



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Návrh nízkoenergetického rodinného domu

Design of low-energy family house

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

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

Zuzana Vávrová

Praha 2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Vávrová	Jméno: Zuzana	Osobní číslo: 423774
Zadávací katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh nízkoenergetického rodinného domu	
Název bakalářské práce anglicky: Design of low-energy family house	
Pokyny pro vypracování: Konstrukční návrh RD v materiálových variantách (min. 3) obálky budovy s jejich vyhodnocením dle environmentálních kritérií (envimat.cz), předběžný návrh nosných prvků, zpracování stavební části PD v podrobnosti pro stavební povolení vybrané (vítězné) varianty vč. min. 5 detailů + zpracování konceptu TZB (bilance, základní trasování).	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2017	Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

20.2.2017	Podpis studenta(ky)
Datum převzetí zadání	

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury.

V Praze dne 22.5.2017

.....
Zuzana Vávrová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Ctislavu Fialovi, Ph.D. za konzultace a jeho odborné rady.

Anotace

Cílem této práce je vytvoření stavební části projektové dokumentace k projektu nízkoenergetického rodinného domu, předběžný statický návrh nosných prvků a základní zpracování konceptu TZB. Součástí práce je návrh obvodového pláště ve třech materiálových variantách a jejich vyhodnocení z hlediska environmentálních kritérií. Projektová dokumentace je vypracována pro vybranou materiálovou variantu. Také je zpracován průkaz energetické náročnosti budovy.

Klíčová slova

nízkoenergetický rodinný dům, konstrukce, izolace, součinitel prostupu tepla, stupeň energetické náročnosti, pórobetonové tvárnice Ytong

Annotation

The aim of this work is to create construction part of project documentation for low-energy family house, preliminary static design and basic concept of its building services. Part of this work are three material designs of the building external cladding and their evaluation of environmental standards. The project is elaborated for the final material variant. Also the energy intensity certificate is calculated.

Keywords

low-energy family house, construction, isolation, coefficient of heat permeability, degree of energy intensity, aerated concrete blocks Ytong

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Návrh materiálových variant obálky budovy.....	8
2.1 Suterénní stěna.....	8
2.2 Varianta č. 1.....	9
2.3 Varianta č. 2.....	9
2.4 Varianta č. 3 - A.....	10
2.5 Varianta č. 3 - B.....	10
3. Environmentální hodnocení materiálových variant.....	11
3.1 Suterénní stěna.....	12
3.2 Varianta č. 1.....	13
3.3 Varianta č. 2,,.....	15
3.4 Varianta č. 3 - A.....	17
3.5 Varianta č. 3 - B.....	19
3.6 Výsledné porovnání.....	21
3.7 Grafické porovnání.....	22
3.8 Vyhodnocení.....	25
4. Průkaz energetické náročnosti budovy.....	26
5. Závěr.....	28
6. Přílohy.....	29
6.1 Příloha č. 1.....	29
6.2 Příloha č. 2.....	31
6.3 Příloha č. 3.....	34
6.4 Příloha č. 4.....	37
6.5 Příloha č. 5.....	40
6.6 Příloha č. 6.....	43
6.7 Příloha č. 7.....	57
Seznam obrázků.....	62
Seznam tabulek.....	62
Použitá literatura a zdroje.....	63

1. Úvod

Předmětem této bakalářské práce je návrh nízkoenergetického rodinného domu ve Zlíně.

Aby mohla být stavba považována za nízkoenergetickou podle ČSN 730 540, nesmí její roční plošná měrná potřeba tepla na vytápění přesahovat hodnotu 50 kWh/(m²a). Tato veličina vyjadřuje množství tepla, které je vztaženo na jednotku plochy (kWh/(m²a)). Jedná se o energetický výstup z objektu, který je určen ztrátami obálky objektu. Nároky na tepelně izolační obálku jsou proto vyšší než u běžných staveb. Měly by být dodrženy minimálně doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla U (W/(m²K) jednotlivých částí konstrukce, ale i součinitel prostupu tepla celkové obálky budovy. Budova zároveň musí velmi účinně využívat otopnou soustavu^[1,2]

Je nutné provést kvalitní návrh a eliminovat tepelné mosty. Dále je vhodné, aby byl dodržen kompaktní, uzavřený a málo členitý tvar budovy a zvoleno vhodné konstrukční i materiálové řešení.

Největší prosklené konstrukce se orientují přednostně na jižní stranu objektu, kde tak umožňují dostatečné proslunění místností a získávání pasivních solárních zisků tepla důležitých především v zimních měsících. Aby nedocházelo k přehřívání objektu zejména v letních měsících, je vhodné umístit stínění před okenní konstrukce na stranu exteriéru v podobě venkovních žaluzií či rolet. Exteriérové clony jsou účinnější než interiérové, protože je světlo a především teplo zachyceno dříve, než projde prosklenou konstrukcí do interiéru. Díky cirkulaci ohřívajícího vzduchu mezi venkovním stínícím prvkem a sklem je podstatná část tepla odvětrávána a neprochází tak do interiéru.^[3,4]

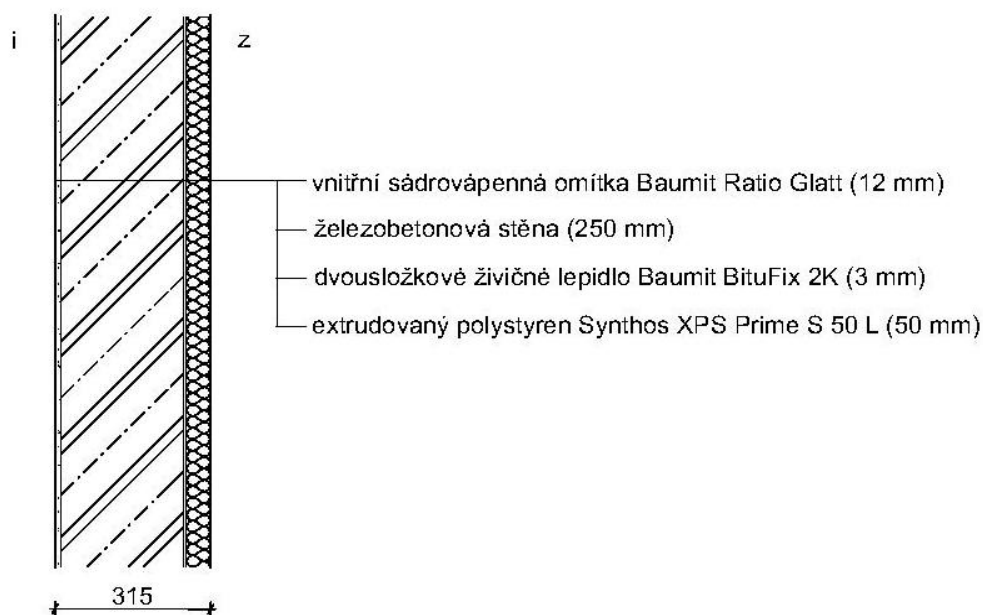
2. Návrh materiálových variant obálky budovy

Cílem návrhu je zvolit materiálovou variantu, která je nejpříjemnější z hlediska environmentálních kritérií, základních stavebně-fyzikálních vlastností a celkové tloušťky konstrukce.

Část 1.NP budovy je zasypána zeminou a tvoří tak suterénní stěny, které jsou řešeny jako železobetonové pro všechny uvažované možnosti. Pro konstrukci obvodového pláště na styku s vnějším vzduchem jsou navrženy 3 materiálové varianty. V případě třetí varianty byla navržena skladba 3 – A (jako tepelný izolant použit expandovaný polystyren) a skladba 3 – B (jako tepelný izolant použita minerální vlna). Díky tomu můžeme srovnat obě tepelné izolace mezi sebou. Všechny skladby mají po zaokrouhlení stejný součinitel prostupu tepla U ($W/(m^2K)$), aby je bylo možné mezi sebou objektivně porovnat.

2.1 Suterénní stěna

- shodná pro všechny varianty



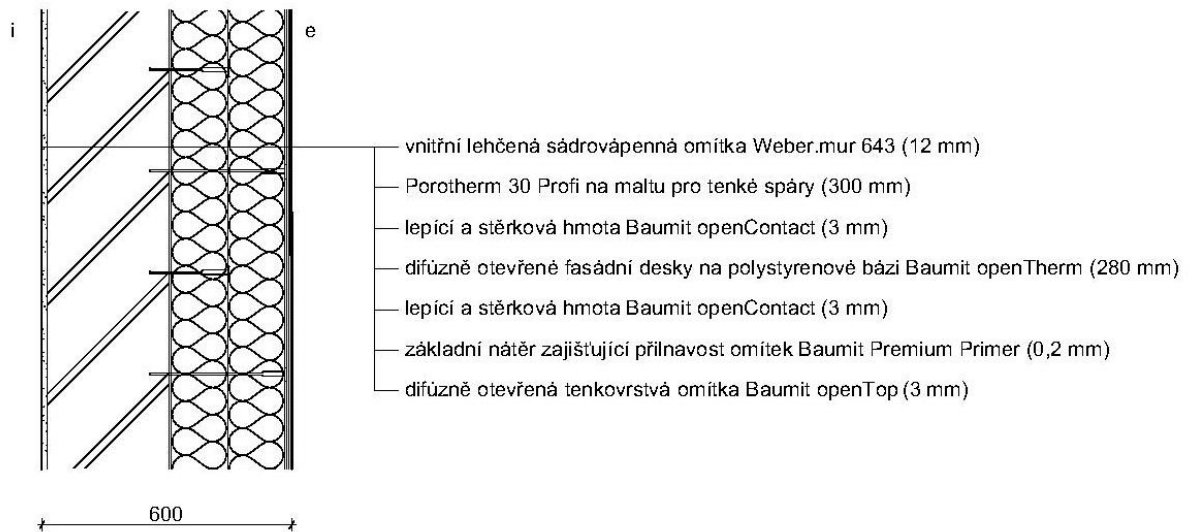
Obr. 1 Skladba suterénní stěny

Součinitel prostupu tepla U : $0,593 W/(m^2K)$

- vypočteno v programu Teplo 2014 Edu, viz. Příloha č. 1

Celková tloušťka konstrukce: 315 mm

2.2 Varianta č. 1



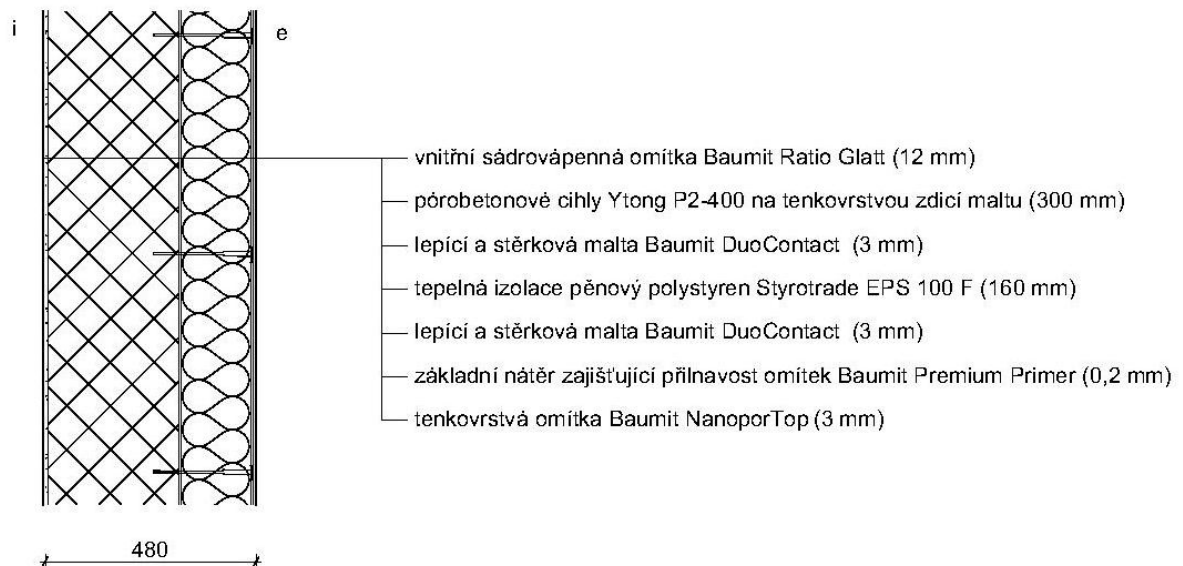
Obr. 2 Skladba obvodového pláště – 1. varianta

