

Zpracování měření hladin akustického tlaku

Processing of the sound pressure level measurement

Ondřej Machalský

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav automatizace a řídicí techniky
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej MACHALSKÝ**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Zpracování měření hladin akustického tlaku.**

Zásady pro vypracování:

1. Rešerše na téma akustické vlastnosti materiálů, způsoby měření hladin akustického tlaku, vývojové prostředí MS Visual Studio 2008
2. Měření rozdílů hladin akustického tlaku při izolaci zdroje hluku vybranými materiály.
3. Tvorba windows aplikace sloužící ke zpracování měření rozdílů hladin akustického tlaku, která bude vyvinuta na platformě MS Visual Studio 2008 (konkrétně VB .NET) a jako datovou základnu bude používat MS Access 2007.
4. Návrh optimálního sendvičového uložení vrstev jednotlivých materiálů pro získání lepších akusticko-izolačních vlastností a odhlučení zdroje hluku.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. VAŇKOVÁ M. a kol.: Hluk, vibrace a ionizující záření v životním a pracovním prostředí -- část II. Učební texty vysokých škol. VUT Brno, 1996. 27 -- 36, ISBN 80--214--0818--9)
2. VAŇKOVÁ M. a kol.: Hluk, vibrace a ionizující záření v životním a pracovním prostředí - část I. Učební texty vysokých škol. VUT Brno (1995), 1-144, (ISBN 80-214-0695-X).
3. ROSSING, Thomas, D. Handbook of Acoustics. New York: Springer Science + Business Media LtC, 2007. 390 -- 394. (ISBN 0 -- 387 -- 30425 -- 0)
4. Robbins J.: 'qLadění a testování aplikací pro .NET a Windows", USA: Microsoft Press, Redmond, Washington, U.S.A. (2003), 648s., 1.vydání (ISBN 80-247-0774-8)
5. Halvorson M.: 'qMicrosoft Visual Basic 2005, krok za krokem", Brno, Computer Press (2006), 480s., 1.vydání (ISBN 80-251-1155-5)

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Dušan Fojtů, Ph.D.

Ústav fyziky a mater. inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

27. února 2009

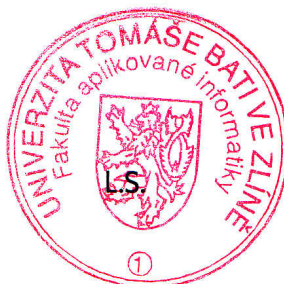
Termín odevzdání bakalářské práce:

20. května 2009

Ve Zlíně dne 27. února 2009



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Byly měřeny a vyhodnoceny rozdíly hladin akustického tlaku při izolaci zdroje hluku vybranými materiály. Jako materiály pro měření byly vybrány expandovaný polystyren, extrudovaný polystyren, polyuretanová deska a minerální vlna. Dále byl navržen a vytvořen software HAT_09, který je určen ke zpracování naměřených dat, tedy závislosti hladin akustického tlaku na frekvenci. Tento software byl vytvořen ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio 2008 a jako datovou základnu používá Microsoft Access 2003. Při vývoji software HAT_09 byla použita technika třívrstvé architektury. Byla navržena sendvičová kombinace materiálů pro dosažení lepších akusticko-izolačních vlastností.

Klíčová slova:

Hladina akustického tlaku, expandovaný polystyren, extrudovaný polystyren, polyuretanová deska, MS Visual Studio 2008, MS Access 2003, třívrstvá architektura.

ABSTRACT

Sound pressure differences for noise source isolation with selected materials were measured and evaluated. Materials like expanded polystyrene, extruded polystyrene and polyurethane plate were selected. Software HAT_09 for processing of measured data was designed and created. This software was created in developer environment Microsoft Visual Studio 2008 and like database platform was used Microsoft Access 2003. Technique of three-layer architecture was used in development. Sandwich combination of materials was designed for better acoustic-isolation properties.

Keywords:

Sound pressure level, expanded polystyrene, extruded polystyrene, polyurethane desk, MS Visual Studio 2008, MS Access 2003, three-layer architecture.

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce, Ing. Dušanovi Fojtů Ph.D., za hodnotné rady a za veškerý čas, který mi věnoval.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 AKUSTICKÉ VLASTNOSTI	12
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY A VELIČINY	12
1.1.1 Zvuk	12
1.1.2 Frekvence zvuku	12
1.1.3 Akustický výkon zdroje zvuku.....	13
1.1.4 Intenzita zvuku	13
1.1.5 Hladina Intenzity zvuku	14
1.1.6 Hladina Akustického tlaku	14
1.1.7 Oblast slyšení	14
1.1.8 Akustické spektrum.....	15
1.1.9 Oktávová a třetinoctávová pásma	16
1.2 PŘEDPISOVÉ A NORMATIVNÍ POŽADAVKY	16
1.2.1 Nařízení vlády č. 148/2006 ČÁST DRUHÁ - Hluk na pracovišti	17
1.2.1.1 § 2 Ustálený a proměnný hluk	17
1.2.1.2 § 3 Impulzní hluk	18
1.2.1.3 § 7 Hygienický limit hluku, infrazvuku a ultrazvuku na pracovištích pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu	19
1.2.2 Nařízení vlády č. 148/2006 ČÁST TŘETÍ - Hluk v chráněném vnitřním prostoru staveb, v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru	19
1.2.2.1 § 10 Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb. 19	
1.2.2.2 § 11 Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru.....	21
1.2.3 Nařízení vlády č. 148/2006 ČÁST PÁTÁ Způsob měření a hodnocení hluku a vibrací - § 19.....	23
1.3 AKUSTICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ BUDOV.....	23
1.3.1 Akustická pohltivost stavebních materiálů a konstrukcí.....	25
1.3.1.1 Činitel zvukové pohltivosti.....	25
1.3.1.2 Ekvivalentní pohltivá plocha	26
1.3.1.3 Další možnosti měření a klasifikace pohlcování zvuku.....	27
1.3.2 Vzduchová neprůzvučnost stavebních materiálů a konstrukcí	27
1.3.2.1 Neprůzvučnost	27
1.3.2.2 Stavební neprůzvučnost	28
1.3.2.3 Vážená laboratorní neprůzvučnost a vážená stavební neprůzvučnost .	29
1.3.2.4 Normalizovaný rozdíl hladin	29
2 VÝVOJOVÉ PROŠŘEDÍ MICROSOFT VISUAL STUDIO 2008	30
2.1 VISUAL BASIC 2008	31
2.2 MICROSOFT OFFICE ACCESS 2003	32
2.3 TŘÍVRSTVÁ ARCHITEKTURA	32
2.3.1 n-vrstvé architektury.....	33

3	CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH MATERIÁLŮ	34
3.1	MINERÁLNÍ VLNA	34
3.1.1	Výroba minerální vlny	34
3.1.2	Charakteristika	34
3.2	EXPANDOVANÝ POLYSTYREN - EPS	35
3.2.1	Mechanické vlastnosti	35
3.2.2	Charakteristika	36
3.2.3	Akustické vlastnosti	36
3.3	EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN - XPS	37
3.3.1	Obecná charakteristika	37
3.3.2	Výroba extrudovaného polystyrenu	37
3.3.3	Vlastnosti extrudovaného polystyrenu	38
3.3.4	Použití extrudovaného polystyrenu	38
3.4	PĚNOVÝ POLYURETAN	38
3.4.1	Rozdělení typů pěnových polyuretanů MOLITAN®	39
II	PRAKTICKÁ ČÁST	41
4	MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU	42
4.1	ROZMĚRY VZORKŮ	42
4.2	MĚŘENÍ HLADINY ZVUKU VYBRANÝCH MATERIÁLŮ A JEJICH KOMBINACÍ	42
4.2.1	Analyzátor hladiny zvuku Brüel & Kjaer typ 2146	42
4.2.2	Způsob měření hladin akustického tlaku	43
4.3	VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU VYBRANÝCH MATERIÁLŮ	44
4.3.1	Vyhodnocení měření hladin akustického tlaku kombinací materiálů	44
5	HAT_09 – SOFTWARE PRO ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÍ ROZDÍLŮ HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU	47
5.1	HLAVNÍ OKNO PROGRAMU	47
5.2	PŘIHLÁŠENÍ A SPRÁVA UŽIVATELŮ	48
5.2.1	Správa vlastního uživatelského účtu	48
5.2.2	Správa všech uživatelských účtů	49
5.3	SEZNAM MĚŘENÍ	50
5.3.1	Export měření	50
5.3.1.1	Soubor typu CSV	51
5.3.1.2	Soubor XLS	51
5.3.1.3	Soubor HTML	51
5.3.2	Vyhledávání a filtrování dat	52
5.4	DETAIL MĚŘENÍ	52
5.5	NOVÉ MĚŘENÍ	54
5.5.1	Možnosti Importování dat	54
5.1	DOPORUČENÉ SOFTWAREVÉ A HARDWAROVÉ POŽADAVKY	54
	ZÁVĚR	55

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	56
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	57
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	59
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	61
SEZNAM TABULEK.....	62
SEZNAM PŘÍLOH.....	63

ÚVOD

Akustické vlastnosti materiálů patří do široké oblasti zájmu nejenom mnoha státních institucí a organizací, ale také jsou tyto vlastnosti studovány mnoha průmyslovými společnostmi a soukromými zkušebními ústavy. Tyto vlastnosti jsou velmi důležité pro eliminaci nežádoucího zvuku tedy hluku, zejména v pracovním, ale také domácím prostředí. Při výběru materiálu pro zvukovou izolaci je nutné si uvědomit, zda je nutné izolovat interní prostory, tedy přednáškové sítě, koncertní a divadelní sály, obývací pokoj, bytové prostory a jiné, kde je důležitou akustickou vlastností izolačního materiálu veličina koeficient zvukové pohltivosti, který udává jaké procento dopadající akustické energie materiál pohltuje a jakou část odráží zpět do prostoru, nebo je nutné zamezit průchodu akustické energie skrz materiál do dalšího prostoru, tedy akusticko-izolační aplikace při výstavbě protihlukových koridorů, kdy je nutné, aby materiál co nejvíce akustické energie odrážel zpět ke zdroji hluku a nedocházelo k průniku této energie do dalšího prostoru, v mnoha případech do obydlených oblastí.

Z těchto všech důvodů je tato bakalářská práce zaměřena na zpracování měření rozdílů hladin akustického tlaku, tedy na přispění k problematice aplikací zabývajících se průnikem akustické energie skrz materiál. Zpracování dat se většinou provádí pomocí velmi sofistikovaných software, které využívají nejmodernější technologie pro ukládání dat a jejich zpracování, jsou uživatelsky velmi komfortní a v nespolední řadě jsou kompatibilní se současným trendem informačních technologií.

Proto bylo také cílem této bakalářské práce navržení a vytvoření software, který bude určen pro zpracování měření hladin akustického tlaku. Při vývoji tohoto software byl kladen důraz na využití nejnovějších programátorských technik, tedy použití třívrstvé architektury při psaní zdrojového kódu, a použití nejnovějších vývojářských produktů firmy Microsoft, tedy Microsoft Visual Studio 2008, konkrétně Microsoft Visual Basic 2008 a jako datovou základnu databázi Microsoft Access 2003.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 AKUSTICKÉ VLASTNOSTI

1.1 Základní pojmy a veličiny

1.1.1 Zvuk

Zvuk je kmitavý pohyb malých částí pružného prostředí. Šíří se mechanickým vlněním.

Zvuk zprostředkovává člověku nejrůznější informace o světě okolo něj.

Základní fyzikální veličiny, které popisují zvuk, jsou frekvence a akustický tlak. Ve vzduchu se zvuk šíří podélným vlněním.

- **Podélné vlnění:** částice pružného tělesa kmitají ve směru shodném se směrem šíření zvukové vlny. Probíhá i v pevném a kapalném prostředí.
- **Příčné vlnění:** částice pružného tělesa kmitají kolmo na směr šíření zvukové vlny. Vzniká v pružných pevných tělesech ve tvaru tyčí, vláken nebo i na vodní hladině.
- **Ohybové vlnění:** v předmětech, ve kterých převládá jeden nebo dva rozměry oproti ostatním (například u desek a tyčí). Jedná se o složené vlnění z vlnění podélného a příčného.

1.1.2 Frekvence zvuku

Frekvence je člověkem vnímána jako výška tónu. Z fyzikálního hlediska se jedná o počet kmitů (periodických změn akustického tlaku) za jednu sekundu. Souvisí s vlnovou délkou a rychlostí zvuku. Jednotkou frekvence je hertz [Hz].

Frekvence je vyjádřena vztahem:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{T} \text{ [Hz]} \quad (1)$$

kde:

c je rychlost zvuku v daném prostředí [m/s]

λ je vlnová délka [m] - dráha, kterou urazí zvuková vlna za dobu jednoho kmitu;

T je perioda [s] (doba jednoho kmitu.)

Zvuk o různých frekvencích není vnímán lidským uchem se stejnou citlivostí.

1.1.3 Akustický výkon zdroje zvuku

Akustický výkon zdroje zvuku P (udává se ve wattech [W]) vyjadřuje energii vyzářenou ve formě akustických vln. Ve volném prostoru vyzářený akustický výkon přechází jistou uzavřenou plochou S , která plně obklopuje akustický zdroj (obr. 1).

1.1.4 Intenzita zvuku

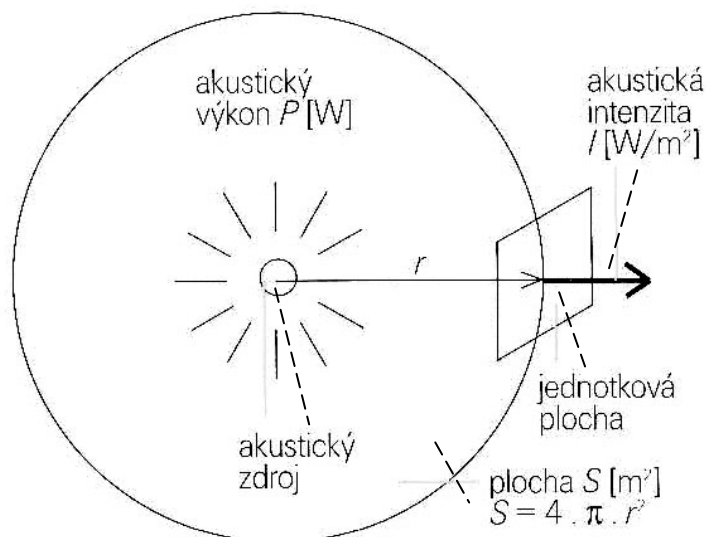
Intenzita zvuku I [W/m^2] je dána akustickým výkonem procházejícím jednotkovou plochou.

$$I = \frac{P}{S} \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad (2)$$

kde:

P je akustický výkon zdroje [W];

S je celková uzavřená plocha (v případě bodového zdroje $S = 4\pi r^2$)



Obr. 1. Výkon zdroje a Akustická intenzita

Citlivost lidského ucha pro vnímání akustické intenzity není stejná pro libovolnou intenzitu, ale s rostoucí intenzitou se snižuje. Díky tomu můžeme vnímat i velmi slabé zvukové signály s vysokou citlivostí, ale zároveň jsme chráněni před zvukem vysoké intenzity. Bylo zjištěno, že existuje logaritmická závislost mezi velikostí zvukového podnětu a velikostí sluchového vjemu (Fechner-Weberův zákon) a proto byla zavedena logaritmická míra (decibelové stupnice) při kvantifikaci akustických veličin.

1.1.5 Hladina Intenzity zvuku

Hladina intenzity zvuku L_I [dB] vyjadřuje poměr mezi skutečnou intenzitou zvuku I a smluvenou hranicí intenzity zvuku $I_0 = 10\text{W/m}^2$ (intenzita zvuku na prahu slyšení).

Hladina intenzity zvuku je dána vztahem:

$$L_I = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (3)$$

1.1.6 Hladina Akustického tlaku

Hladina akustického tlaku L_P [dB] vyjadřuje míru akustické intenzity a odvozuje se pomocí logaritmického vyjádření poměru skutečné hodnoty akustického tlaku p a smluvenou hranicí akustického tlaku $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa .

