



Vady staveb tepelně technické a akustické

Ing. Jan Klečka

Specialista – stavební fyzika a termografie

Představení

Ing. Jan Klečka



ČVUT FSv Praha – Pozemní stavby – Stavební fyzika, 01/2004

2004-2007 – OSVČ v oboru stavební fyziky a ENB

2007-dnes – Metrostav a.s. – Úsek výrobně-technického ředitele

Autorizovaný osoba

- Pozemní stavby
- Zkoušení a diagnostika staveb



Člen Technické komise ČKAIT



Obsah prezentace

- **Požadavky právních předpisů a norem**
- **Obsah a rozsah TT posouzení**
- **Tepelně-technické parametry stavby**
- **Příklady z každodenní praxe**

- **Akustika staveb**
- **Příklady z každodenní praxe**

Společná odpovědnost účastníku výstavby (NOZ § 2630)

č. 89/2012 Sb.

- Bylo-li plněno **vadně**, je vzhledem k tomu, co sám dodal, zavázán **se zhotovitelem** společně a nerozdílně
 - **Poddodavatel zhotovitele,**
 - **Kdo dodal stavební dokumentaci,**
 - **Kdo prováděl dozor nad stavbou,**

Odpovědnost projektanta za PD

§ 159 stavebního zákona č. 183/2006 Sb.

(2) Projektant **odpovídá** za **správnost, celistvost, úplnost** a bezpečnost stavby provedené podle jím zpracované projektové dokumentace a **proveditelnost stavby podle této dokumentace**, jakož i za technickou a ekonomickou úroveň projektu technologického zařízení, včetně vlivů na životní prostředí. Je povinen dbát **právních předpisů a obecných požadavků** na výstavbu vztahujících se ke konkrétnímu stavebnímu záměru. Statické, popřípadě jiné **výpočty musí být** vypracovány tak, aby byly **kontrolovatelné**

autorizační zákon
č. 360/1992 Sb. § 12

povinen dbát platných
obecně závazných
právních předpisů

Vyhláška 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

Příloha č. 12 - Rozsah a obsah projektové dokumentace pro ohlášení stavby uvedené v § 104 odst. 1 písm. a) až e) stavebního zákona nebo pro vydání stavebního povolení

D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

a) Technická zpráva (architektonické, výtvarné, materiálové, dispoziční a provozní řešení, bezbariérové užívání stavby; konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby; stavební fyzika - tepelná technika, osvětlení, oslunění, akustika / hluk, vibrace - popis řešení, výpis použitých norem).

vyhláška č. 268/2009 Sb. TPS, § 8 Základní požadavky

(1) Stavba musí být **navržena** a **provedena** tak, aby byla při respektování hospodárnosti vhodná pro zamýšlené využití a aby současně splnila **základní požadavky**, kterými jsou



a) mechanická odolnost a stabilita, §9



b) požární bezpečnost, vyhláška č. 23/2008 Sb.



c) ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí, §§10-13



d) ochrana proti hluku §14



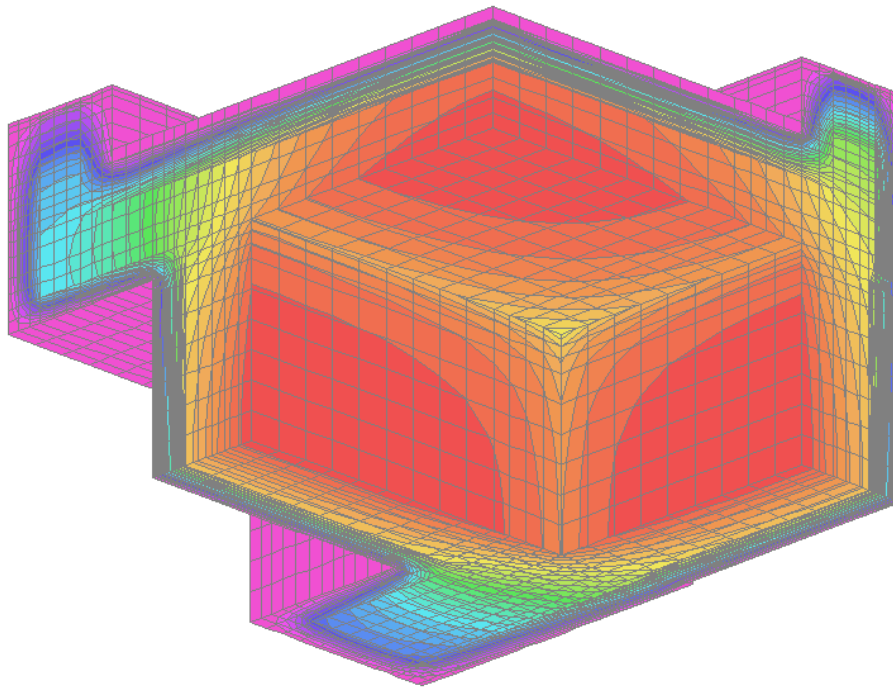
e) bezpečnost při užívání §15



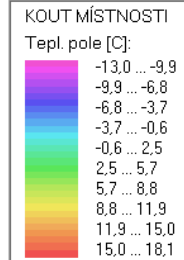
f) úspora energie a tepelná ochrana §16



Tepelná ochrana budov



LEGENDA:



Azimut: 315,0
Zenit: 65,0

TOB - Legislativa

§16 Vyhlášky č. 268/2009 Sb.

- (1) Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby spotřeba energie na jejich vytápění, větrání
- (2) Budovy s požadovaným stavem vnitřního prostředí musí být navrženy a provedeny tak, aby byly dlouhodobě po dobu jejich užívání zaručeny požadavky na jejich tepelnou ochranu splňující
 - a) tepelnou pohodu uživatelů,
 - b) požadované tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov,
 - c) tepelně vlhkostní podmínky technologií podle různých účelů budov,
 - d) nízkou energetickou náročnost budov.
- (3) Požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány **normovými hodnotami**

Dle §16 jsou požadavky dány normou

- **ČSN 73 0540-2 – TOB Požadavky**
 - **Teplotní faktor (nejnižší vnitřní povrchová teplota)**
 - Ochrana před vznikem plísní a povrchové kondenzace
 - **Součinitel prostupu tepla**
 - Nízká spotřeba energie na vytápění
 - **Šíření vlhkosti konstrukcí – difuze vodní páry**
 - Spolehlivost funkce konstrukcí
 - **Šíření vzduchu konstrukcí – vzduchotěsnost**
 - Minimalizace průniku netěsnostmi
 - **Tepelná stabilita – letní, zimní**
 - Ochrana zdraví před přehříváním, zimou
 - **Pokles dotykové teploty podlah**
 - Ochrana zdraví – omezení ochlazení chodidel

Jak TT výpočet vypadá

- **Nikde „bohužel“ není definováno**

Inspiraci lze nalézt v ČSN 73 0540-2:2007 příloha B

- **Měl by obsahovat dle obecných pravidel**

Úvod (zpracovatel, zadavatel, objekt)

Podklady (PD její verze, normy, předpisy, průzkumy)

Požadavky normy, okrajové podmínky

Popis posuzovaných skladeb, detailů a místností

Vyhodnocení skladeb, detailů a místností

Závěr

Přílohy (vstupy a výstupy z výpočetních programů)

Jak TT výpočet vypadá

POHLED JIŽNÍ / VIEW SOUTH

BLOK A



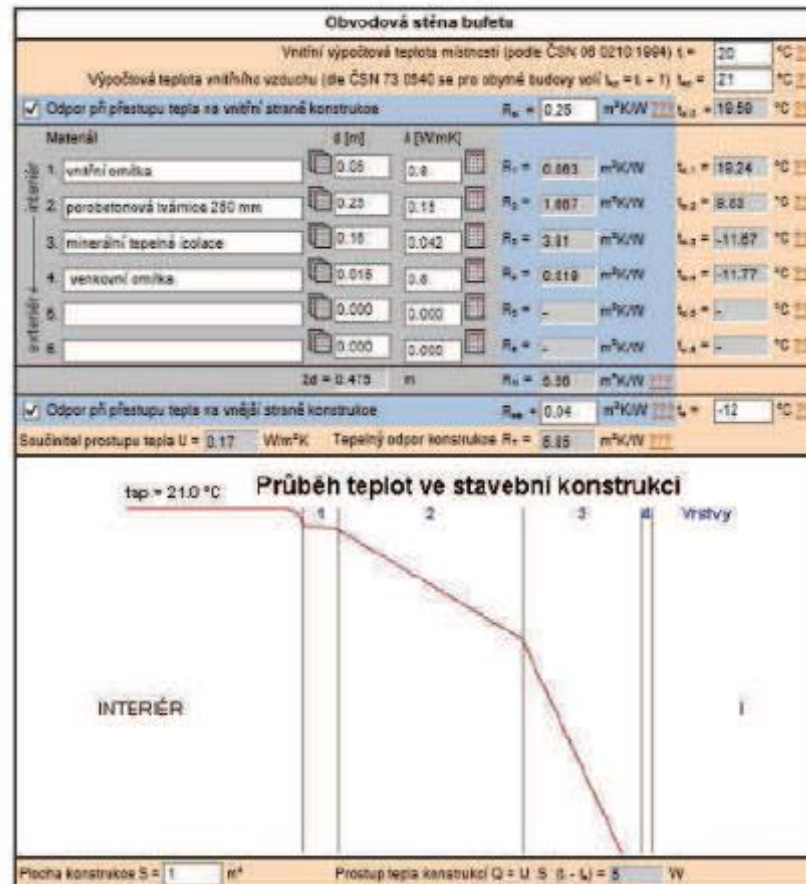
Jaký TT výpočet ne

Stavební fyzika

Tepelně technické vlastnosti

- nově navržená obvodová stěna bufetu:

- pórobetonová stěna tl. 250 mm
- kontaktní zateplovací systém s minerální tepelnou izolací tl. 160 mm



Co je potřeba změnit?

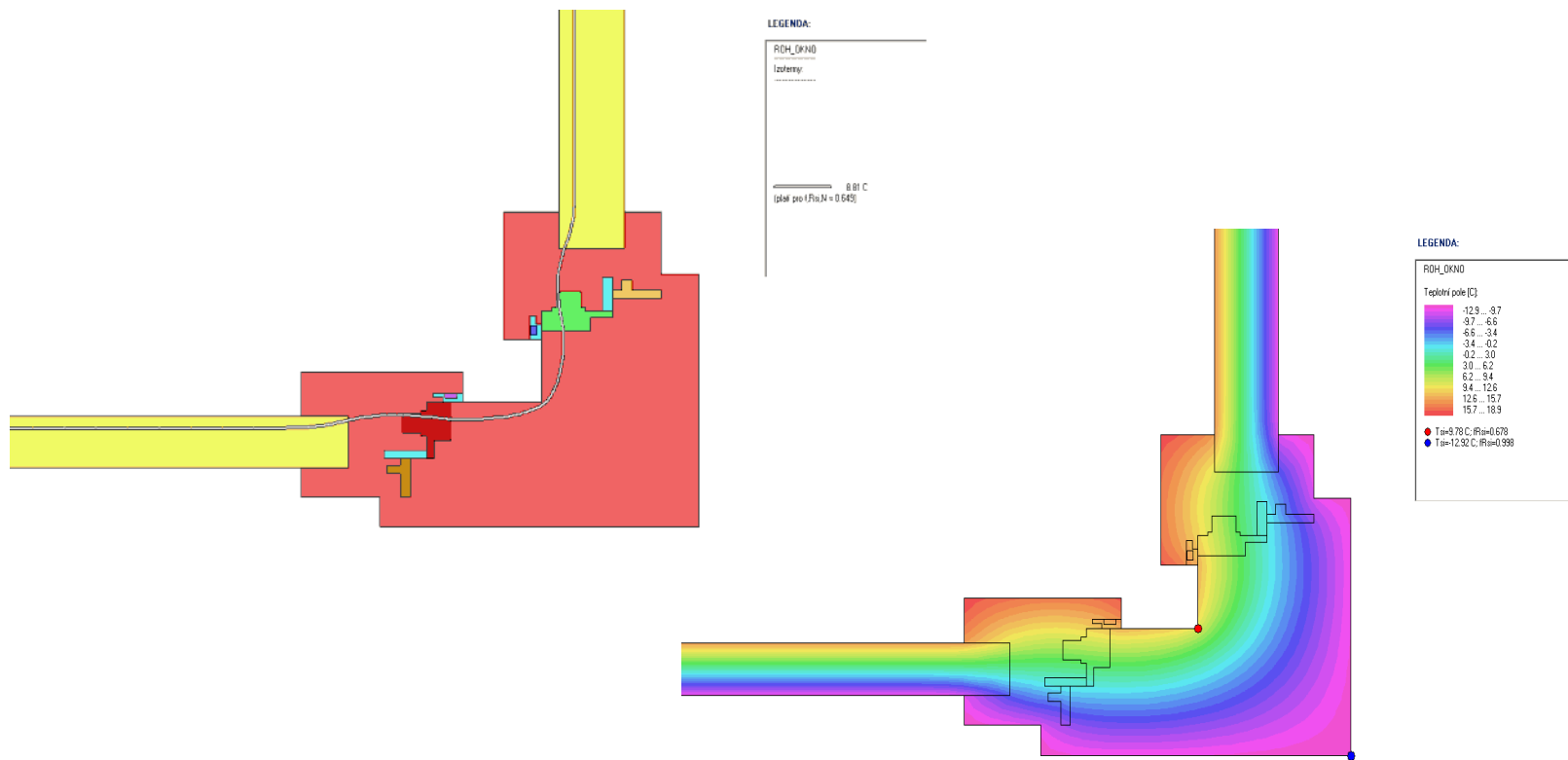
- **Určit, že TOB je veřejným zájmem = ZP**
- **Chybí institut kontroly TOB**
 - Odpovědnost účastníků výstavby?
 - AO ČKAIT?
- **Jasně upravit ČSN 73 0540-2 k naplnění ZP**
- **Definovat obsah a rozsah TT posouzení**
- **Upřesnit TOB v dokumentaci stavby (499)**



