

# Obsah

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 HARMONICKÉ KMITÁNÍ, VLNĚNÍ, VIBRACE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>9</b>  |
| <i>úvod, technická a zdravotní hlediska</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |
| <b>1.1 KMITAVÉ DĚJE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>10</b> |
| <i>vlnění, vlnoplocha, zvuková vlna, čelo zvukové vlny, zvukové paprsky, rovnovážná poloha, akustický tlak jako skalární veličina, vlnění podélné, příčné, torzní, ohybové, polarizační rovina, harmonické kmitání, výchylka/rychlost/zrychlení jako vektorové veličiny, doba kmitu, kmitočet, vlnová délka, úhlový kmitočet, fáze, fázový posun, rychlost šíření rozruchu, vlnové číslo</i> |           |
| <b>1.2 SIGNÁLY A SPEKTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>17</b> |
| <i>signál jednoduchý/složený/periodický/neperiodický/harmonický, spektrum diskrétní/složkové/spojité, šum bílý/růžový/barevný, zákon superpozice, signál nekohorentní/kohorentní, hodnota efektivní/střední/střídavá střední, činitel výkyvu</i>                                                                                                                                             |           |
| <b>1.3 ZVUK A VIBRACE - ŠÍŘENÍ ROZRUCHU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>21</b> |
| <i>zvuk, vibrace, odraz, ohyb, lom, Dopplerův jev, interference, stojaté vlnění, útlum-absorpce</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |
| <b>1.4 HLADINY A ENERGETICKÉ VELIČINY</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>28</b> |
| <i>hladiny, výkon ak. děje, střední ak. výkon, akustická intenzita, hustota zvukové energie, vlnový odpor/impedance prostředí, sčítání signálů koherentních a nekoherentních, zázněje, rozdíl hladin</i>                                                                                                                                                                                     |           |
| <b>1.5 STŘEDNÍ HODNOTY A STATISTICKÉ VÝSTUPY, ČASOVÁ EXPOZICE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>35</b> |
| <i>průměrná hodnota, energetická střední, ekvivalentní trvalá hladina, hluková expozice/zátěž, statistické rozložení, třídy, četnost, histogram, distribuční funkce, hlukové klima, hladinové analyzátory, škodlivost hluku, sekundová hladina (SEL)</i>                                                                                                                                     |           |
| <b>1.6 ZDROJE ZVUKU A AKUSTICKÁ POLE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>41</b> |
| <i>zářič kulový/liniový/plošný, vlna/kulová/válcová/rovinná, akustický dipól, pole difúzní/blízké/vzdálené/dozvukové, dozvuková vzdálenost, hustota ak. energie</i>                                                                                                                                                                                                                          |           |
| <b>1.7 VIBRACE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>45</b> |
| <i>veličiny, rytmus, kmitání tuhých a pružných těles, druhy vibrací, mechanické rázy a otřesy, přenosový a stykový útlum, spektrální hustota výkonová/energetická, dávka vibrací, mechanická impedance</i>                                                                                                                                                                                   |           |
| <b>1.8 FYZIOLOGICKÁ AKUSTIKA - SLUCH</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>49</b> |
| <i>sluchový orgán, fyziologická akustika, maskovací efekt, aurální tóny, křivky hladin stejné hlasitosti (prahová/bolesti), ozvěna/směšování, diferenciální počítky, prahy poznatelnosti</i>                                                                                                                                                                                                 |           |
| <b>1.9 SUBJEKTIVNÍ VJEM KONTRA OBJEKTIVNÍ HODNOTY</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>54</b> |
| <b>1.9.1 Problematika poškozování a rušení hlukem v komunálním prostředí</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>54</b> |
| <i>rušení/rozmrzlost/hlučnost/obtěžování, reakce organismu, sluchové ztráty, účinek hluku, senzitivita/tolerance</i>                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |
| <b>1.9.2 Objektivizované měřicí postupy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>57</b> |
| <i>hladiny hlasitosti, kritická pásma, váhové křivky a filtry, Slawin, třída hluku, hladina rušivosti, Kryter, Stevens, Zwicker</i>                                                                                                                                                                                                                                                          |           |

|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>2 PŘEHLED DOPLŇUJÍCÍCH INFORMACÍ</b>                                                                                                                                | 61  |
| 2.1 VÝBĚR NOREM A PŘEDPISŮ HLUKOMĚRNÉ A VIBRAČNÍ TECHNIKY                                                                                                              | 61  |
| 2.2 POUŽÍVANÉ VELIČINY, JEJICH ZNAKY A ROZMĚRY                                                                                                                         | 69  |
| 2.3 ODKAZY NA VÝZNAMNĚJŠÍ LITERATURU                                                                                                                                   | 70  |
| <b>3 MĚŘICÍ TECHNIKA</b>                                                                                                                                               | 72  |
| <i>snímače, pistonfonové a tónové kalibrátory, adaptační komůrky pro intenzitní kalibrace, akcelerační kalibrátory, měřicí řetězec, deskriptory</i>                    |     |
| 3.1 MIKROFON                                                                                                                                                           | 75  |
| <i>měníče, reciproké měniče, převodníky</i>                                                                                                                            |     |
| 3.1.1 Preferovaný typ - kondenzátorový mikrofón                                                                                                                        | 76  |
