

Mephared II

AKUSTICKÁ STUDIE

28. března 2022

číslo zprávy 121-SHR-22

Zadání

Na objednávku společnosti AED Project a.s. jsou posouzeny skladby konstrukcí, hluk stacionárních zdrojů a akustické úpravy poslucháren v projektovaném objektu Mephared II v Hradci Králové.

Podklady

- 1) MEPHARED 2, dokumentace pro stavební povolení (Boogle Architects s.r.o., 31/08/2021)
- 2) Hluková studie záměru „Kampus UK v Hradci Králové – MEPHARED II“ (Mgr. Michal Grégr, 19. 3. 2002)
- 3) Složení konstrukcí (AED Project a.s., 03/2022)
- 4) ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky
- 5) Vyhláška č. 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- 6) ČSN 73 0527 Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely
- 7) Akustický posudek (Kampus UK v Hradci Králové – II. etapa – MEPHARED 2“ (Studio D – akustika s.r.o., 7. 1. 2019)

Požadované hodnoty

Hygienické limity hluku

Podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ve znění nařízení vlády č. 217/2016 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací je hygienický limit v chráněných venkovních prostorech ostatních staveb a v chráněných ostatních venkovních prostorech stanovena základní hladinou $L_{Aeq,T} = 50$ dB a korekcí podle přílohy 3 k uvedenému nařízení. Hluk ze stacionárních zdrojů je v denní době hodnocen po dobu osmi nejhluchnějších hodin, v noci po dobu jedné hodiny, tj. hygienický limit hluku ve dne je $L_{Aeq,8h} = 50$ dB, v noci $L_{Aeq,1h} = 40$ dB. Při výskytu výrazných tónových složek nebo výrazném informačním charakteru hluku (řeč, hudba) se uplatňuje další korekce -5 dB.

Hluk z dopravy po pozemních komunikacích je hodnocen za celou denní respektive noční dobu. Podle přílohy 3 NV 272/2011 Sb. je v denní době hygienický limit pro hluk ze silniční dopravy po pozemních komunikacích včetně účelových komunikací $L_{Aeq,16h} = 55$ dB, v noční době $L_{Aeq,8h} = 45$ dB. V okolí hlavních komunikací, kde hluk z dopravy po těchto komunikacích je převažující a v ochranném pásmu drah se použije korekce +10 dB, tj. hygienický limit hluku ve dne je $L_{Aeq,16h} = 60$ dB, v noci $L_{Aeq,8h} = 50$ dB.

Podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ze dne 24. srpna 2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací je hygienický limit v chráněném vnitřním prostoru staveb pro bydlení a občanského vybavení pro hluky pronikající zvenčí dána součtem základní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T} = 40$ dB a korekcí přihlížejících k využití prostorů a denní době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. Pro přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol je stanovena korekce +5 dB. Tomu odpovídá hygienický limit hluku $L_{Aeq,8h} = 45$ dB.

Neprůzvučnost konstrukcí

Neprůzvučnost obvodových plášťů musí vyhovovat požadavkům tabulky 2 v ČSN 73 0532. V daném případě, tj. u učeben, poslucháren a dalších pobytových místností škol je předepsána pro hodnoty hluku před fasádou až do $L_{Aeq} = 65$ dB (ekvivalentní hladina za celou denní dobu, tj. 6 až 22 hod) neprůzvučnost $R'_w = 30$ dB. Pro neprůzvuč-

nost oken platí, že, je-li jejich plocha větší nebo rovna 50 % plochy fasádní stěny příslušné místnosti, musí být neprůzvučnost oken stejná. Pokud je plocha oken menší, může být neprůzvučnost oken nižší o 3 dB, je-li plocha okna menší než 35% plochy stěny může být neprůzvučnost oken nižší o 5 dB.

Nejnižší přípustné hodnoty zvukové izolace vnitřních dělicích konstrukcí budov stanoví ČSN 73 0532. Požadavky na neprůzvučnost oddělovacích konstrukcí mezi kanceláři se odvozují z účelu místností, stejně jako požadavky na přednáškové a konferenční prostory – viz tabulky I a II.

Tabulka I

| Chráněný prostor: Administrativní a správní budovy - kanceláře a pracovní | | | | | |
|--|--|-----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------|
| | | Stropy | | Stěny | Dveře |
| | Hlučný prostor | $R'_{w, D_{nT,w}}$ dB | $L'_{n,w}, L'_{n,T,w}$ dB | $R'_{w, D_{nT,w}}$ dB | R_w dB |
| 19 | Kanceláře a pracovní s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné prostory | 52 | 58 | 37 | 27 |
| 20 | Kanceláře a pracovní se zvýšenými nároky, pracovní vedoucích pracovníků * | 52 | 58 | 42 | 27 |
| 21 | Kanceláře a pracovní pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem * | 52 | 58 | 50 | 35 |

* Požadavky platí rovněž mezi uvedenými pracovními a přilehlými chodbami a pomocnými prostory

Tabulka II

| Chráněný prostor: místnosti ve školách a vzdělávacích institucích | | | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Řádka | Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku) | Požadavky na zvukovou izolaci | | | |
| | | Stropy | | Stěny | Dveře |
| | | $R'_{w, D_{nT,w}}$ dB | $L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB | $R'_{w, D_{nT,w}}$ dB | R_w dB |
| Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory, kabinety učitelů | | | | | |
| 1 | Učebny, výukové prostory, kabinety | ≥53 | ≤55 | ≥47 | ≥37 |
| 2 | Společné prostory, chodby, schodiště | ≥53 | ≤58 | ≥47 | ≥32 ^a ≥27 ^b |
| 3 | Hlučné prostory (dílny, jídelny, herny, technická centra) $L_{A,max} \leq 85$ dB | ≥55 | ≤48 | ≥52 | – |
| 4 | Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny) $L_{A,max} \leq 90$ dB ^c | ≥60 | ≤48 | ≥57 | – |

^a Platí pro vstupní dveře přímo do chráněného prostoru.

^b Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předsíní nebo zádveřím s dalšími dveřmi.

^c Vzhledem k pravděpodobnému výskytu nízkých kmitočtů mohou být nutná i další opatření. Situace obvykle vyžaduje zvláštní posouzení.

^a Platí pro vstupní dveře přímo do chráněného prostoru.

^b Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předsíní nebo zádveřím s dalšími dveřmi.

^c Vzhledem k pravděpodobnému výskytu nízkých kmitočtů mohou být nutná i další opatření. Situace obvykle vyžaduje zvláštní posouzení.

V případě vzduchové neprůzvučnosti (R) se jedná o nejnižší přípustnou hodnotu, v případě kročejové neprůzvučnosti (L) o nejvyšší přípustnou hodnotu.

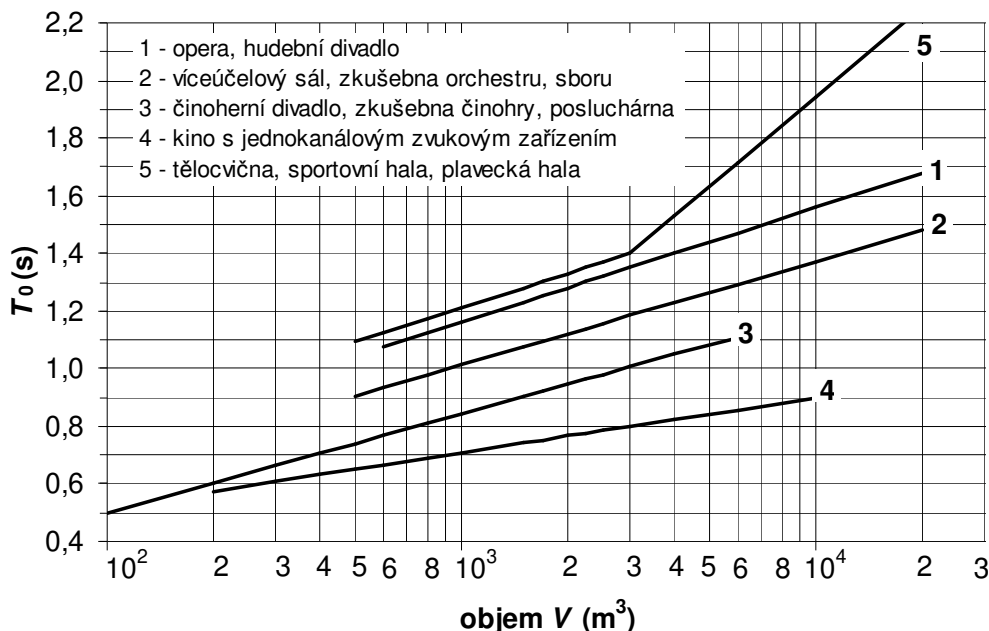
Poslechové podmínky

V učebnách a posluchárnách je třeba zajistit odpovídající poslechové podmínky odpovídající požadavkům ČSN 73 0527. V místnostech s objemem do 200 m³ je optimální doba dozvuku $T = 0,7$ s, ve větších posluchárnách platí závislost doby dozvuku na objemu podle křivky 3 v grafu na obrázku 1. Posluchárny jsou soustředěny do 1. a 2. NP:

- posluchárna A350 FaF (m. č. 2.196), plocha podlahy 420 m², 2 podlaží
- posluchárna A350 LF (m. č. 2.203), plocha podlahy 430 m², 2 podlaží
- posluchárna B250 FaF (m. č. 1.156), plocha podlahy 300 m², 2 podlaží
- posluchárna C200 FaF (m. č. 1.157), plocha podlahy 240 m², 2 podlaží

- posluchárna D120 FaF (m. č. 1.158), plocha podlahy 160 m², 1 podlaží
- posluchárna B250 LAF (m. č. 2.204), plocha podlahy 250 m², 2 podlaží

Pro úpravu doby dozvuku místností je počítáno s podhledy zavěšenými pod stropem místností, v posluchárnách spolu s tvarováním podhledu v součinnosti s návrhem osvětlení a vyústění zařízení pro větrání a klimatizaci prostorů.



