Fraunhofer
IBP

Zkušební, kontrolní a certifikační orgán
úředně uznaný stavebním dozorem.
Schvalování nových stavebních
materiálů, dílů a druhů konstrukcí

Ředitel
Prof. Dr. Philip Leistner

Protokol o zkoušce P-BA 159/2023e

Stanovení akustických vlastností odpadního instalačního systému v laboratoři podle DIN EN 14366

Zadavatel: Valsir S.p.A.
Località Merlaro, 2
25078 Vestone
Italy

Předmět zkoušky: Odpadní systém z plastu "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, B1, 18/05/23" s tvarovkami "Valsir PP, Blackfire" (výrobce: Valsir) a s akustickými objímkami potrubí "Bismat 1000" (výrobce: Walraven).

Obsah:

Výsledkový list 1:	Souhrn výsledků zkoušky
Obrázky 1 až 3:	Podrobné výsledky
Obrázky 4 a 5:	Uspořádání zkoušky
Příloha A:	Uspořádání měření, buzení hluku, akustické parametry
Příloha F:	Vyhodnocení měření
Příloha P:	Popis zkušebního zařízení
Příloha V:	Hodnocení podle VDI 4100

Datum zkoušky: Měření bylo provedeno 2. srpna 2023 ve zkušebních zařízeních Fraunhoferova institutu pro stavební fyziku ve Stuttgartu.

Stuttgart, 16. února 2024

Odpovědný zkušební technik:

Dipl.-Ing.(FH) J. Mohr

Vedoucí laboratoře:

M.BP. Dipl.-Ing.(FH) S. Öhler

Uvedené výsledky měření se vztahují výhradně ke zkoušenému předmětu. Zkouška byla provedena v laboratoři akreditované DAkkS podle DIN EN ISO/IEC 17025:2018. Osvědčení o akreditaci: D-PL-11140-11-00.

Zveřejnění tohoto dokumentu po částech je možné pouze s písemným souhlasem Fraunhoferova institutu pro stavební fyziku (IBP).

Fraunhofer-Institut für Bauphysik - Prüflabor Bauakustik und Schallimmissionsschutz
Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart
Telefon +49(0) 711/970-3314; Fax -3406
akustik@ibp.fraunhofer.de
www.pruefstellen.ibp.fraunhofer.de/de/akkreditierte-prueflabore.html

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-11140-11-00

Stanovení akustických vlastností odpadního instalačního systému v laboratoři podle DIN EN 14366

P-BA 159/2023e

Výsledkový list 1

Zadavatel: Valsir S.p.A., Località Merlaro 2, 25078 Vestone, Italy

Zkušební vzorek: Odpadní systém z plastu "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, B1, 18/05/23" s tvarovkami "Valsir PP, Blackfire" (výrobce: Valsir) a s akustickými objímkami potrubí "Bismat 1000" (výrobce: Walraven). Číslo zkušebního vzorku: S 12125-02; viz obrázky 4 a 5.

Uspořádání zkoušky:

- Potrubní systém byl namontován podle obrázků 4 a 5 (viz také Přílohu A).
- Potrubní systém tvořily rovné odpadní trubky (jmenovitá světlost OD 110), tři odbočky (~88°), suterénní koleno 2 x 45° a vodorovný odtokový úsek. Odbočky v suterénu a v přízemí byly uzavřeny víčky dodanými výrobcem.
  - Potrubní systém: "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, 18/05/23". Třívrstvé trubky s tvarovanými hrdly: materiál PP-ML, tloušťka stěny ≈ 3.8 mm, hmotnost ≈ 1.44 kg/m, hustota ≈ 1.11 g/cm³, hodnoty změřené IBP. Jednovrstvé tvarovky: "Valsir PP, Blackfire". Materiál PP, tloušťka stěny ≈ 3.7 mm, hustota ≈ 0.91 g/cm³, hodnoty změřené IBP. Násuvné spojení trubek a tvarovek (tvarovaná hrdla).
  - Objímky potrubí: Akustické objímky "Bismat 1000" (výrobce: Walraven): upevnění izolující strukturální hluk, sestávající z volných objímek Bismat SL a objímek pod hrdlo Bismat SX, připevněných k instalační stěně nastavitelnou nástěnnou destičkou s hmoždinkami a závrtnými šrouby. V každém podlaží (EG a UG) byly instalovány vždy dvě objímky. V horní části stěny byla namontována jedna volná objímka (SL, DN 100). V dolní části stěny byla instalována jedna dvojitá objímka sestávající z nosné objímky (SL, DN 100) a fixační objímky (SX, DN 100). Aby se zabránilo kontaktu s trubkou, byla volná objímka (SL) namontována s mezerou 15 mm mezi upínacími patkami objímky (dvě distanční podložky 7.5 mm na každé straně).

Odpadní instalační systém namontoval technik pod dohledem Fraunhofer IBP.

Zkušební zařízení: Instalační zkušební zařízení P12, plošná hmotnost instalační stěny: 220 kg/m², plošná hmotnost stropu: 440 kg/m². Instalační místnosti: podsuterén (KG), suterén (UG) přední, přízemí (EG) přední a podkroví (DG), měřicí místnosti: UG přední, UG zadní (podrobnosti v Příloze P a DIN EN 14366: 2020-02)

Zkušební metoda: Měření byla provedena podle DIN EN 14366:2020-02; buzení hluku ustáleným průtokem vody 0.5 l/s, 1.0 l/s, 2.0 l/s a 4.0 l/s. Doplňkové vyhodnocení pro porovnání s požadavky podle německých norem DIN 4109:2018-01 a VDI 4100:2012-10 (podrobnosti v Přílohách A, F a V).

Výsledek:

Zkušební vzorek: Odpadní systém z plastu "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, B1, 18/05/23" s tvarovkami "Valsir PP, Blackfire" (výrobce: Valsir) a s akustickými objímkami potrubí "Bismat 1000" (výrobce: Walraven).		Průtok [l/s] 0.5	1.0	2.0	4.0
Hladina akustického tlaku vzduchového hluku $L_{a,A}$ [dB(A)] **podle DIN EN 14366** v suterénní zkušební místnosti	UG přední	44	49	52	54
Charakteristická hladina strukturálního hluku $L_{sc,A}$ [dB(A)] **podle DIN EN 14366** v suterénní zkušební místnosti	UG zadní	<10	<10	<10	13
Hladina hluku instalace $L_{AFeq,n}$ [dB(A)] **podle DIN 4109** v suterénní zkušební místnosti	UG přední	44	49	52	54
	UG zadní	<10	<10	12	17
Hladina hluku instalace $\overline{L_{AFeq,nT}}$ [dB(A)] **podle VDI 4100** v suterénní zkušební místnosti	UG přední	42	46	49	52
	UG zadní	<10	<10	<10	13

FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. Fraunhofer IBP

Datum zkoušky: 2. srpna 2023

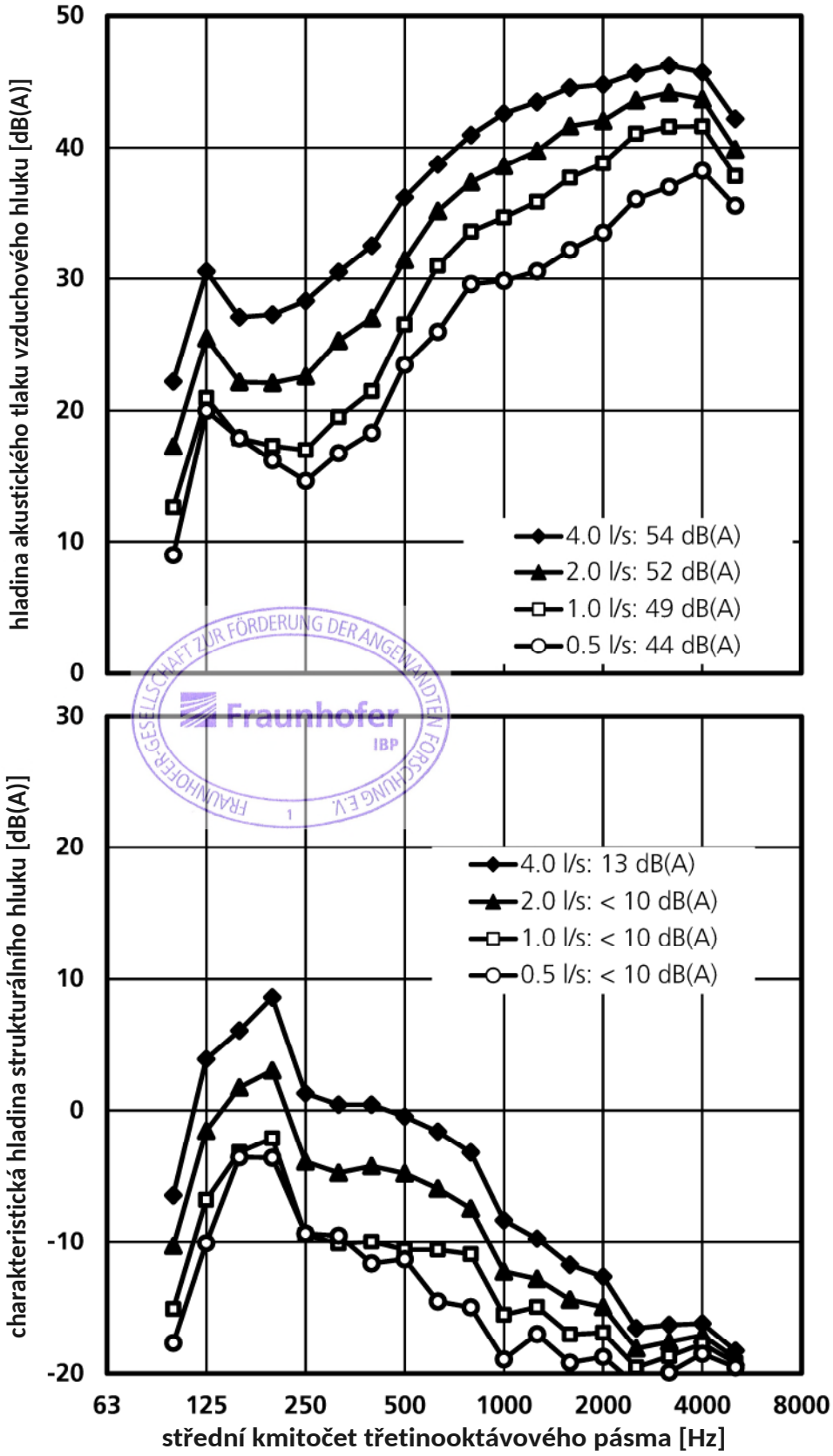
Poznámky:

- Pro porovnání výsledků zkoušky s požadavky podle DIN 4109 a VDI 4100 viz Přílohu A.
- Hladiny hluku pod 10 dB(A) se v oficiálním protokolu neuvádějí, protože jsou zatíženy zvýšenou nejistotou měření a navíc nejsou v běžném obytném prostředí vnímatelné.
- Výše uvedené výsledky měření vyžadují pečlivou montáž objímek potrubí (viz uspořádání zkoušky).

Fraunhofer IBP

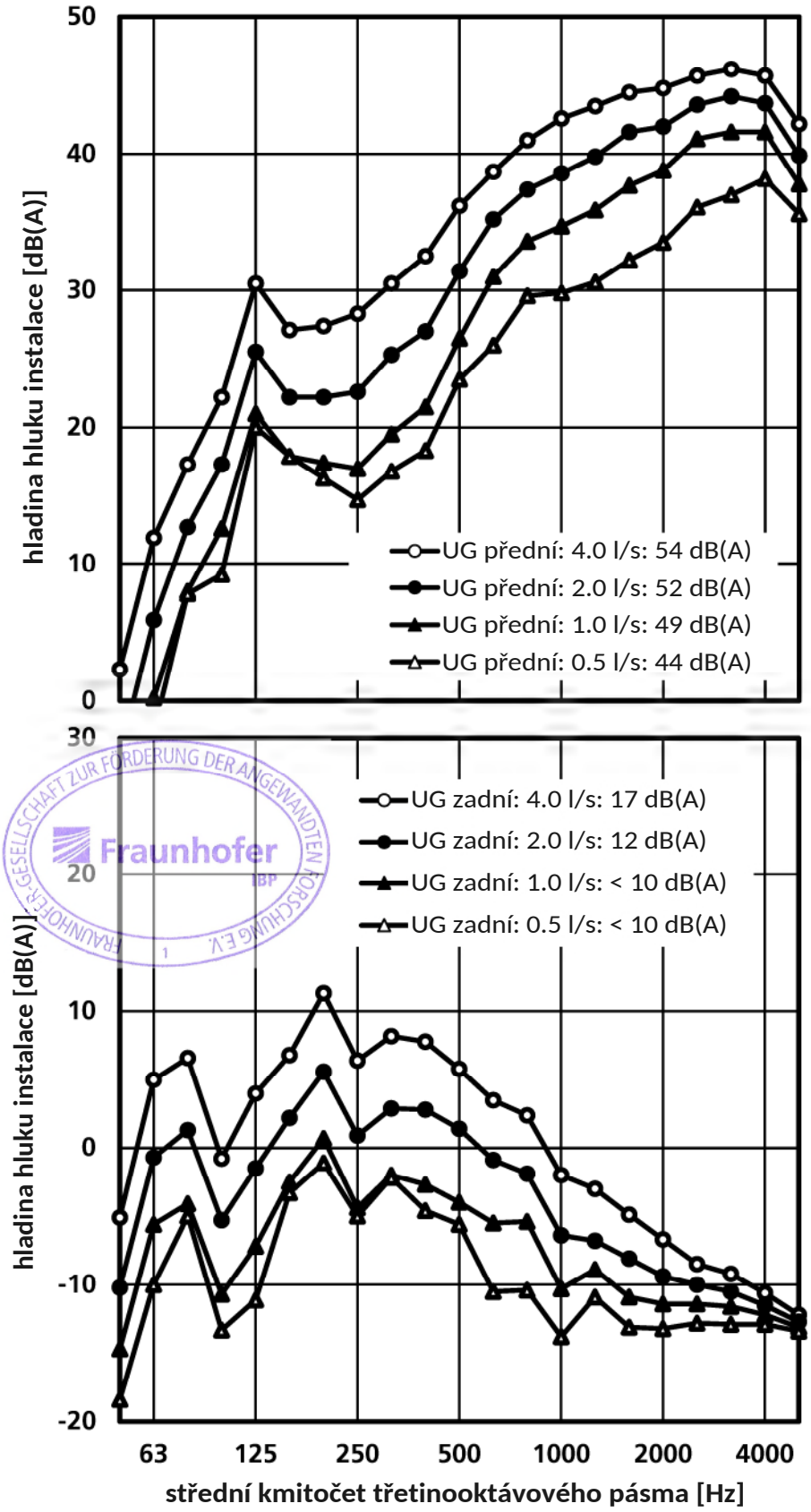
Zkouška byla provedena v laboratoři akreditované DAkkS podle DIN EN ISO/IEC 17025:2018. Osvědčení o akreditaci: D-PL-11140-11-00.