Součinitel prostupu tepla: 0,136 W/(m²K)

- vypočteno v programu Teplo 2014 Edu, viz. Příloha č. 2

Celková tloušťka konstrukce: 600 mm

2.3 Varianta č. 2



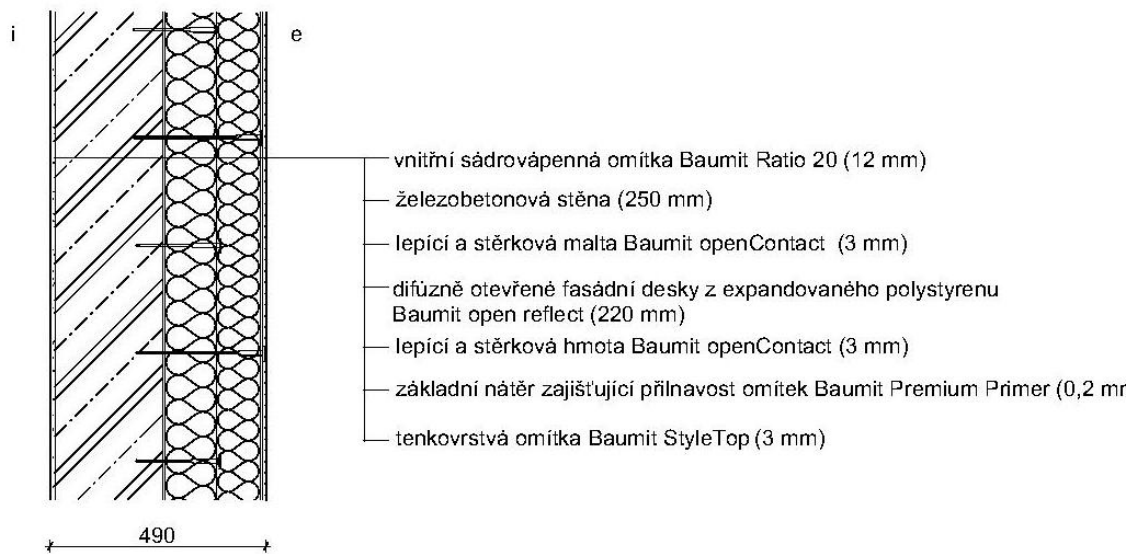
Obr. 3 Skladba obvodového pláště – 2. varianta

Součinitel prostupu tepla: 0,138 W/(m²K)

- vypočteno v programu Teplo 2014 Edu, viz. Příloha č. 3

Celková tloušťka konstrukce: 480 mm

2.3 Varianta č. 3 - A



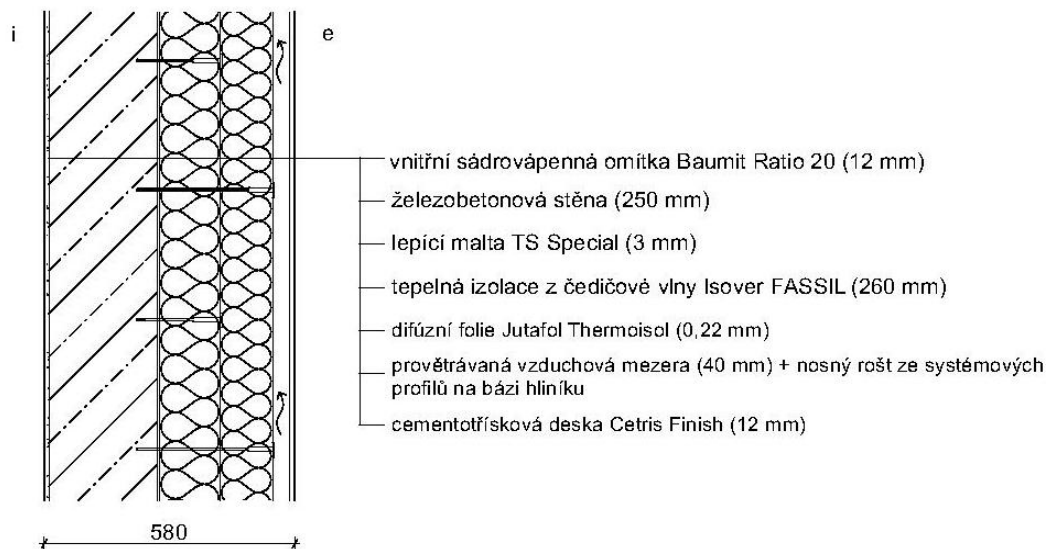
Obr. 4 Skladba obvodového pláště – 3. varianta – A

Součinitel prostupu tepla: 0,138 W/(m²K)

- vypočteno v programu Teplo 2014 Edu, viz. Příloha č. 4

Celková tloušťka konstrukce: 490 mm

2.4 Varianta č. 3 - B



Obr. 5 Skladba obvodového pláště – 3. varianta – B

Součinitel prostupu tepla: 0,132 W/(m²K)

- vypočteno v programu Teplo 2014 Edu, viz. Příloha č. 5

Celková tloušťka konstrukce: 580 mm

3. Environmentální hodnocení materiálových variant

Jednotlivé skladby jsou posouzeny z hlediska vlivu na životní prostředí. ^[5,6]

Jednotlivá kritéria:

- *Svázaná energie (PEI)* - udává celkovou spotřebu přírodních zdrojů energie během životního cyklu výrobku
- *Svázaná emise CO₂ (GWP)* - udává ekvivalentní emise vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, které způsobují skleníkový efekt
- *Svázaná emise SO₂ (AP)* - udává ekvivalentní emise vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, které způsobují okyselování neboli acidifikaci prostředí
- *Potenciál eutrofizace prostředí (EP)* - udává množství ekvivalentních atmosférických emisí a emisí z odpadních vod vyprodukovaných během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, které způsobují nepřírozené zvyšování obsahu živin ve vodách a půdách (eutrofizaci)
- *Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP)* - udává ekvivalentní emise CFC-11 vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, které způsobují ničení stratosférické ozónové vrstvy
- *Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP)* - udává ekvivalentní emise C₂H₄ vyprodukované během celého životního cyklu daného výrobku nebo jeho části, způsobující tvorbu přízemního ozónu ^[7]

3.1 Suterénní stěna

Betonová stěna		
Svázaná energie (PEI):	0,574926	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	0,109891	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	0,184899	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	0,046	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,00000370555	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	0,00677773	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 1 Hodnoty jednotlivých kritérií pro betonovou stěnu

Synthos XPS Prime S 50 L - polystyren extrudovaný XPS		
Svázaná energie (PEI):	96,5145	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	3,8205	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	13,392	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	3,012	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,00008839	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	1,5365	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 2 Hodnoty jednotlivých kritérií pro extrudovaný polystyren

Z těchto údajů jsou vypočteny konkrétní hodnoty pro danou materiálovou variantu v závislosti na tloušťce materiálu a jejich objemové hmotnosti:

Materiál	Betonová stěna	Synthos XPS Prime S 50 L	Konstrukce celkem
Tl. vrstvy [mm]	250	50	-
Objemová hmotnost materiálu [kg/m ³]	2500	30	-
Objem materiálu na m ² stěny [m ³]	0,25	0,05	-
Hmotnost materiálu na m ² stěny [kg]	625	1,5	-
Svázaná energie [MJ/m ²]	359,329	144,772	504,101
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	68,682	5,731	74,413
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	115,562	20,088	135,650
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv./m ²]	28,750	4,518	33,268
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00232	0,00013	0,00245
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	4,236	2,305	6,541

Tab. 3 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu suterénní stěny

3.2 Varianta č. 1

Porotherm 30 Profi - cihla pálená dutinová		
Svázaná energie (PEI):	2,5737	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	0,23862	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	0,5456	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	0,172	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,000017802	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	0,039715	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 4 Hodnoty jednotlivých kritérií pro cihlu pálenou dutinovou

Synthos XPS Prime S 50 L - polystyren extrudovaný XPS		
Svázaná energie (PEI):	96,5145	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	3,8205	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	13,392	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	3,012	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,00008839	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	1,5365	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 5 Hodnoty jednotlivých kritérií pro extrudovaný polystyren

Z těchto údajů jsou vypočteny konkrétní hodnoty pro danou materiálovou variantu v závislosti na tloušťce materiálu a jejich objemové hmotnosti:

Materiál	Porotherm 30 Profi	Baumit open Therm	Konstrukce celkem
Tl. vrstvy [mm]	300	280	-
Objemová hmotnost materiálu [kg/m ³]	850	30	-
Objem materiálu na m ² stěny [m ³]	0,3	0,28	-
Hmotnost materiálu na m ² stěny [kg]	255	8,4	-
Svázaná energie [MJ/m ²]	656,294	882,613	1538,907
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	60,848	35,382	96,230
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	139,128	125,160	264,288
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv./m ²]	43,860	21,412	65,272
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00454	0,00111	0,00565
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	10,127	56,738	66,865

Tab. 6 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu obvodové stěny – varianta č. 1

Dále jsou vypočteny hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu:

	Porothem 30 Profi + Baumit open Therm	Betonová stěna + Synthos XPS Prime S 50	Celková obvodová konstrukce objektu
Svázaná energie [MJ/m ²]	1 538,907	504,101	-
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	96,230	74,413	-
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	264,288	135,650	-
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv./m ²]	65,272	33,268	-
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00565	0,00245	-
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	66,865	6,541	-
Plocha [m ²]	251,5	65,92	-
Svázaná energie [MJ]	387 035,111	33 230,338	420 265,448
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv.]	24 201,845	4 905,305	29 107,150
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv.]	66 468,432	8 942,048	75 410,480
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv.]	16 415,908	2 193,027	18 608,935
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv.]	1,421	0,162	1,582
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv.]	16 816,548	431,183	17 247,730

