

## HLUKOVÁ EXPOZICE PŘI STAVEBNÍCH PRACÍCH

### NOISE EXPOSURE IN THE COURSE OF BUILDING OPERATIONS

#### Abstrakt

Článek se zabývá hodnocením hlukové zátěže v pracovním prostředí a prezentací výsledků provedených měření hlukové zátěže vybraných profesí na několika staveništích. Příspěvek poukazuje na variabilitu hlukové expozice a problematiku osobní ochrany pracovníků vykonávajících stavební práce.

**Klíčová slova:** hluková expozice, rizika ve stavebnictví, bezpečnost a ochrana zdraví při práci, hygienické limity

#### Abstract

The article engages with assessment of noise exposition at work environment and presents outcomes of noise monitoring in selected construction professions at several building sites. The article adverts on variability of noise exposure and on problems of personally protection of workers in the course of building operations.

**Key words:** noise exposition, risks in building industry, health safety and protection at a building site, hygienic requirements.

#### Úvod

Stavebnictví je, na rozdíl od jiných průmyslových oborů ekonomických činností, výrazně specifické jak v přípravě, organizaci i ve vlastním provozu a provádění prací. Jeho bezpečnostní požadavky si zasluhují zvláštní pozornost. Důslednost věnovaná problematice bezpečnosti a ochraně zdraví při práci vede na jedné straně ke snížení finančních prostředků vynaložených na ošetření a případnou rekonvalescenci zraněných pracovníků a na straně druhé především zlepšuje jejich pracovní podmínky a prostředí.

Každá stavba je ve své podstatě jedinečná s různorodými pracovními postupy a metodami realizace. Pracovní činnosti vykonávané na stavbě nesmí ohrožovat lidské zdraví ani životní prostředí. Při provádění prací je nutné dodržovat veškeré příslušné právní předpisy, stanovené pracovní postupy a zásady bezpečné práce, aby nedocházelo k ohrožení zdraví pracovníků nebo jakýchkoliv jiných osob vyskytujících se na staveništi či v jeho blízkosti. Charakteristickým znakem stavebnictví je krátkodobost stavebních prací za současné přítomnosti a činnosti více subjektů. V souladu se zákonnými požadavky musí být zajištěno, aby jeden subjekt neohrožoval svojí činností druhý. Rizikové faktory, které se nejčastěji vyskytují ve stavebnictví a které ze zdravotního hlediska mají vliv na kvalitu pracovních podmínek, jsou zejména fyzická zátěž, prach, vibrace, tepelná i chladová zátěž a hluk. Všechny další rizikové faktory včetně chemických látek, biologických činitelů nebo výkonu prací ve zvýšeném tlaku vzduchu lze očekávat také u charakteristických stavebních prací. Hluková expozice zaměstnanců ve stavebnictví je proměnlivá, obdobně jako

---

<sup>1</sup> Ing., VŠB – TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnostního managementu, Lumírova 13, 700 30 Ostrava – Výškovice, e-mail: [svetla.fiserova@vsb.cz](mailto:svetla.fiserova@vsb.cz)

u ostatních rizikových faktorů, s ohledem na druh a charakter prováděných stavebních prací a také s ohledem na používané strojní zařízení, které je zdrojem hluku. Zdrojem největšího hluku na staveništích je provoz strojního vybavení a pracovních strojů používaných zaměstnanci při vykonávání jejich činností. Emitovaný hluk nepůsobí jen na zaměstnance obsluhujícího daný stroj, ale šíří se do okolí a ovlivňuje všechny osoby přítomné na pracovišti a také v okolí staveniště.

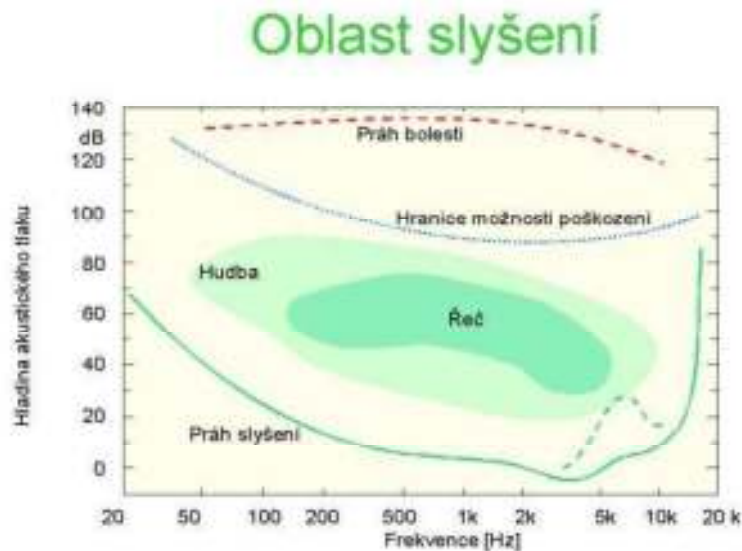
### **Závazné právní předpisy vztahující se k ochraně zdraví před hlukem**

