



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA STAVEBNÍ FYZIKY

HORSKÝ HOTEL

MOUNTAIN HOTEL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Vlček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETRA BERKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2019

OBSAH:

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE BUDOVY	3
1.1	OKOLÍ OBJEKTU	3
1.2	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA STAVBY	3
1.3	POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ	3
2	ÚČEL POSOUZENÍ	4
3	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	4
4	POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY	5
5	TECHNICKÉ ÚDAJE BUDOVY	6
5.1	KLIMATICKÉ ÚDAJE LOKALITY, OKRAJOVÉ PODMÍNKY V EXTERIÉRU A INTERIÉRU	6
5.2	CHARAKTERISTIKA OCHLAZOVANÝCH KONSTRUKCÍ BUDOVY	7
5.3	CHARAKTERISTIKA KONSTRUKCÍ S POŽADAVKY NA VZDUCHOVOU NEPRŮZVUČNOST	8
6	NORMATIVNÍ POŽADAVKY	9
6.1	OCHRANA PROTI HLUKU	9
6.1.1	Požadavky na vnitřní konstrukce (dle normy ČSN 73 0532:2010)	9
6.1.2	Požadavky na obvodové pláště (dle normy ČSN 73 0532/2010)	12
6.2	ŠÍŘENÍ TEPLA KONSTRUKCÍ A OBÁLKOU BUDOVY	14
6.2.1	Součinitel prostupu tepla	14
6.2.2	Nejnižší povrchová teplota konstrukce	15
6.2.3	Pokles dotykové teploty podlahy	17
6.2.4	Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a celoroční bilance kondenzace a vypařování	18
6.2.5	Šíření vzduchu konstrukcí a budovou	19
6.2.6	Tepelná stabilita místnosti v zimním období	19
6.2.7	Tepelná stabilita místnosti v letním období	20
6.2.8	Průměrný součinitel prostupu tepla	21
6.2.9	Lineární a bodový činitel prostupu tepla	22
6.2.10	Energetický štítek obálky budovy	23
7	ÚDAJE O SPLNĚNÍ VYBRANÝCH NORMATIVNÍCH POŽADAVKŮ NA SLEDOVANÝ OBJEKT	25
7.1	Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY (DLE NORMY ČSN 73 0540)	25
7.1.1	Součinitel prostupu tepla	25
7.1.2	Nejnižší vnitřní povrchová teplota	<i>Chyba! Záložka není definována.</i>
7.1.3	Prostup tepla obálkou budovy	26
7.2	Z HLEDISKA VZDUCHOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI (DLE NORMY ČSN 73 0532)	27
7.2.1	Posouzení konstrukcí z hlediska vzduchové neprůzvučnosti	27
7.2.2	Posouzení konstrukcí z hlediska kročejové neprůzvučnosti	27
8	ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ	29
9	DATUM, JMÉNO A PODPIS ZPRACOVATELE	29
	PŘÍLOHY	30

1 Identifikační údaje budovy

Identifikace stavby:	Horský hotel
Účel stavby:	Rekreační – občanská vybavenost
Místo stavby:	Rokytnice nad Jizerou
Parcelní číslo:	2034/1
Stavebník:	Město Rokytnice nad Jizerou
Adresa:	Horní 197, 512 44 Rokytnice nad Jizerou
Projektant:	Bc. Jan Vlček
Adresa:	Poděbradova 520, Lysá nad Labem

1.1 Okolí objektu

Objekt se nachází v obci Rokytnice nad Jizerou. Území je opatřeno inženýrskými sítěmi. Komunikace se nachází na jižní a západní straně parcely. Pozemek se nachází v katastrálním území Dolní Rokytnice (č. kat. 740900).

1.2 Základní charakteristika stavby

Záměrem investora je vybudovat novostavbu horského hotelu na parcele č. 2034/1 v lokalitě Rokytnice nad Jizerou. Dům je určen pro rekreaci s možností ubytování s kapacitou 56 míst. Pozemek je ve vlastnictví investora. Dům je samostatně stojící, má jedno podzemní podlaží a tři nadzemní, je zastřešen sedlovou střechou o sklonu 8°. Objekt je vhodně umístěn ke světovým stranám a v požadované vzdálenosti od hranice pozemku.

1.3 Popis konstrukčního řešení

Stavba je navržena jako skeletová z monolitického betonu s výplní z keramických bloků, zastřešená sedlovou střechou z povrchovou úpravou falcovaným Titanzinkovým plechem. Obvodové výplňové zdivo tloušťky 300 mm je vyzděno z keramických cihel Porothersm 30 P+D profi na pur pěnu dryfix s větranou fasádou se zateplovacím systémem tloušťky 180 mm z kamenné vlny Isover Fassil. Objekt je založen na základových pásech a z důvodu zateplení je v nepodsklepené části navýšen ztraceným bedněním. I pro vnitřní výplň byl použit system Porothersm a to v tl. 240 mm (Porothersm 24 P+D dryfix). Nenosné příčky byly navrženy 150 (Porothersm 14 P+D) a

100 (Porotherm 8 P+D).

Stropní konstrukce je tvořena železobetonovou vetknutou deskou (tl.150mm) spojitou s žb vazníky (350x600mm). Sedlová střecha je řešena z příhradových sbíjených vazníků se sklonem 8°. Pro střešní krytinu byl zvolen falcovaný plech. Výplně otvorů jsou tvořeny dřevohliníkovými okny a dveřmi s izolačním trojsklem.

