

Akustická studie

FN BRNO - REKONSTRUKCE KLINIKY DĚTSKÝCH INFEKČNÍCH NEMOCÍ

Posouzení hlukové zátěže

Objednatel: **LAPLAN a.s.; Cejl 504/38; 602 00 Brno**

Číslo zakázky: **25 004**

Počet stran: **18**

Zhotovitel:



AKUSTING, spol. s r. o., Cejl 76, 602 00 BRNO
tel.+ fax +420 545 210 297

Vypracovala: **Ing. Hana Vojířová**

Ing. Hana Vojířová

AKUSTING
spol. s r.o.
Cejl 76, 602 00 Brno
DIČ.: CZ 276 79 748

Kontrolovala: **Petra Bílá**

Petra Bílá

Datum: **10. února 2025**

Veškerá práva k využití si vyhrazuje AKUSTING společně se zadavatelem. Výsledky obsažené v dokumentaci jsou duševním vlastnictvím firmy AKUSTING. Jejich veřejná publikace a další využití nad rámec původního smluvního určení nebo předání třetí osobě je vázáno na souhlas zpracovatele.

DIČ: **CZ 27679748**
IČO: **27679748**

e-mail: **akusting@akusting.cz**
http: **www.akusting.cz**

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY A PODKLADY	3
3	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	3
4	POPIS SITUACE	4
5	URČENÍ HLUKOVÝCH LIMITŮ	5
5.1	Limitní hlukové hodnoty ze stacionárních zdrojů	5
5.2	Limitní hlukové hodnoty z dopravy po pozemních komunikacích v CHVeP a CHVePS.....	6
5.3	Ochrana proti hluku v budovách	7
5.4	Prostorová akustika	9
6	AKUSTICKÁ MODELACE	11
6.1	Zdroje hluku	11
6.2	Rozmístění výpočtových bodů	13
6.3	Nejistota výpočtu	13
7	VÝPOČET A HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ.....	14
7.1	Stacionární zdroje	14
7.2	Kompletní hlukové zatížení	14
7.3	Hlukové mapy	15
8	VÝPOČET A HODNOCENÍ CHVNPS	16
8.1	Neprůzvučnost obvodového pláště	16
8.2	Neprůzvučnost vnitřních konstrukcí	17
8.3	Prostorová akustika	18
9	ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ	18

1 Úvod

Tato zpráva obsahující modelaci hluku a vyhodnocení s ohledem na platnou legislativu byla vypracována na základě objednávky ing. Marka Hrabala ze dne 3. ledna 2025. Zakázka je vedena pod číslem 25 004.

Úkolem práce je posouzení hlukového zatížení lokality při ulici Durdáková v Brně z hlediska působení hluku v lokalitě na rekonstruovaný objekt kliniky dětských infekčních nemocí v areálu FN Brno a z hlediska působení zdrojů souvisejících s řešeným objektem na stávající chráněné objekty v lokalitě.

Pro posouzení je použito nařízení vlády č. 272/2011 Sb. v platném znění a příslušné normy ČSN.

2 Související předpisy a podklady

- 1 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ze dne 24. srpna 2011 ve znění pozdějších předpisů.
- 2 Zákon 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ze dne 14. července 2000 ve znění pozdějších předpisů.
- 3 Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí; Věstník MZ ČR. Ročník 2023; Částka 14; vydáno 25. října 2023.
- 4 ČSN 73 0532: Akustika. Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; únor 2020.
- 5 ČSN 73 0527: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely.; srpen 2023.
- 6 Výpočet hluku z automobilové dopravy – aktualizace metodiky. Manuál 2018 – verze 2020; schváleno Ministerstvem dopravy ČR; EKOLA group, spol. s r.o.; prosinec 2020.
- 7 TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích; EDIP s.r.o.; 2018.
- 8 TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy; EDIP s.r.o.; 2018.
- 9 Část projektové dokumentace stavby; FN Brno - Rekonstrukce kliniky dětských infekčních nemocí a energeticky úsporná opatření objektu S; LAPLAN a.s.; únor 2025.
- 10 www.mapy.cz, <http://maps.google.cz>, <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>; www.rsd.cz
- 11 Databanka měřených zdrojů firmy Akusting. 2006-2025.