V České republice je problematika ochrany zdraví před hlukem řešena podrobně a v plném souladu s příslušnými platnými směrnici EU. Jedná se zejména o zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon zmocňuje ministerstvo zdravotnictví vydání prováděcích právních předpisů, kterými jsou vládní nařízení č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před hlukem a vibracemi a vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky kategorizace prací. Zákon o ochraně veřejného zdraví řeší práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany veřejného zdraví, soustavu orgánů ochrany veřejného zdraví a úkoly dalších orgánů v oblasti hodnocení a snižování hluku.[6] Ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku je rozpracována v nařízení vlády č.148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Tento právní předpis specifikuje minimální požadavky k ochraně zdraví před hlukem a vibracemi a upravuje hygienické limity hluku a vibrací na pracovištích. Konkrétně řeší problematiku ustáleného, proměnného, impulsního a vysokofrekvenčního hluku, ultrazvuku, infrazvuku a nízkofrekvenčního hluku. Řeší hodnocení rizika hluku a opatření k ochraně zdraví zaměstnanců, zabývá se problematikou hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb, v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru. Nařízení také řeší expozici vibracím, a to konkrétně v chráněných vnitřních prostorech staveb a na pracovištích, formuluje požadavky na měření a hodnocení hluku a vibrací, určuje korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb, korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru, korekce na využití prostoru ve stavbách a chráněném vnitřním prostoru staveb, denní dobu a povahu vibrací.[7] Podmínky pro zařazování prací do kategorií jsou obsaženy ve vyhlášce ministerstva zdravotnictví č. 432/2003 Sb., kterou se provádí zákon 258/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Konkrétně jsou v ní uvedeny kritéria, faktory a limity pro zařazování prací do kategorií. V přílohách jsou pak jednotlivá kritéria pro kategorizaci 13 rizikových faktorů podrobně popsána. Jedná se o tyto faktory pracovního prostředí: prach, chemické látky, **hluk**, vibrace, neionizující záření a elektromagnetické pole, fyzická zátěž, pracovní poloha, zátěž teplem, zátěž chladem, psychická zátěž, zraková zátěž, práce s biologickými činiteli a práce ve zvýšeném tlaku vzduchu.[8]

### **Hluk a jeho vlastnosti**

Za hluk označujeme jakýkoliv nepříjemný, rušivý nebo pro člověka škodlivý zvuk. Zvuk představuje z fyzikálního hlediska mechanické vlnění pružného prostředí. Zvukem nazýváme všechny změny tlaku ve vzduchu, vodě a jiném prostředí, rozpoznatelné lidským sluchem. Změny tlaku více než 20krát za sekundu jsou vnímatelné sluchem. Počet změn tlaku za sekundu určuje kmitočet (frekvence) zvuku, tj. jeho výšku, a jednotkou je 1 Hz (Herz). Zdravý sluch vnímá zvuk v rozsahu kmitočtů 20 Hz až 20 kHz. Neslyšitelný zvuk s kmitočty pod 20 Hz nazýváme **infrazvukem** a s kmitočty nad 20 kHz **ultrazvukem**. Subjektivně vnímáme hlasitost, výšku a barvu zvuku. Hluk se udává pro účely hygienických hodnocení

v jednotkách decibel [dB]. Lidský sluch vnímá nejen výšku zvuku, ale také amplitudu (tj. velikost) změn tlaku, čili akustický tlak. Práh slyšení je subjektivní vnímání zvuku na různých kmitočtech a je ohraničen na Obrázku č. 1 zelenou křivkou. Zelenými plochami jsou označeny oblasti vnímání řeči a hudby. Důležitá je modrá křivka poškození sluchu (cca 85 dB). Když se sluchový vjem mění v pocit bolesti, hovoříme o tzv. prahu bolesti (individuálně nad 125 dB). [1]



**Obrázek č. 1: Oblast slyšení [2]**

Při posuzování hluku se nejčastěji zabýváme hlukem, který se šíří od zdroje vzduchem. Subjektivně rozeznáváme hlasitost, výšku a barvu zvuku. Podle časového průběhu rozdělujeme zvuk na ustálený, proměnný, přerušovaný nebo impulsní.

**Ustálený hluk** je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě nemění v závislosti na čase o více než 5 dB.

**Proměnný hluk** je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě mění v závislosti na čase o více než 5 dB.

**Přerušovaný hluk** je proměnlivý hluk měnící náhle hladinu akustického tlaku nebo hladinu hluku, který je v průběhu hlučného intervalu ustálený.

**Impulsní hluk** je hluk tvořený jedním impulsem nebo sledem zvukových impulsů, doba trvání každého impulsu je kratší než 0,2 s. Vysoce impulsní hluk je tvořen impulsy ve venkovním prostoru, jejich zdrojem je např. střelba, trhací, důlní a demoliční práce s pomocí výbušnin či nárazy při posouvání vagónů. [3]

### **Hluk v pracovním prostředí**

Při posuzování pracovního prostředí se nejčastěji zabýváme hlukem šířícím se vzduchem. Zvukové vlny se však od zdroje mohou šířit stavební nebo strojní konstrukcí a následně mohou být vyzářeny do pracovního prostoru. Na pracovištích se rozlišuje:

**Hluk pozadí** není vyvolán měřeným hlukem. 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. Při posuzování hluku na pracovištích se rozlišují měření hluku na pracovním místě, měření hluku v pracovním prostoru, měření hlukové zátěže jednotlivce.

