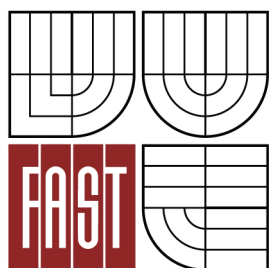




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM S PROJEKČNÍ KANCELÁŘÍ DETACHED HOUSE WITH DESIGN OFFICE

STAVEBNÍ FYZIKA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MAREK ŠŤASTNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ZUZANA MASTNÁ, Ph.D.

BRNO 2014

Obsah

1	Identifikační údaje budovy	3
2	Účel posouzení.....	3
3	Podklady pro zpracování	3
4	Použité normy a předpisy	3
5	Technické údaje budovy	4
5.1	Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru	4
5.2	Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy – popis a skladby	5
6	Normativní požadavky.....	14
6.1	Ochrana proti hluku	14
6.2	Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy.....	16
7	Údaje o splnění normativních požadavků.....	19
7.1	Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti	19
7.1.1.	Vnitřní konstrukce	19
7.1.2.	Vnější konstrukce	20
7.2	Z hlediska tepelné techniky (dle normy ČSN 73 0540).....	20
7.2.1.	Nejnižší vnitřní povrchová teplota θ_{si}	20
7.1.2	Součinitel prostupu tepla U	20
7.1.3	Prostup tepla obálkou budovy.....	22

1 Identifikační údaje budovy

Název stavby: Rodinný dům s projekční kanceláří
Místo stavby: Koroužné, Kraj Vysočina, k.ú. Koroužné (669598), parcelní čísla 363/1, 363/36, 363/49

Novostavba rodinného domu s projekční kanceláří sloužící k bydlení pětičlenné rodiny s garáží pro dvě osobní auta a projekční kanceláří.

Rodinný dům je navržen ze systému Heluz. Stavba bude členěna na objekt rodinného domu s projekční kanceláří a objekt garáže. Pro posouzení bude uvažován objekt rodinného domu s projekční kanceláří. **Dále jen popis objektu rodinného domu s projekční kanceláří.** Obvodové stěny budou z cihelných bloků Heluz STI 49. Strop bude skládaný z Heluz miako nosníků a Heluz miako vložek. Střecha bude sedlová, s betonovou střešní krytinou Bramac Max. Vnitřní nosné i nenosné příčky budou tloušťky 100, 125, 150, 250 a 300 mm.

2 Účel posouzení

Účelem posouzení je na základě požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012, ověřit, zda konstrukce objektu splňují požadavky uvedené v §16 dané vyhlášky.

3 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly:

- studie bakalářského projektu včetně textových částí
- pracovní verze projektu ve fázi provádění stavby
- situace širších vztahů

4 Použité normy a předpisy

- ČSN 73 0540-1: Tepelná ochrana budov. Část 1: Terminologie
- ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3: Tepelná ochrana budov. Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4: Tepelná ochrana budov. Část 4: Výpočtové metody
- ČSN 73 0532 – Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky

5 Technické údaje budovy

5.1 Klimatické údaje lokality, okrajové podmínky v exteriéru a interiéru

Lokalita:

Koroužné, okres Žďár nad Sázavou

Nadmořská výška:

0,000 = 358,390 m n. m.

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období:

$\theta_e = -17\text{ °C}$

Vlhkost venkovního vzduchu v zimním období:

83,62%

Návrhová teplota zeminy přilehlé ke stavební konstrukci v zimním období pod podlahou:

+5 °C

Návrhová teplota venkovního vzduchu v letním období:

$\theta_{em} = 20,5\text{ °C}$ (dle teplotní oblasti A)

Vlhkost venkovního vzduchu v letním období:

66,80 %

Návrhová teplota vnitřního vzduchu v zimním období a vlhkost:

obývací místnosti: $\theta_i = 20\text{ °C}$, $\varphi = 50\text{ %}$

koupelny: $\theta_i = 24\text{ °C}$

vytápěné vedlejší místnosti: $\theta_i = 15\text{ °C}$, $\varphi = 50\text{ %}$

přirážka pro výpočet kondenzace vodní páry $\varphi_{ai} = 5\text{ %}$

přirážka $\Delta\theta_{ai} = 0,3\text{ °C}$

5.2 Charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy – popis a skladby

Skladba S1 – podlaha s keramickým povrchem v 1NP z vytápěného prostoru přilehlá k zemině

