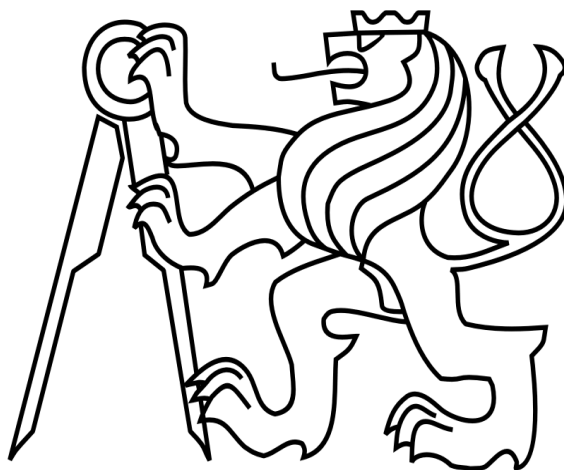


České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Nízkoenergetický rodinný dům

Bakalářská práce

Květen 2017

Holanová Markéta

Název stavby: Nízkoenergetický rodinný dům

Místo stavby: Praha - Libuš

Vedoucí bakalářské práce : Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.

Vypracovala: Markéta Holanová

Datum: Květen 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně, a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Holanová Markéta

20. května 2017

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Ctislavu Fialovi za věcné připomínky, dobré rady, trpělivost a vstřícnost při konzultacích. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Tato práce se zaměřuje na návrh nízkoenergetického rodinného domu oblastí návrhu bilancí a základního trasování TZB. Dále se zabývá vybranou variantou, a pro ni zpracovává stavební část projektové dokumentace v rozsahu pro stavební povolení včetně pěti vybraných detailů.

Návrh konstrukčních variant vychází ze součinitele prostupu tepla, který je vypočítán v programu ENERGIE. Byly spočítány tepelné ztráty, dále byl navržen energonositel a zásobník teplé vody, poté byla určena celková potřeba energie na m² za rok. Na základě toho byl odvozen součinitel prostupu tepla, na nějž byl proveden návrh tří variant obvodového pláště.

Porovnáním variant dle náročnosti výstavby, svázané energie a součinitele prostupu tepla, byla vybrána nejvýhodnější varianta a pro ni zpracována stavební část projektové dokumentace v rozsahu pro stavební povolení.

Výsledkem této práce je návrh realizace nízkoenergetického rodinného domu s dodržením technologických postupů a konstrukčních detailů v rozsahu celé stavby.

Klíčová slova: Nízkoenergetický, dům, prostup tepla, energie, varianta

Abstrakt

This bachelor thesis is focused on the design of a low-energy family house in few variants, proposal of balances and basic tracing of the Microenvironmental and Building Services. It deals with these selected options and for this variant handles the construction part of the project documentation in detail for the building permit, including five selected details.

Draft design variants are subordinated to the heat transfer coefficient, which was obtained by calculation in the ENERGY program. There were recalculated heat losses and design of proposal for energy carriers and hot water tank. These data were inserted into the program, which generates the total energy requirement per m^2 per year. According to calculation was derived the coefficient of heat transfer and a draft of three variants of the cladding.

Comparing of the variants based on the difficulty of construction, the connected energy and the coefficient of heat transfer was selected the most suitable solution.

The results of bachelor thesis is effective design of low-energy house in one most suitable option.

Keywords: Low-energy, haus, heat transfer, energy, variant.