**Měření na pracovním místě** se provádí v případech, kdy se pracovník zdržuje převážně na jednom pracovním místě a zbývající expozice hluku je nepodstatná.

**Měření hluku v pracovním prostoru** se uskutečňuje v případech, kdy v pracovním prostoru je rozmístěno větší množství obdobných zdrojů hluku a lidé při práci mění pracovní místa.

**Přímé měření hlukové zátěže jednotlivce** se provádí v případech, kdy pracovník mění často pracovní místo a hluk na jednotlivých místech je značně rozdílný. Pro přímé měření hlukové zátěže se používají osobní hlukové expozimetry. [4]

## **Měření a hodnocení hlukové zátěže**

Standardní metody měření hluku na pracovištích předepisují pro každý typ hluku tři měřicí metody lišící se přesností a nároky na měření. Jsou to tyto metody:

- podrobná měření (1. třída) – provádějí se s nejistotou 1,5 dB,
- běžná měření (2. třída) – s nejistotou do 3 dB,
- přehledová měření (3. třída) – s nejistotou do 8 dB.

Měření na pracovním místě se provádí v případech, kdy pracovník pobývá déle než 300 minut na jednom pracovním místě a zbývající expozice hluku není významná. Hluk v pracovním prostoru se měří při rozmístění většího množství obdobných zdrojů hluku v prostoru a změnách pracovních míst jednotlivých pracovníků. Měření hlukové zátěže jednotlivce je vhodné tehdy, když pracovník mění často pracovní místa s různou hlučností [1].

Měření hluku na pracovištích se provádí v souladu s platnými mezinárodními standardy, zejména ČSN ISO 9612 Akustika – Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí, 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 a měření hluku prostředí – Část 2: Získávání údajů souvisejících s využitím území, ČSN ISO 1996–3 Akustika – Popis a měření hluku prostředí – Část 3: Použití při stanovení nejvyšších přípustných hodnot hluku, ČSN ISO 1999 Akustika Stanovení expozice hluku na pracovišti a posouzení zhoršení sluchu vlivem hluku.

Pro stanovení zhoršení sluchu a rizika nedoslýchavosti v důsledku expozice hluku je třeba buď přímo měřit zvukoměrem, integrujícím zvukoměrem nebo vypočítat na základě měření akustického tlaku a doby expozice průměrnou expozici zvuku  $A$ ,  $E_{A,8h}$  anebo hladinu expozice hluku normalizovanou pro běžnou pracovní dobu 8h,  $L_{EX,8h}$ . Taková měření lze provádět s přístroji stacionárními nebo s přístroji připevněnými k osobě. Místo měření a doba měření se volí tak, aby vyjadřovaly expozici hluku pro den, který je podle zkušeností typický pro populaci v riziku. Měření se dělí na přímé a nepřímé měření denní hlukové expozice a měření denní expozice hluku metodami vzorkování a statistického rozdělení. Měřicí přístroje pro měření hluku musí splňovat tyto minimální požadavky: frekvenční váhové

charakteristiky měřících přístrojů splňují požadavky IEC651, kvadrát akustického tlaku A bude integrován v průběhu vhodného časového intervalu pro účely indikace expozice zvuku A,  $E_{A, T}$  a ekvivalentní hladiny zvuku A,  $L_{Aeq, T}$  a zajištění dynamického rozsahu dostatečného pro potřeby použití a zajištění, aby nežádoucí elektrický šum a kapacita pro přebuzení přístroje byly v požadovaných mezích. Kalibrace a přezkoušení – celé zařízení musí být kalibrováno a uspořádání při kalibraci a přezkušování musí odpovídat požadavkům podle instrukcí výrobce. Umístění mikrofonu – měření akustického tlaku za účelem zjištění expozice zvuku A anebo ekvivalentní hladiny zvuku A se má provádět s mikrofonem umístěným v místech, ve kterých se normálně nachází hlava příslušné osoby a za nepřítomnosti této osoby. Je-li nezbytné, aby osoba byla přítomna nebo se pohybovala okolo, je třeba umístit mikrofon  $0,1m \pm 0,01m$  od okraje zvukovodu vnějšího ucha na straně tohoto ucha, které přijímá vyšší hodnoty expozice zvuku A nebo ekvivalentní hladiny zvuku A [10].

