



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PROHLUBUJÍCÍ ČÁST

ŘEŠENÍ OBJEKTU Z HLEDISKA ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

2017

Lukáš Černoch

Obsah

1	Úvod	3
2	Co je nízkoenergetický dům	4
3	Základní znaky nízkoenergetického domu.....	4
3.1	Umístění stavby	5
3.2	Kompaktní tvar.....	6
3.3	Tepelná izolace.....	6
3.4	Konstrukce objektu.....	6
3.5	Kontrolované větrání	7
3.6	Vytápění	8
3.7	Využití sluneční energie	8
4	Hodnocení bytového domu podle nízkoenergetických zásad.....	9
5	Výpočet energetického štítku obálky budovy.....	13
5.1	Protokol k energetickému štítku obálky budovy	13
5.2	Klasifikace	16
6	Závěr.....	20
7	Citovaná literatura	21
8	Seznam obrázků.....	21
9	Seznam tabulek.....	21

1 Úvod

Prohlubující část bakalářské práce se zabývá výpočtem a posouzením čtyřpodlažního, bytového domu v Ostravě z hlediska energetické náročnosti. V úvodní části nám vysvětluje co nízkoenergetický dům je a jaká základní kritéria a zásady by měl splňovat. Následující část se zaměřuje na vlastní bytový dům, a jeho zatřídění do klasifikační stupnice podle energetické náročnosti budovy.

2 Co je nízkoenergetický dům

Za nízkoenergetické domy se označují takové budovy, jejichž spotřeba tepla je ve srovnání s běžnými budovami zhruba čtvrtinová. Vyjádříme-li toto tvrzení v řeči čísel, je nízkoenergetický dům takový, kde je tepelná náročnost nižší než 50 kWh/m² za rok. Naproti tomu běžné objekty pozemních staveb mají tepelnou spotřebu přibližně 170 kWh/m² za rok. (ekonomické-stavby.cz, n.d.)

Nízkoenergetický dům využívá pasivní tepelné zisky. Tyto lze rozdělit na zisky vnější, které budova získává ze slunečního záření procházejícího okny a na zisky vnitřní – teplo vyzařované lidmi a spotřebiči. Samozřejmostí v dnešní době je užití kvalitní tepelné izolace, která nám zajistí, že získané teplo „neuteče ven“ a v místnostech tedy bude po většinu roku příjemná teplota. (pasivnidomy.cz, n.d.)

3 Základní znaky nízkoenergetického domu

3.1 Umístění stavby

3.1.a Orientace ke světovým stranám (sluneční energie)

3.1.b Povětrnostní poměry

3.2 Kompaktní tvar

3.3 Tepelná izolace

3.4 Konstrukce objektu

3.4.a Stěny

3.4.b Okna

3.5 Kontrolované větrání

3.6 Vytápění

3.7 Využití sluneční energie

3.7.a Pasivní

3.7.b Aktivní

3.1 Umístění stavby

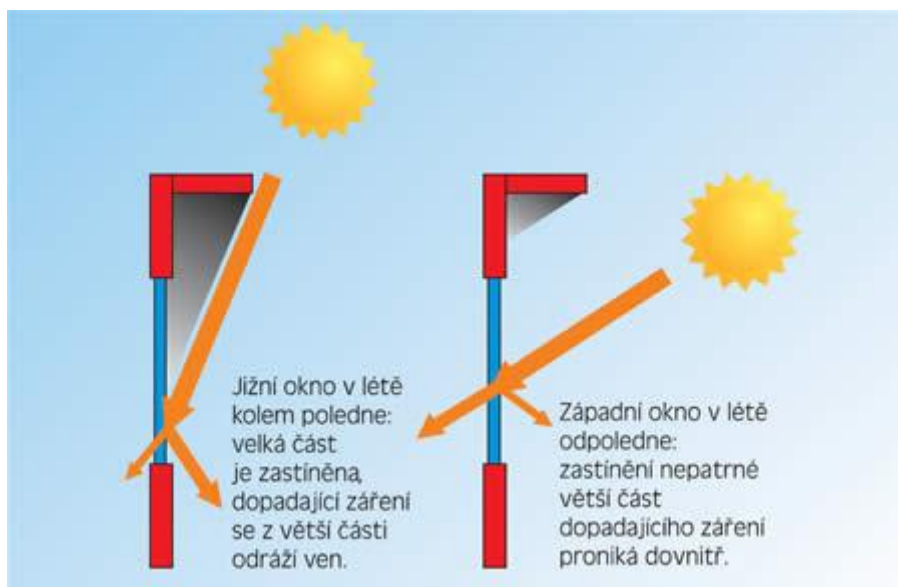
3.1.a) Orientace ke světovým stranám (sluneční energie)

Budova nejeefektivněji využije sluneční energii v případě, kdy většina prosklených ploch bude orientovaných na jižní světovou stranu. Takovéto dispoziční řešení oken zajistí, že objekt bude mít větší (tzv. pasivní solární zisky) a zároveň poskytne objektu dostatečné proslunění. Jižní zasklení lze snadno stínit například pomocí markýzy.

