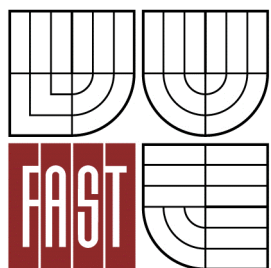




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

## ZÁKLADNÍ POSOUZENÍ OBJEKTU Z HLEDISKA STAVEBNÍ FYZIKY

BYTOVÝ DŮM  
APARTMENT HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

BC. TOMÁŠ PRAŽAN

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. MILOŠ LAVICKÝ, Ph.D.

BRNO 2016

# OBSAH

<b>BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Identifikační údaje budovy .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Účel posouzení .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Podklady pro zpracování.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Použité právní předpisy a normy .....</b>	<b>4</b>
<b>5. Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla .....</b>	<b>5</b>
5.1 Normativní požadavky .....	5
5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla .....	12
5.3 Údaje o splnění normativních požadavků .....	12
5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou .....	12
5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí .....	14
5.3.3 Tepelná stabilita místnosti .....	15
5.4 Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí .....	16
5.5 Výpočet potřeb energie v objektu .....	16
<b>6. Posouzení z hlediska akustiky a vibrací .....</b>	<b>16</b>
6.1 Normativní požadavky .....	16
6.1.1 Urbanistická akustika .....	16
6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí .....	17
6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací .....	18
6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí.....	18
<b>7. Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění.....</b>	<b>19</b>
7.1 Normativní požadavky .....	19
7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění .....	20
7.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí.....	20
7.3.1 doba proslunění u bytových staveb a u pobytových prostor .....	20
7.3.2 vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakových činností .....	20
7.3.3 Vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí dle požadavků na denní osvětlení podle kategorie území .....	21
<b>8. Identifikace zpracovatele .....</b>	<b>21</b>
<b>9. Přílohy .....</b>	<b>21</b>

## 1. Identifikační údaje budovy

Bytový dům se nachází v pardubickém kraji ve městě Polička, ulici Čapkova. Bytový dům je čtyřpodlažní, nepodsklepený s plochou střechou. U budovy je parkoviště pro návštěvy i majitelé bytu. V prvním nadzemním podlaží se nachází řadové garáže, sklepní prostory a byt pro tělesně postižené. Ve druhém a třetím podlaží jsou byty pro rodinné bydlení. V posledním čtvrtém podlaží je jediný byt pro sedmičlennou rodinu.

Bytový dům je založen a základových pasech. Svislé nosné konstrukce jsou vyžděny z keramických bloků Heluz plus 30 UNI a zateplena kontaktním zateplovacím systémem ETICS (150 mm EPS 70 F). Vodorovné nosné konstrukce zajišťují předpjaté stropní panely Spiroll, stejně tak jako střešní konstrukci. Střecha plochá, jednoplášťová bude zateplena EPS. Hydroizolace je použita mPVC Fatrafol. Okna plastová, trojsklo. Příčky jsou vyžděny z bloků Heluz 11,5. Podhledy budou ze sádrokartonových desek Knauf.

Zastavěná plocha bytového domu je 440,14 m<sup>2</sup>.

Parcelní číslo: 946/1.

Katastrální území: Polička

Výška atiky: 13,000 m

## 2. Účel posouzení

Účelem posouzení je ověřit objekt z hlediska technických požadavků dle vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012, zda splňuje požadavky:

- tepelně technické požadavky,
- požadavky z hlediska úspory energie,
- zvukoizolační vlastnosti konstrukcí,
- ochranu proti hluku a vibracím,
- požadavky prostorové akustiky,
- požadavky z hlediska denního osvětlení,
- požadavky z hlediska oslunění,

a to tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

### **3. Podklady pro zpracování**

- Studie diplomového projektu
- Situace širších vztahů
- Urbanistické a klimatické poměry dané lokality
- Okrajové podmínky vnitřní a vnější

### **4. Použité právní předpisy a normy**

- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů;
- Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů;
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.;
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů;
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov;
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací;
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů;
- ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie;
- ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky;
- ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin;
- ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody;
- ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky;
- ČSN 73 4301:2004 + Z1:2005 + Z2:2009 Obytné budovy;
- ČSN 73 0580-1:2007 + Z1:2011 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky
- ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov;
- ČSN 73 0580-3:1994 + Z1:1996 + Z2:1999 Denní osvětlení budov – část 3: Denní osvětlení škol
- ČSN 73 0581:2009 Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot.