2 Účel posouzení

Z hlediska tepelné techniky budov budou posuzovány všechny konstrukce tvořící obálku budovy. Bude zjištěno, zda všechny konstrukce splňují požadavky na tepelnou pohodu člověka dané normou ČSN 73 0504-2: Tepelná ochrana budov. Účelem posouzení je na základě požadavků vyhlášky č.268/2009Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č.20/2012 ověřit, zda konstrukce objektu splňují požadavky uvedené v §16 dané vyhlášky.

Ve výpočtech byly použity hodnoty tepelně technických vlastností materiálů deklarované výrobcí jednotlivých materiálů. Návrhové hodnoty byly převzaty z normy ČSN 73 0540-2: 2011 + Z1: 2012

Posouzení objektu zahrnuje následující tepelně technické výpočty:

- Výpočet tepelných odporů R a tepelného odporu při přestupu tepla R_t
- Výpočet součinitelů prostupu tepla U a posouzení s normovými hodnotami $U_{Npož}$ a U_{Ndop} [W/m^2K]
- Výpočet nejnižší vnitřní povrchové teploty konstrukce Θ_{si}
- Výpočet teplotního faktoru f_{Rsi} a posouzení s normovou hodnotou $f_{Rsi,N}$
- Výpočet nejnižší povrchové teploty v koutě
- Výpočet součinitele prostupu tepla střešního pláště podle Fokina
- Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy U_{em} a porovnání s normovými hodnotami $U_{empož}$ a U_{emdop} [W/m^2K]

3 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly:

- Studie projektu včetně textových částí
- Pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby
- Skladby konstrukcí
- Situace širších vztahů – katastrální mapa
- Příslušné technické normy a předpisy

4 Použité normy a předpisy

- [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. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [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.

5 Technické údaje budovy

5.1 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru

- a. Klimatické údaje: Umístění stavby: Rokytnice nad Jizerou (okres Semily)
Nadmořská výška: 560 m n. m.
- b. Okrajové podmínky: Návrhová vnitřní teplota v zimním období $\Theta_i = 20^\circ\text{C}$
Návrhová vnitřní teplota v suterénu $\Theta_i = 5^\circ\text{C}$
Návrhová teplota vnitřního vzduchu:
 $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20 + 0,6 = 20,6^\circ\text{C}$
Návrhová venkovní teplota v zimním období $\Theta_e = -16^\circ\text{C}$
Návrhová teplota přilehlé zeminy $\Theta_e = 5^\circ\text{C}$
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$
Návrhová relativní vlhkost vzduchu v interiéru:
 $\varphi_{i,u} = \varphi_i + \Delta\varphi_{a,i} = 50 + 5 = 55\%$
Teplotní přírážka: $\Delta\theta_{ai} = 0,6$
Vlhkostní přírážka: $\Delta\varphi_{a,i} = 5\%$

Tab. 1 Návrhová vnitřní teplota v zimním období a návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu

Druh místnosti s požadovaným stavem vnitřního prostředí	Návrhová vnitřní teplota v zimním období θ_i °C	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_i %
1 Obytné budovy		
1.1 Trvale užívané		
Obyvací místnosti (obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje, aj.)	20	50
Kuchyně	20	50
Koupelny	24	50
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíně, chodby, aj.)	15	50
Vytápěné schodiště	10	50

Tab. 2 Přirážka $\Delta\theta_{ai}$ vyrovnávací teplotní rozdíly

Budovy bytové a občanské s původními nesanovanými konstrukcemi, s původní úrovní tepelné ochrany			
Období realizace	Přirážka $\Delta\theta_{ai}$ K		
Druh budovy	Vytápění radiátory ústředního topení	Vytápění sálavým plošným nízkoteplotním zdrojem	Vytápění konvekčním zdrojem (konvektory)
- po roce 1995	0,6	0,3	0,9

5.2 Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

A1 – Obvodová konstrukce - suterén

Obvodová konstrukce v kontaktu s terénem je tvořena vodostavebním betonem (bíla vana) C 25/30 tl. 300 mm se zateplením s využitím extrudovaného polystyrénu XPS – (1250x600) tl. 180 mm.

A2 – Obvodová konstrukce – Kontaktní zateplení, obklad

Tuto skladbu tvoří konstrukce vnější obvodové stěny mezi vnitřním vytápěným a vnějším ochlazovaným prostorem. Nosná část je z keramických broušených tvárníc Porothersm 30 PROFÍ a doplňuje ji kontaktní zateplovací system ISOVER EPS 150 S tl. 180 mm. Z vnější strany je pohledová vrstva, kterou tvoří obklad z pásků přírodní štípané břidlice černé barvy. Z vnitřní je použita vápeno-cementová omítka jádrová.

A3 – Obvodová výplňová konstrukce provětrávaná

Provětrávaná obvodová výplňová konstrukce je tvořená keramickými broušenými tvárnici Porothersm 30 PROFÍ tl. 300 mm. Tepelně-izolační vrstva je tvořená čedičovou vlnou ve dvou vrstvách tl. 120 mm a 60 mm. Na pohledové straně fasády je

použít fasádní obklad – vláknocementová velkoformátová deska tl. 8 mm. Nosnou vrstvu konstrukce obkladu tvoří ocelový "L" uhlíčník a ocelový "Z" uhlíčník.

