

Akustická studie

OBYTNÝ SOUBOR HODONICKÉ SVAHY

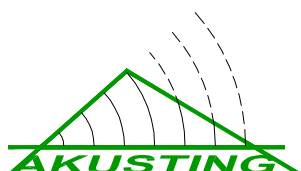
Posouzení vlivu hluku

Objednatel: **Atelier 99 s.r.o., Purkyňova 71/99, 612 00 Brno**

Číslo zakázky: **22 212**

Počet stran: **21**

Zhotovitel:



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

Vypracovala: **Petra Bílá**

Kontrolovala: **Ing. Hana Vojřířová**

Datum: **7. září 2022**

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	POUŽITÉ PODKLADY A LEGISLATIVA	3
3	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	3
4	POPIS SITUACE	4
5	URČENÍ HLUKOVÝCH LIMITŮ	6
5.1	Limitní hlukové hodnoty ze stacionárních zdrojů	6
5.2	Limitní hlukové hodnoty z dopravy po pozemních komunikacích	7
5.3	ČSN 730532: Akustika. Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků. Požadavky.	8
6	AKUSTICKÁ MODELACE	10
6.1	Zdroje hluku z dopravy - Železniční trať č. 246.....	10
6.2	Stacionární zdroje hluku - Výhledové zdroje na řešených objektech OS	11
6.3	Rozmístění výpočtových bodů	12
6.4	Nejistota výpočtu	14
7	VÝPOČET – HLUK Z DOPRAVY	14
7.1	Vliv železniční dopravy.....	14
8	VÝPOČET – HLUK ZE STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ	16
9	KOMPLETNÍ HLUKOVÉ ZATÍŽENÍ	18
10	NEPRŮZVUČNOST OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ	18
10.1	Svislé konstrukce.....	18
10.2	Střechy	19
11	ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ	21

1 Úvod

Tato zpráva byla vypracována na základě objednávky firmy Atelier 99 s.r.o. Brno ze dne 11. července 2022. Zakázka je vedena pod číslem 22 212.

Úkolem práce je posouzení záměru výstavby obytného souboru Hodonické svahy z hlediska působení zdrojů hluku souvisejících se záměrem na samotné objekty záměru a na nejbližší stávající CHVePS. Posouzen je rovněž vliv železniční dopravy v lokalitě na navržené objekty OS.

Posouzení je provedeno na základě hlukové modelace lokality. Pro posouzení je použito nařízením vlády č. 272/2011 Sb. v platném znění.

2 Použité podklady a legislativa

- 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 2017; Částka 11; vydáno 18. října 2017.
- 4 Výpočet hluku z automobilové dopravy – aktualizace metodiky. Manuál 2018 – verze 2020; schváleno Ministerstvem dopravy ČR; EKOLA group, spol. s r.o.; prosinec 2020.
- 5 TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích; Luděk Bartoš; Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.; 2012 a 2018.
- 6 ČSN 73 0532: Akustika. Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví; prosinec 2020.
- 7 <http://nahliznidokn.cuzk.cz/>; www.mapy.cz , www.google.cz/maps.
- 8 Intenzity železniční dopravy na trati č. 246 v k.ú. Hodonice, SŽDC , září 2022
- 9 Část PD: Hodonické svahy, Atelier 99, 07/2022

3 Seznam použitých zkratk a symbolů

- $L_{Aeq,T}$ /dB/ - ekvivalentní hladina akustického tlaku A
- L_{pAmax} /dB/ - maximální hladina akustického tlaku A
- L_{pAmin} /dB/ - minimální hladina akustického tlaku A
- L_{WA} /dB/ - hladina akustického výkonu A
- Hluk+ - označení výpočetního programu pro modelaci hluku ve venkovním prostředí
- OA, NA - osobní automobily, nákladní automobily
- CHVeP - chráněný venkovní prostor
- CHVePS - chráněný venkovní prostor staveb
(v souladu se zákonem č. 258/2000 Sb., ve znění novely tohoto zákona)
- BD - bytový dům
- TČ - tepelné čerpadlo
- OS - obytný soubor

4 Popis situace

Předmětem posouzení je záměr výstavby obytného souboru Hodonické svahy v katastru obce Hodonice u Znojma. Lokalita výstavby je situována na nezastavěném pozemku na východním konci obce. V těsné blízkosti záměru se nenachází žádná stávající obytná zástavba, nejbližší obytné domy jsou umístěny JZ směrem při ulici Panská ve vzdálenosti cca 130 – 150 m od záměru. Ve vzdálenosti cca 250 m od záměru je vedena železniční trať č. 246.

Záměr bude sestávat z objektu bytového domu A, který je tvořen třemi 3podlažními objekty propojenými v úrovni 1. PP, dále třípodlažními bytovými domy B1 – B4 a rodinnými domy C1 – C3.

Vytápění všech bytových jednotek bude řešeno pomocí tepelných čerpadel, která budou umístěna na fasádách objektů (objekty A a C) nebo na střeších objektů (objekty B). V reverzním chodu budou TČ sloužit k chlazení prostor.

Větrání obytných prostor je navrženo jako přirozené, okny.

Předmětem posouzení v této studii je výpočet hluku z železniční dopravy u fasád objektů OS, výpočet neprůzvučnosti obvodového pláště objektů a posouzení dodržení limitů pro hluk z dopravy v CHVePS a CHVnP obytných prostor.

Dále je předmětem posouzení vliv stacionárních zdrojů souvisejících se záměrem na samotný záměr a na nejbližší stávající obytný objekt.

Obr. 4.1: Situace s přibližným vyznačením místa stavby



Obr. 4.2: Situační mapa stavby



5 Určení hlukových limitů

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 nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhluchnější 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 stavbách zařízení pro výchovu a vzdělávání, pro zdravotní a sociální účely a ve funkčně obdobných, obytné místnosti ve všech stavbách.