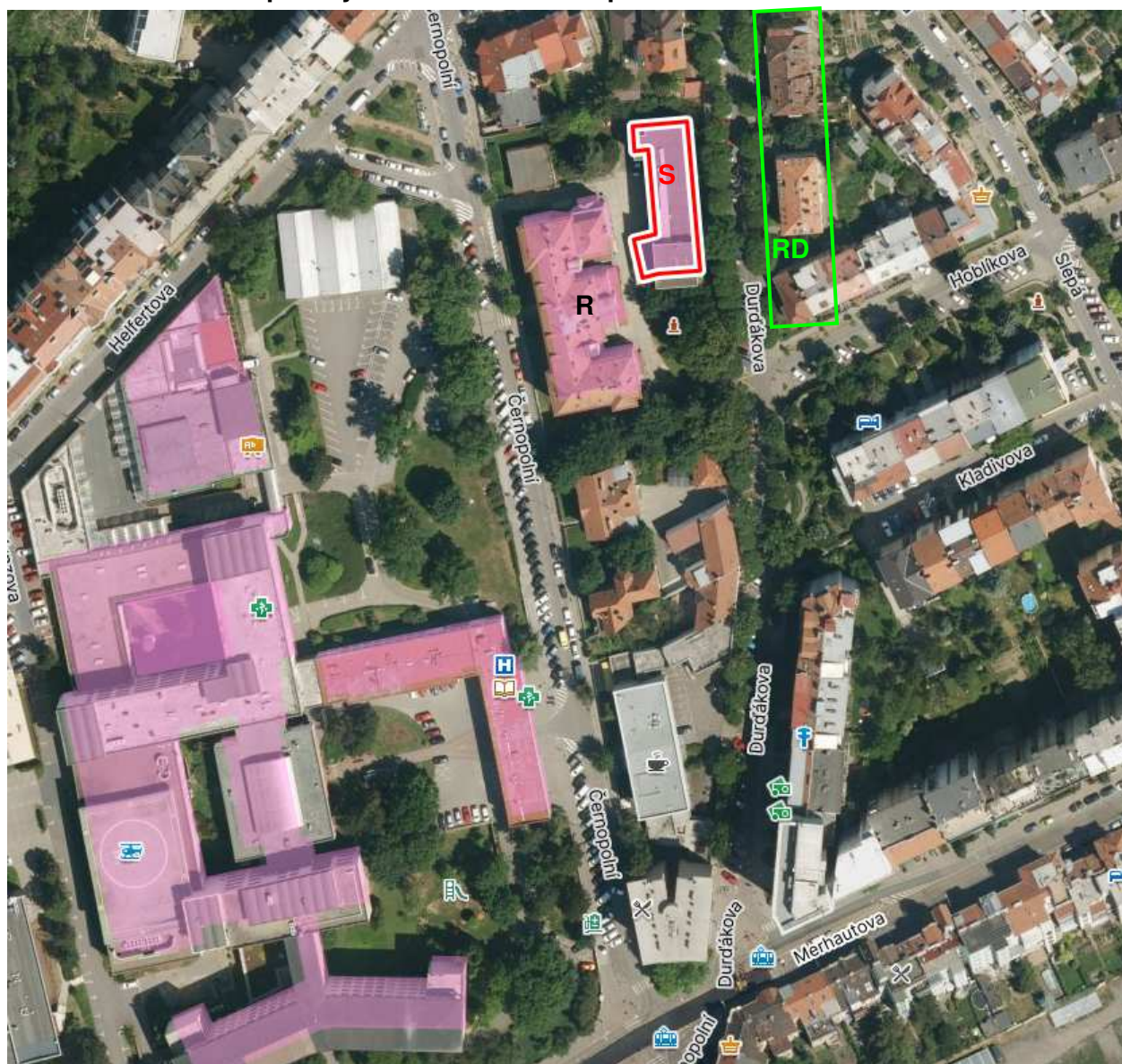
3 Seznam použitých zkratk a symbolů

$L_{Aeq,T}$	(dB)	- ekvivalentní hladina akustického tlaku vážená filtrem A
L_{pAmax}	(dB)	- maximální hladina akustického tlaku vážená filtrem A
L_{pAmin}	(dB)	- minimální hladina akustického tlaku vážená filtrem A
L_{WA}	(dB)	- hladina akustického výkonu vážená filtrem A
R'_w	(dB)	- vážená stavební neprůzvučnost
CHVnPS		- chráněný vnitřní prostor staveb
CHVeP		- chráněný venkovní prostor
CHVePS		- chráněný venkovní prostor staveb
(v souladu se zákonem č. 258/2000 Sb., ve znění novely tohoto zákona)		
BD, RD, OV		- bytový dům, rodinný dům, stavba občanské vybavenosti
OA, NA, NS		- osobní automobil, nákladní automobil, nákladní souprava
VB		- výpočtový bod

4 Popis situace

Stávající pavilon S, kde je umístěna klinika dětských infekčních nemocí, má projít kompletní rekonstrukcí. Objekt bude vybaven novou vzduchotechnikou s jednotkami umístěnými na střeše. Bude také vybaven chlazením. Nejbližší chráněné objekty jsou rodinné domy východně od řešeného pavilonu S a pavilon R západně od něj. Lokalita je zatížena zejména hlukem z dopravy na ulici Durdákova a Černopolní. Mírně sem doléhá také hluk z tramvajové dopravy na ulici Merhautova.

Obr. 4.1: Ortofotomapa s vyznačením řešeného pavilonu



5 Určení hlukových limitů

Poznámky: Kurzívou jsou vypsány příslušné pasáže ze zákona č. 258/2000 Sb., a z nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

5.1 Limitní hlukové hodnoty ze stacionárních zdrojů

5.1.1 Chráněný vnitřní prostor staveb

Určujícími ukazateli hluku jsou (podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., část třetí: Hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb, v chráněných venkovních prostorech staveb a chráněném venkovním prostoru, § 11: Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb) ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ a maximální hladina akustického tlaku $A_{L_{Amax}}$. Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$).

Limity v chráněném vnitřním prostoru je třeba dodržet v místech, které jsou stanoveny § 30 zákona č. 258/2000 Sb., ve znění novely tohoto zákona:

Chráněným vnitřním prostorem staveb se rozumí pobytové místnosti ve stavebních zařízeních pro výchovu a vzdělávání, pro zdravotní a sociální účely a ve funkčně obdobných, obytné místnosti ve všech stavebních.

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB. Hlukem s tónovými složkami se rozumí hluk, v jehož kmitočtovém spektru je hladina akustického tlaku v třetinooktávovém pásmu, případně i ve dvou bezprostředně sousedících třetinooktávových pásmech, o více než 5 dB vyšší než hladiny akustického tlaku v obou sousedních třetinooktávových pásmech a v pásmu kmitočtu 10 Hz až 160 Hz je ekvivalentní hladina akustického tlaku v tomto třetinooktávovém pásmu $L_{Aeq,T}$ vyšší než hladina prahu slyšení stanovená pro toto kmitočtové pásmo podle tabulky v příloze č. 1 k tomuto nařízení; hlukem s tónovými složkami je vždy hudba nebo zpěv.

Pro ordinace platí

Po dobu užívání:

$$L_{Aeq,T} = 35 \text{ dB}$$

Pro nemocniční pokoje platí:

Denní doba (6 - 22 h):

$$L_{Aeq,T} = 40 \text{ dB}$$

Noční doba (22 - 6 h):

$$L_{Aeq,T} = 25 \text{ dB}$$

V případě, že jsou ve zdroji hluku obsaženy tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, je třeba počítat s přidavnou korekcí 5 dB.

Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku $A_{L_{Amax}}$ se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu, s výjimkou hluku ze stavební činnosti, se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podloží.

Po dobu užívání ordinací:	$L_{Amax} = 35 \text{ dB}$
Pokoje denní doba (6 - 22 h):	$L_{Amax} = 40 \text{ dB}$
Pokoje noční doba (22 - 6 h):	$L_{Amax} = 25 \text{ dB}$

V případě zjištění výrazné tónové složky ve spektru hluku:

Po dobu užívání:	$L_{Amax} = 30 \text{ dB}$
Pokoje denní doba (6 - 22 h):	$L_{Amax} = 35 \text{ dB}$
Pokoje noční doba (22 - 6 h):	$L_{Amax} = 20 \text{ dB}$

5.1.2 Chráněný venkovní prostor a chráněný venkovní prostor staveb

Určujícím ukazatelem hluku je (podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., část čtvrtá: Hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb, v chráněných venkovních prostorech staveb a chráněném venkovním prostoru, § 12: Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru), ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$).

Limity ve venkovním prostoru je třeba dodržet v místech, které jsou stanoveny § 30 zákona č. 258/2000 Sb., ve znění novely tohoto zákona:

Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, lázeňské léčebně rehabilitační péči a výuce, s výjimkou lesních a zemědělských pozemků a venkovních pracovišť. Chráněným venkovním prostorem staveb se rozumí prostor do vzdálenosti 2 m před částí jejich obvodového pláště, významným z hlediska pronikání hluku zvenčí do chráněného vnitřního prostoru bytových domů, rodinných domů, staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb.

Denní doba (6 - 22 h):	$L_{Aeq,T} = 50 \text{ dB}$
Noční doba (22 - 6 h):	$L_{Aeq,T} = 40 \text{ dB}$

V případě, že jsou ve zdroji hluku obsaženy tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, je třeba počítat s přídatnou korekcí 5 dB, takže limity jsou následující:

Denní doba (6 - 22 h):	$L_{Aeq,T} = 45 \text{ dB}$
Noční doba (22 - 6 h):	$L_{Aeq,T} = 35 \text{ dB}$

5.2 Limitní hlukové hodnoty z dopravy po pozemních komunikacích v CHVeP a CHVePS

Určujícím ukazatelem hluku je (podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., část čtvrtá: Hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb, v chráněných venkovních prostorech staveb a chráněném venkovním prostoru, § 12: Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru), ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$.

Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$).

Limity ve venkovním prostoru je třeba dodržet v místech, které jsou stanoveny § 30 zákona č. 258/2000 Sb., ve znění novely tohoto zákona:

Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, lázeňské léčebně rehabilitační péči a výuce, s výjimkou lesních a zemědělských pozemků a venkovních pracovišť. Chráněným venkovním prostorem staveb se rozumí prostor do vzdálenosti 2 m před částí jejich obvodového pláště, významným z hlediska pronikání hluku zvenčí do chráněného vnitřního prostoru bytových domů, rodinných domů, staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb.

Pro ostatní stavby (mimo lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní) platí:

Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách, které byly umístěny a povoleny rozhodnutím nebo opatřením podle jiného právního předpisu po 31. prosinci 2000:

Denní doba (6 - 22 h):	$L_{Aeq,T} = 60 \text{ dB}$
Noční doba (22 - 6 h):	$L_{Aeq,T} = 50 \text{ dB}$

Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách, které byly umístěny a povoleny rozhodnutím nebo opatřením podle jiného právního předpisu před 1. lednem 2001. Dále se použije pro hluk z dopravy, jde-li o činnost podle § 2 písm. p) nebo q) na těchto pozemních komunikacích a drahách prováděnou po 1. lednu 2001:

Denní doba (6 - 22 h):	$L_{Aeq,T} = 68 \text{ dB}$
Noční doba (22 - 6 h):	$L_{Aeq,T} = 58 \text{ dB}$

5.3 Ochrana proti hluku v budovách

V normě ČSN 730532 (Akustika. Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků) jsou stanoveny požadavky na neprůzvučnosti dělicích konstrukcí v budovách a neprůzvučnosti obvodových plášťů budov. V následujícím textu jsou vypsány příslušné pasáže normy.

ČSN 730532: Akustika. Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků.

3. Všeobecně

Základním předpokladem splnění požadavků na ochranu před hlukem v budovách podle zvláštních předpisů je uplatnění normových požadavků na neprůzvučnost stavebních konstrukcí mezi místnostmi v budovách a normových požadavků na neprůzvučnost obvodového pláště a jeho částí. Pokud není technickou normou stanoveno jinak, prokazuje se dodržení normových požadavků na neprůzvučnost zkouškou a porovnáním jejího výsledku s požadavkem. Pokud není v normě přímo stanoven požadavek pro posuzovanou situaci, použijí se v těchto případech požadavky pro funkčně obdobné situace a chráněné prostory (např. pro byty ve víceúčelových domech).

5. Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi

Tabulka 3 – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v nemocnicích a zdravotnických zařízeních

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje hluku)	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
Nemocnice, zdravotnická zařízení - lůžkové pokoje, ordinace, operační sály apod.					
1	Lůžkové pokoje, ordinace, ošetrovny, místnosti sester, operační sály, komunikační a provozní prostory (chodby, schodiště, čekárny, sklady)	≥ 53	≤ 58	$\geq 47^a$	$\geq 27^a$
2	Hlučné prostory (kuchyně, technická zařízení budovy) $L_{A,max} \leq 85$ dB	≥ 62	≤ 48	≥ 62	-

5.1 Veličiny pro posuzování vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi

Vážené hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách, nesmí být nižší než požadavky stanovené v tabulkách 1 až 5. Požadavky platí ve směru přenosu zvuku. Posouzení se provádí pomocí veličin:

- vážená stavební neprůzvučnost R'_w pro místnosti se společnou celou plochou stěny, příčky nebo stropu;
- vážená stavební neprůzvučnost R'_w pro místnosti, které mají společnou jen část dělicí konstrukce menší, než je plocha příslušné stěny, příčky nebo stropu při pohledu z místnosti

zdroje nebo příjmu zvuku. Je-li společná plocha S menší než 10 m^2 stanoví se plocha jako maximum z hodnot $(S; V/7,5)$ kde V je objem místnosti příjmu zvuku;

- vážená laboratorní neprůzvučnost R_w pro vnitřní dveře;
- vážený normovaný rozdíl hladin $D_{nT,w}$ pro místnosti, které nemají společnou dělicí konstrukci, (tj. bezprostředně spolu nesousedí), nebo ve speciálních odůvodněných případech, např. když dělicí plochu S nelze jednoznačně stanovit. Při horizontálním přenosu ve stejném podlaží se použije požadavek pro stěny a při vertikálním přenosu mezi různými podlažími se použije požadavek pro stropy.

Ve fázi návrhu a v projektové přípravě lze při posuzování též použít změřené nebo vypočtené laboratorní hodnoty neprůzvučnosti stavebních konstrukcí R_w a provést přibližný přepočtení na stavební váženou neprůzvučnost R'_w podle rovnice:

$$R'_w = R_w - k_1$$

kde k_1 je korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku, základní hodnota je $k_1 = 2 \text{ dB}$

Vedlejší cesty obecně závisí na množství okrajových podmínek zejména ve styku konstrukcí a jejich různém dispozičním řešení, které lze jen obtížně zobecnit. Pro běžné případy lze použít hodnoty z tabulky 7 normy. Pro složitější situace je nutné korekci stanovit individuálně. Přesnější, ale teoretické hodnoty odhadu vliv vedlejších cest pro modelové situace podle tvaru styku, druhu a plošných hmotností dělicího prvku a bočních konstrukcí lze získat např. výpočtem podle přílohy E nebo podle ČSN EN 12354-1 popř. jiných publikací.

5.2 Veličiny pro posuzování kročejové neprůzvučnosti mezi místnostmi

Vážené normované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku ...nesmí v chráněných místnostech překročit hodnoty požadavků stanovené v tabulkách 1 až 5. Požadavky platí ve směru přenosu kročejového zvuku. Posouzení se provádí pomocí veličin:

- vážená normová hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w}$ pro místnosti se společnou celou plochou stropu se zkoušenou podlahou, nebo kde zkoušená podlaha je součástí společné části stropu, která je menší než plocha stropu při pohledu z přijímací místnosti (vertikální přenos z horní do spodní chráněné místnosti);
- vážená normová hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{nT,w}$ pro místnosti, kde zkoušená podlaha nebo strop není součástí společného stropu obou místností. Použije se pro stropy (popř. schodiště nebo podesty), které jsou zdrojem kročejového hluku v těchto nepřímých směrech (např. horizontální a diagonální přenos nebo přenos ze spodní do horní místnosti).

Ve fázi návrhu a v projektové přípravě lze při posuzování použít změřené nebo vypočtené laboratorní hodnoty stropních konstrukcí s podlahami $L_{n,w}$ a provést přibližný přepočtení na váženou normovou hladinu akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w}$ podle rovnice:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} - k_2$$

kde k_2 je korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku v rozsahu 0 dB až 2 dB.