Posuzování hluku na pracovištích se provádí výlučně využitím limitů hlukové imise. K veličinám pro hodnocení ustáleného, proměnného a impulsního hluku patří:

- ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq, T}$  a je dána vztahem:

$$L_{Aeq, T} = 10 \log \left( \frac{1}{T} \right) \int_0^T 10^{0,1 L_t} dt \text{ [dB]} \quad (1)$$

$p_A(t)$  – okamžitý akustický tlak v Pascalech frekvenčně vážený filtrem A

$L_{(t)}$  – okamžitá hladina akustického tlaku v dB

T – doba, ke které se ekvivalentní hladina vztahuje

- směnová hladina expozice hluku  $L_{EX, 8h}$  a je dána vztahem:

$$L_{EX, 8h} = L_{Aeq, T_e} + 10 \log \left( \frac{T_e}{T_0} \right) \text{ [dB]} \quad (2)$$

$L_{Aeq, T_e}$  – ekvivalentní hladina akustického tlaku A pro dobu  $T_e$

$T_e$  – efektivní doba trvání pracovního dne

$T_0$  – referenční doba (8h)

- týdenní hladina expozice hluku  $L_{EX, w}$  a je dána vztahem:

$$L_{EX, w} = 10 \log \left( \frac{1}{5} \right) \sum_{k=1}^m 10^{0,1(L_{EX, 8h})_k} \text{ [dB]} \quad (3)$$

$(L_{EX, 8h})_k$  – hodnoty  $L_{EX, 8h}$  pro každý z m pracovních dnů uvažovaného pracovního týdne

Impulsní hluk se hodnotí podle špičkové hladiny akustického tlaku C nebo ekvivalentní hladiny akustického tlaku A stanovené s časovou charakteristikou I. Vysokofrekvenční hluk a ultrazvuk se hodnotí podle hladin akustického tlaku v třetinooktávových pásmech. [9], [7]

Po zhodnocení hlukové expozice se provádí kategorizace prací. Podle míry rizika pro lidské zdraví se v souladu s platným právním předpisem [8] daná práce zařadí do:

- první kategorie – práce vykonávané za podmínek, při nichž nejsou překročeny kritériální hodnoty pro zařazení do druhé kategorie (prakticky u ustáleného nebo proměnného hluku, ustáleného nebo proměnného hluku s prokazatelným podílem impulsního hluku  $L_{Aeq, 8h} \leq 75$  dB),
- druhá kategorie – práce, při nichž jsou osoby exponovány:
  - ustálenému nebo proměnnému hluku, ustálenému nebo proměnnému hluku s prokazatelným podílem impulsního hluku nebo hluku, který sestává během pracovní doby z dílčích expozic hluku, jejichž ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq, 8h}$  je vyšší než nejvyšší přípustná hodnota stanovená pro osmihodinovou směnu zvláštním právním předpisem snížená o 10 dB, avšak nepřekračuje tuto nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou pracovní dobu – prakticky :  $75\text{dB} < L_{Aeq, 8h} \leq 85$  dB,
  - po dobu trvání některé dílčí pracovní operace ustálenému nebo proměnnému hluku, ustálenému nebo proměnnému hluku s prokazatelným podílem impulsního hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq}$  překračuje 85 dB, avšak nepřekračuje nejvyšší přípustnou hodnotu hluku  $L_{Aeq, 8h}$ , stanovenou zvláštním právním předpisem pro osmihodinovou pracovní dobu, nebo
  - impulsnímu hluku, jehož průměrná hladina špičkového akustického tlaku C překračuje 130 dB, ale nepřekračuje 140 dB,
- třetí kategorie – práce, při nichž jsou osoby exponovány:
  - ustálenému nebo proměnnému hluku, ustálenému nebo proměnnému hluku s prokazatelným podílem impulsního hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq, 8h}$  překračuje nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou pracovní dobu o méně než 20 dB  $L_{Aeq, 8h}$  – prakticky:  $85\text{dB} < L_{Aeq, 8h} \leq 105$  dB,
  - impulsnímu hluku, jehož průměrná hladina špičkového akustického tlaku C překračuje 140, ale nepřekračuje 150 dB,
- čtvrtá kategorie – práce, při nichž jsou osoby exponovány hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq, 8h}$  ( $105\text{dB} < L_{Aeq, 8h}$ ) nebo impulsnímu hluku, jehož průměrná hladina špičkového akustického tlaku C je vyšší, než je stanoveno u třetí kategorie.

Samotnému měření v pracovním prostředí musí předcházet objektivní zpracování časového snímku práce tak, aby se v něm pro účely měření vyskytovaly všechny činnosti prováděné v rámci charakteristické pracovní směny a také činnosti, které jsou z hlediska intenzity rizikového faktoru – hluku nadměrné. Pro posouzení hlukové zátěže člověka v pracovním prostředí musí být zohledněny všechny činnosti a situace, které jsou z hygienického hlediska nejméně příznivé.

### **Měření v reálných podmínkách na staveništích**

Měření probíhala na staveništích při provádění stavebních prací v zimních měsících, a to v prosinci 2008 a lednu až březnu 2009 v souladu se zadáním diplomové práce ve studijním oboru Bezpečnostní inženýrství garantovaného Katedrou bezpečnostního managementu na Fakultě bezpečnostního inženýrství VŠB – TU Ostrava. Stavební společnost, která dlouhodobý monitorování stavebních prací umožnila, je specializovaná na provádění geologicko – průzkumných prací a realizaci stavebních činností. Jedná se především o speciální zakládání, sanace objektů a podloží (pilotové stěny, zlepšování základových podmínek mikropilotami, resp. injektážemi, realizace odvodňovacích systémů

šikmými a horizontálními vrty atd.), stavební činnost se zaměřením na realizaci vodohospodářských staveb.

