

1. Úvod

Realizačný projekt technickej úpravy priestorov objektu DVORANA nadväzuje na predtým zrealizovanú rekonštrukciu a dostavbu predmetného objektu. V časti akustické úpravy projekt v tejto etape rieši návrh zvukoizolačných úprav stavebných konštrukcií a technických rozvodov súvisiacich s priestorom koncertnej sály tak, aby boli v sále splnené požiadavky v zmysle vyhlášky [1], resp. STN [2 a 3]. Posúdený bude vplyv navrhovaných kondenzačných jednotiek umiestnených na streche objektu na dotknuté vonkajšie prostredie a pre dodržanie prípustných hodnôt určujúcich veličín hluku v zmysle Vyhlášky MZ SR č.549/2007 Z.z. budú navrhnuté vhodné technické opatrenia. Posúdený bude taktiež vplyv prevádzky VZT jednotky na chránené vnútorné priestory a dotknuté vonkajšie prostredie.

2. Údaje o stavbe

Jestvujúci objekt vo dvore VŠMU má 4 nadzemné podlažia. Na 1.NP sa nachádzajú hlavné vstupné priestory nadväzujúce na komunikačné jadro pôvodného objektu VŠMU, prípravne, filter a koncertná sála (cez 3 podlažia). Na 2.NP je priestor budúcej zvukovej réžie a administratívne zázemie. Na 3. NP sú VZT strojovne, strojovňa ÚK a elektrorozvodňa. Na 4. NP je baletná sála s príslušným zázemím. Koncertná sála bude slúžiť aj na nahrávanie.

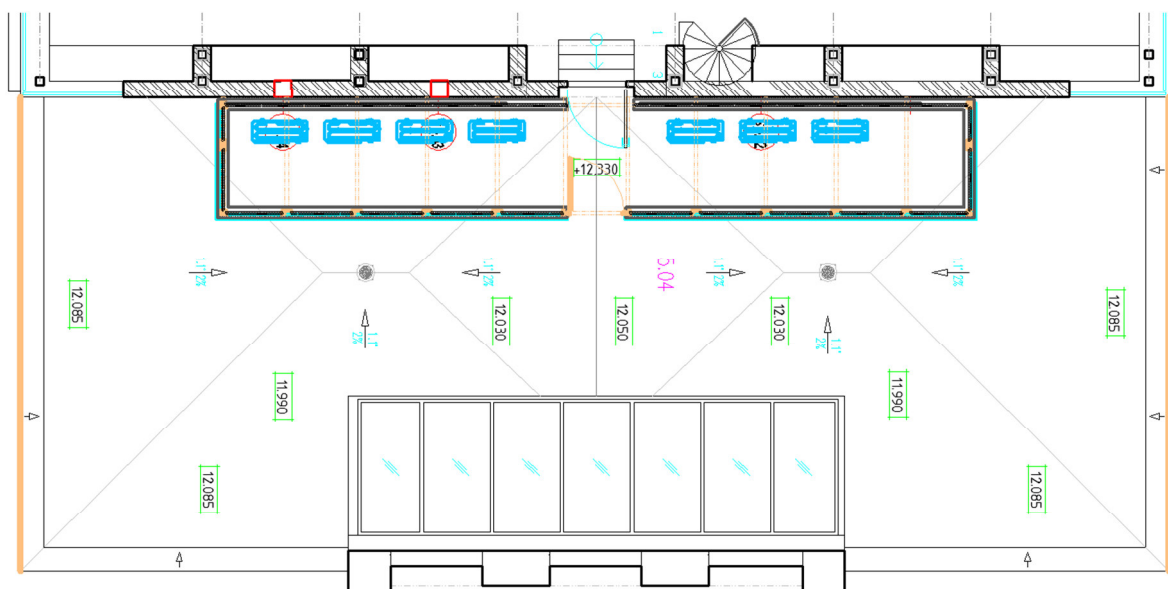
3. Zdroje hluku vo vnútornom prostredí

Zdrojom hluku vo vnútornom prostredí bude VZT jednotka umiestnená na 3.NP v miestnosti 3.04, kondenzačné jednotky umiestnené na 5.NP ako aj súvisiaca technológia a rozvody VZT. Zdrojom hluku vo vonkajšom prostredí bude nasávacia a výfuková žalúzia, ktoré budú umiestnené na severovýchodnej a juhozápadnej fasáde. Pred fasádou – pred otvorom nasávania čerstvého vzduchu do VZT jednotky bola výpočtom stanovená hladina A zvuku 45 dB počas prevádzky VZT jednotky, čo je hodnota neprekračujúca prípustné hodnoty v zmysle Vyhlášky MZ SR č. 549/2007 Z.z., vo vzdialenosti 1 m pred prírodným otvorom VZT trasy na fasáde bola výpočtom stanovená predpokladaná hladina A zvuku 43 dB. Pred koncovým prírodným prvkom v koncertnej sále bola výpočtom určená hladina A zvuku 36 dB. V prípade nahrávania zvuku v priestore koncertnej sály bude pre zníženie hlukovej záťaže sály znížený výkon VZT jednotky. Rovnaký postup môže byť používaný aj v prípade koncertných podujatí, kedy je možné pomocou VZT jednotky upraviť teplotu vnútorného vzduchu a počas koncertu výkon jednotky znížiť.

V trasách VZT sú v projekte navrhované tlmivé hluku, samotná jednotka je navrhnutá uložená na samostatnom základe – betónová doska hr. 150 mm uložená na pružných prvkoch Mafund.

Pre elimináciu hlukovej záťaže priľahlých fasád objektov VŠMU, ktoré sú v letnom období vetrané prostredníctvom otvorených okien, je na streche 5.NP okolo kondenzačných jednotiek navrhnutá zástena o výške 2 m. Navrhovaná je zo sendvičových panelov (napr. TRIMO) hr. 80 mm s zvukopohltivým obkladom (na báze minerálnej vlny) na strane privrátenej ku zdrojom hluku, ktoré budú prekryté perforovaným materiálom. Zvukopohltivý materiál musí byť hydrofobizovaný a perforovaný krycí materiál odolný voči poveternostným vplyvom a UV žiareniu. Panely budú kotvené do samostatnej oceľovej konštrukcie.

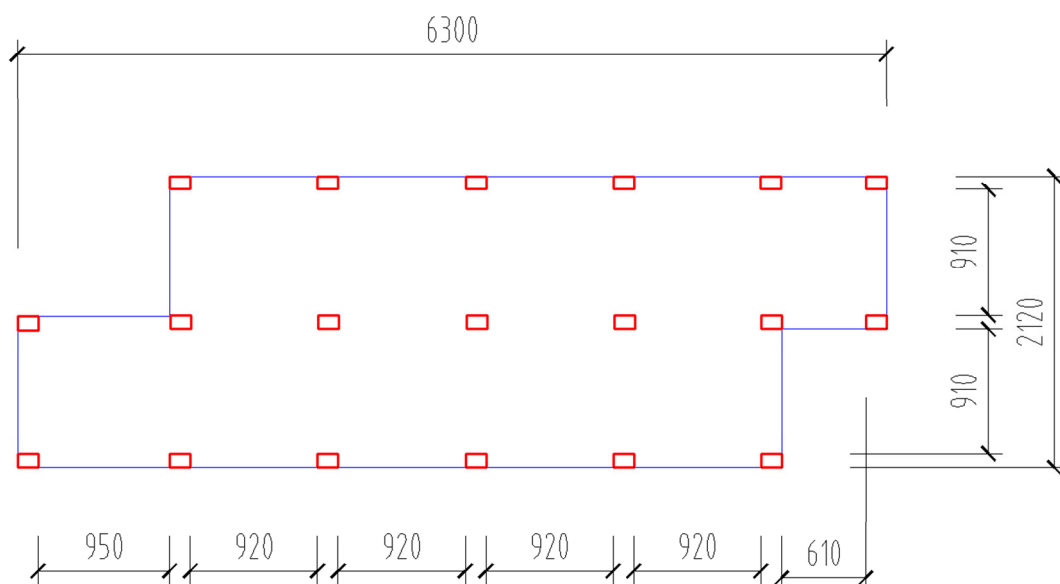
Fasáda objektu Dvorany za kondenzačnými jednotkami bude opatrená akustickým obkladom na báze minerálnej vlny s prekrytím perforovaným materiálom.