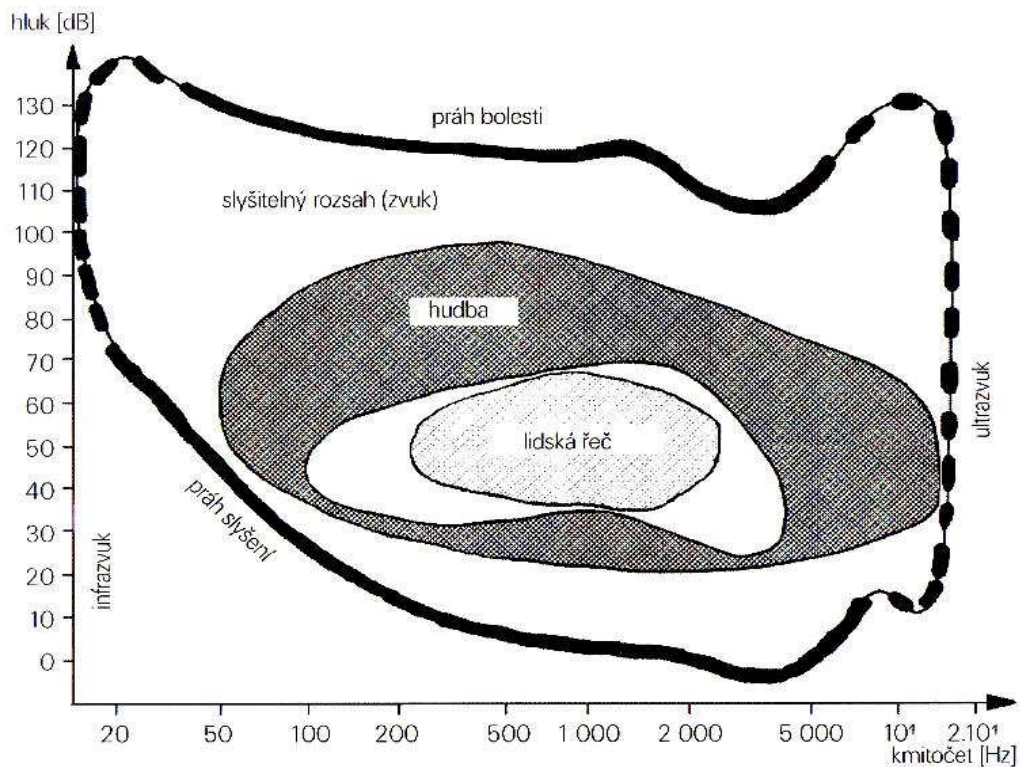
Hladina akustického tlaku zvuku je dána vztahem:

$$L_P = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 = 20 \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right) \text{ [dB]} \quad (4)$$

Hladina intenzity zvuku sledovaná ve směru šíření zvuku a hladina akustického tlaku mají přibližně stejnou hodnotu.

1.1.7 Oblast slyšení

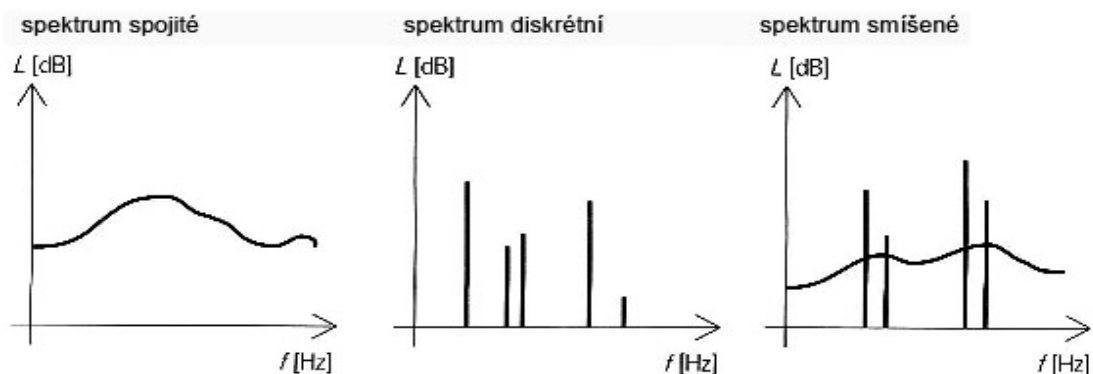
Oblast slyšení odpovídá přibližně rozsahu frekvencí od 16 Hz do 20 kHz. (obr.2). Tento rozsah je velmi závislý na zdravotním stavu, věku a zatěžování sluchu posluchače.



Obr. 2. Rozsah slyšení u zdravého mladého člověka v závislosti na hladině intenzity zvuku a frekvenci

1.1.8 Akustické spektrum

Akustické spektrum vyjadřuje zastoupení různých frekvencí. Jedná se o závislost akustické veličiny na frekvenci. Akustické spektrum může být spojité, diskrétní (např. hudební nástroje) nebo smíšené tzn. spojité s výraznými tónovými složkami (některá strojní a technická zařízení) (obr.3).



Obr. 3. Akustická spektra zvuku

1.1.9 Oktávová a třetinooktávová pásma

Oktávová a třetinooktávová pásma zjednodušují práci s akustickými veličinami při sledování frekvenčního složení zvuku. Oblast slyšitelných frekvencí se rozděluje na 11 oktávových pásem a každé oktávové pásmo je určeno svou střední frekvencí. Oktáva je interval mezi dvěma frekvencemi f_1 a f_2 při čemž platí že $f_2 = 2f_1$.

Pro přesnější výpočty se používá rozdělení na 33 třetinooktávových pásem. Třetinooktáva je interval mezi dvěma frekvencemi f_1 a f_2 při čemž platí že $f_2 = 2^{1/3} f_1$.

V oblasti stavební akustiky se využívají většinou spektra od 100 do 4 000 Hz. jelikož z hlediska nepříznivých účinků běžných zdrojů zvuku mají ostatní pásma zpravidla menší důležitost.

1.2 Předpisové a normativní požadavky

Základním prováděcím právním předpisem, který zajišťuje ochranu člověka před nadměrným a škodlivým hlukem je (s platností od 1. (i. 2006) Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, který stanovuje hygienické limity hluku a vibrací pro pracovní prostředí, pro hluk ve venkovním prostoru a pro hluk uvnitř budov.

Tento právní předpis se nevztahuje:

- na hluk z užívání bytu,
- na hluk a vibrace způsobené prováděním a nácvikem hasebních, záchranných a likvidačních prací, jakož i bezpečnostních a vojenských akcí,
- na akustické výstražné signály související s bezpečnostními opatřeními a záchranou lidského života, zdraví a majetku. [1]

1.2.1 Nařízení vlády č. 148/2006 ČÁST DRUHÁ - Hluk na pracovišti

1.2.1.1 § 2 Ustálený a proměnný hluk

- Hygienický limit pro osmihodinovou pracovní dobu (dále jen "přípustný expoziční limit") ustáleného a proměnného hluku při práci vyjádřený
 - a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,8h}$ se rovná 85 dB, nebo
 - b) expozicí zvuku $A EA,8h$ se rovná 3640 Pa²s,pokud není dále stanoveno jinak.
- Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce náročná na pozornost a soustředění a dále pro pracoviště určená pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,8h}$ se rovná 50 dB.
- Hygienický limit pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce rutinní povahy včetně velínu vyjádřená ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,T}$ se rovná 60 dB. Jako doba hodnocení se v tomto případě přednostně volí doba trvání rušivého hluku.
- Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, s výjimkou pracovišť uvedených v odstavcích 2 a 3, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale na tato pracoviště proniká ze sousedních prostor nebo je způsobován větracím nebo vytápěcím zařízením těchto pracovišť vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,T}$ se rovná 70 dB; na ostatních pracovištích nesmí tato hladina překročit 55 dB.
- Pokud pracovní doba v průběhu pracovního týdne není rovnoměrně rozložena nebo když se hladina hluku v průběhu týdne sice mění, avšak jednotlivé denní expozice

hluku se neliší o více než 10 dB v $LA_{eq,T}$ od dlouhodobého průměru a při žádné z expozičních hladin není překročena hladina akustického tlaku LA_{max} 107 dB, lze použít hodnocení podle průměrné týdenní expozice hluku.

- Průměrná týdenní expozice hluku $LA_{eq,w}$ se určí podle vztahu,

$$L_{Aeq,W} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{5} \left(\sum_{k=1}^n 10^{0,1 \cdot (L_{Aeq,8k,K})} \right) \right) \text{ [dB]} \quad (5)$$

kde n . . . je počet pracovních dnů během pracovního týdne.

1.2.1.2 § 3 Impulzní hluk

- Přípustný expoziční limit impulsního hluku vyjádřený
 - a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A LA_{eq,8h}$ se rovná 85 dB, nebo
 - b) expozicí zvuku $A EA,8h$ se rovná 3640 Pa²s.
- Přípustný expoziční limit impulsního hluku vyjádřený
 - a) špičkovým akustickým tlakem $C pC_{peak}$ se rovná 200 Pa, nebo
 - b) hladinou špičkového akustického tlaku $C LC_{peak}$ se rovná 140 dB.
- Hygienický limit impulsního hluku na pracovišti se stanoví podle § 2.
- Stanovení průměrné týdenní expozice impulsního hluku se použije pouze v případě, že pracovní doba v průběhu pracovního týdne není rovnoměrně rozvržena, nebo když se hladina hluku při práci v průběhu týdne sice mění, avšak jednotlivé týdenní expozice hluku se neliší o více než 10 dB v ekvivalentní hladině akustického tlaku A od dlouhodobého průměru a při žádné z expozičních hladin není překročena hladina maximálního akustického tlaku $A LA_{max}$ 107 dB.
- Průměrná týdenní expozice impulsního hluku se stanoví podle § 2.

1.2.1.3 § 7 Hygienický limit hluku, infrazvuku a ultrazvuku na pracovištích pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu

- Hygienický limit expozice hluku, infrazvuku, nízkofrekvenčního a vysokofrekvenčního hluku a ultrazvuku pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu (dále jen "480 minut") T v minutách se určí tak, že se ke stanoveným přípustným expozičním limitům $LA_{eq,8h}$, $L_{teq,8h}$, nebo $LG_{eq,8h}$ přičte korekce KT , která se stanoví podle vztahu $KT = 10 \cdot \lg(480/T)$, [dB].
- Hygienický limit expozice zvuku A se pro jinou pracovní dobu T než 480 minut určí tak, že se hodnota $EA_{,8h}$ 3640 Pa²s vynásobí činitelem kT , který se stanoví podle vztahu $T = 480/T$, [-].

1.2.2 Nařízení vlády č. 148/2006 ČÁST TŘETÍ - Hluk v chráněném vnitřním prostoru staveb, v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru

1.2.2.1 § 10 Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

- Hodnoty hluku se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $LA_{eq,T}$ a hladinou maximálního akustického tlaku A L_{Amax} . Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $LA_{eq,T}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($LA_{eq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($LA_{eq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích⁴, s výjimkou účelových komunikací, a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku A $LA_{eq,T}$ stanoví pro celou denní ($LA_{eq,16h}$) a celou noční dobu ($LA_{eq,8h}$)⁵.
- Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku A $LA_{eq,T}$ se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. Jde-li o hluk s tónovými složkami nebo má-li výrazně

informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk s tónovými složkami se považuje hudba nebo zpěv; za hluk s výrazně informačním charakterem se považuje řeč. Hlukem s tónovými složkami se rozumí hluk, v jehož kmitočtovém spektru je hladina akustického tlaku v třetinooktávovém pásmu, případně i ve dvou bezprostředně sousedících třetinooktávových pásmech, o více než 5 dB vyšší než hladiny akustického tlaku v obou sousedních třetinooktávových pásmech a v pásmu kmitočtu 10 Hz až 160 Hz je ekvivalentní hladina akustického tlaku v tomto třetinooktávovém pásmu $L_{teq,T}$ vyšší než hladina prahu slyšení stanovená pro toto kmitočtové pásmo podle tabulky v příloze č. 1 k tomuto nařízení.

- Hygienický limit v hladině maximálního akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní hladiny maximálního akustického tlaku A L_{Amax} se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podložími.
- Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu $L_{Aeq,s}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu v ekvivalentní hladině akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ stanovenému podle odstavce 2 přičte v pracovních dnech pro dobu mezi 7. a 21. hodinou korekce +15 dB. Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A $L_{Aeq,s}$ pro hluk ze stavební činnosti v pracovních dnech pro dobu kratší než 14 hodin se vypočte způsobem uvedeným v příloze č. 2 k tomuto nařízení. Věty první a druhá se nevztahují na zdravotnická zařízení a zařízení sociální péče, pokud jsou stavební práce prováděny za provozu těchto zařízení.

- Ve školních učebnách, v denních místnostech jeslí a mateřských škol a dále u staveb pro kulturní, školské a veřejné účely musejí být dodrženy hodnoty optimální doby dozvuku podle příslušné české technické normy.
- Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro zvuk elektronicky zesílené hudby se v prostoru pro posluchače stanoví pro dobu T se rovná 4 hodiny hodnotou $LA_{eq,T}$ se rovná 100 dB.

1.2.2.2 § 11 Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru

- Hodnoty hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku tvořeného impulsy ve venkovním prostoru vznikajícími při střelbě z těžkých zbraní, při explozích výbušnin s hmotností nad 25 g ekvivalentní hmotnosti trinitrotoluenu a při sonickém třesku, se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $LA_{eq,T}$. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($LA_{eq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($LA_{eq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích, s výjimkou účelových komunikací, a drahách, a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku A $LA_{eq,T}$ stanoví pro celou denní ($LA_{eq,16h}$) a celou noční dobu ($LA_{eq,8h}$).
- Vysoce impulsní hluk tvořený impulsy ve venkovním prostoru, vznikajícími při střelbě z lehkých zbraní, explozí výbušnin s hmotností pod 25 g ekvivalentní hmotnosti trinitrotoluenu a při vzájemném nárazu tuhých těles, se vyjadřuje ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $LA_{eq,T}$ podle odstavce 1.
- Vysokoenergetický impulsní hluk se vyjadřuje ekvivalentní hladinou akustického tlaku C $LC_{eq,T}$ a současně i průměrnou hladinou expozice zvuku C LCE jednotlivých impulsů. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($LC_{eq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější hodinu ($LC_{eq,1h}$).

- Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A $LA_{eq,T}$ se rovná 50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, jako například řeč, přičte se další korekce -5 dB.
- Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku C vysokoenergetického impulsního hluku se stanoví pro denní dobu $LC_{eq,8h}$ se rovná 83 dB, pro noční dobu $LC_{eq,1h}$ se rovná 40 dB. Ekvivalentní hladina akustického tlaku C $LC_{eq,T}$ se vypočte způsobem upraveným v příloze č. 3 k tomuto nařízení.
- Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A z leteckého provozu se vztahuje na charakteristický letový den a stanoví se pro celou denní dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $LA_{eq,16h}$ se rovná 60 dB a pro celou noční dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku A $LA_{eq,8h}$ se rovná 50 dB.
- Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti $LA_{eq,s}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu v ekvivalentní hladině akustického tlaku A $LA_{eq,T}$ stanovenému podle odstavce 4 přičte korekce přihlížející k posuzované době podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A $LA_{eq,s}$ se pro hluk ze stavební činnosti pro dobu mezi 7. a 21. hodinou pro dobu kratší než 14 hodin vypočte způsobem upraveným v příloze č. 3 k tomuto nařízení.

1.2.3 Nařízení vlády č. 148/2006 ČÁST PÁTÁ Způsob měření a hodnocení hluku a vibrací - § 19

- Při měření hluku a vibrací včetně jejich výpočtu a při hodnocení hluku a vibrací se postupuje podle metod a terminologie týkajících se oborů elektroakustiky, akustiky a vibrací, obsažených v příslušných českých technických normách. Při jejich dodržení se výsledek považuje za prokázaný.
- Pokud nelze postupovat podle odstavce 1, musejí být u použité metody doloženy její záchytnost, přesnost a reprodukovatelnost.
- Při měření nebo výpočtu hluku a vibrací se uvádějí nejistoty odpovídající metodě měření nebo výpočtu; ty musejí být uplatněny při hodnocení naměřených nebo vypočtených hodnot. [8]

1.3 Akustické vlastnosti stavebních konstrukcí budov

Jedna z podmínek kvalitního bydlení je také tiché prostředí. Abychom se mohli zabývat ochranou vnitřního prostředí budov před cizím hlukem, je nutné rozlišit rozdílné zdroje hluku

- hluk ze zdrojů mimo budovy (dopravní hluk, průmyslový hluk)
- hluk ze zdrojů uvnitř budovy.