Tab. 7 Hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu - varianta č. 1

3.3 Varianta č. 2

Ytong P2-400 - tvarovky plynosilikátové		
Svázaná energie (PEI):	3,24998	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	0,4117	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	0,67442	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	0,233	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,000023165	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	0,042531	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 8 Hodnoty jednotlivých kritérií pro tvarovku pěnasilikátovou

Synthos XPS Prime S 50 L - polystyren extrudovaný XPS		
Svázaná energie (PEI):	96,5145	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	3,8205	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	13,392	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	3,012	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,00008839	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	1,5365	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 9 Hodnoty jednotlivých kritérií pro extrudovaný polystyren

Z těchto údajů jsou vypočteny konkrétní hodnoty pro danou materiálovou variantu v závislosti na tloušťce materiálu a jejich objemové hmotnosti:

Materiál	Ytong P2-400	Styrotrade EPS 100 F	Konstrukce celkem
Tl. vrstvy [mm]	300	160	-
Objemová hmotnost materiálu [kg/m ³]	400	30	-
Objem materiálu na m ² stěny [m ³]	0,3	0,16	-
Hmotnost materiálu na m ² stěny [kg]	120	4,8	-
Svázaná energie [MJ/m ²]	390	504,350	894,348
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	49	20,218	69,622
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	81	71,520	152,450
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ³⁻]	27,960	12,235	40,195
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00278	0,00063	0,00341
přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	5,104	56,738	61,842

Tab. 10 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu obvodové stěny – varianta č. 2

Dále jsou vypočteny hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu:

	Porotherm 30 Profi + Baumit open Therm	Betonová stěna + Synthos XPS Prime S 50	Celková obvodová konstrukce objektu
Svázaná energie [MJ/m ²]	1 538,907	504,101	-
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	96,230	74,413	-
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	264,288	135,650	-
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv./m ²]	65,272	33,268	-
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00565	0,00245	-
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	66,865	6,541	-
Plocha [m ²]	251,5	65,92	-
Svázaná energie [MJ]	387 035,111	33 230,338	420 265,448
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv.]	24 201,845	4 905,305	29 107,150
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv.]	66 468,432	8 942,048	75 410,480
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv.]	16 415,908	2 193,027	18 608,935
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv.]	1,421	0,162	1,582
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv.]	16 816,548	431,183	17 247,730

Tab. 11 Hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu - varianta č. 2

3.4 Varianta č. 3 - A

Betonová stěna		
Svázaná energie (PEI):	0,574926	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	0,109891	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	0,184899	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	0,046	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,00000370555	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	0,00677773	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 12 Hodnoty jednotlivých kritérií pro betonovou stěnu

Synthos XPS Prime S 50 L - polystyren extrudovaný XPS		
Svázaná energie (PEI):	96,5145	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	3,8205	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	13,392	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	3,012	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,00008839	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	1,5365	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 13 Hodnoty jednotlivých kritérií pro extrudovaný polystyren

Z těchto údajů jsou vypočteny konkrétní hodnoty pro danou materiálovou variantu v závislosti na tloušťce materiálu a jejich objemové hmotnosti:

Materiál	Betonová stěna	Baumit open reflect	Konstrukce celkem
Tl. vrstvy [mm]	250	220	-
Objemová hmotnost materiálu [kg/m ³]	2500	30	-
Objem materiálu na m ² stěny [m ³]	0,25	0,22	-
Hmotnost materiálu na m ² stěny [kg]	625	6,6	-
Svázaná energie [MJ/m ²]	359,329	693,482	1052,811
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	68,682	27,800	96,482
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	115,562	98,340	213,902
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv./m ²]	28,750	16,823	45,573
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00232	0,00087	0,00319
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	4,236	44,580	48,816

Tab. 14 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu obvodové stěny – varianta č. 3 - A

Dále jsou vypočteny hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu:

	Betonová stěna + Baumit open reflect	Betonová stěna + Synthos XPS Prime S 50 L	Celková obvodová konstrukce objektu
Svázaná energie [MJ/m ²]	1052,811	504,101	-
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	96,482	74,413	-
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	213,902	135,650	-
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv./m ²]	45,573	33,268	-
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00319	0,00245	-
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	48,816	6,541	-
Plocha [m ²]	251,02	65,92	-
Svázaná energie [MJ]	264 276,617	33 230,338	297 506,955
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv.]	24 218,912	4 905,305	29 124,217
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv.]	53 693,680	8 942,048	62 635,728
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv.]	11 439,734	2 193,027	13 632,761
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv.]	0,801	0,162	0,962
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv.]	12 253,792	431,183	12 684,975

Tab. 15 Hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu - varianta č. 3 - A

3.5 Varianta č. 3 - B

Betonová stěna		
Svázaná energie (PEI):	0,574926	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	0,109891	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	0,184899	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	0,046	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,00000370555	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	0,00677773	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 16 Hodnoty jednotlivých kritérií pro betonovou stěnu

Isover FASSIL - minerální vlna kamenná		
Svázaná energie (PEI):	20,1923	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	1,1331	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	8,3583	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	1,83	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,000055368	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	0,44541	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 17 Hodnoty jednotlivých kritérií pro kamennou minerální vlnu

Cetris Finish - cementotřísková deska		
Svázaná energie (PEI):	5,39164	MJ/kg
Svázaná emise CO ₂ (GWP):	0,6218	kg CO ₂ ekv./kg
Svázaná emise SO ₂ (AP):	1,13683	g SO ₂ ekv./kg
Potenciál eutrofizace prostředí (EP):	0,296	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg
Potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP):	0,00002472	g R-11 ekv./kg
Potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP):	0,05992	g C ₂ H ₄ ekv./kg

Tab. 18 Hodnoty jednotlivých kritérií pro cementotřískovou desku

Z těchto údajů jsou vypočteny konkrétní hodnoty pro danou materiálovou variantu v závislosti na tloušťce materiálu a jejich objemové hmotnosti:

Materiál	Betonová stěna	Isover FASSIL	Cetris Finish	Konstrukce celkem
Tl. vrstvy [mm]	250	260	12	-
Objemová hmotnost materiálu [kg/m ³]	2500	50	1200	-
Objem materiálu na m ² stěny [m ³]	0,25	0,26	0,012	-
Hmotnost materiálu na m ² stěny [kg]	625	13	14,4	-
Svázaná energie [MJ/m ²]	359,329	262,500	77,640	699,468
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	68,682	14,730	8,954	92,366
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	115,562	108,658	16,370	240,590
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv./m ²]	28,750	23,790	4,262	56,802
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00232	0,00072	0,00036	0,00339
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	4,236	5,790	0,863	10,889

Tab. 19 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu obvodové stěny – varianta č. 3 – B

Dále jsou vypočteny hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu:

	Betonová stěna + Isover FASSIL + Cetriz Finish	Betonová stěna + Synthos XPS Prime S 50 L	Celková obvodová konstrukce objektu
Svázaná energie [MJ/m ²]	699,468	504,101	-
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv./m ²]	92,366	74,413	-
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv./m ²]	240,590	135,650	-
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv./m ²]	56,802	33,268	-
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv./m ²]	0,00339	0,00245	-
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv./m ²]	10,889	6,541	-
Plocha [m ²]	251,02	65,92	-
Svázaná energie [MJ]	175 580,457	33 230,338	208 810,795
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv.]	23 185,713	4 905,305	28 091,018
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv.]	60 392,902	8 942,048	69 334,950
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv.]	14 258,438	2 193,027	16 451,465
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv.]	0,851	0,162	1,012
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv.]	2 733,357	431,183	3 164,540

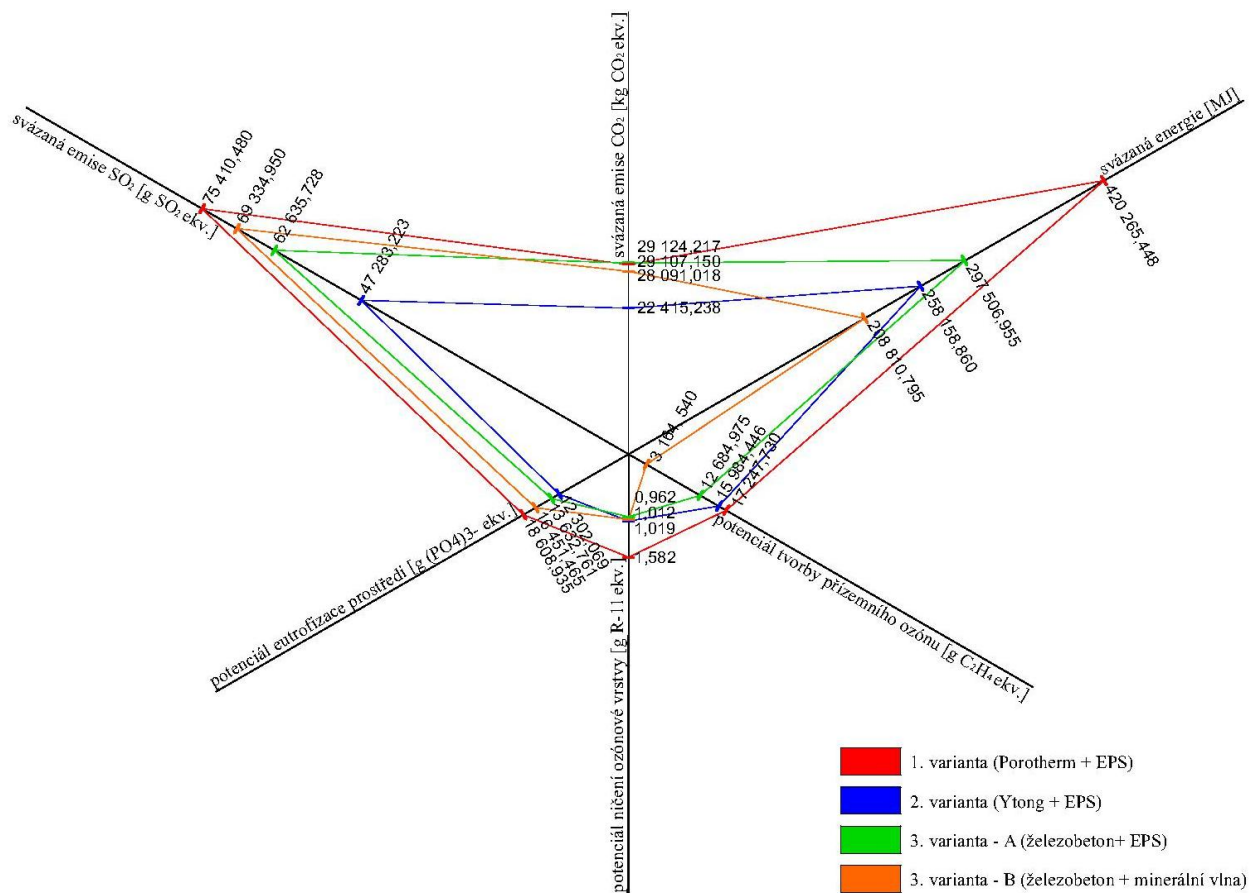
Tab. 20 Hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu - varianta č. 3 - B