S1 – Skladba šikmé střechy – falcovaný plech (šikmá)

Šikmá střecha se sklonem 8° je tvořena nosnou konstrukcí se sbíjených vazníků. Je navržena tepelná izolace ze skelné vlny ISOVER DOMO PLUS tl. 280 mm.

S2 – Skladba šikmé střechy nad stropem – falcovaný plech (šikmá)

Šikmá střecha se sklonem 8° je tvořena nosnou konstrukcí se sbíjených vazníků. Je navržena tepelná izolace ze skelné vlny ISOVER DOMO PLUS tl. 280 mm.

Pod vazníky se nachází železobetonový strop tvořen vetknutou deskou tl. 150 mm.

A9 – Skladba podlahy na zemině

Podlaha se nachází na terénu v podsklepené části domu a vytápěné místnosti.

Skladbu podlahy tvoří tepelná izolace ISOVER EPS 100S ze stabilizovaného pěnového polystyrenu EPS 100S v tl. 130 mm, parotěnná hliníková fólie sloužící k ochraně tepelné izolace, roznášecí vrstvou vyztužené betonové mazaniny tl. 50 mm a nášlapnou vrstvou z keramické dlažby tl. 8 mm.

Skladby viz příloha P3 Skladby konstrukcí.

5.3 Charakteristika konstrukcí s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost

Požadavky na vzduchovou neprůzvučnost jsou kladeny na konstrukce:

Vnější obvodová stěna Porotherm 30 P+D

Vnitřní nosné stěny Porotherm 30 P+D a Porotherm 24 P+D

Vnitřní nenosné příčky tl. 150 mm Porotherm 14 P+D a Knauf W112

Stropní konstrukce Porotherm Miako BN tl. 250 mm

Skladby viz příloha P3 Skladby konstrukcí.

6 Normativní požadavky

6.1 Ochrana proti hluku

6.1.1 Požadavky na vnitřní konstrukce (dle normy ČSN 73 0532:2010)

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

$$\begin{aligned}R'_w &= R_w - k_1 \\L'_{nw} &= L_{nw} + k_2\end{aligned}$$

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, vápenopiskové, 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 stavebách (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.

Tab 3. Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách dle ČSN 730532:2010

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{nT,w}}$ [dB]	$L'_{n, w, L'_{nT,w}}$ [dB]	$R'_{w, D_{nT,w}}$ [dB]	R_w [dB]
A. Bytové domy, rodinné domy – nejméně jedna obytná místnost bytu					
1	Všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu	47	63	42	27
B. Bytové domy – obytné místnosti bytů					
2	Všechny místnosti druhých bytů, včetně příslušenství	53	55	53	-
		52 ¹⁾	58 ¹⁾	52 ¹⁾	-
3	Společné prostory domu (schodiště, chodby, terasy, kočárkárny, sušárny, sklípky apod.)	52	55	52	32 ²⁾ 37 ³⁾
4	Průjezdy, podjezdy, garáže, průchody, podchody	57	48	57	-
5	Místnosti s technickým zařízením budovy (výměňkové stanice, kotelny, strojovny výtahů, strojovny vzduchotechniky, prádelny, apod.) s hlukem:				
	$L_{Amax} \leq 80$ [dB]	57 ⁴⁾	48 ⁴⁾	57 ⁴⁾	-
	80 [dB] < $L_{Amax} \leq 85$ [dB]	62 ⁵⁾	48 ⁵⁾	62 ⁵⁾	-
6	Provozovny s hlukem $L_{Amax} \leq 85$ [dB] s provozem:				-
	do 22.00 h	57	53	57	-
	po 22.00 h	62	48	62	-
7	Provozovny s hlukem $85 \leq L_{Amax} \leq 95$ [dB] s provozem i po 22 hod	72 ⁵⁾	38 ⁵⁾	-	-
C. Terasové nebo řadové domy a dvojdomy – obytné místnosti bytu					
8	Všechny místnosti v sousedním domě	57	48	57	-
D. Hotely a zařízení pro přechodné ubytování - ložnicový prostor ubytovací jednotky					
9	Všechny místnosti druhých jednotek	52	58	47	42 ⁶⁾
10	Společně užívané prostory (chodby, schodiště)	52	58	45	32 27 ⁷⁾
11	Restaurace a jiné provozy s provozem:				
	do 22.00 h	57	53	53	-
	po 22.00 h, $L_{Amax} \leq 85$ [dB]	62	48	62	-
E. Nemocnice, zdravotnická zařízení - lůžkové pokoje, ordinace, operační sály, pokoje lékařů					
12	Lůžkové pokoje, ordinace, ošetrovny, operační sály, komunikační a pomocné prostory (chodby, schodiště, haly)	52	58	47 ⁸⁾	27
14	Hlučné prostory (kuchyně, technická zařízení budovy) s hlukem $L_{Amax} \leq 85$ [dB]	62	48	62	-
F. Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory					
15	Učebny, výukové prostory	52	58	47	-
16	Společné prostory, chodby, schodiště	52	58	47	32 27 ⁷⁾
17	Hlučné prostory (tělocvičny, dílny, jídelny) s hlukem $L_{Amax} \leq 85$ [dB]	55	48	52	-
18	Velmi hlučné prostory (tělocvičny, hudební učebny, dílny) s hlukem $L_{Amax} \leq 90$ [dB]	60 ⁹⁾	48 ⁹⁾	57 ⁹⁾	-
G. Administrativní a správní budovy, firmy - kanceláře a pracovny					
19	Kanceláře a pracovny s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné provozy	47	63	37	27
20	Kanceláře a pracovny se zvýšenými nároky, pracovny vedoucích pracovníků	52	58	45	32
21	Kanceláře a pracovny pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem ⁹⁾	52	58	50	37