Hluk vznikající uvnitř budovy lze dále rozdělit:

a) podle způsobu šíření zvuku

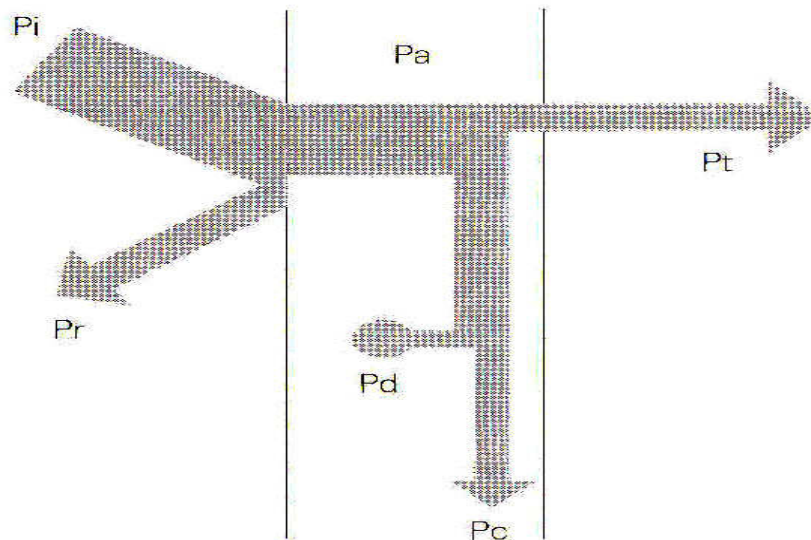
- hluk šířený vzduchem (hudba, hlasitý hovor);
- hluk šířený konstrukcí (chůze po podlaze, posunování nábytku).

b) podle definovatelnosti zdroje zvuku

- definovatelný zvuk - lze jednoznačně stanovit intenzitu i frekvenci. Je možné provést měření a porovnat s přípustným limitem

- nedefinovatelný zvuk - náhodné zvuky při běžném užívání budovy .Není možné jej přesně změřit, proto se vyhodnocuje pomocí kvality (akustických vlastností zvukové izolace .

Jednotlivé stavební konstrukce (stěny, stropy a střechy) jsou vystaveny dopadům zvukových vln. Akustický výkon P_i zvukové vlny dopadající na stavební konstrukci, je konstrukcí zčásti odražen - P_r a zčásti pohlcen - P_a . Složka pohlcené zvuková vlny se dále rozkládá na složky akustického výkonu transformovaného na jiný výkon - P_d (např. teplo), akustického výkonu šířeného dále konstrukcí budovy - P_c a na část akustického výkonu přeneseného do sousedního prostoru - P_t (obr.4).



Obr. 4. Rozložení akustického výkonu zvukové vlny

Při dopadu na stavební konstrukci

Množství akustického výkonu části zvukové vlny přeneseného do sousední místnosti, závisí:

- na akustické pohltivosti: schopnost povrchu konstrukce pohlcovat zvukovou energii
- na vzduchové neprůzvučnosti: schopnost dělicí konstrukce zabránit přenosu zvuku
- na kročejové neprůzvučnosti: schopnost vodorovné konstr. utlumit kročejový zvuk.

1.3.1 Akustická pohltivost stavebních materiálů a konstrukcí

Akustická pohltivost výrazně ovlivňuje akustiku vnitřního prostoru jak z důvodu ochrany vnitřního prostoru před nadměrným hlukem tak z důvodu zajištění optimální kvality poslechu hudby a mluveného slova zkrácením doby dozvuku.

Akusticky pohltivé materiály používané v prostorové akustice můžeme rozdělit na:

- porézní materiály
- rezonanční zvukové pohlcovače (kmitající membrány/desky, dutinové rezonátory)
- akustická tělesa.

1.3.1.1 Činitel zvukové pohltivosti

Činitel zvukové pohltivosti vyjadřuje schopnost konstrukce pohlcovat část akustického výkonu dopadající zvukové vlny v daném frekvenčním pásmu. Hodnoty činitele zvukové pohltivosti jsou frekvenčně závislé a udávají se nejčastěji v oktávových pásmech ve frekvencích od 125 do 4 000 Hz. Činitel zvukové pohltivosti je dán vztahem:

$$\alpha = \frac{P_a}{P_i} [-] \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (6)$$

kde:

P_a : je akustický výkon pohlcený konstrukcí [W]

P_i : je celkový akustický výkon dopadající na konstrukci [W].

Činitel zvukové pohltivosti 1 vyjadřuje úplné pohlcení zvuku a činitel zvukové pohltivosti 0 vyjadřuje úplné odražení zvuku.

Tab. 1. Hodnoty činitele zvukové pohltivosti vybraných materiálů a konstrukcí

Konstrukce	Frekvence [Hz]					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Tloušťka [mm] / odsazení [mm]						
Beton hutný	0,010	0,016	0,019	0,023	0,035	0,05
Beton vylehčený	0,20	0,22	0,23	0,25	0,21	0,26
Zdivo cihelné režné	0,024	0,025	0,032	0,042	0,049	0,07
Dřevotřísková deska (20/50 až 150)	0,30	0,25	0,10	0,08	0,05	0,04
Dřevovláknitá měkká deska (15/0)	0,10	0,15	0,55	0,52	0,50	0,45
Omítka vápenná na cihelném zdivu	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Omítka vápenocementová	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
Koberec bouclé (5/0)	0,08	0,10	0,10	0,21	0,43	0,78
Koberec plyšový (10/0)	0,13	0,11	0,15	0,30	0,63	0,90
Linoleum	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,04
Vlasy dřevěné	0,03	0,04	0,06	0,12	0,10	0,17
Okenní otvor zasklený	0,30	0,20	0,15	0,10	0,06	0,04
Čalouněné křeslo (zvuková pohltivost v m na 1 kus)	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30	0,30
Čalouněné křeslo obsazené (zvuková pohltivost v m ² na 1 kus)	0,25	0,30	0,40	0,45	0,45	0,40
Vodní hladina	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02

1.3.1.2 Ekvivalentní pohltivá plocha

Schopnost konstrukce pohlcovat část akustického výkonu je možné udávat také pomocí ekvivalentní pohltivé plochy A [m²] která je dána vztahem:

$$A = \sum \alpha_i S_i \quad [\text{m}^2] \quad (7)$$

kde:

α je činitel zvukové pohltivosti i-tého materiálu;

S_i je plocha povrchu i-tého materiálu [m²].

Hodnoty ekvivalentní pohltivé plochy jsou také frekvenčně závislé.

1.3.1.3 Další možnosti měření a klasifikace pohlcování zvuku

α_s udává dozvukový součinitel pohlcování zvuku pro danou frekvenci. Jedná se o nejpodrobnější metodou registrace pohlcování zvuku.

α_p je aritmetický průměr třech po sobě následujících hodnot α_s používá se při výpočtu času dozvuku v místnosti.

α_w je ukazatelem pohlcování neboli vážený součinitele pohlcování a jedná se o jednocifernou hodnotu určující pohlcování zvuku daným materiálem.

NRC (Noise Reduction Coefficient) je aritmetickým průměrem hodnot α_w pro frekvence: 250, 500, 1 000 a 2 000 Hz.

1.3.2 Vzduchová neprůzvučnost stavebních materiálů a konstrukcí

1.3.2.1 Neprůzvučnost

Vzduchová neprůzvučnost charakterizuje zvukoizolační vlastnosti dělicí konstrukce. Je definována jako schopnost konstrukce přenášet vzduchem se šířící zvuk v zeslabené míře do chráněného prostoru. Její velikost závisí na frekvenci dopadajícího zvuku a na plošné hmotnosti konstrukce.

neprůzvučnost R se určí ze vztahu:

$$R = 10 \cdot \log \left(\frac{P_i}{P_t} \right) \quad [\text{dB}] \quad (8)$$

kde:

P_i je akustický výkon dopadající na dělicí prvek [W]

P_t je akustický výkon vyzářený dělicím prvkem do chráněné místnosti [W]

Měření a výpočet vzduchové neprůzvučnosti se nejčastěji provádí pro 16 třetinooktávových pásem v rozsahu od 100 do 3 150 Hz.

Předpoklad platnosti výše uvedeného vztahu je, že zvuková energie se šíří pouze přes dělicí prvek. Pokud je však konstrukce zabudovaná ve stavebním objektu, pak se zvuková energie přenáší do chráněné místnosti také jinými cestami a z tohoto důvodu se zavádí další veličina – stavební neprůzvučnost.

1.3.2.2 Stavební neprůzvučnost

Stavební neprůzvučnost R' [dB] v daném frekvenčním pásmu se určí vztahem:

$$R' = 10 \cdot \log \left(\frac{P_i}{P_t + P_c} \right) \quad [\text{dB}] \quad (9)$$

Kde P_c [W] je akustický výkon šířený konstrukcí nebo bočními cestami do chráněné místnosti (P_i a P_t viz 1.3.2.1)

Při měření se pro odvození stavební neprůzvučnosti používá vztah:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \left(\frac{S}{A} \right) \quad [\text{dB}] \quad (10)$$

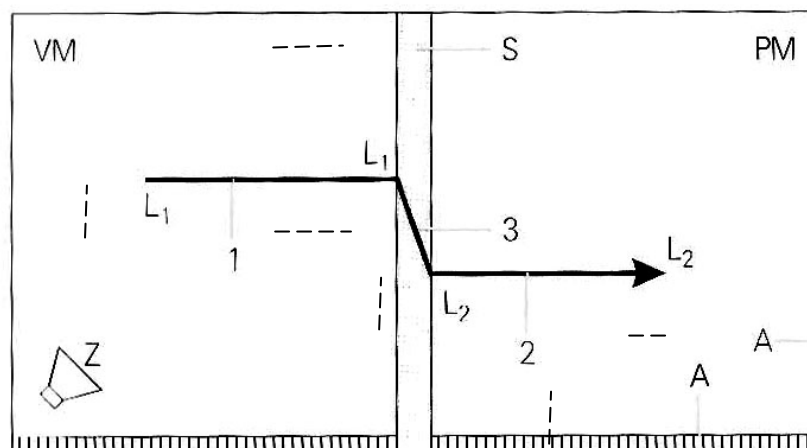
kde:

L_1 je střední hladina akustického tlaku ve vysílací místnosti [dB]

L_2 je střední hladina akustického tlaku v přijímací místnosti [dB]

S je plocha dělicího prvku [m^2]

A je ekvivalentní pohltivá plocha v přijímací místnosti [m^2]



Obr. 5. Přenos zvuku dělicí konstrukcí

1 – střední hladina akustického tlaku ve vysílací místnosti,

2 – střední hladina akustického tlaku v přijímací místnosti.

3 – pokles vlivem neprůzvučnosti dělicího prvku

1.3.2.3 Vážená laboratorní neprůzvučnost a vážená stavební neprůzvučnost

Vážená laboratorní neprůzvučnost R_w je jednočíselná hodnota daná porovnáním všech 16ti třetinooktávových hodnot Neprůzvučnosti R se směrnou váhovou křivkou (normová frekvenční charakteristika označená R_{ref}). Váženou stavební neprůzvučnost R'_w je pak snížena o korekci $-k$, která je závislá na přenosu zvuku bočními cestami.

$$R'_w = R_w - k \quad (11)$$

1.3.2.4 Normalizovaný rozdíl hladin

Normalizovaný rozdíl hladin D_{nT} [dB] se používá v případě, že mezi dvěma posuzovanými místnostmi je pouze část společné dělicí stěny a obě místnosti jsou přes stěnu propojeny otvory nebo spolu posuzované místnosti nesousedí.

Výpočet se provádí vztahem:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log\left(\frac{T}{T_0}\right) \quad [\text{dB}] \quad (12)$$

kde:

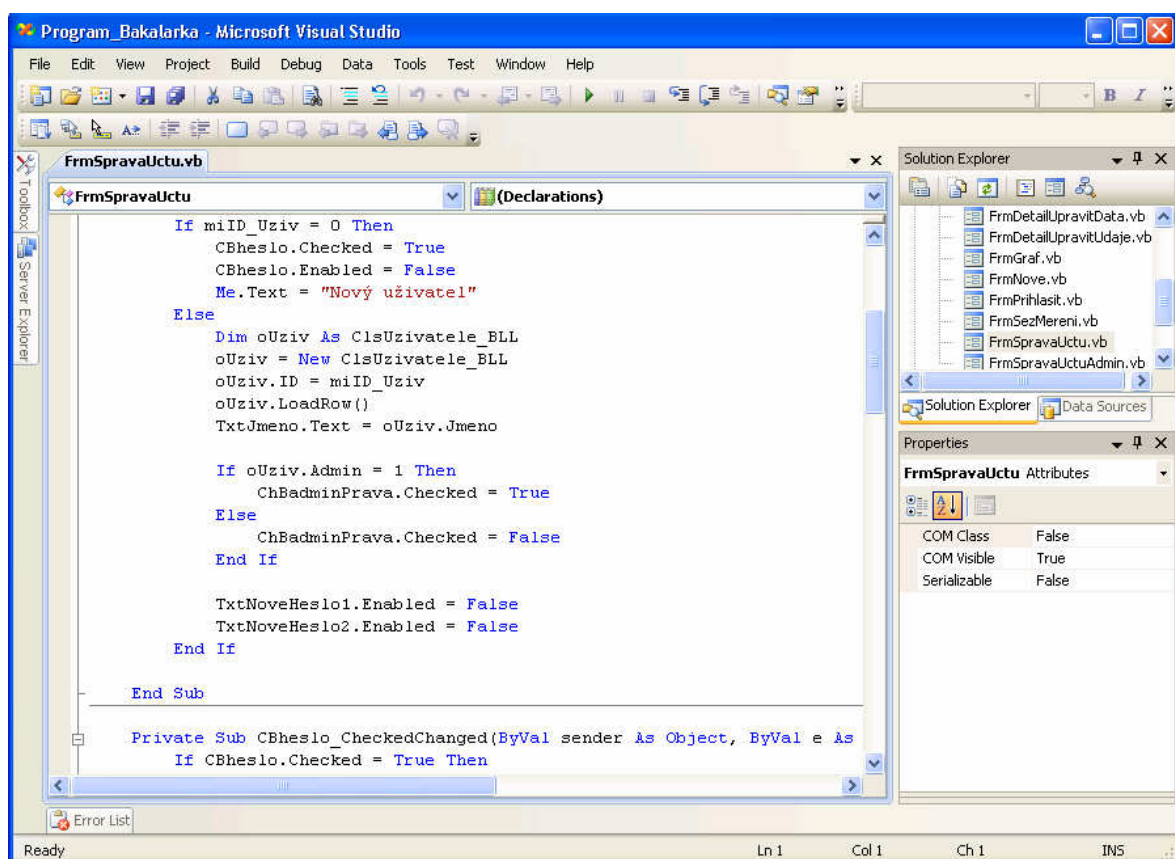
T je doba dozvuku v přijímací místnosti [s]

T_0 je referenční doba dozvuku [s] (pro obytné místnosti $T_n = 0,5$ s) [1]

2 VÝVOJOVÉ PROŠŘEDÍ MICROSOFT VISUAL STUDIO 2008

Microsoft Visual Studio 2008 obsahuje mnoho užitečných nástrojů (Nástroje pro práci s databázemi, ladicí funkce, vizuální návrhové rohraní pro rychlejší vývoj s využitím .NET Framework 3.5 , a mnoho dalších) vhodných pro vývoj softwarových aplikací úplnými začátečníky i profesionálními týmy, protože obsahuje také nástroje pro efektivní týmovou spolupráci např. nástroje, které pomáhají zapojit do vývojového procesu databázové odborníky a návrháře grafiky.