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 obytné místnosti platí:

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

Noční doba (22 - 6 h): $L_{Aeq,T} = 30$ 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): $L_{Aeq,T} = 40 \text{ dB}$

5.2 Limitní hlukové hodnoty z dopravy po pozemních komunikacích

5.2.1 Chráněný vnitřní prostor staveb

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 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 stavbách zařízení pro výchovu a vzdělávání, pro zdravotní a sociální účely a ve funkčně obdobných, obytné místnosti ve všech stavbách.

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví (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) 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 hluk z dopravy v okolí dálnic, silnic I. a II. třídy a místních komunikací I. a II. třídy, kde je hluk z dopravy na těchto komunikacích převažující, a v ochranném pásmu drah se přičítá další korekce + 5 dB. Tato korekce se nepoužije ve vztahu k chráněnému vnitřnímu prostoru staveb povolených k určenému účelu po 31. prosinci 2005 (viz hodnoty v závorkách).

Pro obytné místnosti platí:

Denní doba (6 - 22 h): $L_{Aeq,T} = 40 \text{ dB}$ (45 dB)

Noční doba (22 - 6 h): $L_{Aeq,T} = 30 \text{ dB}$ (35 dB)

5.2.2 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 $A L_{Aeq,T}$.

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 ze železniční dopravy mimo ochranné pásmo drah:

Denní doba (6 - 22 h): $L_{Aeq,T} = 55 \text{ dB}$

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

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

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).

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 A tlaku v denní době 6:00 - 22:00 h ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{A,eq,2m}$ 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
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48 ^c
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického A tlaku v denní době 6:00 - 22:00 h ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{A,eq,2m}$ v dB						
	do 40	od 41 do 45	od 46 do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48 ^c

6.1 Veličiny pro posuzování neprůzvučnosti obvodových plášťů

Vážené hodnoty stavební vzduchové neprůzvučnosti obvodových plášťů budov, určené podle ČSN EN ISO 717-1 z třetinooktákových 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.

6 Akustická modelace

Výpočty byly provedeny pomocí programu HLUK+, verze 14.05 profi14.

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, stacionární zdroje a železniční trať č. 246. Údaje o dopravním zatížení trati byly získány od Správy železniční a dopravní cesty.

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.

Do výpočtů je zahrnut vliv pohltivosti jednotlivých objektů. Terén je ve všech případech modelován jako odrazivý, výrazná zeleň nebyla modelována – výpočty jsou tím mírně posunuty na stranu bezpečnosti. Členitost terénu je modelována pomocí vrstevnic. Specifikace zdrojů hluku je uvedena v následujících kapitolách.

Hlukové výpočty jsou provedeny v následujících variantách:

- hluk z železniční dopravy
 - denní doba
 - noční doba
- hluk stacionárních zdrojů

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. Hlavní výstupy uvádíme v této zprávě, podrobné výstupy jsou uloženy v databázi naší firmy.

6.1 Zdroje hluku z dopravy - Železniční trať č. 246

Hodnocena je jednokolejná trať č. 246, která spojuje Znojmo a Mikulov. Trať má v současné době motorovou trakci, ve výhledu je uvažováno s modernizací a elektrifikací trati – tato skutečnost byla zohledněna ve výpočtu výhledového stavu.

Stávající a výhledové intenzity dopravy na trati v katastru obce Hodonice byly získány od Správy železniční a dopravní cesty. Průměrný počet vozů osobního vlaku byl zadáván 3, u rychlíků je průměrný počet vozů 5, u nákladních vlaků 15. Traťová rychlost v úseku byla zadávána 60 km.h⁻¹ u osobních vlaků a 90 km.h⁻¹ u rychlíků a nákladních vlaků. Trať je v modelu označena jako K1 a K2 a ve výhledovém stavu i K3.

Obr. 6.1: Stávající a výhledové intenzity dopravy dle SŽDC

Aktuální intenzity železničního provozu

	06:00 – 22:00	22:00 – 06:00
rychlík (Ex,R,EC,IC)	0	0
osobní (Sp,Os)	26	4
nákladní (Nex,Rn,Pn,Vn,Mn)	3	1
lokomotivní (Lv)	0	0

Výhledové intenzity železničního provozu

	06:00 – 22:00	22:00 – 06:00
rychlík (Ex,R,EC,IC)	51	5
osobní (Sp)	32	6
nákladní (Nex,Rn,Pn,Vn,Mn)	12	6
lokomotivní (Lv)	1	0

Výhledové intenzity železničního provozu souvisí s aktuálně odevzdanou studií proveditelnosti železničního spojení Brno – Znojmo.

6.2 Stacionární zdroje hluku - Výhledové zdroje na řešených objektech OS

Bytové jednotky všech objektů OS budou vytápěny, případně chlazeny pomocí tepelných čerpadel. Venkovní jednotky TČ budou umístěny na fasádách, případně střechách objektů. Pro každou bytovou jednotku je uvažována jedna venkovní jednotka TČ.

Bytový dům A

Venkovní jednotky typu split nebo multisplit budou umístěny na východních fasádách jednotlivých objektů (SO 01.1, SO 01.2 a SO 01.3). Kaskáda 12 TČ bude na fasádě situována v místě výtahové šachty a bude uzavřena do protihlukového krytu po celé výšce fasády, resp. výtahové šachty. Hlukové údaje tepelných čerpadel byly převzaty z technické zprávy, jedná se celkem o 13 zdrojů, každý s hladinou akustického výkonu $L_{wA} = 65$ dB.

Bytový dům B1-B4

Venkovní jednotky typu split nebo multisplit budou umístěny na střechách 3. NP jednotlivých objektů, vždy jako kaskáda 12 TČ. Hlukové údaje tepelných čerpadel byly převzaty z technické zprávy, každý zdroj má hladinu akustického výkonu $L_{wA} = 65$ dB.

Rodinný dům C1-C2

V každém rodinném domě jsou umístěny 3 bytové jednotky. Venkovní jednotky tepelných čerpadel k jednotlivým bytům budou situovány na SV fasádách objektů. Jedná se o 3 zdroje, každý s hladinou akustického výkonu $L_{wA} = 53$ dB.