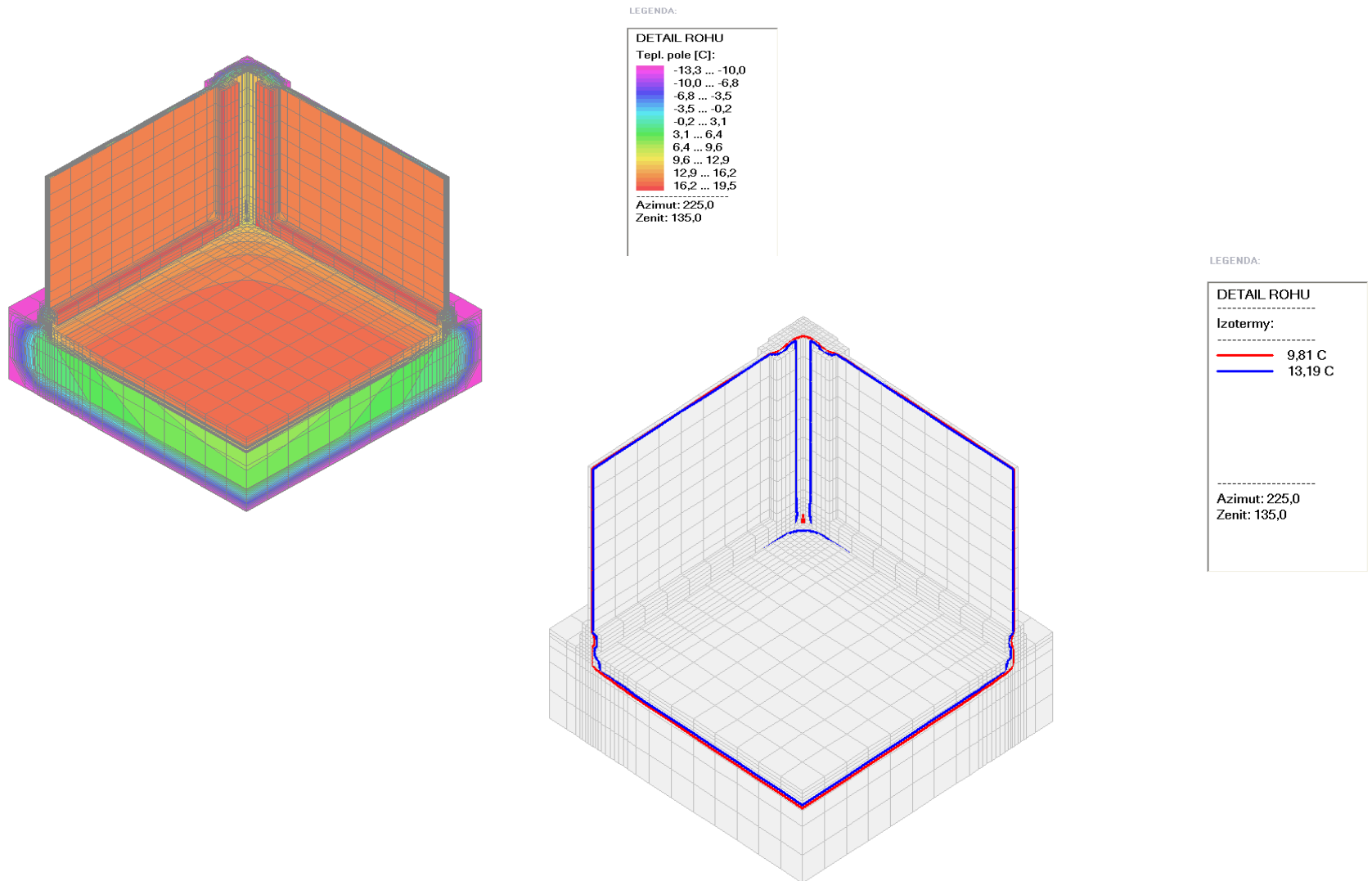
Příklady z praxe

Příklad 1 – 2D výpočet nemusí stačit

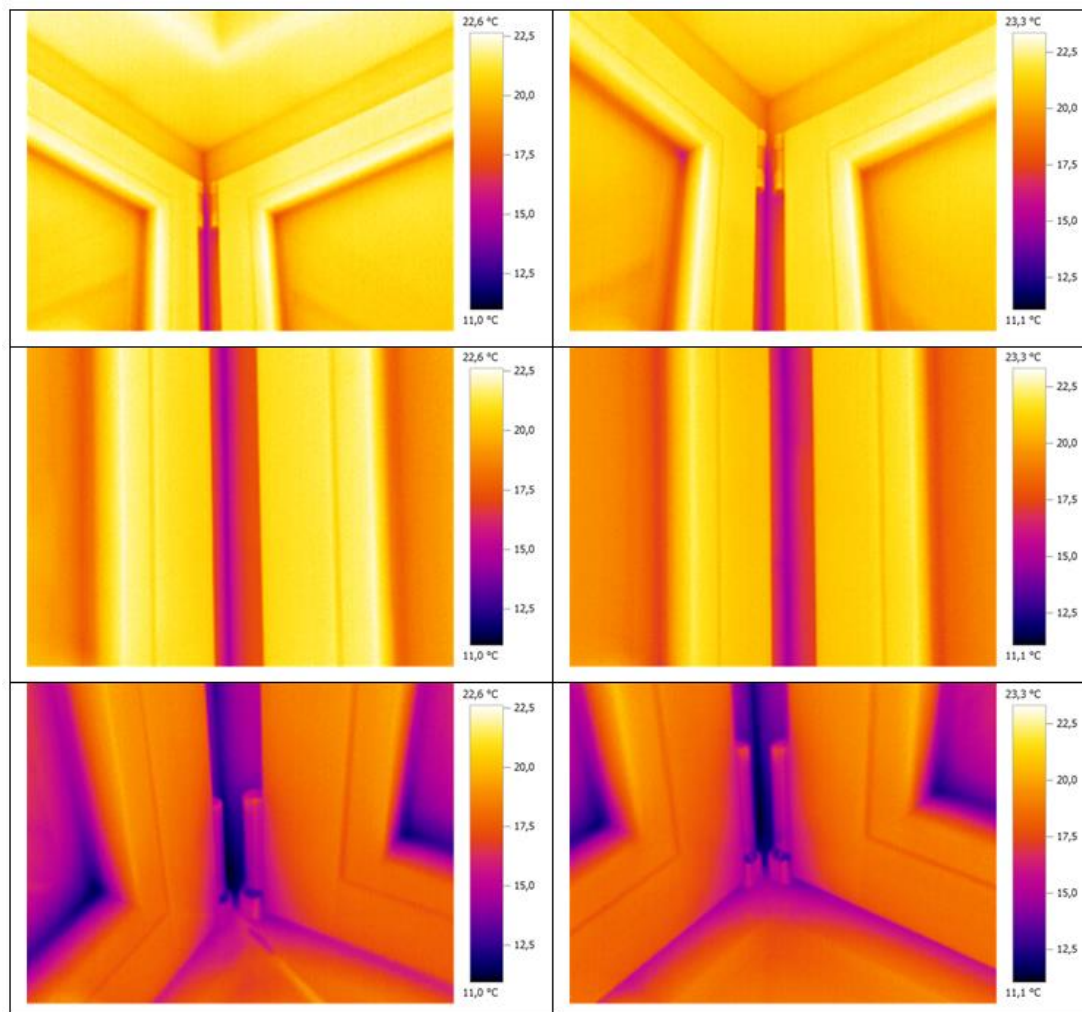
- Bytový objekt (20,6°C / 50%)
- Rohová balkonová sestava, kout nad exteriérem



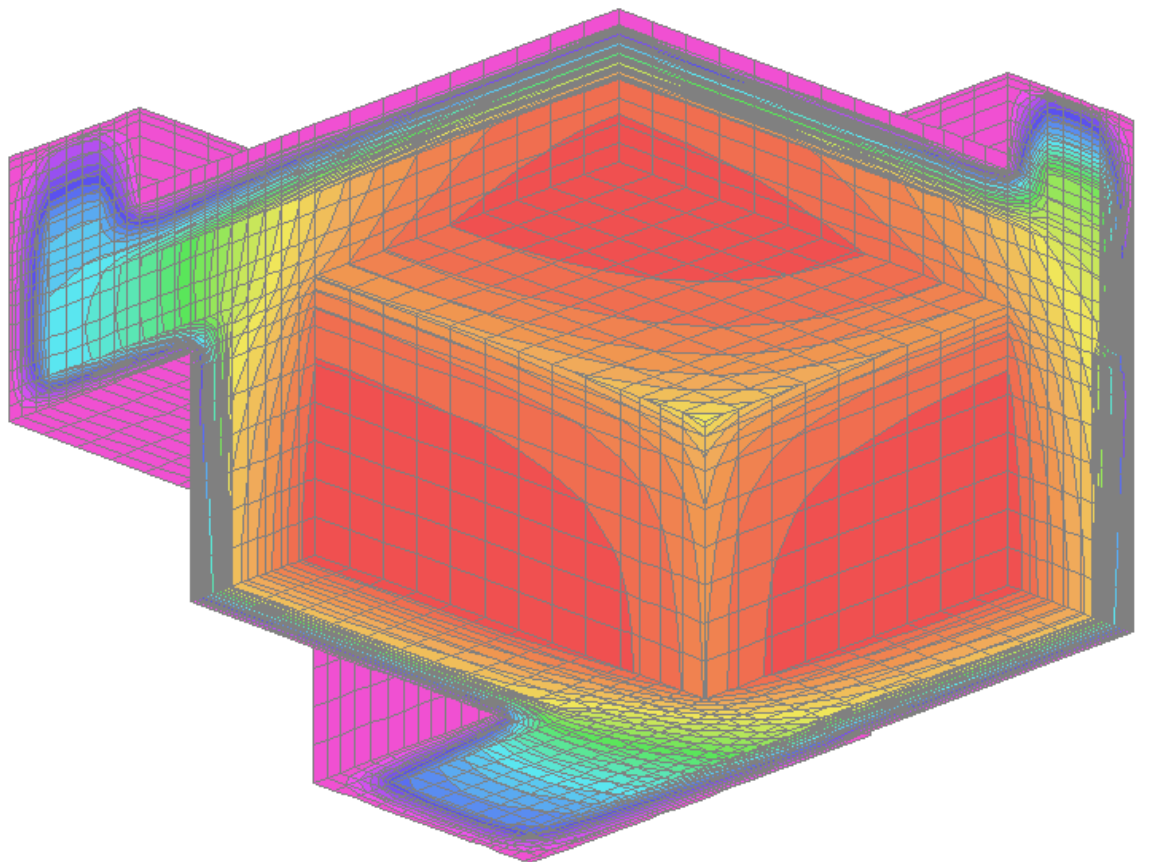
Příklad 1 – 3D už není tak optimistický



Příklad 1 – Co nato termokamera



Příklad 2 – důsledky neřešení geometrických tepelných mostů



Příklad 2 – Možný projekční výpočet 2D a odhad 3D vs. realita

| Konstrukce | Požadované hodnoty $f_{Rsi,cr}$ (povrchová teplota) | Vypočtené hodnoty $f_{Rsi,cr}$ (povrchová teplota) | VYHODNOCENÍ |
|--------------------|---|--|-------------|
| Vodorovný řez | 0,779 (13,19°C) | 0,830 (14,89°C) | VYHOVUJE |
| Svislý řez stěnou | | 0,812 (14,28°C) | VYHOVUJE |
| Svislý řez terasou | | 0,799 (13,83°C) | VYHOVUJE |

| Konstrukce | Požadované hodnoty $f_{Rsi,cr}$ (povrchová teplota) | Vypočtené hodnoty $f_{Rsi,cr}$ (povrchová teplota) | VYHODNOCENÍ |
|--------------------|---|--|-------------------|
| Ostatní konstrukce | 0,779 (13,19°C) | 0,684 (9,97°C) | NEVYHOVUJE |

Tabulka 6 – vyhodnocení Normové povrchové teploty rohu místnosti

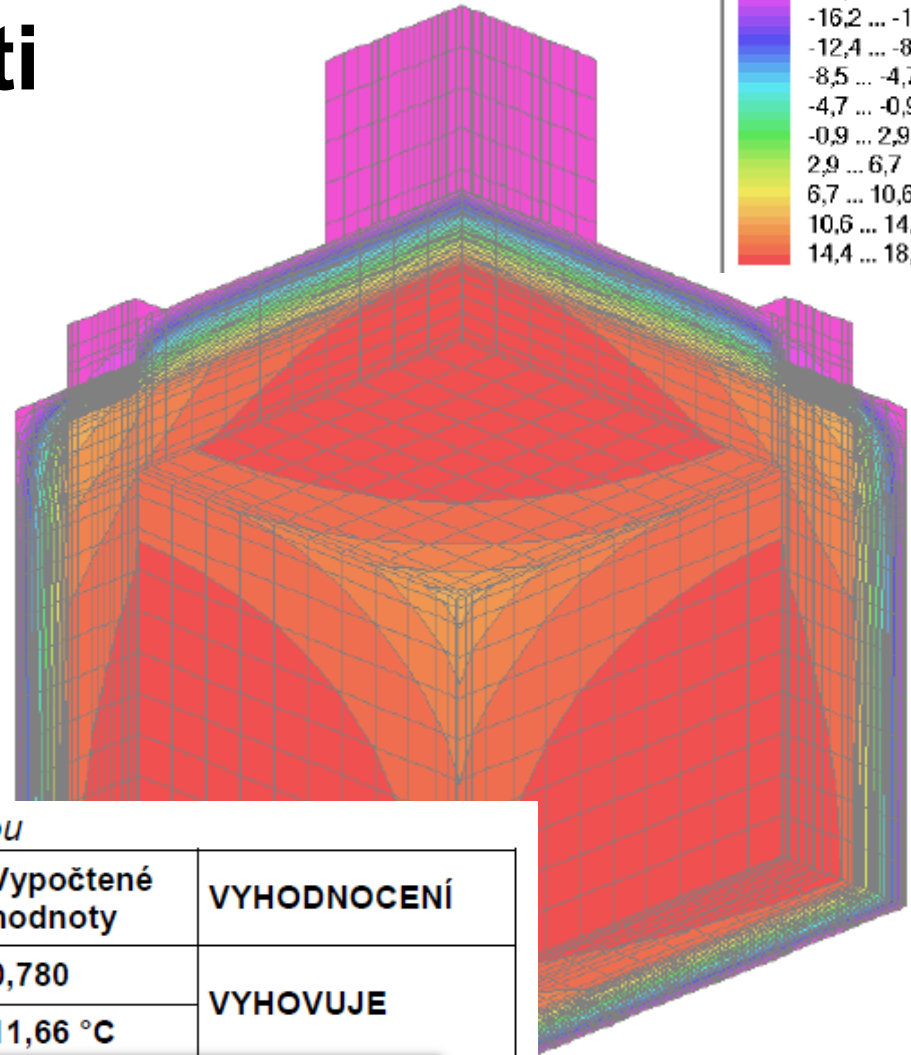
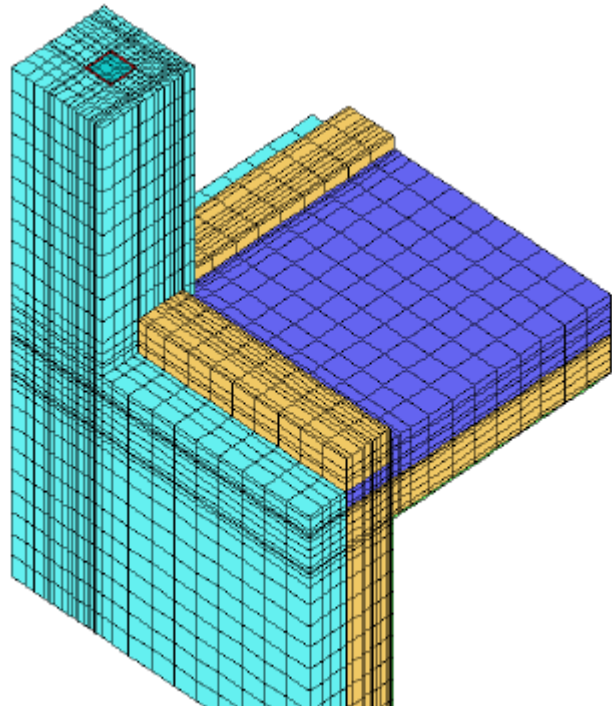




Příklad 3 – Lodžie se sloupem v podhorské oblasti



Příklad 3 – Lodžie se sloupem v podhorské oblasti



b) Varianta bez podložkou pod patní deskou

| Posuzované parametry | Vypočtené hodnoty | VYHODNOCENÍ |
|---|-------------------|-------------|
| kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ | 0,780 | VYHOVUJE |
| Nejnižší vnitřní povrchová teplota | 11,66 °C | |

* rezerva na geometrickou přesnost výroby vůči požadavku normy pouze 0,07°C.

Příklad 3 – Vliv vestavěného nábytku

- Vestavěný nábytek



- Snížení povrchové teploty

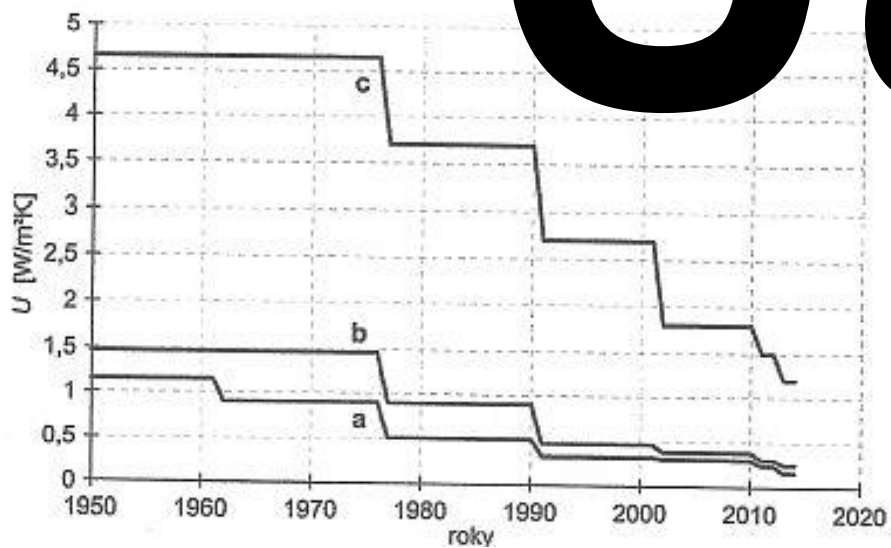
| Prostředí | T [C] | Rs [m2K/W] | R.H. [%] | Ts,min [C] | Rozdíl 3,3°C |
|-----------|-------|------------|----------|------------|-----------------|
| 1 | 20.6 | 0.25 | 45 | 11.66 | |
| 1 | 20.6 | 0.50 | 45 | 8.38 | |

- Možná náprava = topný kabel

Příklad 1-3 – Shrnutí

- **Tvar stavby má významný dopad na řešitelnost detailů z pohledu povrchové teploty (Vychází z konceptu v DÚR)**
- **Rozdíl mezi 3D výpočtem a realitou je způsobem vlivem proudění kolem vnitřních konstrukcí**

(/) Účko



4a - Jak správně stanovit U hodnotu Lambda deklarovaná vs. návrhová

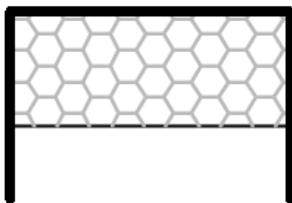
Pohled generálního projektanta **U = 0,14 W/m².K**

Izolace:

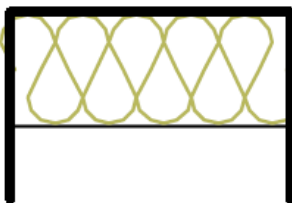
Izolace z minerálních desek dle ČSN EN 13162 s podélným vláknem s deklarovaným součinitelem tepelné vodivosti min. $\lambda_D=0,035$ W/mK a třídou reakce na oheň A1 dle ČSN EN 13501-1. Tl. izolantu 260 mm.