3.6 Výsledné porovnání

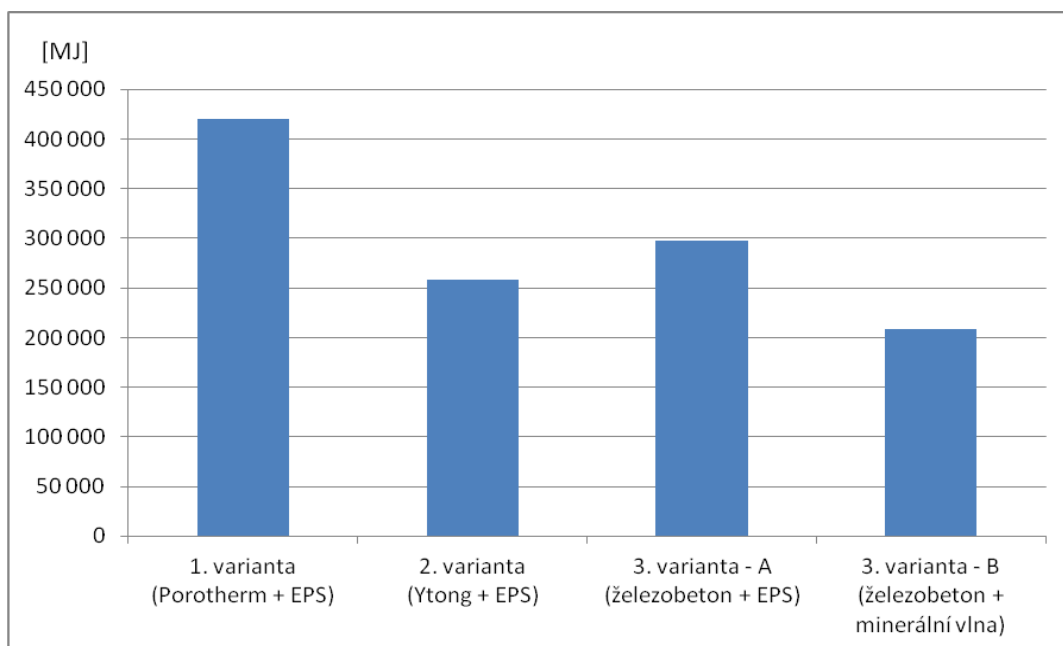
	1. varianta (Porotherm + EPS)	2. varianta (Ytong + EPS)	3. varianta - A (železobeton + EPS)	3. varianta - B (železobeton + minerální vlna)	váhové ohodnocení jedotlivých kritérií [%]
Svázaná energie [MJ]	420 265,448	258 158,860	297 506,955	208 810,795	41,333
Svázaná emise CO ₂ [kg CO ₂ ekv.]	29 107,150	22 415,238	29 124,217	28 091,018	29,333
Svázaná emise SO ₂ [g SO ₂ ekv.]	75 410,480	47 283,223	62 635,728	69 334,950	11,333
Potenciál eutrofizace prostředí [g (PO ₄) ₃ - ekv.]	18 608,935	12 302,069	13 632,761	16 451,465	3,333
Potenciál ničení ozónové vrstvy [g R-11 ekv.]	1,582	1,019	0,962	1,012	7,333
Potenciál tvorby přízemního ozónu [g C ₂ H ₄ ekv.]	17 247,730	15 984,446	12 684,975	3 164,540	7,333
celkový počet bodů dle váhového ohodnocení	192 678	120 221	139 995	103 186	

Tab. 21 Výsledné porovnání pro všechny navržené varianty

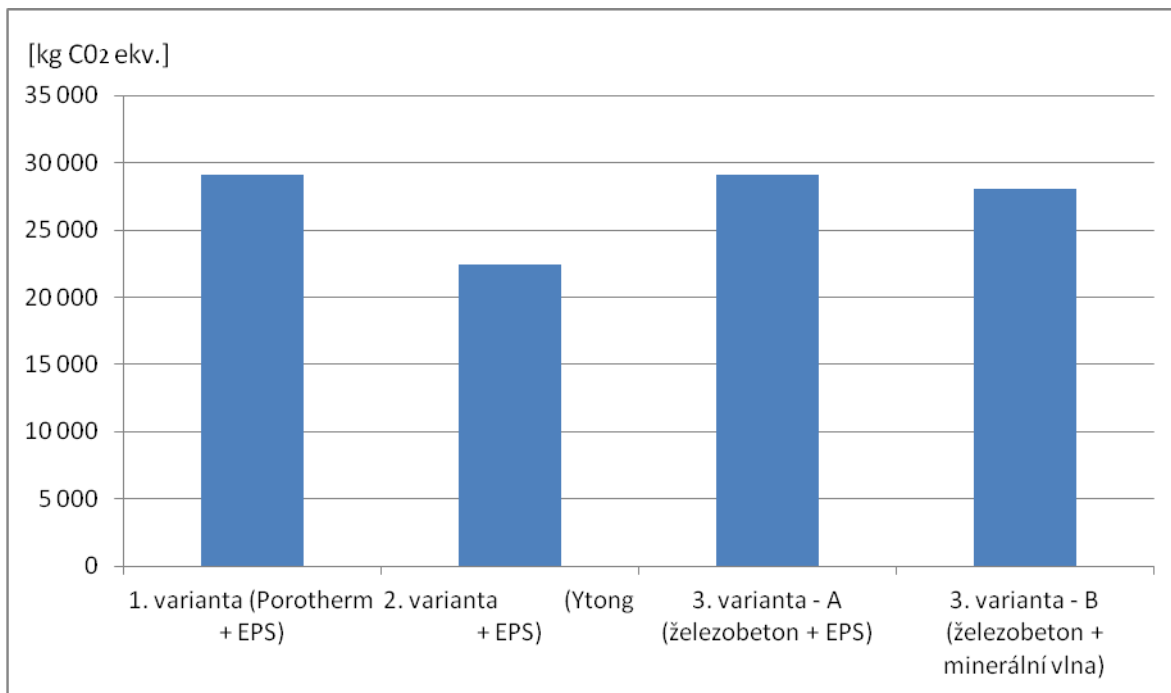
3.7 Grafické porovnání



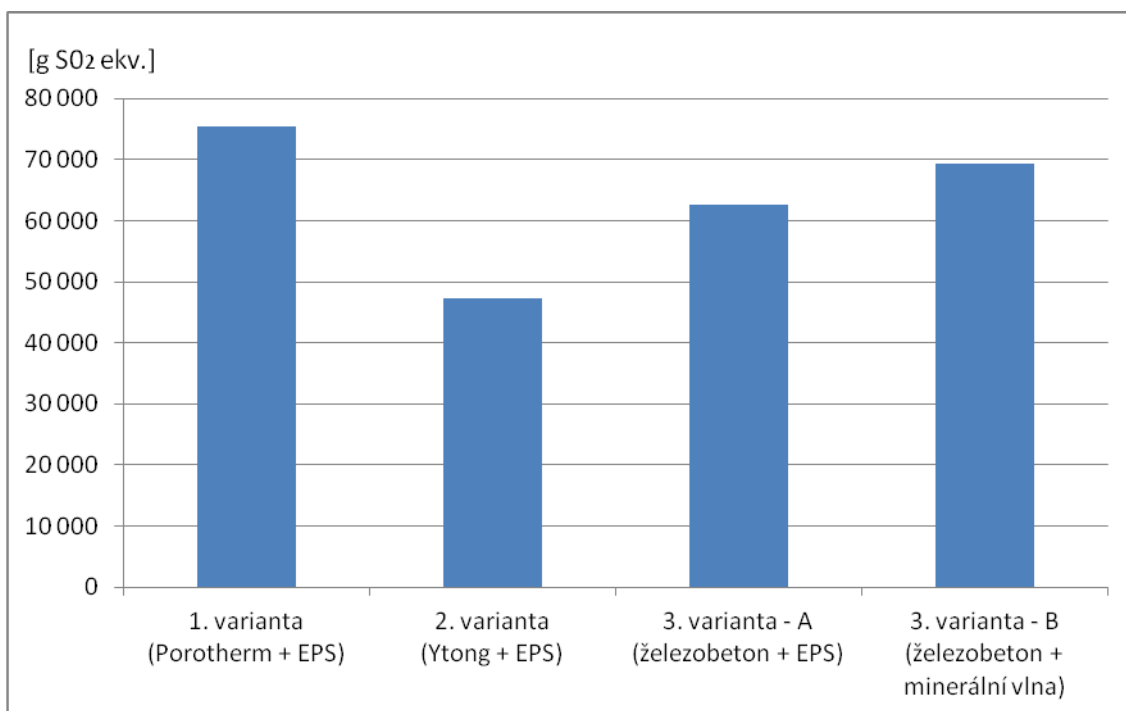
Obr. 6 Grafické porovnání skladeb z hlediska environmentálních kritérií



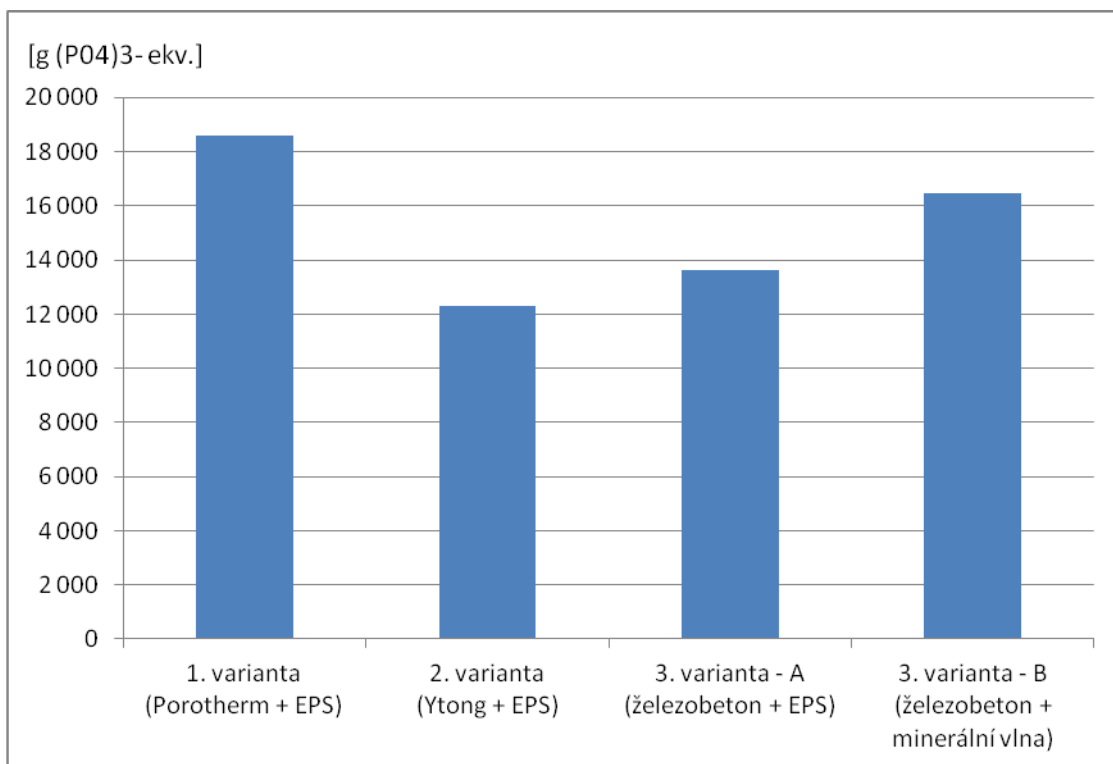
Obr. 7 Grafické porovnání skladeb dle kritéria svázané energie



