

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Stavebně technologický projekt
Bytový dům Tetínská**

**Posouzení vhodnosti konstrukčního řešení
balkonů**

**Matěj Řezníček
2019**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Karel Polák, Ph.D.

ÚVOD	1
1. Problematika balkonů	2
2. Tepelně technické řešení	2
2.1. ISO-nosníky	4
2.2. Obalení předsazené konstrukce tepelnou izolací	5
2.3. Samonosné balkonové konstrukce	6
3. Porovnání variant	8
3.1. ISO-nosník	8
3.2. Obalení předsazené konstrukce tepelnou izolací	9
3.3. Samonosné balkonové konstrukce	11
3.4. Tepelné mosty	12
3.4.1. ISO-nosník	12
3.4.2. Obalení předsazené konstrukce tepelnou izolací	13
3.4.3. Samonosné balkonové konstrukce	13
3.5. Architektonické hledisko	13
4. Závěr	14
5. Použitá literatura	15

ÚVOD

Součástí Bytového domu Tetínská, který je řešen ve stavebně technologickém projektu, jsou tři balkony na západní straně objektu. Balkony jsou ve druhém, třetím a čtvrtém nadzemním podlaží a zabírají celou šířku objektu. Dělení balkonů na jednotlivé části připadající k bytům je řešeno pomocí balkonových zástěn tvořených z rámu, který je svařovaný z L profilů a vyplněný vlnitým plechem. Tyto zástěny jsou kotveny do nosné obvodové stěny. Tato seminární část bakalářské práce, bude porovnávat vhodnost konstrukčního návrhu těchto balkonů s dalšími konstrukčními variantami.



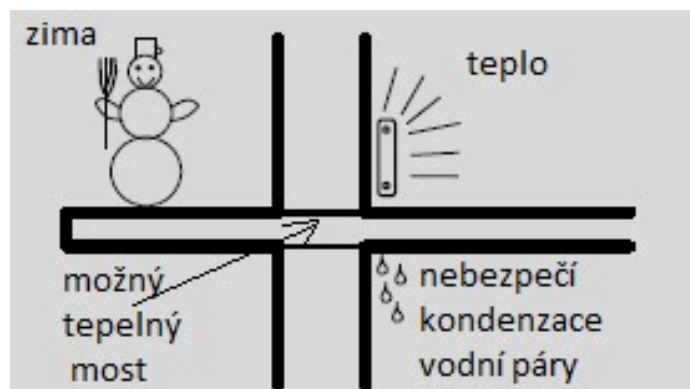
Obrázek 1- Bytový dům Tetínská (vlastní zdroj)

1. Problematika balkonů

Balkonové konstrukce jsou charakteristické tím, že jejich konstrukce zasahuje do vnějšího prostoru a působí tak na ně vlivy prostředí tohoto prostoru jakou je teplota, vlhkost, sníh, vítr, chemické a biologické vlivy. Předsazení konstrukce před hlavní nosnou konstrukci vyžaduje určitá specifická řešení jak po stránce konstrukčně statické, tak po stránce stavebně fyzikální. Jedním z hlavních problémů u balkonů je omezení vzniku tepelného mostu ve styku předsazené konstrukce s nosnou konstrukcí objektu. Tento požadavek je vedle způsobu statického podepření určující pro volbu a návrh konstrukčního řešení předsazené konstrukce. (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)

2. Tepelně technické řešení

Konstrukce předsazené do vnějšího prostoru jsou vystaveny ze všech stran působení povětrnostních vlivů. V souvislosti s požadavkem zajištění dostatečné tepelné ochrany objektu je třeba omezit tepelné mosty především v místech ukotvení předsazených konstrukcí. (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)



Obrázek 2- tepelný most předsazené konstrukce (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)

V místech připojení předsazené konstrukce k nosnému systému je třeba vyřešit detail tak, aby ani za nejnižších venkovních teplot nemohlo dojít ke kondenzaci vodní páry na vnitřním povrchu. Problém tepelných mostů souvisí nejenom s aspektem energetickým (větší tepelné ztráty v důsledku úniku tepla) a estetickým (vznik vlhkostních map), ale především s otázkou zajištění hygienických požadavků (vznik plísní, hub, napadení živočišnými škůdci). Na vnitřním povrchu konstrukce je třeba zajistit, aby povrchová teplota byla vždy vyšší než teplota rosného bodu při uvažování určité míry bezpečnosti. Hodnota vnitřní povrchové teploty se stanoví řešením

teplotního pole pro konkrétní detail konstrukce a vlastní posouzení lze provést podle ČSN 73 0540 tepelná ochrana budov. (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)