Vysvětlivky:

- ¹⁾ Požadavek se vztahuje na starou, zejména panelovou výstavbu, pokud neumožňuje dodatečné zvukové izolační opatření.
- ²⁾ Platí pro vstupní dveře z chodby do předsíně (vstupní haly) bytu, je-li chráněný prostor místností oddělen dalšími dveřmi.
- ³⁾ Platí pro vstupní dveře z chodby přímo do chráněné obytné místnosti bytu.
- ⁴⁾ V prokázaných případech, kdy zařízení nebude zdrojem hluku a vibrací, lze požadavky snížit o 5 dB. V opodstatněných případech se doporučuje provést předběžné posouzení pomocí akustické studie.
- ⁵⁾ V opodstatněných případech se doporučuje provést předběžné posouzení pomocí akustické studie.
- ⁶⁾ Platí pro spojovací dveře mezi samostatnými bytovými jednotkami.
- ⁷⁾ Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předsíní, nebo zádveřím s dalšími dveřmi.
- ⁸⁾ U stěn s prosklenými částmi, přes které je nutný vizuální kontakt lze požadavek snížit o 5dB a u celoplošných zasklení o 10 dB (např. operační sály, JIP).
- ⁹⁾ V opodstatněných případech se doporučuje provést předběžné posouzení pomocí akustické studie.
- ¹⁰⁾ Požadavky platí rovněž mezi uvedenými pracovnými a přilehlými chodbami, popř. pomocnými prostory

Poznámka ke zpracování:

V rámci bakalářské práce se předpokládá úzká návaznost na podklady výrobců. Tzn. vyjít z technických listů a hodnoty takto získané porovnat s požadavky ČSN 730532:2010.

6.1.2 Požadavky na obvodové pláště (dle normy ČSN 73 0532/2010)

Požadavky na zvukovou izolaci konstrukce **obvodového pláště, okna**, podle současně platné legislativy (norem) – ČSN 73 0532/2010 (str. 10 – 14). Požadavky normy nejsou jen doporučené, nýbrž závazné, viz vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

Tab. 4 Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov – viz Tabulka 2, ČSN 73 0532:2010

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště R'_w [dB] nebo $D_{nT,w}$							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,2m}$ [dB] v denní době 06:00 h – 22:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou						
	≤ 50	> 50	> 55	> 60	> 65	> 70	> 75
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 $L_{Aeq,2m}$ [dB] v denní době 22:00 h – 06:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou						
	≤ 40	> 40	> 45	> 50	> 55	> 60	> 65
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 $L_{Aeq,2m}$ [dB] po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před fasádou						
	≤ 50	> 50	> 55	> 60	> 65	> 70	> 75
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, mateřských školek, jeslí	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 $L_{A,eq,2m}$ 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.

Neprůzvučnost oken, dílců a částí obvodového pláště (střechy) se hodnotí váženou (laboratorní) neprůzvučností R_w (dB). Jestliže **plocha oken** zaujímá větší plochu než 50% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna R_w stanoven hodnotou uvedenou Tab 1. „Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov“. Jestliže plocha oken představuje 35% až 50% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti, je minimální požadavek na váženou neprůzvučnost okna R_w nižší o 3 dB, než hodnota uvedená ve výše jmenované Tab 1. Pro okna zaujímající menší plochu než 35% celkové plochy obvodové konstrukce v místnosti je požadavek na váženou neprůzvučnost nižší o 5 dB, než jednočíselná hodnota uvedená Tab 1.

Poznámka:

Za plochu okna se považuje plocha okenního otvoru, tj. okno včetně rámu. Celková plocha obvodové konstrukce v místnosti je plocha obvodového pláště včetně oken při pohledu z místnosti.

Snížení požadavku na neprůzvučnost okna odpovídající podílu plochy okna na ploše obvodové konstrukce je možno uplatňovat tehdy, jestliže vážená neprůzvučnost plné části obvodového pláště je alespoň o 10 dB vyšší než vážená neprůzvučnost okna.

Okna se podle ČSN 73 0532:2010 zařazují do tříd jakosti zvukové izolace oken (TZI). Okno příslušné **třídy zvukové izolace** podle tabulky „Třídy zvukové izolace oken“ vyhovuje požadavkům na neprůzvučnost, jestliže minimální požadovaná **interpolovaná** vážená neprůzvučnost R_w stanovená podle tabulky „Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov“ pro příslušnou ekvivalentní hladinu akustického tlaku A , $L_{Aeq,2m}$ venkovního hluku je v rozsahu vážených neprůzvučností příslušejících podle tabulky „Třídy zvukové izolace oken“ této normy.