Orientovat větší prosklené plochy na východ, či západ je nevhodné z důvodu obtížného stínění slunce, nacházejícího se nízko nad obzorem. V ranních a večerních hodinách může kvůli tomu docházet k přehřívání interiéru.

Orientace oken na severní světovou stranu významně zvyšuje tepelné ztráty. (EkoWATT, 2007)

Obrázek 1 – Jižní a západní zasklení



Zdroj: (EkoWATT, 2007)

3.1.b) Povětrnostní poměry

Neměli bychom zapomínat na vliv od účinku větru. Působí-li vítr na objekt, dochází k ochlazování jeho obvodových konstrukcí. Při návrhu je tedy vhodné, pokud nám to okolní terén dovolí, umístit budovu do závětrí. (EkoWATT, 2007)

3.2 Kompaktní tvar

Dům by měl mít, pokud možno, kompaktní a jednoduchý tvar. Z toho plyne, že poměr celkové plochy ochlazovaných konstrukcí A [m^2] k celkovému obestavěnému objemu V [m^3] (tzv. faktor tvaru A/V) by měl být co nejnižší. Architektonické prvky jako například zalomení fasády, arkýře, vikýře, věžičky, niky či zapuštěné lodžie zvětšují ochlazovanou plochu a tím dochází k větším tepelným ztrátám. (archiweb.cz, 2006)

Tyto prvky nám vytvářejí detaily, kde vznikají v mnoha případech tzv. tepelné mosty a jejichž řešení je často velmi obtížné. (EkoWATT, 2007)

3.3 Tepelná izolace

Za tepelné izolanty obecně považujeme takové materiály, jejichž součinitel tepelné vodivosti λ [$W.m^{-1}.K^{-1}$] je $\leq 0,17$ [$W.m^{-1}.K^{-1}$]. Tento součinitel se u nejkvalitnějších tepelných izolací může pohybovat kolem hodnoty $0,05$ [$W.m^{-1}.K^{-1}$].

Důležitou roli při návrhu tepelného izolantu hraje, kromě volby materiálu, také její správně zvolená tloušťka. Optimální mocnost se u budov s nízkou energetickou náročností volí tak, abychom dosáhli co nejvyšší energetické úspory. Hodnota součinitele prostupu tepla se při větších tloušťkách již příliš nemění, proto se maximální tloušťka izolantu doporučuje 500 mm. (archiweb.cz, 2006)

Významnou tepelnou ztrátu, v řádu až několika desítek procent, mohou tvořit tepelné vazby, či tepelné mosty. Tepelnými vazbami se rozumí místa styku dvou konstrukcí, které tvoří kout. Tepelné mosty jsou oblasti, kde je tepelná izolace zeslabena. (EkoWATT, 2007)

3.4 Konstrukce objektu

3.4.a) Stěny

Dodržíme-li normové požadavky pro nízkoenergetickou výstavbu, lze provést obvodové konstrukce z různých stavebních materiálů, které je možné navzájem kombinovat. Nejsou-li obvodové stěny nosné, což není nezbytné, roznáší se statické zatížení do jiných stavebních konstrukcí. (archiweb.cz, 2006)

3.4.b) Okna

Obecně lze konstatovat, že prosklení u nízkoenergetických staveb by mělo být provedeno kvalitně, aby tepelné ztráty nepřevyšovaly tepelné zisky. Kvalitní zasklení nám zajistí například aplikace několikavrstvých skel, nebo tzv. selektivní vrstva na vnitřním povrchu skla (pokovení), která funguje jako polopropustné zrcadlo. Sluneční záření projde do interiéru, ale tepelné záření, na které se přemění, zpět do exteriéru „neunikne“. (EkoWATT, 2007).

Okenní rámy a křídla se nejčastěji vyrábějí dřevěné, plastové, nebo kovové. Tyto materiály lze kombinovat s tepelným izolantem (často polyuretanovou pěnou).

Mezi méně tradiční systémy zasklení, lze zařadit například skla plněná izolačním plynem, zasklení s elektrickým vytápěcím systémem, nebo elektrochemické či vakuové zasklení. (archiweb.cz, 2006)

Tabulka 1 – Některé fyzikální vlastnosti zasklení s různou výplní

Plyn	Λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	U _g [W.m ⁻² .K ⁻¹] při tloušťce vrstvy d [m]		
		0,06	0,012	0,018
Vzduch	0,0258	3,30	2,93	2,80
Xenon	0,0054	2,75	2,59	2,56
Argon	0,0173	3,04	2,75	2,66
Krypton	0,0093	2,60	2,53	2,54

Zdroj: (archiweb.cz, 2006)

3.5 Kontrolované větrání

Zajištění přívodu čerstvého vzduchu zajistíme buď pomocí přirozeného větrání okny, nebo, u budov s nízkou energetickou náročností, pomocí nuceného (strojního) větrání. Větrání by mělo být navrženo vždy takovým způsobem, aby byl zajištěn dostatečný přívod čerstvého vzduchu. Intenzita výměny vzduchu by měla splňovat požadavek 0,3 až 0,5 objemu obytných místností za hodinu, jinými slovy aby přívod čerstvého vzduchu byl 30 až 50 [m³/h] na osobu.