Pro běžné případy lze použít hodnoty z tabulky 8 normy. Pro složitější konstrukce nebo dispozice místností se doporučuje korekci stanovit individuálně. Přesnější odhad vlivu vedlejších cest lze získat např. výpočtem podle přílohy E nebo podle ČSN EN 12354-2 a popř. jiných publikací.

6. Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov a jejich částí

Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov jsou uvedeny v tabulce 9. Splnění normových požadavků podle této normy se prokazuje zkouškou na stavbě na konkrétní stavební konstrukci, dle příslušných zkušebních postupů uvedených v ČSN EN ISO 16283-3. Ve fázi návrhu nebo v projektové přípravě lze předpoklad ke splnění požadavků prokazovat výpočtem, např. podle normy ČSN EN 12354-3 nebo jiným způsobem.

Tabulka 9 - Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách R'_w ^a nebo $D_{nT,w}$ ^a v dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A tlaku po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{A,eq,2m}$ ^b v dB						
	do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70	od 71 do 75	od 76 do 80
Lékařské vyšetřovny, ordinace, operační sály	30	30	33	38	43	48	53 ^c

^a Jednočíselné vážené veličiny podle ČSN EN ISO 717-1, stanovené z veličin v třetinooktávových pásmech definovaných v ČSN EN ISO 16283-3.

^b Ekvivalentní hladina akustického tlaku A určená 2 m před obvodovým a střešním pláštěm včetně odrazu zvuku od fasády, zaokrouhlená na celé číslo³⁾ a s přihlédnutím k 10.4.1 ČSN EN ISO 16283-3 a příloze B5 ČSN ISO 1996-2. Požadavky se vztahují na celý obvodový a střešní plášť i s výplněmi otvorů u chráněných místností.

^c Vysoké hodnoty požadavků jsou obtížné dosažitelné a v nové výstavbě by se již uvedené hlukové situace neměly vyskytovat.

6.1 Veličiny pro posuzování neprůzvučnosti obvodových plášťů

Vážené hodnoty stavební vzduchové neprůzvučnosti obvodových plášťů budov, určené podle ČSN EN ISO 717-1 z třetinooktávových hodnot veličin změřených podle ČSN EN ISO 16283-3, nesmí být nižší než požadavky stanovené v tabulce 9. Posouzení se provádí pomocí veličin:

- vážená stavební neprůzvučnost $R'_{45^\circ,w}$, $R'_{tr,s,w}$, $R'_{rt,s,w}$ pro jednotlivé prvky obvodového pláště (např. výplně otvorů), nebo
- vážený normovaný rozdíl hladin $D_{ls,2m,nT,w}$, $D_{tr,2m,nT,w}$, $D_{rt,2m,nT,w}$ pro obvodový plášť jako celek.

Posouzení se přednostně provádí pro obvodový plášť jako celek (tj. včetně plných částí a všech výplní otvorů) v závislosti na venkovním hluku, vyjádřeném ekvivalentní hladinou akustického tlaku A ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{Aeq,2m}$. Za plochu obvodového a střešního pláště se považuje celková plocha pláště při pohledu z chráněné místnosti, před kterou je ve vzdálenosti 2 m přibližně stejná ekvivalentní hladina akustického tlaku. Při rozdílných venkovních hladinách před některými částmi obvodového nebo střešního pláště, např. u rohových nebo podkrovních místností, je nutné každou takovou plochu posuzovat zvlášť.

5.4 Prostorová akustika

Akustika vnitřní prostor budov pro kulturní účely, prostor ve školách a prostor pro veřejné účely je řešena v normách ČSN 73 0532 a ČSN 73 0527. Tyto normy uvádí zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro kulturní účely, prostorů ve školách a prostorů pro veřejné účely. Platí pro nově zřizované, rekonstruované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli. Rozhodujícím krokem pro vytvoření příznivých akustických poměrů v uzavřeném prostoru je dosažení optimální doby dozvuku, odpovídající danému účelu prostoru.

5.5 Prostory s požadavkem na snížení hlučnosti a zajištění akustického pobytového komfortu

Jedná se o prostory s provozním požadavkem na snížení hlučnosti a zajištění akustického pobytového komfortu. Toho se dosahuje aplikací odpovídajícího množství pohltivých akustických materiálů. Tím se dosáhne snížení střední hladiny akustického tlaku v místnosti, a tudíž celkového snížení hlučnosti řešeného prostoru. V těchto prostorech je definován doporučený poměr celkové ekvivalentní pohltivé plochy A v prostoru k jeho objemu V, dále jen poměr A/V, a to v oktávových pásmech od 250 Hz do 2 000 Hz.

Prostory s požadavkem na snížení hladiny hluku jsou zařazeny dle provozních nároků do tří kategorií. Jejich rozdělení je uvedeno v tabulce 7. Provozně srovnatelné prostory, které zde nejsou explicitně uvedeny, mají být klasifikovány analogicky. V tabulce jsou uvedeny doporučené hodnoty poměru A/V pro jednotlivé kategorie. Tyto hodnoty lze považovat za minimální, protože dosažení vyšších hodnot poměru A/V vede ve většině případů k dosažení tiššího prostředí, což je v této kategorii prostor výhodou. Do výpočtu celkové ekvivalentní pohltivé plochy A není započtena pohltivost zvuku osobami. Prostory jsou tedy posuzovány v neobsazeném stavu. Hodnota poměru A/V je stanovena v závislosti na světlé výšce řešeného prostoru h v metrech.

Tabulka 7 – Požadavky na prostory s provozní potřebou snížení hlučnosti a zajištění akustického pobytového komfortu

Kategorie	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
typy prostoru:	hlavní chodby* vstupní haly schodiště čekárny knihovny výstavní prostory pasáže nákupních center	recepce laboratoře ateliéry velkoplošné kanceláře** kancelářské prostory individuální čítárny a studovny sborovny výtvarné ateliéry foodcourty restaurace a kavárny nemocniční ordinace nemocniční sály nemocniční pokoje přepážkové haly úřadů, bank a dalších veřejných budov do objemu 300 m ³	školní jídelny a mensy hlučné dílny a strojovery kuchyně a kopírky*** call centra**** denní místnosti jeslí družiny

Poznámka: Hygienické limity zde uvedené, jsou vyjádřeny obecně a slouží pro základní informaci – ze strany zpracovatele se jedná pouze o návrh. Určení příslušných hygienických limitů, které se vztahují k danému chráněnému venkovnímu prostoru nebo chráněnému venkovnímu prostoru staveb, je v kompetenci orgánu ochrany veřejného zdraví.

6 Akustická modelace

Hlukové poměry jsou spočteny pomocí programu HLUK+, verze 14.55 profi14. Uvedená verze programu má v sobě zabudován „Manuál 2018 – verze 2020. Výpočet hluku z automobilové dopravy – aktualizace metodiky“. Kromě toho jsou do této verze implementovány aktuální TP189, TP219 a TP225 (Technické podmínky MD ČR), které obsahují postupy pro zjišťování dopravně inženýrských dat pro hlukové výpočty.