Tabulka 1- Hodnota součinitele prostupu tepla U_N pro předsazené konstrukce

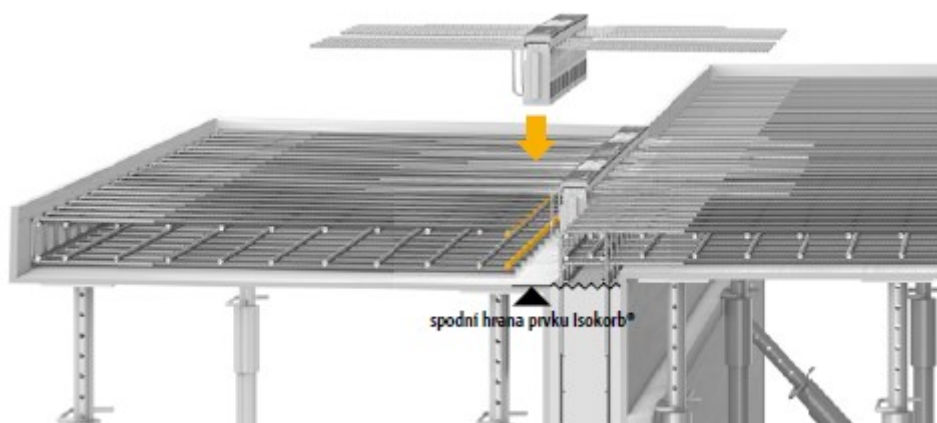
(Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)

<i>Typ předsazené konstrukce</i>	Požadovaná hodnota U_N [W/m ² .K]	Doporučená hodnota U_N [W/m ² .K]
Těžký strop nad venkovním prostorem nebo pod nevytápěnou půdou	0,30	0,20

Možností řešení tepelného mostu se nabízí několik, například použití tepelně izolačních ISO-nosníků, obalení celé předsazené konstrukce tepelnou izolací nebo samostatně stojící balkonové konstrukce.

2.1. ISO-nosníky

Jednou z možností, jak u novostaveb výrazně omezit vliv liniových tepelných mostů v místech napojení železobetonové konstrukce vykonzolovaných balkonů na stropní konstrukci v budově, je přerušení tepelných mostů pomocí takzvaných ISO-nosníků. ISO-nosníky jsou tepelněizolační prvky umožňující přerušení tepelných mostů u vykonzolovaných balkonových konstrukcí. Principem tohoto řešení je přerušení tepelného mostu pomocí tepelné izolace (z pěnového polystyrenu) vložené mezi balkonovou nosnou desku a stropní desku v interiéru. Obě tyto desky jsou navzájem staticky propojeny pomocí nosných prvků z nerezové oceli. (Ing. Karel Chaloupka, 2007)



Obrázek 3- Vložení ISO-nosníku do bedněni (Schöck-Wittek s.r.o., 2018)

V případech, kdy ocelové prvky procházejí z vnějšího prostředí přes tepelnou izolaci do vnitřního prostředí je třeba tyto prvky provést v antikorozi úpravě tak, aby nemohly být narušeny korozí od kondenzující vlhkosti. (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)



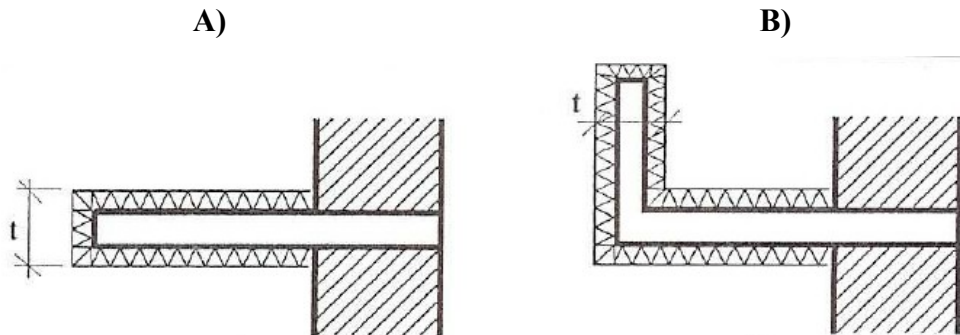
Obrázek 4- Průběh teplot předsažené konstrukce bez ISO-nosníku a s ISO-nosníkem

