

MENDELOVA UNIVERZITA

V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav lesnické a dřevařské ekonomiky a politiky



Lesnická
a dřevařská
fakulta

MENDELOVA UNIVERZITA

V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav lesnické a dřevařské ekonomiky a politiky



**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

**Ekonomické a celospolečenské hodnocení aspektů výstavby domů
splňující požadavky na udržitelný rozvoj**

**Economic and society evaluation aspect of construction buildings re-
quirements for sustainable development**

Milan Vondra

Disertační práce

OBOR STUDIA: P 62 08 Ekonomika a management (LDF)

ŠKOLITEL: prof. Ing. Jiří Bartuněk, DrSc.

Brno 2014

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma *Ekonomické a celospolečenské hodnocení aspektů výstavby domu splňujících požadavky na udržitelný rozvoj* zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne 4. 11. 2014

Milan Vondra

Tímto bych rád poděkoval Sustainable Energy Research Team (universita Bath, Velká Británie) za poskytnutí informací k problematice vázané energie a vázaného uhlíku. Velký díky patří i mému minulému školiteli panu doc. Ing. Františkovi Kalouskovi, CSc. a stejně tak mému současnému školiteli panu prof. Ing. Jiřímu Bartuňkovi, DrSc. V neposlední řadě bych rád poděkoval za podporu mé rodině a přátelům.

Abstrakt

Vondra, M.: Ekonomické a celospolečenské hodnocení aspektu výstavby domů splňujících požadavky na udržitelný rozvoj

Cílem této práce bylo zhodnotit ekonomické a celospolečenské aspekty výstavby domů splňujících požadavky na udržitelný rozvoj. Pro tyto účely bylo navrženo sedm typů konstrukcí (o různé materiálové základně) pro část stavby hrubá podlaha a nášlapná vrstva podlahy, obvodová stěna a střešní konstrukce. Jednotlivé navržené části staveb mají obdobný součinitel prostupu tepla, který zároveň splňuje normu ČSN 73 0540-2/2011. Vnitřní plocha staveb je jednotná, obestavěná plocha je různá podle tloušťky stěn jednotlivých konstrukcí. Takto sestavené modelové příklady byly následně posouzeny z hlediska stavebního (celková obestavěná plocha), environmentálního (vázaná energie a vázaný uhlík) a ekonomického (sestavené modelové kalkulace výstavby). Výsledky byly dále zpracovávány a porovnávány jak co do absolutních hodnot, tak procentuálních hodnot a v neposlední řadě i z pohledu stanovených poměrových ukazatelů a trapezoidické analýzy. Konečný výsledek pak vedl, do velké míry, k potvrzení hlavní hypotézy, tedy že výstavba z materiálů, které potřebují minimum dodatečných energetických vkladů, je méně energeticky a finančně náročná. Ohledně produkce CO₂ je možné se také s touto částí hypotézy ztotožnit, jelikož náročnost na celkový vázaný spotřebovaný uhlík je u konstrukcí s dominantní materiálovou skladbou na bázi obnovitelných materiálů zpravidla nižší. Je tedy z ekonomického a společenského hlediska výhodnější provádět výstavbu z obnovitelných materiálů a surovin. Nutno podotknout, že tato analýza byla změřena na jedno podlažní budovy, určené k obývání.

Klíčová slova: vázaná energie, vázaný uhlík, kalkulace, cihelné děrované tvárnice, pórobetonové tvárnice, sendvičová dřevostavba, srub, roubenka, panelová konstrukce z masivu, sláma

Abstract

Vondra, M.: Economic and society evaluation aspect of construction buildings requirements for sustainable development

The aim of this work was to evaluate the economic and social aspects of the construction of a home meeting the requirements of sustainable development. For this purpose, it was proposed to seven types of structures (different material base) for part of the construction of the subfloor and wear layer floors, perimeter wall and roof construction. Each of the constructs parts are similar to the proposed thermal insulation heat flow coefficient, which also meets the standard ČSN 73 0540-2/2011. The interior area is the single, enclosed area varies according to the thickness of the walls of the individual structures. As drawn up by the model examples were subsequently assessed from construction (total enclosed area), environmental (hardcover embodied energy and carbon) and economic (compiled model calculations of the construction). The results were further processed and compared both in absolute values and percentage values, and not least in view of the established financial ratios and trapezoid analysis. The final result then led, to a large extent, to confirm the main hypothesis, namely that the construction of the materials that they need a minimum of additional energy deposits, it is less energy-and financially demanding. Regarding the CO₂ production is also possible with this part hypotheses identify, as the demands on the total carbon is consumed-bound structures with the dominant material composition based on renewable materials are usually lower. It is, therefore, of the economic and social point of view preferable to carry out the construction of renewable materials and raw materials. Should be noted that this analysis was measured on buildings single storey, intended for occupancy.

Keywords: embodied energy, embodied carbon, calculations, perforated bricks, porous concrete blocks, sandwich wooden house, log cabin, timber, the massive wooden panel construction, straw

Seznam použitých zkratek

B2B	Business to business
B2C	Business to customer
c _D	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 3.
c _P	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 6.
c _R	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 4.
c _S	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 5.
c _{SL}	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 7.
c _{Z-C}	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 1.
c _{Z-P I}	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 2 I.
c _{Z-P II}	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 2 II.
C	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}]
c	dílčí vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci (1-7)
C	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci (1-7)
CC	cena celkem [Kč]
C _D	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci č. 3.
CF	Cash flow
C _P	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci č. 6.
C _R	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci č. 4.
C _S	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci č. 5.
C _{SL}	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci č. 7.
CSO	cena stavebního objektu
CTD	cementotřísková deska
CVD	cementovláknitá deska
C _{Z-C}	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci č. 1.
C _{Z-P I}	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci č. 2 I.
C _{Z-P II}	Vázaný uhlík [kg CO _{2e}] pro konstrukci č. 2 II.
ČR	Česká republika
d _j	tloušťka j-té vrstvy konstrukce
DN	dopravní náklady
DTD	dřevotřísková deska
DVD	dřevovláknitá deska
e _D	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 3.
e _P	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 6.
e _R	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 4.
e _S	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 5.
e _{SL}	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 7.
e _{Z-C}	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 1.
e _{Z-P I}	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 2 I.
e _{Z-P II}	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 2 II.
E	vázaná energie [MJ]
e	dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci (1-7)
E	vázaná energie [MJ] pro konstrukci (1-7)
E _D	vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 3.
E _P	vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 6.
E _R	vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 4.
ES	Evropské společenství (Evropské hospodářské společenství, Evropské společenství pro atomovou energii a Evropské společenství uhlí a oceli, od roku 2009 Evropská unie)
E _S	vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 5.
E _{SL}	vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 7.
E _{Z-C}	vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 1.
E _{Z-P I}	vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 2 I.
E _{Z-P II}	vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 2 II.
HSV	hlavní stavební výroba
HSV	hlavní stavební výroba
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (<i>International Organization for Standardization</i>)
LVL	Microllam

MOE	modul of elasticity (modul pružnosti)
MOR	module of Rupture (mez pevnosti)
NC	celkové náklady [Kč]
NC _D	celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 3.
NC _P	celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 6.
NC _R	celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 4.
NC _S	celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 5.
NC _{SL}	celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 7.
NC _{Z-C}	celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 1.
NC _{Z-P I}	celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 2 I.
NC _{Z-P II}	celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 2 II.
NN	nepřímé náklady
OR	Obchodní rejstřík
OS	ostatní náklady
OSB	deska z orientovaných třísek
PN (1-17) _D	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 3.
PN (1-17) _P	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 6
PN (1-17) _R	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 4
PN (1-17) _S	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 5
PN (1-17) _{SL}	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 7
PN (1-17) _{Z-C}	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 1
PN (1-17) _{Z-P I}	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 2 I
PN (1-17) _{Z-P II}	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 2 II
PN (1-17)	dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál
PN	přímé náklady
PS	Polystyren (extrudovaný, expandovaný)
PSV	pomocná stavební výroba
PV	provozní vlivy
R	tepelný odpor konstrukce
R _j	tepelný odpor j-té vrstvy konstrukce
R _{se}	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce
R _{si}	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
R _T	odpor konstrukce při prostupu tepla
S	celková obestavěná plocha [m ²]
S _D	celková obestavěná plocha [m ²] pro konstrukci č. 3.
S _P	celková obestavěná plocha [m ²] pro konstrukci č. 6.
S _R	celková obestavěná plocha [m ²] pro konstrukci č. 4.
S _S	celková obestavěná plocha [m ²] pro konstrukci č. 5.
S _{SL}	celková obestavěná plocha [m ²] pro konstrukci č. 7.
STV	stavebně-truhlářská výroba
SVD	sádrovláknitá deska
S _{Z-C}	celková obestavěná plocha [m ²] pro konstrukci č. 1.
S _{Z-P I}	celková obestavěná plocha [m ²] pro konstrukci č. 2 I.
S _{Z-P II}	celková obestavěná plocha [m ²] pro konstrukci č. 2 II.
S _τ	trapezoidická analytická plocha
THP	Technickohospodářský pracovník
U	součinitel prostupu tepla
U _C	celkový součinitel prostupu tepla dané konstrukce (1-7)
ÚV	územní vlivy
ÚVN	Úplné vlastní náklady
VRN	vedlejší rozpočtové náklady (náklady umístění stavby)
Z	Zisk
ZRN	základní rozpočtové náklady
ZS	zařízení staveniště
ZSV	základní stavební výroba
Δ 75/25 (78/22)	aproximace návrhového součinitele dle charakteru materiálu a konstrukce
Δ	NCC poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku ¹ a celkové vázané energie [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹]

¹ Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

$\Delta_{NCC D}$	poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 3.
$\Delta_{NCC P}$	poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 6.
$\Delta_{NCC R}$	poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 4.
$\Delta_{NCC S}$	poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 5.
$\Delta_{NCC SL}$	poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 7.
$\Delta_{NCC Z-C}$	poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 1.
$\Delta_{NCC Z-P I}$	poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I) a celkových nákladů na výstavbu (I) [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 2 I.
$\Delta_{NCC Z-P II}$	poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (II) a celkových nákladů na výstavbu (II) [kg CO _{2e} ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 2 II.
Δ_{NCE}	poměr celkové vázané energie ² a celkových nákladů na výstavbu (I a II) [MJ×Kč ⁻¹]
$\Delta_{NCE D}$	poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 3.
$\Delta_{NCE P}$	poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 6.
$\Delta_{NCE R}$	poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 4.
$\Delta_{NCE S}$	poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 5.
$\Delta_{NCE SL}$	poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 7.
$\Delta_{NCE Z-C}$	poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 1.
$\Delta_{NCE Z-P I}$	poměr celkové vázané energie (I) a celkových nákladů na výstavbu (I a II) [MJ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 2 I.
$\Delta_{NCE Z-P II}$	poměr celkové vázané energie (II) a celkových nákladů na výstavbu (II) [MJ×Kč ⁻¹] pro konstrukci č. 2 II.
Δ_{NCS}	poměr celkových nákladů na výstavbu ³ a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²]
$\Delta_{NCS D}$	poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²] pro konstrukci č. 3.
$\Delta_{NCS P}$	poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²] pro konstrukci č. 6.
$\Delta_{NCS R}$	poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²] pro konstrukci č. 4.
$\Delta_{NCS S}$	poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²] pro konstrukci č. 5.
$\Delta_{NCS SL}$	poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²] pro konstrukci č. 7.
$\Delta_{NCS Z-C}$	poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²] pro konstrukci č. 1.
$\Delta_{NCS Z-P I}$	poměr celkových nákladů na výstavbu (I) a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²] pro konstrukci č. 2 I.
$\Delta_{NCS Z-P II}$	poměr celkových nákladů na výstavbu (II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m ⁻²] pro konstrukci č. 2 II.
λ_j	návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu j-té vrstvy konstrukce
μ	obecný opravný koeficient
μ_{50}	opravný koeficient pro rodinné domy v tomto případě $\frac{1}{50000}$

² Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

³ Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

Obsah

1	ÚVOD	13
2	CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZA	15
3	METODIKA	16
4	LITERÁRNÍ PŘEHLED	17
4.1	ENVIRONMENTÁLNÍ HLEDISKO	18
4.2	EKONOMICKÉ HLEDISKO	26
4.3	STAVEBNÍ HLEDISKO	32
5	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	36
5.1	TEPELNĚ-TECHNICKÉ HLEDISKO	38
5.1.1	ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE	39
5.1.2	ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE	41
5.1.3	DŘEVOSTAVBA ZE SENDVIČOVÝCH PANELŮ	44
5.1.4	ROUBENKA	46
5.1.5	SRUB	48
5.1.6	PANELOVÁ KONSTRUKCE Z MASIVU (KLH)	50
5.1.7	SLÁMA	52
5.2	STAVEBNÍ HLEDISKO	55
5.2.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE	55
5.2.2	POPIS DISPOZICE	59
5.2.3	STAVEBNÍ ČÁSTI	62
5.2.4	ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE	63
5.2.5	ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE	64
5.2.6	DŘEVOSTAVBA ZE SENDVIČOVÝCH PANELŮ	66
5.2.7	ROUBENKA	67
5.2.8	SRUB	68
5.2.9	PANELOVÁ KONSTRUKCE Z MASIVU (KLH)	69
5.2.1	SLÁMA	71

5.3 ENVIRONMENTÁLNÍ HLEDISKO	73
5.3.1 ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE	78
5.3.2 ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE	80
5.3.3 DŘEVOSTAVBA ZE SENDVIČOVÝCH PANELŮ	84
5.3.4 ROUBENKA	86
5.3.5 SRUB	88
5.3.6 PANELOVÁ KONSTRUKCE Z MASIVU (KLH)	90
5.3.7 SLÁMA	92
5.3.1 DÍLČÍ ANALÝZA	94
5.4 EKONOMICKÉ HLEDISKO	97
5.4.1 ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE	99
5.4.2 ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE	100
5.4.3 DŘEVOSTAVBA ZE SENDVIČOVÝCH PANELŮ	102
5.4.4 ROUBENKA	103
5.4.5 SRUB	104
5.4.6 PANELOVÁ KONSTRUKCE Z MASIVU (KLH)	105
5.4.7 SLÁMA	106
5.4.8 DÍLČÍ ANALÝZA	106
5.5 POPTÁVKOVÉ HLEDISKO ČESKÉ POPULACE PO BUDOVÁCH STAVĚNÝCH V ENERGETICKY ŠETRNÉM STANDARDU	111
5.5.1 DESKRIPTIVNÍ STATISTIKA	111
5.5.2 INDUKTIVNÍ STATISTIKA A VÝSLEDKY	111
5.6 ANALÝZA POMĚROVÝMI UKAZATELI	114
5.6.1 ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE	115
5.6.2 ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE	116
5.6.3 DŘEVOSTAVBA ZE SENDVIČOVÝCH PANELŮ	117
5.6.4 ROUBENKA	118
5.6.5 SRUB	119
5.6.6 PANELOVÁ KONSTRUKCE Z MASIVU (KLH)	119
5.6.7 SLÁMA	120
5.7 TRAPEZOIDICKÁ ANALÝZA	122
5.7.1 POMĚR CELKOVÝCH NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU A CELKOVÉ OBESTAVĚNÉ PLOCHY	122
5.7.2 POMĚR CELKOVÉHO VÁZANÉHO SPOTŘEBOVANÉHO UHLÍKU A CELKOVÝCH NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU	123
5.7.3 POMĚR CELKOVÉ VÁZANÉ ENERGIE A CELKOVÝCH NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU	124
5.7.4 CELKOVÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA DANÉ KONSTRUKCE	125

5.7.5	TRAPEZOIDICKÁ ANALYTICKÁ PLOCHA	126
5.7.6	TRAPEZOIDICKÝ ANALYTICKÝ ČISTOPIS	126
5.7.7	TRAPEZOIDICKÉ ANALYTICKÉ PŘÍKLADY	127
5.7.8	APLIKACE TRAPEZOIDICKÉ ANALÝZY	129
6	VÝSLEDKY	133
7	DISKUSE	139
8	SUMMARY	142
9	ZÁVĚR	145
10	SEZNAM ZDROJŮ	150
11	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ	159
12	PŘÍLOHY	163

1 ÚVOD

Člověk⁴ obývá Zemi již po stovky tisíc let (Sammis, 2002). Během své dlouhé historie prošel různými stádii svého žití. Způsob, kterým získával obživu, komunikoval sám se sebou, společností i přírodou, se v různých etapách lišil. Různé vývojové etapy se do různé míry lišily také způsoby získávání obživy, společenským uspořádáním, komunikací, kulturou a hlavně způsobem bydlení, sdílením životního prostoru. Otázkou je, do jaké míry byl v rovnováze život našich předků s přírodou a do jaké míry je život v rovnováze s přírodou v současnosti. Jisté je, že svět dříve nebyl natolik globalizovaný a specializovaný, jako je tomu v novodobých dějinách⁵. Hodnotit pak, do jaké míry byl život v rovnováze s přírodou dříve a dnes, není lehké.

Gillbert (2005) uvádí, že k největšímu nárůstu populace v historii došlo během dvacátého století. Uvádí, že v roce 1900 obývalo Zemi přibližně 1,65 miliardy lidí a v roce 2000 to již bylo přibližně 6 miliard lidí. Tento nárůst s sebou nese i zvýšení celkových nároků na život. To, že Zemi obývá, oproti dřívějším dobám, tolik lidí, pak nevyhnutelně vede k tomu, že přírodní zdroje jsou vyčerpávány intenzivněji než v dobách řídkého osídlení.

Tato disertační práce je zaměřena na oblast ekonomického a celospolečenského hodnocení aspektů výstavby domů splňujících požadavky na udržitelný rozvoj. Člověk většinu svého života stráví v nějaké formě obydlí. Od kočovných Nomádů, kteří užívají jurty z přírodních materiálů, až po Inuity, kteří užívají stavby z kožešin a přírodních materiálů a stavby ze sněhu, je patrné, že člověk vždy nějakým způsobem bydlí. S bydlením je pak spojena řada okolností. Např. to, z jakého materiálu je obydlí postaveno, jak je náročné na údržbu a jak snadno se dá „recyklovat“, přemísťovat, jak snadná či složitá je jeho výstavba, zda je nutná znalost speciálních technologií a postupů výstavby, jak snadno jsou dosažitelné materiály pro výstavbu apod.

⁴ Ať už Homo Sapiens sapiens (před 35-40 000 lety), Homo sapiens (před 100-40 000 lety), Homo Erectus (přibližně před 1,6 miliony let), Homo habilis (před 2-3 miliony let) či předcházející vývojová stádia (viz Sammis, 2002).

⁵ Tím je myšleno posledních pár tisíc let.

V současnosti často skloňovaný trvale udržitelný rozvoj⁶ je následkem dosavadního způsobu života. Jak bylo uvedeno, běžný člověk většinu svého života obývá obydlí. Reflexí na trvale udržitelný rozvoj je pak patrné, že i bydlení by mělo splňovat určité požadavky.

V technické praxi v oblasti staveb jsou často zmiňovány pojmy jako součinitel prostupu tepla, třída reakce na oheň, difuze vodních par a další. Méně často je pak uvažováno o celkové energetické bilanci zastřešující oblast výstavby. Jedná se například o energii nutnou na získávání surovin pro výstavbu a transport materiálů do místa staveniště, energii potřebnou pro samotnou výstavbu, užívání stavby a likvidaci (recyklaci) stavebního objektu. Dále pak energie nutná na přesun uživatelů domu ze stavby do práce, školy a za dalšími společenskými „povinnostmi.“ Přirozeně lidský život není jen o určité energetické efektivitě a člověk často dělá i činnosti energeticky neefektivní, ovšem z pohledu dlouhodobé hmotné nemovité investice v podobě obydlí je z environmentálního a společenského pohledu žádoucí, aby oblast bydlení byla co nejméně energeticky náročná ve všech svých fázích.

V neposlední řadě, budeme-li hovořit o trvale udržitelném rozvoji v oblasti staveb, který se týká výstavby v nízkoenergetickém, pasivním či nulovém standardu, je třeba brát v potaz energetickou náročnost na technologická zařízení (výměníky tepla, vzduchotechnika, použité stavební materiály), která je často také poměrně vysoká. Nicméně tyto technologie, nutné ke splnění požadavků ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov, jsou často nezbytné. Posouzení celkové bilance se pak často může jevit jako ambivalentní.

⁶ V Zákoně č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů v § 6 je trvale udržitelný rozvoj definován takto: „Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.“

2 CÍLE PRÁCE, HYPOTÉZA

Cílem disertační práce je navrhnout, sestavit a zpracovat kalkulace domů, které mají dominantní materiálovou složku z obnovitelné suroviny (ze dřeva). Dále zhodnotit z ekonomického pohledu potenciální prospěšnost pro uživatele těchto domů a v perspektivě trvale udržitelného rozvoje určit prospěšnost v ČR a EU, ve smyslu zákona č. 17/1992Sb., o životním prostředí (v aktuálním znění). Výstavba z tzv. alternativních či obnovitelných materiálů na českém trhu začíná mít stále větší potenciál. Z tohoto pohledu je zajímavý rozvoj výstavby domů v nízkoenergetickém, pasivním či nulovém standardu. V současnosti o tuto výstavbu mají zájem především individuální zájemci, kteří žádají systémy výrobků, celé stavby nebo komplexní řešení z obnovitelných materiálů.

Pro potřeby kalkulace domů bude vytvořen návrh skladeb konstrukcí, které budou následně porovnány. Snahou bude, aby jednotlivé konstrukce, resp. části staveb dosahovaly obdobného součinitele prostupu tepla, a tím i daného stupně energetické náročnosti domu. Porovnání proběhne jak v rovině stavební (celková obestavená plocha), ekonomické (kalkulace), tak v rovině environmentální (vázaná energie, vázaného CO₂). Východiskem jednotlivých komparací pak bude určení rozdílů a příp. prospěšností jednotlivých konstrukcí.

Hlavní hypotézou je tvrzení, že výstavba z materiálů, které potřebují minimum dodatečných energetických vkladů, je méně energeticky náročná, má nižší produkci CO₂ a je méně finančně náročná. Operacionalizace této hypotézy je provedena prostřednictvím kalkulačních a dalších nástrojů, směřujících k vyjádření celkových rozdílů mezi proměnnými, které byly definovány v hlavní hypotéze.

Prospěšnost je také zhodnocena z poptávkové strany trhu, tedy na základě kvantitativní analýzy vyjádření respondentů.

3 METODIKA

Metodika této disertační práce je řešena prostřednictvím empirických a logických metod. Empirické metody budou užity ve fázích pozorování, měření a experimentování zkoumané reality. Metody logické pak budou uplatněny formou abstrakce a konkretizace, analýzy a syntézy a indukce a dedukce zkoumaného tématu.

Práce je zaměřena na studium dosavadních znalostí v oblasti zkoumání, zahrnující studium zdrojů zasahujících do zkoumaného problému. Dále samotné konstruování modelů problematiky, které povedou k posouzení rozdílností či nuancí. Získané výsledky pak budou analyzovány a hodnoceny na základě stanovených parametrů.

Nejprve je tedy navrženo sedm typů konstrukcí, které mají odrážet realitu z pohledů možnosti výstavby. Tyto konstrukce jsou dále členěny na část podlah, obvodových stěn a střešní konstrukce. Cílem je, aby jednotlivé typy konstrukcí měly v jednotlivých částech obdobné parametry, v tomto případě konkrétně součinitel prostupu tepla. Vzhledem k možnostem výrobního programu však nebylo možné dosáhnout stoprocentní shody. Následně je vytvořen konstrukční návrh staveb. Vnitřní prostor staveb je jednotný a vnější prostor se liší podle tloušťek jednotlivých konstrukcí. Takto sestavené modelové příklady jsou následně posouzeny z hlediska stavebního (obestavěný prostor), environmentálního (vázaná energie a vázaný uhlík) a ekonomického (sestavené modelové kalkulace výstavby). Výsledky jsou dále zpracovávány a porovnávány jak co do absolutních hodnot, tak procentuálních hodnot a v neposlední řadě i z pohledu poměrových ukazatelů a trapezoidické analýzy. Konečný výsledek pak vede k vyvrácení, resp. potvrzení hlavní hypotézy.

Kvantitativní analýza poptávkové strany trhu (subjektivní prospěšnost) sestává z kroků: tvorba pracovních hypotéz a hlavní hypotézy, operacionalizace stanovených hypotéz do výzkumného nástroje (dotazník), sběr dat, vyhodnocení dat deskriptivní a induktivní statistikou a celkové zhodnocení.

4 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Následující literární přehled má za cíl pojmut okruhy tématiky disertační práce v co nejužším kontextu. Tento vybraný literární přehled je členěn do částí environmentální, ekonomické a stavební. Samozřejmě jednotlivé oblasti jsou do jisté míry provázány, nicméně i tak bylo snahou jednotlivé problematiky začlenit.

4.1 ENVIRONMENTÁLNÍ HLEDISKO

Carter (2007) uvádí, že environmentální problematika je součástí politických agend někdy od roku 1960, nicméně konstatuje, že od tohoto období se věci k lepšímu příliš nepohnuly. Uvádí, že tzv. ekologická stopa (nároky lidí vs. schopnost země se obnovit) stále roste. Environmentální věda se zaměřuje na studium a popis vztahu člověka k životnímu prostředí a toho, jak člověk ovlivňuje prostředí kolem sebe. Mnoho studií je zaměřeno na globální pohled (např. tzv. globální oteplování), jiné studie řeší spíše lokální problémy, které mohou mít někdy i globální dosah. Tato práce se spíše soustřeďuje na lokální pohled na stavebnictví a jeho vliv a propojení s trvale udržitelným rozvojem.