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ_u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO	10	1,01
	2	FLEXIBILNÍ LEPIDLO CEMIX FLEX KLASIK	6	–
	3	HYDROIZOLAČNÍ STĚRKA MAPEI MONOLASTIC	3	–
	4	PENETRACE PODLAHOVÁ CEMIX P ESTRICH	–	–
	5	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	71	1,2
	6	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	7	TEPELNÁ IZOLACE ISOVER EPS GREY 100	60	0,032
	8	TEPELNÁ IZOLACE ISOVER EPS GREY 100	80	0,032
	9	BETON C16/20	50	1,23
	10	2x MODIFIKOVANÝ ASFALT. PÁS SKLODEK 40 SPECIAL MINERAL	8	–
	11	ASFALTOVÝ PENETRAČNÍ NÁTĚR DEKPRIMER	–	–
	12	BETON C16/20, KARI SÍŤ Ø6mm, OKA 100/100mm	150	1,23
	13	ZEMINA	200	–

Skladba S2 – podlaha s keramickým povrchem 1NP z vytápěného prostoru přilehlá k zemině

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ_u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO	10	1,01
	2	FLEXIBILNÍ LEPIDLO CEMIX FLEX KLASIK	6	–
	3	PENETRACE PODLAHOVÁ CEMIX P ESTRICH	–	–
	4	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	71	1,2
	5	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	6	TEPELNÁ IZOLACE ISOVER EPS GREY 100	60	0,032
	7	TEPELNÁ IZOLACE ISOVER EPS GREY 100	80	0,032
	8	BETON C16/20	50	1,23
	9	2x MODIFIKOVANÝ ASFALTOVÝPÁS SKLODEK 40 SPECIAL MINERAL	8	–
	10	ASFALTOVÝ PENETRAČNÍ NÁTĚR DEKPRIMER	–	–
	11	BETON C16/20, KARI SÍŤ Ø6mm, OKA 100/100mm	150	1,23
	12	ZEMINA	200	–

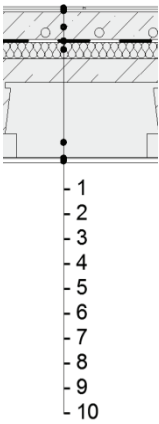
Skladba S3 – podlaha s laminátovým povrchem v 1NP z vytápěného prostoru přilehlá k zemině

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ_u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	LAMINÁTOVÁ PODLAHA FLOORLINE	8	0,15
	2	PĚNOVÁ PODLOŽKA MIRELON	3	0,038
	3	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	79	1,2
	4	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	5	TEPELNÁ IZOLACE ISOVER EPS GREY 100	60	0,032
	6	TEPELNÁ IZOLACE ISOVER EPS GREY 100	80	0,032
	7	BETON C16/20	50	1,23
	8	2x MODIFIKOVANÝ ASFALTOVÝPÁS SKLODEK 40 SPECIAL MINERAL	8	–
	9	ASFALTOVÝ PENETRAČNÍ NÁTĚR DEKPRIMER	–	–
	10	BETON C16/20, KARI SÍŤ Ø6mm, OKA 100/100mm	150	1,23
	11	ZEMINA	200	–

Skladba S4 – strop Heluz miako – keramická nášlapná vrstva

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ_u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO	10	1,01
	2	FLEXIBILNÍ LEPIDLO CEMIX FLEX KLASIK	6	–
	3	HYDROIZOLAČNÍ STĚRKA MAPEI MONOLASTIC	3	–
	4	PENETRACE PODLAHOVÁ CEMIX P ESTRICH	–	–
	5	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	71	1,2
	6	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	7	ISOVER EPS RIGIFLOOR 4000	40	0,046
	8	STROP HELUZ	250	0,53
	9	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	0,82
	10	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	0,48
	11	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	12	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

