

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH  
BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

---

Katedra:  
Zemědělské dopravní a manipulační techniky

Obor:  
Agroekologie

---

## Diplomová práce

Téma:  
Zemědělský provoz z hlediska hlukové zátěže

---

Vypracoval:  
**Kůrka Jan**

Vedoucí bakalářské práce:  
**Ing. Marie Šítková, CSc.**

Rok odevzdání:  
**2011**

## Prohlášení

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

.....  
V Českých Budějovicích dne

.....  
Podpis

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce Ing. Marii Šítkové, CSc. a oponentovi Doc. Ing. Aloisovi Peterkovi, CSc. za jejich cenné připomínky, ochotu a trpělivost při zpracování mé Diplomové práce.

Dále bych touto cestou také rád poděkoval předsedovi ZD Pluhův Žďár panu Ing. Karlu Bednářovi a řiditeli Agry Deštná a.s. panu Zdeňkovi Svitákovi za ochotu, informace a hlavně umožnění měření hluku v jimi vedených podnicích.

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	7
1.1. Zvukový svět člověka.....	8
1.2. Zvukový svět zvířat.....	9
<b>2. Literární přehled</b> .....	11
2.1. Zvuk.....	11
2.1.1. Šíření zvuku a odraz.....	11
2.2. Vnímání zvuků.....	13
2.3. Co je hluk?.....	14
2.3.1. Problém hluku ve vztahu ke společnosti.....	15
2.4. Emisní a imisní problém hluku.....	17
2.4.1. Hluk v normách a zákonech.....	17
2.5. Důležité pojmy.....	17
2.5.1. Hluková spektra.....	18
2.5.2. Akustický tlak.....	19
2.5.3. Akustická rychlost.....	19
2.5.4. Rychlost šíření zvuku.....	20
2.5.5. Kmitočet.....	20
2.5.6. Vlnová délka zvuku.....	20
2.5.7. Vlnový odpor.....	21
2.5.8 Intenzita zvuku.....	21
2.5.9. Zvukový výkon.....	21
2.5.10. Hladina akustického výkonu.....	21
2.6. Typy hluku.....	22
2.6.1. Hluk v pracovním prostředí a jeho limity.....	23
2.6.2. Zdroje hluku v mimopracovním prostředí.....	24
2.6.3. Hlavní zdroje hluku na venkově.....	25
2.6.3.1. Hluk ze zemědělské činnosti.....	27
2.6.3.2. Hluk v lesnictví.....	29
2.7. Šíření zvuku.....	30
2.7.1. Obecné otázky.....	31

2.7.2. Šíření hluku ve volném prostoru.....	33
2.7.3. Šíření hluku z pozemních komunikací.....	35
2.7.4. Šíření hluku ve stavbách.....	37
2.7.4.1. Absorpční materiály.....	40
2.8. Vnímání zvuku.....	41
2.8.1. Popis zvukového orgánu.....	41
2.9. Negativní účinky hluku.....	45
2.9.1. Negativní účinky hluku na lidský organismus.....	46
2.9.1.1. Vliv hluku na sluch.....	48
2.9.1.2. Vliv hluku na vegetativní fce. a cév. systém...50	
2.9.1.3. Vliv hluku na metabolismus.....	50
2.9.1.4. Vliv hluku na motoriku.....	51
2.9.2. Negativní účinky hluku na zvířata.....	52
2.9.2.1. Environmentální hluk.....	53
2.9.2.2. Vliv hluku na ptactvo.....	53
2.9.2.3. Hluk v moři.....	54
2.10. Ochrana před hlukem.....	56
2.10.1. Legislativní opatření.....	57
2.10.1.1. Zákony.....	58
2.10.1.2. Normy.....	62
2.10.2. Technická řešení.....	63
2.10.2.1. Aktivní ochrana.....	63
2.10.2.2. Pasivní ochrana.....	66
2.10.3. Možná opatření v zemědělských provozech.....	71
2.11. Měření hluku.....	72
2.11.1. Měřicí technika.....	73
<b>3. Cíl práce.....</b>	<b>76</b>
<b>4. Metodika.....</b>	<b>77</b>
4.1. Stručný popis měřicí techniky.....	77
4.2. Postup měření.....	79
4.3. Místa měření a charakteristika společností.....	80
4.3.1. Obec Pluhův Žďár a ZD Pluhův Žďár.....	81

4.3.2. Obec Deštná a Agra Deštná a.s.....	82
5. Výsledky měření.....	83
5.1. ZD Pluhův Žďár.....	85
5.1.1. Penzion 1 x Garáže 1.....	85
5.1.2. Penzion 2 x Garáže 2.....	87
5.1.3. Penzion 3 x Garáže 3.....	89
5.1.4. Extravilán 1 x silážní žlaby 1.....	91
5.1.5. Extravilán 2 x silážní žlaby 2.....	93
5.1.6. Extravilán 3 x silážní žlaby 3.....	94
5.1.7. Intravilán 1 x silážní žlaby 4.....	96
5.1.8. Intravilán 2 x silážní žlaby 5.....	98
5.2. Agra Deštná a.s. ....	100
5.2.1. Intravilán 1 x váha 1.....	100
5.2.2. Intravilán 2 x váha 2.....	102
5.2.3. Intravilán 3 x BPS 1.....	104
5.2.4. Extravilán 1 x BPS 2.....	106
5.2.5. Extravilán 2 x seník 1.....	108
5.2.6. Extravilán 3 x seník 2.....	110
<b>6. Diskuze.....</b>	<b>112</b>
6.1. ZD Pluhův Žďár.....	112
6.2. Agra Deštná a.s.....	115
<b>7. Závěr.....</b>	<b>118</b>
<b>8. Použitá literatura.....</b>	<b>120</b>
<b>9. Přílohy.....</b>	<b>124</b>
9.1. Protihluková stěna u penzionu.....	124
9.2. Pás smrků kolem areálu VKK.....	124
9.3. Zahrady a posklizňová linka u domu čp. 88.....	125
9.4. Poloha areálu ZD a trasa nákladních automobilů.....	126
9.5 Umístění ZD v obci.....	126
9.6. Dílny a výrobní areál.....	127
9.7. Doporučená výsadba zeleně.....	127
9.8. Umístění Agry a.s. v obci.....	128

# 1. Úvod

Problém s hlukovou zátěží je stále častěji diskutované téma ve všech vyspělých zemích světa. Díky tomu je životní prostředí ve většině vyspělých zemí stále více chráněno kromě znečištění ovzduší, povrchových vod a úbytku zemědělské půdy také před hlukovým znečištěním. Největší měrou působí hluk z dopravy a průmyslové činnosti. Tento problém se rozšiřuje každým rokem na větší a větší území.

Negativní účinky hluku jsou různé a záleží na vnímání a fyziologických vlastnostech určité osoby. Mezi nejčastější problémy způsobené hlukem patří poruchy spánku, nesoustředění, nervové problémy, poruchy vnitřních orgánů a ztráta sluchu. Dlouhodobé vystavování nadměrným hladinám hluku je tedy velmi nebezpečné. Pro zvuk – hluk je typické, že se poměrně snadno šíří vzduchem na velké vzdálenosti a dobře se šíří ve vodě a pevnými hmotami.

Jedinou ochranou před hlukem je účinná bariéra, kterou jeho větší část nepronikne. Může se jednat o protihlukové stěny, okna, ochranné pracovní pomůcky, kryty izolující hlučné části strojů, nebo pomyslnou bariéru, jakou je dostatečná vzdušná vzdálenost od hlučného místa. Tím mám na mysli venkov, kde je ve většině případů klid a kam můžeme před hlukem utéci.

Tato diplomová práce je zaměřená na měření hlukové zátěže právě na venkově, kde nebývá tento problém tak velký, jelikož zde není velká průmyslová činnost a doprava. Je zde ovšem ve specifické podobě, tvůrcem je zemědělství a s ním spojená doprava. Lidé se jezdí na venkov rekreovat, právě proto, že je zde klid oproti hlučným městům, mým cílem bylo tedy zjistit, jestli tomu tak opravdu je a zda hluk na venkově neporušuje dané normy.

***Motto: Přestože nikdo nepochybuje o tom, že hluk je zlo a že člověku škodí, je většina lidí zároveň přesvědčena, že ten konkrétní hluk, na jehož vzniku se podílí a o jehož šíření rozhoduje nebo jehož působení se sám vystavuje, není ještě tak závažný, aby bylo třeba se opravdu účinně přičinit o jeho omezení...***

*Prof. MUDr. Jiří Havránek, CSc. (1979)*

## 1.1. Zvukový svět člověka

Zvuky jsou přirozeným průvodním projevem přírodních dějů a životní aktivity. Rovněž pro člověka mají zvuky veliký význam. Sluchem člověk přijímá nejvýznamnější informace o světě kolem něj. Zvuk je důležitým poplašným signálem pro člověka, varuje ho před možným nebezpečím, podněcuje aktivitu jeho nervového systému, je základem řeči, která odlišuje člověka od zvířat. Zvuk může být tedy pro člověka dráždivý, uklidňující, či může přinést důležité informace. Avšak nadbytek zvuků, který je způsobován nesčetnými zdroji, nezávislými na jednotlivci, může působit příliš často s intenzitou, která neodpovídá lidským schopnostem, únosnosti a přizpůsobení. Navíc nadměrný příjem zvukových informací může způsobit rušení těch důležitých. Tyto příliš časté, silné, obtěžující a škodlivé zvuky označujeme jako *hluk*.

Svět člověka je světem zvuků, hluk je součástí životního prostředí, je jeho kulisou, charakteristickou, neoddělitelným prvkem. Hluk je projevem života, vitality a síly. Zvuky města, dílny, pracoviště jsme přijali jako životní kulisu. Část hudby je díky reprodukční technice všeobecně dostupná, je zbavena svého obsahu a téměř indiferentní pro posluchače, je také využívána jako ochrana před jiným hlukem, neboť může maskovat vnímání diferentních, rušivou informaci nesoucích podnětů. Vhodně volená hudba může udržovat pozornost a tím zlepšovat výkon u monotónních pracovních činností [ 2 ].

V konkrétním prostředí existuje specifické spektrum zvuků, které je pro daný prostor (pracoviště, místo bytu, venkovskou lokalitu atd.) natolik charakteristické, že přispívá k naší identifikaci s tímto prostředím, zvyšuje náš pocit, že je prostředí důvěrně známé, ohraničené a útulné.

Sluch je smysl, který je v ustavičné pohotovosti, aby přinášel údaje o vnějším světě. Sluchem jsme schopni rozlišit zdroj hluku a lokalizovat ho v prostoru.

Svět člověka je světem rozmanitých a proměnlivých zvuků, z nichž prakticky každý může být za určitých okolností hlukem. Hluk je součástí životního prostředí, je jeho kulisou, charakteristikou, neoddělitelným prvkem.



Škodlivé působení hluku na člověka je upraveno v mnoha státech legislativními normami, či jinými právními předpisy. Ty chrání lidi před škodlivým působením nadměrného hluku, ať už to je na pracovišti nebo v obytných aglomeracích.

## 1.2. Zvukový svět zvířat

Dorozumívání se pomocí zvukových signálů a projevů je pro zvířata stejně důležité, jako pro člověka řeč a tedy i její slyšení. V přírodě je možné slyšet mnoho environmentálních zvuků, tedy těch vytvořených samotnými živočichy. Tyto zvuky slouží k jejich dorozumívání a přenosu informací na větší vzdálenosti. Proto je velmi důležité, aby je nic hlučného nerušilo. Nadměrný zdroj zvuků, tedy hluk neškodí živočichům pouze jako rušivý element přenosu informací, ale je nebezpečný i pro zdraví.

Hluk působí na nervové cesty a projevuje se přímým i nepřímým ovlivněním životních projevů. Ke stresovému působení hluku dochází u zvířat při určité hladině akustického tlaku, která je u jednotlivých druhů zvířat různá a závisí na kategorii, či užítkovosti daného zvířecího druhu. Značný význam má i adaptace organismu zvířat na dané prostředí. Hluk, mechanické vlnění šířící se v prostoru, působí jednak svojí kinetickou energií na Cortiho orgán, dále zprostředkovaně na celý organismus. V nespecifické odpovědi na hluk můžeme vymežit dvě rozdílné úrovně působení. V první řadě je to odpověď organismu na působení informace se vznikem emoční reakce. V druhé řadě potom všeobecné působení zprostředkované všeobecným podrážděním.

I u zvířat podobně jako u lidí dochází přímo ke změnám ve sluchovém orgánu. Může jít o reverzibilní změny, když je hluk ještě na hranici přizpůsobení. V tom případě se mluví o sluchové únavě, jinak řečeno o obranném mechanismu, při kterém je dočasně zvýšen práh citlivosti sluchu, a tak je omezeno vyčerpávání metabolických a energetických rezerv ve smyslových buňkách a v neuronech sluchových drah. Mimo jiné hluk působí negativně i na vegetativní, kardiovaskulární a gastrointestinální systém.

Z hospodářských zvířat reagují nepříznivě na vyšší hlučnost dojnice. Na dojnice prvotelky je škodlivá hladina akustického tlaku 110 dB o frekvenci 1000 Hz již po třicetiminutovém působení.

Ve velkovýkrmních podmínkách se intenzita hluku pohybuje od 65 do 95 dB, někdy až do 120 dB. To může jako každé dráždění, vést v organismu k sympatico - adrenergní odpovědi. Účinek přitom nezávisí jen na akustické intenzitě a tlaku, ale i na frekvenci a době působení. Zvláště krátkodobý hluk je stresovým faktorem. Všeobecně se dá říci, že intenzita hluku vyšší než 90 dB je škodlivá pro všechny druhy zvířat. Ve stáji dojnic by neměl působit dlouhodobě hluk nad 80 dB, ale krátkodobý kolem 95 dB je ještě únosný. Při dlouhodobém působení hluku 90 dB se množství přijatého krmiva nezměnilo, ale krávy žraly pomaleji, dojivost klesla o 2,2% proti desetidenní dojivosti před přesunem a to i v tomto případě byla intenzita spouštění mléka vyšší. Na přímou aplikaci hluku 105 dB reagovaly krávy silným leknutím, bučením, přechodným snížením příjmu krmiva (4 - 5 dní) a poklesem dojivosti o 5,3%. Zhoršily se i ukazatele dojitelnosti.

Hluk tedy působí na organismus především jako psychická zátěž. Až třikrát se může zvýšit krevní tlak, zrychluje se puls, mění se rytmus dýchání a klesá chuť příjmu krmiva. Nastupují poruchy vidění, snižuje se citlivost na vnímání barev, na odhad vzdáleností, snižuje se pole vidění a evidují se poruchy žláz s vnitřní sekrecí. Hluk je tím nesnesitelnější, čím je vyšší kmitočet zvukových vln [ 7 ].

V přírodě jsou nejvíce známy negativní účinky hluku ovlivňující prostorovou orientaci netopýrů, velryb a dalších mořských živočichů. Tedy těch druhů, užívajících k dorozumívání a orientaci v okolí zvukových signálů. Zatímco v moři působí negativně sonary, těžba ropy a velké nákladní lodě, na souši netopýry ohrožují zdroje vysokofrekvenčních zvuků, jako jsou vysokootáčkové motory a vysílačky.

## 2. Literární přehled

### 2.1. Zvuk

Pro definici pojmu *hluk* se pokusme nejdříve objasnit pojmy, které mu předcházejí. Aby vznikl hluk, musí nejdříve být nadměrný počet zvuků, které se nasčítaly, či jeden o vysoké intenzitě. Původce je tedy zvuk.

Šíření vlnění předpokládá prostředí, které je složeno z hmotnostních částic a vyznačuje se stlačitelností, nebo pružností. K šíření dojde vlivem silového působení budícího kmitání, kde rozruch (přenášená energie) se šíří od buzené částice (od zdroje) rychlostí šíření  $c$ . V rozsahu akustických kmitočtů (tj. slyšitelných) označujeme vlnění v plynném, či kapalném prostředí jako *zvuk*, mechanické vlnění (kmitání) v tuhých látkách jako *vibrace* (bez kmitočtového omezení).

#### 2.1.1. Šíření zvuku a odraz

Zvuk se šíří v plynech, kapalinách i pevných látkách ve formě akustického vlnění. Zvukové vlny jsou zvláštním druhem vln, známých jako *elastické vlny*. Elastické vlny se vyskytují v prostředí hmotných i pružných. Pružným prostředím je vzduch, který se vyznačuje zejména svojí setrvačností a pružností. Tím, že je vzduch hmotný (má vlastní tíhu, závislou na teplotě, tlaku, hustotě), hovoříme o jeho setrvačnosti a tím, že se chová pružně, to znamená, že při vychýlení částice z určité polohy ji vrací zpět do polohy původní, mluvíme o jeho pružnosti. Tyto jeho vlastnosti jej pak předurčují k šíření zvukových vln.

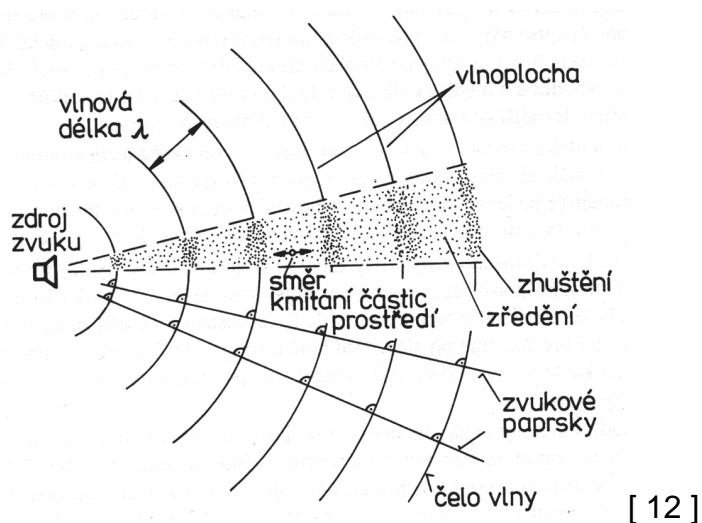
Při šíření se rozruchu dochází k ovlivňování přímočarého šíření vlivem odrazu od překážek, ohybem v prostředí s měnícími se vlastnostmi anebo lomem při přechodu z jednoho prostředí do prostředí s jinými vlastnostmi, o míře odrazu, ohybu i lomu rozhoduje změna vlnové impedance prostředí.

Odraz nastává při šíření vln rozruchu proti překážce. Intenzita odražené vlny závisí na pohltivých vlastnostech odrazové plochy a na velikosti signálu.

Jestliže se jedná o rovinnou plochu, jejíž rozměry jsou v podstatě větší než délka dopadající vlny, lze užít zákona odrazu, podle kterého se úhel odrazu rovná úhlu dopadu. U zakřivených ploch je odraz podstatně složitější. Odraz je závislý na vzájemném poměru vlnové délky, poloměru zakřivení a celkových rozměrech odrážející plochy. Odraz zvuku vyvolává před překážkou koncentraci zvukové energie, která se projeví hlavně vzestupem akustického tlaku. Pro jednoduché geometrické tvary překážek platí relativní zvýšení akustického tlaku před čelem překážky v závislosti na úhlu dopadu signálu vzhledem k ose předcházejícího tělesa a na rozměru překážky a vlnové délce signálu. Naopak za překážkou vzniká akustický stín, kde se na odvráceném povrchu překážky projeví pokles akustického tlaku přibližně o tolik dB, o kolik se akustický tlak zvýší před překážkou.

Pohyb prostředí a zdroje zvuku vyvolá i změnu kmitočtového spektra sledovaného signálu. To je důsledek *Dopplerova jevu*, kdy se relativním přibližováním se zdroje zvuku a pozorovatele jakoby zkracuje vlnová délka zvuku (při vzdalování se prodlužuje), a tím se mění (zvysuje, příp. snižuje) vnímaný kmitočet. Nejjednodušší případ při pohybu zdroje zvuku rychlostí  $v$  [ m/s ] přímo proti stojícímu pozorovateli. U pohybu automobilů stokilometrovou rychlostí se kmitočet mění o 8% [ 5 ].

**Obr. 2.1.1.1. Šíření zvukové vlny, vlnoplocha a zvukový paprsek**



## 2.2. Vnímání zvuků

Zvuky vznikající v životním prostředí vnímáme sluchovým analyzátozem. Sluchový analyzátor má periferní část, tvořenou zevním, středním a vnitřním uchem a část centrální korovou, spojenou s periférií sluchovým nervem. Ten kromě sluchových vláken má i vlákna vedoucí podněty z labyrintu, kde sídlí ústrojí rovnováhy. Zevní ucho se skládá z boltce a zvukovodu. Boltce je nepohyblivý, má význam pro lokaci 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 pod úhlem 15°. Lokalizace je usnadňována malými pohyby hlavy.

Intenzivní rozsah lidského sluchu je vymezen sluchovým prahem, odlišným pro různé frekvence. Nejcitlivější je lidský sluch ve frekvenční oblasti okolo 1000 Hz, což v podstatě odpovídá frekvenčnímu rozsahu lidské řeči. Při dosažení vysokých intenzit (nad 130 dB) se objevuje při podráždění zvukem bolestivý vjem, také do jisté míry frekvenčně závislý. Frekvenční rozsah lidského sluchu mladého člověka je 16 – 20000 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.

Sluchový analyzátor má funkci alarmujícího orgánu. Převážná většina výstražných podnětů je z prostředí přijímána sluchem. Sluchové podněty jsou totiž biologicky účinnější než zrakové. Proto také nemá organismus žádnou možnost fyziologicky sluch vyřadit 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, pokud nebyl poškozen [ 2 ].

## 2.3. Co je hluk?

Hlukem se obecně rozumí akustický signál, jehož působení člověka poškozuje, ruší, obtěžuje [ 6 ]. Jeho negativní účinky stoupají s jeho intenzitou, délkou vlny a náhlostí.

Definice ČSN 01 1600 „Akustika - Názvy a definice“ říká, že hluk je jakýkoliv zvuk, který vyvolá nepříjemný nebo rušivý vjem nebo má škodlivý účinek.

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. [ 2 ] Nepříznivé účinky hluku na lidský organizmus jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení funkcí organismu, ke snížení kompenzační kapacity vůči stresu, nebo ke zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí. [ 6 ]

Z věcných argumentů hovoří fakt, že některé závažné škodlivé účinky jsou vázány na určité minimální intenzity podnětu, nebo obdržené dávky energie. Je vždy pravděpodobnější, že jako hluk bude působit zvuk silnější, přerušovaný, s tónovými složkami, rázy a impulsy prostě proto, že je biologicky účinnější než zvuky ustálené a tiché. Nezávislost na fyzikálních parametrech je typická především pro rušivé a obtěžující účinky. Je ale známo, že psychologické posouzení zvuku může být různé a nakonec i ten, kladně přijatý může mít negativní účinky na zdraví.

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, jde o možnost působit na producenty hluku sankcemi aj.

Vymezujeme-li hluk fyzikálně, musíme si být stále vědomi mezi platností metody. Není tím zrušena primární platnost psychofyziologických kritérií. Jakýkoli limit, opřený např. o hladinu hluku, je nezbytná konvence, vyjadřující s přijatelnou pravděpodobností statickou závislost skutečné odpovědi lidí nekonkrétní hluk a absolutizování takovéto hranice je vědecky nepodložené.

### **2.3.1. Problém hluku ve vztahu ke společnosti**

V průmyslových zemích způsobil rozvoj strojní výroby, urbanizace, dopravy, zmechanizování dříve ručních prací a zvukových reprodukčních prostředků růst hlučnosti v mimopracovním prostředí. Tedy tam, kde bychom měli najít klid pro rekonvalescenci našeho organismu. Zatím co, v osmdesátých letech byl vzestup hluku spojen zejména s rozvojem stavební bytové činnosti, a vzestupem hluku v sídlech zejména v noční době, tak v devadesátých letech a dnešní době to je především vzestup hladin hluku díky automobilové dopravě. Především nastal rozmach té nákladní, nejde opomenout ani zvýšení letecké dopravy a soustředění výrobní činnosti do některých oblastí – „průmyslová města.“ V důsledku husté sídelní sítě, husté komunikační sítě a rozvoji nových technologií postihuje hluk i venkovské obyvatelstvo. Nejvíce tento problém vnímáme tehdy, když se snažíme utéci od ruchu měst a odpočinout si od pracovního vypětí na venkově. Jenomže s rozvojem nových technologií, zřizováním nových výrobních kapacit, či dříve na venkově na zcela běžných odvětvích stoupá i zde výrobní činnost a tedy producent hluku.

V Evropské unii je Evropskou komisí věnována pozornost hluku v prostředí už po několik desetiletí, enormně zvýšená pozornost problematice hluku ve venkovním prostředí se projevila však až v posledních pěti letech. Zásadní pohled na řešení hlukových problémů ve venkovním prostředí není v EU dán jenom tím, že se snižuje – či až eliminuje – vliv zdrojů hluku, které hluk generují.

Tím přímo vzniká dvojitý typ prostředků pro řízení hluku v prostředí, a sice:

- 1) **Řízení v oblasti zdrojů hluku** (regulace v emisní oblasti), tato část problematiky řízení hluku zahrnuje pak limitní, či alespoň informativní požadavky na emise hluku dopravních prostředků, strojů, výrobků a zařízení.
- 2) **Řízení v oblasti příjmu hluku** (regulace v imisní oblasti), v tomto případě jde o naplňování strategického záměru snižování počtu obyvatel EU zasažených hlukem v denní době o hodnotách vyšších, než stanovený limit.

Konkrétní problémy v oblasti hluku ve venkovním prostředí byly v devadesátých letech minulého století deklarovány v 5. Akčním programu EU, z něž vyplynulo, že ke globálním problémům EU v oblasti hluku ve venkovním prostředí patří:

- hluk leteckého provozu
- hluk železničního provozu
- hluk silniční dopravy
- hluk v území
- využívání hlukových map.

Z materiálů EU vztahujících se k environmentálnímu hluku, vyplývá, že v oblasti řízení hluku ve venkovním prostředí existují problémy globální úrovně a problémy lokální úrovně.

V České republice je vztah mezi hlučností a výskytem ukazatelů zdravotního stavu u obyvatel ČR obsáhle a po mnoho let sledován v rámci *Systému monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí*. Ze získaných údajů bylo možno vysledovat, že určitá procenta obyvatel mají narušený spánek, berou sedativa a jsou postiženi civilizačními chorobami, tyto osoby jsou zejména obtěžovány venkovním hlukem [ 6 ].



## 2.4. Emisní a imisní problém hluku

Podstatou rozlišování emisemi a imisemi hluku tvoří vazba, kterou má hluk ke zdroji, jež ho vyvolává, či vazba hluku k místu jeho příjmu. Zabýváme – li se charakteristikami akustické energie, kterou generuje nějaký zdroj hluku, jenom ve vztahu ke zdroji hluku (nezávisle na tom, jakými akustickými parametry tuto akustickou energii popisujeme), jde o hlukové emise. Pokud nás zajímá akustická energie v místě jejího příjmu příjemcem, jde o hlukové imise.

Je zřejmé, že hlukové emise nezávisí na okolním prostředí. V případě hlukových imisí je to ovšem opačně. Závisí tedy na velikosti hlukových emisí zdroje a na způsobu, jakým se akustický signál šíří z místa vzniku k jeho příjemci.

### 2.4.1. Hluk v normách a zákonech

Abychom mohli přesně charakterizovat emise hluku, je jeho problematika uvedena do českých technických norem, které obsahují obecně známé a ověřené postupy pro identifikaci a popis akustických vlastností hluku. V současné době jsou do všech našich norem zapracovány mezinárodní normy ISO z oblasti akustiky a také všechny normy EN.

## 2.5. Důležité pojmy

Zvuk vzniká buďto chvěním, tj. vibrací pohybujících se částí strojů, rozechvěním pružných ploch, krytů, trub, nosníků, stěn apod., nebo pulsací plynů a kapalin, např. na lopatkách ventilátorů, tryskách výfukových motorů, při obtékání vzduchu kolem letadel, v dechových nástrojích aj. [ 2 ].

Hlukem se obecně rozumí akustický signál, jehož působení člověka poškozuje, ruší, obtěžuje.

- hlukem je každý zvuk, který může být škodlivý pro zdraví nebo může být jinak škodlivý,

- nejvyšší přípustnou hodnotou je zdravotně zdůvodněná hodnota stanovená pro místa pobytu osob z hlediska ochrany jejich zdraví před nepříznivým účinkem hluku nebo vibrací,
- hluk pozadí není vyvolán měřením hluku. Může být způsoben neakustickými rušivými vlivy (vítr, vibrace, elektrické a magnetické pole atd.) nebo jde o hluk, který se v pracovním prostředí běžně nevyskytuje (stavební úpravy pracoviště, hluk bouřky apod.),
- hluk zařízení je dán hladinou akustického výkonu zařízení nebo hladinou akustického tlaku v okolí zařízení. Při měření je nutné co nejvíce omezit vliv okolí,
- hluk na pracovišti představuje hluk na pracovním místě nebo v pracovním prostoru. Hluk se měří v pracovním prostoru tehdy, je-li v prostoru rozmístěno větší množství obdobných zdrojů hluku a lidé při práci mění pracovní místa.
- hluk na pracovním místě se vztahuje k určitému pracovnímu místu, na kterém se obsluha vyskytuje buď trvale nebo přechodně, měření se provádí, když se pracovník déle než 300 minut zdržuje na jednom pracovním místě a zbývající expozice hluku je nepodstatná,
- hluková zátěž jednotlivce je údaj o hluku, který charakterizuje celkovou zátěž v průběhu pracovní směny. Přímé měření hlukové zátěže jednotlivce se provádí v případech, kdy pracovník mění často pracovní místa s různou hlučností,
- hluk v mimopracovním prostředí je hluk, který se vyskytuje ve venkovním prostředí a obtěžuje životní prostředí, to jak nás občanů, tak i volně žijících živočichů.

### **2.5.1. Hluková spektra**

V praxi se často setkáváme se spektry, u nichž je obtížné, ne – li nemožné, vyjádřit jednotlivé diskrétní složky. Můžeme si představit, že kmitočty jednotlivých složek spolu sousedí tak těsně, že v celém kmitočtovém rozsahu či jeho části jsou sousedící kmitočty složek nerozlišitelné a spektrum je tedy vyplněno těmito složkami spojitě.

Spektrum pak označujeme jako spojité a jeho složky jako spojitě rozložené. Spektra spojitá jsou spektra „neperiodických“ signálů.

Nejčastěji se při měření průmyslového hluku setkáváme se spektry, která jsou ve své podstatě spojitá, pouze některé ze složek ze spojitého spektra vynikají a můžeme je určit jako složky diskrétní. Taková spektra nazýváme spektra smíšenými [ 5 ].

Spektrum zvuku může obsahovat všechny frekvence (spojité spektrum), nebo naopak pouze jednotlivé frekvence (čárové spektrum, např. u zvuku sirény). Smíšené spektrum má ve spojitém spektru výrazné tónové složky. Spojité spektrum s rovnoměrným zastoupením frekvencí má zvuk nazývaný bílý šum [ 5 ].

### 2.5.2 Akustický tlak

Akustický (zvukový) tlak je střídavý tlak superponovaný barometrickému tlaku při šíření zvuku a vyjadřuje tak odchylky od klidové hodnoty barometrického tlaku. Akustický tlak je skalár tj. veličina určená pouze velikostí bez zřetele ke směru. V praxi udáváme vždy efektivní hodnotu akustického tlaku, pokud není výslovně určeno jinak, vyjadřujeme ho v pascálech [ Pa ] a značíme  $p$ .

$$L_p = 20 \cdot \log\left(\frac{p}{p_0}\right) \text{ [dB]}$$

kde:  $p$  . . . je okamžitý akustický tlak [ Pa ]

$p_0$  . . . je referenční akustický tlak [ Pa ]

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  [ Pa ] (pro vzduch)

### 2.5.3. Akustická rychlost

Je rychlost, s jakou kmitají jednotlivé částice prostředí, kterým se šíří akustická vlna. Při zvětšení výchylky částice za čas se zvyšuje amplituda

zvukové vlny. V současné době však nelze tento parametr dost dobře měřit, a proto není vhodný k popisu velikosti zvukové vlny. Zvuky se šíří v různých prostředích různou rychlostí. Ve vzduchu je rychlost šíření zvuku zhruba  $330 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Zvukové vlny se od zdroje zvuku šíří v akustickém poli, přičemž se ohýbají, odrážejí a pohlcují. Akustickou rychlost značíme  $v$ , a vyjadřujeme ji v metrech za sekundu  $[\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$ .