Podle dodané výkresové dokumentace a katastrálních map byl v prostředí programu HLUK+ vytvořen akustický model zahrnující všechny objekty, které mohou mít vliv na šíření hluku v dané lokalitě a zdroje hluku. Do výpočtů je zahrnut vliv pohltivosti jednotlivých objektů. Terén je ve všech případech modelován jako odrazivý. Zeleň nebyla modelována.

Dle normy CSN ISO 1996-2 lze u výpočtových bodů uplatnit korekci pro odrazivou plochu. Výše korekce se stanovuje dle kritérií B.1 až B.3 uvedená v příloze B.5. Pokud podmínky nejsou splněny, použije se korekce +2 dB, pokud jsou podmínky splněny, použije se maximální korekce +3 dB. Korekce se odečte od výsledné hodnoty hladiny akustického tlaku A změřené nebo vypočtené v daném hodnoceném místě. Program HLUK+ již umožňuje „vypnout“ u výpočtových bodů odraz od fasády. Vypočtené hodnoty hladin akustického tlaku A v jednotlivých výpočtových bodech pak jsou bez vlivu odrazu od fasády a hodnoty jsou přesnější než paušálním odečtem korekce +3 dB nebo +2 dB dle normy. Při modelaci byly vypnuty odrazy od hodnocených fasád.

Výsledky jsou uspořádány jak v tabulkové formě, kde jsou přesně znázorněny hladiny akustického tlaku A v jednotlivých výpočtových bodech, tak formou grafického výstupu, jako mapa hladin akustického tlaku A. Mapy jsou vykresleny bez korekce na dopadající zvuk a slouží pouze pro dokreslení situace a doplnění tabulkových výstupů. Hlavní výstupy uvádíme v této zprávě, podrobné jsou uloženy v databázi naší firmy.

6.1 Zdroje hluku

6.1.1 Automobilová doprava

Nejbližší komunikací je ulice Durdáková. Jedná se o jednosměrnou místní komunikaci III. třídy s asfaltovým povrchem a povolenou rychlostí 50 km.h⁻¹. Intenzity dopravy byly získány z podkladů Brněnských komunikací a.s. V lokalitě se nachází také další komunikace. Výpočet hluku z dopravy slouží pro návrh neprůzvučnosti obvodového pláště. Chráněné místnosti v řešeném pavilonu mají okna pouze ve východní fasádě, a proto nebyly další pozemní komunikace do výpočtů zahrnuty.

Tab. 6.1: Intenzita dopravy na ulici Durdáková

Durdáková	DEN	NOC	24 h
OA	2 428	175	2 603
LNA	112	7	119
NA+NS+A	7	1	8
Celkem	2 547	183	2 730

6.1.2 Stacionární zdroje hluku

Pavilon S je větrán nuceně pomocí VZT jednotek umístěných na střeše objektu. Zdrojem chladu pro celý objekt bude suchý chladič umístěný také na střeše u VZT jednotek. VZT jednotky jsou v provozu nepřetržitě. Chladič pracuje v noční době v nižším výkonu, nebo je zcela mimo provoz. Hlukové údaje jednotlivých zařízení byly převzaty z projektu VZT a z katalogových listů výrobců. Jednotky byly modelovány pomocí bodových a plošných zdrojů.

V lokalitě nebyly zaznamenány žádné významné stacionární zdroje hluku. Jediné stacionární zdroje souvisí s provozem řešeného pavilonu a v rámci rekonstrukce budou odstraněny.

Tab. 6.2: Modelované stacionární zdroje hluku

PRŮMYSLOVÉ ZDROJE – ROZŠÍŘENÍ				
Zdroj	Název zdroje	Typ	výška [m]	L _{WA} (dB)
				DEN / NOC
S1	VZT 1.01	plošný	12,0	63,7
P2	VZT 1.01 sání	bodový	11,0	60,0
P3	VZT 1.01 výdech	bodový	12,3	60,0
S5	VZT 2.01	plošný	12,0	58,2
P6	VZT 2.01 sání	bodový	11,0	60,0
P7	VZT 2.01 výdech	bodový	12,3	60,0
S8	VZT 3.01	plošný	11,5	54,5
P9	VZT 3.01 sání	bodový	11,0	60,0
P10	VZT 3.01 výdech	bodový	11,8	60,0
S11	VZT 4.01	plošný	12,5	67,8
P12	VZT 4.01 sání	bodový	11,0	60,0
P13	VZT 4.01 výdech	bodový	11,8	60,0
S14	Chiller	plošný	11,5	80,9 / 73,0

