



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

SLOŽKA Č. 6 – STAVEBNÍ FYZIKA

**ZHODNOCENÍ Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY
A AKUSTIKY**

POLYFUNKČNÍ BUDOVA

MIXED-USE BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

KAROLÍNA KOSOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAREL STRUHALA Ph.D.

BRNO 2020

Obsah

Identifikační údaje	3
1. Účel posouzení	3
2. Podklady pro zpracování.....	3
3. Použité normy a předpisy	3
4.1.2 ČSN 73 0532:2010 – vnitřní konstrukce	6
Tepelná technika.....	8
5. Popis objektu.....	11
5.1 Urbanistické a architektonické řešení objektu.....	11
5.2 Konstrukční řešení objektu	11
6. Vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu	12
6.1 Posouzení z hlediska akustiky	12
6.1.1 Vzduchová neprůzvučnost.....	12
6.1.2 Kročejová neprůzvučnost.....	12
6.2 Tepelně technické posouzení	13
6.2.2 Součinitel prostupu tepla.....	13
6.2.2 Teplotní faktor vnitřního povrchu.....	13
6.2.3 Teplotní faktor vnitřního povrchu v koutu	14
7. Závěr a navržená opatření	14
7.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí	14
7.2 Tepelně technické vlastnosti, úspora energií a ochrana tepla	14
8. Přílohy	15

Identifikační údaje

Název stavby: Novostavba polyfunkční budovy v Košetících

Místo stavby: Košetice, p.č. 739/8

Kraj: Vysočina

Katastrální území: Košetice 670758

Druh stavby: Polyfunkční budova

1. Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě Vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 ověřit:

- tepelně technické vlastnosti konstrukcí
- posoudit daný objekt z hlediska úspory energie;
- ověřit splnění zvukoizolační vlastnosti konstrukcí

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

2. Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování zprávy jsou:

- studie diplomového projektu
- pracovní verze stavební prováděcí části projektu BP
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality
- technické listy výrobců

3. Použité normy a předpisy

Pro zpracování posouzení byla použita platná legislativa, tj. vyhlášky i normy, ke dni zpracování projektu a posouzení.

[1] Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů, zejména zákona č. 350/2012 Sb.

[2] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů, zejména zákona č. 318/2012

- [3] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č.20/2012 Sb.
- [4] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.
- [5] ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie
- [6] ČSN 73 0540-2:2011 +Z1:2012 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- [7] ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [8] ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody
- [9] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov
- [10] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb.,
- [11] ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.
- [12] ČSN 73 4301:2004 ve znění Z1:2005 Obytné budovy.
- [13] ČSN 73 0580-1:2007 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky.
- [14] ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov.

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 06:00–22:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, 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
Pokoje v hotelech a penzionech	30	30	30	30	33	38	43
Nemocniční pokoje	30	30	30	33	38	43	(48)
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v noční době 22:00–06:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB ^{**)}						
	≤ 40	> 40 ≤ 45	> 45 ≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48
Pokoje v hotelech a penzionech	30	30	30	30	33	38	43
Nemocniční pokoje	30	30	33	38	43	48	(53)

Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB **)						
	≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70	> 70 ≤ 75	> 75 ≤ 80
Operační sály	30	30	30	33	38	43	(48)
Lékařské vyšetřovny, ordinace	30	30	33	38	43	48	(53)
Přednáškové síně, učebny, pobytové místnosti škol, jeslí, MŠ	30	30	30	30	33	38	(43)
Společenské a jednací místnosti, kanceláře a pracovny			30	30	30	33	38

Poznámky:

1) Jsou-li požadavky uvedeny pro denní i noční dobu a při různém dopravním ztížení, je rozhodující vyšší hodnota požadavku. Hodnoty uvedené v závorkách jsou obtížně dosažitelné a v nové výstavbě by se již uvedené situace neměly vyskytovat.

2) V případě použití interpolace požadavků podle ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{A, eq, 2 m}$ se postupuje jednoduchou lineární regresí. Např. má-li se určit požadavek na obvodový plášť u obytné místnosti bytu v denní době při ekvivalentní hladině akustického tlaku 67 dB, vezme se za základ hodnota požadavku při nejbližší nižší hladině, tj. při 65 dB. Hodnota tohoto požadavku je 33 dB. Dále se vezme hodnota požadavku při nejbližší vyšší hladině, tj. při 70 dB, kde je uvedená hodnota požadavku 38 dB. Rozdíl mezi sousedními hodnotami intervalu hladin akustického tlaku je vždy 5 dB. Hodnota požadavku je 35 dB.