Rodinný dům C3

V rodinném domě jsou umístěny 2 bytové jednotky. Venkovní jednotky tepelných čerpadel k jednotlivým bytům budou situovány na JV fasádě objektu. Jedná se o 2 zdroje, každý s hladinou akustického výkonu $L_{wA} = 48$ dB.

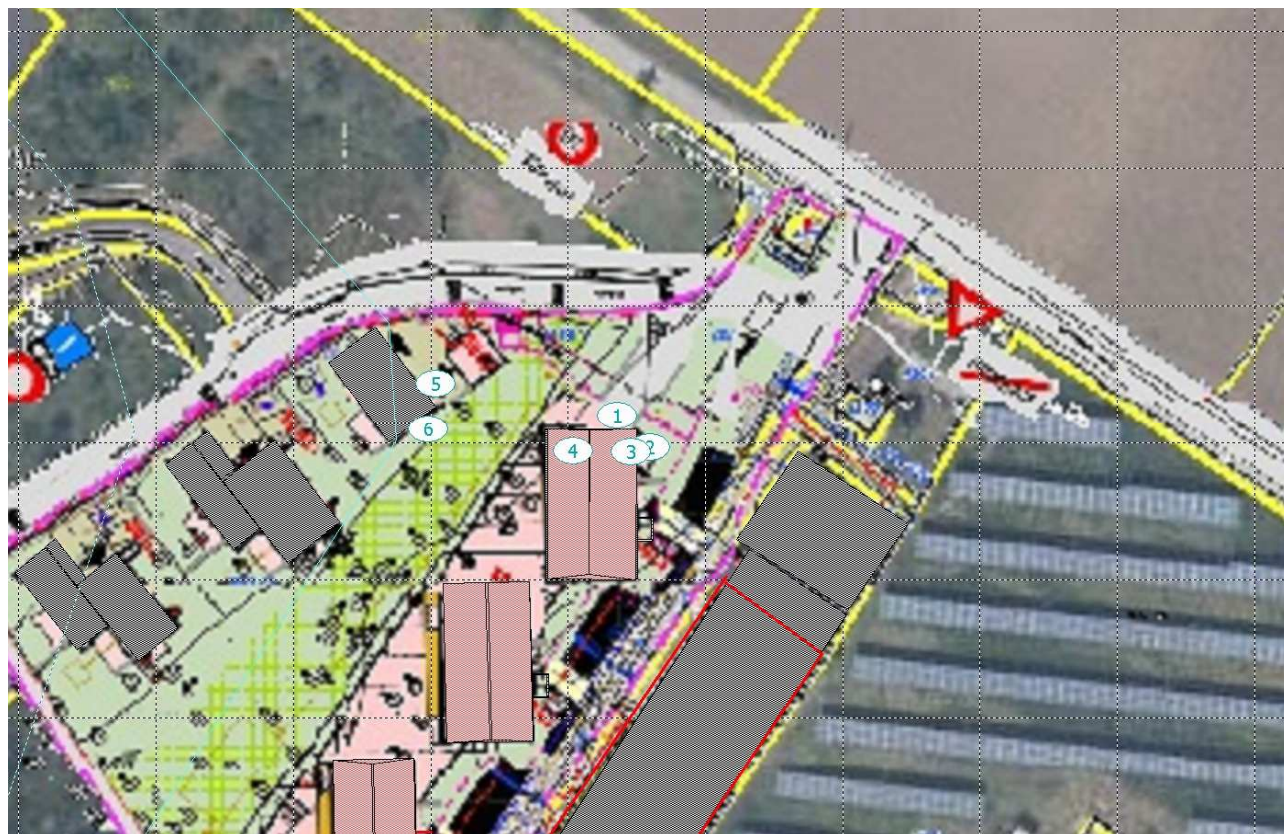
6.3 Rozmístění výpočtových bodů

Výpočet hluku ze železniční dopravy

Pro výpočet hluku ze železniční dopravy byly zvoleny výpočtové body VB1 – VB6 umístěné u severního objektu bytového domu A (SO 01.01) a u rodinného domu C3.

VB1	2 m od S fasády objektu BD A SO 01.01, výška 3 m
VB2	2 m od V fasády objektu BD A SO 01.01, výška 5 m
VB3	před střešním oknem ve V části střechy objektu BD A SO 01.01, výška 11 m
VB4	před střešním oknem v Z části střechy objektu BD A SO 01.01, výška 12 m
VB5	2 m od SV fasády objektu RD C3, výška 5 m
VB6	2 m od JV fasády objektu RD C3, výška 5 m

