



STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV

Hluk v pracovním prostředí

Hluk, škodlivý nebo rušivý zvuk, vzniká jako vedlejší produkt lidské činnosti při provozu strojních zařízení používaných v řadě průmyslových oborů. Je dobře známo, že dlouhodobá expozice nadměrnému hluku vede k trvalému poškození sluchu. Závažné však jsou i mimosluchové účinky hluku. Ochrana před nepříznivým působením hluku a vibrací je upravena zákonem a zákoníkem práce.

Za hluk označujeme jakýkoliv škodlivý, rušivý nebo pro člověka nepříjemný zvuk. Z fyzikálního hlediska představuje zvuk mechanické vlnění pružného prostředí v kmitočtovém rozsahu normálního lidského sluchu od 20 Hz do 20 kHz. Zvuk se šíří od zdroje prostřednictvím vln přenášejících akustickou energii. Zvuk v pásmu kmitočtů od 20 Hz do 40 Hz považujeme za nízkofrekvenční a od 8 do 16 kHz za vysokofrekvenční. Akustické kmitání o kmitočtu nižším než 20 Hz označujeme za infrazvuk a zvuk o kmitočtu nad 20 kHz za ultrazvuk. Při posuzování hluku se nejčastěji zabýváme hlukem, který se šíří vzduchem od zdroje. Subjektivně rozeznáváme hlasitost, výšku a barvu zvuku. Podle časového průběhu rozdělujeme zvuk na ustálený, proměnný, přerušovaný nebo impulsní. Před nadměrným hlukem je třeba se chránit. Je totiž dobře známo, že dlouhodobá expozice nadměrnému hluku vede k trvalému poškození sluchu. Závažné však jsou i mimosluchové účinky hluku.

Hluk vzniká jako vedlejší produkt lidské činnosti při provozu jakéhokoliv stacionárního nebo mobilního strojního zařízení používaného v řadě průmyslových oborů (např. strojírenství, hutnictví, hornictví), dopravě, zemědělství atd. Vhodným příkladem zdrojů hluku mohou být strojní zařízení a ruční nářadí s pneumatickým, hydraulickým nebo elektrickým pohonem, nebo stroje či dopravní prostředky vybavené vlastním spalovacím motorem. Přitom je nutné rozlišovat hluk daný provozem pohonné jednotky a hluk z vlastní technologie pracovní činnosti. Například při práci s bouracím kladivem, bruskou či nastřelovací pistolí můžeme rozlišit technologický hluk vyplývající z interakce nástroje a opracovávaného materiálu od samotného hluku pohonného agregátu, který bývá deklarován na štítku zařízení na základě výsledků typové zkoušky. Je také zřejmé, že při obsluze shodného strojního zařízení můžeme v závislosti na podmínkách prostředí zjistit podstatné rozdíly v expozici hluku. V současnosti se v lehkém průmyslu hojně rozšiřuje impulsní ultrazvukové svařování dílů, které vede u obsluhy k nadměrné expozici vysokofrekvenčnímu hluku a ultrazvuku.

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.

Základním deskriptorem pro popis hluku v pracovním prostředí je hladina akustického tlaku L_p [dB], vztahená k referenčnímu akustickému tlaku 20 uPa, který odpovídá prahu slyšení na kmitočtu 1000 Hz. Vyjádření úrovně hluku v decibelech jednak vystihuje fyziologii slyšení, kdy lineární přírůstek sluchového vjemu odpovídá relativní změně podnětu (Fechner-Weberův zákon), jednak umožňuje přehlednější třídění hlukových údajů, neboť dynamický rozsah od prahu slyšení 20 uPa do prahu bolesti 200 Pa, tj. 7 řádů, je



pokryt rozsahem 140 dB. Je však třeba mít na paměti, že hladina akustického tlaku je energetická veličina a že lineární přírůstky hladin odpovídají kvadratickému nárůstu akustického tlaku. Například těsně nad prahem slyšení je nárůst hladiny akustického tlaku o 2 dB nevýznamný, na 100 dB však stejný nárůst znamená podstatné zvýšení expozice zaměstnance.

Citlivost sluchu není v závislosti na kmitočtu slyšitelného zvuku konstantní. Nejvyšší citlivost je v rozsahu kmitočtů 1 kHz až 4 kHz. Směrem ke krajním slyšitelným kmitočtům vně tohoto rozsahu pak citlivost sluchu výrazně klesá. Proto byly stanoveny kmitočtové váhové funkce označené A a C, které odpovídají kmitočtové závislosti fyziologie slyšení při středních a vysokých úrovních zvuku. Do měřicího řetězce zvukoměru se vždy zařazuje váhový filtr A nebo C a výsledkem měření je pak hladina akustického tlaku A nebo C označená L_{pA} resp. L_{pC} [dB]. Poněvadž odečítání okamžitých hladin akustického tlaku a jejich průměrování v čase není v reálných podmínkách praktické, byla definována ekvivalentní hladina akustického tlaku L_{AeqT} . Ta odpovídá energeticky shodné hladině akustického tlaku, která by byla konstantní po celou dobu trvání dobu expozice T.

Při působení ustáleného, proměnného nebo přerušovaného hluku a impulsního hluku v průmyslových prostorech s vysokou úrovní hluku pozadí je míra nepříznivého působení na sluch úměrná celkové akustické energii v místě hlavy pracovníka. V takových případech se expozice vyjadřuje ekvivalentní hladinou akustického tlaku A L_{AeqT} . Pokud expozice hluku T netrvá po celou pracovní dobu $T_0 = 8$ h, je třeba ji normovat korekcí K podle vztahu

$$K = 10 \cdot \log T/T_0 \text{ dB}$$

Přípustný expoziční limit L_{Aeq8h} činí při fyzické práci pro osmihodinovou pracovní dobu 85 dB. Na duševní práci se vztahuje hygienický limit 50 dB. Hluková zátěž pracovníka se vyjadřuje expozicí zvuku A $E_{A,Te}$. Základní limitní hodnota expozice zvuku A $3640 \text{ Pa}^2\text{s}$ odpovídá ekvivalentní hladině akustického tlaku A 85 dB.