Nebo izolace z expandovaného polystyrenu EPSs příměsí grafitu dle ČSN EN 13163 s deklarovaným součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_D=0,032$ W/mK a nižším. Tl. izolantu 220 mm.

LEGENDA FASÁD:



FASÁDA KZS ETICS II – OMÍTKA PROBARVENÁ 220mm; $U=0,14$ W/m².K
– TEPELNÁ IZOLACE F-EPS GRAFIT λ_{mb} 0,032W/m.K, tl. 220mm
– FASÁDNÍ ARMOVANÁ OMÍTKA, PROBARVENÁ JEMNOZRNNÁ



FASÁDA KZS ETICS II – OMÍTKA PROBARVENÁ 260mm; $U=0,14$ W/m².K
– TEPELNÁ IZOLACE NEHOŘLAVÁ A1 MV λ_{mb} 0,036W/m.K, tl. 260mm
– FASÁDNÍ ARMOVANÁ OMÍTKA, PROBARVENÁ JEMNOZRNNÁ

4a - Jak správně stanovit U hodnotu Lambda deklarovaná vs. návrhová

Pohled zpracovatele energetického posudku **U = 0,181 W/m².K**

Tabulka 4: Uvažované součinitele tepelné vodivosti

| Materiál | Deklarovaný součinitel tepelné vodivosti λ_D [W/(m.K)] | Návrhový součinitel tepelné vodivosti λ_U [W/(m.K)] |
|--|--|---|
| Tepelná izolace obvodových stěn z EPS (např. Isover EPS GreyWall) | 0,032 | 0,033 |
| Tepelná izolace obvodových stěn z MV (např. Isover TF Profi) | 0,036 | 0,039 |
| Tepelná izolace obvodových stěn z MV (např. Isover NF 333) | 0,041 | 0,044 |
| Tepelná izolace obvodových stěn z MV (např. Isover Fassil) | 0,036 | 0,039 |
| Tepelná izolace soklu z EPS (např. Dekperimetr 200) | 0,034 | 0,037 |
| Tepelná izolace podlah nad exteriérem z MV (např. Isover TF Profi) | 0,036 | 0,039 |

Poznámka: standardně se uvažuje s přírůžkou 7 - 10 % u nasákových materiálů (minerální vlna) a 3 – 5 % u méně nasákových materiálů (EPS).

| Konstrukce | Požadovaná hodnota $U_{N,20}^{1)}$ | Doporučená hodnota $U_{rec,20}^{1)}$ | Doporučená hodnota $U_{pas,20}^{1)}$ | Navržená hodnota U_i | Hodnocení |
|---------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------|
| | W/(m ² .K) | W/(m ² .K) | W/(m ² .K) | W/(m ² .K) | |
| Obvodová stěna SO1a | 0,30 | 0,25 | 0,18 – 0,12 | 0,152 | splněno PAS |
| Obvodová stěna SO1b | 0,45 | 0,30 | 0,22 – 0,15 | 0,152 | splněno PAS |
| Obvodová stěna SO2 | 0,30 | 0,25 | 0,18 – 0,12 | 0,181 | splněno PAS |

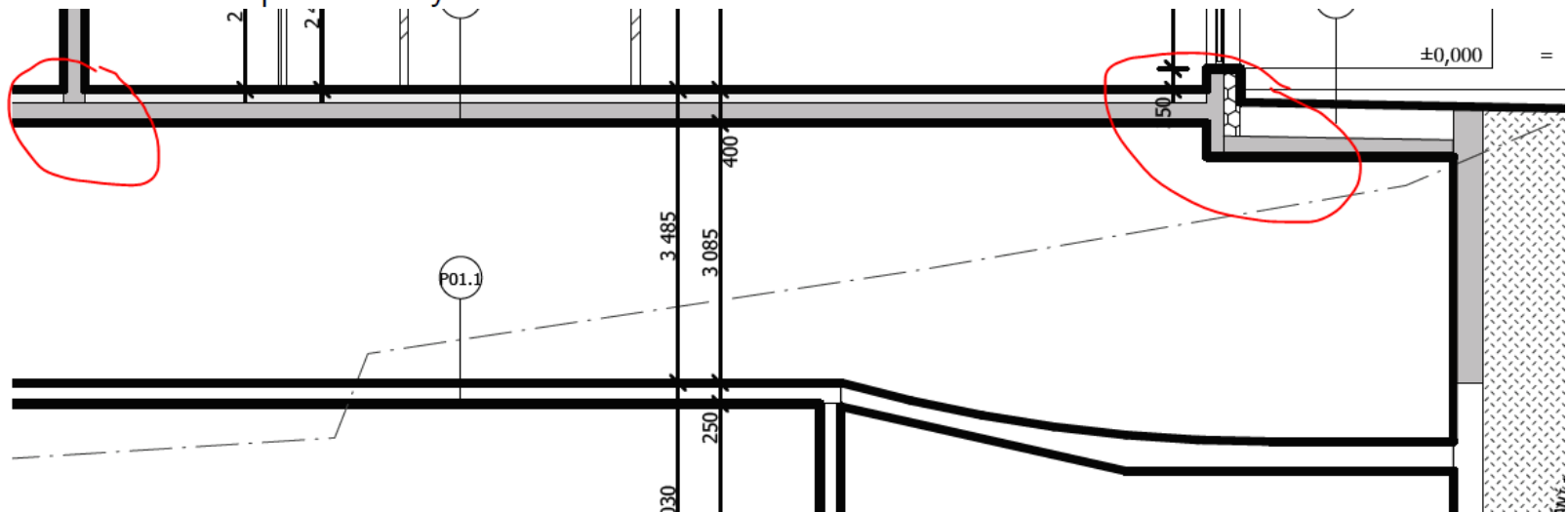
Jen U hodnota nestačí – nezateplené garáže

2.1 Součinitel prostupu tepla

V rámci výpočtu níže, byl stanoven součinitel prostupu tepla podlahové konstrukce:

| Konstrukce | Požadovaná hodnota U_N | Doporučená hodnota | Dle PD (PENB) | Vypočtený součinitel prostupu tepla U | Celkové vyhodnocení |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|---|---------------------|
| | [W/m ² .K] | [W/m ² .K] | [W/m ² .K] | [W/m ² .K] | |
| Podlaha na gar. | 0,60 | 0,40 | 0,46 | 0,41 | VYHOVUJE |

Součinitelem prostupu tepla je v ploše vyhovující. Je nutné si však uvědomit, že tepelná izolace je na vnitřní straně a je přerušována nosnými a dělicími konstrukcemi, které vytvářejí tepelné mosty.



Příklad 4b - Jen U hodnota nestačí – nezateplené garáže

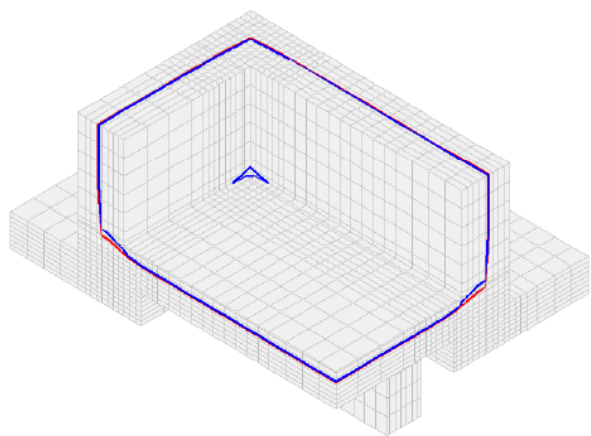
2.2 Pokles dotykové teploty

Dále byla skladba posouzeny na pokles dotykové teploty. Nejpřísnější požadavek je kladen na skladbu obytných místností, především v ložnici, kde je požadována skladba Velmi teplá.

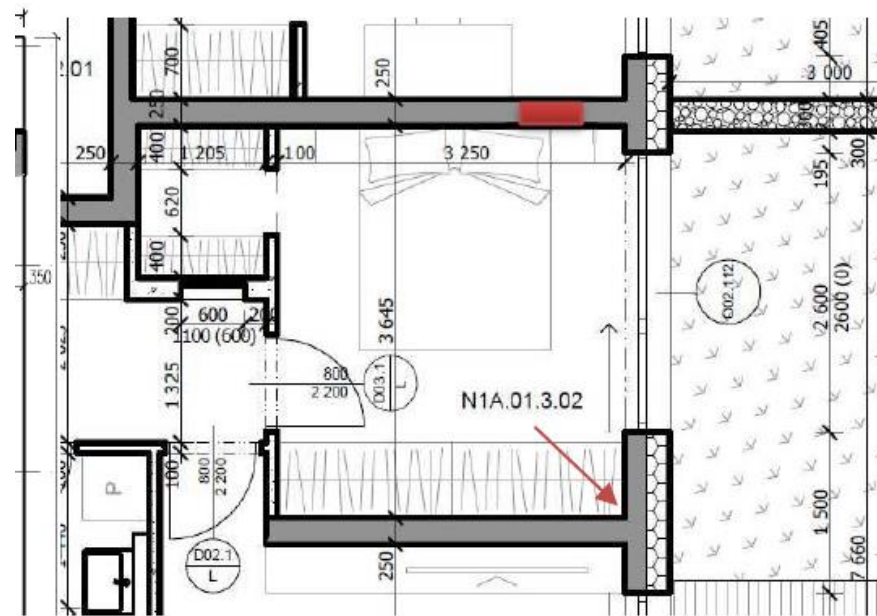
Výsledné hodnocení tepelně-technických vlastností skladeb konstrukcí

| Konstrukce | Posouzení poklesu dotykové teploty podlahy | Kategorie (požadovaná hodnota) | Vyhodnocení |
|--|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| | [°C] | - ([°C]) | |
| Podlaha – ložnice Podlaha – obytné m. | 3,90 | I. (do 3,8) II. (3,8 až 5,5) | NEVYHOVUJE VYHOVUJE |

Příklad 4b - Jen U hodnota nestačí – nezateplené garáže



Obrázek 3 – model detailu a pole teplot



a 1.NP v kritických místech

| Konstrukce | Požadované hodnoty $f_{Rsi,cr}$ (povrchová teplota) | Vypočtené hodnoty $f_{Rsi,cr}$ (povrchová teplota) | VYHODNOCENÍ |
|------------------------|---|--|-------------|
| Ostatní konstrukce | 0,751 (12,24°C) | 0,755 (12,38°C) | VYHOVUJE* |
| S přistaveným nábytkem | | 0,723 (11,30°C) | NEVYHOVUJE |



Obrázek 5 – Výskyt plísní v dětském pokoji

Příklad 5 – Pasivní BD vzduchotěsnost

IX. Základní podmínky realizace díla

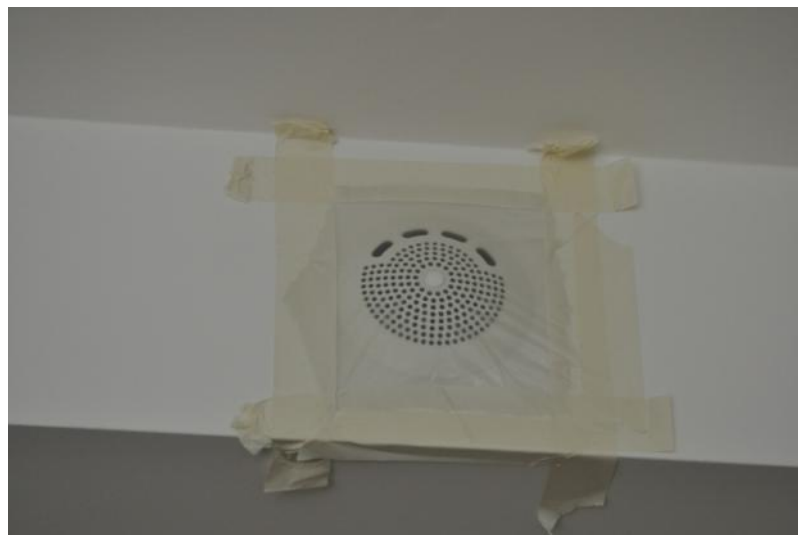
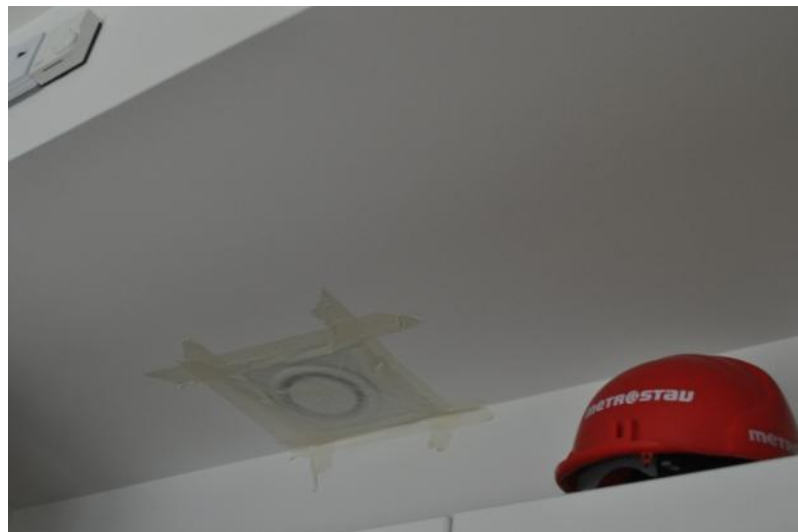
IX.1. Zhotovitel se zavazuje provést dílo řádně, na své nebezpečí, bez vad a zajistí provedení další činnosti či obstará příslušné podklady potřebné ke zhotovení stavby v rozsahu předmětu plnění v souladu se stavebním povolením, ve lhůtě uvedené v čl. VI. této smlouvy.

