

Návrhy · Plánování · Instalace

# Protihluková ochrana pro komfortnější bydlení

Praktické rady pro sanitární techniku



**wavin**

orbia 

# 30 let zkušeností v oblasti návrhů a realizace tiché kanalizace

## pro váš stavební projekt

Ať se jedná o rekonstrukci, nebo novostavbu, obytné, nebo nebytové prostory, hotel, nemocnici, domov seniorů: Optimalizace zvukově izolačních vlastností představuje u nemovitostí významný kvalitativní faktor.

Použití nejlepší možné zvukové izolace v sanitárních prostorách při rozumných nákladech rozhodně není triviální problém. Při návrhu je třeba zohlednit řadu vlivů, výpočtových modelů a počítat i s potrubními systémy. Dále je třeba pamatovat na protihlukové předpisy a komplexní požadavky investorů, vlastníků a uživatelů budov.

Naše kompetence v oblasti protihlukové ochrany roste již více než 30 let: Byli jsme to my, kdo vynalezl první plastové potrubí na pitnou vodu a první protihlukovou odpadní trubku z plastu. Dodnes je společnost Wavin inovátorem v oblasti instalací rozvodů pitné vody, topení, dešťové vody i odpadních vod, stejně jako v segmentu odvodnění staveb.

Rádi vám pomůžeme s optimalizací vašeho stavebního projektu z pohledu protihlukové izolace přírodních a odpadních potrubí. Od architektonického návrhu a ekonomického uspořádání přes zpracování plánů efektivní a bezpečné instalace až po bezchybnou realizaci: Architekti, plánovači a instalatéři získají díky této informační brožuře a našim systémovým řešením spolehlivou kontrolu nad zvuky ve vašem sanitárním rozvodu.

### V případě dotazů jsme tu pro Vás.

Spojte se s našimi experty:

[www.wavin.cz](http://www.wavin.cz)





Více než 30 let bezpečné a prémiové protihlukové  
ochrany výrobky Wavin AS  
Zde na příkladu hotelu Steigenberger v Brémách



# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>06</b>
Základy akustiky	07
Shrnutí zásad protihlukové ochrany pro architektky	14
Shrnutí zásad protihlukové ochrany pro návrháře	15
Shrnutí zásad protihlukové ochrany pro instalatéry	17
<b>Protihluková ochrana v architektuře</b>	<b>18</b>
Základy vytváření optimální protihlukové ochrany	20
Součásti pro optimální protihlukovou ochranu	24
Praktické rady	25
<b>Protihluková ochrana při plánování</b>	<b>26</b>
Základy plánování přívodních a odpadních potrubí	28
Plánování rozvodů odpadních vod	32
Plánování instalací pitné vody	34
Praktické rady	39
<b>Protihluková ochrana při instalaci</b>	<b>40</b>
Správný výběr materiálu pro nejlepší protihlukovou ochranu	42
Instalace součástí protihlukové ochrany	45
Požadavky na protihlukovou ochranu při instalaci	48
Praktické rady	53
<b>Akustické systémové zkoušky</b>	<b>54</b>
Zkouška podle DIN EN 14366	56
Měření podle DIN 4109	57
Systémová zkouška podle DIN 4109	58
Zkušební zprávy od Fraunhofer IBP	60
Seznam zkratk	66
Seznam literatury	66



## Úvod

# Minimum rušivých zvuků. Pro maximální kvalitu života

Vodovodní a odpadní potrubí stejně jako další instalace způsobují zvuky, které mohou působit rušivě – a snižovat tím kvalitu života v budovách. Tomu je třeba předcházet pomocí vhodných protihlukových opatření – zejména v domech obývaných více rodinami a v jiných objektech, které využívá mnoho lidí společně.

Zejména u starých budov je zřejmé, jaké důsledky může mít nedostatečná protihluková izolace instalovaných rozvodů. Když slyšíte, že soused vedle vás nebo nad vámi právě použil toaletu. Nebo když voda proudí potrubím tak nahlas, jako byste stáli vedle divoké řeky. Optimální protihluková izolace instalovaných rozvodů předpokládá znalost klíčových pojmů přesných postupů v architektuře, plánování i instalaci, které určují, co je třeba udělat.

# Základy akustiky

Pro měření a hodnocení emisí zvuku jsou níže stručně vysvětleny potřebné klíčové fyzikální veličiny. V následujících kapitolách této brožury jsou pak tyto základní

informace praktickým způsobem prohlubovány pro použití v architektuře, plánování a při instalacích.

## Zvuk

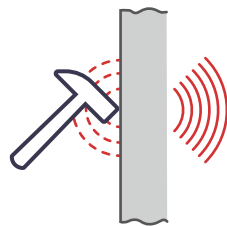
Zvuk vzniká mechanickým chvěním elastického média. Například tehdy, když se pohybují molekuly vzduchu.

Plyny, kapaliny a pevná tělesa mohou produkovat zvuk, který se šíří jako zvuková vlna.

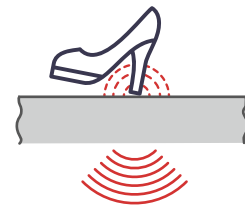
**V oblasti pozemních staveb jsou relevantní tyto druhy zvuku:**



⌚ **Zvuk šířený vzduchem** je vytvářen např. lidmi, stroji nebo také tekoucí vodou v potrubí a šíří se vzduchem.



⌚ **Zvuk šířený tělesy** vzniká v pevných tělesech a šíří se od povrchu dále vzduchem. U potrubních instalací jde především o trubkové objímky a úchyty ve zdi.

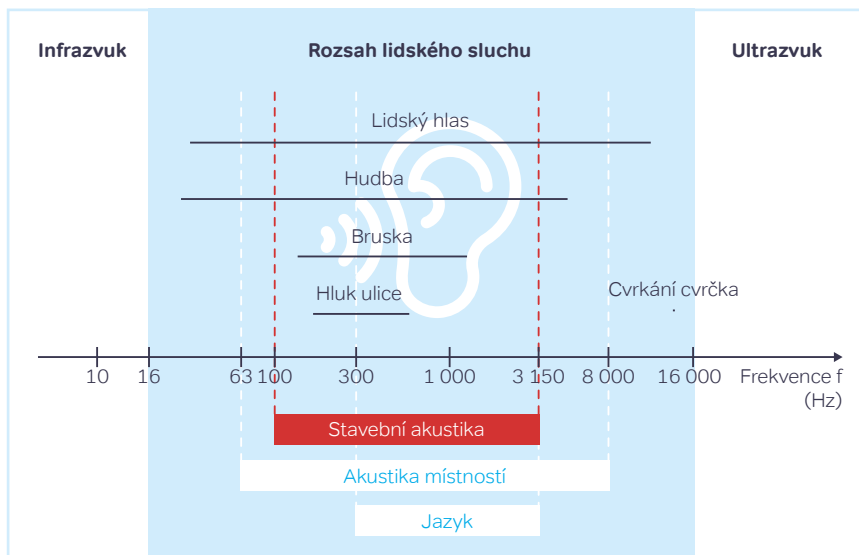


⌚ **Zvuk kroků** je zvláštní případ zvuku šířeného tělesy vlivem kroků nebo padajících předmětů. Šíří se vzduchem.

## Frekvenční spektrum

Pro akustiku staveb a pro protihlukovou ochranu ve stavebnictví se za relevantní akustický rozsah považuje spektrum od 100 do 3 150 Hz. U akustiky místností pak rozsah frekvencí sahá od 63 do 8 000 Hz.

Náš sluch vnímá sinusové charakteristiky různých frekvencí s různou hlasitostí. Uvádějí se hladiny akustického tlaku, které vyvolávají stejný dojem hlasitosti jako sinusový tón o frekvenci 1 000 Hz. V rozsahu od 2 000 do 5 000 Hz reaguje lidský sluch nejcitlivěji (viz obr. 1 a obr. 4).



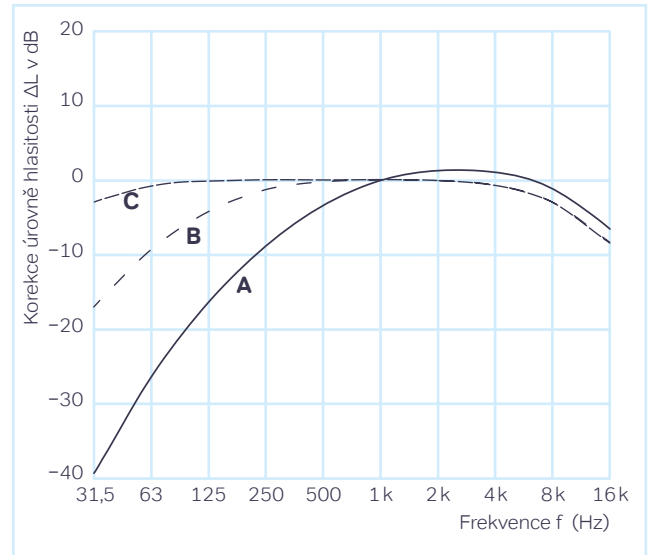
**Obrázek 1:** Schéma, názvy a příklady různých rozsahů frekvenčního pásma (zdroj č. 6)

## Vyhodnocení frekvence

Mezi hladinou akustického tlaku a vnímáním hlasitosti je souvislost daná závislostí na frekvenci. Tato souvislost se znázorňuje pomocí filtrů pro vyhodnocení frekvence.

U nízkých a vysokých frekvencí tyto filtry snižují citlivost měřicího zařízení a přizpůsobují tak toto zařízení citlivosti lidského sluchu.

Měření hluku se obvykle vyhodnocuje pomocí křivky A. Hodnoty vyhodnocené pomocí této křivky se udávají jako hladina akustického tlaku A v dB (A).



**Obrázek 2:** Korekce akustického tlaku  $\Delta L$  podle DIN EN ISO 16032 (resp. dřívější normy DIN EN 60651) pro vyhodnocení A, B a C

## Akustický tlak

Amplituda zvukových vibrací se nazývá akustický tlak. Velikost amplitudy začíná ve slyšitelném rozsahu na hodnotě 20  $\mu\text{Pa}$ , hranice bolestivosti je na úrovni 20 Pa. Pro akustický tlak neexistuje žádná horní hranice, záleží pouze na energii, která vytváří zvuk (zdroj č. 6).

Hladina akustického tlaku  $L_p$  se vypočítá následujícím způsobem:













$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0}$$

Kde je:

- $L_p$  hladina akustického tlaku v dB
- $p$  akustický tlak v Pa
- $p_0$  vztažná hodnota (práh slyšitelnosti  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ )



Pokud se sečtou dva zdroje zvuku o stejné síle, je výsledek o 3 dB vyšší.  
**50 dB + 50 dB = 53 dB**

Hladina akustického tlaku $L_p$ v dB		
	0	Práh slyšitelnosti
	15–20	Tiché šustění listů
	30–40	Klidný byt
	40–50	Tichý rozhovor, klidná kancelář
	50–60	Normální rozhovor
	70–80	Intenzivní silniční provoz
	80–85	Volání, křik
	80–90	Blízký průjezd nákladního automobilu
	90–100	Pneumatický buchar ve vzdálenosti 10 m
	100–110	Blízký průjezd rychlovlaku
	110–120	Kotoučová pila
	120–130	Vrtulové letadlo ve vzdálenosti 3 m

**Obrázek 3:** Příklady hladin akustického tlaku



# Nejhlasitější zvuk na světě



172 dB

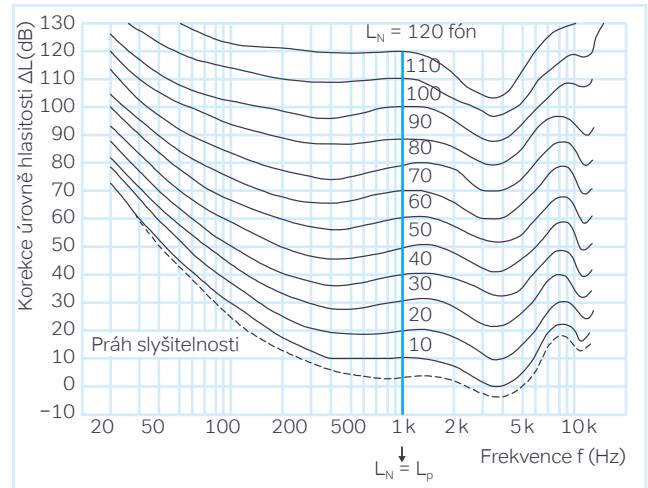
ve vzdálenosti 160 km

## **Výbuch sopky Krakatoa (1883) v Indonésii**

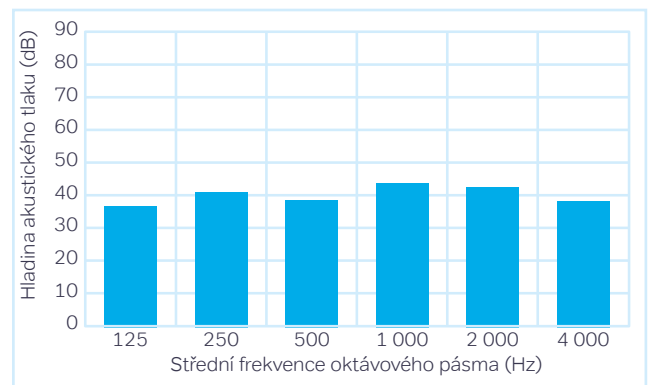
Výbuch sopky byl tak hlasitý, že byl slyšet ještě ve vzdálenosti 4 800 km na ostrově Rodrigues v Indickém oceánu. Představte si, že byste v New Yorku slyšeli zvuk, který vznikl v irském Dublinu!

## Oktáva třetího stupně, oktávová úroveň, celková úroveň

Zvuky se obvykle skládají z mnoha různých frekvencí. Frekvenční spektra znázorňují, jak silně jsou které frekvence ve zvuku zastoupené. Frekvenční rozsah se pro účely analýzy dělí do frekvenčních pásem. Podle šířky pásma se hovoří o oktávě třetího stupně nebo oktávovém pásmu. Filtry pro měření těchto pásem jsou integrovány v mnoha moderních měřicích přístrojích. Který frekvenční rozsah je důležitý v oblasti stavební akustiky? To záleží na konkrétním zadání. Při měření zvukových izolací je důležitý frekvenční rozsah zhruba od 100 do 5 000 Hz. Krátkodobými postupy se vyhodnocují oktávy od 125 do 2 000 Hz.



**Obrázek 4:** Souvislost mezi subjektivně vnímanou úrovní hlasitosti  $L_N$  a objektivně měřitelnou hladinou akustického tlaku  $L_p$ . Shoda mezi  $L_N$  a  $L_p$  platí pouze při frekvenci  $f = 1\ 000\ \text{Hz}$ .

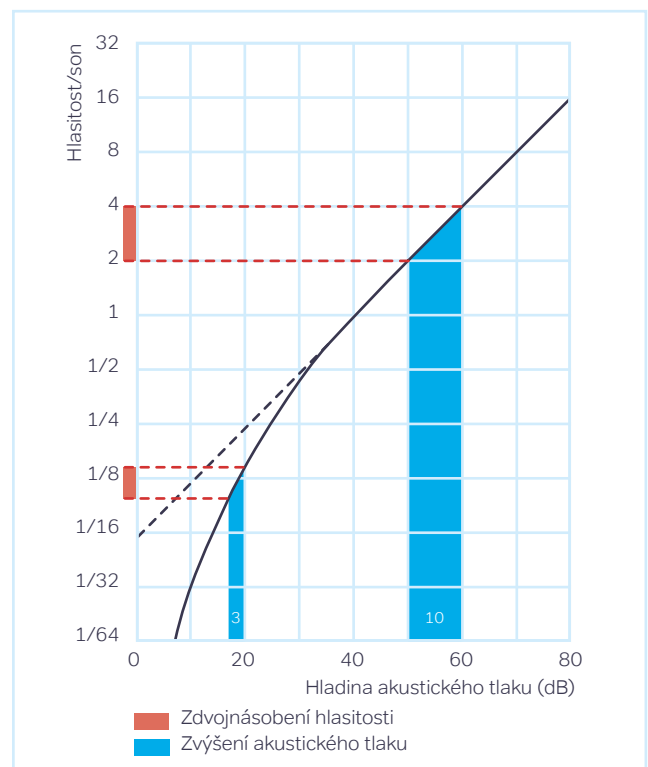


**Obrázek 5:** Oktávové spektrum

## Vnímání hlasitosti a vyhodnocení frekvence

Způsob, kterým lidé vnímají hlasitost zvuku, je subjektivní a závisí na frekvenci: Při stejné úrovni akustického tlaku vnímáme tóny o hlubších a vyšších frekvencích jako výrazně tišší než tóny se středními frekvencemi.

Při dosažení úrovně akustického tlaku nad 40 dB dokáže lidský sluch vnímat změny v hodnotě 1–2 dB. Silnější a výraznější změna hlasitosti je dosažena při zvýšení akustického tlaku o 3 dB. Zvláště zajímavé: Hlasitost podle Zwicklera neprobíhá do 40 dB lineárně; již změna o 3 dB tak vede k zdvojnásobení hlasitosti. V těchto úrovních se nacházejí požadavky na naše řešení, které podle normy DIN 4109 musíme splnit.

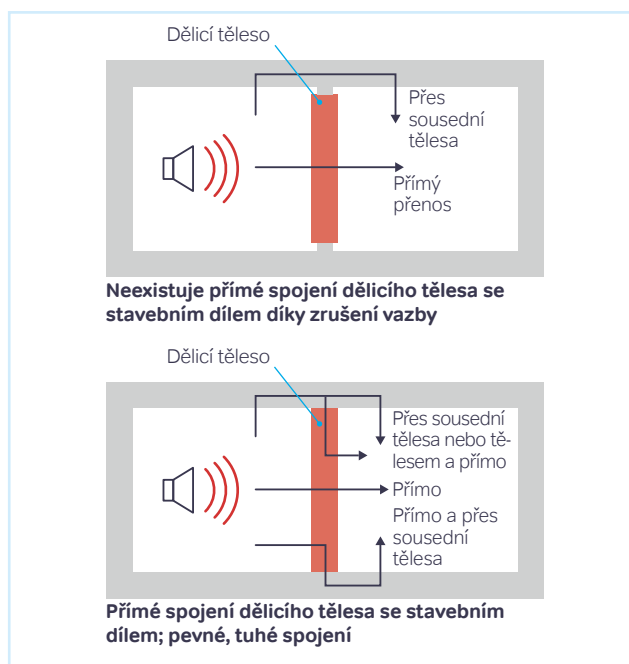


**Obrázek 6:** Subjektivní vnímání hlasitosti podle Zwicklera

## Tlumení přenosu zvuku vzduchem / způsoby přenosu zvuku

Přenos zvuku mezi dvěma místnostmi v budovách probíhá přes dělicí těleso i přes sousední tělesa a také přes potrubí, netěsnosti, ventilační zařízení apod. Proto se rozlišují dva pojmy (zdroj č. 7):

- ⌚ **Přenos vedlejšími cestami:** každý způsob přenosu zvuku vzduchem mezi dvěma sousedními místnostmi vlivem netěsností, ventilačních zařízení, potrubí a podobných prvků
- ⌚ **Přenos přes sousední tělesa:** přenos zvuku výhradně přes tělesa



Obrázek 7: Informace o možných způsobech přenosu pro různá tělesa

## Doba dozvuku a plocha absorpce zvuku

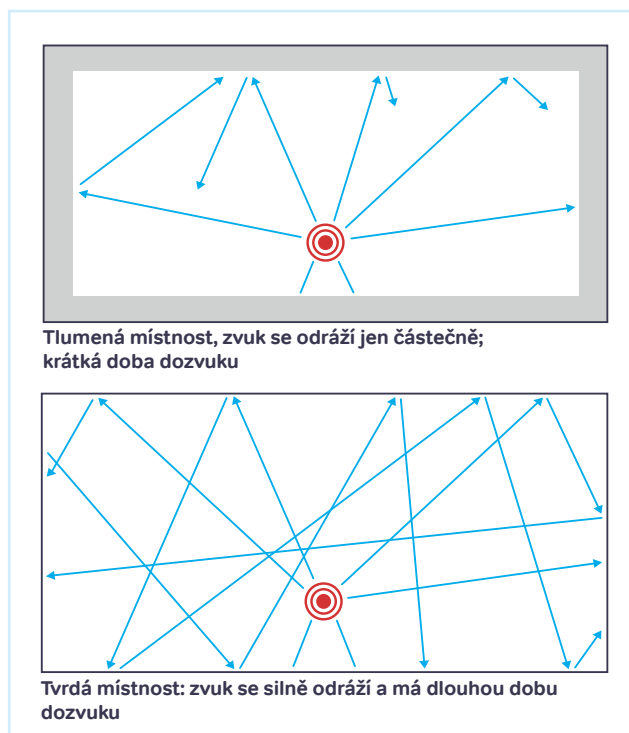
Absorpce zvuku je ekvivalentní absorpční plocha A, kterou je možné určit z doby dozvuku místnosti. Doba dozvuku tak udává, jak dlouho je zvuk v místnosti/dutině slyšet, poté co zmizí jeho příčina. Z doby dozvuku je možné určit stupeň absorpce místnosti nebo dutiny. Obě hodnoty závisí na frekvenci.

$$A = 0,163 \times V/T$$

A = ekvivalentní plocha absorpce zvuku v místnosti v m<sup>2</sup>

V = objem místnosti v m<sup>3</sup>

T = doba dozvuku v místnosti v s



Obrázek 8: Odraz zvuku

## Přenos zvuku z technických zařízení instalovaných v budovách

Technická zařízení instalovaná v budovách jsou podle normy DIN 4109 přívodní a odpadní vedení v budovách, přepravní zařízení, pevně vestavěná provozní zařízení a jiné systémy technických zařízení budov. Technická zařízení v budovách se z akustického hlediska ovlivňují zvláště obtížně, neboť zdroje

zvuku vytvářejí zvuk přenášený vzduchem i zvuk šířený tělesy. Pokud pro tento účel není k dispozici vhodná prognostická metoda, může architekt a návrhář dostat pouze všeobecné pokyny, např. ohledně uspořádání půdorysu.