Při stavebních pracích společnost využívá mnoho nejrůznější mechanizace a stavebních strojů, které jsou zdrojem nadměrného hluku. Vybraná strojní zařízení se používají při výkopových pracích. Hluková zátěž byla hodnocena při práci s vybranými velkými stavebními stroji, kde je i dle dokumentace výrobců reálný předpoklad výskytu nadměrného hluku. Maximální intenzita hluku uváděná výrobcem v následující tabulce je hodnota akustického výkonu stroje v decibelech. Pouze u jednoho z měřených strojů nebyla dokumentace výrobce k dispozici.[5]

Měření probíhalo na 4 staveništích, v jednom případě se jednalo o úpravu břehu vodního toku Opava a v dalších případech vždy se jednalo o výkopové práce spojené se stavbou kanalizace v obci Kravaře. Na těchto staveništích se pohybovaly v Tabulce č. 1 uvedené stavební stroje. Celkem bylo měření prováděno při činnostech spojených s výkopovými pracemi u 13 profesí, ve kterých pracovalo celkem 22 osob.

**Tabulka č. 1: Seznam měřeného strojního vybavení [5]**

<b>Popis stroje</b>	<b>Typ stroje / výrobce</b>	<b>Max. intenzita hluku uvedená výrobcem</b>
<b>Pásové hydraulické rypadlo</b>	<i>CASE 788 CK / CASE</i>	<i>101 [dB]</i>
<b>Kolové rypadlo</b>	<i>CASE 788 P2AL / CASE</i>	<i>101 [dB]</i>
<b>Traktobagr (rypadlo-nakladač)</b>	<i>MF 860 / Massey-ferguson</i>	<i>106 [dB]</i>
<b>Smykový nakladač</b>	<i>UNC 060-ON27822</i>	<i>x</i>
<b>Smykový nakladač</b>	<i>CAT 236 B / Caterpillar</i>	<i>91 [dB]</i>
<b>Vibrační příkopový válec</b>	<i>RT 820 CC / WACKER</i>	<i>109 [dB]</i>
<b>Vibrační příkopový válec</b>	<i>RT 85 SC / WACKER</i>	<i>109 [dB]</i>
<b>Řezačka spár – fréza</b>	<i>BFS 100 / WACKER</i>	<i>109 [dB]</i>
<b>Minibagr NEUSON 2008</b>	<i>1903RD / NEUSON</i>	<i>93 [dB]</i>

Pro každou profesi byl pro činnosti provádění výkopových prací zpracován časový snímek. Zpracovávané časové snímky profesí pro práce na staveništích při výkopových pracích vycházely z pozorování a informací vedení společnosti i zaměstnanců. Všechna měření pak probíhala tak, že byly změřeny všechny činnosti obsažené v časovém snímku profese.

Každé měření bylo specifické nejen místem, kde se práce vykonávaly či zvoleným pracovním postupem, ale především reálnými makroklimatickými podmínkami, které byly pro každé měření součástí záznamů o měření. Makroklimatické podmínky odpovídaly zimnímu období, byly však takové, že umožňovaly provádění výkopových terénních prací. Měření bylo prováděno za sněhových přeháněk, v dešti i příznivého počasí.

Pro měření byl použit přístroj Acoustilyzer AL1 sloužící k analýze akustických signálů. Výrobce garantuje dle příslušných mezinárodních standardů měření pro třídu přesnosti 2, do které je dle mikrofonu Mini SPL přístroj Acoustilyzer AL1 zařazen, je dle příslušného mezinárodního standardu [9] stanovena nejistota měření 3 dB. Jako kalibrátor byl použit Acoustical Calibrator Type 4231 Bruel&Kjaer.

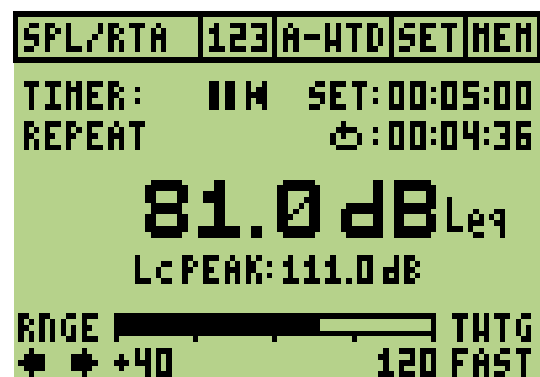
Měření bylo prováděno jako běžné měření hlukové zátěže jednotlivce tak, že hlukoměr byl po dobu 10 minut umístěn (ručně držen osobou provádějící měření) u pravého ucha hodnoceného zaměstnance při činnostech prováděných dle zpracovaných časových snímků při výkopových pracích v zimním období, a to vždy za provozu jednoho nebo více strojních zařízení na obvyklém pracovním místě při výkonu pracovní činnosti.

### Výsledky měření

Výsledky měření odpovídají konkrétním podmínkám hlukové zátěže dne, kdy bylo měření prováděno. Na obrázku č. 2 je snímek přístroje Acoustilyzer AL1 a na obrázku č. 3 je ukázka okamžitého zobrazení displeje měřicího přístroje. Použitý měřicí přístroj AL1 zobrazuje na displeji v reálném čase výsledky měření dle zvoleného nastavení zobrazení požadovaných výsledků. Přístroj umožňuje měření včetně frekvenční analýzy a výpočtu ekvivalentní hlukové zátěže dle nastaveného časového intervalu.