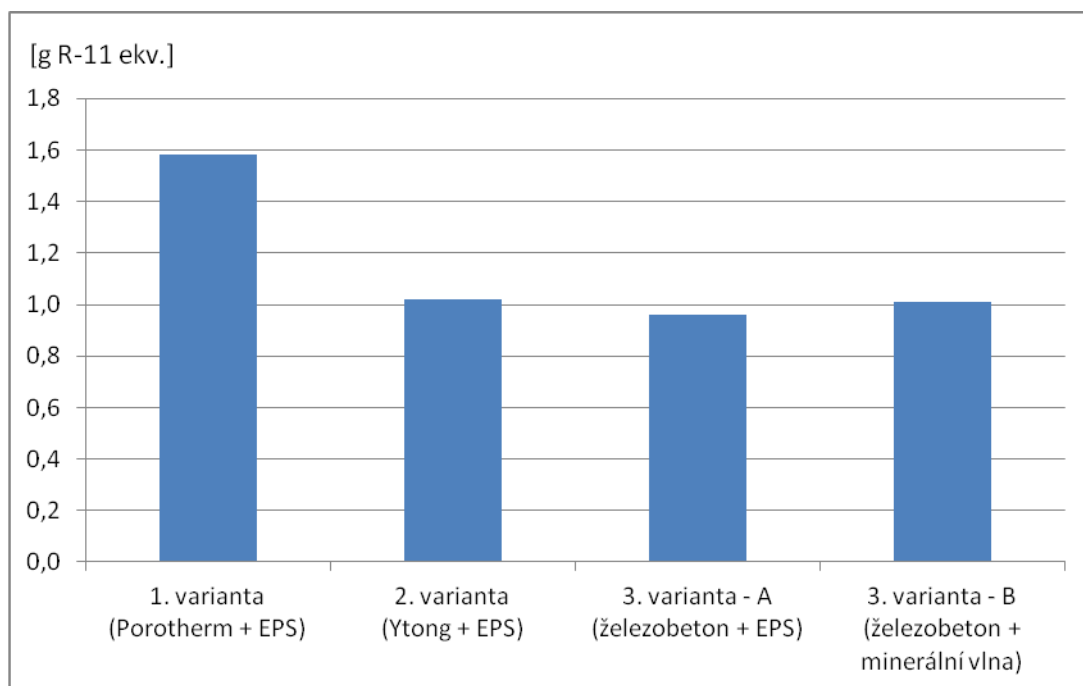
Obr. 8 Grafické porovnání skladeb dle kritéria svázané emise CO₂



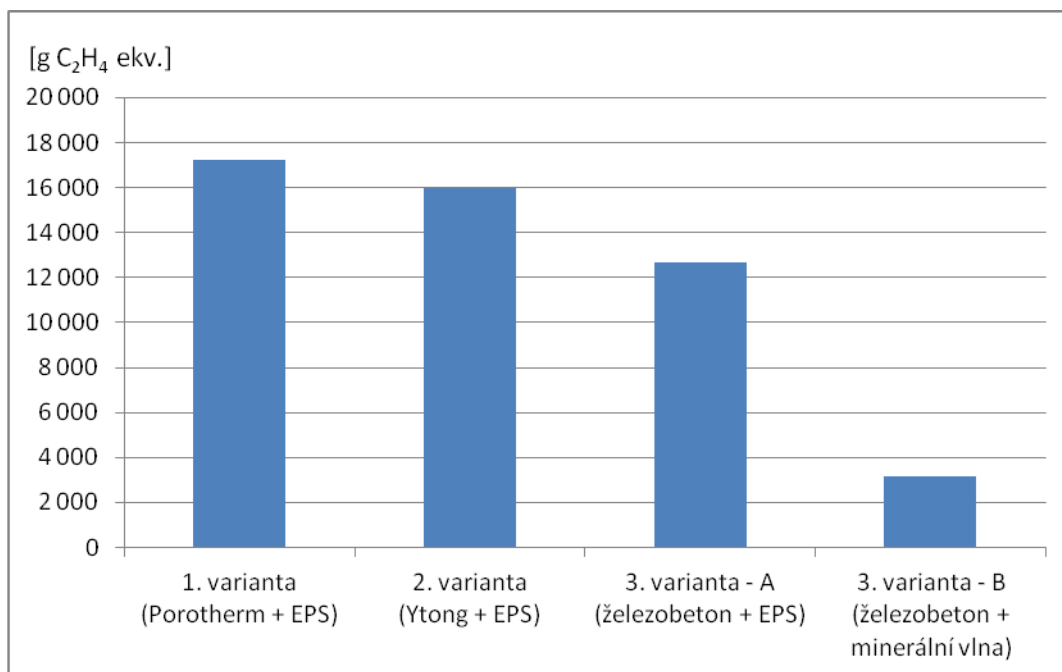
Obr. 9 Grafické porovnání skladeb dle kritéria svázané emise SO₂



Obr. 10 Grafické porovnání skladeb dle kritéria potenciál eutrofizace prostředí



Obr. 11 Grafické porovnání skladeb dle kritéria potenciál ničení ozónové vrstvy



Obr. 12 Grafické porovnání skladeb dle kritéria potenciál tvorby přízemního ozónu

V porovnání mezi třemi základními variantami, kde je jako tepelná izolace použit pěnový polystyrén (varianta 1, 2, 3 – A), se z hlediska environmentálních kritérií ukázala jako nejlepší skladba č. 2 (Ytong + EPS). Vítězná skladba má zároveň ze všech nabízených variant i nejmenší celkovou tloušťku konstrukce. Součinitel prostupu tepla byl u všech porovnávaných variant po zaokrouhlení stejný.

Nejméně vyhovující možností se stala varianta č. 1 (Porotherm + EPS), téměř ve všech kritériích měla nejhorší výsledky.

Při srovnání variant 3 – A a 3 – B (železobetonové stěny zateplené EPS a železobetonové stěny zateplené minerální vlnou) bylo zjištěno, že z hlediska svázané energie, svázané emise CO₂ a potenciálu tvorby přízemního ozónu má lepší výsledky skladba, kde je použita minerální vlna. Naopak v případě svázané emise SO₂, potenciálu eutrofizace prostředí a potenciálu ničení ozónové vrstvy vítězí varianta stěny zateplené EPS.

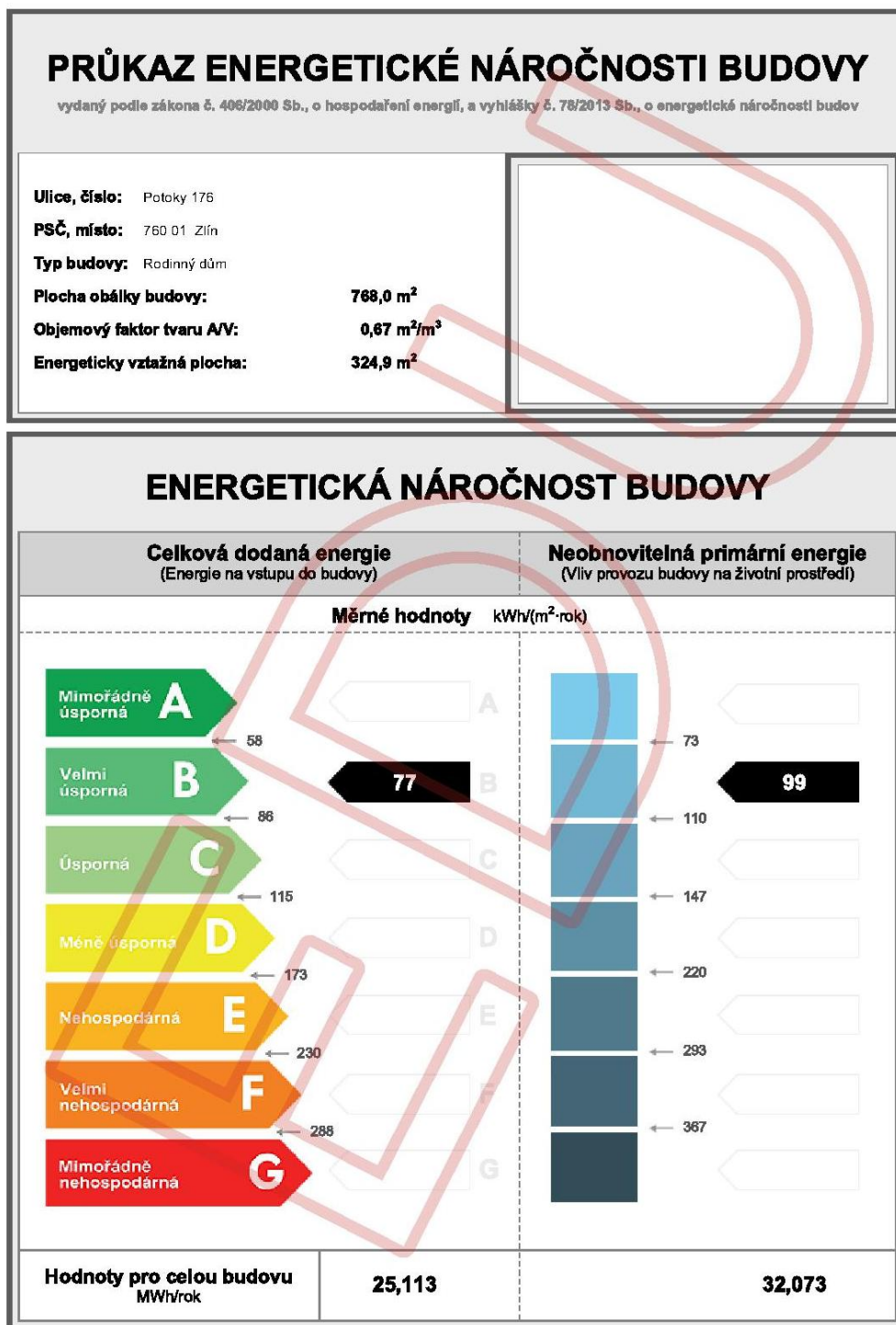
Jako vítězná varianta použitá pro tvorbu projektové dokumentace je tedy zvolena varianta č. 2 (Ytong + EPS), protože má téměř ve všech kategoriích nejlepší výsledky.

4. Průkaz energetické náročnosti budovy

V programu Energie 2016 EDU byl zpracován Průkaz energetické náročnosti budovy (viz. Příloha č. 6).

Roční měrná potřeba tepla na vytápění byla stanovena na 40 kWh/(m²a) (viz. Příloha 7), čímž je splněna maximální povolená hodnota 50 kWh/(m²a) a budova může být považována za nízkoenergetickou.