Objednatel odpovídá za navržené funkční řešení a technologie zpracované do projektové dokumentace a standardu projektu s ohledem na pasivní standard objektů. Zhotovitel odpovídá za provedení funkčního díla dle projektové dokumentace a zavazuje se provést dílo kvalitně, zejména s důrazem na odborné řešení detailů a tepelných mostů. S ohledem na skutečnost že v bytech je použito nucené větrání, musí jednotlivé byty splňovat hodnotu průvzdušnosti doporučenou normou (ČSN 730540-2) $n_{50} \leq 0,5$ 1/h. ←

e) *tepelně-technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů*

Bytové domy jsou navrženy v energetické třídě A (dle PENB). **Splňují pasivní standard (ověřeno výpočtem dle TNI 73 0330). Neprůvzdušnost obálky budovy bude menší než $n_{50} = 0,6$ h⁻¹ pro energeticky pasivní dům – díky použitému stavebního systému a dalším konstrukčním opatření dle projektové dokumentace stavby. Hodnota bude prokázána po dokončení stavby Měřením metodou tlakového spádu a výpočet n_{50} v souladu s ČSN EN 13829, metoda B.**

Příklad 5 – Měření vzduchotěsnosti



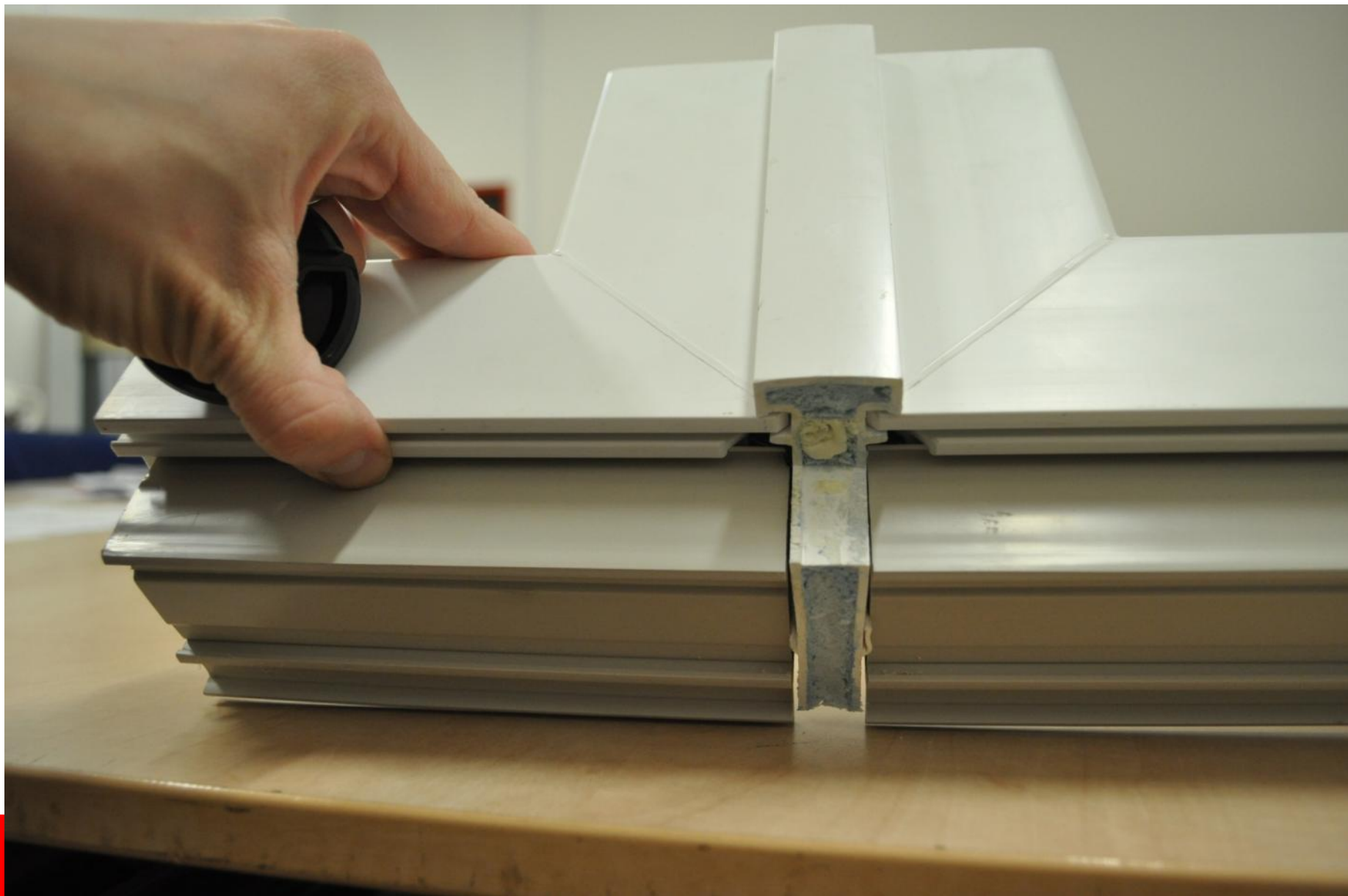
Příklad 5 – Měření vzduchotěsnosti



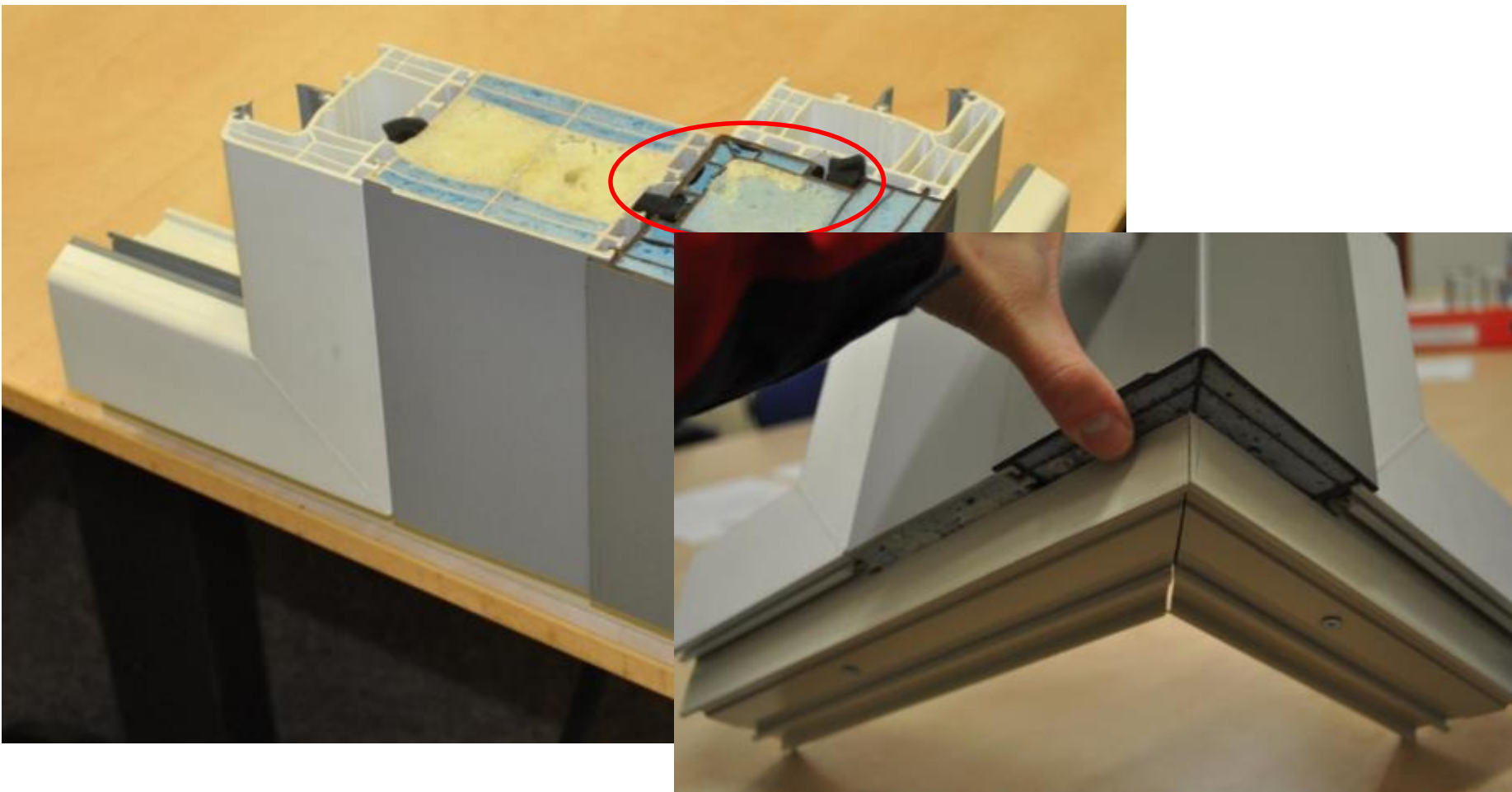
Příklad 5 – Dopady nesprávného provedení

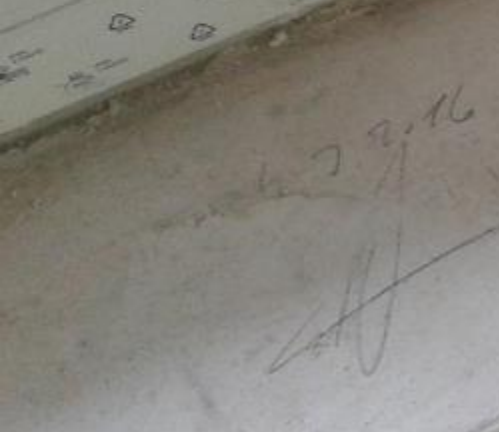


Příklad 5 – Vzduchotěsné provedení oken



Příklad 5 – Vzduchotěsné provedení oken

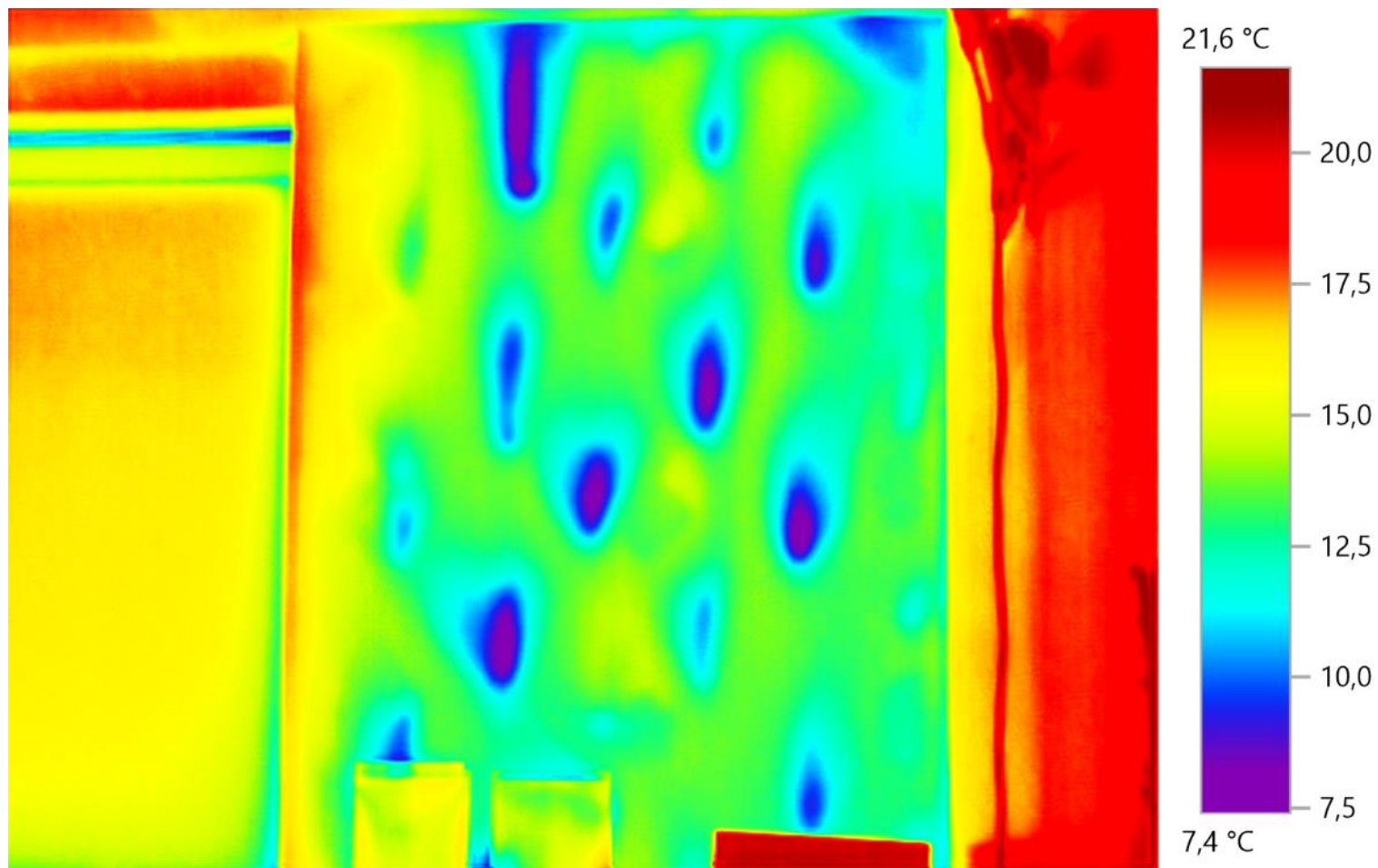




Příklad 5 – Vzduchotěsné provedení oken



Příklad 7 – vzduchotěsnost při podtlakovém větrání



Příklad 8 – Letní tepelná stabilita

- Podceňované a v projektech chybějící hodnocení

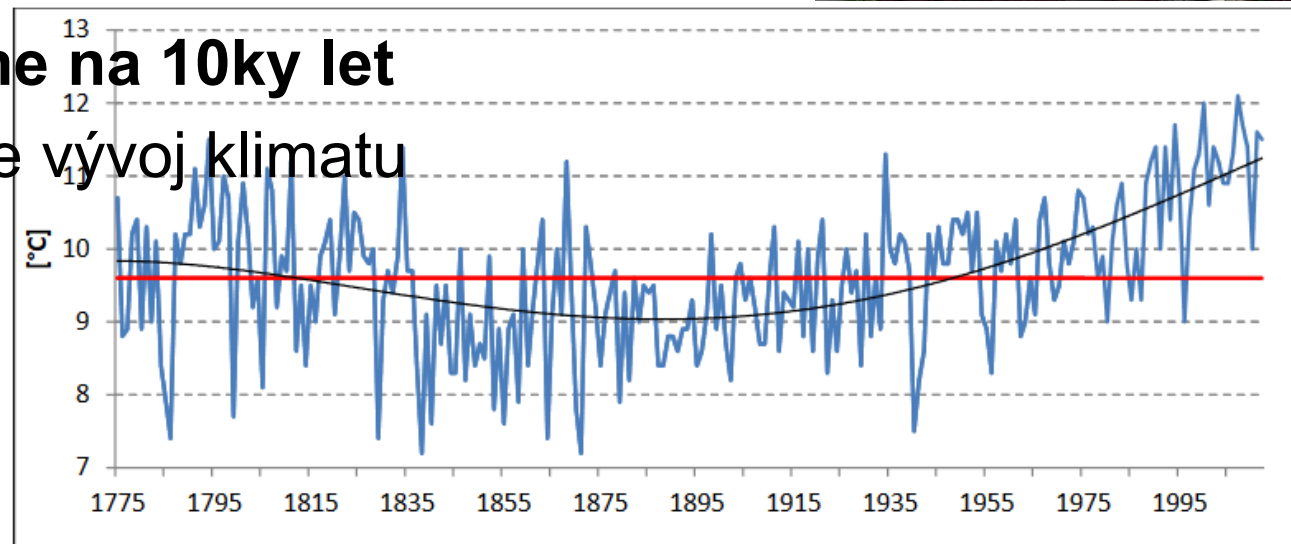
- Většinou nutné navrhnout vnější stínění