Obrázek 1: Doba dozvuku uzavřených prostorů podle ČSN 73 0527

Složení konstrukcí Vodorovné konstrukce

Základem stropních konstrukcí je železobetonová nosná deska tloušťky 300 mm, skladby podlah (nášlapných vrstev) v nadzemních podlažích se liší podle účelu místností, u skladeb P1.1, P1.2, P2.1, P2.2, P2.3, P2.4 se ovšem ve všech případech jedná o těžkou plovoucí podlahu na vrstvě izolace (polystyrén) tohoto složení:

- | | |
|--|------------|
| • pochozí vrstva (dlažba, PVC, koberec) | 10 mm |
| • litý cementový potěr | 60 (62) mm |
| • PE folie vytažena na okrajové pásy | |
| • elastifikovaný pěnový polystyrén pro kročejový útlum | 30 mm |
| • elastifikovaný pěnový polystyrén 150 | 40 mm |
| ▪ železobetonová stropní deska | 300 mm |

Pro možnost využít plošinu pro mytí zasklení v atriu bude podlaha v atriu řešena odlišně, vrstvu kročejové izolace bude tvořit 10 mm tlustá folie Ethafoam a vrstva cementového potěru bude zesílena pro zajištění její dostatečné únosnosti.

V technických místnostech na střeše, pod nimiž jsou tepelně izolované místnosti je složení:

- | | |
|--|--------|
| • litý cementový potěr | 80 mm |
| • PE folie vytažena na okrajové pásy | |
| • elastifikovaný pěnový polystyrén 150 | 120 mm |
| • elastifikovaný pěnový polystyrén pro kročejový útlum | 40 mm |
| ▪ železobetonová stropní deska | 300 mm |

Kvůli tepelné izolaci je odlišná skladba podlah též v 1. PP, kde je vrstva tepelné izolace (referenčně EPS 100 Z) tloušťky 170 mm a vrstva kročejové izolace (referenčně Bachl EPS T 4000) je snížena na 20 mm. Tato změna nemá vliv na kročejovou neprůzvučnost podlahy, tj. neovlivní šíření zvuku do vyšších podlaží.

Zvláštní případ představují podstavce pro mikroskopy a další přístroje, u kterých je třeba zajistit izolaci proti možným otřesům. Podle požadavku investora jsou tato zařízení na samostatném betonovém základu uloženém na lože z betonářského písku.

Podlahy v technických místnostech jsou vesměs řešeny jako těžké plovoucí, tj. zařízení umístěná v těchto místnostech jsou stavebně oddělená od všech dalších konstrukcí v objektu.

Svislé konstrukce

Vnitřní stěny jsou v nadzemních podlažích převážně řešené jako sádkartonové příčky typu (referenčně KNAUF W112), tj. oboustranně 2x deska tloušťky 12,5 mm a vzduchová mezera podle potřebné neprůzvučnosti tloušťky 50 mm až 150 mm. Požadovaná neprůzvučnost příček oddělujících vzájemně chráněné místnosti odvozená od požadavků investora a z toho vyplývající požadavky na typy desek použitých pro stavbu příček (viz firemní podklady KNAUF) je uvedena ve stavební dokumentaci. Vedení elektrických a dalších rozvodů příčkami neovlivní neprůzvučnost příček za předpokladu, že procházející instalace nevytvoří zvukový můstek mezi záklopy příček, tj. nevyplní celou vzduchovou mezera mezi příčkami.

Neprůzvučnost zděných a železobetonových stěn oddělujících místnosti v 1. PP (například stěna oddělující prostor pro parkování vozidel od dalších částí objektu), majících tloušťku 200 mm, respektive 300 mm vyhovuje s rezervou požadavkům ČSN 73 0532.

Nadzemní obvodové stěny jsou železobetonové tloušťky 200 mm opatřené zateplovacím obkladem tloušťky 100 mm, takže s velkou rezervou překračují požadavky ČSN 73 0532 na neprůzvučnost obvodového pláště.

Dveře

Požadavky na dveře jsou uvedeny výše v tabulce II. Pro dosažení neprůzvučnosti dveří $R_w = 27$ dB, respektive $R_w = 32$ dB (při přímém vstupu do chráněné místnosti z chodby) je (kromě dostatečné hmotnosti dveří) **nezbytné, aby dveře těsnily po celém obvodu**, tj. i u podlahy. Pokud nebudou používány prahy, lze utěsnění dveří řešit padacími lištami (referenčně ELLEN – Matic). Správná funkce lišt musí být pravidelně kontrolován a v případě potřeby doladěna – lišta musí při zavřených dveřích rovnoměrně těsnit po celé délce.

Mobilní příčky

V seminárních místnostech jsou navrženy mobilní příčky umožňující rozdělit místnost na dvě, případně na tři části. Neprůzvučnost těchto příček musí splňovat požadavky pro vzájemné oddělení učeben, tj. $R_w = 47$ dB. Neprůzvučnost samotné příčky (laboratorní hodnota udávaná výrobcem) musí být tedy přiměřeně vyšší ($R_w = 55$ dB) s tím, že na příčku končící ve výšce podhledu musí navazovat nad podhledem dvojité sádkartonová konstrukce (referenčně KNAUF W111) přehrazující vedlejší cestu šíření zvuku.

Neprůzvučnost stavebních konstrukcí

Neprůzvučnost stropních konstrukcí vychází následovně (viz výpočet v příloze):

$$R_w = 62 \text{ (-1;-5) dB,}$$

$$L_{nw} = 39 \text{ dB,}$$

Neprůzvučnost střešní konstrukce nesoucí zařízení na střeše je

$$R_w = 63 \text{ (-1;-5) dB,}$$

$$L_{nw} = 41 \text{ dB.}$$

Je zřejmé, že při zvolené tloušťce nosné železobetonové konstrukce a skladbě podlahových vrstev jsou požadavky na neprůzvučnost stropů splněny s velkou rezervou. Je pouze třeba dbát na pečlivé provedení izolací, aby nedošlo ke spojení plovoucí desky cementového potěru s okolními konstrukcemi (nosná deska, stěny). Takto vytvořený akustický most by vlastnosti konstrukce znehodnotil a jeho případné nalezení i odstranění jsou velmi pracná a nákladná.

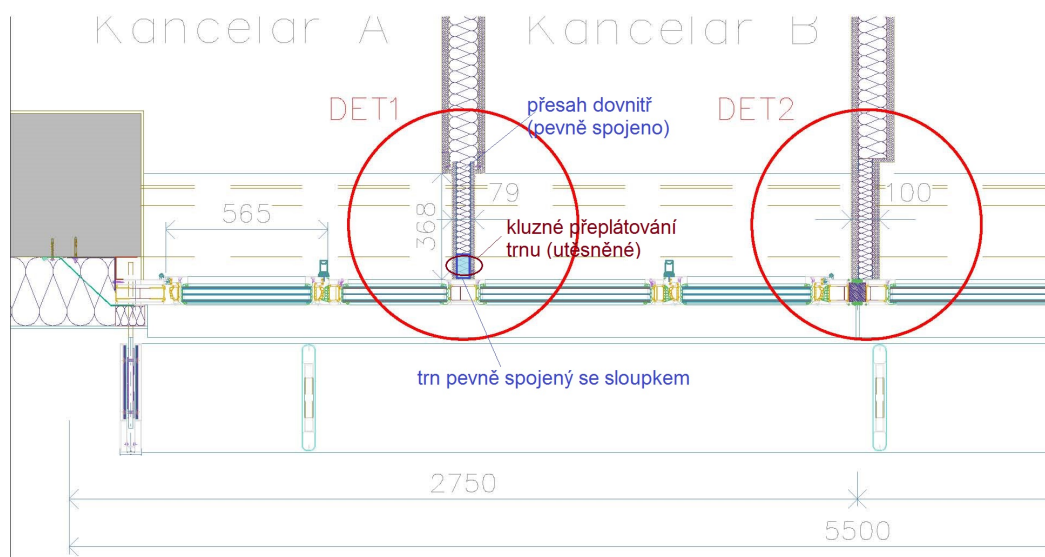
Pokud jde o neprůzvučnost stěn (sádkartonových příček), tak podle firemních podkladů KNAUF (referenční výrobek) je neprůzvučnost stěn typu W112, tj. oboustranně 2x deska (White, Red) 12,5 mm, v případě tloušťky 100 mm $R_w = 51$ dB, tloušťky 125 mm $R_w = 53$ dB a při tloušťce 150 mm $R_w = 56$ dB. Při použití těžších desek (Piano, DIAMANT, SILENT-BOARD) lze dosáhnout vyšších hodnot, požadovaných investorem, viz materiály KNAUF.

Jedná se o laboratorní hodnoty, tj. pro splnění požadavku ČSN 73 0532 (viz výše) je třeba připočítat korekci respektující podíl bočních cest, která je podle ČSN 73 0532 v tomto případě (lehká dělicí stěna mezi těžkými konstrukcemi) $k_1 = -5$ dB, v případě styku dvou lehkých konstrukcí mezi těžkými konstrukcemi $k_1 = -6$ dB.