Vygenerováno výhradně pro nekomerční použití ve školství programem Energie 2013 EDU.



DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popsat opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok



Elektrina ze sítě: 2,3
Zemní plyn: 22,6

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Díčí dodané energie			Měrné hodnoty	kWh/(m ² ·rok)	
Mimořádně úsporná							
A				1			
B		56				15	
C	0,26						6
D							
E							
F							
G							
Mimořádně nepodstatná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		18,07		0,33		4,74	1,97

Zpracovatel: Zuzana Vávrová

Kontakt:

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: 27.5.2017

Podpis:

5. Závěr

Požadavek na návrh nízkoenergetického domu byl splněn. Bylo zpracováno několik materiálových variant obvodového pláště, které byly následně porovnány z environmentálních hledisek. Výsledná varianta řešení byla zpracována v projektové dokumentaci v podrobnosti pro stavební povolení.

6. Přílohy

6.1 Příloha č. 1

Posouzení suterénní stěny v programu Teplo 2014 EDU

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Suterénní stěna**
Zpracovatel : Zuzana Vávrová
Zakázka :
Datum : 25.3.2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Baumit Ratio G	0.0120	0.5700	1000.0	1110.0	10.0	0.0000
2	Železobeton 3	0.2500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Baumit BituFix	0.0030	0.8000	1000.0	1100.0	200.0	0.0000
4	Synthos XPS Pr	0.0500	0.0360	1270.0	38.0	115.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit Ratio Glatt	---
2	Železobeton 3	---
3	Baumit BituFix 2K	---
4	Synthos XPS Prime 50 (I-L-N)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 3.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 15.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 1.557 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.593 W/m²K < U_n = 0,6 W/m²K**
-> VYHOVUJE

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.61 / 0.64 / 0.69 / 0.79 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 7.7E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 125.0
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 9.4 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 13.34 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.862**

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	14.1	13.9	12.9	12.9	3.0
p [Pa]:	937	936	836	829	757
p,sat [Pa]:	1606	1590	1488	1485	757

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 2.488E-0009 kg/(m².s)

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

6.2 Příloha č. 2

Posouzení obvodové stěny (1. varianta) v programu Teplo 2014 EDU

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Varianta č.1**
Zpracovatel : Zuzana Vávrová
Zakázka :
Datum : 25.3.2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Weber.mur 644	0.0120	0.4900	1000.0	1200.0	10.0	0.0000
2	Porotherm 30 P	0.0300	0.1750	1000.0	825.0	10.0	0.0000
3	Baumit openCon	0.0030	0.8000	920.0	1350.0	18.0	0.0000
4	fasádní polyst	0.2800	0.0400	1270.0	30.0	7.0	0.0000
5	Baumit openCon	0.0030	0.8000	920.0	1350.0	18.0	0.0000
6	Baumit Premium	0.0002	0.7000	900.0	1520.0	150.0	0.0000
7	Baumit openTop	0.0030	0.7000	920.0	1800.0	30.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Weber.mur 644	---
2	Porotherm 30 Profi na maltu pro tenké spáry	---
3	Baumit openContact	---
4	fasádní polystyren Baumit openTherm	---
5	Baumit openContact	---
6	Baumit PremiumPrimer	---
7	Baumit openTop omítká	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -12.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1

2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 7.208 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.136 W/m²K < U_n = 0,25 W/m²K (hodnota odpovídá požadavkům pro pasivní budovy 0,18 - 0,12 W/m²K) -> VYHOVUJE**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.3E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 78.6
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 5.9 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.90 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.967**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.8	0.967	57.8
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.9	0.967	59.9
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.0	0.967	61.0
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.2	0.967	62.3
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.967	66.0
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.967	69.4
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.967	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.967	70.6
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.967	66.6
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.2	0.967	62.6
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.0	0.967	61.0
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.9	0.967	60.3

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.4	19.3	18.5	18.5	-12.8	-12.8	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1168	1122	1007	986	233	212	201	166
p,sat [Pa]:	2254	2239	2134	2132	202	202	202	201

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá	pravá	
1	0.2914	0.3250	3.964E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$:

0.0400 kg/(m2.rok)

< $M_{c,a,N} = 0,10 \text{ kg/(m2.rok)}$ -> VYHOVUJE

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$:

9.5421 kg/(m2.rok)

$M_{c,a} < M_{ev,a}$ -> VYHOVUJE

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

6.3 Příloha č. 3

Posouzení obvodové stěny (2. varianta) v programu Teplo 2014 EDU

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Varianta č.2**
Zpracovatel : Zuzana Vávrová
Zakázka :
Datum : 25.3.2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Baumit Ratio G	0.0120	0.5700	1000.0	1110.0	10.0	0.0000
2	Ytong P2-400	0.3000	0.1100	1000.0	400.0	7.0	0.0000
3	Baumit DuoCont	0.0030	0.8300	920.0	1400.0	10.0	0.0000
4	pěnový polysty	0.1600	0.0370*	1270.0	30.0	67.0	0.0000
5	Baumit DuoCont	0.0030	0.8300	920.0	1400.0	10.0	0.0000
6	Baumit Premium	0.0002	0.7000	900.0	1520.0	150.0	0.0000
7	Baumit Nanopor	0.0030	0.7000	920.0	1800.0	35.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit Ratio Glatt	---
2	Ytong P2-400	---
3	Baumit DuoContact	---
4	pěnový polystyren Styrotrade 100F	---
		vliv bodových kotev dle EN ISO 6946
5	Baumit DuoContact	---
6	Baumit Premium Primer	---
7	Baumit NanoporTop omítka	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -12.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 50.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 7.084 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.138 W/m²K < U_N = 0,25 W/m²K (hodnota odpovídá požadavkům pro pasivní budovy 0,18 - 0,12 W/m²K) -> VYHOVUJE**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 7.0E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 848.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.88 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.966**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m				
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.8	0.966	57.8
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.9	0.966	59.9
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.0	0.966	61.0
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.2	0.966	62.4
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.966	66.0
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.966	69.4
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.966	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.966	70.6
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.966	66.6
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.2	0.966	62.6
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.0	0.966	61.0
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.9	0.966	60.3

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.4	19.3	6.9	6.9	-12.8	-12.8	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1168	1159	999	997	179	177	174	166
p,sat [Pa]:	2253	2239	995	994	202	202	202	201

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá	pravá	
1	0.3554	0.4305	8.525E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0082 kg/(m2.rok)**
< $M_{c,a,N} = 0,10 \text{ kg/(m2.rok)}$ -> VYHOVUJE

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.8076 kg/(m2.rok)**
 $M_{c,a} < M_{ev,a}$ -> VYHOVUJE

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

6.4 Příloha č. 4

Posouzení obvodové stěny (3. varianta - A) v programu Teplo 2014 EDU

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Varianta č.3 - A**

Zpracovatel : Zuzana Vávrová

Zakázka :

Datum : 25.3.2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Baumit Ratio 2	0.0120	0.5700	1000.0	1110.0	10.0	0.0000
2	železobetonová	0.2500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	Baumit openCon	0.0030	0.8000	920.0	1350.0	18.0	0.0000
4	fasádní polyst	0.2200	0.0320*	1270.0	30.0	7.0	0.0000
5	Baumit openCon	0.0030	0.8000	920.0	1350.0	18.0	0.0000
6	Baumit Premium	0.0002	0.7000	900.0	1520.0	150.0	0.0000
7	Baumit StyleTo	0.0030	0.7000	920.0	1800.0	110.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit Ratio 20	---
2	železobetonová stěna	---
3	Baumit openContact	---
4	fasádní polystyren Baumit open Reflect	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946
5	Baumit openContact	---
6	Baumit Premium Primer	---
7	Baumit StyleTop omítká	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -12.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
-------	-------------	---------	---------	---------	--------	---------	---------

1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 7.052 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.138 W/m²K < U_n = 0,25 W/m²K (hodnota odpovídá požadavkům pro pasivní budovy 0,18 - 0,12 W/m²K) -> VYHOVUJE**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 5.4E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 673.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.1 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.88 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.966**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.8	0.966	57.8
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.9	0.966	60.0
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.0	0.966	61.0
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.2	0.966	62.4
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.966	66.0
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.966	69.4
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.966	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.966	70.6
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.966	66.6
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.2	0.966	62.6
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.0	0.966	61.0
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.9	0.966	60.3

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.4	19.3	18.7	18.6	-12.8	-12.8	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1168	1157	365	360	207	202	199	166
p,sat [Pa]:	2252	2239	2149	2147	202	202	202	201

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá	pravá	
1	0.4850	0.4850	2.657E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$:

0.0015 kg/(m2.rok)

< $M_{c,a,N} = 0,10 \text{ kg/(m2.rok)}$ -> VYHOVUJE

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$:

4.6417 kg/(m2.rok)

$M_{c,a} < M_{ev,a}$ -> VYHOVUJE

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

6.5 Příloha č. 5

Posouzení obvodové stěny (3. varianta - B) v programu Teplo 2014 EDU

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Varianta č.3 - B**
Zpracovatel : Zuzana Vávrová
Zakázka :
Datum : 25.3.2017

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplašťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Baumit Ratio 2	0.0120	0.5700	1000.0	1110.0	10.0	0.0000
2	železobetonová	0.2500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0	0.0000
3	TS Special	0.0030	0.8000	920.0	1350.0	18.0	0.0000
4	tepelná izolac	0.2600	0.0360*	800.0	50.0	1.0	0.0000
5	Jutafol Thermo	0.0008	0.3900	1700.0	440.0	100.0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit Ratio 20	---
2	železobetonová stěna	---
3	TS Special	---
4	tepelná izolace Isover Fassil	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946
5	Jutafol Thermolisol	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -12.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 50.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1

5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu balance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 7.393 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.132 W/m²K** < U_N = 0,25 W/m²K (hodnota odpovídá požadavkům pro pasivní budovy 0,18 - 0,12 W/m²K)
 -> **VYHOVUJE**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k: 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 4.5E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 748.3
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.93 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.967**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.9	0.967	57.7
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.9	0.967	59.8
3	15.7	0.721	12.3	0.526	20.0	0.967	60.9
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.2	0.967	62.3
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.967	65.9
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.967	69.4
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.967	71.2
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.967	70.6
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.4	0.967	66.6
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.2	0.967	62.5
11	15.7	0.723	12.3	0.529	20.0	0.967	60.9
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.9	0.967	60.2

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	19.4	19.3	18.7	18.7	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1168	1154	213	206	176	166

p,sat [Pa]: 2256 2243 2157 2155 201 201

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 2.354E-0008 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

6.6 Příloha č. 6

Výpočet průkazu energetické náročnosti budovy zpracovaný v programu Energie 2016 EDU

Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy

str. 1 / 16

Protokol k průkazu energetické náročnosti budovy

Účel zpracování průkazu

<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	<input type="checkbox"/> Budova s téměř nulovou spotřebou energie
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ)	Potoky 176, 760 01 Zlín
Katastrální území:	Zlín
Parcelní číslo:	1173/57
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	

Typ budovy		
<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Vygenerováno výhradně pro nekomerční použití ve školství programem Energie 2013 EDU.