## 5. Posouzení z hlediska úspory energie a ochrany tepla

### 5.1 Normativní požadavky

#### Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Pro hodnocení požadavků na vnitřní povrchovou teplotu používá norma ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 teplotní faktor vnitřního povrchu.

Dle č. 5.1.1 stavební konstrukce a styky stavebních konstrukcí s konstrukcemi v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi \leq 60 \%$  musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi}$ , bezrozměrný, splňoval podmínku:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

$f_{Rsi,N}$  – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = 1 - \frac{\theta_{ai} - \theta_{si}}{\theta_{ai} - \theta_e} \qquad \theta_{si} = \theta_{ai} - (1 - f_{Rsi}) \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) \qquad f_{Rsi} = 1 - U_x \cdot R_{si}$$

Jedná se o poměrnou veličinu, která je na rozdíl od vnitřní povrchové teploty vlastností konstrukce a nezávisí na působících teplotách. Požadavky na teplotní faktor jsou stanoveny odlišně pro neprůsvitné konstrukce a pro výplně otvorů (okna, dveře). Pro neprůsvitné konstrukce je kritériem vyloučení vzniku plísní, pro okna je kritériem vyloučení povrchové kondenzace vodní páry. Za hranici vyloučení vzniku plísní je pokládána relativní vlhkost vnitřního povrchu 80 %. Pokud je povrchová relativní vlhkost nižší, vznik plísní je prakticky vyloučen. Při vyšší relativní vlhkosti je naopak riziko velmi značné. Kritická povrchová relativní vlhkost pro vyloučení povrchové kondenzace je 100 % - při nižších vlhkostech ke kondenzaci vodní páry na povrchu konstrukce nedochází.

**Tabulka D.1 – Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 50 \%$**

	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru podle 3.4	20,0	0,647	0,648	0,649	0,649	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
	20,3	0,649	0,650	0,651	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,651
	20,6	0,652	0,653	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,653
	20,9	0,654	0,655	0,655	0,656	0,656	0,656	0,656	0,655	0,655
	21,0	0,655	0,656	0,656	0,656	0,657	0,657	0,656	0,656	0,655

POZNÁMKA Hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu v tabulce D.1 byly stanoveny podle 5.1.4 se zohledněním bezpečnostní vlhkostní přírážky  $\Delta\varphi = 5 \%$ .

**Tabulka D.2 – Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 50 \%$**

	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru podle 3.4	20,0	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65
	20,3	8,61	8,30	7,98	7,67	7,32	6,97	6,62	6,28	5,89
	20,6	8,91	8,59	8,25	7,94	7,59	7,24	6,90	6,55	6,16
	20,9	9,17	8,86	8,51	8,21	7,86	7,52	7,17	6,79	6,44
	21,0	9,27	8,96	8,62	8,27	7,97	7,62	7,24	6,90	6,51

**D.1.5** U výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů se doporučení podle D.1.1 a D.1.2 ověřuje na řezu lineární tepelnou vazbou (např. rámem se zasklením v místě ostění) včetně vlivu zabudovaných schránek pro žaluzie a rolety, avšak bez vlivu vnitřních i venkovních žaluzií, rolet a okenic.

