

## 5. Hluková kritéria

Při hodnocení účinků hluku na člověka je třeba přihlížet na objektivní fyziologické reakce, produktivitu práce a subjektivní slovní reakce na podněty. Při měření účinků hluku na lidi se soustředil výzkum na běžné a snadno měřitelné poškození zdraví nadměrným hlukem, tzn. na tzv. trvalou ztrátu sluchu. V případě nepravidelné, přerušované a krátce trvající hlukové expozice může často docházet k dočasnému posunutí prahu slyšení, což je považováno za velmi rizikové. Dočasný posun prahu slyšení je potom počáteční fází celého procesu trvalého posunu prahu slyšení. Trvalý posun prahu slyšení tedy nemůže nastat bez dočasným posunu prahu slyšení.

### 5.1 Číslo třídy hluku

Dokument ISO specifikuje postupy pro zhotovení řádných měření a pro převod naměřených hodnot hladin akustického tlaku na čísla třídy hluku  $N$ . Kromě toho tento dokument stanovuje postup pro přizpůsobení získaných čísel třídy hluku  $N$  vůči očekávaným reakcím zkušebních osob na uchování funkce sluchu, účinnost dorozumění řeči a únavu. Při výpočtech se předpokládá plynulý tok hluku se širokým frekvenčním spektrem a je vyžadována frekvenční analýza v jednotlivých pásmech.

Číslo třídy zvuku je veličina používaná k hodnocení hluků.

Číslo třídy hluku se používá zejména při hodnocení hluků s hladinou akustického tlaku nad 80 dB a u hluků s rizikem poškození sluchového orgánu. Při nižších hladinách akustického tlaku se používá zejména hladina akustického tlaku  $L_{pA}$  váženého filtrem typu A. Mezi hladinou akustického tlaku  $L$  v příslušném oktávovém pásmu a číslem třídy hluku  $N$  platí vztah:

$$L = a + b \cdot N, \quad (5.1)$$

kde  $a$ ,  $b$  jsou konstanty závislé na střední frekvenci (viz tab. 5.1).

Střední frekvence v oktávovém pásmu $f_m$ [Hz]	$a$ [dB]	$b$ [dB]
31,5	55,4	0,681
63	35,5	0,790
125	22,0	0,870
250	12,0	0,930
500	4,8	0,974
1000	0	1,000
2000	-3,5	1,015
4000	-6,1	1,025
8000	-8,0	1,030

Tab. 5.1: Konstanty pro číslo třídy hluku

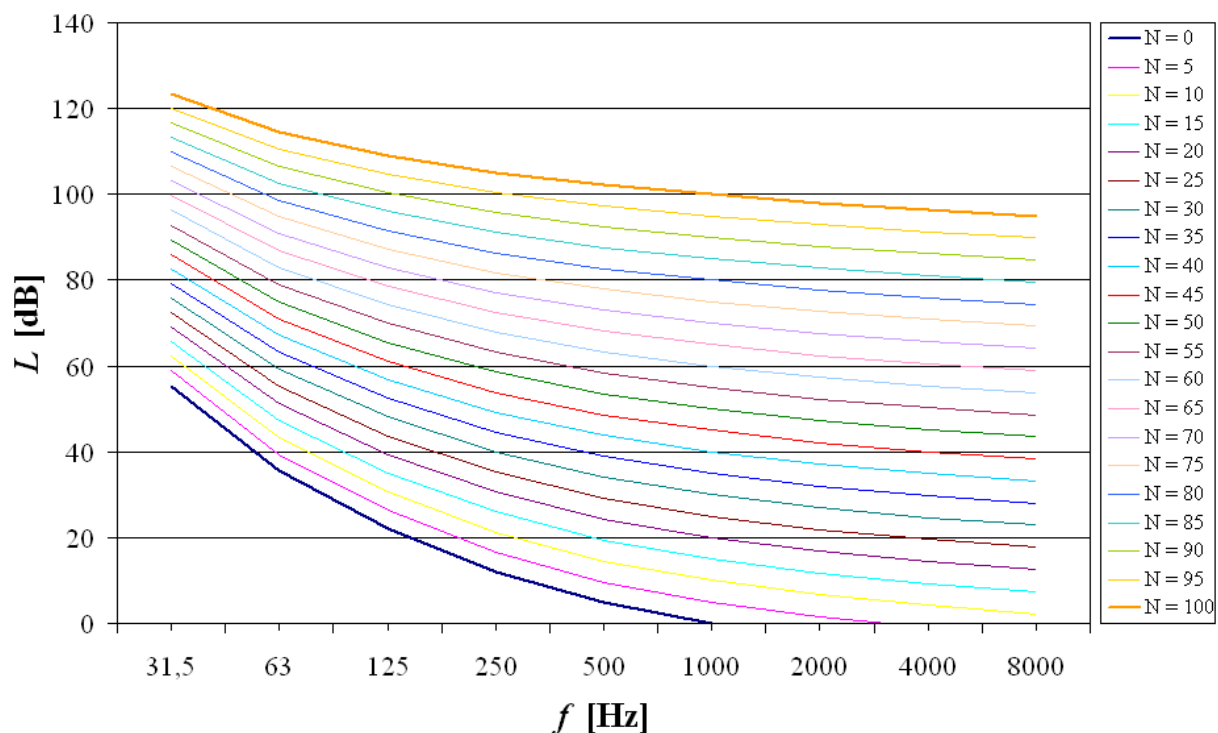
Ze známých konstant  $a$  a  $b$  při konkrétní střední frekvenci  $f_m$  (viz tab. 5.1) lze z rovnice (5.1) pro konstantní číslo třídy hluku  $N$  stanovit příslušnou hladinu akustického tlaku  $L$ . Velikosti