Stuttgart, 16. února 2024
Vedoucí laboratoře:



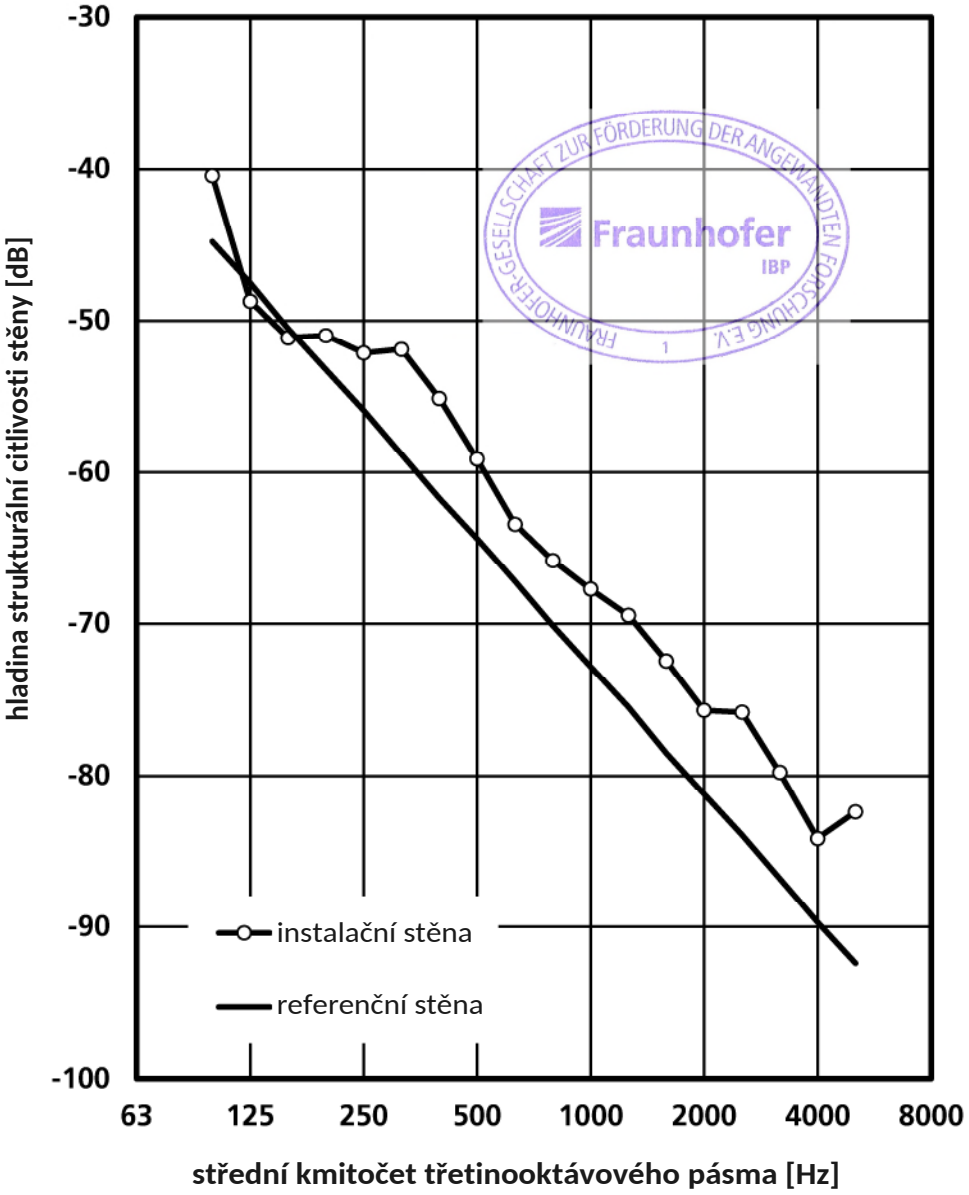
GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. Fraunhofer IBP

Frekvenční spektrum hladiny akustického tlaku vzduchového hluku $L_{a,A}$ (nahoře) a charakteristické hladiny strukturálního hluku $L_{sc,A}$ (dole) naměřené při různých průtocích **podle DIN EN 14366**.
Zkušební vzorek: Odpadní systém z plastu "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, B1, 18/05/23" s tvarovkami "Valsir PP, Blackfire" (výrobce: Valsir) a s akustickými objímkami potrubí "Bismat 1000" (výrobce: Walraven). Další informace o uspořádání zkoušky jsou uvedeny ve výsledkovém listu 1 a na obrázcích 4 a 5.



FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.
Fraunhofer IBP

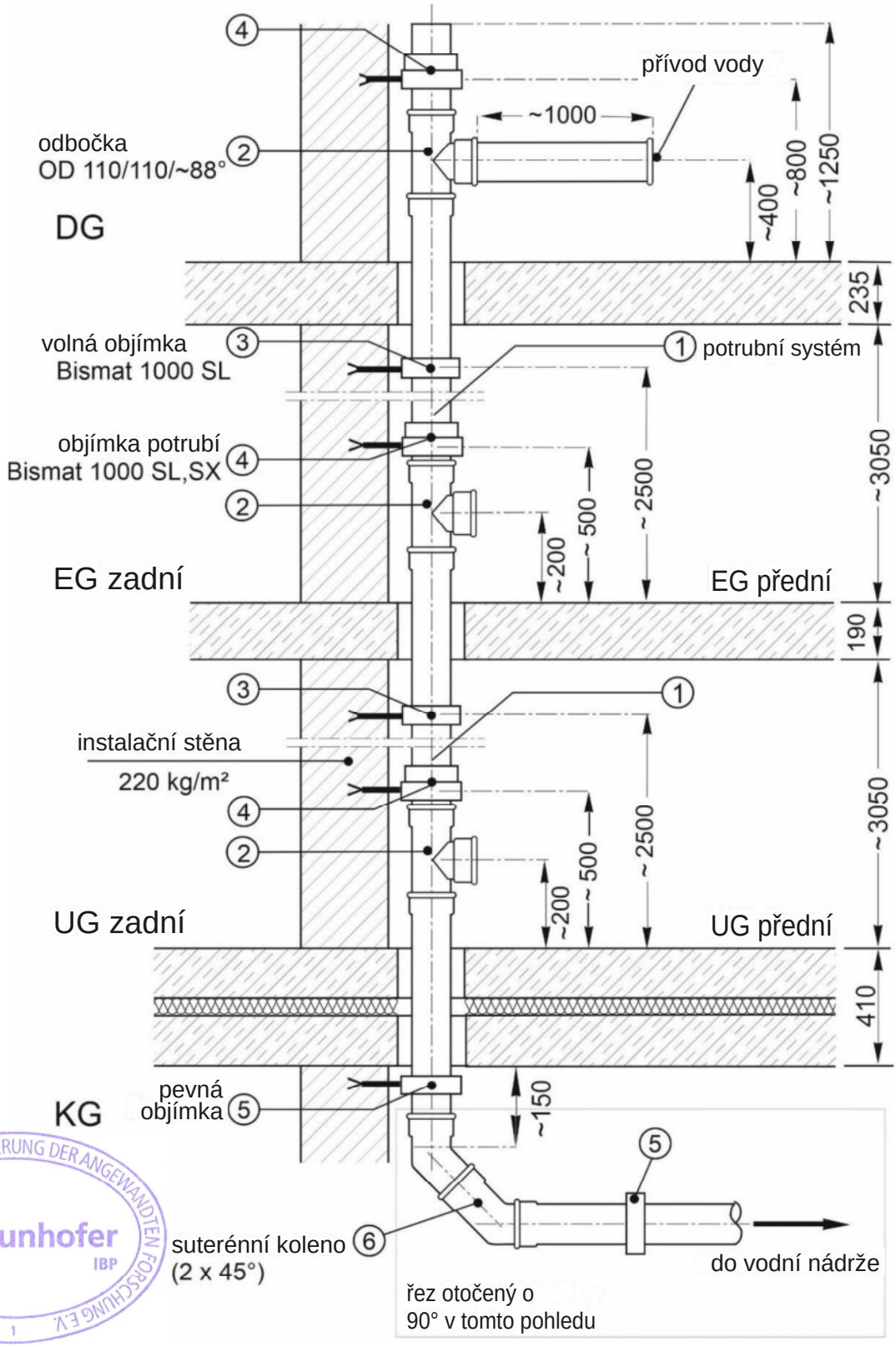
Frekvenční spektrum hladiny hluku instalace $L_{AFeq,n}$ naměřené při různých průtocích ve zkušebních místnostech UG přední (nahoře) a UG zadní (dole). Hladiny hluku instalace $L_{AFeq,n}$ v dB(A) **podle DIN 4109** pro kmitočtový rozsah 100 až 5000 Hz jsou uvedeny v legendě.
Zkušební vzorek: Odpadní systém z plastu "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, B1, 18/05/23" s tvarovkami "Valsir PP, Blackfire" (výrobce: Valsir) a s akustickými objímkami potrubí "Bismat 1000" (výrobce: Walraven). Další informace o uspořádání zkoušky jsou uvedeny ve výsledkovém listu 1 a na obrázcích 4 a 5.



FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.
Fraunhofer IBP

Hladina strukturální citlivosti stěny L_{SS} instalační stěny mezi zkušebními místnostmi UG přední a UG zadní v instalačním zkušebním zařízení Fraunhoferova institutu pro stavební fyziku. Instalační stěna je z vápenopískových tvárnic (tloušťka 115 mm, oboustranně omítnutých) s plošnou hmotností 220 kg/m². Uvedená hladina strukturální citlivosti L_{SS} se vztahuje k montážní poloze odpadního systému podle obrázku 4. Pro porovnání je uvedena i hladina strukturální citlivosti L_{SSR} referenční stěny (vyhodnocení podle DIN EN 14366).

Zkušební vzorek: Odpadní systém z plastu "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, B1, 18/05/23" s tvarovkami "Valsir PP, Blackfire" (výrobce: Valsir) a s akustickými objímkami potrubí "Bismat 1000" (výrobce: Walraven). Další informace o uspořádání zkoušky jsou uvedeny ve výsledkovém listu 1 a na obrázcích 4 a 5.



FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.
Fraunhofer IBP

Instalační schéma uspořádání zkoušky ve zkušebním zařízení. Zjednodušené, schematické zobrazení, není v měřítku.

Zkušební vzorek: Odpadní systém z plastu "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, B1, 18/05/23" s tvarovkami "Valsir PP, Blackfire" (výrobce: Valsir) a s akustickými objímkami potrubí "Bismat 1000" (výrobce: Walraven). V každém podlaží (EG a UG) byly instalovány vždy dvě objímky. V horní části stěny byla namontována jedna volná objímka (SL, DN 100). V dolní části stěny byla instalována jedna dvojitá objímka sestávající z nosné objímky (SL, DN 100) a fixační objímky (SX, DN 100). Aby se zabránilo kontaktu s trubkou, byla volná objímka (SL) namontována s mezerou 15 mm mezi upínacími patkami objímky (dvě distanční podložky 7.5 mm na každé straně). Další informace o uspořádání zkoušky jsou uvedeny ve výsledkovém listu 1 a na obrázku 5.





FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.
Fraunhofer IBP

Zkušební vzorek: Odpadní systém z plastu "Valsir Blackfire, 110x3.4, PP-ML, B1, 18/05/23" s tvarovkami "Valsir PP, Blackfire" (výrobce: Valsir) a s akustickými objímkami potrubí "Bismat 1000" (výrobce: Walraven). V každém podlaží (EG a UG) byly instalovány vždy dvě objímky. V horní části stěny byla namontována jedna volná objímka (SL, DN 100) (horní snímek). V dolní části stěny byla instalována jedna dvojitá objímka sestávající z nosné objímky (SL, DN 100) a fixační objímky (SX, DN 100) (dolní snímek). Aby se zabránilo kontaktu s trubkou, byla volná objímka (SL) namontována s mezerou 15 mm mezi upínacími patkami objímky (dvě distanční podložky 7.5 mm na každé straně). Další informace o uspořádání zkoušky jsou uvedeny ve výsledkovém listu 1 a na obrázku 4.

Uspořádání měření, buzení hluku a vyhodnocované parametry, porovnání výsledků měření s požadavky, srovnatelnost a reprodukovatelnost výsledků měření a údaj o nejistotě měření

Uspořádání měření (standardní uspořádání)

Ve zkušebním zařízení pro vodovodní instalace Fraunhoferova institutu pro stavební fyziku je instalováno svodné potrubí vedoucí z podkroví (DG) až do podsuterénu (KG) (podrobnosti viz Příloha P). Toto svodné potrubí je v úrovni podkroví napojeno na přívodní potrubí vody (OD 110). Voda je přiváděna esovitým kolenem podle normy EN 14366. V podsuterénu je svodné potrubí napojeno na koleno (zpravidla 2x 45 stupňů) a přechází ve vodorovný odtokový úsek, který je dále napojen na sběrnou nádrž vody. Odpadní potrubí v přízemí (EG) a v suterénu (UG) je opatřeno běžnými odbočkami z hlavního potrubí (zpravidla OD 110). Trubky a tvarovky se montují podle pokynů výrobce. Vzduchové mezery mezi trubkou a stropem ve vstupních a výstupních otvorech jsou vyplněny porézním absorbérem, aby se zabránilo strukturálním zvukovým mostům ovlivňujícím budovu. Odpadní potrubí je k instalační stěně (plošná hmotnost m'' = 220 kg/m²) připevněno objímkami dodanými zadavatelem, které odpovídají vnějšímu průměru trubek. Polohy upevňovacích bodů a další rozměry jsou uvedeny v instalačním schématu, které je součástí protokolu o zkoušce.