Jedním z hlavních důvodů, proč se nucené větrání navrhuje je možnost zpětného využití tepla. K tomuto procesu užíváme tzv. rekuperační výměník. Princip tohoto zařízení je jednoduchý – znečištěný vzduch odváděný zevnitř předává teplo čerstvému vzduchu přiváděného zvenčí. V zimních měsících se přiváděný vzduch ohřívá a v letních měsících se ochlazuje. (EkoWATT, 2007)

3.6 Vytápění

Existuje celá řada způsobů, jak lze nízkoenergetický dům vytápět. Výběr správného zdroje tepla se odvíjí od vypočítané tepelné ztráty objektu. V některých případech (pasivní domy, nulové domy) mohou být tyto ztráty tak malé, že je obtížné vybrat vhodný tepelný zdroj. Dimenze kotle by měla být navržena tak, aby zařízení pracovalo ve svém optimálním režimu. Tím zajistíme, že účinnost zdroje tepla bude co nejvyšší.

Možnost pružné regulace vytápění je jeden ze základních předpokladů pro zajištění jeho správné funkce. Nebude-li tento předpoklad splněn, tj. nastane-li významná tepelná setrvačnost vytápění, může dojít u budov s nízkými tepelnými ztrátami k přehřátí interiéru.

Problematické může být například podlahové vytápění, které má tepelnou setrvačnost 2 až 8 hodin, nebo kachlová kamna. (nizkoenergetickydum.cz, 2015)

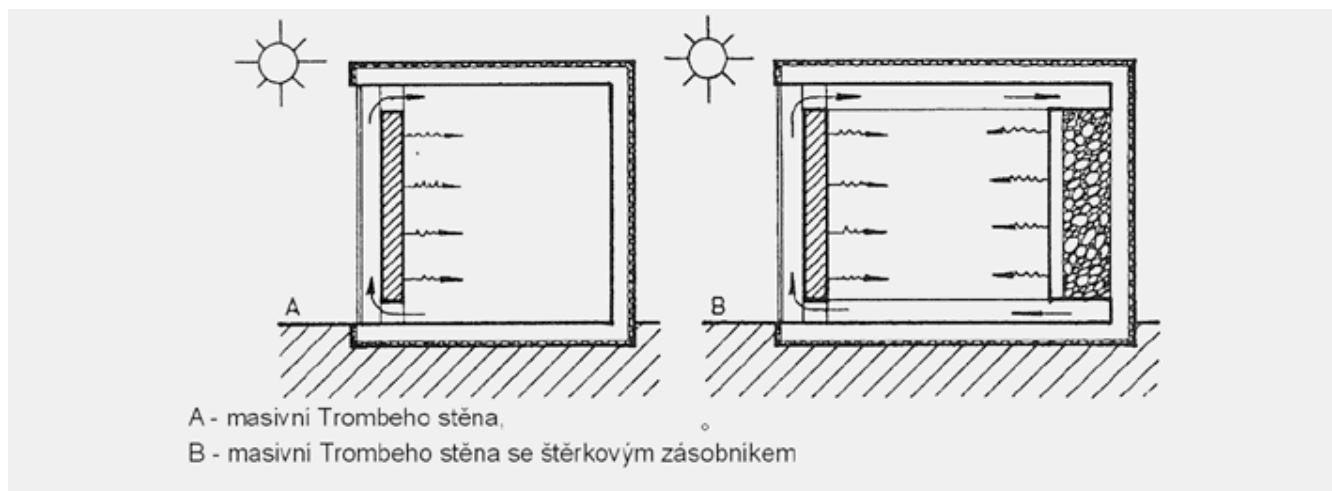
Jak jsem již zmiňoval, pro vytápění nabízí trh několik zdrojů tepla. Jsou to například přímotopné konvektory, elektrokotle, tepelná čerpadla, plynové kotle či kotle na biomasu. (tzb-info.cz, 2013)

3.7 Využití sluneční energie

3.7.a) Pasivní

Zachycuje-li budova solární záření vlastní konstrukcí, hovoříme o pasivních systémech. Takové konstrukce jsou pro tyto účely přizpůsobeny svojí hmotou, tvarem, povrchovou úpravou nebo druhem použitého materiálu. O pasivních solárních systémech hovoříme tehdy, je-li objekt navržen s takovým záměrem, aby jeho tepelné zisky byly co nejvyšší. Využívá například tyto konstrukční a ekologické principy – zisk okny a prosklenými stěnami, vzduchové a okenní kolektory, zimní zahrady, akumulací stěny nebo Trombeho stěny. (archiweb.cz, 2006)

Obrázek 2 – Princip Trombeho stěny



Zdroj: (archiweb.cz, 2006)

3.7.b) Aktivní

U aktivních solárních systémů využíváme speciálních zařízení, k přeměně slunečního záření na tepelnou nebo elektrickou energii. Mezi tato zařízení řadíme všechny typy solárních kolektorů a fotovoltaických článků.