Veber (2007) popisuje environmentální management ze dvou pohledů, a to jak z pohledu řízení dle ISO norem (konkrétně ISO normy řady 14000), tak z hlediska nařízení Rady (ES) 1836/93⁷ v podobě programu Environmental Management Audit Scheme. ISO normy řady 14000 patří mezi celosvětové transparentní dokumenty (v normativním smyslu), užívané jak pro certifikaci podnikových systémů, tak jako určitý návod pro podnikovou praxi. ISO 14000 prošly určitou genezí od roku 1996 až do současnosti. V českém prostředí je aktuální norma ČSN EN ISO 14001:2005 (kriteriální norma) a norma ČSN EN ISO 14004:2005 (všeobecné směrnice k systémům, zásadám a podpůrným metodám). Nařízení Rady z roku 1993 pak zaštiťuje formování národních systémů ověřování environmentálního managementu v členských státech Evropské unie.

Z výše uvedeného je patrné, že oblast environmentální politiky je definována jak legislativním rámcem, tak dobrovolnou certifikací. Podstatnější však je, že myšlenky založené na hospodaření šetrném k životnímu prostředí by měly být zúčastněnými stranami reflektovány ne z pohledu nařízení, ale spíše z pohledu dobrovolného a pro podnik a společnost prospěšného přístupu.

Environmentální tematiku ze sociologického pohledu řeší například Vysušil. Vysušil (2005) uvádí, že environmentální sociologie je zaměřena na zkoumání vztahu společnosti a přírodního prostředí a snaží se objasnit, z jakého důvodu dochází k pomyslnému konfliktu mezi společností a přírodou. Autor uvádí například myšlenky R. Ingleharta (teorie posmaterializace), který uvádí to, že dosáhne-li společnost určitého stupně materiálního blahobytu,

⁷ Původní nařízení prošlo revizí v roce 2001 nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 761/2001, též označovaném jako EMAS II.

pak se jednotlivci a potažmo společnost může soustředit na nemateriální hodnoty, což ve svém důsledku může mít vliv na vztah společnosti a životního prostředí. Toto tvrzení má však svoje teoretické i praktické omezení. Dále Vysušil (2005) uvádí například tzv. nové sociální paradigma, kde na základě uvědomění si nezbytnosti fungující přírody společnost sama zasáhne, aby došlo k sebezachování lidstva. Tento pohled má také do jisté míry své limity a výklad, respektive aplikace nemusí být jednotná. Kulturní teorie pak odráží názorovou orientaci různých skupin a jemné nuance z pohledu tolerance jedinců vůči normám a vnějšímu omezení. Systémová teorie N. Luhmanna popisuje tzv. komunikační kód jednotlivých autonomních specializovaných subsystémů a rizika nedodržení tohoto komunikačního kódu skrze jednotlivé subsystémy. Popisuje například riziko, kdy subsystém biologicky zaměřený reflektuje skutečnost pro subsystém ekonomicky zaměřený. Pokud subsystém biologický nepředloží popis v ekonomickém vyjádření, hrozí, že ekonomický subsystém na něj nebude brát zřetel. Vzhledem k tomu, že jednotlivé subsystémy mohou vycházet z různých principů, nemusí komunikační kód řešit všechny nejasnosti. Teorie racionální volby popisuje ovlivňování rozhodování jedince z pohledu prospěchu a nutného vynaloženého úsilí. Východiska této teorie v praktické aplikaci můžeme pozorovat například v oblasti třídění odpadů, kdy ve společnosti existují pochody usnadňující se chovat ekologicky, tedy prospěch může být relativně vysoký a úsilí relativně nízké.

Krautová, Librová (2005) uvádějí, že lidská spotřeba má dlouhodobě rostoucí tendenci, což má podstatný vliv na přírodu. Autorky dále popisují, že individualizace dnešní společnosti má určitý dopad do polohy environmentální. Provedly analýzu statistických dat, podle kterých je patrné, že vliv individualizace na spotřebu je podstatný. Domácnost jednotlivce tedy více zatěžuje environmentální prostředí (jediný nesoulad byl v položce užívání osobního automobilu). Stejně tak byl podstatný sociální status skupin společnosti, kdy domácnosti jednotlivců v důchodovém věku spotřebovávají výrazně méně oproti domácnostem jednotlivců v produktivním věku. Zde je však otázkou, jestli se jedná o rozdíl způsobený příjmovou stránkou domácností, nebo zde mají vliv celoživotní zvyklosti. Přece jen se dá předpokládat, že dnešní domácnosti důchodců a domácnosti důchodců dejme tomu za třicet let se budou lišit, a to nejen v rovině příjmů. Obecně to pak můžeme shrnout tak, že racionalizace či šetrnost domácností ve spotřebě se týká relativně úzkého okruhu domácností. Otázkou je, zda tento výskyt je dán procesem individualizace, nebo motivací spotřeby.

Trvale udržitelný rozvoj je v české legislativě zakotven v zákoně č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů. Zde je tento termín definován: „*Trvale udrži-*

telný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.“

Z tohoto pohledu je tedy patrné, že je kladen důraz na časovou perspektivu činnosti člověka.

O tématu trvale udržitelného rozvoje píší, mimo jiné, Jeníček a Foltýn (2010) ve své publikaci Globální problémy světa v ekonomických souvislostech a také Musil (2009) v publikaci Globální energetický problém a hospodářská politika: Se zaměřením na obnovitelné zdroje.

Abanda a kol. (2014) se ve svém článku *Measuring the embodied energy, waste, CO₂ emissions, time and cost for building design and construction* zaměřují na problematiku výstavby při zohlednění náročnosti na tzv. vázanou energii a emise CO₂. Autoři uvádějí, že je obecný tlak vlád na snižování environmentálního zatížení způsobeného člověkem, které má vliv na klimatické změny. Dále uvádějí, že je vždy potřeba zohledňovat nejen spotřebovanou energii a CO₂ produkovaný v rámci těžby stavebních materiálů, jejich zpracování, dopravy a při samotné výstavbě, ale i v rámci provozu budovy. Z toho důvodu je třeba postupovat při návrhu staveb tak, aby byly použity odpovídající materiály, které zajistí potřebné vlastnosti budovy a stejně tak i technologie a postupy vedoucí ke stejnému cíli. Ve výše uvedeném článku se také můžeme dočíst, že většina nástrojů používaných k měření vázané energie, odpadů a emisí CO₂ jsou založeny na empirických studiích a využívají kvantitativní metody. Toto Abanda a kol. považují za stěžejní, ovšem podotýkají, že je třeba posuzovat stavbu (proces i výsledek procesu) individuálně a zohledňovat i drobné nuance. Dále uvádí přehled výpočtových modelů, mezi které patří modely:

- PLCA - process life cycle assessment⁸
- IOLCA - input-output life cycle assessment⁹
- HLCA - hybrid life cycle assessment¹⁰

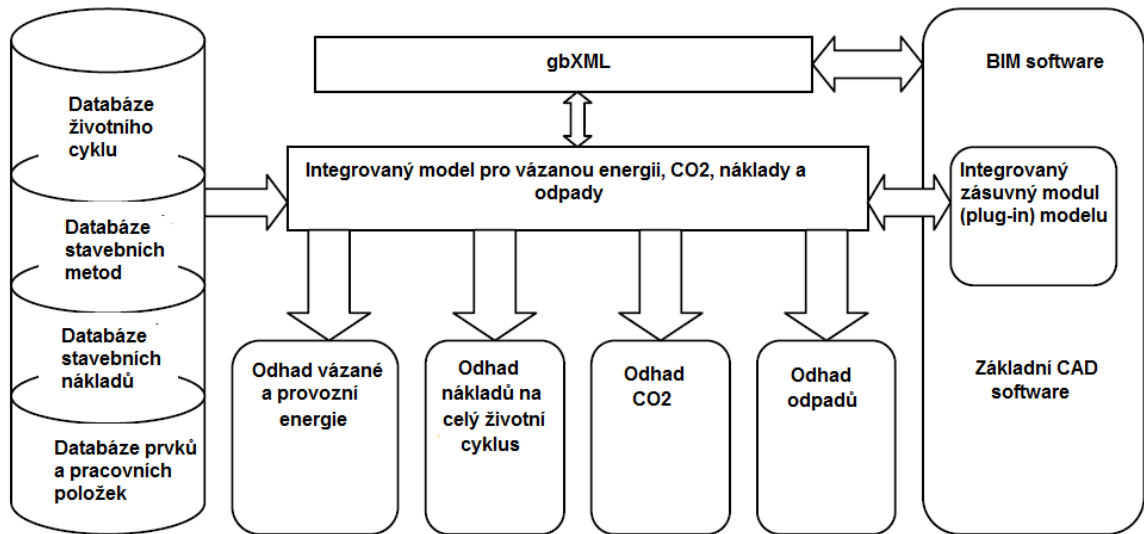
Autoři článku pak přicházejí s vlastním modelem, který je implementován do tzv. soustavy BIM (Building Information Modeling¹¹), čímž je možné řešit problematiku nákladů, času,

⁸ Hodnocení procesu životní cyklu.

⁹ Hodnocení vstupů a výstupů životního cyklu.

¹⁰ Smišené hodnocení životního cyklu.

odpadů, CO₂ a další. Pro výměnu informací je užit „jazyk“ gbXML¹². Tento model je zobrazen na následujícím obrázku.



Obrázek 1 Architektura systému (Abanda a kol.; 2014; přeloženo autorem)

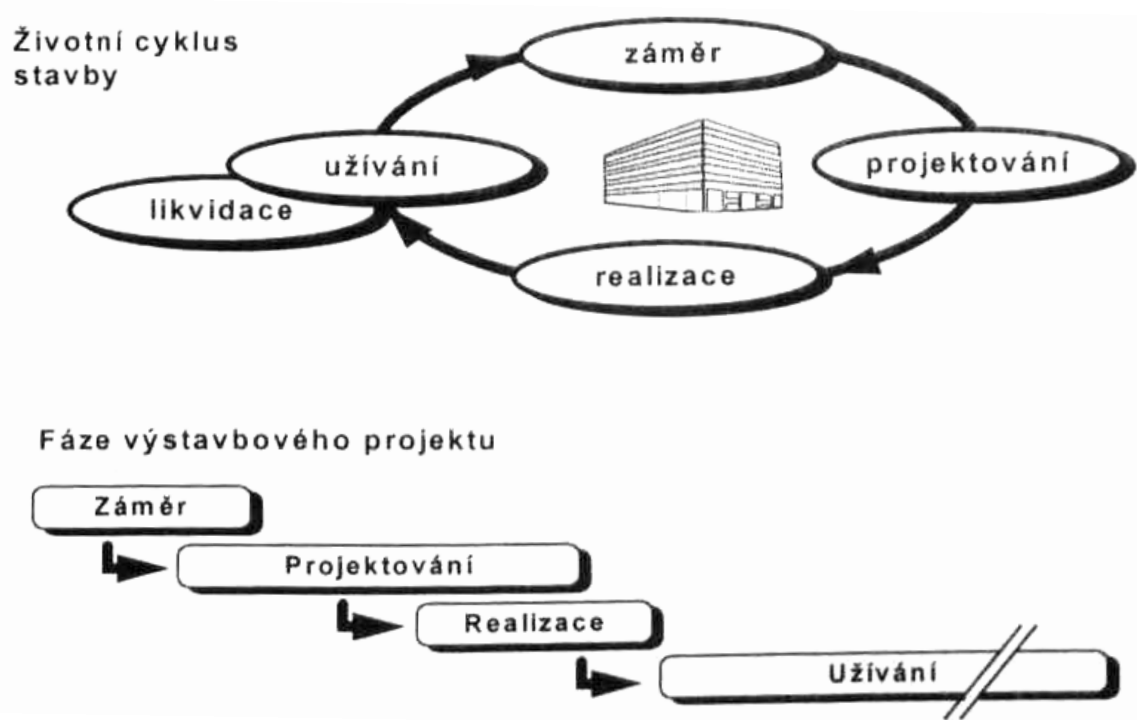
Autoři pak shrnují, že jimi navržený model má umožnit zlepšení podmínek architektů, designérů, projektantů, stavitelů a dalších dotčených osob při realizaci výstavby zohledňující nároky na vázanou energii, emise CO₂ a na environment jako takový.

Dále Abanda a kol. (2014) ve svém dalším článku *Embodied Energy and CO₂ Analyses of Mud-brick and Cement-block*, uvádějí, že při těžbě surovin a výstavbě budov dochází k tomu, že je spotřebována vázaná energie a produkuje se oxid uhličitý (CO₂), což může mít negativní dopad na životní prostředí. Je vhodné tedy volit takové materiály a technologie, které zajistí požadované vlastnosti budovy, ale stejně tak jsou šetrné k životnímu prostředí. Článek je zaměřen na výstavbu v Kamerunu, kde byly porovnávány budovy z cementových tvárnic a z nepálených hliněných cihel. Pro samotnou analýzu byl použit výpočet vázané spotřebované energie a uhlíku a stejně tak ověřovací analýza byla provedena pomocí BIM modelu (viz výše). Autoři zjistili, že vázaná energie pro dům z nepálených cihel dosahuje hodnot 2007,8 MJ/m² a 228,03 kg CO₂/m². Hodnoty pro dům z cementových tvárnic dosahovaly výše 3065,51 MJ/m² a 396,7 kg CO₂/m². Srovnání domů z nepálených cihel a z betonových tvárnic tedy vychází v neprospěch cementových tvárnic, kdy pro oblast vázané spotřebované energie je hodnota 1,5 krát vyšší a pro oblast vázaného

¹¹ Využívá digitálního modelu budovy, který slouží k výměně informací v rámci stavebního procesu, tedy od ideologického záměru, návrhu projektu, samotné výroby, výstavby a používání stavby.

¹² Green Building XML.

spotřebovaného CO₂ je hodnota vyšší 1,7 krát. Dle autorů není možné tento výsledek zcela zobecnit, nicméně i tak naznačuje materiálovou a technologickou rozdílnost, která by měla být v rámci všech částí životního cyklu stavby zohledněna. Dále také uvádí, že průřezem všech metodik stanovení vázané energie a uhlíku je možné dosahovat relativně odlišných výsledků. Tento rozdíl může být dán rozdílností výpočetních metod, okrajovými podmínkami, rozdíly stavebních materiálů, technologií apod.

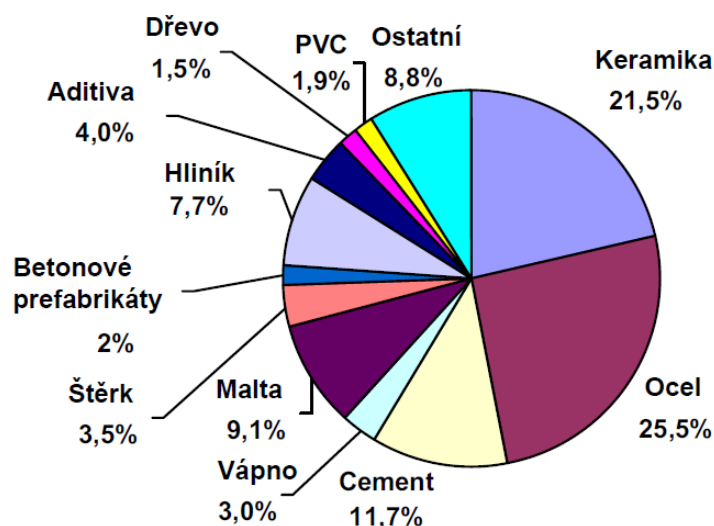


Obrázek 2 Životní cyklus stavby (Hačkajlová, 1998)

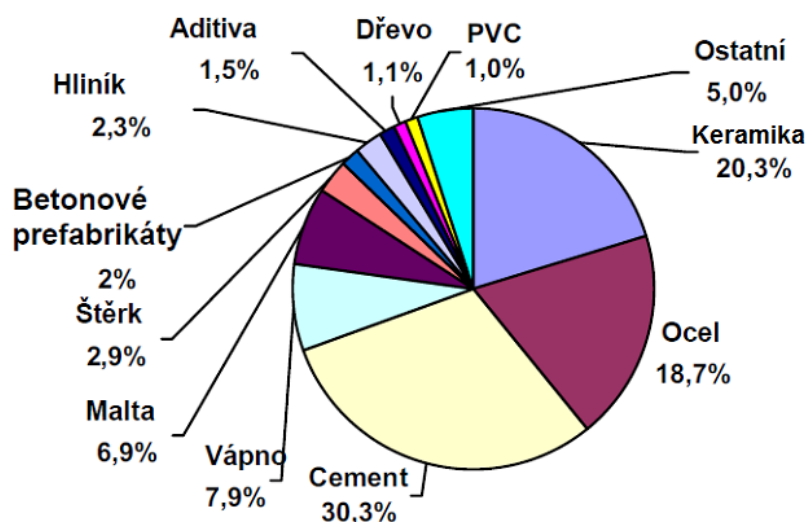
Bribián a kol. (2011) ve svém článku *Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential* uvádí, že stavební průmysl používá velké množství surovin, které také zahrnují vysokou spotřebu energie. Výběr materiálů s vysokým obsahem vázané energie znamená počáteční vysokou úroveň spotřeby energie (fáze výroby budovy), ale také svým způsobem určuje budoucí spotřebu energie, ke které dochází při vytápění, větrání a klimatizaci apod. Autoři provedli analýzu životního cyklu pro nejvíce používané běžné i „ekologické“ stavební materiály. Toto porovnání má vést k tomu, aby bylo možné budovy navrhovat v tzv. ekodesignu, tedy vytvářet takové architektonické a technologické řešení, které neuškodí samotnému návrhu a představě investora, ale stejně tak životnímu prostředí. V článku se hovoří nejen o výstavbě nových budov, ale také o sanaci budov stávajících. Vše má vést k tomu, aby byly podporovány nejlepší dostupné techniky a inovace ve stavebnictví. Pro většinu materiálů analyzovaných ve výše jmenované práci, byl posuzován

dopad ve střednědobém horizontu. Získaná data naznačují, že se jedná o 20 až 30% vyšší dopad než podle dat získaných v jiných studiích. Tyto rozdíly jsou zřejmě způsobeny v širších mezích systémů uvažovaných v jejich studii a dalších hypotézách týkajících se metody posuzování životního cyklu. Autoři uvádějí, že je důležité rozšířit, upravit a harmonizovat stávající databáze zásob stavebních materiálů. Pro usnadnění tohoto úkolu, by měly veřejné instituce naléhat na výrobce materiálů, aby používali tzv. eko značky (např. Environmentální prohlášení o produktu, ISO apod.), které jsou ověřovány nezávislými subjekty, které poskytují standardizované informace. Toto by pak mohlo podněcovat soutěž mezi výrobcí materiálů, a to by mohlo vést k zavádění ekologicky efektivních produktů na trh. Zároveň je v práci uvedeno, že v současné době je při demolici budov, které jsou na konci své životnosti, velmi obtížné oddělit různé materiály a většina materiálu tak skončí na skládkách nebo ve spalovnách. Autoři navrhuje, že by bylo vhodné iniciovat podstatnou změnu ve stavebnictví, kdy by budovy byly montovány pomocí šroubových a dalších typů relativně rozebíratelných spojů. Toto přirovnávají k automobilovému průmyslu, kdy vozidlo je možné po skončení jeho životnosti rozebrat na jednotlivé konstrukční celky a součásti a stejně tak je možné oddělit různé materiály, které je možné recyklovat a znovu použít.

Dále je v práci uvedena výše primární energie na výrobu materiálů potřebných na výstavbu 1 m² a výše emisí CO₂ spojených s výrobou materiálů potřebných pro výstavbu 1 m². Procentuální zastoupení je uvedeno na grafech níže (Graf 1, Graf 2)



Graf 1 Výše primární energie na výrobu materiálů potřebných na výstavbu 1 m² hrubé podlahové plochy (Bribián a kol (2011); přeloženo autorem)



Graf 2 Výše emisí CO₂ spojených s výrobou materiálů potřebných pro výstavbu 1 m² hrubé podlahové plochy (Bribián a kol (2011); přeloženo autorem)

Fay a kol. (2000) publikovali článek *Life-cycle energy analysis of building: a case study*, ve kterém řeší energetickou analýzu životního cyklu. Ve svém článku vysvětlují některé teoretické otázky spojené s analýzou energetického životního cyklu a řeší případovou studii v Austrálii založenou na zmíněné analýze. Autoři například zjistili, že dodatečná tepelná izolace zlepšila životní cyklus jen o málo. Dále se dovídáme, že hodnocení prostřednictvím životního cyklu může poskytnout informace o dosažení rovnováhy mezi vázanou energií a provozní energií s přihlédnutím k očekávané životnosti budovy, dále dopady oprav a rekonstrukcí v různých fázích života. Pokud je provozní energie snížena např. změnou životního stylu uživatele, stále může vázaná energie podstatně zasahovat do environmentální náročnosti budovy apod. Autoři také uvádí, že je možné dosáhnout nulového standardu budovy (z hlediska provozu), ovšem vždy je třeba zohlednit i vázanou energii, svým způsobem obsaženou v použitých materiálech. Energie je součástí širší problematiky udržitelnosti, což obsahuje i vyčerpávání neobnovitelných zdrojů, znečištění přírody z výroby a dopravy, spolu s účinky sociální a ekonomické nespravedlnosti. Kromě toho se autoři domnívají, že nová výstavba není vždy tím nejlepším řešením. Rekonstrukce stávajících budov může nabídnout značné snížení vázané spotřebované energie a také finanční úspory a vyšší celkovou účinnost budovy. U budov se mohou objevovat konstrukční chyby, neefektivní plánování vzduchotechniky a stínící techniky, což představuje příležitosti pro rozvoj optimalizačních strategií. Další možnosti představují náhrady vysoce energeticky náročných materiálů materiály nízko energeticky náročnými, snížení stavebních odpadů, opětovného použití již použitých výrobků, používání produktů s vysokým obsahem recyklovaných materiálů

apod. Autoři uvádějí, že je samozřejmě zapotřebí další výzkum k určení potenciálních přínosů těchto strategií při specifických okolnostech.

Dále se environmentální problematikou zabývá například Hammond a kol (2008) ve svém článku *Embodied energy and carbon in construction materials*¹³, Haynes (2013) ve svém článku *Embodied Energy Calculations within Life Cycle Analysis of Residential Buildings*¹⁴, McHendry a kol. (2013) publikovali článek s názvem *The Embodied Energy and Carbon of Passive House*¹⁵ a Milutiene (2010) článek *House Embodied Energy and Zero Energy Building Concept*¹⁶ apod.

¹³ *Vázaná energie a uhlík ve stavebních materiálech.*

¹⁴ *Výpočet vázané energie analýzou životního cyklu bytových domů.*

¹⁵ *Vázané energie a uhlík pasivního domu.*

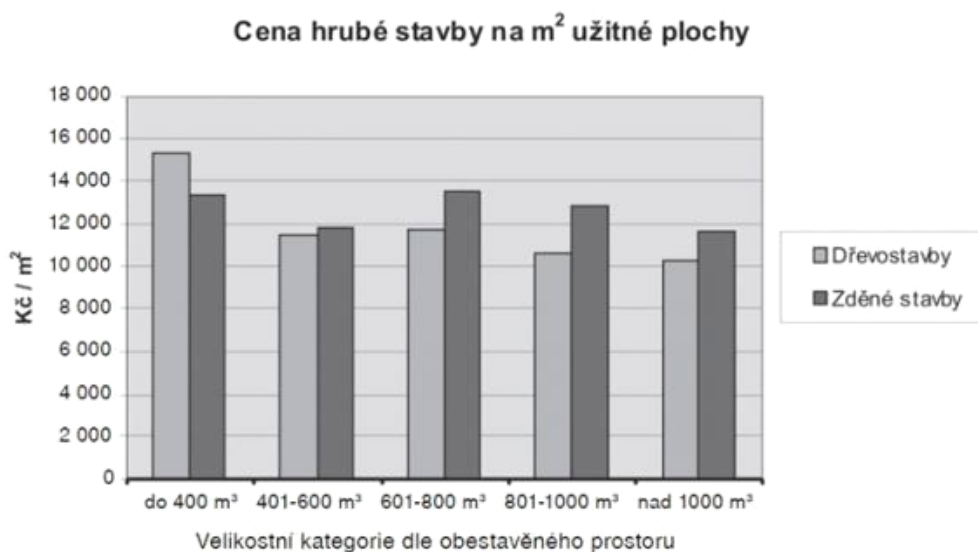
¹⁶ *Vázaná energie domu a domy s nulovým energetickým pojetím.*

4.2 EKONOMICKÉ HLEDISKO

Ekonomickou oblast řeší například Kalousek, Lenoš (2009) ve svém článku s názvem *Porovnání pořizovacích cen dřevostaveb a zděných domů v ČR*. V tomto svém článku popisují současný stav, kdy stavební výroba dřevostaveb v ČR dosahuje relativně nízké úrovně – 4 %. Odkazují na to, že v dalších státech dosahuje zastoupení dřevostaveb v celkové produkci staveb často od 10 do 80 %. V článku jsou statisticky zpracovány veřejně přístupné informace o pořizovacích cenách od čtyřiceti firem působících na českém trhu. Stavby byly rozděleny do různých velikostních kategorií obestavěného prostoru (do 400 m³, 401 - 600 m³, 601 - 800 m³, 801 - 1000 m³ a nad 1000 m³). Mezi podstatné parametry, které autoři řešili, patřila: zastavěná plocha, cena stavby na klíč, užitná plocha, cena projektu, obytná plocha, cena hrubé stavby, obestavěný prostor. Výsledky srovnání byly následující:

„Podle parametru cena / užitná plocha vychází cena hrubé stavby a tím i cena stavby na klíč u dřevostavby velikostní kategorie do 400 m³ obestavěného prostoru vyšší než u zděné stavby. Podle parametru cena / obytná plocha vychází dřevostavby levněji než zděné stavby, pouze u ceny stavby na klíč bez ceny hrubé stavby na m² obytné plochy u velikostní kategorie 801 – 1000 m³ je cena skoro vyrovnaná. Podle parametru cena / obestavěný prostor vychází dřevostavba levněji, pouze u velikostní kategorie 801 – 1000 m³ jsou dřevostavby dražší. Cena hrubé stavby dřevostavby na m³ obestavěného prostoru je u velikostní kategorie do 400 m³ a u velikostní kategorie 801 – 1000 m³ vyšší než u zděné stavby. Cena dřevostavby na klíč bez ceny hrubé stavby na m³ obestavěného prostoru je u velikostní kategorie 801 – 1000 m³ také vyšší než u zděné stavby. Podle parametru cena / užitná plocha a podle parametru cena / obestavěný prostor vychází dřevostavby nejlevněji oproti zděným stavbám u velikostní kategorie 401 – 600 m³, lze to vysvětlit tím, že zde, v oblíbené a časté velikostní kategorii, se snaží výrobci a dodavatelé dřevostaveb specializovat a nabídnout nejvyšší cenovou konkurenční výhodu oproti zděným stavbám. Dřevostavbám se nejobtížněji konkuruje oproti zděným domům u velikostní kategorie do 400 m³, dřevostavby se tento problém snaží částečně řešit výrazným zvýšením podílu obytné plochy oproti užitné ploše těchto domů, a tím tak sníží cenu na m² obytné plochy. Dřevostavby se snaží snižovat ceny na obytnou plochu zvýšením podílu obytné plochy oproti užitné ploše domů u všech velikostních kategorií rodinných domů.“ Je tedy patrné, že porovnáním ceny a užitné plochy, resp. obestavěného prostoru pro různé typy konstrukcí může sloužit nejen ke

vzájemnému porovnání jednotlivých typů konstrukcí, ale také k určitému posouzení „nastavení“ trhu, tedy střetu poptávky a nabídky.