Obr.1 Situovanie protihlukovej zásteny na 5.NP

4. Uloženie VZT jednotky

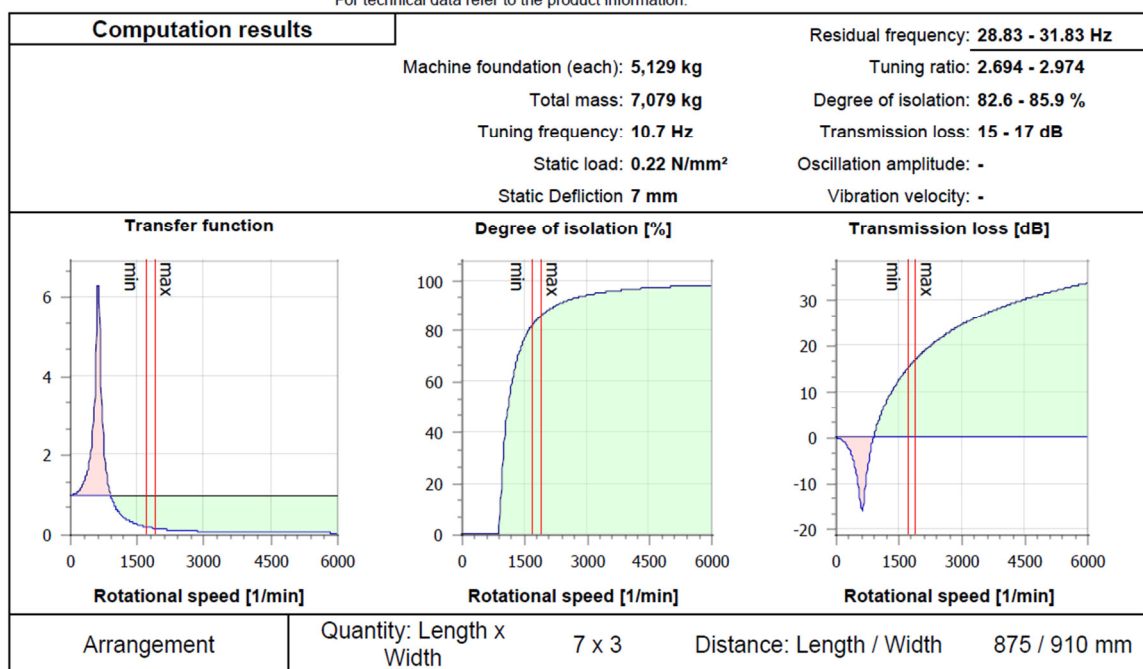
Uloženie VZT jednotky na 3.NP na samostatný základ na pružných podložkách MAFUND zabezpečí elimináciu prenosu hluku a vibrácií do konštrukcií stavby. Základ bude mať hrúbku 150 mm, podložený bude celkom 19 ks podložiek 150 x 100 mm o hrúbke 50 mm. Priestor medzi podložkami Mafund musí ostať voľný, v prípade potreby je možné ho vyplniť materiálom s dynamickou tuhosťou nižšou než 20 MN/m³ (napr. Nobasil PTN s prekrytím PE ochrannou fóliou).



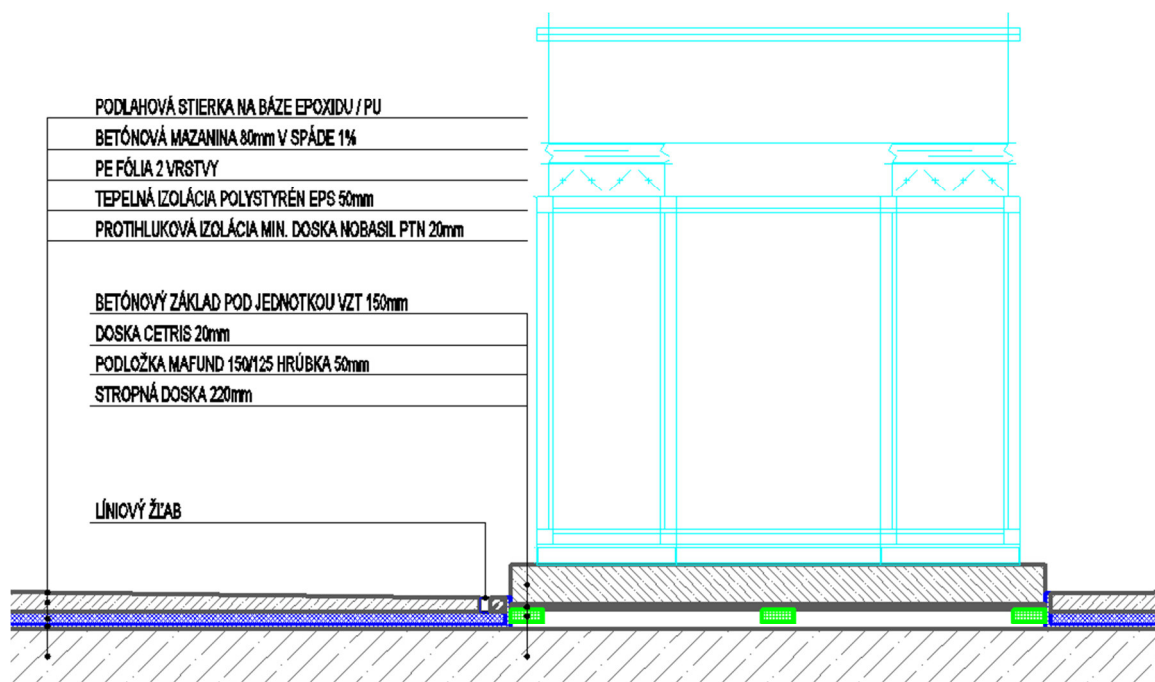
Obr.2 Rozmiestnenie navrhovaných podložiek MAFUND

Selected vibration damper: **MAFUND 150 x 100 mm, 50 mm thick**

For technical data refer to the product information.