Akumulované teplo, které nám vznikne z energetického přebytku, využíváme v období, kdy je teplo potřeba dodávat. Existují dva způsoby ukládání tepla. Buď můžeme teplo ukládat do stavebních konstrukcí, nebo do samostatných akumulčních zásobníků. (archiweb.cz, 2006)

4 Hodnocení řešeného bytového domu podle nízkoenergetických zásad

Popis objektu

Jedná se o novostavbu bytového domu v Ostravě. Budova slouží k trvalému pobytu osob. Řešení a dispozice objektu nabízí dvanáct bytových jednotek, součástí každé z nich je sklepní kóje v prvním nadzemním podlaží. Systém je navržen kombinovaný z monolitického železobetonu. Objekt je nepodsklepený, čtyřpodlažní s plochou střechou. Základové pasy, patky a prahy jsou navrženy z železobetonu.

Umístění stavby

Bytový dům se nachází ve středně zastavěné lokalitě, ve městě Ostrava. Vstup do budovy je umožněn z Varšavské ulice a je orientován na západní světovou stranu. Na pozemku se nenacházejí žádné stromy ani křoviny, jedná se o čistě zatravněnou plochu. Okolní zástavba tvoří pro objekt mírné závětrí.

Největší prosklené plochy, které představují okna a balkonové dveře, jsou orientována na východní a západní světovou stranu.

Kompaktní tvar

Čtyřpodlažní bytový dům nemá příliš složitý tvar. Ten vychází z obdélníků, pouze na západní straně u vchodových dveří je prohlubeň a na východní straně je výčnělek, který ohraničuje část schodišťového prostoru. Ve 2. NP, 3. NP a 4. NP se nacházejí předsazené balkonové konstrukce. Budova má plochou střešní konstrukci, jejíž obvod lemuje vyzdřená atika. Faktor tvaru neboli poměr celkové plochy ochlazovaných konstrukcí A [m^2] k celkovému obestavěnému objemu V [m^3] je $A/V = 1\,504,65/3\,587,11 = 0,42$. Nejvýhodnější faktor tvaru mají výškové budovy kolem 0,2. Z toho plyne, že bytový dům má poměrně vhodný tvar.

Tepelná izolace

Zateplení střešní konstrukce tvoří dvě vrstvy tepelného izolantu. První z nich tvoří pěnový polystyren ISOVER EPS GreyRoof s grafitovým povrchem tloušťky 200 mm a druhou polystyrenové desky Polydek tloušťky 100 mm.

V podlaze 1.NP je navržena tepelná izolace ISOVER EPS Perimetr tloušťky 180 mm. V ostatních nadzemních podlažích je navrhnutá kročejová izolace, která má tloušťku 50 mm.

Obvodový plášť konstrukce je zateplen tepelnou izolací ISOVER EPS GreyWall tloušťky 250 mm. Izolace je kotvena pomocí kotvících plastových trnů.

V soklové části je použita izolace XPS tloušťky 160 mm.

Jednotlivé konstrukce byly posouzeny v softwaru Teplo. Výstupem tohoto programu je určení součinitele prostupu tepla. Mimo to nám poskytuje možnost kontroly, zda v konstrukci dochází během roku ke kondenzaci či nikoliv.

V objektu jsou řešeny detaily problematických míst, jako jsou atika, soklová část objektu a nadpraží okna.

Konstrukce objektu

Nosnou konstrukce bytového domu je tvořena kombinací skeletového a stěnového konstrukčního systému. Z tohoto důvodu se v objektu nacházejí dva druhy obvodových stěn.

Stěna č. 1

Tento typ stěny tvoří nosné, monolitické, železobetonové sloupy. Mezi těmito nosnými prvky je provedena vyzdívka z VPC cihel SENDWIX 12DF – LD [498x175x248] v tloušťce 175 mm. Vnitřní povrch stěny je opatřen jádrovou omítkou Baumit, která má tloušťku 10 mm. Obvodový plášť konstrukce je zateplen tepelnou izolací ISOVER EPS Greywall tloušťky 250 mm. Ta je přilepena k podkladu pomocí lepící malty Baumit, její tloušťka je 5 mm. Izolace je kotvena pomocí kotvicích plastových trnů. Vnější povrch stěny tvoří lepící malta se síťovinou tloušťky 3 mm a silikátová omítka o tloušťce 2 mm.

Stěna č. 2

Stěnu č. 2 tvoří nosná, monolitická, železobetonová stěna tloušťky 250 mm. Vnitřní povrch stěny je opatřen jádrovou omítkou Baumit, která má tloušťku 10 mm. Obvodový plášť konstrukce je zateplen tepelnou izolací ISOVER EPS GreyWall tloušťky 250 mm. Izolace je kotvena pomocí kotvicích plastových trnů. Vnější povrch stěny tvoří lepící malta se síťovinou tloušťky 3 mm a silikátová omítka o tloušťce 2 mm.