Skladba S5 – strop Heluz miako – laminátová nášlapná vrstva

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ_u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	LAMINÁTOVÁ PODLAHA FLOORLINE	8	0,15
	2	PĚNOVÁ PODLOŽKA MIRELON	3	0,038
	3	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	79	1,2
	4	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	5	ISOVER EPS RIGIFLOOR 4000	40	0,046
	6	STROP HELUZ	250	0,53
	7	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	0,82
	8	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	0,48
	9	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	10	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

Skladba S6 – strop Heluz miako – keramická nášlapná vrstva

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ_u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO	10	1,01
	2	FLEXIBILNÍ LEPIDLO CEMIX FLEX KLASIK	6	–
	3	PENETRACE PODLAHOVÁ CEMIX P ESTRICH	–	–
	4	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	71	1,2
	5	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	6	ISOVER EPS RIGIFLOOR 4000	40	0,046
	7	STROP HELUZ	250	0,53
	8	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	0,82
	9	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	0,48
	10	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	11	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

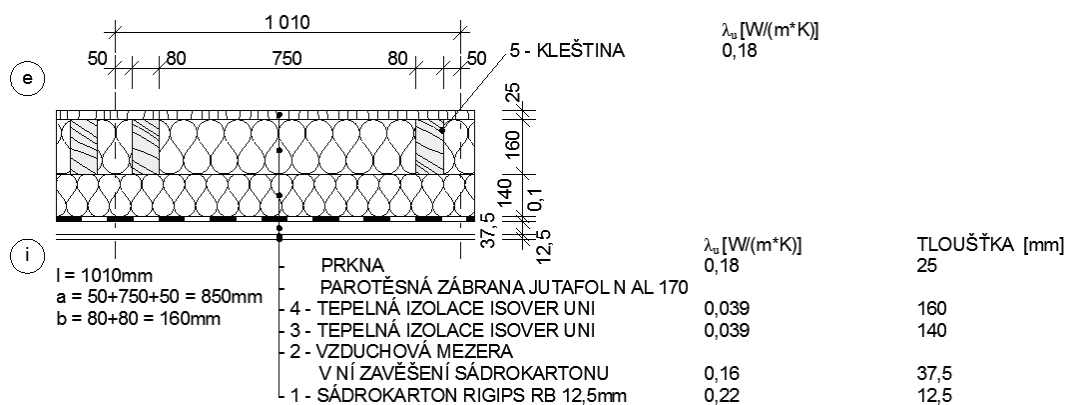
Skladba S9 – obvodová stěna

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ_u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	SILIKÁTOVÁ FASÁDNÍ BARVA BÍLÁ CEMIX FTB	–	–
	2	CEMIX PENETRACE SILIKÁT	–	–
	3	OMÍTKA TENKOVrstvá JEMNÁ - CEMIX 043b	4	0,54
	4	CEMIX PENETRACE AKRYLÁT - SILIKON	–	–
	5	CEMIX SUPER THERM TO - JÁDROVÁ OMÍTKA	25	0,13
	6	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	0,82
	7	ZDIVO HELUZ STI 49	490	0,1
	8	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	0,82
	9	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	0,48
	10	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	11	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