#### 2.5.4. Rychlost šíření zvuku

Rychlost šíření zvuku je rychlost šíření zvukového rozruchu ve směru zvukového paprsku daným prostředím. Rychlost šíření zvuku je závislé na teplotě a je tady jiná pro různá prostředí. Rychlost šíření zvuku ve vzduchu je dána níže uvedeným vztahem.

$$c_o = 331,8 + 0,607 \cdot \vartheta \text{ [ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ ]}$$

kde  $\vartheta$  je teplota vzduchu v  $[\text{ }^\circ\text{C}]$ .

#### 2.5.5. Kmitočet

Určuje počet kmitů za sekundu, které vykoná kmitající hmotný bod. Označuje se písmenem "f" a jednotkou je Hertz [Hz]. Mezi délkou kmitu a frekvencí platí následující vztah.

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

#### 2.5.6. Vlnová délka zvuku

Vlnová délka zvuku  $\lambda$  je dána poměrem rychlosti šíření zvuku a kmitočtu sledovaného signálu. Je to důležitá veličina pro sledování šíření zvuku. Je dána vzdáleností, mezi nejbližšími dvěma body bodové řady, u nichž je v daném časovém okamžiku stejný akustický stav, dále lze vlnovou délku definovat jako vzdálenost, kterou zvuková vlna urazí za dobu jednoho kmitu  $T$ .

$$\lambda = \frac{c_o}{f} \text{ [ m ]}$$

### 2.5.7. Vlnový odpor

Důležitou veličinou je poměr akustického tlaku k akustické rychlosti, který u rovinné vlny (kde je fázový úhel nulový, tj. ve velké vzdálenosti od zdroje zvuku) definuje vlnový odpor prostředí  $z$  a je roven součinu rychlosti zvuku a hustoty prostředí.

$$z = \frac{p}{v} = c_o \cdot \zeta \quad [ \text{N.s.m}^{-3}; \text{Pa, m.s}^{-1} ]$$

### 2.5.8. Intenzita zvuku

Intenzita zvuku  $I$  je definována podílem výkonu  $P$  zvukového vlnění a plochy  $S$ , kterou vlnění prochází:

$$I = \frac{P}{S} \quad [ \text{W.m}^{-2}; \text{W, m}^2 ]$$

### 2.5.9. Zvukový výkon

Součinem intenzity zvuku  $I$  a celkové plochy  $S$ , do které zdroj zvuku vyzařuje, je dán akustický (zvukový) výkon.

$$P = I \cdot S \quad [ \text{W}; \text{W.m}^{-2}, \text{m}^2 ]$$

Ve většině případů není zdroj zvuku v prostoru volně (jako např. letadlo), nýbrž je na zemi a pak musíme uvažovat vyzařování do tzv. poloprostoru, tj. uvažovat jako plochu  $S$  povrch polokoule [ 5 ].

### 2.5.10. Hladina akustického výkonu

Hladina akustického tlaku i výkonu se zjišťuje též pro určité kmitočtové pásmo  $f$ , vymezené mezními kmitočty ( $f$  dolní –  $f$  horní) a charakterizované středním kmitočtem, který je geometrickým středem mezních kmitočtů. Znalost hladiny akustického výkonu zdroje nebo skupiny zdrojů umožňuje vypočítat výši hladiny akustického tlaku v konkrétních podmínkách šíření v určité vzdálenosti od

zdroje a se znalostí kmitočtového složení vypočítat i hladiny zvuku v určitém místě; akustického výkonu  $L_W$  ( $L_{WA}$ ) se používá při hodnocení emisí.

$$L_W = \frac{10 \log P}{P_0} \text{ [ dB ]}$$

Kde  $P_0$  je referenční velikost akustického výkonu =  $10^{-12}$  Pa.

Hladiny akustického tlaku i hladiny zvuku se zjišťují buďto jako tzv. emisní hodnoty, nebo jako imise. Emisní hodnoty se zjišťují s ohledem na stanovení charakteristik zdroje a mají primárně technickou povahu. Imisní hodnoty jsou údaje zjištěné na pracovních místech, v místech pobytu, či odpočinku osob a vyjadřují tu hodnotu, která je důležitá při posuzování účinků hluku na člověka. Dvě stejně vysoké imisní hodnoty mohou pocházet od zdrojů, nesrovnatelných svým skutečným významem. Zjišťování se provádí buďto měřením, nebo výpočtem; je důležité uvádět, s jakou přesností bylo počítáno či měřeno, obecně není možné prohlásit ten, či onen způsob za lepší. Zdroje hluku mění svůj akustický výkon v průběhu pracovní operace nebo činnosti, mění svou polohu vůči příjemci, jsou přerušované a navzájem se sčítají. Pro hygienické hodnocení se používají maximální hodnoty, např. pro limitování maximálního hluku zdrojů uvnitř obytných budov. V dalším případě je nutné znát chování hluku v čase [ 2 ].

## 2.6. Typy hluku

**1. Ustálený hluk** – je takový zvuk, jehož hladina zvuku se nemění v závislosti na čase, nebo nekolísá v rozsahu menším než 5 dB. Hodnoty ustáleného a proměnného hluku na pracovištích se vyjadřují ekvivalentními hladinami akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$ . Pro účely hodnocení se stanovuje normovaná hladina expozice hluku pro běžnou dobu trvání pracovního dne 8 h  $L_{EX,8h}$ , případně hladina expozice hluku normovaná na jmenovitý osmihodinový den pro týdenní expozici  $L_{EX,w}$ . Hluková zátěž se vyjadřuje expozicí hluku A  $E_{AT}$ .

**2. Proměnný přerušovaný hluk** – jeho hladina zvuku se mění skokem z hlučného na tichý interval a naopak.

**3. Proměnlivý hluk nepravidelný** – se vyznačuje měnící se hladinou hluku v čase, kdy změny přesahují 5 dB a jsou náhodné nebo se opakují ve složitých cyklech.

**4. Proměnný hluk impulsivní** – je charakterizován hladinou hluku, která rychle stoupá k maximu a opět rychle klesá tak, že doba jednoho pulsu je menší než 0,2 s a interval mezi jednotlivými pulsy je větší než 10ms. Je tvořen jedním impulsem nebo sledem impulsů.

Hodnoty impulsního hluku na pracovištích se vyjadřují špičkovými hodnotami akustického tlaku C, špičkovými hladinami akustického tlaku C a ekvivalentními hladinami akustického tlaku při časové charakteristice  $I_{Aeq,T}$ .

**5. Vysoce impulsivní hluk** - je tvořený impulsy ve venkovním prostoru, jehož zdrojem je střelba, trhací, důlní a demoliční práce s pomocí výbušnin a nárazy při posunování vagónů.

**6. Vysokofrekvenční hluk** na pracovištích se vyjadřuje hladinami akustického tlaku  $L_t$  v třetinooktávových pásmech o středním kmitočtu 8 až 16 kHz. Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku vysokofrekvenčního hluku v třetinooktávových pásmech 8; 10; 12,5; 16 kHz pro osmihodinovou pracovní dobu se u tohoto hluku stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku v třetinooktávovém pásmu.

**7. Ultrazvuk** se na pracovištích vyjadřuje ekvivalentními hladinami akustického tlaku  $L_{teq,T}$  v třetinooktávových pásmech o středním kmitočtu 20 až 40 kHz.

### **2.6.1 Hluk v pracovním prostředí a jeho limity**

V pracovním prostředí na člověka působí nesčetná řada rozruchů a hluku. Ten se dělí do několika tříd, přesněji do sedmi dle hygieny práce osmihodinové pracovní doby. Je to od základní přípustné hladiny hluku  $L_{AZ}$  korekcí „k“ po 5 dB, od hrubé fyzické práce až po duševně vysoce náročnou práci. Nejvyšší přípustné hladiny jsou předepsány pro různé druhy hluku. Původcem hluku jsou

zejména stroje a mechanizované nářadí všeho druhu, ale i doprava ať už vnitropodniková (kolová, pásové dopravníky, potrubní doprava atd.), či působící z vnějšku aj.

A) Ustálený a proměnný hluk

- Fyzická práce  $L_{Aeqp} = 90\text{dB}$  (bez nutnosti soustředění)
- Fyzická práce  $L_{Aeqp} = 80\text{ dB}$  (náročná na přesnost a soustředění)
- Duševní práce  $L_{Aeqp} = 70\text{ dB}$  (rutinní povahy a trvalým sledováním sluchem)

B) Impulzní hluk

- nejvyšší přípustná hladina  $L_{Az} = 85\text{ dB}$

C) Vysokofrekvenční hluk

- hluk s výraznými složkami vysokého kmitočtu,  $L_{tz} = 70\text{ dB}$ , upravuje se dále dle korekcí.

D) Ultrazvuk

- základní hladina akustického tlaku v třetinooktávovém pásmu  $L_{tz} = 105\text{ dB}$ , dále se upravuje korekcí [ 5 ].

## 2.6.2 Zdroje hluku v mimopracovním prostředí

A) Hluk z mobilních zdrojů (dopravní)

a) Pozemní

- silniční,
- železniční,

b) letecká,

c) vodní.

B) Hluk stacionárních zdrojů

- a) technické zdroje,
- b) náhodné zdroje.

**a)** Technické zdroje hluku jsou stroje a zařízení, u nichž můžeme měřením objektivně a reprodukovatelně zjistit míru hlukové emise.



Hluk ze zdrojů uvnitř budov proniká ven přes dělící stavební konstrukce. To jsou především kotelny, výměňkové stanice, trafostanice, ventilátory a čerpadla. Hluk z venkovního prostředí se nese vzduchem, či jiným způsobem (podložími, konstrukcemi). Původcem tohoto hluku jsou průmyslové zdroje - ruční mechanizované nářadí (motorové pily, pneumatická kladiva, motorové žací stroje), důlní stroje, hutnictví, strojírenství (obráběcí stroje), oděvnictví (tkalcovské stavy), vzduchotechnická zařízení aj.

**b)** Náhodné zdroje hluku jsou takové, u nichž nelze zajistit reprodukovatelnost hlukové emise, a u nichž není prakticky možná její následná kontrola.

Hluk náhodných zdrojů hluku se vyznačuje tím, že rušivý hluk je velmi různého charakteru s náhodnými změnami i výškou působení ruchu.

Mezi ně patří zejména:

- hluk související s bydlením – vestavěné technické vybavení domu (výtahy, trafostanice, kotelny), sanitárně - technické vybavení domu (koupelny, WC), činnosti osob v bytě (rozhovor, rozhlas, TV, kuchyňské stroje, vysavač, pračky atd.)
- hluk související s trávením volného času – kulturní a společenská zařízení (divadla, kina, koncertní sály, venkovní koncerty, poutě aj.), sportovní zařízení (střelnice, bazény, hřiště)
- přírodní hluk – zvuky doprovázející fyzikální procesy v přírodě (proudění vody, dopadající déšť, vítr obtékající budovu), zvuky z činnosti zvířat (štěkot psů, hluk způsobený koloniemi ptactva a stády zvířat).

### **2.6.3. Hlavní zdroje hluku na venkově**

Nejvýznamnějším zdrojem hluku v životním prostředí je zajištění doprava, dále průmysl a nakonec i „zábavný průmysl“ (restaurace, bistra, veřejné produkce hudby, sportovní činnost apod.). Na venkově tomu není jinak, i zde působí hluk z dopravy, průmyslové činnosti (ač v omezené míře), zábavy, ale zejména je to zemědělství a lesnictví.

Pokud jde o hluk z průmyslové činnosti, setkáváme se s ním zejména tam, kde sousedí pozemky určené k občanské zástavbě s pozemky průmyslových objektů. Nejmarkantnější je to zejména v blízkosti větších okresních měst, kde se bezmyšlenkovitě rozjela výstavba průmyslových komplexů bez ohledu na územní plánování přilehlých obcí. Na venkově, kde široko daleko není město, může být důsledkem například křížení dopravních uzlů v kombinaci s levnými stavebními pozemky. Řešením tohoto problému se nabízí výrazné zkvalitnění územního plánování v širších souvislostech. V posledních letech, kdy dochází k přehodnocení pohledů na územní plánování, se začínají projednávat nové dokumenty územního plánování řešící dříve opomíjené problémy hlučných lokalit. Definuje se jednoznačně využití území a tím i podmínky, za jakých je možné území využít.

Zmíníme – li „zábavný“ průmysl ten má na venkově svá specifika, větším zdrojem hluku jsou především různé akce všemožného zaměření (fotbalové turnaje, hasičské soutěže, dětské dny,...), kdy zdrojem hluku je lidský křik. Tyto akce bývají umístěné buď na těsném okraji vsí, či v jejich středu a mohou být zdroji stížností některých obyvatel. Další problém jsou kulturní zařízení, hostince umístěné v bezprostřední blízkosti obytného prostředí. Nejvýznamnějším, nejvíce obtěžujícím zdrojem hluku, jsou hudební produkce a hlasové projevy lidí s ní spojených (živá produkce, reprodukováná hudba apod.). Hluk hudební produkce obsahuje tzv. výraznou tónovou složku, která negativně ovlivňuje psychickou stránku každého, kdo se v tomto prostoru nachází, tzn. i nechtěné konzumenty hudební produkce. V této souvislosti je však potřeba konstatovat, že nejohroženější složkou populace je mládež poslouchající hudbu a navštěvující hudební produkce a diskotéky. I poslech hudby z přenosných přehrávačů je škodlivý a jeho míru rizika je možno srovnávat s velkou hlukovou intenzitou při hudební produkci na diskotékách a je o to zákeřnější, že si to posluchači „walkmana“, „discmana“ apod. ani neuvědomují. Hluk z hudebních produkcí a diskoték je také předmětem nejčastějších stížností obyvatel.

### 2.6.3.1. Hluk ze zemědělské činnosti

Hluk ze zemědělské činnosti je neméně významnou složkou hluku v životním prostředí. Zdroje lze rozdělit na sezónní a trvalé. Sezónní působení je spojeno se sklizením zemědělských produktů a jejich dopravou na místo skladování a zpracování. Lokálně tak dochází k nárůstu intenzity hluku vlivem zvýšení dopravy a zvýšenému provozu zpracovatelských zařízení (sklady, sušárny apod.). Oproti tomu trvalé stacionární zdroje místního významu (sila, mlýny apod.) trvale zatěžují nejbližší okolí hlukem. Vzhledem k mohutnosti zemědělské produkce v našem kraji proto nelze považovat vliv zemědělské činnosti na velikosti hlukové zátěže obyvatel kraje za bezvýznamný [ 19 ].

V posledních letech sílí i v Jihočeském kraji aktivity spojené s alternativním získáváním elektrické energie - bioplynovými stanicemi. Není důvod zde hodnotit estetiku nových krajinných dominant, několika železobetonových kruhových staveb vedle sebe, ať jsou uvnitř areálů, či na jeho okraji, nebo dokonce případný zápach, to není tématem této práce. Z hlediska možného ovlivnění zdraví je nutno zvažovat pouze zatěžování volné, povětšinou zemědělsky využívané, krajiny hlukem ze zemědělské dopravy. Ta je při naskladňování silážních žlabů velmi intenzivní.

Jak již bylo výše zmíněno při sezónních pracích je pohyb zemědělské techniky taky značný, nejsou to pouze žně. Pokud má podnik rozsáhlou živočišnou výrobu, je třeba dopravit ze sklizených pozemků krmivo pro hospodářská zvířata a s tím je spojena opět značná potřeba přepravy. Tato doprava je uskutečněna po pozemních komunikacích, které povětšinou vedou přes zastavěné území, jelikož areály zemědělských podniků jsou na jeho těsném okraji, či ve výjimečných případech z části obestavěné občanskou zástavbou. Hluk nezpůsobuje pouze přepravní technika, nýbrž také naskladňování do skladů, či případné vyskladňování v průběhu roku a přeprava na blíže určené místo. Zemědělství se vyznačuje velkým množstvím přepravy různého druhu a různých materiálů.

Hluk ze zemědělské činnosti ale není způsobován pouze přepravou materiálů. Jsou zde i jiné zdroje hlukových emisí. Neopomenutelným zdrojem hluku je

zvukový projev samotných zvířat z nejrůznějších důvodů (dorozumívání, stres, zvukové projevy při zakládání krmiva, při porodech,...). Zemědělské provozy by se neobešly bez opravárenských dílen, které jsou jejich součástí a vydávají rázovitý, či impulzní hluk. Shromažďuje se zde povětšinou veškerá technika provozu (garáže, odstavné a parkovací plochy). Sklizené komodity je třeba také upravit po sklizni a uskladnit, to se neobejde bez velkých posklizňových linek, které obsahují nesčetné množství dopravních kanálů, pásových dopravníků, ventilátorů, či sušičky. Pokud bych zmínil pouze posklizňové linky na obilí, ty jsou v provozu hlavně v letních měsících, kdy je v plném proudu turistická sezona a lidé mají dovolené na rekonvalescenci a chtějí mít klid. Tyto linky ale pracují i v noci a jejich zvuk se nese vzduchem do značné vzdálenosti.

V rámci Jihomoravského kraje byla v minulém období na základě stížností obyvatel a požadavků podnikatelských subjektů na pracovištích ZÚ Brno řešena hluková zátěž několika lokalit spojená především s provozem stacionárních zdrojů hluku jako jsou posklizňové linky, sila a mlýny. Výsledky měření dokazují v převážné části překročení limitních hodnot hlukové zátěže v blízkém okolí sledovaných zdrojů. Na základě výsledků měření musela být provedena ze strany provozovatelů celá řada opatření k eliminaci hlukové zátěže, popřípadě byla zařízení přemístěna do jiných lokalit, kde je vliv na obyvatele minimalizován [ 19 ].

Zavádění nových trendů v zemědělských postupech a rozvoj strojního zařízení ukazuje, že problémy hluku v zemědělství stále přetrvávají, přestože se dostupnost materiálů a vybavení pro řízení hluku v posledních letech výrazně zlepšila. Zjevný odpor zemědělského sektoru k využívání těchto metod snižování hluku je možná daný, alespoň z části, pořizovacími náklady. Ač se v našem zemědělství pohybuje ještě značná část techniky starší dvaceti let, která není dostatečně odhlučňovaná, a její agregáty jsou hlučnější, než ty dnešní. Vidíme stále více a více v provozech moderní techniku, u které výrobci na tento problém myslí.

**Tab. 1. Hluk v zemědělských provozech**

<b>Příklady hladin hluku v zemědělství</b>	
<b>Zemědělské stroje</b>	
Kaskádová sušička obilí	93,4 dB(A)
Sušička obilí s příčným průtokem	93,8 dB(A)
Sušička pícnin	89,8 dB(A)
Linka pro přípravu krmiv	92,3 dB(A)
Čistička / česačka chmele	93,9 dB(A)
Hala pro přípravu / balení zeleniny	91,6 dB(A)
Skřízeč cukrové řepy	91,7 dB(A)
Řádkovač	97,5 dB(A)
Metač / sypač (osobní)	89,4 dB(A)
Motorová pila	103,9 dB(A)
Škubačka drůbeže	99,8 dB(A)
Drůbežárna	94,4 dB(A)
Sadový postřikovač	85–100 dB(A)
<b>Používání traktorů</b>	
Traktor s diskovým žacíím strojem	91,1 dB(A)
Traktor s vysokotlakým lisem	96,8 dB(A)
Traktor s mulčovačem	89,6 dB(A)
Traktor se sadovým postřikovačem	97,9 dB(A)
Traktor s trhačem lnu	90,4 dB(A)
Traktor s kabinou (jízda)	73–90 dB(A)
Traktor bez kabiny (jízda)	91–99 dB(A)
Traktor se zcela sešlápnutým akceleračním pedálem	105 dB(A)
Plně zatížený traktor	120 dB(A)
Terénní vozidlo	100 dB(A)

[ 21 ]

**2.6.3.2. Hluk v lesnictví**

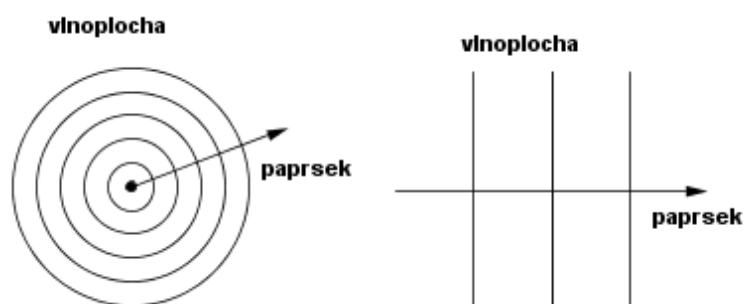
Jestliže jsem se zmínil o hluku ze zemědělské činnosti, nesmím opomenout také lesnictví. Jelikož s venkovem toto odvětví také souvisí a je rozšířeno více právě tam. Právě v oblastech více zalesněných a výše položených převládá lesnictví nad zemědělstvím. Zde jsou největším zdrojem hluku především stroje spojené s těžbou, jako jsou motorové pily, těžební traktory na přibližování dřevní hmoty a dnes stále více se rozšiřující harvestory a vyvážecí soupravy. Také zpracování dřevní hmoty sebou nese

hlukové emise, ať to jsou manipulační sklady, katry, či velké pily s přidruženou výrobou. Po těžbě samozřejmě následuje úprava pozemků a nová výsadba, s následnou péčí. I to se v dnešní době již neobejde bez techniky, která je zdrojem hluku.

## 2.7. Šíření zvuku

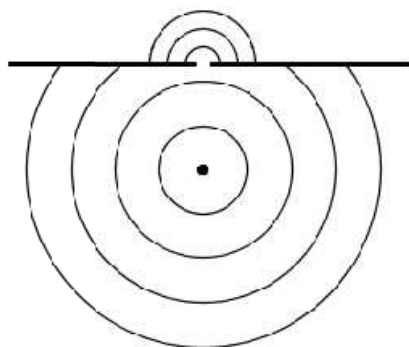
Ve volném prostoru se zvuk šíří od zdroje všemi směry volně a jeho šíření můžeme popsat tzv. vlnoplochami (spojnicemi všech míst zvukového pole, které mají v daný okamžik stejné parametry). Je-li zdroj zvuku malý (bodový), mají vlnoplochy tvar koule, je-li zdrojem např. rozměrná deska, jsou vlnoplochy rovinné (za rovinné považujeme i vlnoplochy ve velké vzdálenosti od bodového zdroje, poloměr pomyslné koule už je tak velký že její výseč ve sledovaném bodě může být nahrazena rovinnou plochou).

**Obr. 2.7.1. Vlnoplochy**



[ 12 ]

**Obr 2.7.2. Šíření vlnoplochy za překážkou**



[ 12 ]

Šíření zvukových vln v prostoru popisuje celá řada fyzikálních principů. Vlny se v prostoru odrážejí, lámou i ohýbají, sčítají se s jinými vlnami, podléhají tlumení atd.

Dopadá-li zvuková vlna na překážku, dojde k jejímu odrazu. Na vlastnostech a materiálu překážky závisí průběh odražené vlny [ 21 ].

**Tab. 2.7.1. Šíření zvuku v různých druzích materiálů**

Látka	Rychlost zvuku [ ms <sup>-1</sup> ]
Vzduch	331,5
Voda	1460
Ocel	6000
Sklo	5200
Bukové dřevo	4638
Beton	1700

[ 2 ]

### 2.7.1. Obecné otázky

Každý zdroj hluku je možné charakterizovat celkovým vyzářeným akustickým výkonem a směrovou charakteristikou, tj. rozdělením vyzařování energie do celého prostoru. Pokud zdroj hluku umístíme do reálného prostoru konečných rozměrů, dochází v některých směrech šíření k pohlcování zvuku nebo k odrazům či ohybům zvukových vln a tvar pole se výrazně komplikuje.

Každé prostředí se skládá z částic, které v pružném prostředí mají schopnost svůj pohyb (periodický či jednorázový) okolním částicím. Šíření rozruchu prostředím se označuje jako vlnění a spojnice sousedních geometrických míst prostředí, kde kmitají částice se stejnou fází, se nazývá vlnoplocha. Podle tvaru vlnoploch lze rozlišit různé tvary vlnění. Začneme – li těmi nejjednoduššími, pak např. u kulového vlnění mají vlnoplochy tvar soustředných koulí, či u válcového vlnění mají vlnoplochy tvar souosých válců a u rovinného vlnění jsou vlnoplochy rovinné [ 2 ].

Teoretické práce zabývající se otázkami zvuku používají často k náhradě skutečného zdroje názvy jako je: akustický monopól, dipól a kvadrupól.

**Akustický monopól** je nejjednodušším speciálním případem akustického zdroje (vysílače, zářiče) a bývá také nazýván zdrojem nultého řádu. Je definován jako zdroj hluku s jediným akustickým výstupem, který v ideálním případě vyzařuje se stejnou intenzitou do všech směrů. Šířící se vlnoplochy mají tvar koule. Příkladem může být např. výfuk vzduchu z axiálních ventilačních kanálů do volné atmosféry.

**Akustický dipól** je označován také jako zdroj prvního řádu. Vzniká spojením dvou akustických monopólů opačného znaménka a velikosti, přičemž jejich vzájemná vzdálenost je malá ve srovnání s vyzařovanou vlnovou délkou. Vlnoplocha má tvar osmičky s osou orientovanou do osy dipólu. Akustický dipól lze svými vlastnostmi přiblížit ke kmitající kouli. Zdrojem bývá nejčastěji ventilátor, který je zdrojem hluku aerodynamického původu ve strojích.

**Akustický kvadrupól** vzniká analogicky jako předchozí případ složením dvou akustických dipólů. Za akustický kvadrupól bývá považováno např. vyzařování hluku turbulentního proudu plynu, zvláště při vysokých rychlostech proudění.

Jestliže se bavíme o šíření hluku, musíme si uvědomit, že každý zdroj hluku vytváří ve svém okolí akustické pole, které bez ohledu na tvar vlnoploch je možné:

- a) s ohledem na vztah mezi zdrojem hluku, vzdáleností od něho ve srovnání s rozměry zdroje hluku a vlnovou délkou vyzařovaného hluku klasifikovat buďto jako blízké, nebo vzdálené pole,
- b) s ohledem na vazbu vzdáleností od zdroje hluku a vlastnosti prostoru klasifikovat buďto jako volné, či difúzní pole.

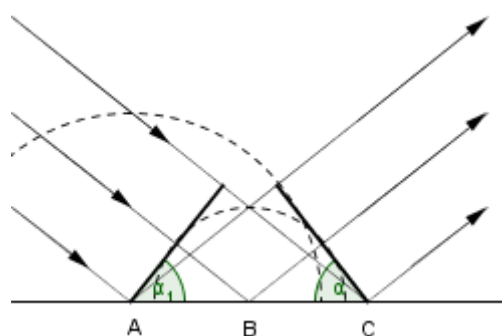
Blízké akustické pole je v bezprostředním okolí zdroje hluku, kde poměr akustického tlaku a akustické rychlosti není roven volnému odporu prostředí (akustická rychlost a akustický tlak nejsou ve fázi). V blízkém akustickém poli není jednoznačně možno zdroj hluku charakterizovat měřením hladin akustického tlaku.



Ve vzdáleném akustickém poli, které splňuje současně podmínky volného akustického pole, klesá teoretický akustický tlak lineárně o 6 dB při zdvojnásobení vzdálenosti. Právě v této vzdálenosti je zdroj akustického tlaku jednoznačně charakterizovatelný hladinami akustického tlaku.

Ve volném akustickém poli za předpokladu všesměrového zdroje hluku probíhá vyzařování rovnoměrně do všech směrů, neboť neexistují žádné ohraničující plochy, kde by mohli nastat odrazy [ 2 ].

### Obr. 2.7.1.1. Odraz a lom zvuku



[ 33 ]

### 2.7.2. Šíření hluku ve volném prostoru

Při šíření hluku ve volné prostředí hraje roli mnoho ovlivňujících faktorů, ať už to jsou stromy, budovy nebo meteorologické vlivy. Při šíření zvuku vzduchem na velké vzdálenosti klesá hladina akustického tlaku rychleji. Při velkých vzdálenostech již nemůžeme zanedbávat útlum zvuku přeměnou zvukové energie na energii jiného druhu, především na energii tepelnou a tak je třeba respektovat útlum způsobený absorpcí ve vzduchu, útlum způsobený hmotnými částicemi ve vzduchu (především déšť, mlha, sníh) a popř. i útlum způsobený teplotním gradientem, či pohybem prostředí (větrem). Důležitý je útlum vlivem překážek.

Při šíření hluku ve volném prostoru bez překážek a bariér se používá níže uvedený vztah. Známe – li např. hladinu hluku v místě I, označenou  $L_I$ , pak ve vzdáleném místě II. stanovíme hladinu hluku  $L_{II}$  následovně:

$$L_{II} = L_I - \sum D_i = L_I - (D_1 + D_2 + D_3 + D_4)$$

Kde:  $\sum D_i$  .....celkový přídavný útlum,

$D_1$ .....útlum vzdáleností,

- D<sub>2</sub>.....útlum atmosférickou absorpcí,
- D<sub>3</sub>.....útlum vlivem atmosférických podmínek,
- D<sub>4</sub>.....útlum vlivem gradientu atmosférických podmínek.

Dalším činitelem působícím při šíření hluku ve vzduchu je atmosférická absorpce (D<sub>2</sub>), která je obecně závislá na teplotě a vlhkosti vzduchu a kmitočtu přenášeného signálu. Podle fyzikální podstaty se útlum hluku dělí do dvou kategorií:

1. Klasická absorpce – působí úbytek akustické energie vlivem tepelné vodivosti a vyzařováním tepla, viskozity a difuzory vzduchu na cestě šíření akustické energie. Zde hraje roli vzdálenost pozorovatele od zdroje a naopak není závislá na vlhkosti vzduchu.
2. Molekulární absorpce – působí úbytek akustické energie vlivem relaxace při pohybu molekul ve vzduchu a je proto závislá na obsahu vodních par, tj. na relativní vlhkosti a teplotě vzduchu.

Útlum vlivem atmosférických podmínek (D<sub>3</sub>) byl rozsah změn sledován experimentálně a nejvýznamnější se ukazuje vliv husté mlhy. Klidný déšť či sněžení přidávají útlum, neboť současně nastává ohyb zvukových vln a tím koncentrace akustické energie přízemní vlny.

Ve venkovním prostředí téměř vždy zjistíme nenulový gradient (spád, změna na jednotku délky) teploty a rychlosti větru a to zejména ve směru svislém. To má za následek změnu rychlosti zvuku v závislosti na výšce, ohybu a lomu zvukových paprsků. V blízkosti zemského povrchu jsou vesměs kladné gradienty větru – rychlost větru roste s výškou. Hluk je zanášen (ve směru vanutí) tak, že na přírůstek vzdálenosti asi 100 m stoupne hladina hluku proti šíření při bezvětří o tolik dB, kolik je třicetina z rychlosti větru v kmh<sup>-1</sup>. Ve směru proti větru se projeví naopak pokles hladiny hluku o stejný počet dB.

Popsaný vliv rozdílných atmosférických podmínek (D<sub>4</sub>) bývá hlavním důvodem značného kolísání měřených hladin hluku při větších vzdálenostech od jinak stabilního zdroje hluku. Tato skutečnost podtrhuje požadavek standardních atmosférických podmínek, mají – li být měření reprodukovatelná.

Jestliže je prostor ohraničený, nastává odraz hluku při šíření (je – li vlnová délka stejná nebo menší než rozměry plochy). Intenzita odražené vlny závisí na vlastnostech odrazové plochy (pohltivosti). Odražený paprsek, resp. odražený hluk vyvolává před přepážkou koncentraci akustické energie, která se projeví stoupaním hladiny hluku – odtud vyplývá požadavek na volbu měřicích míst dále, než je 1 m od stěn. Výsledný efekt stínění hluku je kromě spektrálního složení hluku závislý zejména na geometrických vlastnostech překážky (délce a výšce) a na vzájemném situování zdroje hluku a „pozorovatele“, tj.. místa, kde efekt překážky vyhodnocujeme.

Naopak za překážkou vzniká akustický stín, jenž se projevuje poklesem hladin hluku, resp. poklesem hustoty akustické energie a intenzity. Výsledný efekt je závislý především na výšce a šířce překážky. Pochopitelně musí překážka, nebo jak se častěji hovoří „protihluková clona či bariéra“ (pokud jde o uměle a cíleně budované opatření) splňovat neprůzvučnost, což se dá splnit volbou vhodného materiálu.

Jestliže vlnová délka dopadajícího akustického signálu je srovnatelná s rozměry překážky nebo je větší, nastane ohyb zvukového paprsku. Vlivem ohybu se snižuje účinnost protihlukových clon nebo překážek v oblasti nízkých kmitočtů.