## DIN 4109

Ať už jde o sprchu, nebo splachování toalety – zvuky ze zařízení instalovaných v budovách nechce poslouchat nikdo. Minimální požadavky na protihlukovou ochranu jsou zakotveny v normě DIN 4109. DIN 4109 je norma určující měřítka protihlukové ochrany v pozemních stavbách. Aby byly dosaženy cíle protihlukové ochrany, jsou v normě DIN 4109 popsány požadavky na tlumení zvuku v jednotlivých prvcích místností, na které se ochrana vztahuje, a jsou v ní také popsány přípustné hladiny hluku.

### Místnosti vyžadující protihlukovou ochranu:

- ⊙ **Obytné místnosti** (včetně obytných hal, obytných kuchyní)
- ⊙ **Ložnice** (včetně místností pro přespání v ubytovnách)
- ⊙ **Lůžkové místnosti v nemocnicích a sanatoriích**
- ⊙ **Výukové místnosti ve školách, na vysokých školách a v jiných podobných zařízeních**
- ⊙ **Kancelářské prostory**
- ⊙ **Místnosti pro praxe, zasedací místnosti a podobné pracovní prostory**

V obytných místnostech přitom zpravidla nesmí být překročena hladina akustického tlaku 80 dB(A). Přípustné hodnoty akustického tlaku v místnosti příjmu – tedy v místnosti, do které zvuk přichází – jsou mezi 30 a 40 dB(A).

Jako všeobecně uznávané technické pravidlo má norma DIN 4109 právní závaznost. Norma nedává žádné pokyny pro konkrétní řešení opatření pro ochranu proti hluku. Dodržení požadavků normy DIN 4109 se proto kontroluje pomocí akustických měření při reálných podmínkách přímo na objektu.

Určující veličinou pro zvuky ze sanitárních zařízení je hladina akustického tlaku  $L_{AF, max, n}$  označená jako A. Základním požadavkem přitom je, že zvuky vycházející z rozvodů pitné vody a odpadních vod musí být sledovány současně. Navíc musí být dodány příslušné doklady prokazující dodržení požadavků na protihlukovou ochranu podle DIN 4109-1.

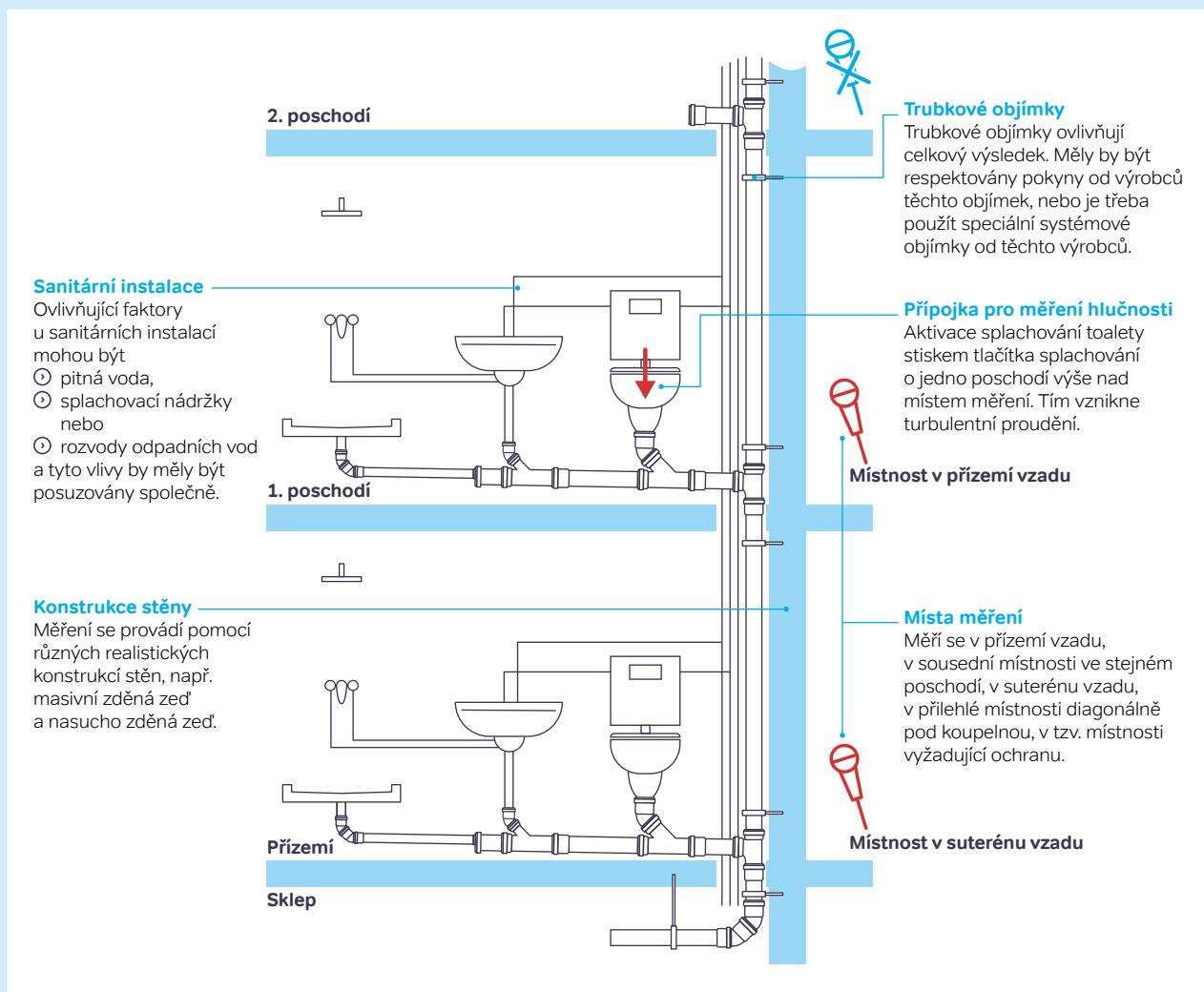
Pro prokázání vhodnosti opatření ve stavebnictví pro sanitární instalaci s potrubím odpadních vod existují podle normy DIN 4109 dvě možnosti:

**1. Stavebněakustické měření a zkouška** sanitární instalace s integrovaným odpadním potrubím podle DIN 4109-4 „Stavebněakustické zkoušky“ s měřicí a zároveň hodnoticí veličinou  $L_{AF, max, n}$

### 2. Prokázání výpočtem podle DIN 4109-2

„Výpočtový důkaz splnění požadavků spojených s normou DIN 4109-36 „Údaje pro výpočtové prokázání protihlukové ochrany (katalog dílů) – technické zařízení budov“ při použití výsledků zkoušek podle DIN EN 14366 (zdroj č. 7).

DIN 4109-4 „Stavebněakustické zkoušky“



Obrázek 9: Reprezentativní sestava pro měření při reálných podmínkách



## Shrnutí zásad protihlukové ochrany pro architekty

Při respektování následujících zásad je možné již ve fázi návrhu budovy od začátku redukovat nepříjemné akustické jevy.

### Návrh půdorysu

Správným návrhem půdorysu je možné výrazně redukovat problémy s hlukem. Kuchyně a koupelny by měly být umístěny vedle sebe, v domech pro více rodin také nad sebou. Armatury a potrubní rozvody nepatří na stěny, které sousedí s místnostmi pro spaní.

### Vzorová masivní stěna s instalacemi

Masivní stěny patří k nejčastěji používaným typům stěn pro instalace sanitárních předmětů a pro ukotvení přívodních a odpadních rozvodů. Bez dalších stavebněakustických zkoušek je s nimi možné podle DIN 4109-1 stavět při splnění určitých předpokladů. To je popsáno v kapitole „Architektura“ (zdroj č. 7).



Pokud se postaví vzorová stěna s instalacemi, nejsou již zapotřebí žádné další doklady o dodržení požadavků na protihlukovou ochranu.

### Vzorová lehká stěna s instalacemi

Také lehké stěny s instalovanými rozvody odpadů, pitné vody, resp. s předměty sanitární výbavy je možné podle normy DIN 4109-1 použít bez dalších stavebněakustických zkoušek. Pro tento účel musí být stěna konstruována jako vzorová lehká stěna s instalacemi. Více informací k tomuto tématu je uvedeno v kapitole „Architektura“ (zdroj č. 7).

### Akusticky homogenní díly

Akusticky homogenní díly se skládají z jednoho materiálu nebo z několika vrstev různých, ale z hlediska akustických vlastností příbuzných materiálů, které jsou navzájem pevně spojené. Příkladem je stěna s vrstvami omítky. Čím těžší je akusticky homogenní díl, tím lepší jsou jeho zvukověizolační vlastnosti.

### Akusticky heterogenní díly

Akusticky heterogenní díly se skládají z několika tuhých nebo poddajných vrstev, které jsou vzájemně pružně spojené. V dílech vzniká systém chvění s určitou rezonanční frekvencí.

# Shrnutí zásad protihlukové ochrany pro projektanty

## Plánování přívodních a odpadních rozvodů

Základy dobré stavební akustiky a optimální protihlukové izolace sanitárních zařízení jsou dány pečlivým naplánováním. V oblasti přívodních a odpadních rozvodů se jedná o instalační stěnu a instalaci sanitárních zařízení.

Jelikož u staveb nelze pro každou situaci doložit výsledek vlastní stavebněakustické zkoušky, je možné použít referenční řešení. Tyto hodnoty slouží k akustické analýze a hodnocení situace dané stavby.

Vznikající zvuky z instalací pitné vody a odpadů jsou do instalační stěny vždy přenášeny pevnými spoji (např. trubkami s objímkami). Tento tělesy přenášený zvuk se pak dále šíří a v jiných místnostech je pak přes stěny a stropy emitován jako zvuk přenášený vzduchem.

Aby došlo k efektivnímu potlačení těchto zvukových mostů, je třeba důsledně používat zvukovou izolaci mezi součástmi instalace a stavebními prvky. To je třeba zohlednit při plánování.

## Plánování rozvodu odpadů

Rozvody odpadů se skládají z různých dílů. Patří k nim potrubí, tvarovky, úchyty, materiály pro tlumení přenosu zvuku šířeného tělesy a zvuku šířeného vzduchem u potrubí.

Rozvody odpadů je třeba přesně plánovat z hlediska stavební akustiky. Dobrý návrh půdorysu např. bere ohled na to, aby místnosti vyžadující ochranu nepřiléhaly ke stěnám, na kterých se na druhé straně nacházejí sanitární instalace, nebo ve kterých je integrován rozvod odpadů.

U návrhů potrubí pro rozvody odpadů je třeba přesně naplánovat změny směrů: Je třeba se pokud možno vyhnout ohybům o 90°. V oblasti průchodů stěnami a stropy je zapotřebí aplikovat opatření pro tlumení zvuku přenášeného tělesy.



# Plánování instalace pitné vody

Armatury, rozvody pitné vody, ohřívače vody, tlakovací stanice, cirkulační čerpadla nebo úpravny vody patří do oblasti instalace pitné vody.

V první řadě je důležité rozvod pitné vody správně navrhnout. Nastavení příliš vysoké rychlosti průtoku může vést k vzniku rušivých zvuků. Při správném nastavení se zvuky z armatur překrývají.

Jedním z nejdůležitějších opatření protihlukové ochrany je i v případě instalací pitné vody zrušení jejich pevné vazby na stavbu. Hlavním zdrojem hluku jsou armatury a přenos zvuku přes rozvod. V této oblasti je třeba zvolit vhodná kompenzační opatření.

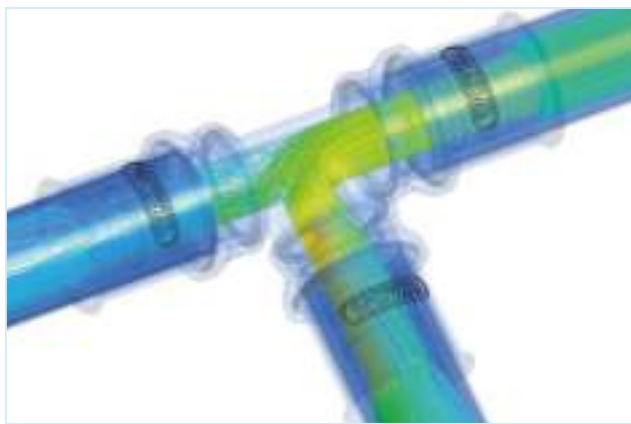
Stoupační vedení by neměla být spojena s dělicími stěnami místnosti vyžadujících protihlukovou ochranu.

U stavebních prvků má jejich hmotnost vztažená na plochu vliv na zvuk přenášený tělesy v upevnění potrubí. Čím vyšší je tato hmotnost, tím méně se chvění z úchytů potrubí přenáší na daný stavební prvek. Ideálními místy pro upevnění trubek na stěny jsou tužší části těchto stěn. Patří mezi ně okrajové části masivních stěn, resp. fixované oblasti lehkých stěn. Případně je možné uchycení provést pomocí konzoly na strop.

## Přívodní, resp. odpadní rozvody a sanitární prvky

Mezi přívodní a odpadní rozvody patří také sanitární vybavení, jako jsou např. umyvadla, toalety a vany. Patří sem armatury, stejně jako stavební bloky, ze kterých se vytvářejí předstěny a instalační šachty. Při plánování je třeba dbát na následující aspekty:

- ① Preventivní požární ochrana, protihluková ochrana, ochrana proti vlhkosti a tepelná izolace
- ② Potřebné drážky a otvory ve stěnách nesmí ovlivnit jejich statiku. Hmotnost stěny musí být stále dostatečná k tomu, aby byly splněny požadavky na protihlukovou ochranu.
- ③ Jelikož instalace do stěny s drážkami obvykle vede k vzniku zvukových mostů, doporučuje se pracovat s představenými stěnami a bloky.
- ④ Sanitární předměty, jako jsou toalety nebo umyvadla je třeba upevnit tak, aby neexistovala vazba pro přenos zvuku tělesy – nesmí však zároveň dojít k ovlivnění statické únosnosti.



Obrázek 10: Proudění v armatuře tvaru T



Obrázek 11: Upevnění na masivní prvky



Obrázek 12: Nasucho zděná zeď s upevněním přes konzoly na strop a k podlaze





## Shrnutí zásad protihlukové ochrany pro instalatéry

Bez odborné instalace nelze dosáhnout optimálního výsledku z pohledu protihlukové ochrany. Následující body popisují klíčové vlivy, na které musí instalatéři brát ohled.

### Potrubní systém

Při kompletní montáži potrubí je rozhodující vyhnout se vzniku zvukových mostů přerušením vazby na stavební prvky. Již při volbě potrubního systému je možné rozhodujícím způsobem ovlivnit přenos zvuku tělesy i vzduchem. V místnostech vyžadujících ochranu se nesmí volně pokládat potrubí odpadních vod. Pokud není technicky možné jiné provedení, je třeba potrubí zakrýt předstěnou a opatřit dostatečnou protihlukovou ochranou.

### Trubkové objímky

Pro upevnění potrubí je třeba použít vhodné trubkové objímky, které tlumí zvuk přenášený tělesy. Takovéto produkty opatřené gumovou vložkou patří mezi standardní technická řešení.

I zde je však zapotřebí pečlivá instalace. Pokud jsou trubkové objímky mechanicky zatížené, dochází k jednostrannému stlačení elastomeru, takže se výrazně sníží tlumicí schopnost objímky.

Při průchodech stropy a stěnami je třeba dbát na správné stavební provedení: Je třeba přerušit akustickou vazbu použitím trubky bez zvukových mostů. Průchody musí být dostatečně velké a nesmí dojít ke kontaktu trubky se stropem a stěnou. K tomuto účelu je vhodné použít tlumicí objímky, minerální vlnu nebo silikon.

A photograph of an architectural workspace. In the foreground, a person's hand is visible, holding a yellow pencil and pointing at a set of architectural blueprints spread out on a wooden desk. The blueprints show various floor plans and technical drawings. In the background, a laptop computer is open, displaying a digital version of the same architectural drawings on its screen. To the left of the laptop, a black mesh pencil holder contains several pencils. The overall scene is brightly lit, suggesting a professional and creative environment.

# Architektura



## Architektura zvukově izolovaných místností

Vytváření prostor, ve kterých se člověk může cítit pohodlně. Ve kterých jsou minimalizovány rušivé zvuky. Optimální protihluková ochrana začíná již správným návrhem půdorysu – a končí použitím správného potrubního systému.

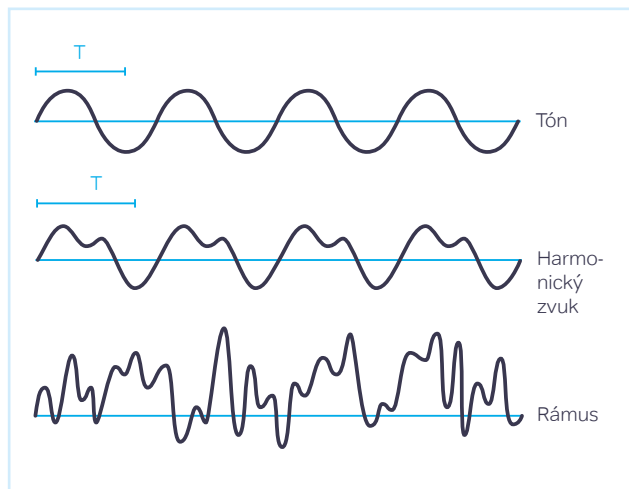
Hluk může být příčinou stresu a poruch koncentrace. Protihluková ochrana získává stále větší význam a stalo se z ní klíčové téma ve stavebnictví. Lidé, kteří žijí a pracují v dobře zvukově izolovaných budovách, jsou mnohem lépe odpočatí, pozornější a zdravější.

Nejen při plánování a během instalace, ale také v architektuře je třeba brát ohled na aspekty související s protihlukovou ochranou. Estetická stránka budovy by měla být navržena tak, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění protihlukové ochrany. I otevřené prostory a složité tvary s komplexními akustickými odrazy je dnes možné dobře izolovat proti rušivým zvukům.

## Základy vytváření optimální protihlukové ochrany

### Příjemný zvuk nebo rušivý rámus?

Co se vlastně děje z hlediska fyziky, pokud člověk vnímá tón či harmonický zvuk – nebo naopak rušivý rámus? Pokud zvukový signál odpovídá rovnoměrnému chvění, jedná se o tón. Tóny složené z více frekvencí, které se celocíselně a rovnoměrně překrývají, tvoří harmonický zvuk. Jinak se jedná o zvuky, které lidský mozek vnímá jako rušivé.



Obrázek 13: Tón – harmonický zvuk – rámus

### Předcházení rušivému hluku v místnostech pomocí architekto- nických opatření

Optimálním a chytrým plánováním budov s ohledem na akustiku je možné dosáhnout toho, že se vnější zvuky z dalších obytných prostor nedostanou do místností, které jsou předmětem protihlukové ochrany. Izolace oken a vnějších stěn společně s izolací proti zvuku kroků tvoří akusticky těsnou schránku dané bytové jednotky. Špatné je, když pak klidné prostředí narušují zvuky vody z jednoduchých potrubních rozvodů. Neboť v akusticky těsné schránce budovy se i z tichých zvuků z vodovodních a odpadních potrubí náhle stávají významné rušivé faktory:

- ⊙ ve víceposchodových domech s mnoha obytnými jednotkami nebo v hotelech při splachování toalety v sousední jednotce
- ⊙ proudění vody ve vodovodním potrubí, které není optimálně instalováno, nebo je chybně navrženo
- ⊙ klepání v rozvodech topení nebo pitné vody

Ve starých a špatně izolovaných budovách člověk tyto problémy sotva vnímá, neboť okolní zvuky z vnějšku jsou hlasitější, takže přehluší hladinu zvuku z vnitřních prostor. V novostavbách však musí architekti nalézt odpovědi na tyto otázky:

- ⊙ Kde jsou místnosti, které vyžadují protihlukovou ochranu a jak je možné tyto místnosti co nejlépe ochránit před akustickými vlivy?
- ⊙ Kde bude umístěna šachta pro hlavní potrubí odpadu a přívodu pitné vody?
- ⊙ V jaké kvalitě a tloušťce je postavena instalační stěna?
- ⊙ Jak je možné dodržet mezní hodnoty platné v různých zemích pro akustiku?



### Poradenství a školení ve fázi návrhu

Již před zahájením fáze výstavby by měly být zvolené správné produkty a k tomu je také vhodné využít služby poskytované výrobcem. Wavin radí architektům jak optimálně zohlednit požadavky na protihlukovou ochranu a poskytuje také technické školení

k těmto tématům. Architekti se tak mohou vyhnout chybám již ve fázi návrhu budovy.

Měly by být včas definovány základní parametry, které pak při realizaci projektu usnadňují práci návrhářům a instalatérům.

## Třídy budov podle typu

Podle třídy budovy existují různé požadavky na akustiku a na požární ochranu, stejně jako různé normy:



### Třída budov 1

Volně stojící budovy s výškou do 7 m a s nejvýše dvěma využitelnými jednotkami, jejichž celková plocha nepřesahuje 400 m<sup>2</sup>, případně volně stojící budovy využívané pro zemědělství nebo lesnictví



### Třída budov 2

Budovy s výškou do 7 m, které nejsou volně stojící a jejichž celková plocha nepřesahuje 400 m<sup>2</sup>



### Třída budov 3

Ostatní budovy s výškou do 7 m



### Třída budov 4

Budovy s výškou do 13 m a s využitelnými jednotkami, u kterých plocha jedné jednotky nepřesahuje 400 m<sup>2</sup>



### Třída budov 5

Ostatní budovy včetně podzemních staveb



### Ostatní stavby

Všechny budovy, které nespádají do třídy budov 1–5, jsou ostatní stavby

TECHNICKÝ STANDARD	SMĚRODATNÉ HODNOTY PRO									OCHRANA PROTI HLUKU Z		
	Vnější konstrukční díly	Obytné domy pro více rodin	Rodinné domy, dvojdomy a řadové domy	vlastní obytnou část	Kancelářské budovy	smíšené použití	Hotely a ubytovny	Nemocnice a sanatoria	Školy a srovnatelná zařízení	Hostince a kuželkové dráhy	zvlášť hlasitých prostor	technického zařízení budov
DIN 4109-1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DIN 4109-5		X	X			X	X	X			X	X
DIN SPEC 91314		X	X		X						X	X
VDI 4100	X	X	X	X							X	
DEGA 103	X	X <sup>1)</sup>		X					X		X	X
DEGA 104				X							X	
VDI 2569	X				X					X		
VDI 3726	X <sup>2)</sup>								X		X	

Tabulka 1: Přehled rozsahu platnosti různých technických standardů (zdroj č. 6)

<sup>1)</sup> Přednostně se používá termín „obytná jednotka“.