Buzení hluku a vyhodnocované parametry

Každé definované a metrologicky reprodukovatelné buzení hluku vyžaduje ustálené podmínky proudění uvnitř odpadního potrubí. Protože vznik hluku v odpadních systémech závisí na průtoku, provádějí se měření hluku při několika průtocích Q, které se v praxi typicky vyskytují:

(1) Q = 0.5 l/s, odpovídá Q = 30 l/min,
(2) Q = 1.0 l/s, odpovídá Q = 60 l/min,
(3) Q = 2.0 l/s, odpovídá Q = 120 l/min,
(4) Q = 4.0 l/s, odpovídá Q = 240 l/min.

Průtok Q = 2.0 l/s přibližně odpovídá průměrnému průtoku potřebnému ke spláchnutí toalety.
Podle Prandtla-Colebrooka vyplývá nejvyšší použitý průtok z přípustného hydraulického zatížení vodorovných úseků potrubí, které pro trubky OD 110 činí Q_{max} = 4 l/s.

Měření probíhají v instalační místnosti (UG přední) a v místnosti za instalační stěnou (UG zadní). Proudění vody vyvolává vibrace odpadní trubky. Tyto vibrace se přenášejí do instalační stěny přes objímky potrubí a/nebo jiné strukturální zvukové mosty (např. protipožární manžety) a stěna je (a v menší míře i přilehlé stavební konstrukce) vyzařuje jako vzduchový hluk do zkušební místnosti za instalační stěnou. Ve zkušební místnosti UG přední se navíc měří vzduchový hluk vyzařovaný odpadním systémem. Podle DIN EN ISO 10 140-4 se hladina akustického tlaku snímá v šesti bodech místnosti, prostorově a časově se průměruje a koriguje na hluk pozadí. Z této hodnoty se podle EN 14366 vypočte hladina akustického tlaku vzduchového hluku $L_{a,A}$ a charakteristická hladina strukturálního hluku $L_{sc,A}$. Hladina hluku instalace se stanoví podle Přílohy F nebo podle VDI 4100 dle Přílohy V.

U stacionárních signálů (např. hluk odpadní vody při konstantním průtoku) se na rozdíl od DIN 4109-4 a DIN EN ISO 10052 nebo VDI 4100 neměří maximální hodnota ($L_{AFmax,n}$ nebo $L_{AFmax,nT}$), nýbrž časově a prostorově průměrovaná hladina ($L_{AFeq,n}$ nebo $L_{AFeq,nT}$). Tím je zaručeno dodržení reprodukovatelnosti a

přesnosti, které jsou pro měření na zkušebním zařízení povinné (např. prostřednictvím možnosti provádět korekci na hluk pozadí) a které by nebylo možné realizovat při použití maximální hladiny, jež se podle výše uvedených norem stanovuje pro měření prováděná ve stavbě. Na základě rozsáhlých zkušeností je nutno vycházet z předpokladu, že za běžných okolností rozdíl mezi hladinami $L_{AFmax,n}$ a $L_{AFeq,n}$, resp. mezi $\overline{L_{AFmax,nT}}$ a $\overline{L_{AFeq,nT}}$ činí nejvýše 2–3 dB.

Porovnání výsledků měření s požadavky

Výsledky měření umožňují porovnání výrobků, materiálů a systémových komponent odpadních instalací z hlediska jejich zvukově izolačních vlastností (zkoušení komponent). Dále je možné porovnat hladiny akustického tlaku (hladiny hluku instalace) zjištěné při zkouškách s požadavky DIN 4109 a VDI 4100. Předpokladem je, že stavební podmínky ve skutečné stavební situaci jsou srovnatelné s podmínkami na zkušebním zařízení Fraunhoferova institutu pro stavební fyziku, nebo jsou z akustického hlediska příznivější. Při porovnání s požadavky je dále nutno vzít v úvahu, že současný provoz sanitárních zařízení a možné vzájemné interakce mezi sanitárními komponentami mohou vést k odlišným výsledkům. Jako hodnotu pro porovnání s požadavky je třeba použít hodnotu naměřenou při objemovém průtoku 2 l/s, protože ten přibližně odpovídá střednímu objemovému průtoku při splachování WC. Podle normy DIN EN 12354-5 lze hladinu akustického tlaku předpovědět i v jiných chráněných místnostech, a to i pro odlišné stavební situace a se zohledněním přídavných hodnot hluku instalace z dalších domovních zařízení, jako jsou WC systémy, sprchové kouty, vany atd. Alternativně lze provést tzv. zkoušky na konstrukčním modelu, při nichž lze odpadní systémy zkoušet na našich zkušebních zařízeních ve spojení s dalšími sanitárními instalacemi připojenými v souladu s praxí (systémové měření). Naměřené hodnoty pak lze přímo porovnat s požadavky na zvukovou izolaci.

Srovnatelnosť a reprodukovatelnost výsledků měření

U měření hluku odpadních systémů závisí výsledky nejen na použitých trubních objímkách, ale ve velké míře i na podmínkách montáže, jako je upevnění objímek, přesné svislé vyrovnání trubek, odstranění otřepů z konců trubek a hloubka zasunutí trubek do hrdel. Optimalizací těchto vlivů lze podle zkušeností snížit hladinu hluku o několik dB. Porovnání různých odpadních systémů proto vyžaduje, aby všechny systémy byly namontovány se stejnou pečlivostí a péčí.

Údaj o nejistotě měření

Hodnoty nejistoty měření hluku instalací ve stavbách lze nalézt v DIN 4109-4. Tuto nejistotu měření lze převzít pro výsledky stanovené v prototypových budovách, jak je uvedeno ve zkušebním protokolu.

Nejistota měření je dána takto

$$u_{situ} = \begin{cases} 5.0\ \text{dB} - 0.1 \times L_{AF,\dots}\ , & \text{pro } L_{AF,\dots} < 35\ \text{dB} \\ 1.5\ \text{dB}\ , & \text{pro } L_{AF,\dots} \geq 35\ \text{dB} \end{cases}$$

kde

u_{situ} nejistota měření hluku instalací ve stavbách (in situ),
$L_{AF,\dots}$ naměřená hodnota $L_{AF,max,n}$ nebo $L_{AF,max,nT}$ resp. $L_{AFeq,n}$ nebo $L_{AFeq,nT}$.

Při naměřené hodnotě 30 dB by nejistota měření činila 2,0 dB. Při nižších hladinách hluku instalace se nejistota zvyšuje. Například naměřená hodnota 20 dB vede k nejistotě měření 3,0 dB.

Prohlášení o shodě ve zkušebních protokolech, např. pro prokázání splnění požadavků na zvukovou ochranu, se činí se zohledněním nejistot měření podle postupů (např. normy nebo směrnice) uvedených ve zkušebním protokolu. Metrologická návaznost na referenční etalony je zajištěna pro všechna kalibrovaná měřidla.