Poznámky ke zpracování:

Vyráběná a prodávaná okna by se měla viditelně označovat číslem třídy jakosti zvukové izolace a minimální hodnotou požadované neprůzvučnosti R_w . Projektant pak definuje požadavky, např. požadované okno TZI 3, min. hodnota $R_w = 37$ dB.

Tab. 5 Třídy zvukové izolace oken

Třída (TZI)	0	1	2	3	4	5	6
R_w /dB/	≤ 24	25 až 29	30 až 34	35 až 39	40 až 44	45 až 49	≥ 50

V případě požadované zvýšené ochrany místností před vnějším hlukem se doporučuje porovnávat hodnoty požadavků na neprůzvučnost obvodového pláště prvků s uplatněním faktorů přizpůsobení spektru.

Poznámka ke zpracování:

Pro návrh obalových konstrukcí v rámci bakalářské práce je nutné vyjít ze známých hlukových map, případně dostupných podkladů z měření dané lokality. Pokud nejsou tyto hlukové parametry dostupné (např. <http://hlukovemapy.mzcr.cz/>), vychází bakalář ze své znalosti lokality a do zprávy napíše například: předpokládaná hladina hluku 2 m před fasádou objektu je v denním období nižší než 50 dB a v nočním období nižší než 40 dB. Na základě svého předpokladu pak provede návrh.

6.2 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy

6.2.1 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných budov v prostorech musí mít v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde U_N ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla.

Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví:

- pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty podle Tab. 5. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně se považují všechny budovy obytné, občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. budovy školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud převažující návrhová vnitřní teplota je v uvedeném intervalu.
- pro ostatní budovy ze vztahu: $U_N = U_{N,20} \cdot e_1$

kde $U_{N,20}$ je součinitel prostupu tepla z tabulky 2 ve $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;

e_1 součinitel typu budovy dle vztahu $e_1 = \frac{16}{\theta_{im} - 4}$;

θ_{im} je převažující návrhová vnitřní teplota ve °C.

Tab. 6 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C pro vybrané konstrukce

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pasiv $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	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	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	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 částečně vytáp. prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	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	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	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 temp. 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

6.2.2 Nejnižší povrchová teplota konstrukce

Vnitřní povrchová teplota hodnotí v poměrném tvaru jako hodnota **teplotního faktoru vnitřního povrchu**. Stavební konstrukce a styky konstrukcí s konstrukcemi v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$ musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor vnitřního povrchu splňoval podmínku:

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

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde $f_{Rsi,N}$ požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-];
 $f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-].

Tab. 7 Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro relativní vlhkost $\varphi_i = 50\%$

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{si} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_{se} [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Stavební konstrukce	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785
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

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$, při kterém by vnitřní vzduch s návrhovou relativní vlhkostí φ_i dosáhl u vnitřního povrchu kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$ se stanoví ze vztahu:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})}$$

kde θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro

požadované užívání podle ČSN 73 0540-3;

θ_{ex} návrhová vnější teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období ve °C, která se stanoví podle ČSN 73 0540-3 jako návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e pro vnější konstrukce, jako návrhová teplota vnitřního vzduchu přilehlého prostředí θ_{ai} pro vnitřní konstrukce a jako návrhová teplota zeminy θ_{gr} pro konstrukce přilehlé k zemině;

$\varphi_{i,r}$ relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce, v %, která se určí:

a) pro prostory, v nichž je trvale a prokazatelně upravována vlhkost vzduchu v duchotechnikou, ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i$$

kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, trvale a prokazatelně zajišťovaná pro požadované užívání budovy nebo její ucelené části v duchotechnikou v prostoru podél celé hodnocené konstrukce; pro místnosti s dlouhodobým pobytem osob v bytových, administrativních, školských a obdobných budovách se uvažuje φ_i větší nebo rovno 40 %, pokud zvláštní předpisy nestanovují hodnoty vyšší;

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5$ %;

b) pro ostatní prostory ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_f \cdot (\theta_e + 5) + \Delta\varphi_i \quad (6)$$

kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3; kromě prostorů s vlhkým, mokřým nebo suchým prostředím se uvažuje $\varphi_i = 50$ %;

$\Delta\varphi_f$ změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu, v K⁻¹; uvažuje se $\Delta\varphi_f = 0,01$ K⁻¹;

θ_{ae} návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 73 0540-3, ve °C;

$\Delta\varphi_i$ bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5$ %;

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvorů je

kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100 \%$, pro ostatní konstrukce je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 80 \%$ (riziko růstu plísní).

Pro konstrukce v prostorách s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ lze pro stanovení kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ použít tabulku.

Tab. 8 Požadované a doporučené hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$

Konstrukce	θ_{ai} [°C]	Návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e [°C]				
		-13	-15	-17	-19	-21
		Požadovaný kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$				
Stavební konstrukce	20	0,748	0,744	0,757	0,770	0,781
	20,6	0,751	0,747	0,760	0,772	0,783
	21	0,753	0,749	0,762	0,774	0,785
		Doporučený kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$				
Výplň otvoru	20	0,647	0,649	0,650	0,650	0,650
	20,6	0,652	0,653	0,654	0,654	0,653
	21	0,655	0,656	0,657	0,657	0,655

6.2.3 Pokles dotykové teploty podlahy

Pro zařazení do odpovídající kategorie musí být splněna podmínka poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ ve °C:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

kde $\Delta\theta_{10,N}$ je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy, ve °C, která se stanoví z Tab 7.