<sup>2)</sup> Vnější zvuky jsou předmětem norem tehdy, pokud pronikají z hostinců a kuželkových drah do volného prostoru.

Poznámka: v ČR se používají stejné normy jako v Německu.

# Nejtišší místo na světě



## -20,6 dB

99,99 zvuků se absorbuje.

### Bezodrazová komora

Hlasitost normálního hovoru je přibližně 60 dB. V noci, když spíme, je kolem nás stále zvuk o intenzitě kolem 30 dB. To je docela velký rámus ve srovnání s bezodrazovou komorou, např. v laboratořích Microsoft Audio Labs: Tato místnost je tak dobře zvukově izolovaná, že představuje nejtišší místo na světě s hodnotou intenzity zvuku -20,6 dB. To už je skoro tajuplné ticho.

## Zvýšená protihluková ochrana v hotelových pokojích

Hosté v hotelu si ve svých pokojích přejí především komfort, klid a odpočinek. Akustika místností tu hraje v architektuře zvlášť důležitou roli. V normě DIN 4109 jsou popsány také minimální požadavky na ubytovny. Ovšem potřeba hostů si odpočinout je většinou vyšší než tato předepsaná úroveň protihlukové ochrany. V architektuře hotelových staveb tak platí úroveň protihlukové ochrany na 53 dB – to odpovídá hodnotě pro dělicí stěny obytných místností.



### Protihluková ochrana v architektuře – následující věci je třeba mít na paměti při návrhu a uspořádání prostor:

- 01** Aby bylo dosaženo dobré protihlukové ochrany, je vhodné se vyhnout otevřeným půdorysům.
- 02** Pro maximální volnost uspořádání lze použít předstěny a dělicí stěny. Tak je možné dosáhnout i u komplikovaných půdorysů vynikající akustiky prostor.
- 03** Ať se jedná o masivní stavbu, nebo o dřevěnou rámovou konstrukci: Pro každou variantu existuje řešení protihlukové ochrany. Pokaždé však platí: Velikost hmoty je rozhodujícím faktorem pro přenos zvuku mezi tělesy. Příslušné stěny by proto měly být konstruovány jako masivní.
- 04** Instalační technika v budovách, která je vedena šachtami, by měla být umístěna v místech, která mají minimální rušivý vliv na uživatele. Nevhodná je šachta přímo u místnosti vyžadující ochranu.

## Souhra akusticky vyladěné stavební a instalační techniky

Nejmodernější instalační systémy samy o sobě nestačí na vytvoření dobré protihlukové ochrany v budovách. Je zapotřebí také odpovídající stavební akustika – s akusticky vhodnými půdorysy a konstrukcemi stropů i stěn. Teprve v tandemu stavební a instalační techniky je možné dosáhnout požadované protihlukové ochrany budov.

## Součásti pro optimální protihlukovou ochranu

### Uspořádání prostoru / návrh půdorysu

Protihluková ochrana začíná již plánováním půdorysu. Prostory, ve kterých vzniká hluk od rozvodů pitné vody či odpadů, by měly být uspořádány vedle sebe nebo nad sebou. To platí pro obytné domy pro více rodin, patrové obytné domy a hotelové stavby. Přirozeně by potrubní rozvody neměly být vedené stěnami, za kterými jsou místnosti určené ke spání.

### Instalační stěny

Stavebněakustická zkouška podle DIN 4109 nemusí být nezbytně nutná, pokud vaše instalační stěny splňují určité požadavky.

### Akusticky homogenní masivní instalační stěny

Akusticky homogenní masivní instalační stěna musí být konstruována jako „akusticky homogenní vzorová masivní stěna s instalacemi“. Platí zde odstavce 6.4.4.2.2 normy DIN 4109-36. Taková instalační stěna musí mít hmotnost vztaženou na plochu alespoň 220 kg/m<sup>2</sup>. U instalačnětechnických a stavebních rámcových podmínek musí být splněny předpisy uvedené v odstavcích 6.4.4.2.3 až 6.4.4.2.5 normy DIN 4109-36. (Zdroj č. 7)



Obrázek 14: Příklad zakrytí potrubí

### Lehké stěny

Také lehké stěny mohou být použity jako instalační stěny bez další akustické zkoušky. K tomu je třeba splnit podmínky „vzorové lehké stěny s instalacemi“ podle odstavce 6.4.4.3.2 normy DIN 4109-36. Pro stavební a instalačnětechnické rámcové podmínky platí odstavce 6.4.4.3.3 až 6.4.4.3.5. (zdroj č. 7)



Více o vzorových instalačních stěnách je uvedeno v kapitole „Plánování“ na straně 35.

### Potrubní systém a upevnění

Vlastníci domů zpravidla nekladou velký důraz na výběr systému odpadních potrubí, který se má v jejich domech nainstalovat. V popředí zájmu zákazníků je spíše vnitřní vybavení, jako jsou obklady, kuchyně atd. Architekt přitom musí vědět: Při výběru vnitřního vybavení je třeba brát bezpodmínečně ohled také na kompatibilitu se současným systémem odpadních potrubí. A pokud je rozvod odpadů jednou nainstalován, nelze již zvukové emise snadno snižovat. Výrobci vám mohou poskytnout konzultace při výběru správného zvukově izolovaného potrubního systému, včetně upevňovacích objímek a odboček s vnitřním zaoblením. Zvoleným potrubním systémem se již výrazným způsobem ovlivní budoucí přenos zvuku šířeného tělesy i vzduchem.

Správnou a odbornou montáží potrubních rozvodů je možné eliminovat zvukové mosty. To se stane při přerušení akustické vazby mezi potrubím a stavebními prvky. V místnostech vyžadujících ochranu se nesmí volně pokládat potrubí odpadních vod. Pokud není možné jiné provedení, uzavřete potrubí krytem a opatřete je dostatečnou protihlukovou ochranou.



### Virtuální měření hluku pomocí nástroje Wavin SoundCheck

Předpisy na ochranu proti hluku se neustále aktualizují. Není snadné správně vypočítat hladinu hluku pro daný architektonický návrh. Online nástroj Wavin SoundCheck tento úkol splní. Na základě jednotlivých parametrů tento nástroj simuluje akustiku celé instalované soustavy a vypočte příslušné hodnoty. V několika krocích se ukáže, jestli návrh splňuje požadavky na protihlukovou ochranu.



Vyzkoušejte si nástroj Wavin SoundCheck hned teď!



<https://bit.ly/3Hpz14U>



## Praktické rady:

„Během mé profesní praxe jsem se brzy naučila, jak je důležité myslet dopředu. Hned na začátku stavebního záměru, s prvními tvůrčími myšlenkami, se člověk může vyhnout mnoha problémům, které by se později hodně prodražily. Jedním z nich je protihluková ochrana. Ta začíná už při plánování půdorysu a s umístěním potrubních šachet nekončí. Pro své zákazníky chci navrhnout komfortní zóny. Rušivé zvuky do nich nepatří. Bez technického pochopení principů jak vzniká zvuk a zvukové mosty, to ovšem nejde.“

Můj tip: Co nejdříve se poradte se zkušenými návrháři a přiberte do týmu také některého z výrobců, který vám může poskytnout komplexní rady k tématu protihlukové ochrany v oblasti odpadů a rozvodů pitné vody – a má na skladě příslušná řešení.“

Christina M., architektka



### Praktické tipy

- ⊕ Otevřené půdorysy představují riziko pro dobrou protihlukovou ochranu, neboť u nich často přecházejí oblasti s vodovodními a odpadními potrubími bez dělicích stěn do obytných částí. Dbejte proto z důvodů protihlukové ochrany na dobré oddělení prostor s různými způsoby využití.
- ⊕ Předstěny nebo dělicí stěny vám pomohou dosáhnout optimální akustiky místnosti. Současně vám poskytnou maximální volnost pro uspořádání prostoru i v případě komplikovaných půdorysů.
- ⊕ Stěny, které jsou relevantní z pohledu protihlukové ochrany, stavte co nejmasivnější. Neboť čím větší je masa, tím méně zvuku se tělesem přenesou.
- ⊕ Technické instalace vedené šachtami by se neměly nacházet přímo u místností vyžadujících protihlukovou ochranu.



### Propojení

- ⊕ Společně s návrhářskou kanceláří můžete vytvořit plán půdorysu, kde se od začátku minimalizuje zvuk přenášený tělesy i vzduchem.
- ⊕ Pro plánování přírodních a odpadních potrubí najdete mnoho důležitých informací v kapitole věnované plánování v této příručce.



Různé země mají různé mezní hodnoty z pohledu protihlukové ochrany a akustiky. Pokud pracujete na mezinárodních stavebních projektech, nechte si v tomto směru poradit – např. od expertů společnosti Wavin.



### Právní aspekty

- ⊕ V závislosti na třídě budovy respektujte různé normativní a právní požadavky na akustiku a požární ochranu.
- ⊕ Pro akusticky homogenní masivní instalační stěny platí odstavec 6.4.4.2.2 normy DIN 4109-36. Pro instalační a stavební okrajové podmínky platí odstavce 6.4.4.2.3 až 6.4.4.2.5.
- ⊕ Pro lehké stavební stěny a instalační stěny platí odstavec 6.4.4.3.2 normy DIN 4109-36. Pro instalační a stavební okrajové podmínky platí odstavce 6.4.4.3.3 až 6.4.4.3.5.

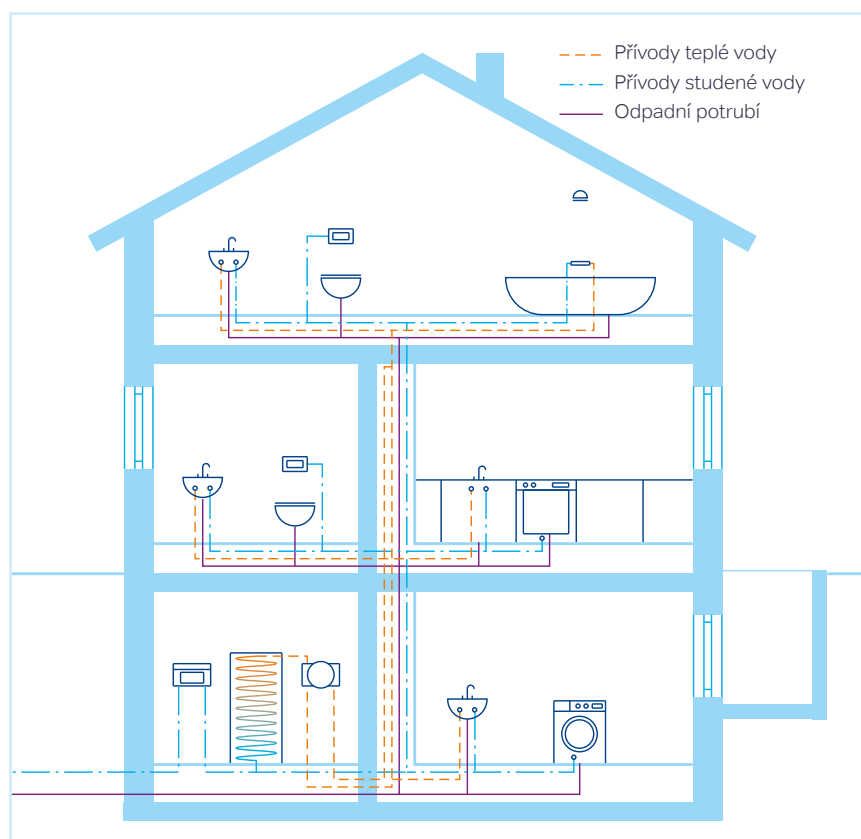
# Plánování



# Plánování vodovodních přívodů a odpadního potrubí pro optimální akustiku

Při plánování vodovodních a odpadních instalací v budovách je v konečném důsledku jedním z rozhodujících faktorů pro vlastníky a uživatele, aby se budovou šířilo co nejméně rušivých zvuků. Optimální akustiky lze dosáhnout pečlivým naplánováním a následnou stejně pečlivou realizací. Pokud hovoříme o vodovodních a odpadních instalacích v nemovitostech, jde především o sanitární instalace a instalační stěny.

Jelikož u staveb nelze pro každou situaci doložit výsledek vlastní stavebněakustické zkoušky, je možné se při plánování vodovodních a odpadních vedení řídit podle referenčních řešení (například podle vzorových instalačních stěn). Tyto hodnoty slouží k hodnocení situace dané stavby z akustického hlediska.



Obrázek 15: Přívodní a odpadní potrubí v budově

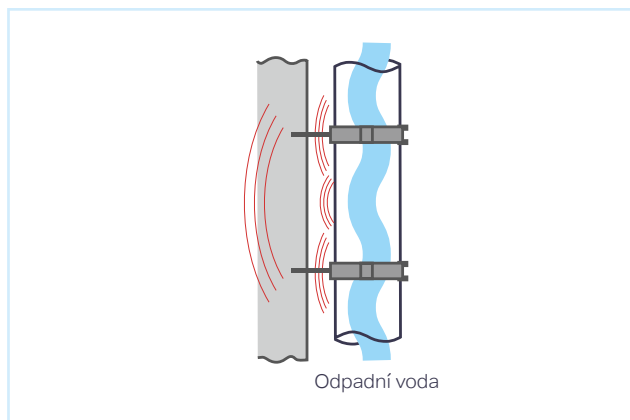
# Základy plánování přívodních a odpadních rozvodů

## Zvuk přenášený tělesy

Vznikající rušivé zvuky z potrubí pitné vody a odpadů se přenášejí do instalační stěny především přes tvrdé spoje (např. trubky s objímkami bez gumové vložky).



Tento tzv. tělesy přenášený zvuk se pak dále šíří a v jiných místnostech je pak přes stěny a stropy emitován jako zvuk přenášený vzduchem.



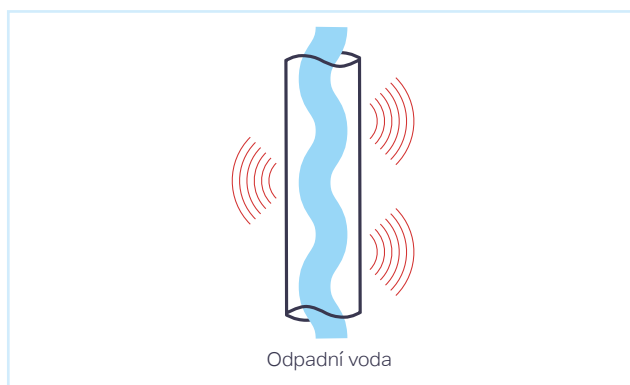
Obrázek 16: Zvuk přenášený tělesy

## Zvuk přenášený vzduchem

Zvuk šířený vzduchem, který vydává potrubí, je neměnný. Nehraje přitom roli, jak je potrubí instalováno. Tím je zvuk přenášený vzduchem předurčen k použití jako srovnávací měřítko různých potrubí podle DIN EN 14366. Při plánování je třeba myslet na optimální celkové akustické řešení: Všechny systémové součásti mají nosnou roli a zvuk přenášený těmito tělesy je třeba ve výpočtech zohlednit.

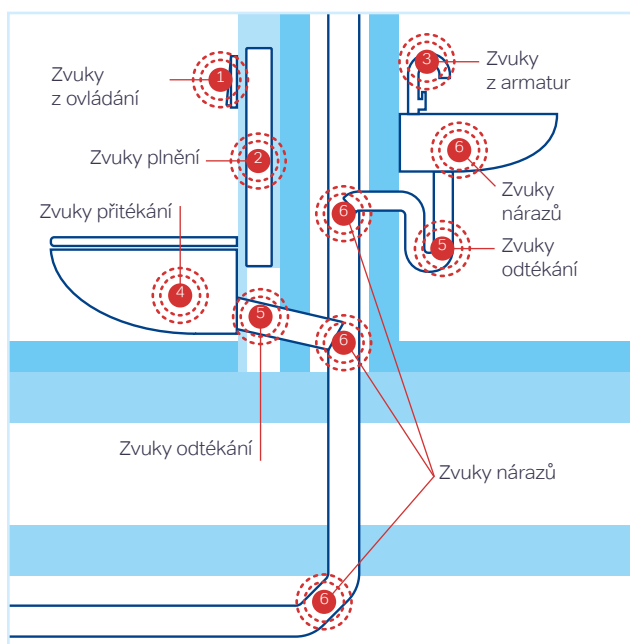


Viz také kap. „Akustické systémové zkoušky“, strana 54.



Obrázek 17: Zvuk přenášený vzduchem

Zde vzniká ze zvuku přenášeného tělesy zvuk šířený dále:



Obrázek 18: Zdroje hluku v instalacích pitné vody a odpadních vod

### Zvukové mosty

Aby se efektivně potlačily zvukové mosty, je třeba přerušit přenos zvuku mezi díly a stavebními prvky. Na to je třeba myslet při plánování. (Zdroj č. 6)



## DIN 4109

Pro dosažení minimálních požadavků podle normy DIN 4109 jsou při plánování a realizaci důležité následující aspekty:

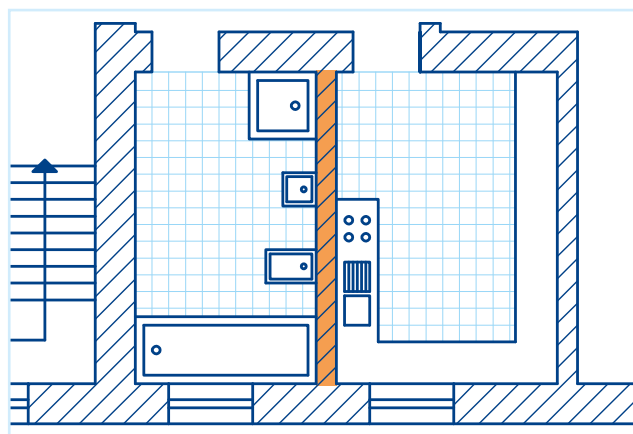
- ⊙ Jaké instalační stěny s jakým charakterem budou zvoleny?
- ⊙ Kde se v budově nacházejí koupelny a kde jsou místnosti vyžadující ochranu?

- ⊙ Jaké potrubní systémy se mají použít pro rozvod odpadních vod a pitné vody?
- ⊙ Jak budou potrubní rozvody upevněny?
- ⊙ Jaká kompenzační protihluková opatření (např. tlumení hluku z trubek nebo zakrytí potrubí) se nabízejí?

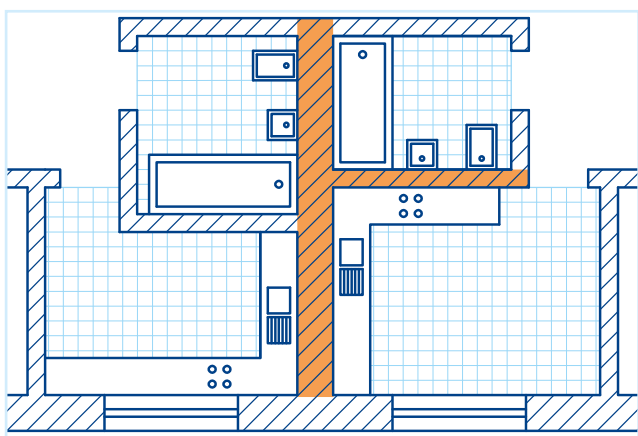
## Návrh půdorysu

Správným návrhem půdorysu je možné výrazně redukovat problémy s hlukem. Kuchyně a koupelny s jejich přívodními a odpadními instalacemi by tak měly být plánovány vždy vedle sebe; v domech pro více rodin i nad sebou. Stěny, které přímo sousedí s místnostmi vyžadujícími ochranu, by neměly obsahovat žádná instalovaná potrubí. (Zdroj č. 6)

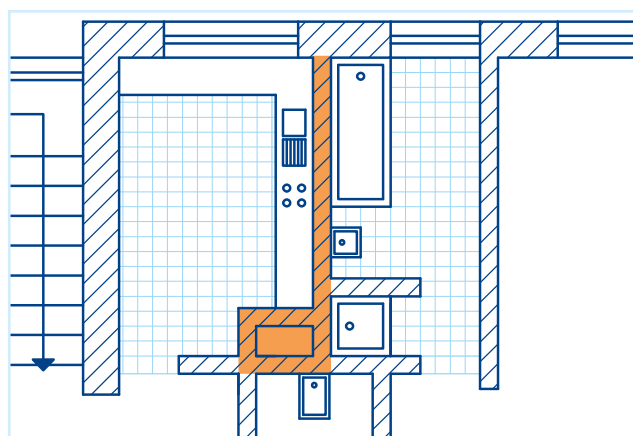
### Koupelna a kuchyně na jedné společné instalační stěně



### Koupelny a kuchyně na společných instalačních stěnách



### Koupelna, kuchyně a WC na jedné instalační šachtě



Pomocí nástroje Wavin SoundCheck je možné navzájem porovnat různé materiály šachet, aby bylo dosaženo maximálního tlumení zvuku, resp. aby nedocházelo k odrazům zvuku (viz také str. 11).



## Důsledky chyb při plánování přívodních a odpadních vedení

Zvuky z odpadních potrubí jsou například v hotelech častým důvodem špatného hodnocení:



„Hlasité zvuky vody a odpadů ze sousedního pokoje nám úplně zkazily náš pobyt.“



„Hluk z hlasitých vodovodních potrubí – radši tam nejezděte!“

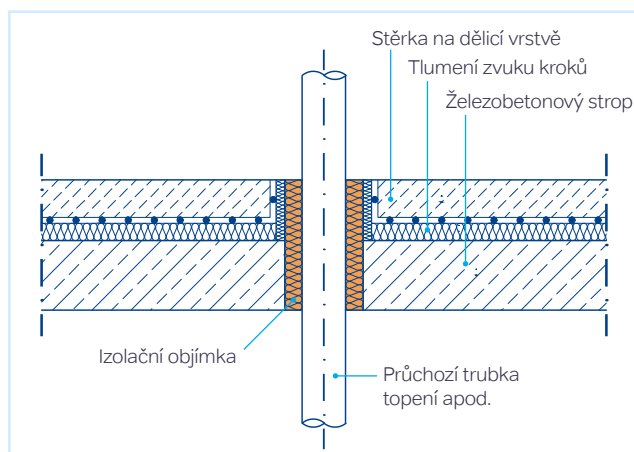


„Hlasité klepání z vodovodních potrubí ve stěně mi už od 5:00 h neumožnilo spát.“



## Plánování průchodů stropy a stěnami

Při plánování je důležité, aby průchody byly dostatečně velké a nedocházelo ke kontaktu se stropem a stěnou. K zabránění kontaktu je možné použít izolační objímky, minerální vlnu nebo silikon. Navíc je třeba přerušit akustickou vazbu použitím trubky bez zvukových mostů.