## Součinitel prostupu tepla

Dle čl. 5.2.1 ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 musí být součinitel prostupu tepla  $U$  konstrukce menší než normový součinitel prostupu tepla  $U_N$  dle tab.

$$U \leq U_N$$

$U_N$  – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla v  $[W / (m^2 \times K)]$

**Tabulka 3 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{in}$  v intervalu 18 °C až 22 °C včetně**

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střešou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střešou bez tepelné izolace)	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině <sup>4), 6)</sup>	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině <sup>6)</sup>	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami <sup>3)</sup>	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 <sup>2)</sup>	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 <sup>7)</sup>	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

### Průměrný součinitel prostupu tepla

Dle čl. 5.3.1 ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 musí být průměrný součinitel prostupu tepla

$U_m$  nižší, než normový průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em, N}$

$$U_m \leq U_{em, N}$$

$U_{em, N}$  – požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla

$$[W / (m^2 \times K)]$$

**Tabulka 5 – Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{m}$  v intervalu 18 °C až 22 °C včetně**

	<b>Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla <math>U_{em,N,20}</math></b> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Nové obytné budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však 0,50
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu podle 5.3.4, nejvýše však hodnota: Pro objemový faktor tvaru: $A/V \leq 0,2$ $U_{em,N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{em,N,20} = 0,45$ Pro ostatní hodnoty $A/V$ $U_{em,N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$ .

### Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Dle čl. 5.4.1 ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 musí lineární i bodový činitel prostupu tepla  $\psi$ , a  $\chi$  splňovat podmínku:

$$\psi \leq \psi_N \quad \psi_N - \text{požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla}$$

$$[\text{W} / (\text{m} \times \text{K})]$$

$$\chi \leq \chi_N \quad \chi_N - \text{požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla}$$

$$[\text{W} / \text{K}]$$

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla [W/(m·K)]		
	Požadované hodnoty $\psi_N$	Doporučené hodnoty $\psi_{rec}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $\psi_{pas}$
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10	0,02
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla [W/K]		
	$\chi_N$	$\chi_{rec}$	$\chi_{pas}$
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02



## Pokles dotykové teploty podlahy

Dle čl. 5.5 ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 se podlahy zařídí do kategorií podle teploty.

Pro zařídění do kategorie musí být splněna podmínka:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N} \quad \Delta\theta_{10,N} - \text{požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy v } [^{\circ}\text{C}]$$

**Tabulka 7 – Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$**

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

**Tabulka 8 – Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty**

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předsiň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předsiň před vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	učebna, kabinet	II.	
	tělocvična	II.	
	dětská místnost jeslí a školky	I.	
	operační sál, předsiň, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost	II.	
	chodba a předsiň nemocnice	III.	II.
	pokoj dospělých nemocných	II.	I.
	pokoj nemocných dětí	I.	
	pokoj intenzivní péče	II.	I.
	kancelář	II.	
	hotelový pokoj	II.	
	pokoj v ubytovně	III.	II.
	sál kina, divadla	II.	
	místa pro hosty v restauraci	III.	II.
	prodejna potravin	III.	
Výrobní budova	trvalé pracovní místo při sedavé práci	II.	
	trvalé pracovní místo bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi	III.	II.
	sklad se stálou obsluhou	IV.	III.

### **Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce**

Dle čl. 6.1 ČSN 73 0540-2 nesmí u stavební konstrukce, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce  $M_c$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ , mohla ohrozit její požadovanou funkci, dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce neohroží její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_c$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ , tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ ; pro materiály s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$  se použije 6 % jeho plošné hmotnosti.

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}),$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg}/\text{m}^3$ ; pro materiály s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg}/\text{m}^3$  se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

### **Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce**

Dle čl. 6.2 ČSN 73 0540-2 nesmí ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zbýt žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_c$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ , tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce  $M_{ev}$ , v  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ .

### Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

Dle čl. 7.1.4 ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012

Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části se ověřuje pomocí celkové intenzity výměny vzduchu  $n_{50}$  při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h-1, stanovené experimentálně podle ČSN EN 13829. Doporučuje se splnění podmínky:

$$n_{50} \leq n_{50,N}$$

kde  $n_{50,N}$  – doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém

rozdílu 50 Pa v [h-1]

### Tepelná stabilita místnosti v zimním období

Dle čl. 8.1 ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 se požaduje, aby kritická místnost na konci doby chladnutí  $t$  vykazovala pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období  $\Delta\theta_v(t)$ , ve °C, podle vztahu:  $\Delta\theta_v(t) \leq \Delta\theta_{v,N}(t)$

kde  $\Delta\theta_{v,N}(t)$  – požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním

období v [°C]