Podlahy se zařadí z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ do kategorií podle Tab. 7. Tento požadavek se nemusí ověřovat u podlah s trvalou nášlapnou celoplošnou vrstvou z textilní podlahoviny a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26°C. Pro podlahy s podlahovým vytápěním se pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10}$ stanovuje a ověřuje pro vnitřní povrchovou teplotu podlahy θ_{si} stanovenou bez vlivu vytápění při návrhové venkovní teplotě $\theta_e = 13^\circ\text{C}$.

Tab.9 Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předstíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předstíň před vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	učebna, kabinet	II.	
	tělocvična	II.	
	dětská místnost jeslí a školky	I.	

	operační sál, předstí, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost	II.	
	chodba a předsín 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 teplé obuvi	III.	II.
	sklad se stálou obsluhou	IV.	III.

Tab. 10 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°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

6.2.4 Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a celoroční

bilance kondenzace a vypařování

Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce M_c v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,a}$ v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ tak, aby splňovalo podmínku:

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

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

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; pro materiál s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ se použije 6 % jeho plošné hmotnosti; pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$$

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

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$.

6.2.5 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

V obvodových konstrukcích se nepřipouští netěsnosti a neutěsněné spáry, kromě funkčních spár výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů. Všechna napojení konstrukcí mezi sebou musí být provedena trvale vzduchotěsně podle dosažitelného stavu techniky. Požadavek se vztahuje zejména na spáry v osazení výplní otvorů.

U funkčních spár ve výplních otvorů u lehkého obvodového pláště je požadována hodnota třídy průvzdušnosti LP1 u budov s větráním přirozeným nebo kombinovaným, LP2 u budov s větráním výlučně nuceným.

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

Tab.11 Doporučené hodnoty celkové intenzity větrání $n_{50,N}$

Větrání v budově	$n_{50,N} [\text{h}^{-1}]$	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy)	0,6	0,4

6.2.6 Tepelná stabilita místnosti v zimním období

Požaduje se, aby kritická místnost na konci doby chladnutí t vykazovala pokles výsledné teploty $\Delta\theta_v(t)$ ve $^{\circ}\text{C}$ v místnosti v zimním období podle vztahu:

$$\Delta\theta_v(t) \leq \Delta\theta_{v,N}(t)$$

kde $\Delta\theta_{v,N}(t)$ je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období, ve °C, stanovená podle Tab. 9, kde θ_i je návrhová vnitřní teplota podle ČSN 73 0540-3:2005

Tab.12 Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období

Druh místnosti (prostoru)	$\Delta\theta_{v,N}(t)$ [°C]
S pobytem lidí po přerušení vytápění:	
- při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně;	3
- při vytápění kamny a podlahovým vytápění.	4
Bez pobytu lidí po přerušení vytápění:	
- při přerušení vytápění otopnou přestávkou	
- budova masivní	6
- budova lehká;	8
- při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{v,min}$;	$\theta_i - \theta_{v,min}$
- při skladování potravin;	$\theta_i - 8$
- při nebezpečí zamrznutí vody.	$\theta_i - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody)	$\theta_i - 1$

6.2.7 Tepelná stabilita místnosti v letním období

Kritická místnost (vnitřní prostor) musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ ve °C podle vztahu:

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

kde $\Delta\theta_{vai,max,N}$ je požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období, ve °C, stanovená podle Tab. 10.

Tab.13 Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období

Druh budovy	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max}$ [°C]
Nevýrobní	27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla do 25 W.m^{-3} včetně	29,5
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla nad 25 W.m^{-3}	31,5

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. Navrhovat chlazení budov se doporučuje pouze v takových případech, kdy prokazatelně nelze stavebním řešením docílit splnění výše uvedeného požadavku.

Budovy vybavené strojním chlazením musí splnit podmínku nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním $\theta_{ai,max} \leq 32$ °C, při čemž se do výpočtu se nezahrnuje chladicí ani chladicí výkon klimatizace ani tepelné zisky od technologických zařízení a kancelářského vybavení. Nesplnění požadavku se připouští výjimečně, prokáže-li se, že jeho splnění není technicky možné nebo ekonomicky vhodné s ohledem na životnost budovy a její provoz.

6.2.8 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

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

kde $U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného souč. prostupu tepla ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví:

- pro budovy s převážující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky Tab. 6. Převážující návrhová vnitřní teplota θ_{im} , ve °C, odpovídá návrhové vnitřní teplotě θ_i většiny prostorů v budově nebo zóně v budově. Za budovy s převážující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C včetně se považují všechny budovy obytné, občanské s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. budovy školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud převážující návrhová vnitřní teplota je v uvedeném intervalu.
- pro budovy s odlišnou převážující návrhovou vnitřní teplotou ze vztahu:

$$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e_1$$

kde $U_{N,20}$ je průměrný součinitel prostupu tepla z tabulky ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$;
 e_1 součinitel typu budovy

Průměrný součinitel obálky budovy U_{em} , ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ se stanovuje ze vztahu

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

kde H_T je měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789, ve $W \cdot K^{-1}$, stanovená ze součinitelů prostupu tepla U_j všech teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry, jejich ploch A_j určených z vnějších rozměrů, odpovídajících teplotních redukčních činitelů b_j , lineárních činitelů prostupu tepla Ψ_j včetně jejich délky a bodových činitelů prostupu tepla χ_j včetně jejich počtu podle ČSN 73 0540-4;
 A teplosměnná plocha obálky budovy, v m^2 , stanovená součtem ploch A_j

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví výpočtem pro každý posuzovaný případ metodou referenční budovy, nejvýše však je rovna příslušné hodnotě podle Tab. 11.