Obsah

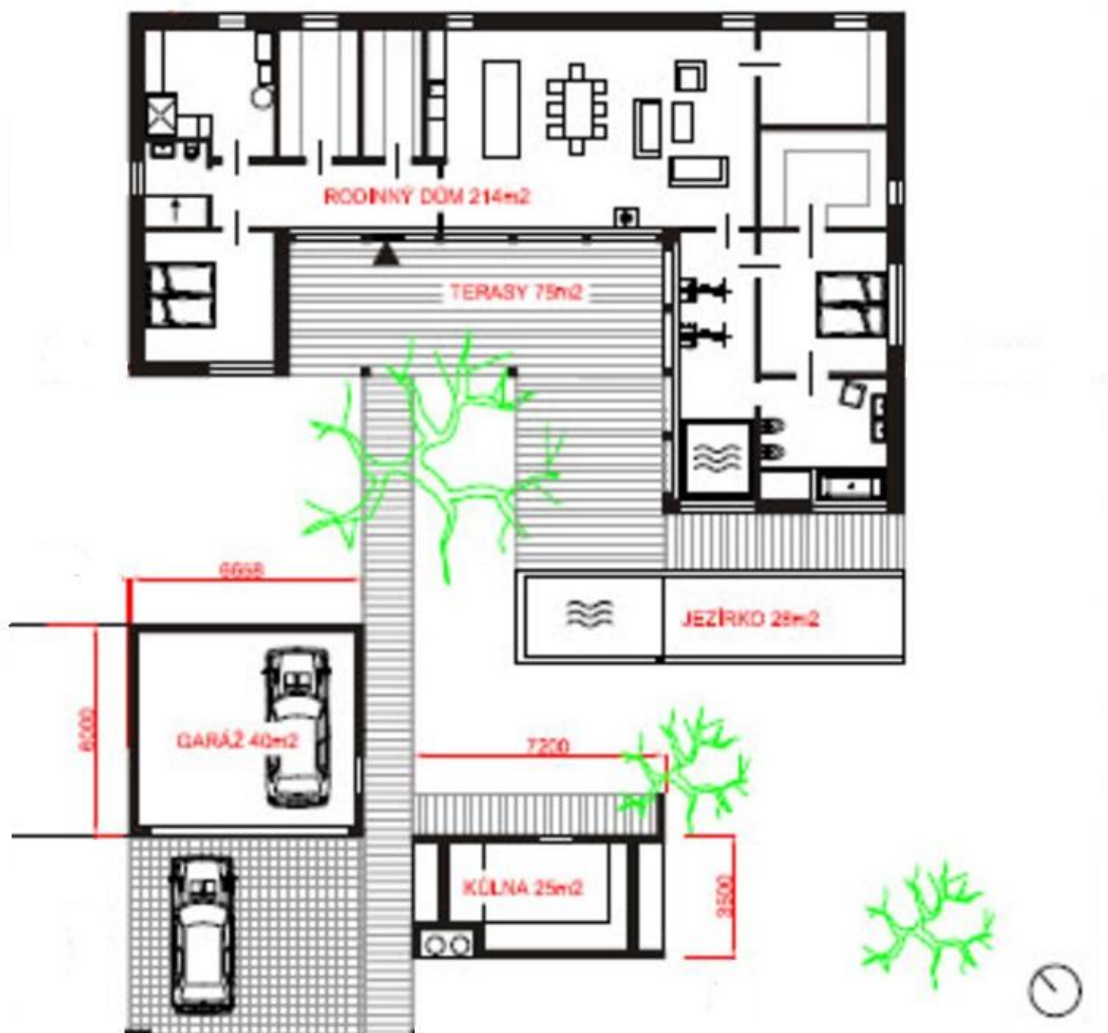
1	Úvod	2
2	Konstrukční varianty	3
2.1	Varianta 1 - stěnový systém ze zdících prvků YTONG	7
2.2	Varianta 2 - masivní dřevěný skelet	8
2.3	Varianta 3 - železobetonový skelet.....	9
3	Výběr konstrukčního systému	10
4	Závěr	10
5	Přílohy	11
5.1	Tepelně technické posudky	11
5.2	Energetická náročnost budovy	11
5.3	Projektová dokumentace: průvodní a souhrnná technická zpráva, výkresy	11
5.4	Část TZB: technická zpráva, výkresy, výpočty	11
6	Internetové zdroje	11
7	Literatura	12

1 Úvod

Tématem této bakalářské práce je návrh nízkoenergetického rodinného domu ve třech konstrukčních variantách, dále vypracování projektové dokumentace v rozsahu pro stavební povolení zvolené varianty a návrh trasování rozvodů TZB pro jednu zvolenou variantu.