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky



těchto hladin jsou uvedeny v tab. 5.2. Na obr. 5.3 jsou znázorněny frekvenční závislosti hladiny akustického tlaku  $L$  pro konstantní čísla třídy hluku  $N = \langle 0 \div 100 \rangle$  s krokem  $\Delta N = 5$ . Stanovení čísla třídy hluku lze provádět dvěma způsoby:

1. tabelárně – číslo třídy hluku se stanoví na základě naměřených frekvenčních spekter hladiny akustického tlaku pomocí tab. 5.2. Stanoví se maximální číslo třídy hluku, které přísluší určité střední frekvenci.
2. graficky – v tomto případě se použijí předtištěné grafické závislosti  $N$ -křivek (viz obr. 5.1). Do tohoto grafu se následně vynesou naměřené hladiny akustického tlaku při daných středních frekvencích. Spojením takto vnesených bodů vznikne křivka, u které se stanoví maximální číslo třídy hluku  $N_{max}$  pro dané naměřené frekvenční spektrum hladiny akustického tlaku.



Obr. 5.1:  $N$ -křivky

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$N$	31,5 [Hz]	63 [Hz]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1000 [Hz]	2000 [Hz]	4000 [Hz]	8000 [Hz]
0	55,4	35,5	22,0	12,0	4,8	0	-3,5	-6,1	-8,0
5	58,8	39,4	126,3	16,6	9,7	5,0	1,6	-1,0	-2,8
10	62,2	43,4	30,7	21,3	14,5	10,0	6,6	4,2	2,3

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

15	65,6	47,3	35,0	25,9	19,4	15,0	11,7	9,3	7,4
20	69,0	51,3	39,4	30,6	24,3	20,0	16,8	14,4	12,6
25	72,4	55,2	43,7	35,2	29,2	25,0	21,9	19,5	17,7
30	75,8	59,2	48,1	39,9	34,0	30,0	26,9	24,7	22,9
35	79,2	63,1	52,4	44,5	38,9	35,0	32,0	29,8	28,0
40	82,6	67,1	56,8	49,2	43,8	40,0	37,1	34,9	33,2
45	86,0	71,0	61,1	53,8	48,6	45,0	42,2	40,0	38,3
50	89,4	75,0	65,5	58,5	53,5	50,0	47,2	45,2	43,5
55	92,9	78,9	69,8	63,1	58,4	55,0	52,3	50,3	48,6
60	96,3	82,9	74,2	67,8	63,2	60,0	57,4	55,4	53,8
65	99,7	86,8	78,5	72,4	68,1	65,0	62,5	60,5	58,9
70	103,1	90,8	82,9	77,1	73,0	70,0	67,5	65,7	67,1
75	106,5	94,7	87,2	81,7	77,9	75,0	72,6	70,8	69,2
80	109,9	98,7	91,6	86,4	82,7	80,0	77,7	75,9	74,4
85	113,3	102,6	95,9	91,0	87,6	85,0	82,8	81,0	79,5
90	116,7	106,6	100,3	95,7	92,5	90,0	87,8	86,2	84,7
95	120,1	110,5	104,6	100,3	97,3	95,0	92,9	91,3	89,8
100	123,5	114,5	109,0	105,0	102,2	100,0	98,0	96,4	95,0
105	126,9	118,4	113,3	109,6	107,1	105,0	103,1	101,5	100,1
110	130,3	122,4	117,7	114,3	111,9	110,0	108,1	106,7	105,3
115	133,7	126,3	122,0	118,9	116,9	115,0	113,2	111,8	110,4
120	137,1	130,3	126,4	123,6	121,7	120,0	118,3	116,9	115,6
125	140,5	135,2	130,7	128,2	126,6	125,0	123,4	122,0	120,7
130	143,9	138,2	135,1	132,9	131,4	130,0	128,4	127,2	125,9