Vyhodnocení měření

Ustálený hluk

Naměřená hladina akustického tlaku se udává jako časově a prostorově průměrované třetinooktávové spektrum ve kmitočtovém rozsahu 100 Hz až 5 kHz. Nejprve se naměřená hodnota koriguje na hluk pozadí. Následně se normalizuje na ekvivalentní pohltivou plochu A_0 = 10 m² a váží filtrem A:

(1) $$L_{i,AFeq,n} = 10 \cdot \lg\left(10^{\frac{L_{i,F}}{10}} - 10^{\frac{L_{i,F,GG}}{10}}\right) + 10 \cdot \lg\frac{A_i}{A_0} + k(A)_i$$ [dB(A)]

$L_{i,F}$	prostorově a časově průměrovaná hladina ak. tlaku v třetinooktávovém pásmu i (časová konstanta: fast)	[dB]
$L_{i,F,GG}$	hladina hluku pozadí v třetinooktávovém pásmu i	[dB]
$A_i = \frac{0.16 \cdot V}{T_i}$	pohltivá plocha zkušební místnosti pro třetinooktávové pásmo i	[m²]
V	objem zkušební místnosti	[m³]
T_i	doba dozvuku zkušební místnosti v třetinooktávovém pásmu i	[s]
$k(A)_i$	váhový filtr A pro třetinooktávové pásmo i	[dB]

Je-li rozdíl mezi naměřenou třetinooktávovou hladinou a hladinou hluku pozadí menší než 3 dB, korekce na hluk pozadí se neprovádí. Místo toho se jako výsledek zkoušky použije naměřená hladina hluku pozadí (jako největší možná hodnota). Celková hladina akustického tlaku se získá energetickým součtem třetinooktávových hodnot.

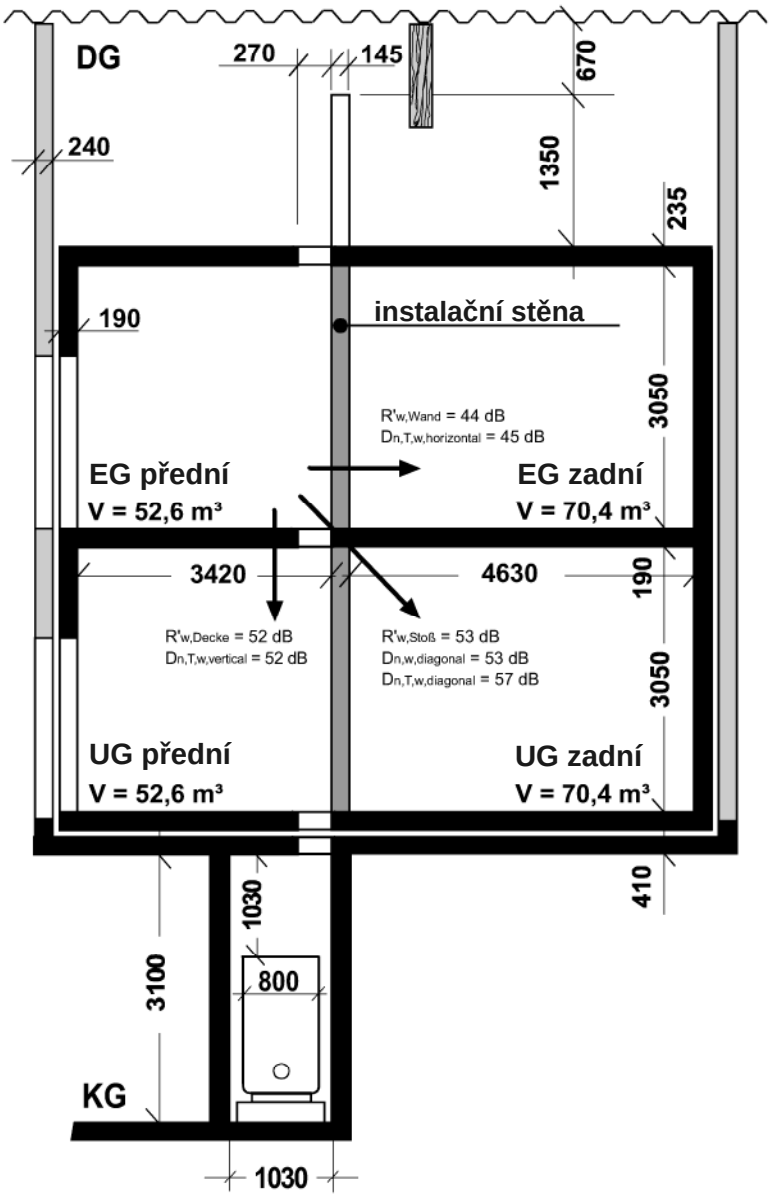
(2) $$L_{AFeq,n} = 10 \cdot \lg\left(\sum_{i=1}^{18} 10^{\frac{L_{i,AFeq,n}}{10}}\right),$$ [dB(A)]

kde i udává počet třetinooktávových pásem od 100 Hz do 5 kHz. Vypočtená hladina $L_{AFeq,n}$ odpovídá hladině akustického tlaku, která by za jinak stejných podmínek vznikla ve skromně zařízené přijímací místnosti. Hodnota představuje hladinu hluku instalace ve zkušebním zařízení.

Časově proměnný hluk

V tomto případě se měřicí signál skládá z řady třetinooktávových spekter (kmitočtový rozsah 100 Hz až 5 kHz), která se měří postupně na stejném místě s časovým odstupem 0,125 s. Vyhodnocení se provádí stejně jako u ustáleného hluku s tím rozdílem, že se neprovádí korekce na hluk pozadí. Po vyhodnocení se z naměřeného časového průběhu stanoví maximální hodnota ($L_{AFmax,n}$).

Zkušební zařízení



Řez instalačním zkušebním zařízením ve Fraunhoferově institutu pro stavební fyziku (rozměry v mm). Zkušební zařízení tvoří dvě dvojice místností v přízemí (EG) a v suterénu (UG), které leží nad sebou. Díky této konstrukci, včetně podkroví (DG) a podsuterénu (KG), lze zkoušet instalační systémy procházející několika podlažími, např. odpadní instalační systémy. Instalační stěny v přízemí a v suterénu lze vyměnit podle aktuálních požadavků. Ve standardním případě se používají jednovrstvé masivní stěny s plošnou hmotností 220 kg/m² (podle německé normy DIN 4109). Protože zvuková izolace těchto stěn nesplňuje požadavky kladené na stěnu oddělující různé uživatelské jednotky v téže budově ($R'_w \geq 53$ dB), nacházejí se nejbližší sousední místnosti chráněné před hlukem úhlopříčně nad nebo pod instalační místností (při obvyklém řešení půdorysu). Díky dvouvrstvé konstrukci s dodatečnou izolací proti strukturálnímu hluku je instalační zkušební zařízení zvláště vhodné pro měření nízkých hladin akustického tlaku. Měřicí místnosti jsou navrženy tak, aby doby dozvuku ve zkoumaném kmitočtovém rozsahu byly mezi 1 s a 2 s. Boční stěny s průměrnou plošnou hmotností přibližně 440 kg/m² jsou z betonu.