(Schöck-Wittek s.r.o., 2018)

2.2. Obalení předsazené konstrukce tepelnou izolací

Výhodou je relativně snadné řešení. Nevýhodou jsou poměrně značné náklady na tepelnou izolaci, kterou je třeba umístit zpravidla po celém povrchu konzoly. Z architektonického hlediska může být nevyhovující podstatně větší výsledná tloušťka konzoly. (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)

Další nevýhodou je kotvení zábradlí. Kotvy zábradlí budou prostupovat skrz tepelnou izolaci a budou vznikat tepelné mosty. Řešením tohoto problému může být vybetonování nebo vyzdění zábradlí na balkonové desce a obalení zábradlí tepelnou izolací. Toto řešení je ovšem nevhodné z hlediska ekonomického (spotřeba izolantu a materiálu na zábradlí) a estetického (masivní konstrukce zábradlí).



Obrázek 5- Obalení balkonu tepelnou izolací (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)

- A) obalení balkonové konstrukce tepelnou izolací
- B) obalení balkonové konstrukce a zábradlí tepelnou izolací

2.3. Samonosné balkonové konstrukce

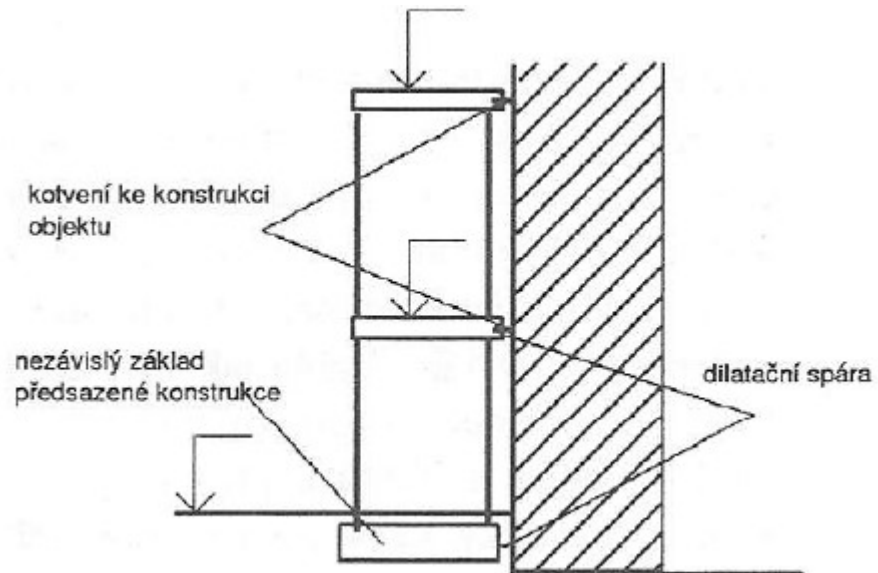
Předsazené balkony mohou být řešeny i jako nezávislé samonosné konstrukce podepřené sloupy založenými na vlastních základech. V těchto případech je výhodné zajistit stabilitu konstrukce kotvením v úrovni jednotlivých podlaží. (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)



Obrázek 6 - Ocelový samonosný balkon (PEKSTRA s.r.o., nedatováno)

Při návrhu konstrukce vystavené působení vnějšího prostředí je třeba uvažovat teplotní roztažnost ocelových podpěr vzhledem k tomu, že jsou bezprostředně vystaveny teplotnímu zatížení od slunečního záření. Proto musí styková spára mezi předsazenou konstrukcí a vlastním průčelím umožňovat natočení v důsledku dilatace podpěr. Výhodné je ponechat mezeru mezi průčelím a předsazenou konstrukcí v šířce cca 20 až 40 mm a do průčelí kloubově kotvit pouze lokální příčné nosníky předsazené konstrukce. (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)

Výhodou podepřených konstrukcí je, že lze poměrně snadno řešit přerušení tepelného mostu. Objekt je samostatně tepelně izolován a vznikají pouze bodové tepelné mosty v místech kotvení k obvodové stěně budovy.