*Obrázek č. 2: Acoustilyzer AL1*



*Obrázek č. 3: Ukázka zobrazení výsledků na displeji přístroje v průběhu měření [5]*

Na následujícím obrázku č. 4 jsou snímky z jednoho z měřených pracovišť – jedná se výkopové práce spojené se stavbou kanalizační přípojky k objektu. Na snímku je při práci zachyceno jedno z měřených strojních zařízení, a to kolové rypadlo CASE 788 P2AL při provádění výkopu a přípravy pro položení potrubí k připojení domu.





**Obrázek č. 4:** *Práce na staveništi s použitím kolového rypadla CASE 788 P2AL [5]*

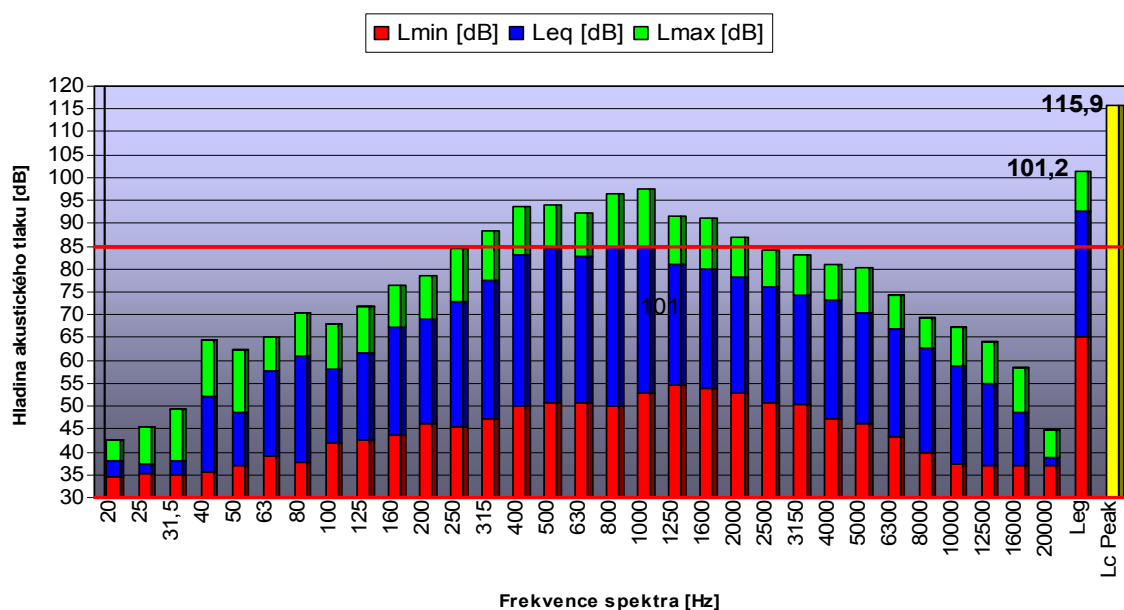
Výrobce ve svých materiálech deklaruje vnitřní hlučnost stroje 77dB a vnější hlučnost stroje až 101 dB. Tyto údaje jsou uvedeny nejen v průvodní dokumentaci stroje, ale také na informačních nálepkách, které jsou umístěny tak, aby je strojník viděl při nástupu do kabiny.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny výsledky frekvenční analýzy hluku v rozsahu 20 Hz – 20 kHz. Jedná se o měření činnosti vibračního válce RT 85 SC firmy WECKER. V grafu č. 1 jsou pomocí vyhodnocovacího software B&K zobrazeny naměřené i vypočtené hodnoty daného měření.

*Tabulka č. 2: Frekvenční analýza obsluhy vibračního příkopového válce RT 85 SC[5]*

<b>Band[Hz]</b>	<b>Lmin[dB]</b>	<b>Leq[dB]</b>	<b>Lmax[dB]</b>
<b>full_A-WTD</b>	<b>65</b>	<b>92,5</b>	<b>101,2</b>
<b>20</b>	34,6	38,1	42,7
<b>25</b>	35,1	37,5	45,3
<b>31,5</b>	34,8	38,2	49,2
<b>40</b>	35,6	52,1	64,5
<b>50</b>	37	48,7	62,4
<b>63</b>	39,3	57,6	65,3
<b>80</b>	37,7	60,9	70,6
<b>100</b>	41,8	58,3	68
<b>125</b>	42,7	61,6	72
<b>160</b>	43,8	67,4	76,4
<b>200</b>	46,1	69,1	78,6
<b>250</b>	45,5	73	84,6
<b>315</b>	47,3	77,4	88,4
<b>400</b>	49,9	83,2	93,8
<b>500</b>	50,7	84,5	94
<b>630</b>	50,8	82,9	92,4
<b>800</b>	50,2	84,7	96,4
<b>1000</b>	53	84,7	97,5
<b>1250</b>	54,5	81,1	91,4
<b>1600</b>	53,8	80	91
<b>2000</b>	52,9	78,3	87
<b>2500</b>	50,9	76	84,3
<b>3150</b>	50,5	74,4	83
<b>4000</b>	47,1	73,1	81,1
<b>5000</b>	46,2	70,5	80,2
<b>6300</b>	43,5	67	74,3
<b>8000</b>	40	62,7	69,3
<b>10000</b>	37,5	59	67,2
<b>12500</b>	37,2	54,9	64,2
<b>16000</b>	37,1	48,8	58,6
<b>20000</b>	37,1	38,9	44,8