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	1149,6
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	768,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,67
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	324,9

Druhy energie (energonositele) užívané v budově	
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butany/LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input checked="" type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): podíl OZE: <input type="checkbox"/> do 50 % včetně, <input type="checkbox"/> nad 50 do 80 %, <input type="checkbox"/> nad 80 %, <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie): účel: <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie, <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:	

Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech**A) stavební prvky a konstrukce****a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy	Plocha A_j [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Činitel tepl. redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,ref}$ [W/(m ² .K)]	Splněno [ano/ne]		
Obvodová stěna	214,33	0,138			1,00	29,6
Otvorová výplň	69,79	0,800			1,00	55,8
Střešní plášť	220,45	0,130			1,00	28,7
Podlaha na zemině	114,57	0,299			0,66	22,5
Stěna u nevytápěného prostoru	23,16	0,216			0,67	3,3
Stropní konstrukce nad venkovním prostorem	48,06	0,140			1,00	6,7
Stěna u zemině	34,94	0,593			0,51	10,6
Strop	42,74	0,140			0,67	4,0
Tepelné vazby						38,4
Celkem	768,0	x	x	x	x	199,6

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota	Objem zóny	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{en,R,j}$ [W/(m ² .K)]	Součin
	$\Theta_{in,j}$ [°C]	V_j [m ³]		$V_j \cdot U_{en,R,j}$ [W.m/K]
Rodinný dům - vytápěná zóna	18,6	1 149,6	0,32	367,87
Celkem	x	1 149,6	x	367,87

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_p/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[ano/ne]
Budova jako celek	0,26	0,32	ano

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²		Účinnost distribuce energie na vytápění	Účinnost sdílení energie na vytápění
					$\eta_{H,gen}$	COP		
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[%]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80	-	85	80
Hodnocená budova/zóna:								
Rodinný dům - vytápěná zóna	Plynový kotel	zemní plyn	100,0		92		89	88

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu
²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla	Požadavek splněn
		$\eta_{H,gen}$ nebo COP _{H,gen}	$\eta_{H,gen,rq}$ nebo COP _{H,gen}	
	[-]	[%]	[%]	[ano/ne]

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

Vygenerováno výhradně pro nekomerční použití ve školství programem Energie 2013 EDU.

B) technické systémy

b.3) větrání

Hodnocená budova/zóna	Typ větracího systému	Ergo-nositel	Tepelný výkon	Chladi-cí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmen. elektr. příkon systému větrání	Jmen. objem. průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru nuceného větrání SFP _{aktu}
	[-]	[-]	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /hod]	[W.s/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750 (2x)
Hodnocená budova/zóna:								
Rodinný dům - vytápěná zóna (42,9% objemu)	přírozené větrání							
Rodinný dům - vytápěná zóna (57,1% objemu)	rovnolaký s VZT jednotkami	elektrina			100,0		272,58	500 (2x)

Vygenerováno výhradně pro nekomerční použití ve školství programem Energie 2013 EDU.

B) technické systémy

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova/zóna	Systém přípravy TV v budově	Ergo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmen. příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody ¹⁾		Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
						$\eta_{W,gen}$	COP		
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[litry]	[%]	[-]	[Wh/l.d]	[Wh/m.d]
Referenční budova	x	x	x	x	x	85	-	7,0	150,0
Hodnocená budova/zóna:									
Rodinný dům - vytápěná zóna	Plynový kotel	zemní plyn	100,0		120	92		7,9	44,7

Poznámka: ¹⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova/zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

Vygenerováno výhradně pro nekomerční použití ve školství programem Energie 2013 EDU.

B) technické systémy**b.6) osvětlení**

Hodnocená budova/zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztahený k osvětlenosti zóny
	[-]	[%]	[kW]	$P_{L,x}$ [W/(m ² .lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Hodnocená budova/zóna:				
Rodinný dům - vytápěná zóna		100	0,6	0,04

Energetická náročnost hodnocené budovy**a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

Hodnocená budova/zóna	Vytápění EP _H	Chlazení EP _C	Nucené větrání EP _F		Příprava teplé vody EP _W	Osvětlení EP _L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčením			Pro budovu	Pro budovu i dodávku mimo budovu
Rodinný dům - vytápěná zóna	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) dílčí dodané energie

f.		Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teple vody		Osvětlení	
		Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova	Ref. budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie [MWh/rok]	15,012	12,991			x	x			3,560	3,560	x	x
(2)	Vypočtená spotřeba energie [MWh/rok]	27,595	18,030			1,151	0,329			6,352	4,742	2,250	1,971
(3)	Pomocná energie [MWh/rok]	0,038	0,041										
(4)	Dílčí dodaná energie (f.4)=(f.2)+(f.3) [MWh/rok]	27,633	18,071			1,151	0,329			6,352	4,742	2,250	1,971
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (f.4) / m ² [kWh/(m ² .rok)]	85	56			4	1			20	15	7	6

c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnov. primární energie	Celková primární energie	Neobnov. primární energie
jednotky		[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[MWh/rok]	[-]	[-]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
elektřina ze sítě	2,043	3,2	3,0	6,537	6,128
zemní plyn	22,772	1,1	1,1	25,049	25,049
elektřina (nevytáp. prostory)	0,299	3,2	3,0	0,955	0,896
Celkem	25,113	x	x	32,541	32,073

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[MWh/rok]	37,386	Splněno (ano/ne)	ano
(7)	Hodnocená budova		25,113		
(8)	Referenční budova	[kWh/m ² .rok]	115		
(9)	Hodnocená budova		77		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[MWh/rok]	42,891	Splněno (ano/ne)	ano
(11)	Hodnocená budova		32,073		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/m ² .rok]	132		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		99		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[MWh/rok]	32,541
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14 - ř.11)	[MWh/rok]	0,468
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	1,4

h) hodnoty pro vytvoření hranic klasifikačních tříd

Horní hranice třídy C odpovídají	Celková dodaná energie	[MWh/rok]	37,386
	Neobnovitelná primární energie	[MWh/rok]	47,657
	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	[W/m ² .K]	0,32
	Díleč dodané energie: vytápění	[MWh/rok]	27,633
	chlazení	[MWh/rok]	
	větrání	[MWh/rok]	1,151
	úprava vlhkosti vzduchu	[MWh/rok]	
	příprava teplé vody	[MWh/rok]	6,352
osvětlení	[MWh/rok]	2,250	

Tabulka h) obsahuje hodnoty, které se použijí pro vytvoření hranic klasifikačních tříd podle přílohy č. 2.

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Alternativní systémy	Posouzení proveditelnosti			
	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost				
Ekonomická proveditelnost				
Ekologická proveditelnost				
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	Povinnost vypracovat energetický posudek			
	Energetický posudek je součástí analýzy			
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

Vygenerováno výhradně pro nekomerční použití ve školství programem Energie 2013 EDU.

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	Ano
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	
• Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Jiný účel zpracování průkazu	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Zuzana Vávrová
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	27.5.2017
---------------------------	-----------

Zdroj informací	http://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	---

Poznámky

--

6.7 Příloha č. 7

Posouzení budovy v programu Energie 2016 EDU

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540-2

a podle EN ISO 13790, EN ISO 13789 a EN ISO 13370

Energie 2016 EDU

Název úlohy: **Nízkoenergetický rodinný dům**
Zpracovatel: Zuzana Vávrová
Zakázka:
Datum: 22.5..2017

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1
Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]					Horizont
			Sever	Jih	Východ	Západ		
leden	31	-2,3 C	54,0	137,0	72,0	72,0	90,0	
únor	28	-0,3 C	86,0	205,0	119,0	119,0	158,0	
březen	31	3,6 C	126,0	281,0	187,0	187,0	299,0	
duben	30	8,6 C	158,0	295,0	241,0	241,0	418,0	
květen	31	13,4 C	212,0	328,0	313,0	313,0	569,0	
červen	30	16,3 C	223,0	306,0	313,0	313,0	576,0	
červenec	31	17,8 C	227,0	335,0	338,0	338,0	619,0	
srpen	31	17,3 C	187,0	335,0	292,0	292,0	518,0	
září	30	13,7 C	133,0	288,0	205,0	205,0	346,0	
říjen	31	9,0 C	90,0	263,0	144,0	144,0	234,0	
listopad	30	3,7 C	50,0	130,0	68,0	68,0	104,0	
prosinec	31	-0,4 C	43,0	112,0	54,0	54,0	72,0	

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-2,3 C	54,0	54,0	112,0	112,0
únor	28	-0,3 C	86,0	86,0	173,0	173,0
březen	31	3,6 C	126,0	126,0	245,0	245,0
duben	30	8,6 C	158,0	158,0	281,0	281,0
květen	31	13,4 C	202,0	202,0	338,0	338,0
červen	30	16,3 C	209,0	209,0	320,0	320,0
červenec	31	17,8 C	212,0	212,0	353,0	353,0
srpen	31	17,3 C	184,0	184,0	331,0	331,0
září	30	13,7 C	133,0	133,0	259,0	259,0
říjen	31	9,0 C	90,0	90,0	220,0	220,0
listopad	30	3,7 C	50,0	50,0	108,0	108,0
prosinec	31	-0,4 C	43,0	43,0	90,0	90,0

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: Rodinný dům - vytápěná zóna
 Vnitřní teplota (zima/léto): 18,6 C / 20,0 C
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
 Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 26,540 W/K
 Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb: 169,765 W/K
 Ustálený měrný tok zeminou Hg: 22,547 W/K
 Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu,t: 7,337 W/K
 Měrný tok větráním nevytápěnými prostory Hu,v: 6,252 W/K
 Měrný tok Trombeho stěnami H,tw: ---
 Měrný tok větráními stěnami H,vw: ---
 Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti: ---
 Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt: ---
Výsledný měrný tok H: 232,441 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,tec[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	12,679	1,934	---	1,647	3,580	0,780	100,0	9,887
2	10,383	1,634	---	2,630	4,264	0,709	100,0	7,361
3	9,190	1,713	---	3,951	5,664	0,619	100,0	5,686
4	6,032	1,573	---	4,818	6,391	0,486	100,0	2,929
5	3,395	1,556	---	6,056	7,612	0,308	29,5	1,047
6	1,625	1,483	---	5,994	7,478	0,217	0,0	---
7	0,793	1,533	---	6,460	7,993	0,099	0,0	---
8	1,088	1,556	---	5,740	7,296	0,149	0,0	---
9	3,113	1,581	---	4,241	5,823	0,348	52,7	1,085
10	5,996	1,708	---	3,210	4,918	0,549	100,0	3,294
11	8,836	1,746	---	1,555	3,302	0,728	100,0	6,432
12	11,555	1,924	---	1,277	3,202	0,783	100,0	9,048

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,tec jsou tepelné zisky způsobené provozem ventilátorů a ztrátami z rozvodů teplé vody a akumulacních nádrží; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 46,768 GJ

Vysvětlivky: Ql je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty prostupem za rok; Qs,ini jsou celkové solární zisky za rok; Qs jsou využitelné solární zisky za rok; Qs/Ql je poměr ukazující, kolikrát jsou využitelné solární zisky vyšší než ztráty prostupem, U,eq,min je nejnižší ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna (rozdíl Ql-Qs vydělený plochou okna a počtem denostupňů) během roku a U,eq,max je nejvyšší ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna během roku.