Obrázek 7- Předsazená samonosná konstrukce (Doc. Ing. Petr Hájek, 2004)

3. Porovnání variant

U bytového domu Tetínská byla navržena varianta zateplení předsazené konstrukce pomocí ISO-nosníku, konkrétně byl navržen nosník ISOPRO TYP IP, h180, cv30 od výrobce JORDAHL&PFEIFER. Tento ISO-nosník byl porovnán s variantou obalení celé předsazené konstrukce tepelnou izolací a s variantou samonosných, kotvených balkonových konstrukcí. Porovnání je provedeno na metr široké balkonové konstrukci. Hodnoty součinitele prostupu tepla jsou uvažovány jen pro samotnou tepelnou izolaci, další vrstvy jsou zanedbány z důvodu předpokladu stejných skladeb u všech konstrukčních variant.

3.1. ISO-nosník

Nosník ISOPRO TYP IP, h180, cv30 má tloušťku tepelné izolace $d = 80\text{mm}$ která má součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,031\text{ W/m}\cdot\text{K}$.

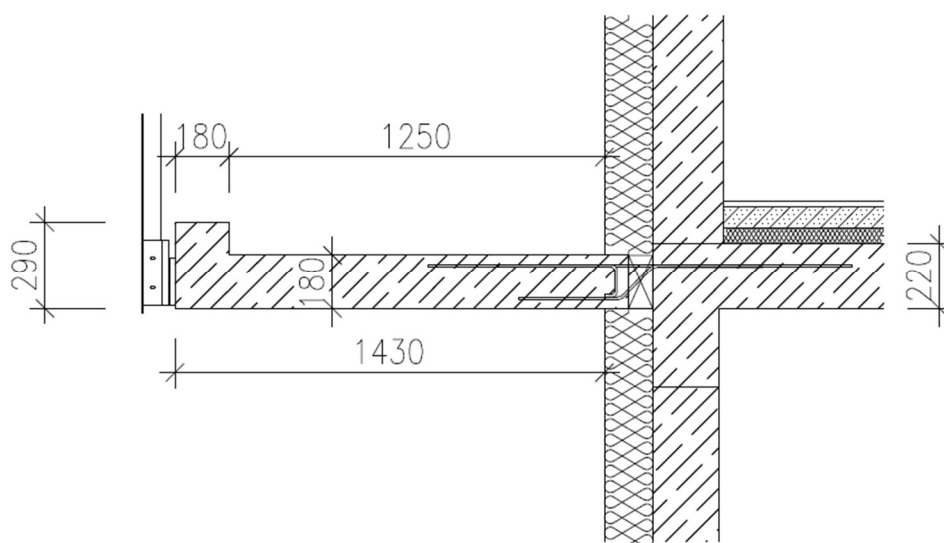
$$U = \frac{\lambda}{d} = \frac{0,031}{0,08} = 0,3875\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

U... součinitel prostupu tepla

Tabulka 2- jednotková cena ISO-nosníku (Rozpočet Bytový dům Tetínska)

	MJ	Kč/MJ
Nosný tepelně-izolační prvek Jordahl&Pfeifer - ISOPRO typ IP	m	3861

Celková cena zateplení= 3861 Kč



Obrázek 8- Balkon s ISO-nosíkem, Bytový dům Tetínská (vlastní zdroj)

3.2. Obalení předsazené konstrukce tepelnou izolací

Pro zateplení spodní hrany předsazené konstrukce tepelnou izolací jsem zvolil expandovaný polystyren EPS 70F kterým je zateplen celý bytový dům Tetínská. Horní strana a čelo balkonové desky budou zatepleny pomocí XPS Styrodur 3035 CS který je na bytovém domu taktéž použit. Expandovaný polystyren má součinitel tepelné vodivosti $\lambda_1 = 0,039 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ a extrudovaný $\lambda_2 = 0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Aby bylo dosaženo stejné hodnoty součinitele prostupu tepla, jako u ISO-nosníku ($U=0,3875 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) musí být použit polystyren EPS v tloušťce $d_1 = 100 \text{ mm}$ a XPS v tloušťce $d_2 = 90 \text{ mm}$.