Obrázek 3 Graf ceny hrubé stavby na m² užité plochy (Kalousek, Lenoč, 2009)

Obdobně je možné využít informací Fikara (2009), jenž uvádí orientační ceny rozpočtových ukazatelů stavebních objektů dle měrných jednotek objektů – budovy pro bydlení. Z důvodů kompatibility s předchozími autory byly použity údaje z roku 2009. Fikar uvádí, že budova zděná z cihel, tvárnic a bloků dosahovala cenu 4750 Kč za m³ obestavěného prostoru, zatímco budovy dřevěné a na bázi dřevní hmoty dosahovali cen 6500 za m³ obestavěného prostoru. Fikar (2014) pak uvádí stejné ukazatele, ovšem pro rok 2014. Z těchto hodnot je patrné že došlo k mírnému poklesu cen, ovšem poměr zůstává relativně stejný. Budova zděná z cihel, tvárnic a bloků dosahovala cenu 4700 Kč za m³ obestavěného prostoru, zatímco budovy dřevěné a na bázi dřevní hmoty dosahovali cen 6400 za m³ obestavěného prostoru. Celkový přehled cen rozpočtových ukazatelů stavebních objektů dle měrných jednotek objektů (budovy pro bydlení) pro rok 2014 (II. pololetí) je uveden v následující tabulce.

Tabulka 1 Budovy pro bydlení (Fikar, 2014)

Svislá nosná konstrukce	Měrná jednotka	Kč
Zděná z cihel, tvárnic a bloků	m ³ obestav. prost.	4700
Monolitická betonová tyčová	m ³ obestav. prost.	7200
Monolitická betonová plošná	m ³ obestav. prost.	6100
Montovaná z dílců beton. plošných	m ³ obestav. prost.	5050
Dřevěná a na bázi dřevní hmoty	m ³ obestav. prost.	6400

Grmela (2011) ve svém článku *Nizkorozpočtový pasivní dům z přírodních a recyklovaných materiálů* popisuje problematiku výstavby budov z uvedených materiálů, a to jak z pohledu technického, tak ekonomického, sociálního a ekologického. Článek aplikuje obecná a empiricky získaná fakta na konkrétní projekt výstavby rodinného domu. Celková koncepce představuje individualizovanou výstavbu při zapojení místní komunity¹⁷. Geneze autorovy myšlenky začíná demolicí a recyklováním stávajícího domu z nepálených hliněných cihel (tzv. vepřovic), pokračuje následnou tvorbou domu nového při maximálním využití stávajících stavebních materiálů, použitím stavebních materiálů z blízkého okolí apod. Stavba probíhala svépomocí, resp. s minimálním zapojením stavebních firem a řemeslníků. Ekonomická hlediska stavby svépomocí shledává autor hlavně v oblasti daňové (zdanění práce). Cena takto provedené stavby dosahuje výše přibližně 9 000 Kč na metr čtvereční užitné plochy, což, jak autor uvádí, v porovnání s konvenční výstavbou je výrazně nízká částka¹⁸. Navíc při využití státní podpory (Zelená úsporám) se tato částka může ještě snížit (cca 5 tis. Kč/m² užitné plochy). Celková cena stavby popsané v článku je 811 870 Kč (stavba má 90 m² užitné plochy). Autor environmentální problematiku popisuje spíše obecně a článek neobsahuje konkrétní údaje k vázané energii a vázanému uhlíku, nicméně dle popisu výroby, postupu prací a použitého materiálu je patrné, že tyto veličiny by dosahovaly relativně nízkých hodnot.

Ziegler (2012) se ve své práci zabývá cenovými kalkulacemi. Řeší několik cenových variant pomocí přečeňování původního rozpočtu. Autor řeší konkrétní projekt nízkoenergetického rodinného domu. K oceňování používá dat od společností ÚRS Praha a.s.¹⁹ a RTS Brno a.s.²⁰ Práce obsahuje shrnutí potřebných pojmů užívaných v dané oblasti²¹ a samotné řešení nastolené problematiky. Autorova vzorová stavba je „jednoduchý kubus obdélníkového půdorysu se sedlovou střechou.“ Na tuto stavbu navazuje „přístavba se vstupní částí a garáží, která má plochou střechu.“ Budova je zhotovena stěnovou zděnou konstrukcí z pálených děrovaných cihel. Autor uvádí, že rozpočty se sestávaly z hlavní stavební výro-

¹⁷ Autor uvádí, že „Vedle přátel a příslušníků rodiny zde pracovali absolventi tesařského rekvalifikačního kurzu pracovního úřadu, nezaměstnaní Romové, v rámci terapie drogově závislí, pro relaxaci a ze zájmu o nové stavební postupy i manažeři stavebních firem, studenti, čerství absolventi vysokých škol před nástupem do prvního zaměstnání“.

¹⁸ Autor uvádí cenu konvenční výstavby cca 20 až 25 tisíc Kč na m² užitné plochy.

¹⁹ Program KROS.

²⁰ Program BUILDpower.

²¹ Např. cena, náklady, rozpočet, stavební zakázka, stavba, rozvaha, výkaz zisků a ztrát, cash flow apod.

by (HSV), přidružené stavební výroby (PSV) a vedlejších rozpočtových nákladů (VRN). Původní rozpočet dosahoval hodnot pro hlavní stavební výrobu necelých dva a půl milionu Kč, pro přidruženou stavební výrobu necelých 3,8 milionu Kč a vedlejší rozpočtové náklady dosahovaly necelých 120 tisíc Kč. Úprava původního rozpočtu byla provedena prostřednictvím programu KROS. Úpravou pak došlo ke změně HSV, PSV a VRN. Hlavní stavební výroba dosahovala hodnoty necelých 2,5 mil Kč, vedlejší stavební výroba necelých 3,5 mil Kč a vedlejší rozpočtové náklady dosahovaly necelých 114 tisíc Kč. Těmito zásahy tedy došlo k ponížení původního rozpočtu o částku necelých 200 tisíc Kč. Autor také provedl úpravu původního rozpočtu v programu BUILDpower. Opět celková kalkulace obsahovala části hlavní stavební výroba, pomocná stavební výroba a vedlejší rozpočtové náklady. Celkové náklady po úpravě pro hlavní stavební výrobu dosahovaly výše necelých 2,52 milionu Kč, přidružená stavební výroba necelých 3,8 milionu Kč a vedlejší rozpočtové náklady 120 tisíc Kč. Toto nové přepočítání tedy vedlo k navýšení oproti původnímu rozpočtu o necelých 216 tisíc Kč. Dále pak jsou porovnávány nejen kalkulované ceny, ale i skutečná fakturovaná cena, která je o 150 tisíc Kč vyšší než původní rozpočet. Uvedené rozdíly vedly autora k posouzení, z jakého důvodu jsou v uvedených rozpočtech takové rozdíly. Možné vysvětlení shledal ve vlivu cenových hladin a také v oblasti výrobní režie, správní režie a kalkulovaném zisku. Shledal, že program BUILDpower dosahuje hodnoty 42 % pro výrobní režii, 17 % pro správní režii a 9 % pro zisk. Program KROS pak dosahoval 49 % pro výrobní režii, 26 % pro správní režii a 20 % pro zisk. Uvedené rozdíly jsou tedy výrazné. Autor také shledal rozdílnou logiku výpočtu některých parametrů a režii a navrhl modulaci těchto veličin, vedoucí k bližšímu srovnání. Tyto upravené režie pak opětovně aplikoval do přeceněných rozpočtů. U programu KROS došlo ke snížení ceny o necelého půl milionu Kč, u programu BUILDpower o necelých 600 tisíc Kč. Autor také zpracovává problematiku výkazu zisků a ztrát, další cenové úpravy v podobě změny mezd apod. Shrnuje, že mezi nejdůležitější aspekty, které ovlivňují výslednou cenu, patří: užitá cenová databáze²², ekonomická situace stavební společnosti na trhu a očekávaný hospodářský výsledek a zisk.

Vostrčil (2014) se ve své práci zabývá cenou pozemních staveb. Práce obsahuje obecné pojmy²³, historii cen ve stavebnictví²⁴, druhy cen stavby, stanovení cen staveb apod. Sa-

²² *Stavební firmy mohou užívat cenovou databázi jednotlivých společností poskytující kalkulační programy, je však na nich, zda ceny budou plně akceptovat, nebo zda je upraví dle svých konkrétních podmínek. Stejně tak mohou být rozdíly jednotlivých parametrů programů, jak již autor nastínil.*

²³ *Např. druhy pozemních staveb.*

motné experimentální šetření je zaměřeno na tvorbu položkového rozpočtu stavebního objektu prostřednictvím programu BUILDpower a oceněním prostřednictvím programu NEMExpress²⁵. Autor se zaměřil na skladovací halu tvořenou železobetonovým montovaným skeletem, opláštěným kovovými kazetami vyplněnými tepelnou izolací. Cenu za objekt celkem včetně DPH stanovil autor prostřednictvím programu BUILDpower, a to ve výši 18 128 milionu Kč (cena obestaveného prostoru = 2 492 Kč/m³). Ocenění prostřednictvím programu NEMExpress vedlo ke stanovení částky 20 025 milionu Kč (pro lokalitu Brno Slatina)²⁶ a 31 505 milionu Kč (pro lokalitu Brno Žabovřesky)²⁷. Vostrčil (2014) pak shrnuje, že: „*Konečné ceny stanovené rozpočtem a oceněním se poměrně liší, protože je důležité zvolit správný kalkulační program pro určení ceny ve správnou dobu životního cyklu stavby.*“ Dále uvádí, že „*před výstavbou či v průběhu je na místě stanovení rozpočtu, naopak v době užívání stavby je využíván program pro ocenění, který navíc zohledňuje umístění stavebního objektu, jeho stav, vybavení a další faktory.*“ Z uvedeného textu je tedy patrné, že je vždy třeba posuzovat, za jakým účelem je stanovení ceny stavby realizováno. Rozdílný přístup tedy může být v případech, kdy zainteresované osoby chtějí jen porovnávat stavby mezi sebou, chtějí provádět výstavbu apod.

Autorka Tichá (2005) ve své práci *Systémy a modely podporující rozhodování o ceně stavebního díla* řeší problematiku staveb, jejich názvosloví²⁸, životního cyklu²⁹, dokumentace³⁰ a další. Dále se zabývá cenou z pohledu vývoje a pojetí v ekonomii³¹, ceny v české ekonomice³², ceny ve stavebnictví³³ i samotné ceny stavebního díla³⁴. Autorka také řeší

²⁴ V autorem publikovaném grafu hodnot stavebních prací (1994-2012) je patrné, že od roku 1994 je znatelný růst, kromě let 97/98 a od roku 08 – z makroekonomického pohledu je patrný vliv hospodářských recesí (pozn. autora).

²⁵ Od společnosti Pluto-Olt.

²⁶ Cena obestaveného prostoru = 2 752 Kč/m³.

²⁷ Cena obestaveného prostoru = 4 331 Kč/m³.

²⁸ Zdůraznit je možné procesní a věcný pohled na stavbu.

²⁹ Autorka definuje životní cykly projektu stavby, majetku a životní cyklus činnosti spojené s užitím stavebního díla.

³⁰ Autorka popisuje dokumentaci technickou (výkresovou a textovou) a cenovou, jež jsou užity ve fázích předinvestiční, investiční, provozní a likvidační. Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

³¹ Uvádí objektivní a subjektivní pohled na cenu, a možnosti jejich určení nákladovým způsobem a v rámci trhu.

³² Definuje sjednané (smluvní, které se řídí zákonem o cenách) a vytvořené (zjištěné, které se řídí zákonem o oceňování) ceny.

³³ Oceňování ve stavební výrobě a oceňování staveb a nemovitostí.

³⁴ Tu ovlivňují dle autorky vnitřní a vnější faktory, čas (staticky a dynamicky) apod.

rozhodování a informace, které jsou potřebné pro rozhodování, a samotné rozhodování o ceně stavebního díla³⁵. Podstatnou částí její práce jsou také systémy na podporu rozhodování³⁶, specifikační systémy³⁷ a cenové systémy³⁸. A v neposlední řadě se zabývá modely, konstrukcí vhodného typu modelu³⁹, cenovými modely⁴⁰, modely vývoje cen stavebních materiálů, modelováním cen stavebních děl v odvětví stavebnictví, modelováním cenových ukazatelů majetku v území a další. Podpůrným prostředkem při sestavování její práce (myšleno modelů, analýz apod.) byl program KROS, kancelářský balík od společnosti Microsoft a program MATLAB. Autorka zdůrazňuje, že je třeba k projektu výstavby přistupovat individuálně a vzhledem k zainteresovanosti řady pracovníků je podstatná i efektivní výměna informací. Práce obsahuje i řadu konkrétních řešení nastalých problémů, které vznikly v rámci praxe.

³⁵ *Využívají se metody intuitivní, empirické a exaktní (ty využívají kvantitativní modely, prognózování apod.).*

³⁶ *Uvádí statické a dynamické, speciální a univerzální; popis systému tvrdý a měkký apod.*

³⁷ *Např. volba třídícího znaku, třídění věcné, časové, oblastní; klasifikace stavebních děl (CZ-CC), klasifikace stavebních objektů (JKSO, třídění stavebních konstrukcí a prací (TSKP), standardní klasifikace produkce (SKP), Společný slovník veřejných zakázek (CPV) a další.*

³⁸ *Zdroje informací pro: materiály (výrobci, prodejci...), mzdy (ČSÚ, podnik, trh...), stroje (podnik, konkurence, pronajímatel...), jednotkové ceny (individuální kalkulace, konkurence) a ostatní položky.*

³⁹ *Deskriptivní (dosavadní jevy a procesy), prediktivní (pravděpodobná budoucnost), normativní (požadovaná budoucnost); popisné, prognostické, optimalizační.*

⁴⁰ *Nejčastěji optimalizační a prognostické.*

4.3 STAVEBNÍ HLEDISKO

Stavební pohled této disertační práce se zaměřuje hlavně na materiálovou a konstrukční podstatu staveb. Stavby pro bydlení je možné vyrábět z řady materiálů – ať už přírodně obnovitelných či neobnovitelných (často i obtížně recyklovatelných). Stejně tak z hlediska energie potřebné na vytápění je možné definovat různé typy staveb, resp. staveb o různé materiálové a konstrukční základně.

Dle Hájka (2007) je možné stavby z pohledu technologie výstavby členit na stavby s dřevěnou konstrukcí, konstrukcí z kamene, keramických materiálů, betonové konstrukce, kovové konstrukce apod. Dále je možné uvést konstrukce na bázi slámy a na bázi hlíny.

Dřevěné konstrukce

Dřevěné konstrukce mohou být sestaveny, jak uvádí např. Havířová (2006), z hraněného a deskového řeziva, lepené z hraněného řeziva a dřevěných lamel a konstrukce na bázi dřeva (např. aglomerované materiály, překližky apod.).

Dřevní hmota je užívaná lidstvem pro různé účely již po tisíce let. Zprvu fungovala nejvíce jako stavební materiál, materiál pro výrobu nástrojů a jako palivo. Pro tyto účely setrvalo užití dřeva až do současnosti. Ovšem „moderní“ člověk již užívá dalších technologií pro zpracování dřevní hmoty. Od tvorby řeziva až po tvorbu dezintegrovaných materiálů.

Řezivo je v současnosti jedním z nejvíce vyráběných materiálů z dřevní hmoty. Řezivo je vyráběno z různých druhů dřev. Z listnaté suroviny, z roztroušeně pórovité a kruhovitě pórovité listnaté dřevní hmoty. Parametry řeziva jsou definovány například v těchto normách:

1. ČSN EN 844-12 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 12: Dodatečné termíny a rejstřík
2. ČSN EN 844-2 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 2: Obecné termíny pro kulatinu
3. ČSN EN 844-3 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 3: Obecné termíny vztahující se k řezivu
4. ČSN EN 844-5 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 5: Termíny pro rozměry kulatiny

5. ČSN EN 844-6 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 6: Termíny pro rozměry řeziva

Haviřová (2006) uvádí, že řezivo je také možné různými technologiemi spojovat (lepením, propojením kolíky atd.), a vytvářet tak masivní velkoplošné materiály, případně nosníky často velkých rozměrů. Jedná se pak o lepené lamelové dřevo, KLH panely a další.

Dřevní hmota (zbytky z výroby, příp. recykláty) je také často tzv. dezintegrována (roztřískována, rozmělněna) na různě velké částice a z těchto částic je pak různou technologií (suchou, mokrou) vyroben velkoplošný materiál o různé hustotě (objemové hmotnosti). Dezintegrace na miniaturní částice (vlákna) slouží k výrobě dřevovláknitých desek (DVD), sádrovláknitých desek a dalších. Jestliže jsou částice větší, slouží k výrobě dřevotřískových desek (DTD), cementotřískových desek apod. Určitou samostatnou kapitolou jsou pak OSB desky. Tyto desky se skládají zpravidla ze tří na sebe kolmých vrstev dezintegrované dřevní hmoty. U OSB desek však dřevní hmota není ve formě vláken či třísek, ale ve formě různě dlouhých dřevních pásů (pásků). Dřevní hmotu je také možné loupat či krájet a vyrábět dýhu. Následným slepením dýh je možné vytvořit překližku. Přirozeně existuje velké množství druhů překližek. Dýhu je také možné stříhat na různě rozměrné pásy, které jsou pak následně k sobě lepeny (různými lepidly a technologiemi) a vzniká tak materiál nazývaný Parallam (nosníky) či Intrallam (desky). Dezintegrovanou dřevní hmotu je také možné využít jako tzv. dřevní vlnu, izolační desky z dřevního vlákna apod.

Jak je patrné, dřevní hmotu je tedy možné rozřezat, roztřískovat, rozvláknit, rozkrájet, rozloupat, rozštípat (šindele – střešní krytina) či jinak dezintegrovat. Následně je možné dřevní hmotu použít v získané podobě, případně ji nějakým způsobem opět spojit, přidat různé dřevo ochraňující látky (retardéry hoření, ochranu proti škůdcům,...) a další materiály k získání výrobku požadovaných vlastností a tvaru. V některých případech je dřevní hmota využívána ve svém přirozeném (rostlém tvaru) – v tomto případě je však vhodné dřevo alespoň odkornit, případně impregnovat.

Konstrukce z kamene

Vařeka a Florec (2007) uvádějí, že konstrukce z kamene se sestávají z lomového kamene a z opracovaného kamene. V současnosti jsou konstrukce z kamene v oblasti pozemního stavitelství užity hlavně v oblasti základové a podzákladové, případně při tvorbě různých typů

stěn (opěrné, separační apod.). Samotné užití do obvodových stěn obytných domů již nebývá běžné⁴¹ hlavně kvůli fyzikálním vlastnostem a technologickým možnostem.

Konstrukce z keramických materiálů

Konstrukce z keramických materiálů mohou být sestaveny z cihel a cihelných tvárnic, cihel vyztužených a předpjatých a z cihel z nepálené hlíny. Stejně tak mohou být výrobky z pálené hlíny použity v podobě střešních tašek, obkladů apod., ale tyto již neplní primární konstrukční úlohu. Do této oblasti je možné zahrnout i materiály keramického průmyslu (například sanitární výrobky, potrubí apod.).

Betonové konstrukce

Dle Čírteka (2005) betonové konstrukce bývají zhotoveny z prostého betonu, železobetonu, z předpjatého betonu a lehčeného betonu. Beton je možné použít do vodorovných i svislých konstrukcí a také jako prefabrikát (nosníky, stěny, stropy, tvarovky,...). Druhy betonu jsou definovány buď na základě poměrového složení jednotlivých složek, případně podle pevnostní třídy v tlaku⁴². Je možné se tedy setkat s betony označenými písmenem C a číslicí X lomeno číslice Y. Číslice X označuje pevnost v tlaku na válec a číslice Y pevnost v tlaku na krychli. Obecně je možné dosahovat hodnot od přibližně 5 [MPa] do přibližně 115 [MPa]. Problematika betonových konstrukcí a betonu obecně je velmi široká.

Kovové konstrukce

Kuklík a Studnička (2006) uvádí, že u kovových konstrukcí rozlišujeme konstrukce z oceli, litiny a z ostatních kovů a kovových slitin. Kovové materiály jsou využity jako tzv. armovalní prvky (vyztužení betonu) nebo jako prvky nosné (překlady, nosníky), ochranné (plechová střešní krytina) atd. Při užití kovů ve stavbě je třeba mít na zřeteli vlastnosti daného materiálu. Jednat se může například o pevnostní vlastnosti, stejně tak o vlastnosti v podobě trvanlivosti daného stavebního dílu ve stavbě.

Konstrukce na bázi slámy a hlíny

Minke a Mahlke (2009) uvádí, že konstrukce na bázi slámy a hlíny mohou být tzv. samonosné, kdy nevyžadují dodatečný ztužující konstrukční prvek, případně to mohou být konstrukce nesamonosné, kdy je třeba takovouto stavbu opatřit dalším prostorově ztužujícím

⁴¹ Až na stavby zvláštního charakteru (např. historické budovy apod.).

⁴² Např. dle normy ČSN 73 1205 Betonové konstrukce. Základní ustanovení pro navrhování

systemem. Například stavba z balíků slámy je do určité výšky samonosná, musí však být dodrženy všechny technologické postupy. Pakliže by hrozila nestabilita stavby, je vytvořena „nosná kostra“, která zajistí statickou stabilitu, a sláma pak slouží jako vyplňovací prvek stavby. Obdobně stavby z hlíny. Technologií výstavby z hlíny je velké množství. Základní možnosti jsou stavba z nepálených cihel, stavba z udusané zeminy v bednění⁴³, případně tvorba staveb z pytlů plněných zeminou⁴⁴.

Další přírodní materiály, které jsou užívány v oblasti stavebnictví, jsou například len, ovčí vlna, korek, konopí, sláma apod. Tyto materiály dominantně slouží jako tepelně izolační materiály a mohou být použity například do stěn, stropů, případně jako střešní krytina (sláma – došky). V těchto případech vždy záleží na složení stavebních konstrukcí (odvětrávaná vzduchová mezera apod.).