Neprůzvučnost prosklených příček nesmí snížit neprůzvučnost celé stěny pod hodnotu neprůzvučnosti požadovanou v ČSN 73 0532, tj. mezi učebnami a mezi učebnou a komunikačním prostorem $R'_w = 47$ dB. Neprůzvučnost prosklených částí se tedy musí řídit výše uvedenými požadavky na neprůzvučnost obvodových plášťů, tj. do 50% plochy může být o 3 dB nižší, nad 50% plochy stejná, jako je požadavek ČSN 73 0532.

Neprůzvučnost navržených zděných a železobetonových stěn je z hlediska požadavků ČSN 73 0532 dostatečná.

Napojení příčky mezi místnostmi na fasádu je třeba řešit tak, aby byla jistota, že vlivem změn teploty nedojde k porušení celistvosti příčky a tím ke vzniku netěsností snižujících neprůzvučnost příčky. Možným řešením je oboustranné přeplátování trnu pevně a těsně připojeného k fasádnímu sloupku sdk deskami pevně spojenými s příčkou. Kluzné spojení trnu a obepínajících sdk desek je schematicky naznačeno na následujícím obrázku 2.



Obrázek 2: Napojení sdk příčky na fasádu objektu

Opatření proti přenosu vibrací

Obecně je ochrana před přenosem vibrací od možných zdrojů řešena důsledným řešením podlah jako těžkých plovoucích. Výjimečnou ochranu před přenosem vibrací u mikroskopů, případně dalších zařízení citlivých na vibrace řeší uložení Akustický posudek (7). Podle výsledků měření zmiňovaných v posudku nehrozí, že by do objektu pronikaly zaznamenáníhodné vibrace z okolní automobilové dopravy.

Doporučené použití samozavíračů na dveřích je vhodné použít u učeben, laboratoří, praktikáren, poslucháren, tj. místností s vyšší frekvencí vstupů osob. Samozavírače musí být pravidelně kontrolovány a seřizovány, aby skutečně zajistily omezení rázů při zavírání dveří.

Technická zařízení

Vzhledem k charakteru stavby jsou v objektu kromě standardních zdrojů hluku (zařízení pro větrání a klimatizaci vnitřních prostorů, náhradní zdroj elektrické energie, výtahy) další technická zařízení, u nichž je třeba zamezit šíření provozního hluku do chráněných prostorů – viz následující výčet zařízení.

Náhradní zdroje elektrické energie

V 1. PP objektu jsou umístěny 2 dieselagregáty o výkonu 850 kVA ($L_{Aeq} = 75 \text{ dB/7 m}$) kryté mřížemi v úrovni terénu (1. PP přesahuje obrys objektu ve vyšších podlažích). Zdroje budou pravidelně zkoušeny podle doporučení výrobce. S ohledem na délku zkoušky (nejvýše 30 minut) nehrozí, že by tento provoz způsobil překročení hygienického limitu hluku.

Výroba stlačeného vzduchu

Centrální kompresorová stanice pro výrobu stlačeného vzduchu bude umístěna pod vjezdovou rampou do podzemního parkingu. Železobetonová vana komunikace spojená s opěrnou zdí a přemostěním navazujícím na vjezdovou rampu vytváří niku, do níž bude na těžké plovoucí podlaze oddělené pružně od vodorovných i svislých konstrukcí objektu uložen na silentbloky kompresor. V otvorech pro přívod a odvod vzduchu musí být odpovídající tlumiče hluku.

Transformátorová stanice

Odběratelská trafostanice 35/0,4 kV a rozvodna NN bude umístěna v severovýchodním rohu 1. PP nové budovy MEPHARED 2. Ve stanici budou tři kobky s transformátory o výkonu 1600 kVA uloženými na těžké plovoucí podlaze oddělené pružně od všech konstrukcí objektu.

Vytápění, chlazení

Pro vytápění budou použity celkem 3 vodou chlazené jednotky (tepelná čerpadla typu země - voda) ze 4 o výkonu 1407 kW umístěná v suterénu budovy. Pro chlazení budou tepelná čerpadla pracovat v reverzním režimu, pro odvod kondenzačního tepla bude jejich funkce posílena o kompresorovou chladicí jednotku napojenou na suché chladiče na střeše objektu.

V zimních měsících bude využívána pro vytápění objektu též výměníková stanice napojená na rozvod tepla z Elektrárny Opatovice umístěná v 1. PP.

Větrání

Z hlediska počtu a větraných prostor se předpokládá následující rozdělení větracích systémů

- Větrání administrativy, chodeb, poslucháren, seminárních místností a hygienických zázemí (6 zařízení v objektu SO 01.B v blízkosti hlavních instalačních šachet a 1 zařízení v objektu SO 01.A. Větrací sestavy budou umístěny na střeše na ocelových komunikacích cca 40 cm nad úroveň střechy spolu s nasáváním a výfukem vzduchu.
- Větrání laboratoří a praktikáren s předpokládanou produkcí škodlivých látek (digestoře). Šest zařízení v objektu SO 01.B v blízkosti hlavních instalačních šachet. Větrací sestavy budou umístěny na střeše na ocelových komunikacích cca 40 cm nad úroveň střechy spolu s nasáváním a výfukem vzduchu.
- Větrání laboratoře BSL3 (zařízení č. 5). Větrací a klimatizační jednotka pro tento prostor bude umístěna v samostatné strojovně vzduchotechniky na úrovni 1.PP v blízkosti větraných prostor, odvodní ventilátor s tlumiči hluku bude umístěn na střeše.
- Větrání kryocentra. Prostory kryocentra budou napojeny na centrální systém odvětrání laboratoří s tím, že před každou místností budou umístěny na přívodu a odvodu vzduchu regulátory proměnného průtoku vzduchu zajišťující výše uvedené průtoky vzduchu.
- Větrání pracoviště elektronové mikroskopie (ELMI). Prostory ELMI budou napojeny na centrální systém větrání kanceláří (odst. 4.2.1) a laboratoří (odst. 4.2.2) z šachty Š 4. Vzduchotechnické a klimatizační zařízení bude dimenzováno tak, aby hladina akustického tlaku 1 m od zařízení nepřevýšila hodnotu $L_{WA} = 50$ dB.
- Větrání prostoru nukleomagnetonické rezonance (NMR - zařízení č. 9). systém pro větrání a základní klimatizaci některých prostor NMR v 1.PP bude vybaven vlastní centrální větrací jednotkou, která bude umístěna na střeše objektu v blízkosti šachty Š5. Jednotka bude umístěna na ocelovém roštu ve výšce cca 40 cm nad úroveň střechy spolu s nasáváním a výfukem vzduchu.
- Větrání radioizotopové laboratoře (RIL- zařízení č. 10).
- Vivárium v 1.PP (zařízení č. až č. 4). S ohledem na nutnost spolehlivého provozu celého systému bude celé zařízení určené pro větrání daného provozu 100 % zálohováno po stránce technologického vybavení i zálohování z hlediska napájení. Obě větrací a klimatizační jednotky pro základní úpravu a dopravu vzduchu budou umístěny na střeše v blízkosti šachty Š2, kterou budou vzduch do vivária na úrovni 1. PP dopravovat, respektive odvádět.
- Větrání parkingu
- Větrání CHUC – předpoklad 15 nezávislých systémů
- Provozní místnosti, sklady, strojovny, chodby v 1. PP. Celkem 3 systémy (1 v objektu SO 01.A), samostatné jednotky s rekuperačním výměníkem tepla a s příslušnými filtry, budou umístěny na střeše objektů.
- Větrání výukových prostor ANATOMIE (zařízení č. 8). Prostor ANATOMIE v 1.PP bude vybaven vlastní centrální větrací jednotkou, která bude umístěna na střeše objektu v blízkosti šachty Š1. Jednotka bude umístěna na ocelovém roštu ve výšce cca 40 cm nad úroveň střechy spolu s nasáváním a výfukem vzduchu.
- Větrání GASTRO provozu v prostoru SO 01.A. Větrání gastroprovozů budou zajišťovat samostatné jednotky s rekuperačním výměníkem tepla a s příslušnými filtry. Jednotky budou umístěny na střeše centrální budovy.
- Větrání transformátorové stanice. Pro větrání prostoru trafostanice v suterénu je použit přívodní ventilátor umístěný v řešené místnosti. Výfuk teplého vzduchu z místnosti bude do venkovního prostředí přes protidešťovou žaluzii, uzavírací těsnou klapku.

Výtahy

V budově B bude umístěno celkem 7 lanových výtahů (referenčně dle podkladů KONE Mono Space 500 s pohonnou jednotkou v horní části šachty), v budově C budou 2 výtahy Mono Space 500 a jeden výtah Mono Space 300 DX. Šachty výtahů budou že-

lezobetonové, oddělené pružně od dalších konstrukcí objektu. Šachty výtahů procházejí zrcadlem schodiště nebo jsou vedeny vedle schodiště a nesousedí s chráněnými prostory, ani přímo nenavazují na obvodové konstrukce těchto prostorů. V případě průchodu šachtou okolo chráněné (seminární) místnosti (2 případy v 1. NP) je třeba mít jistotu, že konstrukce šachta je po celé délce oddělená od konstrukce objektu.

Podle parametrů výtahů uváděných výrobcem nehrozí nebezpečí, že by provoz výtahů byl zdrojem vibrací, které by mohly v chráněných místnostech být zdrojem překračujícím hygienický limit.

Zařízení v kompresorovně B_089

V místnosti bude podle dodané dokumentace umístěn kompresor Mattei řady ECR 500 s příkonem 4 kW ($L_{wA} = 75$ dB). Perspektivně je uvažováno v souvislosti s instalací nového přístroje napájeného vzduchem z tohoto kompresoru, se silnějším kompresorem, případně bude do místnosti umístěn ještě jeden stejný kompresor.