| <i>základní charakteristiky, vlastnosti a přednosti</i>                                                                                                                |     |
| 3.1.2 Citlivost a časová stabilita                                                                                                                                     | 78  |
| <i>prepolarizátory, citlivost, citlivostní korekční faktor</i>                                                                                                         |     |
| 3.1.3 Základní vlastnosti a vnější vlivy                                                                                                                               | 79  |
| <i>směrová charakteristika, tlakové a difúzní mikrofony, limitní hladiny a zkreslení</i>                                                                               |     |
| 3.2 VIBRAČNÍ SNÍMAČE                                                                                                                                                   | 83  |
| 3.2.1 Požadavky na vibrační snímače                                                                                                                                    | 83  |
| <i>akcelerační, rychlostní, smykové a tlakové namáhání piezoelementů</i>                                                                                               |     |
| 3.2.2 Technika připevnění vibračního snímače                                                                                                                           | 84  |
| <i>vlastnosti snímače ovlivňované způsobem připevnění</i>                                                                                                              |     |
| 3.2.3 Vlastnosti piezoelektrických akcelerometrů                                                                                                                       | 87  |
| 3.2.3.1 Přechodové změny teploty                                                                                                                                       | 87  |
| 3.2.3.2 Posun nulové úrovně                                                                                                                                            | 87  |
| 3.2.3.3 Fázový posuv                                                                                                                                                   | 88  |
| 3.2.3.4 Další rušivé vlivy                                                                                                                                             | 88  |
| 3.3 INTENZITNÍ SNÍMAČE                                                                                                                                                 | 89  |
| <i>určení intenzity dvoumikrofonovou sondou, přesnost a fázový index, nejvyšší měřitelný kmitočet</i>                                                                  |     |
| 3.4 FILTRY                                                                                                                                                             | 91  |
| <i>váhové filtry, průběhy, tolerance průběhů</i>                                                                                                                       |     |
| 3.5 ZVUKOMĚRY                                                                                                                                                          | 93  |
| <i>obvody váhové/usměrňovací/efektovací/logaritmující/integrační, dynamické vlastnosti, přesnost a odchylky hodnot, indikace přebuzení, nejnižší měřitelná hladina</i> |     |
| 3.6 ZVUKOVÉ EXPOZIMETRY - DOZIMETRY                                                                                                                                    | 98  |
| <i>hodnotící kritéria, ekvivalentní trvalá hladina, hluková expozice a zátěž, možné výstupy dozimetrů</i>                                                              |     |
| 3.7 ZÁZNAMOVÉ PŘÍSTROJE                                                                                                                                                | 101 |
| <i>hladinové zapisovače, magnetofon st a ss (FM), elektronická paměť, tiskárna</i>                                                                                     |     |

|                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>3.8 ANALYZÁTORY</b>                                                                                                                                                                                  | 102 |
| <i>pásmové a selektivní propusti, analyzátory, konstantní poměrná šířka pásma kontra konstantní šířka pásma, čas nabuzení, FFT v reálném čase, digitální zpracování</i>                                 |     |
| <b>3.9 NAPÁJECÍ ZDROJE</b>                                                                                                                                                                              | 104 |
| <i>primární a sekundární články, výhody a zápory</i>                                                                                                                                                    |     |
| <b>4 METODIKY MĚŘENÍ</b>                                                                                                                                                                                | 106 |
| <i>akceptovatelnost a reprodukovatelnost měřicích výsledků</i>                                                                                                                                          |     |
| <b>4.1 OBECNÉ POŽADAVKY</b>                                                                                                                                                                             | 106 |
| <i>přehled zjišťovaných a v protokolu nezbytných údajů, doplňkové informace</i>                                                                                                                         |     |
| <b>4.2 HLUK V PRACOVNÍM PROSTŘEDÍ</b>                                                                                                                                                                   | 107 |
| <b>4.2.1 Celkový přehled</b>                                                                                                                                                                            | 107 |