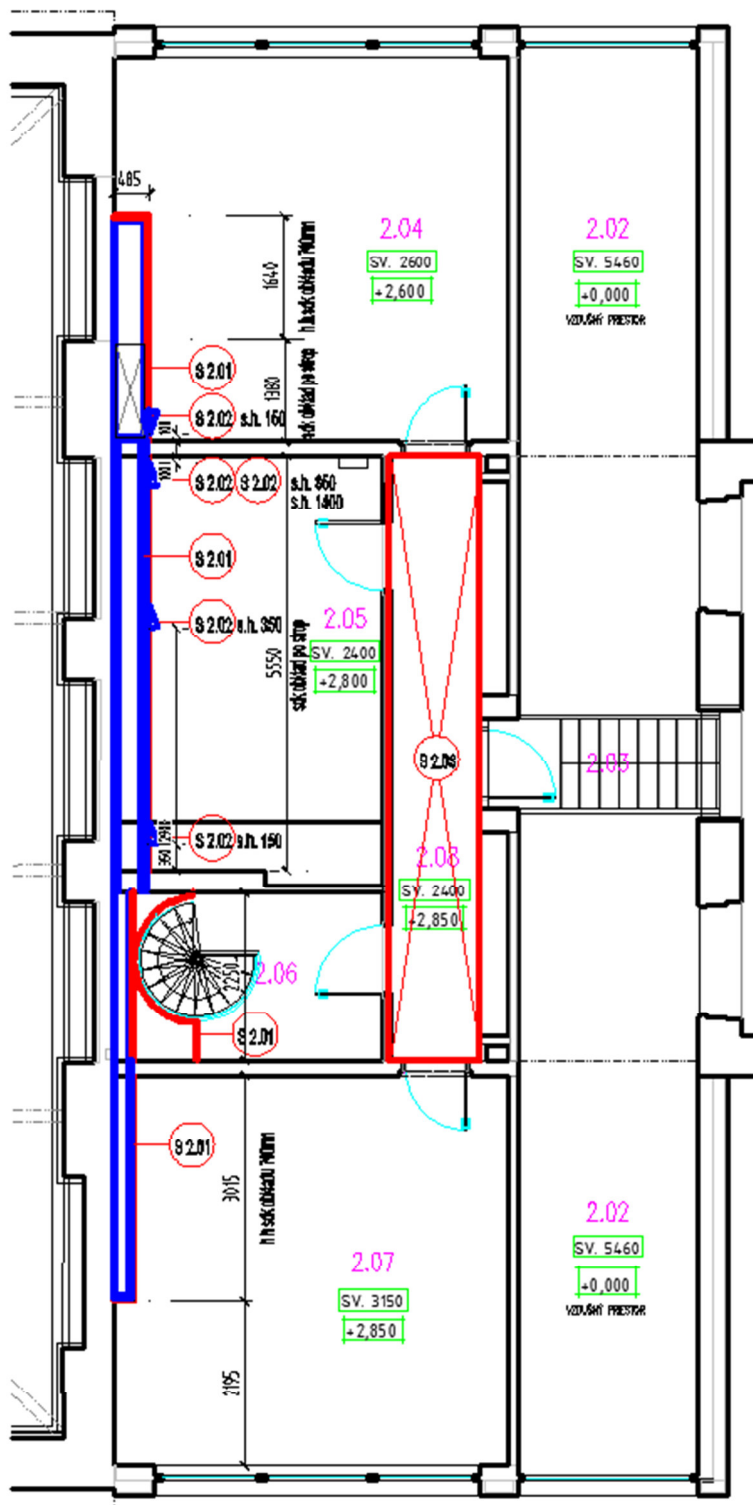
Obr.3 Výpočet pružného uloženia VZT jednotky



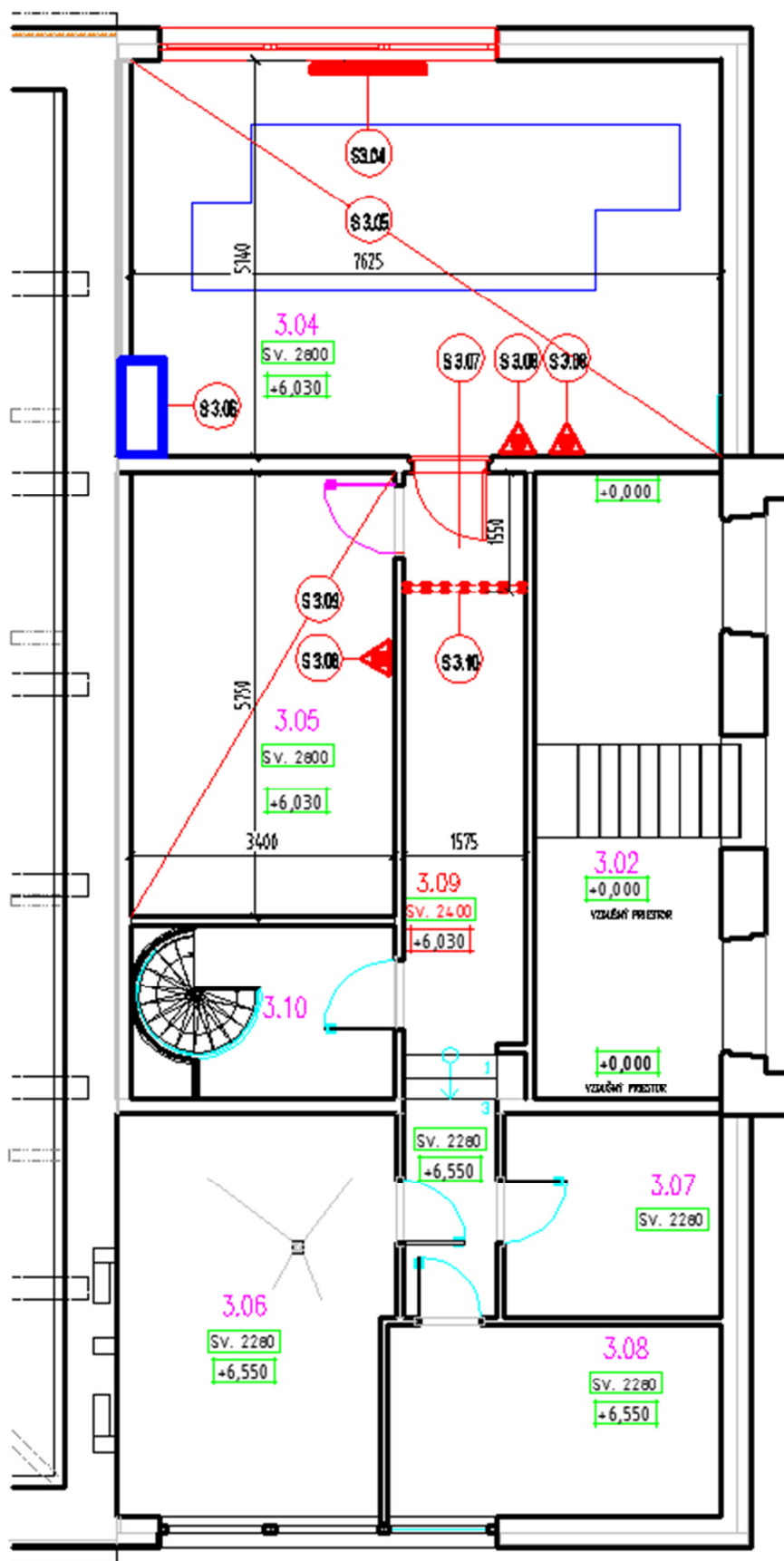
Obr.4 Rez betónovým základom pod VZT jednotkou