V téže místnosti se předpokládá umístit vývěvu Agilent Varian MS40+ ($L_{wA} = 78$ dB), kompresor Atlas Copco LFX ($L_{wA} < 67$ dB) k IČ spektrometru. Je zřejmé, že hluk těchto zařízení, který vyvolá v dozvukovém poli v místnosti hladinu akustického tlaku $L_{Aeq} < 65$ dB, nebude příčinou překročení hygienického limitu hluku v kterékoliv sousední místnosti při šíření zvuku vzduchem přes stěny či strop. Neprůzvučnost dveří místnosti musí být $R_w = 27$ dB.

Hluk uvnitř objektu

Jednotky umístěné na střeše budou uloženy na betonových základech umístěných na hydroizolační fólii zakrývající izolační vrstvy. Je třeba volit plochu betonových základů odpovídající hmotnosti jednotek. Požadavky na hluk vyvolaný provozními zařízeními uveden v následující tabulce III.

Tabulka III

Požadované hodnoty hluku vyvolaného provozem zařízení pro větrání a klimatizaci

| Prostor | L_{Amax} [dB] |
|--|---|
| Laboratoře | 40/50 (podle požadavku na průtok vzduchu) |
| Seminární místnosti | 35 |
| Přednáškové sály | 35 |
| Kanceláře | 40 |
| Prostor | L_{Amax} [dB] |
| Zasedací místnosti | 35 |
| Chov myší a potkanů | 50 |
| Chov králíků | 50 |
| Technické a provozní místnosti navazující na hlavní výukové či chovné prostory | 50 |
| Strojovny, technologické místnosti | až 70 |
| Parking | až 70 |
| Sociální zázemí | 50 |
| Jídelna | 45 |
| Přípravny gastro | 55 |

Požadavky na omezení hluku vytvářeného zařízeními pro větrání a klimatizaci jsou odvozeny od hygienických limitů pro jednotlivé pobytové prostory, v dalších míst-

nostech (strojovny, parkovací plochy, hygienické zázemí a další provozní místnosti nesloužící k pobytu osob) jsou odvozeny od požadavků pro sousedící prostory.

Do vzduchotechnických rozvodů budou vloženy odpovídající typy a počty tlumičů zajišťujících splnění těchto požadavků. Pro zabránění přenosu zvuku od větracích a klimatizačních zařízení do chráněných vnitřních prostorů konstrukcí budou (kromě pružného uložení jednotek na střeše – viz výše) realizována následující opatření:

- Vzduchovody budou na závěsech od stavební konstrukce pružně odděleny
- VZT jednotky a ventilátory budou od potrubní sítě odděleny pružnými vložkami
- Do potrubních sítí budou umístěny tlumiče hluku
- Distribuční elementy a radiální ventilátory budou napojeny hluk tlumícími hadicemi
- Potrubí mezi jednotkou a tlumiči hluku bude akusticky izolováno (vč. tlumiče)
- V prostupech stavebních konstrukcí bude vzduchotechnické potrubí od stavební konstrukce pružně odděleno (např. obalením pružným materiálem)

Požadavky na vedení a upevnění dalších rozvodů médií (kanalizace, voda, plyn) jsou obdobné, tj. potrubí nesmí být pevně spojená s konstrukcemi objektu. V případě, kdy potrubí prochází chráněnou místností, musí být izolováno pevným krytem nespojeným s potrubím. Čerpadla, ventily a další články rozvodů, které mohou být zdrojem nelinearity v proudění médií musí být na rozvody napojeny tak, aby se nestaly zdrojem hluku v chráněných místnostech.

V případě elektrorozvodů (silových i signálových) včetně případného umístění zásuvek ve stěnách vzájemně oddělujících chráněné místnosti nejsou žádná zvláštní opatření nutná.

Pokud jde o technická zařízení, je pro ochranu před jejich hlukem nezbytné, aby byla uložena na těžkých plovoucích podlahách a oddělena od navazujících rozvodů pružnými spojkami. Neprůzvučnost stavebních konstrukcí (stěny stropy) je vesměs dostatečná, takže nehrozí, že by došlo k přenosu hluku šířícího se od těchto zařízení vzduchem, tj. do prostoru strojoven (technických místností). Není proto nutné v těchto místnostech instalovat na strop či na stěny obklady pohlcující zvuk.

Hluk v okolí objektu

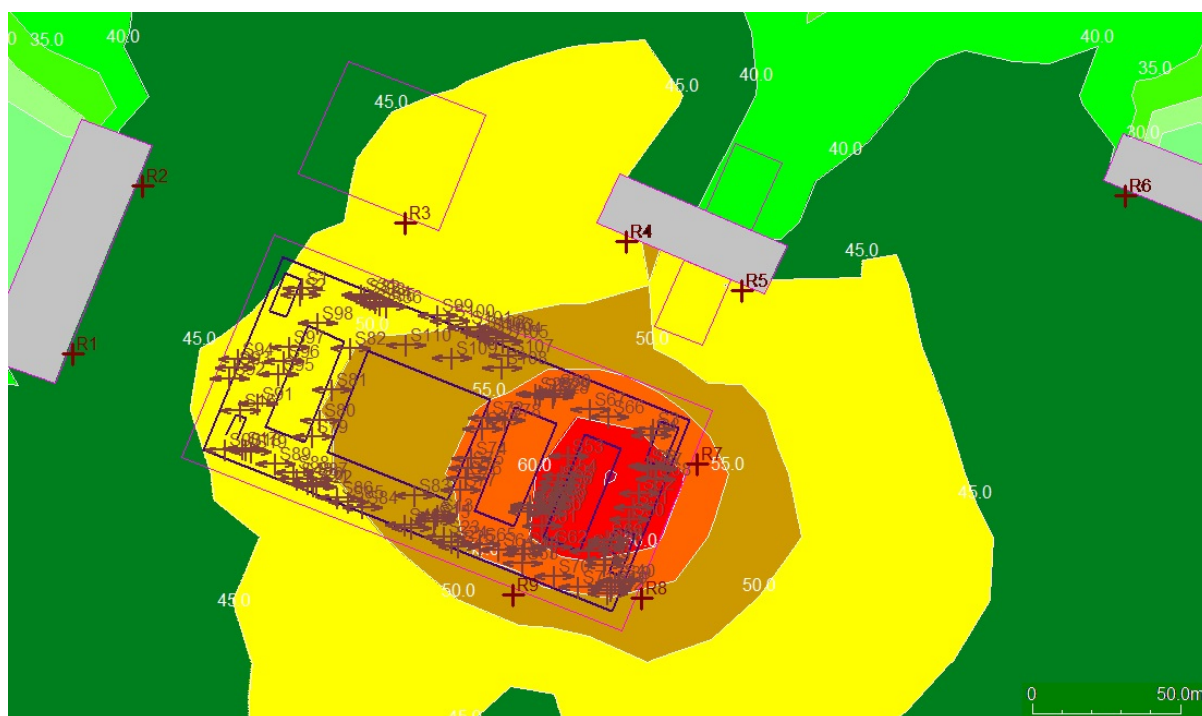
Převážná část hlučných zařízení (vzt a klima jednotky) je soustředěna na střeše objektu (viz projekt vzt a obrázky 4 a 5 v příloze), z toho většina zařízení bude v provozu výhradně v denní době. Pro posouzení hluku těchto zařízení v okolí objektu byl na základě dodaných podkladů o hluku uvedených zařízení zpracován výpočetní model situace v prostředí MITHRA IV. Výsledky výpočtu hluku za provozu všech zařízení na plný výkon jsou v následující tabulce IV a v obrázku 3. Podle zadání byla pro potřeby výpočtu uvažována jednoduchá clona po obvodu střechy do výšky podle stavebních výkresů, avšak vždy minimálně do výšky horního okraje jednotek na střeše.

Tabulka IV

Hluk vyvolaný provozem všech zařízení na střeše objektu Mephared II v denní době

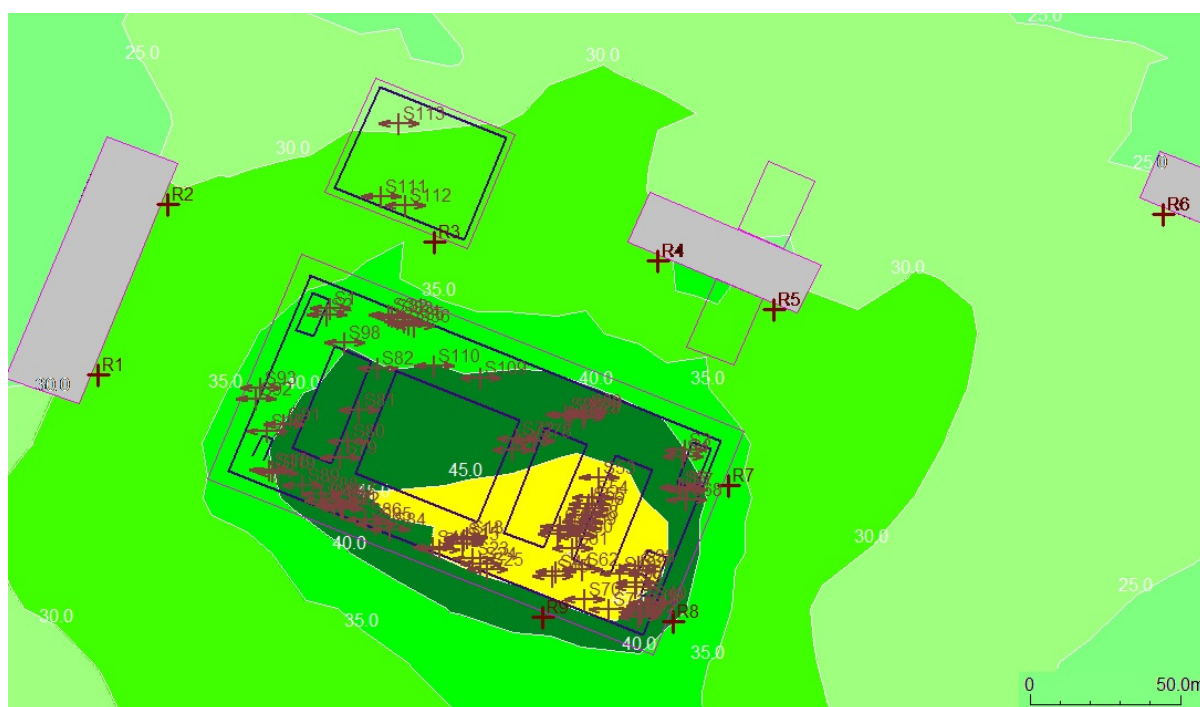
| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2NP | 33,9 | 35,1 | 31,4 | 37,5 | 34,9 | 36,0 | 38,6 | 37,3 | 32,8 |
| 3NP | 36,4 | 37,4 | 34,1 | 39,9 | 36,5 | 37,5 | 39,3 | 37,6 | 33,0 |
| 4NP | 40,4 | 37,3 | 37,1 | 42,7 | 38,7 | 38,7 | 40,0 | 38,5 | 33,4 |
| 5NP | 43,8 | 41,4 | 42,2 | 46,3 | 39,9 | 39,9 | | 43,0 | 36,2 |
| 6NP | 40,3 | 39,9 | | | | 41,1 | | | |

