

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA KONSTRUKCÍ POZEMNÍCH STAVEB



ENERGETICKÁ OPTIMALIZACE PROJEKTU VILY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Jan Mašek

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. František Kulhánek, CSc.

2017/2018



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Mašek	Jméno: Jan	Osobní číslo: 409977
Zadávací katedra: K124		
Studijní program: Budovy a prostředí		
Studijní obor: Budovy a prostředí		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Energetická optimalizace projektu vily

Název diplomové práce anglicky: Energy Optimisation of Villa Project

Pokyny pro vypracování:
Tepelně technické posouzení navrhovaného stavu objektu. Variantní řešení obalových konstrukcí budovy, řešení detailů a jejich optimalizace. Environmentální posouzení, orientační ekonomické hodnocení jednotlivých variant konstrukčního řešení. Koncepční návrh technických systémů budovy. Vyhodnocení možností získání prostředků z dotačních programů.

Seznam doporučené literatury:
Bielek M.: Okno, energie a životní prostředí, Alfa Bratislava 1987, Neumann D.: Stavební konstrukce I. Jaga Bratislava 2005

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. František Kulhánek, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 02.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 07.01.2018
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

3.10.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Energetická optimalizace projektu vily“ vypracoval samostatně pod odborným vedením doc. Ing. Františka Kulhánka, CSc. s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, dne 4. 1. 2018

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Františku Kulhánkovi, CSc. za užitečné informace a rady poskytované během konzultací.

Obsah

ANOTACE	7
POUŽITÉ ZKRATKY.....	8
1 ÚVOD	9
2 POPIS OBJEKTU	10
2.1 TVAR A UMÍSTĚNÍ OBJEKTU	10
2.2 DISPOZICE OBJEKTU	10
2.3 KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ	11
2.4 TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ	11
3 ENERGETICKÉ POSOUZENÍ NÁVRHU	12
3.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY	12
3.2 OBÁLKA BUDOVY.....	12
3.3 VYHODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI	14
4 NÁVRH VARIANT.....	16
4.1 VARIANTY OBÁLKY BUDOVY.....	16
4.2 KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ VARIANTY	17
4.2.1 Varianta M0 – Vápenopískové bloky.....	17
4.2.2 Varianta M1 – Cihelné zdivo.....	18
4.2.3 Varianta M2 – Železobeton	18
4.2.4 Varianta M3 – Dřevostavba.....	18
4.2.5 Varianta M4 – Pórobeton.....	19
4.3 VARIANTY TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVY	20
4.3.1 Varianta V0 – TČ země/voda	21
4.3.2 Varianta V1 – Plynový kondenzační kotel	22
4.3.3 Varianta V2 – kotel na pelety	22
4.3.4 Varianta V3 – elektrické vytápění.....	23
5 POSOUZENÍ VARIANT	25
5.1 ENERGETICKÉ VYHODNOCENÍ	25
5.1.1 Energetická náročnost budovy.....	25
5.1.2 Spotřebovaná energie	28
5.2 EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ.....	29
5.2.1 Dílčí konstrukce	30
5.2.2 Obálka budovy.....	32
5.2.3 Varianty obálky budovy.....	33
5.3 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ.....	34
5.3.1 Provozní náklady	35

5.3.2	Investiční náklady na obálku budovy	36
5.3.3	Investiční náklady na zdroj tepla	37
5.3.4	Vyhodnocení z hlediska doby životnosti	38
6	Vliv tepelných vazeb	41
7	VYHODNOCENÍ VARIANT	43
7.1	METODIKA HODNOCENÍ	43
7.2	HODNOTÍCÍ PROFILY	44
7.3	VÝSLEDKY HODNOCNENÍ	45
7.3.1	Profily hodnotitelů	45
7.3.2	Průměrný profil hodnotitele	47
8	APLIKACE NA DOTAČNÍ TITUL	49
9	ZÁVĚR	51
	PŘÍLOHA Č. 1	52
	PŘÍLOHA Č. 2	54
	PŘÍLOHA Č. 3	56
	PŘÍLOHA Č. 4	58
	PŘÍLOHA Č. 5	60
	PŘÍLOHA Č. 6	70
	PŘÍLOHA Č. 7	74
	PŘÍLOHA Č. 8	79
	PŘÍLOHA Č. 9	84
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PODKLADŮ	85
	SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	86
	SEZNAM TABULEK	87
	SEZNAM GRAFŮ	88

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá vyhodnocením energetické náročnosti projektu vily jako budovy s téměř nulovou spotřebou energie a její optimalizací. V rámci optimalizace jsou vytvořeny varianty obálky budovy, materiálové varianty a varianty zdrojů tepla. Tyto varianty jsou posouzeny z hlediska energetické náročnosti, vlivu na životní prostředí a finanční náročnosti. Na základě těchto výsledků jsou vybírány nejvhodnější varianty pro cílové skupiny potenciálních uživatelů. Mimo hlavní téma jsou zde dvě vedlejší kapitoly. První z nich se věnuje aplikaci výsledků v rámci současného dotačního programu. Druhá podkapitola se věnuje přírážce na vliv tepelných vazeb a jejímu dopadu na celkovou energetickou náročnost.

Klíčová slova: optimalizace, energetická náročnost budovy, budova s téměř nulovou spotřebou energie, obálka budovy, vila, životní prostředí

ANNOTATION

The thesis is focused on the evaluation of the energy performance of a villa project as a nearly zero-energy building and its optimisation. As part of the optimisation, variants of the building envelope, material variants, and variants of heat sources are created. These variants are assessed from the perspective of energy performance, environmental impact, and financial demands. Based on these results, the most appropriate variants are selected for pre-defined target groups of potential users. Besides the main research, there are two additional chapters in the thesis. The first one is about the application of the result within the current grant program. The second chapter focuses on the influence of thermal bonds and their impact on the total energy performance.

Keywords: optimisation, energy performance of building, nearly zero-energy building, building envelope, villa, environment

POUŽITÉ ZKRATKY

<i>Značka</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Veličina</i>
A	m	Plocha
λ_D	W/(m·K)	Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti
U	W/(m ² ·K)	Součinitel prostupu tepla
U_f	W/(m ² ·K)	Součinitel prostupu tepla rámu okna
U_g	W/(m ² ·K)	Součinitel prostupu tepla zasklení
ψ	W/(m·K)	Lineární činitel tepelné vazby
U_n	W/(m ² ·K)	Normová hodnota součinitele prostupu tepla
U_{em}	W/(m ² ·K)	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy
U_{em,R}	W/(m ² ·K)	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky pro referenční budovu
ΔU_{tbm}	W/(m ² ·K)	Přirážka na vliv tepelných vazeb
e_A	kWh/(m ² ·rok)	Měrná potřeba tepla pro vytápění
E_{p,A}	kWh/(m ² ·rok)	Měrná dodaná energie do objektu
E_{p,A,R}	kWh/(m ² ·rok)	Referenční hodnota měrné dodané energie do objektu
E_{p,A,R,klas}	kWh/(m ² ·rok)	Referenční hodnota měrné dodané energie do objektu pro novou budovu
E_{pN,A}	kWh/(m ² ·rok)	Měrná neobnovitelná primární energie
E_{pN,A,R}	kWh/(m ² ·rok)	Referenční hodnota měrné neobnovitelné primární energie
E_{pN,A,R,klas}	kWh/(m ² ·rok)	Referenční hodnota měrné neobnovitelné primární energie pro novou budovu

1 ÚVOD

Cílem diplomové práce je posoudit projekt vily, následně ho optimalizovat z hlediska energetické náročnosti a environmentální zátěže a provést ekonomicko-environmentální vyhodnocení navržených variant. Řešený objekt je převzat ze studentské bakalářské práce, která byla zpracována na úrovni architektonické studie.

V úvodu práce je nejprve stávající stav objektu posouzen a vyhodnocen dle platné legislativy. V případě, že stávající návrh nevyhoví, bude upraven odůvodněnými opatřeními na minimální možnou vyhovující úroveň. Dále je navrženo několik kvalitativních variant obálky budovy, které jsou průběžně vyhodnocovány z hlediska energetické náročnosti budovy. Variantní řešení a vyhodnocení je provedeno i z hlediska technických systémů budovy, a to pro každou variantu obálky budovy. Cílem je sledovat zařazení daných variant do klasifikační stupnice energetické náročnosti budov pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie, stanovit orientačních investiční a provozní náklady a vyhodnotit hospodárnost variant.

Dále jsou sestavena konkrétní konstrukční a materiálová řešení, která jsou vyhodnocena z hlediska jejich dopadu na životní prostředí a ekonomické náročnosti.

Závěr práce je výběr nejvhodnější kombinace variant obálky, technického zařízení budovy a materiálového řešení pro různé cílové skupiny lidí. Výběr je založen na multikriteriálním vyhodnocení posuzovaných oblastí s ohledem na různé přístupy hodnocení. Výsledek může posloužit jako podklad pro potenciálního uživatele.

2 POPIS OBJEKTU

Následující část práce je věnována stručnému popisu řešeného objektu. Jedná se o rodinnou vilu, jejíž studie byla zpracována v rámci bakalářské práce kolegou z oboru Architektura a stavitelství Bc. Martinem Valáškem. Popis bude sloužit k základní představě o tvarovém, provozním a materiálovém řešení.



Obr. 1 Vizualizace autora studie [1]

2.1 TVAR A UMÍSTĚNÍ OBJEKTU

Stavba je navržena v Praze v městské části Praha 6 – Střešovice v ulici Pod Bateriemi. Umístění objektu je na pozemcích s parc. č. 151, 152, 153 a 154. Pozemek je svažitý, což má zásadní vliv na hmotovou koncepci domu.

Tvar je jednoduchý. Objekt je zasazený do složitého terénu. Objekt disponuje třemi podlažními, z nichž jedno podlaží je částečně podsklepené. Dvě svrchní podlaží jsou od podzemního podlaží odlišena jak hmotově, tak materiálově. Toto rozdílné zpracování budu respektovat a promítne se v materiálových variantách. Střecha objektu je plochá.

2.2 DISPOZICE OBJEKTU

1. NP slouží jako vstupní podlaží, nachází se zde vstupní a komunikační prostory, ložnice rodičů, obytný prostor s kuchyňským zázemím, sociální zařízení a prádelna. Ve 2. NP se nachází dva dětské pokoje se společnou šatnou, koupelnou a záchodem. Podzemní podlaží je vybaveno pracovnou, wellness,

skladem, toaletami, a hlavně technickou místností. Půdorys všech podlaží na úrovni architektonické studie je v příloze č. 1.

2.3 KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ

Objekt je založen na základových pasech. Konstruktivně se jedná o stěnový zděný systém z vápenopískových bloků tl. 200 mm. Stropy a střecha jsou navrženy jako železobetonová konstrukce o tl. 220 mm, podlahy jsou tvořeny betonovou mazaninou vyztuženou KARI sítí.

Okna a velké prosklené plochy, sloužící jako posuvné dveře na zahradu, jsou navrženy jako izolační dvojskla. Vstupní dveře jsou prosklené a také řešeny jako izolační dvojskla.

Zateplení stěn k exteriéru je řešeno dvojitým způsobem – stěna 1. PP je zateplena kontaktně minerální izolací o tl. 180 mm, zbylé exteriérové stěny jsou zatepleny minerální izolací o tl. 220 mm s provětrávanou mezerou a povrchovou úpravou ze sklovláknobetonových desek. Toto členění bude nadále respektovat i v dalších návrzích. Stěny přilehlé k zemině jsou zatepleny extrudovaným polystyrénem XPS o tl. 100 nebo 180 mm. Podlahy na terénu jsou zatepleny podlahovým expandovaným polystyrénem EPS tl. 70 mm a střecha střešním EPS o tl. 300 mm. Podrobnější rozpis navržených skladeb lze nalézt v přílohové části.

2.4 TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ

Vytápění v objektu zajišťuje tepelné čerpadlo země/voda s hloubkovými vrty. Teplo je po objektu rozváděno teplovodní otopnou soustavou. V cílových prostorech sdíleno podlahovým vytápěním. Okruh je vybaven akumulací nádrží o objemu 400 l.

Přípravu teplé vody zajišťuje nepřímě ohříváný zásobník teplé vody, na který je napojen okruh topné vody z tepelného čerpadla. Teplá voda je v zásobníku dohřívána elektrickou patronou na požadované minimum.

Větrání je v objektu nucené. Zajišťuje ho kompaktní domovní větrací jednotka s rekuperací. Systém nuceného větrání je rovnotlaký s přívodním i odpadním vzduchem o objemu 150 m³/h. Větrací jednotka neslouží k teplotněmu vytápění, vzduch je zde pouze dohříván na požadovanou teplotu.

Osvětlení v projektu není specificky řešeno, předpokládá se však užití účinných LED svítidel s účinností 40 %.

Chlazení, vlhčení ani další nejmenované dílčí spotřeby nejsou v objektu uvažovány.

3 ENERGETICKÉ POSOUZENÍ NÁVRHU

Pro vyhodnocení energetické náročnosti budovy je potřeba vytvořit energetický model budovy. Jeho sestavení obnáší vytvoření obálky budovy, nadefinování parametrů navržených konstrukcí z hlediska prostupu tepla a technických systému budovy pro užívaný režim.

Výpočet energetické náročnosti je proveden v programech Teplo 2010 a Energie 2015 z balíčku Svoboda Software. Výstupy z programů jsou k dispozici na přiloženém CD v rámci přílohy č. 9.

3.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY

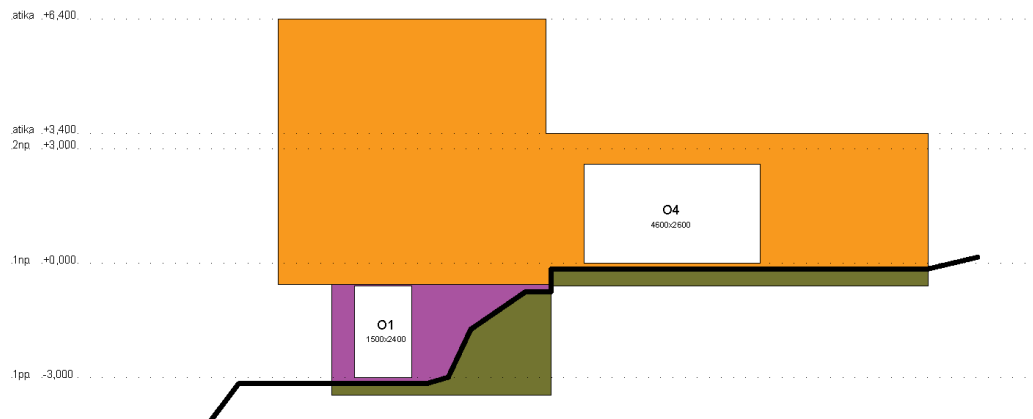
Pro potřeby zadání do programu Energie je nutno uvést základní parametry zóny:

- Počet uživatelů: 4
- Počet zón: 1
- Energeticky vztažná plocha: 336,2 m²
- Čistá podlahová plocha: 257,3 m²
- Celkový obestavěný objem: 1 163,4 m³
- Faktor tvaru budovy A/V: 0,7 m²/m³

3.2 OBÁLKA BUDOVY

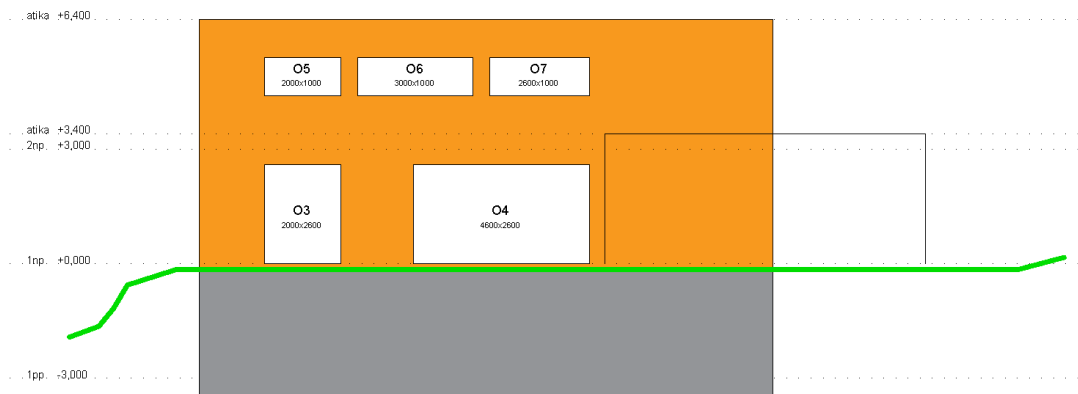
Dle výše uvedených parametrů je objemový faktor tvaru budovy 0,7 m²/m³. Hodnota je na hranici hospodárného a nehospodárného hmotového návrhu. Pro budovu to znamená, že daný objem je obalen větším množstvím ochlazovaných konstrukcí. Je to dáno členitým tvarem budovy, odskoky a konzolami.

západní pohled



Obr. 2 Obálka budovy – západní pohled [1]

jižní pohled



Obr. 3 Obálka budovy – jižní pohled [1]

S1 - obvodové stěny nad zeminou - 300.7 m²

S2 - obvodové stěny nad zeminou - 49.6 m²

S3 - obvodové stěny pod zeminou - 26.8 m²

S4 - obvodové stěny pod zeminou - 49.5 m²

Ze dvou ukázkových pohledů obálky budovy je zřejmé, že zásadní vliv na průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy a celkovou energetickou bilanci budovy bude mít dominantně zastoupená obvodová stěna S1, jejíž výměra je přibližně jedna třetina celé obálky včetně podlahy a střechy.

Konstrukce	A [m ²]	U [W/(m ² ·K)]	U _n [W/(m ² ·K)]	U _{n,rec} [W/(m ² ·K)]
S1 – stěna k exteriéru	298,7	0,18	0,30	0,20
S2 – stěna k exteriéru	49,6	0,21	0,30	0,20
S3 – stěna k zemině	28,7	0,2	0,45	0,30
S4 – stěna k zemině	49,5	0,33	0,45	0,30
P1 – podlaha na zemině	85,1	0,16	0,45	0,30
P2 – podlaha na zemině	42,4	0,13	0,45	0,30
C1 – strop nad exteriérem	18,5	0,21	0,24	0,16
R1 – plochá střecha	146,1	0,14	0,24	0,16
Okna – izolační dvojsklo	26,04	0,8	1,5	1,2
Posuvné výplně a dveře – izolační dvojsklo	53,5	1,0	1,5	1,2

Tab. 1 Tabulka konstrukcí výchozího stavu [2]

Konstrukce splňují požadavek na požadovaný součinitel prostupu tepla U_n normy ČSN 73 0540-2. Většina konstrukcí splňuje dokonce i doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla $U_{n,rec}$.

3.3 VYHODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Ze všeho nejdříve bych zde uvedl, co je to budova s téměř nulovou spotřebou energie a co to obnáší. Jedná se o budovu s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů. Jedná se o legislativní pojem, který nabude platnosti pro budovy rozsahu rodinných domů v roce 2020. Ve výpočtech to znamená přísnější požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla obálky referenční budovy, který je dán hodnotou redukčního činitele. Referenční hodnota činitele pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie je 0,7. Dále došlo ke snížení hodnoty neobnovitelné primární energie referenční budovy o 25 % oproti výpočtové hodnotě referenční budovy. [3] [4]

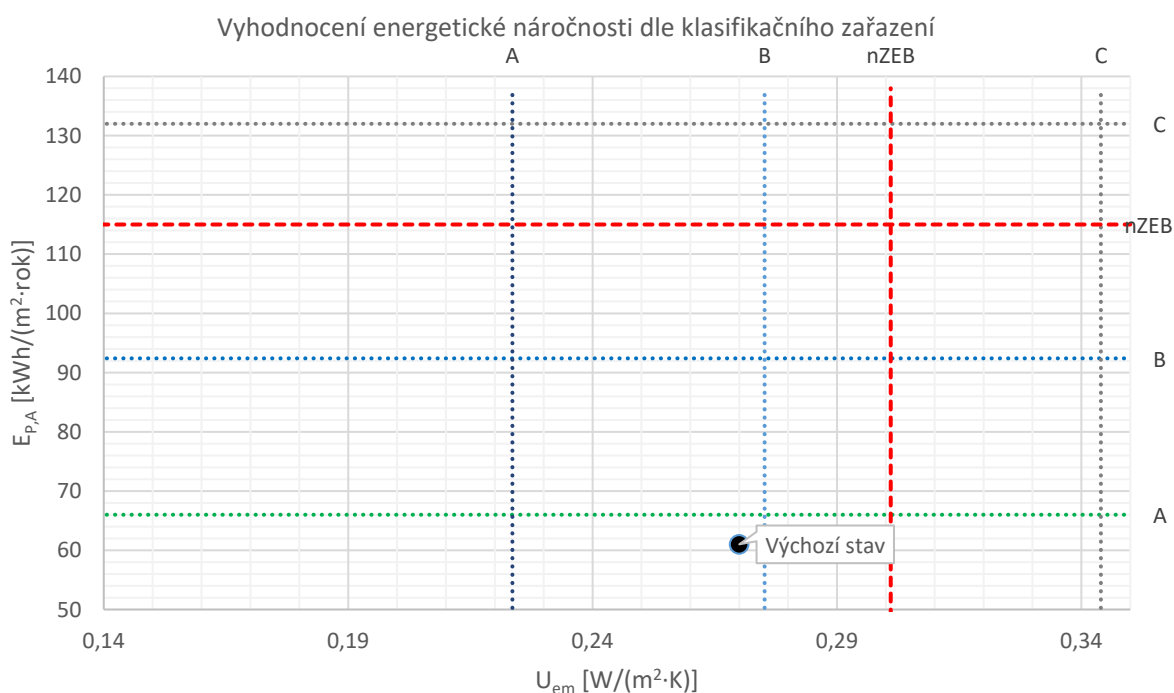
Hodnocení energetické náročnosti je provedeno dle Vyhlášky č. 78/2013 Sb., tedy na základě tří základních parametrů: celková dodaná energie do objektu, primární neobnovitelná energie a průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy. Aby hodnocená budova vyhověla požadavkům, musí, dle § 6 odst. 1, hodnoty všech tří ukazatelů energetické náročnosti budovy být menší než jejich referenční hodnoty. Při hodnocení budovy jako budovy s téměř nulovou spotřebou energie může nastat situace, kdy průměrný součinitel prostupu tepla nebo primární neobnovitelná energie dosahuje klasifikační třídy C nebo celková dodaná energie dosahuje klasifikační třídy C, přesto budova nespĺňuje vyhlášku. Tato skutečnost je dána jednotnou klasifikační stupnicí napříč všemi typy hodnocení – dle referenčních hodnot pro novou budovu. [3]

Výchozí návrh budovy, již je věnována kapitola 2, má ukazatele energetické náročnosti takovéto:

Průměrný součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]	U_{em}	0,27
	U _{em,R}	0,30
	U _{em,R,klas}	0,34
[-]	U _{em} /U _{em,R,klas}	0,794
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	E_{p,A}	68
	E _{p,A,R}	115
	E _{p,A,R,klas}	132
[-]	E _{p,A} /E _{p,A,R,klas}	0,455
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	E_{pN,A}	56
	E _{pN,A,R}	114
	E _{pN,A,R,klas}	170
[-]	E _{pN,A} /E _{pN,A,R,klas}	0,376

Tab. 2 Ukazatele energetické náročnosti budovy – výchozí návrh

Z tabulky jasně vyplývá, že energetická náročnost budovy je nízká a ukazatele energetické náročnosti jsou na vyhovující úrovni. Poměr hodnot U_{em} a $U_{em,R,klas}$ je nižší než 0,8 a zároveň je U_{em} nižší než $U_{em,R}$, výsledná klasifikace je tedy B. U měrné dodané energie je tento poměr 0,455 – hodnocení A, a poměr hodnot měrné primární neobnovitelné energie je roven 0,329, dostává se tedy pod nejnižší klasifikační hranici a známka je A.



Graf 1 Grafické znázornění vyhodnocení ENB

Autor navrhl rodinný dům s velice nízkou energetickou náročností. Budova splňuje požadavky dnešní i ty nastávající pro rok 2020. Navržen je velice efektivní zdroj tepla s velkým podílem obnovitelné

energie. V následujících kapitolách budou sestaveny a rozebrány návrhy s odlišnými parametry obálky budovy a zdroje tepla. Pozornost bude věnována nejen lepším, ale i horším sestavám.

4 NÁVRH VARIANT

Nyní přistoupíme k návrhu kvalitativních i materiálových variant obálky budovy a variant technického zařízení v budově. Nové varianty nemusí nutně vést ke snížení provozních nákladů oproti výchozímu stavu, jde i o vyhodnocení z hlediska investičních nákladů, doby životnosti daných systémů a jejich dopadu na životní prostředí.

4.1 VARIANTY OBÁLKY BUDOVY

Jedna z cest vedoucí k úspoře spotřebované energie je zlepšení kvality obálky budovy. Srovnávacím parametrem obálky je hodnota průměrného součinitele prostupu tepla, jehož hodnota ve výchozí variantě činí 0,27 W/(m²·K). Tomu odpovídají hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí v Tab. 1.

Nově navržené kvalitativní úrovně obálky budovy jsou navrženy v určitém rozsahu. Rozsah je dán horní hranicí požadavkem pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie, tedy $0,7 \cdot U_{em,Ref}$ (výpočtová hodnota průměrného součinitele prostupu tepla). Dolní hranicí je pro tuto práci uvažována hodnota, pro kterou je měrná potřeba tepla pro vytápění menší nebo rovna 15 kWh/(m²·rok). Jedná se o jeden z požadavků pro získání dotace v rámci dotačního titulu Nová zelená úsporám, kterému se věnuji v závěru práce.

V daném rozsahu je nově navrženo pět kvalitativních úrovní obálky budovy, jejichž hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla a dílčí hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí shrne Tab. 3. Varianty jsou značeny O0 až O5, kdy varianta O1 dosahuje nejvyšších hodnot součinitelů prostupu tepla konstrukcí a tím pádem i průměrného součinitele prostupu tepla, varianta O5 dosahuje naopak nejnižších hodnot v uváděném rozsahu.

Konstrukce [W/(m ² ·K)]	O0	O1	O2	O3	O4	O5
S1 – stěna k exteriéru	0,18	0,21	0,14	0,12	0,1	0,1
S2 – stěna k exteriéru	0,21	0,21	0,14	0,12	0,1	0,1
S3 – stěna k zemině	0,2	0,28	0,28	0,26	0,2	0,2
S4 – stěna k zemině	0,33	0,28	0,28	0,26	0,2	0,2
P1 – podlaha na zemině	0,16	0,2	0,18	0,18	0,18	0,18

P2 – podlaha na zemině	0,13	0,2	0,18	0,18	0,18	0,18
C1 – strop nad exteriérem	0,21	0,21	0,14	0,12	0,1	0,1
R1 – plochá střecha	0,14	0,18	0,11	0,1	0,1	0,1
Okna	0,8	1	0,8	0,7	*	*
Posuvné výplně	1	1	1	0,8	**	**
U_{em}	0,27	0,29	0,24	0,21	0,18	0,16

Tab. 3 Souhrnná tabulka součinitelů prostupu tepla konstrukcí

Pozn.: Hodnoty jsou pro dosažení přesnějších výsledků zadány pomocí součinitele prostupu tepla rámu U_f a zasklení U_g , lineárního činitele tepelné vazby ψ a tloušťky rámu.

* $U_f = 0,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; $U_g = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; $\psi = 0,029 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$; $t_f = 0,12 \text{ m}$

** $U_f = 0,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; $U_g = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; $\psi = 0,029 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$; $t_f = 0,12 \text{ m}$

4.2 KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ VARIANTY

V této části je projekt rodinné vily posuzován z hlediska konstrukčních a materiálových variant. Vzhledem k tématu práce je pozornost věnována konstrukcím na systémové hranici obálky budovy, které mají vliv na energetickou náročnost budovy. Jsou zvoleny běžně užívané kombinace stavebních materiálů v současné výstavbě, materiály méně běžné či kombinace materiálů vykazující určitou výhodu oproti ostatním variantám.

Návrh konstrukcí se týká pouze vybraných částí obálky – jmenovitě to jsou obvodové stěny S1 a S2, stěny přilehlé k zemině S3 a S4, strop nad venkovním prostředím C1 a střecha budovy R1. Podlaha na zemině v této části neposuzují, protože se s navrženými variantami nemění. Skladby konstrukcí jsou popsány v příloze č. 2.

4.2.1 Varianta M0 – Vápenopískové bloky

První materiálovou variantou je varianta navržená autorem architektonické studie. V souhrnu se jedná o obvodové stěny z vápenopískových bloků zateplené z vnější strany fasádní minerální izolací. Střecha domu je z železobetonové konstrukce zateplené dvěma vrstvami stropního polystyrénu EPS. Malý kousek stropu nad venkovním prostorem je zateplen fasádní minerální vatou. Stěny k zemině jsou zateplené nenasákavým polystyrénem XPS.

4.2.2 Varianta M1 – Cihelné zdivo

Další varianta je sestavena z materiálů, které považuji za jedny z nejvíce rozšířených na našem trhu – jedná se o nástupce tradičních cihel – cihelné dutinové bloky a stropní cihelné vložky.

Obvodové stěny z děrovaných cihel jsou z vnější strany zatepleny fasádním polystyrénem EPS $\lambda_D = 0,037 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Samotné bloky vykazují lepší tepelně technické parametry oproti běžným plným materiálům, v provedení bloků s dutinami vyplněnými minerální vatou dokonce mohou dosáhnout normového požadavku na součinitel prostupu tepla stěny k exteriéru. Pro účely této práce jsem však volil klasické dutinové bloky zateplenými EPS.

Konstrukce stropu a střechy je navržena ze systémových dílců, tedy nosných železobetonových trámů a cihelných vložek. Střešní konstrukce je dále zateplena v několika vrstvách izolačními deskami z pěnového polystyrénu EPS $\lambda_D = 0,034 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Stěny k zemině jsou zatepleny nenasákavým polystyrénem XPS.

4.2.3 Varianta M2 – Železobeton

Varianta s označením M2 je sestavena z nosné železobetonové části a tepelně-izolační vrstvy z desek z fenolické pěny. Kombinace byla zvolena za účelem dosažení co nejmenší celkové tloušťky konstrukce.

Pro tyto účely uvažuji železobetonovou stěnu o tloušťce 200 mm zateplenou izolačními deskami se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,022 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Díky takto nízké hodnotě λ_D je možné se dostat na nižší tloušťky zateplených konstrukcí ve srovnání s dalšími navrhovanými konstrukcemi. Střešní železobetonová konstrukce o tl. 220 mm je zateplena střešními izolačními deskami z polyisokyanurátové pěny (PIR) o stejné λ_D jako fasádní izolační desky. Stěny k zemině jsou zatepleny nenasákavým polystyrénem XPS.

4.2.4 Varianta M3 – Dřevostavba

Stavba navržená z materiálů na bázi dřeva je v dnešní době a v naší lokalitě méně běžná, přesto se v posledních letech procento vystavěných rodinných domů ze dřeva zvedlo a předpokládá se další růst. Dřevo je příjemný materiál, který se při správném zpracování a údržbě může stát i velice trvanlivým stavebním materiálem. Výhodou výstavby ze dřeva je především její nízká ekologická zátěž. Zpracování a likvidace dřeva není tolik náročné, jako např. vypálení cihelného bloku či výroba ocelářské výztuže

do betonové stěny. Jako zásadní nevýhodu považují výrazně vyšší nároky na technologickou kázeň a přípravu samotného projektu. Dřevostavba je náchylnější na vlhkostní procesy, které při špatném provedení můžou způsobit nejen zhoršení tepelně technických vlastností obalových konstrukcí, ale také degradaci nosných dřevěných prvků, jejíž následky mohou být fatální.

Skladby stěn jsou navrženy jako difúzně otevřené. Na straně interiéru se nenachází parotěsná vrstva, nýbrž tzv. parobrzdá. Vhodným materiálem pro tento účel je dřevoštěpková deska (OSB), jež má vyšší difúzní odpor. Nosnými prvky v obvodových stěnách jsou dřevěné hranoly KVH o rozměrech 240x80 mm, osazovány jsou v osových vzdálenostech 625 mm a z vnější strany zaklopeny měkkou dřevovláknitou deskou, která slouží také jako doplňující tepelná izolace. Součinitel tepelné vodivosti dřevovláknité izolace uvažují $\lambda_D = 0,048 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Volná dutina mezi nosnými sloupky je vyplněna fukanou minerální izolací s $\lambda_D = 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Konstrukce stropu a střechy je tvořena dřevěnými nosníky "I" 240x100 mm při osově vzdálenosti 625 mm, sestávajících z dřevěných pásnic a stojiny z OSB desky. Výhodou je subtilnost prvku, tedy i větší podíl tepelné izolace. Skladba je ze spodu i ze shora zaklopena OSB deskou a prostor mezi nosníky je vyplněn fukanou minerální izolací s $\lambda_D = 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Vzhledem ke svážitosti terénu a konceptu domu je v objektu větší množství stěn přilehlých k terénu. Jedná se o stěny S3 a S4, které přímo sousedí se zemí, a stěnu S2, které jsou v rámci této varianty navrženy jako železobetonové (převzaty z M2), a to zejména kvůli vyšší vlhkosti a statickému namáhání. Stěny přilehlé k zemi jsou zatepleny nenasákavým polystyrénem XPS.