5. Predsadené akustické SDK steny na 2.NP

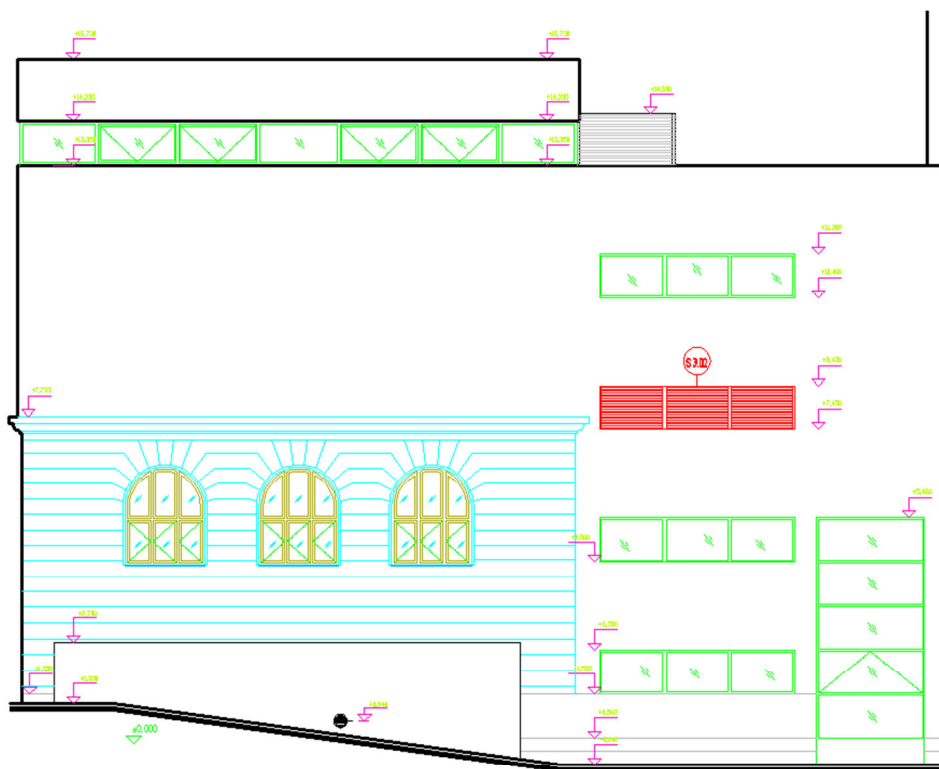
Pre zabezpečenie zvukovej izolácie medzi strojovňou VZT, trasami potrubí a koncertnou sálou je potrebné realizovať predsadené SDK steny (kapotáže VZT potrubí a rozvodov) ktoré budú realizované ako akustické – t.j. budú kotvené len do podlahy a do stropu, za dvojicou ťažkých SDK dosiek (napr. 2 x 12,5 mm SDK Knauf Diamant) bude celoplošne vrstva minerálnej vlny hr. 80 mm s minimálnou objemovou hmotnosťou 50 kg/m³.



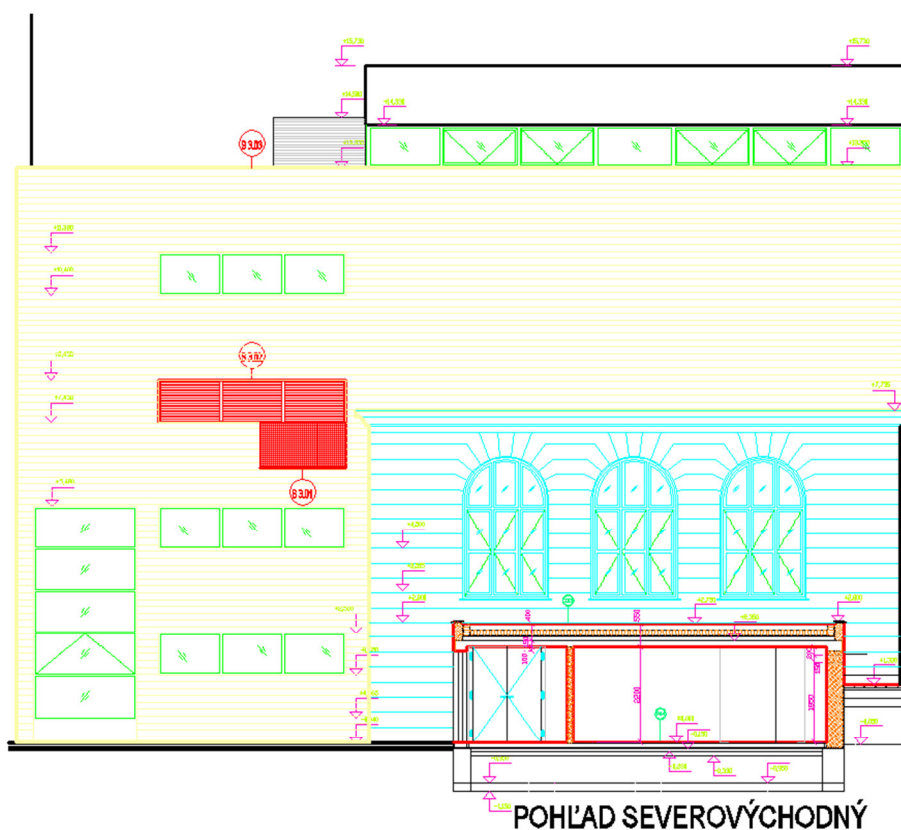
Obr.5 Časť pôdorysu 2.NP s predsadenými stenami