Body výpočtu jsou před fasádou dalších objektů v areálu a před fasádou objektu Mepharred II (R3, R4, R5, R7, R8, R9) a před dalšími chráněnými objekty v okolí: R1, R2 před fasádou budovy 21 Fakultní nemocnice Hradec Králové, R6 před fasádou bytového domu Hradecká 4/1689.



Obrázek 3: Hluk z provozu zařízení na střeše objektu, 1 m nad střechou

V noční době bude v provozu pouze menší část vzduchotechnických jednotek a nebudou v provozu klimatizační jednotky pro chlazení pobytových místností (viz projekt větrání). Hluk vyvolaný zařízeními provozovanými v noční době je na následujícím obrázku 4 a v tabulce V.



Obrázek 4: Hluk vyvolaný provozem zařízení pracujících v noční době

Z obrázku je zřejmé, že ve všech chráněných venkovních prostorech a chráněných venkovních prostorech staveb je hluboko pod hygienickým limitem.

Tabulka V

Hluk vyvolaný provozem všech zařízení na střeše objektu Mephared II v noční době

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2NP | 24,0 | 22,8 | 24,8 | 24,8 | 22,3 | 20,9 | 20,1 | 23,5 | 23,1 |
| 3NP | 25,8 | 24,4 | 26,4 | 27,0 | 26,4 | 22,8 | 20,6 | 24,1 | 24,1 |
| 4NP | 27,7 | 27,4 | 29,1 | 31,0 | 29,9 | 24,8 | 23,4 | 26,8 | 28,1 |
| 5NP | 32,2 | 30,7 | | | | 26,5 | | | |
| 6NP | 32,6 | 30,6 | | | | 26,2 | | | |

Hluk vyvolaný související dopravou je podrobně řešen v hlukové studii pro územní řízení (2), jejíž závěry zůstávají v plné míře platné.

Poslechové podmínky

Z hlediska nároků na úpravu poslechových podmínek lze místnosti v objektu rozdělit na 4 typy:

- posluchárny
- seminární místnosti
- laboratoře
- praktikárny

Posluchárny

Pokud jde o posluchárny, jsou navrženy akustické úpravy spočívající v instalaci pohltivého minerálního podhledu doplněného po stranách podélnými pásy plného sádko-kartonového podhledu, na kterém jsou položeny desky z minerálních či skelných vláken tloušťky 40 mm (referenčně Thermatex Perla RL). Pro zamezení nežádoucích odrazů přicházejících především při použití elektroakustického ozvučení do prostoru před tabulí, tj. do prostoru, kde stojí přednášející je navržen ještě pohltivý obklad zadní stěny poslucháren. Podle výpočtu doby dozvuku takto upraveného sálu je třeba pro dosažení optimálních poslechových podmínek podmíněných vyrovnanou dobou dozvuku ve slyšitelném pásmu (standardně v pásmu od 100 Hz do 4000 Hz) část kazet podhledu nahradit deskami s vyšší pohltivostí na nízkých kmitočtech, referenční výrobek kazety Thermatex Acoustic RL, na kterých budou položeny desky z minerálních či skelných vláken tloušťky 50 mm. V následující tabulce VI a v příloze je uvedeno porovnání doby dozvuku obsazené posluchárny A320 s podhledem ze standardních minerálních desek a s podhledem kombinovaným.

Tabulka VI

Doba dozvuku obsazených seminárních učeben

| Kmitočet f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| T jeden podhled | 1,33 | 1,03 | 0,91 | 0,86 | 0,84 | 0,87 |
| T kombinace | 0,94 | 0,86 | 0,87 | 0,89 | 0,96 | 0,99 |

Seminární místnosti

Seminární místnosti jsou vždy na výšku 1 podlaží, pro místnosti je uvažována výška 3,3 m od podlahy k podhledu. Podhled je navržen z kovových kazet Armstrong Metal Clip-In K-Clip ExtraMikroPerforace s flísem a Gema Grid (referenční výrobek).

Podle výpočtu doby dozvuku nejsou pro dosažení dobrých poslechových podmínek třeba žádné další úpravy, je pouze třeba pohled kombinovat z uvedených kazet prostřídaných v poměru 1 : 1 s plnými kazetami Metal Bioguard Clip-In Q-Clip F Plain a Gema Grid. Tato zásada platí pro všechny seminární místnosti včetně místností dělitelných mobilními příčkami na 2, případně 3 samostatné místnosti. Doba dozvuku nerozdělených místností jsou v následující tabulce VII a v grafu v příloze.

Tabulka VII

Doba dozvuku obsazených seminárních učeben

| Kmitočet f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| T dvojitá místnost | 0,67 | 0,58 | 0,57 | 0,62 | 0,62 | 0,66 |
| T trojitá místnost | 0,71 | 0,59 | 0,57 | 0,61 | 0,62 | 0,67 |

Laboratoře, praktikárny

Z akustického hlediska není důvodu řešit úpravu poslechových podmínek jinak než u seminárních místností. Pokud existují jiné důvody (hygienické, ...) proč nepoužívat v místnostech kazety s mikroperforací, lze celý podhled vytvořit z plných kazet. V takovém případě bude v nevybavené obsazené místnosti v oblasti středních kmitočtů doba dozvuku delší, než by odpovídalo požadavkům ČSN 73 0527, v případě laboratoří a praktikáren se ovšem očekává větší zaplnění místnosti mobiliárem, přístroji a dalším vybavením, což naopak přispěje k poklesu doby dozvuku v místnosti, takže výsledné poslechové podmínky budou odpovídat požadavkům. Porovnání doby dozvuku místnosti s kombinovaným podhledem a místnosti s výhradně plnými kazetami je v následující tabulce VIII a v grafu v příloze.

Tabulka VIII

Doba dozvuku obsazené seminární učebny a praktikárny

| Kmitočet f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| T seminární místnost | 0,57 | 0,58 | 0,56 | 0,57 | 0,57 | 0,60 |
| T praktikárna | 0,67 | 0,83 | 0,88 | 0,87 | 0,82 | 0,81 |

Prostory pro stravování

Tyto prostory nepatří ve smyslu požadavků ČSN 73 0527 mezi chráněné prostory, je ale vhodné v nich zkrátit dobu dozvuku a zabránit tak nadměrnému šíření zvuku odrazy od omezujících ploch. Vzhledem k tvaru těchto prostorů (tj. relativně malá výška v porovnání s dalšími rozměry) stačí omezit akustické úpravy na zavěšení podhledu. Stejně jako v kancelářích je jako referenční uvažován podhled C50 Baffle, tj. svisle zavěšené desky.

Chodby

V chodbách bude podhled z tahokovu (referenční výrobek tahokov R-H 200 MT RB25) ukrývající technologické rozvody vedené pod stropem. Tento podhled (spolu s výplní prostoru nad pohledem rozvody technologií) dostatečně zatlumí chodby, aby se v nich zvuk nerozléhal. V místech rozšíření chodeb, kde lze očekávat soustředění většího počtu osob budou použity další obklady (referenčně lamelový podhled Hunter-Douglas Heartfelt, lamely 100 x 40 s rozestupy 150 mm a děrovaný obklad Grenamat AK01 tlumícím především střední kmitočty, tj. pásmo kmitočtů, kde je soustředěna rozhodující část řeči na částech stěn).

Závěr

Akustická studie navazuje na zpracovanou hlukovou studii (2) zpracovanou pro stupeň územního řízení. Závěry hlukové studie (2) zůstávají v plné míře v platnosti.

Navržené vodorovné a svislé konstrukce vyhovují požadavkům ČSN 73 0532. V případě sádrokartonových příček je třeba volit tloušťku příček podle povahy místnosti a výše uvedených požadavků na neprůzvučnost.

V době výstavby je třeba důsledně kontrolovat stavbu těžkých plovoucích podlah z hlediska důsledného oddělení těžké plovoucí desky od všech vodorovných a svislých konstrukcí.

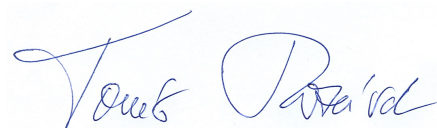
Při daných hodnotách hluku v okolí splňuje obvodový plášť objektu (plná i prosklená část) požadavky ČSN 73 0532 i požadavky investora.