Další nezanedbatelný jev, který nastává při šíření zvuku, je jeho lom. Ten nastává, pokud prochází zvuková vlna rozhraním dvou prostředí, ve kterých je pochopitelně rozdílná rychlost šíření zvuku. Lom zvukových vln nastává i tehdy, když jsou ve velkém nerovnoměrně prohráté dvě vrstvy vzduchu. V nichž se zvuk nešíří přímočaře – nastává tedy zmiňovaný lom zvuku (směrem do chladnějších vrstev vzduchu) [ 2 ].

### **2.7.3. Šíření hluku z pozemních komunikací**

Jak již bylo výše uvedeno jedním z velkých producentů hlukových emisí je doprava. Osobní automobil působí na své okolí hlukem 79 dB, tramvaj jedoucí rychlostí 40 km.h<sup>-1</sup> způsobí hluk 84 dB a u těžkého nákladního automobilu je hlučnost 91 dB. Každé vozidlo se zvyšující rychlostí zvyšuje i svůj produkovaný

hluk, zvýší - li se např. rychlost dvakrát, zvýší se hluk o 8 – 10 dB. Není tedy sporu o tom, že hluk z dopravy obtěžuje řadu sídel. Je proto nutné při budování nových územních plánů znát zákonitosti šíření hluku a zohlednit je při jejich návrhu.

Akustické pole pozemní komunikace je ovlivněno nesymetrickou směrovou vyzařovací charakteristikou každého vozidla a také složitým tvarem směrové vyzařovací charakteristiky pozemní komunikace, ovlivněné intenzitou provozu a skladbou dopravního proudu. Na šíření přímých i odražených zvukových paprsků má vliv odlišná dráha, vzdálenost, atmosférická absorpce, atmosférické podmínky a samozřejmě též místo pozorovatele, ke kterému mají zvukové paprsky rozdílné dráhy, lom i odraz. Měřením bylo zjištěno, že akustické pole v okolí pozemní komunikace má tvar trychtýřovitý a je závislé na intenzitě a skladbě dopravy [ 2 ].

Na vozidle, které je v činnosti, je zdrojů způsobujících hluk:

- povrch kmitajícího strojního zařízení ve volném prostoru,
- pohonná jednotka uložená dle vlastní konstrukce (pružně uložený motor sám způsobuje hluk a vibrace, které dále přenáší na jiné konstrukční prvky vozidla),
- motorem vyrobené spaliny, které procházejí sacím a výfukovým systémem sami způsobují vibrace,
- styk pneumatiky s vozovkou (zimní pneumatiky jsou hlučnější oproti letním, stejně jako flotační pneumatiky),
- dále to jsou různě uvolněné prvky konstrukce vozidla, váha nákladu, druh uložení nákladu, druh a kvalita pozemní komunikace...

Pro venkovní prostory je dán hlukový limit 50 dB, je možné zde použít korekci +5 dB, a pokud jde o „starou hlukovou zátěž“ (vozovky provozované před 1. Lednem 2001) může se přičíst korekce + 12 dB. Výraznější zvýšení hladin hluku je možné připustit v centrech sídelních útvarů, dopravních zónách a výrobních centrech s ojedinělými stavbami pro bydlení. Zde se zvyšuje hodnota přípustného hluku s korekcí na 70 dB. Tyto hodnoty jsou téměř totožné s hodnotami posuzování hluku z dopravy v jiných vyspělých zemích s vysokou hustotou dopravy. Zvláštní problém teda nastává při posuzování dopravního

hluku podél komunikací procházejících hustě zastavěným územím. Požadavek maximální hladiny hluku ve venkovním prostoru je zde téměř nereálný, uplatňuje se zde požadavek nejvyšších přípustných hladin hluku uvnitř budov. V obytných místnostech je to v denní době 40 dB a v noci 30 dB. V centrech sídelních útvarů, při hlavních dopravních trasách a ve výrobních zónách je přípustná korekce + 5 dB. Vyšší hodnoty musí povolit hlavní hygienik [ 4 ].

Vnímaný hluk z dopravy také umocňuje okolní zástavba, hlavně její uspořádání, jelikož se od přilehlých budov hluk odráží. Neméně zvýšení hlukových emisí nahrávají také křižovatky a zastávky, odpočívadla, či místa na vzájemné vyhýbání vozidel a stoupání vozovky (zde vozidla zastavují, rozjíždějí se a koncentrace provozu je větší). Jak bylo několikrát výše zmíněno taktéž podíl nákladní dopravy, rychlost jízdy a stav komunikace hrají nemalou roli. V občanských zástavbách v úzkých uličkách a v ulicích s vysokými budovami může nastat tzv. „kanónový efekt“, kdy se hluk odráží od průčelí domů. Hladina hluku je zde mnohonásobně vyšší, než na otevřeném prostranství. Stavba nových víceprroudých silnic a dálnic sebou přináší nemalé ekonomické zvýhodnění pro dané území a na straně druhé je zde znečištění životního prostředí zplodinami a hlukem. Proto by investoři a projektanti při stavbě nových komunikací neměli zohledňovat pouze jejich technickou stránku, co nejmenší zábor zemědělské půdy, ale také udržení kvality životního prostředí.

#### **2.7.4. Šíření hluku ve stavbách**

V budovách má šíření zvuku některé zvláštnosti dané tím, že jde jednak o šíření zvuku z jednotlivých uzavřených či polozavřených prostor do prostor sousedních, které jsou umístěny uvnitř budovy a jsou různým způsobem spojeny s budovou samotnou.

Vzniká tím dvojí způsob šíření:

- a) vzdušné šíření,
- b) šíření konstrukcí.

Při vzdušném šíření narazí zvukové vlny na přepážku, část energie se odrazí zpět, část je odvedena konstrukcí přepážky do okolí, část se absorbuje v překážce (přemění se v teplo) a část projde do místnosti sousední.

O poměru pohlcení a odražené energie rozhoduje povrch a struktura materiálu přepážky (činitele pohltivosti jsou kmitočtové závislé a nalezneme je pro běžné druhy povrchů v příručkách stavební akustiky).

O podílu akustické energie prošlé přepážkou, tj. o tzv. neprůzvučnosti vyjádřené indexem vzduchové neprůzvučnosti ( $I_L$ ) rozhoduje plošná hmotnost stěny a její skladba. U plošné hmotnosti přibývá neprůzvučnosti o cca 6 dB s každým zdvojnásobením. Přibližný empirický vztah:  $I_L = 15 \log M + 10$ ;

$M$  = hmotnost stěny v kg (pokud se neuplatní vl. rezonance stěny). Z toho vyplývá, že u vyšších požadavků na neprůzvučnost jsou potřebné přírůstky hmotnosti absurdně veliké. Stejnou neprůzvučnost při podstatně nižší hmotnosti příčky se docílí skladbou příčky z více nezávisle kmitajících vrstev (tzv. sendvič), oddělených vhodně velikou vzduchovou mezerou (je zde rovněž kmitočtová závislost), která může být vyplněna pohltivým materiálem.

V neodborné praxi jsou často zaměňovány zvuková izolace a zvuková pohltivost. Vysoce účinné pohltivé materiály mohou mít velmi malý zvukoizolační efekt.

Se snížením hmotnosti dělicích prvků stavby je spojeno zpravidla vždy snížení akustické kvality. Snahy o vylehčení stavby musí být doprovázeny použitím zvukoizolační účinnější skladby (konstrukce) příček.

O neprůzvučnosti dělicího prvku rozhoduje jeho nejslabší článek, o neprůzvučnosti stěny s dveřmi tedy především dveře atd. Neprůzvučnost výrazně narušují netěsnosti, štěrbiny, či otvory (např. průchod instalačních potrubí, elektrické vedení apod.).

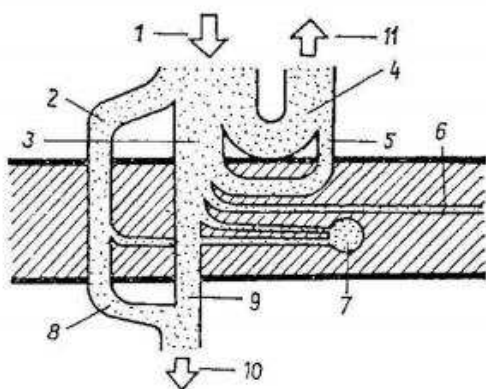
Většina problémů vzniká při nesprávném projektování nebo stavebním provedení uložení hlučných zařízení v budově, jako např. strojoven výtahů, domovních kotelen, ventilátorů, kompresorů, vodovodních potrubí atd. Obecně je možno říci, že je třeba zabránit přímému styku vibrujících zařízení s konstrukcí budovy, že přímý styk je třeba nahradit pružným uložením, které

nedovoluje přestup takového vlnění do stěn a stropů, jež by se jimi mohli dále šířit [ 2 ].

Jak bylo výše uvedeno, ve stavbách musíme hluk rozlišit podle toho, jak vzniká a jak se šíří – v závislosti na tom pak lze více či méně účinně zřizovat různá stavebně ochranná opatření. Z pevných konstrukcí se hluk vyzáří do vzduchu. Tyto zvuky se mohou v omezené míře přeměňovat jeden na druhý, ale přitom vždy dochází ke ztrátám (tlumení) zvuku. Tomu se lze bránit z odolněním vodorovných a svislých stavebních konstrukcí proti pronikání hluku na opačnou stranu (přes stěny a stropy) do chráněných zón stavby. Nebo také izolováním přímo zdroje hluku (ideální) – u strojů kryty, silentbloky, pružné spojky, u místností pak absorpční obklady stěn nebo podhledy, systémy akusticky pohltivých spodních povrchů plochých střech.

Pokud jde o hluk v průmyslových objektech, posuzuje se dvojí šíření hluku – zvenčí směrem do chráněných vnitřních prostorů (hluk letecké dopravy apod.) nebo naopak hluk šířený směrem ven (hluk provozu kovoobráběcí linky, který projde přes stěny haly směrem k sídlišti). U těžkých průmyslových provozů navíc s otřesy a přesuny těžkých břemen, nebo s procesy doprovázenými rázy (lisovny, kovárny apod.) K tomu přistupuje i ochrana proti vibracím.

#### Obr. 2.7.4.1 Průchod zvuku stěnou



1 – dopadající zvuk, 2 – zvuk procházející póry stěn, 3 – zvuk procházející prostřednictvím chvění stěny, 4 – zvuk odražený od povrchu stěny, 5 – zvuk vyzářený stěnou zpět, 6 – zvuk šířící se stěnou do sousedních konstrukcí, 7 – zvuková energie přeměněná v teplo třením v pórech a odporem proti kmitání, 8 – zvuk prošlý póry stěny, 9 – zvuk prošlý prostřednictvím chvění stěny, 10 – celkový zvuk prošlý stěnou, 11 – celkový zvuk odražený a vyzářený stěnou zpět. [ 21 ]

### 2.7.4.1. Absorpční materiály

Význam zvuk pohlcujících materiálů spočívá ve změnách akustických vlastností toho prostoru, v němž byly tyto materiály použity.

Zmenšením množství odražené akustické energie (ke zmenšení opravdu účinnému může dojít, jestliže se zvolí vhodný pohltivý materiál s odpovídajícími frekvenčními vlastnostmi pro pohlcení zvuku) se zkrátí doba dozvuku a zmenší se oblast difúzního pole v daném prostoru. Je tedy použití zvuk pohlcujících materiálů účinné tam, kde se jedná o snižování hluku na větší vzdálenosti od zdroje nebo v prostoru, kde působí řada zdrojů, kde jde spíše o hladiny střední a nižší, kde hluk vzniká hovorem lidí nebo jejich různorodou činností atd. Absorpční vlastnosti mají materiály vláknité, kanálkovité a komůrkovité. Zvláštním případem jsou rezonátory, což jsou např. perforované kazety, vyplněné případně ještě pohltivým materiálem.

V sortimentu dnes vyráběných izolací vycházejí jako absorpční materiály nejlépe poloměkké izolace s porézním povrchem. Přestože je absorpce převážně funkcí povrchových vlastností, má na hodnotu činitele pohltivosti izolace významný vliv i tloušťka izolace. Proto se musí výsledky vázat na aplikovanou (měřenou) tloušťku a případnou vzduchovou mezeru mezi izolantem a masivní konstrukcí (stropem nebo zdí).

**Obr. 2.7.4.1.1. Absorpční materiály**



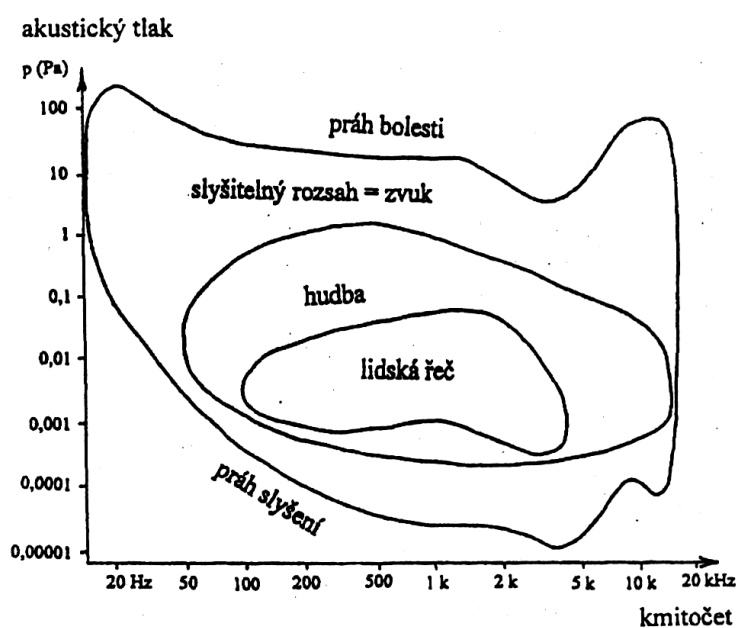
[ 33 ]



## 2.8. Vnímání zvuku

Zvuk je mechanické vlnění pružného prostředí v kmitočtovém rozsahu vnímaném lidským uchem. Lidské ucho vnímá tóny o frekvenci přibližně od 20 Hz do 20 000 Hz (viz. obr. 2.8.1.). Maxima ostrosti sluchu dosahuje člověk mezi 20. - 25. rokem, se stoupajícím věkem se sluch zhoršuje, zejména vnímání vysokých kmitočtů. Vnímání zvuku je dále závislé na intenzitě zvuku. Protože je však obtížné intenzitu zvuku přímo měřit, vychází se běžněji při fyzikálních měřeních z měření akustického tlaku. Při horní hranici vnímaného akustického tlaku je vnímání hluku spojeno s bolestí - práh bolesti (odpovídá hodnotě hladiny akustického tlaku asi 145 dB). Oblast vymezená prahem sluchu, prahem bolesti a krajními slyšitelnými kmitočty se nazývá oblast slyšení.

Obr. 2.8.1. Slyšitelné zvuky



[ 20 ]

### 2.8.1 Popis zvukového orgánu

Zvuky vznikající v životním prostředí vnímáme sluchovým analyzátozem. Sluchový analyzátor má periferní část, tvořenou zevním, středním a vnitřním

uchem a část centrální, korovou, spojenou s periférií sluchovým nervem (jde o 8. mozkový nerv, který kromě sluchových vláken má i vlákna vedoucí podněty z labyrintu, kde sídlí ústrojí rovnováhy).

Zevní ucho se skládá z boltce a zvukovodů. Boltce je nepohyblivý, má význam pro lokalizaci zdroje zvuku. Směrový účinek se projevuje jednak působením akustického stínu boltce a hlavy (lokalizace v předchozí rovině), jednak utvářením vnitřního povrchu, v důsledku čehož je nejsilněji vnímán zvuk, přicházející do ucha ze směru  $15^\circ$  p řed interaurální osou. Lokalizační účinek se projevuje teprve u tónů vyšších než 500 Hz a dosahuje maximum při 5000 Hz. Lokalizace je usnadňována malými pohyby hlavy.

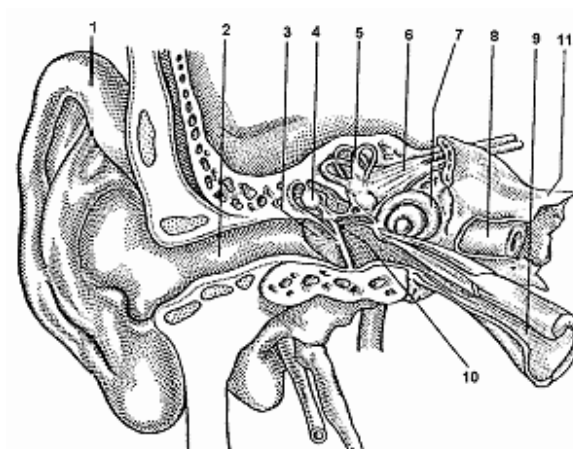
Zevní zvukovod má délku 25 mm a objem  $1,2 \text{ cm}^3$ . Při průchodu zvukových vln vhodného kmitočtu dochází k rezonanci (v pásmu 2 – 6 kHz s maximum u 4 kHz), jež má za následek vzestup akustického tlaku před bubínkem oproti hodnotě před boltcem. Rozdíl může činit pro frekvenci 4 kHz až 10 dB a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

Zvukovod transformuje krátké zvukové děje do trvání 250  $\mu\text{s}$  v podstatě jednotné tlumené rezonanční kmity, takže impulsy neproniknou v původním tlaku a formě až k bubínku.

Uzavřením zvukovodu (vhodným chráničem sluchu) se zvýší práh slyšení a to zejména pro vysoké a střední frekvence, kde efekt obturace dosahuje 30 – 50 dB.

Ve stěnění 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.

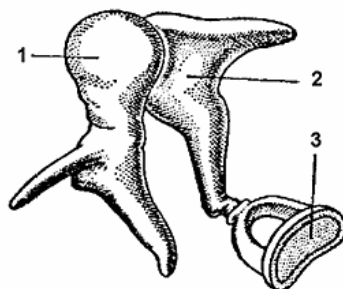
### Obr. 2.8.1.1. Sluchový orgán a jeho vnitřní uspořádání



*Schematický průřez ucha; 1 - boltec; 2 - zevní zvukovod; 3 - bubínek; 4 - sluchové kůstky středního ucha; 5 - polokruhové kanálky, 6 - předšíňohlemýžd'ový nerv, 7 - kostěný hlemýžď, 8 - tepna, 9 - Eustachova trubice, 10 - dutina středního ucha, 11 - kost skalní [ 12 ]*

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 funkcí středouší, zejména normální napětí bubínku, zajišťuje Eustachova trubice, spojující středouší s nosohltanem a otevírající se při polykajícím pohybu, která zajišťuje vyrovnání tlaků před a za bubínkem.

### Obr. 2.8.1.2. Středoušní kůstky



*Středoušní kůstky; 1 - kladívko; 2 - kovádlínka; 3 - třmínek [ 12 ]*

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. Na bacilární membráně je Cortiho orgán, kde mezi pilířovými a podprůměrnými buňkami je rozmístěno ve 4 řadách na 20000 vláskových buněk, na jejichž spodní stranu naléhají nervová zakončení a na horní ploše jsou vlásky (stereocilie), kryté tektoriální membránou. Pohybem buněk kochleární přepážky vůči membrana tectoria dochází ke složitému pohybu v radiální i longitudinální rovině, takže stereocilie jsou vychylovány v různém úhlu a různými směry, což se projevuje změnou polaritý vláskových buněk. Podle frekvence přijímaného dráždícího zvuku dochází v hlemýždi k maximálnímu rozkmitání bazilární membrány v jednom nebo více místech pomocí tzv. postupující vlny.

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 1000 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.

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 sluch vyřadit za 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 (pokud ovšem nebyl nadměrným hlukem trvale poškozen).

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.

## 2.9. Negativní účinky hluku

Ve většině zemí způsobil rozvoj strojí výroby, urbanizace, dopravy, prostředků mechanizace, ručních prací a zvukových reprodukčních prostředků růst hlučnosti v mimopracovním prostředí. Pro řadu hlukově významných zařízení nejsou metodiky zjišťování hladin hluku ani limity emisí a řada výrobků nepodléhá po stránce akustických vlastností hodnocení ve státních zkušebnách. Tichý chod stroje či zařízení není v některých oborech lidské činnosti přijatým znakem kvality. V některých případech právě vlivem hlučnosti ztrácejí výrobky svojí konkurenceschopnost.

Otázka posuzování a hodnocení fenoménu rušení hlukem je hodně složitá a v současné době není ani dostatečně teoreticky propracovaná. Naměřené hodnoty lze sice jasně ukázat a publikovat, ale nevystihují zcela objektivně charakter rušení tohoto druhu. Při řešení konkrétní situace je nutno přihlížet k obecným zákonitostem lidského chápání tohoto ruchu a reakce lidského organismu ve sféře fyzické, psychické i společenské. Musíme brát v potaz i to, že ne každý člověk vnímá negativně stejnou intenzitu hluku. Je jasné, že účinky hluku na zdraví všech organismů (lidí i zvířat) jsou jasně negativní. Prvotně způsobují poškození sluchu, snížení orientace a dorozumívání, poškození centrálního nervového systému, ale i jiných vnitřních orgánů.

Účinek hluku je primárně aktivizující. Aktivující faktory nenarušují homeostázu, naopak mohou usnadňovat průběh adaptace na jinou zátěž. Jestliže je však překročena optimální míra intenzity podnětu, stávají se zvukové podněty zátěží, vyvolávají stres a jsou následovány charakteristickou

nespecifickou adaptační reakcí s obvyklými projevy: v centru vzniká aktivace retikulární formace a talamu a na periférii nalézáme zúžení cév v kůži a ledvinách, rozšíření cév v kosterním svalstvu a mozkových cévách, zvýšení krevního tlaku a minutového objemu a zvýšení adrenalinu v krvi.

### **2.9.1. Negativní účinky hluku na lidský organismus**

Při posuzování škodlivosti hluku nezáleží jen na hlasitosti a kmitočtovém rozložení, ale i na době, po kterou je osoba účinkům hluku ve 24 hodinovém cyklu vystavena. Není správný názor, že onemocnění z nadměrného hluku vznikají pouze při vysokých hladinách hluku. Jeho hranice pro zachování citlivosti sluchu je při pětihodinové denní expoziční době udána třída hluku N 85. Při překročení třídy hluku N 85 se musí expoziční doba buďto zkrátit, nebo se musí zařadit v pracovní době tiché přestávky. Je samozřejmostí, že ani zkrácení doby nebo tiché přestávky neovlivňují nikterak nezbytnost používání protihlukových ochranných pomůcek (přilby, ušní chrániče a zátky) při pobytu v hluku. Jinak je to mu v mimopracovním prostředí (zde nebudeme zajisté nosit ochranné pomůcky) buďto musíme mít dostatečně odhlučněný obytný prostor, izolovaný zdroj hluku, nebo se jezdit rekreovat do „tichých území.“

Závažnost hlukové expozice v komunálním prostředí spočívá v tom, že hluk postihuje celou populaci a že není možné provádět opatření ke snížení expozice jednotlivých osob. Expozice v mimopracovním prostředí není časově omezena. K expozici dochází v prostředí sloužícím k restituci pracovní schopnosti a k zotavení [ 5 ].

Hluk má poměrně významný vliv na psychiku jednotlivce a často způsobuje únavu, depresi, rozmrzelost, agresivitu, neochotu, zhoršení paměti, ztrátu pozornosti a celkové snížení výkonnosti. Výzkumy prokázaly, že výskyt civilizačních chorob přímo vzrůstá s hlučností daného prostředí. Jelikož sluch funguje, i když člověk spí, hluk během spánku snižuje jeho kvalitu i hloubku. Dlouhodobě se to pak projevuje již zmíněnou trvalou únavou.

### Nežádoucí účinky hluku na lidský organismus lze rozdělit na:

- specifické účinky (sluchové), poškození bubínku a převodních kůstek od 130 dB (A), od 85 dB (A) po mnoha letech poškození vnitřního ucha (buňky v hlemýždi) a nervové dráhy v mozku,
- systémové účinky (mimosluchové), mající vliv na regulační procesy, které se později projevují poruchami metabolismu, spánku, srdečně-cévního systému, psychické výkonnosti, pohody, komunikace řeči a fyzické výkonnosti.

V níže uvedených tabulkách je možno vidět závislosti předpokládaných zdravotních potíží na průměrné intenzitě denní a noční hlukové zátěže odstupňované po 5 dB znázorněny stínováním plochy sloupce příslušného pásma. Tyto vztahy se zejména pro expozici nočním hlukem dnes považují za dostatečně prokázané. Vycházejí z výsledků epidemiologických studií pro průměrnou populaci.

**Tab. 2.9.1.1. Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže – den ( $L_{Aeq, 6-22 h}$ )**

Nepříznivý účinek	dB(A) den						
	40–45	45–50	50–55	55–60	60–65	65–70	70+
Sluchové postižení*							
Zhoršené osvojení řeči a čtení u dětí							
Ischemická choroba srdeční							
Zhoršená komunikace řeči							
Silné obtěžování							
Mírné obtěžování							

\* přímá expozice hluku v interiéru ( $L_{Aeq, 24h}$ )

[ 20 ]

**Tab. 2.9.1.2. Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže – noc ( $L_{Aeq, 22-6 h}$ )**

Nepříznivý účinek	dB(A) noc					
	35–40	40–45	45–50	50–55	55–60	60+
Zhoršená nálada a výkonnost následující den						
Subjektivně vnímaná horší kvalita spánku						
Zvýšené užívání sedativ						
Obtěžování hlukem						
Zvýšená nemocnost						

[ 20 ]

### 2.9.1.1. Vliv hluku na sluch

Všeobecně známým účinkem hluku na zdraví je pak pochopitelně poničení sluchu. K němu může dojít buď při krátkodobém vystavení hluku přesahujícímu 130 dB (o něco větší hluk, než vydává startující letadlo), nebo častému a dlouhodobému vystavování hluku nad 85 dB (např. velmi hlasitá hudba). K poškození sluchu ale může vést i dlouhodobé vystavování se hluku kolem 70 dB, což je běžná úroveň hluku podél hlavních silnic. Za hlavní příčinu sluchové ztráty není již v současné době považováno stárnutí, ale hluková zátěž. Poškození sluchu je přitom většinou nevratné.

U hluku stálého, přerušovaného a kolísavého je rozhodující jeho hladina a trvání, ev. spektrální složení a významný vliv má energetický integrál. Kromě fyzikálních parametrů je poškození sluchu závislé na individuální citlivosti (vnímavosti) vůči hluku, psychogenních faktorech, celkové životosprávě, režimu práce a odpočinku, celkové délce hlukové expozice, na zdravotním stavu atd.

[ 2 ].

#### **Specifické účinky hluku:**

Akutní poškození hlukem je akustický úraz, vzniklý vlivem krátkého hlukového impulsu, řádově 100 - 140 dB. Jedná se o krátké zvuky vysoké intenzity, kterými může být například střelba, výbuchy apod. Díky jejich krátké době trvání se nemohou uplatnit středoušní reflexy ani obranné mechanismy vnitřního



ucha, čímž může dojít k mechanickému poškození smyslové buňky ve vnitřním uchu a některé části středního ucha, jako například bubínku a středoušních kůstek. Postižený cítí zalehnutí ucha a šelest. Obvykle je návrat sluchu v pásmu řeči dobrý, trvalá částečná ztráta zůstává obvykle nad 4 kHz.

Poškození výbuchem – od centra výbuchu se šíří vlna zvýšení tlaku vzduchu, za kterou následuje podtlak, či další změny tlaku. Pro výbuch je typické poškození struktury převodního systému – bubínek, sluchové kůstky, střední ucho.

Chronické akustické trauma se v prostředí vyskytuje častěji. Jedná se o poruchu sluchu vlivem silných, opakovaných a dlouhodobých účinků hluku. Při působení těchto hluků pak dochází k dlouhodobé sluchové únavě, k její akumulaci a následnému přetížení sluchu. Jako první bývají poškozeny zevní smyslové buňky, sloužící ke vnímání jemných zvuků. Dále dochází k jejich kvalitativnímu zhroucení. Poškození se tak neprojevuje okamžitě jako porucha sluchu, protože neovlivňuje možnost dorozumění. Pokud však dojde k poškození vnitřních buněk, tak dochází i ke změně slyšení hovorové řeči na pozadí mírného hluku nebo šumu.

Déle trvající zvýšení sluchového prahu po předchozím zatěžování intenzivním zvukem se nazývá **sluchová únava**. Při únavě spojitým spektrem zvuku závisí sluchová ztráta na jeho spektrální skladbě.

**Adaptace** je rychle vznikající a mizející přizpůsobení citlivosti sluchového orgánu na sluchový podnět. Podle návaznosti na působící hluk dělíme adaptaci na perstimulační a postimulační. Perstimulační adaptace nastává během trvání hlukového podnětu a projevuje se subjektivním snížením hlasitosti zvuku. Postimulační adaptace se projevuje zvýšením zvukového prahu pro zatěžující zvuk a přetrvává i jeho znění. Trvá krátce a závisí na intenzitě zatěžujícího zvuku.

**Maskování** neboli sluchové překrývání nastane, když je sluchový orgán zatížen dvěma zvuky současně, může podráždění jedním z nich potlačit nebo alespoň oslabit vjem zvuku druhého [ 2 ].

### **2.9.1.2. Vliv hluku na vegetativní funkce a srdečně cévní systém**

V oblasti působení hluku na regulační a metabolické systémy organismu jde o působení zprostředkované buďto orientační, nebo poplachovou reakcí nebo obecným budivým účinkem; jde tady o působení pomocí mechanismů, které jsou společné pro řadu jiných podráždění. Toto působení nevyplývá z hluku jako takového, z jeho fyzikální podstaty, ale z emocionálního doprovodu, úleku, strachu či rozmrzelosti a podráždění.

Reakci na hluk vyvolávají náhlé a nečekané hluky. Odpověď v somatické oblasti u člověka i u zvířete může vyvolat řadu změn: změny oběhových poměrů, pokud jde o krevní tlak, objem a rozdělení proudící krve, tepové frekvence, motility žaludku a střev, vnitřní sekrece a změny v imunitním systému a v jiných nervových a tělesných funkcích. Jsou to reakce, typické pro stresovou odpověď a fyziologicky je nelze odlišit od reakce na úlek.

Existují reakce, které závisí pouze na expozici hluku a nepotřebují emocionální zprostředkování. Hlavními ukazateli účinku jsou krevní tlak, prokrvení kůže, periferní tepová amplituda srdeční frekvence. Konstatovány byly změny při působení hluku 70 – 90 dB. Důležité je, že tyto reakce nastávají i u osob, které uvádějí, že jim hluk subjektivně nevadí, i u osob, které byly po řadu let zaměstnávány v hlučném prostředí [ 2 ].

### **2.9.1.3. Vliv hluku na metabolismus**

Pod vlivem hluku byly jak u zvířat, tak i u lidí nalezeny nejrůznější odchylky v metabolismu. Charakteristický je vzestup krevního cukru. V posledních letech byly zjištěny i změny hořčikového metabolismu. Pod vlivem hluku mobilizován intracelulární hořčík a vyplavován ze svalů do krevního séra, částečně náhradou za přijímaný vápník. Je – li nedostatek hořčíku ve svalech extrémní, dojde i při dostatečném přívodu potravy k ztrátě na váze z důvodu odbourávání tělesných buněk.

V pokusech bylo zjištěno, že počet zárodků u krys vystavených v době březosti hluku 77 dB, měli více sérového Mg a počet resorpcí zárodků u nich činil 14,8% oproti 1,2% u kontrolních krys [ 2 ].

#### **7.9.1.4. Vliv hluku na spánek a motoriku**

Spánek je považován za aktivní zotavovací proces, probíhající v nervové soustavě. V rušení spánku hlukem se setkávají jak fyziologické, tak i psychologické aspekty působení hluku. Spánek má význam pro obnovu pracovní schopnosti, zejména ústřední nervové soustavy a je pro organismus naprostou nutností. Při úplném nedostatku spánku dochází velmi rychle k hlubokým poruchám funkcí organismu. Lidé žijící dlouhodobě v hlučném prostředí nejsou adaptováni na rušivé podněty ve spánku. Z dříve vzniklých výzkumů bylo zjištěno, že lidé žijící v tomto prostředí si po přesunutí svých ložnic do klidnějších místností (o 10 dB) než byly původní místnosti, výrazně zvykli na nové prostředí a prodloužila se jak kvalita spánku, tak i délka REM spánku a jeho první nástup, též i frekvence probouzení se zmenšila. Výzkumy tedy potvrdili, že ani po delší době se organismus spánkem neadaptoval na hlučnější prostředí, jelikož se zlepšil až po změně situace [ 2 ].

Musím ale konstatovat, že i mírný hluk monotónního charakteru může mít příznivé účinky na spánek. Jsou to především zvuky přírodního charakteru (šum větru, déšť, hukot vody) či příjemná melodie navozující spánek. Toho se využívá také terapeuticky.