Okna

V obvodové stěně jsou navržena okna a balkonové dveře od firmy REHAU. Okenní profil GENE0 má konstrukční hloubku 86 mm a jeho předností je technicky vyspělý materiál RAU-FIPRO, vláknitý kompozit, možný i pro konstrukce oken s nejvyšším zatížením. Součinitel prostupu tepla pro okna je $U_f = 0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, pro dveře $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Díky široké zasklívací drážce (66 mm) pojme trojsklo různých provedení. Na vnějším povrchu skel je nanášena speciální protisluneční folie, která brání přehřívání interiéru.

Na plochou střechu je navržen stěření výlez od firmy FAKRO model DRL. Jeho půdorysné rozměry jsou 1200 x 600 mm a jsou přizpůsobeny půdním schodům. Rám výlezu je vyroben z vícekomorových PVC profilů vyplněných termoizolačním materiálem. Křídlo je vybavené gumovým těsněním a zajišťuje velmi dobré termoizolační parametry.

Vytápění

Pomocí obálkové metody byla vypočítána tepelná ztráta objektu

Vytápění zajišťuje plynový kotel, který je umístěný v 1. NP v technické místnosti. Jedná se o atmosférický plynový kotel Viadrus G90 64 kW (7,16 m³/h). Odvod spalin bude zajištěn komínovým systémem Schiedel UNI ADVANCED (světlý průřez 180 mm)

V objektu je navrženo ústřední vytápění. Rozvody budou opatřeny izolací. V každé místnosti, kde bude potřeba, budou navržena desková otopná tělesa, v koupelnách budou navržena žebříková. Každé těleso bude obsahovat výpusť a regulátor tepla.

Příprava teplé vody

V objektu je navrhnutý centrální ohřev vody, rozvod proběhne pomocí cirkulačního potrubí. Příprava teplé vody v objektu je zajištěna ohříváním zásobníkem, který není součástí návrhu. Vše je umístěno v technické místnosti v 1. NP.

Využití sluneční energie

Pasivní

V bytovém domě jsou navržena okna a balkonové dveře. Rozměry oken u balkónových dveří jsou 900 x 1200 mm a rozměry balkónových dveří jsou 1300 x 2130 mm. Většina prosklených ploch je orientována na východní a západní světovou stranu. Na vnějším povrchu skel je nanášena speciální protisluneční folie, která brání přehřívání interiéru.

5 Výpočet energetického štítu obálky budovy

Energetický štítek obálky budovy je dokument, který je definován dle ČSN 73 0540-2:2011. Dokument obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické vyjádření. Také obsahuje protokol se základními údaji o tepelném chování budovy a jejich konstrukcí. (ENERGO-STEEL, 2016)

5.1 Protokol k energetickému štítu obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Ostrava - Hulváky, Varšavská 1583/99, 709 00
Katastrální území a katastrální číslo	Zábřeh – Hulváky, 384/18
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel
Vlastník nebo společenství vlastníků,
popř. stavebník	
Adresa	
Telefon / e-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3 587,11 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1504,65 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,42
Převažující vnitřní teplota v otopném období t_{im}	18 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-15 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i (m ²)	Součinitel prostupu tepla ($U_{i+(\Delta U=0,05)}$) (W . m ⁻² .K ⁻¹)	Požadovaný součinitel prostupu tepla U_N (W . m ⁻² .K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce b_i (-)	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot (U_i + \Delta U) \cdot b_i$ (W.K ⁻¹)
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů (okna)	82,04	0,91	1,5	1	74,66
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů (výlez na střechu)	0,72	0,72	1,5	1	0,52
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů (balkonové dveře)	46,96	1,35	1,5	1	63,40
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů (vchodové dveře)	4,41	1,25	1,5	1	5,51
Celkem VPC obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	602,17	0,168	0,3	1	101,16
Celkem ŽB obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	258,44	0,176	0,3	1	45,49
Střecha	266,38	0,142	0,24	1	37,83
Podlaha na terénu	267,10	0,463	0,45	0,42	51,94
Celkem					$H_T = 376,54$

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle SN 73 0540-2.

Stanovení prostupu tepla obálkou

Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T/A$	W.K ⁻¹	0,25
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	W.m ⁻² .K ⁻¹	0,39

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² .K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi úsporná	← 0,5
B	$0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N}$	Úsporná	← 0,57
C	$0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N}$	Vyhovující	← 1,0
D	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N}$	Nevyhovující	← 1,5
E	$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N}$	Nehospodárná	← 2,0
F	$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N}$	Velmi nehospodárná	← 2,5
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N}$	Mimořádně nehospodárná	

Tabulka 2 - Detailní charakteristika energeticky významných dat ochlazovaných konstrukcí