Obr.6 Časť pôdorysu 3.NP so základom pod VZT jednotku



POHĽAD JUHOZÁPADNÝ

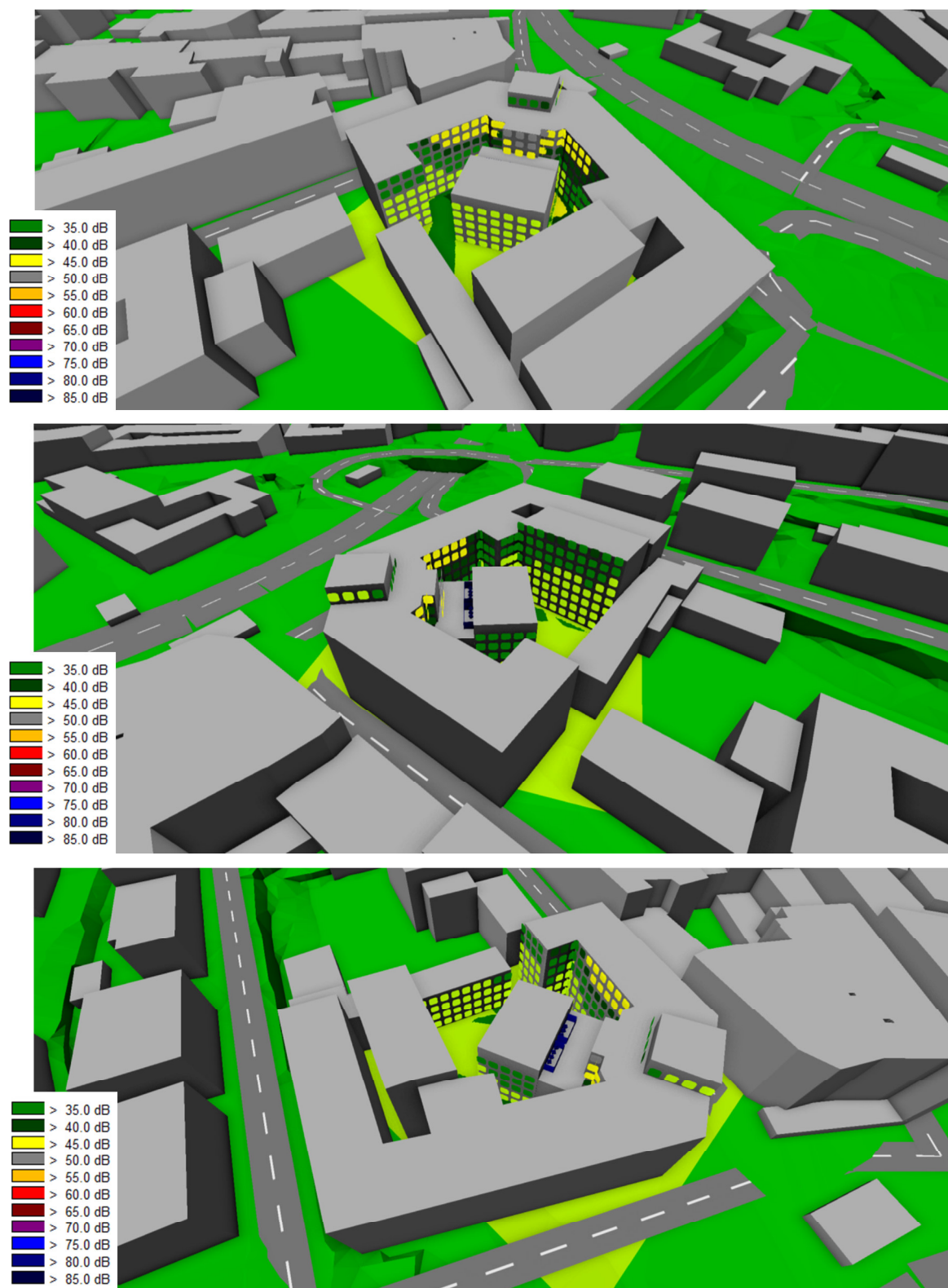


POHĽAD SEVEROVÝCHODNÝ

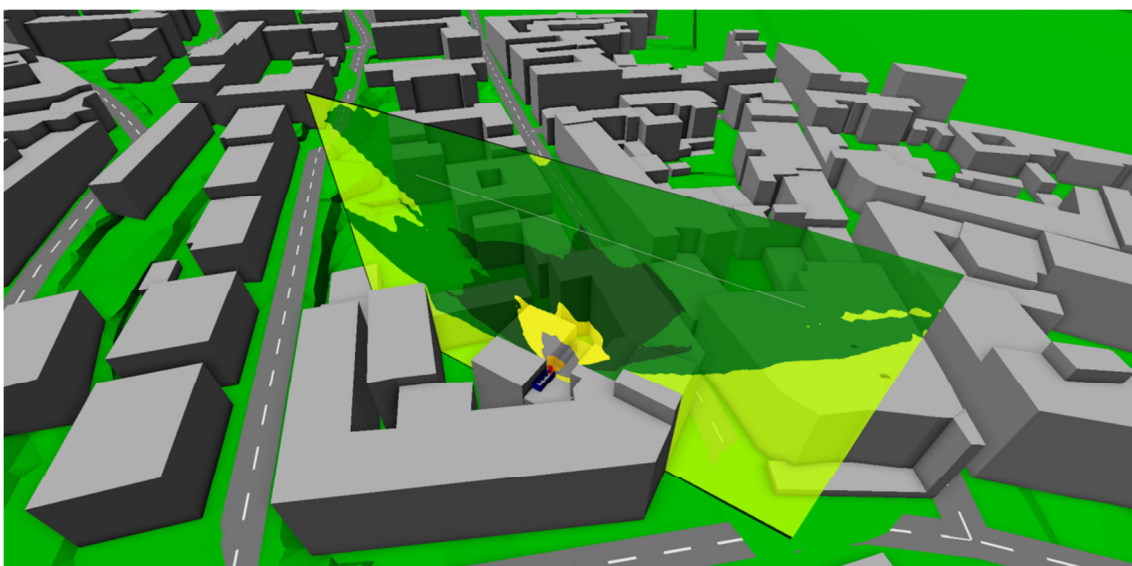
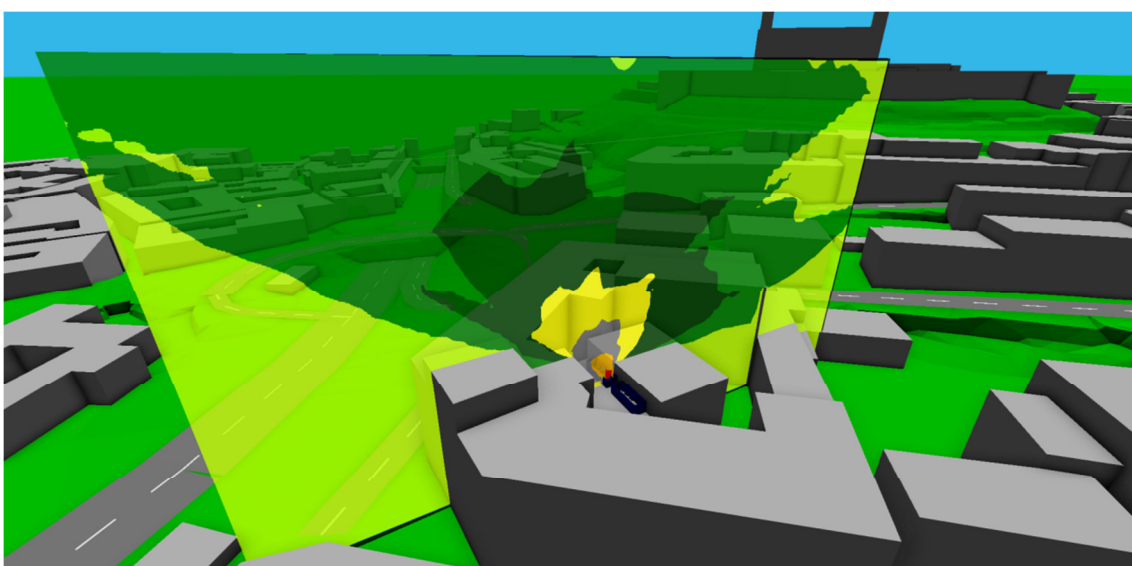
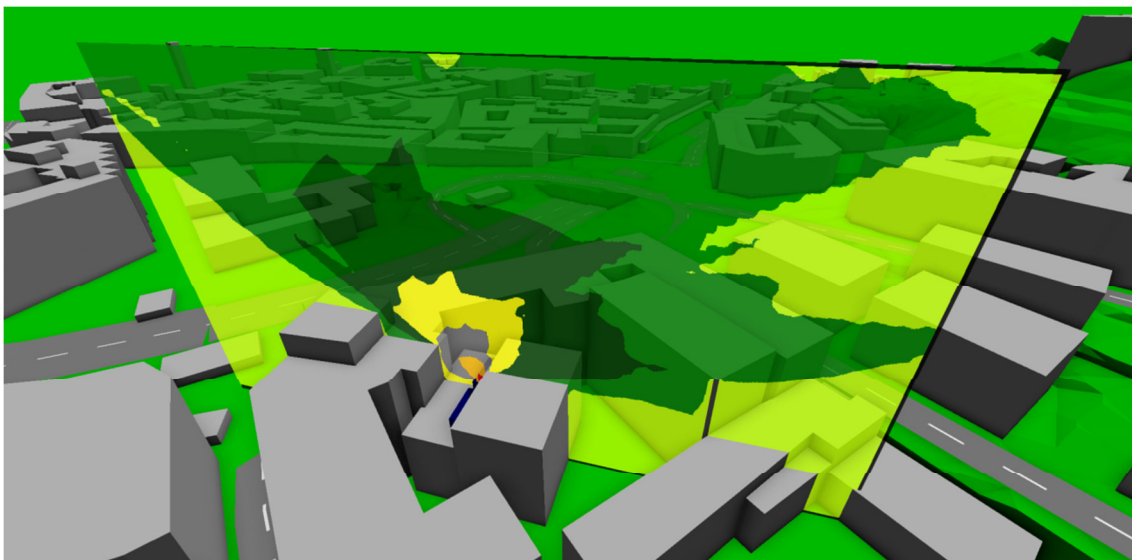
Obr.7 Pohľad juhozápadný a severovýchodný, nasávací a výfukový otvor VZT, na streche protihluková zástena