Microsoft .NET Framework verze 3.5 umožňuje rychlý vývoj aplikací, pro řešení častých programátorských úkolů totiž již obsahuje „stavební bloky“ (prefabrikovaný software). Visual Studio a .NET Framework tak snižují potřebu psaní rutinních programových kódů a umožňují se soustředit se na řešení vlastního problému.



Obr. 6. Vývojové prostředí Microsoft visual 2008

2.1 Visual Basic 2008

Visual Basic je dialektem programovacího jazyka BASIC od společnosti Microsoft. Jde o jednoduchý a snadno pochopitelný jazyk, protože jako klíčová slova se obvykle používají popisné výrazy v angličtině. Velká popisnost jazyka však způsobuje, že kód zapsaný ve VB je na počet znaků obsáhlejší než zápis ve většině jiných jazyků.

Poslední verze jazyka Visual Basic je verze 6 z roku 1998, další verze jsou již Visual Basic.NET, ve Visual studiu 2008 je přítomna verze 9

Visual Basic .NET pracuje na rozhraní .NET (čteno *dotnet*), které výsledný program zkompiluje pouze do jakéhosi mezikódu a ten se zabalí do souboru EXE a distribuuje se na všechny počítače v této podobě. Když pak program chceme spustit, zkompiluje se do strojového kódu až na konkrétním počítači. Výhodou je lepší optimalizace pro konkrétní instrukční sadu procesoru. Kompilace probíhá pouze jednou, zkompilovaný program se uloží a při dalším použití programu se pouze spustí. První spuštění programu tedy trvá o něco déle.

```
Dim Proměnná As Integer
```

```
Private Sub Button_OK_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button_OK.Click
    If Proměnná = 8 Then
        'nějaký kód který se provede pokud proměnná "Proměnná" obsahuje číslo 8
    End If

    For i As Integer = 0 To 8
        'nějaký kód který se provede 8x
    Next

    Button_OK.Text = "Nějaký text který se zobrazí na tlačítku"
End Sub
```

Obr. 7. Ukázka zdrojového kódu

2.2 Microsoft Office Access 2003

MS Access 2003 je součástí kancelářského balíku MS Office. Tento program umožňuje uživateli rychlým a efektivním způsobem zpracovávat a vyhodnocovat data, která jsou uložena v databázi.

Databáze je systém pro uchování dat a jejich následné třídění a zpracování. MS Access využívá tzv. relační model, který byl popsán v roce 1970 Dr. Coddem. Mimo relační architektury se můžeme setkat také s databázemi s architekturou strukturovanou nebo objektově orientovanou. Relační databázový model má jednoduchou strukturu. Data jsou organizována v tabulkách, které se skládají z řádků a sloupců a tabulky jsou mezi sebou propojeny přes určitá pole, tomuto propojení se říká relace. Všechny databázové operace jsou pak prováděny na těchto tabulkách

Typy relací:

- Relace 1 : 1 – jeden záznam v jedné tabulce je spojen s jedním záznamem v další tabulce (např. máme tabulku uživatelů a tabulku telefonních čísel. Každému uživateli je přiřazeno jeho telefonní číslo)
- Relace 1 : N – jeden záznam v jedné tabulce je spojen s více záznamy v další tabulce (např. máme tabulku uživatelů a tabulku s doručenými emaily. Každému uživateli je přiřazeno několik jeho emailů)
- Relace M : N - více záznamů v jedné tabulce je spojeno s více záznamy v další tabulce (např. máme tabulku zaměstnanců a tabulku se služebními automobily. Každému zaměstnanci je přiřazeno několik automobilů které může využívat ale jednomu automobilu je také přiřazeno několik zaměstnanců kteří jej můžou využívat) [9]

2.3 Třívrstvá architektura

Architektura systému je soubor specifikací jeho částí, spojujících prvků, pravidel chování a interakcí.

Model třívrstvé architektury je pokračovatelem, z dnešního pohledu již zastaralé, dvouvrstvé architektury. Každá vrstva poskytuje navenek určité rozhraní, přes které s ní může druhá vrstva komunikovat. Není tedy žádný problém např. změnit poskytovatele

datového úložiště. Na rozdíl od dvouvrstvé architektury, klientovi není dovoleno přímo komunikovat s datovou vrstvou. Použití třívrstvé architektury neznámá, že pro každou vrstvu musí být vyhrazen samostatný počítač. Není totiž vůbec výjimkou, kdy jsou všechny tři vrstvy provozovány na jednom počítači. Obrázek ukazuje rozložení třívrstvé architektury mezi klienta a server. Prezentační vrstva není jen dominantou klientů, ale může být umístěna také na serveru – např. v případě, kdy se server stará o generování HTML stránek.

Model třívrstvé architektury rozlišuje tyto vrstvy:

- **Prezentační vrstva** – obsahuje funkce uživatelského rozhraní. Obvykle existuje několik prezentačních vrstev pro různé druhy zařízení, platformy a prostředí
- **Aplikační vrstva** – tvoří prostředníka mezi vrstvou prezentační a vrstvou datovou. Obsahuje tzv. business logiku aplikace. V této vrstvě dochází k transformaci dat mezi vstupně / výstupními požadavky a datovou vrstvou.
- **Datová vrstva** – obsahuje funkce pro přístup k informacím v datovém úložišti

Ve složitějších aplikacích je možné definovat i více než tři vrstvy. Vždy je ale od sebe odstíněna prezentační vrstva od vrstvy datové. Příkladem může být např. vrstva pro kontrolu přístupových práv a zabezpečení, vrstva pro správu systémových prostředků, apod. Na výše zmíněné vrstvy se dá ale také nahlížet jako na podvrstvy aplikační vrstvy z třívrstvé architektury, ale také jako na samostatné vrstvy. Záleží pouze na úhlu pohledu.

2.3.1 n-vrstvé architektury

Podstata tohoto modelu je stejná jako u třívrstvé architektury. Komponenty lze zde rozdělit do co nejmenších logických modulů a následně je pak rozmístit na několik serverů. [2]

3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH MATERIÁLŮ

3.1 Minerální vlna

3.1.1 Výroba minerální vlny

Minerální vlna vzniká tavením čediče v kupolové peci při teplotě nad 1500°C. Vznikne láva, která se při vytékání na rotující válce změní odstředivou silou na malé kapky, které odlétávají do usazovací komory. Kapky lávy se vlivem velké rychlosti natáhnou a tím vznikne jemné vlákno - základ izolace. Do tohoto vlákna se vstříkují pojivo, vodoodpudivé přísady (hydrofobizační olej), protiplísňové a další přísady. Vlákno se rovnoměrně usadí na pás a pokračuje do vytvrzovací pece, kde se spolu s pojivem a všemi přísadami teplem vytvrzuje. Z vytvrzovací pece vychází pás minerální vlny přes přítlačné zařízení, které spolu s rychlostí posuvu pásu a intenzitou přísunu vláken zajišťuje požadovanou objemovou hmotnost a tloušťku konkrétního výrobku. Přes chladicí komoru se nekonečný pás minerální vlny dostává k diamantové pile, která má naprogramovány požadované rozměry konkrétního výrobku. Nařezané výrobky jdou buď jako polotovary na speciální linku pro speciální výrobky (potrubní pouzdra, kaširované desky, lamelové rohože apod.)

3.1.2 Charakteristika

Izolační desky vyrobené z minerální plsti. Výroba je založena na metodě rozvlákňování taveniny směsi hornin a dalších příměsí a přísad. Vytvořená minerální vlákna se v rámci výrobní linky zpracují do finálního tvaru desek. Vlákna jsou po celé délce hydrofobizována. Desky je nutné v konstrukci chránit vhodným způsobem (separační PE fólie). [10]

3.2 Expandovaný polystyren - EPS

Základní surovinou je zpěňovatelný polystyren ve formě perlí, obsahujících zpravidla 6–7 % pentanu jako nadouvadla. Tyto perle se vyrábějí suspenzní polymerací monomeru styrenu a jsou dodávány výrobcům pěnového polystyrenu v několika velikostních skupinách od 0,3 do 2,8 mm v závislosti na konkrétní aplikaci.

Vstupní surovinou pro výrobu pěnového polystyrenu jsou asi milimetr velké bílé kuličky polystyrenu. Pro další zpracování se rozhoduje, jak moc mají kuličky nabobtnat, aby splňovaly požadavky finálního výrobku. Tyto kuličky se umístí do násypky šnekového dopravníku, odkud putují do tzv. předpěňovacího zařízení, což je asi 5 metrů vysoký uzavřený válec. Zde na ně začíná působit vodní pára. Kuličky vlivem horka měknou, a protože obsahují nadouvadlo, začínají pomalu růst. Každá kulička výrazně zvětší svůj objem, a to dvacetkrát až padesátkrát.

Teplota páry a doba jejího působení ovlivňují konečné vlastnosti pěnového polystyrenu. Předpěněné kuličky dále putují do fluidního lože, kde se musí prosušit, aby získaly větší pevnost. Zabrání se tak jejich možnému mechanickému poškození při dalším transportu. Nakonec se polystyrenové kuličky – perle – dlouhým potrubím dopraví z fluidního lože do vysokých sil.

Polystyrenové desky se vyrábí tak, že perle ze sil putují potrubím do obrovské kovové blokové formy. Pak se tato forma uzavře a parními tryskami ve stěnách se opět vpustí sytá vodní pára. Doposud velikostně stabilní perle již podruhé měknou a opět začínají růst. Uzavřený prostor formy jim dovolí vytvořit kompaktní blok navařením jednotlivých drobných kuliček vzájemně na sebe a vznikne polystyrenový kvádr, který se následně nechá vychladit.

Pomocí teplého řezacího drátu se kvádr systematicky naporcuje na hladké desky s přesnými rozměry.

3.2.1 Mechanické vlastnosti

Svojí pevností v tlaku, v tahu a ve smyku při minimální hmotnosti patří EPS k nejvýkonnějším materiálům. Pevnost EPS je využita mnoha způsoby:

Pevnost v tlaku – běžné desky vykazují pevnosti v rozmezí 70–200 kPa při 10% deformaci (tj. 7–20 tis. kg/m²) a je možno je navrhovat také pro vysoce zatížené konstrukce (terasy, průmyslové podlahy).

Pevnost v tahu – pevnosti v tahu, která je běžně přes 100 kPa, se využívá především u fasádních systémů. Díky takto vysokým hodnotám se nemusí používat zesílené speciální kotvení jako u některých jiných méně pevných materiálů.

Pevnost ve smyku – tato vlastnost nabývá na důležitosti především se vzrůstající tloušťkou izolace. U lepených izolačních desek tloušťky nad 100 mm, které nemají dobrou smykovou pevnost, po čase dochází k mírnému posunu omítkových vrstev směrem dolů, což má za následek vznik vln a nerovností na fasádě. Z pěnového polystyrenu je možné spolehlivě provádět izolace tloušťky přes 200 mm.

3.2.2 Charakteristika

Pěnový polystyren lze kombinovat téměř se všemi běžnými stavebními materiály, jako je sádra, dřevo, cement, beton nebo asfalt. Výrobky z EPS nejsou odolné vůči organickým rozpouštědlům.

ESP je vynikajícím materiálem co do jednoduchosti tvarování. Tvarovky, přířezy a obaly z pěnového polystyrenu se hojně používají v různých odvětvích průmyslu od stavebního či elektrotechnického až po potravinářský.

3.2.3 Akustické vlastnosti

Pro konstrukce s vysokými požadavky na útlum zvuku byl vyvinut tzv. Elastifikovaný polystyren s velmi nízkou dynamickou tuhostí. Např. plastifikovaný polystyren, určený pro kročejovou izolaci podlah, dokáže v konstrukci těžké plovoucí podlahy zajistit snížení hladiny kročejového zvuku o vynikajících 30–35 dB. [11] – [13]

3.3 Extrudovaný polystyren - XPS

3.3.1 Obecná charakteristika

Extrudovaný polystyren XPS je moderní tepelně izolační materiál, který není třeba v konstrukci chránit vodotěsnou izolací. Jeho vlastnosti jej předurčují ke konstrukčním řešením, kde ostatní tepelné izolanty včetně pěnového skla či polyuretanu nelze použít. Jedná se o tzv. obrácené střechy, tepelné izolace stěn suterénů budov a mnoho dalších aplikací, využívajících možnost umístění hydroizolace až za izolaci tepelnou (ve směru působení vodního prostředí). Trvale chrání hydroizolační vrstvu před mechanickým poškozením i stárnutím. Potlačuje, či zcela vylučuje kondenzaci vodní páry v konstrukcích. [14]

3.3.2 Výroba extrudovaného polystyrenu

Extrudovaný polystyrén je vyráběn ze stejné suroviny jako pěnový polystyren, avšak naprosto jiným postupem. Granule jsou dávkovány do násypky a roztaveny, dále je materiál vytlačovacím zařízením (extrudérem) dodáván na pás, kde je tloušťkově formátován. Před vytlačovací hubicí je materiál napěňován hnacím plynem CO₂. Při jeho výrobě nejsou tedy používány halony ani freony. Dále je materiál extrudovaného polystyrénu po vychladnutí a ztvrdnutí délkově a šířkově formátován a hrany jsou upraveny na požadovaný tvar. Důsledkem této výroby je materiál s vysokou pevností v tlaku a minimální nasákavostí (cca 10x méně než pěnový polystyren) i vynikajícími tepelně izolačními vlastnostmi.

Extrudovaný polystyrén může být skladován na volném prostranství několik týdnů bez ochrany proti povětrnosti.

Není citlivý na déšť, sníh a mráz. Při delším skladování vně objektů musí být povrch extrudovaného polystyrénu chráněn fólií světlé barvy. Desky je třeba zabezpečit proti větru a podložky pro skladování extrudovaného polystyrénu musí být rovné a čisté. Další důležitou zásadou pro skladování je, že v blízkosti desek extrudovaného polystyrénu nesmí být skladovány lehce hořlavé materiály. Jedná se totiž o hořlavý materiál, který nesmí přijít do kontaktu s otevřeným ohněm. [15]

3.3.3 Vlastnosti extrudovaného polystyrenu

Tento materiál je vhodný do opravdu těžkých provozních podmínek. Neposkytuje živiny pro mikroorganismy, proto nehraje, hlodavcům ani hmyzu neposkytuje potravu, mohou se v něm však uhnízdít. Pro bezpečnou ochranu proti hlodavcům je třeba extrudovaný polystyrén opatřit např. vrstvou hustého pozinkovaného pletiva nebo tahokovem.

Mezi nejdůležitější vlastnosti XPS patří uzavřená struktura buněk, velmi nízká tepelná vodivost, vysoká pevnost v tlaku, velmi nízká nasákavost, nulová kapilarita, nízká objemová hmotnost, mrazuvzdornost, dobrá rozměrová stálost, dlouhodobá trvanlivost, jednoduché zpracování, ekologická nezávadnost, recyklovatelnost výrobku. [14]

3.3.4 Použití extrudovaného polystyrenu

Extrudovaný polystyrén má širokou paletu použití od podlahy až po střechní. Jedná se především o izolační desky. Dle způsobu užití se vyrábějí desky o různých pevnostech, od desek vhodných do střešních plášťů s vysokým mechanickým zatížením jako jsou pochozí terasy, střešní parkoviště, zelené střechy apod., až po desky používané pro heliporty. Téměř výhradně se používá do systémů s obráceným pořadím vrstev a bývá stabilizován přitížením. [16]

3.4 Pěnový polyuretan

Pěnové polyuretany rozdělujeme na polyetherové a polyesterové a jsou vyráběné na bázi polyetheru a polyesteru bezfreonovou technologií. Dodávají se ve formě bloků, desek, pásů, tvarovek a lepených výrobků. Pěnové polyuretany se vyrábí pod ochranou značkou MOLITAN®.

- Pěnové polyethery mají dobré deformační a hysterzní vlastnosti, jsou vhodné jako čalounický, výplňový, zvukově-izolační materiál a materiál pro obalovou techniku. Rozlišujeme typy standardní, měkké, tvrdé a speciální.
- Pěnové polyesterové jsou pro svojí schopnost využívány k laminaci v textilním, obuvnickém a spotřebním průmyslu a také v obalové technice. Pěny se snižou

hořlavostí a hodnotou foggingu jsou preferované v automobilovém průmyslu a jako zvukové izolace.