Hluk působí též i na smyslové vnímání a motoriku. Při vyšších hladinách hluku nejsou běžné motorické úkony již tak snadné, i sportovci tvrdí, že při vyšších hladinách hluku jejich běžná pohybová koncentrace není snadná. Lidé bydlící v okolí letišť mají taktéž sníženou vizuální a motorickou koordinaci a zhoršenou psychomotorickou kontrolu. Pracovníci velkých průmyslových závodů, kde se hluk běžně pohybuje v hladinách 120 dB, mají prokázané poruchy rovnováhy a trpí častěji závratěmi.

## 2.9.2. Negativní účinky hluku na zvířata

Hluku způsobeného lidskou činností, který se šíří do širokého životního prostředí nejsou ušetřena ani zvířata. Dříve hynou, jsou nemocná, nerozmnožují se. Každý náhlý zvuk působí na zvířata stejně jako zvonek nebo hlas budíku na vás - na vteřinku strnete, cuknete sebou, píchne vás v krajině srdeční, váš organismus se přivede do stavu bojové pohotovosti. Nadledvinky vysílají do krevního oběhu stresové hormony. Cévy se zužují, krevní tlak stoupá, puls se zrychluje. I tělo zvířat reaguje okamžitě. Průtočnost krve klesá, žaludek přestává trávit, tlama vysychá - produkuje se málo slin. Zato se zrychluje výměna látková. Svaly se napínají. Tělo se připraví na konfrontaci. Teprve před několika lety se vědci začali zabývat dlouho zanedbávanými zdravotními riziky v důsledku enormního hluku. Bylo prokázáno, že při překročení 60 dB hranice zvyšuje glykémie.

**Slyšet a být slyšen** - tak zní jedno z hlavních pravidel pro přežití ve světě zvířat. Varovné signály, vábení sameček i hlasité oznamování majitele teritoria "já jsem tady pánem" hrají v životě mnoha zvířat klíčovou roli. Proto jim tak vadí, když lidská civilizace celou tu pestrou škálu zvuků naruší nebo dokonce přehluší. A to se děje stále častěji. Některá zvířata se brání.

Ale ne všechna zvířata hlukem trpí. Některá si na něj dokonce zvyknou a zřejmě jim nevadí. Volně žijící zvířata by měla žít zase jen ve volné přírodě, ale v dnešní době i na venkově se stahují k lidským sídlům. Je to v důsledku toho, že si na hluk lidských sídel a na lidskou přítomnost za mnohá léta zvykli. Stahují se k lidským sídlům hlavně v zimním období, jelikož zde je častěji kosená a tudíž chutnější tráva, nabízí se zde i jiné zdroje potravy. Není to ovšem dobré pro zvěř samotnou, není tak plachá, jako ta žijící v lesních komplexech. Je proto méně ostražitá před predátory a před blízcím se nebezpečím, jelikož varovné zvuky jsou maskovány antropogenním hlukem. Není neobvyklé ani stádo zvěře, pokojně se pasoucích poblíž dálnice. Dokonce i zvířata s tak citlivými ušima, jako jsou netopýři, si za svůj letní byt nezřídka vybírají dutiny v místech pod dálnicemi. Jsou pohodlné, bezpečné, ale neskutečně hlučné. Ostatně pod mosty, na

kterých jezdí nepřetržité kolony automobilů, hnízdí úspěšně třeba skorci a pravidelné dunění o síle 120 dB je nikterak nevyvádí z klidu. Zato u březích samic potkanů vede hluk nad 100 dB k potratům. Jistě je zajímavé zjištění, že zvířata velice brzy dovedou oddělovat zvuky nové (a tudíž spojitelné s nějakým nebezpečím) od těch, které slyší často, takže jim už asi nevadí. Zatímco prskající hořák horkovzdušného balonu nezpůsobil mezi kachnami a zajíci paniku, tyto rány podobné střelbě okamžitě zvedly hejna husí z hladiny jezera na místech, kde se pravidelně loví.

### **2.9.2.1. Environmentální hluk**

V přirozeném prostředí musí zvířata též čelit velkému množství zdrojů hluku. Ty mohou mít charakter abiotický (déšť, pohyb vegetace ve větru, padající voda, proudící vzduch,...) nebo biotický (zvuky jiných zvířat). Vzhledem k tomu, že zápas mezi hlukem a vokálním projevem daného zvířete může být velký a maskování hluku je podstatné pro žití v dané oblasti. Není vyloučeno, že dojde k přenosu tohoto získaného vjemu na nové potomky a tudíž k malému evolučnímu vývoji. Obzvláště pronikavý je hluk vodopádů, v těchto oblastech již došlo u žab a ptáků zde žijících k evoluční změně a vokální projev je v úzkých kmitočtových pásmech.

Čínská žába *Amolops tormotus*, jenž je příbuzná našim skokanům žije u rychle tekoucích bystřín. Nezkouší je přehlušit, nýbrž se ozývá zvuky připomínajícími ptačí zpěv. Ten obsahuje i ultrazvuk. Jde o adaptaci na hlučné životní prostředí tekoucích bystřín. Peřeje a vodopády produkují především nízkofrekvenční zvuky, tudíž je na jejich pozadí je ultrazvuk dobře slyšitelný.

### **2.9.2.2. Vliv hluku na ptáky**

Negativní účinku hluk v živočišné říši nejsou tak zdaleka prozkoumány jako v té lidské. Jedním ze studovaných živočichů v této oblasti jsou ptáci.

Na jedné německé lokalitě bylo sledováno působení hluku z nově postavené frekventované silnice na hnízdící bekasiny. I když nepřetržitý hluk

nepřesáhl hladinu 30 dB (což odpovídá šeptání), ptáci změnili své potravní a hnízdní chování. Dnes je neuvídíte blíže než 250 metrů od silnice a počet hnízdících ptáků v tomto pásu se snížil o 98 % - bekasiny zde v podstatě zmizely.

V jednom městském parku v Berlíně byl v roce 2002 proveden výzkum na populaci slavíka obecného. Jednalo se o zjištění změny chování a především zvukového projevu oproti slavíkům žijícím ve volné přírodě. Monitoring byl prováděn v době největšího provozu a o víkendech, kdy je provoz minimální. Bylo zjištěno, rozdíl hlasového projevu slavíků žijících v tomto parku oproti těm ve volné přírodě je 14 dB. Přitom roli nehrála velikost jednotlivých samečků, nýbrž pouze adaptabilita na nové prostředí. Samečci slavíků žijících v parku byli nuceni svou vokální amplitudu přizpůsobit danému prostředí, aby obstáli při páření a komunikaci mezi jedinci vůbec.

U kolonií špačků žijících poblíž větších aglomerací, nebo v nich byl zjištěn větší výdej kyslíku a metabolické energie při zvyšování vokální amplitudy. Byli proto nuceni shánět více potravy. Taktéž se nedokázali díky své adaptabilitě na hlučnější okolí dorozumět s jedinci žijícími v méně hlučném prostředí, což může mít za následek i snížení vnímání poplašných signálů před blížícím se nebezpečím.

### **2.9.2.2. Hluk v moři**

Námořní doprava, velké rybářské lodě, seizmologické výzkumy či těžba ropy v moři vyprodukuje zvuky o intenzitě mnoha decibelů. Velryby a jiní mořští živočichové v důsledku toho mohou trpět zdravotními problémy. Prozatím existuje jen málo studií mořských savců, které by se zabývaly i otázkou hluku v mořích. O menších mořských tvorech toho víme ještě méně. Přesto se zdá, že hluk má na chování zvířat v moři nesmírně velký vliv [ 25 ].

Pokud jde o velryby, ty se při svém dorozumívání cítí cizími zvuky ohroženy natolik, že zpívají doslova proti nim. Zjistili to američtí vědci, kteří při experimentech umístili na těla šestnáctimetrových obrů zdroje

nízkofrekvenčních ultrazvukových vln. Mořští tenorové se ale o své představení nenechali tak snadno připravit a pokoušeli se zvuky přehlušit - jejich zpěv trval v průměru o třetinu déle než obvykle. Pokud však jejich volání překryje hluk z letadel a automobilů, jsou jim rafinované úskoky málo platné.

Oproti dřívějšku se námořní nákladní doprava zvýšila a s ní se zvýšil i hluk v moři ze 75 na 85 dB. Na zemi se sice zvuk poměrně brzy ztrácí, ale v moři jde naměřit prakticky kdekoli. V moři hlasitost klesá se vzrůstající vzdáleností od zdroje. V měřicím středisku Point Sur v Kalifornii, ve vzdálenosti 140 kilometrů od akustického teploměru oceánského klimatu (ATOC - Acoustic Thermometry of Ocean Climates), vědci zjistili, že původní hlasitost - 195 decibelů, se zde projevuje pouze jako konstantní mořský hluk o více než sto decibelů slabší. Zvuk přístroje byl sice stále slyšitelný, ale působil spíše jako chod motoru ledničky, jak řekl vedoucí kalifornského výzkumného týmu, oceánograf Bruce Howe.

Průzkumy jako experiment Bruce Howea naznačují, že většina zvuků v oceánech nemůže přímo ohrozit sluch živočichů, kteří jsou přibližně stejně senzitivní jako lidé. K poškození dochází tehdy, když se zvíře ocitne příliš blízko zdroje hluku. Problém ovšem je určit, co je to příliš blízko. Vědci na tuto otázku odpovědět nedokáží, protože nikdo zatím nezměřil, jak intenzivní musí zvuk být, aby vedl k poškození sluchu.

Výsledky sledování jiných mořských savců než velryb také ukázaly, že zvuky o nízkých frekvencích mohou způsobit dočasné poškození sluchu těchto zvířat. Tuleni mají sluch nejcitlivější v oblasti 10 kilohertzů. Dvacetiminutová expozice zvuku přesahujícího 130 decibelů o frekvenci 500 hertzů může jejich sluch poškodit na celé hodiny. Prokázal to experiment Rona Schustermana z Kalifornské univerzity.

Nedávná studie Seana Todda z Univerzity v Newfoundlandu prokázala, že podmořské exploze u břehů Newfoundlandu vehnaly jeden druh velryb, plejtváky dlouhoploutvé (*Megaptera novaeangliae*), do rybářských sítí. Výbuch dosahoval i ve vzdálenosti 1,8 kilometru hlasitost překračující 140 decibelů. Zvířata jsou načas ohlušena a jejich schopnost vyhnout se sítím se výrazně zhorší [ 26 ].

Před pár lety budilo obyvatele britského Somersetu časně ráno za úsvitu vyzvánění mobilního telefonu. Rozespale šátrali po přístroji a obvykle si až po chvíli uvědomili, že mobil zvoní z křoví pod oknem. Ti, kteří se nechali vytáhnout z teplé postele, zažili překvapení. V křoví seděl velký černý kos a z hrdla se mu linuly zvuky mobilu. Když zrovna „nevyzváněl“, burcoval obyvatele okolních domů zvukem automobilového alarmu a dokonce i sirénou záchranky. Lidé převrátili svět zvuků naruby. Mobilní vyzvánění v pěveckém repertoáru kosů představuje jen jeden z mnoha způsobů, jakým na to živočichové reagují [ 26 ].

Rovněž snaha vyhnout se zdroji hluku občas donutí zvířata přestěhovat se i o několik desítek kilometrů dále. Na novém území nikdy není dostatek potravy, dochází tak k jejich úhynu. A úbytek živočichů může znamenat i úbytek potravy pro další druhy, mimo jiné i člověka.

## 2.10. Ochrana před hlukem

Jak již bylo výše mnohokrát zmíněno, bránit se proti hluku lze několika způsoby. V dnešním moderním světě je těch nástrojů hodně, jen musí občan vědět, kde hledat pomoc.

Opatření proti hluku mohou být **technická, organizační, zdravotnická či jiná náhradní** (např. ochranné pomůcky). **Legislativní opatření** jsou jednak rámcem pro opatření předchozí, jednak jsou samostatně stojícím opatřením. Řízení hluku v životním prostředí můžeme rozdělit podle typu prostředků pro řízení hluku v prostředí, a sice:

- a) řízení v oblasti zdrojů hluku (regulace v emisní oblasti); tato část problematiky řízení hluku zahrnuje pak limitní či alespoň informativní požadavky na emise hluku dopravních prostředků, strojů, výrobků a zařízení.
- b) řízení v oblasti příjmu hluku (regulace v imisní oblasti); a především hlukem v mimopracovním prostředí s dopadem na člověka (ať už pohybujícím se uvnitř budov nebo ve venkovním prostředí) [ 9 ].

Současná legislativa ukládá za povinnost každému (fyzické i právnické osobě) nepřekračovat hygienické limity a neobtěžovat své okolí hlukem. Pokud



tak nastane, stanovuje i povinnost snížit hluk na rozumně dosažitelnou míru a vyvarovat se pro příště obtěžování hlukem. U větších znečišťovatelů, jako jsou výrobní zóny, letiště, železnice a silnice se zpracovávají tzv. hlukové mapy a akční plány snižování hluku (od 18. 7. 2008).

### **2.10.1. Legislativní opatření**

Zde uvedu výčet některé právní předpisy, jež se zbývají problémy hluku a ochranou obyvatel před ním.

- Nařízení vlády 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací,
- zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 222/2006 Sb., o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci),
- nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací,
- vyhláška č. 523/2006 Sb., kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přípravě (vyhláška o hlukovém mapování),
- vyhláška č. 561/2006 Sb., o stanovení seznamu aglomerací pro účely hodnocení a snižování hluku,
- zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů,
- nařízení vlády č. 9/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska emisí hluku, ve znění pozdějších předpisů,
- metodický návod ministerstva zdravotnictví, hlavního hygienika ČR HEM-300-11.12.01-34065 pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí ze dne 11. 12. 2001,
- Listina základních práv a svobod (zákon č. 23/1991 Sb.),

- zákon č. 150/2002 Sb., soudní řád správní, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 500/2004 Sb., o správním řízení (správní řád),
- zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí), ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci),
- zákon č. 183/2006 Sb., stavební zákon,
- zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 266/1994 Sb., o drahách, ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů,
- zákon č. 40/1964 Sb., Občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů,
- Směrnice Evropského parlamentu a rady 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí.

### **2.10.1.1. Zákony**

*Zákon 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví a změně některých souvisejících zákonů* upravuje otázky ohledně hlukové zátěže a zdraví občanů České republiky.

v § 30 vymezuje osobu, která je odpovědná za provoz zdroje hluku nebo vibrací, definuje, co se rozumí tímto zdrojem a zakládá povinnost provozovatele zdroje hluku a vibrací dodržovat stanovené hygienické limity. Odpovědný za provoz zdroje hluku a vibrací je obecně subjekt, který používá, popřípadě provozuje stroje a zařízení, které jsou zdrojem hluku nebo vibrací, případně provozovatel dalších objektů, jejichž provozem vzniká hluk, konkrétně pak zákon vyjmenovává i

- provozovatele letiště (zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví),

- vlastníka nebo správce pozemní komunikace (zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích,
- vlastníka dráhy (zákon č. 266/1994 Sb., o drahách).

Zdroj hluku nebo vibrací (v § 30 odst. 1 zavedená legislativní zkratka) pak zjevně znamená obecně objekt, jehož provozem vzniká hluk, konkrétně zejména stroj či zařízení nebo letiště, pozemní komunikace a dráha.

Provozovatel zdroje hluku a vibrací má povinnost technickými, organizačními a dalšími opatřeními v rozsahu stanoveném zákonem 258/2000 sb. a prováděcím právním předpisem zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity upravené prováděcím právním předpisem pro chráněný venkovní prostor, chráněné vnitřní prostory staveb, chráněné venkovní prostory staveb a aby bylo zabráněno nadlimitnímu přenosu vibrací na fyzické osoby.

Hluk je v § 30 odst. 2 zákona pro účely zákona definován jako zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis.

Prostory, pro které mají být ve shodě s odst. 1 § 30 stanoveny hygienické limity, tedy chráněný venkovní prostor, chráněné vnitřní prostory staveb a chráněné venkovní prostory staveb, definuje odstavec třetí. Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, sportu, léčení a výuce. Výjimkou jsou prostory určené pro zemědělské účely, lesy a venkovní pracoviště. Rekreací podle § 30 odst. 1 věty první se rozumí i užívání pozemku na základě vlastnického, nájemního nebo podnájemního práva souvisejícího s vlastnictvím bytového nebo rodinného domu anebo nájmem nebo podnájmem bytu v nich. Chráněný venkovní prostor staveb je prostor do 2 m okolo bytových domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu a pro zdravotní a sociální účely, a staveb funkčně obdobných. Zde se uvádí nejvyšší přípustná hladina hluku pro venkovní prostory 50 dB. Chráněným vnitřním prostorem staveb zákon rozumí obytné a pobytové místnosti s výjimkou místností ve stavbách pro individuální rekreaci a ve stavbách pro výrobu a skladování.

Zákon dále určuje další orgány ochrany veřejného zdraví a další orgány, které plní některé úkoly v oblasti hodnocení a snižování hluku z hlediska dlouhodobého průměrného hlukového zatížení životního prostředí.

Státní správu v ochraně veřejného zdraví vykonávají: Ministerstvo zdravotnictví, krajské hygienické stanice, Ministerstvo obrany a Ministerstvo vnitra, Ministerstvo dopravy, Ministerstvo pro místní rozvoj, Ministerstvo životního prostředí, krajské úřady [ 8 ].

Kde Ministerstvo pro místní rozvoj má na starosti snižování hlukové zátěže v oblasti urbanizovaného prostředí sídelních aglomerací a Ministerstvo životního prostředí hlukové zatížení životního prostředí ve volné krajině.

Regulativem jiného typu, který do oblasti hlukových emisí zaměřen, je Nařízení vlády č. 342/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska emisí hluku. To obsahuje mezní hodnoty pro vyjmenované skupiny výrobků, strojů a zařízení, jednak požadavky na informační uvádění akustických emisních hodnot pro další vyjmenovanou skupinu zařízení, strojů a výrobků. V rámci členských států EU nesmějí být překročeny hlukové limity a akustické údaje musí být uvedeny na štítcích strojů,... Díky tomuto zákonu je zachováno strategické snižování zátěže životního prostředí hlukem, neboť jak pro výhled, tak i pro současnost můžeme navrhovat a používat pro venkovní prostředí tyto výrobky o příznivých akustických parametrech [ 4 ].

Nařízení vlády č. 502/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací vymezuje v § 12 Nejvyšší přípustné hodnoty hluku ve venkovním prostoru – ty se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$ . V denní době se stanoví hluk pro osm nejhluchnějších hodin, v noční době pro nejhluchnější hodinu. Pro hluk z dopravy na veřejných komunikacích se stanoví pro celou denní a noční dobu. Pro účely územního plánování se vyjadřuje 24hodinovou dlouhodobou ekvivalentní hladinou  $L_{dvn}$  a noční ekvivalentní hladinou  $L_n$ . Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A$  ve venkovním prostředí (s výjimkou hluku z leteckého provozu - 65 dB) se stanoví součtem základní hladiny hluku  $L_{Aeq,T} = 50$  dB, pro vysoce impulsivní hluk se přidá korekce 7 dB. Při povolené stavební činnosti připočteme korekci + 10 dB.

Velmi důležitým pojmem v citovaném nařízení vlády je *Stará hluková zátěž*

(SHZ) a Stav hlučnosti ve venkovním prostoru. SHZ je definována jako „...stávající stav hlučnosti ve venkovním prostoru působený hlukem z dopravy historicky vzniklý do dne účinnosti tohoto nařízení.“ Je to tedy hluk, který se vyskytoval v daném místě před 1. lednem 2001. Tento pojem je legislativně definován zejména pro oblasti, kde je natolik nevhodná hluková situace, že jakékoliv navýšení je zcela nepřípustné.

Stav hlučnosti ve venkovním prostoru: je hluková situace vyjádřená nejen akustickými charakteristikami zdroje hluku, ale i stavem okolní chráněné zástavby včetně počtu obyvatel exponovaných posuzovaným zdrojem hluku, tj. celkový stav hlučnosti daného zdroje ve vztahu k počtu exponovaných objektů, resp. obyvatel do 1. 1. 2001. Z čehož vyplývá, že nelze měnit tento stav zhoršením, tj. prokazatelným navýšením hluku, výstavbou nových chráněných objektů nebo dalších chráněných místností (nástavby, vestavby, přístavby, změny ve funkčním užívání staveb, apod.) a navýšením počtu exponovaných obyvatel [ 9 ].

Posledním důležitým zákonem, který bych rád zmínil je tzv. EIA (Environmental Impact Assessment), což je zákon v souladu s právem Evropských společenství, který je začleněn do našeho *Zákona č. 100/2000 Sb. Posuzování vlivů na životní prostředí*. V tomto zákoně je hluk zmiňován jako jeden z výstupů nově budované stavby, který bude obtěžovat životní prostředí v jeho okolí. Bez tohoto vyjádření se dnes neobejde žádná větší nová stavba, rekonstrukce staré, změna technologie výroby, či zvětšení výrobní kapacity. Dotčeným územím, ve kterém s posudkem, dle výše zmíněného zákona zjišťuje, je území, jehož životní prostředí a obyvatelstvo by mohlo být závažně ovlivněno provedením záměru nebo koncepce.

Účelem posuzování vlivů na životní prostředí je získat objektivní odborný podklad pro vydání rozhodnutí, popřípadě opatření podle zvláštních právních předpisů a přispět tak k udržitelnému rozvoji společnosti. Tento podklad je jedním z podkladů v řízeních podle zvláštních právních předpisů [ 13 ].

### 2.10.1.2. Normy

Otázky v oblasti hluku, jak jsem se již zmínil výše, upravují i naše státní normy, které jsou neustále měněny, jelikož jsou do nich zapracovávány normy evropské a mezinárodní. Jedna z nejzákladnějších norem je již výše zmíněná ČSN 011601 *Akustika*, která však byla novelizována a je nahrazena ČSN IEC 50(801) *Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 801: Akustika a elektroakustika*.

Dalšími normami jsou tyto:

ČSN ISO 1996-1 *Akustika - popis, měření a hodnocení hluku prostředí: Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení*.

ČSN ISO 1996-2 . *Akustika - popis, měření a posuzování hluku prostředí: Část 2: Určování hladin hluku prostředí*.

**Část 1** definuje základní veličiny užívané k popisu hluku v komunálním prostředí a popisuje základní postupy hodnocení.

Rovněž stanoví metody hodnocení komunálního hluku a podává návod na predikování potencionálních negativních reakcí společnosti na dlouhodobou expozici různými typy hluku v prostředí. Zdroje zvuku mohou být oddělené nebo v různých kombinacích. Použití metod predikce negativních reakcí je omezeno na oblasti, kde lidé bydlí, a vztahuje se dlouhodobému užívání pozemků.

Občanské reakce na hluk se mohou velmi lišit mezi zdroji zvuku, u nichž se zjišťují stejné hladiny zvuku.

**Část 2** stanovuje, jak mohou být hladiny akustického tlaku určovány přímým měřením, extrapolací výsledků měření pomocí výpočtu, nebo výlučně výpočtem jako základ pro posuzování hluku prostředí. Jsou uvedena doporučení týkající se preferovaných podmínek měření nebo výpočtů použitých v případech, kde se neuplatňují další regulace.

Dále je směrnici pro specifikaci nejvyšších přípustných hodnot hluku a popisuje metody pro získávání údajů, které umožňují kontrolovat, zda konkrétní hlukové situace jsou v souladu s konkrétními nejvyššími přípustnými hodnotami hluku. Norma v čl.4.1 doslova stanoví: "Nejvyšší přípustné hodnoty hluku se určují pro časové intervaly a místa, vhodná ke specifikaci zdrojů hluku a podmínek,

pomocí ekvivalentní hladiny akustického tlaku A nebo pomocí hodnotících hladin. Nejvyšší přípustné hodnoty hluku mohou být stanoveny národními nebo místními úřady na základě obecných úvah o slučitelnosti s činnostmi lidí a využitím území, přičemž se berou do úvahy výsledky průzkumných měření, pokud jsou k dispozici. Takto stanovené nejvyšší přípustné hodnoty hluku mohou záviset na mnoha takových faktorech, jako jsou denní doba, činnosti, které mají být chráněny, druh zdroje hluku, klimatické, sociální a ekonomické podmínky" [ 17 ].

Ještě bych rád zmínil dvě poslední neméně důležité normy pro posuzování hluku a to *ČSN ISO 9612 Akustika – směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí* a tou druhou je *Metodický návod Ministerstva zdravotnictví, hlavního hygienika ČR HEM-30011.12.01- 34065 Pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí*.

## **2.10.2. Technická řešení**

V místech, kde je hluk příliš vysoký by měl být snížen, popřípadě řízen a pracovníci, či občané by měli být vybaveni adekvátními prostředky pro ochranu před hlukem. Ochranu před hlukem můžeme pro zjednodušení rozdělit na pasivní a aktivní.

### **2.10.2.1. Aktivní ochrana**

Dnes je více než jasné, že jakýkoliv hluk doprovází též vibrace a hluk spolu s nimi narušuje životní prostředí ve velké míře. Pokud zmíním dopravní hluk, lze pozorovat na stavbách u komunikací, že jsou narušené. Proto je v dnešní době potřeba používat materiály, které zabraňují prostupu zvukových vln, či je alespoň tlumí a dokážou utlumit i vibrace s nimi spojené. Hluk z výrobní činnosti, nebo z jiných zdrojů pokud nejde utlumit již u zdroje tohoto hluku musíme v daném místě „zavřít“ a rozptýlit. To lze pomocí materiálů, kterými zvuk neprojde (izolace, okna, dveře, výplně,...), nebo protihlukovými stěnami, jenž hluk rozptýlí, pohltí a nepustí dále do okolí, kde by mohl škodit.

Urbanistická opatření – zde musíme u nově navrhovaných územních plánů brát v potaz obytná území, komunikace, výrobní zóny a vhodné umístění objektů dle jejich účelu. Bohužel dříve se tímto problémem téměř nikdo nezabýval, a proto jsou některá opatření uplatnitelná pouze v nové zástavbě a v té staré jen v omezené míře. Zásobování podniků a dopravní cesty do nich je lepší situovat na okraje zastavěného území (pokud to jde) a sklady, či méně využívané haly mohou též posloužit jako protihluková ochrana. Jedním z řešení je tedy situovat nákladní dopravu pouze na některé komunikace, jiné pro ni zavřít a některé udělat jednosměrnými.

#### **Obr. 2.10.2.1.1. Vhodně uspořádané novostavby**



[ 39 ].

Architektonická opatření – jak jsem již zmiňoval výše, je to především situování staveb vůči zdrojům nadměrného hluku. Pokud je stavební parcela kupříkladu u komunikace, lze při komunikaci vybudovat zahradu se zelení, která hluk částečně zastíní a obytnou část situovat dále od zdroje hluku, další způsob je umístit blíže zdroji hluku hospodářské stavení, či jiné nevyužívané k bydlení. Jestliže není zbytí je vhodné směrem ke zdroji hluku umístit stěnu bez oken nebo do ní zabudovat okna trojitá, která mají lepší zvukoizolační efekt. Pokud se staví nový výrobní areál, je vhodné blíže občanské zástavbě umístit sklady a



kancelářské budovy, než výrobní haly. Při výstavbě nových domů v bloku podél komunikace je vhodnější systém jejich napojení udělat členitější, než rovnou stěnu kvůli rozptylu odraženého hluku.

Bariérové domy jsou samy o sobě nákladnější, avšak jejich použití vede k příznivější urbanistické ekonomii. Je pochopitelné, že vzhledem k jednostranné orientaci obytných místností mají při uplatnění v zástavbě omezené možnosti orientace, takže je není možno použít na obestavění severní strany ulic, vedoucích od západu k východu. Je výhodné, jsou – li clonové domy alespoň o 1 podlaží vyšší než protilehlé objekty v hlučné ulici [ 2 ].

Technická opatření – oproti těm předchozím opatřením jsou technická opatření mnohem snadnější a bývají i jednodušší, co do provedení. U vozidel je to kupříkladu použití vhodných pneumatik, správné zabezpečení a uchycení nákladu, kryty agregátů se zvukovou izolací, vhodné a účinné brzdové systémy a použití dnes již nových zvukoizolačních materiálů. Mnohé zdroje hluku na vozidlech lze odstranit důslednou péčí o jejich technický stav.

U výrobních areálů, či výrobních hal je důležité zajistit dostatečné odhlučnění budov. Ale zejména opět zařízení, které tento hluk vyvozují (ventilátory, mechanizované nářadí, dopravníky, sušičky, buchary, atd.). Ty by neměly mít odstraněny ochranné kryty, k zemi a konstrukci uloženy pomocí pružných spojů, větrací otvory a jiné konstrukční otvory budov (okna, vrata, vyústění dopravních kanálů) by měly být minimálně namířeny proti občanské zástavbě. Okna je vhodné vybavit vyšší třídou zvukové izolace a taktéž fasádní nátěry jsou vyvinuty se zvukoizolačními vlastnostmi. Také stěny a strop je vhodné doplnit o zvukoizolační materiály a výplně konstrukce. U velkých zdrojů hluku je vhodné realizovat odhlučnění pomocí velkých krytů motorů a obložení zvukopohltivými stěnami.

### Obr. 2.10.2.1.2. Odhlučňný strop výrobní haly



[ 33 ].

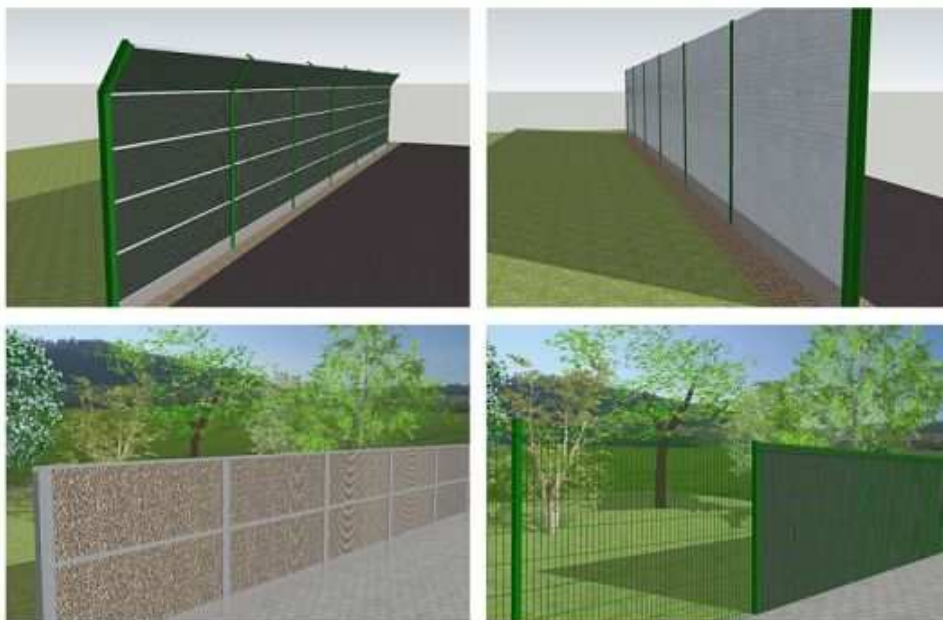
### 2.10.2.2. Pasivní ochrana

Jestliže jsem se výše zmínil o aktivní ochraně před hlukem, jako o té, která jde ovlivnit u zdroje hluku, tak pasivní již vzniklý hluk zmírňuje. Je tedy postavená mezi zdroj a příjemce hluku. Zde hovoříme o protihlukových stěnách, pásech stromů či jiné vzrostlé zeleně, valech, protihlukových oknech, předokenních roletách, omítkách, izolačních fasádních deskách, atd.). Platí pravidlo, že kudy pronikne světlo, tudy pronikne zvuk. Tudíž pasivní ochrana musí stát mezi zdrojem hluku a příjemcem či okolím. Tímto způsobem lze hluk snížit o 5 – 20 dB.

Protihlukové stěny – protihlukové bariéry (stěny, clony, zdi) jsou nejčastěji vidět v okolí komunikací vyšších tříd a frekventovaných železničních tratí. Jejich uplatnění ale nalezneme i u výrobních zón a továren, kde jsou začleněny do zdí okolo pozemků, jenž je odděluje občanské zástavby. Jejich konstrukce by neměla být fádni a jednoúčelová. Aby splnily svůj účel, neměly by být rovné, ale kaskádovitě uspořádané, dostatečně vysoké (4 - 6m), ale i dlouhá a z vhodného zvuku pohltivého materiálu. Jejich účinnost bývá kolem 12 dB. Vhodný materiál na jejich výstavbu je dřevo, laminované desky, sklo, plasty a nejčastěji

železobeton (hlavně ze statických důvodů). Na překážce s nepohltivým materiálem dojde k odrazu zvuku, což zvýší míru hluku na komunikaci i na opačné straně vozovky. Při jejich realizaci by se mělo dbát i na estetičnost a hlavně funkčnost. Protihlukové stěny ochrání budovy do vzdálenosti 300 m. Z ekonomických důvodů lze tyto stěny doplnit o zemní val ze zeminy vyhrnuté při stavbě a na něm tuto stěnu vybudovat, toto řešení je ovšem náročnější na prostor. Ovšem musíme brát na zřetel, že tyto stěny mají především za úkol ochránit zdraví občanů a jejich důležitost je dokázaná.