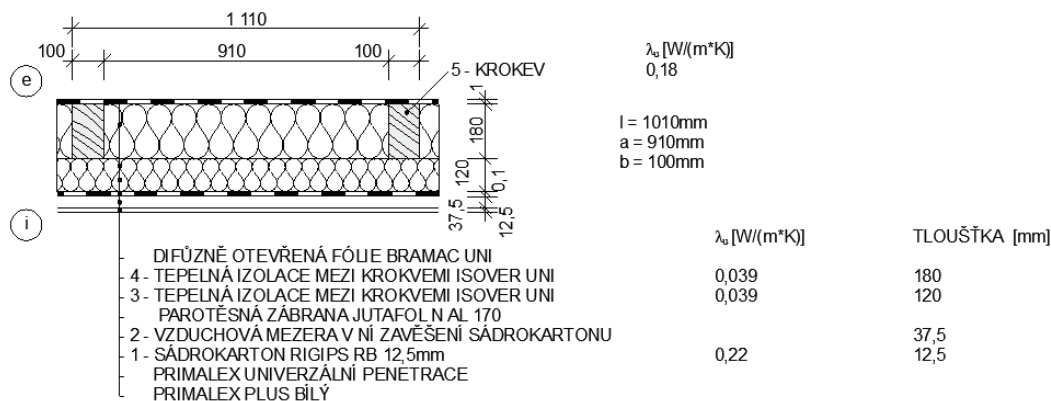
Skladba S8 – sokl

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ_u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	POVRCHOVÁ SKLADBA - MOZAIKOVÁ OMÍTKA NEBO FASÁDNÍ BARVA	–	–
	2	CEMIX LEPICÍ A STĚRKOVACÍ HMOTA BASIC	2	–
	3	SKLOTEXTILNÍ SÍŤOVINA	–	–
	4	CEMIX LEPICÍ A STĚRKOVACÍ HMOTA BASIC	2	–
	5	TEPELNÁ IZOLACE SYNTHOS XPS 30	60	0,035
	6	CEMIX LEPICÍ A STĚRKOVACÍ HMOTA BASIC	7	–
	7	2x ASFALT. PÁS SKLODEK 40 SPECIAL MINERAL	8	–
	8	ASFALTOVÝ PENETRAČNÍ NÁTĚR DEKPRIMER	–	–
	9	ZDIVO HELUZ STI 44	440	0,1
	10	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	0,82
	11	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	0,48
	12	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	13	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

Skladba S12 – strop nad 2NP



Skladba S14 – šikminy ve 2NP



Skladba překladu

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	λ _u (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
	1	SILIKÁTOVÁ FASÁDNÍ BARVA BÍLÁ CEMIX FTB	—	—
	2	CEMIX PENETRACE SILIKÁT	—	—
	3	OMÍTKA TENKOVROSTVÁ JEMNÁ - CEMIX 043b	4	0,54
	4	CEMIX PENETRACE AKRYLÁT - SILIKON	—	—
	5	CEMIX SUPER THERM TO - JÁDROVÁ OMÍTKA	25	0,13
	6	CEMENTOVÝ POSTŘÍK CEMIX 052	3	0,82
	7	PŘEKLAD HELUZ 23,8b - 125	70	—
	8	POLYSTYREN ISOVER EPS GREYWALL	140	0,033
	9	4*PŘEKLAD HELUZ 23,8b - 125	280	—
	10	CEMENTOVÝ POSTŘÍK CEMIX 052	3	0,82
	11	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	0,48
	12	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	—	—
	13	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	—	—

5.3 Charakteristika konstrukcí s požadavky na vzduchovou neprůzvučnost – popis a skladby

Skladba S4 – podlaha s keramickým povrchem ve 2NP

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	R _w (dB)
	1	KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO	10	–
	2	FLEXIBILNÍ LEPIDLO CEMIX FLEX KLASIK	6	–
	3	HYDROIZOLAČNÍ STĚRKA MAPEI MONOLASTIC	3	–
	4	PENETRACE PODLAHOVÁ CEMIX P ESTRICH	–	–
	5	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	71	–
	6	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	7	ISOVER EPS RIGIFLOOR 4000	40	–
	8	STROP HELUZ	250	62
	9	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	–
	10	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	11	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	12	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

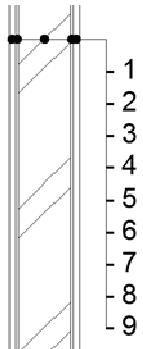
Skladba S5 – podlaha s laminátovým povrchem ve 2NP

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	R _w (dB)
	1	LAMINÁTOVÁ PODLAHA FLOORLINE	8	–
	2	PĚNOVÁ PODLOŽKA MIRELON	3	–
	3	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	79	–
	4	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	5	ISOVER EPS RIGIFLOOR 4000	40	–
	6	STROP HELUZ	250	62
	7	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	–
	8	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	9	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	10	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