3.4.1 Rozdělení typů pěnových polyuretanů MOLITAN®

MOLITAN® N a MOLITAN® H se používají pro výrobu čalouněného, bytového a kancelářského nábytku, nebo k výrobě matrací.

MOLITAN® N - standardní typ, používá se jako základná objemová složka čalounění a matrací ve formě desek, pásů nebo tvarových dílů, tak samostatně jako ve spojení s dalšími vrstvami různých PUR MOLITAN® pro dosažení optimálních vlastností. Nejčastěji používané typy PUR jsou N1820 , N2538 , N3038.

MOLITAN® H – PUR se zvýšeným odporem proti stlačení, používá se jako zpevňující vrstva na silněji namáhané místa, nebo na místa s vysokým dynamickým zatížením. Nejčastější používané typy PUR jsou H2545.

MOLITAN® W – PUR se sníženým odporem proti stlačení, používá se jako změkčující vrstva pro sedací nábytek pro dosažení optimálního pocitu pohodlí a komfortu při sedění. Nejčastěji se používá PUR W2519, W3530.

MOLITAN® RE - lepený lehčený PUR, používá se jako zpevňující (nosná) vrstva čalounění, sedacích částí a matrací, kde zároveň snižuje deformaci, nebo odděluje vrstvu na místech, kde je čalounění spojené s konstrukcí nábytku. Obecně je možné využít PUR MOLITAN® jako výplňový materiál všude tam, kde je potřeba vyplnit prostor nebo objem pružnou měkkou hmotou. Drť z pěnových PUR MOLITAN® v podobě pravidelných a nepravidelných tyčinek slouží jako výplňový materiál do polštářů a příkrývek, sedacích a opěrných částí čalouněného nábytku a pro obalovou techniku. MOLITAN® patří vzhledem ke svým vlastnostem a zpracováním mezi nejlepší materiály v oblasti akustických izolací. Vzhledem k svojí otevřené komorové struktuře nachází uplatnění tam, kde je požadované snížení hluchnosti, případně vytvoření anebo zlepšení požadovaných akustických vlastností

prostoru. Akustické tvarovky se používají pro akustické úpravy nahrávacích, televizních a dabingových studií, sálů a zkušeben, při odhlučnění veřejných a průmyslových prostorů přímou aplikací na povrch stěn. Pásy a tvarové díly se používají k odhlučnění skříní strojních zařízení a u podobných aplikací. Tyto vlastnosti jsou zvláště výrazné u PUR MOLITAN® RE, která díky vyšší objemové hustotě současně působí jako zvuková i tepelná izolace a dobře snáší mechanické zatížení jako izolace podlah pod názvem IZOTAN®.

MOLITAN® S – PUR se speciálním provedením, používá se v aplikacích se sníženou hořlavostí pro akustické a tepelné izolace. V kombinaci s textilním materiálem se používá pro čalouněný interiér vozidel, kde se vhodně spojují akustické a tepelně-izolační vlastnosti s poddajností a měkkostí. Do této skupiny patří také náš měřený vzorek MH23.

MOLITAN® E - polyesterový typ, je určený pro výrobu pouzder a tvarových výplní sloužících na balení výrobků v elektrotechnickém anebo sklářském průmyslu. Ve formě pásové PUR, nebo pásů textilu kaširovaného pěnou slouží pro obuvnické a textilní firmy na výrobu výstelek, zateplených vložek a změkčovacích vrstev obuvi a oděvů.

MOLITAN®HR (High Resilience) je polyesterový typ a díky svým vynikajícím vlastnostem používán pro komfortní sedací nábytek a matrace. Struktura materiálu zaručuje vysokou elasticitu, dobré odvětrávání, odvod tepla a prostupnost vzduchu. Tento typ PUR je určen pro komfortní sedací nábytek a zejména matrace, řazené do střední a vyšší třídy čalouněného nábytku [17].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 MĚŘENÍ A VYHODNOCENÍ HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU

4.1 Rozměry vzorků

Jednotlivé vzorky měly rozměr 500 x 500 mm, jejich tloušťka a hustota je uvedena v tab. 2.

Tab. 2. Rozměry vzorků a jejich hustota.

Materiál	Tloušťka vzorku [mm]	Hustota vzorku [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]
Extrudovaný polystyren	20	31,5
Expandovaný polystyren	39	15,5
PUR deska	18	20,2
Minerální vlna	45	10,2

4.2 Měření hladiny zvuku vybraných materiálů a jejich kombinací

4.2.1 Analyzátor hladiny zvuku Brüel & Kjaer typ 2146

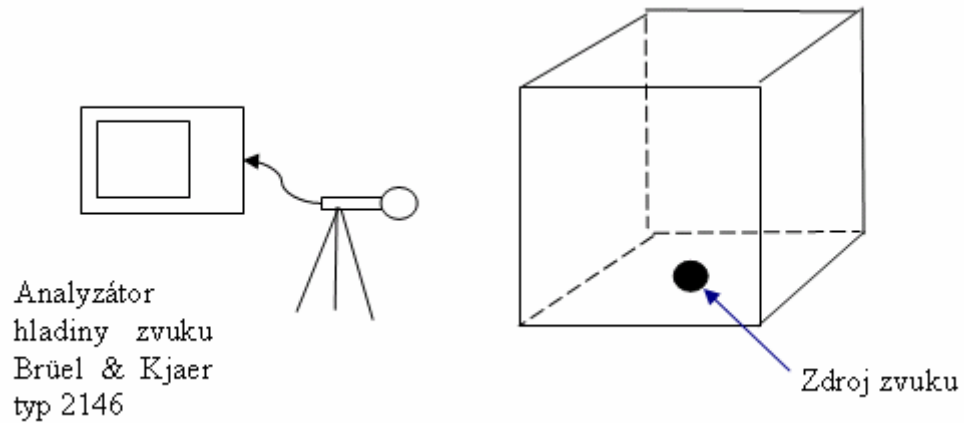
Jedná se o snadno ovladatelný, přenosný přístroj provádějící frekvenční analýzu ve slyšitelném rozsahu frekvencí v reálném čase. Frekvenční analýza se provádí v oktávových nebo třetinooktávových pásmech. Umožňuje provést analýzu nestacionárních zdrojů hluku a jiných časově proměnlivých jevů.



Obr. 8. Analyzátor hladiny zvuku Brüel & Kjaer typ 2146.

4.2.2 Způsob měření hladin akustického tlaku

Jako zdroj zvuku byla použita elektrická laboratorní míchačka, která byla vložena do konstrukce ve tvaru krychle, která umožňuje na jednotlivé strany této konstrukce připevnit různé materiály.



Obr. 9. Způsob měření hladin akustického tlaku



Obr. 10. Konstrukce pro uchycení vzorků.

4.3 Vyhodnocení měření hladin akustického tlaku vybraných materiálů

Měření hladin akustického tlaku bylo provedeno pomocí analyzátoru hladiny zvuku Brüel & Kjaer typ 2146 a konstrukce popsané v kapitole 4.2.2. Výsledkem tohoto měření byly závislosti hladiny akustického tlaku na frekvenci. Tato data byla zpracována pomocí programu HAT_09.

4.3.1 Vyhodnocení měření hladin akustického tlaku kombinací materiálů

Byly měřeny frekvenční závislosti hladin akustického tlaku následujících kombinací materiálů:

- Expandovaný polystyren + PUR deska
- Expandovaný polystyren + Minerální vlna
- Extrudovaný polystyren + PUR deska
- Extrudovaný polystyren + Minerální vlna
- Expandovaný polystyren + Extrudovaný polystyren
- Minerální vlna + PUR deska

Tlumící vlastnosti kombinací měřených materiálů byly měřeny ve frekvenčním rozsahu 10-20 000 Hz.

Pro snadnější porovnání výsledků jsou naměřené závislosti hladin akustického tlaku na frekvenci pro kombinace měřených materiálů graficky znázorněny v přílohách PI – PVI a uvedeny v tab. 3.

Tab. 3. Hodnoty hladin akustického tlaku pro měřené kombinace materiálů.

Frekvence [Hz]	L _p [dB]						
	Bez izolace	EPS XPS	EPS Min. vlna	EPS PUR	XPS PUR	XPS Min. vlna	Min. vlna PUR
10	32,3	22,9	28,5	26,6	27,6	26,4	19
12,5	36,8	36,5	42,3	36,7	36,2	35,1	17,1
16	39,8	26,3	33	28,5	29,8	30	17,1
20	33,0	22,2	23,4	19,5	25,6	23,3	17,1
25	35,2	24,3	21,1	23,5	25,6	28,3	19,9
31,5	37,8	25	23,4	29,1	26,9	29,3	20,1
40	33,8	23,5	23,8	25,6	23,9	25,4	30,9
50	44,7	32,2	34,6	36,3	38	37,2	44
63	36,2	26,1	23,9	30,3	28,8	35,1	38
80	39,6	24,7	26,1	29,1	27	29,3	37,5
100	42,8	31,2	21,7	22,7	29,9	34,6	35,1
125	37,5	20	19,8	23,6	20,1	39,9	35,6
160	43,2	19,7	20,1	20	22,6	50,7	38
200	37,0	17,1	18	17,3	20,2	41,6	51,4
250	39,8	17,1	20,6	18,6	18,5	36,8	50,4
315	37,2	19,9	20	20,8	20,5	44,6	47,4
400	50,9	23,6	27,5	27,3	27,5	44,7	36,1
500	67,8	33,1	37,3	40	34,5	52,3	28,9
630	60,7	37,5	35,8	39,1	40,4	56,2	21,8
800	59,9	38,9	42,3	44,9	45	60,8	20,3
1k	66,6	49,3	43,4	42,7	41	53	17,1
1,25k	55,4	36,3	36,4	31,8	33,6	55,5	19,3
1,6k	57,5	30,3	27,4	30,4	35,3	59,7	19,7
2k	57,0	30,7	30,2	30,4	38,1	60,4	27,7
2,5k	54,7	31,8	30,7	30,8	34,4	56,3	23,3
3,15k	62,5	37,9	35,5	38,5	38,1	47,6	23,6
4k	61,9	35	33,3	36,5	36,8	46	34
5k	53,2	25,2	23,1	24,1	24,6	43,9	23,6
6,3k	43,5	17,2	17,1	17,8	17,1	48,7	24,9
8k	41,5	17,1	17,2	17,1	17,1	46,7	21,4
10k	40,0	17,1	17,1	17,1	17,1	43,6	21,9
12,5k	47,8	17,1	20,2	17,1	20,1	39,7	29,7
16k	45,5	17,1	17,1	17,1	17,1	35,5	27,1
20k	40,4	19,2	20,1	17,1	18	30,1	27,8

Z naměřených hodnot vyplývá, že nejlepšího útlumu akustické energie v rozmezí 0 – 100 Hz a 500 - 20000 Hz vykazovala kombinace materiálů minerální vlna tloušťky 45 mm + polyuretanová deska tloušťky 20 mm. Ve frekvenčním rozmezí 100 – 500 Hz

vykazovala nejlepší útlum akustické energie kombinace materiálů minerální vlna tloušťky 45 mm + expandovaný polystyren 40 mm.

Z celkového pohledu lze považovat za nejlepší kombinaci materiálů, co se týká utlumení procházející akustické energie skrz vrstvu, extrudovaný polystyren tloušťky 20 mm spolu s expandovaným polystyrenem tloušťky 40 mm. Z tohoto hlediska naopak nejhorší tlumící vlastnosti vykazovala kombinace materiálů extrudovaný polystyren tloušťky 20 mm a minerální vlna tloušťky 45 mm.

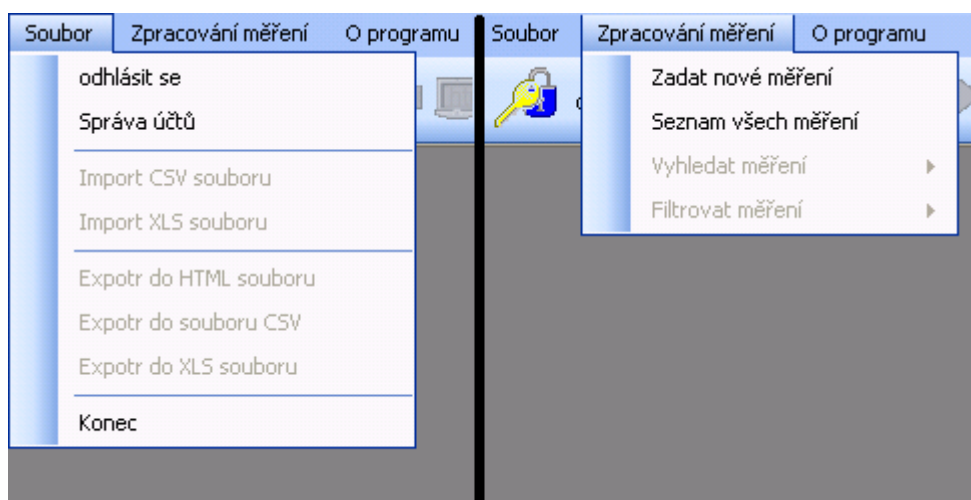
Z uvedených výsledků vyplývá, že na tlumící vlastnosti akusticko-izolační vrstvy má vliv nejenom hustota materiálu, ale také tloušťka vrstvy. Nutno podotknout, že je potřeba rozlišovat interiérní odhlučnění, kdy je sledováno kolik akustické energie se vrací zpět do místnosti a exteriérní odhlučnění, kdy není nutné izolovat vnitřní prostory, ale naopak prostory vnější – protihlukové bariéry kolem frekventovaných komunikací. Proto materiály, které disponují velmi dobrými akusticko-pohltivými vlastnostmi jsou velmi špatnými materiály pro aplikace, kde je nutné zamezit průchodu akustické energie skrz vrstvu tvořenou materiálem.

5 HAT_09 – SOFTWARE PRO ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÍ ROZDÍLŮ HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU

HAT_09 je software určený k importování naměřených dat závislostí hladin akustického tlaku na frekvenci z různých typů souborů a k jejich jednoduché správě. Nabízí přehledné uživatelské rozhraní, umožňuje jednoduše zobrazit grafické závislosti hladin akustického tlaku bez izolace a s izolací na frekvenci a nabízí možnost různého filtrování a vyhledávání v údajích o měření, což uživatelé ocení zejména pokud již bude v aplikaci uloženo velké množství dat. Také jistě uživatelé ocení snadné exportování dat jak do souborů typu CSV, tak také do souborů aplikace Microsoft Office Excel, a také do souborů HTML.

5.1 Hlavní okno programu

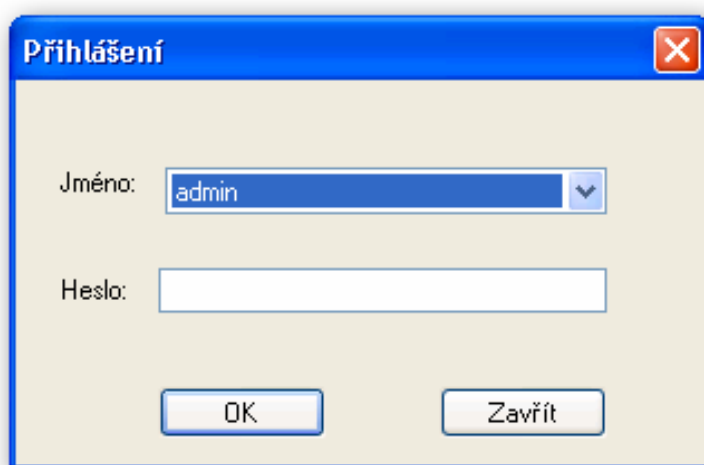
V hlavním okně programu se nachází menu (obr. 11) a dále pak panel nástrojů, který umožňuje spouštět rychle nejčastěji používané funkce programu. Na spodní straně aplikace se pak nachází stavový řádek informující o datumu, přihlášeném uživateli a v případě, že je aktivní okno *Seznam měření* zobrazuje i stav filtrů měření (viz 5.3.2). Ve zbývajícím prostoru aplikace se zobrazují základní formuláře - *Seznam měření*, *Detail měření*, *Nové měření*.