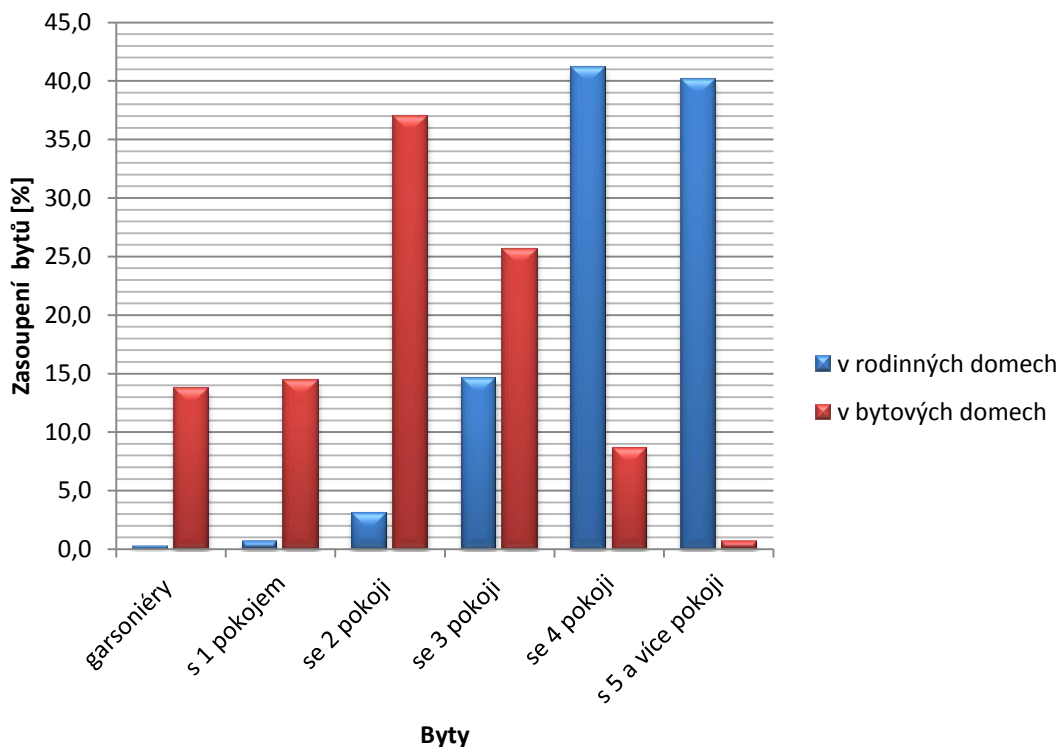
Jak je patrné, uvedené přírodní materiály jsou nejčastěji rostlinného původu (len, konopí, korek, sláma,...), nicméně se používá i ovčí vlna, což je produkt živočišného původu, příp. hlína, což je druh zeminy (horniny). Přirozeně je možné mezi přírodní materiály zahrnout i různé druhy kamene, které jsou použity například do základových konstrukcí, jako střešní krytiny (břidlice) a podobně.

⁴³ Bednění je následně odstraněno.

⁴⁴ Užití pytlů mohou být buď „nekonečné“ nebo v podobě běžných pytlů. Pro tyto konstrukce se také užívá výraz *Earthbag*.

5 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pro návrh konkrétních domů z hlediska reprezentativnosti bylo využito šetření ČSÚ – Dokončené byty v roce 2012. Dle ČSÚ (2012), konkrétně článku *Analýza bytové výstavby v roce 2012*, je patrné, že u bytových domů byly stavěny nejčastěji bytové jednotky se dvěma pokoji. Rodinné domy pak byly dokončeny nejčastěji se čtyřmi pokoji. Z uvedených důvodů volím počet pokojů: 3.



Graf 3 Dokončené byty v roce 2012 podle velikosti (ČSÚ, 2012, upraveno)

Řešení práce si klade za cíl vytvořit syntézu ekonomického, environmentálního a stavební pohledu.

Pro řešení této práce bylo vytvořeno sedm skladeb konstrukcí. Je třeba uvést, že označení jednotlivých typů skladeb není rigidní. Obvodová stěna roubenky a srubu je doplněna o zateplení a dřevěný obklad (jinak by nevyhověly dané normě v oblasti tepelně technických požadavků). Slámová konstrukce pak není samonosná, ale obsahuje dřevěný rám zajišťující potřebnou stabilitu. Seznam konstrukcí je uveden níže:

1. Zděné - cihelné děrované tvárnice
2. Zděné - pórobetonové tvárnice

3. Dřevostavba ze sendvičových panelů
4. Roubenka
5. Srub
6. Panelová konstrukce z masivu (KLH)
7. Sláma

Pro tyto typy materiálů pak byla navrhnutá skladba:

- Obvodová konstrukce (plášť)
- Střešní konstrukce
- Konstrukce podlahy – terén

Pro výše uvedené skladby byl proveden výpočet celkového součinitele prostupu tepla konstrukce dle metodiky viz níže (5.1). Byly užity návrhové součinitele dle Vaverky (2006), Vaverky a kol. (2008), údaje z portálu TZB-info⁴⁵ apod. Přehledný výsledek všech výpočtů je uveden v tabulce níže (Tabulka 24).

⁴⁵ TOPINFO S.R.O. TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov [online]. 2001-2014 [cit. 2014-04-17]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>

5.1 TEPELNĚ-TECHNICKÉ HLEDISKO

Možností porovnání jednotlivých konstrukcí je více. V rámci této práce byla využita metoda výpočtu součinitele prostupu tepla konstrukce. Vaverka (2006) definuje výpočtové vztahy a vzorce pro výpočet součinitele tepla takto:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

U...součinitel prostupu tepla [W/(m²×K)]

Součinitel prostupu tepla je dán jako převrácená hodnota odporu konstrukce při prostupu tepla. Podrobněji je možné vyjádřit odpor konstrukce při prostupu tepla takto:

$$R_T = R_{si} + \sum_j^n R_j + R_{se}$$

R_T ...odpor konstrukce při prostupu tepla [(m²×K)/W]

R_{si} ...odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [(m²×K)/W]

R_{se} ...odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [(m²×K)/W]

$$R = \sum R_j$$

R... tepelný odpor konstrukce [(m²×K)/W]

R_j ...tepelný odpor j-té vrstvy konstrukce [(m²×K)/W]

R_j představuje tepelný odpor j-té konstrukce. V momentě, kdy se konstrukce bude sestávat například z pěti vrstev, je třeba vypočítat dílčí tepelné odpory vrstev. Výpočet tepelného odporu j-té vrstvy lze zjistit takto:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j}$$

d_j...tloušťka j-té vrstvy konstrukce [m]

λ_j...návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu j-té vrstvy konstrukce [W/(m×K)]

Tloušťka j-té vrstvy je dána návrhem dané konstrukce, případně technologickými a výrobními možnostmi daného materiálu. Tloušťka je tedy do velké míry variabilní. Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu j-té vrstvy konstrukce je zjištěnou, resp. naměřenou

hodnotou. Hodnoty tohoto součinitele jsou dostupné v literatuře a na internetu. Je nutné uvést, že hodnoty tohoto součinitele jsou často vyjadřovány v určitém rozmezí. Přesnou hodnotu je možné zjistit v podstatě jen pro silně homogenní materiál a často se naměřená hodnota součinitele s tloušťkou konstrukce mění.

V této práci jsou užity návrhové součinitele dle Vaverky (2006), Vaverky a kol. (2008), údaje z portálu TZB-info⁴⁶ apod.

V následující části jsou uvedeny výpočty součinitelů prostupů tepla pro všech sedm navržených konstrukcí. U jednotných konstrukcí je proveden výpočet pro konstrukce svislé (obvodové), šikmé (střešní) a vodorovné (podlaha - terén). U konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice jsou pro část 2 – šikmá (střešní) konstrukce provedeny dvě varianty výpočtu – pro konstrukci dřevěnou trámovou a konstrukci provedenou technologií zděním z pálených cihel. Dílčí výsledky jsou shrnuty v tabulce níže (Tabulka 24)

5.1.1 Zděné - cihelné děrované tvárnice

5.1.1.1 Svislá (obvodová) konstrukce

Tabulka 2 Výchozí hodnoty svislé konstrukce č. 1.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Minerální přírodně bílá vápeno-cementová jednovrstvě omítka	0,005	0,45
2.	Minerální tepelně izolační perlitová omítka	0,03	0,1
3.	Broušená cihla objemové hmotnosti 640 [kg/m ³]	0,44	0,096
4.	Minerální přírodně bílá vápeno-cementová jednovrstvě omítka	0,01	0,45

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,005}{0,45} + \frac{0,03}{0,1} + \frac{0,44}{0,096} + \frac{0,01}{0,45} = 4,916 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,13 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 4,916 + 0,04 = 5,087 [(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,087} = 0,197 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,3 [W/(m^2 \times K)]$$

⁴⁶ TOPINFO S.R.O. TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov [online]. 2001-2014 [cit. 2014-04-17]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>

$$U = 0,197 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} < U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.1.2 Šikmá (střešní) konstrukce

Tabulka 3 Výchozí hodnoty šikmé konstrukce č. 1.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m \times K)]
1.	Tepelná izolace mezi krokvemi + krokve	0,4	0,05875 ⁴⁷
2.	vzduchová mezera mezi profily	0,03	0,147
3.	Sádrovláknitá deska	0,015	0,21

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,4}{0,05875} + \frac{0,03}{0,147} + \frac{0,015}{0,21} = 7,084 \text{ [(m}^2 \times \text{K)]/W}$$

$$R_{si} = 0,1 \text{ [(m}^2 \times \text{K)]/W}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2 \times \text{K)]/W}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,1 + 7,084 + 0,04 = 7,224 \text{ [(m}^2 \times \text{K)]/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = 0,138 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U_N = 0,24 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U = 0,138 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} < U_N = 0,24 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.1.3 Vodorovná konstrukce (podlaha - terén)

Tabulka 4 Výchozí hodnoty vodorovné konstrukce č. 1.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m \times K)]
1.	Nášlapná vrstva - dlažba keramická	0,018	1,01
2.	Betonová mazanina	0,04	1,2
3.	Separáční vrstva	0,001	0,21
4.	Tepelná izolace PS	0,15	0,038
5.	Protiradonová a hydroizolační izolace	0,002	0,2
6.	Podkladový beton vyztužený	0,15	1,3

⁴⁷ Tato hodnota byla získána aproximací hodnot $\lambda_{izolace}$ (= 0,035) a λ_{krokve} (= 0,15) v poměru Δ 75/25. Alternativní výpočet může být proveden na základě posouzení v místě tepelného mostu a mimo toto místo. Výsledky jsou však v podstatě stejné.

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,018}{1,01} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{0,001}{0,21} + \frac{0,015}{0,038} + \frac{0,002}{0,2} + \frac{0,15}{1,3} = 4,128 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,916 + 0,04 = 4,339 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,339} = 0,230 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U_N = 0,45 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U = 0,230 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} < U_N = 0,45 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.2 Zděné - pórobetonové tvárnice

5.1.2.1 Svislá (obvodová) konstrukce

Tabulka 5 Výchozí hodnoty svislé konstrukce č. 2

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Vnější omítka	0,022	0,8
2.	Tvárnice z autoklávovaného pórobetonu kategorie I	0,375	0,08
3.	Vnitřní omítka	0,005	0,8

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,022}{0,8} + \frac{0,375}{0,08} + \frac{0,005}{0,8} = 4,721 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 4,721 + 0,04 = 4,891 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,891} = 0,204 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U = 0,204 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} < U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.2.2 Šikmá (střešní) konstrukce

Varianta I

Tabulka 6 Výchozí hodnoty šikmé konstrukce č. 2 I

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Minerální tepelněizolační deska	0,16	0,045
2.	Pórobetonový prefabrikovaný vyztužený panel	0,16	0,085
3.	Hlazená omítka	0,005	0,8

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,16}{0,045} + \frac{0,16}{0,085} + \frac{0,005}{0,8} = 5,444 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,1 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,1 + 5,444 + 0,04 = 5,584 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,584} = 0,179 \text{ [W/(m}^2\text{×K)]}$$

$$U_N = 0,24 \text{ [W/(m}^2\text{×K)]}$$

$$U = 0,179 \text{ [W/(m}^2\text{×K)]} < U_N = 0,24 \text{ [W/(m}^2\text{×K)]} \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

Varianta II

Tabulka 7 Výchozí hodnoty vodorovné konstrukce č. 2 II

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Tepelná izolace mezi krokvemi + krokve	0,4	0,05875 ⁴⁸
2.	vzduchová mezera mezi profily	0,03	0,147
3.	Sádrovláknitá deska	0,015	0,21

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,4}{0,05875} + \frac{0,03}{0,147} + \frac{0,015}{0,021} = 7,084 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,1 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

⁴⁸ Tato hodnota byla získána aproximací hodnot $\lambda_{izolace}$ (= 0,035) a λ_{krokve} (= 0,15) v poměru Δ 75/25. Alternativní výpočet může být proveden na základě posouzení v místě tepelného mostu a mimo toto místo. Výsledky jsou však v podstatě stejné.

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,1 + 7,084 + 0,04 = 7,224[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,224} = 0,138[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,138 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.2.3 Vodorovná konstrukce (podlaha - terén)

Tabulka 8 Výchozí hodnoty vodorovné konstrukce č. 2

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Nášlapná vrstva - dlažba keramická	0,018	1,01
2.	Betonová mazanina	0,04	1,2
3.	Separáční vrstva	0,001	0,21
4.	Tepelná izolace PS	0,15	0,038
5.	Protiradonová a hydroizolační izolace	0,002	0,2
6.	Podkladový beton vyztužený	0,15	1,3

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,018}{1,01} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{0,001}{0,21} + \frac{0,015}{0,038} + \frac{0,002}{0,2} + \frac{0,15}{1,3} = 4,128 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,17 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04[(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,916 + 0,04 = 4,339[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,339} = 0,230[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,230 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.3 Dřevostavba ze sendvičových panelů

5.1.3.1 Svislá (obvodová) konstrukce

Tabulka 9 Výchozí hodnoty svislé konstrukce č. 3.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Fasádní systém (podkladní tmel s vyztužující sítí + vrchní omítka Baumit)	0,01	0,5
2.	Fasádní polystyrenová deska	0,1	0,035
3.	Sádrovláknitá deska	0,015	0,32
4.	Dřevěná rámová konstrukce 140 + teplená izolace 140 mm	0,14	0,0559 ⁴⁹
5.	Polyethylenová folie	0,0005	0,35
6.	Sádrovláknitá deska	0,015	0,32

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,01}{0,55} + \frac{0,1}{0,035} + \frac{0,015}{0,32} + \frac{0,14}{0,0559} + \frac{0,0005}{0,35} + \frac{0,015}{0,32} = 5,476 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,13 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 5,476 + 0,04 = 5,646 [(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,646} = 0,177 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,3 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,177 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,3 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.3.2 Šikmá (střešní) konstrukce

Tabulka 10 Výchozí hodnoty šikmé konstrukce č. 3.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Tepelná izolace mezi krokve + krokve	0,4	0,05875 ⁵⁰
2.	Latě + kontralatě	0,07	0,13
3.	Parozábrana	0,0005	0,35
4.	Sádrovláknitá deska	0,015	0,32

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,4}{0,05875} + \frac{0,07}{0,13} + \frac{0,0005}{0,35} + \frac{0,015}{0,32} = 7,395 [(m^2 \times K)/W]$$

⁴⁹ Uvedená hodnota byla získána aproximací hodnot $\lambda_{izolace}$ (= 0,035) a λ_{krokve} (= 0,15) v poměru Δ 78/22.

⁵⁰ Tato hodnota byla získána aproximací hodnot $\lambda_{izolace}$ (= 0,035) a λ_{krokve} (= 0,15) v poměru Δ 75/25. Alternativní výpočet může být proveden na základě posouzení v místě tepelného mostu a mimo toto místo. Výsledky jsou však v podstatě stejné.

$$R_{si} = 0,1 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04[(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,1 + 7,395 + 0,04 = 7,535[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,535} = 0,133[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,133 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.3.3 Vodorovná konstrukce (podlaha - terén)

Tabulka 11 Výchozí hodnoty vodorovné konstrukce č. 3.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Nášlapná vrstva - dlažba keramická	0,018	1,01
2.	Betonová mazanina	0,04	1,2
3.	Separáční vrstva	0,001	0,21
4.	Tepelná izolace PS	0,15	0,038
5.	Protiradonová a hydroizolační izolace	0,002	0,2
6.	Podkladový beton vyztužený	0,15	1,3

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,018}{1,01} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{0,001}{0,21} + \frac{0,015}{0,038} + \frac{0,002}{0,2} + \frac{0,15}{1,3} = 4,128 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,17 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04[(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,916 + 0,04 = 4,339[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,339} = 0,230[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,230 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.4 Roubenka

5.1.4.1 Svislá (obvodová) konstrukce

Tabulka 12 Výchozí hodnoty svislé konstrukce č. 4.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Hranol + expanzní páska + skelná vata ⁵¹	0,4	0,15
2.	Tepelná izolace - ovčí vlna	0,06	0,04
3.	Sádrovláknitá deska	0,01	0,32
4.	Dřevěný obklad BO	0,0225	0,18

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,4}{0,15} + \frac{0,06}{0,04} + \frac{0,01}{0,32} + \frac{0,0225}{0,18} = 4,322 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 4,322 + 0,04 = 4,493 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,493} = 0,223 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U = 0,223 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} < U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.4.2 Šikmá (střešní) konstrukce

Tabulka 13 Výchozí hodnoty šikmé konstrukce č. 4.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Tepelná izolace mezi krokve + krokve	0,4	0,05875 ⁵²
2.	Latě + kontralatě	0,07	0,13
3.	Parozábrana	0,0005	0,35
4.	Dřevěný obklad	0,0175	0,18

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,4}{0,05875} + \frac{0,07}{0,13} + \frac{0,0005}{0,35} + \frac{0,0175}{0,18} = 7,445 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,1 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

⁵¹ Expanzní páska a skelná vata slouží jako izolace mezi jednotlivými vrstvami stěny. Vzhledem k celkovému zastoupení pro danou vrstvu je její vliv pro účely tohoto výpočtu zanedbatelný.

⁵² Tato hodnota byla získána aproximací hodnot $\lambda_{izolace}$ (= 0,035) a λ_{krokve} (= 0,15) v poměru Δ 75/25. Alternativní výpočet může být proveden na základě posouzení v místě tepelného mostu a mimo toto místo. Výsledky jsou však v podstatě stejné.

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,1 + 7,445 + 0,04 = 7,586[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,586} = 0,132[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,132 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.4.3 Vodorovná konstrukce (podlaha - terén)

Tabulka 14 Výchozí hodnoty vodorovné konstrukce č. 4.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Nášlapná vrstva - dlažba keramická	0,018	1,01
2.	Betonová mazanina	0,04	1,2
3.	Separáční vrstva	0,001	0,21
4.	Tepelná izolace PS	0,15	0,038
5.	Protiradonová a hydroizolační izolace	0,002	0,2
6.	Podkladový beton vyztužený	0,15	1,3

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,018}{1,01} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{0,001}{0,21} + \frac{0,015}{0,038} + \frac{0,002}{0,2} + \frac{0,15}{1,3} = 4,128 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,17 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04[(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,916 + 0,04 = 4,339[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,339} = 0,230[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,230 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.5 Srub

5.1.5.1 Svislá (obvodová) konstrukce

Tabulka 15 Výchozí hodnoty svislé konstrukce č. 5.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Hranol + expanzní páska + skelná vata ⁵³	0,35	0,15
2.	Tepelná izolace - ovčí vlna	0,06	0,04
3.	Sádrovláknitá deska	0,01	0,32
4.	Dřevěný obklad BO	0,0225	0,18

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,35}{0,15} + \frac{0,06}{0,04} + \frac{0,01}{0,32} + \frac{0,0225}{0,18} = 3,989 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 3,989 + 0,04 = 4,493 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{3,989} = 0,240 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]}$$

$$U = 0,240 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} < U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2 \times \text{K)]} \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N

5.1.5.2 Šikmá (střešní) konstrukce

Tabulka 16 Výchozí hodnoty šikmé konstrukce č. 5.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Tepelná izolace mezi krokve + krokve	0,4	0,05875 ⁵⁴
2.	Latě + kontralatě	0,07	0,13
3.	Parozábrana	0,0005	0,35
4.	Dřevěný obklad	0,0175	0,18

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,4}{0,05875} + \frac{0,07}{0,13} + \frac{0,0005}{0,35} + \frac{0,0175}{0,18} = 7,445 \text{ [(m}^2 \times \text{K)/W]}$$

⁵³ Expanzní páska a skelná vata slouží jako izolace mezi jednotlivými vrstvami stěny. Vzhledem k celkovému zastoupení pro danou vrstvu je její vliv pro účely tohoto výpočtu zanedbatelný. Tloušťka vrstvy 1. pro tento výpočet je volena jako ekvivalentní k tloušťce klády. Zohledněna je také geometrická nepřesnost přírodní dřevní suroviny, včetně konstrukčního sesazení a přítomnosti dalších geometrických nepřesností.

⁵⁴ Tato hodnota byla získána aproximací hodnot $\lambda_{izolace}$ (= 0,035) a λ_{krokve} (= 0,15) v poměru Δ 75/25. Alternativní výpočet může být proveden na základě posouzení v místě tepelného mostu a mimo toto místo. Výsledky jsou však v podstatě stejné.

$$R_{si} = 0,1 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04[(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,1 + 7,445 + 0,04 = 7,586[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,586} = 0,132[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,132 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.5.3 Vodorovná konstrukce (podlaha - terén)

Tabulka 17 Výchozí hodnoty vodorovné konstrukce č. 5.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Nášlapná vrstva - dlažba keramická	0,018	1,01
2.	Betonová mazanina	0,04	1,2
3.	Separáční vrstva	0,001	0,21
4.	Tepelná izolace PS	0,15	0,038
5.	Protiradonová a hydroizolační izolace	0,002	0,2
6.	Podkladový beton vyztužený	0,15	1,3

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,018}{1,01} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{0,001}{0,21} + \frac{0,015}{0,038} + \frac{0,002}{0,2} + \frac{0,15}{1,3} = 4,128 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,17 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04[(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,916 + 0,04 = 4,339[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,339} = 0,230[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,230 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.6 Panelová konstrukce z masivu (KLH)

5.1.6.1 Svislá (obvodová) konstrukce

Tabulka 18 Výchozí hodnoty svislé konstrukce č. 6.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Fasádní systém (podkladní tmel s vyztužující sítí + vrchní omítka Baumit)	0,01	0,5
2.	Fasádní polystyrenová deska	0,12	0,035
3.	Masivní Dřevěný KLH panel DQ	0,2	0,13
4.	Polyethylenová folie	0,0005	0,35
5.	Sádrovláknitá deska	0,015	0,32

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,01}{0,5} + \frac{0,12}{0,035} + \frac{0,2}{0,13} + \frac{0,0005}{0,35} + \frac{0,015}{0,32} = 5,035 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 5,035 + 0,04 = 5,205 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{5,205} = 0,192 \text{ [W/(m}^2\text{×K)]}$$

$$U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2\text{×K)]}$$

$$U = 0,192 \text{ [W/(m}^2\text{×K)]} < U_N = 0,3 \text{ [W/(m}^2\text{×K)]} \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.6.2 Šikmá (střešní) konstrukce

Tabulka 19 Výchozí hodnoty šikmé konstrukce č. 6.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Teplená izolace + rošt opláštění	0,12	0,039
2.	Masivní dřevěný KLH panel DL	0,117	0,13
3.	Dřevěný rošt	0,08	0,12
4.	Parozábrana	0,0005	0,35
5.	Sádrovláknitá deska	0,015	0,32

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,12}{0,039} + \frac{0,117}{0,13} + \frac{0,08}{0,12} + \frac{0,0005}{0,35} + \frac{0,015}{0,32} = 4,691 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$R_{si} = 0,1 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}; R_{se} = 0,04 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,1 + 4,691 + 0,04 = 4,832 \text{ [(m}^2\text{×K)/W]}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,832} = 0,207 [\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})]$$

$$U_N = 0,24 [\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})]$$

$$U = 0,207 [\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})] < U_N = 0,24 [\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.6.3 Vodorovná konstrukce (podlaha - terén)

Tabulka 20 Výchozí hodnoty vodorovné konstrukce č. 6.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Nášlapná vrstva - dlažba keramická	0,018	1,01
2.	Betonová mazanina	0,04	1,2
3.	Separáční vrstva	0,001	0,21
4.	Tepelná izolace PS	0,15	0,038
5.	Protiradonová a hydroizolační izolace	0,002	0,2
6.	Podkladový beton vyztužený	0,15	1,3

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,018}{1,01} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{0,001}{0,21} + \frac{0,015}{0,038} + \frac{0,002}{0,2} + \frac{0,15}{1,3} = 4,128 [(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}]$$

$$R_{si} = 0,17 [(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}]; R_{se} = 0,04 [(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,916 + 0,04 = 4,339 [(\text{m}^2 \times \text{K})/\text{W}]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,339} = 0,230 [\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})]$$

$$U_N = 0,45 [\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})]$$

$$U = 0,230 [\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})] < U_N = 0,45 [\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.7 Sláma

5.1.7.1 Svislá (obvodová) konstrukce

Tabulka 21 Výchozí hodnoty svislé konstrukce č. 7.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Hliněná omítka	0,01	0,461
2.	Rákosový panel	0,02	0,05
3.	Zavětrování - šikmé bednění	0,024	0,14
4.	Slaměné balíky + dřevěná rámová konstrukce 140	0,4	0,07
5.	Hliněná omítka	0,05	0,461

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,01}{0,461} + \frac{0,02}{0,05} + \frac{0,024}{0,14} + \frac{0,4}{0,07} + \frac{0,05}{0,461} = 6,415 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,13 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,13 + 6,415 + 0,04 = 6,586 [(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{6,586} = 0,152 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,3 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,152 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,3 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.7.2 Šikmá (střešní) konstrukce

Tabulka 22 Výchozí hodnoty šikmé konstrukce č. 7.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Záklop - prkna	0,024	0,13
2.	Tepelná izolace + stropní trám	0,4	0,0625 ⁵⁵
3.	Prkna	0,024	0,13
4.	Parobrzdá	0,0005	0,35
5.	Dřevěný obklad BO	0,0175	0,14

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,024}{0,13} + \frac{0,4}{0,0625} + \frac{0,024}{0,13} + \frac{0,0005}{0,35} + \frac{0,0175}{0,14} = 6,895 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,1 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04 [(m^2 \times K)/W]$$

⁵⁵ Tato hodnota byla získána aproximací hodnot $\lambda_{izolace}$ (= 0,035) a λ_{krokve} (= 0,15) v poměru Δ 75/25. Alternativní výpočet může být proveden na základě posouzení v místě tepelného mostu a mimo toto místo. Výsledky jsou však v podstatě stejné.