### Tepelná stabilita místnosti v letním období

Dle čl. 8.2 ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 musí kritická místnost vykazovat nejvyšší teplotu vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{ai,max}$ , ve °C, podle vztahu:

$$\Delta\theta_{ai,max} \leq \Delta\theta_{ai,max,N}$$

kde  $\Delta\theta_{ai,max,N}$  – požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období ve [°C]

**Tabulka 12 – Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{ai,max,N}$**

Druh budovy		Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní <sup>1)</sup>		27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla	– do 25 W/m <sup>3</sup> včetně	29,5
	– nad 25 W/m <sup>3</sup>	31,5
<sup>1)</sup> U obytných budov je možné připustit překročení požadované hodnoty nejvíce o 2 °C na souvislou dobu nejvíce 2 hodin během normového dne, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.		

## 5.2 Technické údaje budovy z hlediska úspory energie a ochrany tepla

### Geometrické charakteristiky budovy:

Zastavěná plocha: 440,14m<sup>2</sup>

Obestavěný prostor: 5625,51 m<sup>3</sup>

Užitná plocha: 1455,02 m<sup>2</sup>

Celková ochlazovaná plocha budovy: 2230,04 m<sup>2</sup>

### Charakteristika posuzovaných konstrukcí:

Bytový dům je založen a základových pasech. Svislé nosné konstrukce jsou vyzděny z keramických bloků Heluz plus 30 UNI a zateplena kontaktním zateplovacím systémem ETICS (150 mm EPS 70 F). Vodorovné nosné konstrukce zajišťují předpjaté stropní panely Spiroll, stejně tak jako střešní konstrukci. Střecha plochá, jednoplášťová bude zateplena EPS. Hydroizolace je použita mPVC Fatrafol. Okna plastová, trojsklo. Příčky jsou vyzděny z bloků Heluz 11,5. Podhledy budou ze sádkartonových desek Knauf.

## 5.3 Údaje o splnění normativních požadavků

### 5.3.1 Šíření tepla konstrukcí a obálkou

#### Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Konstrukce	Vypočtená hodnota $f_{r,si}$ [-]	Požadavek pro splnění normy $f_{r,si}$ [-]	Vyhodnocení
stěna koupelna - zádveří	0,919	0,82	Vyhovuje
stěna byt - schodiště	0,801	0,102	Vyhovuje
stěna byt - sklep	0,801	0,402	Vyhovuje
stěna obývací pokoj - chodba	0,667	-0,795	Vyhovuje
stěna schodiště - sklep	0,801	-0,095	Vyhovuje
střecha nad výtahem	0,955	0,797	Vyhovuje
plochá střecha	0,963	0,757	Vyhovuje
plochá střecha terasa	0,963	0,757	Vyhovuje
podlaha nad nevytápěným prostorem	0,922	0,402	Vyhovuje
podlaha pod výtahem	0,841	-0,095	Vyhovuje
podlaha na terénu	0,402	0,926	Vyhovuje
obvodová stěna	0,95	0,757	Vyhovuje
obvodová stěna schodiště nad střechou	0,916	0,797	Vyhovuje
obvodová stěna schodiště	0,95	0,797	Vyhovuje
soklová část schodiště	0,939	0,797	Vyhovuje
soklová část	0,939	0,757	Vyhovuje

viz. příloha P1

Posouzeny jsou dva detaily v programu Area 2014 EDU a to detail základu a detail napojení stropní konstrukce na obvodovou stěnu v řadové garáži v koutě nad vraty.