Obr. 11. Položky v menu v hlavním okně programu

5.2 Přihlášení a správa uživatelů

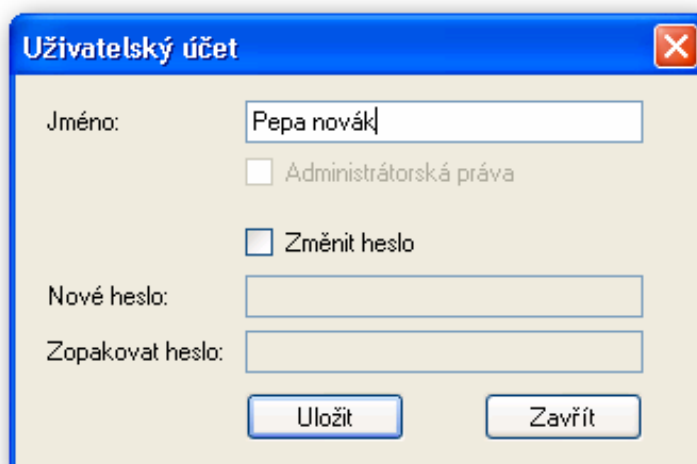
Aby bylo možné s programem pracovat, je nejdříve nutné mít založen uživatelský účet. Uživatel – vyjma uživatele s administrátorskými právy – může mazat a upravovat pouze své záznamy o měření. Pro zajištění maximálního komfortu se každému uživateli ukládá po skončení jeho práce poloha základních oken, jejich velikost, šířky sloupců v seznamech dat a další údaje. Po nainstalování programu je již založen uživatelský účet „admin“ s heslem „admin“, tento účet má administrátorská práva, a tak je možné z něj vytvořit další uživatelské účty.



Obr. 12. Okno pro přihlášení k uživatelskému účtu

5.2.1 Správa vlastního uživatelského účtu

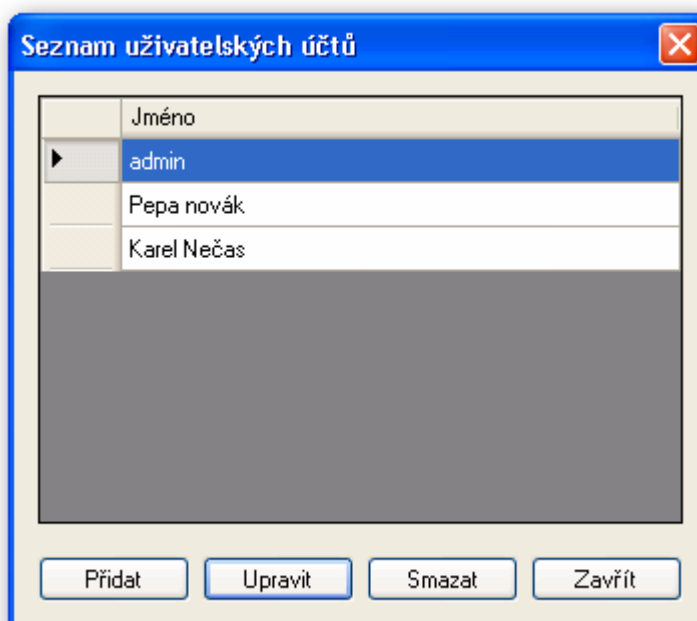
Každý uživatel má možnost změnit jméno pod kterým se v systému zobrazuje a také heslo. Položka *Administrátorská práva* je neaktivní a běžný uživatel tak nemá možnost si administrátorská práva přiřadit.



Obr. 13. Okno pro správu vlastního uživatelského účtu

5.2.2 Správa všech uživatelských účtů

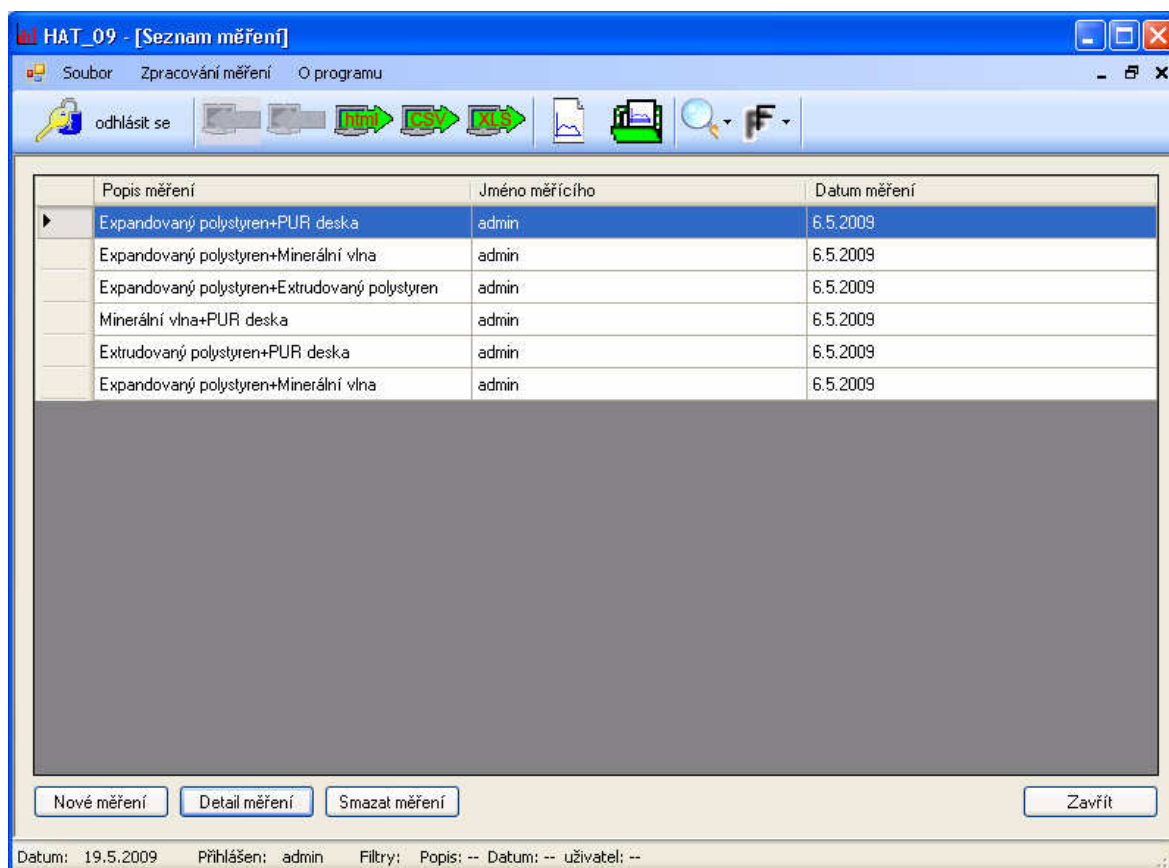
Uživatel s administrátorskými právy má možnost přidávat, mazat nebo měnit všechny uživatelské účty. Ke změnám v uživatelských účtech (včetně svého) využívá stejné okno jako běžný uživatel (5.2.1) s rozdílem že běžný uživatel může měnit pouze svůj účet a uživatel s administrátorskými právy má navíc aktivní položku *Administrátorská práva*, a proto má možnost také dalším uživatelům administrátorská práva přiřadit.



Obr. 14. Okno pro správu uživatelských účtů

5.3 Seznam měření

Okno *Seznam měření* zobrazuje údaje o všech měřeních zaznamenaných do tohoto programu, nabízí možnost tyto údaje smazat – je možné mazat pouze své záznamy, všechny záznamy je možné mazat jen pokud má uživatel administrátorská práva – dále zobrazit okno s detailními informacemi nebo zobrazit okno pro zadání nového měření



Obr. 15. Okno seznam měření

5.3.1 Export měření

Data je možné exportovat vybráním položky ze seznamu měření a následně použitím jedné z voleb: *Export do HTML souboru*, *Export do souboru CSV* nebo *Export do XLS souboru* v menu na hlavním okně nebo použitím některého z tlačítek na panelu nástrojů v hlavním okně programu. Exportovat lze do několika typů souborů.

5.3.1.1 Soubor typu CSV

Nejjednodušší formát textového souboru, kdy jsou jednotlivá data oddělena středníkem.

f [Hz] ; L_p bez izolace [dB] ; L_p s izolací [dB]

100;33;20

200;45,5;22

300;3;65 ...

5.3.1.2 Soubor XLS

Jedná se o soubor aplikace Microsoft Office Excel.

	A	B	C
1	Závislost hladin akustického tlaku na frekvenci		
2	f [Hz]	L_p bez izolace [dB]	L_p s izolací [dB]
3	100	33	20
4	200	45,5	22
5	300	3	65

Obr. 16. Ukázka dat exportovaných v souboru XLS

5.3.1.3 Soubor HTML

Tento formát je vhodný pro snadné publikování svých dat na internetu.

Popis měření: dřevěné obložení

Naměřil: admin

Datum měření: 22.7.2009

f [Hz]	L_p bez izolace [dB]	L_p s izolací [dB]
100	33	20
200	45,5	22
300	3	65

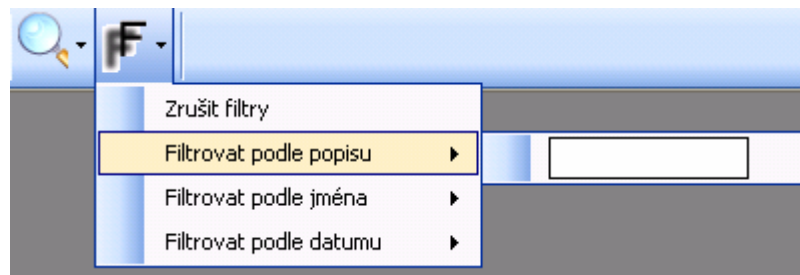
Obr. 17. Ukázka dat exportovaných v souboru HTML

5.3.2 Vyhledávání a filtrování dat

V seznamu měření je možno vyhledávat a filtrovat záznamy. To je možné provádět pomocí položek *Vyhledat měření* a *Filtrovat měření* v menu v hlavním okně programu nebo pomocí ikonky lupy a ikonky *F* v liště v hlavním okně programu.



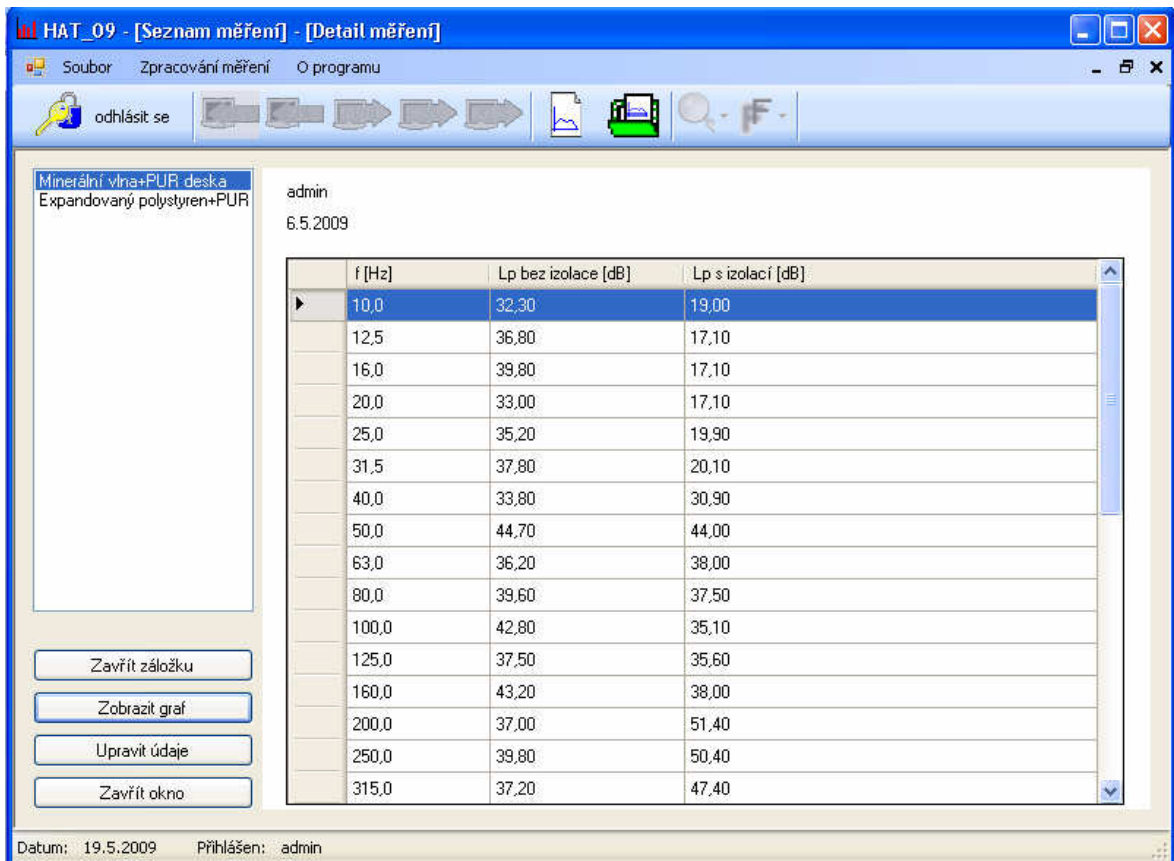
Obr. 18. Vyhledávání
v seznamu měření



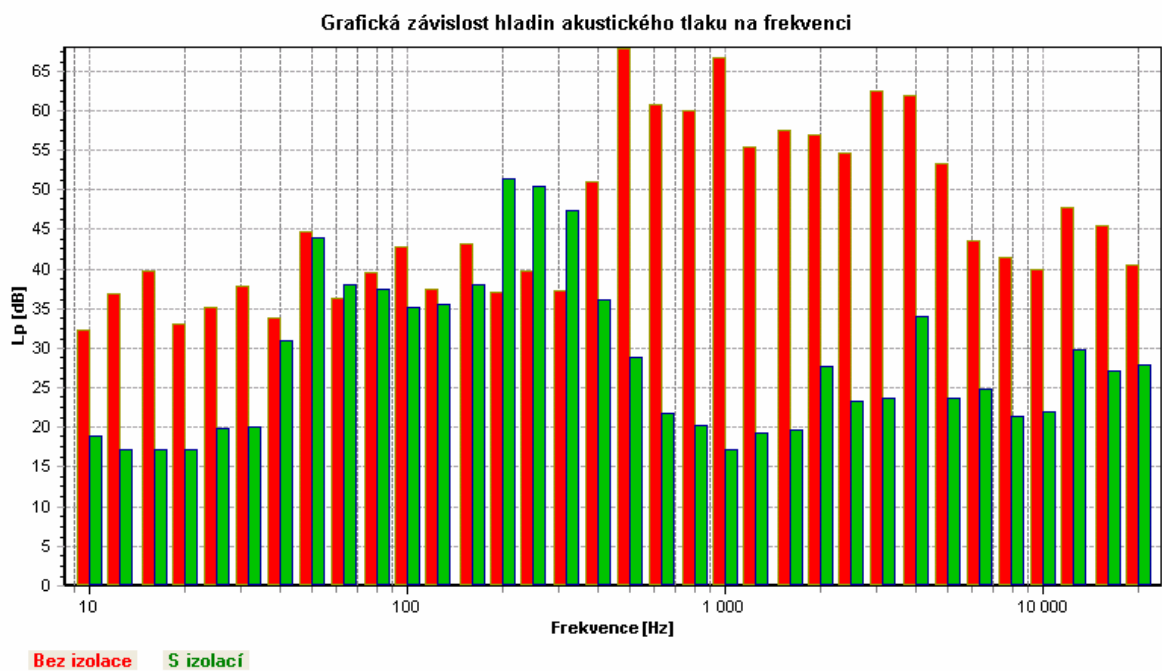
Obr. 19. Filtrování záznamů v seznamu měření

5.4 Detail měření

V okně detail měření se zobrazují informace o měření a také jednotlivá data, dále je možné zobrazit grafickou závislost. Pro zvýšení přehlednosti se při dalším stisku tlačítka *Detail měření* v seznamu měření nezobrazí další okno ale objeví se další záložka.