**Obr. 2.10.2.2.1. Ukázka protihlukových stěn**



[ 34 ]

**Obr. 2.10.2.2.2. Protihluková stěna před občanskou zástavbou**



[ 36 ]

Protihlukové valy – jde o valy záměrně nahrnuté zeminy využité k těmto účelům. Používají se tam, kde je dostatek místa k jejich realizaci, většinou se využívá zemina získaná při skrývce. Valy bývají ozeleněny, buď jen travou, nízkými keři, nebo i stromy, které mohou později dosáhnout větší výšky a tím jejich účel znásobí. Lépe také zapadají do krajiny a působí estetičtěji. Budují se hlavně tam, kde je dostatek prostoru, jejich výška bývá od 2 – 5 m a někdy se doplňují i protihlukovými stěnami.

Využití zeleně - travní porosty pohlcují hluk podstatně lépe než rovné povrchy, např. asfalt, beton nebo uválená půda po vysetí plodin na orné půdě. K tomu přispívá jejich členitý povrch. Jejich nevýhodou je ale malá výška, zejména v prostředí obcí (měst). Jak v intravilánech obcí a měst, tak i v otevřené krajině pohlcují hluk podstatně lépe dřeviny než travní porosty. U malých vzdáleností zejména keře a u velkých vzdáleností stromy (lesní celky) a remízky. Pás vzrostlých stromů o šíři 3 – 4 m dokáže hluk snížit až o čtvrtinu. K tomuto účelu, pokud jde o šíření hluku do volné krajiny, lze využít také polní plodiny jako jsou vyšší obiloviny (žito, kukuřice, čirok) a rychle rostoucí dřeviny. Je ovšem každému jasné, že mezi keři, stromy atd. jsou značné mezery,

kterými hluk může pronikat, proto je důležitý, aby tento pás byl poměrně hustý, nebo z neopadavé zeleně (jehličnany, duby, tuje), zelení se doplňují i protihlukové stěny a zmírňuje se tak jejich estetický deficit.

### **Obr. 2.10.2.2.3. Ozeleněný protihlukový val**



[ 38 ]

Předokenní rolety – rolety před okny pokrývají značnou část domu, dokonale utěsní zvuk netěsná místa (okna, dveře), působí též i jako tepelná izolace domu a nahradí protisluneční rolety. Na trhu je mnoho barevných variant, takže nepůsobí nepřirozeně a lze je začlenit téměř na každé stavení. Jsou vhodným doplněním méně zvukotěsných avšak tepelně izolačních oken.

Zvukoizolační dveře a okna - dveře jsou vyráběné tzv. sendvičovým panelem, jehož složení je voleno na základě požadavku neprůzvučnosti (pozinkovaný plech, absorpční výplň, antivibrační fólie, SDK nebo dřevěné desky). Dodávají se včetně členěné zárubně s přípravou pro osazení do připraveného otvoru. Dle požadavku zákazníka lze dveře vybavit akustickým oknem, nebo vyrobit jako dveře či vrata, jednokřídlá nebo dvoukřídlá, otevírací nebo posuvná. Jejich účinnost je od 30 do 40 dB. Okna se vyrábějí jako teplo a zvuk izolační. Jsou odstupňovaná útlumem hluku od 34 do 51 dB. Vyšší zvuk izolační vlastnosti se využívají u velkých dopravních tepen a na letištích. Aby byla izolace

dostatečná, je důležité zasklení, konstrukce rámu a propustnost spár. Doplnují se proto vhodným těsněním, které brání úniku tepla a vstupu zvuku, znatelné je to hlavně na budovách s více bytovými jednotkami. Na trhu je dnes mnoho druhů těsnění, záleží, jestli jsou určeny pro nově zabudovávaná okna, či pro dotěsnění.

Fasádní izolace – Jestliže chceme mít pohodlné a ničím nerušené bydlení a výše napsané úpravy selžou, lze ještě odhlučnit stěny domu pomocí fasádních izolačních desek. Je to masivní tepelně a zvuk izolační konstrukce desky, která jestliže dostane zvukový podnět, rozkmitá se a tím pádem pohltí zvuk, který nepustí do obytné části domu.

#### **Obr. 2.10.2.2.4. Předokenní rolety**



[ 40 ]

#### **Obr. 2.10.2.2.5. Zvukotěsné okno**



[ 37 ]

### **2.10.3. Možná opatření v zemědělských provozech**

Jelikož se ve své práci zabývám měřením hluku v zemědělských provozech, tak v následující kapitole se zmíním o zmírnění hluku v nich. Je ovšem možné použití kombinace všech výše vypsanych možností, ale chtěl bych uvést nějaké specifické možnosti. V dnešní době je již zcela výjimečná výstavba nových zemědělských výrobních areálů, takže situování daleko od občanské zástavby pomineme, zde pak setrvává obtěžování hlukem volné krajiny. Méně využívané (co se roční frekvence provozu týče) sklady obilnin, technického materiálu, garáže sezónní techniky atd. je výhodné umístit mezi výrobní areál a občanskou zástavbu, jelikož dojde k útlumu a rozptylu hluku. Taktéž dopravní cesty lze přehodnotit a hlavní příjezd do areálu situovat pouze na jednu, kterou můžeme odhlučnit například podél umístěným stohem slámy. Vhodně umístěné stoh slámy, seníky a silážní žlaby taktéž mohou rozptýlit hluk šířící se do volné krajiny, nebo občanské zástavby. Dalším případem, kdy vzniká hluk je sušení a čištění obilí. Sušičku lze umístit na občanské zástavbě odvrácené straně haly a

veškeré otvory lze vhodně utěsnit a odhlučnit. V této posklizňové lince je umístěno velké množství dopravníků, ventilátorů a mechanismů, které je dobré upevnit k podlaze a konstrukci pomocí pružných spojů. Podobným případem je posklizňová linka na brambory, zde bývají navíc klimatizované sklady průduchy klimatizace a ventilátory taktéž vyvozují hluk, ten lze utlumit tlumiči. V každém podniku se pohybuje mnoho techniky, pokud se pracovníci starají o její technický stav v dostatečné míře, je tento stroj jako zdroj hluku méně hlučný, než ten, který je v žalostném stavu. To platí jak o motorizovaných strojích, tak i to těch závěsných a nesených. Jelikož je většina zemědělských provozů na venkově, nebudeme je umísťovat za betonové zdi, proto je zde vhodnější použití ozeleněných valů a pásů zeleně, neboť tyto způsoby lépe zapadají do krajiny.

## **2.11. Měření hluku**

Aby bylo možno reprodukovat vhodným způsobem hluk a zjištěná data o něm je důležité, aby bylo měření hluku objektivní, musí se provádět za určitých podmínek. Hluk nelze například měřit za nepříznivého počasí (silný vítr, déšť, sněžení, mráz), u hluku z dopravy je nutné měřit v den s obvyklou mírou dopravy (např. ne o víkendu či o svátcích), při měření hluku v zemědělství hraje velkou roli sezónní vytížení (žně, jarní práce, zimní klid). Proto jsou měření prováděna dle zákona č. 258/2000 Sb., nařízení vlády č. 148/2006 Sb., metodických návodů pro měření a hodnocení hluku a platných státních norem.

Při měření je důležitá jeho metodika, ta musí být zvolená v závislosti na účelu dané akustické situace a měření by neměli ovlivňovat ani výše zmíněné meteorologické vlivy. Jiná metodika měření bude při měření ve vnitřních prostorech a jiná při venkovním měření. Ve vnitřních, ale i venkovních prostorech jsou ovlivňujícími faktory prašnost, teplota prostředí, proudění vzduchu, rychlost větru, vzdálenost od stěn, elektrické a magnetické pole atd.

Podle účelu a průkaznosti měření by mělo být zaznamenáno: norma - metoda měření, přístrojové vybavení, měřené veličiny, měřící místo, druh hluku, rušivé



signály, doba měření, u dopravního hluku jeho intenzita, okolí, klimatické vlivy a naměřené hodnoty. To vše je třeba zahrnout do měření, aby bylo korektní.

### **2.11.1. Měřicí technika**

Dříve než se přistoupí k vlastnímu měření zvuku, je třeba vzít do ruky metr a změřit, zda se zvukoměrná technika nachází v dostatečné vzdálenosti od překážek, které by měření zkreslovaly. Následuje zjištění meteorologických vlivů. Pak teprve přichází na řadu technika měřící zvuk a vibrace s citlivými snímači a záznamové zařízení.

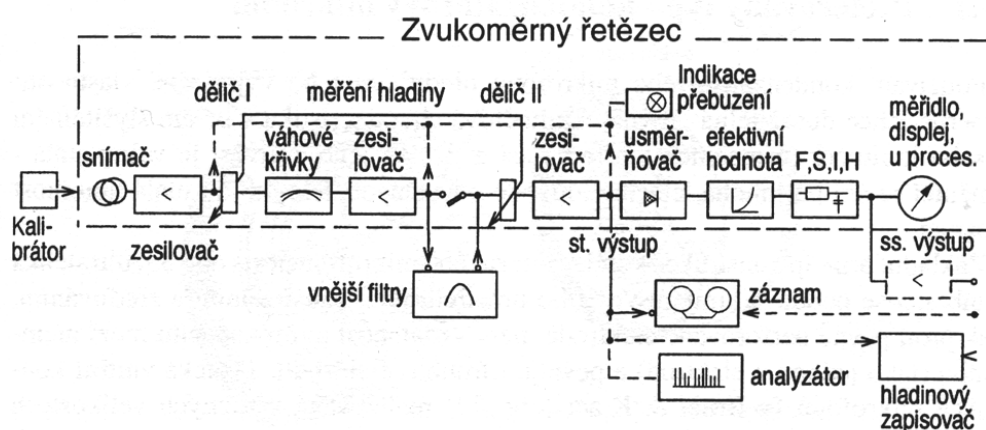
Snímači jsou pro akustický tlak zvuku mikrofony, pro akustické zrychlení vibrací (dnes již většinou spíše) akcelerometry. Jsou známi sice i jiné metody měření popisujících kmitavý děj, ale v praxi se nepoužívají. Snímače – tj. mikrofony a akcelerometry – mění své vlastnosti s vnějšími podmínkami (tlak, teplota, rušivá pole atd.); pro měřicí účely jsou rozhodující změny citlivosti snímačů. I když jsou případně k dispozici korekční charakteristiky pro tu kterou veličinu, nic nenahradí kalibrování přístroje řetězce dobrým kalibrátorem, který nás zbaví nutnosti sledovat změny vnějších podmínek (s výjimkou rušivých polí). Mikrofony kondenzátorové dostačují, díky jejich vynikající stálosti a kmitočtové charakteristice, kalibrovat pouze na určitém kmitočtu. Tomu vyhoví kalibrátory pistofonové (píst kmitající do definovaného objemu, uzavřeného membránou mikrofону), nebo kalibrátory tónové obsahující generátory (s výstupem na piezoelektrický reproduktor vyzařující do měřicí komůrky) [ 5].

Mikrofon je akusticko – mechanicko - elektrický měnič, který snímané kmitání plynného prostředí převádí v elektrický signál. Vedle měničů (které převádí mechanické kmitání na elektrický signál, ale i recipročně může elektrický signál přeměnit na mechanické kmitání) existují i tzv. převodníky (např. uhlíkový mikrofon, převádí mechanické kmitání na elektrický signál, ale ne naopak). Přestože typů mikrofónu je celá řada, používají se dnes v zvukoměrné technice pouze reciproké měniče (dynamický, elektrostatický, piezoelektrický atd.) a pro seriózní práci při měření hluku se dnes využívá již výhradně měnič elektrostatický – kondenzátorový mikrofon [ 5].

Základním prvkem zvukoměrné techniky je tedy mikrofon, ten ale ovšem sám o sobě nestačí. Zvukoměr dále obsahuje zesilovač (e) a analogové přepínání rozsahů. Další části již souvisejí se zpracováním signálů a zobrazováním výsledků měření a mohou být buď některé, nebo všechny realizovány digitálně. Nejprve bývá zařazen modul, který umožňuje různé druhy filtrací. Zvukoměry standardně obsahují váhové filtry *A*, *B*, *C* a ev. *D* [ 13 ]. Jsou to poměrně jednoduchá zařízení, jejichž kmitočtové charakteristiky odpovídají charakteristikám lidského sluchu, tj. křivkám stejné hlasitosti. Zvukoměry mají možnost oktávové nebo třetinooktávové filtrace. Zobrazovací jednotka je dnes již většinou digitální, její dynamické vlastnosti jsou však odvozeny od ručkových měřidel, jejichž rychlost reakce na změnu signálu závisí na mechanických a elektrických vlastnostech měřidla. Ty udávají časovou konstantu. Zobrazovaná hodnota pak přibližně odpovídá průměru za čas daný časovou konstantou.

Ovšem je velice těžké najít přesnou a věrnou náhradu za subjektivní vjem osoby obtěžované hlukem a daty ze zvukoměrů. Různé metodiky vyhodnocování zvukoměry získaných hodnot se subjektivním vjemům sice blíží, ale rozdílnost zvukových signálů není stejná a liší se i postupy jejich získávání. Měříme totiž jednotlivé složky signálu zvuku a ten výsledný je technicky kompilovaný projev.

**Obr. 2.8.1.1. Zvukoměrný řetězec**



[ 12 ]

Obr. 2.8.1.2. Hlukoměr



[ 30 ]

### **3. Cíl práce**

Cílem mé práce je vyhodnotit pomocí zvukoměrné techniky hlukovou zátěž dvou zemědělských podniků a v nich naměřené hodnoty mezi sebou porovnat. Hlavním zaměřením mé práce je vliv hluku na intravilán lidských sídel a volnou přírodu - extravilán, tedy ovlivnění životního prostředí hlukem vznikajícím v zemědělském areálu. Hodnoty zjištěné při měřeních v terénu porovnat s platnými hygienickými limity a platnými normami a na základě zjištěné situace zkontrolovat, zda naměřené hodnoty nepřesahují horní hranici zákonných limitů, případně o kolik a navrhnout možná opatření na snížení hluku šířícího se do životního prostředí.

## 4. Metodika

### 4.1. Stručný popis měřící techniky

Měření byla provedena pomocí dvou digitálních hlukoměrů Voltcraft Plus SL-300, které vlastní Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky, Zemědělské fakulty, Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Měřicí souprava se skládá z elektret – kondenzátorového mikrofonu, zesilovače, datového kabelu a přenosného osobního počítače.

Zvukoměr je firmy Voltcraft a vyhovuje normě EN 61672-1, tř. 1. Tento zvukoměr má integrovaný 1 / 2 elektret – kondenzátorový mikrofon. Přístroj má rozsah měření od 30 do 130 dB s funkcí automatického nastavení rozsahu. Integrovaný datový logger umožňuje uložení až 32 000 naměřených hodnot, které mohou být dodávaným softwarem na PC nadále zpracovány. Software dovoluje vyhodnocení dle DIN 15905–5. Tím se snadno dá realizovat dlouhodobé sledování. Měřená data jsou zaznamenávána do paměti osobního počítače a současně zobrazovaná na digitálním displeji zvukoměru.

Přenosný osobní počítač byl od firmy ACER, data byla přenášena ze zvukoměru do počítače pomocí USB rozhraní a propojovacího kabelu.

Pro měření vzdáleností byl použit dálkoměr Bosch DLE 50 Profesional. Rozsah měření dálkoměru se pohybuje od 0,05 – 50,00 m, přesnost měření udávaná výrobcem je  $\pm 1,5$  mm. Pro změření větších vzdáleností byl použit internetový server Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního.

Pro měření teploty, směru a rychlosti větru byla použita meteorologická stanice WS-1600, kterou vlastní katedra. Stanice zaznamenává do paměti údaje o rychlosti a směru větru, na svém displeji zobrazí venkovní teplotu, relativní vlhkost vzduchu, množství srážek, tlaku vzduchu a také tendenci vývoje počasí. Všechny zjištěné údaje ukládá stanice do své paměti. Rozsah měření venkovní teploty udávaná výrobcem je od - 40 až + 60 °C s přesností  $\pm 0,3$  °C.

Obr. 4.1.1. Hlukoměry Volcraft



Obr. 4.1.2. Dálkoměr Bosch



## 4.2. Postup měření

Před úplným začátkem měření je nejprve nutné zkontrolovat funkčnost jednotlivých součástí měřicí aparatury. Dále to je stav baterií hlukoměrů, přenosného pc a meteostanice. Po zjištění stavu aparatury bylo nutné zkalibrovat oba hlukoměry. Před vlastním měřením bylo nejprve nutné vhodně vybrat měřená místa. Ta byla vybrána tak, aby bylo možné posoudit, jak je hlukem obtěžováno blízké životní prostředí výrobních areálů zemědělských podniků. A dále, aby bylo možné posoudit, jak se hluk šíří do občanské zástavby a do přírody. Dle toho byla měřicí místa situována.

Každé měření tedy začalo důkladným výběrem místa a zjištěním, jestli se v předepsané vzdálenosti nenachází překážka, od které by se hluk mohl odrazet a měření by tak byla skreslená. To bylo zjištěno dle laserového dálkoměru. Hlukoměry byly umístěny na stativu vysokém 1500 mm. Zvukoměr totiž nesmí být během měření vystaven zbytečným otřesům, vibracím, vlhkosti, či nadměrné teplotě. Měření tedy probíhalo dle normy ČSN ISO 1996 - 1 01 1621 Akustika - Popis, měření a hodnocení hluku prostředí - Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení. Při každém měření byl na mikrofonu ochranný návlek proti větru.

Na hlukoměrech byla nastavena hodnota střední nebo minimální oblasti měření, jelikož se vyšší hluk nepředpokládal.

Měření byla prováděna pomocí dvou hlukoměrů naráz, aby zjištěná měření bylo možné korektně posoudit. Měřicí místa byla situována vždy tak, že jedna osoba s hlukoměrem byla u zdroje hluku a druhá byla buďto u občanské zástavby, nebo se pohybovala ve volné přírodě, tedy v místech, kde se zjišťovali účinky hluku. Měřicí místa se tak systematicky měnila. Meteorologické podmínky při měření byly zjišťovány vždy před měřením hluku, měření byla provedena na každém měřicím stanovišti. Uvedeny jsou vždy průměrné hodnoty.

Při vlastním měření byli přítomni dvě osoby, každá na obsluhu jednoho hlukoměru. Každá osoba tak zaznamenávala data do paměti hlukoměru a zapisovala do poznámkového bloku průběh měření, zejména pak byly

zapisovány ruchy v blízkém okolí. Obsluhy hlukoměrů se mezi sebou domlouvali krátkovlnnými vysílačkami. Vždy když to po měření bylo možné, tak se zjištěná data přenesla do přenosného počítače a uložila. Při vlastním měření obsluha zvukoměru byla v tichosti, po ukončení měření byla uložena zaznamenaná data do paměti hlukoměru. Během měření u skladu sena a silážních žlabů a na obslužných komunikacích nebylo nakázáno obsluhám strojů chovat se tišeji, jelikož předmětem měření bylo zjistit hlukovou zátěž v běžných provozních podmínkách.

Vyhodnocování a zpracování naměřených hodnot do tabulek a následně do grafů je prováděno za pomoci počítačového programu Microsoft Excel. Pro vyhodnocení získaných hodnot byly použity také statistické funkce aritmetický průměr, maximální a minimální hodnota. Hlukové pozadí bylo vypočteno statistickými metodami pomocí aritmetického průměru z 5 – 7 nejnižších hodnot. Hlukové pozadí nešlo díky charakteru měřeného hluku změřit hlukoměry samostatně, jelikož zdroje hluku nebylo možné vypnout.

### **4.3. Místa měření a charakteristika společností**

Pro zjištění vlivu hlukové zátěže zemědělského provozu na okolní prostředí byly vybrány dva zemědělské provozy na bývalém okrese Jindřichův Hradec, respektive v obci Pluhův Žďár a městečku Deštná. Tento region je velmi atraktivní na rekreaci a těší se velké oblibě turistů, jelikož je zde známý vodní zámek Červená Lhota. Proto jsem si také z výše zmíněných důvodů tuto oblast vybral.

Dne 11.6.2010 byla uskutečněna měření ve výrobním areálu ZD Pluhův Žďár a přilehlém okolí. Následující den, tedy 12.6.2010 byla provedena ještě dvě měření v Pluhově Žďáru a dále ve výrobním areálu Agry Deštná a.s. a jejím přilehlém okolí.



### 4.3.1. Obec Pluhův Žďár a ZD Pluhův Žďár

Obec Pluhův Žďár se nachází v bývalém okrese Jindřichův Hradec přibližně 15 km severovýchodně od Jindřichova Hradce v oblasti, která je výběžkem Českomoravské vrchoviny. Průměrná nadmořská výška je 480 m.n.m., průměrná roční teplota je 7,1°C a úhrn ročních srážek je 650 mm / m<sup>2</sup>. Obec Pluhův Žďár má 200 obyvatel. Se svými 8 obcemi tvoří díky historickému okolí turisticky atraktivní oblast. V obci se nachází také jeden velmi atraktivní penzion, kam jezdí na rekreaci mnoho lidí a prochází tudy známá cyklistická stezka spojující Prahu s Vídní.

Zemědělské družstvo Pluhův Žďár s 89 pracovníky hospodaří celkem na 2165 ha, z čehož je 1750 ha orné. Rostlinná výroba je zaměřena na produkci obilnin a píce určených pro živočišnou výrobu, dále obilnin na prodej, kukuřice, olejnin a brambor (konzumní, sadbové, pro potravinářský a škrobárenský průmysl). Živočišná výroba je zaměřena na chov prasat, kterých mají 100 ks prasnic a 480 na výkrm, ale hlavně na chov skotu s tržní produkcí mléka. Jednu třetinu stáda tvoří krávy holštýnského plemene a zbytek je české strakaté. Celé stádo čítá 910 ks. Průměrná užitkovost za laktaci u holštýnského plemene dosahuje 9200 litrů a u českého strakatého 7446 litrů. V minulých letech podnik vsadil na modernizaci kravínů, výstavbu jednoho nového s robotizovaným dojením a celkově se snažil obměnit vozový park. V současnosti je ve výstavbě nová posklizňová linka na obiloviny.

Zde byla měření provedena právě u výše zmíněného penzionu, na dopravně obslužné komunikaci v areálu, která se nachází mezi penzionem, areálem opravárenských dílen, a posklizňovou linkou na obiloviny a porodnou dojnici. Zde bylo cílem měření posoudit, jak se hluk šíří právě směrem k penzionu a do obce. Další měření se uskutečnila v areálu, kde se nacházejí stáje pro dojnice a silážní žlaby. Cílem bylo posoudit hlukovou zátěž na intravilán a extravilán z provozu.

Měření se uskutečnila v době sklizně senáží, kdy je provoz v areálu a s ním spojený ruch zvýšený oproti běžnému provozu. Jelikož se z nedalekého kamenolomu v Deštné dopravoval přes Pluhův Žďár stavební kámen pomocí

těžkých nákladních automobilů na stavbu dálnice D3, byly pro měření vybrány odpolední hodiny, kdy nákladní automobily již nejezdily.

#### Obr. 4.3.1.1. Pluhův Žďár



#### 4.3.2. Obec Deštná a Agra Deštná a.s.

Deštná se nachází přibližně 17 km severovýchodně od Jindřichova Hradce a 7 km severně od Pluhova Žďáru. Nachází se v oblasti, která je výběžkem Českomoravské vrchoviny s průměrnou nadmořskou výškou 530 m.n.m., kde průměrná roční teplota je 7,1°C a úhrn ročních srážek je 680 mm / m<sup>2</sup>. V obci Deštná, která byla dříve známá v našem kraji proslulou minerální vodou Deštěnka, žije i s místní částí Lipovka 735 obyvatel. Stejně jako Pluhův Žďár těží Deštná z atraktivnosti regionu a je častým cílem turistů. Zde se v blízkém okolí města nachází několik rekreačních zařízení a ve městě jsou dvě muzea. Městečko se v posledních letech těší výstavbě nových domů.

Agra Deštná a.s. se 76 pracovníky hospodaří na 2200 hektarech zemědělské půdy, z nichž 1850 hektarů je orné. Rostlinná výroba je zaměřená na produkci píce a obilnin pro živočišnou výrobu. Dále se zde pěstují obilniny na prodej, olejnin, brambory (sadbové, konzumní a pro potravinářský a škrobářenský

průmysl), traviny a jeteloviny na semeno a kukuřici pro BPS. Živočišná výroba je zaměřená na výkrm prasat, kterých je 900 ks a 100ks prasnic, skotu čítajícího 1400 ks z nichž je 600 ks jsou dojnice. Skot je tvořen výhradně holštýnským plemenem, užitkovost je 10600 litrů. Dále vyrábí krmné směsi ve spolupráci s firmou Schaumann, provozuje benzinovou stanici k vlastním účelům i pro ostatní motoristy. Ve výrobním areálu v Deštné provozuje Agra bioplynovou stanici (BPS) na výrobu elektrické energie, z původního výkonu 500 kW navýšila výkon na 950 kW. BPS je zásobena kejdou z mléčné farmy, chlévskou mrvou, zbytky krmiv a kukuřičnou siláží.

V Agře Deštná a.s. se měření uskutečnila v jejím hlavním výrobním areálu v Deštné. Zde byla místa měření umístěna u novostaveb, jež se nacházejí mezi areálem opravářských dílen a výrobním areálem. Zde se hlavně zjišťoval hluk šířící se z výrobního areálu směrem k obci. Další měření byla umístěna u váhy na vážení zem. techniky, kde je hluk proměnný. Ta se nachází mezi vjezdem do areálu, porodnou skotu a posklizňovými linkami na obiloviny a brambory. Další měření se uskutečnila u bioplynové stanice a velkoobjemového skladu sena. Zde se zjišťovala hluková zátěž na intravilán a extravilán z provozu.

V tomto podniku probíhala sklizeň sena, které se vozilo do halového skladu sena v Deštné. Jak jsem se zmiňoval výše, situoval jsem měření do doby, kdy se z místního kamenolomu nenavážel kámen na stavbu dálnice, ani se v něm výjimečně netěžilo. Za příhodného počasí se hluk z kamenolomu nese do vzdálenosti až 4 km, a v obci je slyšet vždy, jelikož je na kopci a hluk se odráží od těžené stěny. Kamenolom je od měřené části obce vzdálen 1,6 km. Zde v Deštné hrály roli ještě dva další velké ruchy a to provoz žárové zinkovny, kterou odděluje od areálu Agry pozemní komunikace. Tím druhým byla rozsáhlá rekultivace rybníku poškozeného povodněmi, jenž leží taktéž za komunikací. Proto měření v Deštné bylo o den déle, než v Pluhově Žďáru.

Obr. 4.3.2.1. Deštná



## 5. Výsledky měření

V této kapitole jsou uvedeny výsledky měření z jednotlivých stanovišť v grafické podobě, u každého grafu jsou fotografie místa měření. Dále jsou zde uvedeny podmínky při měření a komentář k měření. Uvedená zkratka „Hodnota ekvi.“ = ekvivalentní hladina hluku (akustického tlaku). Pro přehlednost jsou v grafu uvedeny hodnoty z obou hlukoměrů. Jelikož jsem v prosinci 2010 přišel o téměř veškerá data v počítači, jsou fotografie z různých ročních období.

### 5.1. ZD Pluhův Žďár

Měření 5.1.1. – 5.1.5. byla provedena dne 11. června 2010 v odpoledních hodinách, měření 5.1.6. a 5.1.7. byla provedena 12. června 2010 také v odpoledních hodinách. Pro zjednodušení je traktorem s návěsem myšlen ten, který vozí z pole sklizenou travní senáž velkoobjemovým návěsem do silážních žlabů.

#### 5.1.1. Penzion 1 x garáže 1

Při tomto měření byl jeden zvukoměr umístěn v občanské zástavbě na zahradě za místním penzionem a dalšími trvale obydlenými domy. Zahrada je situována jižně od dopravně obslužné komunikaci ZD a porodny dojnic vzdálené 98,4 m. Zvukoměr byl namířen proti komunikaci. Druhý zvukoměr byl umístěn u dopravně obslužné komunikace u garáží techniky a silážního žlabu. Vzdálenost ode zdi garáží a skladu dvoru penzionu byla dostačující. Od prvního hlukoměru byl vzdálen vzdušnou čarou 116,5 m severovýchodně. Měření proběhlo od 16<sup>38</sup> – 16<sup>46</sup>.

#### Podmínky při měření

Teplota - prům. 28°C

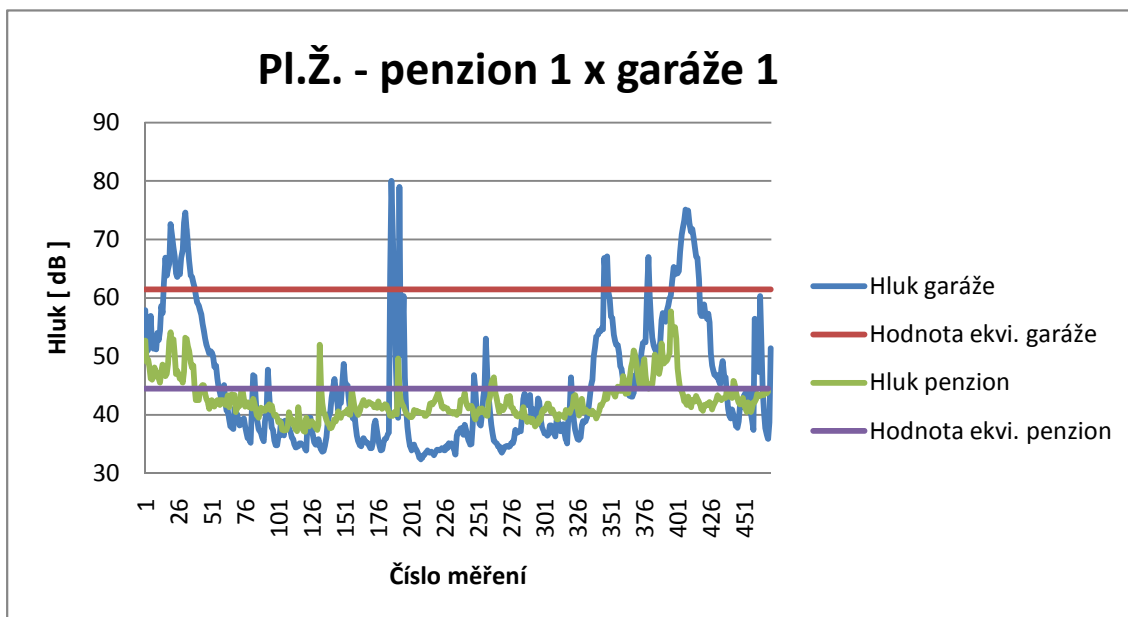
Rychlost větru u penzionu – 1 ms<sup>-1</sup>

Směr větru - severozápadní

Rychlost větru u garáže – bezvětří

Hlukové pozadí – u garáží 35 dB; u penzionu 40 dB

Graf 5.1.1.1. Penzion 1 x garáže 1



První měření se uskutečnilo v zahradě za místním penzionem u rybníčku Mlíčnick a u komunikace u garáží techniky. Hlukoměr umístěný u penzionu byl namířen proti zemědělskému areálu a naměřil nejvyšší hodnotu 57,7 dB, to převyšuje o 7,7 dB nejvyšší přípustnou hodnotu pro venkovní prostory (nejvyšší přípustná hodnota je 50 dB) a ekvivalentní hladina hluku byla 44,49 dB, což je v normě. Hlukoměr umístěný u garáží směřoval kolmo vzhůru a naměřil nejvyšší hodnotu hluku 80 dB, ekvivalentní hladina hluku byla 61,45 dB. Zde prvním větším zdrojem hluku byl průjezd traktoru s prázdným přívěsem po obslužné komunikaci, dále to byly hlasy ošetřovatelů v porodně dojníc, následně se hluk ustálil a skokově vzrostl pouze u penzionu, když na rybníku zakuňkala žába těsně za hlukoměrem. Nejvyšší hodnota byl průjezd manipulátoru u garáží, následně osobní automobil, dále traktor s plným přívěsem, průjezd opravářského automobilu, následně se vracel traktor s prázdným návěsem (velkoobjemové nástavby návěsu přes nerovnosti značně rezonují díky opotřebovanému uložení). Ke konci měření parkoval v garáží traktor s krmným míchacím vozem. V grafu je vidět provázanost všech zdrojů hluku.