Obr. 6.1: Rozmístění zdrojů hluku

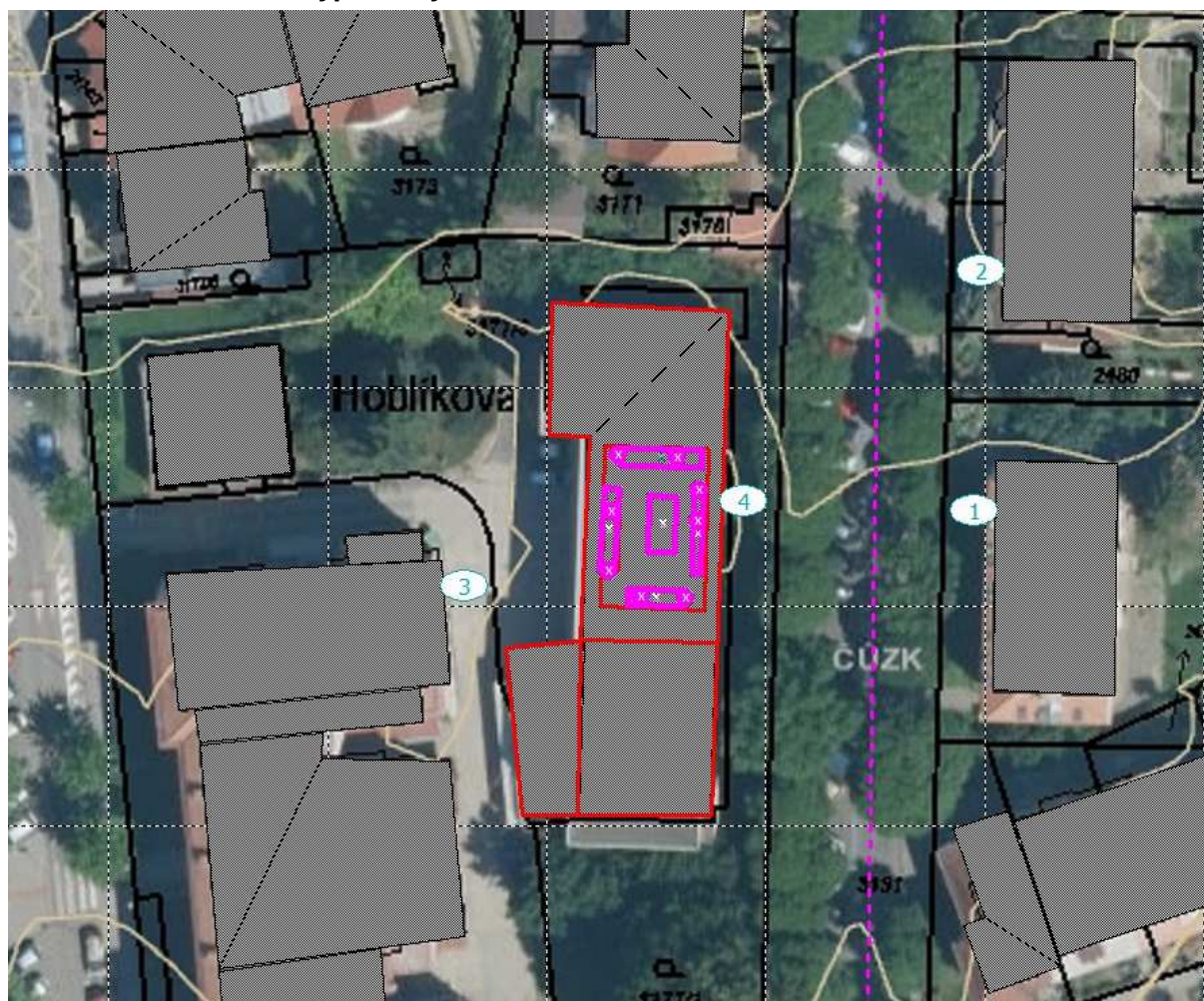


6.2 Rozmístění výpočtových bodů

Výpočtové body 1-3 byly umístěny do vzdálenosti 2 m od fasád stávajících chráněných objektů v lokalitě. Výpočtový bod 4 je umístěn před fasádou řešeného pavilonu. Objekt je větrán nuceně, nemá chráněný venkovní prostor staveb a body slouží pro stanovení neprůzvučnosti obvodového pláště budovy.

- VB 1 před západní fasádou BD Durdáková 339/32; výška 3 m, 6 m a 9 m nad terénem
- VB 2 před západní fasádou RD Durdáková 341/34; výška 3 m a 6 m nad terénem
- VB 3 před východní fasádou pavilonu R nemocnice; výška 3 m a 9 m nad terénem
- VB 4 před východní fasádou pavilonu S; výška 2 m, 5 m a 8 m nad terénem

Obr. 6.2: Rozmístění výpočtových bodů



6.3 Nejistota výpočtu

Výpočtový program na základě zadaných vstupních dat o zdrojích hluku vytvoří matematické výpočtové modely a ve zvolených kontrolních bodech vypočte ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$. Výstupem ze softwaru jsou kromě vypočtených hodnot v jednotlivých referenčních bodech také graficky znázorněné hlukové mapy. Z hlediska přesnosti výpočtů hodnot $L_{Aeq,T}$ uvádějí tvůrci softwaru na základě jimi provedených experimentálních měření, že při ověřování shody naměřených dat s vypočtenými hodnotami bylo zjištěno, že vypočtené hodnoty $L_{Aeq,T}$ byly vždy vyšší než hodnoty $L_{Aeq,T}$ reálně naměřené, tj. hodnoty $L_{Aeq,T}$ získávané na základě výpočtů postupem dle metodiky výpočtu hluku jsou na straně bezpečnosti výpočtu.

Nejistotu výpočtu vzhledem k výše uvedenému stanovujeme v intervalu (-2 až +2) dB.

7 Výpočet a hodnocení výsledků

V následujících kapitolách jsou předkládány výsledky výpočtů v jednotlivých výpočtových bodech od daných zdrojů hluku v denní a noční době.

7.1 Stacionární zdroje

V následující kapitole jsou uvedeny ekvivalentní hladiny akustického tlaku A z provozu stacionárních zdrojů hluku spojených s provozem řešené kliniky. Výpočet je proveden ve všech výpočtových bodech v denní a noční době.

Tab. 7.1: Hladiny akustického tlaku A ve výpočtových bodech stacionární zdroje

TABULKA BODŮ VÝPOČTU – stacionární zdroje						
VB	výška (m)	Umístění	L _{Aeq} (dB)		Limit	Hodnocení
			DEN	NOC		
1–	3,0	Z fas BD Durdáková 339/32	36,4	32,6	DEN 50 dB / NOC 40 dB	dodržen
1–	6,0		38,6	35,7		dodržen
1–	9,0		39,9	36,5		dodržen
2–	3,0	Z fas RD Durdáková 341/34	38,0	32,5		dodržen
2–	6,0		39,2	34,8		dodržen
3–	3,0	V fas pavilonu R FN Brno	36,6	31,6		dodržen
3–	9,0		42,7	37,8		dodržen
4–	2,0	V fas pavilonu S FN Brno	36,8	32,8	–	–
4–	5,0		37,8	34,7		
4–	8,0		42,0	39,4		

Hodnocení a komentář:

Hygienické limity pro hluk ze stacionárních zdrojů pro denní dobu ve výši 50 dB a pro noční dobu ve výši 40 dB jsou před všemi chráněnými fasádami **dodrženy**.

7.2 Kompletní hlukové zatížení

V následující tabulce jsou uvedeny výsledky výpočtu hluku z kompletního provozu všech zdrojů (automobilová doprava a stacionární zdroje) ve výpočtových bodech před fasádami řešeného pavilonu S. Tyto hodnoty nelze vztáhnout k žádným limitům a posuzovat jako celek, jsou orientační a slouží jako podklad pro další výpočet neprůzvučnosti obvodového pláště budovy.