Obrázek 19: Průchod trubky bez zvukového mostu



Zvukovým mostem může být např. stavební suť, která vytváří most pro přenos zvuku přenášeného tělesy. Další příčinou mohou být chyby montáže, např. zapomenuté přerušení akustické vazby pro přenos zvuku tělesy.



Obrázek 20: Zapomenuté přerušení akustické vazby pro přenos zvuku tělesy



Obrázek 21: Stavební suť jako most pro přenos zvuku přenášeného tělesy

# Nejhlasitější voda na světě



**40 km**

daleko je možné slyšet masy vody z vodopádů Augrabies v Jihoafrické republice během tiché noci.

## **Vodopády Augrabies, Jihoafrická republika**

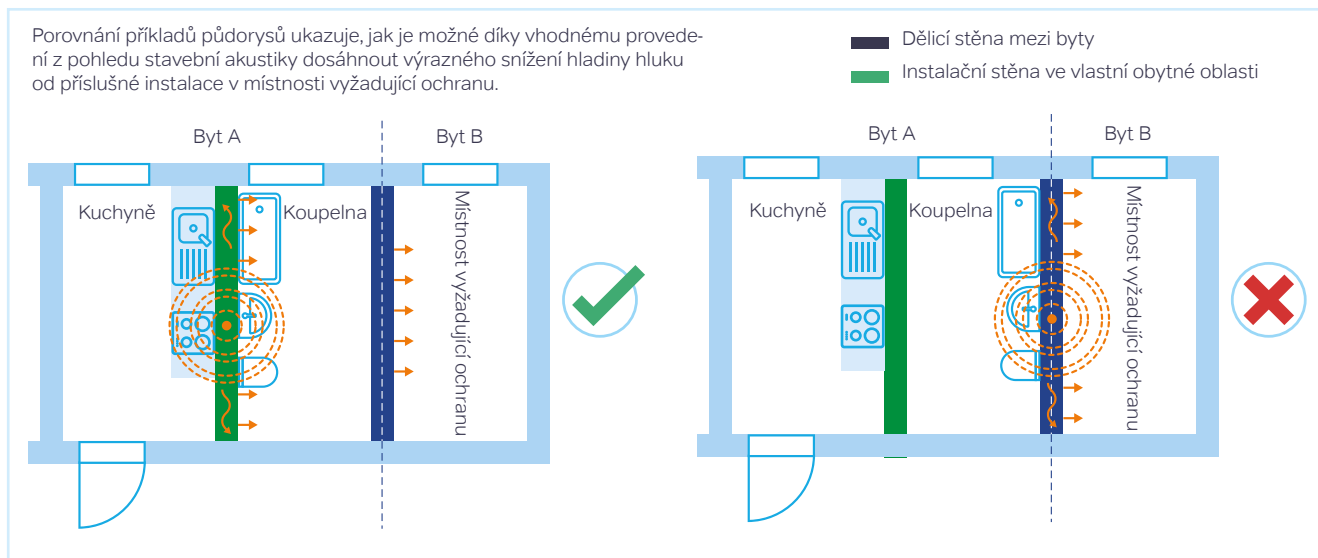
Jméno je odvozeno z jihoafrického slova „Aukoerebis“ – „místo velkého hluku“. Tento vodopád dostal své jméno oprávněně, neboť je pravděpodobně nejhluchnější svého druhu. Zvuk je zesilován holými, rovnými stěnami kaňonu.

## Plánování rozvodů odpadní vody

Rozvody odpadních vod se skládají z potrubí, tvarových dílů, úchyťů, materiálů pro tlumení zvuku přenášeného tělesy a zvuku přenášeného vzduchem z potrubí.

Pro dosažení optimální akustiky stavby by měly být rozvody odpadních vod přesně naplánované. Rozhodující je nejprve dobrý půdorys z hlediska protihlukové ochrany:

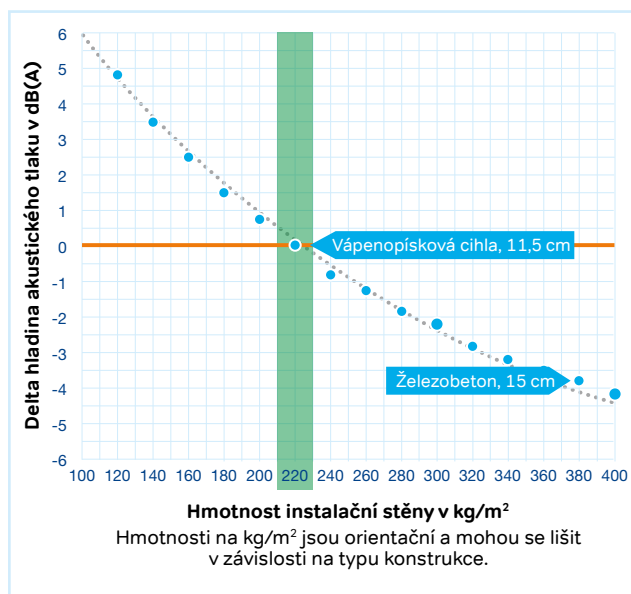
Místnosti vyžadující ochranu (cizí obytná oblast B) tak nesmí přiléhat ke stěnám, na kterých se na druhé straně nacházejí sanitární instalace nebo ve kterých jsou uložena vedení potrubí pro odvod odpadních vod.



**Obrázek 22:** Vhodný půdorys z hlediska stavební akustiky

## Instalační stěna

Pokud se změní specifická hmotnost instalační stěny, změní se také referenční hladina akustického tlaku při  $220 \text{ kg/m}^2$ . U instalační stěny se specifickou hmotností  $160 \text{ kg/m}^2$  se tak výsledek změní ve srovnání se stěnou o specifické hmotnosti  $220 \text{ kg/m}^2$  o cca  $2,5 \text{ dB(A)}$ .



**Obrázek 23:** Znárodnění (podle systému Wavin SoundCheck) změny hladiny akustického tlaku v sousední místnosti v závislosti na různých materiálech stěny



## Konstrukce předstěny

U lehčí instalační stěny, nebo pokud se místnost vyžadující ochranu nachází na druhé straně této stěny, je třeba při plánování počítat s předstěnami. Ty se skládají z kovové podpůrné konstrukce, která je obložena deskami. Dutiny v podpůrné konstrukci jsou vyplněné izolačním materiálem a nosníky pro sanitární prvky. Takovéto předstěny výrazně zlepšují protihlukovou a také tepelnou izolaci. Také u masivních zdí vylepšuje systém předstěn protihlukovou izolaci celé stavební konstrukce.



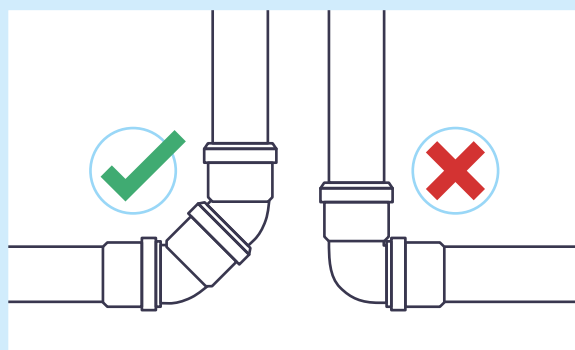
Obrázek 24: Konstrukce předstěny před masivní stěnou (zdroj: Knauf)



### Plánování rozvodu odpadních vod

Při plánování rozvodu odpadních vod je třeba dbát zejména na změny směrů. Je třeba se vyhýbat kolenům 90°. Například místo nich lze použít dvě 45° kolena.

Zde je rozhodující volba zvláště dobře izolovaného, nehlukového a snadno instalovatelného systému potrubí (trubky, ohyby, průchody zdí, montážní objímky), aby se minimalizoval přenos zvuku šířeného tělesy i vzduchem.



Obrázek 25: Montážní rozdíl mezi různými tvary kolen



### 5 Praktických tipů pro eliminaci zvukových mostů při plánování.

- 01** Upevnění by mělo být provedeno na těžkých dílech nebo na předsazených konstrukcích.
- 02** Je třeba pamatovat na přerušení akustické vazby při upevnění instalačních prvků.
- 03** Je třeba se vyhnout změnám směru.
- 04** U drážek pro odpadní potrubí musí zbývající stěna vykazovat specifickou hmotnost alespoň 220 kg/m<sup>2</sup>.
- 05** Předměty sanitární výbavy musí být upevněny odděleně od konstrukce.



## Respektování zásad protipožární ochrany

I při uplatňování zásad protipožární ochrany pro danou třídu budov je třeba dodržovat opatření protihlukové ochrany. Wavin nabízí pro všechna odtoková potrubí a instalační

trubky určené pro domovní rozvody protipožární manžety nebo protipožární ochranné pásy. Pomocí těchto prvků se v případě požáru uzavřou průchody stěnami a stropy a tím se zabrání šíření ohně, kouře a plyných zplodin.

## Plánování instalací pitné vody

Armatury, rozvody pitné vody, ohřivače vody, tlakovací stanice, cirkulační čerpadla a úpravny vody patří do oblasti instalací pitné vody. V oblasti protihlukové ochrany je nejprve důležitý správný návrh vedení pitné vody. Hlavním zdrojem hluku jsou armatury a přenos zvuku přes rozvod. Pokud je nastavena příliš vysoká rychlost průtoku, může to vést k vzniku rušivých zvuků. Při správném nastavení se zvuky z armatur překrývají.



V domovních rozvodech nesmí rychlost proudění překročit 2 m/s, v užitkových rozvodech může v závislosti na dlouhodobých odběrech a hodnotách odporů uzavíracích armatur činit až 4 m/s.

Nejdůležitějším opatřením protihlukové ochrany při plánování instalací pitné vody je rovněž zrušení pevné vazby na stavbu v průchodech stěnami a stropy. Je třeba zvolit vhodná kompenzační opatření:

- ⊕ připojení armatur s integrovaným přerušením vazby pro přenos zvuku tělesy
- ⊕ trubkové objímky s tlumícími vložkami
- ⊕ stěnové armatury s akustickým tlumením
- ⊕ stoupačí vedení a přípojky pro sanitární zařízení nepřipojujte na stěny místností vyžadujících protihlukovou ochranu

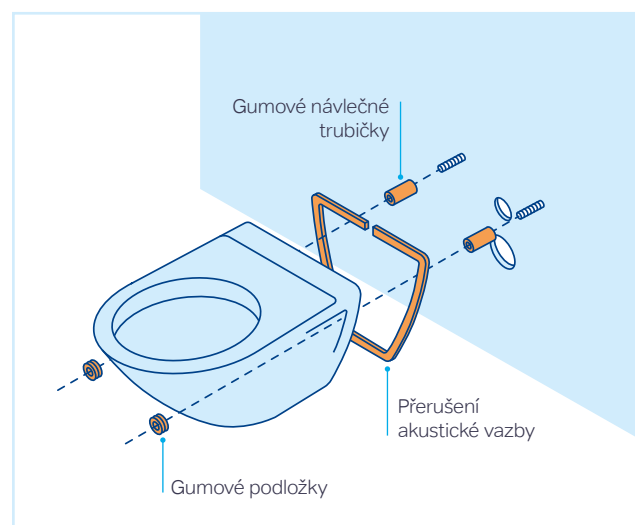
Čím vyšší je hmotnost stěny, tím méně zvuku přenášeného trubkami a jejich uchycením může stěna přeměnit na chvění. Pokud jsou použity suché stěny, měly by být k upevnění sanitárních prvků vždy použity tužší díly, aby se zabránilo chvění. Masivní stěny jsou v okrajových částech tužší, a mohou tak méně snadno vibrovat.

## Instalační systémy a sanitární přístroje

Instalace předstěn, rozvody uvnitř stěn, kryty rozvodů, instalační šachty, umyvadla, vany, toalety, bidety, pisoáry nebo také sanitární armatury: Pro tyto systémy a sanitární předměty platí z pohledu plánování určitá pravidla. Vedle volby správného instalačního systému by měly být respektovány tyto body:

- ⊕ Preventivní požární ochrana, protihluková ochrana, ochrana proti vlhkosti a tepelná izolace
- ⊕ Pokud jsou zapotřebí drážky ve stěnách, nesmí vést k ovlivnění jejich statiky. Hmotnost stěny musí být dostatečná k tomu, aby byly splněny požadavky na protihlukovou ochranu.
- ⊕ Namísto instalace ve stěně s drážkami se doporučuje pracovat s předsazenými stěnami a bloky, aby nedocházelo k vzniku zvukových mostů.
- ⊕ Sanitární předměty, jako jsou toalety, musí být zavěšeny tak, aby neexistovala vazba pro přenos zvuku – nesmí však zároveň dojít k ovlivnění statické únosnosti.

### Součásti protihlukové ochrany pro toalety

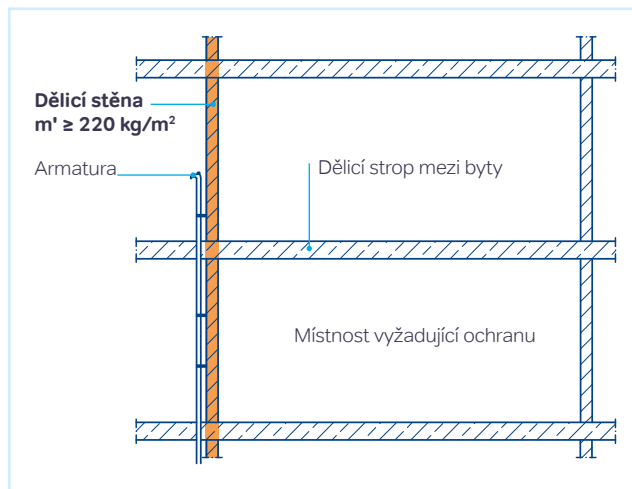


**Obrázek 26:** Zavěšení toalety na stěnu s eliminací zvukových mostů

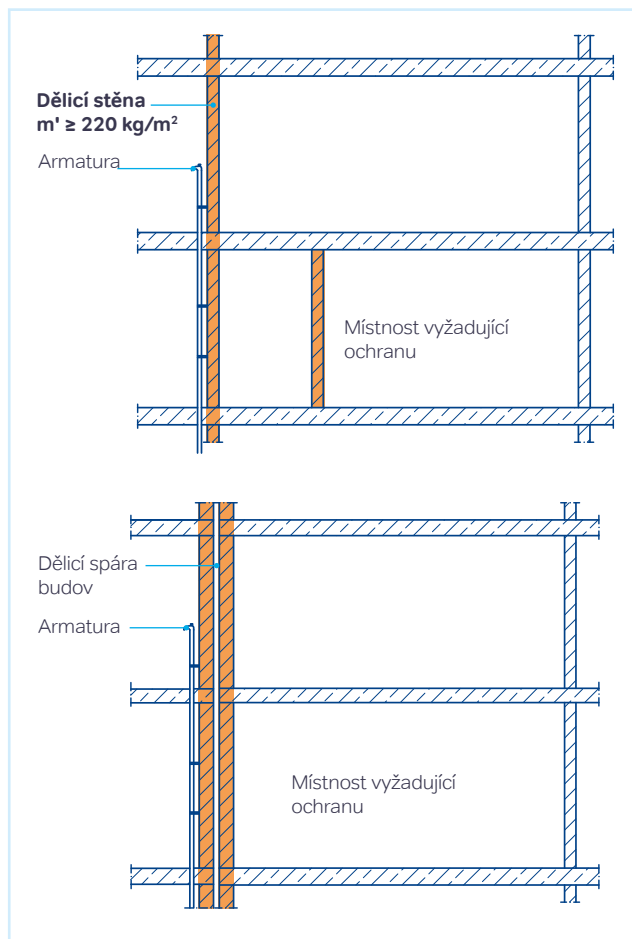
## Plánování vzorové masivní stěny s instalacemi

Masivní stěny s instalovanými rozvody odpadů, pitné vody, resp. s předměty sanitární výbavy musí podle normy DIN 4109-1 bez dalších stavebněakustických zkoušek splňovat tyto podmínky:

- ⊙ Akusticky homogenní masivní stěna má při zohlednění vrstev omítky hmotnost vztaženou na plochu  $\geq 220 \text{ kg/m}^2$ .
- ⊙ Armatury a přístroje splňují požadavky podle DIN 4109-1.
- ⊙ Klidový tlak v instalačních rozvodech pitné vody po rozvedení do poschodí nemá před armaturami vyšší hodnotu než 0,5 MPa; vyšší tlak je třeba snížit použitím redukčních tlakových ventilů.
- ⊙ Průchozí armatury jsou při provozu vždy plně otevřené.
- ⊙ Armatury při provozu nepřekračují průtok, podle kterého byly zařazeny do příslušné skupiny.
- ⊙ Výtoky musí odpovídajícím způsobem omezovat průtok armaturami. Nesmí tedy patřit do vyšší třídy průtoku než příslušný výstup armatury.
- ⊙ Vedení pitné vody a odpadních vod jsou umístěna před stěnou a je aplikováno přerušení akustické vazby.
- ⊙ Při instalaci vedení pitné vody a odpadních vod do drážek ve zdi je třeba použít obal, který tlumí přenos zvuku tělesy.
- ⊙ Odpadní potrubí na stěnách místností vyžadujících ochranu nejsou instalována volně.
- ⊙ Instalační rozvod v předstěně a před masivní stěnou je nainstalován tak, aby byla přerušena akustická vazba.
- ⊙ Potrubí na masivních instalačních stěnách nebo na zvláštních nosných prvcích, které jsou spojené se stěnou, jsou upevněna pomocí trubkových objímek s izolační vložkou tak, aby byla přerušena akustická vazba. Přímé upevnění na stěnu není přípustné.
- ⊙ Průchody vedení a armatur masivními stěnami je řešeno tak, aby nedocházelo k přenosu zvuku tělesy.
- ⊙ Sanitární předměty na instalační stěně jsou upevněny tak, aby došlo k přerušení akustické vazby.
- ⊙ Armatury skupiny I a jejich vodovodní vedení, odpadní vedení a sanitární předměty jsou upevněny na masivních stěnách o specifické hmotnosti  $\geq 220 \text{ kg/m}^2$ .
- ⊙ Armatury skupiny II a jejich vodovodní vedení, odpadní vedení a sanitární předměty bez zvláštního dokladu se nesmí upevňovat na stěny, které přiléhají k místnostem vyžadujícím protihlukovou ochranu. (Zdroj č. 6 a č. 7)



Obrázek 27: Uspořádání armatur skupiny I

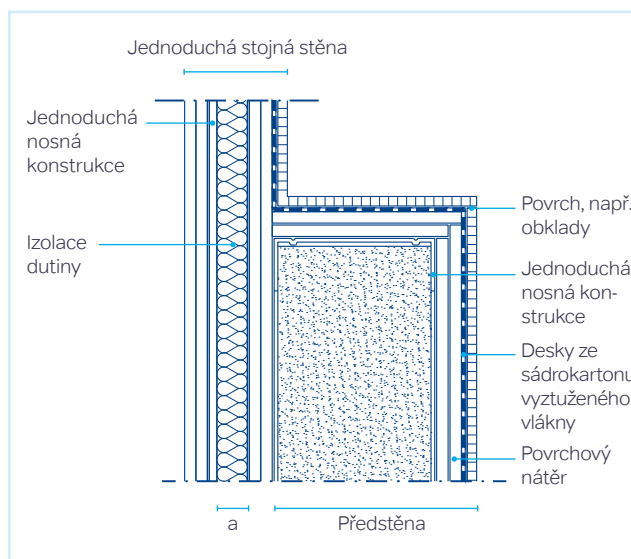


Obrázek 28: Uspořádání armatur skupiny II

## Plánování vzorové lehké stěny s instalacemi

Lehké stěny s instalovanými rozvody odpadních vod, pitné vody, resp. s připevněnými předměty sanitární výbavy musí podle normy DIN 4109-1 bez dalších stavebněakustických zkoušek splňovat tyto podmínky:

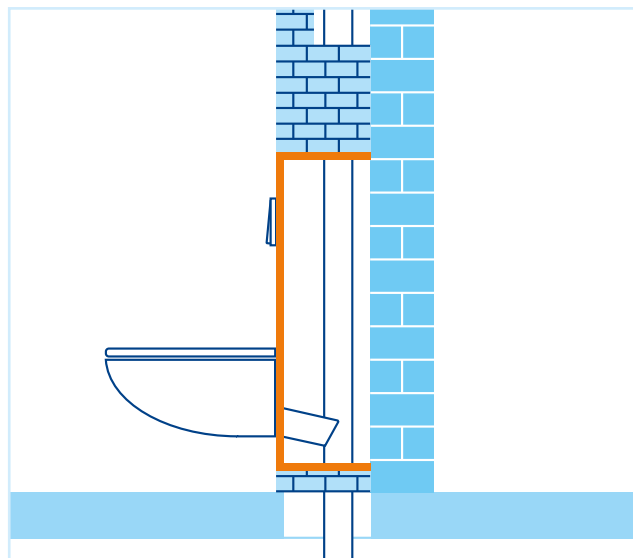
- ⊙ Doklad na základě vzorové lehké stěny s instalacemi je přípustný pouze tehdy, pokud specifická hmotnost stropu činí  $\geq 450 \text{ kg/m}^2$  a jsou použity armatury skupiny I.
- ⊙ Vzorová lehká stěna s instalacemi je stěna ze sádrokartonových desek s kovovou nosnou konstrukcí a s následujícími nástavbami:
  - jednoduchá stojná stěna s přidavnou instalací v předstěně
  - dvojitá stojná stěna s přidavnou instalací v předstěně
  - dvojitá stojná stěna se sanitární instalací uvnitř
- ⊙ Pro stojné stěny s přidavnou instalací v předstěně platí následující okrajové podmínky:
  - nejméně jedna dvouvrstvá vrchní konstrukce na každé straně z běžného nebo vlákný vyztuženého sádrokartonu o tloušťce 12,5 mm se specifickou hmotností  $\geq 11 \text{ kg/m}^2$  na jednu vrstvu
  - vzdálenost vrchní konstrukce  $a \geq 75 \text{ mm}$  (tloušťka dutiny)
  - izolace dutiny vláknovým izolačním materiálem o tloušťce 60 mm se specifickým odporem vůči proudění  $\geq 5 \text{ kPa s/m}^2$
- ⊙ Také pro přidavné instalace v předstěných je zapotřebí nejméně jedna dvouvrstvá konstrukce z běžného nebo vlákný vyztuženého sádrokartonu o tloušťce 12,5 mm se specifickou hmotností  $\geq 11 \text{ kg/m}^2$  na jednu vrstvu a s izolací dutiny.
- ⊙ Kontaktní místa a nosná konstrukce instalace v předstěně před stavebními prvky je třeba opatřit např. připojovací těsněním pro přerušování akustické vazby a zamezení přenosu zvuku tělesy.
- ⊙ Pro dvojitou stojnou stěnu se sanitární instalací uvnitř platí:
  - Stojné profily CW na obou stranách stěny je možné spojit s pásky sádrokartonových desek nebo s plechovými profily v 1/3 a 2/3 výšky stěny pomocí spojek tak, aby odolávaly tahovému i tlakovému namáhání.
  - Potrubí a trubkové objímky je třeba připevnit k oddělené nosné konstrukci ze stojných profilů, která musí v dutině stát volně a bez kontaktu s vrchní konstrukcí a se spojkami. (Zdroj č. 6 a č. 7)



**Obrázek 29:** Jednoduchá stojná stěna s přidavnou instalací v předstěně

## Robustní konstrukce

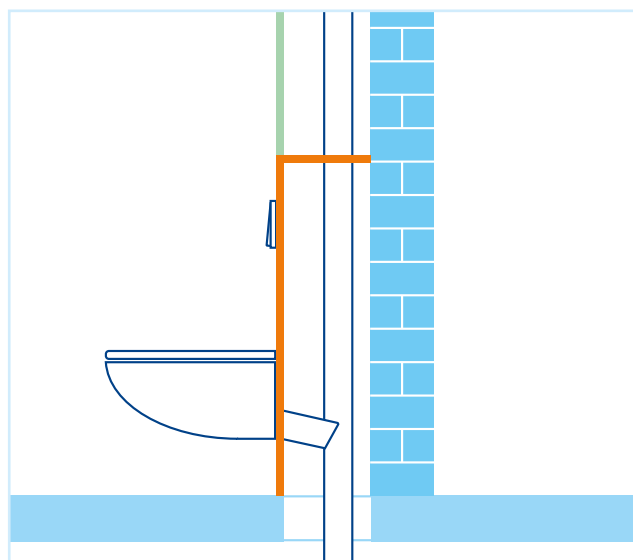
U robustní konstrukce jsou stěna a předstěny zhotoveny z cihel a betonu nebo železobetonu. Pro plánování předstěn u robustních staveb platí, že se montážní prvky připevňují na instalační stěnu. Montážní prvek sám o sobě neplní prakticky žádnou funkci z hlediska statiky. Proto musí působící sílu zachytit samotná předstěna. Tato varianta je náchylná k vzniku zvukových mostů, a proto se používá pouze zřídkka.