### Spektrum frekvenční analýzy vibračního válce RT 85 SC



**Graf č. 1:** Grafický záznam frekvenční analýzy obsluhy vibračního válce RT 85 SC[5]

Z grafu je zřejmé, že hluková zátěž obsluhy vibračního válce RT 82 SC firmy WECKER je nejvyšší v rozmezí frekvencí 250 – 3150 Hz. Hygienický limit ekvivalentní hlukové hladiny pro osmihodinovou směnu je 85 dB. Špičková hodnota dosáhla 115,9 dB.

Naměřené hodnoty na pracovních místech byly doplněny do časových snímků profesí a poté byla vypočtena  $L_{Aeq}$  pro celou pracovní dobu. V tabulce č. 3 je ukázka zpracování výsledků měření v časovém snímku profese s významně vysokou vypočtenou hodnotou celosměnové hlukové zátěže. Celosměnová hluková zátěž je způsobená intenzitou hluku při obsluze a také časovou expozicí při obsluze frézy na řezání asfaltu. [5]

**Tabulka č. 3:** Celosměnová hluková expozice profese stavební dělník – obsluha frézy[5]

L <sub>Aeq</sub>	T min	T %	Činnost
61,7	40	8,3	doprava ze sídla firmy na staveniště a zpět
68,2	10	2,1	přidělení práce - pracovní postup
77,2	320	66,7	zemní práce s ručním nářadím
98,2	80	16,7	práce s frézou
64,7	30	6,3	Přestávka
Celkem	480	100	
<b>L<sub>Aeq</sub>, 8h [dB] = 90,55</b>			

Všechny výsledky měření a hodnocení hlukové zátěže při stavebních pracích na měřených staveništích jsou obsahem diplomové práce [5] a prokázaly, že celosměnové hlukové zátěž zaměstnanců stavební firmy při zimních výkopových pracích nepřekročila u 12 profesí celosměnový hygienický limit hlukové expozice 85 dB. Pouze u jedné profese, jejíž činnost je spojena s obsluhou řezačky spár – frézy na asfalt byla práce vyhodnocena tak,

že odpovídala zařazení riziková práce kat. 3. [8] Celosměnová hluková zátěž je uvedena v tabulce č. 4. U žádné činnosti nebyla překročena špičková hladina akustického tlaku [9]  $L_{Cpeak}$  130 dB, avšak vždy překračovala hodnotu akustického výkonu uváděnou v dokumentaci výrobce.

## Diskuze

Při výkopových pracích spojených se stavbou kanalizace byl počet strojů pohybujících se na staveništi omezen prostorem, ve kterém práce probíhaly a tím také počtem možných současně používaných strojů. Zjištěné výsledky jsou výrazně ovlivněny konkrétními podmínkami na staveništech a druhu zpracovávaného povrchu. Při všech měřeních se stroje pohybovaly po vlhké půdě. Bagry nerozrušovaly betonové ani jiné tvrdé povrchy. Asfaltové plochy byly narušené řezačkou spár, a poté jen vyzvednuté pláty asfaltu odstraněny, takže při samotných výkopových pracích se již pracovalo jen s hlínou. Hodnoty intenzity hluku uvedené v materiálech výrobců jsou srovnatelné jen se špičkovými hodnotami naměřenými na pracovních místech. Měření bylo prováděno z důvodu určení hlukové zátěže jednotlivých zaměstnanců, nikoli k určení hluku emitovaného danými stroji. Vzdálenost zaměstnanců od zdrojů hluku (strojů) byla různá a hluková zátěž byla tvořena kumulací hluku emitovaného i několika stroji najednou. Primárně se prevence poškození zdraví vlivem hluku musí zajistit realizací technických opatření, která se vážou k technickým charakteristikám používaných strojních zařízení a jejich technickému stavu.

Stavební firma, která umožnila měření hluku na jejich pracovištích i poskytla technickou dokumentaci k používaným strojním zařízením, nepoužívá strojní zařízení v nevyhovujícím technickém stavu. Zaměstnanci společnosti nejsou zařazení do rizikové kategorie z hlediska výskytu hlukové zátěže, avšak jsou jim poskytovány chrániče sluchu poměrně dobré kvality s průměrným útlumem 21 dB ve frekvenčním pásmu 250 – 3000 Hz v případě mušlových chráničů sluchu 3M 1435 a s průměrným útlumem 31 dB v případě zátkových chráničů sluchu 3M 1100. Vycházíme – li z hodnocení celosměnové zátěže hlukem, která je v souladu s minimálními požadavky platných právních předpisů prováděna pro účely kategorizace prací, pak se zajištění útlumu uvedených chráničů jeví jako dostačující. Přihlédneme-li ovšem k naměřeným špičkovým hodnotám  $L_{Cpeak}$ , které se pohybovaly v rozsahu 99,8 – 115,9 dB, pak po odečtení útlumu jsou zaměstnanci vystaveni hlukovým expozicím 79,8 – 94,9 dB a při použití chráničů s vyšším útlumem 69,8 – 84,9 dB. Tyto hodnoty po navýšení o hodnoty nejistoty měření pak již požadavky na odpovídající ochranu sluchu nesplňují. Z preventivního hlediska je cílem zajištění ochrany zdraví používáním OOPP dosažení co nejnižší expozice, tam, kde je to možné na hranici limitních hodnot pro zařazení do 2. kategorie práce [8], a to s přihlédnutím k nejméně příznivým podmínkám.