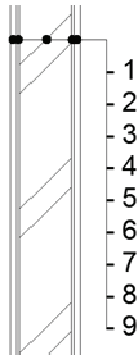
Skladba S6 – podlaha s keramickým povrchem ve 2NP

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	R _w (dB)
	1	KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO	10	–
	2	FLEXIBILNÍ LEPIDLO CEMIX FLEX KLASIK	6	–
	3	PENETRACE PODLAHOVÁ CEMIX P ESTRICH	–	–
	4	ANHYDRIT. POTĚR CA-C25-F5 VČETNĚ PODLAHOVÉHO TOPENÍ 22mm	71	–
	5	PE - AL ODRAZOVÁ FÓLIE S RASTREM	–	–
	6	ISOVER EPS RIGIFLOOR 4000	40	–
	7	STROP HELUZ	250	62
	8	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	–
	9	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	10	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	11	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

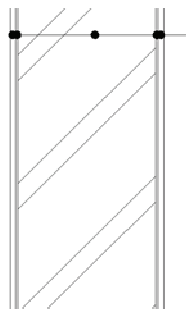
Skladba B1 – vnitřní stěna Heluz Plus 10

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	R _w (dB)
	1	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–
	2	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	3	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	4	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	–
	5	ZDIVO HELUZ 10 BROUŠENÉ P10	100	41
	6	CEMENTOVÝ POSTŘIK CEMIX 052	3	–
	7	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	8	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	9	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

Skladba B2 – vnitřní stěna Heluz Plus 11,5

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	R _w (dB)
	1	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–
	2	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	3	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	4	CEMENTOVÝ POSTŘÍK CEMIX 052	3	–
	5	ZDIVO HELUZ 11,5 BROUŠENÉ P10	115	45
	6	CEMENTOVÝ POSTŘÍK CEMIX 052	3	–
	7	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	8	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	9	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

Skladba B3 – vnitřní stěna Heluz Plus 30 uni

SCHÉMA	OZN.	MATERIÁL / SPECIFIKACE	TL. (mm)	R _w (dB)
	1	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–
	2	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	3	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	4	CEMENTOVÝ POSTŘÍK CEMIX 052	3	–
	5	ZDIVO HELUZ PLUS 30 UNI BROUŠENÉ P 10	300	49
	6	CEMENTOVÝ POSTŘÍK CEMIX 052	3	–
	7	JEDNOVRSTVÁ OMÍTKA RUČNÍ CEMIX 073	10	–
	8	PRIMALEX UNIVERZÁLNÍ PENETRACE	–	–
	9	PRIMALEX PLUS BÍLÝ	–	–

6 Normativní požadavky

6.1 Ochrana proti hluku

Požadavky na vnitřní konstrukce

Dle normy ČSN 73 0532 - Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky, vážené hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách nesmí být nižší než požadavky stanovené v tabulce 1.

Tabulka 1 – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách

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
G. Administrativní a správní budovy, firmy – kanceláře a pracovny					
19	Kanceláře a pracovny s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné prostory	47	63	37	27

Požadavky platí ve směru přenosu zvuku. Posouzení se provádí pomocí vážené stavební neprůzvučnosti R'_w .

$$R'_w = R_w - k_1$$

kde k_1 je korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku.

$$R'_w \geq R'_{w,N}$$

kde $R'_{w,N}$ je požadovaná hodnota vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budově.

Požadavky na vnější konstrukce

Dle normy ČSN 73 0532 – Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky, vážené hodnoty vzduchové neprůzvučnosti obvodových plášťů budov nesmí být nižší než požadavky stanovené v tabulce 2.

Tabulka 2 – Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách R'_{w} ¹⁾ nebo $D_{nT,w}$ ¹⁾ , dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době 06:00 h – 22:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB ²⁾						
	≤ 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 h – 06:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB ²⁾						
	≤ 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 ²⁾						
	≤ 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
¹⁾ Jednotlivé vážené veličiny podle ČSN EN ISO 717-1, stanovené z veličin v třetinooktávových pásmech definovaných v ČSN EN ISO 140-5.							
²⁾ Ekvivalentní hladina akustického tlaku A určená 2 m před fasádou s přihlédnutím k 6.6.3 ČSN EN ISO 140-5, zaokrouhlená na celé číslo ¹⁾ .							