Konstrukce	Vypočtená hodnota $Fr,si [-]$	Požadavek pro splnění normy $Fr,si [-]$	Vyhodnocení
detail základu	0,917	0,757	Vyhovuje
detail styku obv. stěny x stropu	0,905	0,757	Vyhovuje

viz. příloha P2

### Součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Vypočtená hodnota $U [W \times m^{-2} \times K^{-1}]$	Požadavek pro splnění normy $U_N [W \times m^{-2} \times K^{-1}]$	Vyhodnocení
stěna koupelna - zádveří	0,34	0,65	Vyhovuje
stěna byt - schodiště	0,88	0,30	Vyhovuje
stěna byt - sklep	0,88	0,30	Vyhovuje
stěna obývací pokoj - chodba	1,59	2,70	Vyhovuje
stěna schodiště - sklep	0,88	2,70	Vyhovuje
střecha nad výtahem	0,18	0,24	Vyhovuje
plochá střecha	0,15	0,24	Vyhovuje
plochá střecha terasa	0,15	0,24	Vyhovuje
podlaha byt - byt	0,45	2,20	Vyhovuje
podlaha nad nevytápěným prostorem	0,32	0,60	Vyhovuje
podlaha pod výtahem	0,67	0,85	Vyhovuje
podlaha na terénu	0,30	0,45	Vyhovuje
obvodová stěna	0,20	0,30	Vyhovuje
obvodová stěna schodiště nad střechou	0,35	0,75	Vyhovuje
obvodová stěna schodiště	0,20	0,75	Vyhovuje
soklová část schodiště	0,25	0,75	Vyhovuje
soklová část	0,25	0,30	Vyhovuje
okno O1	0,77	1,50	Vyhovuje
okno O2	0,83	1,50	Vyhovuje
okno O3	0,87	1,50	Vyhovuje
okno O4	0,85	1,50	Vyhovuje
okno O5	0,79	1,50	Vyhovuje
okno O6	0,76	1,50	Vyhovuje
okno O7	0,76	1,50	Vyhovuje
okno O8	0,75	1,50	Vyhovuje
okno O9	0,82	1,50	Vyhovuje
Dveře D1/P	1,17	1,70	Vyhovuje

Dveře D10/V	1,24	1,70	Vyhovuje
Dveře D11/V	1,24	1,70	Vyhovuje
Dveře D12/V	1,24	1,70	Vyhovuje
Dveře D16/P/L	0,84	1,70	Vyhovuje
Dveře D18/P	0,99	1,70	Vyhovuje
Dveře D19/P	1,23	1,70	Vyhovuje

viz. příloha P1, P3

#### **Pokles dotykové teploty podlahy**

Konstrukce	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{10}$ [°C]	Požadavek pro splnění normy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]	Vyhodnocení
podlaha byt - byt	3,32	5,5	Vyhovuje
podlaha nad nevytápěným prostorem	3,53	5,5	Vyhovuje
podlaha na terénu	3,59	5,5	Vyhovuje

viz. příloha P1

### **5.3.2 Šíření vlhkosti konstrukcí**

#### **Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce**

Konstrukce	Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ [kg/(m <sup>2</sup> × a)]	Limit pro max. množství kondenzátu $M_{c,N}$ [kg/(m <sup>2</sup> × a)]	Vyhodnocení
stěna koupelna - zádveří	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
stěna byt - schodiště	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
stěna byt - sklep	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
stěna obývací pokoj - chodba	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
stěna schodiště - sklep	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
střecha nad výtahem	0,00110	0,05900	Vyhovuje
plochá střecha	0,00530	0,05900	Vyhovuje
plochá střecha terasa	0,00490	0,05900	Vyhovuje
podlaha byt - byt	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
podlaha nad nevytápěným prostorem	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
podlaha pod výtahem	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
podlaha na terénu	0,09040	0,10000	Vyhovuje
obvodová stěna	0,00680	0,10000	Vyhovuje
obvodová stěna schodiště nad střechou	0,01560	0,05900	Vyhovuje
obvodová stěna schodiště	0,00040	0,10000	Vyhovuje
soklová část schodiště	0,00250	0,10000	Vyhovuje
soklová část	0,01300	0,10000	Vyhovuje

viz. příloha P1

Vzniklá kondenzace neohrožuje funkci konstrukce.