Označení konstrukce	Plocha stěny									Součinitel tepelné ztráty prostupem $A \cdot (U + \Delta U) \cdot b$ W K ⁻¹
	délka	šířka nebo výška	plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla	Číselník teplotní redukce	
						A	U	ΔU	b	
						m ²	W.m ² .K ⁻¹	W.m ² .K ⁻¹	-	
m	m	m ²		m ²	m ²					
S0 ₁	10,60	13,43	142,36	16	24,06	118,30	0,126	0,05	1,00	20,82
S0 ₂	10,60	13,43	142,36	16	24,34	118,02	0,126	0,05	1,00	20,77
S0 ₃	9,63	13,43	129,33	8	19,64	109,69	0,118	0,05	1,00	18,43
S0 ₃	9,63	13,43	129,33	8	19,64	109,69	0,118	0,05	1,00	18,43
S0 ₄	9,63	13,43	129,33	9	16,62	112,71	0,118	0,05	1,00	18,94
S0 ₄	9,63	13,43	129,33	9	16,62	112,71	0,118	0,05	1,00	18,94
S0 ₅	2,65	13,43	35,59			35,59	0,118	0,05	1,00	5,98
S0 ₅	2,65	13,43	35,59			35,59	0,118	0,05	1,00	5,98
SO ₆	0,82	13,43	11,01			11,01	0,126	0,05	1,00	1,94
SO ₆	0,82	13,43	11,01			11,01	0,126	0,05	1,00	1,94
SO ₁₁	2,80	13,43	37,60	4	4,60	33,00	0,118	0,05	1,00	5,54
SO ₁₂	2,80	13,43	37,60	4	7,86	29,74	0,118	0,05	1,00	5,00
14X OD ₁	1,10	1,73	1,90			26,64	0,860	0,05	1,00	24,24
6X OD ₂	0,90	0,70	0,63			3,78	0,860	0,05	1,00	3,44
14X OD ₃	0,80	1,73	1,38			19,38	0,860	0,05	1,00	17,63
14X OD ₄	0,90	1,73	1,56			21,80	0,860	0,05	1,00	19,84
1x OD ₅	0,60	0,70	0,42			0,42	0,860	0,05	1,00	0,38
1X OD ₆	0,90	0,70	0,63			0,63	0,860	0,05	1,00	0,57
1X OD ₇	0,80	0,70	0,56			0,56	0,860	0,05	1,00	0,51
1X OD ₈	1,10	0,70	0,77			0,77	0,860	0,05	1,00	0,70
7X OD ₉	0,90	1,28	1,15			8,06	0,860	0,05	1,00	7,34
1x OD ₁₀ (STŘEŠNÍ)	1,20	0,60	0,72			0,72	0,670	0,05	1,00	0,52
1X DO ₁ (VCHODOVÉ)	2,10	2,10	4,41			4,41	1,200	0,05	1,00	5,51
14X DO ₂ (BALKONOVÉ)	1,30	2,58	3,35			46,96	1,300	0,05	1,00	63,39
PDL			267,10			267,10	0,413	0,05	0,42	51,94
SCH			267,10	1	0,72	266,38	0,092	0,05	1,00	37,83
$H_T = 376,54$										

5.2 Klasifikace

Datum vystavení energetického štítku: 28 / 5 / 2017

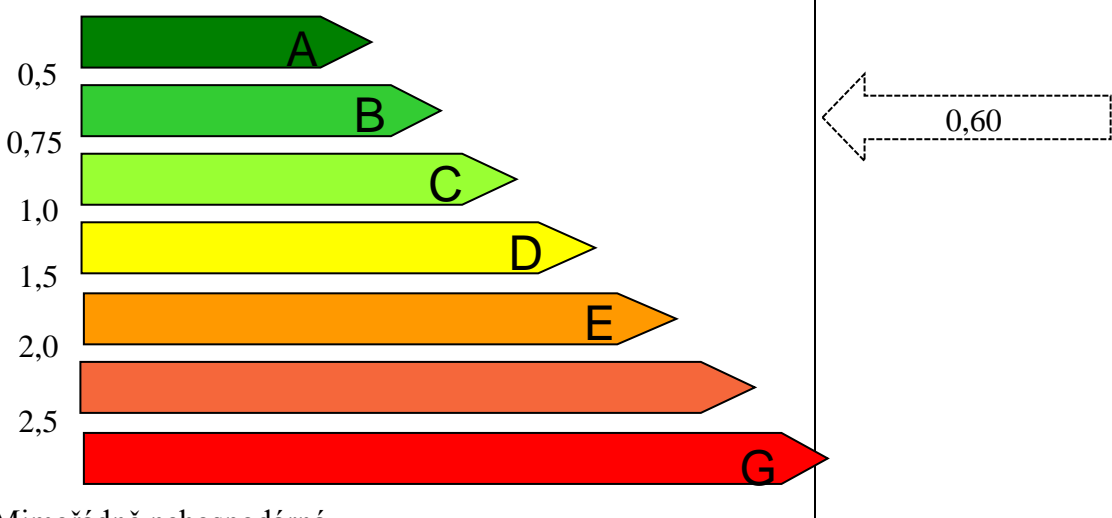
Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Lukáš Černocho

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednavatelem.