Měřicí technika

Pro měření v instalačním zkušebním zařízení P12 Fraunhoferova institutu pro stavební fyziku byla použita následující měřicí technika:

Přístroj	Popis, typ a výrobní číslo	Výrobce
Analyzátor	Soundbook_MK2_8L, S/N 07082 Software: Sinus Samurai Ver. 3.x	Sinus Messtechnik
½"-sada mikrofonů	46 AF (vložka: Typ 40 AF-Free Field; před-zesilovač: Typ 26 TK) CH1: S/N 97112 CH2: S/N 58588 CH3: S/N 58591 CH4: S/N 58596	G.R.A.S
1"-sada mikrofonů	40HF (vložka: Typ 40EH-LowNoise; před-zesilovač: Typ 26HF; napájecí modul: Typ 12HF) CH 1: S/N 201166 a S/N 207665 CH 2: S/N 201167 a S/N 207666 CH 3: S/N 60860 a S/N 43399 CH 4: S/N 40943 a S/N 77978	G.R.A.S
Kalibrátor mikrofonů	4231, S/N 2594557	Bruel & Kjær
Akcelerometr (IEPE)	352B, S/N 215542, S/N 215543, S/N 215544, S/N 231003	PCB Piezotronics, Inc.
Snímač síly (IEPE)	208C02, S. Nr. LW58707	PCB Piezotronics, Inc.
Kalibrátor akcelerometrů	VC11, S/N 091458	MMF
Zesilovač	LBB 1935/20, S/N 405025800300113361	Bosch Plena
Reproduktor	MLS 82	Lanny
Referenční zdroj zvuku	4204, S/N 317484	Bruel & Kjær
Normovaný kročejový zdroj	211, S/N 12958	Norsonic
Průtokoměr	PROMAG W 50W40, S/N 6A07D519000	Endress+Hauser
Snímač tlaku	SITRANS P200, S/N LKKK205852010120	Siemens

Použitý analyzátor je zvukoměr třídy 1 se schválením typu. Všechna měřicí zařízení jsou pravidelně kontrolována interními a externími zkušebními laboratořemi, jsou kalibrována a v případě potřeby úředně ověřena.

Zkušební podmínky

Měření se provádějí za následujících klimatických podmínek:
Teplota vzduchu: 18 - 23 °C
Relativní vlhkost: 35 - 65 %
Statický tlak vzduchu: 950 - 990 hPa

Posouzení zvýšené ochrany proti hluku podle VDI 4100

Směrnice VDI 4100 obsahuje návrhy na zvýšenou zvukovou izolaci v bytech. Tyto návrhy přesahují minimální požadavky DIN 4109 a mohou být dodatečně sjednány mezi objednatelem a odpovědnou firmou.

Měření hluku sanitárních instalací se podle VDI 4100 i DIN 4109 provádí stejně. Podrobnosti metody a vyhodnocení výsledků jsou popsány v příloze F. Jediný rozdíl mezi oběma předpisy spočívá v tom, že naměřené hladiny hluku se v DIN 4109 vztahují k ekvivalentní pohltivé ploše A_0 = 10 m², zatímco ve VDI 4100 se jako referenční hodnota používá doba dozvuku T_0 = 0,5 s. Vztah mezi oběma hladinami je následující:

$$L_{AF,nT} = L_{AF,n} - 10\ \lg(V) + 15$$

kde $L_{AF,nT}$ = standardizovaná hladina hluku sanitárních instalací podle VDI 4100 [dB(A)]
$L_{AF,n}$ = normalizovaná hladina hluku sanitárních instalací podle DIN 4109 [dB(A)]
V = objem přijímací místnosti [m³]

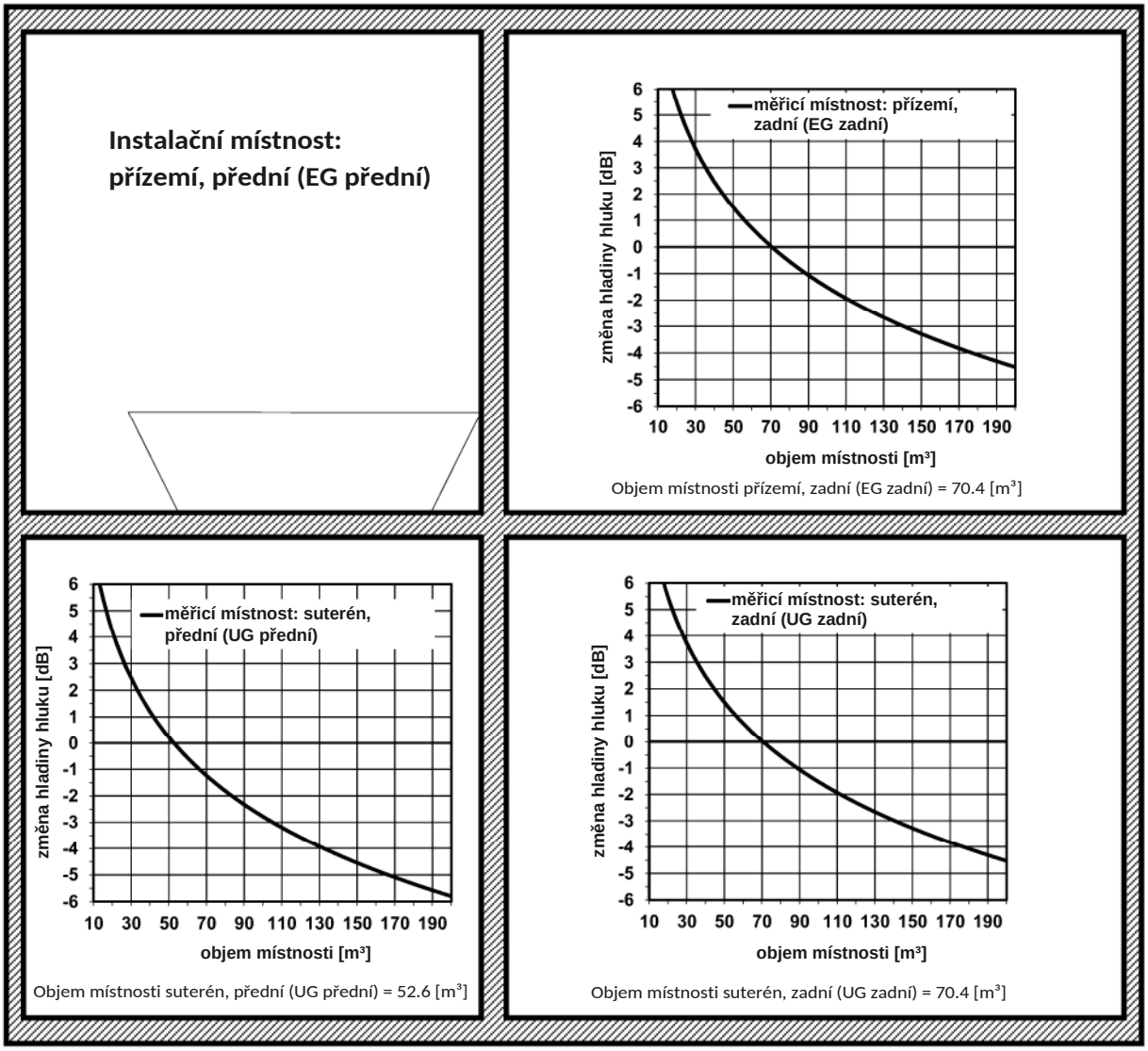
Indexy A a F označují kmitočtové vážení „A“ a časové vážení „Fast“. Podle toho, zda se měří časově průměrovaná hodnota, nebo maximální hladina, se k těmto indexům připojuje index „eq“ nebo „max“. To platí stejně pro standardizovanou i normalizovanou hladinu hluku, například $L_{AFeq,nT}$ nebo $L_{AFmax,n}$.