4.2.5 Varianta M4 – Pórobeton

Poslední uvažovanou variantou jsou konstrukce na bázi lehčeného betonu, konkrétně tedy pórobetonových tvárnic a vložek i izolačních desek. Předností materiálu považují zejména menší pracnost provádění a malou objemovou hmotnost. Díky množství vzduchových pórů dosahuje samotná tvárnice slušných hodnot součinitele tepelné vodivosti.

Obvodové stěny sestávají z pórobetonových tvárnic tl. 375 mm a jsou zatepleny tvrdými minerálními izolačními deskami z téhož materiálu. Desky jsou zde navrženy s ohledem na systémové řešení konstrukce a její homogenitu. Samotná izolační deska se řadí mezi izolace s horším součinitelem

tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, materiál však vykazuje jiné výhody, například větší pevnost materiálu.

Strop a střecha je řešen systémovými prvky – nosné železobetonové nosníky, mezi které jsou vkládány stropní pórobetonové vložky o celkové tloušťce nosné složky stropu 250 mm. Konstrukce je shora zateplena opět izolačními deskami z pórobetonu.

4.3 VARIANTY TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVY

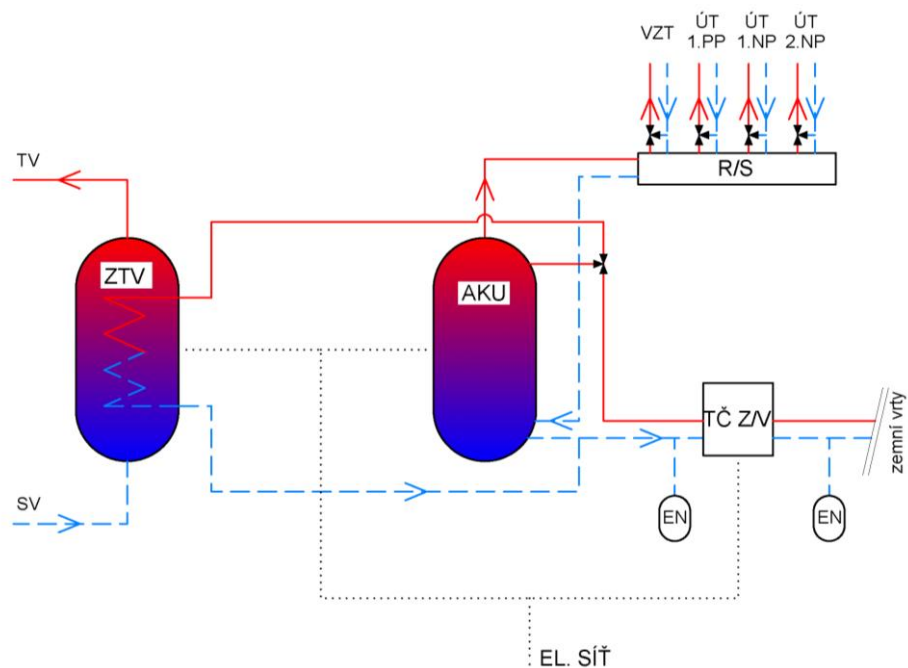
Nyní se dostávám k návrhu technického zařízení budovy, které ovlivňuje energetickou náročnost budovy. Pro řešený objekt to znamená hlavně způsob vytápění, přípravy teplé vody a větrání. Osvětlení je ve všech variantách na stejné úrovni, chlazení, vlhčení ani další specifické technologie nejsou v objektu navrhovány. Uvažováno je celkem se čtyřmi způsoby vytápění a přípravy teplé vody včetně výchozího stavu, které jsou podrobněji popsány v dalších odstavcích.

Větrání je ve všech variantách uvažováno nucené a návrh vychází z převzaté bakalářské práce. Jedná se o rovnotlaký systém se $150 \text{ m}^3/\text{h}$ objemového toku vzduchu. Výměnu vzduchu zajišťuje kompaktní větrací jednotka umístěná v technické místnosti, která zajišťuje rekuperaci odpadního vzduchu a pouze jeho doohřev na požadovanou teplotu interiéru. Nejedná se tedy o teplovzdušné vytápění. Ve výpočtu se uvažuje s protiproudým výměníkem zpětného získávání tepla, který disponuje účinností 77 % [5].

4.3.1 Varianta V0 – TČ země/voda

První variantou technického zařízení je návrh z výchozího stavu. Zdrojem tepla pro vytápění a přípravu teplé vody je zde tepelné čerpadlo země/voda s hloubkovými vrty. Tepelné čerpadlo je napojeno na akumulaciční nádrž o objemu 400 l, ze které je topná voda rozvedena do rozvaděče sběrače, odkud se dále větví do teplovodní otopné soustavy a do větrací jednotky. Teplo je do okolí sdíleno pomocí teplovodních podlahových hadů. Tepelné čerpadlo dále ohřívá nepřímo ohříváný zásobník teplé vody o objemu 200 l. Zásobník je vybaven elektrickou patronou k ohřevu vody na požadované hygienické minimum. Výpočtově se jedná o 10procentní pokrytí potřeby tepla pro přípravu teplé vody elektrickou patronou.

Akumulační nádrž pro topnou vodu navrhují s ohledem na delší životnost zdroje. Tepelné čerpadlo je svým způsobem motor, a tak je důležité si uvědomit, že častějším spínáním se motor opotřebovává a vznikají poruchy.

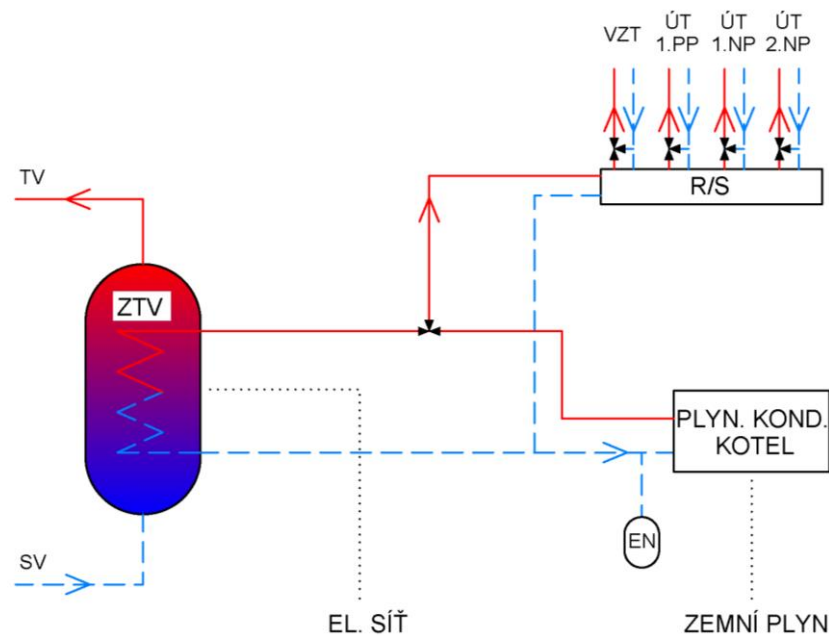


Obr. 4 Schéma zapojení – varianta V1

4.3.2 Varianta V1 – Plynový kondenzační kotel

V této variantě se jedná pouze o jediný zdroj tepla pro vytápění a přípravu teplé vody – plynový kondenzační kotel. Kotel je napojen, stejně jako ve výchozí variantě, na teplovodní otopnou soustavu s otopnými podlahovými hady a na zásobník teplé vody. Ve variantě se neuvažuje s akumulací nádrží, protože dle mého názoru zde není tolik potřebná. Náběh kotle proběhne ihned a přívod paliva je stále k dispozici, není proto nutno ohřívat otopnou vodu do akumulacího zásobníku.

Nevýhodou plynového kotle je, že při nedokonalém spalování zemního plynu uniká jedovatý oxid uhelnatý. Plynový kotel proto podléhá nutným pravidelným revizím. Další nevýhodou je nutnost zavedení plynovodní přípojky, která prodraží projekt. Výhodou je relativně nízká investice do samotného zdroje.



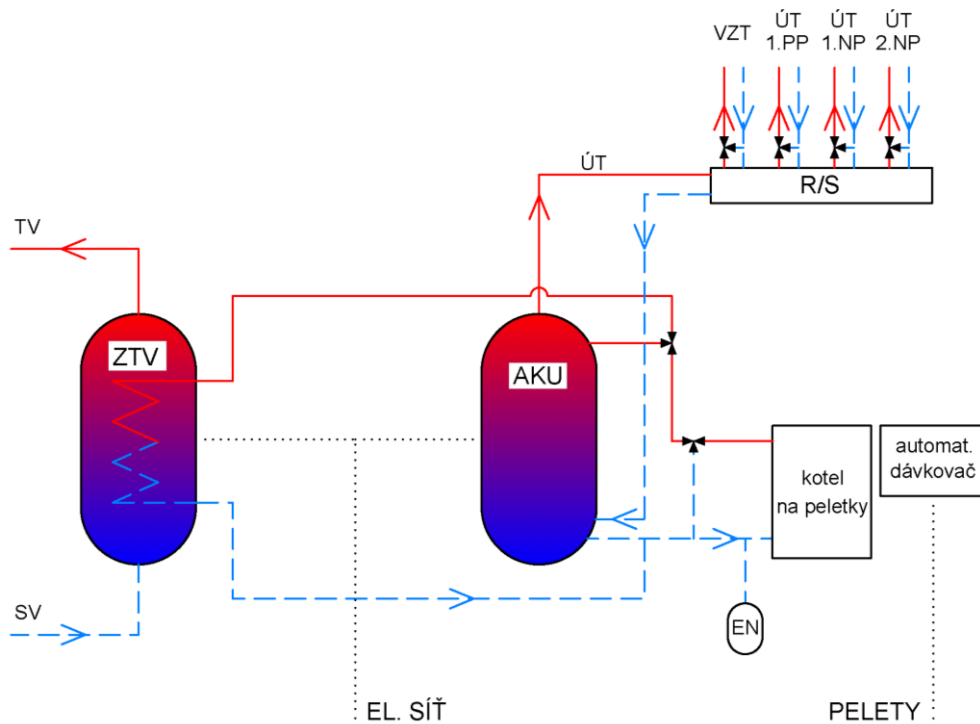
Obr. 5 Schéma zapojení – varianta V2

4.3.3 Varianta V2 – kotel na pelety

Varianta V2 je jediná varianta poháněná tuhým palivem, v tomto případě biomasou – peletami. Z navržených variant se jedná o nejšetrnější k životnímu prostředí. Navržený je zde kotel s automatickým dávkovačem pelet, míra komfortu se tímto více přibližuje např. plynovému kotli. Je však potřeba čas od času pelety naskladnit a zásobník doplnit. S tím souvisí i nutnost skladových prostor, které v předešlých návrzích nebyly potřebné. Velká míra ekologičnosti zdroje je vyvážená

malou účinností, která se pohybuje okolo 86 %. Otopná soustava včetně distribučních prvků je totožná jako u prvních dvou variant.

Ohřev topné vody trpí značnou odezvou při náhlé potřebě vytápění, z toho důvodu do systému zapojují akumulární nádrž o objemu 400 l. Zásobník teplé vody je navržen stejný jako v předešlých variantách.



Obr. 6 Schéma zapojení zdroje – varianta V3

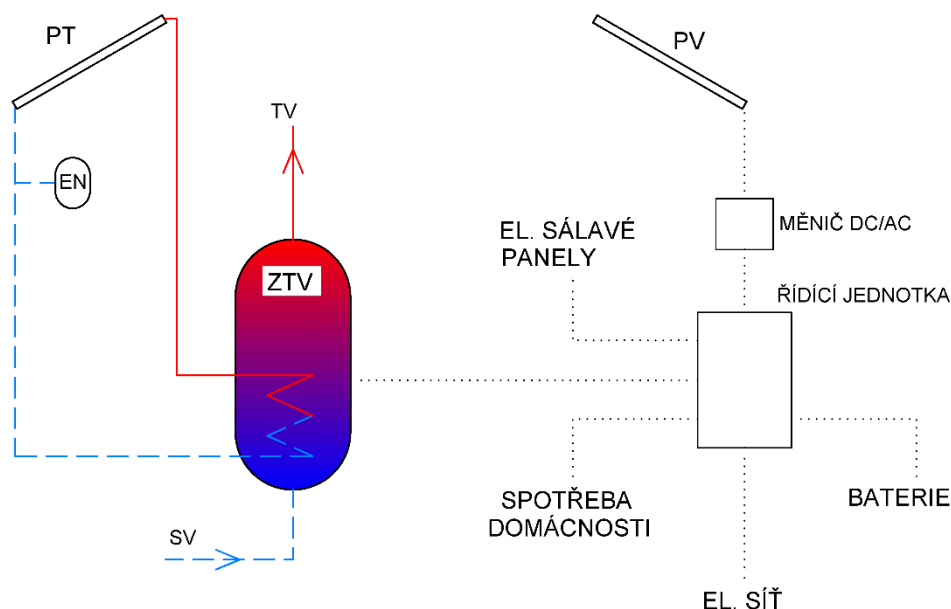
4.3.4 Varianta V3 – elektrické vytápění

Poslední varianta je jediná, která nedisponuje teplovodní otopnou soustavou. Zdrojem tepla je zde totiž elektrická energie, která pomocí elektrických sálavých panelů ohřívá budovu. Z pohledu efektivity systému se jedná o velice účinný systém, kde odpadá proces přeměny energie, tedy i účinnost zdroje. Koncové sálavé panely jsou výpočtově na účinnosti 96 %, které nedosahují žádný z předchozích otopných prvků. Z hlediska ekologie a energetického hodnocení se jedná o nepřijatelný systém vytápění jako takový. Pokud však dojde ke kombinaci s alternativními zdroji a snížení podílu neobnovitelné primární energie, jejíž hodnota je klíčovým parametrem při návrhu elektrického vytápění, může dojít k zajímavým výsledkům, co se týče poměru investičních a provozních nákladů.

Předností systému na elektřinu je jeho pružnost. Na rozdíl od ostatních otopných soustav, kdy nejprve ve zdroji došlo k přeměně energie, která byla předána do topného média, a to dále bylo rozváděno po

celém objektu až do koncových distribučních prvků. Zde je elektřina pouštěna přímo do otopných panelů. Takto pružný systém je vhodný zejména do budov s malou tepelnou akumulací – např. do dřevostaveb. Ve variantě odpadá nutnost disponovat vlastním zdrojem, dojde tedy k úspoře místa a menším investičním nákladům.

Přípravu teplé vody zajišťuje přímo ohříváný elektrický zásobník o objemu 200 l. Vzhledem k velkému podílu neobnovitelné primární energie je návrh doplněn obnovitelnými zdroji. Navrženy jsou fotovoltaické a fototermické panely – fototermické panely jsou napojeny na zásobník teplé vody a zajišťují její předehřev. Navrženy jsou tak, aby výroba tepla v letních měsících nepřesáhla křivku potřeby tepla na přípravu teplé vody. Fotovoltaické panely pak vyrábějí elektrickou energii na chod technických systémů, tedy na pokrytí pomocných energií v objektu, a spotřebu uživatelské energie. Součástí návrhu výroby elektrické energie jsou i baterie, které pomohou vyrovnat současnost výroby a spotřeby energie a snížit podíl exportu elektrické energie do distribuční soustavy. Podrobnějšímu návrhu výroby a spotřeby elektrické energie fotovoltaickými panely by se dalo zabývat mnohem déle, pro potřeby mé práce však pracuji s bilančními hodnotami. Tepelná ztráta objektu je v této variantě částečně pokryta i krbem, tedy krbovou vložkou s uzavřeným topeništěm. Výpočtově se krb podílí na 15 % potřeby tepla na vytápění objektu.



Obr. 7 Schéma zapojení – varianta V4

5 POSOUZENÍ VARIANT

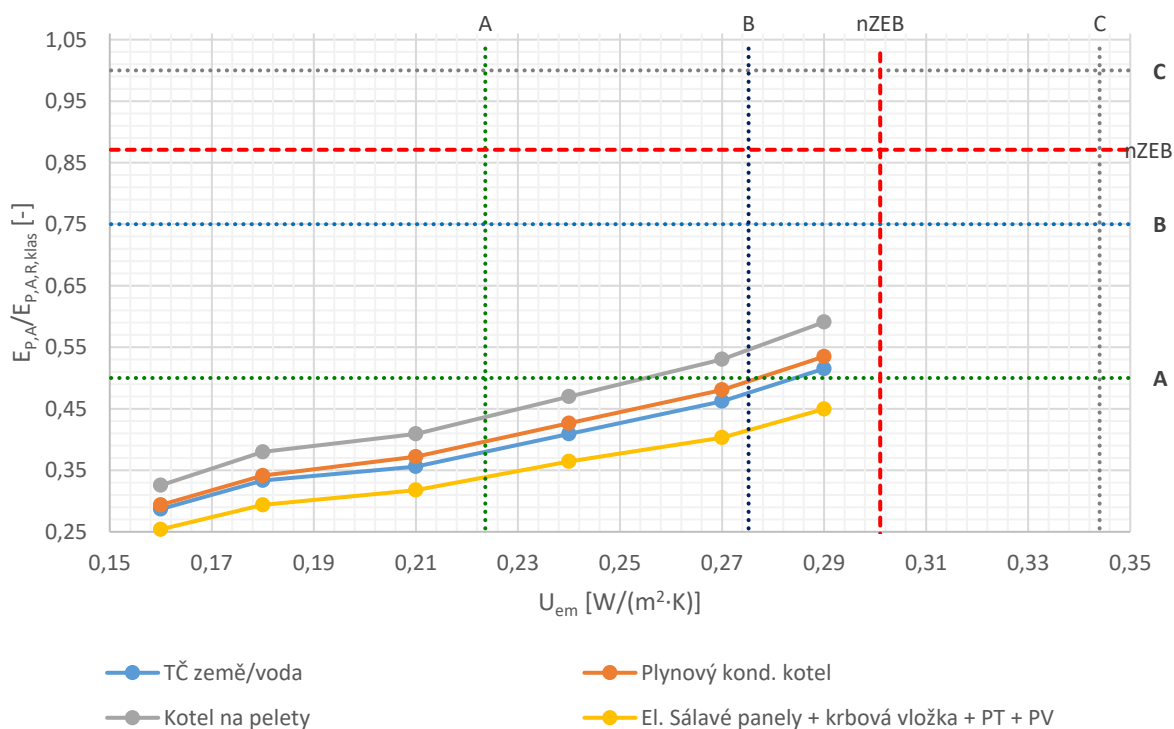
Nyní se dostáváme do části, ve které jsou posouzeny všechny uvažované varianty. Hlavní pozornost je věnována energetickému posouzení kvalitativních variant obálky budovy z odstavce 4.1. Ekologické posouzení konstrukcí proběhne na úrovni samotných konstrukcí i na úrovni celé obálky budovy. Ekonomické posouzení je provedeno v rámci vybraných dílčích konstrukcí napříč všemi kvalitami obálky budovy. Posouzeny jsou dále provozní náklady pro uvažované varianty obálek budovy a varianty zdrojů tepla a v poslední řadě jsou posouzeny orientační investiční náklady otopných soustav a jejich zdrojů.

5.1 ENERGETICKÉ VYHODNOCENÍ

Z hlediska energetické náročnosti jsou vyhodnoceny varianty obálky budovy O0 až O5 a varianty technického zařízení V0 až V3. Kombinace variant jsou vyhodnoceny na základě hodnotících parametrů energetické náročnosti budovy – průměrný součinitel prostupu tepla, dodaná energie a neobnovitelná primární energie. Parametry jsou zobrazeny do grafů obdobně jako v kapitole 3.3. Jsou zde dále zobrazeny požadované hodnoty pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB) a hraniční hodnoty pro jednotlivé klasifikační stupně. V rámci energetického vyhodnocení je vyhodnocena i spotřebovaná energie v objektu.

5.1.1 Energetická náročnost budovy

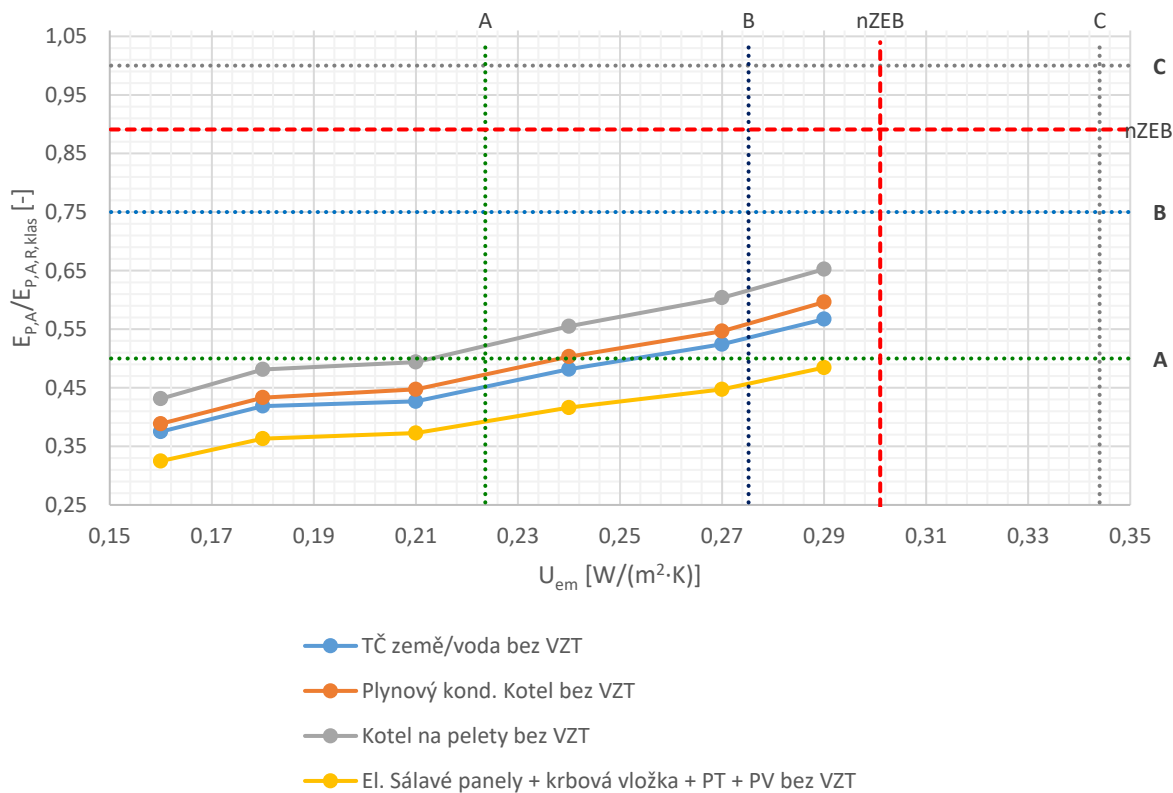
Hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy na vodorovné ose jsou uváděny ve skutečných jednotkách, protože se referenční budova ve variantách nemění. Hodnoty celkové dodané energie na svislé ose jsou však uváděny v relativních hodnotách vztažených k referenčním hodnotám celkové dodané energie pro novou budovu. Ve variantách dochází k rozdílným hodnotám u referenčních budov, které jsou způsobeny odlišným návrhem prvků v otopné soustavě. Referenční hodnoty měrné dodané energie se liší pouze v řádech jednotek – konkrétní data viz příloha č. 3.



Graf 2 Vyhodnocení energetické náročnosti dle klasifikačního zařazení (vč. VZT)

Z hlediska dodané energie do objektu nejlépe vychází varianta s elektrickými sálavými panely, krbovou vložkou, fotovoltaickými a fototermickými panely. Je to dáno vysokou účinností elektrické soustavy. Naopak nejvyšších hodnot dosahuje kotel na pelety, jehož účinnost je ve srovnání s posuzovanými zdroji nejnižší. Naprostá většina variant spadá do kategorie A energetické náročnosti budovy. Zajímavé je, že ani jedna ze čtyř variant zdrojů by se při pomyslném protažení křivek k hranici maximálního U_{em} nedostala do úrovně C energetické náročnosti budovy.

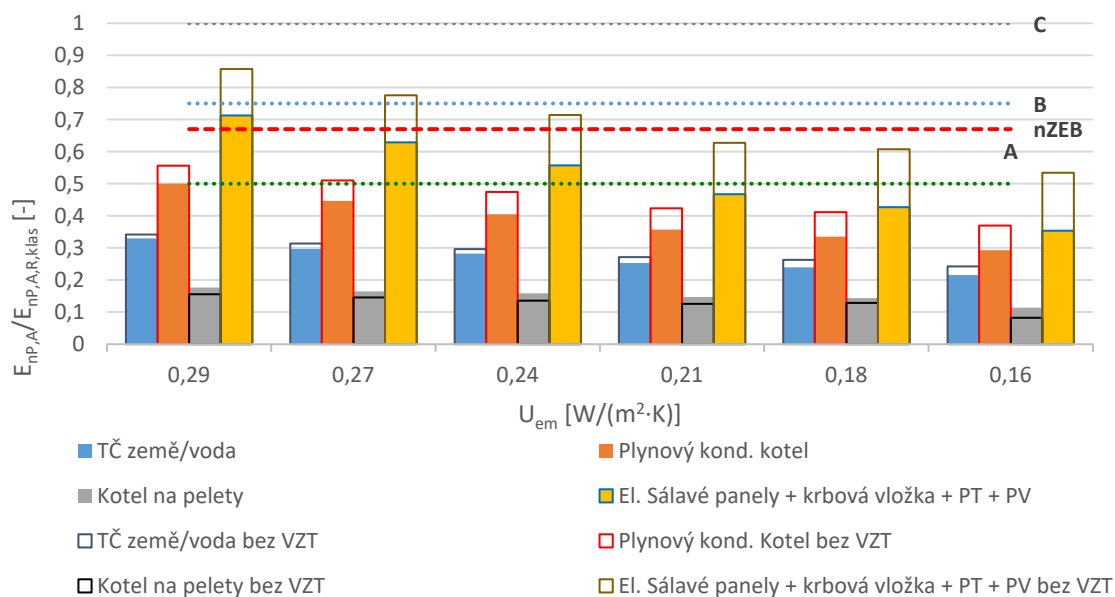
Vyhodnocení variant je provedeno i paralelně bez vlivu nuceného větrání. Záměr vyhodnocení je pouze informativní a není zařazen do závěrečného hodnocení. Otázkou, zda je nucené větrání vhodné a uživatelsky přívětivé, se v práci nezabývám. Z hlediska energetické náročnosti je při nuceném větrání s rekuperací dosažena vyšší úspora, což vyplývá ze samotných hodnot dodaných energií. Pro některé kombinace obálky budovy a zdroje tepla se může jednat o rozdíl třídy klasifikační stupnice.



Graf 3 Vyhodnocení energetické náročnosti dle klasifikačního zařazení (bez VZT)

Varianty bez nuceného větrání jsou na tom vzhledem ke klasifikační stupnici o něco hůře. Více variant se přelévá do klasifikační stupnice B. Žádná z variant nedosahuje kategorie C. Z obou grafů je dobře vidět, jaká část plochy připadající do kategorie C pro novou budovu je již pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie nevyhovující.

Aby bylo vyhodnocení energetické náročnosti kompletní, je potřeba varianty posoudit z hlediska třetího ukazatele energetické náročnosti budov – neobnovitelné primární energie. Tento ukazatel nemá vliv na výsledné zařazení budovy do klasifikační stupnice. Splnění však pro některé varianty může být velmi problematické. Splnění požadavku primární neobnovitelné energie pro rodinný dům hodnocený jako nová budova je potřeba dosáhnout o 10 % menší hodnoty oproti hodnotě referenční budovy. V případě budovy s téměř nulovou spotřebou energie je potřeba dosáhnout hodnotu neobnovitelné primární energie o 25 % nižší, než je hodnota referenční budovy. Problémy se splněním požadavku nastávají u variant s vysokým faktorem neobnovitelné primární energie – u elektrického vytápění.

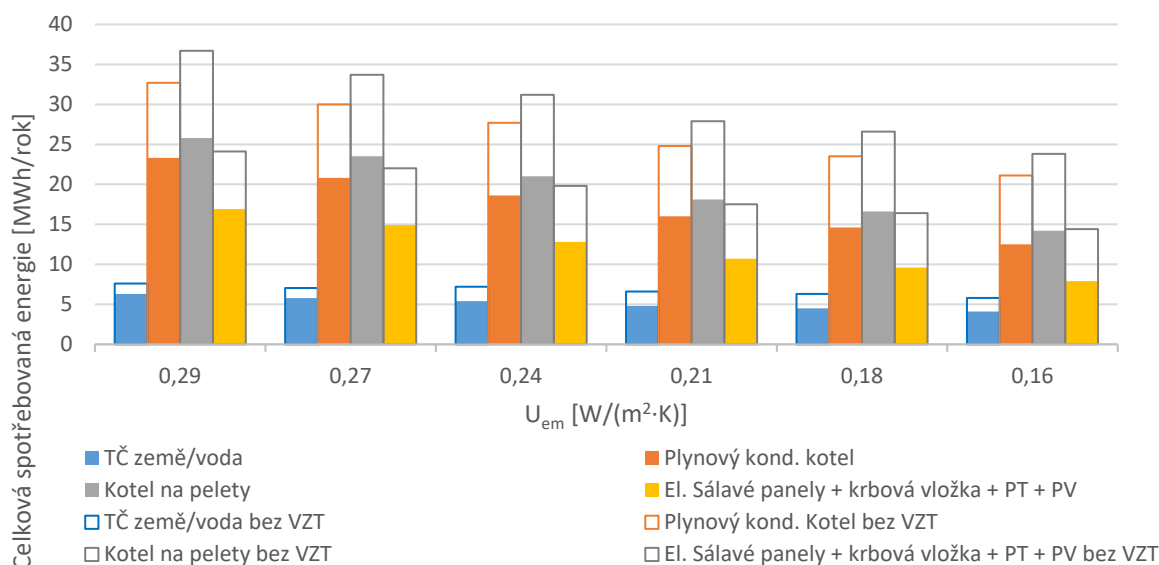


Graf 4 Vyhodnocení neobnovitelné primární energie

Snížením hodnoty neobnovitelné primární energie z 10 % na 25 % prakticky zaniká klasifikační kategorie C. Varianty s vysokým podílem neobnovitelné primární energie, které by jako nová budova byly dostačující na úrovni B, jsou nyní nedostačující. Z mnou navržených variant se jedná o variantu obálky O1 s $U_{em} = 0,29 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ a vytápěnou elektrickými sálavými panely s doplňujícími obnovitelnými zdroji. U budov bez nuceného větrání se jedná o varianty obálek O0 až O2 vytápěnými opět elektrickými sálavými panely. Za povšimnutí stojí, že neobnovitelná primární energie je u všech variant s kotlem na pelety bez nuceného větrání nižší než u variant s nuceným větráním. Důvodem je rozdíl faktoru neobnovitelné primární energie elektřiny a dřevěných pelet, kdy elektřina dosahuje 15x větší hodnoty. To znamená, že pokud se u varianty s kotlem na pelety ušetří energie s nízkým faktorem pomocí nuceného větrání poháněného elektrickou energií, byť malým množstvím s mnohonásobně vyšším faktorem, může dojít k podobným výsledkům.

5.1.2 Spotřebovaná energie

V této části jsou varianty porovnány z hlediska spotřebované energie. Dle mého názoru a pro účely této práce jde o více vypovídající informace pro potenciálního majitele či uživatele rodinného domu. Dodaná energie do budovy, které jsem se do teď v rámci hodnocení ENB, dle Vyhlášky č. 78/2013 Sb., věnoval, zahrnuje i dílčí energie slunce či okolního prostředí. Za tyto energie provozovatel budovy neplatí, proto uvádím i takovéto srovnání, které poslouží hlavně jako podklad pro vyhodnocení provozních nákladů.



Graf 5 Celková spotřebovaná energie v objektu

Jednoznačně nejnižší spotřebovanou energii za rok má původní navrhovaná varianta zdroje – tepelné čerpadlo země/voda s nejvyšší účinností zdroje, v tomto případě topným faktorem. Na druhé straně je s největší spotřebovanou energií varianta s kotlem na pelety. Jak prozatím plyne z výsledků, varianta s nejnižší dodanou energií do objektu nemusí nutně znamenat, že se jedná o nejúspornější variantu z hlediska spotřebované energie a pravděpodobně i provozních nákladů, kterým se věnuji v kapitole 5.3.