6.2 Šíření tepla konstrukcí a obálkou budovy

Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce

Dle normy ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky. Kdy konstrukce a styky konstrukcí v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí 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 f_{Rsi} , bezrozměrný, splňovat podmínku:

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

kde $f_{Rsi,N}$ je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, stanovená ze vztahu:

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

$f_{Rsi,cr}$ je kritický faktor vnitřního povrchu, jehož hodnota se stanoví dle tabulky 1.

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

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°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

Požadavek na součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Dle normy ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky.

Musí mít prostory s návrhovou relativní vlhkostí vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U , ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ takový, aby splňoval podmínku:

pro požadovanou hodnotu $U \leq U_{N,20}$, vhodnější je však dodržet podmínku na doporučenou hodnotu $U \leq U_{rec,20}$.

Kde $U_{N,20}$ je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla, ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Kde $U_{rec,20}$ je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla, ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Požadovaná $U_{N,20}$ i doporučená hodnota $U_{rec,20}$ se stanoví dle tabulky 3.

Tabulka 3 – 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 $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
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	0,18	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 ²⁾ ³⁾	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 ³⁾	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 ²⁾	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

(pokračování)

Tabulka 3 (dokončení)

Popis konstrukce		Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
		Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrou 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 .	$f_w \leq 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$	$0,2 + f_w$	$0,15 + 0,85 \cdot f_w$
	$f_w > 0,5$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$		
Kovový rám výplně otvoru		–	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru ⁶⁾		–	1,3	0,9 – 0,7
Rám lehkého obvodového pláště		–	1,8	1,2
POZNÁMKY				
¹⁾ Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31.12.2012 připouští hodnota 0,38 W/(m ² ·K).				
²⁾ Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/(m ² ·K).				
³⁾ Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni.				
⁴⁾ V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru.				
⁵⁾ Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy.				
⁶⁾ Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (tj. bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370.				
⁷⁾ Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,5 W/(m ² ·K).				

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla

Dle normy ČSN 73 0540-2 - Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky. Jsou požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} , ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, budovy nebo vytápěné zóny budovy, které musí splňovat podmínku:

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

kde $U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla, ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví dle tabulky 5.

Tabulka 5 – Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{in} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

	Požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,20}$ [W/(m ² ·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 $U_{em,N,20} = 0,30 + 0,15/(A/V)$

7 Údaje o splnění normativních požadavků

7.1 Z hlediska vzduchové neprůzvučnosti

(dle ČSN 73 0532)

7.1.1. Vnitřní konstrukce

Byly spočítány hodnoty vzduchové neprůzvučnosti jednotlivých konstrukcí, výpočet viz příloha 3.

Obytné místnosti rodinného domu

Posuzovaná konstrukce	R_w (dB)	k_1 (dB)	R'_w (dB)	$R'_{w,N}$ (dB)	Posouzení
Příčka Heluz 11,5	45	3	42	42	VYHOVUJE
Příčka Heluz Plus 30 uni	49	3	46	42	VYHOVUJE
Strop Heluz miako	62	2	60	47	VYHOVUJE

Projekční kancelář

Posuzovaná konstrukce	R _w (dB)	k ₁ (dB)	R' _w (dB)	R' _{w,N} (dB)	Posouzení
Příčka Heluz 10	41	3	38	37	VYHOVUJE
Příčka Heluz Plus 30 uni	49	3	46	37	VYHOVUJE
Strop Heluz miako	62	2	60	47	VYHOVUJE

7.1.2. Vnější konstrukce

Stanovení ekvivalentní hladiny akustického tlaku 2 m před fasádou bylo provedeno odbornou firmou. Fasáda splňuje požadavek, více viz příloha Ekvivalentní hladina akustického tlaku (příloha není – bakalářská práce)

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

7.2.1. Nejnižší vnitřní povrchová teplota θ_{si}

Byly spočítány nejnižší povrchové teploty ochlazovaných konstrukcí a koutů, výpočet viz příloha 1.