Na trhu je k dispozici široká škála sluchových chráničů, které poskytují útlum ve středních frekvenčních pásmech i více než 40 dB. Výběr chráničů sluchu by se měl řídit z hlediska požadavků na poskytovaný útlum naměřenými špičkovými hodnotami při prováděných činnostech nebo alespoň hodnotami, které poskytuje o konkrétním strojním zařízení výrobce. Používání osobní ochrany sluchu bylo na měřených staveništech v konkrétních podmínkách sporadické a zaměstnanci podceňované, přestože administrativně společnost splňuje všechny požadavky souvisejících právních předpisů.

Ve stavebnictví je potřeba také přihlížet k vysokému počtu zaměstnanců, kteří mají nízkou odbornou kvalifikaci a jejich pracovní činnosti jsou převážně manuálního charakteru. Minimalizovat negativní dopady hlukové zátěže lze také zlepšením organizace práce, kde by měly být respektovány hlukové charakteristiky používaných zdrojů hluku tak, aby délka expozice jednoho zaměstnance nebyla nepřiměřeně dlouhá. Výpočet optimální doby expozice,

kteřá by nevedla k překračování hygienických limitů, lze provádět aplikací rovnic 1 – 3. Cílem ochrany zdraví před nepříznivými účinky hluku je zajištění minimalizace zdravotních dopadů hluku na lidský organismus včetně mimosluchových nepříznivých účinků hluku. Opakované a konkrétní informace o výskytu a intenzitě hluku při používání konkrétních strojních zařízení (případně trvale umístěné na viditelném místě strojního zařízení), možných nevratných zdravotních dopadech a možnostech a způsobech osobní ochrany může výrazně přispět k optimalizaci pracovních podmínek na staveništích s hlukovou expozicí.

## Závěr

Měření a hodnocení hluku na staveništích při výkonu výkopových prací v zimních měsících ani s přihlédnutím k podrobným rozborům pracovní činnosti nelze pokládat z dlouhodobého hlediska za prokazatelnou skutečnou hlukovou zátěž exponovaných zaměstnanců stavební společnosti. Tento závěr vyplývá z povahy stavebních prací z hlediska druhu i místa výkonu práce. Pro účely optimalizace ochrany zdraví před hlukem lze však vycházet zejména z naměřených špičkových hodnot i z dokumentace výrobců používaných strojních zařízení. Zaměstnancům, kteří provádějí stavební práce a jsou vystaveni hluku strojních zařízení, by měla být poskytována ochrana sluchu, které zajistí dostatečný útlum i v nejméně příznivých podmínkách práce. Dalším předpokladem zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništích je zajištění důsledné kontroly používání poskytnutých chráničů sluchu a poskytování opakovaných informací o nepříznivých zdravotních dopadech hluku. Kromě svého nesporného negativního vlivu na sluchový aparát člověka má nadměrný hluk v pracovním prostředí i svůj podíl na vzniku pracovních úrazů. Mimosluchové účinky hluku jsou významné z hlediska bezpečnosti, pracovní výkonnosti a mentální pracovní zátěže a přispívají tak ke zvýšení pravděpodobnosti vzniku selhání lidského faktoru s velmi závažnými dopady.

## Seznam literatury:

- [1] TUČEK, M. CIKRT, M. PELCOVÁ, D. *Pracovní lékařství pro praxi*, Praha: GRADA Publishing a.s., 2005. ISBN 80–247–0927–9
- [2] VAŇKOVÁ, M. a kolektiv, *Hluk, vibrace a ionizující záření v životním prostředí, část I.*, VUT Brno: PC-DIR spol. s r. o., 1995 ISBN 80–214–0695X
- [3] JOKL, M. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*, Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200 0928-0
- [4] JANDÁK, Z. *Hluk v pracovním prostředí*. URL:<<http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/hluk-v-pracovnim-prostredi>> [cit.2009-01-04]
- [5] SOLÁKOVÁ, M.: *Expozice hlukem při stavebních pracích*, diplomová práce FBI VŠB – TUO, Ostrava, 2009
- [6] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů
- [7] Nařízení vlády í č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před hlukem a vibracemi
- [8] Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
- [9] ČSN ISO 9612 Akustika – Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí
- [10] ČSN ISO 1999 Akustika Stanovení expozice hluku na pracovišti a posouzení zhoršení sluchu vlivem hluku