Obr. 6.2: Rozmístění výpočtových bodů - železnice



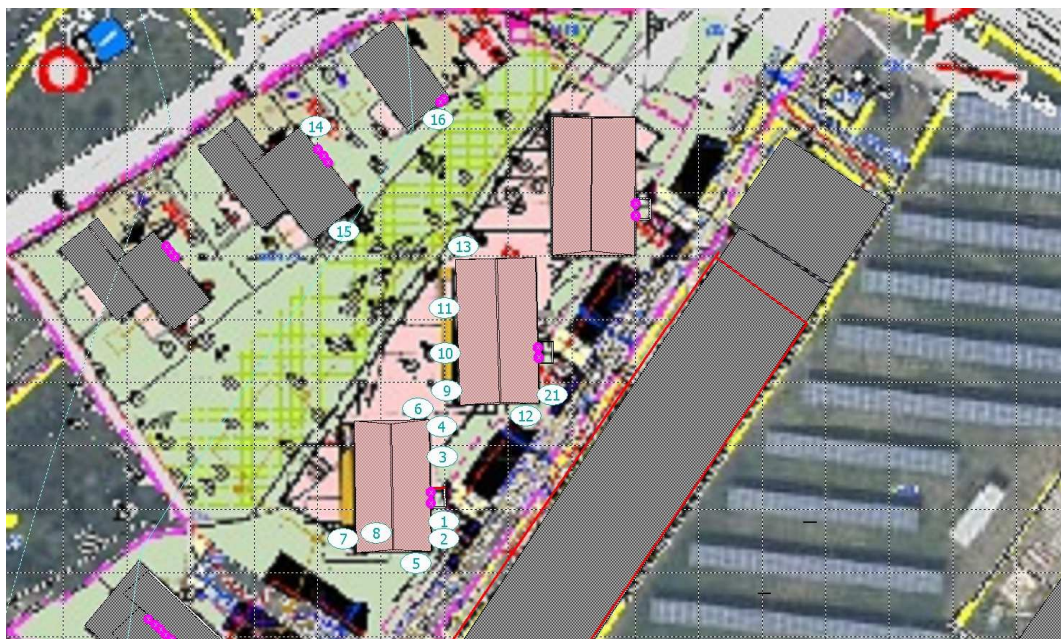
Výpočet hluku ze stacionárních zdrojů

Pro výpočet hluku ze stac. zdrojů byly zvoleny výpočtové body VB1 – VB21 umístěné u objektů obytného souboru. Výpočtový bod VB22 byl umístěn u nejbližšího stávajícího obytného objektu.

VB1-VB4	2 m od V fasády objektu BD A SO 01.03, výšky dle umístění oken pokojů
VB5	2 m od S fasády objektu BD A SO 01.03, výška 1,5 m a 4 m
VB6	2 m od J fasády objektu BD A SO 01.03, výška 1,5 m a 4 m
VB7	2 m od Z fasády objektu BD A SO 01.03, výška 1,5 m, 4 m a 7,5 m
VB8	před střešním oknem v Z části střechy objektu BD A SO 01.03, výška 12 m
VB9-VB11	2 m od Z fasády objektu BD A SO 01.02, výšky dle umístění oken pokojů
VB12	2 m od J fasády objektu BD A SO 01.02, výška 1,5 m

VB13	2 m od S fasády objektu BD A SO 01.02, výška 1,5 m
VB14	2 m od SV fasády objektu RD C2, výška 3,5 m
VB15	2 m od JV fasády objektu RD C2, výška 5 m
VB16	2 m od JV fasády objektu RD C3, výška 4 m
VB17, VB18	2 m od JZ a SZ fasády 3. NP BD B SO 02, výška 7 m
VB19	2 m od SV fasády 3. NP BD B SO 02, výška 7 m
VB20	2 m od JV fasády 3. NP BD B SO 04, výška 7 m
VB21	2 m od V fasády objektu BD A SO 01.02, výška 3 m
VB22	2 m od SV fasády RD Panská 253, výška 5 m

Obr. 6.3: Rozmístění výpočtových bodů VB1 - VB16 a VB21 – stac. zdroje



Obr. 6.4: Rozmístění výpočtových bodů VB17 - VB22 – stac. zdroje



6.4 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 software jsou - kromě vypočtených hodnot v jednotlivých referenčních bodech - také graficky znázorněné hlukové mapy. Z hlediska přesnosti výpočtů hodnot $L_{Aeq,T}$ uvádějí tvůrci software 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 – hluk z dopravy

7.1 Vliv železniční dopravy

V následující tabulce je posouzen vliv hluku ze stávající železniční dopravy po trati č. 246 na objekty OS a porovnání s limity pro hluk ze železniční dopravy. Posouzen je stávající stav a výhledový stav dle intenzit dopravy dodaných SŽDC. Do posouzení jsou zahrnuty výpočtové body VB1-VB6 umístěné u fasád nejohroženějších objektů OS. Pro výhledový stav přikládáme i hlukové mapy vykreslené ve výšce 5 m nad terénem. Mapy jsou vykresleny bez odečtení odrazu od fasády a slouží pouze pro orientaci.

Tab. 7.1: Hladiny akustického tlaku A – železniční doprava – **stávající stav**

TABULKA BODŮ VÝPOČTU - doprava						
VB	Výška	Umístění	L _{Aeq} (dB)		Limit (dB)	Hodnocení
			DEN	NOC		
1-	3.0	objekt BD A SO 01.01	47.3	41.4	55/50	dodržen
2-	5.0		45.4	39.5		dodržen
3	11.0		47.1	41.2		dodržen
4	12.0		44.4	38.5		dodržen
5-	5.0	objekt RD C3	44.5	38.5		dodržen
6-	5.0		43.3	37.5		dodržen

Tab. 7.2: Hladiny akustického tlaku A – železniční doprava – **výhledový stav**

TABULKA BODŮ VÝPOČTU - doprava						
VB	Výška	Umístění	L _{Aeq} (dB)		Limit (dB)	Hodnocení
			DEN	NOC		
1-	3.0	objekt BD A SO 01.01	49.0	42.8	55/50	dodržen
2-	5.0		47.1	44.4		dodržen
3	11.0		48.7	41.8		dodržen
4	12.0		46.2	41.9		dodržen
5-	5.0	objekt RD C3	46.3	40.5		dodržen
6-	5.0		44.8	42.8		dodržen

Hodnocení hluku ze železniční dopravy:

Jak vyplývá z výsledků výpočtu hluku ze železniční dopravy, limit 55/50 dB pro denní/noční dobu je ve všech výpočtových bodech u hodnocených objektů dodržen.

Obr. 7.1: : Hluková mapa, **DEN**, hladiny ve výšce 3 m nad terénem – železnice výhled



Obr. 7.2: : Hluková mapa, **NOC**, hladiny ve výšce 3 m nad terénem – železnice výhled



8 Výpočet – hluk ze stacionárních zdrojů

Posuzovanými stacionárními zdroji jsou venkovní jednotky tepelných čerpadel sloužící k vytápění/chlazení objektů. Jednotky jsou umístěny na fasádách nebo na střechách objektů. Provoz zdrojů hluku je uvažován stejný v denní i noční době.

V následující tabulce 8.1 jsou uvedeny výsledky výpočtu hluku ze stacionárních zdrojů ve výpočtových bodech umístěných u fasád objektů OS a u nejbližšího stávajícího RD.