Celková spotřeba energie je dle dosažených výsledků pro varianty s nuceným větráním a rekuperací výrazně nižší. Energetická úspora se pohybuje v rozmezí od 17 do 45 % v závislosti na kvalitě obálky a typu zdroje. Z grafu jasně plyne, že čím lepší obálka je navržena, tím vyšší je i podíl ušetřené energie díky nucenému větrání. Konkrétní hodnoty dílčích dodaných energií rozdělených dle spotřeb a energonositelů jsou uvedeny v tabulce v příloze č. 4.

5.2 EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

Šetrnost návrhu k životnímu prostředí je jeden ze sledovaných parametrů výsledného hodnocení. Návrh a jeho vliv na životní prostředí je hodnocen ve fázi výstavby, kdy se ve formě multikriteriálního hodnocení srovnají všechny varianty, a ve fázi provozu, které se věnuji v kapitole 5.1.1. V této části je kladen větší důraz na multikriteriální hodnocení materiálových variant.

Jednotlivá hodnotící kritéria jsou svázaná energie (PEI), svázané emise CO₂ (GWP), svázané emise SO₂ (AP), potenciál eutrofizace (EP), potenciál ničení ozónové vrstvy (ODP) a potenciál tvorby přízemního ozónu (POCP). Hodnoceny jsou pro zjednodušení pouze konstrukce obvodová stěna S1 a S2, stěna přilehlá k zemině S3 a S4, strop nad venkovním prostorem C1 a strop R1. Posouzení variant je zpracováno na základě katalogu stavebních materiálů Envimat. [6] Nevýhodou hodnocení je skutečnost, že ne všechny hodnocené materiály jsou dostupné v katalogu. Dochází pak k nahrazování chybějících materiálů jinými, materiálově a technologicky podobnými.

5.2.1 Dílčí konstrukce

Varianty jsou vyhodnoceny na třech úrovních – nejprve jsou mezi sebou porovnány materiálové varianty konstrukcí vztaženy na 1 m². Pro každou konstrukci ve všech variantách je vypočtena environmentální zátěž pro daná kritéria. Výpočty environmentálních profilů viz příloha č. 9. Jednotlivé konstrukce jsou na základě referenční varianty M0 porovnány a posléze vynásobeny váhovým činitelem.

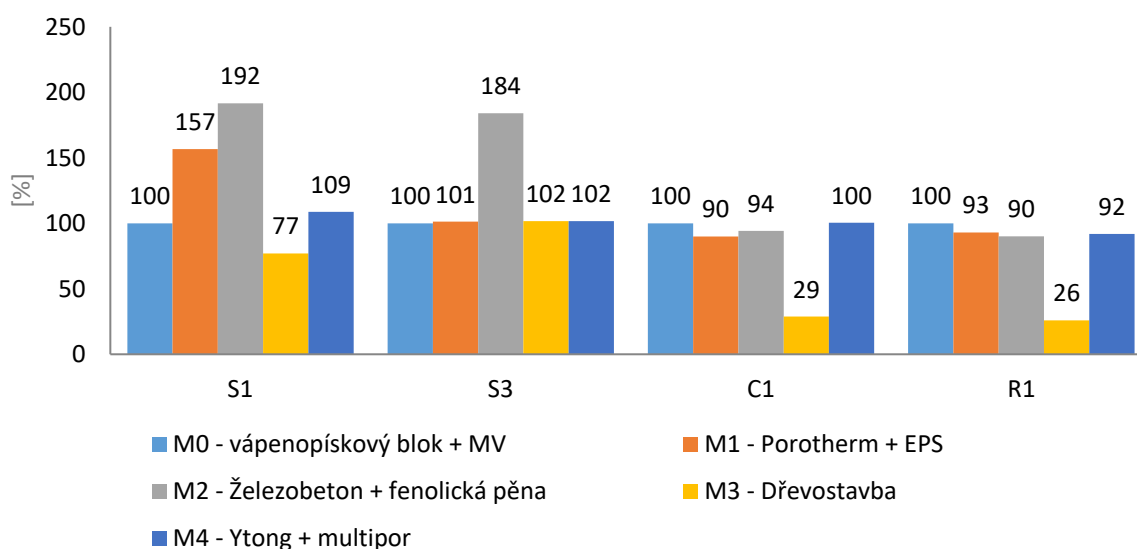
Vyhodnocení konstrukcí z hlediska dopadu na životní prostředí [%]								
Materiálová varianta	konstrukce	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP	Σ
		svázaná energie	svázané emise CO ₂	svázané emise SO ₂	potenciál eutrofizace	potenciál ničení ozónové vrstvy	potenciál tvorby přízemního ozónu	
M0 – VPC blok + MV		40,00	20,00	7,00	5,00	15,00	13,00	100
M1 – Porotherm + EPS		61,08	24,73	8,91	6,44	15,54	39,92	157
M2 – ŽB + fenolická pěna	S1	78,42	36,55	14,14	15,07	14,20	33,24	192
M3 – Dřevostavba		34,06	12,38	6,09	5,21	8,49	10,69	77
M4 – Ytong + multipor		42,59	26,43	6,97	6,08	15,63	11,08	109
M0 – VPC blok + XPS		40,00	20,00	7,00	5,00	15,00	13,00	100
M1 – Porotherm + XPS		39,18	20,66	8,11	6,82	14,56	11,95	101
M2 – ŽB + XPS	S3	62,85	37,99	15,41	19,96	14,96	32,92	184
M3 = M2		35,63	26,38	7,65	7,03	15,49	9,43	102
M4 – Ytong + XPS		35,63	26,38	7,65	7,03	15,49	9,43	102
M0 – ŽB + MV		40,00	20,00	7,00	5,00	15,00	13,00	100
M1 – Porotherm + EPS		36,20	17,33	5,41	4,14	13,23	13,67	90
M2 – ŽB + fenolická pěna	C1	38,45	19,26	6,02	4,69	13,62	12,12	94
M3 – Dřevostavba		12,65	4,63	1,81	1,06	6,09	2,56	29
M4 – Ytong + multipor		39,63	20,68	6,23	5,12	15,54	13,29	100
M0 – Železobeton + EPS		40,00	20,00	7,00	5,00	15,00	13,00	100
M1 – Porotherm + EPS		37,60	17,91	6,43	4,52	14,25	12,30	93
M2 – ŽB + fenolická pěna	R1	36,96	19,53	7,03	5,23	13,82	7,53	90
M3 – Dřevostavba		11,52	3,33	1,94	1,18	6,65	1,32	26
M4 – Ytong + multipor		34,88	20,51	6,70	5,49	16,18	8,16	92

Tab. 4 Vyhodnocení dílčích konstrukcí z hlediska dopadu na životní prostředí

Podrobný výpočet environmentálních profilů konstrukcí z Tab. 4 je k dispozici v příloze č. 5. V Tab. 4 se nachází již vynásobené relativní hodnoty, jsou tedy bezrozměrné. Zvolená referenční varianta má vždy u konstrukcí hodnotu 100. Váženost přidělována jednotlivým kritériím je rozdělena následujícím způsobem:

Značka	Parametr	Váha
PEI	Svázaná energie	40 %
GWP	svázané emise CO ₂	20 %
AP	svázané emise SO ₂	7 %
EP	potenciál eutrofizace	5 %
ODP	potenciál ničení ozónové vrstvy	15 %
POCP	potenciál tvorby přízemního ozonu	13 %

Tab. 5 Váha parametrů vlivu na životní prostředí

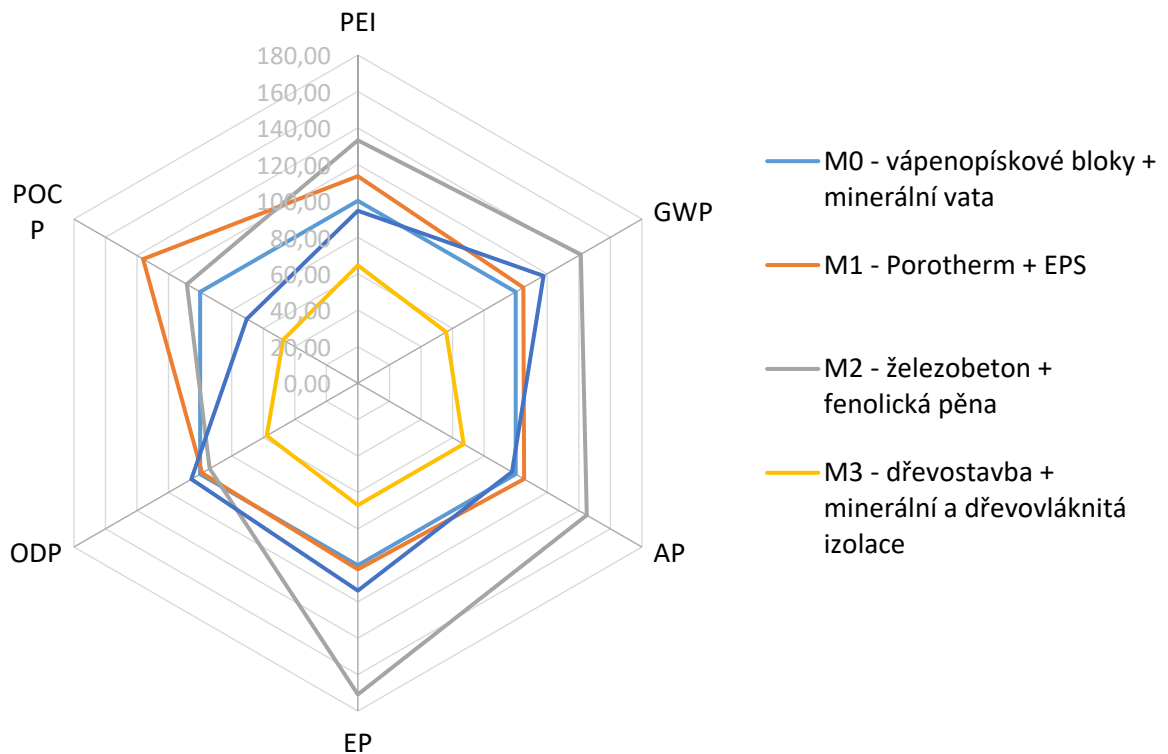


Graf 6 Vyhodnocení dílčích konstrukcí z hlediska dopadu na životní prostředí

Graf 6 zobrazuje hodnoty z posledního sloupce v Tab. 4, sumy bezrozměrných hodnot, jejichž jediným cílem je poměrové srovnání dílčích konstrukcí vztažených na 1 m² konstrukce. Vzhledem k tomu, že například varianta M3 – dřevostavba, disponuje železobetonovými stěnami přilehlými k terénu, je potřeba vyhodnotit obálku budovy jako celek, alespoň ty konstrukce, které jsou v rámci jejich dopadu na životní prostředí hodnoceny.

5.2.2 Obálka budovy

Vyhodnocením celé obálky je environmentální profil konstrukce vynásobený jeho plochou a výsledné hodnoty sečtené vždy v rámci stejné materiálové varianty. Nyní lze materiálové varianty porovnat mezi sebou zvláště pro každé kritérium. Pro tento účel nám poslouží následující Graf 7.



Graf 7 Porovnání variant z hlediska vlivu na životní prostředí

Referenční variantou je opět varianta s vápenopískovými bloky a minerální vatou, ve všech kritériích 100 %. Ostatní varianty se v grafu různě prolínají, s výjimkou varianty řešené jako dřevostavba, která ve všech kritériích dosahuje jednoznačně nejnižších hodnot, a varianta z železobetonu a fenolické pěny, která naopak téměř ve všech kritériích má nejvyšší hodnotou.

Následující postup je totožný jako v předešlém případě, relativní hodnoty vynásobené váhovým činitelem se sečtou a nejnižší hodnota je varianta s nejnižším dopadem na životní prostředí. Varianta nejvíce šetrná – M2, a nejméně šetrná – M3, k životnímu prostředí je snadno čitelná z Graf 7. Následující tabulka znázorňuje umístění zbylých variant.

Vyhodnocení obálky budovy z hlediska dopadu na životní prostředí [%]							
	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP	Σ
	svázaná energie	svázané emise CO ₂	svázané emise SO ₂	potenciál eutrofizace	potenciál ničení ozónové vrstvy	potenciál tvorby přízemního ozonu	
M0 – VPC blok + MV	40,00	20,00	7,00	5,00	15,00	13,00	100
M1 – Porotherm + EPS	45,41	20,96	7,37	5,11	14,81	17,70	111
M2 – ŽB + fenolická pěna	53,29	28,24	10,15	8,54	14,09	14,09	128
M3 – Dřevostavba	25,84	11,19	4,69	3,35	8,67	6,17	60
M4 – Pórobeton	37,82	23,53	6,83	5,70	15,84	9,15	99

Tab. 6 Vyhodnocení obálky budovy z hlediska dopadu na životní prostředí

Výsledné pořadí variant z hlediska jejich vlivu na životní prostředí je následující – od nejšetrnější varianty: **1. M3** – Dřevostavba; **2. M4** – Pórobetonové bloky; na těsném **3. místě M0** – Vápenopískové bloky a minerální vata; **4. M1** – Cihelné bloky a EPS; **5. M2** – Železobeton a fenolická pěna. Po podrobnějším rozboru samotných materiálů a jejich vlivu na životní prostředí vyplývá, že nejvíce zatěžujícím prvkem je ocelářská výztuž – její výroba, tvarování a další doprovodné činnosti jsou velmi energeticky náročné – a dle Tab. 5 mají svázané energie na výsledné hodnocení největší vliv, tj. 40 %.

5.2.3 Varianty obálky budovy

Porovnání obálky budovy na kvalitativní úrovni je zpracováno pro účely komplexního vyhodnocení, kdy je potřeba mezi sebou porovnat varianty s rozdílnými tepelně technickými vlastnostmi. Referenční variantou obálky budovy je varianta O0, příslušné materiálové varianty M0 až M4 mají tudíž každá v součtu 100 % (hodnotící kritéria jsou navážena dle stejného klíče). Zbylé varianty se na základě té referenční vyjádří procentuálně navýšením či snížením. Výsledkem tohoto počínání je pak matice hodnot, viz Tab. 7. Předposlední sloupec vyjadřuje součet hodnot v daném řádku. Z posledního sloupce již vycházejí mnou hledané hodnoty – průměrné hodnoty variant obálky budovy O0 až O5, které jsou průměrnou hodnotou předposledního sloupce v rámci stejné varianty obálky budovy.

Varianta obálky budovy	Materiálová varianta	PEI	GWP	AP	EP	ODP	POCP	Σ	Φ
O0 0,29 W/(m ² ·K)	M0 – VPC blok + MV	40,0	20,0	7,0	5,0	15,0	13,0	100	100
	M1 – Porotherm + EPS	40,0	20,0	7,0	5,0	15,0	13,0	100	
	M2 – ŽB + fenolická pěna	40,0	20,0	7,0	5,0	15,0	13,0	100	
	M3 – Dřevostavba	40,0	20,0	7,0	5,0	15,0	13,0	100	
	M4 – Pórobeton	40,0	20,0	7,0	5,0	15,0	13,0	100	
O1 0,27 W/(m ² ·K)	M0 – VPC blok + MV	38,1	19,4	6,7	4,9	14,8	11,7	96	97
	M1 – Porotherm + EPS	37,2	19,1	6,6	4,9	14,7	11,2	94	
	M2 – ŽB + fenolická pěna	38,7	19,6	6,8	4,9	15,0	12,8	98	
	M3 – Dřevostavba	38,6	19,5	6,7	4,8	14,5	12,6	97	
	M4 – Pórobeton	39,6	19,7	6,9	5,0	14,8	12,9	99	
O2 0,24 W/(m ² ·K)	M0 – VPC blok + MV	42,6	20,9	7,6	5,2	15,4	14,5	106	107
	M1 – Porotherm + EPS	45,0	21,5	7,7	5,2	15,6	16,2	111	
	M2 – ŽB + fenolická pěna	43,1	21,0	7,5	5,2	15,1	13,4	105	
	M3 – Dřevostavba	43,5	21,4	7,9	5,4	15,8	15,1	109	
	M4 – Pórobeton	40,7	20,5	7,1	5,1	15,3	13,1	102	
O3 0,21 W/(m ² ·K)	M0 – VPC blok + MV	44,3	21,4	7,9	5,4	15,6	15,3	110	111
	M1 – Porotherm + EPS	47,6	22,3	8,0	5,4	15,9	17,8	117	
	M2 – ŽB + fenolická pěna	45,1	21,6	7,8	5,4	15,1	13,7	109	
	M3 – Dřevostavba	45,6	22,1	8,3	5,6	16,3	16,2	114	
	M4 – Pórobeton	41,4	21,0	7,2	5,1	15,7	13,3	104	
O4 = O5 0,18 W/(m ² ·K) 0,16 W/(m ² ·K)	M0 – VPC blok + MV	45,6	21,9	8,3	5,5	15,9	15,6	113	115
	M1 – Porotherm + EPS	51,3	23,4	8,5	5,5	16,3	20,0	125	
	M2 – ŽB + fenolická pěna	47,0	22,2	8,1	5,5	15,2	14,0	112	
	M3 – Dřevostavba	48,6	23,2	8,8	5,9	17,1	17,6	121	
	M4 – Pórobeton	42,1	21,5	7,4	5,2	16,1	13,4	106	

Tab. 7 Vyhodnocení variant obálek budovy z hlediska dopadu na životní prostředí

Varianta O4 a O5 se liší pouze kvalitou výplní otvorů. Vzhledem k nedostatečnému katalogu konstrukcí zde dochází k zanedbání vyšší ekologické zátěže varianty O5.

5.3 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

V tomto bodě se dostáváme do posledního hodnotícího pilíře – ekonomické vyhodnocení. Z mého pohledu se jedná o jedno z nejdůležitějších, ne-li nejdůležitější hledisko. A pokud je tato práce koncipována tak, aby mohla sloužit jako podklad pro budoucího investora, finanční srovnání variant a celkové vyhodnocení je to hlavní, co bude investora zajímat. Samozřejmě záleží na typu investora, některý tíhne po nižších investičních nákladech, některý po nižších provozních nákladech a tak dále. Pozornost je zde věnována provozním nákladům na kombinace variant O0 až O5 a V0 až V3, dále jsou zde srovnány materiálové varianty M0 až M4 z hlediska investičních nákladů a na závěr se věnují orientačním investičním nákladům otopných soustav ve variantách V0 až V3.

5.3.1 Provozní náklady

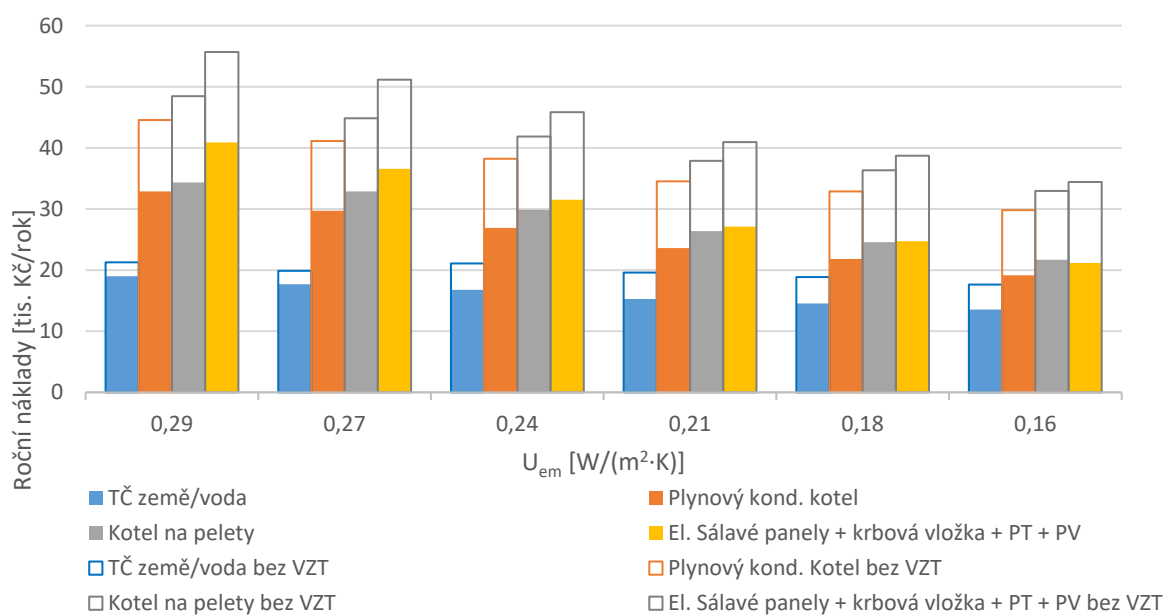
Roční náklady na provoz objektu vycházejí z celkové spotřebované energie za rok, které jsou uvedeny v kapitole 5.1.2 - Spotřebovaná energie. K určení ročních provozních nákladů je potřeba nejprve stanovit ceny energií, které se neustále mění. Ceny, které uvádím, odpovídají průměrným cenám na trhu ke konci roku 2017.

Palivo	Výhřevnost			Cena paliva
	MJ/mj	mj	Kč/mj	Kč/kWh
Elektřina	-	-	-	2,47/3,79
Zemní plyn	37,82	m ³	13,37	1,27
Dřevo	14,60	kg	3,5	0,86
Dřevěné pelety	17,00	kg	5,2	1,20

Tab. 8 Měrné ceny energií [7]

U zemního plynu nemluvíme v tomto případě o výhřevnosti, nýbrž o objemovém spalném teple. To, na rozdíl od výhřevnosti, uvažuje s kondenzací vodní páry, a proto dochází k vyšším hodnotám než u výhřevnosti. Ceny elektrické energie jsou zde uvažovány v NT (nízkém tarifu) a VT (vysokém tarifu), kde NT je určen pro vytápění objektu a ohřev teplé vody, VT je pak pro zbylé spotřeby budovy.

Dám-li dohromady měrné ceny energií a roční spotřeby objektu z předešlých kapitol, dostávám roční provozní náklady na energie pro kombinace variant.



Graf 8 Provozní náklady na energie

Nejúspornější z hlediska provozních nákladů zůstává varianta s tepelným čerpadlem na všech úrovních obálky budovy. Varianty s elektrickými sálavými panely a kotlem na pelety se postupným zlepšováním obálky srovnávají až do chvíle, kdy je dokonce provoz budovy vytápěné elektrickými sálavými panely finančně výhodnější. Příčinou jsou rozdílné ceny tarifů za elektrickou energii a postupně se snižující spotřeba objektu na vytápění. Provozní náklady jsou spočítány i pro varianty bez nuceného větrání. Graf opět dokládá skutečnost, že díky nucenému větrání, a hlavně vestavěné rekuperaci dochází k nemalým úsporám na energiích, tedy i na financích. Podrobný rozpis dílčích spotřeb rozdělených dle energonositelů a ročních nákladů je v příloze č. 4 jak pro variantu včetně, tak i bez nuceného větrání.

5.3.2 Investiční náklady na obálku budovy

Pro srovnání materiálových i kvalitativních variant obálky budovy by bylo nejpřesnější nacenit celé materiálové řešení a ty dále porovnávat. Vzhledem k časovému rozsahu není věnována pozornost celé obálce, avšak pouze vybraným konstrukcím. Jedná se o nejrepresentativnější a plošně nejzastoupenější konstrukce na obálce budovy – obvodová stěna a střecha. Materiálové varianty jsou mezi sebou porovnány nejen z hlediska materiálů, ale i pracnosti výstavby. Pro tyto účely byl použit rozpočtářský software Kros 4 s cenovou soustavou ÚRS, díky které je sestaven položkový rozpočet 1 m² typického úseku konstrukce. Následující tabulka uvádí spočtené měrné investiční náklady na 1 m² konstrukce, samotné výpočty jsou ve formě položkového rozpočtu přiloženy do přílohy č. 6.

Varianta	Střecha Kč/m ²	Stěna Kč/m ²
M0 – VPC blok + MV	6 023	3 436
M1 – Porotherm + EPS	3 805	3 006
M2 – ŽB + fenolická pěna	6 420	4 755
M3 – Dřevostavba	2 470	2 909
M4 – Pórobeton	6 114	3 902

Tab. 9 Měrné investiční náklady dílčích konstrukcí

Dle očekávání je nejdražší variantou obvodové stěny i střechy varianta železobetonu a fenolické pěny, která je díky svým vlastnostem i dražší než ostatní izolace. Co mě ovšem překvapilo, je nízká cena dřevostavby. Náklady na materiál jsem očekával nízké, předpokládal jsem však znatelně vyšší pracnost, která se projevuje i na výsledné ceně.

Dalším, doposud nehodnoceným, prvkem výrazně ovlivňujícím nejen energetickou náročnost budov jsou výplně otvorů. Jejich finanční ohodnocení vzhledem k rozmanitosti variant výplní otvorů

a dostupnosti informací jsou v některých případech odborně odhadnuty. Jedná se především o výplně se součinitelem prostupu tepla zasklení $U_g = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, tedy na úrovni čtyřskla.

Součinitel prostupu tepla			Cena
U_w	U_f	U_g	Kč/m ²
1	-	-	3 740
0,8	-	-	4 550
0,7	-	-	5 343
-	0,75	0,5	5 560
-	0,75	0,2	9 100

Tab. 10 Orientační měrné investiční náklady výplní otvorů [8]

Pro určení finanční náročnosti na úrovni obálky budovy vycházím z varianty M0 – tedy pro střechu 6 023 Kč/m² a pro stěnu 3 436 Kč/m². Pro zvolenou variantu jsou určeny ceny střech a stěn pro všechny kvalitativní úrovně obálky na základě proměnné tloušťky izolace a přibývajících či ubývajících pracností montáže izolace.

Varianta obálky budovy U_{em}	Střecha Kč/m ²	Stěna Kč/m ²	Výplně Kč/m ²	Vážený průměr Kč/m ²
O1 0,29 W/(m ² ·K)	5 431	2 855	1 870	3 423
O0 0,27 W/(m ² ·K)	5 727	3 048	2 275	3 677
O2 0,24 W/(m ² ·K)	6 023	3 436	2 275	3 980
O3 0,21 W/(m ² ·K)	6 173	4 257	2 672	4 551
O4 0,18 W/(m ² ·K)	6 173	4 604	2 780	4 765
O5 0,16 W/(m ² ·K)	6 173	4 604	4 550	5 033

Tab. 11 Měrné investiční náklady obálky budovy

Měrné hodnoty střechy a stěny odpovídají variantě M0. Uplatňuji zde předpoklad, že nárůst cen by se pohyboval po podobné křivce i u ostatních materiálových variant. Výsledná měrná hodnota investičních nákladů obálky budovy je docílena váženým průměrem jednotlivých konstrukcí na základě jejich plošné výměry. Jedná se tedy o informaci, jaký je finanční rozdíl mezi variantami obálek O0 až O5.

5.3.3 Investiční náklady na zdroj tepla

Další odstavec ekonomického hodnocení je zaměřen na finanční náročnost navržených variant zdrojů tepla a jejich porovnání. Typ otopné soustavy je s výjimkou poslední varianty uvažován stejný – teplovodní otopná soustava. Poslední varianta sice otopnou soustavou disponuje, jedná se však o elektrické rozvody. Je tedy potřeba vytvořit odhad investičních nákladů nejen na samotné zdroje, akumulární nádrže a další nezbytné náklady, ale i na samotné soustavy.

V0 – TČ země/voda		
tepelné čerpadlo	190	tis. Kč
hloubkové vrty 100 m	105	tis. Kč
teplovodní soustava	175	tis. Kč
akumulační zásobník	20	tis. Kč
zásobník TV	15	tis. Kč
celkem	505	tis. Kč
V1 – Plynový kondenzační kotel, teplovodní soustava, zásobník TV		
plynový kondenzační kotel	40	tis. Kč
plynofikace	25	tis. Kč
teplovodní soustava	175	tis. Kč
zásobník TV	15	tis. Kč
celkem	255	tis. Kč
V2 – Kotel na pelety, teplovodní soustava, akumulční zásobník, zásobník TV		
kotel na pelety	70	tis. Kč
teplovodní soustava	175	tis. Kč
akumulační zásobník	20	tis. Kč
zásobník TV	15	tis. Kč
celkem	280	tis. Kč
V3 – Elektrické sálavé panely, PT a PV, krb, zásobník TV		
systém přímotopných kabelů	110	tis. Kč
krbová vložka	40	tis. Kč
zásobník TV	15	tis. Kč
Fotovoltaika + instalace	41	tis. Kč
Fototermika	18	tis. Kč
celkem	224	tis. Kč

Tab. 12 Orientační investiční náklady na zdroj tepla a otopnou soustavu navržených variant [9] [10]

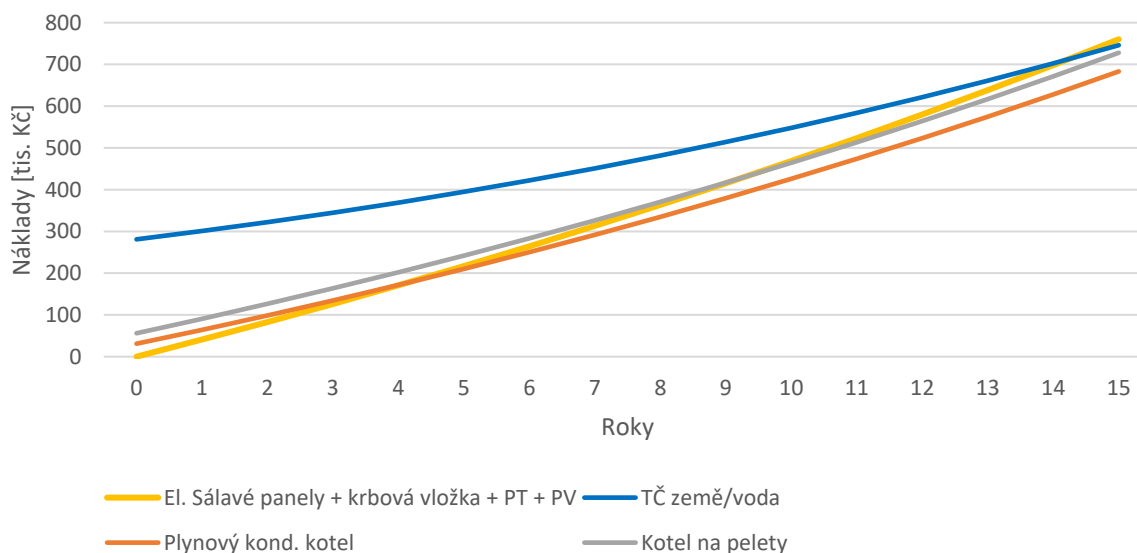
Investiční náklady varianty s tepelným čerpadlem a hloubkovými vrty je jednoznačně nejdražší. Naproti tomu varianta s elektrickými sálavými panely je varianta sice nejlevnější z hlediska investic, ale nejdražší z hlediska provozu. Otázkami, kdy a která z variant zdroje se vyplatí, jaké jsou návratnosti vyšších investic oproti těm menším a která z variant si povede nejlíp v horizontu hodnocení životnosti zdroje a soustavy, se zabývá další kapitola.

5.3.4 Vyhodnocení z hlediska doby životnosti

Závěrečná část ekonomické vyhodnocení je věnována tomu nejdůležitějšímu – vyhodnocení variant po dobu užívání s ohledem na předpokládanou dobu životnosti. Vstupními údaji jsou provozní náklady

a počáteční investice zdroje a otopné soustavy, viz Tab. 12. Sledovaným parametrem je pak hodnota NPV (čistá současná hodnota) a reálná doba návratnosti. Hodnota NPV je jedním z nejhodnějších finančních ukazatelů, který zahrnuje celou dobu životnosti projektu, bere v úvahu časovou proměnu peněz a závisí pouze na investičních nákladech a hotovostních tocích [11]. Časová proměnná peněz je diskontní míra, kterou uvažuji 104 % [12]. Dále beru v úvahu i časovou proměnnou cen energií, jejichž cena se každým rokem odhadem zvyšuje o 3 %. Doba hodnocení projektu je stanovena na 15 let, znamená to, že se předpokládá doba životnosti všech zdrojů tepla a otopných soustav 15 let a více bez vážnější poruchy či dalších významných investic.

Postup hodnocení je následující; abych byl schopen poměřovat navržené varianty, musím si zvolit referenční variantu. Tou je přirozeně varianta s nejnižšími počátečními investicemi na zdroj tepla a otopnou soustavu – varianta V3 s elektrickými sálavými panely. Aby prostá a reálná doba návratnosti dosahovala kladných hodnot, předpokládá se, že ostatní varianty díky svým vyšším počátečním investicím disponují levnějším provozem. Do jisté míry se to dá předpokládat i zde. U referenční varianty v rámci hodnocení předpokládám nulové investiční náklady, investice u zbylých variant je ponížena o investiční náklady varianty V3, které činí 224 tis. Kč. Je v podstatě jedno, zda to řeším tímto způsobem nebo takovým, že varianty mají právě ty investiční náklady, jež jsem stanovil v Tab. 12, jedná se ve výsledku pouze o vertikální posun kumulativních křivek nákladů.