### **Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce**

Konstrukce	Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ [kg/(m <sup>2</sup> × a)]	Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a}$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	Vyhodnocení
stěna koupelna - zádveří	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
stěna byt - schodiště	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
stěna byt - sklep	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
stěna obývací pokoj - chodba	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
stěna schodiště - sklep	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
střecha nad výtahem	0,00110	0,4568	Vyhovuje
plochá střecha	0,00530	0,4015	Vyhovuje
plochá střecha terasa	0,00490	0,4016	Vyhovuje
podlaha byt - byt	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
podlaha nad nevytápěným prostorem	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
podlaha pod výtahem	v konstrukci nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
podlaha na terénu	0,09040	0,5401	Vyhovuje
obvodová stěna	0,00680	3,4574	Vyhovuje
obvodová stěna schodiště nad střechou	0,01560	0,5454	Vyhovuje
obvodová stěna schodiště	0,00040	2,4468	Vyhovuje
soklová část schodiště	0,00250	1,1846	Vyhovuje
soklová část	0,01300	1,62140	Vyhovuje

viz. příloha P1

### **5.3.3 Tepelná stabilita místnosti**

#### **Tepelná stabilita místnosti v letním období**

Posuzovaná místnost	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{ai,max}$ [°C]	Normativní požadavek $\Delta\theta_{ai,max,N}$ [°C]	Vyhodnocení
místnost č. 416, č. 418, č. 420	26,89	27,00	Vyhovuje

viz. příloha P4

#### **Tepelná stabilita místnosti v zimním období**

Posuzovaná místnost	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{v(t)}$ [°C]	Normativní požadavek $\Delta\theta_{v,N(t)}$ [°C]	Vyhodnocení
místnost č. 416, č. 418, č. 420	7,93	3,00	Nevyhovuje*

viz. příloha P4

\*Požadavek je splněn pro kratší otopnou přestávku než 2 h. Proto bude zajištěno třemi plynovými, na sobě nezávislými kotli, aby nenastala delší otopná přestávka než 45 min.

#### **5.4 Požadavky na ostatní profese a na koordinaci se stavební částí**

Pro splnění požadavků normy z hlediska stability místností v letním období je nutné instalovat na okna vnitřní žaluzie.

Je nutné instalovat tři nezávisle na sobě pracující plynové kotle aby nenastala otopná přestávka delší jak 45 min.

#### **5.5 Výpočet potřeb energie v objektu**

Celkový tepelná ztráta budovy prostupem:  $Q_{TI} = 18,89 \text{ kW}$

Celkový tepelná ztráta budovy větráním:  $Q_{VI} = 28,57 \text{ kW}$

Průměrný součinitel prostupu tepla:  $U_{em} = 0,27 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Požadovaný součinitel prostupu tepla:  $U_{em} = 0,47 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Klasifikační třída prostupu tepla obálkou: B - ÚSPORNÁ

### **6. Posouzení z hlediska akustiky a vibrací**

#### **6.1 Normativní požadavky**

##### **6.1.1 Urbanistická akustika**

##### **Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb**

Dle § 11 vyhl. 272/2011 Sb. se hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku A  $LA_{eq,T}$  (40 dB) a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době. Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku A  $LA_{max}$  (40 dB) a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době.

Korekce pro dobu mezi 6.00 a 22.00 pro obytné místnosti je 0 dB. Korekce pro dobu mezi 22.00 a 6.00 pro obytné místnosti je -10 dB. Korekce pro pobytové místnosti mateřských škol je po dobu používání +5 dB.



## **Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru**

Dle § 12 vyhl. 272/2011 Sb. Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$ , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku  $A$   $L_{Aeq,T}$  se rovná 50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách, a hluku s výrazně informačním charakterem se přičte další korekce -5 dB.