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,1 + 6,895 + 0,04 = 7,036[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,063} = 0,142[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,142 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,24 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

5.1.7.3 Vodorovná konstrukce (podlaha - terén)

Tabulka 23 Výchozí hodnoty vodorovné konstrukce č. 7.

Vrstva	Materiál	Tloušťka vrstvy konstrukce d [m]	Návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu λ [W/(m×K)]
1.	Nášlapná vrstva - dlažba keramická	0,018	1,01
2.	Betonová mazanina	0,04	1,2
3.	Separáční vrstva	0,001	0,21
4.	Tepelná izolace PS	0,15	0,038
5.	Protiradonová a hydroizolační izolace	0,002	0,2
6.	Podkladový beton vyztužený	0,15	1,3

$$R = \sum \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{0,018}{1,01} + \frac{0,04}{1,2} + \frac{0,001}{0,21} + \frac{0,015}{0,038} + \frac{0,002}{0,2} + \frac{0,15}{1,3} = 4,128 [(m^2 \times K)/W]$$

$$R_{si} = 0,17 [(m^2 \times K)/W]; R_{se} = 0,04[(m^2 \times K)/W]$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} = 0,17 + 4,916 + 0,04 = 4,339[(m^2 \times K)/W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{4,339} = 0,230[W/(m^2 \times K)]$$

$$U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)]$$

$$U = 0,230 [W/(m^2 \times K)] < U_N = 0,45 [W/(m^2 \times K)] \rightarrow \text{požadavek splněn}$$

Součinitel prostupu tepla konstrukce vyhovuje požadavku ČSN 73 0540-2/2011 z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla U_N .

Celkové výsledky pro jednotlivé vrstvy a konstrukce jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 24 Vypočtené součinitele prostupu tepla [$W/(m^2 \times K)$]

Umístění konstrukce	1. Zděné - cihelné děrované tvárnice	2. Zděné - pórobetonové tvárnice	3. Dřevostavba ze sendvičových panelů	4. Roubenka	5. Srub	6. Panelová konstrukce z masivu (KLH)	7. Sláma	Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2/2011
Obvodová konstrukce - plášť	0,20	0,20	0,18	0,22	0,24	0,19	0,15	0,3
Střešní konstrukce	0,14	0,18 (0,20) ⁵⁶	0,13	0,13	0,13	0,21	0,14	0,30 (nad 45°) 0,24 (do 45°)
Podlaha - terén	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,45
U_C	0,57	0,61	0,54	0,58	0,60	0,63	0,52	

Snahou bylo, aby se v rámci možností jednotlivé konstrukce co nejvíce blížily. Bohužel jsou možnosti vlastností materiálů, výrobního programu a konstrukcí relativně omezené, nicméně i tak bylo komparace do velké míry dosaženo. U_C představuje součet součinitelů prostupu tepla jednotlivých uvedených konstrukcí. Např. základní tepelná ztráta prostupem tepla rovněž uvažuje o součtu součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí s tím, že je dále uvažována plocha ochlazované části konstrukce, výpočtová vnitřní a vnější teplota konstrukce apod. Z toho důvodu byl pro ukazatel U_C volen součet jednotlivých výsledků.

Následují části Stavební, Environmentální a Ekonomické hledisko. V těchto částech jsou shrnuty volené, případně zjištěné skutečnosti. Ve Stavební části jsou uvedena fakta, která pak navazují na část Environmentální a Ekonomickou, resp. environmentální a ekonomická část vychází z řady údajů uvedených ve stavební části. Jedná se hlavně o údaje o skladbě konstrukcí, parametrech apod.

⁵⁶ Hodnota uvedená v tabulce je pro střešní konstrukci z dřevěného trámového krovu s izolací. Hodnota uvedená bez závorky představuje stropní konstrukci z pórobetonu.

5.2 STAVEBNÍ HLEDISKO

Kapitola Stavební hledisko slouží k ozřejmění stavebních, konstrukčních a také materiálových požadavků.

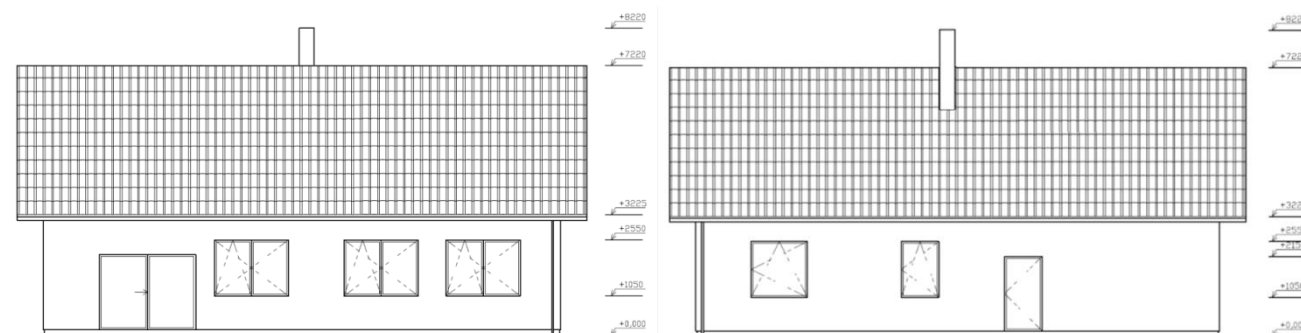
5.2.1 Základní informace

Na základě sestavených modelových konstrukcí byly navrženy nepodsklepené rodinné domy s celkovým zastřešením se sklonem 36°. Rodinný dům by mohl být umístěn na pozemku 98/2 v katastrálním území Hořice u Blanska [710300] (obec Blansko [581283]).

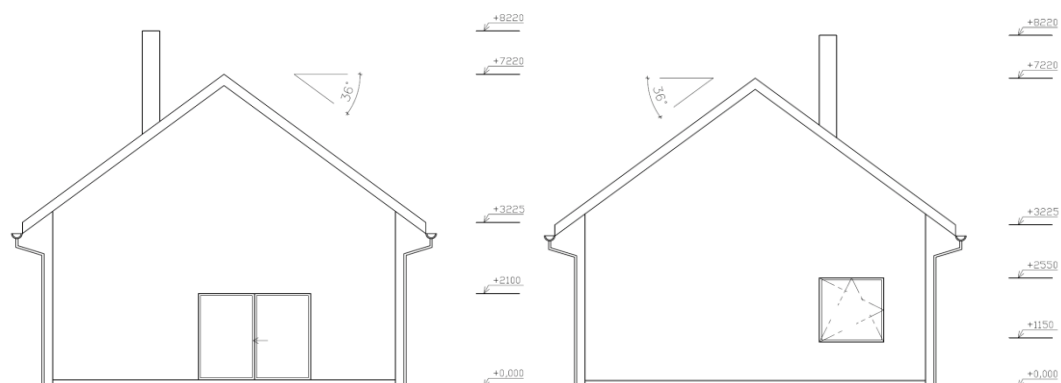


Obrázek 4 Náhled do katastru nemovitostí a schematické umístěním domu

Na jižní straně jsou umístěna okna do kuchyně, koupelny, ložnice a posuvné dveře do jídelny. Na severní straně jsou okna do dětského pokoje, technické místnosti a vstupní dveře. Na západní straně jsou umístěny posuvné dveře do jídelny. Na východní straně je umístěno okno do dětského pokoje.



Obrázek 5 Jižní a severní pohled na budovu



Obrázek 6 Západní a východní pohled na budovu

Základní rozměry vnitřní části stavby jsou 13000 mm × 7000 mm. Vnější rozměr staveb je dán tloušťkou skladby jednotlivých konstrukcí. V budovách jsou vytvořeny vnitřní příčky oddělující jednotlivé místnosti dveřmi (šestkrát 900 × 2000 mm). Příčky jsou zhotoveny z nenosného příčkového zdiva – pórobetonu tloušťky 125 mm. Výška hřebene střechy je 7220 mm. Na základových betonových pasech sahajících do hloubky 900 mm (šířka základových pasů se liší dle tloušťek konstrukce nad základy) je vyrobena železobetonová základová deska o tloušťce 150 mm. Základní výška stěn je 3250 mm, samozřejmě s přihlédnutím k jednotlivým technologiím výstavby. Domy jsou osazeny vchodovými dveřmi (1000 × 2000 mm) a dvěma dveřmi posuvnými (1500 × 2000 mm). Dále jsou v obvodovém plášti instalována jednokřídlová (jednou 800 × 1000 mm, dvakrát 1500 × 1500 mm) a dvoukřídlová (třikrát 1500 × 2000 mm) okna.

V následující tabulce jsou shrnuty celkové rozměry jednotlivých místností.

Tabulka 25 Výkaz výměr místností

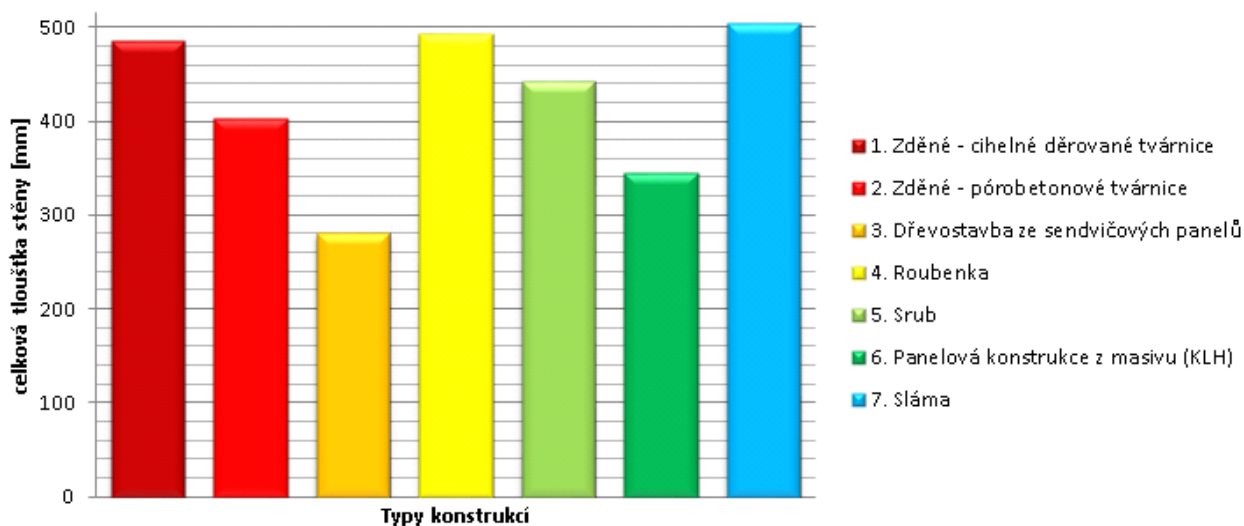
Místnost	Plocha místností [m ²] ⁵⁷
Kuchyň, jídelna, obývací pokoj	33,1
Chodba	10,0
Předsíň	6,0
Technická místnost	5,4
Dětský pokoj	10,5
Ložnice	12,7
WC + koupelna	7,6

V následující tabulce jsou shrnuty celkové tloušťky obvodových stěn pro jednotlivé typy konstrukcí.

Tabulka 26 Celková tloušťka obvodových stěn

Obvodová konstrukce	Celková tloušťka stěny [mm]
1. Zděné - cihelné děrované tvárnice	485
2. Zděné - pórobetonové tvárnice	402
3. Dřevostavba ze sendvičových panelů	280,5
4. Roubenka	492,5
5. Srub	442,5
6. Panelová konstrukce z masivu (KLH)	345,5
7. Sláma	504

Výše uvedenou tabulku je možné vizualizovat na následujícím grafu.

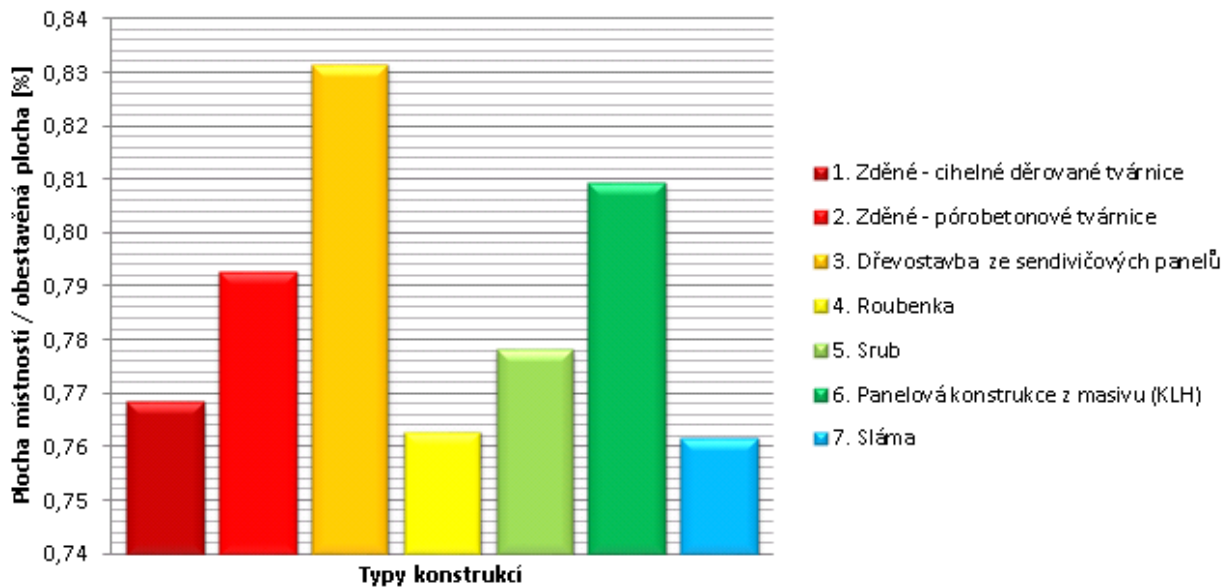


Graf 4 Porovnání celkových tlouštěk obvodových stěn

Z výše uvedených údajů je patrné, že největší tloušťku obvodové stěny při dodržení obdobného součinitele prostupu tepla (viz Tabulka 24) dosahuje konstrukce 7. Sláma, následuje 4.

⁵⁷ Hodnoty jsou zaokrouhleny na jedno desetinné místo.

Roubenka a 1. Zděné - cihelné děrované tvárnice. Celková tloušťka obvodové stěny má také dopad na poměr obestavěné plochy⁵⁸ a plochy místnosti. V těchto modelových příkladech je uvažováno, že plocha místností zůstává konstantní.



Graf 5 Porovnání celkové plochy místností k obestavěné ploše

Plocha místností jednotlivých variant staveb je stejná, ovšem obvodové stěny staveb se vzhledem k typu konstrukce (dodržení obdobného součinitele průstup tepla – viz Tabulka 24) liší. Tento rozdíl je vyjádřen ve výše uvedeném grafu. Z tohoto grafu je logicky patrné, že s růstem tloušťky obvodové stěny se snižuje procentní poměr obestavěné plochy a plochy místností. Nejlépe v uvedeném poměru dopadla konstrukce varianty číslo 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů, následuje varianta číslo 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH) a varianta 2. Zděné - pórobetonové tvárnice.

Tabulka 27 Přehled celkových obestavěných ploch pro jednotlivé konstrukce

Údaj	S_{Z-C}	S_{Z-PI}^{59}	S_D	S_R	S_S	S_P	S_{SL}
Celková obestavěná plocha S [m ²]	110,90	107,48	102,49	111,64	109,46	105,25	111,81

Kde:

⁵⁸ Pozn.: V této práci je užit termín obestavěná plocha, jedná se o ekvivalent zastavěné plochy s tím, že pro objekty polooodkryté a objekty zastřešené bez obvodových svislých konstrukcí je třeba zvolit individuální, upravený postup výpočtu.

⁵⁹ Hodnota S_{Z-PI} je stejná jako $S_{Z-P II}$

S_D ...celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 3.

S_P ...celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 6.

S_R ...celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 4.

S_S ...celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 5.

S_{SL} ...celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 7.

S_{Z-C} ...celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 1.

$S_{Z-P I}$...celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 2 I.

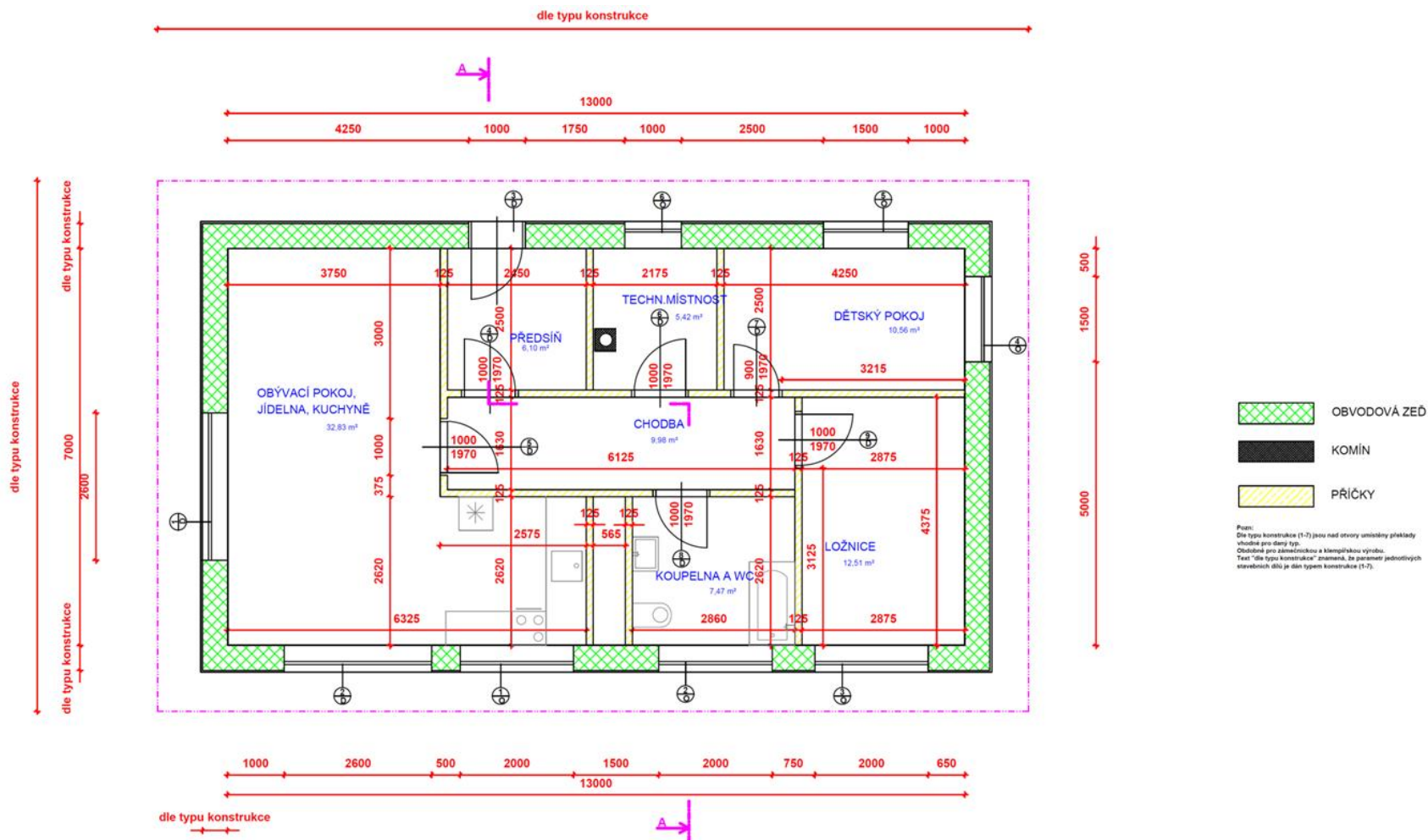
$S_{Z-P II}$...celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 2 II.

Na výše uvedené údaje o tloušťkách stěn jednotlivých konstrukcí navazuje celkové výměry obestavěné plochy (viz tabulka výše). Z této tabulky je patrné, že největší obestavěnou plochu dosahuje konstrukce 7. Sláma, následuje 4. Roubenka a 1. Zděná konstrukce z cihelných děrovaných tvárnic. Tento výsledek vychází z výše uvedených údajů – tedy tloušťky stěn a vnitřního prostoru.

5.2.2 Popis dispozice

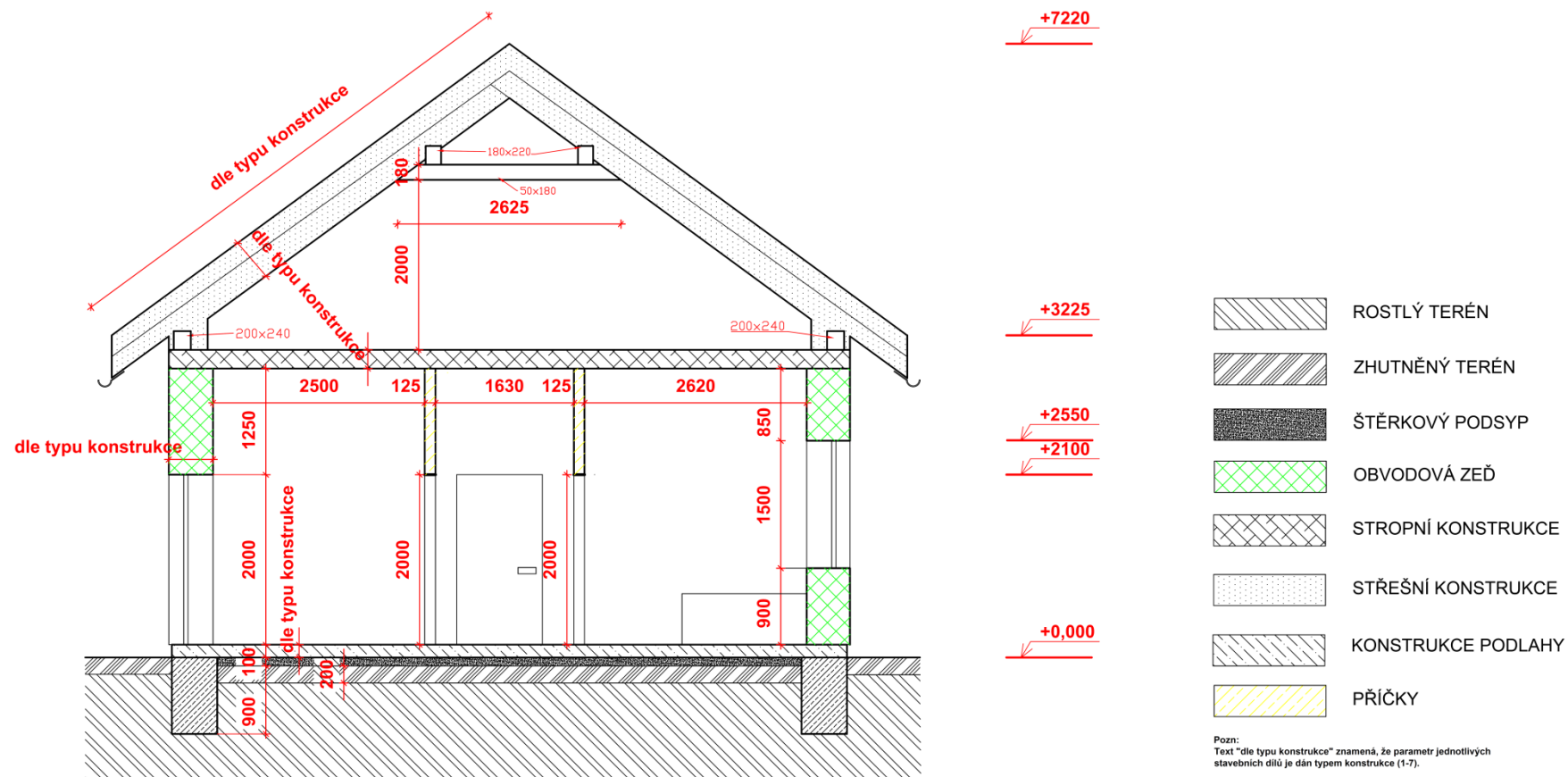
Dispozice domů je řešena jako přízemní. Domy se skládají z předsíně, chodby, technické místnosti, dětského pokoje, ložnice, koupelny s WC a společného obývacího pokoje, jídelny a kuchyně. V rámci této práce nebyla navržena samostatná spíž a úložné prostory, nicméně tyto požadavky by mohly být řešeny skříněmi (vestavěnými i solitérními v rámci prostoru v dispozici). Dispozice umožňuje ze společné jídelny, obývacího pokoje a kuchyně vystoupit posuvnými dveřmi přímo do exteriéru.

Navržené stavby také disponují relativně velkým půdním (podkrovním) prostorem. V rámci této analýzy však bude veden jako zateplený, nicméně nevyužívaný. Na následujícím obrázku je zobrazen řez konstrukcí. Nutno podotknout, že se jedná o objemový pohled na řešenou problematiku. Jednotlivé konstrukční části objektu se liší svoji skladbou.