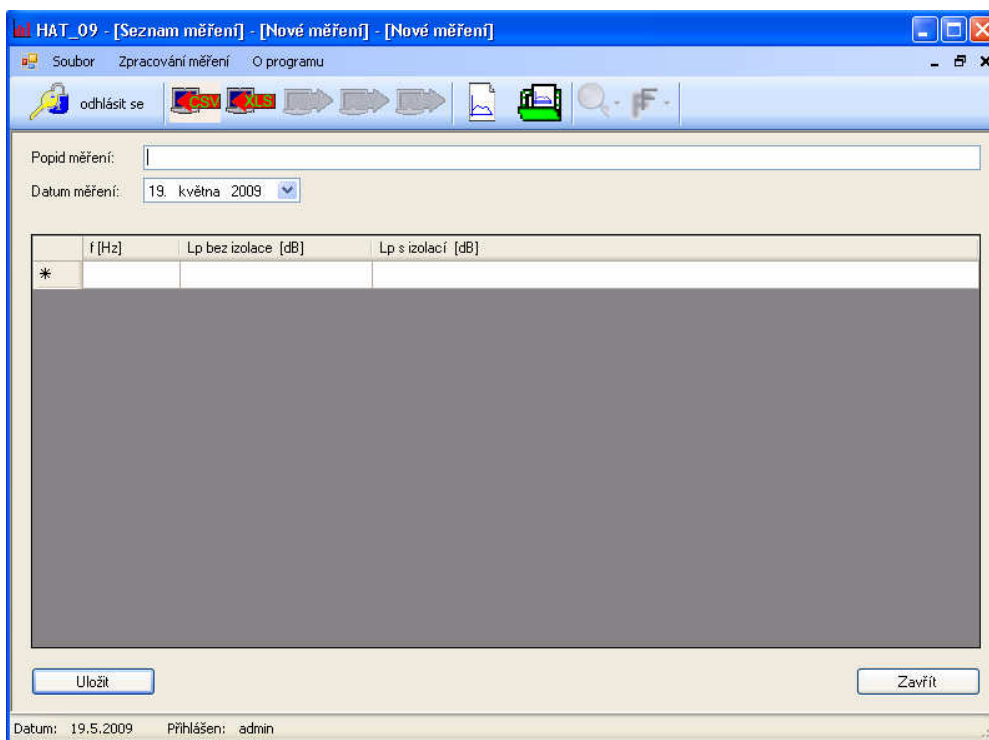
Obr. 20. Okno detail měření



Obr. 21. Grafická závislost

5.5 Nové měření

Okno *Nové měření* slouží k vložení dat a záznamu o měření, data je možné psát přímo do formuláře nebo je možné využít volby *Import*.



Obr. 22. Okno nové měření

5.5.1 Možnosti Importování dat

Data je možné importovat zvolením položky ze seznamu měření a následně použitím jedné z voleb *Import CSV souboru* nebo *Import XLS souboru* v menu na hlavním okně nebo použitím jednoho z těchto tlačítek v panelu nástrojů.

5.1 Doporučené softwarové a hardwarové požadavky

- Procesor - 1,4 GHz
- Operační paměť - 512 MB
- Grafický akcelerátor a monitor pro rozlišovací schopnost 1024x768 obrazových bodů.
- USB rozhraní nebo internetové připojení pro nainstalování aplikace
- Operační systém Microsoft Windows XP/Vista
- Instalaci Microsoft .NET Framework 3.5

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá zpracováním měření hladin akustického tlaku. V teoretické, tedy rešeršní části, jsou zpracovány poznatky o základních akustických pojmech a veličinách, dále současné předpisové a normativní požadavky, a také je v této části zpracována problematika akustických vlastností stavebních konstrukcí budov. Jelikož je jedním z cílů této práce navrzení a vývoj software, je v teoretické části také zpracován popis vývojových a databázových produktů společnosti Microsoft, tedy MS Visual Studio 2008 a MS Access 2003.

V praktické části této bakalářské práce byly naměřeny a vyhodnoceny frekvenční závislosti hladin akustického tlaku při izolaci jednoduché krychlové konstrukce kombinacemi vybraných materiálů. Pro měření a vyhodnocení byly vybrány materiály expandovaný polystyren, extrudovaný polystyren, polyuretanová deska a minerální vlna. Tyto materiály se v praxi běžně používají jako akusticko a tepelně-izolační materiály.

Z naměřených dat vyplývá že z celkového pohledu lze považovat za nejlepší kombinaci materiálů, co se týká utlumení procházející akustické energie skrz vrstvu, extrudovaný polystyren tloušťky 20 mm spolu s expandovaným polystyrenem tloušťky 40 mm. Z tohoto hlediska naopak nejhorší tlumící vlastnosti vykazovala kombinace materiálů extrudovaný polystyren tloušťky 20 mm a minerální vlna tloušťky 45 mm.

Dále byl pro zpracování naměřených dat navržen a vytvořen software HAT_09, který byl vyvinut v programovacím jazyce Microsoft Visual Basic 2008 a pro psaní zdrojového kódu byla použita technika třívrstvé architektury. Tento software umožňuje uživateli pohodlnou práci s naměřenými daty, zobrazení grafických závislostí hladin akustického tlaku na frekvenci, import naměřených dat z textového souboru typu CSV a ze souboru Microsoft Excel. Software HAT_09 také dokáže archivovaná data exportovat do HTML souboru, do textového souboru typu CSV a do souboru Microsoft Excel. Jako datovou základnu software používá Microsoft Access 2003.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

This bachelor work is focused to the processing of sound pressure level measurements. Knowledge about basic acoustic conceptions and values are processed in the theoretical (recherche) part. Present transcription, normative requirements and acoustic properties of the building issue are processed in this part too. From the reason, that one of the goals of this work was designing and developing of the software, there is also processed issue of the Microsoft company products – Microsoft Visual Studio 2008 and Microsoft Access 2003

Frequency dependencies of sound pressure level with isolation of the simple kubic construction were measured and evaluated in the practical part of this bachelor work. For isolation were selected materials like expanded polystyrene, extruded polystyrene, polyurethane desk and mineral wool. Combination of these materials were measured and evaluated too. These materials are using for acoustic and thermal insulating applications.

As the best combination of materials, from the view of rezistance against acoustic energy going through layer, was evaluated combination of extruded polystyrene with thickness 20 mm and expanede polystyrene with thickness of 40 mm. The worst acoustic properties showed combination of materials extruded polystyrene with thickness 20 mm and mineral wool with thickness 45 mm.

Software HAT_09 was designed and developed for processing of measured data. This software was created in programming language Microsoft Visual Basic 2008 and three-layers technique was used for writing of the source code. This software provides very comfortable work with measured data, painting of frequency dependecies of the sound pressure level, meadured data import from text file of type CSV and from Microsoft Excel file. Software HAT_09 also can export data to the HTML file, text file type CSV and to the Microsoft Excel file. As database platform was used Microsoft Access 2003.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] SKOTNICOVÁ I., ŘEZÁČ M., VAVERKA J.: „Odhlučnění staveb“, ERA group spol. s r.o., 1. vydání, Brno (2006), 134 s., (ISBN 80-7366-070-9)
- [2] PETROUTSOS E.: „Myslíme v jazyku Visual Basic .NET ? 1. díl“, USA:Sybex, Inc.,1151 Marina Village Parkway, Alameda CA 94501, USA (2002), 676s., 1.vydání (ISBN 80-247-0371-8)
- [3] ROSSING, Thomas, D.: „*Handbook of Acoustics*“. New York: Springer Science + Business Media LtC, 2007. 390 – 394 (ISBN 0 – 387 – 30425 – 0).
- [2] VAŇKOVÁ M. a kol.: „*Hluk, vibrace a ionizující záření v životním a pracovním prostředí, část II*“. Učební texty vysokých škol, VUT Brno (1996), 1-164, 1.vydání (ISBN 80-214-0818-9).
- [5] EVEREST, F.A.: „*The master handbook of acoustics*“. USA: McGraw-Hill Companies, 2001. 610 s., 4. vydání (ISBN 0-07-136097-2).
- [6] Fahy, F.: „*Foundations of engineering acoustics*“. London: Academia press, 2003. 440 s., 2. vydání (ISBN 0-12-247665-4).
- [7] FOJTŮ D.: „*Zvukově a tepelně izolační materiály pro aplikace ve stavebnictví*“. Disertační práce, UTB Zlín, Zlín 2008

Internetové odkazy:

- [8] Sagit.cz – sbírka zákonů. [online]. [cit. 2009-5-15]. Dostupné z WWW: < <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb06148&cd=76&typ=r> >
- [9] Microsoft.cz – Microsoft Visual Studio and products [online]. [cit. 2009-5-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/cze/msdn/produkty/vstudio/default.msp>>
- [10] Rockwool – tepelné a protipožární izolace: výroba minerální vlny. [online]. [cit. 2009-5-15]. Dostupné z WWW: <http://www.rockwool.cz/sw50559.asp>
- [11] Thermomur Praha, Technologie, [online]. [cit. 2009-5-15]. Dostupné z WWW:

< <http://www.thermomur.cz/technologie.html>>

- [12] Rigips magazín –Jak se rodí pěnový polystyren - reportáž ze závodu, [online].

[cit. 2009-5-15]. Dostupné z WWW:

<<http://www.sadrovesterky.cz/pages/customerService/literature/srcData/mag0507.pdf>>

- [13] Izolace.cz – Průmyslové a stavební izolace, článek – Vlastnosti a možnosti pěnového polystyrenu, [online]. [cit. 2009-5-15]. Dostupné z WWW:

<http://www.izolace.cz/index.asp?module=ActiveWeb&page=WebPage&DocumentID=2159>

- [14] Rigips – XPS [online]. [cit. 2009-04-28]. Dostupný z WWW:

<<http://www.rigips.cz/pages/productsAndSystems/xps.aspx>>

- [15] Moje-Stavebniny.cz – EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN [online]. [cit. 2009-04-28]. Dostupný z WWW: <http://moje-stavebniny.cz/?menu=kat&zobraz=2_XPS>

- [16] ART-IZOL s. r. o. – Nabídka služeb [online]. [cit. 2009-04-30]. Dostupný z

WWW: <<http://www.art-izol.cz/nabidka-sluzeb/za-pouziti-extrudovaneho-polystyrenu.php>>

- [17] Parex-g.sk – MOLITAN®-rozdělení typů polyuretanových pěn, [online], [cit.

2009-5-15] Dostupné z WWW: <<http://www.parex-g.sk/molitan/>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

α	Činitel zvukové pohltivosti
β	Činitel zvukové odrazivosti
δ	Vliv rozdílu mezi dráhou zvuku přes překážku a přímou dráhou zvuku (m)
Δp	Rozdíl akustického tlaku před a za vrstvou akustického materiálu (Pa)
λ	Délka vlny (m)
ρ	Hustota (kg m^{-3})
ρ_0	Hustota vzduchu za normálních podmínek (kg m^{-3})
$\rho_0 c$	Vlnový odpor vzduchu (Pa s m^{-1})
τ	Činitel průzvučnosti plochy
Ω	Prostorový úhel otevření krytu (sr)
A	Akustický tlak (Pa)
A	Pohltivost prostoru (m^2)
a, b	Rozměry desky (m)
A_1	Původní pohltivost prostoru (m^2)
A_2	Pohltivost prostoru po úpravě (m^2)
f	Frekvence kmitu (Hz)
f_0	Vlastní frekvence soustavy (Hz)
L_1	Hladina akustického tlaku v poli odražených vln v místnosti zdroje (dB)
L_2	Hladina akustického tlaku v sousední přijímací místnosti (dB)
L_A	Hladina akustického tlaku (dB)
$L_{A,99}$	Procentní (distribuční) hladina akustického tlaku (dB)
L_{Aeq}	Ekvivalentní hladina akustického tlaku (dB)
L_{AI}	Hladina akustického tlaku při časové konstantě I (dB)
L_{AS}	Hladina akustického tlaku při časové konstantě S (dB)

L_{okt}	Hladiny akustického tlaku v oktávovém pásmu (dB)
L_{p_1}	Hladina akustického tlaku vně kabiny (dB)
L_{p_2}	Hladina akustického tlaku v oktávovém pásmu uvnitř kabiny (dB)
$L_{p,m}$	Maximální přípustná velikost hodnotící hladiny (dB)
L_{pA}	Časový průběh hladin akustického tlaku (dB)
L_z	Základní hladina (dB)
m	Hmotnost (kg)
p	Akustický tlak (Pa)
p_0	Amplituda akustického tlaku (Pa)
p_c	Počáteční celkový tlak (Pa)
q	Objemová rychlost vzduchu proudícího do vrstvy ($m^3 s^{-1}$)
r_0	Poloměr otvoru (m)
R	Stupeň vzduchové neprůzvučnosti (dB)
T	Doba jednoho kmitu (s)
t	Čas (s)
u	Akustická výchylka (m)
u	Rychlost proudění vzduchu do vrstvy ($m s^{-1}$)
u_0	Amplituda výchylky (m)
v	Akustická rychlost ($m s^{-1}$)
CSV	Formát souboru CSV
MS	Microsoft
VB	Visual Basic
XLS	Formát souboru aplikace MS Excel

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Výkon udroje a Akustická intenzita</i>	13
<i>Obr. 2. Rozsah slyšení u zdravého mladého člověka v závislosti na hladině</i>	15
<i>Obr. 3. Akustická spektra zvuku.....</i>	15
<i>Obr. 4. Rozložení akustického výkonu zvukové vlny</i>	24
<i>Obr. 5. Přenos zvuku dělicí konstrukcí</i>	28
<i>Obr. 6. Vývojové prostředí Microsoft visual 2008.....</i>	30
<i>Obr. 7. Ukázka zdrojového kódu.....</i>	31
<i>Obr. 8. Analyzátor hladiny zvuku Brüel & Kjaer typ 2146.....</i>	42
<i>Obr. 9. Způsob měření hladin akustického tlaku</i>	43
<i>Obr. 10. Konstrukce pro uchycení vzorků.</i>	43
<i>Obr. 11. Položky v menu v hlavním okně programu</i>	47
<i>Obr. 12. Okno pro přihlášení k uživatelskému účtu.....</i>	48
<i>Obr. 13. Okno pro správu vlastního uživatelského účtu</i>	49
<i>Obr. 14. Okno pro správu uživatelských účtů.....</i>	49
<i>Obr. 15. Okno seznam měření.....</i>	50
<i>Obr. 16. Ukázka dat exportovaných v souboru XLS.....</i>	51
<i>Obr. 17. Ukázka dat exportovaných v souboru HTML.....</i>	51
<i>Obr. 18. Vyhledávání v seznamu měření</i>	52
<i>Obr. 19. Filtrování záznamů v seznamu měření</i>	52
<i>Obr. 20. Okno detail měření</i>	53
<i>Obr. 21. Grafická závislost</i>	53
<i>Obr. 22. Okno nové měření.....</i>	54