Provoz předpokládaných zařízení pro větrání a klimatizaci a dalších stacionárních zdrojů nevyvolá v denní ani v noční době hluk překračující hygienický limit ve vnitřním či venkovním prostoru.

Je třeba pravidelně kontrolovat funkci samozavíračů zabráňujících rázům při zavírání dveří poslucháren a dalších výukových prostorů.

Pro úpravu poslechových podmínek je třeba v místnostech instalovat obklady pohlcující zvuk. Možná varianta úprav vycházející z architektonického návrhu je popsána výše.

V Praze dne 28. března 2022

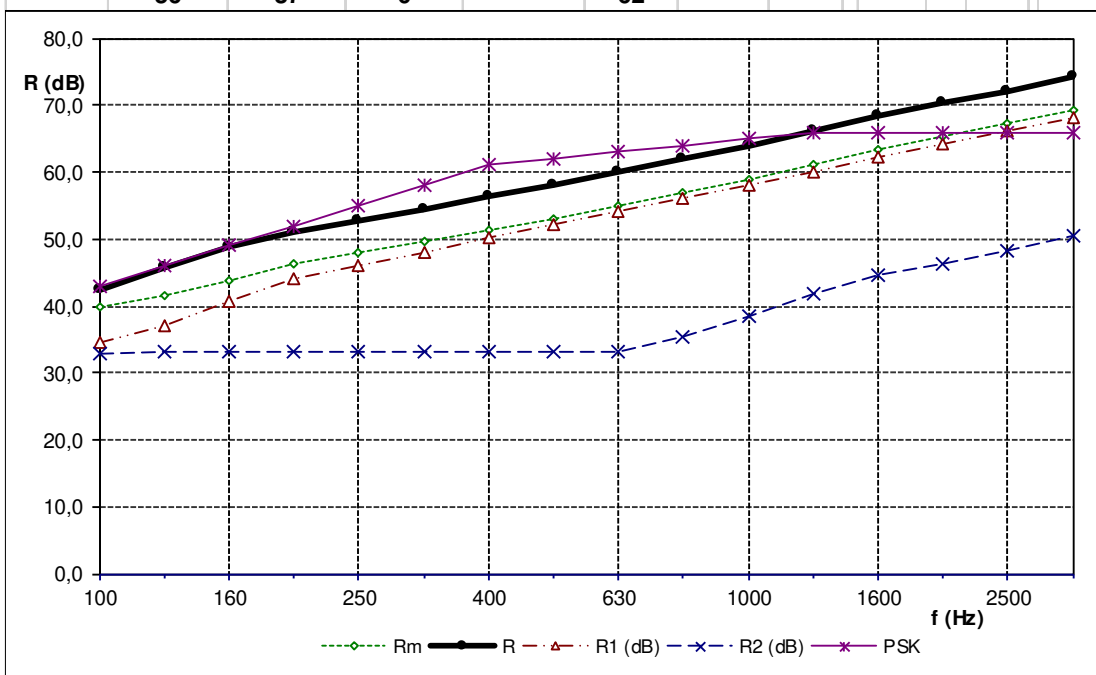


Ing. Tomáš ROZSÍVAL
AKUSTIKA PRAHA s.r.o.



Výpočet vzduchové neprůzvučnosti dvojité stavební konstrukce

| | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|----------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Skladba: | | Konstrukce 1: | | Beton 300 mm | | | | | |
| | | Konstrukce 2: | | cementový potěr cemflow 60 mm | | | | | |
| | | Mezera: | | polystyren EPS | | | | | |
| Vzduchová mezera: | | | | | | Tlumení: | | | |
| d (m) | m_1' (kgm ⁻²) | m_2' (kgm ⁻²) | f_r (Hz) | $f_r/2$ | $4*f_r$ | E_d | $\alpha_{s,500}$ | ρ (kgm ⁻³) | m' (kgm ⁻²) |
| 0,07 | 720 | 105 | 34,42 | 17,21 | 137,68 | 300000 | 0,45 | 150 | #### |
| Parametry dílčích prvků: | | | | | | | | | |
| h_1 (m) | c_{L1} (ms ⁻¹) | η_1 | ρ_1 (kgm ⁻³) | m_1' (kgm ⁻²) | k_{c1} | k_{s1} | m'_{c1} | m'_{s1} | $m_1'+m_2'+m'$ |
| 0,3 | 3200 | 0,015 | 2400 | 720 | 16,75 | 11,89 | 12,6 | 149,3 | 836 |
| h_2 (m) | c_{L2} (ms ⁻¹) | η_2 | ρ_2 (kgm ⁻³) | m_2' (kgm ⁻²) | k_{c2} | k_{s2} | m'_{c2} | m'_{s2} | |
| 0,06 | 2600 | 0,01 | 1750 | 105 | 16,08 | 13,37 | 10,8 | 144,7 | |
| Výpočet změny vzduchové neprůzvučnosti | | | | | p | q | r | ΔR | |
| | | | | | 0 | 0,70 | 1,61 | 4,99 | |
| f (Hz) | R_1 (dB) | R_2 (dB) | R_m (dB) | ΔR (dB) | R (dB) | PSK | | | |
| 100 | 34,5 | 32,9 | 39,8 | 2,5 | 42,2 | 43 | | | |
| 125 | 37,2 | 33,2 | 41,4 | 4,3 | 45,7 | 46 | | | |
| 160 | 40,8 | 33,2 | 43,8 | 5,0 | 48,8 | 49 | | | |
| 200 | 44,0 | 33,2 | 46,2 | 5,0 | 51,2 | 52 | | | |
| 250 | 46,1 | 33,2 | 47,9 | 5,0 | 52,9 | 55 | | | |
| 315 | 48,1 | 33,2 | 49,5 | 5,0 | 54,5 | 58 | | | |
| 400 | 50,2 | 33,2 | 51,3 | 5,0 | 56,3 | 61 | | | |
| 500 | 52,1 | 33,2 | 53,1 | 5,0 | 58,0 | 62 | $R_w = 62 \quad (-1 \quad -5)$ | | |
| 630 | 54,1 | 33,2 | 54,9 | 5,0 | 59,9 | 63 | | | |
| 800 | 56,2 | 35,3 | 57,0 | 5,0 | 62,0 | 64 | | | |
| 1000 | 58,1 | 38,6 | 59,0 | 5,0 | 64,0 | 65 | | | |
| 1250 | 60,1 | 41,8 | 61,1 | 5,0 | 66,1 | 66 | | | |
| 1600 | 62,2 | 44,5 | 63,3 | 5,0 | 68,3 | 66 | | | |
| 2000 | 64,2 | 46,4 | 65,2 | 5,0 | 70,2 | 66 | | | |
| 2500 | 66,1 | 48,4 | 67,2 | 5,0 | 72,2 | 66 | | | |
| 3150 | 68,1 | 50,4 | 69,2 | 5,0 | 74,2 | 66 | | | |
| | R_{w1} (dB) | R_{w2} (dB) | R_{wm} (dB) | | R_w (dB) | | | | |
| | 56 | 37 | 0 | | 62 | | | | |