Graf 9 Kumulativní křivky provozních nákladů v rámci varianty O0

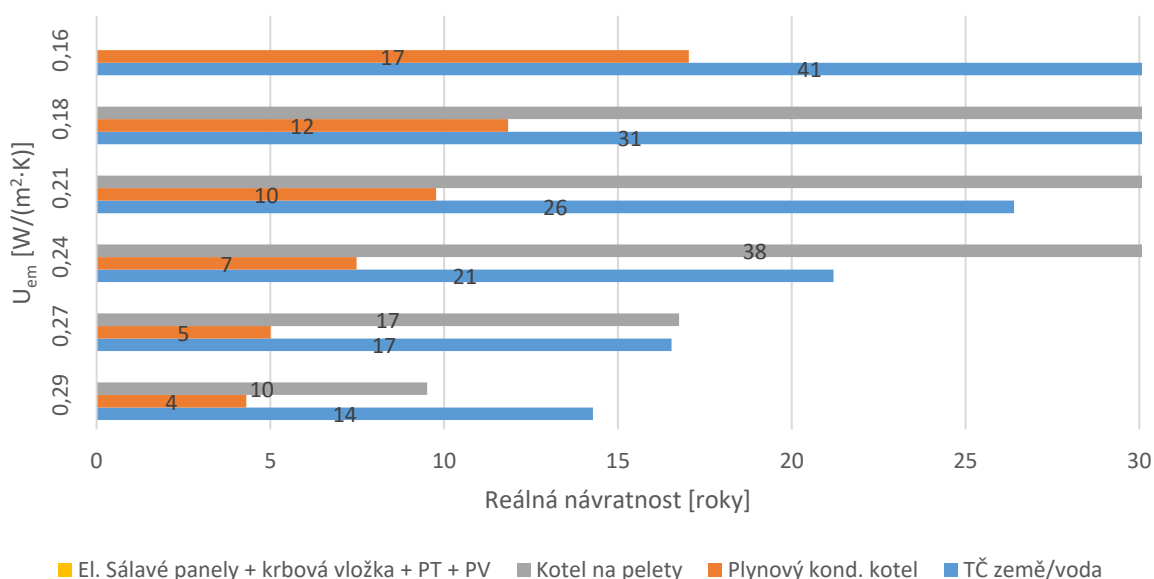
Reálná doba návratností je hodnota vodorovné osy průsečíku kumulativní křivky referenční varianty s variantou jinou. Pro variantu obálky budovy O0 s průměrným součinitelem prostupu tepla budovy $U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ je na tom s reálnou dobou návratnosti nejhůře varianta s elektrickými sálavými panely. Vyšší investiční náklady ostatních variant se vzhledem k referenční variantě do hodnocených

15 let vrátí. Hodnota NPV lze z grafu přibližně určit z hodnot 15. roku odečtením výsledné hodnoty referenční varianty od ostatních variant. Sledované parametry reálných návratností a hodnot NPV jsou uvedeny v tabulce níže.

Varianta	NPV [tis. Kč]	Prostá doba návrátlosti [roky]	Reálná doba návrátlosti [roky]
O0 $U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			
V0 – TČ země/voda	14,12	13	14
V1 – Plynový kondenzační kotel	77,01	4	4
V2 – Kotel na pelety	32,32	9	10
V3 – El. Sálavé panely + krbová vložka + PT + PV	reference	reference	reference

Tab. 13 Souhrn výsledků ekonomického vyhodnocení varianty O0

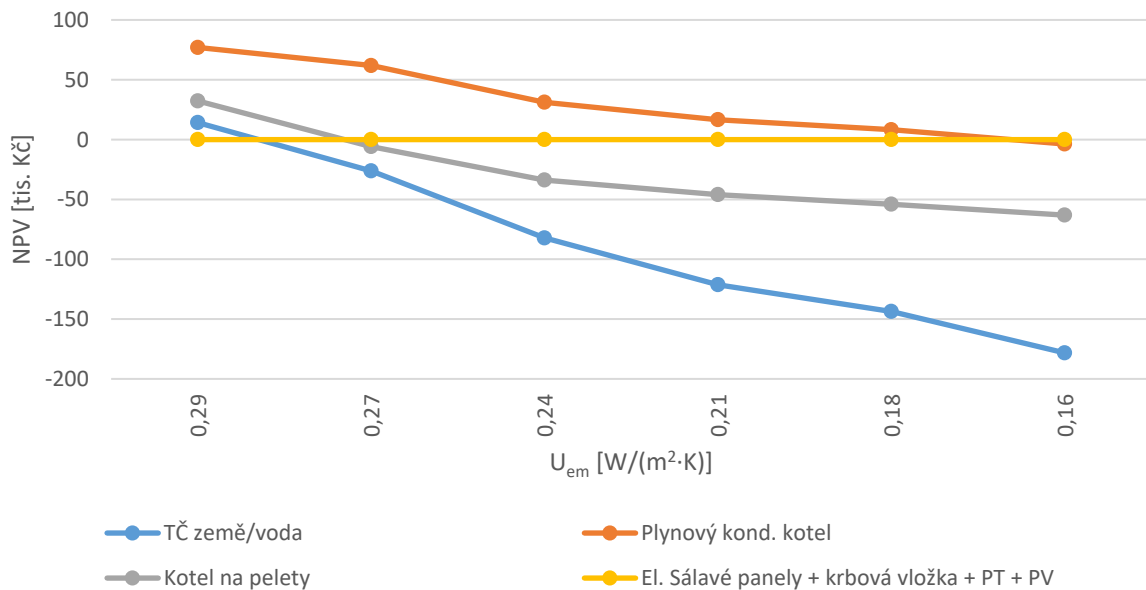
Nejlépe si vede varianta s plynovým kondenzačním kotlem – poměr investičních ku provozním nákladům je pro hodnocenou kvalitu obálky budovy nejpříznivější. Reálná návratnost projektu je do 4 let a hodnota NPV dosahuje nejvyšších hodnot. Takto popsané ekonomické hodnocení je provedeno na všech šesti úrovních obálky budovy, podrobné výsledky včetně grafů s kumulativními křivkami jsou k nalezení v příloze č. 7.



Graf 10 Reálné doby návratnosti

Graf 10 názorně zobrazuje zvyšující se reálné doby návratnosti projektů s vyššími investicemi a nižšími provozními náklady oproti variantě V3 s nízkými investičními náklady a vyšším nákladem na provoz. Z hlediska návratnosti investice je téměř ve všech variantách obálky budovy ekonomicky nejvýhodnějším zdrojem plynový kondenzační kotel. Nejhorší dopadla varianta s kotlem na pelety, jejíž doba návratnosti ve variantě s $U_{em} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ dosahuje s ohledem na dobu životnosti projektu astronomických hodnot. V nejúspěšnější variantě obálky budovy, jak již bylo zmíněno dříve, varianta

s elektrickými sálavými panely dosahuje nižších provozních nákladů, a proto reálná doba návratnosti kotle na pelety je záporné číslo – návratnost zde neexistuje a v grafu se proto nezobrazuje.



Graf 11 Souhrn hodnot NPV

Podobnou vypovídající hodnotu má i Graf 11 ležící výše. Stejně jako u předešlého Graf 10 lze snadno vyčíst, zda se varianta vyplatí či nikoliv. Zjednodušeně lze říci, že body zastupující jednotlivé varianty ležící nad nulou jsou ve srovnání s referenční variantou výdělečnější. Varianta ležící v určitém sloupci nejvýše je ekonomicky nejefektivnější – a to varianta s plynovým kondenzačním kotlem s výjimkou poslední varianty obálky budovy opravdu leží, výsledky tedy korespondují s předešlým grafem. Se zlepšující se obálkou budovy pro posuzovaný rodinný dům postrádají smysl zdroje s vysokými počátečními investicemi a nízkým provozem, protože náklady mohou být už tak nízké, že se zdroj zkrátka po dobu své předpokládané životnosti nezaplátí. V takový moment přicházejí na řadu zdroje s menšími investičními náklady – v tomto případě se jedná o variantu s elektrickým vytápěním.

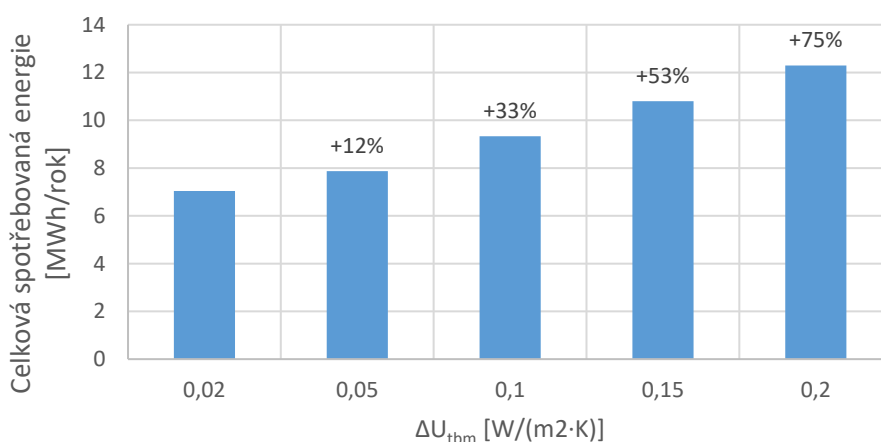
6 Vliv tepelných vazeb

V rámci optimalizace detailů je věnována malá kapitola tepelným vazbám a jejich vlivu na energetickou náročnost budovy. Vliv tepelných vazeb je standardně řešen přírážkou ΔU_{tbm} k průměrnému součiniteli prostupu tepla U_{em} . Hodnoty přírážky na vliv tepelných vazeb jsou běžně užívány dle ČSN 73 540-4:

Konstrukce téměř bez tepelných mostů	0,02 W/(m²·K)
Konstrukce s mírnými tepelnými mosty	0,05 W/(m²·K)
Konstrukce s běžnými tepelnými mosty	0,1 W/(m²·K)
Konstrukce s výraznými tepelnými mosty	0,15 W/(m²·K)

Tab. 14 Normový katalog přírážek na vliv tepelných vazeb ΔU_{tbm} [13]

Ve všech výpočtech uvažuji s nejvyšší úrovní zpracování tepelných mostů, které norma pomocí přírážky dovoluje. Předpokládám tedy, že konstrukce je téměř bez tepelných mostů. Pro vybranou variantu jsou zpracovány modely s různými hodnotami přírážek, počínaje mnou užívanou hodnotou v této práci – 0,02 W/(m²·K) – konče hodnotou 0,2 W/(m²·K), tedy hodnota pro konstrukce s velmi špatnou úrovní řešení tepelných mostů.



Tab. 15 Vliv přírážky na vliv tepelných vazeb

Celková spotřeba se v objektu se zhoršujícím řešením tepelných vazeb zvyšuje nemalými přírůstky. Nárůst spotřeby o 12 % lze přirovnat k rozdílné kvalitě návrhu obálky budovy, například mezi variantami O2 a O3, kdy i rozdíl průměrného součinitele prostupu tepla jsou celé tři desetiny. Dále se dá říci, že rozdíl hodnot přírážek 0,02 a 0,15 W/(m²·K) reprezentuje rozsah navržených variant obálek budovy, tedy od 0,29 do 0,16 W/(m²·K). Detaily v rámci řešení tepelných vazeb by se měly řešit důsledně, protože jak bylo uvedeno v textu, právě díky kvalitnímu návrhu a provedení detailů se dá dojít k nižší spotřebě energie. A naopak, při nedůsledném provedení detailů dojde k nepříjemnému navýšení celkové spotřeby energie, a tedy i ceny. Hodnoty přírážek 0,1 W/(m²·K) a výše jsou zde uváděny pouze informativně. U novostavby se dosažení tak špatných hodnot přírážek ani nepředpokládá.

7 VYHODNOCENÍ VARIANT

Nyní se dostáváme do bodu, kdy jsou navrženy varianty zdrojů a otopných soustav, jsou navrženy konstrukční a materiálové varianty a kvalitativní varianty obálky budovy. Všechny tyto návrhy jsou vyhodnoceny z hlediska zvolených kritérií – jedná se o kritéria ekologická, energetická a ekonomická. Hodnocení je vždy provedeno pouze pro danou kategorii, kdy lze jasně říci, která varianta je v řešené problematice tou nejlepší. V této části se jedná o komplexní hodnocení zahrnující všechny doposud zvolená kritéria. Výsledkem komplexního hodnocení je jedna kombinace variant zdroje, obálky a materiálového řešení, jež vykazuje pro vstupní parametry nejpříznivější výsledné hodnoty.

7.1 METODIKA HODNOCENÍ

Hodnocení sestává ze dvou částí – hlavní – varianty, jež mají vliv na energetickou náročnost budovy, a vedlejší – volba konstrukčního a materiálového řešení. Vždy však pro zvolené vstupní parametry vzejde jedna konkrétní kombinace. Každá část je tvořena dvěma tabulkami obsahujícími skutečné hodnoty a hodnoty relativní, které jsou zde nazývány jako bodové hodnocení. Bodové hodnocení vychází ze skutečných hodnot v první tabulce, kde rozsah skutečných hodnot je poměrově rozdělen a ohodnocen body od 0 do 100. Body jsou vždy vynásobeny váhovým činitelem obdobně jako při environmentálním hodnocení konstrukcí. Součet váhových činitelů je 100. Varianta, která obdrží nejvíce bodů, je pro dané nastavení tou nejvhodnější. Míra vhodnosti se dá vyjádřit body, které v celkovém součtu dosahují maximálního počtu 100 bodů – v případě, že varianta je ve všech preferovaných kritériích tou nejlepší, dostává 100 bodů a pro vstupní údaje je vhodná na 100 %.

Pro snadnější orientaci jsou pod součty bodů uvedena jednotlivá pořadí, první tři varianty mají podbarvení ve zlaté barvě – první místo, stříbrné – druhé místo, a bronzové – třetí místo.

Hodnotící parametry jsou voleny na základě provedených vyhodnocení tak, aby reprezentovaly zájmy potenciálních zájemců, uživatelů, investorů a podobně. Na úrovni hlavního hodnocení se jedná o environmentální klasifikaci konstrukcí, neobnovitelnou primární energii, provozní náklady na energii, investiční náklady obálky, investiční náklady systému a hodnota NPV. Důležitost zúčastněných kritérií pak určují již zmínění váhové činitele, kteří jsou voleni na základě hodnotícího profilu. U hodnocení materiálových variant se jedná o environmentální klasifikaci, investiční náklady konstrukcí a tloušťka obvodových konstrukcí. Tento parametr zde ještě nebyl podrobněji zmiňován, ač

se jedná o důležitou specifikaci skladby konstrukce. Tloušťka má vliv například na vnitřní osvětlení místností, kdy s menší tloušťkou dochází k menšímu stínění nadpraží a ostění. Tloušťka obvodové stěny má samozřejmě zásadní dopad na míru využitelnosti hrubé podlahové plochy. Vezmu-li si dva extrémy v rámci obálky budovy O2 – nejtenčí obvodové konstrukce varianty M3 – dřevostavba, a nejtlustší obvodové konstrukce varianty M4 – pórobetonové tvárnice, pak rozdíl čistých podlahových ploch dosahuje bezmála 24 m². Pro účely hodnocení jsou uvedeny vážené průměry tlouštěk konstrukcí na obálce budovy.

7.2 HODNOTÍCÍ PROFILY

S ohledem na rozmanitost vstupních parametrů jsou varianty vyhodnocovány na základě hodnotících profilů. Jedná se o přiřazení váhových činitelů k hodnotícím parametrům tak, aby hájila předpokládané zájmy dané osoby.

Hodnotící parametr sestavy	Hodnotící profily [body]					
	Investor	Ekolog	Autor	Uživatel 1	Uživatel 2	Uživatel 3
Environmentální klasifikace	0	45	10	0	0	0
Primární neobnovitelná energie	0	45	10	0	0	0
Provozní náklady na energii	0	10	40	80	20	30
Investiční náklady obálky	50	0	5	10	10	0
Investiční náklady systému	50	0	15	10	10	50
Hodnota NPV	0	0	20	0	60	20

Tab. 16 Souhrn hodnotících profilů – hlavní část

Hodnotící parametr konstrukce	Hodnotící profily [body]					
	Investor	Ekolog	Autor	Uživatel 1	Uživatel 2	Uživatel 3
Environmentální klasifikace	0	100	20	10	10	0
Investiční náklady konstrukcí	100	0	40	10	60	20
Tloušťka obvodové konstrukce	0	0	40	80	30	80

Tab. 17 Souhrn hodnotících profilů – vedlejší část

Zájmy investora a ekologa jsou zřejmé, zvolení váhových činitelů autora vycházejí z mé vlastní iniciativy a předpokládaných zájmů. Pod uživateli 1 až 3 si lze vždy představit různé skupiny lidí. Může se jednat buď o skupinu lidí, kteří disponují neomezenými investičními náklady a jde jim především o minimální provozní náklady, nebo o lidi, kterým jde zejména o rychlé navrácení investice.

7.3 VÝSLEDKY HODNOCENÍ

Dle uvedených váhových činitelů z Tab. 16 a Tab. 17 jsou následně vyhodnoceny všechny vyhovující varianty, tedy všechny kromě jedné – varianta s elektrickými sálavými panely V3 s variantou obálky budovy O1. Varianta dle výsledků z kapitoly 5.1.1 nesplňuje požadavky na budovu s téměř nulovou spotřebou energie, proto je ve výsledné tabulce vyškrtuta a dále s ní není uvažováno. Další kapitola je věnována samotným výsledkům hodnotících profilů.

7.3.1 Profily hodnotitelů

V úvodu kapitoly je uvedena výsledná tabulka hodnocení mnou zvolnými váhovými činiteli. Jedná se o Tab. 18 a Tab. 19 na další stránce.

Hodnotící parametr konstrukce Skutečné hodnoty	Jednotka	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	[-]	100	107	141	58	102
Investiční náklady konstrukcí	[tis. Kč]	4 729	3 406	5 587	2 690	5 008
Tloušťka obvodové konstrukce	[m]	0,555	0,538	0,451	0,441	0,625

Hodnotící parametr konstrukce Bodové ohodnocení	Váha	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	20	10	8	0	20	9
Investiční náklady konstrukcí	40	12	30	0	40	8
Tloušťka obvodové konstrukce	40	15	19	38	40	0
Σ	100	37	57	38	100	17
Pořadí		4	2	3	1	5

Tab. 18 Tabulka výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu autor – vedlejší část

Za vítěze s celými 100 body lze považovat variantu M3 – dřevostavbu. Zaměříme-li se na skutečné hodnoty parametrů, varianta M3 dosahuje nejlepších hodnot v rámci environmentální klasifikace, investičních nákladů i v rámci požadavku na nejnižší tloušťky konstrukce. Jedná se tedy o absolutně nejlepší volbu mezi materiálovými variantami.

Vyhodnocení hlavní části bude o něco pestřejší, protože žádná z variant zde nemá absolutní prvenství. Nejvhodněji zde vychází kombinace variant O0 a V1, tedy obálka budovy na úrovni průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em} = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, teplovodní otopnou soustavou a plynovým kondenzačním kotlem. Druhé místo je obsazeno tepelným čerpadlem země/voda toutéž úrovní obálky budovy a na třetím místě opět tepelné čerpadlo, ale na úrovni obálky budovy $U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Všechny tři varianty dosahují bodového ohodnocení 67 bodů, rozdíly mezi 1. a 3. místem jsou tedy minimální. Podrobnější výsledky viz následující tabulka.

Parametr Skutečné hodnoty	Jednotka	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	[-]	100	100	100	100	97	97	97	97	107	107	107	107	111	111	111	111	115	115	115	115	115	115	115	115
Primární neobnovitelná energie	[kWh/(m ² ·a)]	56	84	30	119	50,45	75	28	105	48	68	27	93	43	60	25	78	40	55	24	70	36	48	19	58
Provozní náklady na energie	[tis. Kč]	18,99	32,87	34,33	40,87	17,69	29,69	32,86	36,58	16,77	26,9	29,86	31,51	15,29	23,6	26,38	27,12	14,55	21,82	24,58	24,73	13,56	19,15	21,7	21,17
Investiční náklady obálky	[tis. Kč]	3,42	3,42	3,42	3,42	3,68	3,68	3,68	3,68	3,98	3,98	3,98	3,98	4,55	4,55	4,55	4,55	4,76	4,76	4,76	4,76	5,03	5,03	5,03	5,03
Investiční náklady systému	[tis. Kč]	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224
Hodnota NPV	[tis. Kč]	14,2	77,01	32,32	0	-26,2	61,89	-5,88	0	-82,2	31,17	-33,8	0	-121	16,6	-46	0	-144	8,274	-54	0	-178	-3,71	-63,1	0

Parametr Bodové ohodnocení	Váha	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	10	8	8	8	8	10	10	10	10	5	5	5	5	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Primární neobnovitelná energie	10	6	4	9	0	7	4	9	1	7	5	9	3	8	6	9	4	8	6	10	5	8	7	10	6
Provozní náklady na energie	40	32	12	10	0	34	16	12	6	35	20	16	14	37	25	21	20	39	28	24	24	40	32	28	29
Investiční náklady obálky	5	5	5	5	0	4	4	4	4	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Investiční náklady systému	15	0	13	12	0	0	13	12	15	0	13	12	15	0	13	12	15	0	13	12	15	0	13	12	15
Hodnota NPV	20	15	20	16	0	12	19	14	14	8	16	11	14	4	15	10	14	3	15	10	14	0	14	9	14
Σ	100	67	62	60	0	67	67	61	51	58	63	57	53	53	64	57	57	50	63	56	58	48	66	59	64
Pořadí		3	9	11	24	2	1	10	21	14	7	17	20	19	6	16	15	22	8	18	13	23	4	12	5

Tab. 19 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu autor – hlavní část

Výsledné hodnocení v tabulkové podobě je zde v textu uvedeno názorně pouze pro profil hodnocení autorem. Pro zbylé hodnotící profily jsou v rámci kapitoly vypsány pouze výsledné varianty, podrobné tabulkové hodnoty lze pak dohledat za textem v příloze č 8.

Investor	V1	Plynový kondenzační kotel	O1	$U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Ekolog	V2	Kotel na pelety	O0	$U_{em} = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Autor	V1	Plynový kondenzační kotel	O0	$U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Uživatel 1	V0	Tepelné čerpadlo	O5	$U_{em} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Uživatel 2	V1	Plynový kondenzační kotel	O1	$U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Uživatel 3	V3	El. Sálavé panely + krbová vložka + PT + PV	O5	$U_{em} = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Tab. 20 Souhrn výsledných variant hodnotících profilů

Výsledky jsou, jak je vidět, nejednoznačné. Jsou zde zastoupeny všechny varianty zdrojů V0 až V3, u variant obálky budovy výsledky spíše tíhnou k obalovým konstrukcím s horšími tepelně technickými vlastnostmi. Pokud bych se na výsledky díval jednotlivě, myslím si, že jsou postaveny na správné logice. Například výsledek pro investora; vstupní parametry s 50 % do investičních nákladů na obálku a 50 % do investičních nákladů systému jsou postaveny tak, aby výsledná varianta dosahovala co nejnižších nákladů na zdroj vytápění a obálku budovy, výsledkem je obálka s nejnižším součinitelem prostupu tepla obálky budovy a zdroj s nejnižšími investičními náklady, respektive druhý nejlevnější zdroj pro danou obálku, elektrické vytápění je v dané úrovni vyřazeno. Nebo například uživatel 3, jehož preference jsou 30 % na provozní náklady na energie, 50 % na investiční náklady systému a 20 % na hodnotu NPV, tedy zájem uživatele o návratnost systému ve srovnání s ostatními systémy. Výsledná kombinace variant elektrických sálavých panelů a nejlepší úrovně obálky budovy tedy dává smysl.

Výsledky konstrukční a materiálové varianty není ani potřeba uvádět do tabulky. Jak bylo avizováno výše, výsledná varianta je jednoznačná – dřevostavba, a tak není třeba se jí dále věnovat. V rámci hodnocení průměrného profilu lze například vyhodnotit druhé či třetí místo, abychom se z výsledků dozvěděli více informací o variantách.

7.3.2 Průměrný profil hodnotitele

Aby se výsledky stále nepohybovaly v duchu variant či profilů, je zde v samotném závěru hodnocení zaveden průměrný výsledek z výsledků hodnotících profilů. Výsledek by měl reprezentovat objektivní názor širší skupiny, v rámci této práce se jedná bohužel jen o 6 subjektivních názorů. V ideálním případě by pro získání skutečně objektivního výsledku chtělo obdržet větší počet respondentů, případně četnosti pro předdefinované profily, a až z těchto informací vytvořit průměr, respektive vážený průměr. Jedná se pouze o průměr šesti řešených profilů s jednotkovou četností.

Hodnotící parametr sestavy Bodové ohodnocení	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Investor	50	94	90	0	42	87	82	92	33	77	73	83	15	59	55	65	8	53	48	58	0	44	40	50
Ekolog	73	55	79	0	84	69	89	53	61	49	66	36	55	44	59	35	45	36	49	28	47	40	52	35
Autor	67	62	60	42	67	67	61	51	58	63	57	53	53	64	57	57	50	63	56	58	48	66	59	64
Uživatel 1	74	42	37	0	76	50	40	31	77	56	47	44	78	62	53	53	79	66	57	59	80	73	64	68
Uživatel 2	71	85	72	0	61	82	63	63	47	75	57	65	35	70	53	65	29	68	51	65	20	66	49	66
Uživatel 3	39	73	64	0	37	76	62	69	34	76	63	74	33	79	66	79	32	80	68	82	30	82	70	86
<i>Průměr</i>	62	69	67	7	61	72	66	60	52	66	60	59	45	63	57	59	41	61	55	58	38	62	56	61
Pořadí	7	2	3	24	9	1	4	13	20	5	12	14	21	6	17	15	22	11	19	16	23	8	18	10

Tab. 21 Tabulka výsledného vyhodnocení – hlavní část

Hodnotící parametr konstrukce Bodové ohodnocení	M0	M1	M2	M3	M4
Investor	30	75	0	100	20
Ekolog	49	41	0	100	47
Autor	37	57	38	100	17
Uživatel 1	38	49	76	100	7
Uživatel 2	34	63	28	100	17
Uživatel 3	36	53	76	100	4
<i>Průměr</i>	37	57	36	100	19
Pořadí	3	2	4	1	5

Tab. 22 Tabulka výsledného vyhodnocení – vedlejší část

Z objektivního hlediska v rámci rozsahu práce je absolutním vítězem kombinace varianty zdroje tepla **V1 s plynovým kondenzačním kotlem**, varianty obálky budovy **O0** s průměrným součinitelem prostupu tepla $U_{em} = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a stavba materiálově řešena jako **dřevostavba**. Jako druhá nejvhodnější kombinace je opět varianta zdroje tepla V1 s plynovým kondenzačním kotlem a obálka budovy O1 na úrovni $U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Druhým nejvhodnějším materiálovým řešením je varianta M1, tedy výstavba na bázi cihelných děrovaných bloků zateplených pěnovým polystyrénem EPS, stropy a střechy provedeny z cihelných vložek a střecha taktéž zateplena pěnovým polystyrénem EPS.

Pro zajímavost, tou nejméně vhodnou kombinací variant na základě bodového ohodnocení, nepočítaje vyřazenou variantu s elektrickými sálavými panely, je varianta V0 s tepelným čerpadlem země/voda při obálce budovy na úrovni součinitele prostupu tepla $U_{em} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

8 APLIKACE NA DOTAČNÍ TITUL

Abych trochu navázal na aktuální dění a na to, co kolem sebe vnímám, rozhodl jsem se malou kapitolu věnovat aktuálnímu dotačnímu titulu Nová zelená úsporám. Vzhledem ke skutečnosti, že se zabývám novostavbou rodinného domu, bude mě zajímat pouze vybraná část dotací. Tou částí je podoblast podpory B.1 popsána autory jako Dům s velmi nízkou energetickou náročností a podoblast B.2 s popisem Dům s velmi nízkou energetickou náročností s důrazem na použití obnovitelných zdrojů energie.

Při splnění podmínek, které uvádím ve srovnávací tabulce, má žadatel nárok na podporu ve výši 300 tis. Kč v podoblasti B.1 nebo 450 tis. Kč v podoblasti B.2 pro řádně doložené způsobilé výdaje.

Sledovaný parametr	Jednotka	Podoblast podpory	Podoblast podpory
		B.1	B.2
Měrná potřeba tepla na vytápění	[kWh/(m ² ·rok)]	≤ 20	≤ 15
Měrná neobnovitelná primární energie	[kWh/(m ² ·rok)]	≤ 90	≤ 60
Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici	[W/(m ² ·K)]	≤ U_{pas}	≤ U_{pas}
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	[W/(m ² ·K)]	≤ 0,22	≤ 0,22
Průvzdušnost obálky budovy po dokončení stavby	[1/h]	≤ 0,6	≤ 0,6
Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období	[°C]	≤ $\Theta_{ai,max,N}$	≤ $\Theta_{ai,max,N}$
Povinná instalace systému nuceného větrání se ZZT	[-]	Ano	Ano

Tab. 23 Požadované parametry v oblasti podpory B.1 a B.2 v rámci NZÚ [14]

Ze sledovaných parametrů mohou hned několik parametrů vyřadit. Povinnou instalaci systému nuceného větrání mohou považovat jako splněno, nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období je závislá na orientaci budovy, obálce budovy, velikosti prosklených ploch, aktivním či pasivním stíněním a v neposlední řadě materiálovému řešení. Jsou to právě dřevostavby, které v letním období kvůli malé tepelné akumulaci trpí nadměrným přehříváním. Vzhledem k charakteru práce, kdy se jednalo především o energetickou optimalizaci, nebyla letní tepelná stabilita místností zařazena do posuzovaných parametrů, a tak ji neřeším. Průvzdušnost obálky budovy je čistě záležitost měření, na které se také vztahuje podpora spolu se zpracováním odborného energetického posudku ve výši max. 30 tis. Kč. Z hlediska měrné potřeby tepla na vytápění mohou dále ověřit splnění podmínek pouze u variant obálky budovy O4 a O5.

Konstrukce	U_N	U_{pas}	Varianta O4	Splněno?	Varianta O5	Splněno?
	[W/(m ² ·K)]					
S1 a S2	0,30	0,18 až 0,12	0,1	Ano	0,1	Ano
S3 a S4	0,45	0,22 až 0,15	0,2	Ano	0,2	Ano
P1 a P2	0,45	0,22 až 0,15	0,18	Ano	0,18	Ano
C1	0,24	0,15 až 0,10	0,1	Ano	0,1	Ano
R1	0,24	0,15 až 0,10	0,1	Ano	0,1	Ano
Výplň otvoru	1,50	0,80 až 0,60	0,66	Ano	0,46	Ano

Tab. 24 Splnění požadavků podpory na součinitele prostupu tepla na systémové hranici

Tab. 24 dokazuje splnění požadavku doporučené hodnoty pro pasivní domy na součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí. Následující tabulka informuje ohledně splnění požadavků sledovaných parametrů u dvou posuzovaných variant.

Splnění požadavků sledovaných parametrů	Varianta O4	Varianta O5
	Splňuje?	Splňuje?
Měrná potřeba tepla na vytápění	B.1	B.2
Měrná neobnovitelná primární energie	B.1	B.2
Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici	Ano	Ano
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	Ano	Ano
Povinná instalace systému nuceného větrání ZZT	Ano	Ano

Tab. 25 Splnění požadavků sledovaných parametrů výzvy

Opomenou-li vyřazené parametry, veškeré varianty systému vytápění V0 až V3 a varianty obálky O4 splňují podmínky dotační podoblasti B.1, výše dotace by činila až 300 tis. Kč. Varianty systému vytápění V0 až V3 v rámci obálky budovy O5 splňují přísnější požadavky pro získání dotace v podoblasti B.2. Maximální výše podpory činí 450 tis. Kč.

9 ZÁVĚR

Rád bych nejprve připomněl cíl této práce. Cílem bylo optimalizovat projekt vily z hlediska energetické náročnosti, její zátěže na životní prostředí a z hlediska finanční náročnosti. V rámci těchto pilířů byla provedena různá srovnání, na základě kterých jsou jednotlivé varianty mezi sebou porovnány. Za účelem najít nejvhodnější kompromis mezi posuzovanými parametry byla vytvořena metodika vyhodnocení, kdy za určitých vstupních preferencí vzešla z celé škály variant ta nejvhodnější.