| <i>vratný a nevratný posuv sluchového prahu</i>                                                                                                                                                         |     |
| <b>4.2.2 Legislativní opatření Ministerstva zdravotnictví ČR a limity hluku v pracovním prostředí</b>                                                                                                   | 108 |
| <b>4.2.3 Příprava novelizace předpisů na ochranu před hlukem v pracovním prostředí</b>                                                                                                                  | 112 |
| <i>novelizace předpisů podle mezinárodních norem</i>                                                                                                                                                    |     |
| <b>4.3 HLUK V MIMOPRACOVNÍM PROSTŘEDÍ</b>                                                                                                                                                               | 113 |
| <b>4.3.1 Typy zdrojů v mimopracovním prostředí</b>                                                                                                                                                      | 114 |
| <i>zdroje hluku mobilní, stacionární</i>                                                                                                                                                                |     |
| <b>4.3.2 Stacionární zdroje - povaha</b>                                                                                                                                                                | 114 |
| <i>technické a náhodné zdroje hluku</i>                                                                                                                                                                 |     |
| <b>4.3.3 Hluk technických zdrojů</b>                                                                                                                                                                    | 115 |
| <i>hluk ve vnitřním a vnějším prostoru - deskriptory, místa/doba/podmínky/hluk pozadí, měření impulsního hluku, identifikace impulsní povahy hluku, stanovení maximální hladiny akustického tlaku A</i> |     |
| <b>4.3.4 Limity hluku v obytných a občanských stavbách</b>                                                                                                                                              | 119 |
| <i>přípustné ekvivalentní hladiny hluku, korekce na využití prostor a na povahu hluku</i>                                                                                                               |     |
| <b>4.3.5 Limity hluku ve venkovním prostoru</b>                                                                                                                                                         | 120 |
| <i>přípustné ekvivalentní hladiny hluku, korekce na využití území</i>                                                                                                                                   |     |
| <b>4.4 METODIKA MĚŘENÍ HLUKU SILNIČNÍ DOPRAVY</b>                                                                                                                                                       | 121 |
| <i>rozhodující deskriptory</i>                                                                                                                                                                          |     |
| <b>4.4.1 Cíl měření</b>                                                                                                                                                                                 | 121 |
| <b>4.4.2 Přesnost měření</b>                                                                                                                                                                            | 121 |
| <b>4.4.3 Vlastní měření</b>                                                                                                                                                                             | 121 |
| <i>zastavěné a otevřené území</i>                                                                                                                                                                       |     |
| <b>4.4.4 Doba měření</b>                                                                                                                                                                                | 123 |
| <b>4.4.5 Měřicí přístroje</b>                                                                                                                                                                           | 124 |
| <b>4.4.6 Zjišťované a uváděné údaje</b>                                                                                                                                                                 | 124 |
| <b>4.4.7 Predikce dopravního hluku</b>                                                                                                                                                                  | 125 |
| <i>silniční a železniční doprava, tramvajový a trolejbusový provoz, a provoz na parkovacích a odstavných plochách</i>                                                                                   |     |



|         |                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.7.1 | Predikce hluku silniční dopravy . . . . .                                                                                                                                                                                                   | 127 |
| 4.4.7.2 | Predikce hluku železniční dopravy . . . . .                                                                                                                                                                                                 | 130 |
| 4.4.7.3 | Predikce hluku tramvajového provozu . . . . .                                                                                                                                                                                               | 131 |
| 4.4.7.4 | Predikce hluku trolejbusového provozu . . . . .                                                                                                                                                                                             | 131 |