Přikládáme i hlukové mapy vykreslené ve výšce 5 m a 8 m nad terénem. Mapy jsou vykresleny bez odečtení odrazu od fasády a slouží pouze pro orientaci.

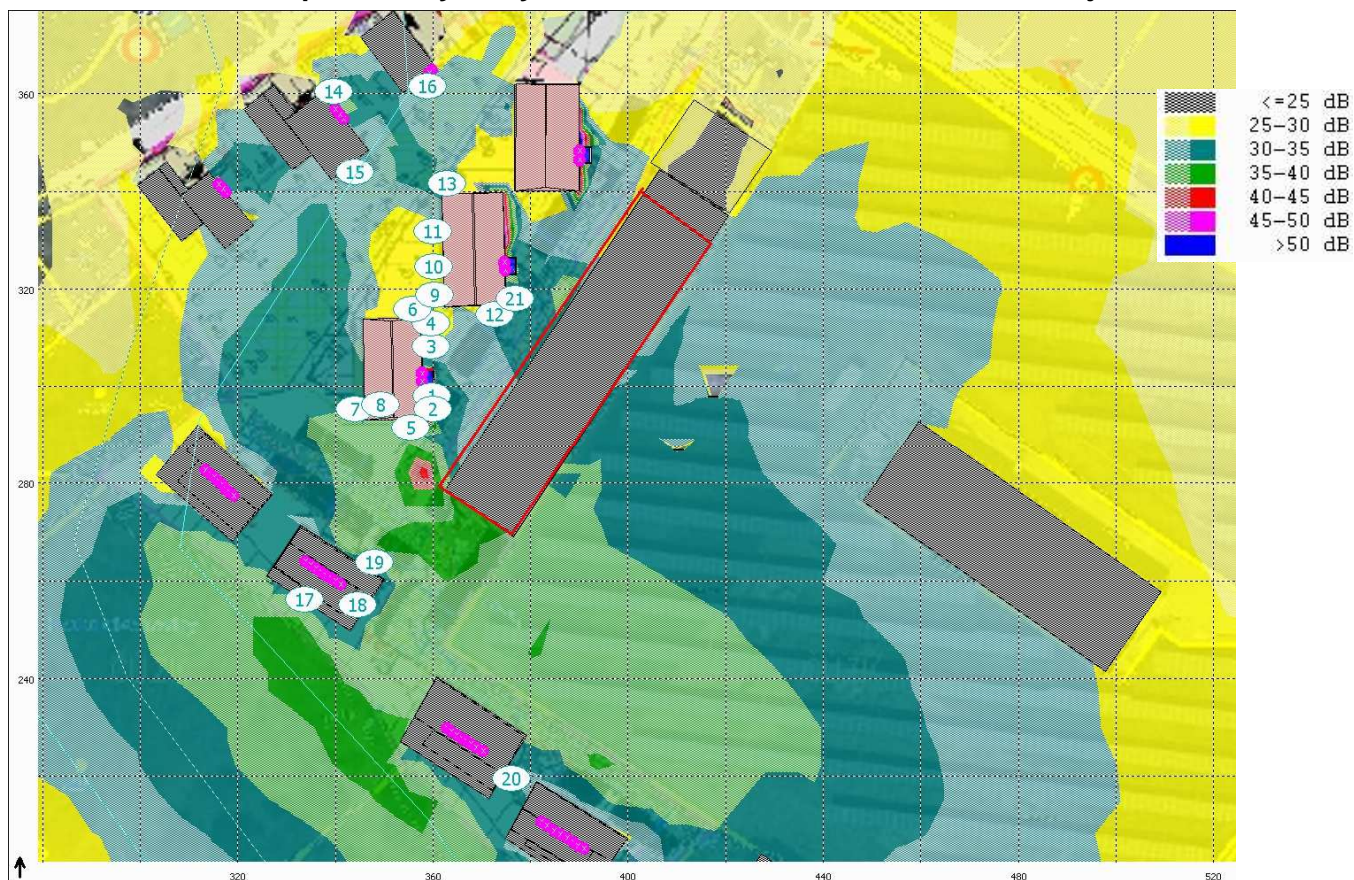
Tab. 8.1: Hladiny akustického tlaku A – stacionární zdroje

TABULKA BODŮ VÝPOČTU – stacionární zdroje							
VB	výška	Umístění	LAeq (dB)	DEN		NOC	
				Limit	Hodnocení	Limit	Hodnocení
1-	1.5	V fasáda objektu BD A SO 01.03	31.1	50	Dodržen	40	Dodržen
1-	4.0		34.2		Dodržen		Dodržen
2-	7.5		37.0		Dodržen		Dodržen
3-	1.5		31.1		Dodržen		Dodržen
3-	4.0		32.3		Dodržen		Dodržen
4-	7.5		31.6		Dodržen		Dodržen
5-	1.5	S fasáda objektu BD A SO 01.03	33.3		Dodržen		Dodržen
5-	4.0		35.9		Dodržen		Dodržen
6-	1.5	J fasáda objektu BD A SO 01.03	24.2		Dodržen		Dodržen
6-	4.0		28.1		Dodržen		Dodržen
7-	1.5	Z fasáda objektu BD A SO 01.03	32.3		Dodržen		Dodržen
7-	4.0		33.9		Dodržen		Dodržen
7-	7.5		37.6		Dodržen		Dodržen
8	12.0	před střešním oknem v Z části střechy objektu BD A SO 01.03	39.8		Dodržen		Dodržen
9-	1.5	Z fasáda objektu BD A SO 01.02	27.4		Dodržen		Dodržen
9-	7.0		31.0		Dodržen		Dodržen
10-	1.5		27.4		Dodržen		Dodržen
11-	1.5		28.1		Dodržen		Dodržen
12-	1.5	J fasáda objektu BD A SO 01.02	28.2		Dodržen		Dodržen
13-	1.5	S fasáda objektu BD A SO 01.02	25.6		Dodržen		Dodržen
14-	3.5	SV fasáda objektu RD C2	35.1		Dodržen		Dodržen
15-	5.0	JV fasáda objektu RD C2	29.9		Dodržen		Dodržen
16-	4.0	JV fasáda objektu RD C3	31.6		Dodržen		Dodržen
17-	7.0	JZ a SZ fasáda 3. NP BD B SO 02	39.0		Dodržen		Dodržen
18-	7.0		37.6		Dodržen		Dodržen
19-	7.0	SV fasáda 3. NP BD B SO 02	39.0		Dodržen		Dodržen
20-	7.0	JV fasáda 3. NP BD B SO 04	37.1		Dodržen		Dodržen
21-	3.0	V fasáda objektu BD A SO 01.02	30.4		Dodržen		Dodržen
22-	5.0	SV fasáda RD Panská 253	27.6		Dodržen		Dodržen