Obrázek 7 Prostorové schéma objektu⁶⁰

⁶⁰ Dle typu konstrukce (1-7) jsou nad otvory umístěny překlady vhodné pro daný typ. Obdobně pro zámečnickou a klempířskou výrobu. Text "dle typu konstrukce" znamená, že parametr jednotlivých stavebních dílů je dán typem konstrukce (1-7).



Obrázek 8 Řez A-A⁶¹

⁶¹Text "dle typu konstrukce" znamená, že parametr jednotlivých stavebních dílů je dán typem konstrukce (1-7).

5.2.3 Stavební části

5.2.3.1 Zemní práce

Ornice z místa stavby bude shrnuta na zbývající část pozemku tak, aby bylo možné provádět další terénní úpravy a stavební činnosti. Průměrný objem⁶² shrnuté ornice je 23,5 m³. Po ukončení stavebních prací bude shrnutá ornice opětovně využita k terénním úpravám (travnaté plochy, zahrada apod.).

5.2.3.2 Základové konstrukce

Založení objektů je tvořeno na monolitických základových pasech. Na tyto pasy jsou pak umístěny další konstrukce. U zděných konstrukcí jsou cihly (pórobetonové, pálené z děrovaných cihel) loženy, další konstrukce jsou kotveny. Do základových pasů je vložen zemnicí pásek, který je vyveden nad terén. Nad monolitickými základovými pasy je umístěna železobetonová deska (vyztužená ocelovou sítí) a izolační vrstvy (proti vodě a radonu).

5.2.3.3 Svislé konstrukce

Svislé konstrukce se liší dle navržených modelových případů – 7 druhů. Svislé (nosné i nenosné) konstrukce jsou podrobněji popsány níže, resp. výše.

5.2.3.4 Střecha

Konstrukce střechy se opět liší dle navržených modelových případů. Obecně je možné říct, že konstrukce střechy má tři podoby. Je navržena střecha s dřevěným trámovým krovem a izolací, střecha z dřevěných masivních panelů a izolací a střecha z konstrukčního systému z pórobetonu. Konkrétněji jsou skladby uvedeny níže.

5.2.3.5 Izolace proti vodě a radonu

Izolace proti zemní vlhkosti je položena pouze vodorovně a je tvořena soustavou asfaltových pásů. Radonová ochrana je zajištěna pro střední kategorii rizika radonové indexu.

V následující části jsou konkretizovány jednotlivé typy konstrukcí.

⁶² Objem se liší pro jednotlivé konstrukce vzhledem k různé velikosti založení.

5.2.4 Zděné - cihelné děrované tvárnice

Tato konstrukce je provedena z běžných cihelných děrovaných tvárnic. Stavba je založena na dostupných technologiích pro zděné cihelné děrované tvárnice. Základová konstrukce je tvořena z betonových pasů a železobetonové desky. Obvodové stěny jsou tvořeny z cihelných děrovaných tvárnic. Nad otvory pro výplně (okna, dveře) jsou použity nosné překlady. Obvodové zdivo je v horizontální rovině ztuženo věncem. Střešní konstrukce je zhotovena z dřevěného trámového krovu. Krov je opláštěný a zateplený. Součástí stavby je i komínová konstrukce.

5.2.4.1 Obvodová konstrukce (plášť)

Nosná část obvodové konstrukce je tvořena ze zdiva z pálených děrovaných cihel tloušťky 440 mm. Následuje exteriérové a interiérové dokončení stěn.

Tabulka 28 Skladba pláště z materiálu 1. Zděné - cihelné děrované tvárnice

Vrstva	Tloušťka [mm]
Minerální přírodně bílá vápenocementová jednovrstvá omítka	5
Minerální tepelně izolační perlitová omítka	30
Broušená cihla objemové hmotnosti 640 [kg/m ³]	440
Minerální přírodně bílá vápenocementová jednovrstvá omítka	10

5.2.4.2 Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je zhotovena z dřevěného trámového krovu. Mezi krokviemi je umístěna tepelná izolace. Krov je z interiérové části uzavřen sádrovláknitou deskou, z exteriérové strany je umístěna pojistná hydroizolace, latě, kontralatě a střešní krytina.

Tabulka 29 Skladba střešní konstrukce z materiálu 1. Zděné - cihelné děrované tvárnice

Vrstva	Tloušťka [mm]
Skládaná střešní krytina	
Laťování	30
Kontralatě	30
Pojistná hydroizolace (difuzní folie)	0,5
Tepelná izolace mezi krokviemi + krokve	400
vzduchová mezera mezi profily	30
Sádrovláknitá deska	15

5.2.4.3 Konstrukce podlahy – terén

Konstrukce podlahy – hrubé části a nášlapné vrstvy se skládají z šterkového podsypu kladeného na zhutněný terén, podkladového betonu vyztuženého, protiradonové a hydroizo-

lační izolace, tepelné izolace, separační vrstvy, cementového potěru a povrch nášlapné plochy je osazen keramickou dlažbou.

Tabulka 30 Skladba podlahy přiléhající na terén

Vrstva	Tloušťka [mm]
Nášlapná vrstva - dlažba keramická	18
Betonová mazanina	40
Separální vrstva	1
Tepelná izolace PS	150
Protiradonová a hydroizolační izolace	2
Podkladový beton vyztužený	150
Štěrkový podsyp zhutněný	100
Zhutněný terén	

5.2.5 Zděné - pórobetonové tvárnice

Konstrukce z pórobetonových tvárnice má obvodové stěny tvořeny uvedeným pórobetonem. Střešní konstrukce je navržena jak z dřevěného trámového krovu, tak ze speciálních pórobetonových tvárnice a pomocných konstrukcí. Tyto dvě varianty jsou voleny vzhledem k dostupnosti této možnosti a také mají za cíl nastínit ekonomickou a environmentální rozdílnost. Základová konstrukce je stejně jako v předchozím případě tvořena z betonových pasů, na kterých je zhotovena železobetonová deska. Nosné obvodové stěny tvoří pórobetonové tvárnice. Nad výplněmi otvorů jsou umístěny překlady. Obvodová konstrukce je ztužena věncem.

5.2.5.1 Obvodová konstrukce (plášť)

Obvodová konstrukce je tvořena z tvárnice z pórobetonu a z exteriéru a interiéru jsou povrchy dokončeny omítkou.

Tabulka 31 Skladba pláště z materiálu 2. Zděné - pórobetonové tvárnice

Vrstva	Tloušťka [mm]
Vnější omítka	22
Tvárnice z autoklávovaného pórobetonu kategorie I	375
Vnitřní omítka	5

5.2.5.2 Střešní konstrukce

První střešní konstrukce je tvořena z konstrukčního systému s prvky z pórobetonu a dalších pomocných konstrukcí. Interiérové dokončení je provedeno omítkou a exteriérové dokončení je provedeno z kontralátí, latí a pálené střešní krytiny.

Tabulka 32 Skladba střešní konstrukce z materiálu 2. Zděné - pórobetonové tvárnice

Vrstva	Tloušťka [mm]
Střešní krytina	
Laťování	30
Kontralatě	30
Pojistná hydroizolace (difuzní folie)	0,5
Minerální tepelněizolační deska	160
Pórobetonový prefabrikovaný vyztužený panel	160
Hlazená omítka	5

Druhá střešní konstrukce je provedena z dřevěného trámového krovu včetně izolací. Tato konstrukce je obdobná jako u dalších typů konstrukcí (1. Zděné – cihelné děrované tvárnice apod.).

Tabulka 33 Skladba střešní konstrukce „klasická“ z dřevěných trámů - alternativa

Vrstva	Tloušťka [mm]
Střešní krytina	
Laťování	30
Kontralatě	30
Pojistná hydroizolace (difuzní folie)	0,5
Tepelná izolace + krokve	400
Latě + kontralatě	70
Parozábrana	0,5
Sádrovláknitá deska	15

5.2.5.3 Konstrukce podlahy – terén

Konstrukce hrubé a nášlapné části je tvořena z násypu ze zhuštěného šterkového podsypu, následuje podkladový vyztužený beton, protiradonová a hydroizolační izolace, tepelná izolace, separační vrstva, betonová mazanina a nášlapná vrstva.

Tabulka 34 Skladba podlahy přiléhající na terén

Vrstva	Tloušťka [mm]
Nášlapná vrstva - dlažba keramická	18
Betonová mazanina	40
Separací vrstva	1
Tepelná izolace PS	150
Protiradonová a hydroizolační izolace	2
Podkladový beton vyztužený	150
Šterkový podsyp zhuštěný	100
Zhuštěný terén	

5.2.6 Dřevostavba ze sendvičových panelů

Dřevostavba ze sendvičových panelů má standardní založení jako předchozí stavby. Obvodová konstrukce je tvořena z dřevěných sendvičových panelů. Další prvky stavby jsou obdobné jako v předcházejícím případě.

5.2.6.1 Obvodová konstrukce (plášť)

Obvodová konstrukce je tvořena z dřevěného nosného rámu, ve kterém je umístěna tepelná izolace. Z exteriéru i interiéru je rám opláštěný sádrovláknitou deskou. Z exteriérové strany se konstrukce skládá z fasádního systému a polystyrenové tepelné izolace.

Tabulka 35 Skladba pláště sendvičové dřevostavby

Vrstva	Tloušťka [mm]
Fasádní systém (podkladní tmel s vyztužující sítí + vrchní omítka Baumit)	10
Fasádní polystyrenová deska	100
Sádrovláknitá deska	15
Dřevěná rámová konstrukce 140 + teplená izolace 140 mm	140
Polyethylenová folie	0,5
Sádrovláknitá deska	15

5.2.6.2 Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je zhotovena z dřevěného trámového krovu s tepelnou a hydroizolační izolací. Je obdobná jako u předešlých konstrukcí.

Tabulka 36 Skladba střešní konstrukce sendvičové dřevostavby

Vrstva	Tloušťka [mm]
Střešní krytina	
Laťování	30
Kontralatě	30
Pojistná hydroizolace (difuzní folie)	0,5
Teplená izolace + krokve	400
Latě + kontralatě	70
Parozábrana	0,5
Sádrovláknitá deska	15

5.2.6.3 Konstrukce podlahy – terén

Konstrukce hrubé a nášlapné vrstvy podlahy je obdobně jako v předešlých případech zhotovena v níže uvedeném složení.

Tabulka 37 Skladba podlahy přiléhající na terén

Vrstva	Tloušťka [mm]
Nášlapná vrstva - dlažba keramická	18
Betonová mazanina	40
Separáční vrstva	1
Tepelná izolace PS	150
Protiradonová a hydroizolační izolace	2
Podkladový beton vyztužený	150
Štěrkový podsyp zhutněný	100
Zhutněný terén	

5.2.7 Roubenka

Roubené stavby se na území České republiky vyskytují hlavně v oblastech, kde tyto typy staveb byly tradiční. S rostoucí oblibou těchto domů jsou však zhotovovány i na místech, kde nemají tolik zakořeněnou tradici. Tradiční roubenky mají stěny zhotoveny z opracovaných dřevěných hranolů s izolací mezi kládami (dříve se běžně používaly přírodní materiály – hlína, mech apod.). Moderní roubené stavby jsou již o něco dále a využívají moderní technologie a materiály. Vzhledem k tepelně technickým vlastnostem bylo nutné, aby se obvodové stěny neskládaly pouze z dřeva, ale bylo třeba provést dodatečnou vnitřní izolaci.

5.2.7.1 Obvodová konstrukce (plášť)

Obvodová stěna je tvořena z hranolů, mezi kterými je umístěna expanzní páska a tepelná izolace. Tyto materiály mají zajistit lepší tepelně technické vlastnosti. Vzhledem k požadavkům na úsporu energie při vytápění byla vnitřní konstrukce opatřena izolací z ovčí vlny. Interiérová strana je dokončena dřevovláknitou deskou (která zajišťuje mechanickou stabilitu a protipožární odolnost) a pohledová strana je dokončena dřevěným obkladem.

Tabulka 38 Skladba pláště roubenky

Vrstva	Tloušťka [mm]
Hranol + expanzní páska + tepelná izolace	400
Tepelná izolace - ovčí vlna	60
Sádrovláknitá deska	10
Dřevěný obklad	22,5

5.2.7.2 Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je sestavena, jako v předešlých případech, z dřevěného trámového krovu s tím, že interiérové dokončení je provedeno dřevěným obkladem.

Tabulka 39 Skladba střešní konstrukce roubenky

Vrstva	Tloušťka [mm]
Střešní krytina	
Laťování	30
Kontralatě	30
Pojistná hydroizolace (difuzní folie)	0,5
Tepelná izolace + krokve	400
Latě + kontralatě	70
Parozábrana	0,5
Dřevěný obklad	17,5

5.2.7.3 Konstrukce podlahy – terén

Konstrukce podlahy je tvořena z keramické dlažby, betonové mazaniny, separační vrstvy, tepelné izolace, protiradonové a hydroizolační izolace, podkladového vyztuženého betonu a zhutněného štěrkového podsypu.

Tabulka 40 Skladba podlahy přiléhající na terén

Vrstva	Tloušťka [mm]
Nášlapná vrstva - dlažba keramická	18
Betonová mazanina	40
Separální vrstva	1
Tepelná izolace PS	150
Protiradonová a hydroizolační izolace	2
Podkladový beton vyztužený	150
Štěrkový podsyp zhutněný	100
Zhutněný terén	

5.2.8 Srub

Srubová stavba, tzv. kanadský srub, je sestavena z opracovaných klád v podobě kulatiny. Tyto stavby nejsou na území ČR příliš tradiční (např. oproti roubenkám), nicméně se v současnosti dostávají ve velké míře ke slovu.

5.2.8.1 Obvodová konstrukce (plášť)

Obvodová konstrukce srubu je tvořena z opracované kulatiny, mezi kterou je umístěna expanzní páska a tepelná izolace. Z důvodů tepelně technických vlastností je z interiérové strany umístěna tepelná izolace v podobě ovčí vlny, sádrovláknitá deska a dřevěný obklad.

Tabulka 41 Skladba pláště srubu

Vrstva	Tloušťka [mm]
Kláda + expanzní páska + tepelná izolace	350
Tepelná izolace - ovčí vlna	60
Sádrovláknitá deska	10
Dřevěný obklad	22,5

5.2.8.2 Střešní konstrukce

Střešní konstrukce sestává ze střešní krytiny, laťování a kontralatí, pojistné hydroizolace, krokve a tepelné izolace, latí a kontralatí, parozábrany a dřevěného obkladu.

Tabulka 42 Skladba střešní konstrukce srubu

Vrstva	Tloušťka [mm]
Střešní krytina	
Laťování	30
Kontralatě	30
Pojistná hydroizolace (difuzní folie)	0,5
Tepelná izolace + krokve	400
Latě + kontralatě	70
Parozábrana	0,5
Dřevěný obklad	17,5

5.2.8.3 Konstrukce podlahy – terén

Konstrukce podlahy je tvořena z nášlapné vrstvy v podobě keramické dlažby uložené na betonové mazanině, následuje separační vrstva, tepelná izolace, protiradonová a hydroizolační vrstva, vyztužený podkladový beton a štěrkový podsyp zhutněný.

Tabulka 43 Skladba podlahy přiléhající na terén

Vrstva	Tloušťka [mm]
Nášlapná vrstva - dlažba keramická	18
Betonová mazanina	40
Separální vrstva	1
Tepelná izolace PS	150
Protiradonová a hydroizolační izolace	2
Podkladový beton vyztužený	150
Štěrkový podsyp zhutněný	100
Zhutněný terén	

5.2.9 Panelová konstrukce z masivu (KLH)

Stavby na bázi panelové konstrukce z masivu mají stěny z masivního panelového dřeva. Oproti sendvičovým dřevěným konstrukcím jsou o něco těžší, nedosahují však hmotnosti

klasických zděných staveb. Základní typy panelů jsou DQ – povrchové lamely napříč délkou a DL - povrchové lamely jsou podél délky.

5.2.9.1 Obvodová konstrukce (plášť)

Obvodová konstrukce je tvořena z exteriérového fasádního systému, fasádní polystyrenové desky, masivního dřevěného KLH panelu DL, polyetylenové fólie a sádrovláknité desky.

Tabulka 44 Skladba pláště panelové konstrukce z masivu

Vrstva	Tloušťka [mm]
Fasádní systém (podkladní tmel s vyztužující sítí + vrchní omítka)	10
Fasádní polystyrenová deska	120
Masivní Dřevěný KLH panel DL	200
Polyetylenová fólie	0,5
Sádrovláknitá deska	15

5.2.9.2 Střešní konstrukce

Střešní konstrukce se skládá ze střešní krytiny, laťování a kontralatí, pojistné hydroizolace, tepelné izolace a roštu, masivního dřevěného KLH panelu DQ, dřevěného roštu, parozábrany a sádrovláknité desky.

Tabulka 45 Skladba střešní konstrukce panelové konstrukce z masivu

Vrstva	Tloušťka [mm]
Střešní krytina	
Laťování	30
Kontralatě	30
Pojistná hydroizolace (difuzní fólie)	0,5
Teplená izolace + rošt opláštění	120
Masivní dřevěný KLH panel DQ	117
Dřevěný rošt	80
Parozábrana	0,5
Sádrovláknitá deska	15

5.2.9.3 Konstrukce podlahy – terén

Hrubá podlaha a nášlapná vrstva se skládá z nášlapné vrstvy, betonové mazaniny, separační vrstvy, tepelné izolace, protiradonové a hydroizolační izolace, podkladového vyztuženého betonu a štěrkového podsypu.

Tabulka 46 Skladba podlahy přiléhající na terén

Vrstva	Tloušťka [mm]
Nášlapná vrstva - dlažba keramická	18
Betonová mazanina	40
Separáční vrstva	1
Tepelná izolace PS	150
Protiradonová a hydroizolační izolace	2
Podkladový beton vyztužený	150
Štěrkový podsyp zhutněný	100
Zhutněný terén	

5.2.1 Sláma

Budov na bázi slámy může být více druhů. Pro tuto práci byla zvolena technologie skládaných slámových balíků, které jsou umístěny mezi dřevěnou rámovou konstrukcí. Základová konstrukce je volena z betonových pasů a železobetonové desky. Střešní konstrukce je vytvořena z dřevěného trámového stropu s izolací.

5.2.1.1 Obvodová konstrukce (plášť)

Obvodová konstrukce je vytvořena z hliněné omítky, která je nanášena na rákosový panel. Zavětrování je provedeno šikmým bedněním. Hlavní nosná konstrukce obvodové stěny je tvořena dřevěnou rámovou konstrukcí vyplněnou nosnými slaměnými balíky. Interiérová stěna je ošetřena hliněnou omítkou.

Tabulka 47 Skladba pláště budovy ze slámy

Vrstva	Tloušťka [mm]
Hliněná omítka	10
Rákosový panel	20
Zavětrování - šikmé bednění	24
Slaměné balíky + dřevěná rámová konstrukce 140	400
Hliněná omítka	50

5.2.1.2 Střešní konstrukce

Střešní konstrukce je tvořena z dřevěného trámového krovu s tepelnou izolací. Z exteriéru je umístěna střešní krytina a záklop. Z interiérové strany jsou umístěna prkna, parobrzdá a dřevěný obklad.

Tabulka 48 Skladba střešní konstrukce budovy ze slámy

Vrstva	Tloušťka [mm]
Sřešní krytina	
Záklop - prkna	24
Tepelná izolace + stropní trám	400
Prkna	24
Parobrzda	0,5
Dřevěný obklad	17,5

5.2.1.3 Konstrukce podlahy – terén

Podlaha je tvořena z nášlapné vrstvy v podobě keramické dlažby, pod ní je betonová mazanina, separační vrstva, tepelná izolace, protiradonová a hydroizolační izolace, vyztužený podkladový beton a štěrkový zhutněný podsyp.

Tabulka 49 Skladba podlahy přiléhající na terén

Vrstva	Tloušťka [mm]
Nášlapná vrstva - dlažba keramická	18
Betonová mazanina	40
Separální vrstva	1
Tepelná izolace PS	150
Protiradonová a hydroizolační izolace	2
Podkladový beton vyztužený	150
Štěrkový podsyp zhutněný	100
Zhutněný terén	

5.3 ENVIRONMENTÁLNÍ HLEDISKO

V této části jsou zhodnoceny jednotlivé typy konstrukcí z environmentálního hlediska. Pro toto posouzení slouží hodnoty ekvivalentního vázaného uhlíku [kg CO₂e] a vázané energie [MJ]. Pro jednotlivé materiály jsou tyto hodnoty experimentálně stanoveny. Na základě kapitoly 5.2 Stavební pohled jsou definovány jednotlivé rozměry, resp. kubatury užitých materiálů. Je třeba uvést, že byly uvedeny materiály, které dominantně zasahují do konstrukce stavby. Procentuální porovnání uvedené v jednotlivých tabulkách je vztahováno na typ konstrukce 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů = 100 %.

Masters (2001) uvádí, že vázaná spotřeba energie je kvantifikování energie, která je nezbytná přímo v procesu výroby (přímá energie) a energie nezbytná k výrobě zboží (nepřímá spotřeba energie). V případě výstavby je tak spotřebována jak energie přímo v místě staveniště, tak energie nutná pro zhotovení stavebních prostředků. Ve stavebnictví je pak energeticky náročná hlavně přeprava těžkých stavebních materiálů. Vázaná energie v použitých materiálech je pak rozdílná. Například beton je z pohledu vázané energie (ve výrobě a přepravě) středně energeticky náročný, kamenivo nízko energeticky náročné, dřevo nízko (až středně – záleží na formě) a ocel je vysoce energeticky náročná jak na výrobu, tak na přepravu.

Krigger (2008) uvádí, že vázaná energie se zakládá z:

- těžby nebo sklizně surovin (nerosty, biomasa),
- dopravy surovin do výrobního areálu,
- zpracování surovin na stavební výrobky,
- přepravy materiálů na staveniště,
- instalace stavebních materiálů,
- provádění potřebné údržby po dobu životnosti,
- likvidace či recyklace materiálu, pokud bude nahrazen nebo pokud bude budova zbourána.

Howlett a kol. (2009) k vázané energii uvádí, že je svým způsobem vázaná energie ve stavbách v průběhu času cyklicky navyšována (opravy, renovace). Autor také otevírá myšlenku, že k vázané energii v nemovitostech je teoreticky možné také přičíst vázanou ener-

gii veřejné infrastruktury (cesty, inženýrské sítě apod.). I toto může být určitým argumentem pro oblast urbanismu, který zasahuje do tvorby územních plánů, potažmo do problematiky výstavby a sanací území. Krigger (2008) popisuje situaci, jak snížit vázanou energii. Navrhuje tři řešení: stavět malé stavby, provádět raději rekonstrukce než bourat a znovu stavět stavby a používat kvalitní materiály s dlouhou životností. Přirozeně i toto má svá omezení. Ad1 – malá stavba by měla plnohodnotně plnit funkci kvalitního, pohodlného bydlení. Ad2 – v případě staveb v dezolátním stavu je zřejmě lepší postavit novou stavbu. Ad3 – materiály by jistě měly být kvalitní, nicméně jejich životnost by měla v celku odpovídat celkové životnosti stavby.

Na portálu GreenSpec jsou uvedeny hodnoty pro jednotlivé materiály z pohledu vázané energie (viz Tabulka 50).

Tabulka 50 Vybrané materiály a jejich vázaná energie (Greenspec, 2013)

Materiál	Energie [MJ/kg]	Uhlík [kg CO ² e/kg]
Celulózová izolace (volně sypaná výplň)	0,94-3,3	-
Zhutněná zemina (bez cementu)	0,45	0,023
Betonové tvárnice (střední hustota 10 N/mm ²)	0,67	0,073
Vápenčové tvárnice	0,85	-
Beton (např. pro stropní desky) s 50% GGBS RC40	0,88	0,101
Balík slámy	0,91	-
Beton (např. pro stropní desky) s 25% PFA RC40	0,97	0,132
Beton (1:1.5:3 např. pro podlahové desky)	1,11	0,159
Cementová malta (1:3)	1,33	0,208
Sádrová omítka	1,8	0,12
Cihly (běžné)	3	0,24
Pórobetonové tvárnice	3,5	0,3
Pálené jílové dlaždice (tašky)	6,5	0,45
Sádrokarton	6,75	0,38
Glazované kameninové potrubí (DN 500)	7,9	0,52
Dřevo	10	0,72
Řezivo z tvrdého dřeva	10,4	0,86
MDF	11	0,72
Keramické dlaždice	12	0,74
Lepené lamelové dřevo	12	0,87
OSB	15	0,96
Překližka	15	1,07
Sklo	15	0,85
Dřevotříska	16	1,05
Rockwool (deska)	16,8	1,05
Izolační deska z dřevní vlny	20	0,98
Ocel (průměrný obsah recyklátu)	20,1	1,37

Vlna (recyklované) izolace	20,9	-
Linoleum	25	1,21
Železo	25	1,91
Olovo (s 61% recyklátem)	25,21	1,57
Korková izolace	26,00*	-
Pórovité sklo izolační	27	-
Skelná izolace (skelná vata)	28	1,35
Keramická sanitární keramika	29	1,51
Střešní tašky z minerálních vláken	37	2,7
Izolace ze lnu	39,5	1,7
Měď (s recyklátem 37%)	42	2,6
Mořidlo / lak	50	5,35
Asfalt	51	0,38-0,43
Nerez	56,7	6,15
Vinylová podlaha	65,64	2,92
PVC (trubka)	67,5	24,40
PVC (obecně)	77,2	28,1
Pěnový izolační polystyren	88,6	2,55
Polyuretanová izolace (tvrzená pěna)	101,5	3,48
vlněný koberec	106	5,53
Hliník (33 % recyklovaný)	155	8,24
Kobercové dlaždice, nylon (polyamid), hmotnost vlasu 770g/m2	279 MJ/m2	13,7/ m2
Okno rozměru 1200 × 1200 se dvojsklem, plněné argonem		
Dřevěný rám	230-490	12,25
Kryptonem plněné	510	26
Hliníko-dřevěný rám	950-1460	48-75
PVC rám	2150-2470	110-126
Xenonem plněné	4500	229
Hliníkový rám	5470	279
Barvy		
Vodou ředitelné barvy	59	2,12
Rozpouštědlové barvy	97	3,13

* Údaje podle GreenSpec jsou informace získané z veřejně dostupných zdrojů

Na portále Canadian Architec (2013) jsou také uvedeny informace k vázané energii. Při porovnání s tabulkou uvedenou výše je však patné, že jsou určité nuance v hodnotách.