| 4.4.7.5 | Predikce hluku z provozu na parkovacích a odstavných plochách . . . . .                                                                                                                                                                     | 132 |
| 4.5     | MĚŘENÍ HLUKU LETECKÉHO PROVOZU . . . . .                                                                                                                                                                                                    | 133 |
| 4.5.1   | Všeobecně . . . . .<br><i>jednotlivé případy a globální hodnocení</i>                                                                                                                                                                       | 133 |
| 4.5.2   | Charakteristiky hluku a účel měření . . . . .<br><i>časově proměnný zvuk, hluk leteckého provozu</i>                                                                                                                                        | 134 |
| 4.5.3   | Měření . . . . .<br><i>získávání údajů, zpracování údajů, předkládání údajů</i>                                                                                                                                                             | 138 |
| 4.5.4   | Zvláštní případy měření . . . . .<br><i>hluková certifikace letadel, měření hluku při nízkých přeletech, monitorování hluku letadel, měření aerodynamického třesku</i>                                                                      | 141 |
| 4.6     | HLUK STROJŮ A ZAŘÍZENÍ . . . . .                                                                                                                                                                                                            | 143 |
| 4.6.1   | Přehled . . . . .<br><i>emisní hluk, hladina akustického výkonu</i>                                                                                                                                                                         | 143 |
| 4.6.2   | Normalizované metody . . . . .<br><i>měření hladiny akustického výkonu, normy pro přímé měření emisních hladin, měřené a určované veličiny</i>                                                                                              | 144 |
| 4.6.3   | Provozní a montážní podmínky při měření hluku . . . . .<br><i>provoz, montážní podmínky při měření hladin akustického tlaku pro určení hladin akustického výkonu, montáž zkoušeného stroje při měření emisních hladin akustického tlaku</i> | 155 |
| 4.6.4   | Ruční nářadí a zařízení . . . . .<br><i>stroje a zařízení montované na základ nebo stěnu, pomocná zařízení</i>                                                                                                                              | 156 |
| 4.6.5   | Princip metod pro určování hladin akustického výkonu . . . . .<br><i>ve volném zvukovém poli, v poli odražených vln</i>                                                                                                                     | 157 |
| 4.7     | MĚŘENÍ ZVUKOVĚ IZOLAČNÍCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ NA STAVBĚ . . . . .                                                                                                                                                              | 161 |
| 4.7.1   | Úvod . . . . .<br><i>vzduchová a kročejová neprůzvučnost</i>                                                                                                                                                                                | 161 |
| 4.7.2   | Měření vzduchové neprůzvučnosti vnitřních konstrukcí . . . . .<br><i>stupeň stavební vzduchové neprůzvučnosti, stupeň normalizované zvukové izolace, indexy neprůzvučnosti a izolace</i>                                                    | 162 |
| 4.7.3   | Měření vzduchové neprůzvučnosti obvodových konstrukcí . . . . .<br><i>stupeň normalizované zvukové izolace</i>                                                                                                                              | 164 |
| 4.7.4   | Měření kročejové neprůzvučnosti stropních konstrukcí . . . . .<br><i>hladina normalizovaného kročejového hluku a její index</i>                                                                                                             | 166 |
| 4.7.5   | Technické podmínky při zvukově izolačních měřeních . . . . .<br><i>požadavky na přesnost a reprodukovatelnost měření</i>                                                                                                                    | 168 |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>4.8 MĚŘENÍ VIBRACÍ</b> . . . . .                                                           | 169 |
| <b>4.8.1 Vliv vibrací na lidský organismus</b> . . . . .                                      | 169 |
| <b>4.8.2 Normativní hlediska ochrany zdraví</b> . . . . .                                     | 170 |
| <b>4.8.3 Posuzování vibrací přenášených na člověka</b> . . . . .                              | 170 |
| <i>kmitočtový rozsah měření vibrací, nejvyšší přípustné hodnoty a doba expozice, přesnost</i> |     |
| <b>4.9 INTENZITNÍ MĚŘENÍ</b> . . . . .                                                        | 178 |
| <i>teoretická východiska, základní metody, podmínky a omezení</i>                             |     |
| <b>4.9.1 Metoda měření akustického výkonu měřením v bodech</b> . . . . .                      | 179 |
| <i>indikátory dosažitelné přesnosti při měření v bodech, postupy</i>                          |     |
| <b>4.9.2 Měření akustického výkonu metodou skanování</b> . . . . .                            | 182 |
| <i>indikátory dosažitelné přesnosti při skanovacím měření, postupy</i>                        |     |
| <b>4.9.3 Lokalizace zdrojů</b> . . . . .                                                      | 185 |
| <i>využití směrové charakteristiky sond, víceosé sondy, akustická holografie</i>              |     |
| <b>4.9.4 Mapy zvukového pole</b> . . . . .                                                    | 187 |
| <i>graf normálové intenzity a vektorové pole</i>                                              |     |
| <b>4.9.5 Souběhová filtrace</b> . . . . .                                                     | 187 |
| <i>analýzy dějů synchronně k ději, nikoliv k času</i>                                         |     |