V případě expozice impulsnímu hluku jednotlivými ostrými impulsy (např. mechanické opracování plechových dílů, kování za studena, nastřelování hřebů pistolí, pracoviště zkušebních střelců) s dobou trvání do 200 ms a klidovými intervaly mezi impulsy déle než 10 ms v prostředí s nízkou úrovní pozadí je pro posouzení expozice rozhodující špičková hladina akustického tlaku C. Při takové expozici hluku může dojít při silném impulsu k akutnímu poškození sluchu. Hladina špičkového akustického tlaku C nesmí v takových případech překročit 140 dB.

Pro přesné posouzení expozice infrazvuku, nízkofrekvenčnímu hluku, vysokofrekvenčnímu hluku a ultrazvuku je nezbytná kmitočtová analýza akustického signálu v třetinooktávových pásmech. Limitní hodnoty jsou v případě infrazvuku a ultrazvuku stanoveny s ohledem na práh vnímání daného akustického děje a mírou jeho rušivých vlivů při práci.

Standardní metody měření hluku v pracovním prostředí se řadí do tří tříd přesnosti, přičemž výsledky měření se uvádějí včetně přidružených nejistot. Přesnost měření hluku vyplývá z třídy přístrojů a přesnosti použitých metod. Nejpresnější jsou referenční měření hluku v 1. třídě přesnosti, kdy je celková nejistota do 2,0 dB včetně. V 2. třídě přesnosti se nejistota nachází v pásmu do 4,0 dB včetně. Nejméně přesná provozní měření hluku ve 3. třídě přesnosti pak vykazují nejistotu v pásmu do 7,0 dB včetně. Pro hygienické posouzení



expozice jsou nejvhodnější referenční a technická měření hluku.

Ochrana před nepříznivým působením hluku a vibrací je obecně upravena zákonem č. 258/2000 Sb. a zákoníkem práce, oba v platném znění. Nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací jsou stanoveny v navazujícím nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Vlastní metody měření a hodnocení hluku a vibrací jsou obsaženy v českých technických normách ČSN ISO 1999, ČSN EN ISO 9612 a ČSN ISO 7196. Požadavky na zvukoměry, které podle zákona č. 505/1990 Sb. v platném znění spadají do skupiny tzv. stanovených měřidel podléhajících typové zkoušce a pravidelnému ověření jednou za dva roky, jsou upraveny českými technickými normami ČSN EN 61672-1, -2 a -3.

Preventivní opatření

1. Základem prevence je vyloučení nebo podstatné omezení emise hluku přímo na zdroji. Nákup strojního zařízení či ručního nářadí s nižší deklarovanou hodnotou hluku je hlavním předpokladem nízké expozice obsluhy. Originální protihlukové kryty zařízení a další cílená opatření na zdrojích hluku jsou zpravidla nejúčinnější. V souhrnu všech dopadů na pracovní prostředí jsou vynaložené prostředky nejefektivněji využity, neboť taková opatření nesnižují produktivitu práce.
2. Důležitou součástí prevence je také izolace zvuku nebo další cílené omezení cest šíření hluku. Tato opatření vycházejí z podrobné akustické studie daného prostředí. V souhrnu zahrnují pružné ukládání strojů, krytování agregátů, zřízení protihlukových zástěn aj. Tato opatření omezí vyzařování hluku, šíření zvuku konstrukcí a následné vyzáření hluku do chráněného pracovního prostoru.
3. Součástí cíleného snižování hluku v pracovním prostředí je rovněž zlepšení akustických vlastností výrobních hal a pracovních prostorů v budovách pomocí akustických obkladů stěn a stropu. Takovými nákladnými opatřeními lze obecně zlepšit akustické prostředí v hale, ale v místech obsluhy nejhlučnějších strojů je jejich dopad nevýrazný. V kombinaci s opatřeními uvedenými v bodu 2) lze však zajistit zlepšení akustického prostředí na místech obsluhy méně hlučných strojů.
4. Součástí prevence proti hluku jsou rovněž organizační a technologická opatření na snížení expozice hluku. Tato opatření jsou nejčastěji založena na střídání pracovníků obsluhy hlučných strojů, stanovení povinných přestávek spojených s prací nebo pobytem v klidových prostorech, stanovením přípustného počtu pracovních směn nebo ve změně technologie výroby aj. Posledním, nikoliv však nejméně důležitým prvkem, cílené prevence je použití osobních ochranných pracovních prostředků proti hluku. Chrániče sluchu je nutné používat, pokud hladina akustického tlaku A překračuje 85 dB. Jejich vložný útlum by měl být takový, aby za chrániči sluchu ve zvukovodu byla hladina hluku nižší než 85 dB. Při překročení expozice hluku do 10 dB se doporučují zátkové chrániče vkládané do zvukovodu. Při expozici nad 95 dB se doporučují sluchátkové chrániče a nad 100 dB se zpravidla nasazují protihlukové přilby, které omezují rovněž kostní vedení zvuku. Použití chráničů sluchu může vést ke snížení bezpečnosti práce a může omezit její produktivitu. Je-li použití chráničů sluchu nezbytné, je třeba umožnit pracovníkům výběr z více typů tak, aby se neomezovalo pohodlí při práci například nadměrným tlakem náhlavní spony, pocením ucha atp.