Tabulka 51 Vybrané materiály a jejich vázaná energie (Canadian Architect, 2013)

Materiál	Energie [MJ/kg]
Balík slámy	0,1
Půda	0,24
Kámen (místní)	0,79
Beton (blok)	0,94
Beton (30 MPa)	1,3
Beton prefabrikovaný	2
Dříví	2,5
Cihla	2,5

Celulózová izolace	3,3
Sádkartonová deska	6,1
Dřevotřísková deska	8
Hliník (recyklovaný)	8,1
Ocel (recyklovaná)	8,9
Asfaltové šindele na střeche	9
Překližka	10,4
Minerální vata	14,6
Sklo	15,9
Izolace ze skelné vaty	30,3
Ocel	32
Zinek	51
Mosaz	62
PVC	70
Měď	70,6
Barvy	93,3
Linoleum	116
Polystyrenová izolace	117
Koberec (umělý)	148
Hliník	227

Jako poslední je uvedena databáze, která shrnuje jak vázanou energii, tak i vázaný uhlík. Vázaný uhlík, lépe ekvivalent CO₂, ukazuje, kolik oxidu uhličitého je vyprodukováno v rámci realizace daného materiálu. Tato tabulka je vyextrahována z kompletní databáze autorů Hammonda a Jonese z University of Bath (Velká Británie). Tato databáze je považována za nejadekvátnější pro účely této práce, byť některá data pro praktickou část byla použita i z tabulek výše (většinou z důvodu absence těchto dat v tabulce níže). Tabulky výše slouží spíše ke srovnání různých autorů.

Tabulka 52 Vázaná energie a vázaný uhlík (Hammond, Jones, 2011 - upraveno)

Materiál		Vázaný uhlík [Kg CO ₂ e/kg]	Vázaná energie [MJ/kg]
Hliník	Hliník obecně	155	9,16
	Hliník odlitky	159	9,22
	Hliník lisovaný	154	9,08
	Hliník válcovaný	155	9,18
Asfalt	Asfalt 8% (živice) s pojivem	5,00	0,086
Živice	Živice obecně	51	0,43 - 0,55 *
Mosaz	Mosaz obecně	44	2,64 *
	Primární mosaz	80	4,80 *
	Sekundární mosaz	20	1,20 *
Bronz	Bronz	69,34	-
Koberec	Koberce obecně	74 (187 /m ²)	3,9 (9,8 /m ²)
	Plst' (vlasy a juta) na podložce	CO ₂ jen"	
	Nylon (Polyamid), hustota vlasu 700 g/m ²	180 MJ /m ²	9,7
	Nylon (Polyamid), hustota vlasu 900 g/m ²	230 MJ /m ²	12,7
	Nylon (Polyamid), hustota vlasu 1100 g/m ²	277 MJ /m ²	15,6
	Nylonový (polyamid) koberec, dlažba, hustota vlasu 700 g/m ²	229 MJ /m ²	10,7
	Nylonový (polyamid) koberec, dlažba, hustota vlasu 900 g/m ²	279 MJ /m ²	13,7
	Nylonový (polyamid) koberec, dlažba, hustota vlasu 1100 g/m ²	328 MJ /m ²	16,7
	Polyethylterephthalat (PET)	378 MJ /m ²	19,7
	Polypropylen	106	5,56 CO ₂ jen
	Polyuretan	95,4 (120 MJ/m ²)	4,98 (6,26 /m ²)
	Pryž	CO ₂ jen"	
	Nasycené podkladová plst' (impregnovaná asfaltem nebo dehtem)	72	3,76 CO ₂ jen
	Vlna	68 to 140	3,61 to 7,48 CO ₂ jen
Cement	Všeobecně (Velká Británie vážený průměr)	32	1,65 CO ₂ jen
	Průměrná CEM I Portlandský cement, 94% slinku	106 (84 MJ/m ²)	5,53 (4,38 /m ²)
	6-20% Popílek (CEM II / A-V)	CO ₂ jen"	
	21-35% Popílek (CEM II / B-V)	4,51	0,74

	21-35% GGBS (CEM II/B-S)	5,50	0,95
	36-65% GGBS (CEM III/A)	5,28 to 4,51	0,89 (6%) to
	66-80% GGBS (CEM II/B)	0,76 (20%)	
	Vláknocementové panely - Bez povrchové úpravy	4,45 to 3,68	0,75 to 0,62
	Vláknocementové panely - (Barva) Lakované	4,77 to 4,21	0,77 to 0,65
	Malta (1:3 cement: písek mix)	4,17 to 3,0	0,64 to 0,39
	Malta (1:4)	2,96 to 2,4	0,38 to 0,26
	Malta (1:5)	10,4	1,09 CO2 jen
	Malta (1:6)	15,3	1,28 CO2 jen
	Malta (1 ½: 4 ½ cement: vápno: písek mix)	1,33	0,221
	Malta (1:1:6 cement: vápno: písek mix)	1,11	0,182
	Malta (1:2:9 cement: vápno: písek mix)	0,97	0,156
	Cement Stabilizovaný při 5% zeminy	0,85	0,136
	Cement Stabilizovaný při 8% zeminy	1,34	0,213
Keramika	Keramika všeobecně	1,11	0,174
	Armatura	1,03	0,155
	Sanitární výrobky	0,68	0,061
	Obklady a obkladové desky	0,83	0,084
Jíl a cihly	Jednotlivé výrobky pálené hlíny všeobecně	10	0,70
	Dlaždice	20	1,14
	Glazované kameninové potrubí DN 100 a DN 150	29	1,61
	Glazované kameninové potrubí DN 200 a DN 300	12	0,78
	Glazované kameninové potrubí DN 500	3	0,24
	Cihla	6,2	0,46
	Vápenková cihla	7,0	0,50
Beton	Beton obecně	7,9	0,55
	16/20 MPa	3,0	0,24
	20/25 MPa	6,9 MJ na cihlu	0,55 kgCO2 na cihlu
	25/30 MPa	0,85	-
	28/35 MPa	0,75	0,107
	32/40 MPa	0,7	0,1
Měď	40/50 MPa	0,74	0,107
	Trubky a plechy	0,78	0,113
	Sekundární z nekvalitního odpadu	0,82	0,12
Sklo	Sekundární z vysoce kvalitního odpadu	0,88	0,132
	Prvotní sklo	1	0,151
	Druhotné sklo	42	2,71
	Sklolaminát	50 *	3,1 * CO2
Izolace	Tvrzené sklo	18 *	1,1 * CO2
	Izolace obecně	15	0,91
	Pěnové sklo	11,5	0,59
	Celulóza	28	1,54 CO2 jen
	Korek	23,5	1,35
	Skelná vlákna (Skelná vlna)	45	1,86 CO2 jen
	Len (izolace)	27	-
	Minerální vlna	0,94 - 3,3	-
	Papírová vlny	4	0,19 CO2 jen
	Rockwool (minerální vlna)	28	1,35 CO2 jen
	Dřevitá vlna (volně)	39,5	1,7 CO2 jen
	Dřevitá vlna (desky)	16,6	1,28
	Recyklovaný vlna	20,2	0,63 CO2 jen
Smišené	Argon	6,80	-
	křemičitan vápenatý	2,00	-
	Koberec poduška	18,60	-
	Podkladový koberec	18,50	-
	Celulóza	5,71	-
	Chrom	83,00	-
	Korek	4,00	-
	Bavlna	146,38	-
	Přírodní	350,00	-
	Hydroizolační membrána	134,18	-
	Plst'	36,06	-
	Len	33,50	-
	Popílek	0,09	-
	Koberec všeobecně	135,68	-
	Izolace všeobecně	62,68	-
	Štěrk	0,12	-
	Malta	30,80	-
	Sklolaminát (Glass-reinforced plastic)	97,50	-
	Mandolite - proti požární hmota	63,00	-
	Minerální vlna	21,35	-
Perlit	6,91	-	

	<i>Křemenný prášek</i>	0,85	-
	<i>Minerální vlna Rockwool</i>	18,11	-
	<i>Šindel</i>	11,34	-
	<i>Struska</i>	1,37	-
	<i>Škrob</i>	15,00	-
	<i>Kamenná vlna</i>	15,43	-
	<i>Sláma</i>	0,24	-
	<i>Vermikulit</i>	3,97	-
	<i>Vicuclad - nehořlavé desky</i>	70,00	-
	<i>Vosk</i>	52,00	-
	<i>Vodou ředitelné barvy</i>	50,00	-
	<i>Ověčí vlna</i>	33,23	0,24
Železo	Přírodní železo - statistický průměr	25	2,03 *
Olovo	Olovo obecně	25,2	1,67
Vápno	Vápno obecně	5,3	0,78
Linoleum	Linoleum obecně	25	1,21

U hodnot označených * se mohou vyskytovat statistické odchylky

5.3.1 Zděné - cihelné děrované tvárnice

Hodnoty uvedené níže jsou spočítány na základě vztahů rovněž uvedených níže. První vztah definuje vyčíslení vázaného uhlíku.

$$C_{Z-C} = \sum_{As}^{že} c_{Z-C} \text{ [kg CO}_2\text{e]}$$

c_{Z-C} ... dílčí vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 1.

C_{Z-C} ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 1.

Vztah uvedený níže představuje vyčíslení vázané energie.

$$E_{Z-C} = \sum_{As}^{že} e_{Z-C} \text{ [MJ]}$$

e_{Z-C} ...dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 1.

E_{Z-C} ...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 1.

Dílčí hodnoty byly sečteny a výsledek je uvedený v položce Celkem C_{Z-C} , E_{Z-C} .

Tabulka 53 Souhrn vázaného uhlíku a vázané energie konstrukce 1. Zděné - cihelné děrované tvárnice

Materiál	c_{Z-C} [Kg CO₂e]	e_{Z-C} [MJ]
Asfalt	26,90	1564,05
Beton, cement	759146,68	124922,87
Cihly pálené	37386,75	503908,39
Dřevo	5540,45	76950,72
Izolace z minerální vlny	124489,16	6002,16
Keramická dlaždice	3277,95	53155,96
Měď	87,01	12,61
Nátěrové hmoty	328,51	10180,62
Ovčí vlna	0,00	0,00
Pěnový polystyren	467,15	16231,15
Pórobeton	9178,26	133849,63
PP fólie	7148,21	373,15
Sádrovláknitá deska	51325,49	3706,84
Sklo	285,98	43,18
Sláma	0,00	0,00
Střešní tašky	131,17	1894,61
Štěrk, kamenivo	1301,86	8570,61
Výplně, dřevěný rám	289,63	5908,35
Zemina fasádní	0,00	0,00
Železo	29876,21	391049,9
Celkem C_{Z-C}, E_{Z-C}	1030287	1338325
Celkem [%]	121,5	168,2

Zděná konstrukce z cihelných děrovaných tvárnice obsahuje v dominantním zastoupení v obvodové stěně pálené děrované cihly. Jak je z tabulky výše patrné, vázaný uhlík pálených cihel pro tuto konstrukci dosahuje hodnot 37 tisíc kg CO₂e a vázaná energie 504 tisíc MJ.

Hodnota vázaného spotřebovaného uhlíku pro pálené cihly je pro tuto konstrukci po betonu a izolaci z minerální vlny na pomyslném třetím místě. Co se vázané spotřebované energie týče, je pálená cihla na prvním místě.

Celkově pak v porovnání zděné konstrukce z cihelných děrovaných tvárnice a dřevostavby ze sendvičových panelů je spotřebováno o 21,5 % více vázaného uhlíku a o 68,2 % více vázané spotřebované energie.

5.3.2 Zděné - pórobetonové tvárnice

U tohoto typu konstrukce jsou vytvořeny dva výpočty. První výpočet (Tabulka 53) představuje environmentální vyjádření pro konstrukci z pórobetonových tvárnic, kdy i střešní konstrukce je tvořena z pórobetonu. Druhý výpočet (Tabulka 55) pak představuje konstrukci, kde střešní konstrukce je tvořena z dřevěného trámového krovu s izolací.

V případě první i druhé varianty obsahuje obvodová stěna v dominantním zastoupení pórobetonové tvárnice. Ovšem v druhém případě obsahuje pórobeton i střešní konstrukce.

Varianta I

Hodnoty uvedené níže jsou vyčísleny na základě následujících vztahů. První vztah představuje vyčíslení vázaného uhlíku.

$$C_{Z-P I} = \sum_{AS}^{\check{z}e} c_{Z-P I} \text{ [kg CO}_2\text{e]}$$

$c_{Z-P I}$... dílčí vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 2 I.

$C_{Z-P I}$... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 2 I.

Vztah uvedený níže představuje vyčíslení vázané energie.

$$E_{Z-P I} = \sum_{AS}^{\check{z}e} e_{Z-P I} \text{ [MJ]}$$

$e_{Z-P I}$...dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 2 I.

$E_{Z-P I}$...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 2 I.

Dílčí hodnoty byly následně sečteny a výsledek je uvedený v položce Celkem $C_{Z-P I}$, $E_{Z-P I}$.

Tabulka 54 Souhrn vázaného uhlíku a vázané energie konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice (střešní konstrukce pórobetonové tvárnice)

Materiál	C_{Z-PI} [Kg CO₂e]	e_{Z-PI} [MJ]
Asfalt	26,21	1523,84
Beton, cement	739906,47	121756,76
Cihly pálené	0,00	0,00
Dřevo	549,57	7632,90
Izolace z minerální vlny	0,00	0,00
Keramická dlaždice	3193,68	51789,38
Měď	87,01	12,61
Nátěrové hmoty	325,91	10100,03
Ovčí vlna	0,00	0,00
Pěnový polystyren	467,15	16231,15
Pórobeton	72544,61	1057942,17
PP fólie	6952,61	362,94
Sádrovláknitá deska	0,00	0,00
Sklo	285,98	43,18
Sláma	0,00	0,00
Střešní tašky	127,58	1842,76
Štěrka, kamenivo	1136,51	7482,01
Výplně, dřevěný rám	289,63	5908,35
Zemina fasádní	0,00	0,00
Železo	29108,12	380996,37
Celkem C_{Z-PI}, E_{Z-PI}	855001	1663624
Celkem I [%]	100,8	209,1

Jak je z výpočtu výše patrné, vázaný uhlík pro pórobeton dosahuje hodnot 72,5 tisíc kg CO₂e a vázaná energie 1,058 mil. MJ.

Hodnota vázaného spotřebovaného uhlíku pro pórobeton je pro tuto konstrukci po betonu na druhém místě. Co se týče vázané spotřebované energie, je pórobeton na prvním místě.

Celkově pak v porovnání zděné konstrukce z pórobetonu a dřevostavby ze sendvičových panelů je spotřebováno o 0,8 % více vázaného uhlíku a o 109,1 % více vázané spotřebované energie.

Varianta II

Následující hodnoty jsou vyčísleny na základě vztahů uvedených níže. První vztah představuje vyčíslení vázaného uhlíku.

$$C_{Z-P II} = \sum_{As}^{\check{z}e} c_{Z-P II} \text{ [kg CO}_2\text{e]}$$

$c_{Z-P II}$... dílčí vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 2 II.

$C_{Z-P II}$... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 2 II.

Následující vztah představuje vyčíslení vázané energie pro variantu II.

$$E_{Z-P II} = \sum_{As}^{\check{z}e} e_{Z-P II} \text{ [MJ]}$$

$e_{Z-P II}$... dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 2 II.

$E_{Z-P II}$... vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 2 II.

Výsledek součtu dílčích hodnot je uveden v položce Celkem $C_{Z-P II}$, $E_{Z-P II}$.

Tabulka 55 Souhrn vázaného uhlíku a vázané energie konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice (střešní konstrukce z dřevěných trámů, izolace atd.)

Materiál	$C_{Z-P II}$ [Kg CO₂e]	$e_{Z-P II}$ [MJ]
Asfalt	26,21	1523,84
Beton, cement	739906,47	121756,76
Cihly pálené	0,00	0,00
Dřevo	5495,69	76329,00
Izolace z minerální vlny	123483,36	5953,66
Keramická dlaždice	3193,68	51789,38
Měď	87,01	12,61
Nátěrové hmoty	325,91	10100,03
Ovčí vlna	0,00	0,00
Pěnový polystyren	467,15	16231,15
Pórobeton	60711,47	885375,59
PP fólie	6952,61	362,94
Sádrovláknitá deska	49921,05	3605,41
Sklo	285,98	43,18
Sláma	0,00	0,00
Střešní tašky	127,58	1842,76
Štěrka, kamenivo	1136,51	7482,01
Výplně, dřevěný rám	289,63	5908,35
Zemina fasádní	0,00	0,00
Železo	29108,12	380996,4
Celkem $C_{Z-P II}$, $E_{Z-P II}$	1030287	1569313
Celkem II [%]	120,4	197,2

Jak je patrné z výpočtu uvedeného výše, vázaný uhlík pro pórobeton dosahuje hodnot 60,7 tisíc kg CO₂e a vázaná energie 885 tisíc MJ.

Hodnota vázaného spotřebovaného uhlíku pro pórobeton je pro tuto konstrukci po betonu a izolaci z minerální vlny na třetím místě. Co se týče vázané spotřebované energie, je pórobeton na prvním místě.

Celkově pak v porovnání zděné konstrukce z pórobetonu a dřevostavby ze sendvičových panelů je spotřebováno o 20,4 % více vázaného uhlíku a o 97,2 % více vázané spotřebované energie.

5.3.3 Dřevostavba ze sendvičových panelů

Dílčí hodnoty pro jednotlivé materiály jsou vyjádřeny pomocí následujících vztahů. První vztah definuje vyčíslení vázaného uhlíku.

$$C_D = \sum_{As}^{\check{z}e} c_D \text{ [kg CO}_2\text{e]}$$

c_D ... dílčí vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 3.

C_D ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 3.

Následující vztah představuje vyčíslení vázané energie.

$$E_D = \sum_{As}^{\check{z}e} e_D \text{ [MJ]}$$

e_D ... dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 3.

E_D ... vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 3.

Opět byly dílčí hodnoty sečteny a výsledek je zobrazen v položce Celkem C_D , E_D .

Tabulka 56 Souhrn vázaného uhlíku a vázané energie konstrukce 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů

Materiál	c_D [Kg CO ₂ e]	e_D [MJ]
Asfalt	24,74	1438,61
Beton, cement	511542,55	84177,89
Cihly pálené	0,00	0,00
Dřevo	19327,20	268433,38
Izolace z minerální vlny	183208,49	8833,27
Keramická dlaždice	3059,69	49616,52
Měď	87,01	12,61
Nátěrové hmoty	345,11	10695,06
Ovčí vlna	0,00	0,00
Pěnový polystyren	973,94	33839,66
Pórobeton	9178,26	133849,63
PP fólie	12805,03	668,44
Sádrovláknitá deska	91942,48	6640,29
Sklo	285,98	43,18
Sláma	0,00	0,00
Střešní tašky	124,30	1795,51
Štěrka, kamenivo	838,93	5522,93
Výplně, dřevěný rám	289,63	5908,35
Zemina fasádní	0,00	0,00
Železo	14075,38	184232,7
Celkem C_D, E_D	848109	795708
Celkem [%]	100,0	100,0

U dřevostavby ze sendvičových panelů není možné jednoznačně označit převažující konstrukční materiál, jak tomu bylo v předchozích případech a i v některých následujících. To samozřejmě neznamená, že je všech materiálů v konstrukci stejně, nicméně zastoupení je co do objemu vyrovnanější.

Dřevostavba ze sendvičových panelů slouží jako porovnávací člen = 100 %.

5.3.4 Roubenka

Stejně, jako tomu bylo u předcházejících konstrukcí, i pro konstrukci 4. Roubenka jsou definovány níže uvedené vztahy. První vztah představuje vyčíslení vázaného uhlíku pro danou konstrukci.

$$C_R = \sum_{AS}^{\check{z}e} c_R \text{ [kg CO}_2\text{e]}$$

c_R ... dílčí vázaný uhlík [kg CO₂e] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 4.

C_R ... vázaný uhlík [kg CO₂e] pro konstrukci č. 4.

Vztah uvedený níže představuje vyčíslení vázané energie pro konstrukci 4. Roubenka.

$$E_R = \sum_{AS}^{\check{z}e} e_R \text{ [MJ]}$$

e_R ... dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 4.

E_R ... vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 4.

Dílčí hodnoty byly sečteny a výsledek je uvedený v položce Celkem C_R , E_R .

Tabulka 57 Souhrn vázaného uhlíku a vázané energie konstrukce 4. Roubenka

Materiál	c_R [Kg CO ₂ e]	e_R [MJ]
Asfalt	26,91	1564,62
Beton, cement	602025,61	99067,51
Cihly pálené	0,00	0,00
Dřevo	34613,83	480747,63
Izolace z minerální vlny	125666,14	6058,90
Keramická dlaždice	3279,13	53175,11
Měď	87,01	12,61
Nátěrové hmoty	375,71	11643,32
Ovčí vlna	3183,84	22,98
Pěnový polystyren	486,42	16900,77
Pórobeton	9178,26	133849,63
PP fólie	7185,34	375,08
Sádrovláknitá deska	44194,41	3191,82
Sklo	285,98	43,18
Sláma	0,00	0,00
Střešní tašky	131,85	1904,45
Štěrk, kamenivo	1092,54	7192,57
Výplně, dřevěný rám	289,63	5908,35
Zemina fasádní	0,00	0,00
Železo	7683,85	100574
Celkem C_R, E_R	839786	922232
Celkem [%]	99,0	115,9

Roubená konstrukce obsahuje v dominantním zastoupení v obvodové stěně opracované hraněné dřevo. Jak můžeme vidět v tabulce výše, vázaný uhlík pro dřevo dosahuje hodnot 34,6 tisíc kg CO₂e a vázaná energie 480 tisíc MJ.

Hodnota vázaného spotřebovaného uhlíku pro dřevo je pro tuto konstrukci po betonu, izolaci z minerální vlny a sádrovláknitých deskách na pomyslném čtvrtém místě. Co se týče vázané spotřebované energie, je dřevo na prvním místě.

Celkově pak v porovnání roubené konstrukce a dřevostavby ze sendvičových panelů je spotřebováno o 1 % méně vázaného uhlíku a o 15,9 % více vázané spotřebované energie.

5.3.5 Srub

Hodnoty uvedené v následující tabulce jsou vyčísleny na základě následujících vztahů. První vztah definuje vyčíslení vázaného uhlíku pro konstrukci 5. Srub.

$$C_S = \sum_{As}^{\check{z}e} c_S \text{ [kg CO}_2\text{e]}$$

c_S ... dílčí vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 5.

C_S ... Vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 5.

Vyčíslení vázané energie představuje následující vztah.

$$E_S = \sum_{As}^{\check{z}e} e_S \text{ [MJ]}$$

e_S ...dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 5.

E_S ...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 5.

Dílčí hodnoty byly na základě vztahů uvedených výše sečteny a výsledek je uveden v položce Celkem C_S , E_S .

Tabulka 58 Souhrn vázaného uhlíku a vázané energie konstrukce 5. Srub

Materiál	c_s [Kg CO _{2e}]	e_s [MJ]
Asfalt	26,38	1533,64
Beton, cement	560692,04	92265,78
Cihly pálené	0,00	0,00
Dřevo	31503,00	437541,69
Izolace z minerální vlny	124761,09	6015,27
Keramická dlaždice	3214,20	52122,19
Měď	87,01	12,61
Nátěrové hmoty	385,60	11949,95
Ovčí vlna	3168,67	22,87
Pěnový polystyren	486,42	16900,77
Pórobeton	9178,26	133849,63
PP fólie	7062,77	368,69
Sádrovláknitá deska	43983,81	3176,61
Sklo	285,98	43,18
Sláma	0,00	0,00
Střešní tašky	129,60	1871,96
Štěrka, kamenivo	965,14	6353,83
Výplně, dřevěný rám	289,63	5908,35
Zemina fasádní	0,00	0,00
Železo	7531,7	98582,52
Celkem C_s, E_s	793751	868520
Celkem [%]	93,6	109,2

Konstrukce srubová obsahuje v dominantním zastoupení v obvodové stěně dřevo. Jak je z tabulky výše patrné, vázaný uhlík pro dřevo dosahuje hodnot 31,5 tisíc kg CO_{2e} a vázaná energie 437,5 tisíc MJ.

Hodnota vázaného spotřebovaného uhlíku pro dřevo je pro tuto konstrukci po betonu, izolaci z minerální vlny a sádrovláknitých deskách na pomyslném čtvrtém místě. Pokud jde o vázanou spotřebovanou energii, je dřevo na prvním místě.

Celkově pak v porovnání srubové konstrukce a dřevostavby ze sendvičových panelů je spotřebováno o 6,4 % méně vázaného uhlíku a o 9,2 % více vázané spotřebované energie.