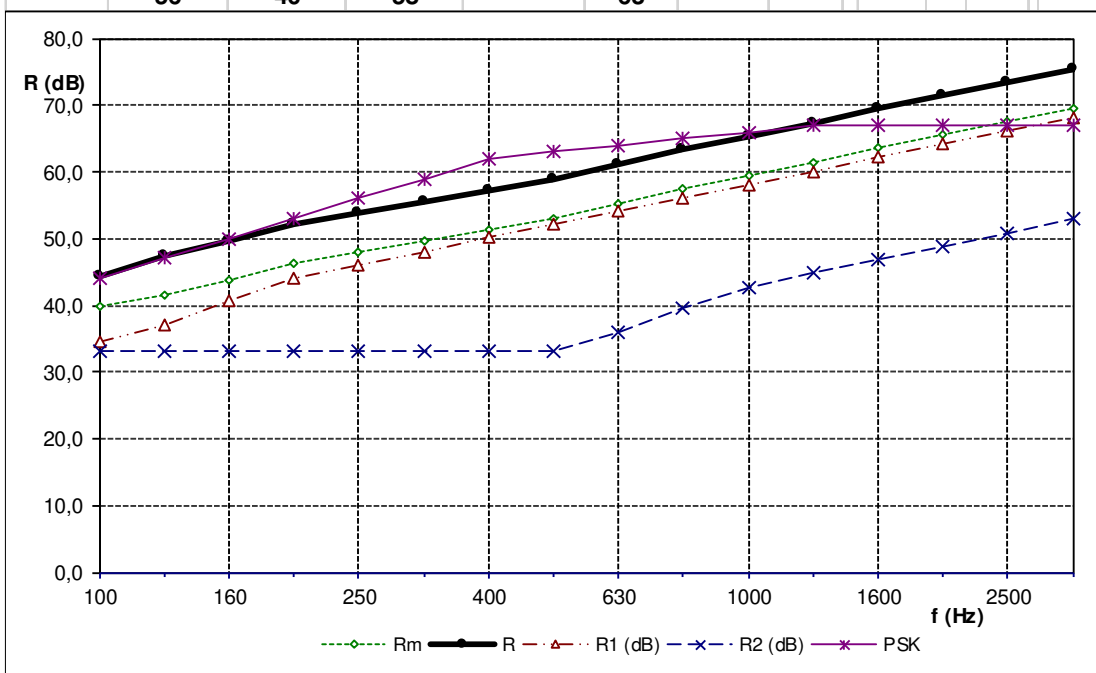


$$L_{nw} = 89,36 - 0,033m' - \Delta L_w = 65,7 - 27 = 39 \text{ dB}$$

Výpočet vzduchové neprůzvučnosti dvojité stavební konstrukce

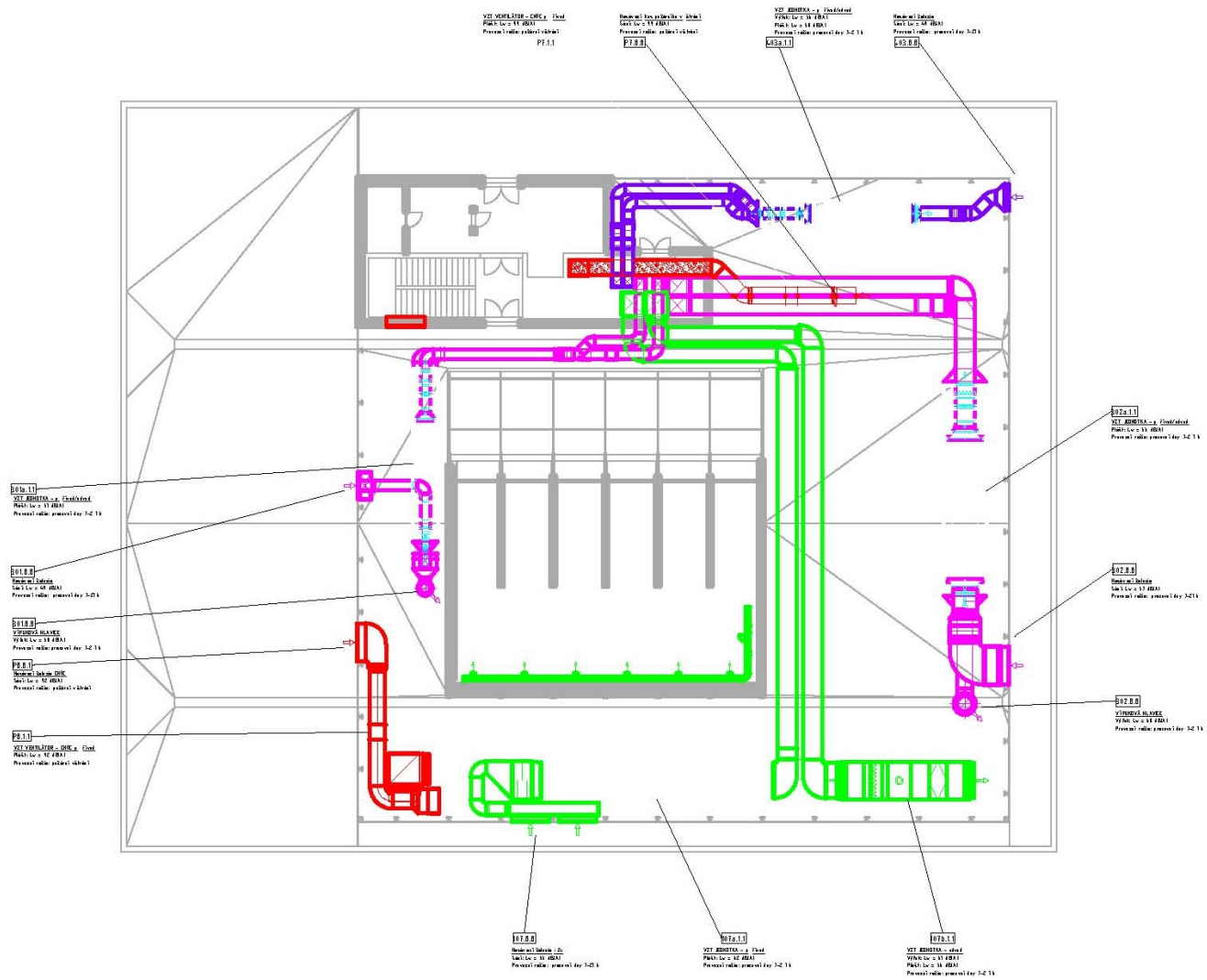
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|
| Skladba: | | Konstrukce 1: | | Beton 300 mm | | | | | |
| | | Konstrukce 2: | | cementový potěr cemflow 80 mm | | | | | |
| | | Mezera: | | polystyren EPS | | | | | |
| Vzduchová mezera: | | | | | | Tlumení: | | | |
| d (m) | m₁' (kgm ⁻²) | m₂' (kgm ⁻²) | f_r (Hz) | f_r/2 | 4*f_r | E_d | α_{s,500} | ρ (kgm ⁻³) | m' (kgm ⁻²) |
| 0,12 | 720 | 140 | 30,01 | 15,00 | 120,03 | 500000 | 0,45 | 150 | #### |
| Parametry dílčích prvků: | | | | | | | | | |
| <i>h₁</i> (m) | <i>c_{L1}</i> (ms ⁻¹) | <i>η₁</i> | <i>ρ₁</i> (kgm ⁻³) | <i>m₁'</i> (kgm ⁻²) | <i>k_{c1}</i> | <i>k_{s1}</i> | <i>m' _{c1}</i> | <i>m' _{s1}</i> | <i>m₁'</i> + <i>m₂'</i> + <i>m'</i> |
| 0,3 | 3200 | 0,015 | 2400 | 720 | 16,75 | 11,89 | 12,6 | 149,3 | 878 |
| <i>h₂</i> (m) | <i>c_{L2}</i> (ms ⁻¹) | <i>η₂</i> | <i>ρ₂</i> (kgm ⁻³) | <i>m₂'</i> (kgm ⁻²) | <i>k_{c2}</i> | <i>k_{s2}</i> | <i>m' _{c2}</i> | <i>m' _{s2}</i> | |
| 0,08 | 2600 | 0,01 | 1750 | 140 | 16,08 | 13,37 | 10,8 | 144,7 | |
| Výpočet změny vzduchové neprůzvučnosti | | | | | | <i>p</i> | <i>q</i> | <i>r</i> | <i>ΔR</i> |
| | | | | | | 1 | 0,96 | 1,61 | 5,89 |
| <i>f</i> (Hz) | <i>R₁</i> (dB) | <i>R₂</i> (dB) | <i>R_m</i> (dB) | <i>ΔR</i> (dB) | <i>R</i> (dB) | PSK | | | |
| 100 | 34,5 | 33,2 | 39,9 | 4,4 | 44,2 | 44 | | | |
| 125 | 37,2 | 33,2 | 41,4 | 5,9 | 47,3 | 47 | | | |
| 160 | 40,8 | 33,2 | 43,8 | 5,9 | 49,7 | 50 | | | |
| 200 | 44,0 | 33,2 | 46,2 | 5,9 | 52,1 | 53 | | | |
| 250 | 46,1 | 33,2 | 47,9 | 5,9 | 53,8 | 56 | | | |
| 315 | 48,1 | 33,2 | 49,5 | 5,9 | 55,4 | 59 | | | |
| 400 | 50,2 | 33,2 | 51,3 | 5,9 | 57,2 | 62 | | | |
| 500 | 52,1 | 33,2 | 53,1 | 5,9 | 58,9 | 63 | <i>R_w</i> = 63 (-1 -5) | | |
| 630 | 54,1 | 36,1 | 55,2 | 5,9 | 61,0 | 64 | | | |
| 800 | 56,2 | 39,5 | 57,4 | 5,9 | 63,3 | 65 | | | |
| 1000 | 58,1 | 42,7 | 59,5 | 5,9 | 65,4 | 66 | | | |
| 1250 | 60,1 | 44,8 | 61,5 | 5,9 | 67,4 | 67 | | | |
| 1600 | 62,2 | 47,0 | 63,6 | 5,9 | 69,5 | 67 | | | |
| 2000 | 64,2 | 48,9 | 65,5 | 5,9 | 71,4 | 67 | | | |
| 2500 | 66,1 | 50,9 | 67,5 | 5,9 | 73,4 | 67 | | | |
| 3150 | 68,1 | 52,9 | 69,5 | 5,9 | 75,4 | 67 | | | |
| | <i>R_{w1}</i> (dB) | <i>R_{w2}</i> (dB) | <i>R_{wm}</i> (dB) | | <i>R_w</i> (dB) | | | | |
| | 56 | 40 | 58 | | 63 | | | | |