**Obrázek 30:** Obezdní mokrou konstrukcí před robustní stěnou (s odkazem na zdroj 8)

## Suchá předstěna před robustní instalační stěnou

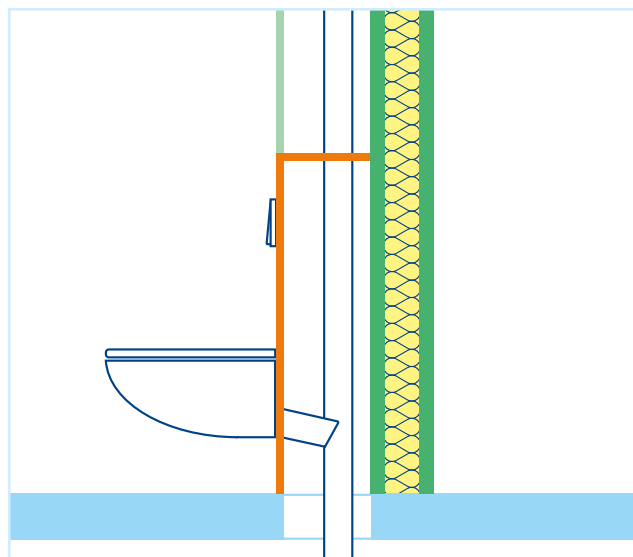
Zde se profil předstěny upevní na robustní instalační stěnu tak, aby se co nejlépe přerušila akustická vazba. Důležité také je, aby instalované sádkartonové desky a montážní prvky neměly žádný kontakt se zdivem, aby nedošlo k vzniku zvukových mostů. Sanitární keramika se rovněž zavěšuje tak, aby byla přerušena akustická vazba.



**Obrázek 31:** Suchá předstěna před robustní stěnou (s odkazem na zdroj č. 8)

## Suchá předstěna před suchou stěnou

Lehké stěny s výrazně nižší plošnou hmotností ve srovnání s robustními stěnami se používají u suchých staveb. Na jejich nosné konstrukce se upevňují montážní prvky a celá instalace se zakryje sádkartonovými deskami. Pro plánování předstěny u suchých staveb se sanitární prvky doporučujeme kombinaci profesí. Požadavky protihlukové ochrany je možné podle zkušeností nejlépe splnit tehdy, pokud celou instalaci předstěny provede instalatér.



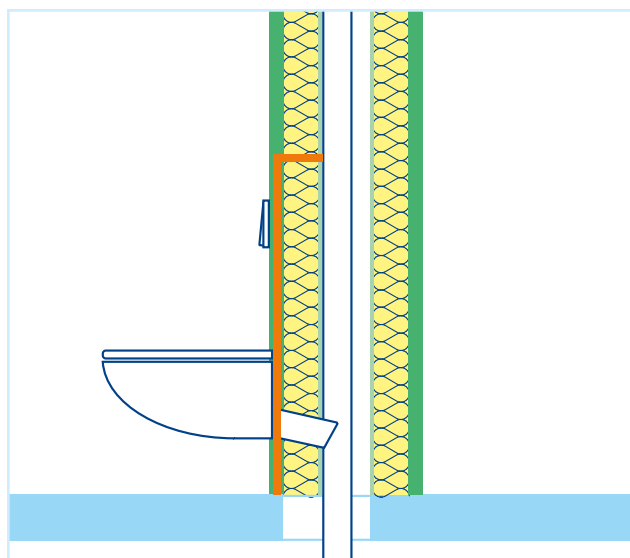
**Obrázek 32:** Instalace předstěny před suchou stěnou (s odkazem na zdroj č. 8)

## Dělicí stěna

Pro plánování sanitárních instalací je možné použít také dělicí stěnu. Potřebná vedení se instalují uvnitř dělicí stěny, proto je třeba počítat s prázdným prostorem ve stěně.



Více k tématu „doby dozvuku a absorpční plochy“ najdete v kapitole „Úvod“ na straně 11.



**Obrázek 33:** Instalace uvnitř stěny (s odkazem na zdroj č. 8)



### Výpočet praktických dopadů návrhu. Jednoduše s pomocí nástroje Wavin SoundCheck

Nástroj Wavin SoundCheck nasimuluje akustiku naplánované instalace na základě jednotlivých parametrů. Celý výpočet proběhne v pouhých čtyřech jasně definovaných krocích. Výsledkem je informace, jestli plán vyhovuje stanoveným požadavkům. Výpočet tak představuje cennou informaci pro volbu materiálu.

**Vyzkoušejte si nástroj Wavin SoundCheck hned teď!**



<https://bit.ly/3HpzI4U>

### Klidné plánování – se službou 360° od společnosti Wavin

- ⊙ Všechny podklady potřebné pro návrh přívodních a odpadních vedení připraví společnost Wavin Czechia: kompletní nabídky s objednávacími kódy, popisem výrobků a cenou, údaje pro tvorbu BIM a zkušební zprávy od Fraunhofer IBP s hodnocením jednotlivých produktů a celého systému podle DIN EN 14366 a 4109.
- ⊙ Plánovací oddělení Wavin vám poskytne poradenství při plánování a dodá příslušným řemeslníkům kompletní paket protihlukové ochrany.

## Praktické rady:

„Plánování stavebního záměru je rovnice s mnoha proměnnými. Jde v ní o přání stavebníka, představy architekta, ekonomický rozpočet a samozřejmě také o požární a protihlukovou ochranu. Spojit to vše pod jednou střešou tak, aby byli všichni spokojeni, je napínavá výzva. Vždy je dobré si co nejdříve sednout se všemi zúčastněnými k jednomu stolu a myslet už od začátku také na protihlukovou ochranu. V tomto ohledu je třeba respektovat více věcí, ne pouze normu DIN 4109. U hotelových staveb například záleží na každém centimetru rozměrů pokojů. Koupelny a ložnice spolu často sousedí – přesto však je třeba předcházet rušivým zvukům.“

Nejllepší je, když pro tyto i další aspekty využijete komplexní poradenství. Výrobci trubek s protihlukovou ochranou jsou pro toto poradenství dobrými partnery.“

Roland S., návrhář



### Praktické tipy

- ⊙ Vodovodní potrubí upevňujte na těžké díly nebo na předstěny!
- ⊙ Uchycení potrubí musí být řešeno tak, aby byla přerušena akustická vazba.
- ⊙ Náhlé změny směru vedou k rušivým zvukům a je třeba se jim vyhnout.
- ⊙ U drážek pro odpadní potrubí musí zbývající stěna vykazovat specifickou hmotnost alespoň 220 kg/m<sup>2</sup>.
- ⊙ Na co se často zapomíná: Také sanitární předměty a vodovodní i odpadní potrubí je třeba instalovat tak, aby došlo k přerušení akustické vazby.



### Propojení

- ⊙ Při plánování komunikujte se svým architektem i instalátérem.
- ⊙ V oblasti architektury je možné již v časně fázi, při návrhu půdorysu, provést důležitá rozhodnutí z hlediska protihlukové ochrany, která se v pozdějším průběhu projektu vyplatí.
- ⊙ Pamatujte na požadavky a potřeby instalatérů na stavbě. Jsou to oni, kdo musí namontovat všechny přívodní a odpadní rozvody i sanitární předměty. Důležité podrobnosti k tomuto tématu najdete v kapitole „Instalace“ v této brožuře.



Dbejte na rychlost průtoku v domovní připojce vody. Smí být nejvýše 2 m/s. Ve spotřebních vedeních smí být průtok až 4 m/s.



### Právní aspekty

- ⊙ Při plánování a realizaci protihlukové ochrany je třeba splnit minimální požadavky normy DIN 4109. Zvláště důležité jsou přitom následující aspekty:
  - charakter instalační stěny
  - poloha koupelen a místností vyžadujících ochranu v budově
  - druh potrubí pro odpady a pitnou vodu
  - upevnění potrubních rozvodů
  - kompenzační opatření pro protihlukovou ochranu
- ⊙ Dále existují pravidla, která předpokládají dodržení zvýšených požadavků již tehdy, když je budova stavěna ve vyšším standardu. Správná volba potrubního systému a jeho montáž je tak zvláště důležitá.

# Instalace





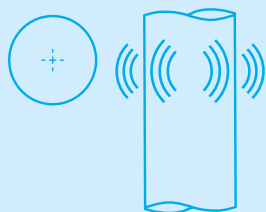


## Instalace optimální protihlukové ochrany

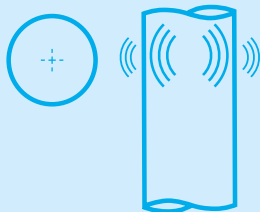
Zvuky, které vycházejí z instalací pitné vody a odpadních vod, by měly být redukovány na minimum. Pro spokojené stavebníky, odpočaté uživatele – a úspěšný projekt.

## Správný výběr materiálu pro nejlepší protihlukovou ochranu

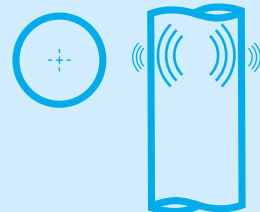
Pokud není zadán použitý materiál, můžete ho určit sami – a tím stanovit základ dobré protihlukové ochrany.



Klasické trubky jsou zhotovené z polypropylenu (PP). Tyto trubky mají malou tloušťku stěny a nízkou hustotu. Mohou proto pouze v omezené míře tlumit zvuk přenášený vzduchem a přenášet více zvuku přenášeného tělesy.



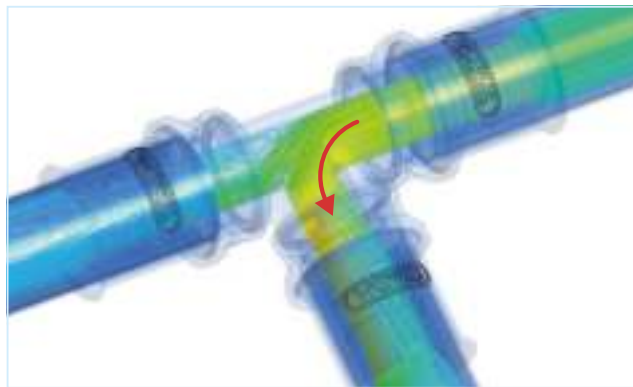
Trubky ve střední cenové hladině se už jen svým materiálovým složením od standardních trubek odlišují. Jsou také vyrobené z PP, ale navíc jsou vyztužené minerálními vlákny. Tyto trubky tak mají větší tloušťku stěny a jejich hustota je také vyšší.



V prémiovém segmentu je hustota ještě vyšší a stěna trubek je také ještě silnější. S touto hmotností a hustotou je zaručena vyšší hmotnost na plochu, takže trubka dokáže velmi dobře tlumit zvuk přenášený vzduchem i tělesy.

### Volba správných fitinek

Také při volbě systému pro rozvod pitné vody je třeba dbát na to, který produkt se použije. Nejdůležitější jsou přitom fitinky a jejich konstrukce. Je třeba dbát na to, aby fitinky byly nainstalovány tak, aby neomezovaly proudění a měly co nejmenší odpor v místech, kde může vznikat hluk.

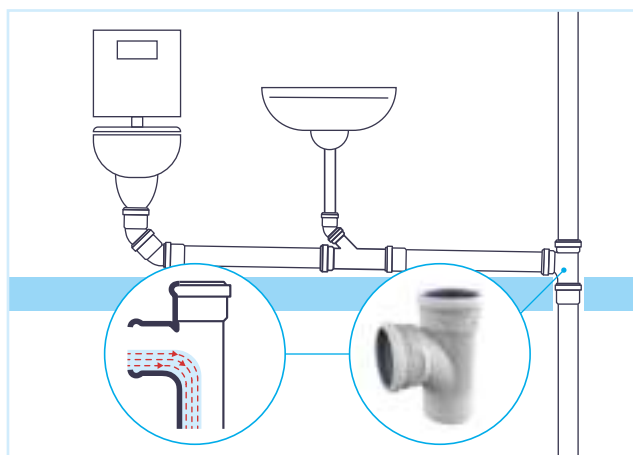


Obrázek 34: Proudění v armatuře tvaru T

### Volba správných tvarových dílů

Pokud jste se rozhodli pro určitý systém, je třeba se zabývat volbou vhodných tvarových dílů. I tato oblast poskytuje potenciál pro snížení hluku pocházejícího z instalace.

Například použití tvarového dílu odpadního potrubí s vnitřním poloměrem poskytuje výhody z hlediska hydrodynamiky, neboť potrubí může být více zatěžováno. Vnitřním zaoblením se také sníží hluk způsobený průtokem a zabrání se odkapávání vody.



Obrázek 35: Znázornění vhodných tvarových dílů z hlediska proudění

# Proč je vlak dříve slyšet než vidět



## 18 000 km/h

je rychlost zvuku v železe.

### Někde na středozápadě USA

Kovbojové na Divokém západě často pokládali ucho na koleje, aby slyšeli, jestli se blíží vlak. A opravdu to funguje: Zvuk se pevnými tělesy přenáší rychleji než vzduchem. Konkrétně v železe zvuk urazí 5 000 m/s, zatímco při šíření vzduchem (při 20 °C) pouze 340 m/s. Proto můžete přes železniční koleje slyšet příjezdějící vlak včas, abyste se – na Divokém západě – připravili na přepadení.

## Použití nástěnných armatur s přerušením akustické vazby

V instalacích pitné vody by se měly rovněž používat nástěnné armatury s přerušením akustické vazby, které tlumí zvuk přenášený tělesy. Toto přerušení zvukové vazby se nejčastěji provádí pomocí gumy, která se před instalací vloží před armaturu. S tímto tlumením pak nástěnná armatura není v přímém kontaktu se stěnou – a přenos zvuku tělesy je tak minimalizován. Hodnoty protihlukové ochrany naleznete v Technické příručce pro pitnou vodu.



Obrázek 36: Sada pro protihlukovou ochranu

## Vyhledání vhodných trubkových objímek

Ale samotné potrubní systémy pro pitnou vodu a odpadní vody nejsou jediným rozhodujícím faktorem pro pozdější dodržení hodnot předepsaných normou DIN 4109 nebo VDI 4100 (pokud je dohodnuto). Jde také o to, aby byly trubky správně spojeny se stěnou.

Klíčová je z tohoto pohledu volba trubkových objímek. Mnoho výrobců objímek i celých instalačních systémů pro tuto oblast nabízí vlastní řešení.

Důležitou roli zde hraje elastomerová vložka objímky. Měla by být také konstruována pro příslušný použitý instalační systém.

Tomuto riziku předejdete pomocí systémových objímek, které jsou navrženy pro daný systém potrubí.



Obrázek 37: Různé typy trubkových objímek

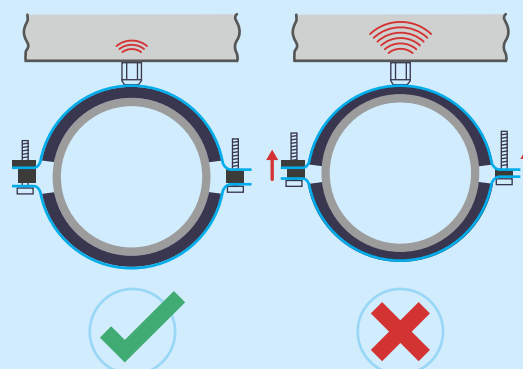


### Video

Správná instalace systémových objímek:  
<https://bit.ly/3Aq7F3F>



Mnoho standardizovaných trubkových objímek na trhu má určitý upínací rozsah pro použití několika vnějších průměrů: např. 108–114 mm. Pokud během instalace dojde ke kompletnímu dotažení trubkových objímek nebo pokud objímky nejsou zvoleny v souladu s vnějším průměrem trubky, zvyšuje se přenos zvuku pevnými tělesy. Na jedné straně musí existovat dostatečná svěrná síla, aby byly trubky bezpečně fixovány. Na druhou stranu však elastomerová vložka nesmí být příliš silně stlačena, neboť jinak dojde k ztrátě tlumicí schopnosti objímky.



Obrázek 38: Stlačení

## Instalace součástí protihlukové ochrany

### Použití protihlukového límce

Někdy je zapotřebí natáhnout před instalací přes trubky protihlukový límec. Například pokud chcete zabránit tvorbě kondenzátu nebo dosáhnout na problémových místech lepšího tlumení přenosu zvuku vzduchem a tělesy. Nebo tam, kde se nelze vyhnout prudkým ohybům na vedení odpadních vod, případně v oblastech nárazu odpadních vod na konci potrubí s velkým spádem. Také u dřevostaveb, kde je k dispozici méně hmoty, se odpadní vedení často kompletně potahuje protihlukovým límcem. Tlumicí schopnost materiálu je uvedena v datových listech vydaných výrobcem.



Obrázek 39: Odpadní potrubí s protihlukovým límcem

### Příprava instalace

Byl zvolen správný materiál. Teď je z pohledu optimální protihlukové ochrany na řadě pečlivá instalace všech komponent.



Nejprve zkontrolujte, jestli je instalační materiál nepoškozený: Pokud je zapotřebí zkrátit trubky, dbejte na správné zkosení hran a odstranění otřepů! Také tím se lze vyhnout možným pozdějším rušivým zvukům.

### Instalace trubek a trubkových objímek

Trubky je třeba vždy instalovat bez předepnutí. Pokud tomu tak není, dochází k příliš silnému přenosu zvuku tělesy. Trubkové objímky by měly být nainstalované rovně a v jedné ose. Vzdálenost mezi trubkovými objímkami se přitom může měnit, neboť zejména u staré zástavby nejsou stěny vždy zcela rovné. Každá trubková objímka se musí jednotlivě vyrovnat. Aby bylo možné šrouby trubkových objímek spojit se stěnou, je třeba použít správné hmoždinky. Plastové hmoždinky jsou z akustického hlediska výhodnější, ale musejí být samozřejmě vhodné pro daný způsob použití.

Po provedení instalace si prohlédněte trubkové objímky: Pokud je již zřejmé jednostranné stlačení elastomeru, měli byste upravit nastavení.



**Vyhnete se vzniku zvukových mostů!**



Obrázek 40: Správné srovnání trubkových objímek



Obrázek 41: Vyhnete se kontaktu s profily

## Průchody stěnami a stropy

Průchody stěnami a stropy představují riziko přenosu zvuku, což může v místnostech vyžadujících ochranu podle DIN 4109 vést ke zvýšené hlučnosti z instalace. Proto je třeba také u realizace těchto průchodů dbát na čisté zpracování. U průchodů je třeba v každém případě použít protihlukové límce, aby se dosáhlo co nejlepšího přerušení akustické vazby. Při vyplňování spáry je třeba dbát na to, aby nevznikaly žádné zvukové mosty. V závislosti na třídě budovy je třeba u průchodů stěnami a stropy brát ohled také na protipožární opatření. Pro tento účel je zapotřebí použít certifikované výrobky.



Obrázek 42: Sestava rozvodu odpadů v podlahové desce

## Instalace obkladů a sanitárních předmětů

Základ byl položen a rozvody odpadů a pitné vody jsou nainstalované. Nyní je třeba instalovat obklady a sanitární předměty. Důležité je, aby nedošlo k žádnému kontaktu mezi obkladem a potrubním rozvodem, jinak se zesílí přenos zvuku instalací. U instalací sanitárních předmětů pomůže přerušení akustické vazby. Přitom je třeba dbát na to, aby upevnění nebylo příliš silně dotažené a aby správně dosedlo. V toaletě vzniká řada zvuků; odbornou instalací je zde možné do značné míry předejít přenosu zvuku tělesy.