$$U = \frac{\lambda_1}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{\lambda_1}{U} = \frac{0,039}{0,3875} = 0,10 \text{ m}$$

$$U = \frac{\lambda_2}{d_2} \Rightarrow d_2 = \frac{\lambda_2}{U} = \frac{0,035}{0,3875} = 0,09 \text{ m}$$

Tabulka 3- jednotková cena zateplení (Rozpočet Bytový dům Tetínska)

	MJ	Kč/MJ
Kontaktní fasádní zateplovací systém z EPS 70F tl. 100 mm	m ²	500
Kontaktní fasádní zateplovací systém z extrudovaného polystyrenu Styrodur 3035 CS, tl. 90 mm	m ²	650

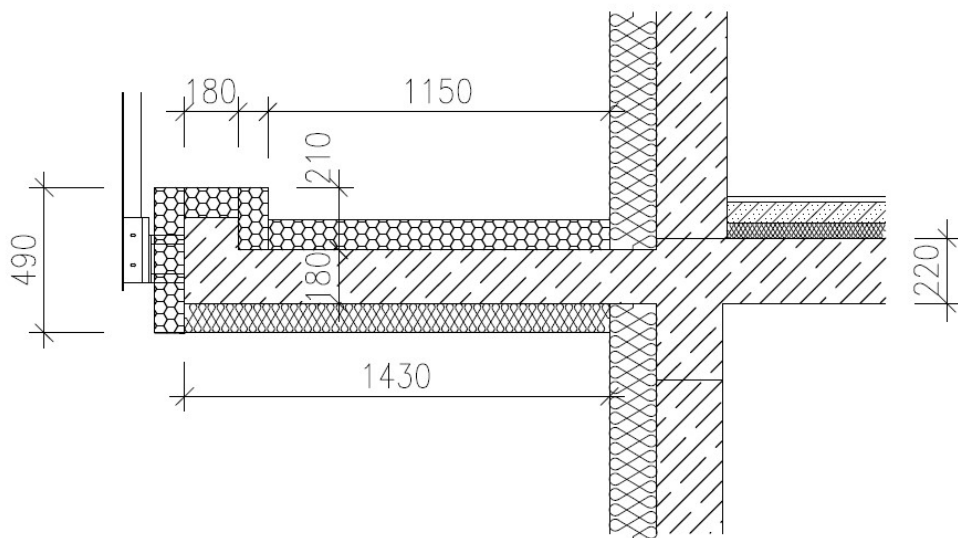
$$A_{\text{EPS}} = (1430) * 1000 = 1\,430\,000 \text{ mm}^2 = 1,43 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{XPS}} = (490+180+210+1150) * 1000 = 2\,030\,000 \text{ mm}^2 = 2,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Cena EPS} = A_{\text{EPS}} * 500 = 1,43 * 500 = 715,0 \text{ Kč}$$

$$\text{Cena XPS} = A_{\text{XPS}} * 650 = 2,03 * 650 = 1319,5 \text{ Kč}$$

$$\text{Celková cena zateplení} = A_{\text{EPS}} + A_{\text{XPS}} = 715,0 + 1319,5 = \underline{\underline{2034,5 \text{ Kč}}}$$