**Foto 5.1.1.2. Zahrada za penzionem**



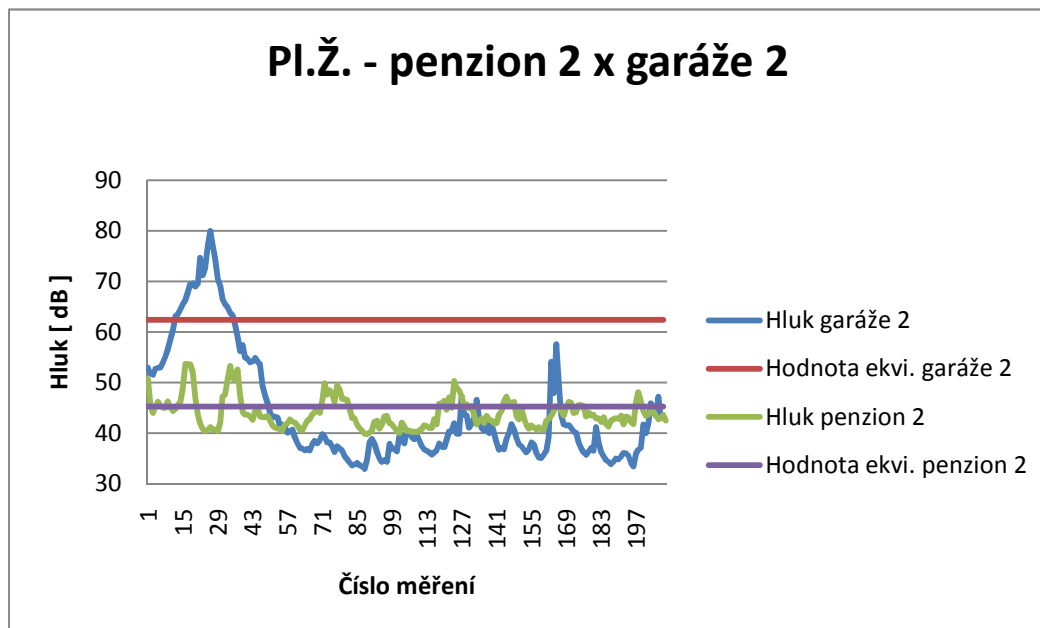
**Foto 5.1.1.3. Dopravně obslužná komunikace – pohled k porodně dojníc**



### **5.1.2. Penzion 2 x garáže 2**

Toto měření proběhlo na stejném místě a za stejných podmínek. Měření proběhlo od 16<sup>50</sup> – 16<sup>54</sup>.

**Graf 5.1.2.1. Penzion 2 x garáže 2**



Při druhém měření se pozice hlukoměrů ani podmínky měření nezměnily. Hlukoměr umístěný u penzionu při druhém měření naměřil nejvyšší hodnotu hluku 53,56 dB, což překračuje normu o 3,56 dB, ekvivalentní hladina byla 45,23 dB. Hlukoměr umístěný u garáží naměřil nejvyšší hodnotu hluku 80 dB, zdroj hluku byl stejný jak při prvním měření (traktor s návěsem). Ekvivalentní hladina hluku u garáží byla 62,38 dB (při tomto měření nebyly větší zdroje hluku. První a největší zdroj hluku byly dva traktory s návěsy, které přijížděly ze dvou různých směrů a vzájemně se míjely 3 m od hlukoměru u garáží a postupně se vzdalovaly. Poté hluk ustal, zde u garáží byly zdroje hluku zvuky z porodny dojnic, od opravářských dílen a ze dvora penzionu. Náhlý vzestup hladiny hluku na hlukoměru u garáží byl způsoben průjezdem traktoru po komunikaci u dílen vzdálených od hlukoměru 113 m severovýchodně. V závěru měření přijížděl po komunikaci od kravína K5 smykem řízený nakladač. Na hlukoměru u penzionu je vidět dvakrát zvýšená hladina hluku, která je v tu chvíli větší, než u garáží, to bylo způsobeno sepnutím čerpadla na okysličování vody v rybníčku, dalšími zdroji hluku zde byly zvuky z porodny a hlavně ze dvora penzionu.



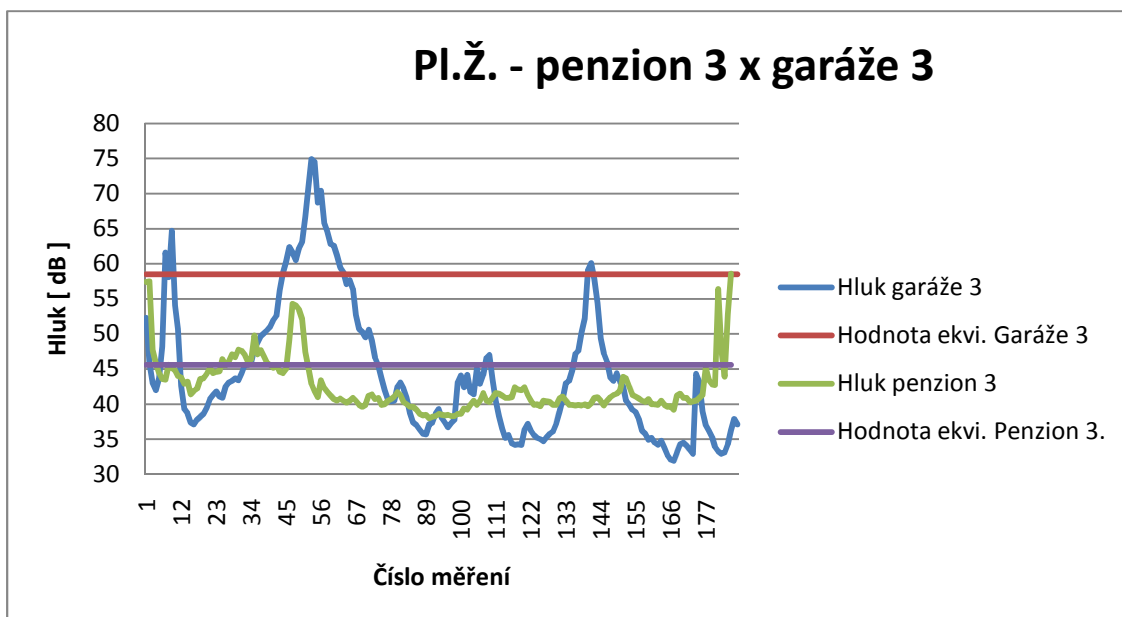
Foto 5.1.2.2. Dopravně obslužná komunikace – pohled ke garážím



### 5.1.3. Penzion 3 x garáže 3

Třetí měření proběhlo na stejném místě a za téměř stejných podmínek, jako předchozí dvě. Měření proběhlo od 16<sup>56</sup> – 16<sup>59</sup>.

Graf 5.1.3.1. Penzion 2 x garáže 2



I u třetího měření zůstaly pozice hlukoměrů stejné. Hlukoměr umístěný u penzionu naměřil nejvyšší hodnotu hluku 58,6 dB, což převyšuje nejvyšší přípustnou hodnotu hluku pro venkovní měření o 8,6 dB, tato hodnota byla v tomto krátkém měření překročena třikrát. Ekvivalentní hladina hluku v místě u penzionu byla 45,58 dB. Na hlukoměru u garáží byla zjištěna nejvyšší hodnota 74,9 dB, ekvivalentní hodnota byla 58,5 dB. Prvním větším zdrojem hluku byl traktor přijíždějící od kravína K5 přihrující krmení u porodny dojníc, tento zdroj hluku byl dříve patrný na hlukoměru u penzionu. Porodna je od garáží vzdálena 65 m a od penzionu 112 m. Následně po dopravně obslužné komunikaci ve směru o K5 přijížděl traktor s návěsem a druhý kolem garáží ve směru od areálu VKK, míjejí se 30 m od hlukoměru u garáží. Dále projíždí od stohů slámy k VKK starší traktor se stlačím vozem vzdálený od hlukoměru u garáží 180 m, následně kolem hlukoměru projel osobní automobil objíždějící garáže a následně je slyšet od opravářských dílen. V závěru měření je vidět znatelné zvýšení hladiny hluku na hlukoměru u penzionu, to sepnulo čerpadlo na rybníčku, voda stříká vyšším tlakem než dříve a voda dopadá na vodní hladinu z vyšší výšky (proto vyšší hluk o cca 8 dB).

**Foto 5.1.3.2. Umístění penzionu a garáží v obci**



#### 5.1.4. Extravilán 1 x silážní žlaby 1

Při tomto měření byl měřen hluk vznikající v prostoru stájí s dojnícemi, venku ustájenými telaty a při naskladňování silážních žlabů nacházejících se v areálu VKK, který se šíří do extravilánu obce a výrobního areálu ZD. Jeden hlukoměr byl umístěn mezi stájemi a silážními žlaby, jeho mikrofon mířil do jejich pomyslného středu. Druhý hlukoměr byl umístěn na poli zvaném V Příhonech, hlukoměr byl od prvního vzdálen 350 m východním směrem a situován byl do volné přírody. Měření proběhlo od 17<sup>15</sup> – 17<sup>19</sup>.

##### Podmínky při měření

Teplota - prům. 24°C

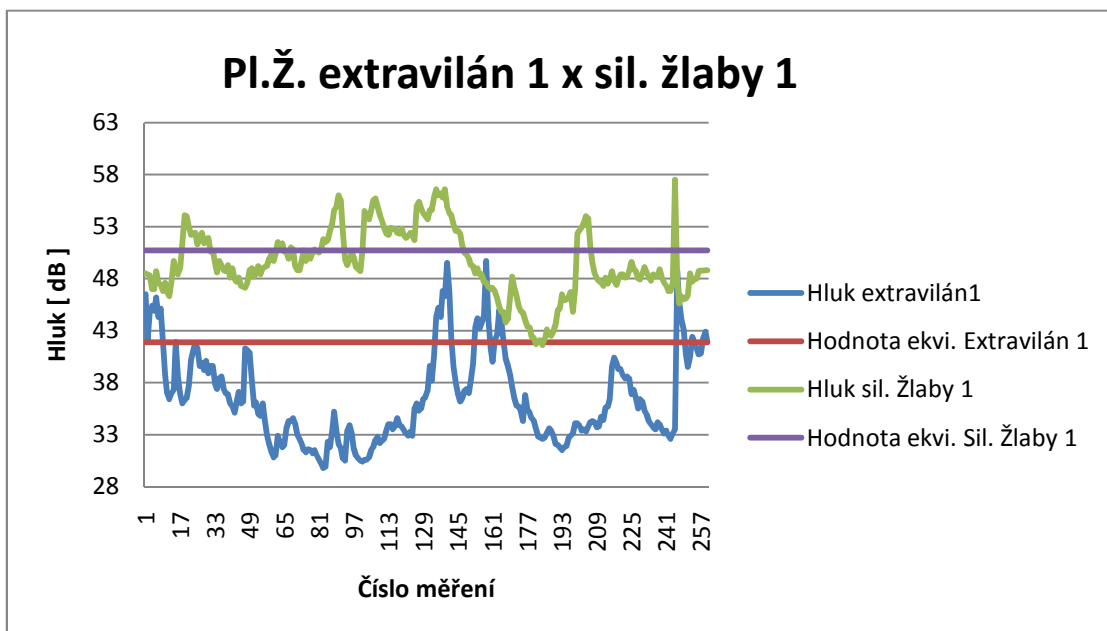
Rychlost větru u sil. žlabů – 1,5 ms<sup>-1</sup>

Směr větru - východní

Rychlost větru V Příhonech – 2,2 ms<sup>-1</sup>

Hlukové pozadí – extravilán 34,1 dB; sil. žlaby 41,4 dB

Graf 5.1.4.1. Extravilán 1 x silážní žlaby 1



Toto měření mělo za úkol zjistit šíření hluku od VKK a silážních žlabů do volné přírody. Hlukoměr umístěný u silážních žlabů naměřil nejvyšší hodnotu hluku 57,7 dB, ekvivalentní hladina byla 50,7 dB. Hlukoměr umístěný na poli

naměřil nejvyšší hladinu hluku 57,5 dB, což překračuje normu o 7,5 dB a ekvivalentní hladina hluku v tomto případě byla 41,88 dB, to je z hlediska hlukového znečištění únosná hodnota. Pokud jde o hodnoty změřené na tomto hlukoměru, vycházejí ze zdroje hluku u druhého hlukoměru, hluk se od silážních žlabů nesl velmi výrazně. Po první minutě měření prolétl a zapěl ve výšce nad hlukoměrem skřivan polní, dále prolétlo kolem hlukoměru malé hejno zpěvného ptactva, což mělo za následek spolu s hlukem z naskladňování vzestup hladiny hluku v půli měření. Pokud jde o hlukoměru u silážních žlabů, zde byly jedním ze zdrojů hluku zvuky linoucích se od opravářských dílen, dále zvukové projevy dojníc ze stáje a telat ustájených ve venkovních individuálních boxech. Největšími zdroji hluku ale byly traktory s návěsy, které navážely sklizenou travní senáž do silážních žlabů a manipulátor s tahačem ŠT 180 urovnávající hmotu ve žlabu. Ty se vždy přibližovaly k hlukoměru a vzdalovali se. Nejbližší hlukoměru byly 37,5m a nejdále 73,4 m. Tyto změny v hladinách hluku jsou v grafu jasně patrné, když hladina hluku klesla na nejnižší hodnotu, tak obsluhy zastavili stroje na vzdálenější straně žlabu. Nejvyšší hladina těsně před koncem měření byl průjezd traktoru s návěsem kolem hlukoměru.

**Foto 5.1.4.2. Pohled na stáje VKK – příjezdová cesta k silážním žlabům**



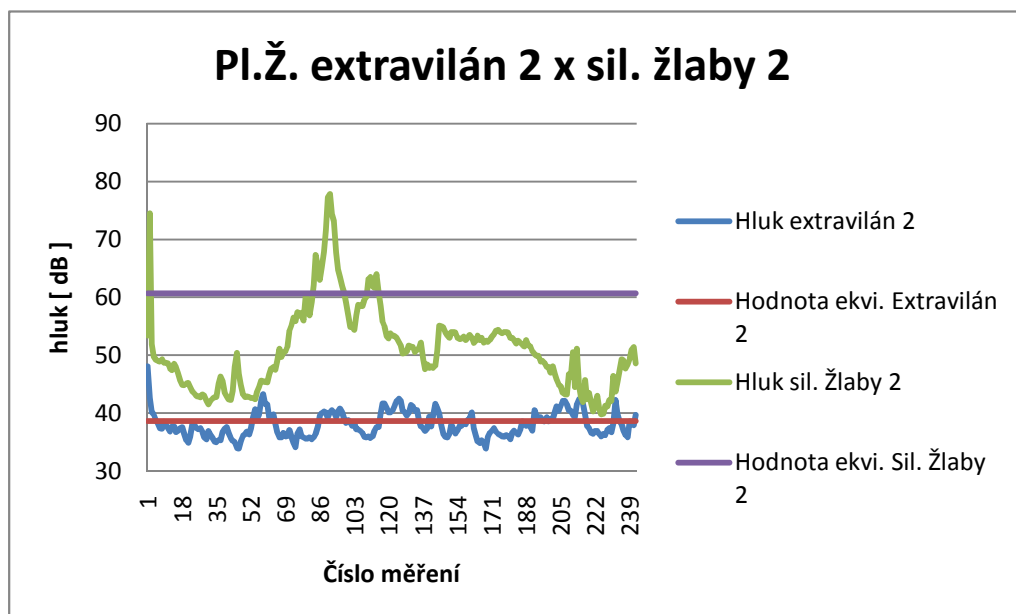
**Foto 5.1.4.3 Umístění areálu VKK a pole V Příhonech**



### 5.1.5. Extravilán 2 x silážní žlaby 2

Toto měření proběhlo za stejných podmínek jako to předchozí. Měření se uskutečnilo od 17<sup>29</sup> – 17<sup>33</sup>.

**Graf 5.1.5.1. Extravilán 2 x silážní žlaby 2**



V tomto měření se měřil stejný zdroj hluku jako v předchozím případě. Na hlukoměru umístěném u silážních žlabů byla naměřena nejvyšší hodnota hluku 77,8 dB, takto vysoký zdroj hluku byl projíždějící traktor s prázdným návěsem. Ekvivalentní hladina hluku byla 60,68 dB. U hlukoměru umístěného na poli byla naměřena nejvyšší hodnota hluku 48,1 dB a ekvivalentní hladina hluku byla 38,64 dB, obojí je v pořádku, tedy v normě a v přípustných hodnotách. Ihned na počátku měření je skokový vrůst a pokles hluku způsoben odjíždějícím traktorem s návěsem ven z areálu VKK, jenž projel kolem hlukoměru. Dalším nárůst hluku způsobil manipulátor s ŠT 180 na silážním žlabu a následně další traktor s návěsem, jenž přijel na silážní žlab a následně odjel. Následovalo opět urovnávání hmoty na žlabu a v zápětí dojnice narážely ve stáji hlavami do zábran. Opakovalo se urovnávání hmoty na silážním žlabu. Krom tohoto hluku způsobovalo zvýšení hladin hluku u hlukoměru v poli zpěv ptactva.

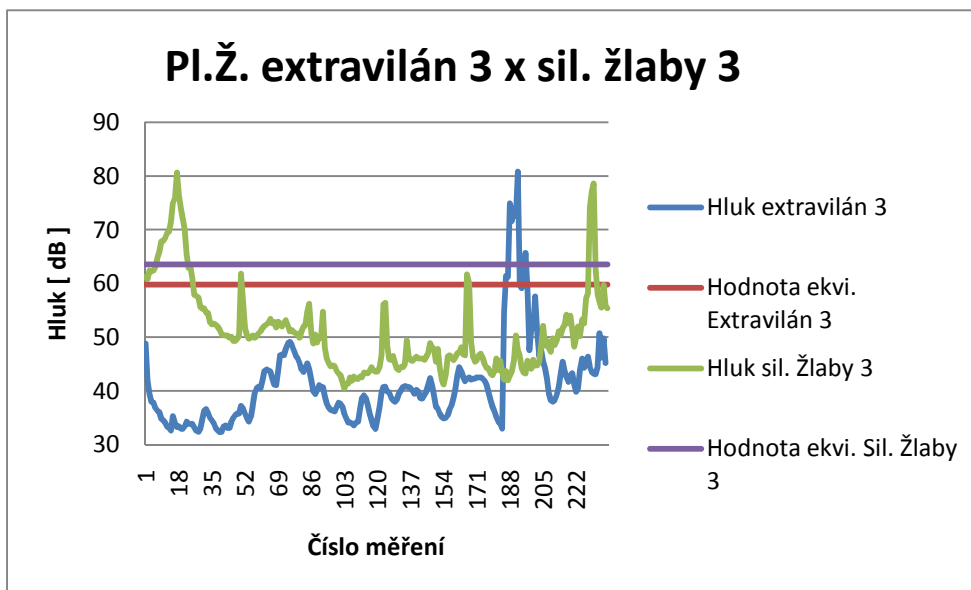
#### **Foto 5.1.5.2. Silážní žlaby – pohled od hlukoměru**



#### **5.1.5. Extravilán 3 x silážní žlaby 3**

Toto měření proběhlo za stejných podmínek jako dvě předchozí. Měření proběhla v době od 17<sup>37</sup> – 17<sup>41</sup>.

**Graf 5.1.5.1. Extravilán 3 x silážní žlaby 3.**



Třetí měření na stejných místech proběhlo za podobných podmínek. Pouze teplota klesla o na 23°C, rychlost i směr větru zůstaly zachovány. Poloha hlukoměrů se taktéž nezměnila. U hlukoměru umístěného na poli byla naměřena nejvyšší hladina hluku 80,8 dB, tento zdroj hluku způsobil opět skřivan polní, jež prolétl těsně nad hlukoměrem a svůj zpěv dal značně najevo. Ekvivalentní hladina hluku byla 59,77 dB. Druhý hlukoměr umístěný u silážních žlabů naměřil nejvyšší hodnotu hluku 80,6 dB a ekvivalentní hladina byla 63,94 dB. Na počátku měření byl vysokým zdrojem hluku projíždějící traktor s návěsem. Dále u hlukoměru umístěného u silážních žlabů byly zdroji hluku zvuky ze stáje a na počátku druhé minuty měření byly slyšet zvuky od opravářských dílen. Na konci měření projel starší traktor se stlačím vozem. Ostatními zdroji hluku byl manipulátor a tahač ŠT 180 upravující senáž v silážním žlabu. Na grafu je jasně vidět přibližování a vzdalování od hlukoměrů.

**Foto 5.1.5.2. Pohled směrem na pole V Příhonech**



#### **5.1.6. Intravilán 1 x silážní žlaby 4**

Při tomto měření byl jeden hlukoměr umístěn stále v areálu VKK u silážních žlabů a druhý u občanské zástavby na okraji zahrad trvale obydlených rodinných domů (RD) u čp. 92. Zde je zamýšlena nová výstavba RD. Zahrady jsou situovány jihovýchodně od silážních žlabů 341 m, jsou to jedny z nejbližších trvale obydlených domů. Zvukoměr u zahrad byl namířen proti silážním žlabům. Měření proběhlo od 15<sup>50</sup> – 15<sup>54</sup>.

##### **Podmínky při měření**

Teplota - prům. 27,5°C

Rychlost větru u silážních žlabů – 1,5 ms<sup>-1</sup>

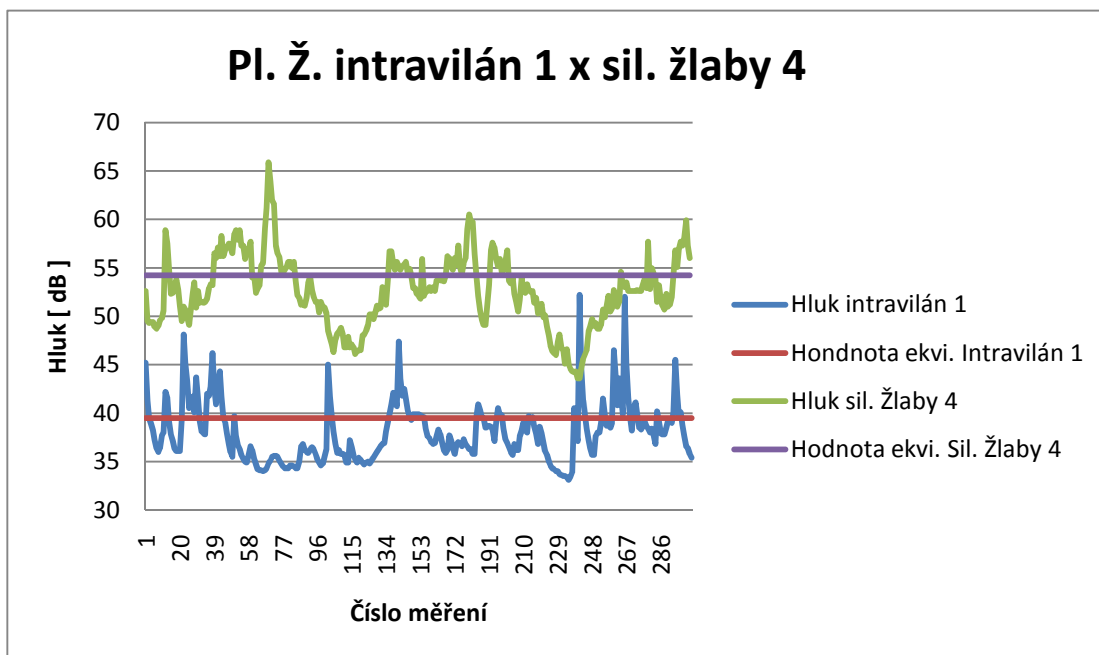
Směr větru - východní

Rychlost větru u zahrad – bezvětří

Hlukové pozadí – intravilán 34 dB; sil. žlaby 44,5 dB



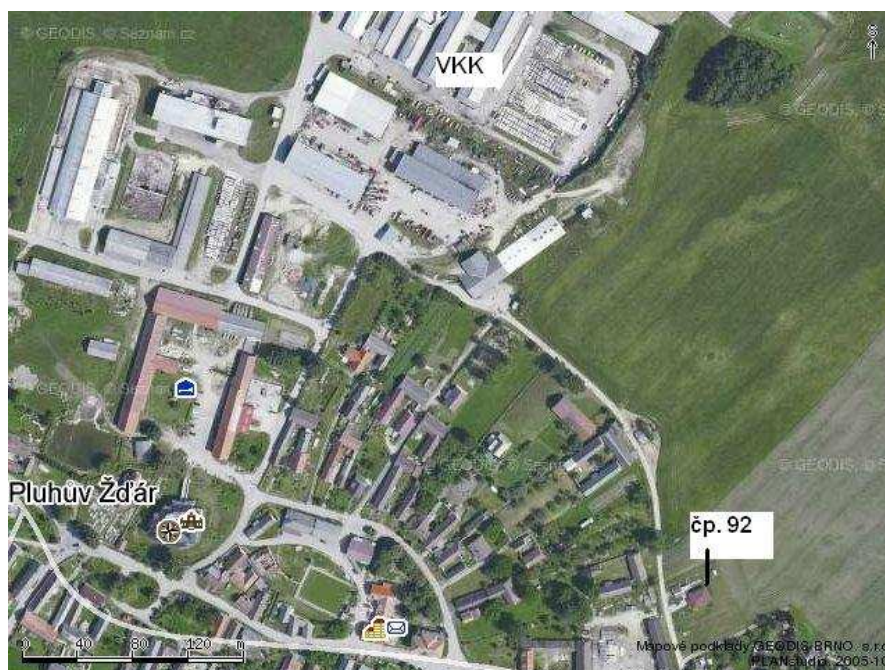
**Graf 5.1.6.1. Intravilán 1 x silážní žlaby 4**



Při tomto měření byla u hlukoměru umístěného u silážních žlabů naměřena nejvyšší hodnota hluku 65,9 dB, ekvivalentní hladina hluku byla 54,24 dB.

Hlukoměr umístěný v blízkosti zahrad RD naměřil nejvyšší hodnotu hluku 52,2 dB, zde byla překročena nejvyšší hladina hluku přípustná pro venkovní prostory o 2,2 dB. Ekvivalentní hladina hluku zde byla 39,5 dB. Na tomto hlukoměru byly zdroji hluku práce na silážní jámě, zvuky od opravářských dílen a hlasové projevy na zahradách RD. Výrazné skokové zvýšení hladin hluku na počátku měření způsobily stroje na silážní jámě. V grafu je vidět, že když se stroje na silážním žlabu vzdalovaly od hlukoměru tam umístěného a přibližovaly se blíže k RD, na hlukoměru umístěném u RD hluk výrazně vzrostl. V půliměření a ve třetí minutě měření na zahradě RD zaštěkal pes, to způsobilo překročení 50 dB hranice o 2,2 dB, vzdálenost od hlukoměru byla 52 m. Na hlukoměru umístěném u silážních jam způsobovaly zvýšení hladin hluku manipulátor a tahač ŠT 180 upravující senáž ve žlabu. Ty se opět postupně přibližovaly a vzdalovaly od hlukoměru a dále zvuky ze stáje. Na počátku měření způsobily zvýšení hladiny hluku hlasy ošetřovatelů ve stáji. Nejvyšší vzestup hladiny hluku způsobil průjezd osobního automobilu zootechniků. Ostatní zvýšení hladin hluku je od strojů na silážním žlabu.

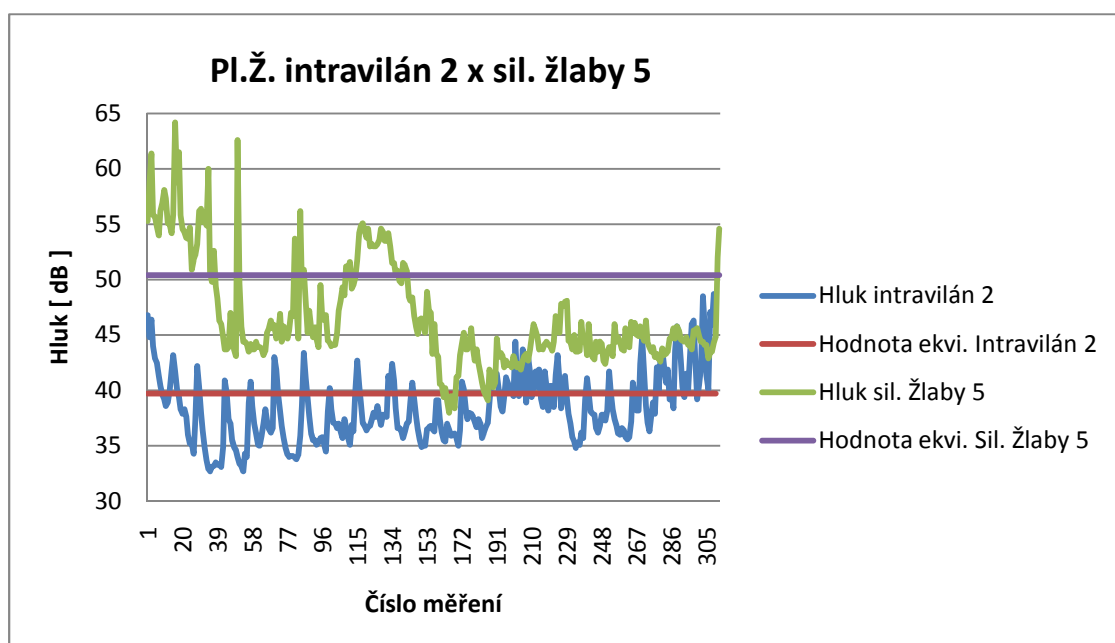
Foto 5.1.6.2. Poloha čp. 92 vůči silážním žlabům a areálu VKK



### 5.1.7. Intravilán 2 x silážní žlaby 5

Toto měření se přesunulo k čp. 88, druhý hlukoměr zůstal u silážních žlabů. Měření proběhlo v době od 16<sup>05</sup> – 16<sup>09</sup>.

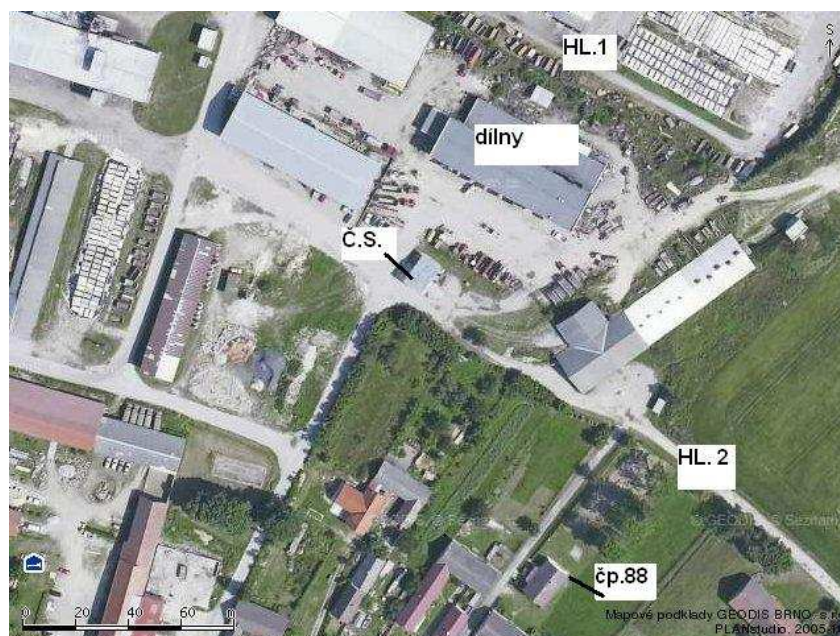
Graf 5.1.7.1. Intravilán 2 x silážní žlaby 5



Při tomto měření se poloha hlukoměrů změnila, jeden se posunul blíže k jiným RD a také výrobnímu areálu ZD. Hlukoměr umístěný u silážních jam zaznamenal nejvyšší hodnotu hluku 64,2 dB, ekvivalentní hladina hluku byla 50,4 dB. Na počátku měření odjížděl ven z areálu VKK traktor s návěsem. Následně se k hlukoměru přiblížil od stáji druhý manipulátor, přes nerovnosti na komunikaci se zahoupala velkoobjemová lopata, což způsobilo skokové zvýšení hluku. Další dvě výrazná zvýšení hladin hluku způsobil manipulátor a tahač ŠT 180 na silážním žlabu. Následně prošel ve stáji ošetřovatel skotu a hlasitými povely pobízel dojnice. Následující pomalé zvýšení a snižování hladiny hluku způsobil smykem řízený nakladač vyjíždějící ze stáje, který pomalu odjížděl ven z areálu VKK. Na silážním žlabu ruch ustal a slyšet bylo stříkání vody u telat a zvuky ze stáje. V závěru měření se opět stroje na silážním žlabu rozjely.