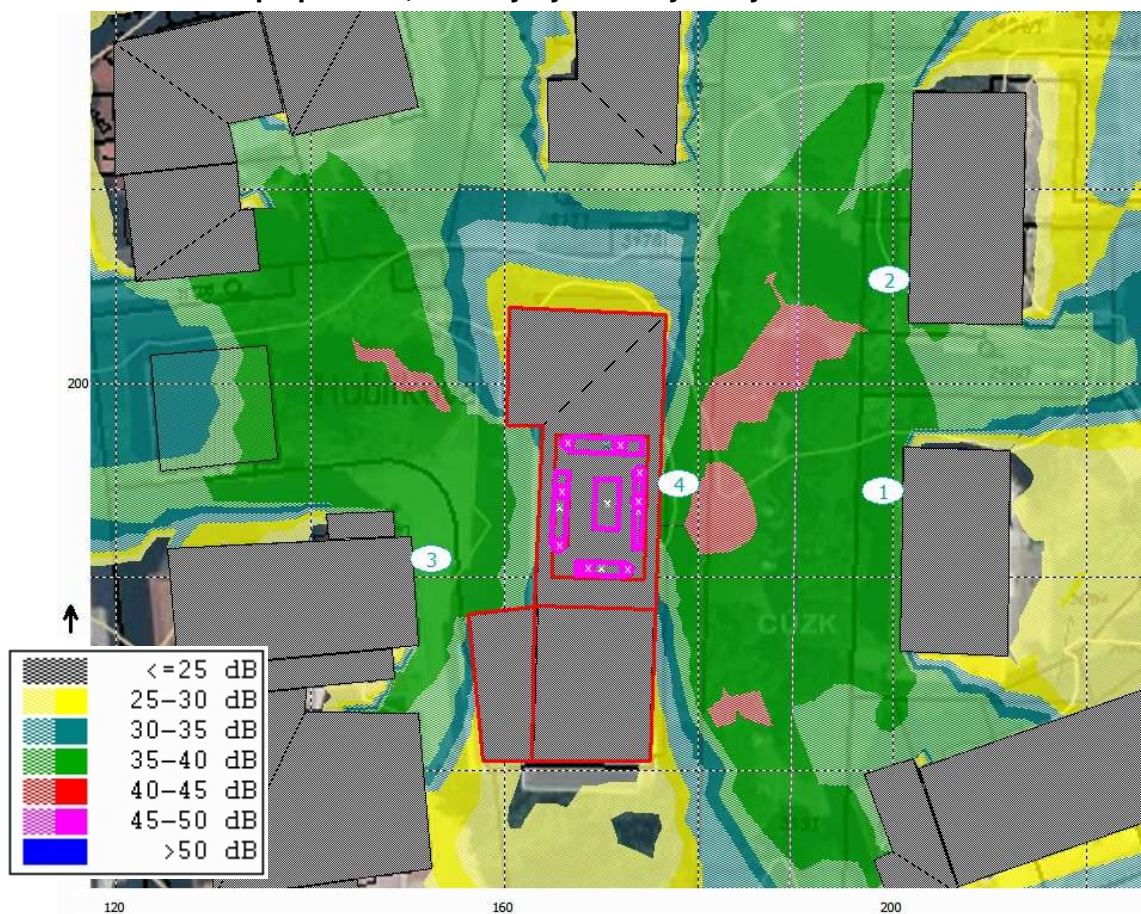
Tab. 7.2: Hladiny akustického tlaku A v jednotlivých výpočtových bodech – komplet

TABULKA BODŮ VÝPOČTU – stacionární zdroje								
VB	výška (m)	Umístění	L _{Aeq} (dB)					
			stac.		doprava		komplet	
			DEN	NOC	DEN	NOC	DEN	NOC
4–	2,0	V fas pavilonu S FN Brno	36,8	32,8	56,6	48,2	56,6	48,3
4–	5,0		37,8	34,7	56,6	48,2	56,7	48,4
4–	8,0		42,0	39,4	56,6	48,2	56,7	48,7

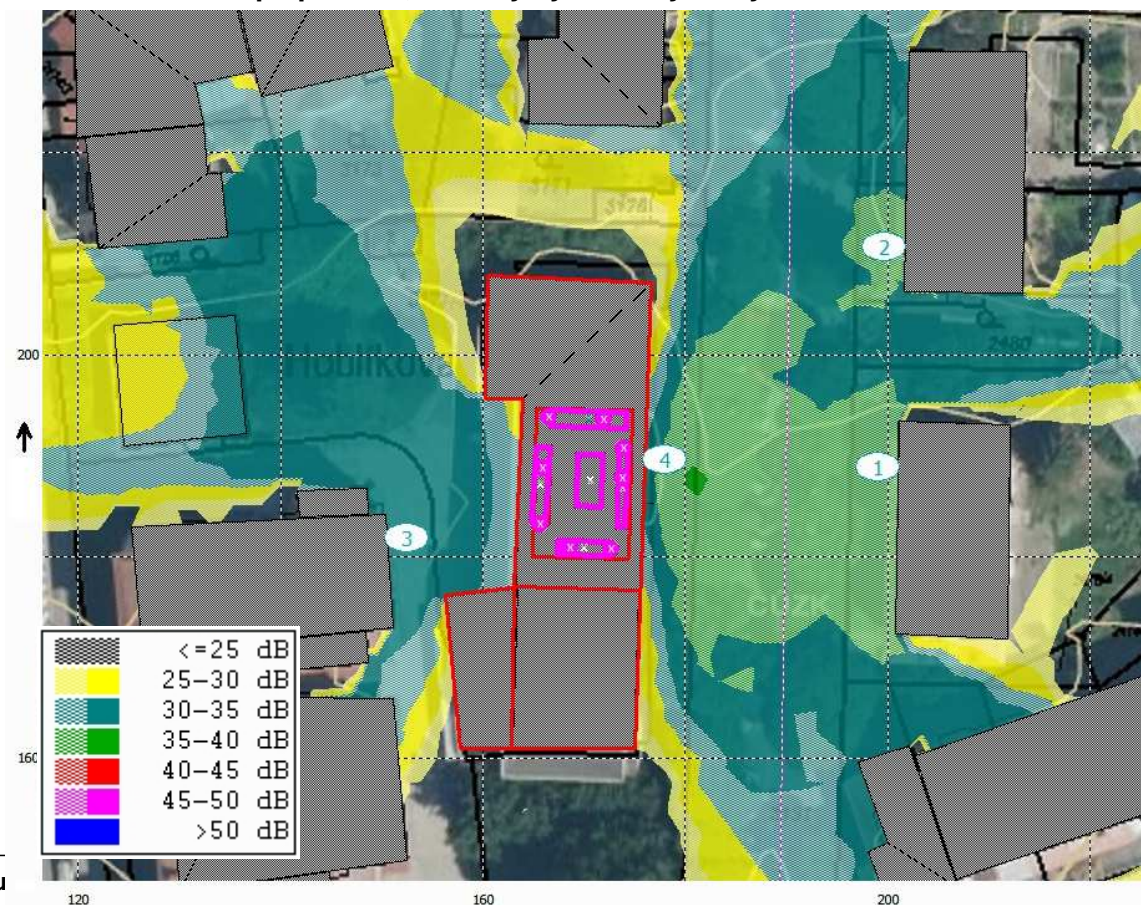
7.3 Hlukové mapy

7.3.1 Stacionární zdroje

Obr. 7.1: Hluková mapa pro den, izofony vykresleny ve výšce 6 m nad terénem – stac. zdroje



Obr. 7.2: Hluková mapa pro noc (nighttime noise map), izofony vykresleny ve výšce 6 m nad terénem – stac. zdroje



7.3.2 Doprava

Obr. 7.3: Hluková mapa pro den, izofony vykresleny ve výšce 6 m nad terénem – doprava



8 Výpočet a hodnocení CHVnPS

8.1 Neprůzvučnost obvodového pláště

V tabulce 7.2 byly provedeny výpočty hladin akustického tlaku před fasádami řešeného pavilonu. Hladiny akustického tlaku A se před nejzatíženější východní fasádou pohybují do 60 dB v denní době a do 50 dB v noční době. Dle tabulky 9 z normy ČSN 73 0532 je na základě těchto hodnot požadována neprůzvučnost obvodového pláště a výplní otvorů $R'_w = 33$ dB.