4.1.2 ČSN 73 0532:2010 – vnitřní konstrukce

Požadavky na konstrukce vnitřní dělicí, podle současně platné legislativy (norem) – ČSN 73 0532/2010 (str. 7 – 10). Požadavky normy nejsou jen 4

doporučené, nýbrž závazné, viz vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

ČSN 73 0532:2010, čl. 5.1 Vzduchová neprůzvučnost: Vážená stavební neprůzvučnost $R'_{w,N}$ – pro stěny a stropy, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 1 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 140 – 4, nesmí být nižší než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532, Tab. 1 této normy, viz Tab. 5 tohoto dokumentu. Konstrukce stěn a stropů mezi místnostmi v budovách musí vyhovovat minimálním požadovaným hodnotám $R'_{w,N}$.

ČSN 73 0532, čl. 5.2 Kročejová neprůzvučnost: Vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{w,N}$ – pro stropy, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 2 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 140 – 7, nesmí být vyšší než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532, Tab. 1 této normy viz Tab. 5 tohoto dokumentu. Konstrukce stropu mezi místnostmi v budovách musí vyhovovat maximálním požadovaným hodnotám $L'_{w,N}$.

Pro porovnání jednočíselných hodnot stanovených výpočtem nebo měřením v laboratoři R_w a L_{nw} [dB] (převzatých z podkladů výrobce-dodavatele) s hodnotami normativními R'_w a L'_{nw} [dB] je nutné tyto hodnoty upravit korekcí k [dB], zahrnující vliv vedlejších cest šíření zvuku.

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$L'_{nw} = L_{nw} + k_2$$

Hodnoty korekcí se pohybují následovně, uváděné hodnoty vycházejí z normy ČSN 73 0532:2010 a ze zkušeností ze stavební praxe:

$k_1 = 2$ dB, pro homogenní prvky (masivní, zděné, monolitické), například cihly plné pálené, vápenopískové, železobetonové prvky, ...

$k_1 = 3$ dB, pro homogenní prvky pórobetonové, například tvárnice Ytong, ...

$k_1 = 4 - 5$ dB, pro prvky typu THERM, těžké vyzdívané dělicí konstrukce skeletu, například: Porotherm, Heluz, ...

$k_1 = 4 - 8$ dB, lehké dělicí konstrukce ve skeletových, ocelových nebo dřevěných stavbách (deskové dílce, SDK konstrukce, dřevěné stropy), například: Knauf, Rigips, Fermacell, ...

$k_2 = 0 - 2$ dB, závisí na vedlejších cestách šíření zvuku, například železobetonový strop $k_2 = 0 - 1$ dB, strop Porotherm $k_2 = 2$ dB, strop Spiroll $k_2 = 2$ dB.

U obou korekcí k_1 i k_2 platí, že pro složitější konstrukce nebo dispozice místností se doporučuje korekci stanovit individuálně.

Tepelná technika

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou θ_{in} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{\text{rec},20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{\text{pas},20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
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 střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	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

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
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 ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	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 ²⁾	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
		Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
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
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m ² ; A _w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m ² .	$f_w \leq 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$	0,2 + f_w	0,15 + 0,85 · f_w
	$f_w > 0,5$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$		
Kovový rám výplně otvoru		-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾		-	1,3	0,9-0,7

5. Popis objektu

5.1 Urbanistické a architektonické řešení objektu

Polyfunkční budova zahrnuje tři základní provozy, je zde navrženo administrativní zázemí lesní správy mikroregionu, škola v přírodě s ubytováním a příslušenstvím a bytová jednotka 4+kk pro správce areálu. V budově jsou navrženy tři místnosti s zážitkovým programem pro návštěvníky (cíleno na děti a mládež od 10 do 20 let), které bude možno navštívit jako jednodenní výlet bez nutnosti ubytování v areálu. Za hlavním křídlem budovy je navrženo vyspávané na hlediště pro s možností promítání letního kina. Dřevěná část konstrukce hlediště a jeviště bude odmotovatelná. Mimo sezonu budou tyto dřevěné prvky uloženy ve skladu místnost 145.

5.2 Konstrukční řešení objektu

Svislé konstrukce novostavby jsou navrženy jako zděné z cihelných broušených bloků. Obvodová stěna je navržena jako provětrávaná fasáda, bude zateplena deskami minerální vlny do ocelového roštu, který vynáší vzduchovou mezeru. Vnitřní nosné a konstrukce jsou navrženy z keramických broušených bloků tl. 300 a 250 mm, nenosné tl. 140 mm. V 2.NP jsou navrženy sádkartonové příčky. Stropní konstrukce bude tvořena železobetonovou deskou tl. 150 - 250 mm. Překlady v nosných stěnách jsou navrženy jako keramické vysoké, v nenosných stěnách keramické ploché. Schodiště jsou navržena jako železobetonová monolitická. Okna a vstupní dveře jsou navržena jako hliníková s izolačním trojsklem. Vnitřní dveře dřevěné do obložkových zárubní. Zastřešení objektu je řešeno střešními vazníky sedlového tvaru. Střecha je plechová hladká. Dokumentace tohoto projektu je zpracována v souladu s platnými zákonnými předpisy, především vyhláškami MVČR: č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb ve znění pozdějších předpisů, č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru ve znění pozdějších předpisů, zákonem č. 133/1985 Sb., o požární ochraně ve znění pozdějších předpisů a vyhláškami MMRČR č. 268/2009 Sb., o obecně technických požadavcích na výstavbu ve znění pozdějších předpisů a č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů

6. Vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu

6.1 Posouzení z hlediska akustiky

6.1.1 Vzduchová neprůzvučnost

Konstrukce	Rw vypočítané (dB)	Rw požadované (dB)	Zhodnocení
Vnitřní sádkartonová příčka 150	55	47	VYHOVÍ
Stěna vnitřní tl. 300 mm z keramických bloků	47	47	VYHOVÍ
Stěna vnitřní tl. 250 mm z keramických bloků	51	47	VYHOVÍ
Keramická příčka 140 mm	39	37	VYHOVÍ
Žb deska tl. 150 mm	59,26	52	VYHOVÍ

6.1.2 Kročejová neprůzvučnost

Konstrukce	Lw vypočítané (dB)	Lw max	Zhodnocení
Žb deska tl. 150 mm	43,9	63	VYHOVÍ

Poznámka:

1) Výpočet železobetonové stropní desky je uvažován pro nejtenčí desku => větší tloušťky vyhoví.

2) Celý výpočet viz příloha P2 – Akustika výpočty

6.2 Tepelné technické posouzení

6.2.2 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Vypočítaná hodnota U $W/(m^2K)$	Normová hodnota $U_{N,20} W/(m^2K)$	Doporučená hodnota $U_{REC20} W/(m^2K)$	posouzení
STŘECHA S11	0,12	0,24	0,16	VYHOVÍ
STROP POD NEVYTÁPĚNÝM PROSTOREM S9	0,14	0,24	0,16	VYHOVÍ
VNĚJŠÍ STĚNA S12	0,18	0,3	0,25	VYHOVÍ
VNĚJŠÍ STĚNA S13	0,17	0,3	0,25	VYHOVÍ
STĚNA PŘILEHLÁ K NEVYTÁPĚNÉMU PROSTORU S34	0,72	0,75	0,5	VYHOVÍ
PODLAHA NAD TERÉNEM S1	0,17	0,45	0,3	VYHOVÍ
PODLAHA NAD VENKOVNÍM PROSTOREM S17	0,18	0,24	0,16	VYHOVÍ
OKNA HLINÍKOVÁ PRŮMĚRNÁ HODNOTA	0,76	1,5	1,2	VYHOVÍ
DVEŘE VCHODOVÉ	0,9	1,7	1,2	VYHOVÍ

6.2.2 Teplotní faktor vnitřního povrchu

KONSTRUKCE	f_{Rsi} (-)	$f_{Rsi,N}$ (-)	POSOUZENÍ
SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY S12	0,977	0,747	VYHOVUJE
SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY S12	0,978	0,747	VYHOVUJE
SKLADBA PODLAHY 1NP	0,971	0,747	VYHOVUJE
STROP NAD VYTÁPĚNÝM PROSTOREM	0,986	0,747	VYHOVUJE
SKLADBA PLOCHÉ STŘECHY S9	0,989	0,747	VYHOVUJE

6.2.3 Teplotní faktor vnitřního povrchu v koutu

Konstrukce	$\theta_{si,k}$ [°C]	f_{RSi}	$f_{RSi,N}$	Hodnocení
Vnější stěna S13 / Strop S9	17,260	0,896	0,747	Vyhoví
Vnější stěna S12 / Střecha plochá S11	17,637	0,907	0,747	Vyhoví
Vnější stěna S13 / Vnější stěna S13	16,724	0,881	0,747	Vyhoví
Vnější stěna S12 / Vnitřní stěna S34	19,684	0,963	0,747	Vyhoví

Celý výpočet viz příloha P3 Tepelná technika výpočty a grafické výstupy

Z přílohy P2 PENB vyplývá:

7. Závěr a navržená opatření

7.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí

Všechny posuzované konstrukce vyhoví na požadované limity kročejové a vzduchové neprůzvučnosti dle ČSN 73 0532:2010.

7.2 Tepelně technické vlastnosti, úspora energií a ochrana tepla

Posuzované konstrukce splňují následující požadavky: Všechny konstrukce oddělující exteriér a interiér splňují požadavky na maximální normovou hodnotu součinitele prostupu tepla. Všechny konstrukce oddělující exteriér a interiér splňují požadavky na maximální normovou hodnotu faktoru vnitřního povrchu v ploše i v koutech.

Je splněn normový požadavek na prostup tepla obálkou budovy. Objekt je zařazen do klasifikační třídy B – úsporná.

Navrhovaná budova lze klasifikovat jako budova s téměř nulovou spotřebou energie. Viz příloha P2 PENB

8. Přílohy

P1 Akustika výpočty

P2 PENB

P3 Tepelná technika výpočty a grafické výstupy

P4 Posouzení osvětlení a proslunění

V Košeticích dne 7.1. 2020

Karolína Kosová

.....

Podpis