U hlukoměru umístěného v blízkosti čp. 88 byla naměřena nejvyšší hodnota hluku 48,7 dB a ekvivalentní hladina byla 39,7 dB, tyto hodnoty odpovídají normě. Na počátku měření byl slyšet traktor před opravářskými dílnami, který odjížděl ven z areálu. Další zvyšování hluku způsobovaly zvuky ze silážní jámy, od dílen a také hlasové projevy v zahradách RD. Ve třetí minutě měření přijel před opravářské dílny k čerpací stanici smykem řízený nakladač – motor byl stále v činnosti, po té odjel zpět k VKK – tentokrát rychleji, než byl příjezd. Následně projel ve vsi ve vzdálenosti cca 188 m motocykl. V závěru měření byly výrazně slyšet stroje ze silážních žlabů.

### Foto 5.1.7.2. Umístění čp. 88 a silážních žlabů



**Vysvětlivky:** HL. 1 – hlukoměr u silážních jam

HL. 2 – hlukoměr u zahrad rodinných domů

Č.S. – čerpací stanice

## 5.2. Agra Deštná a.s.

Měření byla provedena dne 12. června 2010 v odpoledních hodinách. Pro zjednodušení je zde traktorem s návěsem nazýván traktor se sběracím návěsem, který vozil sklizené seno do halového seníku. Pro bioplynovou stanici je uváděna známá zkratka BPS, rodinné domy mají zkratku RD.

### 5.2.1. Intravilán 1 x váha 1

Při tomto měření se zjišťoval hluk vznikající ve výrobním areálu Agry v prostoru u váhy zemědělské techniky a porodny dojníc. Druhý hlukoměr byl umístěn u občanské zástavby v blízkosti domu čp. 340. V jeho blízkosti se ještě nachází opravářské dílny a garážovací plocha techniky Agry. Vzdušná vzdálenost obou hlukoměrů byla 255 m. Toto měření proběhlo od 16<sup>48</sup> – 16<sup>52</sup>.

## Podmínky při měření

Teplota - prům. 26°C

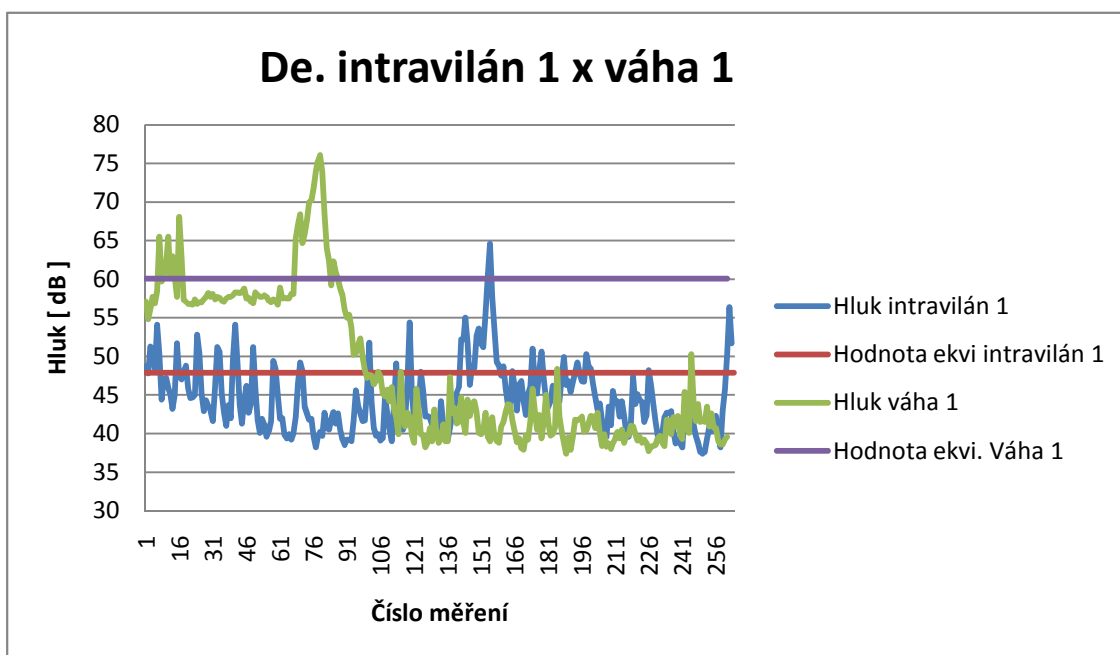
Rychlost větru u občanské zástavby – 1 ms<sup>-1</sup>

Směr větru - severozápadní

Rychlost větru u váhy - 0 ms<sup>-1</sup> zívěťří

Hlukové pozadí – intravilán 37 dB; váha 39 dB

Graf 5.2.1.1. Intravilán 1 x váha 1



Hlukoměr umístěný u váhy naměřil nejvyšší hladinu hluku 76,1 dB, což překročilo nejvyšší přípustnou hladinu hluku pro venkovní prostory o 26,1 dB, ekvivalentní hladina hluku byla 62,05 dB. Na počátku měření způsobily trvalejší zvýšení hladiny hluku dojnice v porodně, které začaly bučet a neustále přebíhaly ve stáji. V půli druhé minuty přijel na váhu traktor s návěsem, který pozastavil a po té odjel směrem k seníku. Vzdálenost váhy od hlukoměru byla 22 m. Po té se utišily i dojnice. V půli třetí minuty jel zpět traktor s návěsem po komunikaci vzdálené 96 m směrem do obce. Další výraznější zvýšení hluku způsobila dojnice, jež se velmi hlasitě dusila, hluk utichl a v závěru měření projel u BPS manipulátor vzdálený 120 m. Hlukoměr u občanské zástavby zaznamenal nejvyšší hladinu hluku 64,6 dB, ta překročila nejvyšší povolenou

hladinu hluku pro venkovní prostory o 14,6 dB, ekvivalentní hladina hluku byla 47,9 dB. Zde byl zdrojem hluku hluk z obce a slyšet ruch z výrobního areálu Agry. Ve druhé minutě projel po komunikaci ve vzdálenosti 150 m motocykl. Po té nejvyšší vzestup hladiny hluku způsobil průjezd traktoru s návěsem, který jel z areálu Agry a zajížděl do areálu dílen, vzdálenost komunikace od hlukoměru byla 38 m. Následně byl slyšet hluk z fotbalového hřiště vzdáleného od hlukoměru 200 m. V samém závěru měření vyjížděl výše zmíněný traktor z areálu dílen.

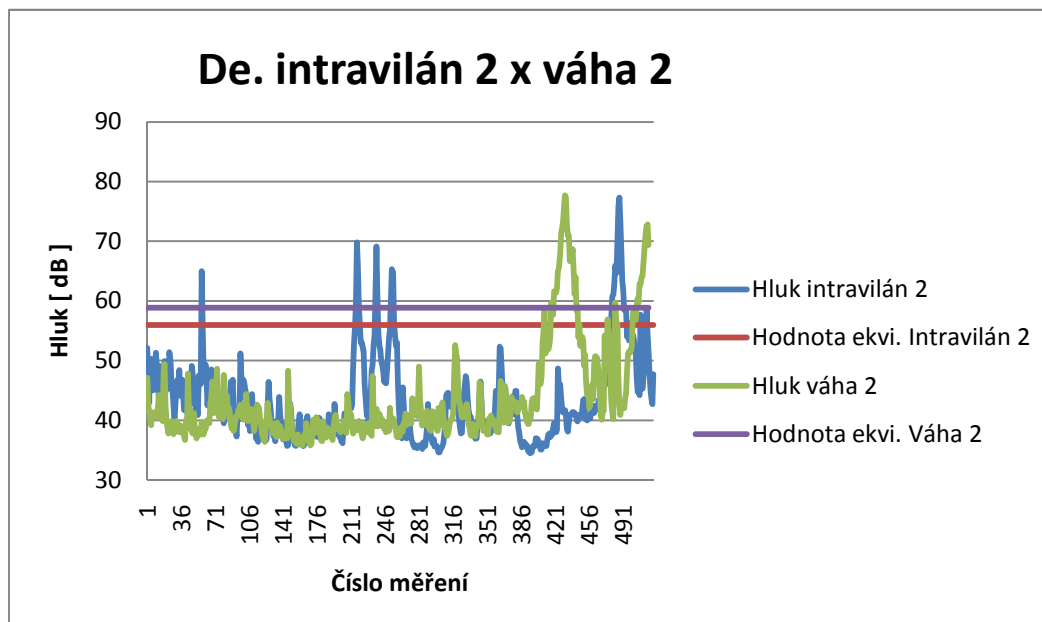
#### **Foto 5.2.1.2. Pohled od hlukoměru na čp. 340**



#### **5.2.2. Intravilán 2 x váha 2**

Při tomto měření se podmínky ani stanoviště nezměnily. Měření proběhlo od 16<sup>53</sup> – 17<sup>01</sup>.

**Graf 5.2.2.1. Intravilán 2 x váha 2**



Při druhém měření hlukoměr umístěný u váhy naměřil nejvyšší hodnotu hluku 77,7 dB, ekvivalentní hladina hluku v tomto případě byla 58,86 dB. Zde až do páté minuty nebyly větší zvukové výkyvy, ty skokové způsobovaly dojnice, které narážely hlavami do hrádí, jinak byl kolem hranice 40 dB. Ve třetí minutě projely po komunikaci vzdálené 96 m tři osobní automobily, jeden z nich přijel k váze a v páté minutě odjížděl. Byl slyšet též hluk od BPS. V šesté minutě přijel na váhu traktor s návěsem a pomalu odjížděl. V zápětí se zpoza stáje blížil nákladní automobil svážející mléko a pomalu odjížděl ven z areálu. V závěru měření na váhu přijížděl další traktor s návěsem. Na hlukoměru umístěném u občanské zástavby byla naměřena nejvyšší hladina hluku 77,3 dB, zde byla překročena nejvyšší hladina hluku pro venkovní prostory o 27,3 dB, ekvivalentní hladina hluku byla 55,96 dB, i zde byla překročena zákonem povolená hodnota hluku. Zde bylo slyšet mírný hlahol ze zahrad RD, rádio a zpěv ptactva. V první minutě projel v areálu opravářských dílen osobní automobil. Ve třetí minutě po komunikaci vzdálené 38 m projeli za sebou tři automobily. Opět slyšet pouze hlahol ze zahrad a fotbalového hřiště. V šesté minutě v areálu dílen jel manipulátor, který se svojí prací ustal a za minutu opět započal. Od areálu Agry

se v sedmé minutě pomalu přibližoval traktor s návěsem, projel po komunikaci kolem a zajížděl pomalu do areálu dílen.

### Foto 5.2.2.2. Pohled na váhu a porodnu dojnic



x zvýrazněna trasa jízdy traktorů s návěsy

### 5.2.3. Intravilán 3 x BPS 1

Při tomto měření byl první hlukoměr na stejném místě a druhý se od váhy zemědělské techniky přesunul k BPS, vzdálenost mezi nimi byla 330 m, v této vzdálenosti jsou i nejbližší RD. Hlukoměr u BPS byl více jak sedm metrů od každé překážky, avšak v okolí překážky byly, mezi nimi se hluk odrážel, než se mohl šířit dále. Traktory s návěsy nejezdily, měření proběhlo od 17<sup>02</sup> – 17<sup>06</sup>.

#### Podmínky při měření u BPS

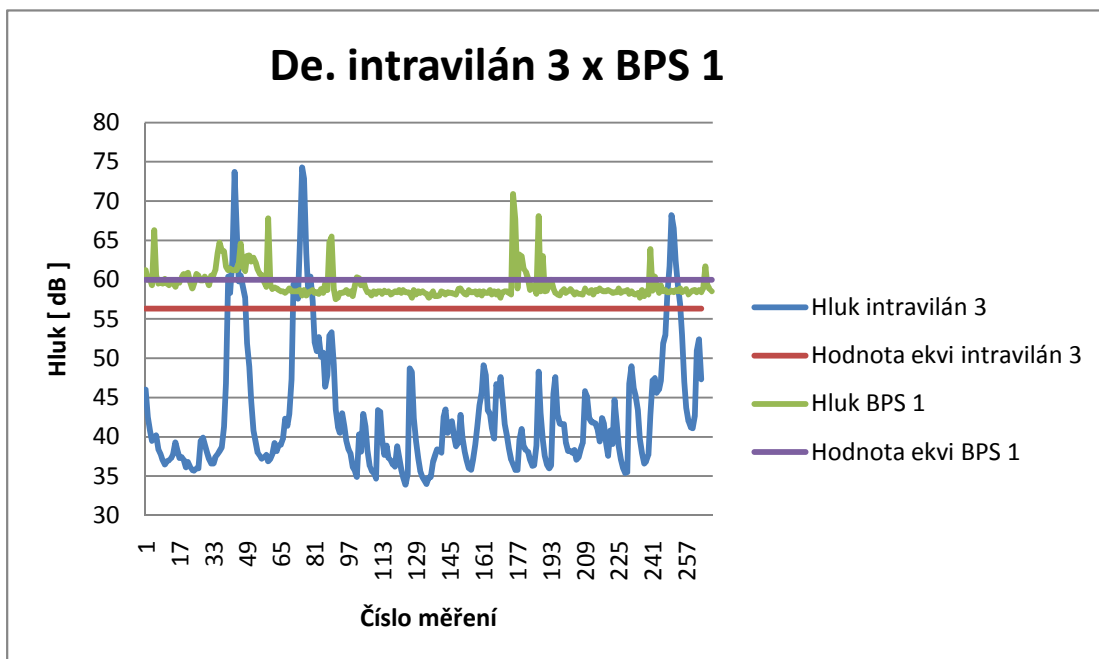
Teplota - prům. 24,5°C

Rychlost větru – 0 ms<sup>-1</sup> závětrí

Hlukové pozadí – BPS 59 dB



Graf 5.2.3.1. Intravilán 3 x BPS 1



Hlukoměr umístěný u rodinné zástavby zaznamenal nejvyšší hladinu hluku 74,3 dB, nejvyšší přípustná hranice hluku pro venkovní prostory byla překročena o 24,3 dB (nejvyšší přípustná hranice hluku pro venkovní prostory je 50 dB). Ekvivalentní hladina hluku zde byla 56,31 dB. Běžnými zdroji hluku zde byly hluk od BPS, hlasy ze zahrad RD a fotbalového hřiště. V první minutě po komunikaci projel osobní automobil a chvíli za ním motocykl, který se pomalu a hlasitě vzdaloval. Na počátku třetí minuty měření pravděpodobně padl na hřišti gól, jelikož odtud byl slyšet hlasitý křik. Následně byl na komunikaci vzdálené 320 m slyšet motocykl. V závěru měření projel po komunikaci ve vzdálenosti 38 m osobní automobil. Hlukoměr umístěný u BPS zaznamenal nejvyšší hodnotu 70,9 dB a ekvivalentní hladina hluku zde byla 60,0 dB. První výrazné zvýšení hluku způsobil traktor, který zastavil za ocelovou halou vzdálenou od místa měření 75 m. Zhruba půl minuty byly slyšet jen generátory z BPS a pak obsluha nastartovala manipulátor. Ten byl v činnosti zhruba dvě minuty a obsluha ním plnila siláž do příjmové plnicího zařízení BPS. Po té byly slyšet opět pouze generátory a další výrazné skokové zvýšení hluku způsobil hlasový projev obsluhy BPS v blízkosti hlukoměru. Dále byly slyšet pouze generátory BPS a

hluk z BPS, v závěru měření traktor zaparkovaný u ocelové haly oblsuha opět nastartovala a po chvíli s ním odjela.

Foto 5.2.3.2. Bioplynová stanice



+ hlukoměr byl umístěn mezi silážními žlaby a příjmovým plnicím zařízením

#### 5.2.4. Extravilán 1 x BPS 2

Při tomto měření zůstal druhý hlukoměr na stejném místě u BPS a první se přesunul na okraj pole zvané V rejdích, vzdálenost hlukoměru u BPS od toho na poli byla 215 m jižním směrem. Po dobu 3 min byl zapnut na BPS hořák, kterým se spaluje přebytečný bioplyn. Měření probíhala od 17<sup>23</sup> - 17<sup>29</sup>.

##### Podmínky při měření

Teplota - prům. 23°C

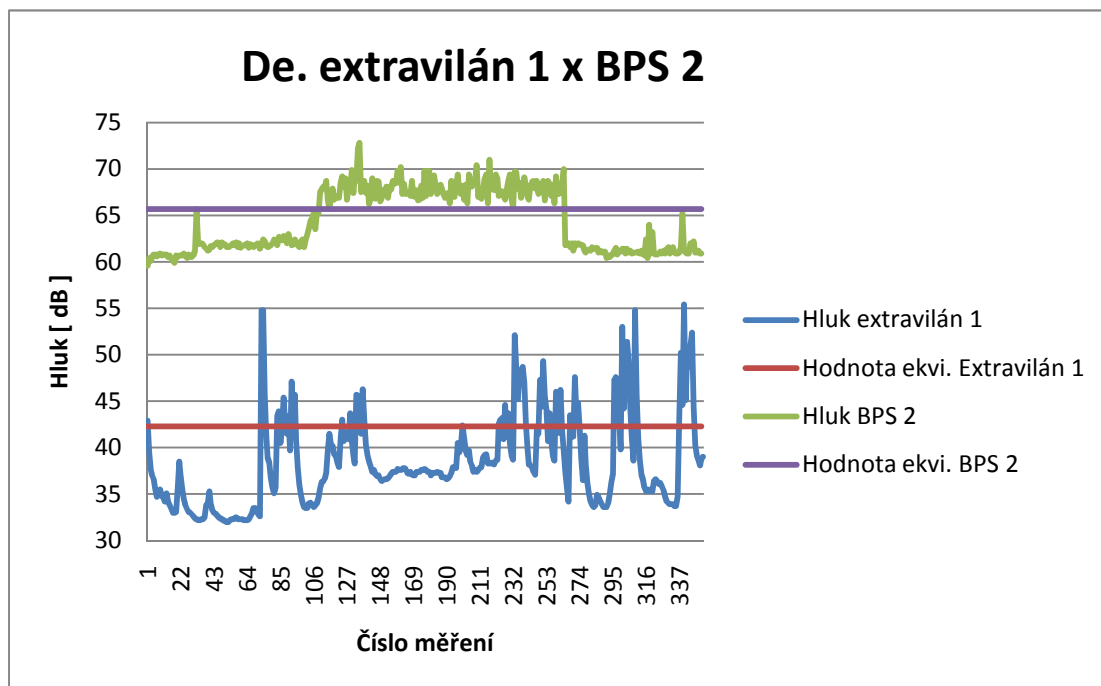
Rychlost větru u BPS – 0,5 ms<sup>-1</sup>

Rychlost větru na poli - 1,5 ms<sup>-1</sup>

Směr větru - severozápadní

Hlukové pozadí – BPS 60 dB; extravilán 33,2 dB

**Graf 5.2.4.1. Extravilán 1 x BPS 2**



Při tomto měření byla na hlukoměru, který byl umístěn u BPS, naměřena nejvyšší hodnota hluku 72,8 dB. Ekvivalentní hladina zde byla 65,7 dB. V půli první minuty obsluha BPS na moment otevřela a zavřela dveře do budovy, kde jsou umístěny generátory. Ve třetí minutě obsluha zapnula hořák pro spalování přebytečného bioplynu, ten byl zapnut tři minuty. Vzdálenost hořáku od hlukoměru byla 29 m. Po vypnutí byl zdrojem hluku pouze ten z bioplynové stanice a v šesté minutě měření byl slyšet odjíždět od seníku traktor s návěsem, před koncem měření přijel jiný traktor na váhu. Hlukoměr umístěný na poli zaznamenal nejvyšší hladinu hluku 55,4 dB, čímž byla překročena hladina hluku pro venkovní prostory o 5,4 dB, což je zanedbatelná hodnota. Ekvivalentní hladina hluku v tomto případě byla 42,3 dB. Zdroji hluku zde byl hluk z BPS a hluk, který se nesl od halového seníku. V první minutě byl slyšet na chvíli zvýšený hluk z budovy generátorů BPS. Následně byl slyšet od stájí traktor, poté obsluha zapnula hořák u BPS, ten byl od hlukoměru na poli vzdálen 286 m. V půli čtvrté minuty odjížděl od halového seníku traktor s návěsem. Následně byl zdrojem hluku opět jen hořák. Po jeho vypnutí způsobil vzrůst hladin hluku traktor s návěsem, který přijel k seníku, vyložil seno a opět odjel

ven z areálu. V závěru měření do podniku na váhu přijel další traktor. Seník byl od hlukoměru na poli ve vzdálenosti 384 m a váha 423 m.

#### **Foto 5.2.4.2. Pohled z pole V rejdích na BPS**



#### **5.2.5. Extravilán 2 x seník 1**

Při tomto měření se posunul hlukoměr od BPS k halovému seníku, do kterého se naváželo sklizené seno. Druhý hlukoměr zůstal na poli, oba hlukoměry byly vzdáleny od sebe 402 m. Měření probíhalo od 17<sup>38</sup> – 17<sup>42</sup>.

##### **Podmínky při měření**

Teplota - prům. 22°C

Rychlost větru u seníku – 1 ms<sup>-1</sup>

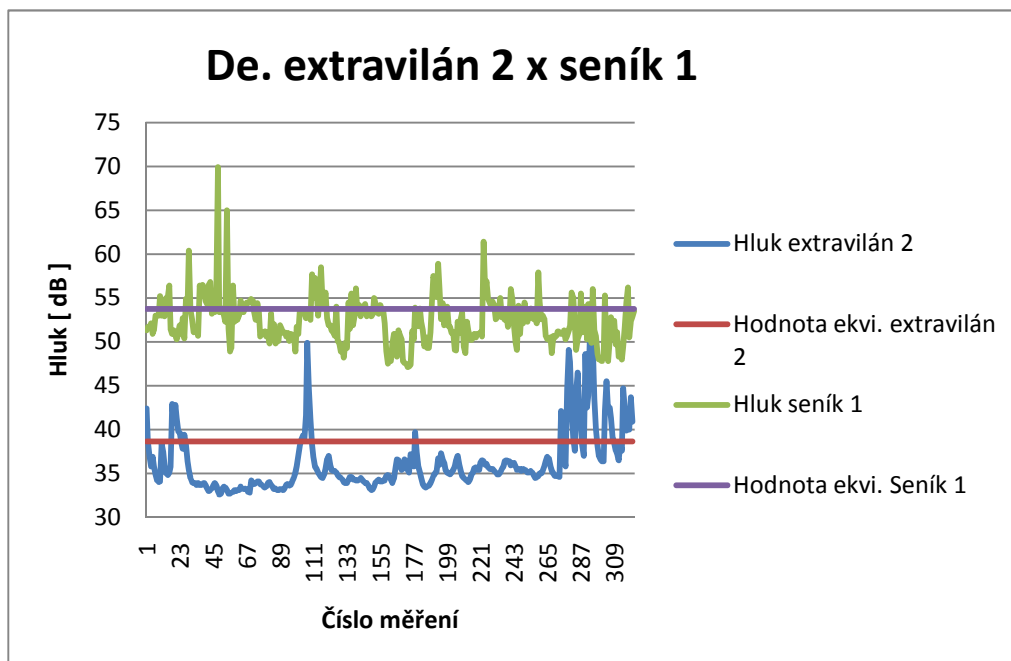
Směr větru - severní

Rychlost větru na poli - 2,4 ms<sup>-1</sup>

Směr větru - severozápadní

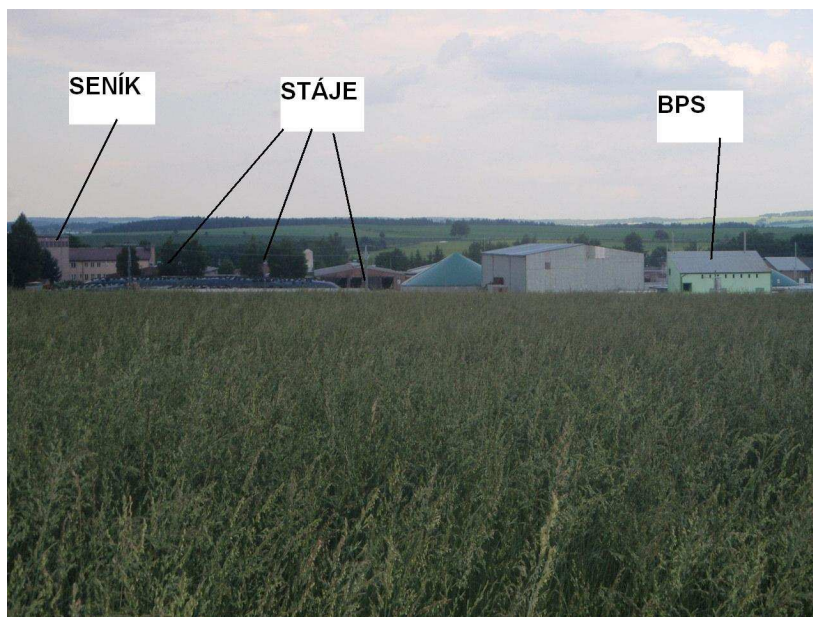
Hlukové pozadí – extravilán 35 dB; seník 48 dB

Graf 5.2.5.1. Extravilán 2 x seník 1



Hlukoměr umístěný na poli zaznamenal nejvyšší hodnotu hluku 53,8 dB, ekvivalentní hladina hluku zde byla 38,63 dB. Zdroji hluku zde byly zvuky z naskladňování halového seníku, BPS a ze stájí. Na počátku měření byl slyšet od stájí traktor, ve druhé minutě měření vyjel ven ze stáje traktor a jel směrem k váze. Po té byly slyšet zvuky jen ze stájí, seníku a BPS. Ve čtvrté minutě měření začal u BPS nahrnovat manipulátor hnůj a siláž v silážním žlabu, zvuk se nesl velmi jasně směrem do polí. Hlukoměr umístěný u halového seníku zaznamenal nejvyšší hodnotu hluku 69,9 dB a ekvivalentní hladina hluku v tomto případě byla 53,7 dB. Hlukoměr byl od vjezdu do seníku vzdálen 12 m a 11,5 m ode zdi stáje. Na počátku měření byly slyšet pouze zvuky ze seníku, poté vjel do stáje vedle seníku traktor se stlačím vozem a v první minutě projížděl kolem oken blíže hlukoměru a dále projížděl pomalu stájí. Po té byly slyšet pouze zvuky ze seníku od portálového drapákového nakladače, který zde urovnával seno. Skokové zvyšování hladin hluku způsobovaly lanové navijáky nakladače vždy, když se přibližoval blíže vjezdu a nabíral seno. Ve třetí minutě měření do stáje přišly dojnice a kromě ze seníku byly slyšet i zvuky ze stáje.

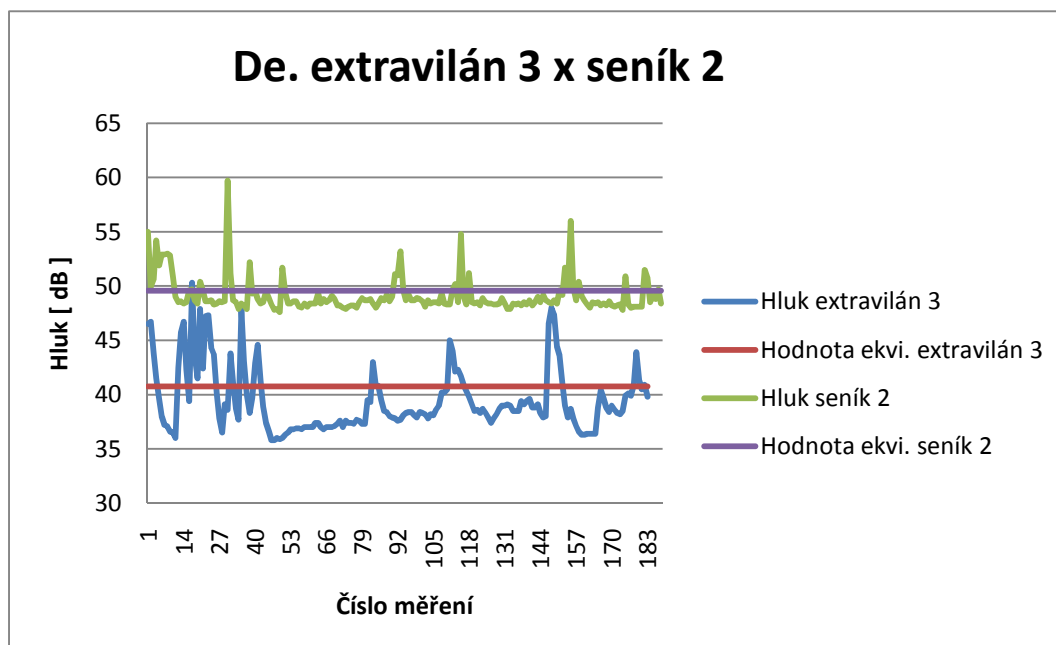
Foto 5.2.5.2. Pohled z pole V rejdích na BPS a halový seník se stájemi



### 5.2.6. Extravilán 3 x seník 2

Měření probíhalo za stejných podmínek jako to předchozí. Měření se uskutečnilo od 17<sup>50</sup> – 17<sup>53</sup>.

Graf 5.2.6.1 Extravilán 3 x seník 2



Hlukoměr umístěný na poli naměřil nejvyšší hodnotu hluku 50,3 dB, což bylo na hranici normy, ekvivalentní hladina hluku byla 40,7 dB. Na počátku měření způsobil zvýšení hluku traktor s návěsem, který odjížděl z podniku. Následně projely dva automobily po komunikaci na Červenou Lhotu, která je od podniku Agry na odvrácené straně pole V rejdích, od hlukoměru byla vzdálená 430 m jižním směrem. Mezi ní a hlukoměrem nebyly větší překážky. V podniku za seníkem projel osobní automobil. Po té byly až do konce měření zdrojem hluku pouze zvuky ze stájí, BPS a rázové zvuky ze seníku, které byly slyšet velmi jasně. Hlukoměr umístěný u halového seníku zaznamenal nejvyšší hodnotu hluku 59,7 dB. Ekvivalentní hladina hluku byla 49,56 dB. Na počátku měření odjížděl od seníku traktor s návěsem, pak byl slyšet jen nakladač v seníku. V první minutě projel v podniku za seníkem osobní automobil. Až do konce měření byly slyšet jen zvuky ze stájí a ze seníku. Rázové zvýšení hluku způsoboval drapákový nakladač v seníku, který na středové chodbě nabíral seno.

**Foto 5.2.6.2. Podhled od hlukoměru na silnici na Č. Lhotu a kamenolom**



## 6. Diskuze

Hluk je každý nežádoucí zvuk, nebo zvuk vyskytující se ve špatnou dobu na špatném místě. Většina lidí si myslí, že venkovské lokality jsou klidná místa, což ve většině případů jsou. Ale některé zemědělské práce ve venkovských oblastech s sebou přinášejí zvýšení hluku. Ten může zasahovat do činnosti lidí v jejich okolí, nebo na zemědělských pozemcích do života volně žijící zvěře, která je tak v neustálém neklidu. Zvláště při sezonních pracích, kdy je zvýšený pohyb zemědělské techniky a někde se tak mohou stroje pohybovat ne půl dne, den, ale i týden a to nejen v okolí zemědělských pozemků, ale i v okolí farem, kde je tento problém trvalejšího rázu.

V provedených měřeních bylo účelem zjistit šíření hluku ze zemědělských výrobních činností. Z toho důvodu byl jeden hlukoměr umístěn vždy u zdroje hluku a druhý v posuzované lokalitě. Proto zde budu vyhodnocovat a zmiňovat hlavně údaje zjištěné mimo zemědělské výrobní areály. Odkazovat se budu ve většině případů na posuzování zákonem stanovené ekvivalentní hladiny hluku (akustického tlaku), která je rovna 50 dB pro chráněné venkovní prostory staveb a chráněné venkovní prostory. Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou využívány k rekreaci, sportu, léčení a výuce, s výjimkou lesních a zemědělských pozemků a venkovních pracovišť (dle zákona 258 / 2000 sb.).