Obvodový plášť je zděný z plných pálených cihle tloušťky 450 mm se zateplením z vnější strany. Stavební neprůzvučnost stěn tohoto složení se pohybuje nad 55 dB a požadavek normy tak bude dodržen. Okna vždy představují nejslabší prvek obvodového pláště. Z hlediska hospodárnosti by se rozdíl mezi neprůzvučností plné části a neprůzvučností transparentního prvku měl pohybovat kolem 10 dB. Neprůzvučnost 33 dB splňují okna s třídou zvukové izolace 2 a více. Vzhledem ke spektru hluku dopravy doporučujeme použít okna s neprůzvučností alespoň 38 dB. Konkrétní parametry oken je třeba prověřit u výrobce. Velmi důležitá je kvalita zabudování. Spáry musí být důsledně vyplněny, samotná stavební pěna není svým charakterem považována za vhodnou pro vyplnění velkých netěsností.

Nad střechou mezi zdroji hluku se hladiny pohybují do 65 dB v denní době a do 57 dB v noční době. Dle tabulky 9 z normy ČSN 73 0532 je na základě těchto hodnot požadována neprůzvučnost střešního pláště $R'_w = 43$ dB.

Nosná část střešního pláště je tvořena kombinací železobetonových monolitických a prefabrikovaných konstrukcí tloušťky 250 mm. Z horní strany bude zateplení a z vnitřní strany

bude instalován svěšený SDK podhled. Neprůzvučnost samotné nosné konstrukce bude nad 55 dB a požadavek normy tak bude dodržen.

8.2 Neprůzvučnost vnitřních konstrukcí

Při dodržení požadované neprůzvučnosti konstrukcí a dalších níže uvedených podmínek bude zajištěno splnění hygienických limitů v CHVnPS. Při návrhu skladeb budou respektována doporučení uvedená v tabulce 1 normy ČSN 73 0532.

8.2.1 Neprůzvučnost stěn mezi ordinacemi

Normou požadovaná neprůzvučnost stěny mezi pokoji je $R'_w \geq 47$ dB. Stejný požadavek platí i pro všechny ostatní prostory, kromě stěn mezi bytovými místnostmi a místnostmi s technickým zařízením.

V rámci rekonstrukce budou vybourány všechny nenosné příčky. Nosné stěny budou ponechány, jsou z plných pálených cihel tloušťky minimálně 300 mm. Vzduchová neprůzvučnost takové stěny dosahuje 55 dB a požadavek normy tak bude splněn. Nové nenosné příčky jsou uvažovány z SDK. U těchto konstrukcí hrají velkou roli vedlejší cesty šíření zvuku a jsou také velmi citlivé na kvalitu provedení. Požadavek normy splňují příčky, u kterých výrobce udává laboratorní neprůzvučnosti nad 57 dB. Kvůli vedení různých medií v příčkách doporučujeme použití příček s dvojitou podkonstrukcí (typová příčka Knauf W115, Rigips SK 24).

Obr. 8.2: Použitelné skladby SDK příček

W112

konstrukce	Tloušťka příčky	100 mm		125 mm		150 mm	
	Opláštění 2x12,5 mm	popis	R_w (dB)	popis	R_w (dB)	popis	R_w (dB)
	WHITE		51		53		56
	RED Piano	CW50 s izolací tl. 40 mm	56	CW 75 s izolací tl. 60 mm	57	CW 100 s izolací tl. 80 mm	59
	DIAMANT		59		61		63
	SILENTBOARD		67		68		69

W113

konstrukce	Tloušťka příčky	125 mm		150 mm		175 mm	
	Opláštění 3x12,5 mm	popis	R_w (dB)	popis	R_w (dB)	popis	R_w (dB)
	WHITE		58		58		61
	RED Piano	CW50 s izolací tl. 40 mm	61	CW75 s izolací tl. 60 mm	61	CW 100 s izolací tl. 80 mm	64
	DIAMANT		64		66		67
	SILENTBOARD		71		71		71

W115

konstrukce	Tloušťka příčky	155 mm		205 mm		255 mm	
	Opláštění 2x12,5 mm	popis	R_w (dB)	popis	R_w (dB)	popis	R_w (dB)
	WHITE		62		64		65
	RED Piano	2x CW50 s izolací tl. 2x40 mm	66	2x CW75 s izolací tl. 2x60 mm	69	2x CW 100 s izolací tl. 2x80 mm	71
	DIAMANT		68		71		73
	SILENTBOARD		73		75		76

8.2.2 Vodorovné konstrukce

Normou požadovaná neprůzvučnost stropu mezi pokoji je $R'_w \geq 53$ dB a požadovaná kročejová neprůzvučnost $L'_w \leq 58$ dB.

Nosná část stropů je tvořena kombinací železobetonových monolitických a prefabrikovaných konstrukcí tloušťky 250 mm. Z horní strany bude skladba doplněna o těžkou plovoucí podlahu s kročejovou izolací z pěnového polystyrenu. Dynamická tuhost použité kročejové izolace musí být nižší než 18 MPa.m^{-1} . Ze spodní strany je pak doplněn podhled. Vzduchová neprůzvučnost samotné ŽB desky dosahuje $R'_w = 62$ dB a požadavek normy tak splňuje. Při dodržení parametrů pro těžkou plovoucí podlahu bude splněn také požadavek normy na kročejovou neprůzvučnost.

8.2.3 Zdroje uvnitř budovy

Objekt je vybaven třemi výtahy. Jeden nový výtah bude přistavěn vedle schodiště do samostatné šachty. Ze dvou stran je ve venkovním prostoru. Další dva výtahy jsou umístěny v jižní části objektu a sousedí s provozními prostory nebo se zázemím personálu.

Objekt je větrán nuceně pomocí VZT jednotek ve venkovním provedení. Jednotky jsou umístěny na střeše. Jednotky je třeba pružně uložit a pružně provádět také prostupy a kotvení. Konkrétní způsob uložení zařízení je vhodné konzultovat s dodavatelem. Rozvody VZT budou ošetřeny tlumiči hluku, na vyústkách uvnitř pokojů nesmí hladiny akustického tlaku přesáhnout 20 dB.

8.3 Prostorová akustika

V objektu se nenachází prostory s předepsanou optimální dobou dozvuku, ale pouze prostory s požadavkem na snížení hlučnosti a zajištění akustického pobytového komfortu. Splnění požadavků je možné zajistit instalací pohltivých podhledů. Pohltivé úpravy by měly být instalovány zejména do pokojů a do míst, kde se vyskytuje více lidí současně.

9 Závěrečné hodnocení

Předkládaná práce hodnotila plánovanou rekonstrukci objektu kliniky dětských infekčních nemocí v areálu dětské nemocnice FN Brno. Lokalita je zatížena hlukem z automobilové dopravy. Řešený objekt je větrán nuceně a nemá tak chráněný venkovní prostor staveb. Výpočty bylo doloženo, že po rekonstrukci budou před všemi fasádami okolních chráněných staveb dodrženy hygienické limity pro hluk ze stacionárních zdrojů.

Dle hladin akustického tlaku A před fasádami pavilonu byly doporučena neprůzvučnost výplní otvorů. Byly posouzeny také vnitřní konstrukce. Při dodržení doporučení norem a dalších výše uvedených podmínek lze předpokládat dodržení hygienických limitů pro hluk v chráněném vnitřním prostoru staveb.