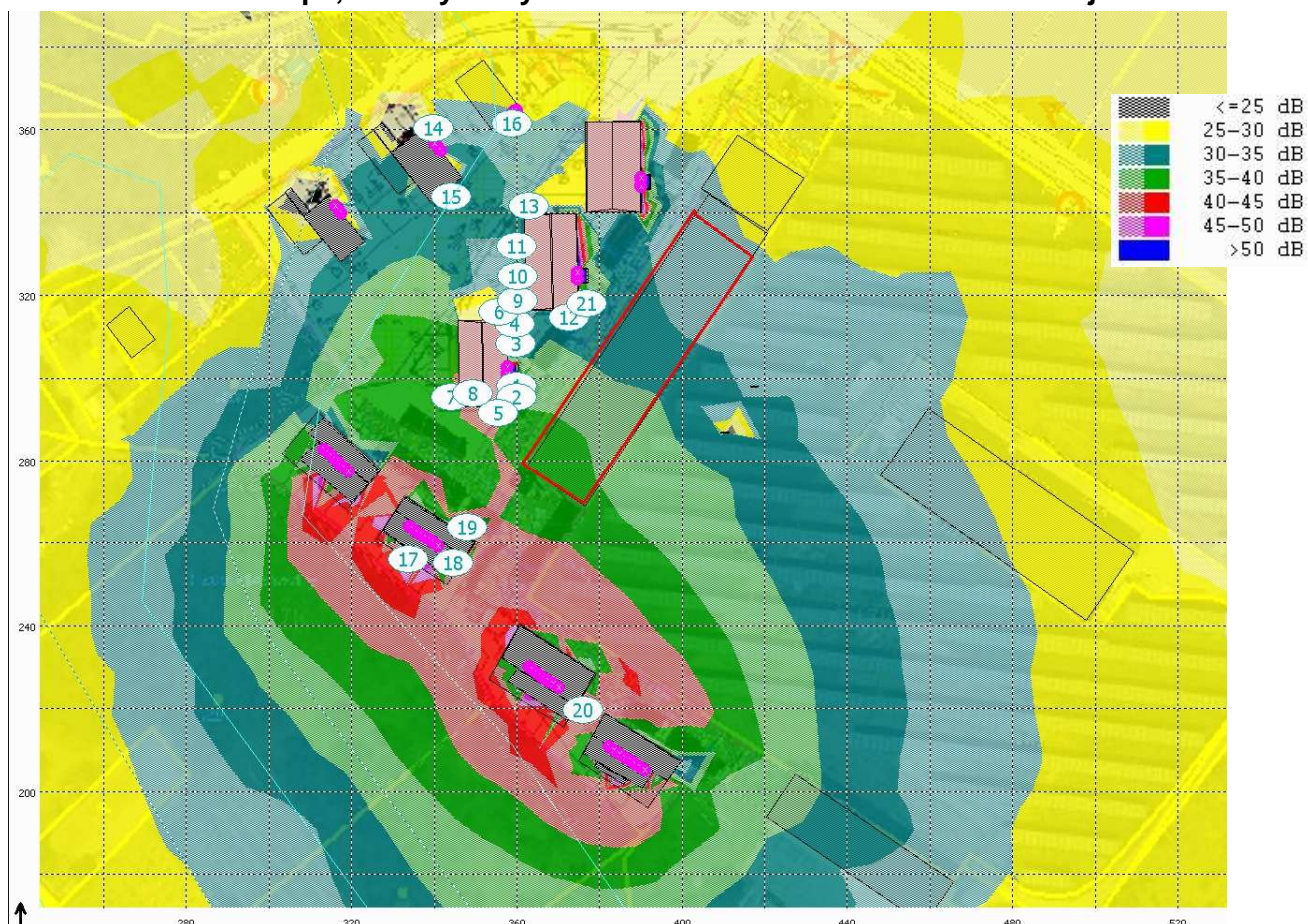
Hodnocení hluku ze stacionárních zdrojů:

Jak vyplývá z výsledků výpočtu hluku ze stacionárních zdrojů souvisejících s provozem záměru, limit 50/40 dB pro denní/noční dobu je ve všech výpočtových bodech **dodržen**. Výpočet je proveden pro maximální chod a souběh všech zdrojů hluku na všech objektech OS – tento max. chod je zejména v noční době nepravděpodobný. Výpočty jsou tak posunuty na stranu bezpečnosti.

Obr. 8.1: Hluková mapa, hladiny ve výšce 5 m nad terénem – stacionární zdroje



Obr. 8.2: Hluková mapa, hladiny ve výšce 8 m nad terénem – stacionární zdroje



9 Kompletní hlukové zatížení

V této kapitole jsou uvedeny hladiny akustického tlaku A od jednotlivých zdrojů v lokalitě (železniční doprava a stacionární zdroje) ve výpočtových bodech VB1-VB21 u fasád objektů OS. Vypočtené hodnoty jsou pouze orientační a slouží jako podklad pro stanovení neprůzvučnosti obvodového pláště budov.