### 6.1. ZD Pluhův Žďár

Při měřeních v ZD Pluhův Žďár bylo zaznamenáno překročení hygienické padesáti decibelové hranice pro venkovní prostory, jak uvádí zákon, pouze v několika krátkodobých případech. A to zejména při měřeních provedených na zahradě penzionu, zde byla naměřena nejvyšší hodnota 57,7 dB. Měření provedená u čp. 92 zaznamenala nejvyšší hodnotu hluku 52,2 dB, avšak ekvivalentní hodnoty nepřekročily padesáti decibelovou hranici. Při posuzování vlivu hluku ze zemědělského provozu na intravilán lidských sídel, tak lze



konstatovat, že nebylo při těchto měřeních zjištěno překročení ekvivalentní hladiny hluku 50 dB (nevztahuje se na zemědělské pozemky a venkovní pracoviště).

Pokud zmíním lokalitu u penzionu, tak lze ale dle zjištěných dat předpokládat, že v tomto případě bude při intenzivnějším provozu na dopravně obslužné komunikaci překročen limit hranice ekvivalentní hladiny hluku 50 dB. Tento případ může nastat také v situaci, kdy bude zakládáno krmení v porodně dojníc, nebo zde bude prováděn odklíz chlěvské mrvy. Jelikož se v současné době zvyšuje kapacita penzionu a na zahradě se staví letní posezení a hřiště, byli by hosté tímto hlukem zajisté při rekreaci rušeni a nejen oni, ale i obyvatelé trvale žijící v přilehlých staveních. Když vezmu v úvahu zvukoizolační vlastnosti zdí a oken domů, lze předpokládat, že překročení 40 dB v chráněném vnitřním prostoru staveb nenastane a pokud se osoby budou pohybovat ve venkovních prostorech, tak jejich zdraví z krátkodobého působení hluku nebude ohroženo. Další zdroj hluku by v tomto případě hrál i provoz posklizňové linky na obiloviny, který je v době jejího provozu značně slyšet v intravilánu i v nočních hodinách, což může obtěžovat (hladina hluku při provozu posklizňové linky je 93 dB). Lze předpokládat, že situování staveb mezi posklizňovou linkou a obytnou zástavbou tento hluk utlumí, to by však bylo předmětem dalšího výzkumu. Přesto bych však doporučil mezi budovou bývalého teletníku, kde je dnes pouze sklad a malá konírna, a bývalou stájí u areálu penzionu, kde je dnes také pouze sklad a garáže techniky penzionu, vybudovat protihlukovou zeď. Z estetických důvodů bych se však přikláněl k vybudování protihlukového valu a ten osít travou a osázet celoročně porostlými dřevinami (thůje, tis červený, smrk ztepilý, dub letní). Ukázka v příloze 9.1 Protihluková stěna u penzionu.

Měření provedená u domu číslo 92 zjistila krátkodobé překročení hluku pouze 2,2 dB, avšak toto měření nepřekročilo padesáti decibelovou hranici ekvivalentní hladiny hluku pro venkovní prostory. Jediný hluk, který může krátkodobě ohrožovat zdraví obyvatel v přilehlých domech je ze sklizně přilehlých pozemků, to by ovšem bylo předmětem jiného výzkumu. I když se bude směrem blíže k areálu družstva pokračovat s výstavbou rodinných domů, lze předpokládat, že zdraví osob zde žijících nebude ohroženo. Avšak kvůli

hygienickému pásmu areálu by zde šly umístit pouze dvě stavební parcely. Zde jako dostatečný tlumič hluku zřejmě postačuje pás dnes vzrostlých smrků vysázený již před více jak 20 lety, když se stavěl areál VKK (příloha 9.2.).

U domu číslo 88 taktéž nebylo zaznamenáno vlivem hluku ze zemědělské činnosti překročení 50 dB ekvivalentní hladiny hluku pro venkovní prostory. Avšak jelikož je zde ve vzdálenosti 31 m od zahrady a 72 m od domu starší posklizňová linka na brambory, lze při jejím provozu předpokládat překročení hygienických limitů. Ty budou zajisté překročeny na zahradách rodinných domů, kde se obyvatelé přilehlých domů rekreují. Vezmeme - li však v úvahu zvukoizolační vlastnosti oken a zdí domů, ve vnitřních prostorách by neměly být překročeny hygienické limity. U domu čp. 88 je kolem zahrady velmi dobře situován živý plot, který až dosáhne dostatečné výše, bude mít taktéž zvukoizolační vlastnosti (příloha 9.3. Zahrady a posklizňová linka u domu čp. 88). Tato posklizňová linka má však jednu nespornou výhodu, a to že při její nečinnosti působí jako odhlučnění areálu dílen a VKK. Při situování staveb areálu a při výstavbě domů se vhodně využilo situování obytných staveb blíže do vsi a hospodářských stavení spolu se zahradami blíže k areálu ZD. Avšak v tomto případě lze předpokládat, že v době, kdy zde ještě nebyl areál ZD tyto domy (statky) měly takto situován přístup do polí.

Na měření provedená na poli V Příhonech se nevztahuje hygienický limit 50 dB ekvivalentní hodnoty hluku pro venkovní prostory. *Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou využívány k rekreaci, sportu, léčení a výuce, s výjimkou lesních a zemědělských pozemků a venkovních pracovišť (dle zákona 258 / 2000 sb.).* Zde však bylo předmětem měření zjistit, jak moc se hluk šíří z výrobního areálu a může ohrožovat volně žijící zvěř. Vezme – li v úvahu, že zde byla naměřena ekvivalentní hodnota 59,7 dB, lze uvažovat, že zvířata a ptáci žijící v blízkém okolí budou tímto hlukem jistě obtěžováni. Provoz v tomto areálu je nepřetržitý, zvýšené hladiny hluku jsou zde několikrát do roka (naskladňování 4 silážních žlabů a halového seníku), ba i několikrát denně, jelikož při vybírání krmiva ze silážních žlabů je při této činnosti běžně dosahováno hodnota 80 – 90 dB. Je tudíž ohroženo hnízdění ptáků, vyvádění mladých potomků zvěře žijící v blízkosti areálu. Mírné

snížení hladiny hluku v přilehlém okolí způsobí vzrostlé smrky patrné v příloze 9.2. a na fotografii 5.1.5.2. Pohled směrem na pole V Příhonech.

Měření provedená v tomto podniku neprokázala v době měření překročení 50 dB ekvivalentní hladiny hluku pro venkovní prostory. Při jiných činnostech, které nebyly v době měření a při sčítání více zdrojů hluku, však může k překročení těchto hygienických hladin docházet. Jak jsem se již zmiňoval v kapitole 4.3.1., kvůli dopravě lomového kamene přes Pluhův Žďár na stavbu dálnice D3 nebylo možné provést jiná měření, nebo je provést v jinou denní dobu, kdy je provoz v areálu zvýšen (příloha 9.4. Poloha areálu ZD a trasa nákladních automobilů). V příloze 9.5. Umístění ZD v obci je na fotografii ukázána poloha výrobního areálu ZD Pluhův Žďár vůči obci.

## **6.2. Agra Deštná a.s.**

Měření provedená v Agře Deštná a.s. prokázala hned v prvním případě překročení hygienické 50 dB hranice pro venkovní prostory, avšak toto překročení bylo krátkodobé a ekvivalentní hodnota hluku pro venkovní prostory nebyla překročena, naměřeno bylo pouze 47,9 dB. Další měření provedené taktéž u domu číslo 340 ukázalo nejvyšší hodnotu hluku 77,3 dB, ale bylo to způsobeno průjezdem osobního automobilu. Avšak zde byla ekvivalentní hodnota hluku pro venkovní prostory již překročena a to o 5,96 dB. Nejvyšší zdroje hluku, které zapříčinily překročení této hodnoty, byly způsobeny zemědělskou činností a to traktorem se sběracím návěsem a provozem techniky v přilehlém areálu dílen. Následující měření bylo provedeno na stejném místě, a ekvivalentní hodnota zde zjištěná byla 56,31 dB, nebylo to však způsobeno hlukem ze zemědělské činnosti, nýbrž automobily z pozemní komunikace. Z těchto měření je patrné, že v této lokalitě bude ekvivalentní hodnota hluku pro venkovní prostory překračována hlavně z provozu na pozemní komunikaci a z areálu dílen. Jelikož je tato komunikace také přístupovou komunikací do výrobního areálu Agry, lze předpokládat, že při zvýšeném pohybu zemědělské techniky tento hluk bude způsobovat ona. I když vezmu v úvahu zvukoizolační účinky materiálů zdí (pórovité cihly itong) a oken

(vícevrstvá tepelně izolační skla), neměl by uvnitř staveb překročen 40 dB limit. Avšak pobyt na zahradě již nemusí být vždy příjemný. Při častějších návštěvách venkovních prostor zahrady může po několika letech dojít k ohrožení zdraví, nebo neklidnému spánku. Proto bych nedoporučoval stavět v této lokalitě další nové rodinné domy. A kolem komunikace, či zahrad vystavět, nebo vysázet protihlukovou stěnu (vysoký dřevěný plot, thůje, ...) Dalším opatřením, které bych navrhl v tomto místě, je výměna plotu z pletiva, který ohraničuje areál dílen za nově vystavenou zeď ze zvuku pohltivého materiálu. Tyto měření měly mimo jiné za úkol zjistit, zda hluk, který se šíří z výrobního areálu, zde nepřekračuje zákonem stanovené limity a měřením bylo zjištěno, že nikoliv. Velmi dobře zde totiž působí vzdálenost 180 m výrobního areálu Agry od této občanské zástavby a mezi nimi vzrostlý pás vysokých stromů, který je v nejužším místě široký 23 m (příloha 9.6. Dílny a výrobní areál).

Následující měření mělo za úkol zjistit, zda hluk spojený s běžným provozem BPS nějak ovlivňuje přilehlé okolí. Při tomto měření byla několikrát rázově překročena hranice 50 dB, avšak ekvivalentní hodnota hluku pro venkovní prostory překročena nebyla. Je však možné, že při naskladňování silážních žlabů u bioplynové stanice bude v tomto období překročena 50 dB a hluk se tak bude šířit do značné vzdálenosti oproti měření v Pluhově Žďáru, zde totiž chybí jakákoliv hluková bariéra. Vezmeme – li ovšem v úvahu, že přilehlé pozemky (tedy i ten, na kterém se měřilo) jsou zemědělské, zákon se v tomto případě neporušuje a na obyvatele nemá tento hluk vliv. Přesto bych tímto směrem rozšiřování občanské zástavby směrem od komunikace na Červenou Lhotu nedoporučoval.

Taktéž při posuzování šíření hluku vznikajícího při navážení sklizeného sena do halového seníku nebylo zjištěno překročení ekvivalentní hodnoty hluku 50 dB. Hodnota vyšší jak 50 dB byla zjištěna pouze v několika krátkodobých případech. Jelikož byla ovšem měření provedena opět na zemědělských pozemcích, zákonem stanovené limity porušeny nebyly. Hluk zde změřený může a má ovšem neblahé důsledky na volně žijící zvěř. V místě, kde byl umístěn na poli hlukoměr a jeho blízkém okolí, nejsou od doby provozu BPS viděni hnízdit ptáci a taktéž se k areálu více nepřibližuje volně žijící zvěř (vlastní

pozorování a výpovědi místních obyvatel). Hluk pronikající ven z budovy, kde jsou umístěny generátory, totiž působí jako vysokofrekvenční a ten volně žijící zvěři vadí. Hluk v blízkém okolí výrobního areálu Agry tak má značný vliv na život volně žijících druhů zvěře a ptáků. Proto bych doporučil výsadbu nových stromů (finančně výhodnější varianta) v lokalitě od halového seníku, kolem silážních žlabů k BPS a u ní umístěných silážních žlabů. Jak je vidět v příloze 9.7. v tomto místě je absence jakékoliv překážky, ale dále u posklizňové linky na brambory stromy opět jsou. Můžeme říci, že silážní žlaby umístěné u stájí částečně tlumí hluk ze stájí a z obslužné komunikace mezi nimi a stájemi.

Měření zde provedená neprokázala šíření hluku z výrobního areálu Agry do občanské zástavby, na rozdíl od neblahého účinku na volně žijící zvěř. Avšak provoz v areálu opravářských dílen, kde jsou taktéž garážovací prostory, spolu s dopravou vedenou do výrobního areálu po přilehlé pozemní komunikaci prokázala překročení 50 dB ekvivalentní hodnoty hluku pro venkovní prostory. Jak jsem se zmínil výše, z tohoto provozu hluk obtěžuje pouze volně žijící zvěř, hluk se do občanské zástavby nešíří díky pásu vzrostlých stromů a dostatečné vzdálenosti. Pokud jde o občanskou zástavbu, která je vidět z měřicího místa na fotografii 5.2.6.2. je pole V rejdích svou plochou (vzdálenost domů od areálu) dostatečnou ochranou, zde můžeme brát v úvahu pouze hluk vzniklý při pracích na tomto pozemku, avšak ten pro svou krátkodobost pravděpodobně neohrozí zdraví obyvatel více, než provoz na přilehlé pozemní komunikaci.

## 7. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo změřit hlučnost dvou zemědělských provozů, určit vliv hluku v nich vznikající na intravilán a extravilán lidských sídel. Měření byla záměrně provedena ve venkovské lokalitě, jelikož zde se předpokládá zvýšený výskyt rekreujících se osob, které si chtějí odpočinout od městského hluku.

Z mnou provedených měření v Pluhově Žďáru mohu říci, že zákonem stanovené limity ekvivalentní hladiny hluku pro venkovní chráněné prostory nebyly překročeny a tudíž tento provoz z pozice hlukového zatížení v této době vyhovoval. Píši vyhovoval, jelikož jak jsem se již zmínil výše, při větším provozu techniky v areálu a při vícero prací již tyto limity mohou být pravděpodobně překročeny, a proto bych doporučil vhodná opatření. Doprava z komunikace, po které jezdila zemědělská technika v době měření, nemůže být přesměrována na jinou, protože již dříve se doprava nad 3,5 t přeložila na tuto komunikaci z důvodů stížností na zvýšený hluk v její blízkosti.

Měření provedená v Deštné zjistila překročení ekvivalentní hodnoty hluku pro venkovní prostory při měřeních provedených v blízkosti areálu dílen a komunikace, po které jezdí technika do výrobního areálu. Jelikož tato komunikace je veřejná a není to pouze obslužná komunikace do výrobního areálu, nelze předpokládat iniciativu managementu Agry a.s. vybudovat zde protihlukovou stěnu, mohli by jí ale iniciovat místní zastupitelé a rovněž zde již nepovolovat novou výstavbu domů. Agra by však měla odhlučnit provoz opravářských dílen. Zde v Deštné je velmi dobře vidět, jak funguje jako protihluková ochrana dostatečná vzdálenost jakéhokoliv výrobního provozu a také široký a vysoký pás stromů. Dle toho zjištění bych doporučil jako ochranné hlukové pásmo vzdálenost 180 – 200 m.

Otázkou ovšem zůstává vliv hluku na volně žijící zvěř, jelikož v zahraničních studiích byly prokázány účinky hluku vyšší než 70 dB. Avšak lze předpokládat, že zvířata jelikož mají citlivější sluch, budou hlukem více obtěžováni než lidé. Hluk na pozemcích v blízkosti výrobních areálů tak má na zvěř jistě vliv, především na hnízdění ptáků, vyvádění mláďat a neklid při příjmu potravy.

Někteří jedinci si na tento hluk mohou zvyknout, přizpůsobit mu své hlasové projevy (komunikaci), ale nedorozumí se už s jedinci stejného druhu žijícími v klidné lokalitě. V těchto okrajových lokalitách je tak narušováno welfare volně žijící zvěře a ptactva, je tak ohrožena i jejich reprodukce.

Oba dva provozy bych až na pár výjimek neshledal jako příliš hlučné a rekreování v tomto regionu po některých úpravách nebude rušeno zemědělskými provozy. Hluk je nežádoucí článek moderní doby a řekl bych, že na venkově je nežádoucí ještě více, než ve městech. Proto by se zemědělské podniky měly snažit předcházet jeho šíření a vzniku vůbec. Zaměstnancům nebude hrozit poškození sluchu, vytvoří se tišší provozy a zamezí se obtěžování třetích stran hlukem. Je tak předpoklad pro lepší sousedské vztahy lidí žijících v blízkosti zemědělských podniků a lidí ve vedení podniku.

Menší rušení hlukem = méně stížností + spokojenost zaměstnanců a sousedů.

## 8. Použitá literatura

### Tištěné texty

- [ 1 ] Günther B., Hansen K. H., Veit I. - Technische Akustik – Ausgewählte Kapitel, Esslingen, Expert Verlag 2008,
- [ 2 ] Havránek J. a kol. - Hluk a zdraví, 1. vydání, Avicenum, zdravotnické nakladatelství, Praha 1990,
- [ 3 ] Laurent J. – Vliv automobilové dopravy na životní prostředí ve městech – snahy o snižování hladiny dopravního hluku, ÚVTEI, Praha 1987,
- [ 4 ] Liberko M. – Hluk v prostředí, Problematika a řešení, Ministerstvo životního prostředí, Praha 2004,
- [ 5 ] Smetana C. a kol. – Hluk a vibrace, měření a hodnocení, 1. vydání, Sdělovací technika, Praha 1998,
- [ 6 ] Smetana C. – Měření hluku a chvění, 1. vyd., Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1974,
- [ 7 ] ŠOCH M. - Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu. Habilitační práce, VFU, Brno, 1997,195 s.,
- [ 8 ] Brumm H. - The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird, Journal of Animal Ecology, British Ecological Society 2004, 73, 434 - 440
- [ 9 ] Doucha P., Bernard M., Fadrný M, Matějka L. - Hluk ve vnějším prostředí - Právní rádce občana obtěžovaného hlukem, Ekologický právní servis, Tábor 2007,
- [ 10 ] Šístková M., Peterka A., Hluková zátěž okolního prostředí při sklizni trvalých travních porostů, Mechanizace zemědělství, 4/2010, roč. 60, str. 64 – 68,
- [ 11 ] Peterka A., Šístková M., Hluk jako významný narušitel životního prostředí, Mechanizace zemědělství, 10/2007, roč. 57, str. 39 – 41,
- [ 12 ] Kožnar, Petr. Hluk v dopravě a jeho vliv na životní prostředí : Diplomová práce, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2004, str. 29,



- [ 13 ] Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů,
- [ 14 ] Nařízení vlády č.502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací,
- [ 15 ] Zákon č. 100/2000 Sb. Posuzování vlivů na životní prostředí,
- [ 16 ] 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.
- [ 17 ] 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.

## Internetové zdroje

- [ 18 ] Informační systém pro evidenci studijní agendy [ online ]. © 2000 Západočeská univerzita v Plzni [ cit. 2011-1-16 ]. Dostupný z [www: http://stag.zcu.cz/fel/ket/CHH/cviceni/vykon.pdf](http://stag.zcu.cz/fel/ket/CHH/cviceni/vykon.pdf),
- [ 19 ] Zemědělská fakulta Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích [ online ]. © Zemědělská fakulta jihočeská univerzita v Českých Budějovicích [ cit. 2011-1-16 ]. Dostupný z [www: http://home.zf.jcu.cz/public/departments/kzt/setkani07/hluk%20konfer%202007.doc](http://home.zf.jcu.cz/public/departments/kzt/setkani07/hluk%20konfer%202007.doc),
- [ 20 ] Zdravotní ústav se sídlem v Brně [ online ]. ©2011 Zdravotní ústav se sídlem v Brně [ cit. 2011-1-28 ]. Dostupný z [www: http://www.zubrno.cz/studie/kap06.htm](http://www.zubrno.cz/studie/kap06.htm),
- [ 21 ] Evropská agentura pro bezpečnost a zdraví při práci [ online ]. © 1998-2008 Evropská agentura pro bezpečnost a zdraví při práci [ cit. 2011-1-28 ]. Dostupný z [www: http://osha.europa.eu/cs/sector/agriculture/noise](http://osha.europa.eu/cs/sector/agriculture/noise),

- [ 22 ] Centrum informačních technologií, Oddělení infrastruktury IT,  
Dokumentace a návody pro uživatele sítí [ online ]. © 2007-2010 VŠB-TU  
Ostrava [ cit. 2011- 2-3 ]. Dostupný z www:  
[http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly\\_akustika.htm](http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm),
- [ 23 ] Techmania science center [ online ]. © 2008 Techmania [ cit. 2011-2-3 ].  
Dostupný z www:  
[http://www.techmania.cz/edutorium/art\\_exponaty.php?mn1=100&mn2=431&xkat=fyzika&xser=416b757374696b61h](http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?mn1=100&mn2=431&xkat=fyzika&xser=416b757374696b61h),
- [ 24 ] Rocowool tepelné a protipožární izolace [ online ]. © Rockwool  
InternationalA/S [ cit. 2011-2-9 ]. Dostupný z www:  
<http://pruvodce.rockwool.cz/media/60336/akustika-prumyslovych-staveb.pdf>,
- [ 25 ] Internetový časopis Oko [ online ]. Dostupný z www:  
<http://oko.yin.cz/18/zvuky-more/>,
- [ 26 ] VTM.cz / věda, technologie, technika budoucnost [ online ]. © 2006-2011  
Mladá fronta a.s. [ cit. 2011-2-9 ]. Dostupný z www:  
<http://vtm.zive.cz/clanek/prilis-hlucna-priroda>,
- [ 27 ] Národní referenční laboratoř pro komunální hluk [ online ]. © 2004 - 2010  
nrl.cz [ cit. 2-9 ]. Dostupný z www: <http://www.nrl.cz/index.php?cat=3>,
- [ 28 ] AKSON měření a snižování hluku [ online ]. Akson © 2009 – 2010  
[ cit. 2011-2-13 ]. Dostupný z www: <http://akson.cz/index.php>,
- [ 29 ] Centrum protihlukové ekologie, s.r.o. [ online ]. © Centrum protihlukové  
ekologie [ cit. 2011-2.13 ]. Dostupný z www:  
[http://www.hluk.eu/av\\_index.htm](http://www.hluk.eu/av_index.htm),
- [ 30 ] Volcraft [ online ]. Shoptet.cz [ cit. 2011-2-20 ]. Dostupný z www:  
<http://www.voltcraft.cz/hlukomery-2/>,
- [ 31 ] DEPARTMENT OF PRIMARI INDUSTRIES [ online ]. © 1996 – 2011  
State Government of Victoria [ cit. 2011-3-19 ]. Dostupný z www:  
<http://new.dpi.vic.gov.au/agriculture/environment-and-community/living-rural-victoria/agricultural-impacts>,

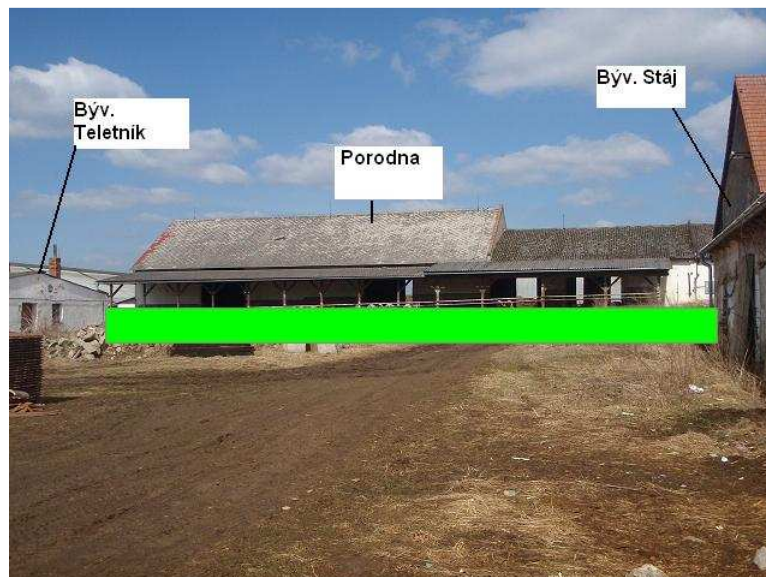
[ 32 ] MINISTRY OF AGRICULTURE FOOD & RURAL AFFAIRS [ online ]. © Copiright 2010 Queen's Printer for Ontario [ cit. 2011-3-19 ]. Dostupný z www: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/96-033.htm>.

## Obrázky

- [ 33 ] AKSON měření a snižování hluku [ online ]. Akson © 2009 – 2010 [ cit. 2011-2-26 ]. Dostupný z www: <http://akson.cz/sluzby/realizace-akustickych-opatreni/protihlukove-steny.php>,
- [ 34 ] Centrum protihlukové ekologie, s.r.o. [ online ]. © Centrum protihlukové ekologie [ cit. 2011-2-27 ]. Dostupný z www: [http://www.hluk.eu/ga\\_index.htm](http://www.hluk.eu/ga_index.htm),
- [ 35 ] Mapy.cz [ online ]. © Seznam.cz, a.s. [ cit. 2011-3-17 ]. Dostupný z www: <http://mapy.cz/>,
- [ 36 ] Optimalizace trati Horní Dvořiště st. hranice – České Budějovice [ online ]. © Copyright 2008 SŽDC.[ cit 2011-2-26 ]. Dostupný z www: <http://www.hdcb.cz/photodoc/20/category>,
- [ 37 ] Plastová okna Andrle [ online ]. © Plastová okna Andrle 2010 [ cit. 2011-2-27 ]. Dostupný z www: <http://www.plastova-okna-andrle.cz/plastova-okna-dvere.php>,
- [ 38 ] scea landscape architecture [ online ]. © 2010 [ cit. 2011-2-27 ]. Dostupný z www: <http://www.skea.info/category/projekty/page/2>,
- [ 39 ] ŘADOVKY VRÁTO.CZ [ online ]. © 2008-2011 ŘadovkyVráto.cz [ cit. 2011-2-26 ] Dostupný z www: <http://www.radovkyvrato.cz/>,
- [ 40 ] Žaluzie a markýzy [ online ]. © Copyright 2010 [ cit. 2011-2-26 ]. Dostupný z www: [www.zaluzie-a-markyzy.cz](http://www.zaluzie-a-markyzy.cz),

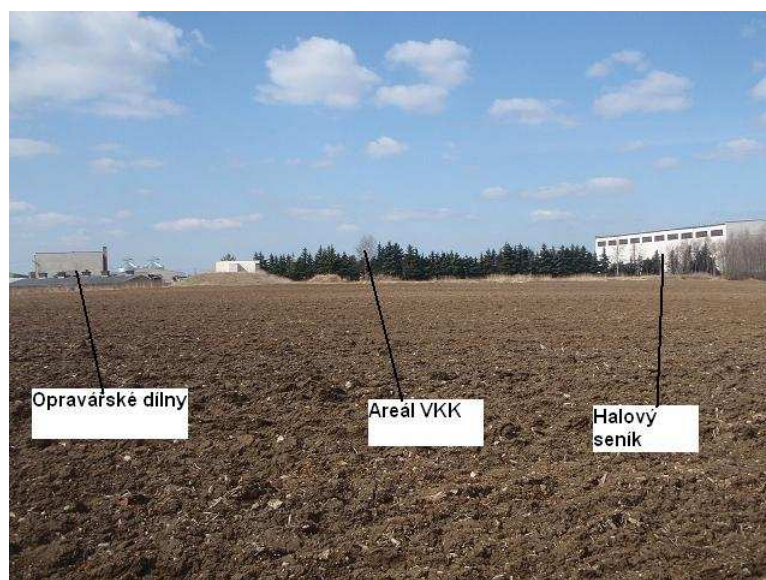
## 9. Přílohy

### 9.1. Protihluková stěna u penzionu



Zelenou barvou je znázorněno umístění protihlukové stěny.

### 9.2. Pás smrků kolem areálu VKK



Mezi opravářskými dílnami a halovým seníkem je patrný pás vzrostlých smrků široký 2 m. Mezi ním a dílnami je nepatrně vidět začínající výstavba nové

posklizňové linky na obiloviny, která jistě také bude svým provozem zvyšovat hlukové zatížení v této oblasti.

### 9.3. Zahrady a posklizňová linka u domu čp. 88



Na obou fotografiích je vidět rostoucí živý plot, který v dosažení určité výšky bude mít zvukoizolační vlastnosti. Vynechanou mezerou patrnou na spodní fotografii sice hluk bude pronikat, ale ta je ponechána z důvodu přístupu na pozemek. Na horní fotografii je šipkou znázorněn směr, kterým se nachází areál VKK, v němž jsou silážní žlaby.

## 9.4. Poloha areálu ZD a trasa nákladních automobilů

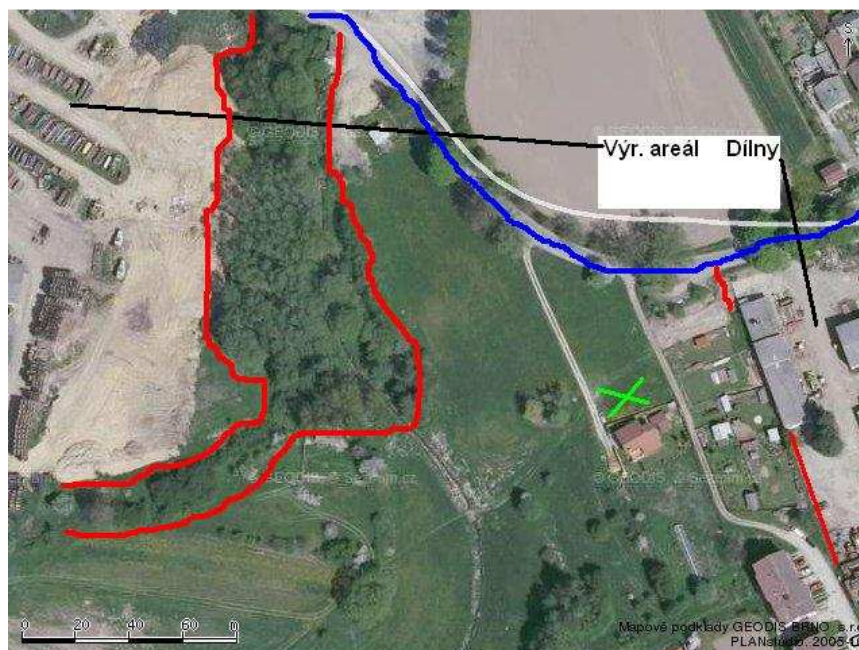


Červenou barvou je zvýrazněna trasa nákladních automobilů a zelenými křížky místa měření patrná na této fotografii.

## 9.5. Umístění ZD v obci

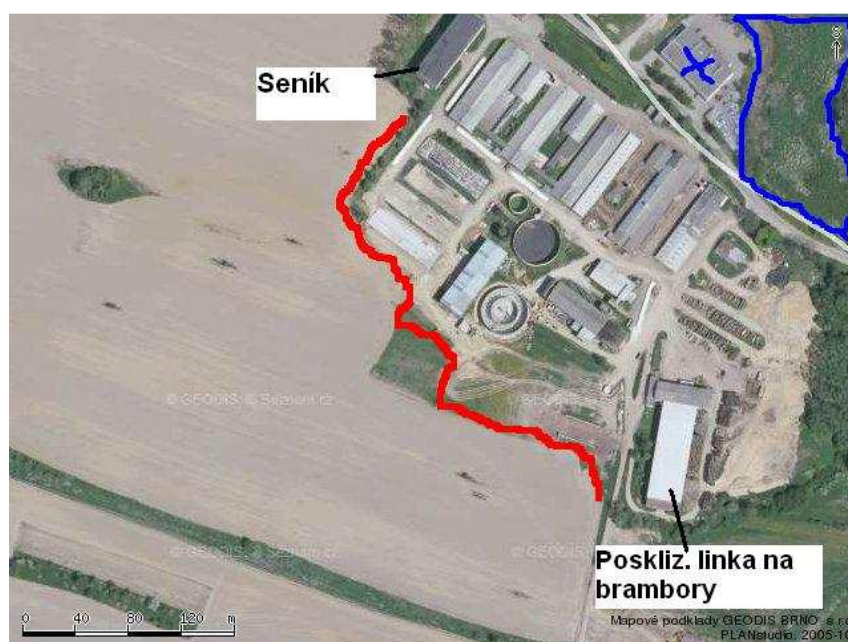


## 9.6. Dílny a výrobní areál



Zeleným křížkem je označeno místo měření u domu č. 340, modrou je barvou je komunikace, po které jezdí technika do výrobního areálu. Červenou barvou je zvýrazněn pás stromů odhlučňující výrobní areál a místo pro výstavbu protihlukových zdí ohraničujících areál dílen.

## 9.7. Doporučená výsadba zeleně



V tomto případě je červenou barvou zvýrazněno doporučené protihlukové opatření. Modrou barvou provozovna žárové zinkovny a rybníku, na kterém probíhaly rozsáhlé revitalizační práce, tyto totiž mohly ovlivňovat měření a byl by tak naměřen i hluk vzniklý z prací v těchto místech.

## 9.8. Umístění areálu Agry a.s. v obci