### **6.1.2 Akustika stavebních konstrukcí**

#### **Požadavky na zvukoizolační vlastnosti mezi místnostmi**

Vážená vzduchová neprůzvučnost

$$R'_{w} \quad R'_{w,pož}$$

kde  $R'_{w,pož}$  – požadovaná hodnota vzduchové neprůzvučnosti konstrukce [dB]

$R'_{w}$  – hodnota vážené stavební vzduchové neprůzvučnosti konstrukce [dB]

Vážená hladina akustického tlaku kročejového zvuku

$$L'_{n,w} \quad L'_{n,w,pož}$$

kde  $L'_{n,w,pož}$  – požadovaná normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku v [dB]

$L'_{n,w}$  – vážená stavební normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku v [dB]

#### **Požadavky na zvukoizolační vlastnosti obvodových plášťů a jejich částí**

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště

$$R'_{w,F} \quad R'_{w,pož}$$

kde  $R'_{w,pož}$  – požadovaná hodnota vzduchové neprůzvučnosti obvodového pláště  $R'_{w,F}$  – hodnota vážené stavební vzduchové neprůzvučnosti obvodového pláště

## 6.2 Technické údaje budovy z hlediska akustiky a vibrací

Charakteristika posuzovaných konstrukcí:

Obvodová stěna je navržena z keramických bloků Heluz plus 30 uni, na klasickou maltu  $R_w = 49$  dB s kontaktním zateplovacím systémem ETICS. Mezibytové stěny jsou z Heluz AKU 30/33,3 oboustranně omítnuta  $R_w = 56$  dB. Příčky jsou zhotoveny z keramických bloků Heluz 11,5 aku  $R_w = 47$  dB. Strop je tvořen spirallů  $R_w = 53$  dB. Nad garáží je doplněn o 50 mm minerální izolace zespoda. Na stropě je kročejová izolace v tl. 40 mm Isover N  $R_w = 34$  dB. Více ve výpisech skladeb. Výplně otvorů tvoří plastová okna a dveře s  $R_w = 32$  dB. Zdrojem hluku je v budově výtah ve výtahové šachtě, která bude po obvodu oblepena pásy schöck spárovými deskami PL.(více v půdorysech stropů v poznámce).

Nástěnná zařízení umístěná v místnosti č. 123 (Technická místnost) budou zavěšena pomocí pružných závěsů, aby nedocházelo k šíření hluku a vibrací konstrukcemi budovy.

## 6.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

Požadavky na zvukoizolační vlastnosti mezi místnostmi

**Vzduchová neprůzvučnost**

Konstrukce	Vypočtená hodnota $R'_w$ [dB]	Normativní hodnota $R'_w$ [dB]	Vyhodnocení
Heluz AKU 30/33,3	53	53	vyhovuje
Heluz 11,5	44	42	vyhovuje
Stropní konstrukce	56	53	vyhovuje

viz. příloha P5

**Kročejová neprůzvučnost**

Konstrukce	Vypočtená hodnota $L'_w$ [dB]	Normativní hodnota $L'_w$ [dB]	Vyhodnocení
Stropní konstrukce	50	55	vyhovuje

viz. příloha P5

## **7. Posouzení z hlediska osvětlení a oslunění**

### **7.1 Normativní požadavky**

#### **Denní osvětlení:**

Denní osvětlení posuzované obytné místnosti je zajištěno okny a dveřmi v obvodové konstrukci budovy, tj. boční osvětlovací soustavou (viz čl. 3.1.7 ČSN 73 0580-1: 2007 + Z1: 2011). Požadavek na zajištění denního osvětlení obytných místností v souladu s normovými hodnotami je stanoven § 11 odst. 1, 2 vyhlášky č. 268/2009 Sb. Hodnocení denního osvětlení obytné místnosti se provádí na základě ČSN 73 0580-1: 2007 + Z1: 2011 a ČSN 73 0580-2: 2007. Na obytnou místnost osvětlovanou bočním osvětlením zajištěným oknem v jedné stěně se vztahují požadavky stanovené ČSN 73 0580-2:2007 v čl. 3.2.2:

- ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti (maximálně 3 m od okenní stěny) vzdálených 1 m od bočních stěn musí být hodnota činitele denní osvětlenosti větší nebo rovna 0,7 %
- a současně musí být průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti stanovená z těchto dvou kontrolních bodů alespoň 0,9 %.