Hlavním požadavkem na nízkoenergetický dům je parametr energetické náročnosti, která musí být menší než $50\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Dále je určeno, že hodnoty součinitele prostupu tepla se musí pohybovat v rozmezích $0,15\text{--}0,1\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ u střechy, u obvodových stěn $0,18\text{--}0,12\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ a u podlahy $0,22\text{--}0,15\text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Vzhledem k typu konstrukce musí být tloušťka tepelné izolace minimálně 140 mm, doporučeno 160 mm. Toto řešení je navrhováno z důvodu osazení venkovních žaluzií. Dle studie je navržena zelená střecha.

Výchozí zadání

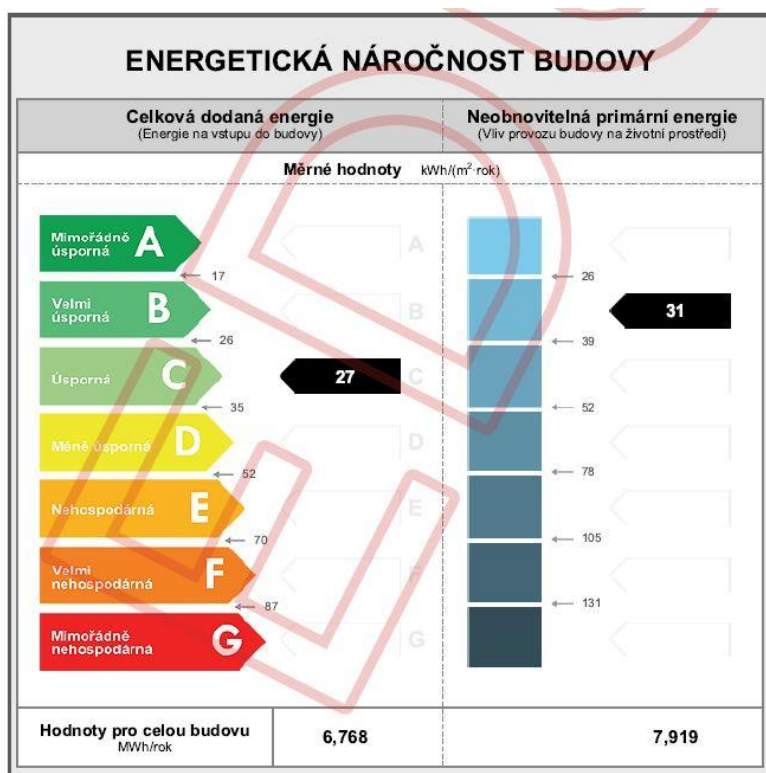


2 Konstrukční varianty

Nejprve byly spočítány tepelné ztráty, dále byl navržen hlavní energonositel a zásobník teplé vody. Z důvodu zjednodušení a dostupnosti pouze studijní verze programu ENERGIE,

byla převedena spotřeba energie na ohřev teplé vody pouze na jednoho energonositele a byl upraven poměrem výchozích hodnot.

Na základě výsledků z programu ENERGIE bylo rozhodnuto, že součinitel prostupu tepla U se bude pohybovat okolo hodnoty $0,15\text{W/m}^2\text{K}$. Tento součinitel byl navržen na tři varianty obvodového pláště. Dále byly porovnávány konstrukční varianty dle environmentálních hledisek.



Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledky z programu envimat:

Legenda:

Svázaná energie	PEI [MJ/m ²]
Svázané emise CO ₂	GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]
Svázané emise SO ₃	AP [g SO ₂ ekv./m ²]
Potenciál Eutrofizace	EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]
Potenciál ničení ozonové vrstvy	ODP [g R-11 ekv./m ²]
Potenciál tvorby přízemního ozonu	POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]
Objemová hmotnost	ρ [kg/m ³]

Zdroj: Vlastní zpracování

Obvodový plášť var.1:

Parametry

Parametr	Hodnota
PEI [MJ/m ²]	488,867
GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]	52,5347
AP [g SO ₂ ekv./m ²]	108,699
EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]	27,481
ODP [g R-11 ekv./m ²]	0,002962
POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	7,21995
ρ [kg/m ³]	271,915
Plošná hmotnost [kg/m ²]	127,8

Skladba

Název	Tloušťka [mm]	PEI [MJ/m ²]	GWP [kg CO ₂]	AP [g SO ₂ ekv./m ²]	EP [g (PO ₄) ³⁻]	ODP [g R-11 ekv./m ²]	POCP [g C ₂ H ₄]	ρ [kg/m ³]
Omitka s organickým pojivem	5	5,07558	0,19124	0,70461	0,263	0,000018	0,089794	1800
Minerální vlna ISOVER	160	18,3542	1,4292	6,14583	0,039583	0,000055	0,383333	30
Tvarovky plynosilikátové,	300	3,24998	0,4117	0,6742	0,233	0,000023	0,042531	350
Omitka sádrová	5	1,53765	0,080543	0,227	0,051	0,000011	0,01173	1800

Zdroj: Vlastní zpracování

Obvodový plášť var.2:

Parametry	Bez sloupu	Se sloupem
Parametr	Hodnota	Hodnota
PEI [MJ/m ²]	640,338	619,483
GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]	32,7784	32,9431
AP [g SO ₂ ekv./m ²]	133,634	154,544
EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]	35,1744	53,9351
ODP [g R-11 ekv./m ²]	0,001873	0,0025715
POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	13,2845	14,1891
ρ [kg/m ³]	128,34	365,533
Plošná hmotnost [kg/m ²]	59,229	160,652

Skladba

Název	Tloušťka [mm]	PEI [MJ/m ²]	GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]	AP [g SO ₂ ekv./m ²]	EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]	ODP [g R-11 ekv./m ²]	POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	ρ [kg/m ³]
Omítka s organickým pojivem	5	5,07558	0,19124	0,70461	0,263	0,000018	0,089794	1800
Minerální vlna ISOVER	160	18,3542	1,4292	6,14583	0,039583	0,000055	0,383333	30
OSB deska	22	12,5057	0,481323	2,03708	0,917	0,000024	0,295185	650
Minerální vlna ISOVER	140	18,3542	1,4292	6,14583	0,039583	0,000055	0,383333	30
OSB deska	22	12,5057	0,481323	2,03708	0,917	0,000024	0,295185	650
Vzduchová dutina	100	0	0	0	0	0	0	0
Sádrokartonová deska	12,5	5,74453	0,35429	1,0976	0,498	0,00004	0,046724	1000

Nebo

Skladba

Název	Tloušťka [mm]	PEI [MJ/m ²]	GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]	AP [g SO ₂ ekv./m ²]	EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]	ODP [g R-11 ekv./m ²]	POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	ρ [kg/m ³]
Omítka s organickým pojivem	5	5,07558	0,19124	0,70461	0,263	0,000018	0,089794	1800
Minerální vlna ISOVER	160	18,3542	1,4292	6,14583	0,039583	0,000055	0,383333	30
OSB deska	22	12,5057	0,481323	2,03708	0,917	0,000024	0,295185	650
Řezivo, tvrdé dřevo	200	1,95887	0,108752	0,6321	0,267	0,00001	0,056131	600
OSB deska	22	12,5057	0,481323	2,03708	0,917	0,000024	0,295185	650
Vzduchová dutina	62	0	0	0	0	0	0	0
Sádrokartonová deska	12,5	5,74453	0,35429	1,0976	0,498	0,00004	0,046724	1000