Tab. 9.1: Výsledky modelace kompletního hlukového zatížení v nejzatíženějších bodech

TABULKA BODŮ VÝPOČTU - všechny zdroje				
VB	Výška	Souřadnice	L _{Aeq} (dB)	
			DEN	NOC
1-	1.5	359.9; 298.1	36.3	33.9
1-	4.0	359.9; 298.1	39.1	36.8
2-	7.5	360.0; 295.3	45.0	41.8
3-	1.5	359.7; 308.3	39.2	36.0
3-	4.0	359.7; 308.3	40.7	37.4
4-	7.5	359.6; 313.0	43.8	40.1
5-	1.5	355.5; 291.4	35.4	34.3
5-	4.0	355.5; 291.4	38.3	37.0
6-	1.5	355.8; 315.9	41.2	37.2
6-	4.0	355.8; 315.9	42.2	38.3
7-	1.5	344.1; 295.3	37.8	35.2
7-	4.0	344.1; 295.3	39.6	37.0
7-	7.5	344.1; 295.3	42.2	39.9
8	12.0	349.3; 296.3	45.0	42.6
9-	1.5	360.3; 318.6	39.0	35.3
9-	7.0	360.3; 318.6	42.7	39.0
10-	1.5	360.2; 324.5	39.0	35.3
11-	1.5	360.0; 331.8	40.5	36.7
12-	1.5	372.8; 314.6	34.4	31.6
13-	1.5	363.0; 341.5	45.4	41.3
14-	3.5	339.8; 360.4	44.6	41.1
15-	5.0	344.2; 343.9	41.8	38.1
16-	4.0	359.0; 361.5	46.9	42.9
17-	7.0	333.8; 256.1	39.8	39.3
18-	7.0	344.7; 255.0	42.3	40.0
19-	7.0	348.1; 263.8	45.3	42.5
20-	7.0	376.1; 219.5	45.8	42.4
21-	3.0	377.0; 318.0	40.5	37.0

10 Neprůzvučnost obvodového pláště

10.1 Svislé konstrukce

V předchozí kapitole byly pomocí výpočtů hluku z kompletního hlukového zatížení určeny hladiny akustického tlaku A před fasádami objektů OS.

Hodnoty kompletního hlukového zatížení před nejzatíženějšími fasádami objektů OS jsou v denní době do 50 dB a v noční době do 45 dB. Dle tabulky 9 z normy ČSN 73 0532 je na základě těchto hodnot požadována neprůzvučnost obvodového pláště $R'w = 30 \text{ dB}$ a neprůzvučnost výplní otvorů rovněž 30 dB .

Neprůzvučnost obvodového pláště 30 dB dosahují všechny běžně používané materiály pro obvodové pláště, jako jsou keramické tvarovky, pórobetonové tvárnice i sendvičové konstrukce na bázi dřeva.

Konstrukce obvodového pláště bude zděná z keramických tvární tl. 300 mm; (např. Porotherm 30 Profi - laboratorní neprůzvučnost udávaná výrobcem je $R_w = 48$ dB a vážená stavební neprůzvučnost je tak min. $R'w = 43$ dB). Požadavek normy bude **splněn**.

Požadovanou neprůzvučnost výplní otvorů ve výši 30 dB splňují běžná plastová okna, dřevěná nebo hliníková okna zasklená izolačním dvojsklem. Je vhodné použít okna se vzduchovou neprůzvučností minimálně **33 dB** a konkrétní parametry okna pak prověřit u výrobce.

Pozornost doporučujeme věnovat zabudování okna do konstrukce a důslednému vyplnění spár – pozor, vyplnění velkých netěsností pouze stavební pěnou není svým charakterem považováno za vhodnou ochranu proti průniku.

Při dodržení požadované neprůzvučnosti obvodového pláště a výplní otvorů, lze předpokládat bezproblémové dodržení hygienických limitů v chráněném vnitřním prostoru řešených domů ve výši 40 dB pro denní dobu a 30 dB pro noční dobu.

10.2 Střechy

Objekt A

Dle tabulky 9 z normy ČSN 73 0532 je požadována neprůzvučnost šikmé střechy objektů A rovněž **$R'w = 30$ dB**. (Na střechách nejsou umístěny žádné zdroje hluku, jedná se pouze o přenos hluku od ostatních zdrojů - železnice, TČ na fasádách).

Skladba šikmé střechy objektu A je dle PD následující:

označení:	název skladby:	umístění:
R/01	Šikmá střecha s nadkroevní izolaci- plechová krytina	Střecha

vrstva	materiál	požadavky	tloušťka [mm]
krycí	plechová falcovaná krytina s dvojítlou drážkou	plošná hmotnost min. 80kg/m ²	1,0
podkladní	dřevoštěpková OSB deska		15,0
vzduchová mezera	montážní kontralatě 40x60 mm	1) kotvení do krokve	40,0
paropropustná	Difúzně propustná fólie, třídy těsnosti 2	1) lepení přes podeliny samolepicí pás 2) ekvivalentní dif.tl. 0,02 m, faktor difúzního odporu 42	-
separační	netkaná textilie ze skleněných vláken o plošné hmotnosti min. 120 g/m ²	volně ložená, přesahy min. 100 mm	-
tepelně izolační	desky z polyisokyanurátové pěny PIR	$\lambda \leq 0,022$ W/mK, faktor difúzního odporu $\mu = 34$ hrana ve tvaru pero-drážka	150,0
parotěsná	pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z hliníkové fólie plošné hmotnosti 120 g/m ²	celoplošně nalepeno k podkladu	2,0
záklap	palubka ze smrkového dřeva / nebo OSB 15 mm (dle vzdálenosti krokví)	za studena zpracovatelná bez obsahu rozpouštědel	15,0
nosná	dřevěná krokve	viz. část D.1.2. - SKŘ	200,0
pohledová	protipožární sádrokartonový podhled	viz. část podhledy	77,0
tloušťka skladby konstrukce [mm]			500,0

Pro dodržení požadované neprůzvučnosti $R'w = 30$ dB je tato skladba **nedostačující**.

Pro bezpečné dodržení požadované neprůzvučnosti je nutné do dutiny mezi protipožární podhled a záklap vložit výplň z minimálně 50 mm minerální vaty.