- Dopad do stavby



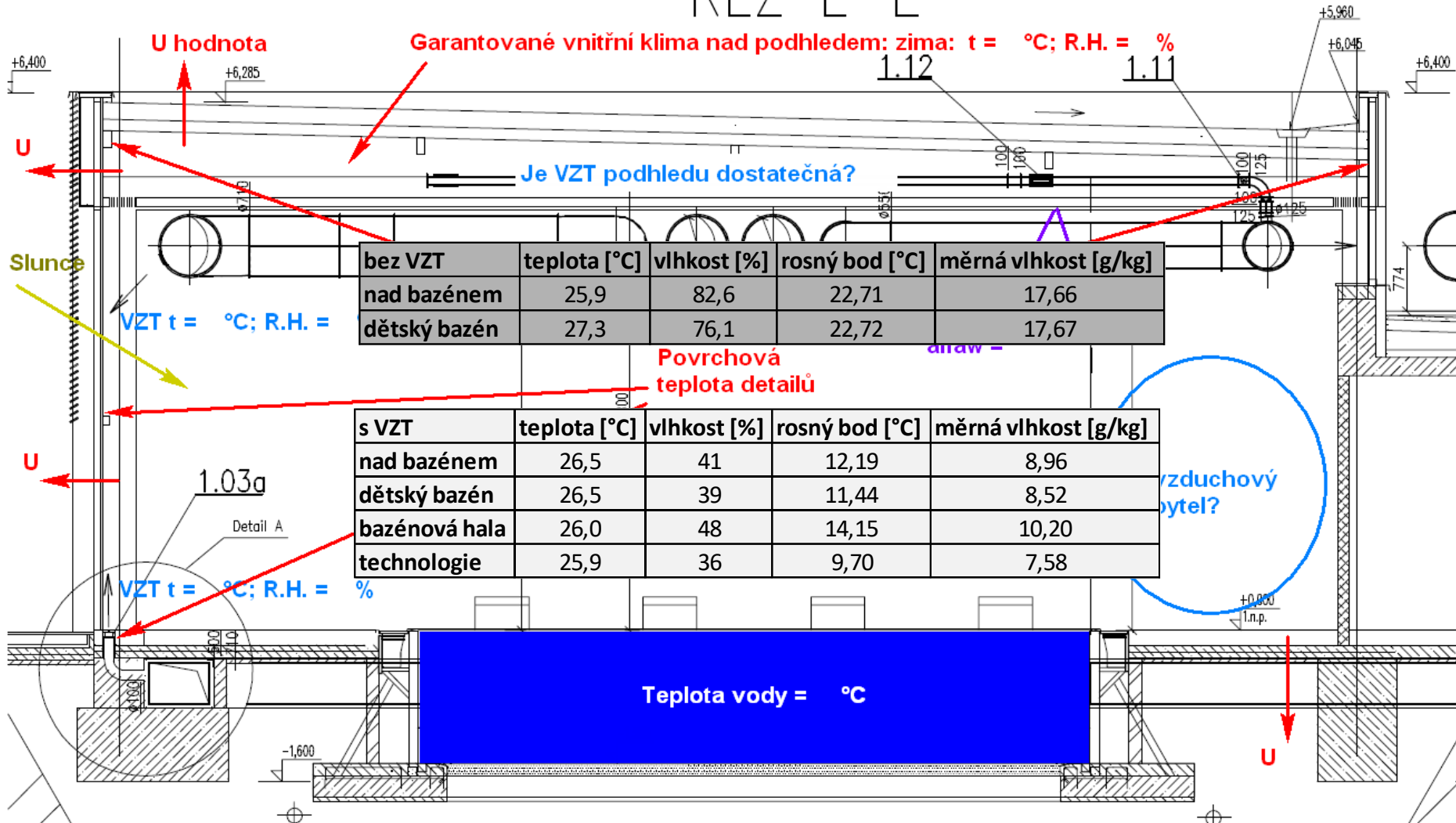
- Stavby stavíme na 10ky let

- Zohledněme vývoj klimatu



Příklad 9 - Koordinace TZB se SF u bazénů

ŘEZ E-E



Příklad 10 – Dopady



Příklad 10 – Dopady



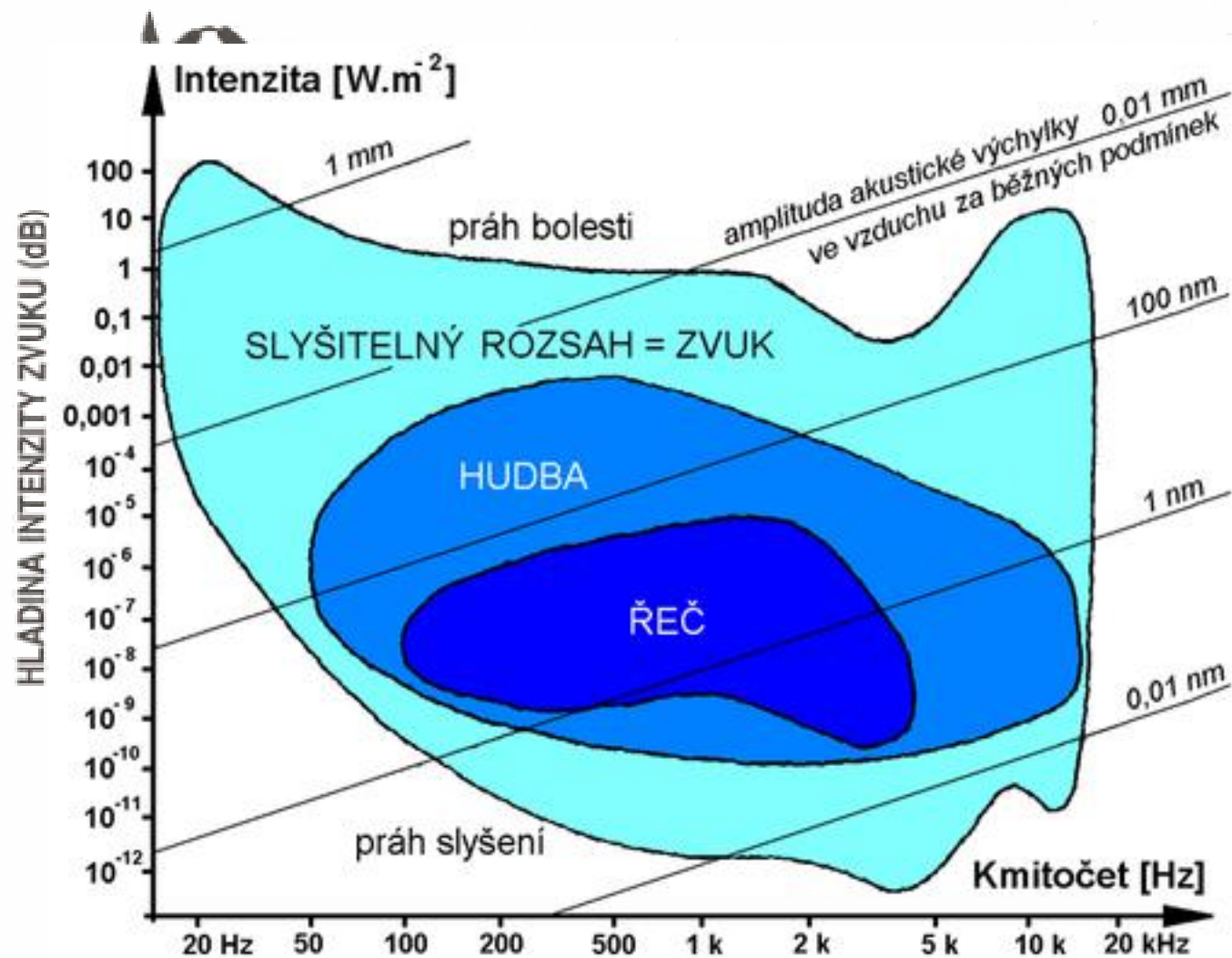
Akustika



AKUSTIKA

- **URBANISTICKÁ** – studium akustických jevů ve venkovním prostoru
- **STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ** – studium akustických jevů v budovách a jejich okolí s přihlédnutím k vlivu stavebních konstrukcí a prvků
- **PROSTOROVÁ AKUSTIKA** – studium akustických jevů uvnitř uzavřených prostorů z hlediska dobré slyšitelnosti a srozumitelnosti přenášeného zvuku

Rozsah slyšitelnosti



Co je to hluk ?

HLUK = každý škodlivý zvuk

258/2000 Sb. § 30

Hlukem se zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis.



Vrůst hlučnosti v našem životním prostředí činí ročně cca 1 dB !

Ochrana proti hluku - důvody

Nepříznivé účinky hluku

den (LAeq 6:00 – 22:00 hodin)

| dB (A) | 40-45 | 45-50 | 50-55 | 55-60 | 66-65 | 65-70 | 70 + |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Sluchové postižení * | | | | | | | |
| Zhoršené osvojení řeči a čtení u dětí | | | | | | | |
| Hypertenze a ICHS | | | | | | | |
| Zhoršená komunikace řečí | | | | | | | |
| Silné obtěžování | | | | | | | |
| Mírné obtěžování | | | | | | | |

* Přímá expozice hluku v interiéru (LAeq,24h)

Zdroje hluku



- **Vnější hluk z exteriéru**
- **Hluk pocházející z ostatních prostor domu**
- **Hluk nesený konstrukcí**
- **Hluk z technických zařízení**

Stavební akustika - normativ

- **ČSN 73 0532**
 - Vzduchová neprůzvučnost
 - Kročejová neprůzvučnost
 - Požadavky na zvukovou izolaci obvodový plášťů a jejich částí
 - Doporučení pro zvýšenou ochranu místností bytu před hlukem

Akustický design III

preferujeme ticho



Dispozice a akustika, aneb chyby při projektování z hlediska akustiky

Preferujeme ticho!

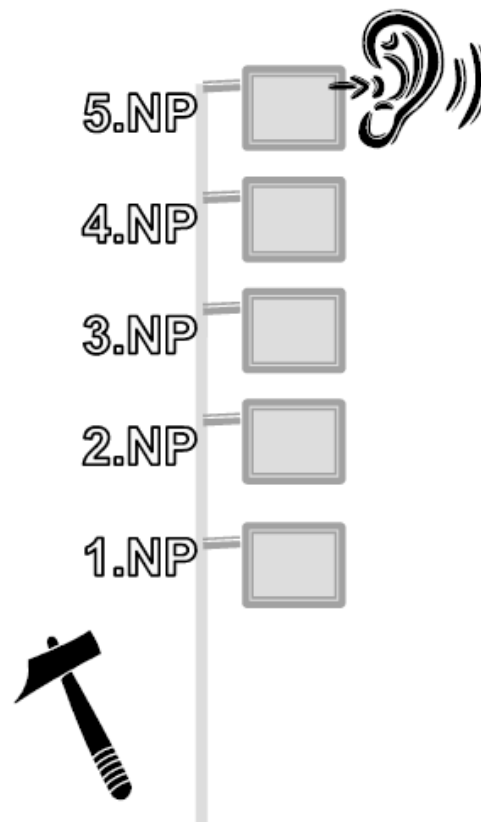
Akustika a dispozice *preferujeme ticho*

Vývoj, paneláky a jejich problémy



Problém č.1
Vertikální rozvody topení

Šíření hluku



Akustika a dispozice *preferujeme ticho*

Vývoj, paneláky a jejich problémy

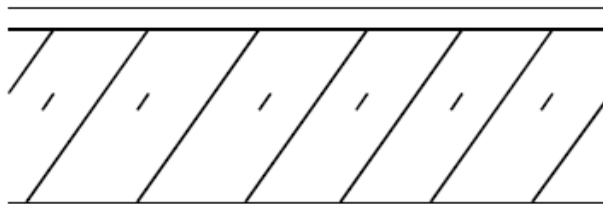


Problém č.2

Rekonstrukce na černo
nebo-li
rekonstrukce „na divoko“

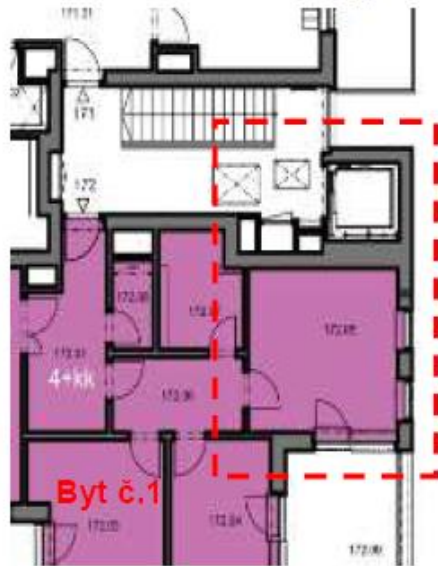
Kročejový hluk

Nové **Laminátové**
plovoucí
podlahy
bez
tlumící
akustické
vložky



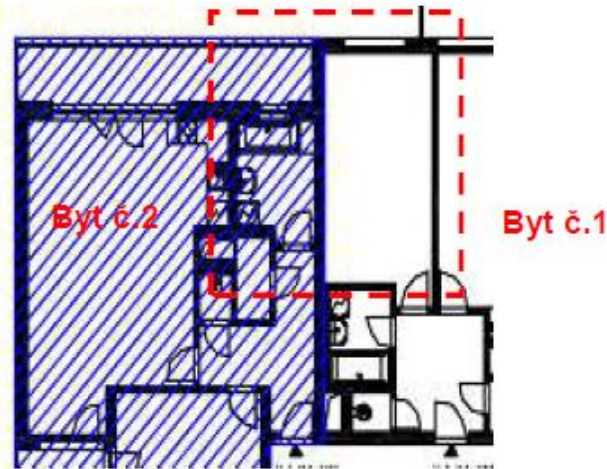
Akustika a dispozice Novostavby, nekupujte

preferujeme ticho



Developerský projekt (již v provozu)
v Praze 8
**Nevhodné umístění ložnice
vedle výtahové šachty**

(cena za 1m² – cca 54.000 Kč)



Developerský projekt (po realizaci r.2011)
v Praze 8
**Nevhodné umístění ložnice
vedle koupelny sousedního bytu**

(cena za 1m² – cca 78.000 Kč)

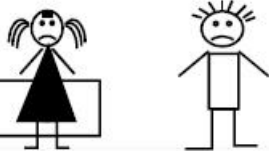
Akustika a dispozice

Byt č.1

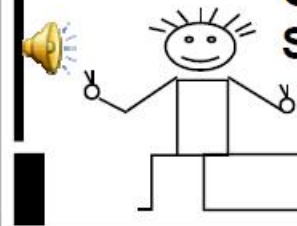


20:00 - 22:00

PŘIJÍMACÍ MÍSTNOST
CHCI
SPÁT!



VYSÍLACÍ MÍSTNOST
CHCI
SE BAVIT!