Dosaženými výsledky považuji i dílčí výsledky hodnotících profilů, které jsou založeny na předpokládaném zájmu určité skupiny lidí, s nimiž se lze ztotožnit či nikoliv. Úplným výsledkem celé optimalizace je varianta, která vzešla jako průměr dílčích výsledků a kterou mohu považovat za objektivně nejsprávnější. Jedná se o vilu s průměrným součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, čemuž odpovídá úroveň obálky, ze které se vycházelo. Zdrojem na vytápění a přípravu teplé vody je uvažován plynový kondenzační kotel s teplovodní otopnou soustavou a podlahovým vytápěním. Plynový kondenzační kotel vychází v rámci posuzovaných parametrů jako vhodná volba – za nižší náklady uspokojivá spotřeba. V rámci návratnosti systému ve srovnání s referenční variantou se jedná v naprosté většině případů o nejvýhodnější volbu. Vše je samozřejmě bráno s předpokladem, že v místě plánované výstavby je dostupný plynovodní řád a řešení plynovodní přípojky je reálné.

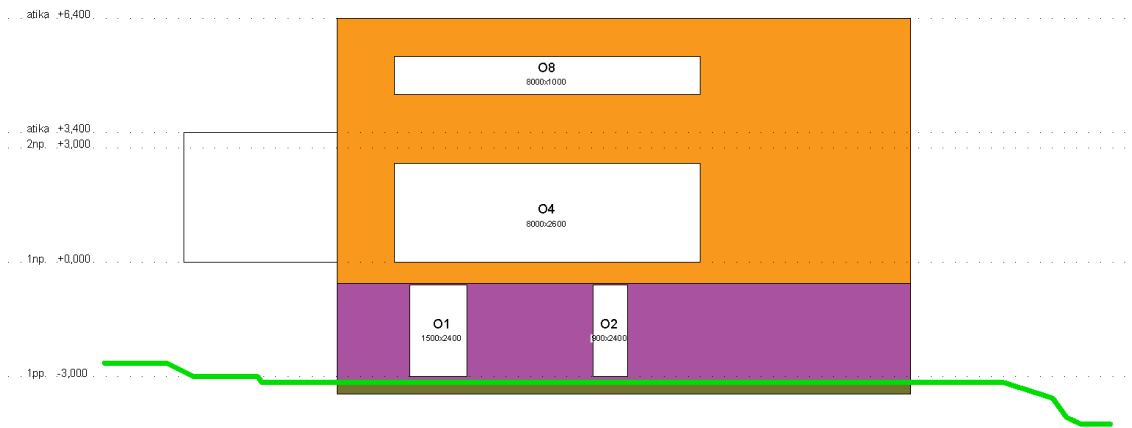
Volba konstrukčně materiálového řešení by měla být dle zpracované optimalizace jasná. Ve všech uvažovaných kritériích dosáhla nejlepších výsledků varianta vily řešené jako dřevostavba, jež je stavěná na železobetonových suterénních stěnách, které byly voleny z důvodu svažitosti terénu, a tedy kontaktu těchto konstrukcí se zemí. Spousta parametrů ovlivňujících materiálové řešení zde nebylo uplatněno, u přípravy a samotné výstavby dřevostaveb se jedná o odbornost a kvalifikaci prováděcí firmy, přísnější požadavky na technologickou kázeň nebo také dostupnost materiálů.

PŘÍLOHA Č. 1

Jižní a západní pohled obálky budovy není součástí přílohy. Pohledy jsou umístěny v textové části.

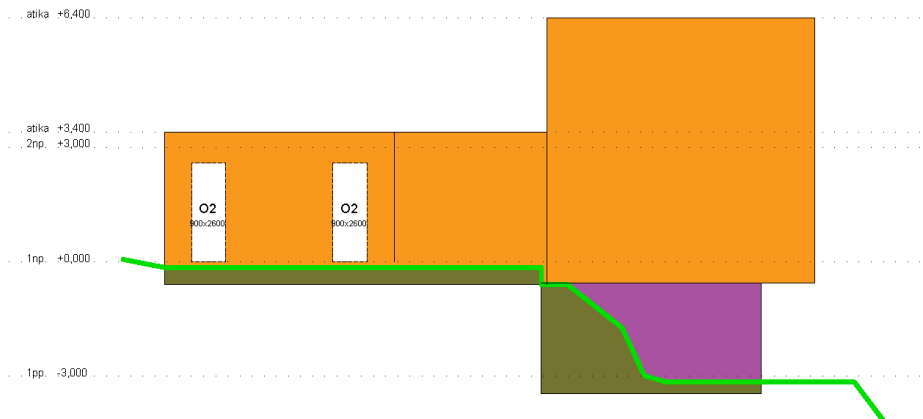
obálka

severní pohled

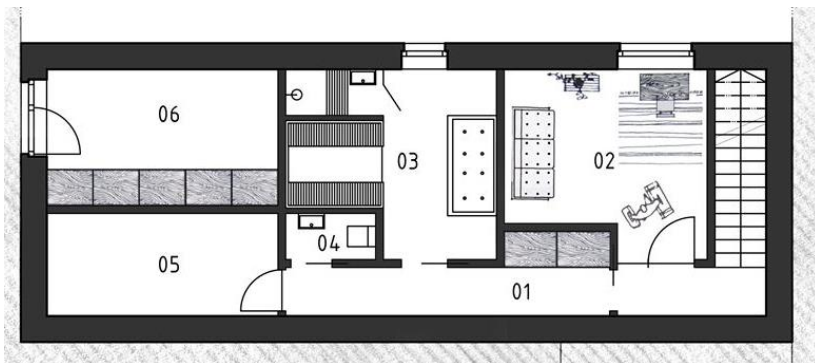


Obr. 8 Obálka budovy – severní pohled [1]

východní pohled



Obr. 9 Obálka budovy – východní pohled [1]



TABULKA MÍSTNOSTÍ 1.PP		
Č.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA
01	CHODBA	10.24
02	PRACOVNA	13.08
03	WELLNESS	13.27
04	WC	1.58
05	TECH. MÍSTNOST	9.00
06	SKLAD	11.93

Obr. 12 Půdorys 1.PP na úrovni studie [1]



TABULKA MÍSTNOSTÍ 2.NP		
Č.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA
01	GALERIE	12.60
02	DĚTSKÝ POKOJ	15.81
03	KOUPELNA	9.24
04	ŠATNA	5.61
05	DĚTSKÝ POKOJ	20.10

Obr. 10 Půdorys 1.NP na úrovni studie [1]



TABULKA MÍSTNOSTÍ 1.NP		
Č.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA
01	ZÁDVEŘÍ	3.53
02	HALA	11.56
03	PRÁDELNA	5.25
04	WC	1.95
05	ŠATNA	3.15
06	OBYTNÝ PROSTOR	61.80
07	ŠATNA	3.00
08	LOŽNICE RODIČŮ	13.50
09	KOUPELNA	3.80
10	SKLAD	6.83

Obr. 11 Půdorys 2.NP na úrovni studie [1]

PŘÍLOHA Č. 2

Obálka O0														
Skladby M0			Skladba M1			Skladba M2			Skladba M3			Skladba M4		
S1			S1			S1			S1			S1		
Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Sádrokartonová deska	0,015	m	Vápenocementová omítka	0,01	m
Vápenopískové bloky	0,2	m	Cihelné bloky POROTHERM	0,25	m	Železobeton	0,2	m	Instalační mezera vyplnění plstí	0,04	m	Plynosilikátové tvarovky - Ytong	0,375	m
Lepící malta	0,005	m	Lepící malta	0,005	m	Lepící malta	0,005	m	OSB deska	0,018	m	Lepící malta	0,005	m
Tep. izolace minerální vata	0,22	m	Tep. izolace EPS	0,16	m	Tep. izolace z fenolické pěny	0,13	m	Foukaná minerální izolace	0,16	m	Tep. izolace Multipor	0,12	m
Paropropustná fólie	0,001	m	Paropropustná fólie	0,001	m	Paropropustná fólie	0,001	m	Dřevovláknitá deska měkká	0,06	m	Paropropustná fólie	0,001	m
Vzduchová mezera	0,06	m	Vzduchová mezera	0,06	m	Vzduchová mezera	0,06	m	Paropropustná fólie	0,001	m	Vzduchová mezera	0,06	m
Vláknocementová deska	0,015	m	Vláknocementová deska	0,015	m	Vláknocementová deska	0,015	m	Vzduchová mezera	0,06	m	Vláknocementová deska	0,015	m
									Vláknocementová deska	0,015	m			
S2			S2			S2			S2			S2		
Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m
Vápenopískové bloky	0,2	m	Cihelné bloky POROTHERM	0,25	m	Železobeton	0,2	m	Železobeton	0,2	m	Plynosilikátové tvarovky - Ytong	0,375	m
Lepící malta	0,005	m	Lepící malta	0,005	m	Lepící malta	0,005	m	Lepící malta	0,005	m	Lepící malta	0,005	m
Tep. izolace minerální vata	0,18	m	Tep. izolace EPS	0,12	m	Tep. izolace z fenolické pěny	0,11	m	Tep. izolace EPS	0,18	m	Tep. izolace Multipor	0,08	m
Omítka ETICS	0,01	m	Omítka ETICS	0,01	m	Omítka ETICS	0,01	m	Omítka ETICS	0,01	m	Omítka ETICS	0,01	m
S3 + S4			S3 + S4			S3 + S4			S3 + S4			S3 + S4		
Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m
Vápenopískové bloky	0,2	m	Cihelné bloky POROTHERM	0,25	m	Železobeton	0,2	m	Železobeton	0,2	m	Plynosilikátové tvarovky - Ytong	0,375	m
Hydroizolace - asfaltový pás	0,004	m	Hydroizolace - asfaltový pás	0,004	m	Hydroizolace - asfaltový pás	0,004	m	Hydroizolace - asfaltový pás	0,004	m	Lepící malta	0,005	m
Tepelná izolace XPS	0,12	m	Tepelná izolace XPS	0,06	m	Tepelná izolace XPS	0,13	m	Tepelná izolace XPS	0,13	m	Tep. izolace Multipor	0,02	m
Nopová fólie (HDPE)	0,007	m	Nopová fólie (HDPE)	0,007	m	Nopová fólie (HDPE)	0,007	m	Nopová fólie (HDPE)	0,007	m	Hydroizolace - asfaltový pás	0,004	m
												Nopová fólie (HDPE)	0,007	m

Obálka O0														
Skladby M0			Skladba M1			Skladba M2			Skladba M3			Skladba M4		
C1			C1			C1			C1			C1		
Dlažba keramická	0,016	m	Dlažba keramická	0,016	m	Dlažba keramická	0,016	m	Dlažba keramická	0,016	m	Dlažba keramická	0,016	m
Betonová mazanina	0,04	m	Betonová mazanina	0,04	m	Betonová mazanina	0,04	m	Dřevovláknitá deska měkká	0,025	m	Betonová mazanina	0,04	m
Kročejová izolace EPS	0,05	m	Kročejová izolace EPS	0,05	m	Kročejová izolace EPS	0,05	m	OSB deska	0,022	m	Kročejová izolace EPS	0,05	m
Železobeton	0,22	m	Cihla lehčená pálená - Miako vložka	0,19	m	Železobeton	0,22	m	Tep. izolace minerální vata	0,16	m	Beton prostý	0	m
Lepící malta	0,005	m	Beton prostý	0	m	Lepící malta	0,005	m	Dřevovláknitá deska měkká	0,04	m	Plynosilikátový stropní dílec	0,25	m
Tep. izolace minerální vata	0,14	m	Lepící malta	0,005	m	Tep. izolace z fenolické pěny	0,08	m	Paropropustná fólie	0,001	m	Lepící malta	0,005	m
Omítka ETICS	0,01	m	Tep. izolace EPS	0,14	m	Omítka ETICS	0,01	m	Omítka ETICS	0,01	m	Tep. izolace Multipor	0,1	m
			Omítka ETICS	0,01	m							Omítka ETICS	0,01	m
R1			R1			R1			R1			R1		
Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Vápenocementová omítka	0,01	m	Sádrokartonová deska	0,015	m	Vápenocementová omítka	0,01	m
Železobeton	0,22	m	Cihla lehčená pálená - Miako vložka	0,19	m	Železobeton	0,22	m	Vzduchová mezera	0,04	m	Plynosilikátový stropní dílec	0,25	m
Parozábrana - asf.pás	0,004	m	Parozábrana - asf.pás	0,004	m	Parozábrana - asf.pás	0,004	m	OSB deska	0,018	m	Parozábrana - asf.pás	0,004	m
Tepelná izolace EPS	0,28	m	Tepelná izolace EPS	0,28	m	Tep. izolace PIR	0,18	m	Tep. izolace minerální vata	0,24	m	Tep. izolace Multipor	0,32	m
Živičná krytina	0,008	m	Živičná krytina	0,008	m	Živičná krytina	0,008	m	OSB deska	0,015	m	Živičná krytina	0,008	m
									Živičná krytina	0,008	m			

Tab. 26 Skladby konstrukcí na systémové hranici obálky budovy O0

PŘÍLOHA Č. 3

Varianta O1 $U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		V0	V1	V2	V3
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{P,A}$	68	69	78	58
	$E_{P,A,R}$	115	113	115	112
	$E_{P,A,R,klas}$	132	129	132	129
	[-]	$E_{P,A}/E_{P,A,R,klas}$	0,515	0,535	0,591
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	56	84	30	119
	$E_{pN,A,R}$	114	112	114	111
	$E_{pN,A,R,klas}$	170	168	170	167
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,329	0,500	0,176
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		37			
Varianta O0 $U_{em} = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		V0	V1	V2	V3
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{P,A}$	61	62	70	52
	$E_{P,A,R}$	115	113	115	112
	$E_{P,A,R,klas}$	132	129	132	129
	[-]	$E_{P,A}/E_{P,A,R,klas}$	0,462	0,481	0,530
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	50	75	28	105
	$E_{pN,A,R}$	114	112	114	111
	$E_{pN,A,R,klas}$	170	168	170	167
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,297	0,446	0,165
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		31			
Varianta O2 $U_{em} = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		V0	V1	V2	V3
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{P,A}$	54	55	62	47
	$E_{P,A,R}$	115	113	115	112
	$E_{P,A,R,klas}$	132	129	132	129
	[-]	$E_{P,A}/E_{P,A,R,klas}$	0,409	0,426	0,470
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	48	68	27	93
	$E_{pN,A,R}$	114	112	114	111
	$E_{pN,A,R,klas}$	170	168	170	167
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,282	0,405	0,159
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		27			
Varianta O3 $U_{em} = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		V0	V1	V2	V3
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{P,A}$	47	48	54	41
	$E_{P,A,R}$	115	113	115	112
	$E_{P,A,R,klas}$	132	129	132	129
	[-]	$E_{P,A}/E_{P,A,R,klas}$	0,356	0,372	0,409
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	43	60	25	78
	$E_{pN,A,R}$	114	112	114	111
	$E_{pN,A,R,klas}$	170	168	170	167
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,253	0,357	0,147
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		21			
Varianta O4 $U_{em} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		V0	V1	V2	V3
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{P,A}$	43	43	49	37
	$E_{P,A,R}$	112	110	112	109
	$E_{P,A,R,klas}$	129	126	129	126
	[-]	$E_{P,A}/E_{P,A,R,klas}$	0,333	0,341	0,380
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	40	55	24	70
	$E_{pN,A,R}$	111	110	111	109
	$E_{pN,A,R,klas}$	167	164	167	164
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,240	0,335	0,144
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		18			
Varianta O5 $U_{em} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		V0	V1	V2	V3
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{P,A}$	37	37	42	32
	$E_{P,A,R}$	112	110	112	109
	$E_{P,A,R,klas}$	129	126	129	126
	[-]	$E_{P,A}/E_{P,A,R,klas}$	0,287	0,294	0,326
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	36	48	19	58
	$E_{pN,A,R}$	111	110	111	109
	$E_{pN,A,R,klas}$	167	164	167	164
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,216	0,293	0,114
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		14			

Tab. 27 Energetické ukazatele variant s nuceným větráním

Varianta O1 $U_{em} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<i>V0</i>	<i>V1</i>	<i>V2</i>	<i>V3</i>
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{p,A}$	93	96	107	78
	$E_{p,A,R}$	146	144	146	143
	$E_{p,A,R,klas}$	164	161	164	161
	[-]	$E_{p,A}/E_{p,A,R,klas}$	0,567	0,596	0,652
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	68	109	31	168
	$E_{pN,A,R}$	134	133	134	132
	$E_{pN,A,R,klas}$	199	196	199	196
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,342	0,556	0,156
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		56			
Varianta O0 $U_{em} = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<i>V0</i>	<i>V1</i>	<i>V2</i>	<i>V3</i>
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{p,A}$	86	88	99	72
	$E_{p,A,R}$	146	144	146	143
	$E_{p,A,R,klas}$	164	161	164	161
	[-]	$E_{p,A}/E_{p,A,R,klas}$	0,524	0,547	0,604
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	62	100	29	152
	$E_{pN,A,R}$	134	133	134	132
	$E_{pN,A,R,klas}$	199	196	199	196
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,313	0,510	0,146
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		51			
Varianta O2 $U_{em} = 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<i>V0</i>	<i>V1</i>	<i>V2</i>	<i>V3</i>
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{p,A}$	79	81	91	67
	$E_{p,A,R}$	146	144	146	143
	$E_{p,A,R,klas}$	164	161	164	161
	[-]	$E_{p,A}/E_{p,A,R,klas}$	0,482	0,503	0,555
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	59	93	27	140
	$E_{pN,A,R}$	134	133	134	132
	$E_{pN,A,R,klas}$	199	196	199	196
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,296	0,474	0,136
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		46			
Varianta O3 $U_{em} = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<i>V0</i>	<i>V1</i>	<i>V2</i>	<i>V3</i>
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{p,A}$	70	72	81	60
	$E_{p,A,R}$	146	144	146	143
	$E_{p,A,R,klas}$	164	161	164	161
	[-]	$E_{p,A}/E_{p,A,R,klas}$	0,427	0,447	0,494
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	54	83	25	123
	$E_{pN,A,R}$	134	133	134	132
	$E_{pN,A,R,klas}$	199	196	199	196
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,271	0,423	0,126
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		40			
Varianta O4 $U_{em} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<i>V0</i>	<i>V1</i>	<i>V2</i>	<i>V3</i>
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{p,A}$	67	68	77	57
	$E_{p,A,R}$	143	140	143	140
	$E_{p,A,R,klas}$	160	157	160	157
	[-]	$E_{p,A}/E_{p,A,R,klas}$	0,419	0,433	0,481
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	51	79	25	116
	$E_{pN,A,R}$	132	130	132	129
	$E_{pN,A,R,klas}$	194	192	194	191
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,263	0,411	0,129
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		37			
Varianta O5 $U_{em} = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<i>V0</i>	<i>V1</i>	<i>V2</i>	<i>V3</i>
Měrná dodaná energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{p,A}$	60	61	69	51
	$E_{p,A,R}$	143	140	143	140
	$E_{p,A,R,klas}$	160	157	160	157
	[-]	$E_{p,A}/E_{p,A,R,klas}$	0,375	0,389	0,431
Měrná primární neobn. energie [kWh/(m ² ·rok)]	$E_{pN,A}$	47	71	16	102
	$E_{pN,A,R}$	132	130	132	129
	$E_{pN,A,R,klas}$	194	192	194	191
	[-]	$E_{pN,A}/E_{pN,A,R,klas}$	0,242	0,370	0,082
Měrná potřeba tepla pro vytápění e_A [kWh/(m ² ·rok)]		32			

Tab. 28 Energetické ukazatele variant bez nuceného větrání

PŘÍLOHA Č. 4

Varianta	O1			O0				O2				O3				O4				O5					
	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2		V3
vytápění	3,7			10,9	3,2			9,3	2,8			8	2,2			6,4	1,9			5,5	1,5			4,2	EL
		17,5				15				12,8				10,2				8,8				6,7			ZP
			20				17,2				14,7				11,8				10,3				7,9		PEL
				3				2,6				2,2				1,7				1,5				1,1	DŘV
teplá voda	1,3			2,1	1,3		0,5	2,1	1,3		0,5	2,1	1,3		0,5	2,1	1,3		0,5	2,1	1,3		0,5	2,1	EL
		4,5				4,5				4,5				4,5				4,5				4,5			ZP
			4,5				4,5				4,5				4,5				4,5				4,5		PEL
osvětlení	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	
větrání	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
pomocné energie	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,7	0,7	0,7	0,3	0,7	0,7	0,7	0,3	0,7	0,7	0,7	0,3	
export												-0,1				-0,1				-0,1				-0,1	
MWh	6,3	23,3	25,8	16,9	5,77	20,8	23,5	14,9	5,4	18,6	21	12,8	4,8	16	18,1	10,7	4,5	14,6	16,6	9,6	4,1	12,5	14,2	7,9	
kWh/m2.a	18,7	69,3	76,8	50,3	17,2	61,9	69,9	44,3	16,1	55,3	62,5	38,1	14,3	47,6	53,9	31,8	13,4	43,4	49,4	28,6	12,2	37,2	42,2	23,5	
Spotřeba energie dle energonositele [MWh/rok]																									
EL	6,3	1,3	1,3	13,9	5,77	1,3	1,8	12,3	5,4	1,3	1,8	10,6	4,8	1,3	1,8	9	4,5	1,3	1,8	8,1	4,1	1,3	1,8	6,8	
ZP	0	22	0	0	0	19,5	0	0	0	17,3	0	0	0	14,7	0	0	0	13,3	0	0	0	11,2	0	0	
pelety	0	0	24,5	0	0	0	21,7	0	0	0	19,2	0	0	0	16,3	0	0	0	14,8	0	0	0	12,4	0	
dřevo	0	0	0	3	0	0	0	2,6	0	0	0	2,2	0	0	0	1,7	0	0	0	1,5	0	0	0	1,1	
Provozní náklady za energii [tis. Kč/rok]																									
EL	19,0	4,9	4,9	38,3	17,7	4,9	6,8	34,3	16,8	4,9	6,8	29,6	15,3	4,9	6,8	25,7	14,5	4,9	6,8	23,4	13,6	4,9	6,8	20,2	
ZP	0,0	27,9	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0	0,0	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0	18,7	0,0	0,0	0,0	16,9	0,0	0,0	0,0	14,2	0,0	0,0	
dřevo	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,9	
pelety	0,0	0,0	29,4	0,0	0,0	0,0	26,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0	19,6	0,0	0,0	0,0	17,8	0,0	0,0	0,0	14,9	0,0	
	19,0	32,9	34,3	40,9	17,7	29,7	32,9	36,6	16,8	26,9	29,9	31,5	15,3	23,6	26,4	27,1	14,5	21,8	24,6	24,7	13,6	19,2	21,7	21,2	

Tab. 29 Rozdělení spotřeb dle využití v objektu a dle energonositelů – varianty s nuceným větráním

Varianta	O1			O0			O2			O3			O4			O5			EL						
	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1		V2	V3	V0	V1	V2	V3
vytápění	5,7			16,8	5,1			15,1	4,7			13,7	4,1			11,9	3,8			11,1	3,3			9,5	EL
		27				24,3				22				19,1				17,8				15,4			ZP
			30,5				27,5				25				21,7				20,4				17,6		PEL
				4,6				4,2				3,8				3,3				3				2,6	DŘV
teplá voda	1,3		0,5	1,9	1,3		0,5	1,9	1,3		0,5	1,9	1,3		0,5	1,9	1,3		0,5	1,9	1,3		0,5	1,9	EL
		4,5				4,5				4,5				4,5				4,5				4,5			ZP
			4,5				4,5				4,5				4,5				4,5				4,5		PEL
osvětlení	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1	
větrání	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pomocné energie	0,1	0,7	0,7	0,7	0,1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,7	0,7	0,7	0,3	0,7	0,7	0,7	0,3	0,7	0,7	0,7	0,3	
export												-0,1				-0,1				-0,1				-0,1	
MWh	7,6	32,7	36,7	24,1	7,0	30	33,7	22	7,2	27,7	31,2	19,8	6,6	24,8	27,9	17,5	6,3	23,5	26,6	16,4	5,8	21,1	23,8	14,4	
kWh/m2.a	18,7	69,3	76,8	50,3	17,2	61,9	69,9	44,3	16,1	55,3	62,5	38,1	14,3	47,6	53,9	31,8	13,4	43,4	49,4	28,6	12,2	37,2	42,2	23,5	

Spotřeba energie dle energonositele [MWh/rok]																									
EL	7,6	1,2	1,7	19,5	7,04	1,2	1,7	17,8	7,2	1,2	1,7	16	6,6	1,2	1,7	14,2	6,3	1,2	1,7	13,4	5,8	1,2	1,7	11,8	
ZP	0	31,5	0	0	0	28,8	0	0	0	26,5	0	0	0	23,6	0	0	0	22,3	0	0	0	19,9	0	0	
pelety	0	0	35	0	0	0	32	0	0	0	29,5	0	0	0	26,2	0	0	0	24,9	0	0	0	22,1	0	
dřevo	0	0	0	4,6	0	0	0	4,2	0	0	0	3,8	0	0	0	3,3	0	0	0	3	0	0	0	2,6	

Provozní náklady za energie [tis. Kč/rok]																									
EL	21,3	4,5	6,4	51,7	19,9	4,5	6,4	47,5	21,1	4,5	6,4	42,6	19,6	4,5	6,4	38,1	18,9	4,5	6,4	36,1	17,6	4,5	6,4	32,2	
ZP	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	36,6	0,0	0,0	0,0	33,7	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	28,3	0,0	0,0	0,0	25,3	0,0	0,0	
dřevo	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	2,2	
pelety	0,0	0,0	42,0	0,0	0,0	0,0	38,4	0,0	0,0	0,0	35,4	0,0	0,0	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	29,9	0,0	0,0	0,0	26,5	0,0	
	21,3	44,6	48,4	55,7	19,9	41,1	44,8	51,1	21,1	38,2	41,8	45,8	19,6	34,5	37,9	40,9	18,9	32,9	36,3	38,7	17,6	29,8	33,0	34,4	

Tab. 30 Rozdělení spotřeb dle využití v objektu a dle energonositelů – varianty bez nuceného větrání

PŘÍLOHA Č. 5

M0 - vápenopískové bloky + minerální vata

Vrstva	Název	d	V		λ	R	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[kg/m³]	[kg/bm³]	[W/mK]	[m²K/W]	MJ/kg	MJ	kg CO₂ ekv./kg	kg CO₂ ekv.	g SO₂ ekv./kg	g SO₂ ekv.	g (PO₄)³ ekv./kg	g (PO₄)³ ekv.	g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	g C₂H₄ ekv./kg	g C₂H₄ ekv.
Obvodová stěna S1 - provětrávaná																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Vápenopískové bloky	0,200	1530	306	0,86	0,232558	1,27912	391,4107	0,13037	39,8932	0,21284	65,1290	0,057	17,4420	0,000011736	0,0036	0,02223	6,8024
3	Lepící malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace minerální vata	0,220	32	7,04	0,038	5,789474	20,1923	142,1538	1,1331	7,9770	8,3583	58,8424	1,83	12,8832	0,000055368	0,0004	0,44541	3,1357
5	Paropropustná fólie	0,001	95	0,095	0,2	0,005	76,4027	7,2583	1,9485	0,1851	6,528	0,6202	0,511	0,0485	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,0585
6	Latě 40x60	0,060	400	1,536	-	-	3,35264	5,1497	0,187358	0,2878	1,16793	1,7939	0,493	0,7572	1,73385E-05	0,0000	0,096565	0,1483
7	Vláknocementová deska	0,015	1900	28,5	-	-	11,7707	335,4650	1,0909	31,0907	2,4531	69,9134	0,809	23,0565	0,00005834	0,0017	0,14217	4,0518
	Σ	0,511			U	0,181		921,1146		84,8988		207,3737		56,4787		0,0059		14,6951
Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Vápenopískové bloky	0,200	1530	306	0,86	0,232558	1,27912	391,4107	0,13037	39,8932	0,21284	65,1290	0,057	17,4420	0,000011736	0,0036	0,02223	6,8024
3	Lepící malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace minerální vata	0,180	32	5,76	0,038	4,736842	20,1923	116,3076	1,1331	6,5267	8,3583	48,1438	1,83	10,5408	0,000055368	0,0003	0,44541	2,5656
5	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
	Σ	0,405			U	0,213		691,7621		65,3590		151,6686		35,9440		0,0046		16,1916
Stěna přilehlá k zemině S3 a S4																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Vápenopískové bloky	0,200	1530	306	0,86	0,232558	1,27912	391,4107	0,13037	39,8932	0,21284	65,1290	0,057	17,4420	0,000011736	0,0036	0,02223	6,8024
3	Hydroizolace - asfaltový nátěr	0,004	1160	4,64	0,21	0,019048	49,6073	230,1779	1,1056	5,1300	6,3404	29,4195	1,141	5,2942	0,00031788	0,0015	0,39244	1,8209
4	Tepelná izolace XPS	0,120	25	3	0,035	3,428571	96,5145	289,5435	3,8205	11,4615	13,392	40,1760	3,012	9,0360	0,00008839	0,0003	1,5365	4,6095
5	Nopová fólie (HDPE)	0,007	-	1,425	-	-	76,4027	108,8738	1,9485	2,7766	6,528	9,3024	0,511	0,7282	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,8781
	Σ	0,341			U	0,282		1049,1991		63,5247		151,1083		34,2404		0,0055		14,4392

Strop nad exteriérem C1

1	Dlažba keramická	0,016	2000	32	1,01	0,015842	14,1064	451,4048	0,78173	25,0154	2,7697	88,6304	1,161	37,1520	0,000091639	0,0029	0,13268	4,2458
2	Betonová mazanina	0,040	2380	95,2	1,23	0,03252	0,574926	54,7330	0,109891	10,4616	0,184899	17,6024	0,046	4,3792	0,000003706	0,0004	0,00677773	0,6452
3	Kročejová izolace EPS	0,050	30	1,5	0,039	1,282051	105,073	157,6095	4,2121	6,3182	14,9	22,3500	2,549	3,8235	0,00013195	0,0002	6,7545	10,1318
4	Prostý beton (96 % obj.)	0,220	2300	485,76	1,43	0,153846	0,574926	279,2761	0,109891	53,3807	0,184899	89,8165	0,046	22,3450	0,000003706	0,0018	0,00677773	3,2924
	Ocelářská výztuž (4 % obj.)		7850	69,08			22,5279	1556,2273	1,482	102,3766	5,0948	351,9488	3,133	216,4276	0,000060000	0,0041	0,81161	56,0660
5	Lepící malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
6	Tep. izolace minerální vata	0,140	140	19,6	0,038	3,684211	20,1923	395,7691	1,1331	22,2088	8,3583	163,8227	1,83	35,8680	0,000055368	0,0011	0,44541	8,7300
7	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
Σ		0,481				U	0,205	3049,8703		234,4368		765,4851		326,2165		0,0110		89,6066

Střecha R1

1	Živičná krytina	0,008	1220	9,76	0,21	0,038095	43,4655	424,2233	0,65521	6,3948	5,5443	54,1124	1,671	16,3090	0,00033552	0,0033	0,29556	2,8847
2	Tepelná izolace EPS	0,280	30	8,4	0,034	8,235294	105,073	882,6132	4,2121	35,3816	14,9	125,1600	2,549	21,4116	0,00013195	0,0011	6,7545	56,7378
3	Parozábrana - asf.pás	0,004	1220	4,88	0,21	0,019048	43,4655	212,1116	0,65521	3,1974	5,5443	27,0562	1,671	8,1545	0,00033552	0,0016	0,29556	1,4423
4	Prostý beton (96 % obj.)	0,220	2300	485,76	1,43	0,153846	0,574926	279,2761	0,109891	53,3807	0,184899	89,8165	0,046	22,3450	0,000003706	0,0018	0,00677773	3,2924
	Ocelářská výztuž (4 % obj.)		7850	69,08			22,5279	1556,2273	1,482	102,3766	5,0948	351,9488	3,133	216,4276	0,000060000	0,0041	0,81161	56,0660
5	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
Σ		0,522				U	0,136	3383,6447		204,9945		655,1753		286,3876		0,0122		120,7514