Referenční budova je virtuální budova stejných rozměrů a stejného prostorového uspořádání jako budova hodnocená, shodného účelu a shodného umístění, na jejíchž všech plochách obálky budovy jsou použity konstrukce se součiniteli prostupu tepla právě odpovídajícími příslušné normové hodnotě. Pokud součet ploch výplní otvorů tvoří více než 50 % teplosměnné části obvodových stěn budovy, započte se na pouze 50% plochy teplosměnné části obvodových stěn budovy odpovídající požadovaná

hodnota součinitele prostupu tepla výplní otvorů a ve zbytku se uvažuje normová hodnota součinitele prostupu tepla neprůsvitného obvodového pláště.

Hodnota $U_{em,N,20}$ referenční budovy se stanoví jako vážený průměr normových hodnot součinitelů prostupu tepla všech teplosměnných ploch podle vztahu:

$$U_{em,N,20} = \Sigma (U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_j) / \Sigma A_i + 0,02$$

kde $U_{N,j}$ je odpovídající normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j -té teplosměnné konstrukce, ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

A_j plocha j -té teplosměnné konstrukce stanovená z vnějších rozměrů, v m^2 ;

b_j teplotní redukční činitel odpovídající j -té konstrukci.

Tab.14 Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C

Druh budovy	Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla období $U_{em,N,20}$ ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
Nové obytné budovy	Výsledek výpočtu, nejvýše však 0,50
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu, 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 $U_{em,N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$

6.2.9 Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineární i bodový činitel prostupu tepla ψ ve $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ a χ ve $W \cdot K^{-1}$ tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí splňovat podmínku:

$$\psi \leq \psi_N$$

$$\chi \leq \chi_N$$

kde ψ_N je požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla ve $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ dle Tab. 15

χ_N požadovaná hodnota bodového činitele prostupu tepla ve $W \cdot K^{-1}$ dle Tab.15

Tab. 15 Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla [$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnou, 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^{-1}]		
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

6.2.10 Energetický štítek obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy jsou přehledné technické dokumenty, kterými je možné doložit splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy.

Obsahem protokolu k energetickému štítku obálky budovy je základní soubor údajů popisujících tepelné chování budovy a jejich konstrukcí. Energetický štítek obálky budovy obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické vyjádření.

Základní soubor údajů protokolu k energetickému štítku obálky budovy je:

- identifikace budovy (druh, adresa, katastrální a územní číslo),
- identifikace vlastníka nebo společenství vlastníků, popř. stavebníka (název, popř. jméno, adresa),
- popis budovy (objem vytápěné zóny V , celková plocha A ochlazovaných konstrukcí obalujících vytápěnou zónu, objemový faktor tvaru budovy A / V),
- klimatické podmínky budovy (převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im} , venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e),
- charakteristika energeticky významných parametrů teplosměnných konstrukcí (plochy A_i , součinitele prostupu tepla U_i , lineární a bodové činitele Ψ a χ tepelných vazeb mezi konstrukcemi, činitele teplotní redukce b_i , měrné ztráty prostupem tepla H_{Ti} konstrukcemi a tepelnými vazbami),
- údaje o prostupu tepla obálkou budovy (měrná ztráta prostupem tepla H_T , průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , jeho požadovaná normová hodnota $U_{em,N,rq}$),
- údaje o zpracování (jméno a adresa zpracovatele, datum, podpis).

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

Třídy prostupu tepla obálkou budovy se klasifikují podle tabulky podle požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,rq}$.

Tab. 16 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Kód barvy (CMYK)	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [$W/(m^2 \cdot K)$]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI
A	X0X0	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	$\Leftrightarrow 0,5$ $\Leftrightarrow 0,75$ $\Leftrightarrow 1,0$ $\Leftrightarrow 1,5$ $\Leftrightarrow 2,0$ $\Leftrightarrow 2,5$
B	70X0	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	
C	30X0	$0,75 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující	
D	00X0	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	
E	03X0	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	
F	07X0	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nehospodárná	
G	0XX0	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nehospodárná	

7 Údaje o splnění vybraných normativních požadavků na sledovaný objekt

7.1 Z hlediska tepelné techniky (dle normy ČSN 73 0540)

7.1.1 Součinitel prostupu tepla

Tab. 17 Posudek součinitele prostupu tepla ochlazované konstrukce

Posuzovaná konstrukce	Vypočítaná hodnota	Požadovaná hodnota	Posouzení	Doporučená hodnota	Posouzení
	U [W/(m ² .K)]	U _{N,20} [W/(m ² .K)]		U _{rec,20} [W/(m ² .K)]	
Stěna nad terénem	0,157	0,30	VYHOVUJE	0,25	VYHOVUJE
Stěna v suterénu	0,182	0,45	VYHOVUJE	0,30	VYHOVUJE
střecha	0,148	0,24	VYHOVUJE	0,16	VYHOVUJE
Podlaha na terénu	0,291	0,45	VYHOVUJE	0,30	VYHOVUJE