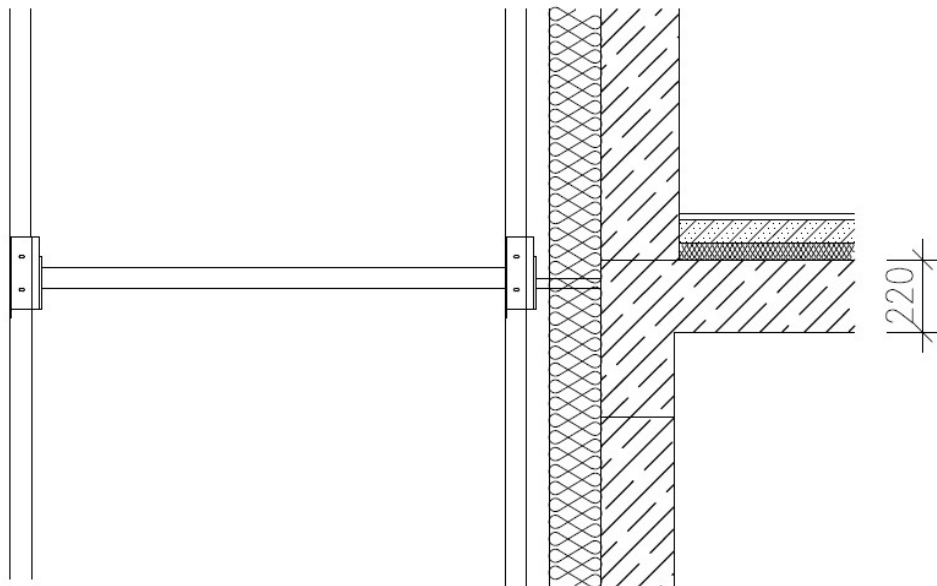
Obrázek 9- Balkon obalený tepelnou izolací, Bytový dům Tetínská (vlastní zdroj)

3.3. Samonosné balkonové konstrukce

Pro tuto variantu nebudou vznikat náklady za dodatečnou tepelnou izolaci na odstranění tepelného mostu v místě konzoly. Náklady, které budou vznikat u této varianty, jsou náklady za ocelovou konstrukci, která se skládá ze svislých sloupů a vodorovných podlah balkonů. Další peníze budou vynaloženy za samostatný základ pod nosnými sloupy.

Tepelná izolace bude v celé ploše stěny stejně tlustá. Bude použita tepelná izolace EPS 70F v tloušťce $d = 160$ mm stejně jako na všech obvodových stěnách bytového domu. Součinitel tepelné vodivosti této tepelné izolace je $\lambda = 0,039$ W/m·K.

$$U = \frac{\lambda}{d} = \frac{0,039}{0,16} = 0,2437 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$



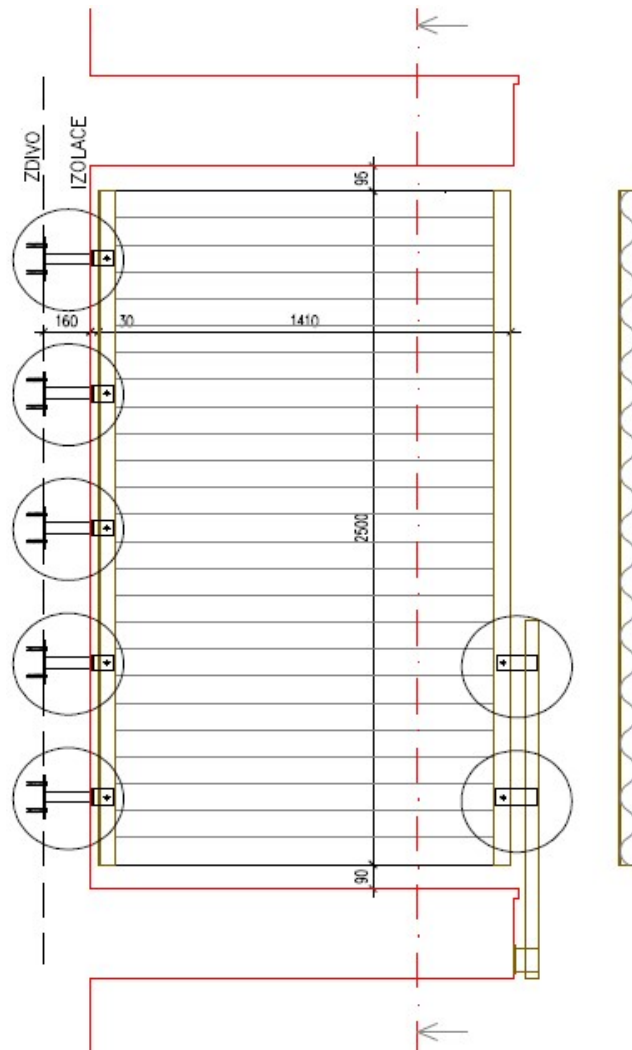
Obrázek 10- samonosná balkonová konstrukce, Bytový dům Tetínská (vlastní zdroj)

3.4. Tepelné mosty

U všech tří variant vznikají bodové tepelné mosty.