Objekty B

Objekty B1-B4 mají plochou střechu s kačírkiem nebo extenzivní zelení. Na střechách objektů budou umístěny venkovní jednotky tepelných čerpadel pro vytápění/chlazení objektů. Umístěním a posunem kontrolního bodu v prostoru střechy 3. NP objektů bylo zjištěno, že hodnoty hluku nad střechou se v blízkosti zdrojů hluku pohybují do 70 dB. Dle tabulky 9 z normy ČSN 73 0532 byla na základě zjištěných hodnot požadována neprůzvučnost střechy $R'w = 48 \text{ dB}$.

Hlavní konstrukce střechy bude železobetonová, tl. 250 mm. Vážená stavební neprůzvučnost ŽB desky této tloušťky je min. $R'w = 58 \text{ dB}$. Při použití takovéto konstrukce střechy budou teoretické limity pro chráněný vnitřní prostor ve výši 40/30 dB pro denní / noční dobu **nepřekročeny**.

Velkou pozornost je třeba věnovat uložení venkovních jednotek na střechách. Jednotky je třeba pružně uložit, buď vložením antivibračních podložek na bázi PUR (Sylomer, CDM apod.) nebo použitím izolátorů chvění (Istako apod.). Prostupy potrubí stěnou nebo stropem by měly být izolovány, aby nedocházelo ke kontaktu potrubí a konstrukce a tím k přenosu hluku z potrubí do konstrukce.

Objekty C

Dle tabulky 9 z normy ČSN 73 0532 je požadována neprůzvučnost pultové střechy s extenzivní zelení $R'w = 30 \text{ dB}$. (Na střechách nejsou umístěny žádné zdroje hluku, jedná se pouze o přenos hluku od ostatních zdrojů - železnice, TČ na fasádách).

Skladby pultových střech objektů C jsou dle PD následující:

označení:	název skladby:	umístění:
R/02	Pultová střecha s nadkroevní izolací- vegetační extenzivní zeleň	Střecha 2NP, 3NP

vrstva	materiál	požadavky	tloušťka [mm]
vegetační	extenzivní zeleň - netřesky, rozchodníky, kostřavy (např. travníkový koberec TR K 20)	min.20 mm	20
vegetační	substrát pro extenzivní zeleň, (např. GREENDEK) složení: expandované jílové minerály, zeolit, rašelina, dle potřeby vápenc, hnojivo, objemová hmotnost 600 kg/m3 (suchý), 1 150 kg/m3 (nasycený)	min.50 mm	50
filtrační	Netkaná polypropylenová textilie (např. FILTEK 200)	200 g/m2	-
hydroakumulační	Nopová fólie, materiál HIPS (houževnatý polystyren),	plošná hmotnost 1000 g/m2 s perforací 400 nopů/m2, pevnost v tlaku 150 kN/m2	20
ochranná	Netkaná polypropylenová textilie (např. FILTEK 300)	300 g/m2	-
hydroizolační	střešní fólie z TPO (flexibilní polyolefin) s polyesterovou výztužnou vložkou	mechanicky kotvená, spoje horizontálně svářeny	1,8
podkladní	dřevoštěpková OSB deska		15,0
vzduchová mezera	montážní kontralatě 40x60 mm	1) kotvení do krokve	40,0
paropropustná	Difúzně propustná fólie, třídy těsnosti 2	1) lepení přes podélný samolepící pás 2) ekvivalentní dif. tl. 0,02 m, faktor difúzního odporu 42	-
separační	netkaná textilie ze skleněných vláken o plošné hmotnosti min. 120 g/m2	volně ložená, přesahy min. 100 mm	-
tepelně izolační	desky z polyisokyanurátové pěny PIR	$\lambda \leq 0,022 \text{ W/mK}$, faktor difúzního odporu $\mu = 34$ hrana ve tvaru pero-drážka	150,0
parotěsná	samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z hliníkové fólie, plošná hmotnost 120 g/m2, například: TOPDEK AL BARRIER	celoplošně nalepeno k podkladu	2,0
záklap	palubka ze smrkového dřeva / nebo OSB 15 mm (dle vzdálenosti krokví)		19,0
nosná	dřevěná krokev ve sklonu viz. projektová dokumentace	viz. část D.1.2. - SKŘ	180,0
tloušťka skladby po nosnou konstrukci [mm]			317,8

Navržené řešení pultové střechy objektů C1 – C3 **splňuje požadavek na neprůzvučnost $R'w = 30 \text{ dB}$.**

11 Závěrečné hodnocení

Akustická studie řeší záměr výstavby obytného souboru v katastru obce Hodonice u Znojma. Soubor bude sestávat z třípodlažních obytných domů typu A a B a z rodinných domů typu C.

Zdrojem hluku souvisejícím s provozem záměru jsou venkovní jednotky tepelných čerpadel, které budou sloužit pro vytápění, případně chlazení obytných prostor. Jednotky budou umístěny na fasádách objektů (u objektů A a C) nebo na střechách objektů (u objektů B). Kaskády tepelných čerpadel na jednotlivých částech bytového domu A budou uzavřeny v protihlukových krytech.

Z výpočtů uvedených v kap. 8 vyplývá, že limit 50/40 dB je ve všech výpočtových bodech u řešených objektů OS i u nejbližšího stávajícího chráněného objektu nepřekročen. Výpočet je proveden pro maximální chod všech TČ v denní i noční době – tento stav je v reálném provozu nepravděpodobný a výpočty jsou tak na straně bezpečnosti.

Výpočty hluku ze železniční dopravy po trati č. 246 ve výpočtových bodech u nejohroženějších objektů OS prokázaly nepřekročení limitů pro hluk ze železniční dopravy mimo ochranné pásmo drah.

Součástí práce je i výpočet neprůzvučnosti obvodového pláště a střech na základě výsledků výpočtu kompletního hlukového zatížení v lokalitě, vč. doporučení zesílení střešní konstrukce šikmé střechy u objektu A tak, aby bylo zajištěno dodržení limitu 40/30 dB pro CHVnPS řešeného objektu.