Obrázek 43: Příprava instalace keramiky

## Doklady o protihlukové ochraně

Pokud je vše nainstalováno, je třeba ještě vystavit doklady o protihlukové ochraně. Ty je možné si vyžádat od příslušného výrobce.



Obrázek 44: Zkušební zprávy od Fraunhofer IBP



# 200 kHz

Pro lidský sluch končí slyšitelnost u frekvencí kolem 16 až 18 kHz.

## Savec s nejlepším sluchem

### Sluch namísto zraku

Netopýři jsou savci, kteří nejlépe slyší, protože jsou aktivní v noci a ve tmě nemohou nic vidět. Na rozdíl od člověka vysílají ultrazvukové signály o vysoké frekvenci a orientují se podle odrazů zvukových vln. Neustále počítají, jak je příslušný objekt nebo živý tvor vzdálený a jak rychle, resp. jakým směrem se pohybuje.

## Požadavky na protihlukovou ochranu při instalaci



### Při instalaci je třeba respektovat tyto požadavky na protihlukovou ochranu:

V rámci opatření protihlukové ochrany, resp. dokladů o této ochraně existuje rozdělení do dvou skupin:

- ⊕ Stavebněprávní požadavky
  - DIN 4109, část 1–2
- ⊕ Civilněprávní požadavky
  - DIN 4109-5
  - VDI 4100
  - Doporučení DEGA 103

Norma DIN 4109 stanovuje požadavky na protihlukovou ochranu. Těmito minimálními nároky na stavbu má být zaručena ochrana uživatele před nadměrným zatížením vlivem přenosu zvuku, pokud v sousedních prostorách nevzniká žádný neobvykle silný hluk.



**Pozor:** Existují předpisy, podle kterých jsou kladeny zvýšené civilněprávní požadavky, pokud je byt nabízen s určitým vybavením. Je třeba dbát na volbu použitých materiálů.

## Minimální protihluková ochrana

Minimální protihluková ochrana před zvuky z technických zařízení budovy a z provozů, které jsou s budovou stavebně spojené, je podle DIN 4109-1 následující:

- ⊕ přívodní a odpadní rozvody,
- ⊕ přepravní zařízení a
- ⊕ pevně instalovaná provoznětechnická zařízení.

Za technické zařízení budov se považují zejména:



- ⊕ společné prádelny
- ⊕ plovárny, sauny apod.
- ⊕ sportovní prostory
- ⊕ centrální vysavače
- ⊕ garáže
- ⊕ pevně instalované protisluneční markýzy a rolety poháněné motorem umístěné vně budov

Zvuky způsobené uživateli, jako je např. odložení kelímku na čistění zubů na podstavec, rychlé zavření víka toalety, sklouznutí ve vaně nebo zvuky strojů a přístrojů (např. vysavače, pračky, kuchyňských přístrojů nebo sportovních trenažérů) ve vlastní obytné oblasti nepodléhají uvedeným požadavkům.

Tyto minimální požadavky je možné v rámci civilněprávních dohod zpřísnit. Zvýšené požadavky na tlumení hluku je možné např. dohodnout v normě DIN 4109-5 a v předpisu VDI 4100.



**Požadavky na protihlukovou ochranu pro technická zařízení budov podle DIN 4109-1**

ZDROJ ZVUKU	DRUH MÍSTNOSTÍ VYŽADUJÍCÍCH OCHRANU	
	Obytné místnosti a ložnice	Výukové a pracovní místnosti
	Maximální přípustná hladina hluku v dB(A)	
Instalace vody (společně pro rozvody vody i odpadních vod) <sup>1) 2) 3)</sup>	$L_{AF, max, n} \leq 30$	$L_{AF, max, n} \leq 35$
Ostatní domovní, pevně instalované technické zdroje zvuků ze zařízení, instalací vody a odpadů, resp. z garáží	$L_{AF, max, n} \leq 30^{3)}$	$L_{AF, max, n} \leq 35^{3)}$
Restaurace včetně kuchyní, prodejny, provozy apod.	 Ve dne, 6 až 22 hod. $L_r \leq 35$ $L_{AF, max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF, max} \leq 45$
	 V noci, podle technické protihlukové směrnice $L_r \leq 25$ $L_{AF, max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF, max} \leq 45$

<sup>1)</sup> Jednotlivé krátkodobé špičky intenzity zvuku, které vznikají při ovládání armatur a zařízení (otevírání, uzavírání, změna nastavení, přerušování průtoku aj.), nemusí být zohledněny.  
<sup>2)</sup> Předpoklady pro dodržení přípustné hladiny akustického tlaku:  
 · Podklady pro realizaci musí respektovat požadavky protihlukové ochrany, tj. k součástí musí být k dispozici potřebné doklady o standardu protihlukové ochrany.  
 · Kromě toho je třeba uvést odpovědného vedoucího stavby, který se musí také zúčastnit dílčího převzetí před uzavřením nebo obložení instalace.  
<sup>3)</sup> Odlišné od normy DIN EN ISO 10052 (2010-10), 6.3.3, se neprovádí měření v nejhlučnějším místě místnosti (viz také DIN 4109-4).

**Tabulka 2:** Hodnoty pro přípustnou hladinu akustického tlaku v cizích prostorách vyžadujících ochranu před zvuky z technického zařízení budov a z provozů, které jsou stavebně spojené s budovou, podle DIN 4109-1 (zdroj č. 1)

**Požadavky na protihlukovou ochranu pro technická zařízení budov podle DIN 4109-5**

ZDROJ ZVUKU	DRUH MÍSTNOSTÍ VYŽADUJÍCÍCH OCHRANU	
	Obytné místnosti a ložnice v domech obývaných více rodinami	Obytné místnosti a ložnice v řadových rodinných domech a dvojdomcích
	Maximální přípustná hladina hluku v dB(A)	
Instalace vody (společně pro rozvody vody i odpadních vod) <sup>1) 2) 3)</sup>	$L_{AF, max, n} \leq 27^{1) 2) 3)}$	$L_{AF, max, n} \leq 25^{1) 2) 3)}$
Ostatní domovní, pevně instalované technické zdroje zvuků ze zařízení, instalací vody a odpadů, resp. z garáží	$L_{AF, max, n} \leq 27^{3)}$	$L_{AF, max, n} \leq 25^{3)}$

<sup>1)</sup> Jednotlivé krátkodobé špičky intenzity zvuku, které vznikají při ovládání armatur a zařízení (otevírání, uzavírání, změna nastavení, přerušování průtoku aj.), nemusí být zohledněny.  
<sup>2)</sup> Předpoklady pro dodržení přípustné hladiny akustického tlaku:  
 · Podklady pro realizaci musí respektovat požadavky protihlukové ochrany, tj. k součástí musí být k dispozici potřebné doklady o standardu protihlukové ochrany.  
 · Kromě toho je třeba uvést odpovědného vedoucího stavby, který se musí také zúčastnit dílčího převzetí před uzavřením nebo obložení instalace.  
<sup>3)</sup> Odlišné od normy DIN EN ISO 10052 (2010-10), 6.3.3, se neprovádí měření v nejhlučnějším místě místnosti (viz také DIN 4109-4).

**Tabulka 3:** Maximální přípustná hladina akustického tlaku v cizích prostorách vyžadujících ochranu před zvuky z technického zařízení budov a z provozů, které jsou stavebně spojené s budovou, podle DIN 4109-5 (zdroj č. 2)

**Požadavky na protihlukovou ochranu pro technická zařízení budov podle VDI 4100**

Druh emisí zvuku	VNÍMÁNÍ EMISÍ ZE SOUSEDNÍHO BYTU <sup>1)</sup>		
	SSt I	SSt II	SSt III
Hlasitá řeč	Srozumitelné	Obecně srozumitelné	Obecně nesrozumitelné
Řeč s normální hlasitostí	Obecně nesrozumitelné	Nesrozumitelné	Neslyšné
Zvuky chůze	Obecně rušivé	Obecně nerušivé	Nerušivé
Zvuky z domácích technických zařízení	Nepřípustné akustické zatížení je obecně eliminováno	Místy rušivé	Nerušivé nebo zřídka rušivé

**Tabulka 4:** Vnímání obvyklých zvuků ze sousedních bytů a jejich přiřazení ke třem stupňům protihlukové ochrany (SSt) I až III podle VDI 4100 (08.2007) (zdroj č. 3)

<sup>1)</sup> Předpoklad: večerní základní hladina hluku 20 dB(A) a obvyklá velikost místnosti pro pobyt osob.

**Protihluková ochrana před zvuky z domácích technických zařízení**

 <b>ZVUKY</b>	SSt I	SSt II	SSt III
	Max. přípustná hladina akustického tlaku		


**Byty v domech pro více rodin**

Zvuky z rozvodů vody (společně pro rozvody vody i odpadních vod)	$L_{AF, max, nT}$ $_{nt}$ v dB	<= 30	<= 27	<= 24
--	--------------------------------------	-------	-------	-------


**Dvojdomy a řadové domy**

Zvuky z rozvodů vody (společně pro rozvody vody i odpadních vod)	$L_{AF, max, nT}$ $_{nt}$ v dB	<= 30	<= 25	<= 22
--	--------------------------------------	-------	-------	-------


**Vlastní prostory**

(samostatně využívaný dům nebo byt)

		SSt EB 1	SSt EB 2
Zvuky z rozvodů vody (společně pro rozvody vody i odpadních vod)	$L_{AF, max, nT}$ $_{nt}$ v dB	35	30

**Tabulka 5:** Maximální přípustná hladina akustického tlaku v cizích prostorách vyžadujících ochranu před zvuky z domácích technických zařízení a z provozů, které jsou stavebně spojené s budovou, podle VDI 4100 (zdroj č. 3)

**Stupně SSt I až SSt III platí podle následující tabulky a řídí se podle vybavení budovy**

STUPEŇ PROTIHLUKOVÉ OCHRANY	OČEKÁVÁNÍ
I	... u (nově postaveného) bytu, u kterého je provedení a vybavení navýšeno ve srovnání s nezákladnějším provedením a vybavením
II	... u bytu, u kterého i jeho ostatní provedení a vybavení vyhovuje průměrným nárokům na komfort
III	... u bytu, u kterého i jeho ostatní provedení, vybavení i poloha vyhovují speciálním nárokům na komfort
EB I	... určitá protihluková ochrana i ve vlastních prostorách
EB II	... zvýšená protihluková ochrana i ve vlastních prostorách

**Tabulka 6:** Přiřazení stupňů protihlukové ochrany I až III bytům s různými nároky na komfort podle VDI 4100 (zdroj č. 3)

## Doporučení DEGA 103

Protihluková ochrana v obytných jednotkách je klasifikována pomocí tříd protihlukové ochrany A\* až F, resp. EW 1 až EW 3 pro vlastní prostory. Pro technické zařízení budov je zde možné dohodnout následující třídy ochrany:

TŘÍDA PROTIHLUKOVÉ OCHRANY	POPIS
A*	Obytná jednotka s velmi dobrou protihlukovou ochranou, která umožňuje nerušené bydlení téměř bez ohledu na sousedy
A	Obytná jednotka s velmi dobrou protihlukovou ochranou, která umožňuje nerušené bydlení bez výraznějších ohledů na sousedy
B	Obytná jednotka s dobrou protihlukovou ochranou, která při oboustranné ohleduplnosti mezi sousedy umožňuje klidné bydlení se značnou ochranou soukromí
C	Obytná jednotka, která má oproti třídě D zřetelně lepší protihlukovou ochranu a ve které její obyvatelé při obvyklém ohleduplném chování obecně naleznou klid a je jim poskytnuto soukromí
D	Obytná jednotka s protihlukovou ochranou, která v zásadě splňuje požadavky normy DIN 4109-1 pro patrové domy s byty a pracovními prostory, a chrání tak obyvatele obytných místností před nepřijatelnou akustickou zátěží z jiných obytných jednotek a zvenku ve smyslu zásad ochrany zdraví. Nelze očekávat, že zvuky z cizích obytných jednotek nebo zvenku nebudou slyšet. To vyžaduje vzájemnou ohleduplnost, aby se předcházelo nepřijatelnému hluku. Požadavky předpokládají, že v sousedních prostorách nebudou vznikat žádné neobvykle silné zvuky.
E	Obytná jednotka s protihlukovou ochranou, která nespĺňuje požadavky normy DIN 4109-1. Je možné akustické zatížení vlivem přenosu zvuku z cizích obytných jednotek a zvenku; je nezbytné zapotřebí zvláštní ohleduplnost. Soukromí již není zaručeno.
F	Obytná jednotka se špatnou protihlukovou ochranou, která je výrazně pod úrovní požadavků normy DIN 4109-1. I při cílené ohleduplnosti je třeba počítat s akustickou zátěží vlivem přenosu zvuku z cizích obytných jednotek a zvenku. Soukromí nelze očekávat.

**Tabulka 7:** Přiřazení stupňů protihlukové ochrany A\* až F při obvyklém využívání bytu podle směrnice DEGA 103 (zdroj č. 4 a č. 5)

ZVUKY	TŘÍDA PROTIHLUKOVÉ OCHRANY	TŘÍDA PROTIHLUKOVÉ OCHRANY						
		F	E	D	C	B	A	A*
Zvuky z vodovodní instalace a z technických zařízení budovy, <sup>1) 2)</sup> zvuk z pisoáru	$L_{AF, max, n}$ v dB(A)	> 35	≤ 35	≤ 30	≤ 27	≤ 24		≤ 20

<sup>1)</sup> Pokud neexistují žádné nízkofrekvenční složky zvuku (tj. pokud je rozdíl mezi celkovou hodnocenou hladinou C a A podle DIN 45 680 nižší než 20 dB), přidávají se v dokladu o protihlukové ochraně bonusové body. Požadavky platí také pro vytápění a větrání ve vlastním obytném prostoru.

<sup>2)</sup> Při dokládání měření lze pro hodnocení případně použít také hodnotu  $L_{AF, max, nT}$ .



**Tabulka 8:** Požadavky na zvuky z vodovodní instalace, technická zařízení budovy podle doporučení DEGA 103

TŘÍDA PROTIHLUKOVÉ OCHRANY						
F	E	D	C	B	A	A*
Žádná zvláštní opatření	Pokyny pro plánování podle DIN 4109	Stejně jako E a pečlivé přerušování akustické vazby u všech dílů	Stejně jako D, a navíc všechny instalace v předstěnách zhotovené suchým způsobem	Je zapotřebí dvouvrstvá konstrukce	Je zapotřebí dvouvrstvá konstrukce s vysokou schopností tlumení zvuku	Stejně jako A

**Tabulka 9:** Orientační pokyny pro plánování s ohledem na kategorizaci očekávaného zvukového zatížení pro uživatele, resp. pro přerušování akustické vazby v závislosti na jednotlivých třídách podle doporučení DEGA 103

## Mezinárodní požadavky

Také v mezinárodním měřítku existují požadavky na prostory vyžadující protihlukovou ochranu, jako jsou např. ložnice, ale i obytné místnosti. Následující tabulka uvádí požadavky, které musí technické zařízení domácnosti splňovat.

MEZNÍ HODNOTY, KTERÉ JE TŘEBA DODRŽET U DOMOVNÍCH INSTALACÍ				
 Ložnice	 Obývací pokoj	dB(A)	dB(A)	
dB(A)	dB(A)	Popis	Směrnice	
Itálie	35	35	$L_{ASmax}$	Referenční norma je DPCM 05.12.1997 „Určení požadavků na pasivní akustiku budov“
Dánsko	20–35*	20–35*	$L_{pA,LF}$	Stavební předpis 2018 a DS 490 „Akustická klasifikace bytů“
Norsko	20–35*	20–35*	$L_{p,A,T}$	Technické stavební podmínky (TEK 17) a NS 8175: 2012 „Akustické podmínky v budovách – akustické třídy pro různé typy budov“
Švédsko	27–35*	27–35*	$L_{pAF,max,NT}$	a. Stavební předpisy BBR, SS 25267: 2015 „Byty“ a SS 25268 „Školy/hotely“
Finsko	29–35*	29–35*	$L_{AF,max,T}$	Norma SFS 5907 „Akustická klasifikace budov“
Velká Británie	30	30	$L_{a,max}$	(2010) Schválený dokument E „Odpor proti průchodu zvuku“
Irsko	30	30	$L_{a,max}$	(2010) Schválený dokument E „Odpor proti průchodu zvuku“
Česko	30	30	$L_{a,max}$	ČSN 73 0532:2020
Nizozemsko	30	30	$L_{l,A,k}$	Zvuky z instalací, které jsou stanovené v normě NEN 5077
Indonésie	55	55	$L_{eq}$	Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996
Pobaltské státy	35	35	$L_{AeqT}$	DIN 4109

\* V závislosti na typu budovy, třída A–D.

**Tabulka 10:** Mezinárodní požadavky na budovy

## Praktické rady:

„Na stavbě chci pracovat co možná nejrychleji a nejefektivněji. A samozřejmě bez chyb, abych později případně nemusel odstraňovat případné nedostatky. Dobrá příprava zakázky je tak pro mě rozhodující. Ve věcech protihlukové ochrany chci mít nejraději vše z jednoho zdroje připravené přímo na místě: robustní potrubní systém od výrobce, kterému můžu věřit. Dobře si rozmyslete, jestli sáhnete po některém z levných supermarketových řešení, nebo jestli raději použijete osvědčený a kvalitní materiál. Je také vhodné tuto záležitost důkladně konzultovat s návrhářem stavebního řešení. Tak získáte přesné informace o zvláštních požadavcích.“

Dalším důležitým faktorem je, že po samostatné instalaci mohou být požadovány doklady o protihlukové ochraně. Je dobré, když vám s tím někdo pomůže, nebo tuto práci udělá za vás.“

Simon B., instalatér



### Praktické tipy

- ⌚ Zvolte tvarovky, které jsou konstruované tak, aby neomezovaly proudění.
- ⌚ Používejte tvarovky s vnitřním zaoblením v odtokové části.
- ⌚ Používejte nástěnné armatury, u kterých je přerušena akustická vazba.
- ⌚ Používejte systémové objímky trubek, které jsou vhodné pro použití s příslušnými trubkami.
- ⌚ V případě problémů navlečte na trubky protihlukový límec.



### Propojení

- ⌚ Jako instalatér představujete poslední článek řetězu, který začíná plánem a architektonickým návrhem. Pokud máte dotazy ohledně správné realizace opatření protihlukové ochrany, konzultujte vše především s plánovací kanceláří.
- ⌚ Jedním z rozhodujících faktorů optimální protihlukové ochrany je použití správného typu potrubní instalace včetně příslušných systémových komponent. Dodržujte v tomto ohledu doporučení vydaná plánovací kanceláří a nechte si případně poradit od kompetentního výrobce.



### Pozor!

Pokud jsou trubkové objímky nainstalované, měli byste se ještě jednou důkladně podívat: Pokud rozpoznáte jednostranné stlačení elastomeru, je třeba upravit nastavení.



### Právní aspekty

Stavebněprávní požadavky na instalaci:

- ⌚ DIN 4109, část 1–2

Civilněprávní požadavky na instalaci:

- ⌚ DIN 4109-5
- ⌚ VDI 4100
- ⌚ Doporučení DEGA 103

# **Akustické systémové zkoušky**





## Akustické hodnocení sanitární techniky

Jelikož akustické hodnocení sanitární techniky představuje komplexní problém, jsou k dispozici různé možnosti posuzování. Patří sem zkoušky podle DIN EN 14366, které umožňují dobře porovnat jednotlivé produkty. Zkoušky poskytují systémové výsledky odpovídající normě DIN 4109. Jsou v nich zohledněny různé vlivy, jako splachovací nádržky, předstěny, instalační stěny a instalační materiál.

## Zkouška podle DIN EN 14366

Pro plánovače technického vybavení budov i pro instalatéry je důležité, aby před instalací zvolili vhodné materiály. K tomu jsou k dispozici různé možnosti.

Norma DIN EN 14366 popisuje zkušební zařízení pro zkoušky materiálů pro rozvody odpadů (vhodné i pro účely vývoje). Pokud jsou při zkoušce zvoleny stejné okrajové podmínky, je možné dosažené výsledky navzájem dobře porovnávat. Neodpovídá to ovšem reálným podmínkám, např. při spuštění splachování a vlivu typických součástí instalovaných v předstěně.

### K okrajovým podmínkám patří:

- ⌚ stejný typ trubkových objímek a stejné stlačení elastomeru
- ⌚ polohy pevné a kluzné objímky musí být určeny stejným způsobem
- ⌚ použití stejného rozměru trubek

Při zkoušce je pak aplikován konstantní průtok vody 0,5 l/s, 1 l/s, 2 l/s a 4 l/s.

### Výsledky jsou pak uváděny jako:

- ⌚ hladina zvuku přenášeného vzduchem  $L_{a,A}$  v dB(A) podle DIN EN 14366
- ⌚ charakteristická hladina zvuku přenášeného tělesy  $L_{SC,A}$  v dB(A) podle DIN EN 14366

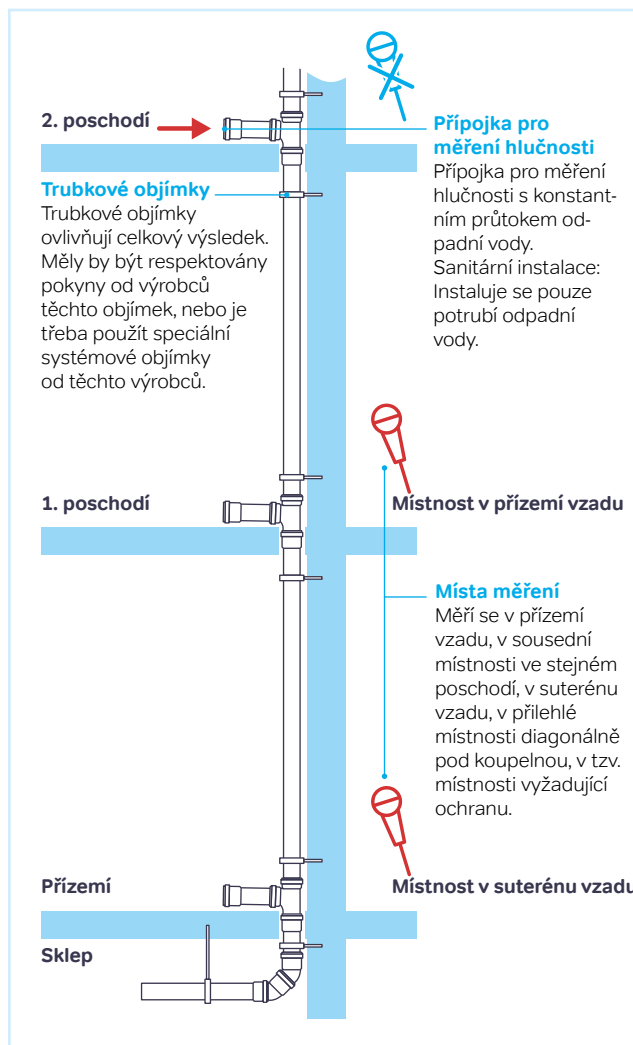
Charakteristická hladina zvuku přenášeného tělesy přitom silně závisí na okrajových parametrech. Pokud se pouze jeden okrajový parametr v rámci různých výrobců liší, jsou výsledky obtížně porovnatelné.