Tab. 5.2: Hladiny akustického tlaku v oktávových pásmech pro N-křivky

## 5.2 Hygienický předpis sv. č. 37/77

Vyhláška č. 13/77 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací s přílohou „Nejvyšší přípustné hodnoty hluku a vibrací“ podrobně stanoví požadavky na hluk a vibrace v podmínkách České republiky. Např. před uvedením nových staveb do provozu, u kterých by mohlo docházet k nepříznivému působení hluku a vibrací např. na pracovníky a obyvatele v blízkosti těchto staveb, musí investor na základě akustických měření a zkoušek prokázat splnění hygienických limitů. Podle pobytu osob jsou rozděleny nejvyšší přípustné hodnoty hlučnosti do čtyř skupin:

1. hluk na pracovištích,
2. hluk ve stavbách pro bydlení a ve stavbách občanského vybavení,
3. hluk ve venkovním provozu,
4. hluk v dopravních prostředcích.

V tab. 5.3 jsou uvedeny orientační hodnoty nejvyšších přípustných ekvivalentních hladin akustického tlaku  $L_{Aeq}$  (vážených filtrem typu A) pro nejběžnější činnosti na pracovištích.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky



Podobně nejvyšší přípustné hodnoty hluku ve stavbách občanské vybavenosti jsou uvedeny v tab. 5.4 a nejvyšší přípustné hodnoty hluku ve venkovním prostředí jsou uvedeny v tab. 5.5. V některých případech je třeba rozlišovat, zda se jedná o denní nebo noční dobu (viz tab. 5.4 a tab. 5.5).

Skupina	Druh činnosti	$L_{Aeq}$ [dB]
I.	Práce koncepční a s převahou tvořivého myšlení a práce vyžadující mimořádně tiché pracovní prostředí	45
II.	Duševní práce velmi náročná a složitá, spojená s velkou zodpovědností, soustředěním, ale více reprodukčního typu <ul style="list-style-type: none"> <li>– mimořádné nároky</li> <li>– běžné nároky</li> </ul>	50 55
III.	Duševní práce vyžadující značnou pozornost, soustředěnost s možností snadného dorozumění řeči: <ul style="list-style-type: none"> <li>– mimořádné nároky</li> <li>– běžné nároky</li> </ul>	60 65
IV.	Duševní práce rutinní povahy s trvalým sledováním a kontrolou sluchem: <ul style="list-style-type: none"> <li>– mimořádné nároky</li> <li>– běžné nároky</li> </ul>	70 75
V.	Fyzická práce náročná na přesnost a soustředění nebo vyžadující občasné sledování a kontrolu sluchem	80
VI.	Fyzická práce bez nároků na duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem a dorozumívání řeči	85
VII.	Fyzická práce bez zvláštních nároků na duševní a smyslovou činnost – ve zvlášť odůvodněných případech	90

Tab. 5.3: Nejvyšší přípustné ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq}$  pro ustálený hluk na pracovišti bez uvažování korekcí na impulsní hluk

Druh místnosti	$L_{Aeq}$ [dB]	
	Den	Noc
Nemocniční pokoje	35	25
Operační sály, specializované lékařské vyšetřovny, koncertní sítě, hlediště divadel a kin – po dobu užívání	35	
Obytné místnosti včetně obytných kuchyní, hotelové pokoje	40	30
Lékařské ordinace, čítárny – po dobu užívání	40	
Přednáškové sítě, učebny, posluchárny – po dobu užívání	45	