Kce	Název	d	U	A	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[W/(m²·K)]	[m²]	MI/m²	MJ	kg CO ₂ ekv./m²	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./m²	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./m²	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./m²	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv./m²	g C ₂ H ₄ ekv.
1	Obvodová stěna S1 - provětrávaná	0,51	0,18	298,7	921,1146	275136,917	84,8988	25359,27	207,3737	61942,513	56,4787	16870,1856	0,0059	1,773905	14,6951	4389,423
2	Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení	0,41	0,21	49,6	691,7621	34311,4025	65,3590	3241,807	151,6686	7522,762	35,9440	1782,8224	0,0046	0,230135	16,1916	803,1049
3	Stěna přilehlá k zemině S3 a S4	0,34	0,28	78,2	1049,1991	82047,3727	63,5247	4967,633	151,1083	11816,669	34,2404	2677,60045	0,0055	0,432106	14,4392	1129,142
4	Strop nad exteriérem C1	0,48	0,20	18,5	3049,8703	56422,6006	234,4368	4337,082	765,4851	14161,475	326,2165	6035,00525	0,0110	0,204417	89,6066	1657,721
5	Střecha R1	0,52	0,14	146,1	3383,6447	494350,492	204,9945	29949,7	655,1753	95721,108	286,3876	41841,2342	0,0122	1,776357	120,7514	17641,79
Výsledné hodnoty pro variantu							942 268,78	67 855,49	191 164,53	69 206,8479	4,416920	25 621,18				

Tab. 31 Environmentální profily konstrukcí varianty M0

M1 - Porotherm + EPS

Vrstva	Název	d	V		λ	R	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[kg/m³]	[kg/bm²]	[W/mK]	[m²K/W]	MJ/kg	MJ	kg CO ₂ ekv./kg	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./kg	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₆ ekv./kg	g C ₂ H ₆ ekv.
Obvodová stěna S1 - provětrávaná																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Cihelné bloky POROTHERM	0,250	800	200	0,13	1,923077	2,5737	514,7400	0,23862	47,7240	0,5456	109,1200	0,172	34,4000	0,000017802	0,0036	0,039715	7,9430
3	Lepicí malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace EPS	0,160	30	4,8	0,037	4,324324	105,073	504,3504	4,2121	20,2181	14,9	71,5200	2,549	12,2352	0,00013195	0,0006	6,7545	32,4216
5	Paropropustná fólie	0,001	95	0,095	0,2	0,005	76,4027	7,2583	1,9485	0,1851	6,528	0,6202	0,511	0,0485	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,0585
6	Latě 40x60	0,060	400	1,536	-	-	3,35264	5,1497	0,187358	0,2878	1,16793	1,7939	0,493	0,7572	1,73385E-05	0,0000	0,096565	0,1483
7	Vláknocementová deska	0,015	1900	28,5	-	-	11,7707	335,4650	1,0909	31,0907	2,4531	69,9134	0,809	23,0565	0,00005834	0,0017	0,14217	4,0518
	Σ	0,501			U	0,175		1406,6404		104,9706		264,0422		72,7887		0,0062		45,1216
Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Cihelné bloky POROTHERM	0,250	800	200	0,13	1,923077	2,5737	514,7400	0,23862	47,7240	0,5456	109,1200	0,172	34,4000	0,000017802	0,0036	0,039715	7,9430
3	Lepicí malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace EPS	0,120	30	3,6	0,037	3,243243	105,073	378,2628	4,2121	15,1636	14,9	53,6400	2,549	9,1764	0,00013195	0,0005	6,7545	24,3162
5	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
	Σ	0,395			U	0,206		1077,0466		81,8267		201,1557		51,5376		0,0048		39,0829
Stěna přilehlá k zemině S3 a S4																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Cihelné bloky POROTHERM	0,250	800	200	0,13	1,923077	2,5737	514,7400	0,23862	47,7240	0,5456	109,1200	0,172	34,4000	0,000017802	0,0036	0,039715	7,9430
3	Hydroizolace - asfaltový nátěr	0,004	1160	4,64	0,21	0,019048	49,6073	230,1779	1,1056	5,1300	6,3404	29,4195	1,141	5,2942	0,00031788	0,0015	0,39244	1,8209
4	Tepelná izolace XPS	0,060	25	1,5	0,035	1,714286	96,5145	144,7718	3,8205	5,7308	13,392	20,0880	3,012	4,5180	0,00008839	0,0001	1,5365	2,3048
5	Nopová fólie (HDPE)	0,007	-	1,425	-	-	76,4027	108,8738	1,9485	2,7766	6,528	9,3024	0,511	0,7282	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,8781
	Σ	0,331			U	0,283		1027,7567		65,6247		175,0113		46,6804		0,0054		13,2750
Strop nad exteriérem C1																		
1	Dlažba keramická	0,016	2000	32	1,01	0,015842	14,1064	451,4048	0,78173	25,0154	2,7697	88,6304	1,161	37,1520	0,000091639	0,0029	0,13268	4,2458
2	Betonová mazanina	0,040	2380	95,2	1,23	0,03252	0,574926	54,7330	0,109891	10,4616	0,184899	17,6024	0,046	4,3792	0,000003706	0,0004	0,00677773	0,6452

3	Kročejová izolace EPS	0,050	30	1,5	0,039	1,282051	105,073	157,6095	4,2121	6,3182	14,9	22,3500	2,549	3,8235	0,00013195	0,0002	6,7545	10,1318
	Ocelová výztuž do betonu		7850	61,152			22,5279	1377,6149	1,482	90,6265	5,0948	311,5547	3,133	191,5876	0,000060000	0,0037	0,81161	49,6312
4	Cihla lehčená pálená - Miako vložka	0,190	600	19,722	0,826	0,230024	2,5737	50,7585	0,23862	4,7061	0,5456	10,7603	0,172	3,3922	0,000017802	0,0004	0,039715	0,7833
	Beton prostý		2380	354,98			0,574926	204,0855	0,109891	39,0088	0,184899	65,6349	0,046	16,3289	0,000003706	0,0013	0,00677773	2,4059
5	Lepící malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
6	Tep. izolace EPS	0,140	21	2,94	0,037	3,783784	105,073	308,9146	4,2121	12,3836	14,9	43,8060	2,549	7,4941	0,00013195	0,0004	6,7545	19,8582
7	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
	Σ	0,451			U	0,199		2759,9714		203,1958		591,6530		270,3787		0,0097		94,1968

Střecha R1

1	Živičná krytina	0,008	1220	9,76	0,21	0,038095	43,4655	424,2233	0,65521	6,3948	5,5443	54,1124	1,671	16,3090	0,00033552	0,0033	0,29556	2,8847
2	Tepelná izolace EPS	0,280	30	8,4	0,034	8,235294	105,073	882,6132	4,2121	35,3816	14,9	125,1600	2,549	21,4116	0,00013195	0,0011	6,7545	56,7378
3	Parozábrana - asf.pás	0,004	1220	4,88	0,21	0,019048	43,4655	212,1116	0,65521	3,1974	5,5443	27,0562	1,671	8,1545	0,00033552	0,0016	0,29556	1,4423
	Ocelová výztuž do betonu		7850	61,152			22,5279	1377,6149	1,482	90,6265	5,0948	311,5547	3,133	191,5876	0,000060000	0,0037	0,81161	49,6312
4	Cihla lehčená pálená - Miako vložka	0,190	600	19,722	0,826	0,230024	2,5737	50,7585	0,23862	4,7061	0,5456	10,7603	0,172	3,3922	0,000017802	0,0004	0,039715	0,7833
	Beton prostý		2380	354,98			0,574926	204,0855	0,109891	39,0088	0,184899	65,6349	0,046	16,3289	0,000003706	0,0013	0,00677773	2,4059
5	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
	Σ	0,492			U	0,135		3180,6002		183,5787		601,3598		258,9238		0,0115		114,2134

Kce	Název	d	U	A	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[W/(m²·K)]	[m²]	MJ/m²	MJ	kg CO ₂ ekv./m²	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./m²	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./m²	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./m²	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv./m²	g C ₂ H ₄ ekv.
1	Obvodová stěna S1 - provětrávaná	0,50	0,18	298,7	1406,6404	420163,5	104,9706	31354,73	264,0422	78869,402	72,7887	21741,9826	0,0062	1,837455	45,1216	13477,83
2	Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení	0,40	0,21	49,6	1077,0466	53421,5104	81,8267	4058,604	201,1557	9977,3247	51,5376	2556,26496	0,0048	0,23635	39,0829	1938,511
3	Stěna přilehlá k zemině S3 a S4	0,33	0,28	78,2	1027,7567	80370,5716	65,6247	5131,855	175,0113	13685,88	46,6804	3650,40845	0,0054	0,419328	13,2750	1038,107
4	Strop nad exteriérem C1	0,45	0,20	18,5	2759,9714	51059,47	203,1958	3759,123	591,6530	10945,581	270,3787	5002,00661	0,0097	0,180246	94,1968	1742,64
5	Střecha R1	0,49	0,13	146,1	3180,6002	464685,691	183,5787	26820,84	601,3598	87858,671	258,9238	37828,7694	0,0115	1,687347	114,2134	16686,58
Výsledné hodnoty pro variantu								1 069 700,74	71 125,16	201 336,86	70 779,4321	4,360725	34 883,67			

Tab. 32 Environmentální profily konstrukcí varianty M1

M2 - železobeton + fenolická pěna

Vrstva	Název	d	V		λ	R	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[kg/m³]	[kg/bm²]	[W/mK]	[m²K/W]	MJ/kg	MJ	kg CO ₂ ekv./kg	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./kg	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv./kg	g C ₂ H ₄ ekv.
Obvodová stěna S1 - provětrávaná																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Prostý beton (98 % obj.)	0,200	2300	450,8	1,43	0,13986	0,574926	259,1766	0,109891	49,5389	0,184899	83,3525	0,046	20,7368	0,000003706	0,0017	0,00677773	3,0554
	Ocelářská výztuž (2 % obj.)		7850	31,4			22,5279	707,3761	1,482	46,5348	5,0948	159,9767	3,133	98,3762	0,000060000	0,0019	0,81161	25,4846
3	Lepicí malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace z fenolické pěny	0,130	35	4,55	0,022	5,909091	99,265	451,6558	4,8451	22,0452	20,278	92,2649	5,474	24,9067	0,000023913	0,0001	0,93994	4,2767
5	Paropropustná fólie	0,001	95	0,095	0,2	0,005	76,4027	7,2583	1,9485	0,1851	6,528	0,6202	0,511	0,0485	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,0585
6	Latě 40x60	0,060	400	1,536	-	-	3,35264	5,1497	0,187358	0,2878	1,16793	1,7939	0,493	0,7572	1,73385E-05	0,0000	0,096565	0,1483
7	Vláknocementová deska	0,015	1900	28,5	-	-	11,7707	335,4650	1,0909	31,0907	2,4531	69,9134	0,809	23,0565	0,00005834	0,0017	0,14217	4,0518
	Σ	0,421				U	0,180	1805,7585		155,1474		418,9963		170,1732		0,0056		37,5737
Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Prostý beton (98 % obj.)	0,200	2300	450,8	1,43	0,13986	0,574926	259,1766	0,109891	49,5389	0,184899	83,3525	0,046	20,7368	0,000003706	0,0017	0,00677773	3,0554
	Ocelářská výztuž (2 % obj.)		7850	31,4			22,5279	707,3761	1,482	46,5348	5,0948	159,9767	3,133	98,3762	0,000060000	0,0019	0,81161	25,4846
3	Lepicí malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace z fenolické pěny	0,110	35	3,85	0,022	5	99,265	382,1703	4,8451	18,6536	20,278	78,0703	5,474	21,0749	0,000023913	0,0001	0,93994	3,6188
5	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
	Σ	0,335				U	0,207	1532,7667		133,6664		359,7952		148,1491		0,0044		38,9824
Stěna přilehlá k zemině S3 a S4																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Prostý beton (98 % obj.)	0,200	2300	450,8	1,43	0,13986	0,574926	259,1766	0,109891	49,5389	0,184899	83,3525	0,046	20,7368	0,000003706	0,0017	0,00677773	3,0554
	Ocelářská výztuž (2 % obj.)		7850	31,4			22,5279	707,3761	1,482	46,5348	5,0948	159,9767	3,133	98,3762	0,000060000	0,0019	0,81161	25,4846
3	Hydroizolace - asfaltový nátěr	0,004	1160	4,64	0,21	0,019048	49,6073	230,1779	1,1056	5,1300	6,3404	29,4195	1,141	5,2942	0,00031788	0,0015	0,39244	1,8209
4	Tepelná izolace XPS	0,130	25	3,25	0,035	3,714286	96,5145	313,6721	3,8205	12,4166	13,392	43,5240	3,012	9,7890	0,00008839	0,0003	1,5365	4,9936
5	Nopová fólie (HDPE)	0,007	-	1,425	-	-	76,4027	108,8738	1,9485	2,7766	6,528	9,3024	0,511	0,7282	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,8781
	Σ	0,351				U	0,269	1648,4697		120,6603		332,6564		136,6644		0,0055		36,5609

Strop nad exteriérem C1

1	Dlažba keramická	0,016	2000	32	1,01	0,015842	14,1064	451,4048	0,78173	25,0154	2,7697	88,6304	1,161	37,1520	0,000091639	0,0029	0,13268	4,2458	
2	Betonová mazanina	0,040	2380	95,2	1,23	0,03252	0,574926	54,7330	0,109891	10,4616	0,184899	17,6024	0,046	4,3792	0,000003706	0,0004	0,00677773	0,6452	
3	Kročejová izolace EPS	0,050	30	1,5	0,039	1,282051	105,073	157,6095	4,2121	6,3182	14,9	22,3500	2,549	3,8235	0,00013195	0,0002	6,7545	10,1318	
4	Prostý beton (96 % obj.)	0,220	2300	485,76	1,43	0,153846	0,574926	279,2761	0,109891	53,3807	0,184899	89,8165	0,046	22,3450	0,000003706	0,0018	0,00677773	3,2924	
	Ocelářská výztuž (4 % obj.)		7850	69,08			22,5279	1556,2273	1,482	102,3766	5,0948	351,9488	3,133	216,4276	0,000060000	0,0041	0,81161	56,0660	
5	Lepící malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700	
6	Tep. izolace z fenolické pěny	0,080	35	2,8	0,022	3,636364	99,265	277,9420	4,8451	13,5663	20,278	56,7784	5,474	15,3272	0,000023913	0,0001	0,93994	2,6318	
7	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254	
Σ		0,421						0,207		2932,0432		225,7944		658,4408		305,6757		0,0100	83,5084

Střecha R1

1	Živičná krytina	0,008	1220	9,76	0,21	0,038095	43,4655	424,2233	0,65521	6,3948	5,5443	54,1124	1,671	16,3090	0,00033552	0,0033	0,29556	2,8847	
2	Tep. izolace PIR	0,180	35	6,3	0,022	8,181818	99,265	625,3695	4,8451	30,5241	20,278	127,7514	5,474	34,4862	0,000023913	0,0002	0,93994	5,9216	
3	Parozábrana - asf.pás	0,004	1220	4,88	0,21	0,019048	43,4655	212,1116	0,65521	3,1974	5,5443	27,0562	1,671	8,1545	0,00033552	0,0016	0,29556	1,4423	
4	Prostý beton (96 % obj.)	0,220	2300	485,76	1,43	0,153846	0,574926	279,2761	0,109891	53,3807	0,184899	89,8165	0,046	22,3450	0,000003706	0,0018	0,00677773	3,2924	
	Ocelářská výztuž (4 % obj.)		7850	69,08			22,5279	1556,2273	1,482	102,3766	5,0948	351,9488	3,133	216,4276	0,000060000	0,0041	0,81161	56,0660	
5	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283	
Σ		0,422						0,137		3126,4010		200,1370		657,7667		299,4622		0,0112	69,9353

Kce	Název	d	U	A	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[W/(m ² ·K)]	[m ²]	MJ/m ²	MJ	kg CO ₂ ekv./m ²	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./m ²	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./m ²	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./m ²	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv./m ²	g C ₂ H ₄ ekv.
1	Obvodová stěna S1 - provětrávaná	0,42	0,18	298,7	1805,7585	539380,062	155,1474	46342,54	418,9963	125154,19	170,1732	50830,7327	0,0056	1,678996	37,5737	11223,27
2	Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení	0,34	0,21	49,6	1532,7667	76025,2298	133,6664	6629,855	359,7952	17845,843	148,1491	7348,19536	0,0044	0,21706	38,9824	1933,528
3	Stěna přilehlá k zemině S3 a S4	0,35	0,27	78,2	1648,4697	128910,334	120,6603	9435,634	332,6564	26013,734	136,6644	10687,1573	0,0055	0,43096	36,5609	2859,059
4	Strop nad exteriérem C1	0,42	0,21	18,5	2932,0432	54242,7996	225,7944	4177,196	658,4408	12181,156	305,6757	5655,00045	0,0100	0,185579	83,5084	1544,905
5	Střecha R1	0,42	0,14	146,1	3126,4010	456767,187	200,1370	29240,02	657,7667	96099,711	299,4622	43751,4333	0,0112	1,636433	69,9353	10217,54
Výsledné hodnoty pro variantu							1 255 325,61		95 825,2		277 294,63		118 272,519		4,149028	27 778,30

Tab. 33 Environmentální profily konstrukcí varianty M2

M3 - dřevostavba + minerální a dřevoláknitá izolace

Vrstva	Název	d	V		λ	R	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[kg/m³]	[kg/bm²]	[W/mK]	[m²K/W]	MJ/kg	MJ	kg CO ₂ ekv./kg	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./kg	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv./kg	g C ₂ H ₄ ekv.
Obvodová stěna S1 - provětrávaná																		
1	Sádkartonová deska	0,015	750	11,25	0,21	0,071429	5,74453	64,6260	0,35429	3,9858	1,0976	12,3480	0,498	5,6025	0,00004061	0,0005	0,046724	0,5256
2	Dřevěné latě 40x60	0,040	400	1,536	0,049	0,816327	3,35264	5,1497	0,187358	0,2878	1,16793	1,7939	0,493	0,7572	1,73385E-05	0,0000	0,096565	0,1483
	Tep. izolace minerální vata		32	1,1571			20,1923	23,3649	1,1331	1,3111	8,3583	9,6716	1,83	2,1175	0,000055368	0,0001	0,44541	0,5154
3	OSB deska	0,018	520	9,36	0,13	0,138462	12,5057	117,0534	0,481323	4,5052	2,03708	19,0671	0,917	8,5831	2,46108E-05	0,0002	0,295185	2,7629
4	KVH sloupky	0,160	400	8,192	0,052	3,076923	3,35264	27,4648	0,187358	1,5348	1,16793	9,5677	0,493	4,0387	1,73385E-05	0,0001	0,096565	0,7911
	Tep. izolace minerální vata		32	5,3079			20,1923	107,1785	1,1331	6,0144	8,3583	44,3649	1,83	9,7134	0,000055368	0,0003	0,44541	2,3642
5	Dřevoláknitá deska měkká	0,060	300	18	0,048	1,25	5,09544	91,7179	0,185353	3,3364	0,629567	11,3322	0,235	4,2300	2,55193E-05	0,0005	0,0399833	0,7197
6	Paropropustná fólie	0,001	95	0,095	0,2	0,005	76,4027	7,2583	1,9485	0,1851	6,528	0,6202	0,511	0,0485	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,0585
7	Latě 40x60	0,060	400	1,536	-	-	3,35264	5,1497	0,187358	0,2878	1,16793	1,7939	0,493	0,7572	1,73385E-05	0,0000	0,096565	0,1483
8	Vláknocementová deska	0,015	1900	28,5	-	-	11,7707	335,4650	1,0909	31,0907	2,4531	69,9134	0,809	23,0565	0,00005834	0,0017	0,14217	4,0518
	Σ	0,369			U	0,181		784,4280		52,5390		180,4728		58,9048		0,0034		12,0859
Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Prostý beton (98 % obj.)	0,200	2300	450,8	1,43	0,13986	0,574926	259,1766	0,109891	49,5389	0,184899	83,3525	0,046	20,7368	0,000003706	0,0017	0,00677773	3,0554
	Ocelářská výztuž (2 % obj.)		7850	31,4			22,5279	707,3761	1,482	46,5348	5,0948	159,9767	3,133	98,3762	0,000060000	0,0019	0,81161	25,4846
3	Lepící malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace EPS	0,180	30	5,4	0,037	4,864865	105,073	567,3942	4,2121	22,7453	14,9	80,4600	2,549	13,7646	0,00013195	0,0007	6,7545	36,4743
5	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
	Σ	0,405			U	0,212		1717,9907		137,7581		362,1849		140,8388		0,0050		71,8379
Stěna přilehlá k zemině S3 a S4																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Prostý beton (98 % obj.)	0,200	2300	450,8	1,43	0,13986	0,574926	259,1766	0,109891	49,5389	0,184899	83,3525	0,046	20,7368	0,000003706	0,0017	0,00677773	3,0554
	Ocelářská výztuž (2 % obj.)		7850	31,4			22,5279	707,3761	1,482	46,5348	5,0948	159,9767	3,133	98,3762	0,000060000	0,0019	0,81161	25,4846
3	Hydroizolace - asfaltový nátěr	0,004	1160	4,64	0,21	0,019048	49,6073	230,1779	1,1056	5,1300	6,3404	29,4195	1,141	5,2942	0,00031788	0,0015	0,39244	1,8209
4	Tepelná izolace XPS	0,130	25	3,25	0,035	3,714286	96,5145	313,6721	3,8205	12,4166	13,392	43,5240	3,012	9,7890	0,00008839	0,0003	1,5365	4,9936
6	Nopová fólie (HDPE)	0,007	-	1,425	-	-	76,4027	108,8738	1,9485	2,7766	6,528	9,3024	0,511	0,7282	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,8781
	Σ	0,351			U	0,269		1648,4697		120,6603		332,6564		136,6644		0,0055		36,5609

Strop nad exteriérem C1

1	Dlažba keramická	0,016	2000	32	1,01	0,015842	14,1064	451,4048	0,78173	25,0154	2,7697	88,6304	1,161	37,1520	0,000091639	0,0029	0,13268	4,2458
2	Dřevovláknitá deska měkká	0,025	230	5,75	0,05	0,5	5,09544	29,2988	0,185353	1,0658	0,629567	3,6200	0,235	1,3513	2,55193E-05	0,0001	0,0399833	0,2299
3	OSB deska	0,022	520	11,44	0,13	0,169231	12,5057	143,0652	0,481323	5,5063	2,03708	23,3042	0,917	10,4905	2,46108E-05	0,0003	0,295185	3,3769
	Dřevo měkké - pásnice (5 % obj.)		400	3,2			3,35264	10,7284	0,187358	0,5995	1,16793	3,7374	0,493	1,5776	1,73385E-05	0,0001	0,096565	0,3090
4	OSB deska - stojina (2 % obj.)	0,160	520	1,664	0,052	3,076923	12,5057	20,8095	0,481323	0,8009	2,03708	3,3897	0,917	1,5259	2,46108E-05	0,0000	0,295185	0,4912
	Tep. izolace minerální vata (93 % obj.)		32	4,7616			20,1923	96,1477	1,1331	5,3954	8,3583	39,7989	1,83	8,7137	0,000055368	0,0003	0,44541	2,1209
5	Dřevovláknitá deska měkká	0,040	300	12	0,048	0,833333	5,09544	61,1453	0,185353	2,2242	0,629567	7,5548	0,235	2,8200	2,55193E-05	0,0003	0,0399833	0,4798
6	Paropropustná fólie	0,001	95	0,095	0,2	0,005	76,4027	7,2583	1,9485	0,1851	6,528	0,6202	0,511	0,0485	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,0585
7	Oμίtká ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
	Σ	0,274			U	0,207		964,2245		54,2668		197,9765		69,3495		0,0045		17,6374

Střecha R1

1	Sádrokartonová deska	0,015	750	11,25	0,21	0,071429	5,74453	64,6260	0,35429	3,9858	1,0976	12,3480	0,498	5,6025	0,00004061	0,0005	0,046724	0,5256
2	Dřevěné latě 40x60	0,040	400	1,536	0,049	0,816327	3,35264	5,1497	0,187358	0,2878	1,16793	1,7939	0,493	0,7572	1,73385E-05	0,0000	0,096565	0,1483
3	OSB deska	0,018	520	9,36	0,13	0,138462	12,5057	117,0534	0,481323	4,5052	2,03708	19,0671	0,917	8,5831	2,46108E-05	0,0002	0,295185	2,7629
	Dřevo měkké - pásnice (5 % obj.)		400	4,8			3,35264	16,0927	0,187358	0,8993	1,16793	5,6061	0,493	2,3664	1,73385E-05	0,0001	0,096565	0,4635
4	OSB deska - stojina (2 % obj.)	0,240	520	2,496	0,043	5,581395	12,5057	31,2142	0,481323	1,2014	2,03708	5,0846	0,917	2,2888	2,46108E-05	0,0001	0,295185	0,7368
	Tep. izolace minerální vata (93 % obj.)		32	7,1424			20,1923	144,2215	1,1331	8,0931	8,3583	59,6983	1,83	13,0706	0,000055368	0,0004	0,44541	3,1813
5	Dřevovláknitá deska tvrdá	0,015	900	13,5	0,048	0,3125	12,723	171,7605	0,650422	8,7807	1,76522	23,8305	1,366	18,4410	6,35422E-05	0,0009	0,1187	1,6025
6	Živičná krytina	0,008	1220	9,76	0,21	0,038095	43,4655	424,2233	0,65521	6,3948	5,5443	54,1124	1,671	16,3090	0,00033552	0,0033	0,29556	2,8847
	Σ	0,336			U	0,140		974,3411		34,1480		181,5408		67,4187		0,0054		12,3056

Kce	Název	d	U	A	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[W/(m²·K)]	[m²]	MI/m²	MJ	kg CO ₂ ekv./m²	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./m²	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./m²	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./m²	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv./m²	g C ₂ H ₄ ekv.
1	Obvodová stěna S1 - provětrávaná	0,37	0,18	298,7	784,4280	234308,643	52,5390	15693,39	180,4728	53907,237	58,9048	17594,8593	0,0034	1,004402	12,0859	3610,072
2	Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení	0,41	0,21	49,6	1717,9907	85212,3378	137,7581	6832,804	362,1849	17964,372	140,8388	6985,60448	0,0050	0,247836	71,8379	3563,162
3	Stěna přilehlá k zemině S3 a S4	0,35	0,27	78,2	1648,4697	128910,334	120,6603	9435,634	332,6564	26013,734	136,6644	10687,1573	0,0055	0,43096	36,5609	2859,059
4	Strop nad exteriérem C1	0,27	0,21	18,5	964,2245	17838,1535	54,2668	1003,935	197,9765	3662,5658	69,3495	1282,96558	0,0045	0,083036	17,6374	326,291
5	Střecha R1	0,34	0,14	146,1	974,3411	142351,239	34,1480	4989,027	181,5408	26523,109	67,4187	9849,86506	0,0054	0,786962	12,3056	1797,849
Výsledné hodnoty pro variantu								608 620,71		37 954,79		128 071,02		2,553196		12 156,43

Tab. 34 Environmentální profily konstrukcí varianty M3

M4 - Ytong + multipor

Vrstva	Název	d	V		λ	R	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP	
		[m]	[kg/m³]	[kg/bm³]	[W/mK]	[m²K/W]	MJ/kg	MJ	kg CO ₂ ekv./kg	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./kg	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./kg	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./kg	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv./kg	g C ₂ H ₄ ekv.
Obvodová stěna S1 - provětrávaná																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Plynosilikátové tvarovky - Ytong	0,375	450	168,75	0,108	3,472222	3,24998	548,4341	0,4117	69,4744	0,67442	113,8084	0,233	39,3188	0,000023165	0,0039	0,042531	7,1771
3	Lepicí malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace Multipor	0,120	115	13,8	0,045	2,666667	3,24998	44,8497	0,4117	5,6815	0,67442	9,3070	0,233	3,2154	0,000023165	0,0003	0,042531	0,5869
5	Paropropustná fólie	0,001	95	0,095	0,2	0,005	76,4027	7,2583	1,9485	0,1851	6,528	0,6202	0,511	0,0485	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,0585
6	Latě 40x60	0,060	400	1,536	-	-	3,35264	5,1497	0,187358	0,2878	1,16793	1,7939	0,493	0,7572	1,73385E-05	0,0000	0,096565	0,1483
7	Vláknocementová deska	0,015	1900	28,5	-	-	11,7707	335,4650	1,0909	31,0907	2,4531	69,9134	0,809	23,0565	0,00005834	0,0017	0,14217	4,0518
	Σ	0,586				U	0,178	980,8339		112,1844		206,5176		68,6876		0,0062		12,5211
Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Plynosilikátové tvarovky - Ytong	0,375	450	168,75	0,108	3,472222	3,24998	548,4341	0,4117	69,4744	0,67442	113,8084	0,233	39,3188	0,000023165	0,0039	0,042531	7,1771
3	Lepicí malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace Multipor	0,080	115	9,2	0,045	1,777778	3,24998	29,8998	0,4117	3,7876	0,67442	6,2047	0,233	2,1436	0,000023165	0,0002	0,042531	0,3913
5	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
	Σ	0,480				U	0,203	762,3777		92,2012		158,4088		49,4236		0,0049		14,3921
Stěna přilehlá k zemině S3 a S4																		
1	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
2	Plynosilikátové tvarovky - Ytong	0,375	450	168,75	0,108	3,472222	3,24998	548,4341	0,4117	69,4744	0,67442	113,8084	0,233	39,3188	0,000023165	0,0039	0,042531	7,1771
3	Lepicí malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace Multipor	0,020	115	2,3	0,045	0,444444	3,24998	7,4750	0,4117	0,9469	0,67442	1,5512	0,233	0,5359	0,000023165	0,0001	0,042531	0,0978
5	Hydroizolace - asfaltový nátěr	0,004	1160	4,64	0,21	0,019048	49,6073	230,1779	1,1056	5,1300	6,3404	29,4195	1,141	5,2942	0,00031788	0,0015	0,39244	1,8209
6	Nopová fólie (HDPE)	0,007	-	1,425	-	-	76,4027	108,8738	1,9485	2,7766	6,528	9,3024	0,511	0,7282	7,017E-07	0,0000	0,61619	0,8781
	Σ	0,421				U	0,264	934,6380		83,7929		165,1561		48,1683		0,0057		10,4722
Strop nad exteriérem C1																		
1	Dlažba keramická	0,016	2000	32	1,01	0,015842	14,1064	451,4048	0,78173	25,0154	2,7697	88,6304	1,161	37,1520	0,000091639	0,0029	0,13268	4,2458

2	Betonová mazanina	0,040	2380	95,2	1,23	0,03252	0,574926	54,7330	0,109891	10,4616	0,184899	17,6024	0,046	4,3792	0,000003706	0,0004	0,00677773	0,6452
3	Kročejová izolace EPS	0,050	30	1,5	0,039	1,282051	105,073	157,6095	4,2121	6,3182	14,9	22,3500	2,549	3,8235	0,00013195	0,0002	6,7545	10,1318
	Ocelová výztuž do betonu		7850	80,463			22,5279	1812,6512	1,482	119,2454	5,0948	409,9403	3,133	252,0890	0,000060000	0,0048	0,81161	65,3042
4	Plynosilikátový stropní dílec	0,250	600	25,95	0,203	1,231527	3,24998	84,3370	0,4117	10,6836	0,67442	17,5012	0,233	6,0464	0,000023165	0,0006	0,042531	1,1037
	Beton prostý		2380	467,08			0,574926	268,5336	0,109891	51,3273	0,184899	86,3617	0,046	21,4855	0,000003706	0,0017	0,00677773	3,1657
5	Lepicí malta	0,005	520	2,6	0,3	0,016667	4,0323	10,4840	0,46216	1,2016	1,5359	3,9933	0,212	0,5512	0,000028868	0,0001	0,065398	0,1700
4	Tep. izolace Multipor	0,100	115	11,5	0,045	2,222222	3,24998	37,3748	0,4117	4,7346	0,67442	7,7558	0,233	2,6795	0,000023165	0,0003	0,042531	0,4891
7	Omítka ETICS	0,010	1750	17,5	0,8	0,0125	8,24952	144,3666	0,76995	13,4741	1,5612	27,3210	0,324	5,6700	0,000026362	0,0005	0,36145	6,3254
Σ		0,471						0,219		3021,4943		242,4618		681,4562		0,0114		91,5808

Střecha R1

1	Živičná krytina	0,008	1220	9,76	0,21	0,038095	43,4655	424,2233	0,65521	6,3948	5,5443	54,1124	1,671	16,3090	0,00033552	0,0033	0,29556	2,8847
4	Tep. izolace Multipor	0,320	115	36,8	0,045	7,111111	3,24998	119,5993	0,4117	15,1506	0,67442	24,8187	0,233	8,5744	0,000023165	0,0009	0,042531	1,5651
3	Parozábrana - asf.pás	0,004	1220	4,88	0,21	0,019048	43,4655	212,1116	0,65521	3,1974	5,5443	27,0562	1,671	8,1545	0,00033552	0,0016	0,29556	1,4423
	Ocelová výztuž do betonu		7850	80,463			22,5279	1812,6512	1,482	119,2454	5,0948	409,9403	3,133	252,0890	0,000060000	0,0048	0,81161	65,3042
4	Plynosilikátový stropní dílec	0,250	600	25,95	0,203	1,231527	3,24998	84,3370	0,4117	10,6836	0,67442	17,5012	0,233	6,0464	0,000023165	0,0006	0,042531	1,1037
	Beton prostý		2380	467,08			0,574926	268,5336	0,109891	51,3273	0,184899	86,3617	0,046	21,4855	0,000003706	0,0017	0,00677773	3,1657
5	Vápenocementová omítka	0,010	2000	20	0,99	0,010101	1,45966	29,1932	0,21317	4,2634	0,35407	7,0814	0,087	1,7400	0,000009665	0,0002	0,016414	0,3283
Σ		0,592						0,137		2950,6491		210,2626		626,8719		0,0131		75,7940