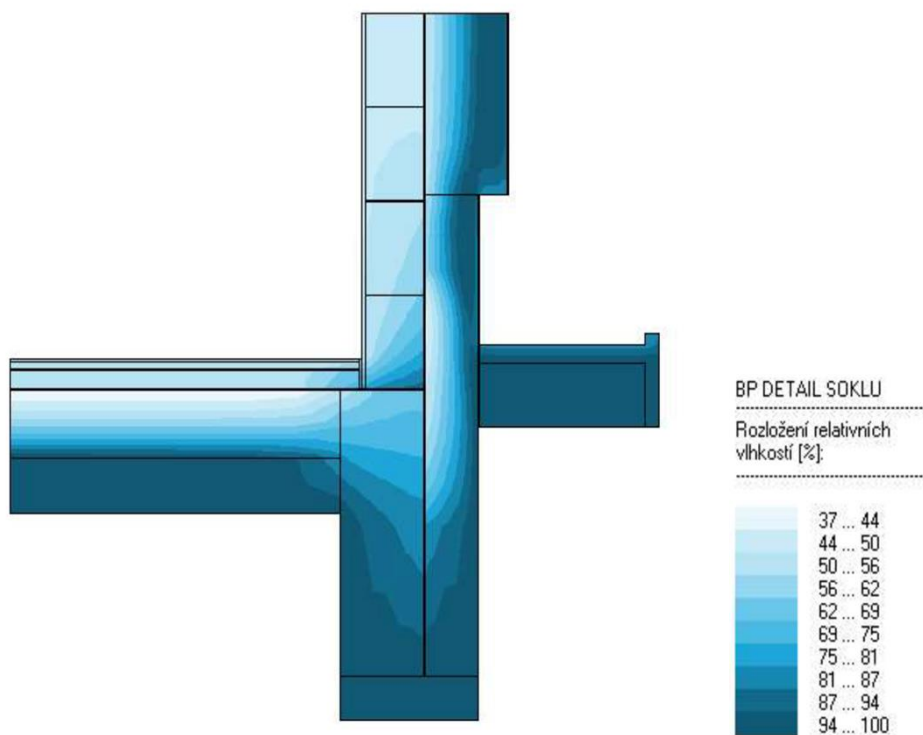
Ochlazovaná konstrukce	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A_i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U (W · m ⁻² · K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce b_i (-)	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ (W · K ⁻¹)	Plocha A_i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U (W · m ⁻² · K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce b_i (-)	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ (W · K ⁻¹)
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů (okna)	82,04	1,5	1	123,06	82,04	0,86	1	70,55
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů (výlez na střechu)	0,72	1,5	1	1,08	0,72	0,67	1	0,48
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů (balkonové dveře)	46,96	1,7	1	79,83	46,96	1,30	1	61,05
Celkem započitatelná plocha výplň otvorů (vchodové dveře)	4,41	1,7	1	7,50	4,41	1,20	1	5,29
Celkem VPC obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	578,73	0,3	1	173,62	578,73	0,118	1	68,29
Celkem ŽB obvodové stěny po odečtení výplně otvorů	258,44	0,3	1	77,53	258,44	0,126	1	32,56
Střecha	266,38	0,24	1	63,93	266,38	0,092	1	24,51
Podlaha na terénu	267,10	0,45	0,42	50,48	267,10	0,413	0,42	46,33
Celkem	1504,65			577,03	1504,65			309,05

Tepelné vazby ²⁾	(1504,65*0,02)	(30,09)	(1504,65*0,05)	(67,49)
Celková měrná ztráta prostupem tepla		607,12		376,54
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tab. 5	$U_{em,N} = \frac{\sum (U_{N,i} * A_i * b_i)}{\sum A_i} + 0,02$ nejvýše však 0,5 $U_{em,N} = 607,12 / 1504,65 + 0,02 = 0,39$	požadovaná hodnota: 0,42 dporučená: 0,29	376,54/1504,65	0,250 Vyhovuje doporučené hodnotě
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C		0,250/0,42=0,60	Třída B - úsporná	
¹⁾ Započitatelnost velkých ploch výplní otvorů viz. 5.3.3 ²⁾ V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb podle 5.3.4 stanoven konstantní přírážkou 0,02. V případě hodnocené budovy se stanoví vliv tepelných vazeb co nejlepším dostupným výpočtem v souladu s ČSN 73 0540-4.				