Posouzení nejnižší povrchové teploty θ_{si}

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota teplotního faktoru f_{Rsi}	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,cr}$	Posouzení
Podlaha v 1NP skladby S1, S2, S3	0,945	0,412	VYHOVUJE
Stěna obvodová skladba S9	0,953	0,759	VYHOVUJE
Strop ve 2NP skladba S12	0,965	0,759	VYHOVUJE
Šikminy ve 2NP skladba S14	0,963	0,759	VYHOVUJE
Sokl skladba S8	0,960	0,759	VYHOVUJE
Kout S2–S8	0,894	0,759	VYHOVUJE
Kout S6–S9	0,957	0,759	NEVYHOVUJE
Kout B3–S9	0,957	0,759	NEVYHOVUJE

U koutu S6-S8 a B3-S8 nebyla splněna podmínka $0,8 < \frac{U_i}{U_e} < 1,25$

Tyto zjednodušené metody výpočtu pro vícevrstvé konstrukce a pro poměry mimo stanovený rozsah mohou být zatíženy velkou chybou. Tyto konstrukce by se měly řešit numericky metodou konečných prvků.

7.1.2 Součinitel prostupu tepla U

Byly spočítány součinitele prostupu tepla U ochlazovaných konstrukcí, výpočet viz příloha 1.

Posouzení součinitelů prostupu tepla

Posuzovaná konstrukce	Výpočtové hodnoty U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$)	Normová hodnota součinitele prostupu tepla ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$)		Posouzení
		Požadovaný $U_{N,20}$	Doporučený $U_{\text{rec},20}$	
Podlaha v 1NP skladby S1, S2, S3	0,22	0,45	0,30	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Stěna obvodová skladba S9	0,19	0,30	0,25	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Strop ve 2NP skladba S12	0,14	0,30	0,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Střešní plášť skladba S14	0,15	0,24	0,16	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Překlady	0,22	0,30	0,25	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Sokl skladba S8	0,16	0,30	0,25	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Okno O1	0,55	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Okno O2	0,53	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Okno O3	0,53	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Okno O4	0,54	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Okno O5	0,69	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Okno O6	0,50	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Okno O7	0,64	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Okno O9	0,50	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Střešní okno O10	1,36	1,40	1,10	VYHOVUJE $U_{N,20}$
Dveře D1	0,49	1,70	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$

Dveře D9	0,37	1,70	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$
Půdní schody	1,10	1,50	1,20	VYHOVUJE $U_{\text{rec},20}$

7.1.3 Prostup tepla obálkou budovy

Metodou referenční budovy byl spočítán průměrný součinitel prostupu tepla, požadovaný součinitel prostupu tepla a doporučený součinitel prostupu tepla, výpočet viz příloha 2.

Průměrný součinitel prostupu tepla: $U_{\text{em}} = 0,22 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$

Požadovaný součinitel prostupu tepla: $U_{\text{em},N} = 0,36 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$

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

$U_{\text{em}} = 0,22 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1} \leq U_{\text{em},N} = 0,36 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

8. Závěrečné hodnocení a navržená opatření

Budova vyhovuje všem uvedeným požadavkům z hlediska vzduchové neprůzvučnosti a tepelné techniky dle normy ČSN 73 0540 a ČSN 73 0532. Dle energetického štítku obálky budovy objekt spadá do kategorie B – úsporná.

Není potřeba navrhovat žádná opatření.

9. Přílohy

Příloha 1.: Výpočet nejnižší povrchové teploty a součinitele prostupu tepla ochlazovaných konstrukcí

Příloha 2.: Energetický štítek obálky budovy

Příloha 3.: Výpočet vzduchové neprůzvučnosti

01 – Půdorys 1NP, M 1:100

02 – Půdorys 2NP, M 1:100

03 – Řez A-A', M 1:100

04 – Pohled severovýchodní, severozápadní, M 1:100

05 – Pohled jihovýchodní, jihozápadní, M 1:100

V Brně, dne 28. 5. 2014

Vypracoval: Marek Šťastný

.....
podpis