Zdroj: Vlastní zpracování

Obvodový plášť var.3:

Parametry	Bez sloupu	Se sloupem
Parametr	Hodnota	Hodnota
PEI [MJ/m ²]	619,358	773,64
GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]	33,7056	76,6946
AP [g SO ₂ ekv./m ²]	137,792	185,636
EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]	30,501	52,3806
ODP [g R-11 ekv./m ²]	0,00187792	0,00328095
POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	12,6695	13,4293
ρ [kg/m ³]	119,011	1110,52
Plošná hmotnost [kg/m ²]	563516	525,831

Skladba

Název	Tloušťka [mm]	PEI [MJ/m ²]	GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]	AP [g SO ₂ ekv./m ²]	EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]	ODP [g R-11 ekv./m ²]	POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	ρ [kg/m ³]
Omítka s organickým pojivem	5	5,07558	0,19124	0,70461	0,263	0,000018	0,089794	1800
Minerální vlna ISOVER	160	18,3542	1,4292	6,14583	0,039583	0,000055	0,383333	30
OSB deska	18	12,5057	0,481323	2,03708	0,917	0,000024	0,295185	650
Minerální vlna ISOVER	220	18,3542	1,4292	6,14583	0,039583	0,000055	0,383333	30
OSB deska	18	12,5057	0,481323	2,03708	0,917	0,000024	0,295185	650
Vzduchová dutina	40	0	0	0	0	0	0	0
Sádrokartonová deska	12,5	5,74453	0,35429	1,0976	0,498	0,00004	0,046724	1000
Železobeton		0,578546	0,110117	0,185708	0,046508	3,714822	0,00691	2380,27

Nebo

Skladba

Název	Tloušťka [mm]	PEI [MJ/m ²]	GWP [kg CO ₂ ekv./m ²]	AP [g SO ₂ ekv./m ²]	EP [g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²]	ODP [g R-11 ekv./m ²]	POCP [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	ρ [kg/m ³]
Omítka s organickým pojivem	5	5,07558	0,19124	0,70461	0,263	0,000018	0,089794	1800
Minerální vlna ISOVER	160	18,3542	1,4292	6,14583	0,039583	0,000055	0,383333	30
OSB deska	18	12,5057	0,481323	2,03708	0,917	0,000024	0,295185	650
Vzduchová dutina	20	0	0	0	0	0	0	0
Železobeton	200	0,578546	0,110117	0,185708	0,046508	3,714822	0,00691	2380,27
OSB deska	18	12,5057	0,481323	2,03708	0,917	0,000024	0,295185	650
Vzduchová dutina	40	0	0	0	0	0	0	0
Sádrokartonová deska	12,5	5,74453	0,35429	1,0976	0,498	0,00004	0,046724	1000

Zdroj: Vlastní zpracování

2.1 Varianta 1 - stěnový systém ze zdících prvků YTONG

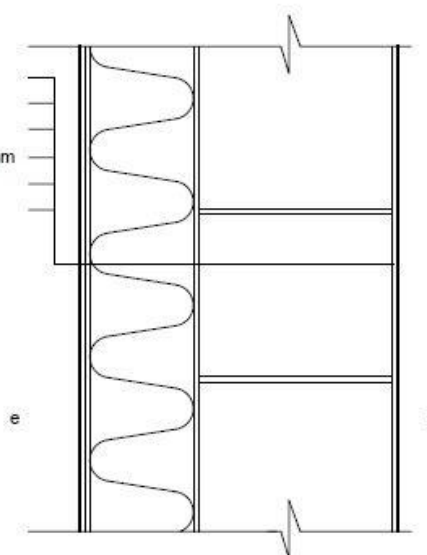
- svislá nosná konstrukce je tvořena ze zdících prvků Ytong P2-400
- vodorovná nosná konstrukce je tvořena monolitickými stropy se skrytými průvlaky

Nevýhody:

- velká nasákavost nosného materiálu
- nutnost technologická přestávka

Souvrství 1

MINERÁLNÍ OMÍTKA WEBER MIN. TL. 3 mm
SANAČNÍ LEPÍČÍ STĚRKA BAUMIT TL. 5 mm
TEPELNÁ IZOLACE ISOVER NF 333 TL. 160 mm
LEPIDLO NA TEP. IZOLANT WEBER THERM KL TL. 5 mm
YTONG P2-400 TL. 300 mm
ŠTUKOVÁ OMÍTKA BAUMIT TL. 5 mm



Zdroj: Vlastní zpracování

2.2 Varianta 2 -masivní dřevěný skelet

- svislá nosná konstrukce je tvořena dřevěnými sloupy
- vodorovná nosná konstrukce je tvořena dřevěnými lepenými nosíky a stropy

Nevýhody:

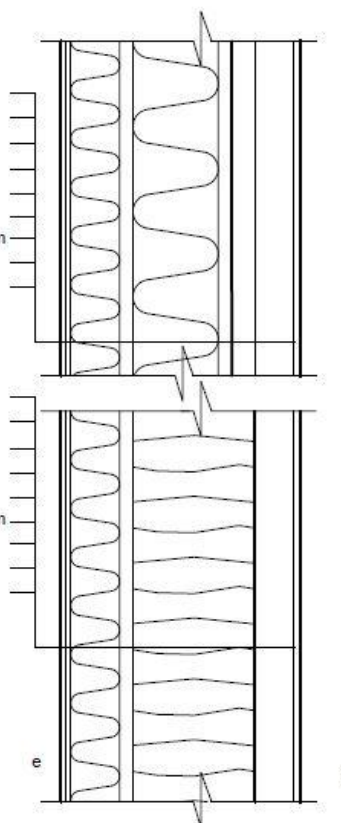
- při nedodržení technologických postupů je velké riziko nakažení dřeva dřevokazným hmyzem a houbami

Souvrství 2

SILIKONOVÁ OMÍTKA WEBER PAS. SILIKON TL 5 mm
SANAČNÍ LEPÍCÍ STĚRKA BAUMIT TL. 5 mm
MINERÁLNÍ VATA ISOVER TF PROFIL TL. 160 mm
OSB DESKA TYP 3 TL. 22 mm
MINERÁLNÍ VATA ISOVER TF PROFIL TL. 140 mm
OSB DESKA TYP 3 TL. 22 mm
PAROTĚSNÁ VRSTVA JUTAFOL N 220 SPECIAL TL. 0.3 mm
VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 100 mm
SÁDROKARTONOVÁ DESKA TL. 12,5 mm

NEBO

SILIKONOVÁ OMÍTKA WEBER PAS. SILIKON TL 5 mm
SANAČNÍ LEPÍCÍ STĚRKA BAUMIT TL. 5 mm
MINERÁLNÍ VATA ISOVER TF PROFIL TL. 160 mm
OSB DESKA TYP 3 TL. 22 mm
DŘEVĚNÝ SLOUP TL. 200 mm
PAROTĚSNÁ VRSTVA JUTAFOL N 220 SPECIAL TL. 0.3 mm
VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 40 mm
SÁDROKARTONOVÁ DESKA TL. 12,5 mm



Zdroj: Vlastní zpracování

2.3 Varianta 3 -železobetonový skelet

- svislá nosná konstrukce je tvořena železobetonové sloupy
- vodorovná nosná konstrukce je tvořena monolitické stropy se skrytými průvlaky

Nevýhody:

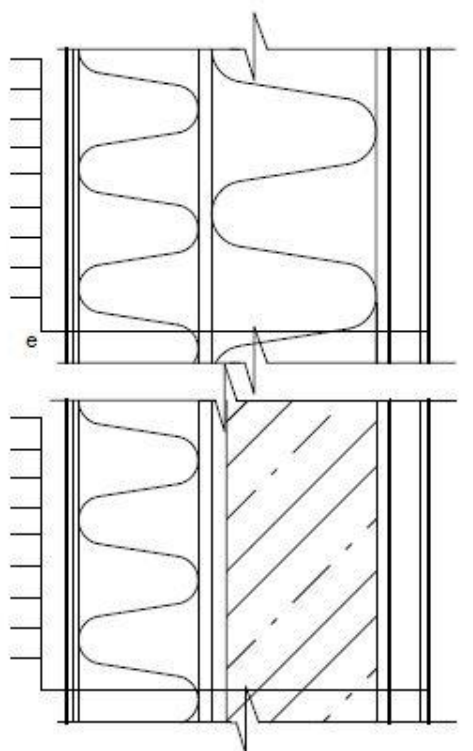
- velká pracnost
- nutná technologická přestávka

Souvrství 3

SILIKONOVÁ OMÍTKA WEBER PAS. SILIKON TL. 5 mm
SANAČNÍ LEPÍČÍ STĚRKA BAUMIT TL. 5 mm
TEPELNÁ IZOLACE ISOVER TF PROFIL TL. 160 mm
OSB DESKA TYP 3 TL. 18 mm
TEPELNÁ IZOLACE ISOVER TF PROFIL TL. 220 mm
OSB DESKA TYP 3 TL. 18 mm
PAROTĚSNÁ VRSTVA JUTAFOL N 220 SPECIAL TL. 0,3 mm
VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 40 mm
SÁDROKARTONOVÁ DESKA TL. 12,5 mm

NEBO

SILIKONOVÁ OMÍTKA WEBER PAS. SILIKON TL. 5 mm
SANAČNÍ LEPÍČÍ STĚRKA BAUMIT TL. 5 mm
TEPELNÁ IZOLACE ISOVER TF PROFIL TL. 160 mm
OSB DESKA TYP 3 TL. 18 mm
VZDUCHOVÁ MEZERA 20 mm
ŽELEZOBETONOVÝ SLOUP TL. 200 mm
OSB DESKA TYP 3 TL. 18 mm
PAROTĚSNÁ VRSTVA JUTAFOL N 220 SPECIAL TL. 0,3 mm
VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 40 mm
SÁDROKARTONOVÁ DESKA TL. 12,5 mm



Zdroj: Vlastní zpracování

3 Výběr konstrukčního systému

Při výběru konstrukčního systému byla určena rychlost výstavby jako hlavní parametr, jelikož obvodové stěny u všech posuzovaných variant byly navrženy na podobnou hodnotu součinitele prostupu tepla. Ačkoliv z environmentálního hlediska byla zvolena konstrukční varianta č.1, tedy zděný systém YTONG jako nejvýhodnější, z důvodů absence technologických přestávek u varianty č.2 vyplývá, že toto řešení je časově nejméně náročné a tedy neoptimálnější.

4 Závěr

Všechny varianty obvodových plášťů jsou vhodné pro realizaci nízkoenergetického rodinného domu. Je zapotřebí zvýšené pozornosti vhodnému řešení konstrukčních detailů, jejich těsnosti a výskytu tepelných mostů.

Z výchozích variant byla zvolena varianta č.2 jako nejefektivnější. Pro tuto variantu byla vypracována stavební část projektové dokumentace v rozsahu pro stavební povolení.