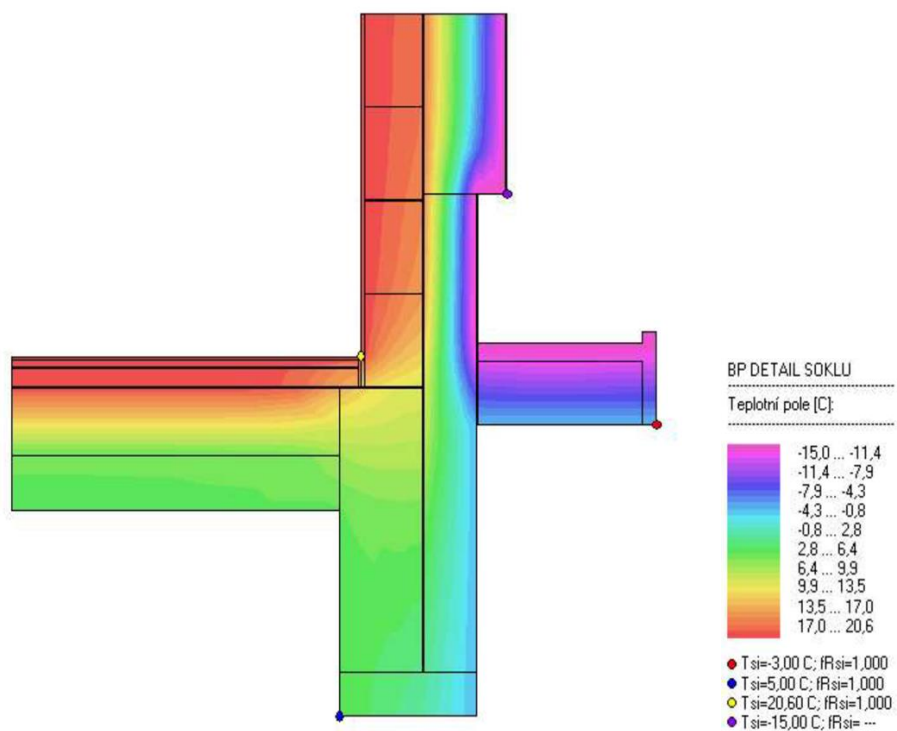
ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy: Bytový dům Adresa budovy: Ostrava, Varšavská 1583/99, 709 00		Hodnocení obálky budovy:				
Celková podlahová plocha: 267,10 m ²						
CI Velmi úsporná Mimořádně neekonomická						
KLASIFIKACE		B				
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em,N}$ (pož. hodnota) ve W/(m ² .K) $U_{em} = H_T/A$		0,25	0,16			
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m ² .K)		0,42	-			
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
U_{em}						
Platnost štítku do		-				
Vypracoval		Jméno a příjmení: Lukáš Černocho				

Obrázek 3 – Detail soklu: rozložení relativních vlhkostí (Area 2017 EDU)



Obrázek 4 – Detail soklu: teplotní pole (Area 2017 EDU)



6 Závěr

Cílem prohlubující části bakalářské práce bylo provést výpočet a zhodnotit bytový dům podle energetické náročnosti.

Řešený objekt leží ve vhodné lokalitě – je částečně chráněný okolní zástavbou před účinky větru. Nízká hodnota faktoru tvaru (A/V) dokazuje, že tvar budovy není příliš složitý. Orientace oken není zcela ideální, nicméně zajistí budově patřičné pasivní solární zisky a dostatečné proslunění. Budova je zaizolována kvalitním tepelným izolantem, osazena okny s nízkým součinitelem prostupu tepla a kvalitní skleněnou výplní v podobě trojskel. Vzduchotěsnost zajišťuje vhodný návrh konstrukčních detailů. Větrání bytového domu by zajišťovalo nucené (strojní) větrání s možností zpětného získávání tepla díky rekuperačnímu výměníku. Z nedostatku času návrh rekuperace není součástí řešení. Vytápění objektu je uskutečněno pomocí atmosférického plynového kotle. Dimenze kotle je navržena tak, aby zařízení pracovalo ve svém optimálním režimu. Tím zajistíme, že účinnost zdroje tepla bude co nejvyšší. Spolehlivý přísun elektrické energie zajišťuje napojení k distribuční síti.

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle SN 73 0540-2. Z hlediska stavebních konstrukcí, které oddělují budovu od venkovního prostředí, je objekt zařazen do klasifikační třídy B (úsporná).

Díky užití kvalitních stavebních materiálů, dodržení správných technologických postupů při realizaci výstavby a vhodnému návrhu zdroje tepla jsme dosáhli toho, že budova splňuje podmínky pro komfortní bydlení, snižuje provozní náklady a šetří životní prostředí.

7 Citovaná literatura

EkoWATT, 2007. *Zásady výstavby nízkoenergetických domů* [online] [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/uspory-energie/zasady-vystavby-nizkoenergetickych-domu>

ENERGO-STEEL, 2016. *Energetický štítek obálky budovy* [online] [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.energo.cz/nabidka-sluzeb/energetika/energeticky-stitek-obalky-budovy/>

nizkoenergetickydum.cz, 2015. *Vytápění* [online] [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.nizkoenergetickydum.cz/vytapeni>

tzbinfo, 2013. *Vytápění* [online] [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9635-optimalni-volba-zdroje-pro-nizkoenergeticke-domy>

archiweb.cz, 2006. *Salon* [online] [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/salon.php?action=show&id=995&type=10>

ekonomicke-stavby, 2006. *program-nizkoenergeticky-dum* [online] [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.ekonomicke-stavby.cz/program-nizkoenergeticky-dum>

pasivnidomy.cz, 2006. *co-je-pasivni-dum* [online] [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Jižní a západní zasklení.....	5
Obrázek 2 – Princip Trombeho stěny	5
Obrázek 3 – Detail soklu: rozložení relativních vlhkostí	19
Obrázek 4 – Detail soklu: teplotní pole	19

9 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Některé fyzikální vlastnosti zasklení s různou výplní.....	7
Tabulka 2 – Detailní charakteristika energeticky významných dat ochl. -kcí.....	15