Přípravka projektanta

Vyhledejte akustika

preferujeme ticho

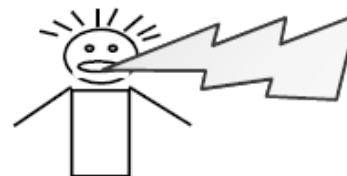


Určujeme hlučnost místností bytových domů

■ Tiché místnosti



■ Hlučné místnosti



■ Hluché místnosti

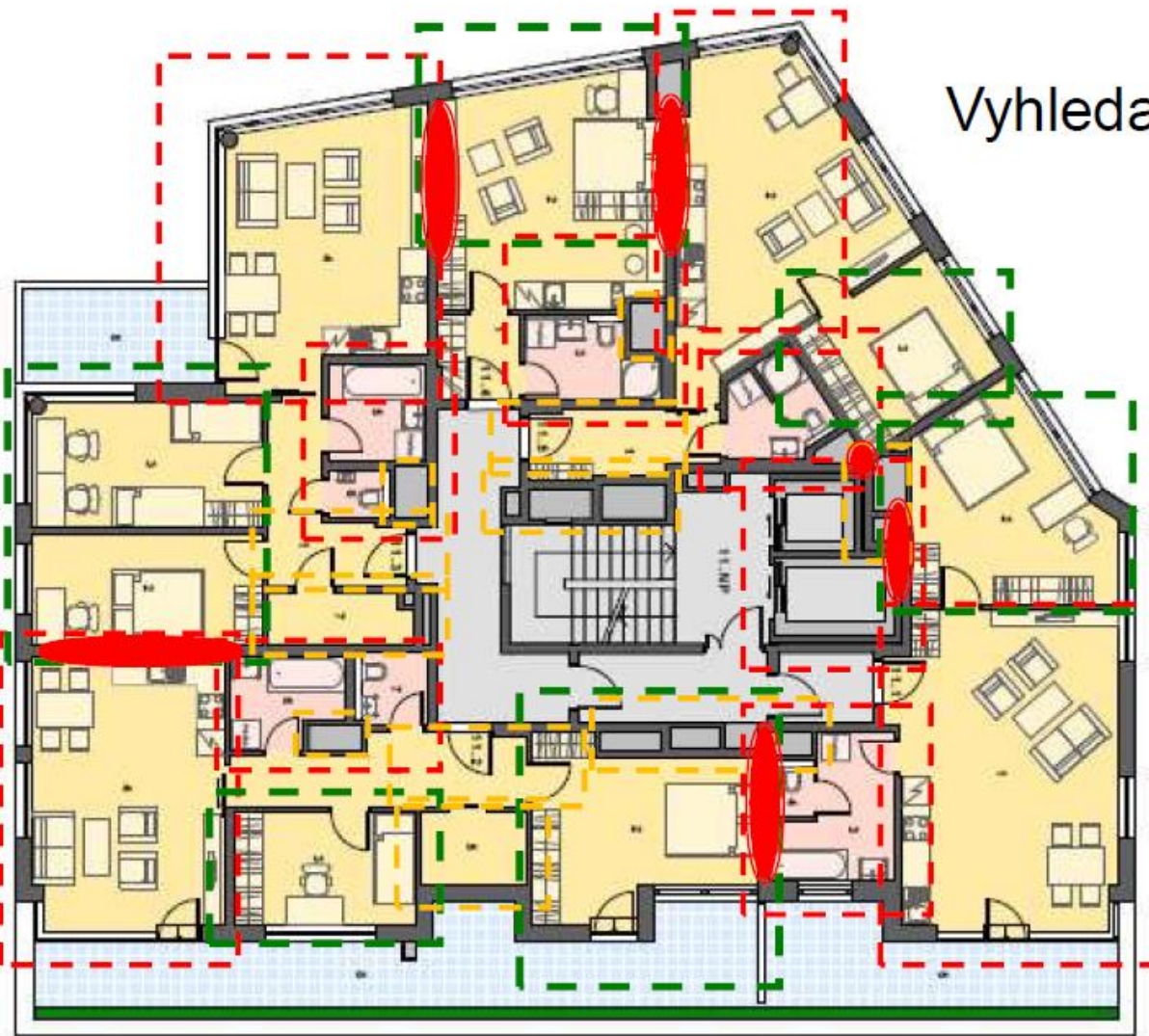


Přípravka projektanta

preferujeme ticho



Vyhledali jsme kritická místa
z hlediska akustiky



Akustika a dispozice

preferujeme ticho



Řešení

1. Změnit dispozici

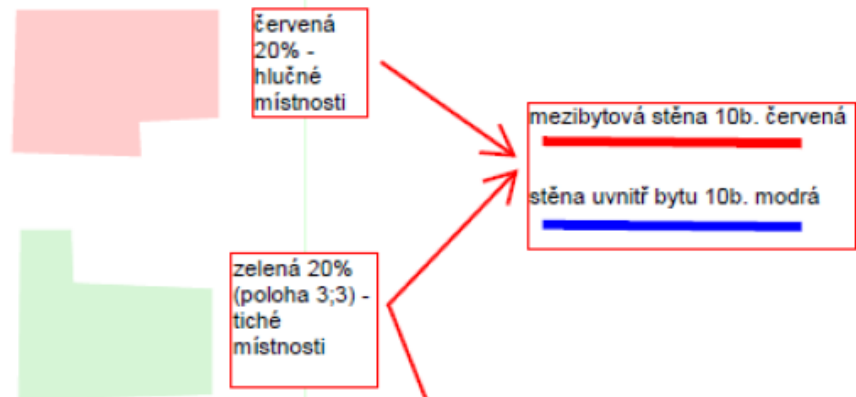
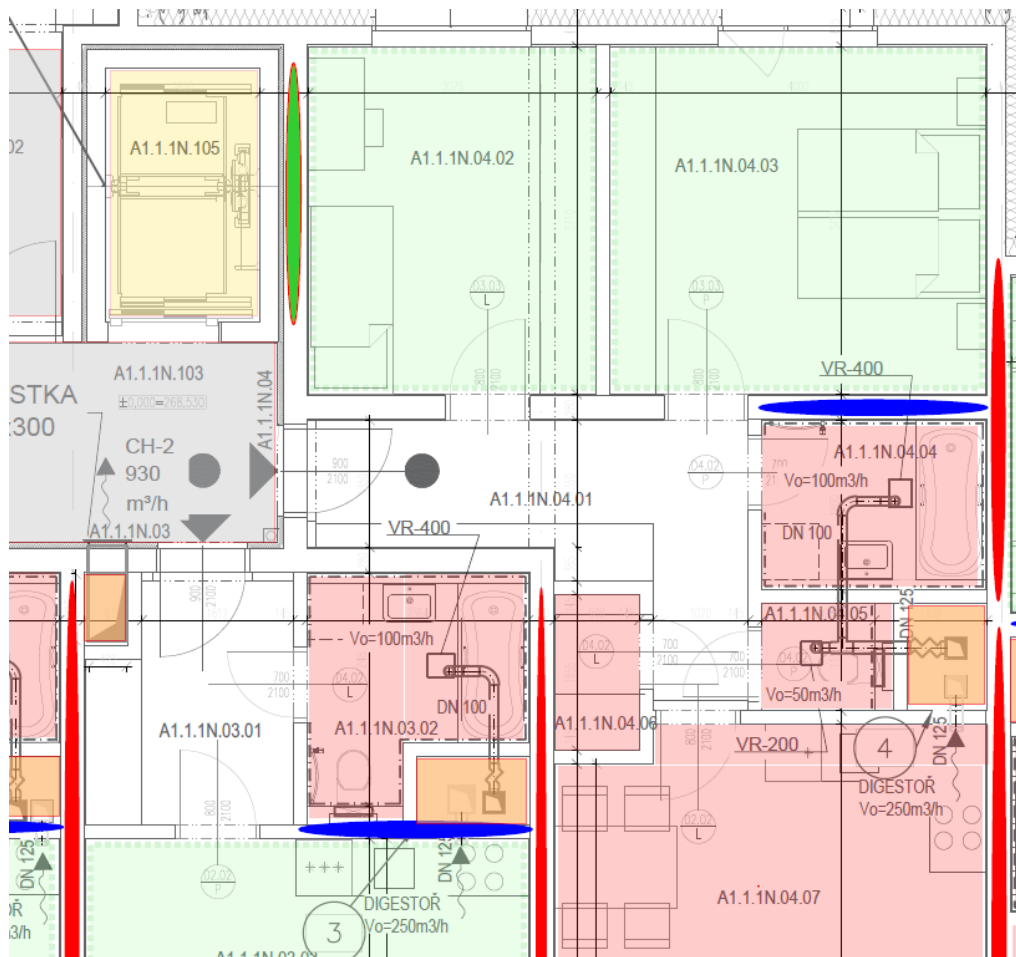
2. Navrhnout účinná akustická řešení

~~3. Vykašlat se na to!~~

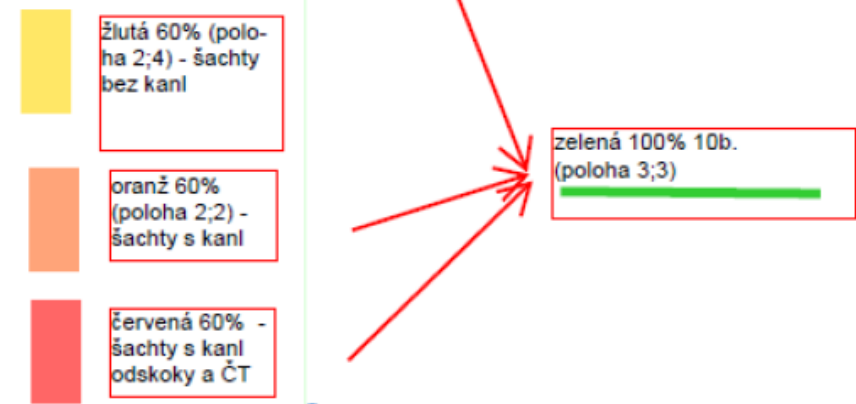
Bohužel nejčastější řešení ☹️

Aktuálně revidujeme dispozice takto

OZNAČENÍ PODLAŽNÍ PLOCHY MÍSTNOSTÍ:

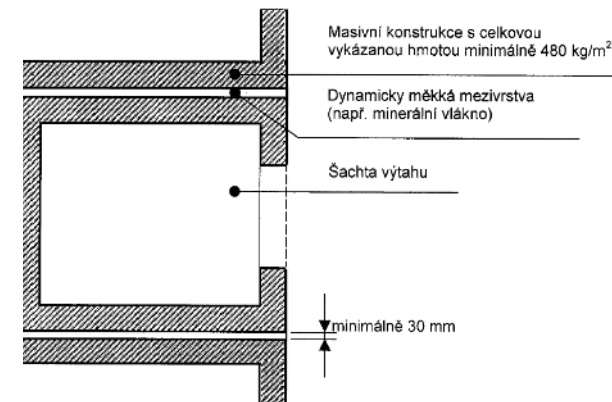
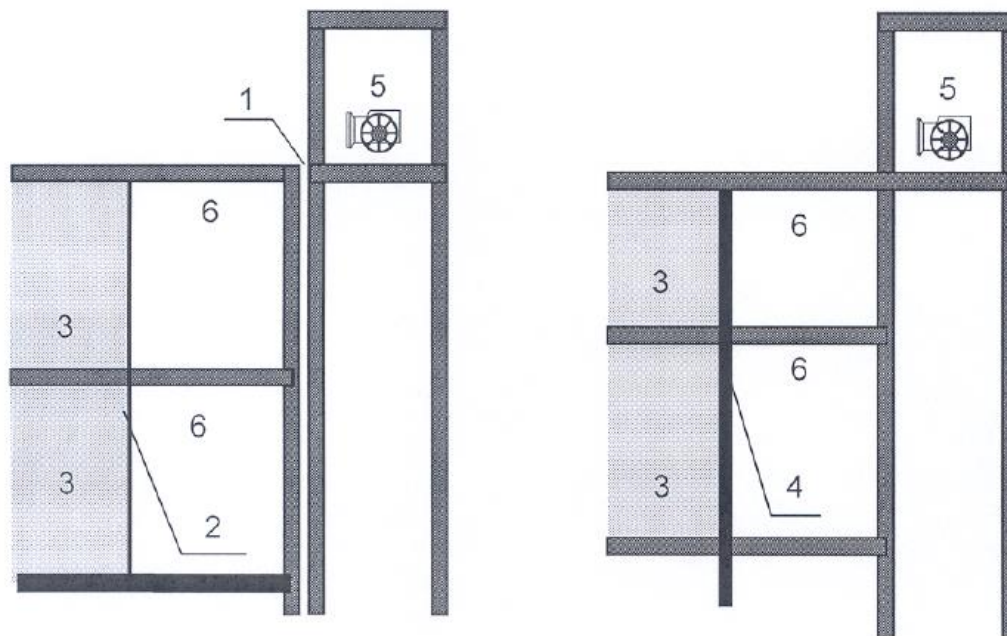


OZNAČENÍ PLOCHY INSTALAČNÍCH ŠACHET:



Hluk a vibrace z výtahové šachty

■ Norma ČSN 27 4210

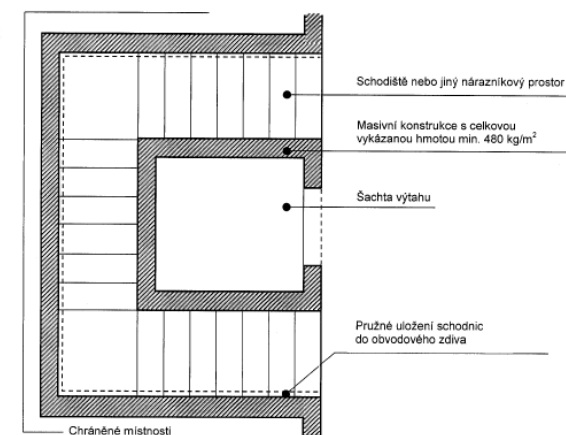


Obrázek 2.1 – Šachta výtahu tvořená masivní dvojitou konstrukcí

Legenda

- | | |
|--------------------------|--|
| 1 dilatační spára | 4 těžká dělicí stěna |
| 2 přípustná lehká příčka | 5 prostor pro umístění výtahového stroje |
| 3 chráněný prostor | 6 nechráněný prostor |

■ Nikdy ne ložnici vedle výtahové šachty!



Obrázek 2.2 – Oddělení šachty výtahu od chráněných místností nárazníkovou zónou

Akustika omítnutého/ neomítnutého zdiva

| | | | |
|---|---|---|----|
| Oboustranně omítnutá mezibytová stěna z cihel Porotherm AKU 25 MK | Pokoj B2.02.04.03 bytu B2.02.04 ve 2. NP objektu B2 | Obývací pokoj B2.02.03.03 bytu B2.02.03 ve 2. NP objektu B2 | 53 |
| Neomítnutá mezibytová stěna z cihel Porotherm AKU 25 MK | Pokoj C2.08.01.05 bytu C2.08.01 v 8. NP objektu C2 | Pokoj C2.08.02.05 bytu C2.08.02 v 8. NP objektu C2 | 30 |

- **Rozdíl 23 dB**
- **Zhoršení je i u jednostranného omítnutí**

Akustika vyzdívek (data Porotherm)

| Stěny z cihel Porotherm 25 | AKU P+D | AKU SYM | AKU Z |
|----------------------------|-----------|---------|--------|
| oboustranně omítnuté | 55 dB | 57 dB | 56 dB |
| jednostranně omítnuté | cca -5 dB | -2 dB | -2 dB |
| bez omítek | -27 dB | -17 dB | -21 dB |

Změny vzduchové neprůzvučnosti dělicí stěny během výstavby

Na stavbě bytového domu z cihel **Porotherm** se stropy z monolitického železobetonu byla provedena měření vzduchové neprůzvučnosti na třech porovnatelných místech postupně ve třech etapách výstavby. Půdorysné rozměry sousedících místností oddělených měřenými stěnami byly cca 7,5 × 8 m. S postupující výstavbou narůstala i hodnota R'_w . Podívejme se, jak jednotlivé technologické kroky ovlivnily akustické parametry dělicích stěn (naměřené hodnoty ze třech míst stavby byly zprůměrovány):

1. měření: dělicí stěna bez omítek a rozvodů, navazující stěny bez omítek
2. měření: dělicí stěna s oboustrannou omítkou, navazující stěny s omítkami
3. měření: místnosti rozděleny nenosnými příčkami, těžké plovoucí podlahy

$$R'_w = 24 \text{ dB}$$

$$R'_w = 48 \text{ dB}$$

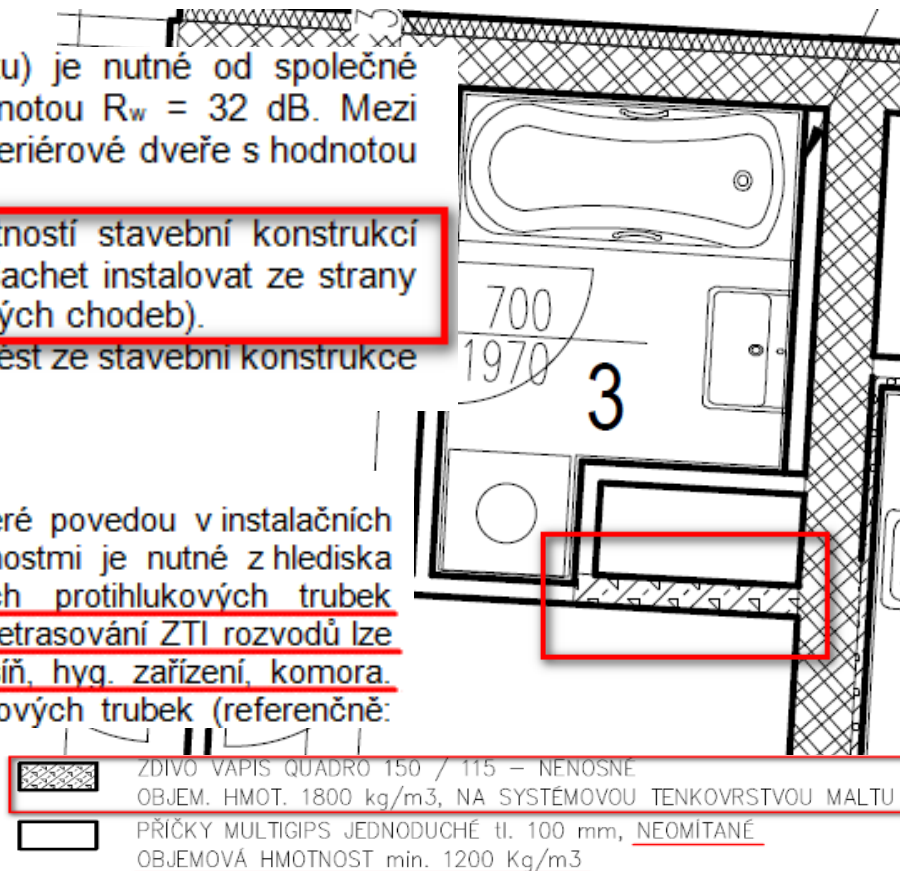
$$R'_w = 54 \text{ dB}$$

Poloha šachty vs. ložnice vs. nekoordinace zdiva

- Předsíně bytů (jsou odděleny od ostatních částí bytu) je nutné od společné chodby domu oddělit vstupními dveřmi s min. hodnotou $R_w = 32$ dB. Mezi předsíní bytu a obytnými místnostmi bytu instalovat interiérové dveře s hodnotou $R_w = 27$ dB.
- Stavební šachty je nutné oddělit od obytných místností stavební konstrukcí vykazující min. hodnotu $R'_w = 47$ dB. Revizní dvířka šachet instalovat ze strany nebytových prostor bytu (z hyg.zařízení, resp. z oddělených chodeb).
- Příčky uvnitř jednoho bytu (bytové příčky) je nutné provést ze stavební konstrukce vykazující min. hodnotu $R'_w = 42$ dB.