SEZNAM TABULEK

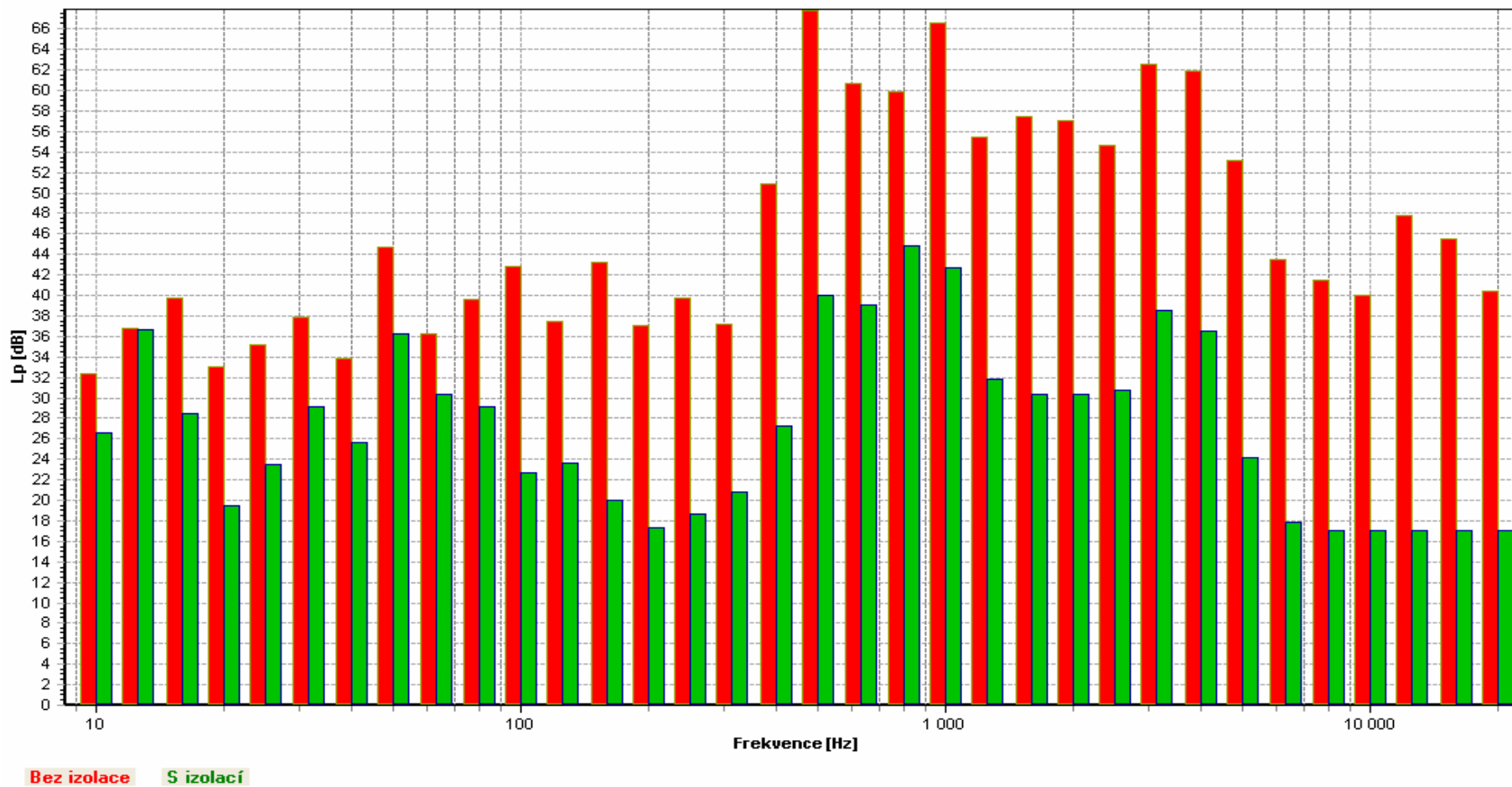
<i>Tab. 1. Hodnoty činitele zvukové pohltivosti vybraných materiálů a konstrukcí</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 2. Rozměry vzorků a jejich hustota</i>	<i>42</i>
<i>Tab. 3. Hodnoty hladin akustického tlaku pro měřené kombinace materiálů.</i>	<i>45</i>

SEZNAM PŘÍLOH

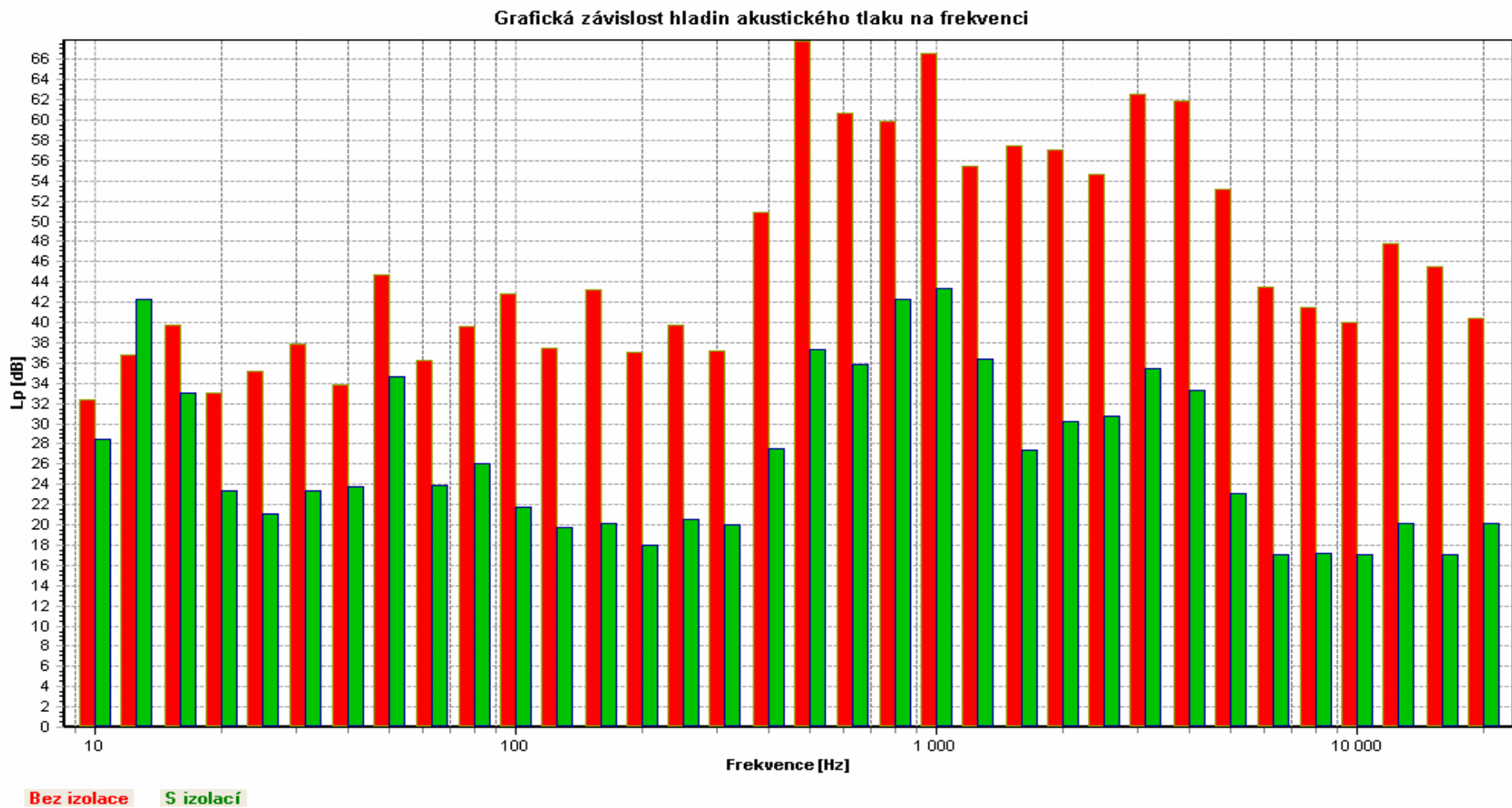
- P I Grafická závislost hladin akustického tlaku na frekvenci – EPS 40 mm + PUR deska 20 mm
- P II Grafická Závislost hladin akustického tlaku na frekvenci – EPS 40 mm + Minerální vlna 45 mm
- P III Grafická Závislost hladin akustického tlaku na frekvenci – XPS 20 mm + PUR deska 20 mm
- P IV Grafická Závislost hladin akustického tlaku na frekvenci – XPS 20 mm + Minerální vlna 45 mm
- P V Grafická Závislost hladin akustického tlaku na frekvenci – XPS 20 mm + EPS 40 mm
- P VI Grafická Závislost hladin akustického tlaku na frekvenci – Minerální vlna 45 mm + PUR deska 20 mm

PŘÍLOHA P I: GRAFICKÁ ZÁVISLOST HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU NA FREKVENCI – EPS 40 MM + PUR DESKA 20 MM

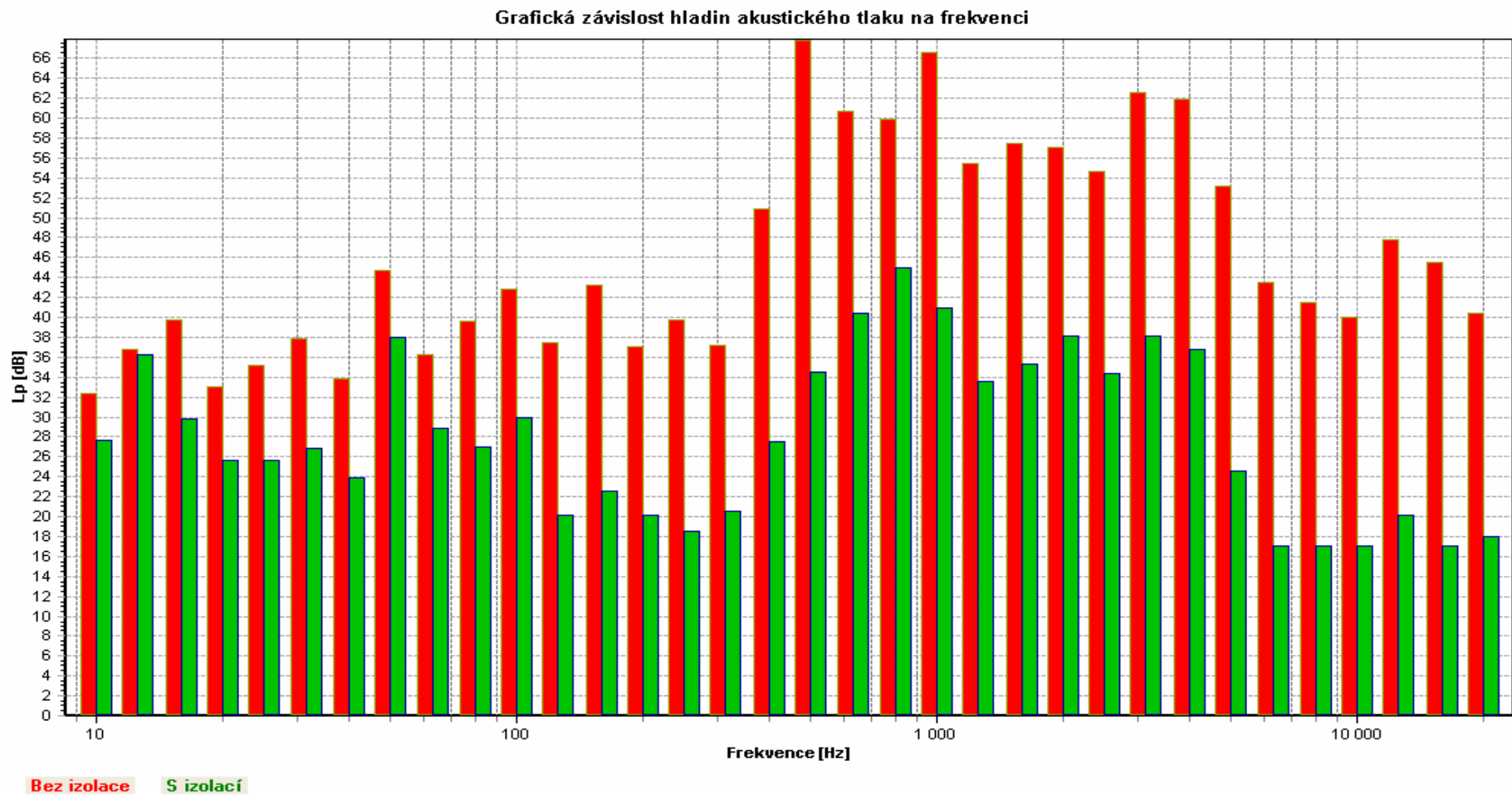
Grafická závislost hladin akustického tlaku na frekvenci



PŘÍLOHA P II: GRAFICKÁ ZÁVISLOST HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU NA FREKVENCI – EPS 40 MM + MINERÁLNÍ VLNA 45 MM



PŘÍLOHA P III: GRAFICKÁ ZÁVISLOST HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU NA FREKVENCI – XPS 20 MM + PUR DESKA 20 MM



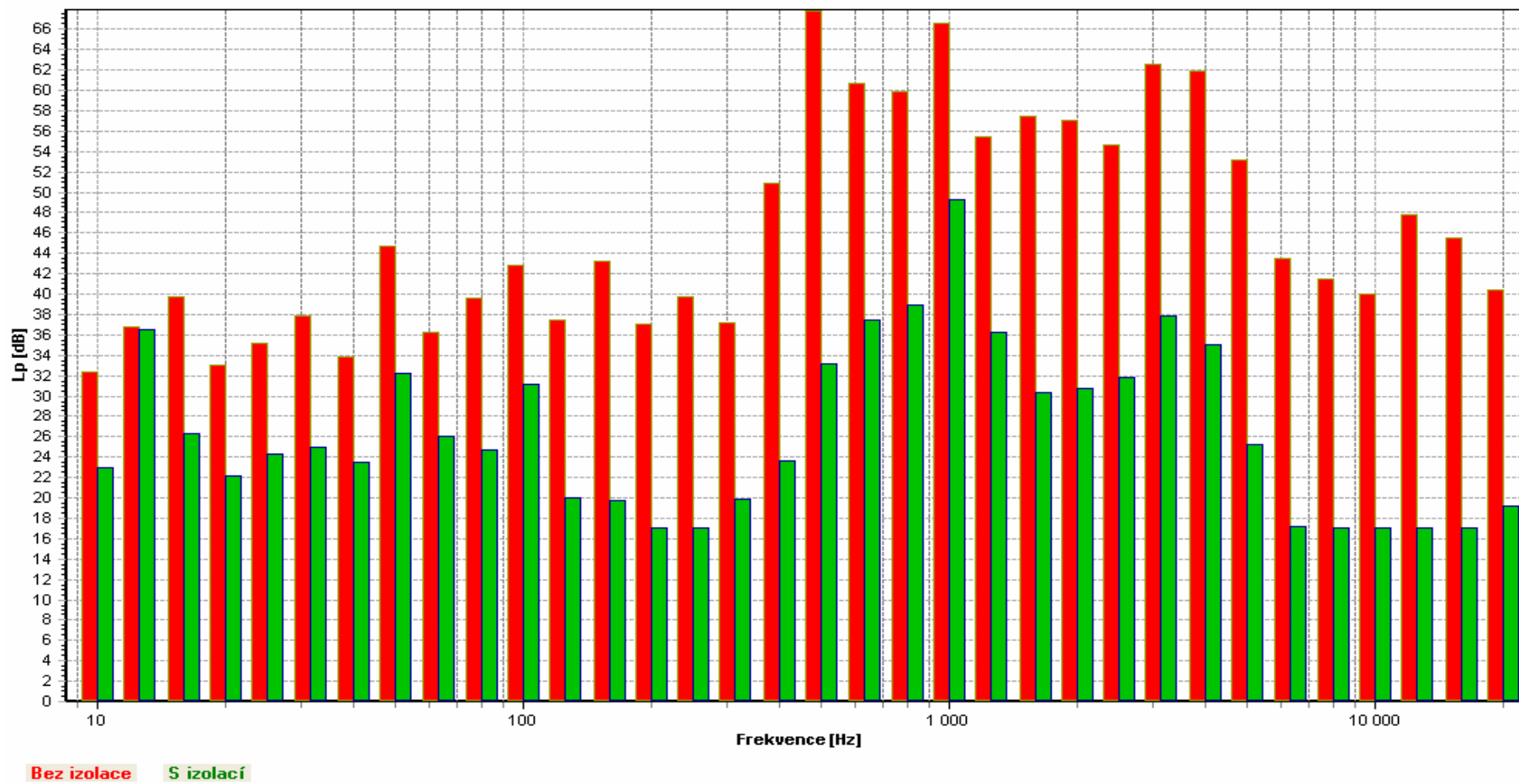
PŘÍLOHA P IV: GRAFICKÁ ZÁVISLOST HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU NA FREKVENCI – XPS 20 MM + MINERÁLNÍ VLNA 45 MM

Grafická závislost hladin akustického tlaku na frekvenci



PŘÍLOHA P V: GRAFICKÁ ZÁVISLOST HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU NA FREKVENCI – XPS 20 MM + EPS 40 MM

Grafická závislost hladin akustického tlaku na frekvenci



PŘÍLOHA P VI: GRAFICKÁ ZÁVISLOST HLADIN AKUSTICKÉHO TLAKU NA FREKVENCI – MINERÁLNÍ VLNA 45 MM + PUR DESKA 20 MM

Grafická závislost hladin akustického tlaku na frekvenci