Tab. 18 Posudek součinitele prostupu tepla výplně otvorů

OZN.	U _w [W/(m ² .K)]	U _{N,20} [W/(m ² .K)]	POSOUZENÍ	U _{rec,20} [W/(m ² .K)]	POSOUZENÍ
O01	0,835	1,5	VYHOVUJE	1,2	VYHOVUJE
O02	0,827	1,5	VYHOVUJE	1,2	VYHOVUJE
O03	0,789	1,5	VYHOVUJE	1,2	VYHOVUJE
O04	0,765	1,5	VYHOVUJE	1,2	VYHOVUJE
O05	0,848	1,5	VYHOVUJE	1,2	VYHOVUJE
D01	0,916	1,7	VYHOVUJE	1,2	VYHOVUJE
D02	0,986	1,7	VYHOVUJE	1,2	VYHOVUJE
D03	0,877	1,7	VYHOVUJE	1,2	VYHOVUJE

Jedná se pouze o reprezentativní vzorek výrobků, Podrobný setnam a výpočet viz příloha.

7.1.3 Prostup tepla obálkou budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Horský hotel Dolní Rokytnice 2034/1				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_e = 249,2 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
<p>CI Velmi úsporná</p> <p>0,5 0,75 1,0 1,5 2,0 2,5</p> <p>Mimořádně ne hospodámá</p>				0,54		
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				$U_{em} = H_T / A$		0,26
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$						0,48
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,24	0,36	0,48	0,72	0,96	1,20
Platnost štítku do:				Datum vystavení štítku: 30.12.2018		
Štítek vypracoval(a):		Bc. Jan Vlček				
		(Student)				

7.2 Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti (dle normy ČSN 73 0532)

7.2.1 Posouzení konstrukcí z hlediska vzduchové neprůzvučnosti

Tab. 21 Posudek vzduchové neprůzvučnosti konstrukcí

TYP Konstrukce	Materiál	Tl. [mm]	Měřená R_w [dB]	Výpočtová R'_w [dB]	Požadovaná $R'_{w,N}$ [dB]	Posouzení
Obvodová stěna	POROTHERM 30 P+D	300	52	48	38	VYHOVUJE
Vnitřní stěna	POROTHERM 30 P+D	300	52	48	47	VYHOVUJE
Vnitřní stěna	POROTHERM 24 P+D	240	50	49	47	VYHOVUJE
Strop	ŽB DESKA	250	54	55	52	VYHOVUJE
Příčka	POROTHERM 14 P+D	140	44	40	47	NEVYHOVUJE

Nevyhovující příčka z hlediska vzduchové neprůzvučnosti je navržena mezi obytnou místností a koupelnou což je pro pokoj přijatelné. V případě nutnosti je možné zvětšit tloušťku omítky a tím objemovou hmotnost příčky nebo před příčku postavit sádkartonovou konstrukci a vyplnit izolací.

Pozn.: U dveřních konstrukcí je nutno dodržet požadavek na vzduchovou neprůzvučnost 27 dB – neposuzujeme, tuto hodnotu zaručí výrobce dveří.

7.2.2. Posouzení konstrukcí z hlediska kročejové neprůzvučnosti

$L'_{n,w}$ – hodnota kročejové neprůzvučnosti, udává výrobce

$L_{n,w}$ – maximální požadovaná hodnota kročejové neprůzvučnosti

Stropní konstrukce ze žb betonu:

$$L'_{n,w} = 75 \text{ dB (holý strop)}$$

$$56 \text{ dB} \leq 58 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} = 54 \text{ dB (s podlahou a kročejovou izolací)}$$

VYHOVÍ

$$L_{n,w} = 58 \text{ dB}$$

$$k_2 = 2 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2$$

$$L'_{n,w} = 54 + 2$$

8 Závěrečné zhodnocení

Na základě posouzení a následného vyhodnocení navržených skladeb vnějších i vnitřních konstrukcí objektu lze konstatovat, že:

- Všechny navržené konstrukce vyhověly z hlediska šíření tepla, tj. je splněn požadavek na hodnotu součinitele prostupu tepla.
- Byl splněn normový požadavek na prostup tepla obálkou budovy. Hodnocený objekt byl zařazen do klasifikační třídy B – úsporný.
- Navržené konstrukce splňují požadavky z hlediska zvukové neprůzvučnosti.

9 Datum, jméno a podpis zpracovatele

Zpracoval: Bc. Jan Vlček

Adresa: Poděbradova 520,

Lysá nad Labem

Datum: 8.1.2019

Podpis:.....

Přílohy

P1 Energetický štítek budovy

P2 Výpočty

Výpočet součinitele prostupu tepla konstrukcí

- Součinitel prostupu tepla ochlazovaných konstrukcí
- Součinitel prostupu tepla střešního pláště (dle Fokina)
- Součinitel protupu tepla oken a dveří

Prostup tepla obálkou budovy

Vzduchová neprůzvučnost

Tepelná stabilita místnosti v letním období

Tepelná stabilita místností v zimním období

Area – detail napojení bile vany (hl. objekt – garáž)

P3 Skladby konstrukcí

P4 Schéma objektu: Půdorys 1S

Půdorys 1NP

Půdorys podkroví

Řez