6. Protihluková zástena na 5.NP

Rozmery protihlukovej steny okolo kondenzačných jednotiek na streche boli určené pomocou matematického modelovania šírenia zvuku vo vonkajšom prostredí a jej následnou optimalizáciou rozmerov a umiestnenia.



Obr.8-10 Trojrozmerné zobrazenie výpočtu hlukovej záťaže fasád príľahlých budov počas prevádzky kondenzačných jednotiek na 5.NP



Obr.11-13 Zobrazenie hlukovej záťaže z prevádzky chladiacich jednotiek vo vertikálnom výpočtovom rastrí

7. Hygienické požiadavky na hluk vo vonkajšom prostredí

Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí a v stavbách stanovuje Vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí, v aktuálnom znení. Určujúcou veličinou pre hodnotenie hluku z iných zdrojov vo vonkajšom prostredí je ekvivalentná hladina A zvuku - $L_{Aeq,T}$. Posudzovaná hodnota je hodnota ekvivalentnej hladiny A zvuku pre referenčný časový úsek deň, večer a noc. Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí sú uvedené v prílohe vyhlášky MZ SR č. 549/2007 Z. z. (tabuľka č. 1 prílohy k vyhláške).

Tab. 1 príloha Vyhlášky 549/2007 Tabuľka č. 1: Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vonkajšom prostredí

Kategória územia	Opis chráneného územia alebo vonkajšieho priestoru	Referenčný časový interval	PRÍPUSTNÉ HODNOTY ^{a)} (dB)				
			HLUK Z DOPRAVY				Hluk z iných zdrojov L _{Aeq,p}
			Pozemná a vodná doprava b) c) L _{Aeq,p}	Železničné dráhy c) L _{Aeq,p}	Letecká doprava		
					L _{Aeq,p}	L _{ASmax,p}	
I	Územie s osobitnou ochranou pred hlukom, napr. kúpeľné miesta, ¹⁰⁾ kúpeľné a liečebné areály	deň	45	45	50	-	45
		večer	45	45	50	-	45
		noc	40	40	40	60	40
II	Priestor pred oknami obytných miestností bytových a rodinných domov, priestor pred oknami chránených miestností školských budov, zdravotníckych zariadení a iných chránených objektov, ^{d)} rekreačné územie	deň	50	50	55	-	50
		večer	50	50	55	-	50
		noc	45	45	45	65	45
III	Územie ako v kategórii II v okolí ^{a)} diaľnic, ciest I. a II. triedy, miestnych komunikácií s hromadnou dopravou, železničných dráh a letísk, ¹¹⁾ mestské centrá	deň	60	60	60	-	50
		večer	60	60	60	-	50
		noc	50	55	50	75	45
IV	Územie bez obytnej funkcie a bez chránených vonkajších priestorov, výrobné zóny, priemyselné parky, areály závodov	deň	70	70	70	-	70
		večer	70	70	70	-	70
		noc	70	70	70	95	70

Tab. 2 príloha Vyhlášky 549/2007 Tabuľka č. 2: Korekcie K na stanovenie posudzovaných hodnôt hluku vo vonkajšom prostredí

Špecifický hluk	K na stanovenie L_R (dB)
Zvlášť rušivý hluk, tónový hluk, bežný impulzový hluk	+5 ^{a)}
Vysokoimpulzový hluk	+12 ^{a)}
Vysokoenergetický impulzový hluk	podľa b)

Poznámky k tabuľke:

a) Korekcie sa uplatňujú pre časový interval trvania špecifického hluku.

b) Pri hodnotení vysokoenergetického impulzového hluku sa primerane postupuje podľa slovenskej technickej normy STN ISO 1996 - 1

8. Hygienické požiadavky na hluk vo vnútornom prostredí

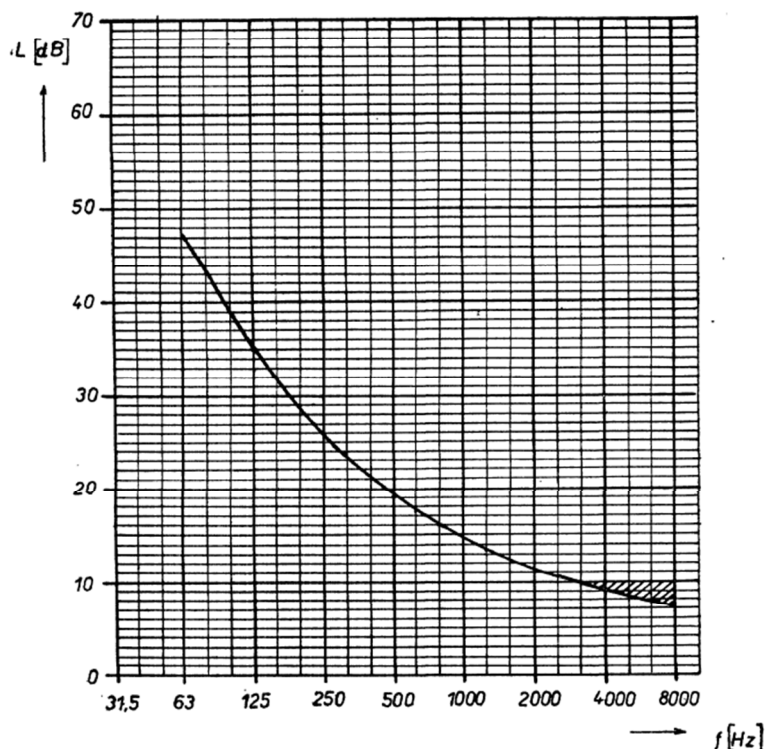
Podľa Vyhlášky č. 549/2007 Z. z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí sú prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vnútornom prostredí budov nasledovné :