5 Přílohy

5.1 Tepelně technické posudky

5.2 Energetická náročnost budovy

5.3 Projektová dokumentace: průvodní a souhrnná technická zpráva, výkresy

5.4 Část TZB: technická zpráva, výkresy, výpočty

6 Internetové zdroje

[1] Studie rodinného domu | Bydlení IQ. Bydlení IQ [online]. Copyright © 2009 [cit. 29.05.2017]. Dostupné z: <http://www.bydleni-iq.cz/inspirace-pro-bydleni/rodinne-domy/studie-rodinneho-domu/>

[2] Envimat.cz - Katalog fyzikálních a environmentálních profilů stavebních konstrukcí. Envimat.cz - Katalog fyzikálních a environmentálních profilů stavebních konstrukcí [online]. Copyright © Envimat.cz, 2010 [cit. 29.05.2017]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/>

[3] Česká plastová okna a vchodové dveře Decoplast. WD OKNA | Energeticky úsporná česká okna, dveře a zimní zahrady [online]. Copyright © Copyright 2015, [cit. 29.05.2017]. Dostupné z: <http://www.wdokna.cz/plastova-okna-a-dvere/>

[4] Rigips.cz - Sádrokarton, sádrová omítka, sádrovláknité desky Rigidur, konstrukční deska RigiStabil. Rigips.cz - Sádrokarton, sádrová omítka, sádrovláknité desky Rigidur, konstrukční deska RigiStabil [online]. Copyright © [cit. 29.05.2017]. Dostupné z: <https://www.rigips.cz>

[5] Rekuperace Vaillant. Rekuperace Vaillant [online]. Copyright © 2015 Vaillant [cit. 29.05.2017]. Dostupné z: <http://www.rekuperacevaillant.cz>

[6] 301 Moved Permanently. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: <http://tzb-info.cz>

[7] EkoWATT . EkoWATT [online]. Copyright © 2011 EkoWATT přední česká poradenská společnost v oblasti energetiky, ekonomiky a životního prostředí [cit. 29.05.2017]. Dostupné z: <http://ekowatt.cz>

[8] Plynové kotle, kondenzační kotle, solární systémy a tepelná čerpadla - Junkers. Plynové kotle, kondenzační kotle, solární systémy a tepelná čerpadla - Junkers [online]. Copyright © Junkers 2017 [cit. 29.05.2017]. Dostupné z: <http://www.junkers.cz>

[9] [online]. Dostupné z: <http://kcad.cz>

[10] Google. Google [online]. Copyright © 2017 [cit. 29.05.2017]. Dostupné z: <https://www.google.cz>

7 Literatura

- [1] FEURICH, H. a kol. Sanitärtechnik. Düsseldorf: KrammerVerlag, 1999. ISBN 3-88382-072-5.
- [2] KAPALO, P. Energetická hospodárnosť budov - energia dodaná teplej vode. Zborník prednášok 14. medzinárodnej konferencie SANHYGA 2009. Piešťany: SSTP 2009. ISBN 978-80-89216-29-1.
- [3] KOŠIČANOVÁ, D. Komentár k normám STN EN 15316-3 - Systémy prípravy teplej vody. Zborník prednášok 13. medzinárodnej konferencie SANHYGA 2008. Piešťany: SSTP 2008. ISBN 978-80-89216-24-6.
- [4] KOŠIČANOVÁ, D.-VRANAYOVÁ, Z. Príprava a distribúcia teplej vody. Košice: TU v Košiciach, Stavebná fakulta, 2009. ISBN 978-80-553-0209-6.
- [5] prof. Ing. KAREL KABELE, CSc., a Ing. MIROSLAV URBAN Ph.D., Pohled na budovy s téměř nulovou spotřebou energie v kontextu současných legislativních požadavků v ČR, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov.
- Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.
- ČSN 06 0320: 2006 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.
- ČSN EN 15316-3-1 (06 0401): 2008 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody).
- ČSN EN 15316-3-2 (06 0401): 2008 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy - Část 3-2: Soustavy teplé vody, rozvody.
- ČSN EN 15316-3-3 (06 0401): 2008 Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy - Část 3-3: Soustavy teplé vody, příprava.
- TNI 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav - Zjednodušený výpočtový postup.
- ČSN EN 12897 (75 5360): 2007 Zásobování vodou - Nepřímo ohřívané uzavřené zásobníkové ohřivače vody.
- ČSN 75 5455: 2007 Výpočet vnitřních vodovodů