Kce	Název	d	U	A	PEI		GWP		AP		EP		ODP		POCP		
		[m]	[W/(m²·K)]	[m²]	MJ/m²	MJ	kg CO ₂ ekv./m²	kg CO ₂ ekv.	g SO ₂ ekv./m²	g SO ₂ ekv.	g (PO ₄) ³⁻ ekv./m²	g (PO ₄) ³⁻ ekv.	g R-11 ekv./m²	g R-11 ekv.	g C ₂ H ₄ ekv./m²	g C ₂ H ₄ ekv.	
1	Obvodová stěna S1 - provětrávaná	0,59	0,18	298,7	980,8339	292975,083	112,1844	33509,48	206,5176	61686,796	68,6876	20516,999	0,0062	1,847912	12,5211	3740,039	
2	Obvodová stěna S2 - kontaktní zateplení	0,48	0,20	49,6	762,3777	37813,935	92,2012	4573,177	158,4088	7857,0754	49,4236	2451,40808	0,0049	0,240654	14,3921	713,8472	
3	Stěna přilehlá k zemině S3 a S4	0,42	0,26	78,2	934,6380	73088,6899	83,7929	6552,605	165,1561	12915,21	48,1683	3766,75832	0,0057	0,446263	10,4722	818,9288	
4	Strop nad exteriérem C1	0,47	0,22	18,5	3021,4943	55897,6446	242,4618	4485,543	681,4562	12606,94	333,8762	6176,70993	0,0114	0,211743	91,5808	1694,245	
5	Střecha R1	0,59	0,14	146,1	2950,6491	431089,831	210,2626	30719,37	626,8719	91585,978	314,3987	45933,6431	0,0131	1,916457	75,7940	11073,5	
Výsledné hodnoty pro variantu								890 865,18		79 840,17		186 652,00		78 845,5184		4,663031	18 040,56

Tab. 35 Environmentální profily konstrukcí varianty M4

PŘÍLOHA Č. 6

Položkový rozpočet konstrukce – STŘECHA

Cena v CZK za 1 bm²

zdroje: Kros 4; <https://www.izolace-info.cz/>; <http://www.czechpan.cz/>

	MJ	množství	J.cena	celková cena
Studie M0				
Stropy deskové ze ŽB tř. C 25/30	m3	0,211	3 050,00	643,55
zřízení bednění stropů deskových	m2	1,000	381,00	381,00
odstranění bednění stropů deskových	m2	1,000	116,00	116,00
			39	
výztuž stropů betonářskou ocelí 10 216	t	0,069	100,00	2 697,90
cementová omítka hrubá jednovrstvá	m2	1,000	218,00	218,00
provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy přitavením v plné ploše	m2	2,000	83,40	166,80
pás těžký asfaltový	m2	2,000	62,50	125,00
montáž izolace tepelné střech plochých tl přes 170 mm	m2	1,000	122,00	122,00
deska z pěnového polystyremu EPS 200 S 1000 x 500 x 200 mm	m2	1,020	736,00	750,72
deska z pěnového polystyremu EPS 200 S 1000 x 500 x 160 mm	m2	1,020	589,00	600,78
montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem				
asfaltovým pásem	m2	1,000	89,10	89,10
pás těžký asfaltový	m2	1,150	97,90	112,59
				6 023,44
<hr/>				
Varianta M1				
	MJ	množství	J.cena	celková cena
strop keramický tl.19 mm z vložek MIAKO a keramobetonových nosníků	m2	1,000	1 620,00	1 620,00
cementová omítka hrubá jednovrstvá	m2	1,000	218,00	218,00
provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy přitavením v plné ploše	m2	2,000	83,40	166,80
pás těžký asfaltový	m2	2,000	62,50	125,00
montáž izolace tepelné střech plochých tl přes 170 mm	m2	1,000	122,00	122,00
deska z pěnového polystyremu EPS 200 S 1000 x 500 x 200 mm	m2	1,020	736,00	750,72
deska z pěnového polystyremu EPS 200 S 1000 x 500 x 160 mm	m2	1,020	589,00	600,78
montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem				
asfaltovým pásem	m2	1,000	89,10	89,10
pás těžký asfaltový	m2	1,150	97,90	112,59
				3 804,99
<hr/>				
Varianta M2				
	MJ	množství	J.cena	celková cena
Stropy deskové ze ŽB tř. C 25/30	m3	0,211	3 050,00	643,55
zřízení bednění stropů deskových	m2	1,000	381,00	381,00
odstranění bednění stropů deskových	m2	1,000	116,00	116,00
			39	
výztuž stropů betonářskou ocelí 10 216	t	0,069	100,00	2 697,90
cementová omítka hrubá jednovrstvá	m2	1,000	218,00	218,00
provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy přitavením v plné ploše	m2	2,000	83,40	166,80
pás těžký asfaltový	m2	2,000	62,50	125,00
montáž izolace tepelné střech plochých tl přes 170 mm	m2	1,000	122,00	122,00

deska z tepelné izolace Kingspan Therma TR27 1200x600 tl. 100 mm	m2	1,020	958,10	977,26
deska z tepelné izolace Kingspan Therma TR27 1200x600 tl. 80 mm	m2	1,020	755,30	770,41
montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem asfaltovým pásem	m2	1,000	89,10	89,10
pás těžký asfaltový	m2	1,150	97,90	112,59
				6 419,61

Varianta M3	MJ	množství	J.cena	celková cena
provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy přitavením v plné ploše	m2	2,000	83,40	166,80
pás těžký asfaltový	m2	2,000	62,50	125,00
montáž foukané tepelné izolace z minerálních vláken tl do 350 mm vodorovné	m2	1,000	72,90	72,90
vata minerální foukaná	m3	0,336	1 070,00	359,52
bednění střech rovných z desek OSB tl 18 mm na sraz šroubovaných na krokve	m2	1,000	310,00	310,00
montáž vrchního záklopu	m2	1,000	93,30	93,30
deska STEICO dřevovláknitá izolace 122 x 57,5 x 14 cm	m2	1,080	295,00	318,60
SDK podhled deska 1xA 12,5 bez TI	m2	1,080	523,00	564,84
hranol konstrukční masivní KVH Nsi 40 x 60 x 5000 mm	m	1,600	30,10	48,16
montáž dřevostaveb střešní konstrukce krokví, vaznic, ztužidel,..	m	1,600	75,90	121,44
dřevěný lepený vazník profilu I	m	1,600	181,00	289,60
				2 470,16

Varianta M4	MJ	množství	J.cena	celková cena
strop ytong tl 250 z porobetonových vložek a nosníku dl do 6,4 m	m2	1,000	1 990,00	1 990,00
cementová omítka hrubá jednovrstvá	m2	1,000	218,00	218,00
provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy přitavením v plné ploše	m2	2,000	83,40	166,80
pás těžký asfaltový	m2	2,000	62,50	125,00
montáž izolace tepelné střech plochých tl přes 170 mm	m2	1,000	122,00	122,00
deska izolační MULTIPOR 500 x 600 x 200 mm	m2	2,040	1 613,00	3 290,52
montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem asfaltovým pásem	m2	1,000	89,10	89,10
pás těžký asfaltový	m2	1,150	97,90	112,59
				6 114,01

Položkový rozpočet konstrukce – OBVODOVÁ STĚNA

Cena v CZK za 1 bm²

zdroje: Kros 4; <https://www.izolace-info.cz/>; <http://www.czechpan.cz/>

	MJ	množství	J.cena	celková cena
Studie M0				
Zdivo tl 200 mm z vápenopískových bloků P+D s integrovanými elektroinstalačními kanály	m2	1,000	958,00	958,00
výpenocementová lehčená omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	163,00	163,00
montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z minerální vlny s podílnou orientací tl přes 160 mm	m2	1,000	604,00	604,00
deska minerální izolační ISOVER TF PROFI tl 300 mm	m2	1,020	1 430,00	1 458,60
potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1,000	96,90	96,90
tenkovrstvá minerální zrnitá omítka tl 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	1,000	155,00	155,00
				3 435,50
<hr/>				
Varianta M1				
zdivo nosné POROTHERM tl 240 mm pevnosti P 15 na MVC	m2	1,000	1 040,00	1 040,00
výpenocementová lehčená omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	163,00	163,00
montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 200 mm	m2	1,000	580,00	580,00
montáž druhé vrstvy kontaktního zateplení	m2	1,000	341,00	341,00
deska fasádní polystyrénová EPS 100 F 1000 x 500 x 140 mm	m2	1,020	360,00	367,20
deska fasádní polystyrénová EPS 100 F 1000 x 500 x 100 mm	m2	1,020	258,00	263,16
potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1,000	96,90	96,90
tenkovrstvá minerální zrnitá omítka tl 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	1,000	155,00	155,00
				3 006,26
<hr/>				
Varianta M2				
nosná zeď z betonu prostého tř. C 20/25	m3	0,196	2 830,00	554,68
zřízení oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m2	1,000	348,00	348,00
odstranění oboustranného bednění nosných nadzákladových zdí	m2	1,000	96,20	96,20
			39	
výztuž nosných zdí betonářskou ocelí 10 216	t	0,032	400,00	1 260,80
výpenocementová lehčená omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	163,00	163,00
montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 200 mm	m2	1,000	580,00	580,00
tepelná izolace KOOLTHERM K5 na fasádu 180 mm (1200x400 mm)	m2	1,020	1 470,60	1 500,01
potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1,000	96,90	96,90
tenkovrstvá minerální zrnitá omítka tl 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	1,000	155,00	155,00
				4 754,59

	MJ	množství	J.cena	celková cena
Varianta M3				
montáž tesařských stěn na hladko z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	1,600	87,40	139,84
hranol konstrukční masivní KVH 80 x 240 x 13000 mm, smrkové nepohledové	m	1,600	242,00	387,20
obložení stěn z desek OSB tl 18 mm nebroušených na pero drážku přibíjených	m2	1,000	316,00	316,00
montáž foukané tepelné izolace z minerálních vláken	m2	1,000	110,00	110,00
tepelná izolace foukaná Supafil LOFT 045	m3	0,209	1 300,00	272,06
sádkokartonová stěna předsazená tl. 52,5 mm dřevěné nosná kce 40 x 60 mm deska 1x12,5 mm	m2	1,000	596,00	596,00
montáž kontaktního zateplení z desek na vnější stěny, tl desek do 40 mm	m2	1,000	467,00	467,00
deska tepelně izolační dřevovláknitá LIGNOS tl. 35 mm	m2	1,000	369,00	369,00
potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1,000	96,90	96,90
tenkovrstvá minerální zrnitá omítka tl 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	1,000	155,00	155,00
				2 909,00

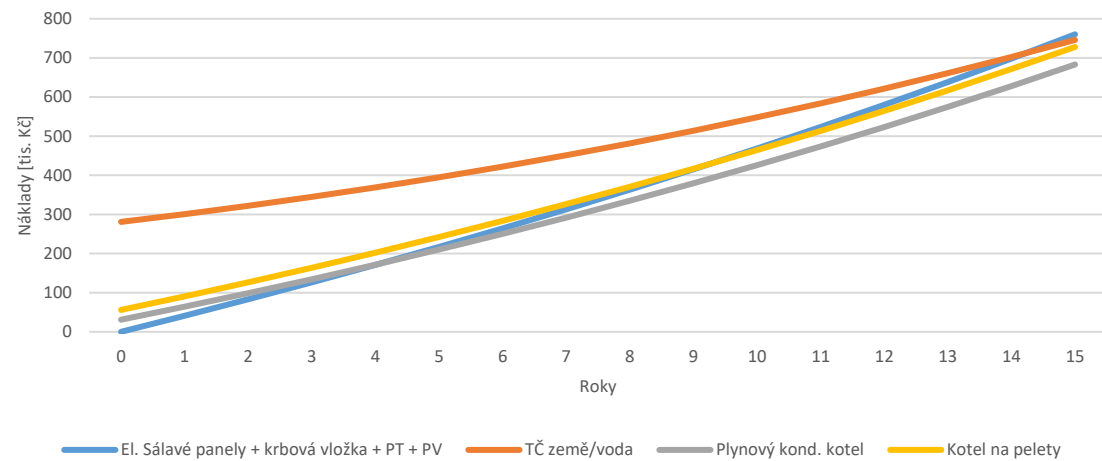
	MJ	množství	J.cena	celková cena
Varianta M4				
zdivo nosné tl 375 mm z pórobetonových přesných hladkých tvárnic ytong	m3	0,375	4 320,00	1 620,00
výpenocementová lehčená omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stěn nanášená ručně	m2	1,000	163,00	163,00
montáž kontaktního zateplení vnějších stěn tl do 200 mm	m2	1,000	580,00	580,00
tepelná izolace MULTIPOR tl 200 mm	m3	0,200	6 435,00	1 287,00
potažení vnějších stěn aktivovaným štukem tloušťky do 3 mm	m2	1,000	96,90	96,90
tenkovrstvá minerální zrnitá omítka tl 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	1,000	155,00	155,00
				3 901,90

PŘÍLOHA Č. 7

rok	ELE	TČ	CF	R	W	PLYN	CF	R	W	PELE	CF	R	W
rozdíl IN	0	0	281			31				56			
1	40,873	18,993	21,88	21,03846	19,83454	32,867	8,006	7,698077	33,17492	34,327	6,546	6,294231	34,57877
2	42,09919	19,56279	22,5364	20,83617	21,26302	33,85301	8,24618	7,624057	34,47513	35,35681	6,74238	6,233709	35,86548
3	43,36217	20,14967	23,21249	20,63582	22,72634	34,8686	8,493565	7,550749	35,81142	36,41751	6,944651	6,17377	37,1884
4	44,66303	20,75416	23,90887	20,4374	24,22563	35,91466	8,748372	7,478145	37,18489	37,51004	7,152991	6,114407	38,54862
5	46,00292	21,37679	24,62613	20,24089	25,76204	36,9921	9,010824	7,40624	38,59668	38,63534	7,367581	6,055614	39,94731
6	47,38301	22,01809	25,36492	20,04626	27,33675	38,10186	9,281148	7,335026	40,04798	39,7944	7,588608	5,997387	41,38562
7	48,8045	22,67864	26,12586	19,85351	28,95099	39,24492	9,559583	7,264497	41,54	40,98823	7,816266	5,93972	42,86478
8	50,26863	23,35899	26,90964	19,66261	30,60602	40,42226	9,84637	7,194646	43,07399	42,21788	8,050754	5,882607	44,38603
9	51,77669	24,05976	27,71693	19,47355	32,30315	41,63493	10,14176	7,125467	44,65123	43,48442	8,292277	5,826044	45,95065
10	53,32999	24,78156	28,54844	19,2863	34,04369	42,88398	10,44601	7,056953	46,27304	44,78895	8,541045	5,770024	47,55997
11	54,92989	25,525	29,40489	19,10086	35,82904	44,1705	10,75939	6,989098	47,9408	46,13262	8,797277	5,714543	49,21535
12	56,57779	26,29075	30,28704	18,91719	37,6606	45,49561	11,08218	6,921895	49,6559	47,5166	9,061195	5,659596	50,9182
13	58,27512	27,07948	31,19565	18,7353	39,53983	46,86048	11,41464	6,855338	51,41979	48,94209	9,333031	5,605176	52,66995
14	60,02338	27,89186	32,13152	18,55515	41,46823	48,2663	11,75708	6,789421	53,23396	50,41036	9,613022	5,55128	54,4721
15	61,82408	28,72862	33,09546	18,37674	43,44734	49,71429	12,10979	6,724138	55,09994	51,92267	9,901412	5,497903	56,32618
		406,9442	295,1962			148,9029	108,0137			121,7485	88,31601		
		27,12962	19,67975			9,92686	7,200916			8,116566	5,887734		
NPV =	0		14,1962				77,01375				32,31601		
Roční růst cen		3%											
Diskont		4%											
Doba hodnocení		15	let										
Parametr	TČ	PLYN	PELE										
Prostá	13	4	9										
Reálná	14	4	10										

El. Sálavé panely + krbová vložka + PT + PV	TČ země/voda	Plynový kond. kotel	Kotel na pelety
0	281	31	56
40,873	300,8345	64,17492	90,57877
82,97219	322,0976	98,65006	126,4442
126,3344	344,8239	134,4615	163,6326
170,9974	369,0495	171,6464	202,1813
217,0003	394,8116	210,243	242,1286
264,3833	422,1483	250,291	283,5142
313,1878	451,0993	291,831	326,379
363,4565	481,7053	334,905	370,765
415,2331	514,0085	379,5562	416,7157
468,5631	548,0522	425,8293	464,2756
523,493	583,8812	473,7701	513,491
580,0708	621,5418	523,426	564,4092
638,3459	661,0816	574,8458	617,0791
698,3693	702,5499	628,0797	671,5512
760,1934	745,9972	683,1797	727,8774
0	14,1962	77,01375	32,31601

Provozní náklady v průběhu hodnocených let

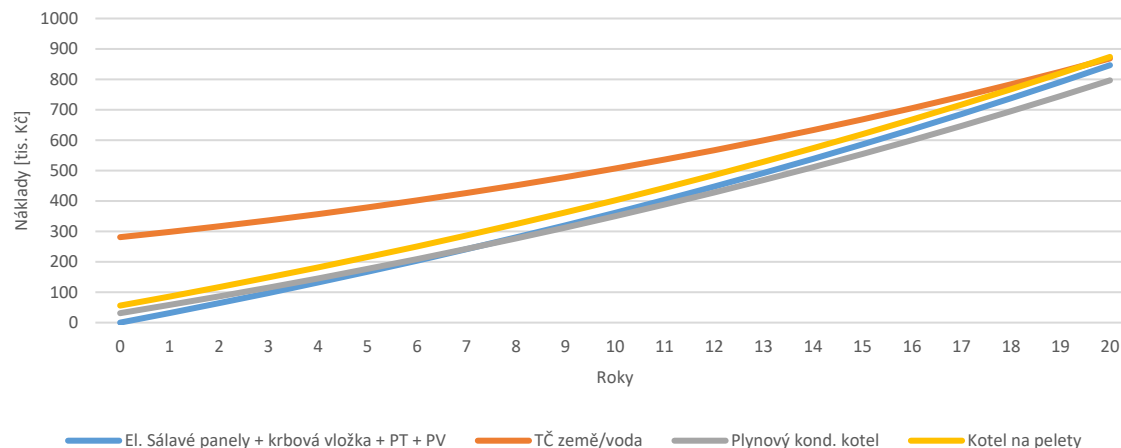


Tab. 36 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O1

rok	ELE	TČ				PLYN				PELE				El. Sálavé panely + krbová vložka + PT + PV				TČ země/voda		Plynový kond. kotel		Kotel na pelety	
		CF	R	W		CF	R	W		CF	R	W		CF	R	W		0	281	31	56		
0	0	281				31				56								0	281	31	56		
1	31,506	16,77	14,736	14,16923	17,33677	26,898	4,608	4,430769	27,07523	29,862	1,644	1,580769	29,92523	31,506	1,644	1,580769	29,92523	31,506	298,3368	58,07523	85,92523		
2	32,45118	17,2731	15,17808	14,03299	18,41819	27,70494	4,74624	4,388166	28,06301	30,75786	1,69332	1,56557	30,88561	63,95718	1,69332	1,56557	30,88561	63,95718	316,755	86,13825	116,8108		
3	33,42472	17,79129	15,63342	13,89806	19,52666	28,53609	4,888627	4,345972	29,07874	31,6806	1,74412	1,550516	31,8742	97,3819	1,74412	1,550516	31,8742	97,3819	336,2816	115,217	148,685		
4	34,42746	18,32503	16,10243	13,76442	20,66304	29,39217	5,035286	4,304184	30,12327	32,63101	1,796443	1,535607	32,89185	131,8094	1,796443	1,535607	32,89185	131,8094	356,9447	145,3403	181,5769		
5	35,46028	18,87478	16,5855	13,63207	21,82821	30,27394	5,186345	4,262797	31,19748	33,60994	1,850336	1,520842	33,93944	167,2696	1,850336	1,520842	33,93944	167,2696	378,7729	176,5377	215,5163		
6	36,52409	19,44103	17,08306	13,50099	23,0231	31,18215	5,341935	4,221809	32,30228	34,61824	1,905847	1,506218	35,01787	203,7937	1,905847	1,506218	35,01787	203,7937	401,796	208,84	250,5342		
7	37,61981	20,02426	17,59555	13,37118	24,24864	32,11762	5,502193	4,181214	33,4386	35,65679	1,963022	1,491735	36,12808	241,4135	1,963022	1,491735	36,12808	241,4135	426,0446	242,2786	286,6623		
8	38,74841	20,62498	18,12342	13,24261	25,5058	33,08115	5,667259	4,14101	34,6074	36,72649	2,021913	1,477392	37,27101	280,1619	2,021913	1,477392	37,27101	280,1619	451,5504	276,886	323,9333		
9	39,91086	21,24373	18,66712	13,11527	26,79558	34,07358	5,837277	4,101193	35,80967	37,82829	2,08257	1,463186	38,44767	320,0728	2,08257	1,463186	38,44767	320,0728	478,346	312,6957	362,381		
10	41,10818	21,88105	19,22714	12,98917	28,11902	35,09579	6,012395	4,061759	37,04643	38,96314	2,145047	1,449117	39,65907	361,181	2,145047	1,449117	39,65907	361,181	506,465	349,7421	402,04		
11	42,34143	22,53748	19,80395	12,86427	29,47716	36,14866	6,192767	4,022703	38,31873	40,13203	2,209399	1,435183	40,90625	403,5224	2,209399	1,435183	40,90625	403,5224	535,9422	388,0608	442,9463		
12	43,61167	23,2136	20,39807	12,74057	30,8711	37,23312	6,37855	3,984023	39,62765	41,33599	2,27568	1,421383	42,19029	447,1341	2,27568	1,421383	42,19029	447,1341	566,8133	427,6885	485,1366		
13	44,92002	23,91001	21,01001	12,61807	32,30195	38,35012	6,569906	3,945715	40,97431	42,57607	2,343951	1,407716	43,51231	492,0541	2,343951	1,407716	43,51231	492,0541	599,1152	468,6628	528,6489		
14	46,26762	24,62731	21,64031	12,49674	33,77088	39,50062	6,767003	3,907776	42,35985	43,85335	2,414269	1,39418	44,87344	538,3217	2,414269	1,39418	44,87344	538,3217	632,8861	511,0226	573,5223		
15	47,65565	25,36613	22,28952	12,37658	35,27907	40,68564	6,970013	3,870201	43,78545	45,16895	2,486698	1,380775	46,27488	585,9774	2,486698	1,380775	46,27488	585,9774	668,1652	554,8081	619,7972		
		274,0736	198,8122			85,7038	62,16929			30,57661	22,18019			0				0	-82,1878	31,16929	-33,8198		
		18,27157	13,25415			5,713586	4,144619			2,038441	1,478679												
NPV =	0																						
Roční růst cen		3%																					
Diskont		4%																					
Doba hodnocení		15	let																				

Parametr	TČ	PLYN	PELE
Prostá	19	7	34
Reálná	21	7	38

Provozní náklady v průběhu hodnocených let

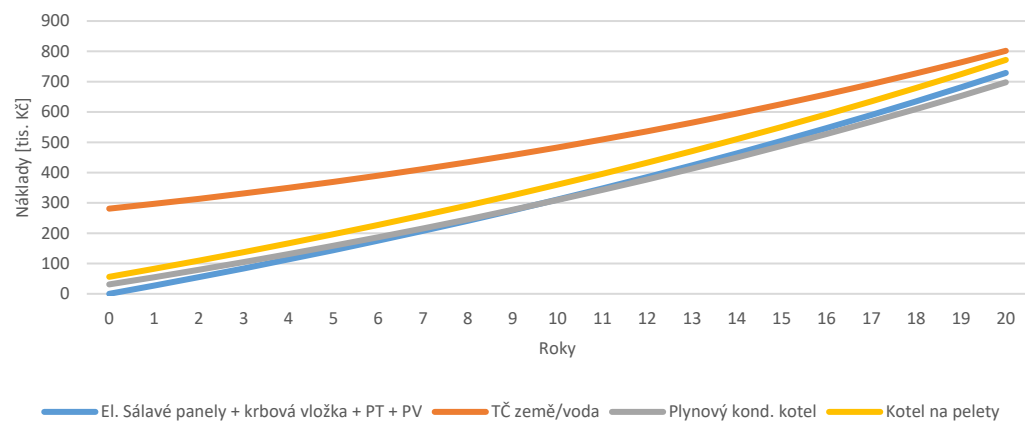


Tab. 37 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O2

rok	ELE	TČ				PLYN				PELE				El. Sálavé panely + krbová vložka + PT + PV				TČ země/voda		Plynový kond. kotel		Kotel na pelety	
		CF	R	W		CF	R	W		CF	R	W		0	281	31	56	0	281	31	56		
rozdíl IN	0	281				31				56													
0	0	15,288	11,836	11,38077	15,74323	23,596	3,528	3,392308	23,73169	26,382	0,742	0,713462	26,41054	27,124	296,7432	54,73169	82,41054						
1	27,124	15,74664	12,19108	11,27134	16,66638	24,30388	3,63384	3,359689	24,57803	27,17346	0,76426	0,706601	27,23112	55,06172	313,4096	79,30972	109,6417						
2	27,93772	16,21904	12,55681	11,16296	17,61289	25,033	3,742855	3,327385	25,44847	27,98866	0,787188	0,699807	28,07604	83,83757	331,0225	104,7582	137,7177						
3	28,77585	16,70561	12,93352	11,05562	18,5835	25,78399	3,855141	3,295391	26,34374	28,82832	0,810803	0,693078	28,94605	113,4767	349,606	131,1019	166,6638						
4	29,63913	17,20678	13,32152	10,94932	19,57898	26,55751	3,970795	3,263704	27,2646	29,69317	0,835128	0,686414	29,84189	144,005	369,185	158,3665	196,5056						
5	30,5283	17,72298	13,72117	10,84404	20,60011	27,35423	4,089919	3,232322	28,21183	30,58397	0,860181	0,679814	30,76434	175,4491	389,7851	186,5784	227,27						
6	31,44415	18,25467	14,1328	10,73977	21,64771	28,17486	4,212617	3,201242	29,18623	31,50149	0,885987	0,673277	31,7142	207,8366	411,4328	215,7646	258,9842						
7	32,38747	18,80231	14,55679	10,6365	22,7226	29,0201	4,338995	3,170461	30,18864	32,44653	0,912566	0,666803	32,6923	241,1957	434,1554	245,9532	291,6765						
8	33,3591	19,36638	14,99349	10,53423	23,82564	29,89071	4,469165	3,139976	31,2199	33,41993	0,939943	0,660392	33,69948	275,5556	457,981	277,1731	325,3759						
9	34,35987	19,94737	15,4433	10,43294	24,95773	30,78743	4,60324	3,109784	32,28088	34,42253	0,968142	0,654042	34,73663	310,9463	482,9388	309,454	360,1126						
10	35,39067	20,54579	15,90659	10,33262	26,11977	31,71105	4,741337	3,079882	33,37251	35,4552	0,997186	0,647753	35,80463	347,3987	509,0585	342,8265	395,9172						
11	36,45239	21,16217	16,38379	10,23327	27,31269	32,66238	4,883577	3,050268	34,49569	36,51886	1,027102	0,641525	36,90443	384,9446	536,3712	377,3222	432,8216						
12	37,54596	21,79703	16,87531	10,13487	28,53747	33,64225	5,030084	3,020938	35,6514	37,61442	1,057915	0,635356	38,03698	423,6169	564,9087	412,9736	470,8586						
13	38,67234	22,45094	17,38157	10,03742	29,79509	34,65152	5,180987	2,991891	36,84062	38,74286	1,089652	0,629247	39,20326	463,4495	594,7038	449,8142	510,0619						
14	39,83251	23,12447	17,90301	9,940907	31,08658	35,69107	5,336417	2,963123	38,06436	39,90514	1,122342	0,623196	40,40429	504,4769	625,7904	487,8786	550,4662						
15	41,02748																						
			220,1367	159,6866		65,61697	47,59836			13,80039	10,01077			0	-121,313	16,59836	-45,9892						
			14,67578	10,64577		4,374465	3,173224			0,920026	0,667384												
NPV =	0																						
Roční růst cen			3%																				
Diskont			4%																				
Doba hodnocení			15	let																			

Parametr	TČ	PLYN	PELE
Prostá	24	9	75
Reálná	26	10	84

Provozní náklady v průběhu hodnocených let



Tab. 38 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O3

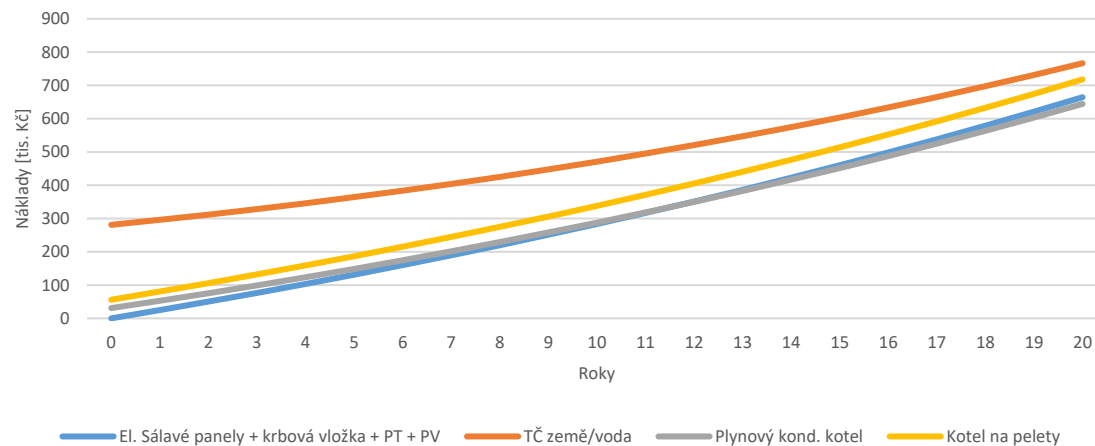
rok	ELE	TČ	CF	R	W	PLYN	CF	R	W	PELE	CF	R	W
rozdíln	0	0	281			31				56			
1	24,729	14,547	10,182	9,790385	14,93862	21,818	2,911	2,799038	21,92996	24,582	0,147	0,141346	24,58765
2	25,47087	14,98341	10,48746	9,696246	15,77462	22,47254	2,99833	2,772125	22,69875	25,31946	0,15141	0,139987	25,33088
3	26,235	15,43291	10,80208	9,603013	16,63198	23,14672	3,08828	2,74547	23,48953	26,07904	0,155952	0,138641	26,09636
4	27,02205	15,8959	11,12615	9,510676	17,51137	23,84112	3,180928	2,719071	24,30298	26,86142	0,160631	0,137308	26,88474
5	27,83271	16,37278	11,45993	9,419228	18,41348	24,55635	3,276356	2,692926	25,13978	27,66726	0,16545	0,135988	27,69672
6	28,66769	16,86396	11,80373	9,328658	19,33903	25,29304	3,374647	2,667032	26,00066	28,49728	0,170413	0,13468	28,53301
7	29,52772	17,36988	12,15784	9,23896	20,28876	26,05183	3,475886	2,641388	26,88633	29,35219	0,175526	0,133385	29,39433
8	30,41355	17,89098	12,52258	9,150123	21,26343	26,83339	3,580163	2,61599	27,79756	30,23276	0,180791	0,132103	30,28145
9	31,32596	18,4277	12,89825	9,062141	22,26382	27,63839	3,687568	2,590836	28,73512	31,13974	0,186215	0,130832	31,19513
10	32,26574	18,98054	13,2852	8,975005	23,29073	28,46754	3,798195	2,565924	29,69981	32,07393	0,191802	0,129574	32,13616
11	33,23371	19,54995	13,68376	8,888707	24,345	29,32157	3,912141	2,541252	30,69246	33,03615	0,197556	0,128328	33,10538
12	34,23072	20,13645	14,09427	8,803239	25,42748	30,20121	4,029505	2,516817	31,7139	34,02724	0,203482	0,127094	34,10362
13	35,25764	20,74054	14,5171	8,718592	26,53905	31,10725	4,15039	2,492617	32,76502	35,04805	0,209587	0,125872	35,13177
14	36,31537	21,36276	14,95261	8,63476	27,68061	32,04047	4,274902	2,468649	33,84672	36,0995	0,215874	0,124662	36,19071
15	37,40483	22,00364	15,40119	8,551733	28,8531	33,00168	4,403149	2,444912	34,95992	37,18248	0,222351	0,123463	37,28137
		189,3741	137,3715			54,14144	39,27405			2,73404	1,983265		NPV
		12,62494	9,158098			3,609429	2,61827			0,182269	0,132218		
NPV =	0												
Roční růst cen			3%										
Diskont			4%										
Doba hodnocení			15let										