Tab. 3 príloha Vyhlášky 549/2007 Tabuľka č. 3: Prípustné hodnoty určujúcich veličín hluku vo vnútornom prostredí

Kategória vnútorného priestoru	Opis chránenej miestnosti v budovách	Referenčný časový interval	Prípustné hodnoty ⁹⁾ (dB)	
			Hluk z vnútorných zdrojov $L_{Amax,p}$	Hluk z vonkajšieho prostredia $L_{Aeq,p}$
A	Nemocničné izby, ubytovanie pacientov v kúpeľoch	deň	35	35
		večer	30	30
		noc	25 ^{a)}	25
B	Obytné miestnosti, ubytovne, domovy dôchodcov, škôlky a jasle ^{b)}	deň	40	40 ^{c)}
		večer	40	40 ^{c)}
		noc	30 ^{a)}	30 ^{c)}
			$L_{Aeq,p}$	
C	Učebne, posluchárne, čítárne, študovne, konferenčné miestnosti, súdne siene	počas používania	40	40
D	Miestnosti pre styk s verejnosťou, informačné strediská	počas používania	45	45
E	Priestory vyžadujúce dorozumievanie rečou, napr. školské dielne, čakárne, vestibuly	počas používania	50	50

9. Hygienické požiadavky na hluk v priestoroch pre záznam a spracovanie zvuku

V zmysle STN 73 0526 je prípustná maximálna hladina hluku pozadia určená podľa obr. 2 uvedenej normy.



Obr. 2. *Prípustná hladina hluku pozadí v hudobných štúdiách, štúdiách pro mluvené slovo a příslušných místnostech*

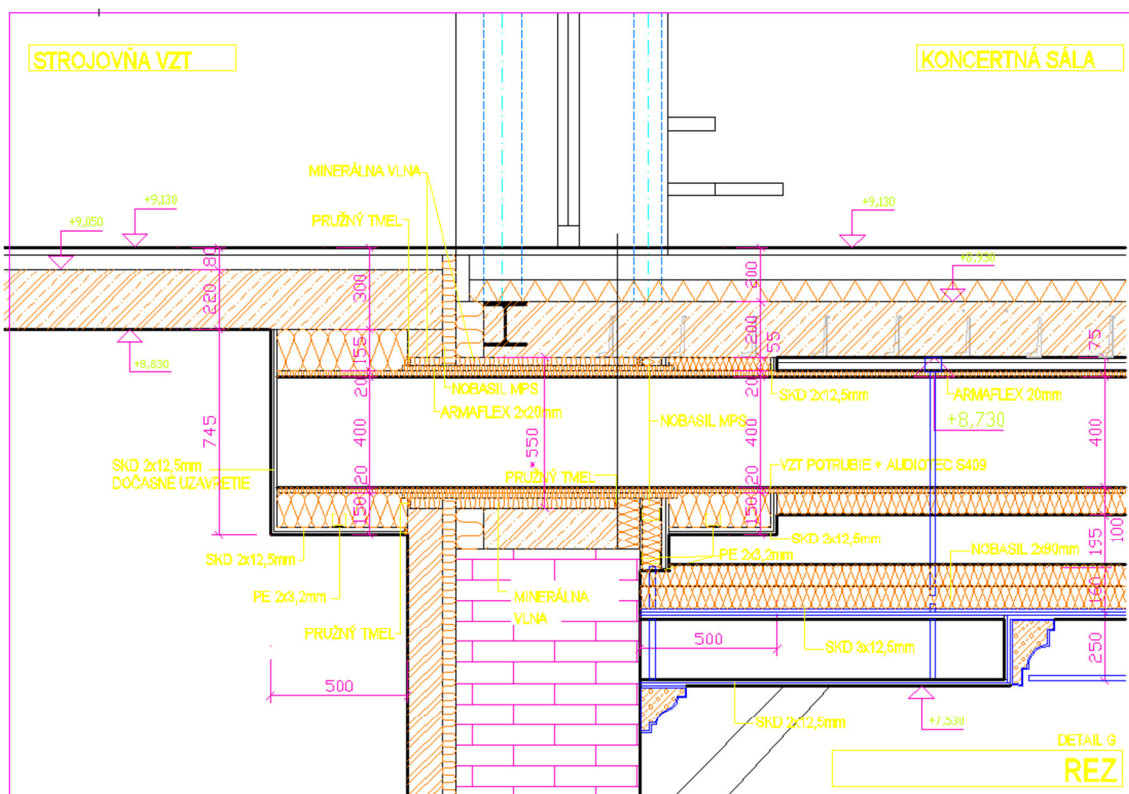
Obr.14 Frekvenčný priebeh hodnôt prípustnej hladiny hluku pozadia v zmysle STN 73 0526

10. Izolácie proti prenosu štruktúrneho hluku a vibrácií

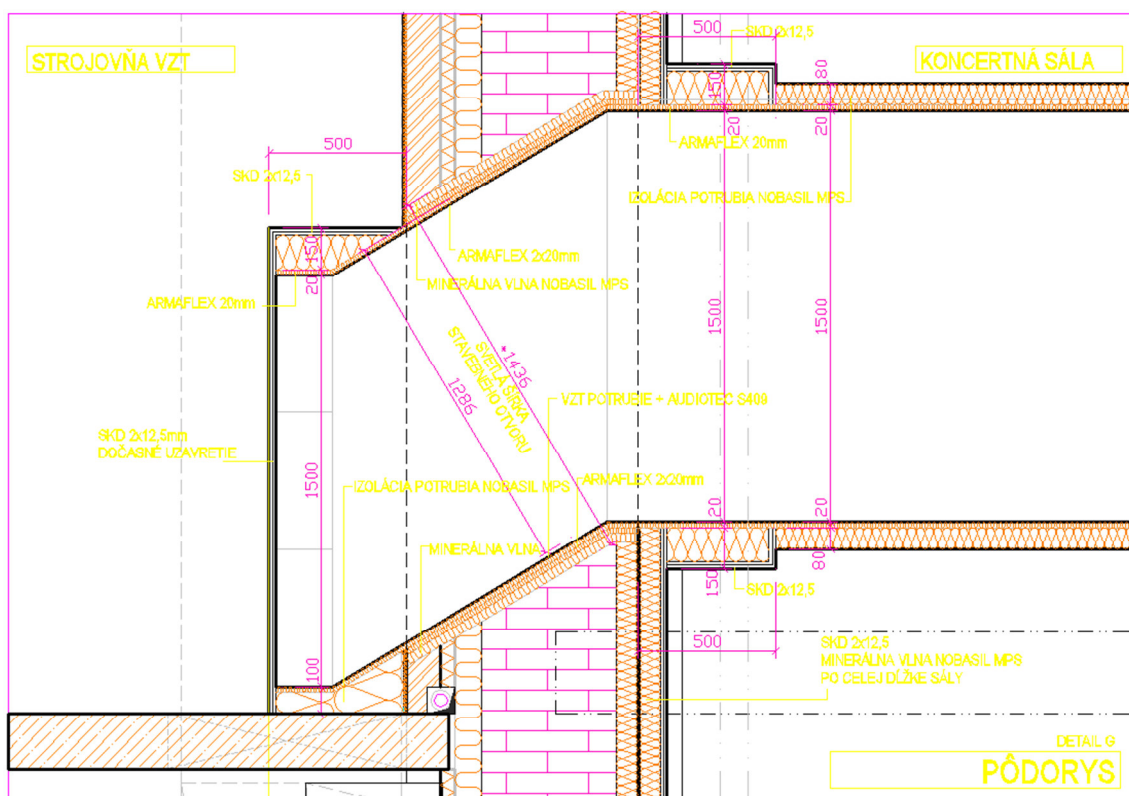
Všetky VZT rozvody budú zavesené na závesoch obsahujúcich účinné pružné prvky. V prípade uloženia rozvodov na priečne kovové profily kotvené závitovými tyčami je potrebné pod rozvody použiť izolačné prvky, ktoré budú mať izolačné vlastnosti aj po ich plnom zaťažení.