Hladina zvuku přenášeného vzduchem  $L_{a,A}$  dobře ukazuje vliv zvoleného materiálu trubky. Měřený prostor zde odpovídá instalačnímu prostoru.

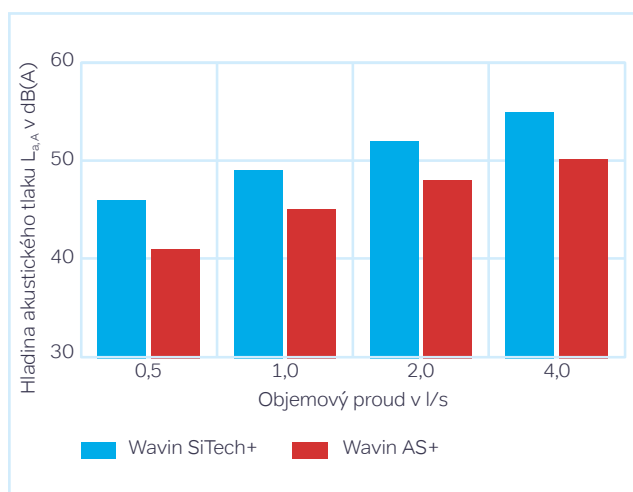
Na příkladu potrubního systému pro komfortní protihlukovou ochranu Wavin SiTech+ ve srovnání s prémiovým potrubním systémem pro protihlukovou ochranu Wavin AS+ jsou níže názorně vysvětleny rozdíly v hladině akustického tlaku:

Potrubní systém	Hodnocení	Objemový proud v l/s				Zkušební zpráva od Fraunhofer IBP
		0,5	1,0	2,0	4,0	
Wavin SiTech+	Hladina akustického tlaku $L_{a,A}$ v dB(A) podle DIN EN 14366	46	49	52	55	P-BA 25-1/2016
Wavin AS+	Hladina akustického tlaku $L_{a,A}$ v dB(A) podle DIN EN 14366	41	45	48	50	P-BA 64/2019

**Tabulka 11:** Vliv jakosti trubek na hladinu akustického tlaku



**Obrázek 45:** Měřicí uspořádání podle DIN EN 14366



**Obrázek 46:** Vliv jakosti trubek na hladinu akustického tlaku



## Měření podle DIN 4109

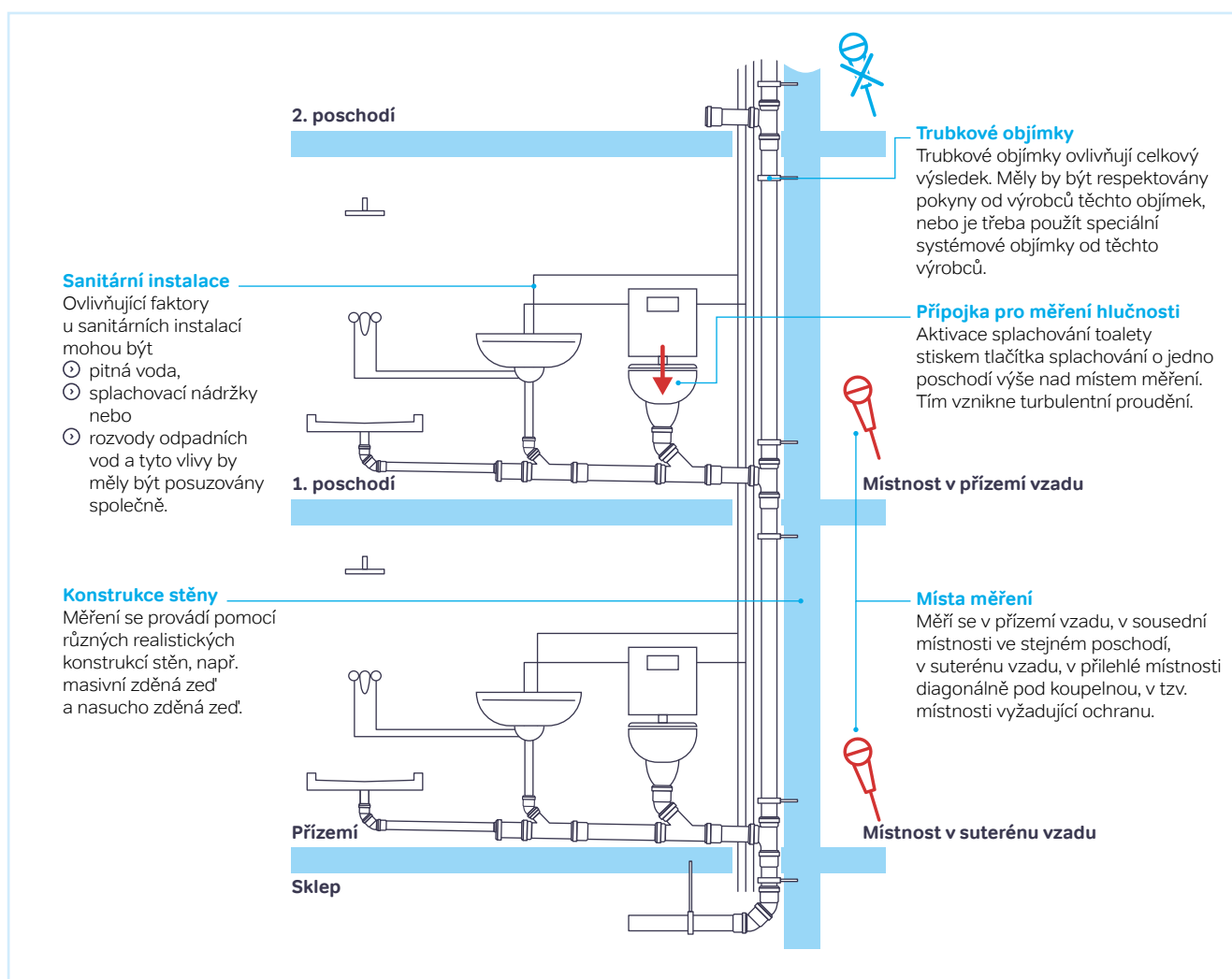
Aby bylo možné posoudit systém, který se skládá z různých komponent, je zapotřebí komplexní zkušební uspořádání. V praxi se pro tento účel staví reálná aplikace, u které mají být dosaženy cíle protihlukové ochrany podle normy **DIN 4109**.

### V různých variantách se přitom zkouší:

- ⊙ předstěna před instalační stěnou, masivní
- ⊙ předstěna před instalační stěnou, suchá konstrukce

Určující jsou přitom různé faktory, jako je splachovací nádržka (spuštění splachování a opětovné plnění), konstrukce předstěny a rozvod vody i odpadních vod.

Každá z těchto komponent přitom má svůj podíl na stanovení celkové hladiny hluku z instalace  $L_{AF, max, n}$ .



**Obrázek 47:** Reprezentativní sestava pro měření při reálných podmínkách

Aby byly požadované hodnoty později také skutečně dosaženy, je třeba vše pečlivě naplánovat a nainstalovat. K tomu pomáhají doporučení uvedená v kapitolách „Plánování“ a „Instalace“ v této brožuře.

## Systemová zkouška podle DIN 4109

Měří se následně v měřicí místnosti při velkém a malém splachovacím množství. Splachování se spustí přímo na toaletě v přízemí vpředu. Měří se maximální hladina akustického tlaku na začátku a poté při splachování a plnění.

Tyto faktory by měly být respektovány, pokud mají být dodrženy nebo podkročeny mezní hodnoty podle DIN 4109, resp. pokud mají být splněny zvýšené nároky podle normy DIN 4109-5:

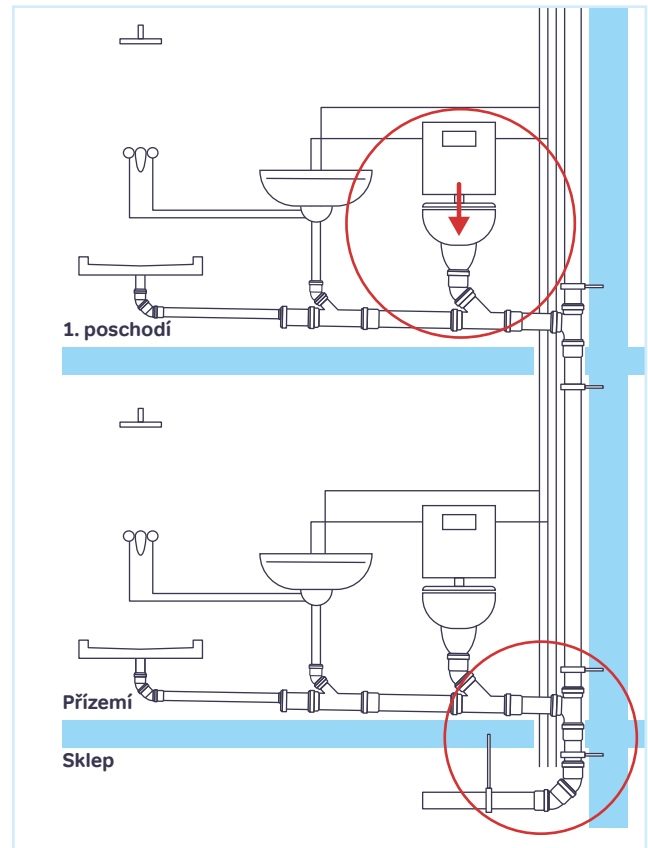
- ⌚ kvalitní splachovací nádržka
- ⌚ předstěna s přerušením akustické vazby na stěnu
- ⌚ kvalitní trubkové objímky s upevněním na předstěnu
- ⌚ řádná instalace všech komponent
- ⌚ volba správného systému odpadního potrubí pro plánovaný případ použití



**Důležité:** U různých zkušebních uspořádání se ukázalo, která kritéria jsou rozhodující pro konečný výsledek:

- ⌚ volba domovního odtokového systému
- ⌚ použitá předstěna
- ⌚ splachovací nádržka

Hlavní problémy s hlukem vznikají spuštěním splachování nebo nárazy vody na konci potrubí s velkým spádem.



Obrázek 48: Hlavní zdroje zvuku podle DIN 4109

### Vyšší tolerance k chybám s těžšími potrubními rozvody

Jelikož při instalaci rozvodu odpadních vod vždy existují různé potenciální zdroje chyb, doporučuje se použít těžší potrubní rozvod. S jeho pomocí je totiž možné kompenzovat drobné chyby při instalaci.



Obrázek 49: Zkušební zpráva od Fraunhofer IBP

## Vyšší bezpečnost díky správnému materiálu potrubí

Aby byly splněny požadavky normy, doporučuje Wavin v závislosti na oblasti použití systém Wavin AS+ nebo Wavin SiTech+.

### Oblasti použití pro systém Wavin AS+:

- ⊕ rodinné domy v nadstandardním provedení, dřevostavby
- ⊕ dvojdomy v nadstandardním provedení, dřevostavby
- ⊕ domy pro více rodin
- ⊕ řadové domy
- ⊕ výškové domy
- ⊕ zvláštní stavby, jako jsou hotely nebo nemocnice

### Oblasti použití pro systém SiTech+:

- ⊕ rodinné domy v jednoduchém provedení
- ⊕ dvojdomy v jednoduchém provedení
- ⊕ řadové domy a residenční objekty



### Kombinované provedení

Kombinace systému Wavin AS+ u spádového rozvodu odpadů a Wavin SiTech+ u rozvodů v poschodích

Pro níže znázorněné výsledky byly použity následující komponenty:

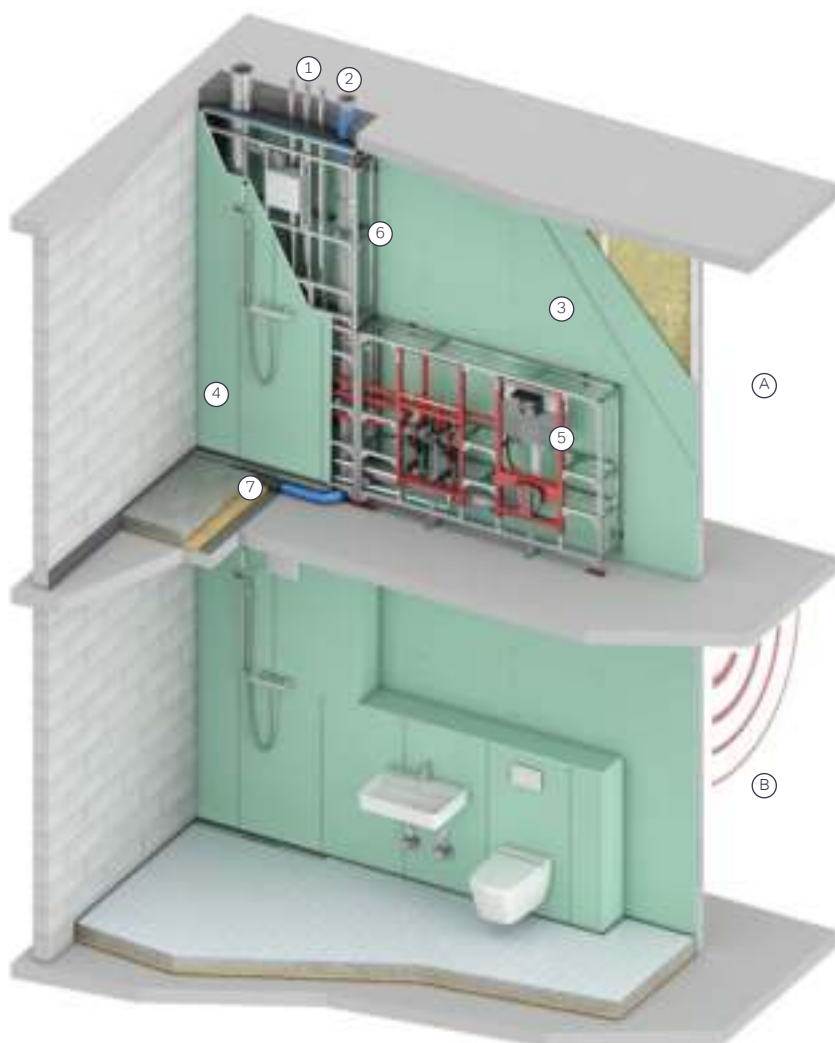
Wavin AS+	Wavin SiTech+	Wavin Tigris K5/M5
Prémiová protihluková ochrana 	Protihluková ochrana 	Vícevrstvé potrubí z několika materiálů a fitinky 
Polypropylen vyztužený minerálními vlákny	Polypropylen vyztužený minerálními vlákny	Kompletní systém, rozměry: 16–75 mm
Kompletní systém, DN 50–200	Kompletní systém DN 32–160	Hygienicky nezávadné
Vysoká hustota ~1,9 g/cm <sup>3</sup> u tvarových dílů a potrubí	Vysoká hustota ~1,5 g/cm <sup>3</sup> u tvarových dílů a ~1,3 g/cm <sup>3</sup> u potrubí	Vhodné pro každou jakost vody
Tloušťka stěny 5,3 mm při DN 100	Tloušťka stěny 3,4 mm při DN 100	Akustický signál při netěsnosti: 16–40 mm, hygienicky nezávadné díky vzduchu
Vyšší bezpečnost díky hmotnosti a snadné instalaci	Kompatibilní se systémy Wavin AS+ a HT	

**Tabulka 12:** Použité produkty Wavin pro systémovou zkoušku podle DIN 4109

Systém předstěny, splachovací nádržka a sprchový kanálek jsou součástí od firmy TECE GmbH. Bližší informace ohledně zkušebního uspořádání a přesných označení použitých produktů jsou uvedené ve zkušebních zprávách.

# Zkušební zprávy od Fraunhofer IBP

## Zkušební zpráva od Fraunhofer IBP P-BA 19/2022 suchá stěna Wavin AS+ a Wavin Tigris



### Místnosti

- (A) Sousední místnost, přízemí vzadu
- (B) Místnost diagonálně pod referenční místností, suterén vzadu

### Materiály

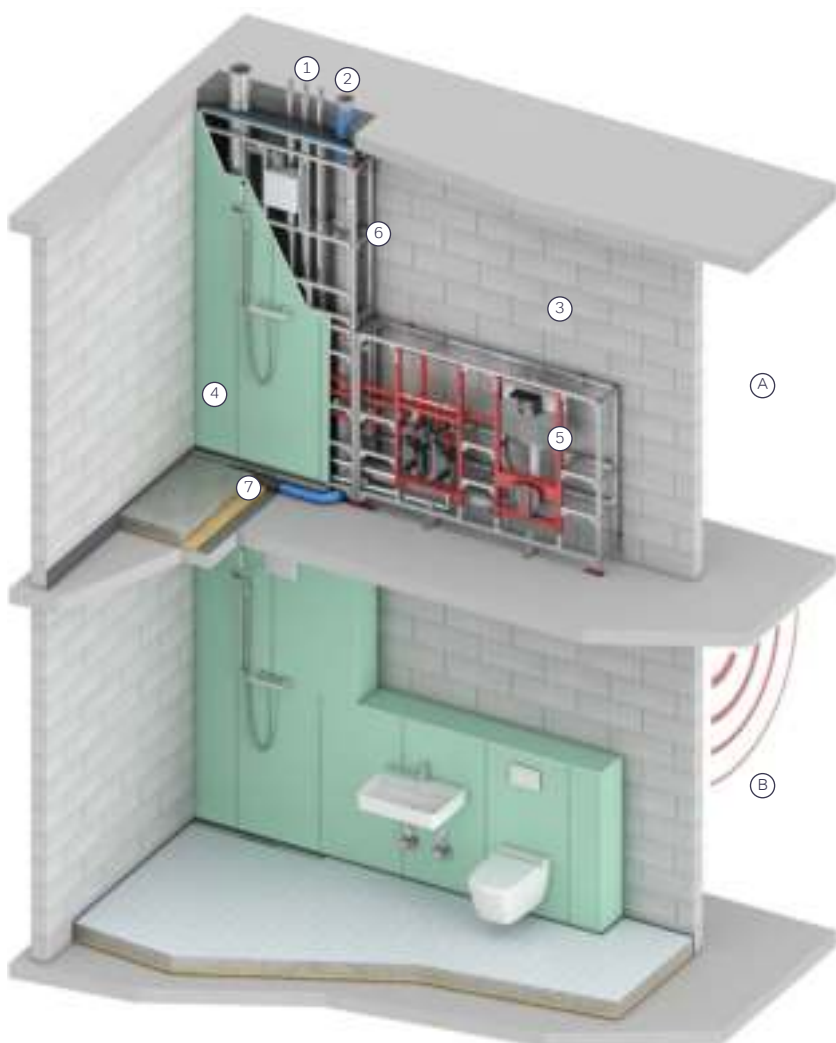
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Prémiová protihluková ochrana Wavin AS+
- ③ Sádrokartonové desky, oboustranné a dvouvrstvé s tloušťkou 12,5 mm, plněné izolační vrstvou 60 mm z minerálních vláken
- ④ Sádrokartonové desky, tloušťka 18 mm
- ⑤ Předstěna, profil TECE, modul s WC a univerzální splachovací nádržkou
- ⑥ Upevnění odpadu pomocí systémové objímky Wavin
- ⑦ Sprchový kanálek, TECEdrainprofile

### Zvuky z instalace podle DIN 4109, DIN 4109-5 a VDI 4100

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	VÝSLEDEK PODLE	POŽADAVKY PODLE			VÝSLEDEK PODLE	POŽADAVKY PODLE		
MÍSTO MĚŘENÍ	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Místnost diagonálně pod referenční místností (v jiném bytě, místnost vyžadující ochranu)	19 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 25 dB(A) ✓ Splňuje	18 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 24 dB(A) ✓ Splňuje
Sousední místnost (ve vlastním bytě)	27 dB(A)	Žádné požadavky	Žádné požadavky	Žádné požadavky	26 dB(A)	EB I ≤ 35 dB(A) ✓ Splňuje	EB II ≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	Žádné požadavky

V přehledu výsledků se vždy uvádí nejvyšší hodnota.