Potrubní rozvody ZTI:

- Vnitřní rozvody splaškové a dešťové kanalizace, které povedou v instalačních šachtách domu přímo sousedících s obytnými místnostmi je nutné z hlediska zamezení hluku od rozvodů provést z plastových protihlukových trubek (referenčně: POLOKAL 3S, Geberit Isol). Případné přetrasování ZTI rozvodů lze provádět pouze v nebytových částech bytů – předsíň, hyg. zařízení, komora. Přetrasování je nutné provést z plastových protihlukových trubek (referenčně:



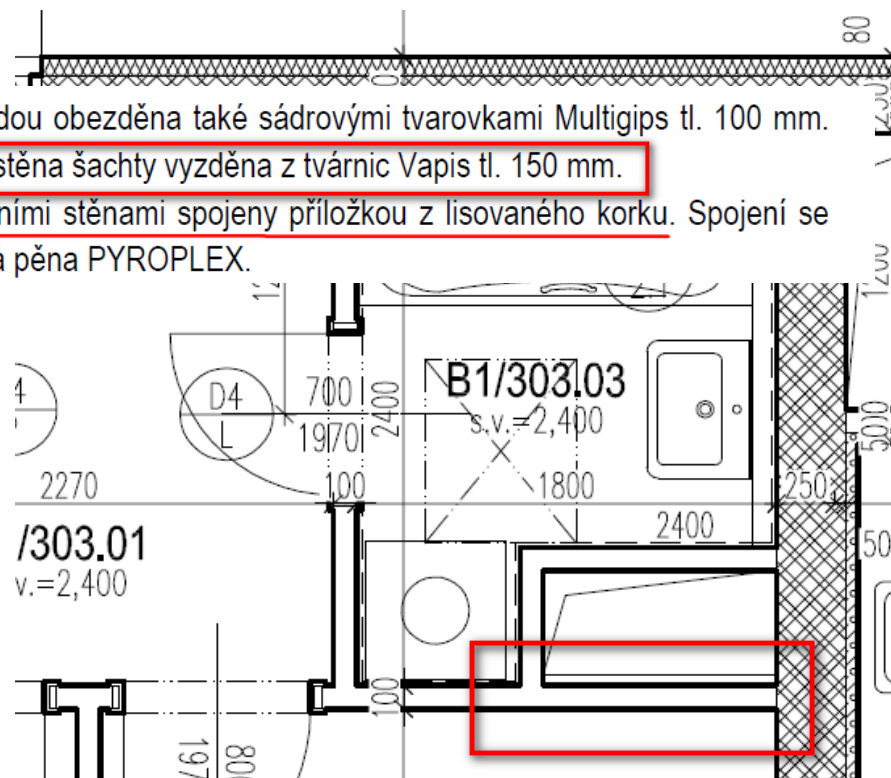
Odpadní potrubí splaškové a dešťové kanalizace je navrženo z hrdlových trub a tvarovek PP – HT systém (např. OSMA nebo PIPELIFE). Trubky budou upevňovány k nosným konstrukcím trubkovými objímkami (PÓLO – CLIP) s elementy zvukové izolace.

Poloha šachty vs. ložnice vs. nekoordinace zdiva

- instalační jádra budou samostatné požární úseky a budou obezděna také sádrovými tvarovkami Multigips tl. 100 mm.

V místě, kde instalační jádro sousedí s obytnou místností, bude stěna šachty vyzděna z tvárnice Vapis tl. 150 mm.

Z požárních důvodů musí být sádrové příčky se sousedními stěnami spojeny příložkou z lisovaného korku. Spojení se stropní deskou: příložka z lisovaného korku anebo polyuretanová pěna PYROPLEX.



Potrubí vnitřní kanalizace (splaškové a dešťové) je navrženo z hrdlových trub a tvarovek PP – HT systém (např. OSMA nebo PIPELIFE). Odpadní potrubí S4 je provedeno z akusticky tichého potrubí např. Skolan dB. Všechna odpadní potrubí budou v 1NP včetně přechodových kolen do svodného potrubí provedena z akusticky tichého potrubí např. Skolan dB. Trubky budou upevňovány k nosným konstrukcím trubkovými objímkami (POLO – CLIP) s elementy zvukové izolace. Veškerá potrubí budou uložena a uchycena pružně.

Výsledky měření

- **V ložnici až 40dB od spláchnutí o patro výše**
- **Hluk zvyšuje**
 - Změna trasy stoupacího potrubí
 - Čistící kus
 - Koleno v garáži
 - „splet“ potrubí

Poloha šachty vs. ložnice vs. nekoordinace zdiva



Důsledky

- Šachty přezděny zdivem s vyšší obj. hm.
- Potrubí vyměněno za nehlučné
- Omítáno od podlah po strop

- Respektovat doporučení normy $R_w = 47$ dB
- Ideálně neumíst'ovat šachtu vedle chráněného vnitřního prostoru

Hluk vodovodních baterií

| Místo měření (zdroj hluku) | $L_{A,max}$ [dB] | Nejistota | $L_{A,max,lim}$ [dB] | |
|---|------------------|-----------|----------------------|------------|
| F3.5N.01.05 (napouštění vany: úplné otevření kohoutu) | 31,8 | ± 2 dB | 25 | NEVYHOVUJE |
| F3.5N.01.05 (napouštění vany: uzavření kohoutu) | 35,9 | | 30 | NEVYHOVUJE |
| F3.5N.01.05 (sprchování) | 46,7 | | 30 | NEVYHOVUJE |

Výsledná maximální hladina akustického tlaku A $L_{A,max}$ hluku napouštění vany a sprchování,

PROKAZATELNĚ PŘEKRAČUJE

limit pro maximální hladiny akustického tlaku A pro hluk šířící se ze zdrojů TZB dle ČSN 73 0532.

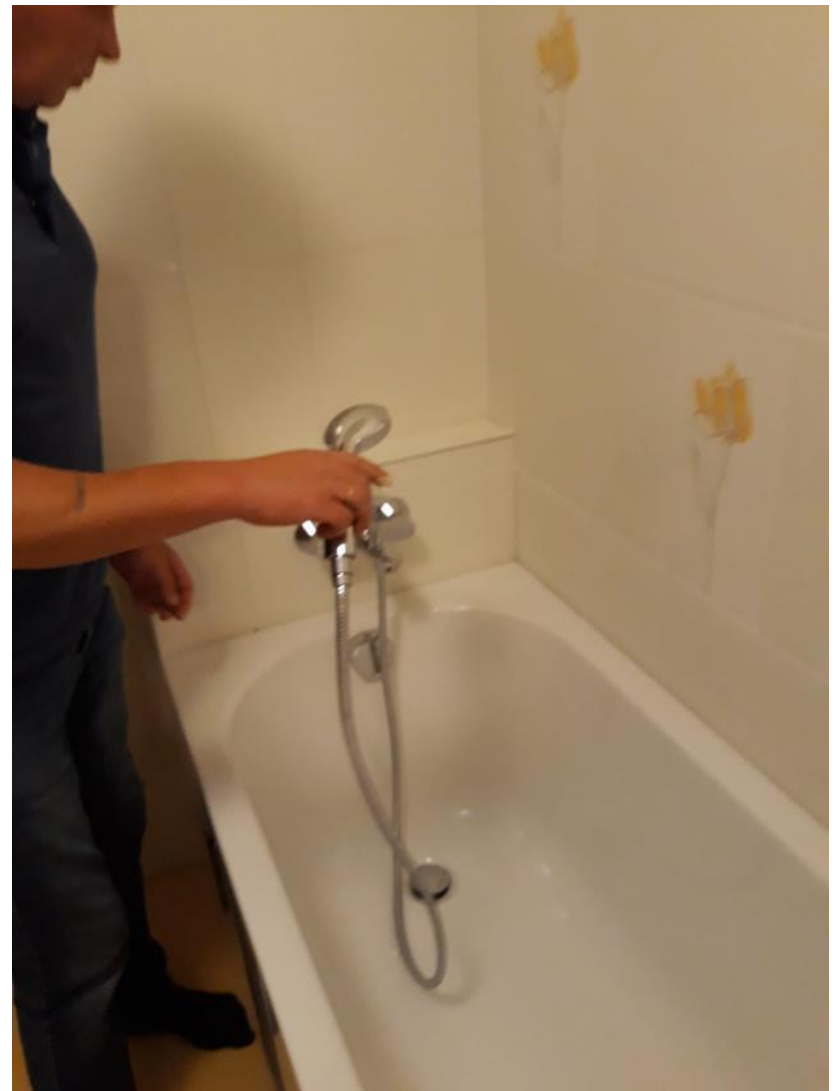
Hluk vodovodních baterií



Provedená opatření

- **přívod vody k vanové baterii byl demontován** (protože byl zasekán do přizdívky a v kontaktu s monolitem sousedícího bytu),
- **byla rozbourána přizdívka a nově vyzděna tak, aby přívod vody byl na přizdívce,**
- **vana byla posunuta směrem ke dveřím; celá vana byla dána do vložky z polystyrenu (kopyta),**
Příslušenství k vanám Kaldewei - BWS 7559 zvukově izolační sada
Kontakt hrany vany se zdivem byl opatřen izolační páskou,
- **byla vyměněna baterie za tišší**

Provedená opatření



Vyhodnocení oprav

Tabulka 4: Hluk z TZB (ČSN 73 0532/Z3).

| Místo měření (zdroj hluku) | $L_{A,max}$ [dB] | Nejistota | $L_{A,max,lim}$ [dB] | |
|---|------------------|-----------|----------------------|------------|
| F3.5N.01.05 (napouštění vany: úplné otevření kohoutu) | 20,6 | ± 2 dB | 30 | NEVYHOVUJE |
| F3.5N.01.05 (napouštění vany: uzavření kohoutu) | 22,0 | | 30 | NEVYHOVUJE |
| F3.5N.01.05 (sprchování) | 23,1 | | 30 | NEVYHOVUJE |

Výsledná maximální hladina akustického tlaku A $L_{A,max}$ hluku napouštění vany a sprchování

PROKAZATELNĚ NEPŘEKRAČUJE

limit pro maximální hladiny akustického tlaku A pro hluk šířící se ze zdrojů TZB dle ČSN 73 0532.

--- Konec protokolu ---

Co ovlivňuje hluk z vodovodních baterií

- Akustická skupina vodovodní baterie

| Skupina | L_{ap} v dB (A) |
|---------------------|-------------------|
| I | ≤ 20 |
| II | $> 20 \leq 30$ |
| U (neklasifikováno) | > 30 |

- Tlak ve vodovodním potrubí

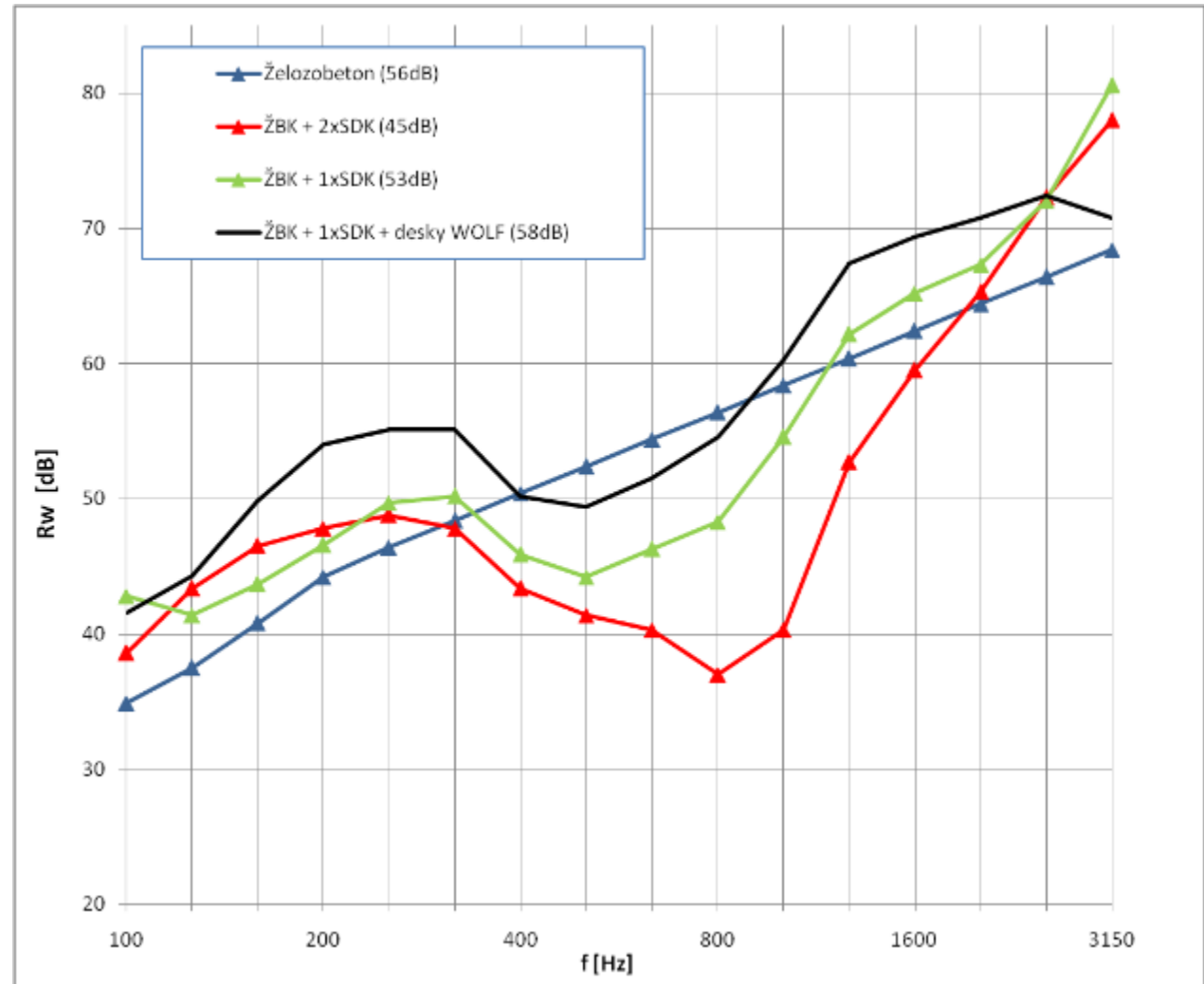
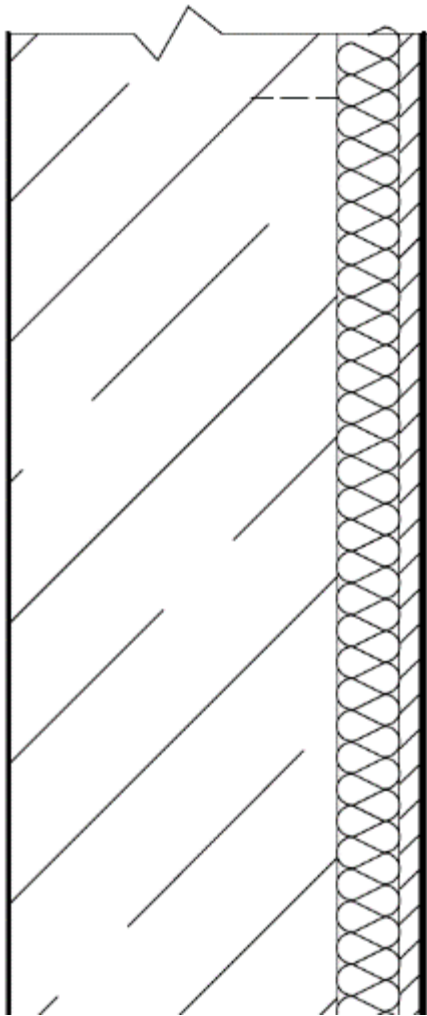
- výše uvedené třídy zkoušeny při 0,3 MPa