Standardizovaná hladina hluku podle VDI 4100 a normalizovaná hladina hluku podle DIN 4109 se liší o konstantní hodnotu, která závisí pouze na objemu přijímací místnosti. Zatímco normalizovaná hladina hluku (DIN 4109) na objemu místnosti nezávisí, standardizovaná hladina hluku (VDI 4100) se s rostoucím objemem místnosti snižuje. Protože se požadavky na zvukovou izolaci podle VDI 4100 vztahují ke standardizované hladině hluku, musí být hodnoty hluku sanitárních instalací naměřené ve zkušebních zařízeních IBP pro prokázání splnění požadavků přepočteny na objem chráněných místností ve skutečné stavbě. Přepočet se provádí podle následujícího vztahu:

$$L_{AF,nT,Building} = L_{AF,nT,Lab} + 10\ \lg(V_{Lab}/V_{Building})$$

kde $L_{AF,nT,Building}$ = standardizovaná hladina hluku zkoušené instalace ve stavbě
$L_{AF,nT,Lab}$ = standardizovaná hladina hluku zkoušené instalace ve zkušebním zařízení
V_{Lab} = objem přijímací místnosti ve zkušebním zařízení
$V_{Building}$ = objem chráněné místnosti ve stavbě

Objemy tří přijímacích místností ve zkušebním zařízení IBP pro hluk sanitárních instalací a diagramy předchozího výpočetního vztahu pro přímé odečtení výsledků jsou uvedeny dále:



Obr. 1: Změna standardizované hladiny hluku naměřené v instalačním zkušebním zařízení P12 pro místnosti s odlišným objemem. Výsledná změna hladiny hluku oproti naměřené hodnotě uvedené ve zkušebním protokolu v závislosti na novém objemu místnosti je uvedena v diagramech pro tři měřicí místnosti suterén, přední (UG přední), suterén, zadní (UG zadní) a přízemí, zadní (EG zadní). Odpovídá-li objem nové místnosti příslušné měřicí místnosti, hladina hluku se nezmění (změna hladiny $\Delta L = 0$ dB). Je-li nová místnost větší než příslušná měřicí místnost, hladina hluku se sníží ($\Delta L < 0$). Je-li menší, hladina hluku se zvýší ($\Delta L > 0$).

Požadavky

Podle VDI 4100 se za chráněné místnosti považují všechny místnosti bytu s podlahovou plochou ≥ 8 m². Kuchyně, koupelny, WC, chodby a vedlejší místnosti jsou však z požadavků na hluk technických zařízení budov a kročejový hluk výslovně vyňaty. Při obvyklém uspořádání půdorysu (koupelna nad koupelnou) je pro hodnoty naměřené ve zkušebním zařízení jako chráněnou místnost třeba uvažovat především místnost v suterénu vzadu (UG zadní).

Požadované hodnoty jsou rozděleny podle stupňů zvukové ochrany (SSt) ve VDI 4100, které odpovídají různým úrovním komfortu:

Tabulka 1: Úroveň komfortu a akustická situace pro stupně zvukové ochrany I až III podle VDI 4100.

SSt I	„zvýšené nároky na návrh a provedení oproti jednoduchému řešení z hlediska návrhových a konstrukčních prvků“
	„nepřiměřeným obtěžováním se zpravidla předchází“
SSt II	„průměrné požadavky na komfort“
	„zpravidla neruší“
SSt III	„zvláštní požadavky na komfort“
	„neruší vůbec nebo jen zřídka“

Pro tři stupně zvukové ochrany jsou ve VDI 4100 uvedeny vždy odlišné požadavky. Protože stupeň zvukové ochrany III představuje nejvyšší úroveň komfortu, platí pro něj nejpřísnější požadavky, tj. přípustné hladiny hluku sanitárních instalací jsou v tomto případě nejnižší. Požadované hodnoty pro bytové domy, resp. řadové rodinné domy a dvojdomy jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 2: Požadavky na zvukovou izolaci technických zařízení budov pro bytové domy, resp. řadové rodinné domy a dvojdomy podle VDI 4100 pro stupně zvukové ochrany I až III. Požadavky platí pro přenos zvuku mezi oddělenými byty. Hluk z vodovodních instalací a z kanalizace se posuzuje společně.

Budova	**Akustický parametr [dB(A)]**	**Stupeň zvukové ochrany I**	**Stupeň zvukové ochrany II**	**Stupeň zvukové ochrany III**
Bytové domy	$\overline{L_{AFmax,nT}}$ nebo $\overline{L_{AFeq,nT}}$ a) b)	**≤ 30**	**≤ 27**	**≤ 24**
Řadové rodinné domy a dvojdomy	$\overline{L_{AFmax,nT}}$ nebo $\overline{L_{AFeq,nT}}$ a) b)	**≤ 30**	**≤ 25**	**≤ 22**

a) Jednotlivé krátkodobé špičky hluku při ovládání (otevírání, zavírání, seřizování, přerušování atd.) armatur a zařízení vodovodní instalace by neměly překročit charakteristické hodnoty SSt II a SSt III o více než 10 dB. Předpokládá se přitom užívání v souladu s určením.

b) Protože hluk sanitárních instalací má často charakter časově proměnných signálů, předepisuje VDI 4100 pro měření maximální hladinu $L_{AFmax,nT}$. U ustálených signálů, jako je např. hluk dopadu vodního proudu, je však účelnější stanovit místo ní průměrnou hladinu hluku $L_{AFeq,nT}$, protože jen tak lze dodržet požadavky na reprodukovatelnost a přesnost závazné pro měření ve zkušebním zařízení. Naměřená průměrná hladina hluku je obecně o něco nižší než maximální hladina, podle rozsáhlých zkušeností však rozdíl nečiní více než 2 až 3 dB.

Kromě výše popsaných požadavků na přenos zvuku mezi oddělenými byty obsahuje VDI 4100 také doporučení pro zvukovou ochranu ve vlastním obytném prostoru. Konkrétní požadované hodnoty a význam jednotlivých stupňů zvukové ochrany lze nalézt ve VDI 4100.

Prohlášení o shodě ve zkušebních protokolech, např. pro prokázání splnění požadavků na zvukovou ochranu, se činí se zohledněním nejistot měření (podle DIN 4109-4) v souladu s postupy (např. normou nebo směrnicí) uvedenými ve zkušebním protokolu. Metrologická návaznost na referenční etalony je zajištěna pro všechna kalibrovaná měřidla.

Poznámka k hluku od uživatelů ve VDI 4100:

Pro uživatelské hluky, které jsou častým předmětem stížností (např. odložení kelímku na zubní kartáčky na odkládací poličku, otevírání a zavírání víka WC, používání WC, klouzání ve vaně, bouchání dveří – i dvířek nástěnných a vestavěných skříněk atd.), nebyly pro třídy ochrany proti hluku SSt II a SSt III stanoveny žádné charakteristické hodnoty, protože tyto hluky se velmi obtížně reprodukují a závisejí na konkrétní stavební situaci. Předpokládá se však, že tyto hluky – při užívání v souladu s určením – budou co nejvíce sníženy použitím obvyklých opatření pro izolaci kročejového hluku při montáži sanitárních zařízení.