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



Kulturní střediska, konferenční místnosti, soudní síně, klubovny, tiché kavárny – po dobu užívání	50	
Čekárny, vestibuly veřejných úřadoven a kulturních zařízení, kavárny a restaurace – po dobu užívání	55	
Prodejny, sportovní haly – po dobu užívání	60	

Tab. 5.4: Nejvyšší přípustné ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq}$  ve stavbách občanského vybavení bez uvažování korekce podle povahy hluku

Způsob využití území	$L_{Aeq}$ [dB]	
	Den	Noc
Rozsáhlé zdravotnické areály, přírodní rezervace	40	30
Rozsáhlé školské a kulturní prostory, rekreační prostory celoměstského významu, rekreační prostory příměstské, vnitřní lázeňská území a jiné prostory vyžadující zvláštní ochranu	45	35
Obytné soubory na obytném území příměstském a menších sídelních útvarů	50	40
Obytné soubory na obytném území uvnitř městské zástavby	55	45
Smišené zóny	60	50
Výrobní zóny, centra sídelních útvarů a dopravní zóny s ojedinělými stavbami pro bydlení	70	60

Tab. 5.5: Nejvyšší přípustné ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq}$  ve venkovním prostředí

Číslo třídy hluku  $N$  (nebo též spektrum hluku) nelze přesně stanovit výpočtem ze známé hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq}$ . Odhad se provádí na základě dlouhodobých zkušeností. Pro běžná akustická spektra, u kterých klesá hladina akustického tlaku s rostoucím kmitočtem, se doporučuje výpočet čísla třídy hluku podle rovnice:

$$N \cong L_{Aeq} - 5, \quad (5.2)$$

kde  $L_{Aeq}$  je maximální přípustná hladina akustického tlaku váženého filtrem typu A.

Z čísla třídy hluku určeného dle rovnice (5.2) se stanoví maximální přípustná hladiny akustického tlaku v jednotlivých oktávo-  
vých pásmech pomocí rovnice (5.1) nebo s využitím tab. (5.2).

V jiných případech lze vycházet ze znalosti spektra u některých strojů (např. u radiálních ventilátorů) s typickými tvary zvukových spekter. Tyto stroje vykazují ve svém spektru pokles hladiny akustického tlaku v každé oktávě, který lze označit jako tzv. relativní hladinu  $L_{rel}$ . Potom v určitém kmitočtovém pásmu lze stanovit hladinu akustického tlaku  $L_p$  z rovnice:

$$L_p = L_{pc} + L_{rel}, \quad (5.3)$$

kde  $L_{pc}$  je celková hladina akustického tlaku.

Hladinu akustického tlaku váženého filtrem typu A lze s využitím rovnice (3.45) vyjádřit rovnicí:

$$L_{pA} = L_{pc} + 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{rel} + K_{Ai})} = L_{pc} + \Delta L_{pA}. \quad (5.4)$$

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



Druhý člen rovnice  $\Delta L_{pA}$  lze stanovit z frekvenčního spektra relativní hladiny  $L_{rel}$  příslušného stroje. Potom lze s využitím rovnic (5.3) a (5.4) stanovit hladiny akustického tlaku v jednotlivých oktávových pásmech pomocí rovnice:

$$L_p = L_{pA} - \Delta L_{pA} + L_{rel} . \quad (5.5)$$

### 5.3 Hlukové mapy

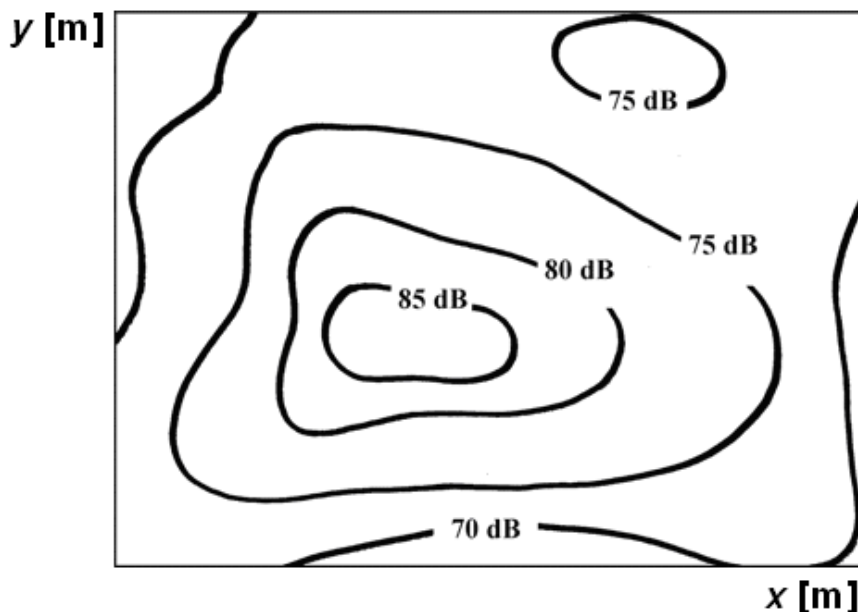
Existuje mnoho způsobů pro zobrazení akustických veličin v daném prostoru. Taková zobrazení se nazývají hlukové mapy.

Hlukové mapy se používají k zobrazení akustických veličin v daném prostoru.

Hlukové mapy se rozlišují podle několika kritérií:

1. podle druhu zobrazované veličiny (zejména hladinové):
  - mapy akustického tlaku
  - mapy akustické intenzity
2. podle typu zobrazení:
  - rovinné zobrazení (2D)
  - prostorové zobrazení (3D)
3. podle druhu rozlišení velikosti akustické veličiny:
  - pomocí izolinií
  - barevné rozlišení
  - sloupcové (tzv. norníkové) rozlišení
4. podle frekvenčních pásem:
  - pro jednotlivé frekvenční složky (tj. úzkopásmové)
  - pro jednotlivá pásma (tj. oktávová, třetinooktávová aj.)
  - pro celkovou hladinu akustické veličiny

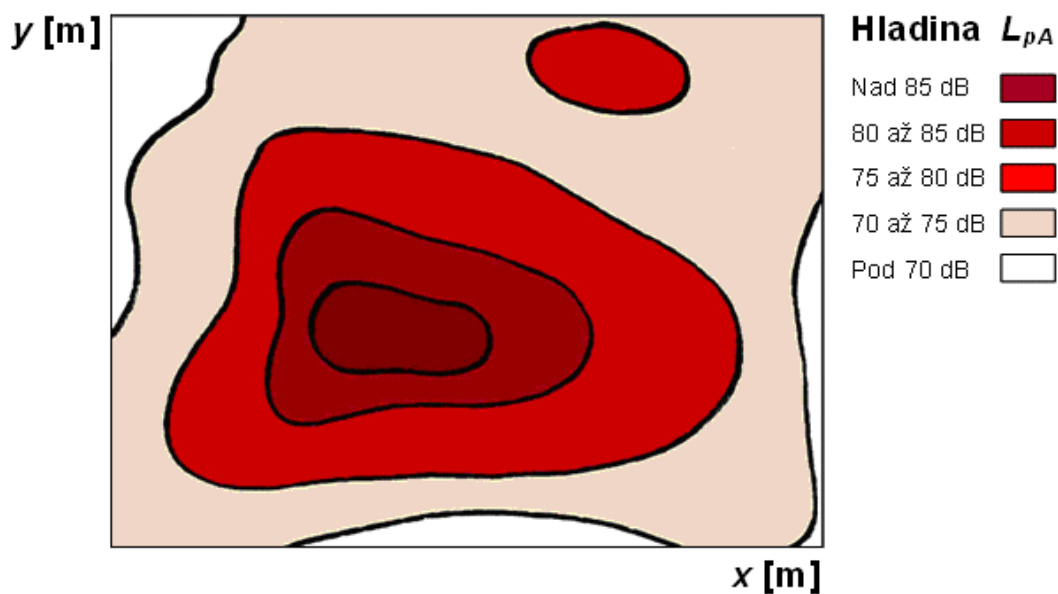
Na obr. 5.2 ÷ 5.4 jsou uvedeny některé příklady znázornění hlukových map. Na obr. 5.2 je znázorněn příklad zobrazení hlukové mapy pomocí izolinií. Na obr. 5.3 je znázorněna hluková mapa z obr. 5.2 v barevném rozlišení. Příklad prostorového zobrazení hlukové mapy je uveden na obr. 5.4.