- Způsob zabudování potrubí a uchycení umyvadla a baterie

- **Splnit 30dB rozvodu na stěně k ložnici obtížně splnitelné !!!**



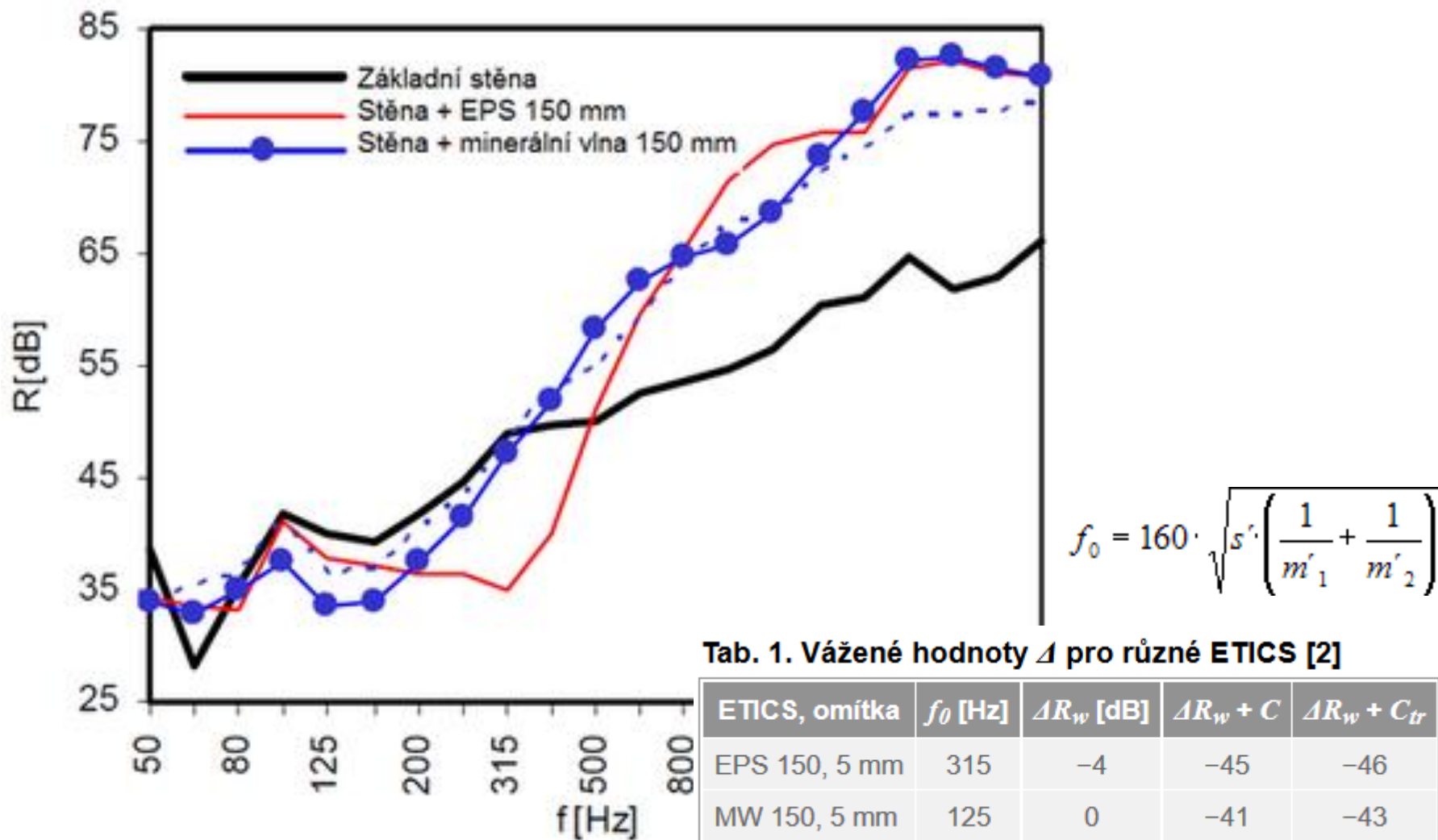
Více vrstev neznamená lepší akustika



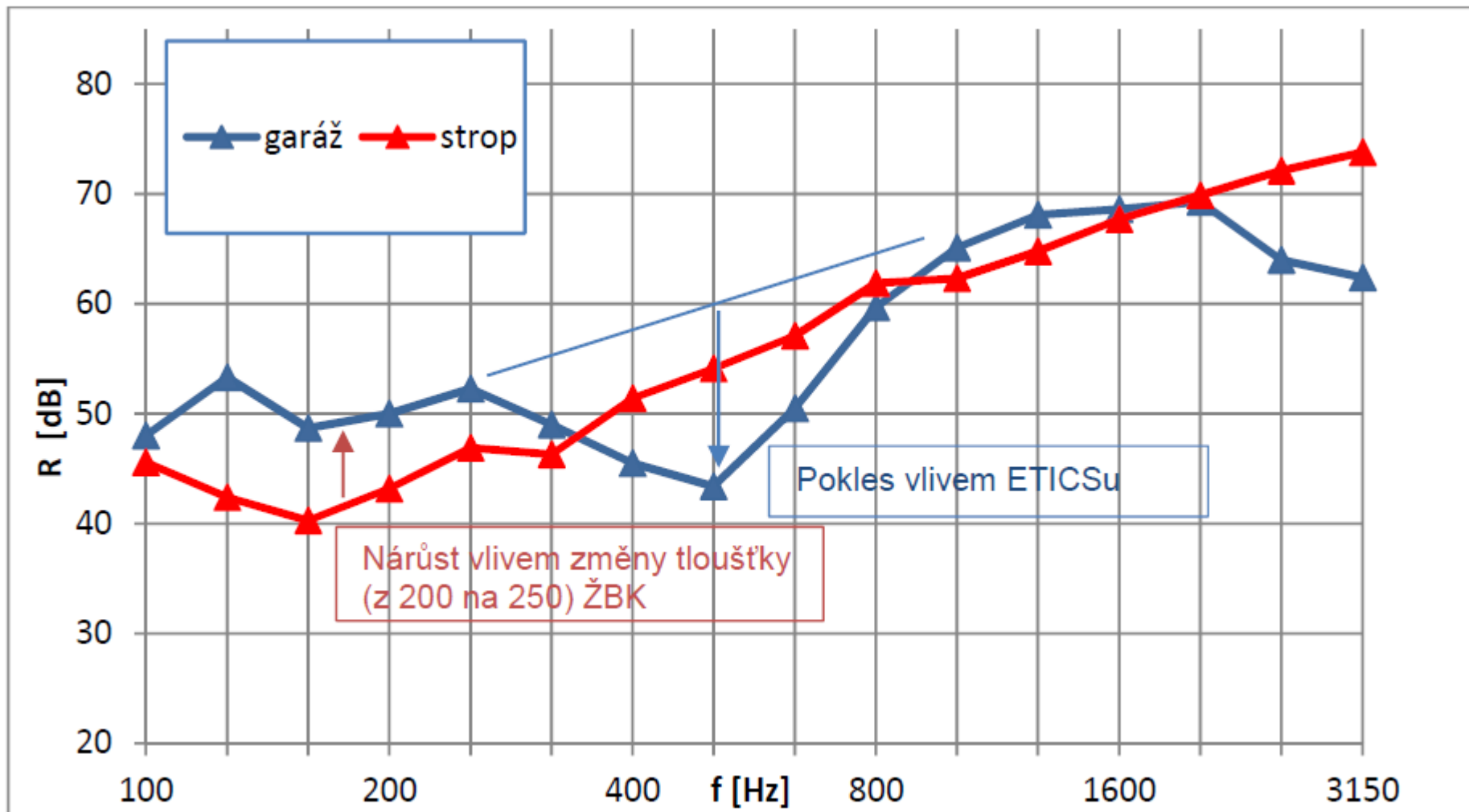
Akustika s ETICS (data Porotherm)

| Stěna | bez ETICS | s ETICS | |
|--|---|-----------------------------|-------------------------------|
| | | EPS-F | MW |
| oboustranně omítnutá se zohledněním dopravního hluku $R_w + C_{tr}$ | 56 (-2;-6) $56 - 6 = 50$ | 53 (-1;-5) $53 - 5 = 48$ | 55 (-4;-10) $55 - 10 = 45$ |
| jednostranně omítnutá se zohledněním dopravního hluku $R_w + C_{tr} - 2$ dB | -2 dB oproti stěně s oboustrannou omítkou | | |
| | $50 - 2 = 48$ | $48 - 2 = 46$ | $45 - 2 = 43$ |

Vzduchová neprůzvučnost - ETICS



Vzduchová neprůzvučnost - ETICS



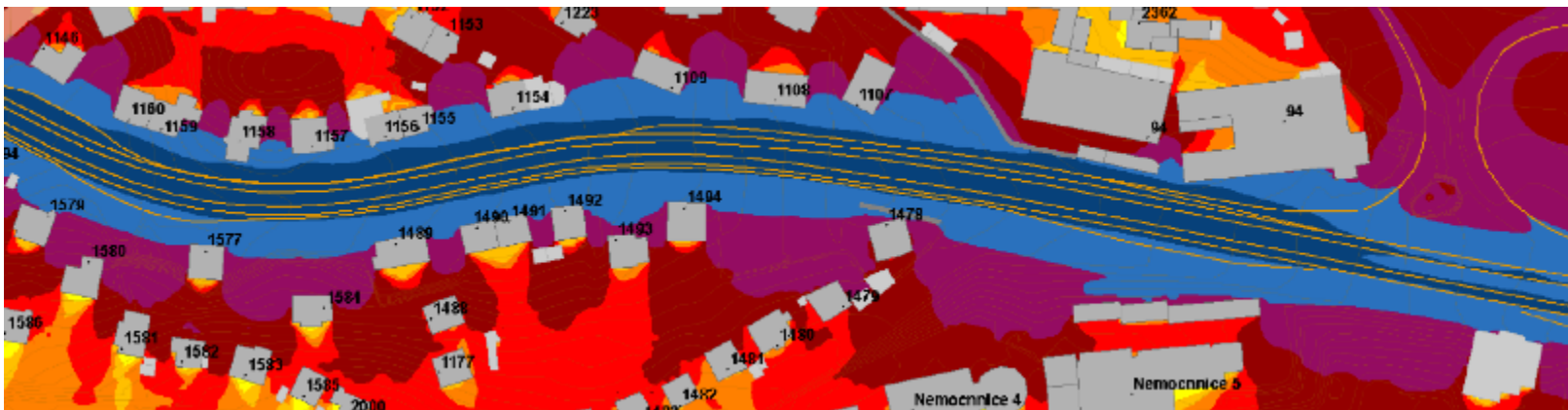
- Skladba mezi byty (bez ETICS) 57 (-1; -5) dB > 53 dB => VYHOVUJE
- Skladba mezi bytem a garáží 56 (-3; -4) dB > 57 dB => NEVYHOVUJE

Fasáda a výplně otvorů

- Obvodová konstrukce většinou vyhovuje s velkou rezervou
- Nejslabším článkem jsou okna a dveře
- Požadavek se stanovuje na základě vnějšího hluku

| Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách R'_{w} nebo $D_{nT,w}$, dB | | | | | | | |
|--|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Druh chráněného vnitřního prostoru | Ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době 06:00 h – 22:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{Aeq,2m}$, dB **) | | | | | | |
| | ≤ 50 | > 50 ≤ 55 | > 55 ≤ 60 | > 60 ≤ 65 | > 65 ≤ 70 | > 70 ≤ 75 | > 75 ≤ 80 |
| Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.) | 30 | 30 | 30 | 33 | 38 | 43 | 48 |

- Vnější hluk stanovuje hluková studie



Růst požadavku R_w v poslední době

6.1. Stanovení hodnot R'_w venkovního pláště objektu záměru na základě hlukové zátěže fasád a systému nuceného větrání vnitřních prostor objektu

V podkladu /7/ je stanovena na základě hluku v chráněném venkovním prostoru staveb objektu záměru následující hodnota R'_w (vzduchová stavební neprůzvučnosti) venkovního pláště objektů záměru v místě chráněného vnitřního prostoru staveb – obytných místností bytů $R'_w = 32$ dB. Dle našich přepočtů z údajů z podkladu /7/ a pomocí modelu výpočtu hluku od dopravy dle podkladu /3/ je nutné hodnotu navýšit na:

$$R'_w = 33 \text{ dB}$$

Tato hodnota by měla zaručit v chráněném vnitřním prostoru staveb – v obytných místnostech bytů ekvivalentní hladinu akustického tlaku $A L_{Aeq,T} < 30$ dB pro noc a $L_{Aeq,T} < 40$ dB pro den s rezervou min. 2 dB (nejistota) od hluku z dopravy, který proniká dovnitř vzduchem (na základě vzduchové průzvučnosti). Lze tedy konstatovat, že uvedená min. hodnota R'_w zaručí ve vnitř max. hodnoty $L_{Aeq,T} \leq 28$ dB pro noc a $L_{Aeq,T} \leq 38$ dB pro den.

Avšak vzhledem k tomu, že chráněné vnitřní prostory staveb objektu záměru budou větrány nuceně vzduchotechnikou (rekuperačním systémem), který dovnitř vnese další hluk (požadavek na dílčí hodnotu od VZT je < 25 dB), je nutné dílčí složku hluku šířeného vzduchem od dopravy snížit na ≤ 25 dB, aby součet obou složek hluku (od dopravy šířený vzduchem + od VZT) byl v úrovni hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,T} < 30$ dB pro noc a $L_{Aeq,T} < 40$ dB pro den s rezervou min. 2 dB.

Je tedy nutné, aby hodnota venkovního pláště objektu vykazovala min. hodnotu:

$$R'_w = 36 \text{ dB}$$

Růst požadavku R_w v poslední době

6.2. Stanovení hodnot R_w oken a terasových dveří objektu záměru

Dle podkladu /5/ a /6/ platí mezi hodnotou R_w oken, terasových dveří a hodnotou R'_w venkovního pláště následující vztah (vztaženo na městský dopravní hluk):

$$R_w = R'_w + K_1 + K_2 - C_{tr} \quad (1)$$

kde:

- R_w je vážená hodnota vzduchové (laboratorní) neprůzvučnosti okna, resp. terasových dveří.
- R'_w je vážená hodnota vzduchové (stavební) neprůzvučnosti venkovního pláště chráněného vnitřního prostoru staveb.
- K_1 je korekce vycházející z poměru plochy prosklení (S_O) vůči celkové ploše venkovního pláště místnosti (S_F) při pohledu z místnosti. Při poměru: $35\% \leq S_O/S_F \leq 50\%$ platí hodnoty $K_1 = -3$. Při poměru: $S_O/S_F > 50\%$ platí hodnoty $K_1 = 0$. V našem případě, lze prosklení fasád považovat v úrovni do 50%, tzn. platí korekce $K_1 = -3$.
- K_2 je korekce charakterizující pokles hodnoty R_w na R'_w po zabudování okna, resp. terasových dveří do stavební konstrukce. Za předpokladu, že rám okna, resp. terasových dveří bude zapuštěn do těžké stavební konstrukce (to je případ objektu záměru) bude hodnota $K_2 \leq 2$ dB.
- C_{tr} je faktor přizpůsobení spektru odpovídající městskému dopravnímu hluku, Tento faktor vyjadřuje schopnost okna tlumit nižší frekvence. Doporučuje se hodnota $C_{tr} \geq -4$ dB (tzn. -4, -3, -2, -1, 0 ... dB) – čím vyšší C_{tr} , tím je okno z hlediska útlumu hluku (odpovídající městskému dopravnímu hluku) lepší.

Růst požadavku R_w v poslední době

V následujícím jsou uvedeny hodnoty R_w oken a terasových dveří obytných místností bytů objektu záměru na základě vztahu (1), hodnot jednotlivých korekcí a hodnot R'_w venkovního pláště (TZI = třída zvukové izolace okna, resp. terasových dveří):

Západní, jižní a severní fasáda objektu:

$R_w = 39$ dB (TZI=3)

Východní odvrácená fasáda od komunikace Novodvorská:

$R_w = 38$ dB (TZI=3)

Rekapitulace

- Dle normy 32dB
- +1 dB přepočet (vlivem času mezi DÚR a DSP)
- +3 dB na nucené větrání
- -3 dB velikost oken (35%-50% plochy)
- +2 dB vliv zabudování
- +4 dB zohlednění Ctr – vliv dopravy
- Výsledný požadavek 39 dB (o 7 dB vyšší)

Závěr

- **Stavební fyzika řeší 1/2 základních požadavků**
- **Za vadní návrh nese spoluodpovědnost projektant**
- **Vadný návrh může způsobit**
 - Kondenzaci, plísně, přehřívání, hluk, ...
 - **Vliv na člověka a jeho zdraví**
 - Vyšší energetickou náročnost, ...
 - Vliv na peněženku klienta

www.skupinametrostav.cz