3.4.1. ISO-nosník

U první varianty s ISO-nosníkem to jsou tepelné mosty vzniklé nevhodným návrhem kotvení dělicích montovaných stěn, které dělí balkonovou desku na jednotlivé balkony příslušející k bytům. Tyto dělicí stěny mají navržené kotvení do nosné obvodové stěny skrz polystyren. Vhodnější variantou by bylo kotvení do vrchu balkonové desky a do spodní hrany desky o patro výše. Tímto by z varianty s ISO-nosníky byli odstraněny všechny tepelné mosty.



Obrázek 11- Nevhodné kotvení dělící stěny (Pytloun, Knapíčková, 2016)

3.4.2. Obalení předsazené konstrukce tepelnou izolací

Při obalení konstrukce tepelnou izolací vzniká značný problém při kotvení zábradlí. Kotva zábradlí musí procházet skrz tepelnou izolaci až na vrstvu betonu a tím vznikají bodové tepelné mosty. Dále zde vznikají tepelné mosty od kotev dělicích stěn. Varianta kotvení dělicích stěn, která byla popsána v bodě 3.4.1., v tomto případě nepomůže. Vznikají tedy bodové tepelné mosty od kotev zábradlí a kotev dělicích stěn.

3.4.3. Samonosné balkonové konstrukce

Samonosná konstrukce balkonu musí být kotvena proti působení vodorovných sil k obvodové stěně bytového domu. Zde taktéž vznikají bodové tepelné mosty.

3.5. Architektonické hledisko

Z architektonického hlediska je nejhorší variantou obalení konstrukce tepelnou izolací, u tohoto řešení vzniká velká tloušťka čela desky balkony. U bytového domu Tetínská to je výška čela 490 mm. Konstrukce by nepůsobila hezky.

U varianty se samonosnou konstrukcí jsou nevýhodou svislé sloupky, které mohou vadit ve výhledu z okna a tím pádem i stínit denní osvětlení.

Z toho plyne, že z architektonického hlediska vychází nejlépe konstrukce s ISO-nosníky.

4. Závěr

U varianty samonosné konstrukce je nutný samostatný základ. Jelikož se balkony nachází nad podzemním podlaží, které má větší půdorysné rozměry jak všechny nadzemní podlaží, bylo by založení samonosné konstrukce složité.

Z hlediska tepelných mostů vychází v porovnání těchto tří variant nejlépe varianta s ISO-nosníky. U této varianty je možno vhodnými úpravami odstranit tepelné mosty způsobené kotvením dělicích stěn. Taktéž je tato varianta nejvhodnější z hlediska architektonického.

Odstranění tepelného mostu vnikajícího v místě betonové konzoly je sice levnější pomocí obalení konstrukce tepelnou izolací než vložením ISO-nosníku, ale na celkové částce za celý bytový dům to nebude natolik značná finanční úspora, že by přebila hledisko vzniklých tepelných mostů a hledisko architektonické. Navíc odstranění všech tepelných mostů bude šetřit finance budoucím uživatelům bytového domu.

Z těchto zmíněných důvodů je nejvýhodnějším řešením použití ISO-nosníků.

5. Použitá literatura

Doc. Ing. Petr Hájek, C. a. (2004). *KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB 10*. Praha: České vysoké učení technické v Praze.

Ing. Karel Chaloupka. (06 2007). Balkóny - lodžie - terasy (1. část). *Materiály pro stavbu*, str. 51.

PEKSTRA s.r.o. (nedatováno). *PEKSTRA*. Načteno z <https://pekstra.cz/>

Pytloun, Knapíčková. (2016). *Bytový dům Tetínská - TABULKA ZÁMEČNICKÝCH VÝROBKŮ*. Praha: ATELIER 8000 spol. s.r.o.

Rozpočet Bytový dům Tetínska. (nedatováno).

Schöck-Wittek s.r.o. (09 2018). *Schöck*. Načteno z <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/home>