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	13,721	---	---	0,101	1,428	0,778	0,019	16,046
2	10,215	---	---	0,091	1,402	0,578	0,017	12,303
3	7,891	---	---	0,101	1,428	0,532	0,019	9,970
4	4,065	---	---	0,097	1,419	0,421	0,018	6,020
5	1,453	---	---	0,101	1,428	0,358	0,006	3,346
6	---	---	---	0,097	1,419	0,322	0,001	1,840
7	---	---	---	0,101	1,428	0,333	0,001	1,862
8	---	---	---	0,101	1,428	0,358	0,001	1,888
9	1,505	---	---	0,097	1,419	0,431	0,010	3,463
10	4,572	---	---	0,101	1,428	0,527	0,019	6,646
11	8,927	---	---	0,097	1,419	0,614	0,018	11,076
12	12,557	---	---	0,101	1,428	0,768	0,019	14,872

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 89,333 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 199,6 W/K
 Plocha obalových konstrukcí zóny: 768,0 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,40 W/m²K

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Č. 1 :

Název prostoru: Garáž

Energie dodaná do prostoru po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	---	---	---	---	---	0,091	---	0,091
2	---	---	---	---	---	0,082	---	0,082
3	---	---	---	---	---	0,091	---	0,091
4	---	---	---	---	---	0,088	---	0,088
5	---	---	---	---	---	0,091	---	0,091
6	---	---	---	---	---	0,088	---	0,088
7	---	---	---	---	---	0,091	---	0,091
8	---	---	---	---	---	0,091	---	0,091
9	---	---	---	---	---	0,088	---	0,088
10	---	---	---	---	---	0,091	---	0,091
11	---	---	---	---	---	0,088	---	0,088
12	---	---	---	---	---	0,091	---	0,091

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 1,075 GJ**PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :****Rozložení měrných tepelných toků**

Zóna	Položka	Plocha [m ²]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	---	232,441	100,00 %
z toho:	Měrný tok větráním Hv:	---	26,540	11,42 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	22,547	9,70 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	13,589	5,85 %
 z toho tok prostupem Hu,t:	---	7,337	3,16 %
 a tok větráním Hu,v:	---	6,252	2,69 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	38,402	16,52 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	131,363	56,51 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:				
	Obvodová stěna:	214,3	29,578	12,72 %
	Otvorová výplň:	69,8	55,832	24,02 %
	Střešní plášť:	220,5	28,659	12,33 %
	Podlaha na zemině:	114,6	22,547	9,70 %
	Stěna u nevytápěného prostoru:	23,2	3,341	1,44 %
	Stropní konstrukce nad venkovním pr... :	48,1	6,728	2,89 %
	Stěna u zemin:	34,9	10,567	4,55 %
	Strop:	42,7	3,996	1,72 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	232,441 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	1149,6 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,20 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	14,9 kWh/(m ³ .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht: 199,6 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy:	768,0 m ²
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20:	0,40 W/m ² K
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U,em:	0,26 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	46,768 GJ	12,991 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	1149,6 m ³	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	324,9 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	11,3 kWh/(m ³ .a)	

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 40 kWh/(m².a) < 50 kWh/(m².a)
-> VYHOVUJE

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 3584.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	13,721	---	---	0,101	1,428	0,869	0,019	16,137
2	10,215	---	---	0,091	1,402	0,660	0,017	12,385
3	7,891	---	---	0,101	1,428	0,624	0,019	10,061
4	4,065	---	---	0,097	1,419	0,509	0,018	6,109
5	1,453	---	---	0,101	1,428	0,450	0,006	3,437
6	---	---	---	0,097	1,419	0,410	0,001	1,928
7	---	---	---	0,101	1,428	0,424	0,001	1,954
8	---	---	---	0,101	1,428	0,450	0,001	1,979
9	1,505	---	---	0,097	1,419	0,519	0,010	3,551
10	4,572	---	---	0,101	1,428	0,619	0,019	6,738
11	8,927	---	---	0,097	1,419	0,703	0,018	11,164
12	12,557	---	---	0,101	1,428	0,859	0,019	14,964

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	64,907 GJ	18,030 MWh	55 kWh/m ²
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	0,148 GJ	0,041 MWh	0 kWh/m ²
Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:	65,055 GJ	18,071 MWh	56 kWh/m²
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	1,183 GJ	0,329 MWh	1 kWh/m ²
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:	1,183 GJ	0,329 MWh	1 kWh/m²
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	17,072 GJ	4,742 MWh	15 kWh/m ²
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	---	---	---
Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:	17,072 GJ	4,742 MWh	15 kWh/m²
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	7,097 GJ	1,971 MWh	6 kWh/m ²
Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:	7,097 GJ	1,971 MWh	6 kWh/m²
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	90,407 GJ	25,113 MWh	77 kWh/m²

Měrná dodaná energie budovy

Celková roční dodaná energie:	25,113 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	1149,6 m ³
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	324,9 m ²
Měrná dodaná energie EP,V:	21,8 kWh/(m ³ .a)

Měrná dodaná energie budovy EP,A: 77 kWh/(m2.a)

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO2

Ergo- nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,0120	--	--	--	--	--	--	--	--
zemní plyn	1,1	1,1	0,1990	18,0	19,8	19,8	3,6	4,7	5,2	5,2	0,9
SOUČET				18,0	19,8	19,8	3,6	4,7	5,2	5,2	0,9

Ergo- nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,0120	1,7	5,0	5,4	1,7	0,0	0,1	0,1	0,0
zemní plyn	1,1	1,1	0,1990	--	--	--	--	--	--	--	--
elektřina (nevytáp. prostory)	3,0	3,2	1,0120	0,3	0,9	1,0	0,3	--	--	--	--
SOUČET				2,0	5,9	6,3	2,0	0,0	0,1	0,1	0,0

Ergo- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,0120	0,3	1,0	1,1	0,3	--	--	--	--
zemní plyn	1,1	1,1	0,1990	--	--	--	--	--	--	--	--
elektřina (nevytáp. prostory)	3,0	3,2	1,0120	--	--	--	--	--	--	--	--
SOUČET				0,3	1,0	1,1	0,3	--	--	--	--

Ergo- nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny		
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,el	Q,pN	Q,pC
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,0120	--	--	--	--	--	--	--
zemní plyn	1,1	1,1	0,1990	--	--	--	--	--	--	--
SOUČET				--	--	--	--	--	--	--

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO2 je součinitel emisí CO2 v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO2 [t/a]
elektřina ze sítě	2,043	6,128	6,537	2,067
zemní plyn	22,772	25,049	25,049	4,532
elektřina (nevytáp. prostory)	0,299	0,896	0,955	0,302
SOUČET	25,113	32,073	32,541	6,901

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Měrná primární energie a emise CO2 budovy

Emise CO2 za rok:	6,901 t	
Celková primární energie za rok:	32,541 MWh	117,148 GJ
Neobnovitelná primární energie za rok:	32,073 MWh	115,462 GJ
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	1 149,6 m3	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	324,9 m2	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m3):	6,0 kg/(m3.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,V:	28,3 kWh/(m3.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	27,9 kWh/(m3.a)	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m2):	21 kg/(m2.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,A:	100 kWh/(m2.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A:	99 kWh/(m2.a)	

Seznam obrázků

Obr. 1 Skladba suterénní stěny	8
Obr. 2 Skladba obvodového pláště – 1. varianta	9
Obr. 3 Skladba obvodového pláště – 2. varianta	9
Obr. 4 Skladba obvodového pláště – 3. varianta - A	10
Obr. 5 Skladba obvodového pláště – 3. varianta - B	10
Obr. 6 Grafické porovnání skladeb z hlediska environmentálních kritérií	22
Obr. 7 Grafické porovnání skladeb dle kritéria svázané energie	22
Obr. 8 Grafické porovnání skladeb dle kritéria svázané emise CO ₂	23
Obr. 9 Grafické porovnání skladeb dle kritéria svázané emise SO ₂	23
Obr. 10 Grafické porovnání skladeb dle kritéria potenciál eutrofizace prostředí	24
Obr. 11 Grafické porovnání skladeb dle kritéria potenciál ničení ozónové vrstvy	24
Obr. 12 Grafické porovnání skladeb dle kritéria potenciál tvorby přízemního ozónu	25

Seznam tabulek

Tab. 1 Hodnoty jednotlivých kritérií pro betonovou stěnu	12
Tab. 2 Hodnoty jednotlivých kritérií pro extrudovaný polystyren	12
Tab. 3 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu suterénní stěny	12
Tab. 4 Hodnoty jednotlivých kritérií pro cihlu pálenou dutinou	13
Tab. 5 Hodnoty jednotlivých kritérií pro extrudovaný polystyren	13
Tab. 6 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu obvodové stěny – varianta č. 1	13
Tab. 7 Hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu – varianta č. 1	14
Tab. 8 Hodnoty jednotlivých kritérií pro tvarovku pěnasilikátovou	15
Tab. 9 Hodnoty jednotlivých kritérií pro extrudovaný polystyren	15
Tab. 10 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu obvodové stěny – varianta č. 2	15
Tab. 11 Hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu - varianta č. 2	16
Tab. 12 Hodnoty jednotlivých kritérií pro betonovou stěnu	17
Tab. 13 Hodnoty jednotlivých kritérií pro extrudovaný polystyren	17
Tab. 14 Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu obvodové stěny – varianta č. 3 - A	17
Tab. 15 Hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu - varianta č. 3 - A	18
Tab. 16 Hodnoty jednotlivých kritérií pro betonovou stěnu	19

Tab. 17	Hodnoty jednotlivých kritérií pro kamennou minerální vlnu	19
Tab. 18	Hodnoty jednotlivých kritérií pro cementotřískovou desku	19
Tab. 19	Hodnoty jednotlivých kritérií pro skladbu obvodové stěny – varianta č. 3 - B	20
Tab. 20	Hodnoty pro celkovou obvodovou konstrukci objektu - varianta č. 3 - B	21
Tab. 21	Výsledné porovnání pro všechny navržené varianty	21

Použitá literatura a zdroje

- [1] Jan Tywoniak a kolektiv: Nízkoenergetické domy principy a příklady, ISBN 80-247-1101-X
- [2] <http://www.nazeleno.cz/merna-potreba-tepla-na-vytapeni.dic>
- [3] <http://ekowatt.cz/cz/informace/uspory-energie/zasady-vystavby-pasivnich-domu>
- [4] <http://www.gatos.cz/venkovni-zaluzie/6-duvodu-proc-si-poridit-venkovni-stineni.htm>
- [5] <http://www.envimat.cz/materialy/>
- [6] http://krausmichal.cz/wp-content/uploads/2015/09/UVB_METODIKA-SBTOOLCZ.pdf
- [7] <http://www.envimat.cz/metodika/pojmy/#spotreba-primarni-energie>