$$R_w = 63 \quad (-1 \quad -5)$$

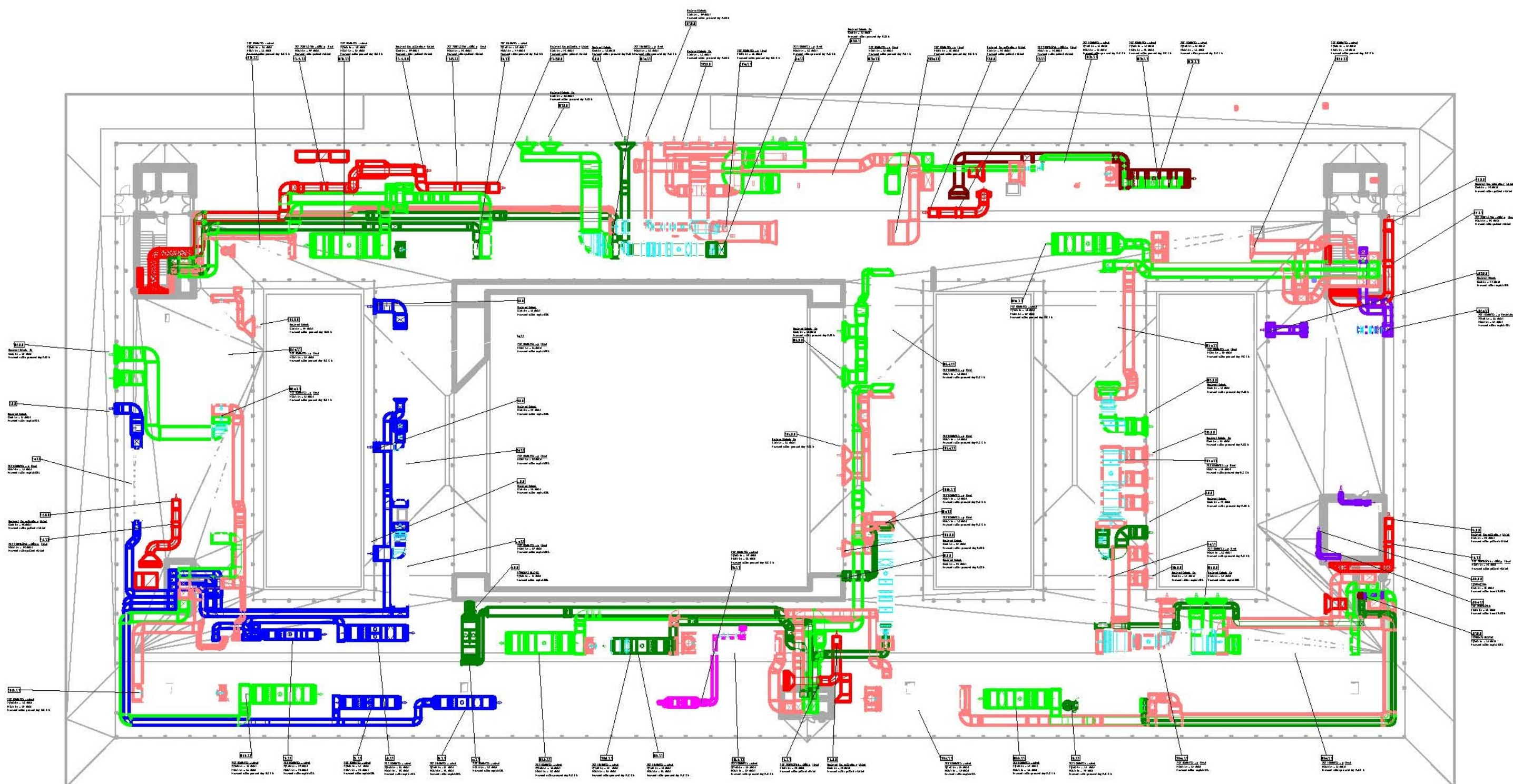


$$L_{nw} = 89,36 - 0,033m' - \Delta L_w = 65,7 - 25 = 41 \text{ dB}$$

Příloha: Umístění vzt zařízení na střechách objektu MEPHARED II



Obrázek 4: Vzt zařízení na střeše 3. nadzemního podlaží



Obrázek 5: Vzt zařízení na střeše 4. nadzemního podlaží

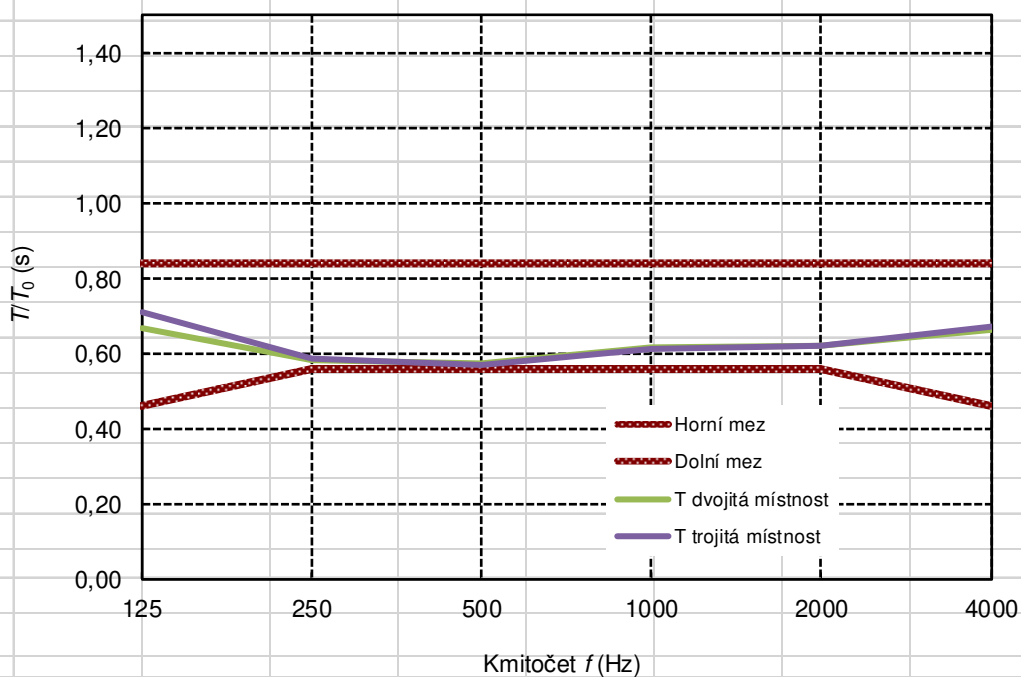
Hodnocení doby dozvuku podle ČSN 73 0527 dělitelných seminárních místností

| | | |
|---|-----|----------------|
| Objem místnosti: | 460 | m ³ |
| Optimální doba dozvuku podle ČSN 73 0527: | 0,7 | s |
| Obsazenost místnosti: | 80 | % |

24.04.2022

Kmitočtový průběh horní a dolní meze tolerančního pásma podle ČSN 73 0527:

| Kmitočet f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Horní mez | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| T dvojitá místnost | 0,67 | 0,58 | 0,57 | 0,62 | 0,62 | 0,66 |
| T trojitá místnost | 0,71 | 0,59 | 0,57 | 0,61 | 0,62 | 0,67 |
| Dolní mez | 0,46 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,46 |



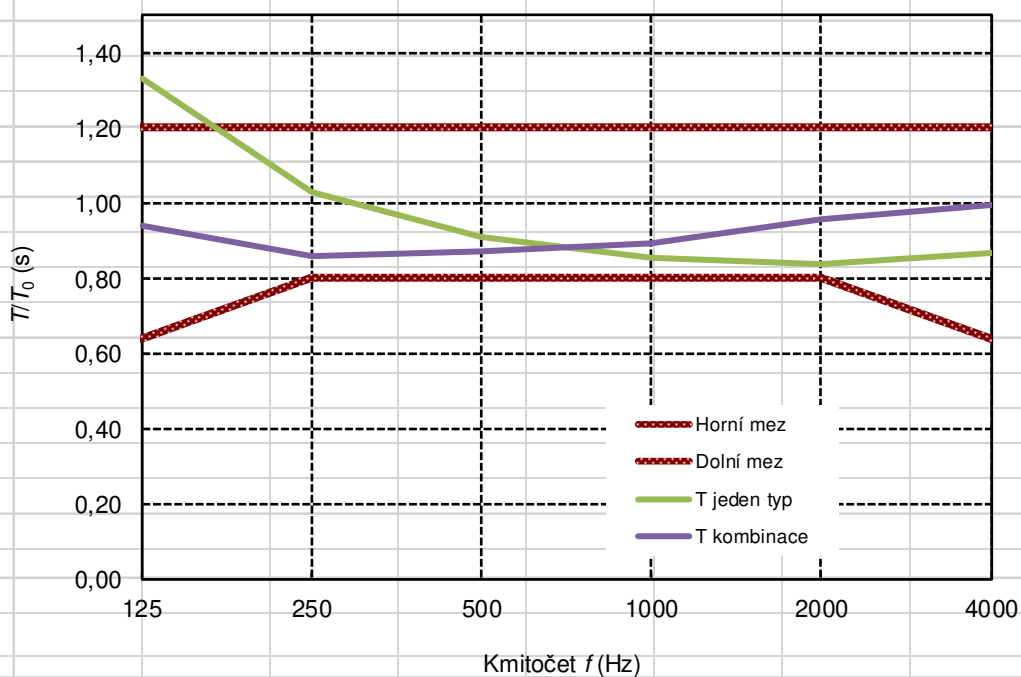
Hodnocení doby dozvuku podle ČSN 73 0527 posluchárny A320

| | | |
|---|-------|----------------|
| Objem místnosti: | 2 500 | m ³ |
| Optimální doba dozvuku podle ČSN 73 0527: | 1 | s |
| Obsazenost místnosti: | 80 | % |

24.04.2022

Kmitočtový průběh horní a dolní meze tolerančního pásma podle ČSN 73 0527:

| Kmitočet f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| Horní mez | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| T jeden typ | 1,33 | 1,03 | 0,91 | 0,86 | 0,84 | 0,87 |
| T kombinace | 0,94 | 0,86 | 0,87 | 0,89 | 0,96 | 0,99 |
| Dolní mez | 0,64 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,64 |



Hodnocení doby dozvuku podle ČSN 73 0527 seminární místnosti a praktikárny

| | | |
|---|-----|----------------|
| Objem místnosti: | 250 | m ³ |
| Optimální doba dozvuku podle ČSN 73 0527: | 0,7 | s |
| Obsazenost místnosti: | 80 | % |

24.04.2022

Kmitočtový průběh horní a dolní meze tolerančního pásma podle ČSN 73 0527:

| Kmitočet f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Horní mez | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| T seminární místnost | 0,57 | 0,58 | 0,56 | 0,57 | 0,57 | 0,60 |
| T praktikárna | 0,67 | 0,83 | 0,88 | 0,87 | 0,82 | 0,81 |
| Dolní mez | 0,46 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,46 |