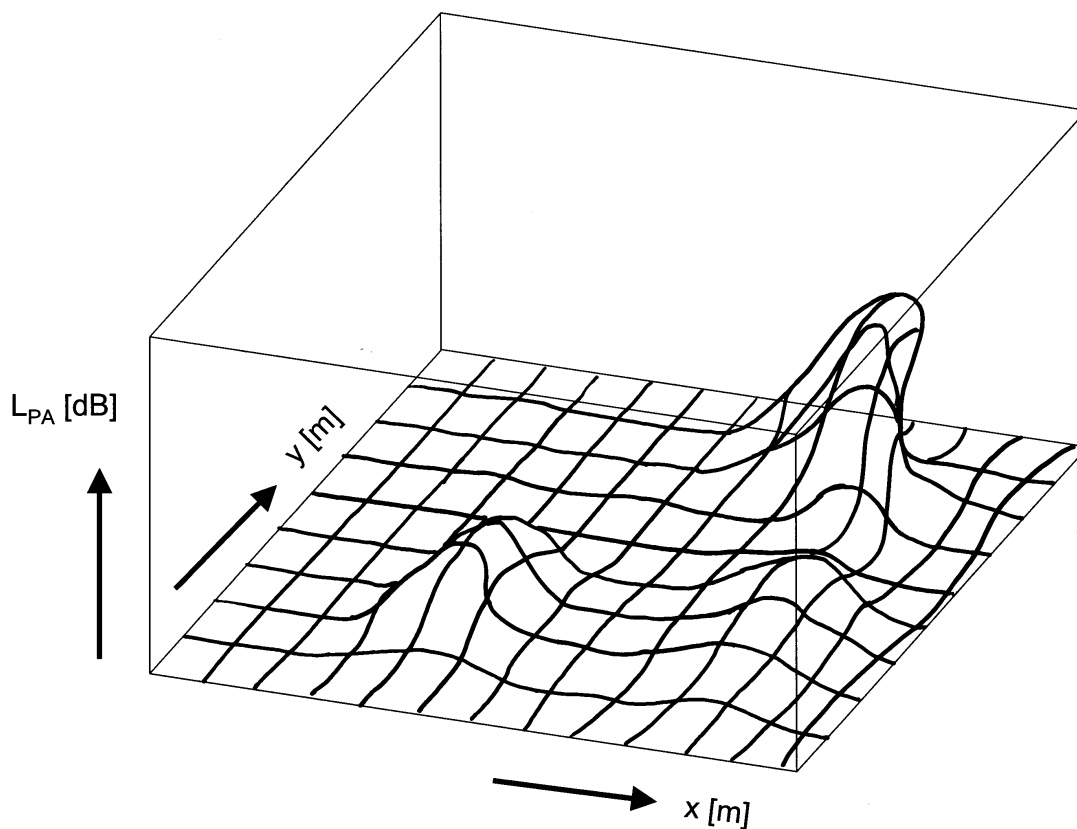
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



Obr. 5.2: Zobrazení hlukové mapy pomocí izolinií



Obr. 5.3: Barevné zobrazení hlukové mapy



Obr. 5.4: Prostorové zobrazení hlukové mapy

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



## 5.4 Testové otázky ke kapitole 5

1. Definujte veličinu číslo třídy hluku. K čemu se používá? Napište rovnici závislosti hladiny akustického tlaku a čísla třídy hluku a specifikujte jednotlivé veličiny včetně jejich jednotek.
2. Jakými způsoby lze stanovit číslo třídy hluku? Naznačte způsoby stanovení čísla třídy hluku u jednotlivých metod.
3. Vyjmenujte čtyři druhy hluku z hlediska pobytu osob.
4. Napište přibližný vztah závislosti čísla třídy hluku na maximální přípustné hladiny akustického tlaku váženého filtrem typu A, který platí pro běžná akustická spektra. V rovnici specifikujte jednotlivé veličiny včetně jejich jednotek.
5. K čemu slouží hlukové mapy? Nakreslete příklad hlukové mapy.
6. Vyjmenujte kritéria, podle kterých se rozdělují hlukové mapy.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