#### **Proslunění a oslunění:**

Posuzovaná místnost se považuje za prosluněnou, pokud jsou dle normy ČSN 73 4301 a příslušných změn splněny následující požadavky:

- půdorysný úhel slunečních paprsků hlavní přímkou roviny okenního otvoru musí být nejméně 25°, hlavní přímka roviny je přímka, která je průsečnicí této roviny s vodorovnou rovinou;
- přímé sluneční záření musí po stanovenou dobu vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, krytými průhledným a barvy nezkrslujícím materiálem, jejich celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna nejméně jedné desetíně plochy místnosti; nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí být alespoň 900 mm; šířka oken umístěných ve skloněné střešní rovině může být menší, neméně však 700 mm;
- sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat na kritický bod v rovině vnitřního zasklení ve výšce 300 mm nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, ale nejméně 1 200 mm nad úrovní podlahy posuzované místnosti;
- výška slunce nad horizontem musí být nejméně 5°;
- Při zanedbání oblačnosti musí být dne 1. března a 21. června doba proslunění nejméně 90 minut. Požadovanou dobu proslunění pro den 1. března lze nahradit bilancí, při které je mimo přípustné roky celková doba proslunění ve dnech od 10. února do 21. března včetně 3 600 minut (jedná se o 40 dní s průměrnou dobou proslunění 90 minut).

- Všechny byty musí být navrhovány tak, aby byly prosluněny. Byt je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností.

## 7.2 Technické údaje budovy z hlediska osvětlení a oslunění

Objekt se nachází na severovýchodním okraji města Poličky. V blízkém okolí je parkoviště. Okolní bytové domy jsou v dostatečné vzdálenosti, aby nestínily řešenému objektu. Stromy a ostatní vzrostlá zeleň se nenachází v těsné blízkosti bytového domu, a proto necloní slunečnímu svitu. Posouzení na proslunění bylo provedeno pro byt č. 7 v 3. NP. Osvětlení bylo posouzeno v místnosti č. 310 ložnice I.

Výplně otvorů jsou s plastovým rámem, trojsklo, s čirým zasklením, odrazností 0,2, propustností světla 0,52 %.

## 7.3 Vyhodnocení jednotlivých oblastí

### 7.3.1 doba proslunění u bytových staveb a u pobytových prostor

Doba proslunění obytných místností budovy je dne 1. 3. u nejméně prosluněné místnosti č. 332 (=310) 135 min, což splňuje požadavek normy, který je 90 min.

Součet podlahových ploch prosluněných místností je větší jak jedna třetina součtu všech podlahových ploch jeho obytných místností.

viz. příloha P6

### 7.3.2 vyhodnocení provozu budovy dle požadavků na denní osvětlení podle třídy zrakových činností

Posouzení denní osvětlení podle třídy zrakových činností bylo provedeno pro místnost č. 310 ložnice I v programu wdl 4.1.

Posuzovaná místnost	Vypočtená hodnota [%]	Normativní požadavek [%]	Vyhodnocení
ložnice I 310			
Minimální hodnota	1,15	0,7	Vyhovuje
Průměrná hodnota	1,21	0,9	Vyhovuje

viz. příloha P7

V bytovém domě je splněna hodnota činitele denní osvětlenosti 0,9 %, proto místnost splňuje normativní požadavky.

### **7.3.3 Vyhodnocení vlivu stínění navrhované budovy na okolí dle požadavků na denní osvětlení podle kategorie území**

Navrhovaná budova nestíní jinému objektu, proto se nemusí řešit žádná opatření.

## **8. Identifikace zpracovatele**

Jméno: Tomáš  
Příjmení: Pražan  
Titul: Bc.  
Adresa: Borová u Poličky  
Ulice: Borová 4  
PSČ: 569 82  
Email: prazantom@seznam.cz  
Telefon: 775 220 304

## **9. Přílohy**

příloha č. 1 základní komplexní tepelně technické posouzení  
příloha č. 2 dvourozměrné šíření tepla  
příloha č. 3 součinitel prostupu oken a dveří  
příloha č. 4 tepelná stability místnosti  
příloha č. 5 vzduchová a kročejová neprůzvučnost  
příloha č. 6 proslunění bytu  
příloha č. 7 výpočet denního osvětlení