## Zkušební zpráva od Fraunhofer IBP P-BA 10/2022 Masivní stěna, Wavin AS+ a Wavin Tigris



### Místnosti

- (A) Sousední místnost, přízemí vzhadu
- (B) Místnost diagonálně pod referenční místností, suterén vzhadu

### Materiály

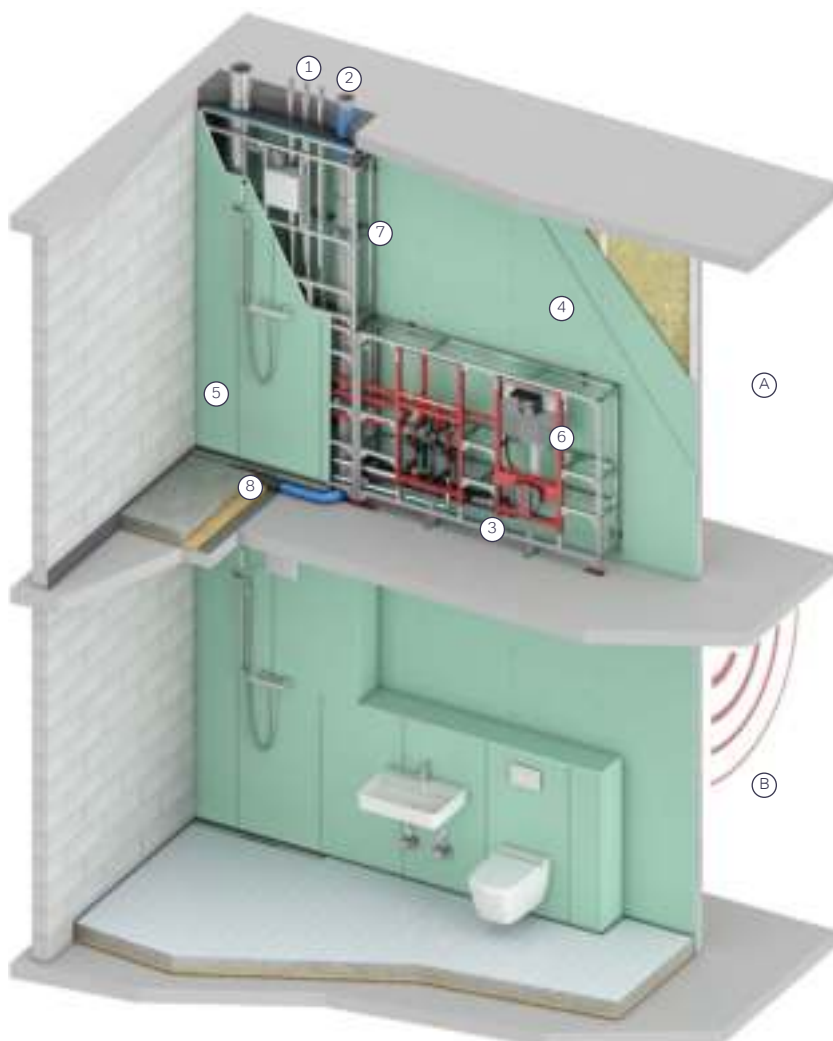
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Trubka s prémiovou protihlukovou ochranou Wavin AS+
- ③ Instalační stěna, masivní, 220 kg/m<sup>2</sup>
- ④ Sádrokartonové desky, tloušťka 18 mm
- ⑤ Předstěna, profil TECE, modul s WC a univerzální splachovací nádržkou
- ⑥ Upevnění odpadu pomocí systémové objímky Wavin
- ⑦ Sprchový kanálek, TECEdrainprofile

### Zvuky z instalace podle DIN 4109, DIN 4109-5 a VDI 4100

MÍSTO MĚŘENÍ	L <sub>AF, max, n</sub>				L <sub>AF, max, nT</sub>			
	VÝSLEDEK PODLE DIN 4109:4 2016-07	POŽADAVKY PODLE			VÝSLEDEK PODLE VDI 4100: 2012-10	POŽADAVKY PODLE		
	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08		VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III	
Místnost diagonálně pod referenční místností (v jiném bytě, místnost vyžadující ochranu)	23 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 25 dB(A) ✓ Splňuje	20 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 24 dB(A) ✓ Splňuje
Sousední místnost (ve vlastním bytě)	29 dB(A)	Žádné požadavky	Žádné požadavky	Žádné požadavky	25 dB(A)	EB I ≤ 35 dB(A) ✓ Splňuje	EB II ≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	Žádné požadavky

V přehledu výsledků se vždy uvádí nejvyšší hodnota.

## Zkušební zpráva od Fraunhofer IBP P-BA 20/2022 Suchá stěna Wavin AS+ a Wavin SiTech+ a Wavin Tigris



### Místnosti

- (A) Sousední místnost, přízemí vzhodu
- (B) Místnost diagonálně pod referenční místností, suterén vzhodu

### Materiály

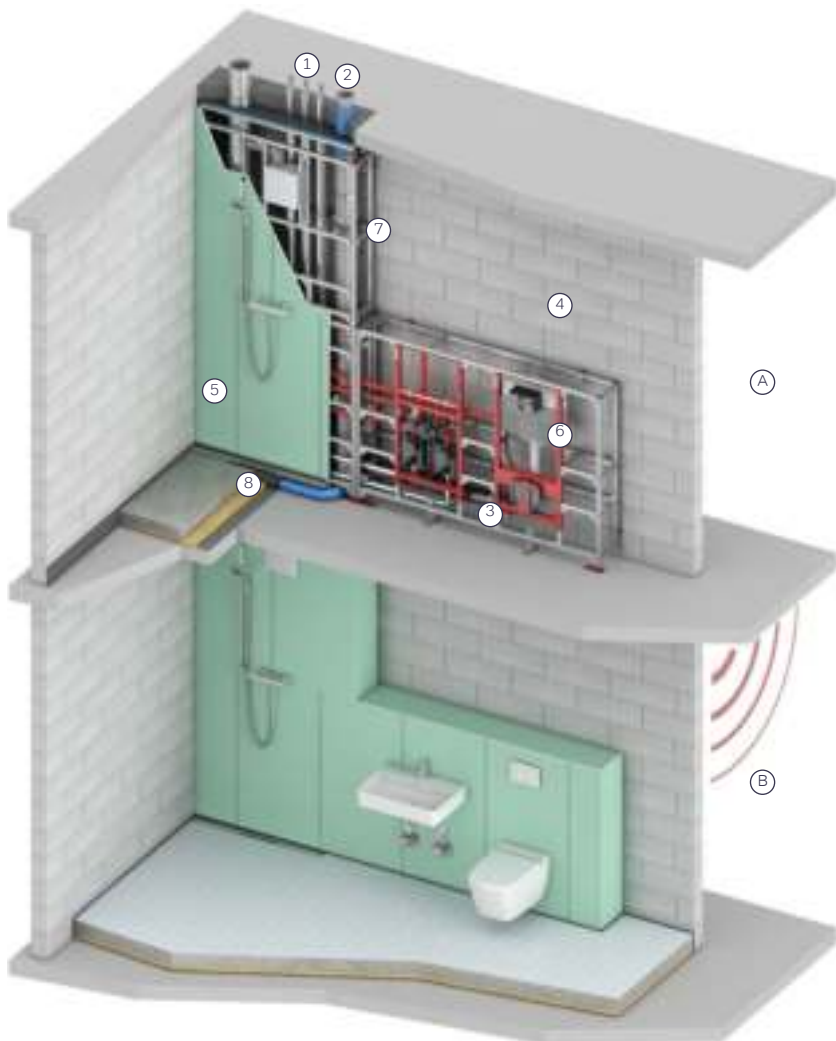
- (1) Wavin Tigris K5/M5
- (2) Prémiová protihluková ochrana Wavin AS+ (spádový rozvod odpadů)
- (3) Wavin SiTech+ (poschodí)
- (4) Sádrokartonové desky, oboustranné a dvouvrstvé s tloušťkou 12,5 mm, plněné izolační vrstvou 60 mm z minerálních vláken
- (4) Sádrokartonové desky, tloušťka 18 mm
- (5) Předstěna, profil TECE, modul s WC a univerzální splachovací nádržkou
- (6) Upevnění odpadu pomocí systémové objímky Wavin
- (7) Sprchový kanálek, TECEdrainprofile

### Zvuky z instalace podle DIN 4109, DIN 4109-5 a VDI 4100

MÍSTO MĚŘENÍ	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	VÝSLEDEK PODLE	POŽADAVKY PODLE			VÝSLEDEK PODLE	POŽADAVKY PODLE		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Místnost diagonálně pod referenční místností (v jiném bytě, místnost vyžadující ochranu)	<b>18 dB(A)</b>	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 25 dB(A) ✓ Splňuje	<b>18 dB(A)</b>	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 24 dB(A) ✓ Splňuje
Sousední místnost (ve vlastním bytě)	<b>29 dB(A)</b>	Žádné požadavky	Žádné požadavky	Žádné požadavky	<b>27 dB(A)</b>	EB I ≤ 35 dB(A) ✓ Splňuje	EB II ≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	Žádné požadavky

V přehledu výsledků se vždy uvádí nejvyšší hodnota.

## Zkušební zpráva od Fraunhofer IBP P-BA II/2022 Masivní stěna Wavin AS+ a Wavin SiTech+ a Wavin Tigris



### Místnosti

- (A) Sousední místnost, přízemí vzaду
- (B) Místnost diagonálně pod referenční místností, suterén vzaду

### Materiály

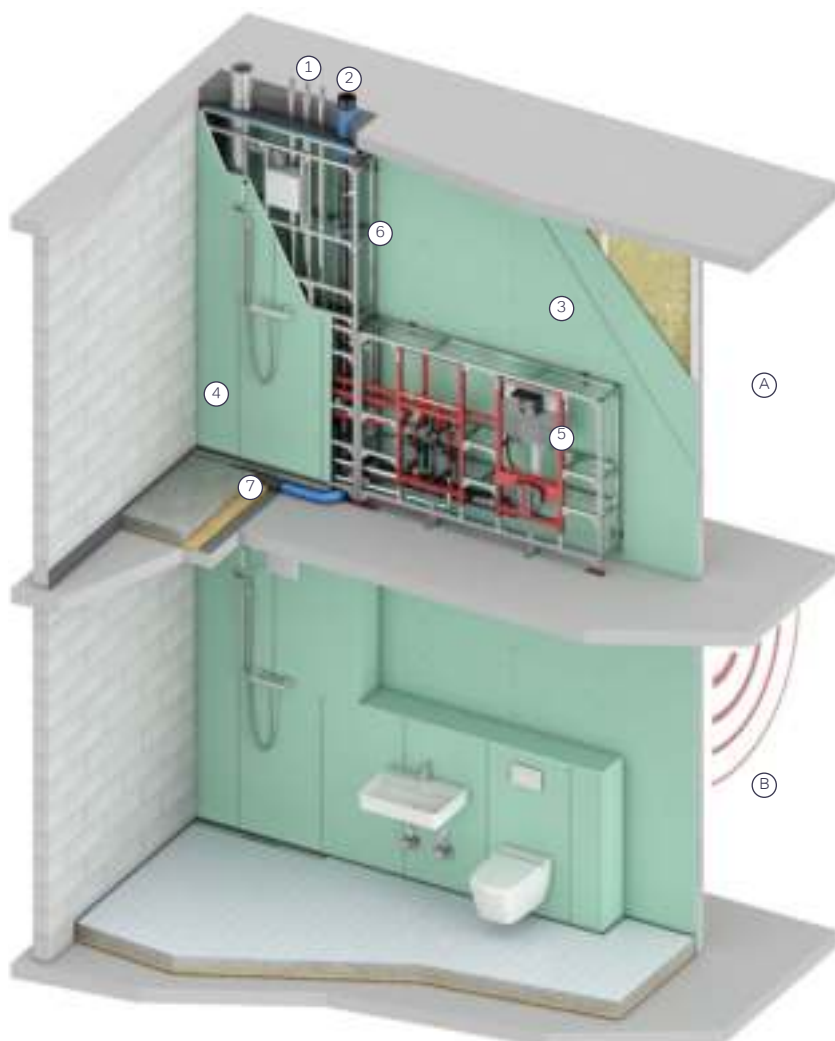
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Prémiová protihluková ochrana Wavin AS+ (spádový rozvod odpadů)
- ③ Wavin SiTech+ (poschodí)
- ④ Instalační stěna, masivní, 220 kg/m<sup>2</sup>
- ⑤ Sádrokartonové desky, tloušťka 18 mm
- ⑥ Předstěna, profil TECE, modul s WC a univerzální splachovací nádržíčkou
- ⑦ Upevnění odpadu pomocí systémové objímky Wavin
- ⑧ Sprchový kanálek, TECEdrainprofile

### Zvuky z instalace podle DIN 4109, DIN 4109-5 a VDI 4100

MÍSTO MĚŘENÍ	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	VÝSLEDEK PODLE DIN 4109:4 2016-07	POŽADAVKY PODLE			VÝSLEDEK PODLE VDI 4100: 2012-10	POŽADAVKY PODLE		
	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08		VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III	
Místnost diagonálně pod referenční místností (v jiném bytě, místnost vyžadující ochranu)	23 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 25 dB(A) ✓ Splňuje	19 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 24 dB(A) ✓ Splňuje
Sousední místnost (ve vlastním bytě)	28 dB(A)	Žádné požadavky	Žádné požadavky	Žádné požadavky	24 dB(A)	EB I ≤ 35 dB(A) ✓ Splňuje	EB II ≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	Žádné požadavky

V přehledu výsledků se vždy uvádí nejvyšší hodnota.

## Zkušební zpráva od Fraunhofer IBP P-BA 21/2022 Suchá stěna Wavin SiTech+ a Wavin Tigris



### Místnosti

- (A) Sousední místnost, přízemí vzadu
- (B) Místnost diagonálně pod referenční místností, suterén vzadu

### Materiály

- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin SiTech+
- ③ Sádrokartonové desky, oboustranné a dvouvrstvé s tloušťkou 12,5 mm, plněné izolační vrstvou 60 mm z minerálních vláken
- ④ Sádrokartonové desky, tloušťka 18 mm
- ⑤ Předstěna, profil TECE, modul s WC a univerzální splachovací nádržkou
- ⑥ Upevnění odpadu pomocí systémové objímky Wavin
- ⑦ Sprchový kanálek, TECEdrainprofile

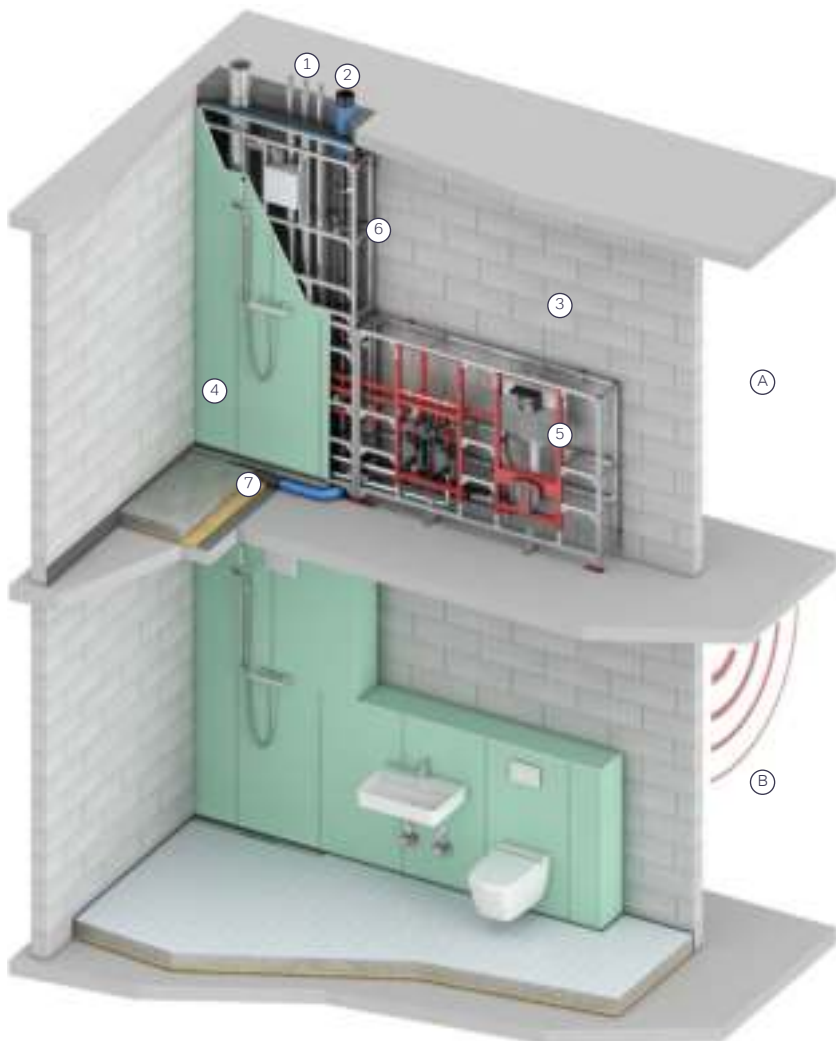
### Zvuky z instalace podle DIN 4109, DIN 4109-5 a VDI 4100

MÍSTO MĚŘENÍ	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	VÝSLEDEK PODLE	POŽADAVKY PODLE			VÝSLEDEK PODLE	POŽADAVKY PODLE		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Místnost diagonálně pod referenční místností (v jiném bytě, místnost vyžadující ochranu)	<b>18 dB(A)</b>	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 25 dB(A) ✓ Splňuje	<b>18 dB(A)</b>	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 24 dB(A) ✓ Splňuje
Sousední místnost (ve vlastním bytě)	<b>28 dB(A)</b>	Žádné požadavky	Žádné požadavky	Žádné požadavky	<b>27 dB(A)</b>	EB I ≤ 35 dB(A) ✓ Splňuje	EB II ≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	Žádné požadavky

V přehledu výsledků se vždy uvádí nejvyšší hodnota.



## Zkušební zpráva od Fraunhofer IBP P-BA 12/2022 Masivní stěna Wavin SiTech+ a Wavin Tigris



### Místnosti

- (A) Sousední místnost, přízemí vzadu
- (B) Místnost diagonálně pod referenční místností, suterén vzadu

### Materiály

- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin SiTech+
- ③ Instalační stěna, masivní, 220 kg/m<sup>2</sup>
- ④ Sádkartonové desky, tloušťka 18 mm
- ⑤ Předstěna, profil TECE, modul s WC a univerzální splachovací nádržkou
- ⑥ Upevnění odpadu pomocí systémové objímky Wavin
- ⑦ Sprchový kanálek, TECEdrainprofile

### Zvuky z instalace podle DIN 4109, DIN 4109-5 a VDI 4100

MÍSTO MĚŘENÍ	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	VÝSLEDEK PODLE	POŽADAVKY PODLE			VÝSLEDEK PODLE	POŽADAVKY PODLE		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Místnost diagonálně pod referenční místností (v jiném bytě, místnost vyžadující ochranu)	25 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 25 dB(A) ✓ Splňuje	21 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 27 dB(A) ✓ Splňuje	≤ 24 dB(A) ✓ Splňuje
Sousední místnost (ve vlastním bytě)	27 dB(A)	Žádné požadavky	Žádné požadavky	Žádné požadavky	24 dB(A)	EB I ≤ 35 dB(A) ✓ Splňuje	EB II ≤ 30 dB(A) ✓ Splňuje	Žádné požadavky

V přehledu výsledků se vždy uvádí nejvyšší hodnota.

## Seznam zkratek

- $L_{AF}$**  **Hladina akustického tlaku** ze součástí technického zařízení budov, která je měřena s frekvenčním vyhodnocením A a časovým vyhodnocením F (FAST) a udává se v dB(A).
- $L_{AF, max}$**  **Maximální hladina akustického tlaku** ze součástí technického zařízení budov, která je měřena s frekvenčním vyhodnocením A a časovým vyhodnocením F (FAST) a udává se v dB(A).
- $L_{AF, max, n}$**  **Maximální normovaná hladina akustického tlaku**, určující veličina pro posouzení vlivu rušivých zvuků z vodovodní instalace a ostatních součástí technického zařízení budov, která je měřena s frekvenčním vyhodnocením A a časovým vyhodnocením F (FAST), vztaženo na referenční absorpční plochu  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ .
- $L_{AF, max, nT}$**  **Maximální standardní hladina akustického tlaku**, je měřena s frekvenčním vyhodnocením A a časovým vyhodnocením F (FAST), vztaženo na dobu dozvuku  $T_0 = 0,5 \text{ s}$ .
- $L_{AF, max, nT}$**  **Střední maximální standardní hladina akustického tlaku**, je měřena s frekvenčním vyhodnocením A a časovým vyhodnocením F (FAST), vztaženo na dobu dozvuku  $T_0 = 0,5 \text{ s}$ .
- $L_{ap}$**  **Hladina hluku z armatur**, je měřena s frekvenčním vyhodnocením A jako charakteristická hodnota pro zvuky pocházející z armatur.

## Seznam literatury

1. DIN 4109-1:2018-01 Protihluková ochrana u pozemních staveb, Část 1: Minimální požadavky
2. DIN 4109-5:2020-08 Protihluková ochrana u pozemních staveb, Část 5: Zvýšené požadavky
3. VDI 4100:2012-10, Protihluková ochrana u pozemních staveb – byty – posuzování a návrhy pro zvýšenou protihlukovou ochranu
4. DEGA BR 104 2015-02 Protihluková ochrana ve vlastním obytném prostoru
5. DEGA BR 103 2018-01 Protihluková ochrana u bytových staveb – doklad o protihlukové ochraně
6. Protihluková ochrana: stavební akustika, základy, zvuk šířený vzduchem a zvuk kroků – 2. vydání, Springer Vieweg
7. DIN 4109-36: 2016-07 Protihluková ochrana u pozemních staveb, Část 36: Údaje pro výpočtové prokázání protihlukové ochrany (katalog dílů) – technické zařízení budov
8. IKZ.de Odposlech v koupelně 19. 7. 2018



# Seznamte se s naším širokým portfoliem na wavin.cz

- Pitná voda
- Rozvody plynu
- Dešťová voda
- Kanalizace
- Odpadní voda
- Vytápění a klimatizace



Wavin je součástí skupiny Orbia, zahrnující společnosti, které se snaží nacházet řešení aktuálních světových problémů a výzev.

Sledujeme společný cíl:  
To Advance Life Around the World.

**Wavin Czechia s.r.o.** | Rudeč 848 | 277 13 Kostelec nad Labem | Tel.: +420 326 983 111  
Fax: +420 326 983 110 | E-mail: info.cz@wavin.com | Více informací na [www.wavin.cz](http://www.wavin.cz)

**Wavin Slovakia s.r.o.** | Partizánska 73/916 | 957 01 Bánovce nad Bebravou | Tel.: +421 038 7605 895  
Fax: +421 038 7605 896 | E-mail: info.sk@wavin.com | Více informací na [www.wavin.sk](http://www.wavin.sk)

Společnost Wavin provozuje program neustálého vývoje produktů, a proto si vyhrazuje právo na změnu nebo doplnění specifikací svých produktů bez upozornění. Veškeré informace v této publikaci jsou poskytovány v dobré víře a považovány za správné v době jejího tisku. Nelze však přijmout jakoukoliv odpovědnost za jakékoliv chyby, opomenutí nebo nesprávné předpoklady.

© 2023 Wavin Společnost Wavin nabízí efektivní řešení nezbytných potřeb každodenního života: spolehlivou distribuci pitné vody, zpracování dešťové vody a odpadních vod na základě zásad trvale udržitelného rozvoje a ekologie.