El. Sálavé panely + krbová vložka + PT + PV TČ země/voda Plynový kond. kotel Kotel na pelety			
0	281	31	56
24,729	295,9386	52,92996	80,58765
50,19987	311,7132	75,62871	105,9185
76,43487	328,3452	99,11823	132,0149
103,4569	345,8566	123,4212	158,8996
131,2896	364,2701	148,561	186,5963
159,9573	383,6091	174,5616	215,1294
189,485	403,8979	201,448	244,5237
219,8986	425,1613	229,2455	274,8051
251,2245	447,4251	257,9807	306,0003
283,4903	470,7158	287,6805	338,1364
316,724	495,0608	318,3729	371,2418
350,9547	520,4883	350,0868	405,3454
386,2123	547,0274	382,8519	440,4772
422,5277	574,708	416,6986	476,6679
459,9325	603,5611	451,6585	513,9493
0	-143,629	8,274047	-54,0167

NPV = 0
 Roční růst cen 3%
 Diskont 4%
 Doba hodnocení 15let

Parametr	TČ	PLYN	PELE
Prostá	28	11	381
Reálná	31	12	424

Provozní náklady v průběhu hodnocených let

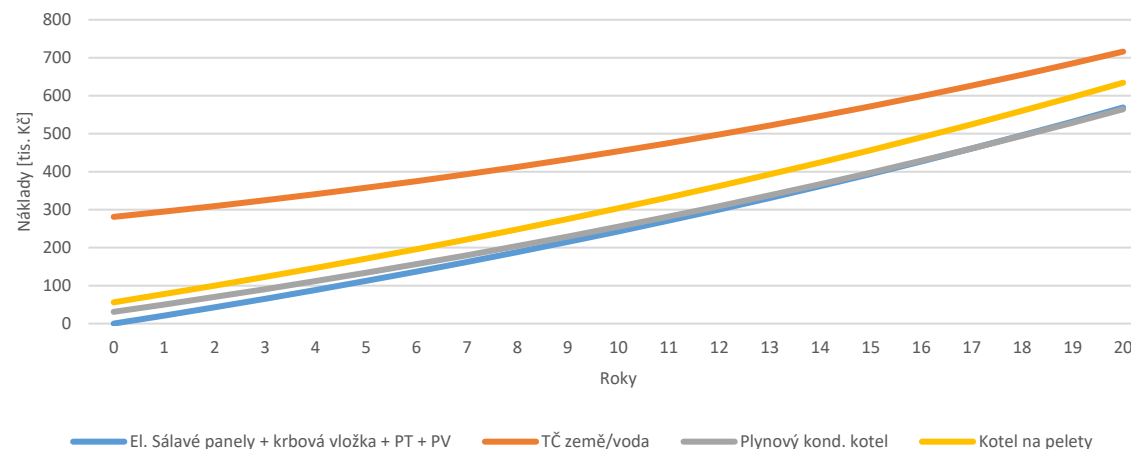


Tab. 39 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O4

rok	ELE	TČ	CF	R	W	PLYN	CF	R	W	PELE	CF	R	W
rozdíln	0	0	281			31				56			
1	21,174	13,559	7,615	7,322115	13,85188	19,151	2,023	1,945192	19,22881	21,702	-0,528	-0,50769	21,68169
2	21,80922	13,96577	7,84345	7,25171	14,55751	19,72553	2,08369	1,926489	19,88273	22,35306	-0,54384	-0,50281	22,31203
3	22,4635	14,38474	8,078754	7,181982	15,28151	20,3173	2,146201	1,907965	20,55553	23,02365	-0,56016	-0,49798	22,96147
4	23,1374	14,81629	8,321116	7,112925	16,02448	20,92681	2,210587	1,889619	21,24778	23,71436	-0,57696	-0,49319	23,63059
5	23,83152	15,26077	8,57075	7,044531	16,78699	21,55462	2,276904	1,871449	21,96007	24,42579	-0,59427	-0,48845	24,31997
6	24,54647	15,7186	8,827872	6,976796	17,56967	22,20126	2,345211	1,853455	22,69301	25,15857	-0,6121	-0,48375	25,03022
7	25,28286	16,19016	9,092708	6,909711	18,37315	22,8673	2,415568	1,835633	23,44723	25,91332	-0,63046	-0,4791	25,76196
8	26,04135	16,67586	9,365489	6,843271	19,19808	23,55331	2,488035	1,817983	24,22337	26,69072	-0,64937	-0,47449	26,51584
9	26,82259	17,17614	9,646454	6,777471	20,04512	24,25991	2,562676	1,800502	25,02209	27,49144	-0,66885	-0,46993	27,29252
10	27,62727	17,69142	9,935848	6,712303	20,91496	24,98771	2,639556	1,78319	25,84408	28,31619	-0,68892	-0,46541	28,09268
11	28,45609	18,22216	10,23392	6,647761	21,80832	25,73734	2,718743	1,766044	26,69004	29,16567	-0,70959	-0,46093	28,91702
12	29,30977	18,76883	10,54094	6,583841	22,72593	26,50946	2,800305	1,749062	27,56071	30,04064	-0,73088	-0,4565	29,76627
13	30,18906	19,33189	10,85717	6,520534	23,66853	27,30475	2,884314	1,732244	28,45682	30,94186	-0,7528	-0,45211	30,64117
14	31,09473	19,91185	11,18288	6,457837	24,6369	28,12389	2,970844	1,715588	29,37914	31,87012	-0,77539	-0,44777	31,5425
15	32,02757	20,5092	11,51837	6,395742	25,63183	28,96761	3,059969	1,699092	30,32848	32,82622	-0,79865	-0,44346	32,47104
		141,6307	102,7385			37,6256	27,29351			-9,82023	-7,12356		NPV
		9,442049	6,849235			2,508374	1,819567			-0,65468	-0,4749		
NPV =	0		NPV =	-178,261		NPV =	-3,70649			NPV =	-63,1236		
Roční růst cen				3%									
Diskont				4%									
Doba hodnocení				15let									
Parametr	TČ	PLYN	PELE										
Prostá		37	15	-106									
Reálná		41	17	-118									

El. Sálavé panely + krbová vložka + PT + PV TČ země/voda Plynový kond. kotel Kotel na pelety				
	0	281	31	56
	21,174	294,8519	50,22881	77,68169
	42,98322	309,4094	70,11154	99,99372
	65,44672	324,6909	90,66707	122,9552
	88,58412	340,7154	111,9149	146,5858
	112,4156	357,5024	133,8749	170,9058
	136,9621	375,0721	156,5679	195,936
	162,245	393,4452	180,0152	221,6979
	188,2863	412,6433	204,2385	248,2138
	215,1089	432,6884	229,2606	275,5063
	242,7362	453,6034	255,1047	303,599
	271,1923	475,4117	281,7947	332,516
	300,502	498,1376	309,3555	362,2823
	330,6911	521,8061	337,8123	392,9234
	361,7858	546,443	367,1914	424,4659
	393,8134	572,0749	397,5199	456,937
	0	-178,261	-3,70649	-63,1236

Provozní náklady v průběhu hodnocených let



Tab. 40 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O5

PŘÍLOHA Č. 8

Hodnotící parametr sestavy Skutečné hodnoty	Jednotka	O1			O0			O2			O3			O4			O5								
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3				
Environmentální klasifikace	[-]	100	100	100	100	97	97	97	97	107	107	107	107	111	111	111	111	115	115	115	115	115	115	115	
Primární neobnovitelná energie	[kWh/(m2-rok)]	56	84	30	44	50,45	75	28	105	48	68	27	93	43	60	25	78	40	55	24	70	36	48	19	58
Provozní náklady na energii	[tis. Kč]	18,99	32,87	34,33	40,87	17,69	29,69	32,86	36,58	16,77	26,9	29,86	31,51	15,29	23,6	26,38	27,12	14,55	21,82	24,58	24,73	13,56	19,15	21,7	21,17
Investiční náklady obálky	[tis. Kč]	3,42	3,42	3,42	3,42	3,68	3,68	3,68	3,68	3,98	3,98	3,98	3,98	4,55	4,55	4,55	4,55	4,76	4,76	4,76	4,76	5,03	5,03	5,03	5,03
Investiční náklady systému	[tis. Kč]	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	[tis. Kč]	14,2	77,01	32,32	0	-26,2	61,89	-5,88	0	-82,2	31,17	-33,8	0	-121	16,6	-46	0	-144	8,274	-54	0	-178	-3,71	-63,1	0

Hodnotící parametr sestavy Bodové ohodnocení	Váha	O1			O0			O2			O3			O4			O5								
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3				
Environmentální klasifikace	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Primární neobnovitelná energie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Provozní náklady na energii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Investiční náklady obálky	50	50	50	50	0	42	42	42	42	33	33	33	33	15	15	15	15	8	8	8	8	0	0	0	0
Investiční náklady systému	50	0	44	40	0	44	40	50	0	44	40	50	0	44	40	50	0	44	40	50	0	44	40	50	
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Σ	100	50	94	90	0	42	87	82	92	33	77	73	83	15	59	55	65	8	53	48	58	0	44	40	50
Pořadí		15	1	3	23	18	4	6	2	20	7	8	5	21	10	12	9	22	13	16	11	23	17	19	14

Hodnotící parametr konstrukce Skutečné hodnoty	Jednotka	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	[-]	100	107	141	58	102
Investiční náklady konstrukcí	[tis. Kč]	4 729	3 406	5 587	2 690	5 008
Tloušťka obvodové konstrukce	[m]	0,555	0,538	0,451	0,441	0,625

Hodnotící parametr konstrukce Bodové ohodnocení	Váha	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	0	0	0	0	0	0
Investiční náklady konstrukcí	100	30	75	0	100	20
Tloušťka obvodové konstrukce	0	0	0	0	0	0
Σ	100	30	75	0	100	20
Pořadí		3	2	5	1	4

Ekologie 0%

Ekonomie 100%

100%

Výherní kombinace

V1 Plynový kond. kotel

O1 Varianta O1 Uem = 0,29 W/(m2·K)

M3 dřevostavba + minerální izolace + dřevovláknitá izolace



■ Ekologie

■ Ekonomie

Tab. 41 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu investor – hlavní a vedlejší část

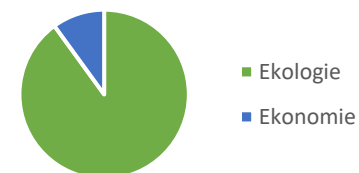
Hodnotící parametr sestavy Skutečné hodnoty	Jednotka	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	[-]	100	100	100	100	97	97	97	97	107	107	107	107	111	111	111	111	115	115	115	115	115	115	115	115
Primární neobnovitelná energie	[kWh/(m2-rok)]	56	84	30	119	50,45	75	28	105	48	68	27	93	43	60	25	78	40	55	24	70	36	48	19	58
Provozní náklady na energii	[tis. Kč]	18,99	32,87	34,33	40,87	17,69	29,69	32,86	36,58	16,77	26,9	29,86	31,51	15,29	23,6	26,38	27,12	14,55	21,82	24,58	24,73	13,56	19,15	21,7	21,17
Investiční náklady obálky	[tis. Kč]	3,42	3,42	3,42	3,42	3,68	3,68	3,68	3,68	3,98	3,98	3,98	3,98	4,55	4,55	4,55	4,55	4,76	4,76	4,76	4,76	5,03	5,03	5,03	5,03
Investiční náklady systému	[tis. Kč]	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	[tis. Kč]	14,2	77,01	32,32	0	-26,2	61,89	-5,88	0	-82,2	31,17	-33,8	0	-121	16,6	-46	0	-144	8,274	-54	0	-178	-3,71	-63,1	0

Hodnotící parametr sestavy Bodové ohodnocení	Váha	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	45	37	37	37	0	45	45	45	45	21	21	21	21	11	11	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Primární neobnovitelná energie	45	28	16	40	0	31	20	41	6	32	23	41	12	34	27	42	18	36	29	43	22	37	32	45	27
Provozní náklady na energii	10	8	3	2	0	8	4	3	2	9	5	4	3	9	6	5	5	10	7	6	6	10	8	7	7
Investiční náklady obálky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Investiční náklady systému	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	100	73	55	79	0	84	69	89	53	61	49	66	36	55	44	59	35	45	36	49	28	47	40	52	35
Pořadí		4	9	3	24	2	5	1	11	7	13	6	19	10	17	8	22	16	20	14	23	15	18	12	21

Hodnotící parametr konstrukce Skutečné hodnoty	Jednotka	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	[-]	100	107	141	58	102
Investiční náklady konstrukcí	[tis. Kč]	4 729	3 406	5 587	2 690	5 008
Tloušťka obvodové konstrukce	[m]	0,555	0,538	0,451	0,441	0,625

Hodnotící parametr konstrukce Bodové ohodnocení	Váha	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	100	49	41	0	100	47
Investiční náklady konstrukcí	0	0	0	0	0	0
Tloušťka obvodové konstrukce	0	0	0	0	0	0
Σ	100	49	41	0	100	47
Pořadí		2	4	5	1	3

Ekologie 90%
Ekonomie 10%
100%



Výherní kombinace

- V2 **Kotel na pelety**
- O0 **Varianta O0 Uem = 0,27 W/(m2-K)**
- M3 **dřevostavba + minerální izolace + dřevovláknitá izolace**

Tab. 42 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu ekolog – hlavní a vedlejší část

Hodnotící parametr sestavy Skutečné hodnoty	Jednotka	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	[-]	100	100	100	100	97	97	97	97	107	107	107	107	111	111	111	111	115	115	115	115	115	115	115	115
Primární neobnovitelná energie	[kWh/(m2-rok)]	56	84	30	119	50,45	75	28	105	48	68	27	93	43	60	25	78	40	55	24	70	36	48	19	58
Provozní náklady na energii	[tis. Kč]	18,99	32,87	34,33	40,87	17,69	29,69	32,86	36,58	16,77	26,9	29,86	31,51	15,29	23,6	26,38	27,12	14,55	21,82	24,58	24,73	13,56	19,15	21,7	21,17
Investiční náklady obálky	[tis. Kč]	3,42	3,42	3,42	3,42	3,68	3,68	3,68	3,68	3,98	3,98	3,98	3,98	4,55	4,55	4,55	4,55	4,76	4,76	4,76	4,76	5,03	5,03	5,03	5,03
Investiční náklady systému	[tis. Kč]	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	[tis. Kč]	14,2	77,01	32,32	0	-26,2	61,89	-5,88	0	-82,2	31,17	-33,8	0	-121	16,6	-46	0	-144	8,274	-54	0	-178	-3,71	-63,1	0

Hodnotící parametr sestavy Bodové ohodnocení	Váha	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primární neobnovitelná energie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Provozní náklady na energii	80	64	23	19	0	68	33	23	13	71	41	32	27	75	51	42	40	77	56	48	47	80	64	56	58
Investiční náklady obálky	10	10	10	10	0	8	8	8	8	7	7	7	7	3	3	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0
Investiční náklady systému	10	0	9	8	0	0	9	8	10	0	9	8	10	0	9	8	10	0	9	8	10	0	9	8	10
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	100	74	42	37	0	76	50	40	31	77	56	47	44	78	62	53	53	79	66	57	59	80	73	64	68
Pořadí		6	20	22	24	5	17	21	23	4	14	18	19	3	11	15	16	2	9	13	12	1	7	10	8

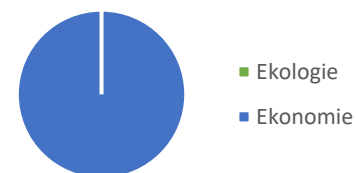
Hodnotící parametr konstrukce Skutečné hodnoty	Jednotka	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	[-]	100	107	141	58	102
Investiční náklady konstrukcí	[tis. Kč]	4 729	3 406	5 587	2 690	5 008
Tloušťka obvodové konstrukce	[m]	0,555	0,538	0,451	0,441	0,625

Hodnotící parametr konstrukce Bodové ohodnocení	Váha	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	10	5	4	0	10	5
Investiční náklady konstrukcí	10	3	8	0	10	2
Tloušťka obvodové konstrukce	80	30	38	76	80	0
Σ	100	38	49	76	100	7
Pořadí		4	3	2	1	5

Ekologie 0%
Ekonomie 100%

Výherní kombinace

- V0 **TČ země/voda**
- O5 **Varianta O5 Uem = 0,16 W/(m2-K)**
- M3 **dřevostavba + minerální izolace + dřevovláknitá izolace**



Tab. 43 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu uživatel 1 – hlavní a vedlejší část

Hodnotící parametr sestavy Skutečné hodnoty	Jednotka	O1			O0				O2				O3				O4				O5					
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	
Environmentální klasifikace	[-]	100	100	100	100	97	97	97	97	107	107	107	107	111	111	111	111	115	115	115	115	115	115	115	115	115
Primární neobnovitelná energie	[kWh/(m2·rok)]	56	84	30	119	50,45	75	28	105	48	68	27	93	43	60	25	78	40	55	24	70	36	48	19	58	
Provozní náklady na energie	[tis. Kč]	18,99	32,87	34,33	40,97	17,69	29,69	32,86	36,58	16,77	26,9	29,86	31,51	15,29	23,6	26,38	27,12	14,55	21,82	24,58	24,73	13,56	19,15	21,7	21,17	
Investiční náklady obálky	[tis. Kč]	3,42	3,42	3,42	3,42	3,68	3,68	3,68	3,68	3,98	3,98	3,98	3,98	4,55	4,55	4,55	4,55	4,76	4,76	4,76	4,76	5,03	5,03	5,03	5,03	
Investiční náklady systému	[tis. Kč]	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	[tis. Kč]	14,2	77,01	32,32	0	-26,2	61,89	-5,88	0	-82,2	31,17	-33,8	0	-121	16,6	-46	0	-144	8,274	-54	0	-178	-3,71	-63,1	0	

Hodnotící parametr sestavy Bodové ohodnocení	Váha	O1			O0				O2				O3				O4				O5				
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primární neobnovitelná energie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Provozní náklady na energie	20	16	6	5	0	17	8	6	3	18	10	8	7	19	13	11	10	19	14	12	12	20	16	14	14
Investiční náklady obálky	10	10	10	10	0	8	8	8	8	7	7	7	7	3	3	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0
Investiční náklady systému	10	0	9	8	0	9	8	10	0	9	8	10	0	9	8	10	0	9	8	10	0	9	8	10	10
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	60	45	60	49	0	36	56	41	42	23	49	34	42	13	46	31	42	8	44	29	42	0	41	27	42
Σ	100	71	85	72	0	61	82	63	63	47	57	65	35	70	53	65	29	68	51	65	20	66	49	66	
Pořadí		5	1	4	24	15	2	14	13	20	3	16	11	21	6	17	12	22	7	18	10	23	9	19	8

Hodnotící parametr konstrukce	Jednotka	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	[-]	100	107	141	58	102
Investiční náklady konstrukcí	[tis. Kč]	4 729	3 406	5 587	2 690	5 008
Tloušťka obvodové konstrukce	[m]	0,555	0,538	0,451	0,441	0,625

Hodnotící parametr konstrukce	Váha	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	10	5	4	0	10	5
Investiční náklady konstrukcí	60	18	45	0	60	12
Tloušťka obvodové konstrukce	30	11	14	28	30	0
Σ	100	34	63	28	100	17
Pořadí		3	2	4	1	5

Ekologie 0%
Ekonomie 100%



■ Ekologie
■ Ekonomie

Výherní kombinace

- V1 **Plynový kond. kotel**
- O1 **Varianta O1 Uem = 0,29 W/(m2·K)**
- M3 **dřevostavba + minerální izolace + dřevovláknitá izolace**

Tab. 44 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu uživatel 2 – hlavní a vedlejší část

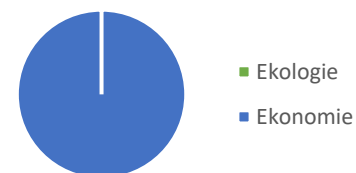
Hodnotící parametr sestavy Skutečné hodnoty	Jednotka	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	[-]	100	100	100	100	97	97	97	97	107	107	107	107	111	111	111	111	115	115	115	115	115	115	115	115
Primární neobnovitelná energie	[kWh/(m2-rok)]	56	84	30	119	50,45	75	28	105	48	68	27	93	43	60	25	78	40	55	24	70	36	48	19	58
Provozní náklady na energii	[tis. Kč]	18,99	32,87	34,33	40,87	17,69	29,69	32,86	36,58	16,77	26,9	29,86	31,51	15,29	23,6	26,38	27,12	14,55	21,82	24,58	24,73	13,56	19,15	21,7	21,17
Investiční náklady obálky	[tis. Kč]	3,42	3,42	3,42	3,42	3,68	3,68	3,68	3,68	3,98	3,98	3,98	3,98	4,55	4,55	4,55	4,55	4,76	4,76	4,76	4,76	5,03	5,03	5,03	5,03
Investiční náklady systému	[tis. Kč]	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224	505	255	280	224
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	[tis. Kč]	14,2	77,01	32,32	0	-26,2	61,89	-5,88	0	-82,2	31,17	-33,8	0	-121	16,6	-46	0	-144	8,274	-54	0	-178	-3,71	-63,1	0

Hodnotící parametr sestavy Bodové ohodnocení	Váha	O1				O0				O2				O3				O4				O5			
		V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3	V0	V1	V2	V3
Environmentální klasifikace	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primární neobnovitelná energie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Provozní náklady na energii	30	24	9	7	0	25	12	9	5	26	15	12	10	28	19	16	15	29	21	18	18	30	24	21	22
Investiční náklady obálky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Investiční náklady systému	50	0	44	40	0	0	44	40	50	0	44	40	50	0	44	40	50	0	44	40	50	0	44	40	50
Hodnota NPV (čistá současná hodnota)	20	15	20	16	0	12	19	14	14	8	16	11	14	4	15	10	14	3	15	10	14	0	14	9	14
Σ	100	39	73	64	0	37	76	62	69	34	76	63	74	33	79	66	79	32	80	68	82	30	82	70	86
Pořadí		18	10	15	24	19	8	17	12	20	7	16	9	21	6	14	5	22	4	13	3	23	2	11	1

Hodnotící parametr konstrukce Skutečné hodnoty	Jednotka	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	[-]	100	107	141	58	102
Investiční náklady konstrukcí	[tis. Kč]	4 729	3 406	5 587	2 690	5 008
Tloušťka obvodové konstrukce	[m]	0,555	0,538	0,451	0,441	0,625

Hodnotící parametr konstrukce Bodové ohodnocení	Váha	M0	M1	M2	M3	M4
Environmentální klasifikace	0	0	0	0	0	0
Investiční náklady konstrukcí	20	6	15	0	20	4
Tloušťka obvodové konstrukce	80	30	38	76	80	0
Σ	100	36	53	76	100	4
Pořadí		4	3	2	1	5

Ekologie 0%
Ekonomie 100%



Výherní kombinace V3 **EI. Sálavé panely + křbová vložka + PT + PV**
O5 **Varianta O5 Uem = 0,16 W/(m2-K)**
M3 **dřevostavba + minerální izolace + dřevovláknitá izolace**

Tab. 45 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu uživatel 3 – hlavní a vedlejší část

PŘÍLOHA Č. 9

SEZNAM PŘÍLOH NA CD:

- **01 – Elektronická verze písemné části**
 - o *Diplomová práce.pdf*
- **02 – Protokoly z Teplo 2010**
 - o *Materiálové varianty M0 nebo M2.pdf*
- **03 – Protokoly z Energie 2015**
 - o 01 – Varianta O0
 - *Varianty O0_V0-3_vzt.pdf*
 - *Varianty O0_V0-3_bez_vzt.pdf*
 - o 02 – Varianta O1
 - *Varianty O1_V0-3_vzt.pdf*
 - *Varianty O1_V0-3_bez_vzt.pdf*
 - o 03 – Varianta O2
 - *Varianty O2_V0-3_vzt.pdf*
 - *Varianty O2_V0-3_bez_vzt.pdf*
 - o 04 – Varianta O3
 - *Varianty O3_V0-3_vzt.pdf*
 - *Varianty O3_V0-3_bez_vzt.pdf*
 - o 05 – Varianta O4
 - *Varianty O4_V0-3_vzt.pdf*
 - *Varianty O4_V0-3_bez_vzt.pdf*
 - o 06 – Varianta O5
 - *Varianty O5_V0-3_vzt.pdf*
 - *Varianty O5_V0-3_bez_vzt.pdf*
 - o 07 – Vliv tepelných vazeb
 - *Varianty_vazby.pdf*
- **04 – Environmentální profily**
 - o *Envi. profily O0.pdf*
 - o *Envi. profily O1.pdf*
 - o *Envi. profily O2.pdf*
 - o *Envi. profily O3.pdf*
 - o *Envi. profily O4a5.pdf*

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PODKLADŮ

- [1] VALÁŠEK, Martin. *Rodinný dům Střešovice*. Praha, 2016. Bakalářská práce. ČVUT. Vedoucí práce Ing. arch. Iva Knappová.
- [2] ČSN 73 540-2: *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [3] *Vyhláška 78/2013 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov* [online]. b.r. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-78>
- [4] *Zákon 406/2000 Sb.: Zákon o hospodaření s energií* [online]. b.r. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>
- [5] *TNI 73 0331: Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [6] *Envimat.cz - Katalog fyzikálních a environmentálních profilů stavebních konstrukcí* [online]. b.r. [cit. 2017-12-27]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/>
- [7] Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. b.r. [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva>
- [8] *Plastová okna ceník, ceny oken. Plastová okna a dveře - jeden z největších výrobců v ČR* [online]. b.r. [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <https://www.oknostyl.cz/plastova-okna-cenik/>
- [9] *Jak na úsporné vytápění?. Pomáháme šetřit peníze i přírodu | E.ON* [online]. b.r. [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/uspora-energie/jak-na-usporne-vytapani#anchor-menu>
- [10] *Praktické zkušenosti s vrtem pro tepelné čerpadlo - TZB-info. TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. b.r. [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12426-prakticke-zkusenosti-s-vrtem-pro-tepelne-cerpadlo>
- [11] *Čistá současná hodnota (NPV - Net Present Value) - ManagementMania.com. Sociální síť pro business - ManagementMania.com* [online]. b.r. [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/cista-soucasna-hodnota>
- [12] *Vyhláška č. 480/2012 Sb.: Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku* [online]. b.r. [cit. 2018-01-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-480>
- [13] ČSN 73 540-4: *Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody*. Praha: Český normalizační institut, 2005.

[14] Podmínky oblasti podpory B - NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM. *NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM* [online]. b.r. [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/podminky-oblasti-podpory-b-3-vyzva/>

SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ

Autodesk. AutoCAD 2016 [software]. Studentská licence. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/>.

Microsoft. Microsoft Office 2016 [software]. Studentská licence. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/CZ/Office>.

Zbyněk Svoboda, Dr., Ing, doc. Teplo 2010 [software]. Studentská licence. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/uvod/>.

Zbyněk Svoboda, Dr., Ing., doc. Energie 2015 [software]. Plná verze. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/uvod/>.

ÚRS PRAHA. Kros 4 [software]. Studentská licence. Dostupné z: <https://www.pro-rozpocty.cz/>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vizualizace autora studie [1]	10
Obr. 2 Obálka budovy – západní pohled [1]	13
Obr. 3 Obálka budovy – jižní pohled [1]	13
Obr. 4 Schéma zapojení – varianta V1	21
Obr. 5 Schéma zapojení – varianta V2	22
Obr. 6 Schéma zapojení zdroje – varianta V3	23
Obr. 7 Schéma zapojení – varianta V4	24
Obr. 8 Obálka budovy – severní pohled [1]	52
Obr. 9 Obálka budovy – východní pohled [1]	52
Obr. 11 Půdorys 1.NP na úrovni studie [1]	53
Obr. 12 Půdorys 2.NP na úrovni studie [1]	53
Obr. 10 Půdorys 1.PP na úrovni studie [1]	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Tabulka konstrukcí výchozího stavu [2].....	14
Tab. 2 Ukazatele energetické náročnosti budovy – výchozí návrh	15
Tab. 3 Souhrnná tabulka součinitelů prostupu tepla konstrukcí	17
Tab. 4 Vyhodnocení dílčích konstrukcí z hlediska dopadu na životní prostředí.....	31
Tab. 5 Váha parametrů vlivu na životní prostředí.....	31
Tab. 6 Vyhodnocení obálky budovy z hlediska dopadu na životní prostředí	33
Tab. 7 Vyhodnocení variant obálek budovy z hlediska dopadu na životní prostředí.....	34
Tab. 8 Měrné ceny energií [7]	35
Tab. 9 Měrné investiční náklady dílčích konstrukcí.....	36
Tab. 10 Orientační měrné investiční náklady výplní otvorů [8]	37
Tab. 11 Měrné investiční náklady obálky budovy	37
Tab. 12 Orientační investiční náklady na zdroj tepla a otopnou soustavu navržených variant [9] [10]	38
Tab. 13 Souhrn výsledků ekonomického vyhodnocení varianty O0	40
Tab. 14 Normový katalog přírážek na vliv tepelných vazeb ΔU_{tbn} [13]	42
Tab. 15 Vliv přírážky na vliv tepelných vazeb	42
Tab. 16 Souhrn hodnotících profilů – hlavní část.....	44
Tab. 17 Souhrn hodnotících profilů – vedlejší část	44
Tab. 18 Tabulka výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu autor – vedlejší část	45
Tab. 19 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu autor – hlavní část.....	46
Tab. 20 Souhrn výsledných variant hodnotících profilů.....	47
Tab. 21 Tabulka výsledného vyhodnocení – hlavní část	48
Tab. 22 Tabulka výsledného vyhodnocení – vedlejší část	48
Tab. 23 Požadované parametry v oblasti podpory B.1 a B.2 v rámci NZÚ [14].....	49
Tab. 24 Splnění požadavků podpory na součinitele prostupu tepla na systémové hranici	50
Tab. 25 Splnění požadavků sledovaných parametrů výzvy	50
Tab. 26 Skladby konstrukcí na systémové hranici obálky budovy O0.....	55
Tab. 27 Energetické ukazatele variant s nuceným větráním.....	56
Tab. 28 Energetické ukazatele variant bez nuceného větrání	57
Tab. 29 Rozdělení spotřeb dle využití v objektu a dle energonositelů – varianty s nuceným větráním	58

Tab. 30 Rozdělení spotřeb dle využití v objektu a dle energonositelů – varianty bez nuceného větráním	59
Tab. 31 Environmentální profily konstrukcí varianty M0	61
Tab. 32 Environmentální profily konstrukcí varianty M1	63
Tab. 33 Environmentální profily konstrukcí varianty M2	65
Tab. 34 Environmentální profily konstrukcí varianty M3	67
Tab. 35 Environmentální profily konstrukcí varianty M4	69
Tab. 36 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O1	74
Tab. 37 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O2	75
Tab. 38 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O3	76
Tab. 39 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O4	77
Tab. 40 Tabulky ekonomického vyhodnocení pro varianty O5	78
Tab. 41 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu investor – hlavní a vedlejší část....	79
Tab. 42 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu ekolog – hlavní a vedlejší část	80
Tab. 43 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu uživatel 1 – hlavní a vedlejší část .	81
Tab. 44 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu uživatel 2 – hlavní a vedlejší část .	82
Tab. 45 Tabulky výsledného vyhodnocení dle hodnotícího profilu uživatel 3 – hlavní a vedlejší část .	83

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Grafické znázornění vyhodnocení ENB.....	15
Graf 2 Vyhodnocení energetické náročnosti dle klasifikačního zařazení (vč. VZT)	26
Graf 3 Vyhodnocení energetické náročnosti dle klasifikačního zařazení (bez VZT)	27
Graf 4 Vyhodnocení neobnovitelné primární energie	28
Graf 5 Celková spotřebovaná energie v objektu	29
Graf 6 Vyhodnocení dílčích konstrukcí z hlediska dopadu na životní prostředí.....	31
Graf 7 Porovnání variant z hlediska vlivu na životní prostředí.....	32
Graf 8 Provozní náklady na energii	35
Graf 9 Kumulativní křivky provozních nákladů v rámci varianty O0	39
Graf 10 Reálné doby návratnosti.....	40
Graf 11 Souhrn hodnot NPV	41