Prestupy rozvodov cez stavebné konštrukcie musia byť realizované tak, aby bola umožnená dilatácia rozvodov voči stavbe, tesnosť dilatácie zabezpečiť vložení minerálnej vlny a obojstranným tesnením trvale pružným tmelom.

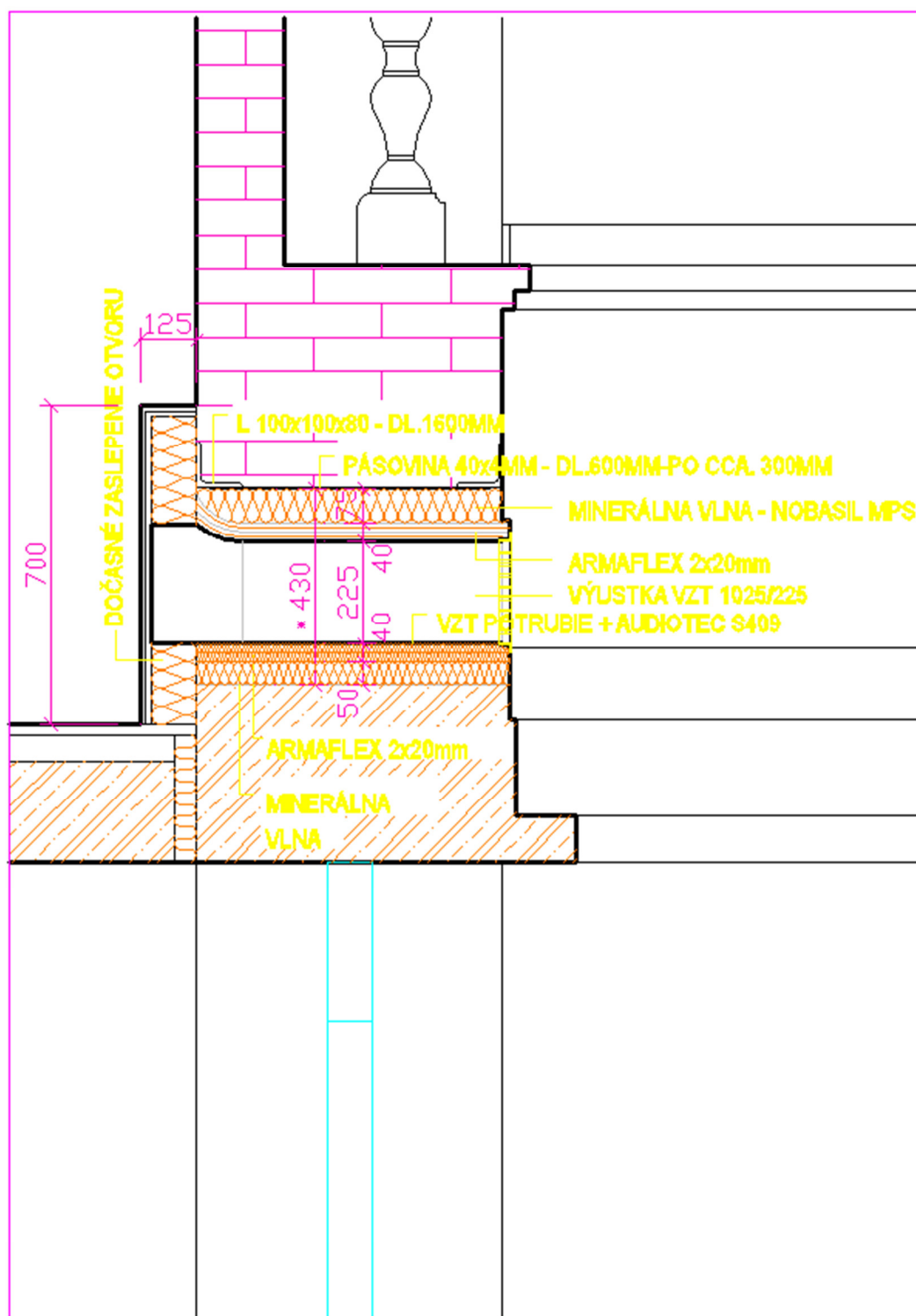
Napojenie zariadení produkujúcich hluk a/alebo vibrácie na ostatné rozvody v objekte je potrebné realizovať prostredníctvom pružným manžiet, resp. kompenzátorov.



Obr.15 Detaily riešenia VZT rozvodov z hľadiska ochrany stavby pred hlukom [4]



Obr.16 Detaily riešenia VZT rozvodov z hľadiska ochrany stavby pred hlukom [4]



Obr.17 Detaily riešenia VZT rozvodov z hľadiska ochrany stavby pred hlukom [4]

11. Záver

Na základe konzultácií s projektantom stavby boli v procese spracovania projektovej dokumentácie technickej úpravy priestorov objektu DVORANA navrhnuté opatrenia, ktoré zabezpečia dodržanie prípustnej maximálnej hladiny hluku pozadia v koncertnej sále, ako aj dodržanie prípustných hodnôt určujúcich veličín hluku v dotknutom vonkajšom prostredí stavby. Matematickým modelovaním šírenia zvuku vo vonkajšom prostredí bolo preukázané, že počas prevádzky stacionárnych zdrojov hluku umiestnených na 5.NP nedôjde pred fasádami príľahlých budov k prekročeniu prípustných hodnôt hluku v zmysle Vyhlášky MZ SR č.549/2007 Z.z.

Regulácia VZT technológie bude umožňovať zmenu výkonu vetracej jednotky a tým upraviť hladinu akustického tlaku generovaného koncovými prvkami v koncertnej sále, čím bude umožnené využívať akusticky náročný priestor ako na koncertné, tak aj nahrávacie účely.

Pre dodržanie uvedených hodnôt je potrebné pri realizácii stavby rešpektovať navrhované protihlukové opatrenia, všeobecne platné zásady ochrany stavieb pred hlukom a v prípade nejasností konzultovať s projektantom.



V Bratislave 13.6.2018

Ing. Peter Zaťko

12. Literatúra

1. Vyhláška MZ SR č. 549/2007 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí.
2. STN 73 0526 Projektovanie v odbore priestorovej akustiky. Štúdiá a miestnosti pre snímanie, spracovanie a kontrolu zvuku.
3. STN 73 0527 Projektovanie v odbore priestorovej akustiky. Priestory pre kultúrne a školské účely, priestory pre verejné účely.
4. Akustické zabezpečenie výučbových priestorov objektu DVORANA. Jún 2008. Ing. Martin Hoťka