5.3.6 Panelová konstrukce z masivu (KLH)

Hodnoty uvedené v tabulce níže jsou vyčísleny na základě následujících vztahů, kdy první vztah definuje vyčíslení vázaného uhlíku a druhý vztah představuje vyčíslení vázané energie.

$$C_p = \sum_{As}^{že} c_p \text{ [kg CO}_2\text{e]}$$

c_p ... dílčí vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 6.

C_p ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 6.

$$E_{z-c} = \sum_{As}^{že} e_{z-c} \text{ [MJ]}$$

e_p ...dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 6.

E_p ...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 6.

Dílčí hodnoty byly dle vztahů uvedených výše sečteny a výsledek je uveden v položce Celkem C_p , E_p .

Tabulka 59 Souhrn vázaného uhlíku a vázané energie konstrukce 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH)

Materiál	c_p [Kg CO₂e]	e_p [MJ]
Asfalt	25,79	1499,34
Beton, cement	564147,70	92834,43
Cihly pálené	0,00	0,00
Dřevo	36489,58	506799,70
Izolace z minerální vlny	36877,24	1778,01
Keramická dlaždice	3142,32	50956,57
Měď	87,01	12,61
Nátěrové hmoty	324,14	10045,17
Ovčí vlna	0,00	0,00
Pěnový polystyren	1966,22	68316,67
Pórobeton	9178,26	133849,63
PP fólie	12939,22	675,44
Sádrovláknitá deska	92906,00	6709,88
Sklo	285,98	43,18
Sláma	0,00	0,00
Střešní tašky	126,07	1820,97
Štěrk, kamenivo	1001,07	6590,39
Výplně, dřevěný rám	289,63	5908,35
Zemina fasádní	0,00	0,00
Železo	14455,52	189208,5
Celkem C_p, E_p	774242	1077049
Celkem [%]	91,3	135,4

U panelové konstrukce z masivu (KLH) není možné jednoznačně označit převažující konstrukční materiál. Obdobně jako v případě konstrukce č. 3 není všech materiálů ve stavbě stejně, nicméně nelze jako v případech konstrukce 1, 2, 4, 5, 7 určit obsahující dominantní zastoupení.

Celkově pak v porovnání panelové konstrukce z masivu a dřevostavby ze sendvičových panelů je spotřebováno o 8,7 % méně vázaného uhlíku a o 35,4 % více vázané spotřebované energie.

5.3.7 Sláma

Hodnoty dílčího vázaného uhlíku a dílčí vázané energie jsou na základě následujících vztahu sečteny, a je tak získána vázaná energie a vázaný uhlík pro konstrukci 7. Sláma.

$$C_{SL} = \sum_{As}^{\check{e}} c_{SL} \text{ [kg CO}_2\text{e]}$$

c_{SL} ... dílčí vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 7.

C_{SL} ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 7.

$$E_{SL} = \sum_{As}^{\check{e}} e_{SL} \text{ [MJ]}$$

e_{SL} ...dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci č. 7.

E_{SL} ...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 7.

Dílčí hodnoty byly sečteny a výsledek je uveden v položce Celkem C_{SL} , E_{SL} .

Tabulka 60 Souhrn vázaného uhlíku a vázané energie konstrukce 7. Sláma

Materiál	c_{SL} [Kg CO₂e]	e_{SL} [MJ]
Asfalt	26,92	1565,31
Beton, cement	625050,91	102856,48
Cihly pálené	0,00	0,00
Dřevo	14503,82	201441,97
Izolace z minerální vlny	125478,08	6049,84
Keramická dlaždice	3280,59	53198,78
Měď	87,01	12,61
Nátěrové hmoty	188,06	5828,04
Ovčí vlna	0,00	0,00
Pěnový polystyren	481,29	16722,63
Pórobeton	9178,26	133849,63
PP fólie	7197,02	375,69
Sádrovláknitá deska	0,00	0,00
Sklo	285,98	43,18
Sláma	1061,83	442,43
Střešní tašky	132,06	1907,54
Štěrka, kamenivo	1174,86	7734,52
Výplně, dřevěný rám	289,63	5908,35
Zemina fasádní	31,41	614,48
Železo	7687,27	100618,8
Celkem C_{SL}, E_{SL}	796135	639170
Celkem [%]	93,9	80,3

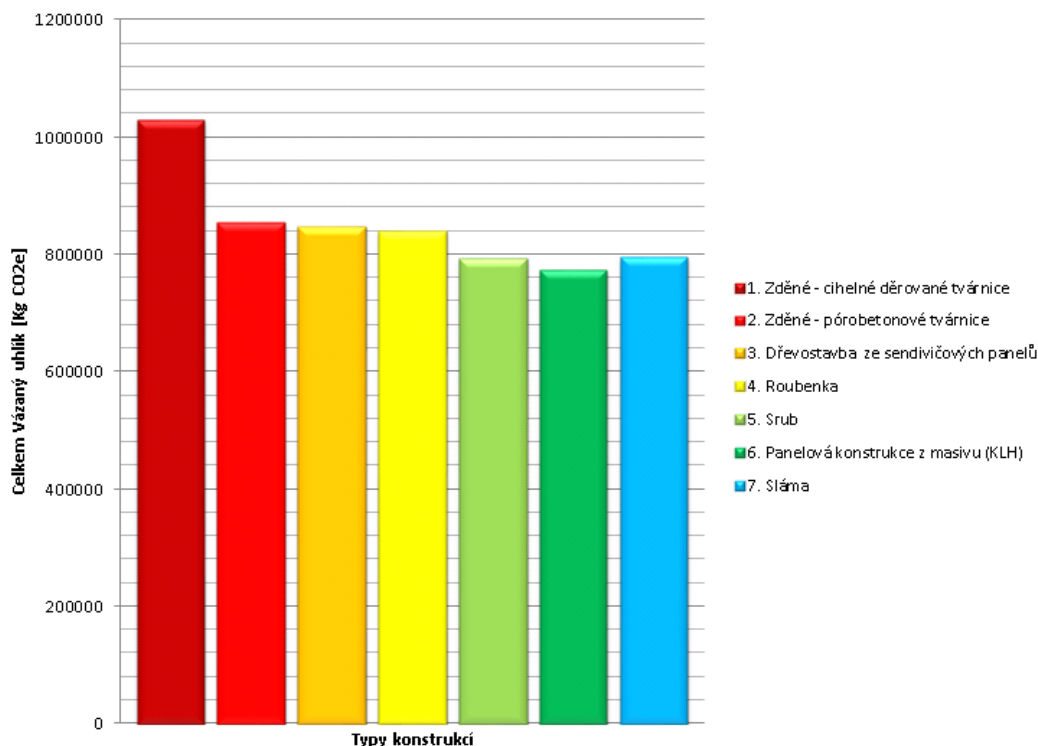
Slámová konstrukce, jak již název napovídá, má v obvodové konstrukci dominantní zastoupení slámy. Při pohledu na tabulku výše je patrné, že vázaný uhlík slámy v obvodové konstrukci dosahuje hodnot 1061,83 kg CO₂e a vázaná energie 442,43 MJ.

Hodnota vázaného spotřebovaného uhlíku pro slámu je pro tuto konstrukci po betonu, izolaci z minerální vlny, dřevu, pórobetonu, železe, PP fólii, keramických dlaždicích a štěrku (kamenivu) na pomyslném devátém místě. Co se týče vázané spotřebované energie, je sláma na čtrnáctém místě.

Celkově pak v porovnání konstrukce ze slámy a dřevostavby ze sendvičových panelů je spotřebováno o 6,1 % méně vázaného uhlíku a o 19,7 % méně vázané spotřebované energie.

5.3.1 Dílčí analýza

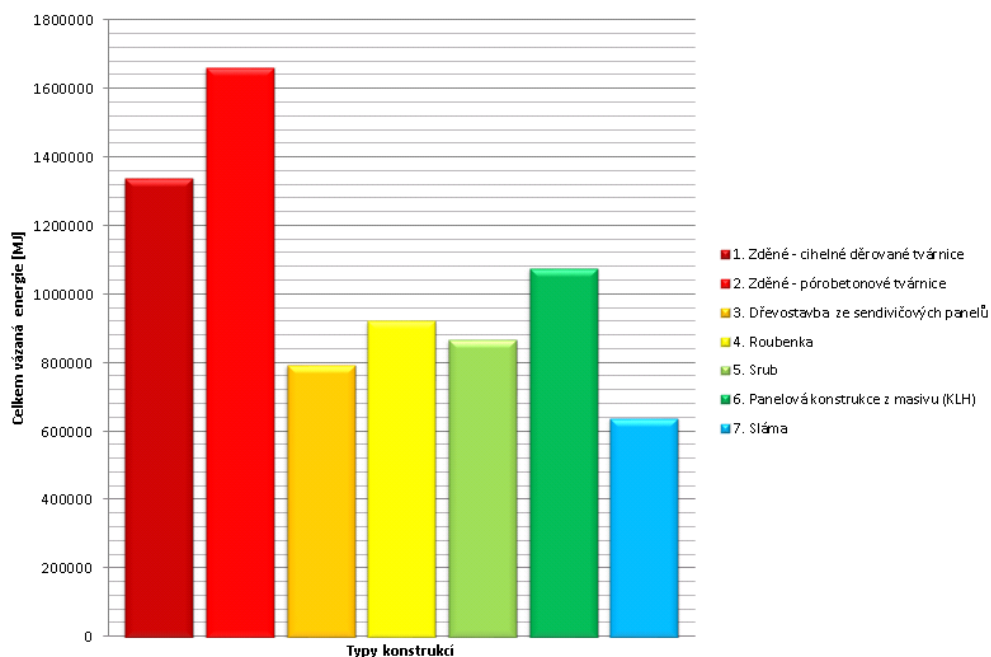
V následujících grafech (Graf 6, Graf 7, Graf 8, Graf 9) jsou zobrazeny jednotlivé konstrukce (1-7) z pohledu celkového vázaného uhlíku [kg CO₂e] a celkové vázané energie [MJ].



Graf 6 Celkový podíl vázaného uhlíku (C_{Z-C} až C_{SL}) u jednotlivých typů konstrukce (2. Zděné - pórobetonové tvárnice střešní konstrukce z pórobetonových tvárnic)

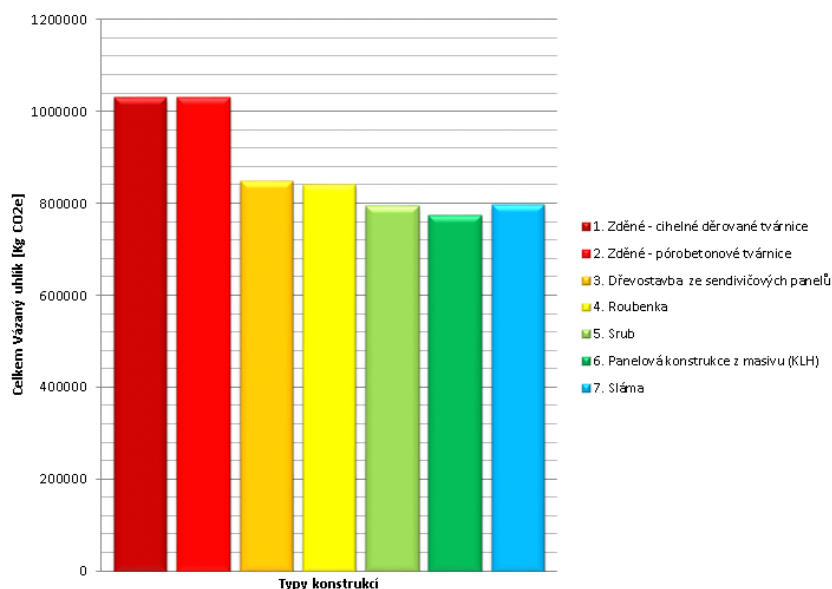
Z grafu výše je patrné, že co do celkového vázaného uhlíku vykazuje největší hodnoty konstrukce 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice, následuje 2. Zděné – pórobetonové konstrukce, 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů, 4. Roubenka, 7. Sláma, 5. Srub a 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH). Jak dále můžeme vidět, co do celkového vázaného spotřebovaného uhlíku je nejnáročnější konstrukce č. 1, další typy konstrukcí dosahují nižší hodnoty (v řádech 200 tis kg CO₂e).

Z následujícího grafu je patrné, že celková vázaná energie je nejvyšší pro konstrukci 2. Zděné – pórobetonové tvárnice, následuje 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice, 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH), 4. Roubenka, 5. Srub, 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů a 7. Sláma. Nejvyšší hodnota konstrukce č. 2 je zapříčiněna tím, že konstrukce střechy je zhotovena z pórobetonového materiálu.



Graf 7 Celkový podíl vázané energie (E_{SL} až E_{SL}) u jednotlivých typů konstrukce (2. Zděné - pórobetonové tvárnice střešní konstrukce z pórobetonových tvárnice)

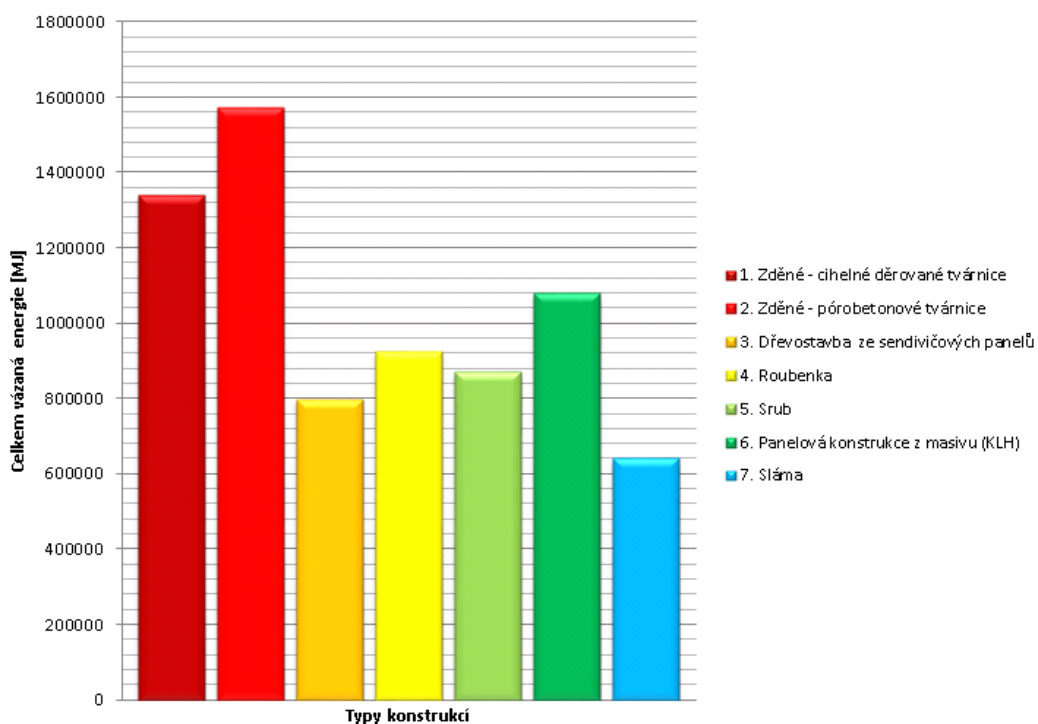
Následuje grafické zobrazení výsledků, kdy konstrukce 2. Zděné – pórobetonové tvárnice nemá střešní konstrukci provedenu z pórobetonu, nýbrž z dřevěného trámového krovu. Z grafu je zřejmé, že výrazně vyšších hodnot dosahují konstrukce 1. a 2. Další konstrukce dosahují již nižších hodnot.



Graf 8 Celkový podíl vázaného uhlíku (C_{Z-C} až C_{SL}) u jednotlivých typů konstrukce (2. Zděné - pórobetonové tvárnice střešní konstrukce z dřevěných trámů, izolace apod.)

Poslední graf zobrazuje celkovou vázanou spotřebovanou energii. Jak je patrné, největších hodnot dosahuje konstrukce 2. Zděné – pórobetonové tvárnice, následuje 1. Zděné – ci-

helné děrované tvárnice, 6. Panelová konstrukce z masivu (KHL), 4. Roubenka, 5. Srub, 3. dřevostavba ze sendvičových panelů a 7. Sláma. Opět je evidentní, že konstrukce č. 1 a 2 jsou výrazně energeticky náročné.



Graf 9 Celkový podíl vázané energie (E_{SL} až E_{SL}) u jednotlivých typů konstrukce (2. Zděné - pórobetonové tvárnice střešní konstrukce z dřevěných trámů, izolace apod.)

Celkově je tedy z výše uvedené dílčí analýzy patrné, že nejvíce náročná na vázanou energii a spotřebovaný uhlík je konstrukce č. 1 a 2.

5.4 EKONOMICKÉ HLEDISKO

Ekonomický pohled představuje posouzení navržených staveb daných konstrukcí a materiálové základny z pohledu ekonomického, v tomto případě se jedná o náklady nutné na výstavbu podstatné konstrukce.

Strukturování ceny stavebního objektu představuje rozklíčování podstatných údajů, ze kterých se cena stavebního objektu skládá. Tichá, Tichý, Vysloužil (2004) definují strukturování rozpočtu takto:

$$CSO = ZSV = ZRN + VRN$$

$$ZRN = HSV + PSV$$

$$VRN = ZS + PV + ÚV + DN + OS$$

CSO... cena stavebního objektu

DN... dopravní náklady

HSV... hlavní stavební výroba

OS... ostatní náklady

PSV... pomocná stavební výroba

PV... provozní vlivy

ÚV... územní vlivy

VRN... vedlejší rozpočtové náklady (náklady umístění stavby)

ZRN... základní rozpočtové náklady

ZS... zařízení staveniště

ZSV... základní stavební výroba

Obdobně Marková, Chovanec (2008) definují cenovou kalkulaci jako výpočet ceny z vlastních nákladů, nebo z údajů získaných průzkumem trhu. Dále uvádějí, že ve stavební výrobě se ceny kalkulují obvykle z vlastních nákladů a požadovaného zisku metodou tzv. úplných nákladů. Cenu pro prodej pak definují jako cenu vypočtenou upraveným koeficientem trhu na tzv. tržní cenovou úroveň. Kalkulační vzorec je pak možné definovat takto:

$$CC = \sum PN + NN + Z$$

CC... cena celkem [Kč]

Z... zisk

NN... nepřímé náklady = režie výrobní + režie správní

PN... přímé náklady = náklady na přímý materiál včetně nákladů na jeho pořízení + náklady na přímé mzdy + náklady na stroje včetně nákladů na jejich provozní hmoty + ostatní přímé náklady, sociální a zdravotní pojištění.

Uvedené náklady jsou stanoveny na společnou základnu.

Pro potřeby této práce bude použita kalkulace ve zjednodušeném tvaru v podobě:

$$NC = \sum PN (1 - 17)$$

NC... celkové náklady [Kč]

PN (1-17)... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál⁶³

Pro účely této práce nebude vytvořena kalkulace vedoucí k ceně stavebního objektu (CSO), nýbrž budou stanoveny základní rozpočtové náklady (ZRN), a to v relativně omezené míře (PN(1-17)).

Je třeba uvést, že sestavené kalkulace jsou zaměřeny hlavně na materiálové a technologické rozlišnosti. Kalkulace tedy neobsahují stanovení nákladů na elektroinstalace, vytápění, zdravotnickou, stejně tak náklady na lešení a stavební výtahy a další. Dá se říci, že náklady na tyto položky jsou u všech druhů konstrukcí (1-7) takřka stejné⁶⁴ a výsledek kalkulace by ovlivnily jen do celkové výše, a nejsou tedy relevantní pro porovnání jednotlivých staveb. Některé konstrukce jsou co do skladby obdobné (např. střešní konstrukce, konstrukce podlahy - terén), ovšem vzhledem k různé obestavěné ploše se i tyto údaje v konečné kalkulaci liší.

⁶³ Tyto položky shrnují HSV a PSV dle zvolené metodiky pro jednotlivé konstrukce.

⁶⁴ Pokud se rozdíl, pro různé typy konstrukcí, liší, tak maximálně na úrovni ‰, resp. ‰.

Pro stanovení nákladů⁶⁵ na výstavbu byly použity údaje z části Stavební hledisko (výměry, rozměry, skladba apod.) a z dostupných materiálů a norem od společnosti ÚRS PRAHA a.s (Ceny výstavby rodinného domu, Ceny realizace dřevostaveb) a společnosti RTS a.s. (BUILDpower). Následující výsledné kalkulace nákladů na výstavbu nejsou ve formě tzv. krycího listu a dle další běžné úpravy stavebních rozpočtů pro potřebu výstavby. Vzhledem k zaměření této práce je dostačující zjednodušující výčet položek vedoucí k určení celkových a dílčích nákladů na výstavbu⁶⁶.

5.4.1 Zděné - cihelné děrované tvárnice

Celková kalkulace pro materiál 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice je uvedena níže. Z této kalkulace je patrné, že finančně nejnáročnější je část 4. Obvodové stěny, 6. Stropní konstrukce, 12. Dveře, 9. Nosná konstrukce střechy apod. Celkové náklady pro tento typ konstrukce dosahuje hodnoty 2 151 850 Kč s DPH.

Tabulka 61 Kalkulace nákladů na výstavbu pro konstrukci 1. Zděné - cihelné děrované tvárnice

Položky	PN (1-17) z-c [Kč]
1. Zemní práce a terénní úpravy	23 685,31
2. Základová konstrukce	144 265,14
3. Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	61 118,41
4. Obvodové stěny	295 269,96
5. Vnitřní stěny a příčky	76 909,41
6. Stropní konstrukce	269 635,28
7. Tepelná izolace stěn a stropů	78 660,74
8. Komíny	40 960,00
9. Nosná konstrukce střech	150 546,95
10. Střešní krytina	114 848,70
11. Okna a parapety	95 169,30
12. Dveře	208 406,00
13. Hrubé podlahy	65 053,41
14. Klempířské prvky	24 345,18
15. Zárubně a vnitřní dveře	32 760,00
16. Nášlapné vrstvy podlah	77 666,76
17. Fasády	19 082,70
NC _{Z-C} bez DPH	1778383
DPH 21 %	373460
NC _{Z-C} s DPH	2151844
NC_{Z-C} s DPH zaokrouhleno	2 151 850

⁶⁵ Cíleně jen užit pojem kalkulace nákladů a ne kalkulace ceny. Uvedené kalkulace neobsahují zisk, který je třeba přičíst ke kalkulaci ceny.

⁶⁶ HSV a PSV jsou zařazeny v jednom sloupci kalkulace. Položky montáže, dodávky a hodinové zúčtovací sazby nejsou zohledněny vzhledem potřebám výsledné kalkulace.

$$NC_{Z-C} = \sum PN (1 - 17)_{Z-C}$$

NC_{Z-C} ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 1.

$PN (1-17)_{Z-C}$... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 1

5.4.2 Zděné - pórobetonové tvárnice

Varianta I

Kalkulace pro konstrukce 2. Zděné – pórobetonové tvárnice se střešní konstrukcí z pórobetonových tvárnice je uvedena v následující tabulce. Z této tabulky je patrné, že nákladově nejnáročnější je část 9. Nosná konstrukce střechy, následují těsně za sebou 6. Stropní konstrukce a 4. Obvodové stěny. Celkové náklady pro tento typ konstrukce dosahuje hodnoty 2 370 710 Kč s DPH.

Tabulka 62 Kalkulace nákladů na výstavbu pro konstrukci 2. Zděné - pórobetonové tvárnice (střešní konstrukce z pórobetonových tvárnice)

Položky	PN (1-17) _{Z-PI} [Kč]
1. Zemní práce a terénní úpravy	21 964,00
2. Základová konstrukce	132 057,61
3. Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	59 547,13
4. Obvodové stěny	268 969,06
5. Vnitřní stěny a příčky	76 909,41
6. Stropní konstrukce	269 635,28
7. Tepelná izolace stěn a stropů	45 705,49
8. komíny	40 960,00
9. Nosná konstrukce střech - Krov I (2. Zděné - pórobetonové tvárnice - střecha z pórobetonových tvárnice)	413 389,40
10. Střešní krytina	111 706,04
11. Okna a parapety	95 169,30
12. Dveře	208 406,00
13. Hrubé podlahy	63 448,94
14. Klempířské prvky	24 030,13
15. Zárubně a vnitřní dveře	32 760,00
16. Nášlapné vrstvy podlah	75 670,03
17. Fasády	18 931,64
NC _{Z-PI} bez DPH	1959259
DPH 21 %	411444
NC _{Z-PI} s DPH	2370704
NC_{Z-PI} s DPH zaokrouhleno	2 370 710

$$NC_{Z-P I} = \sum PN (1 - 17)_{Z-P I}$$

NC_{Z-P I}... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 2 I.

PN (1-17)_{Z-P I}... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 2 I

Varianta II

Kalkulace pro konstrukce 2. Zděné – pórobetonové tvárnice se střešní konstrukcí z dřevěných trámů a izolace je uvedena v následující tabulce. Z této tabulky je patrné, že finančně nejnáročnější je část 6. Stropní konstrukce, těsně následuje 4. Obvodové stěny a 12. Dveře. Celkové náklady pro tento typ konstrukce dosahuje hodnoty 2 050 510 Kč s DPH.

Tabulka 63 Kalkulace nákladů na výstavbu pro konstrukci 2. Zděné - pórobetonové tvárnice (střešní konstrukce z dřevěných trámů, izolace apod.)

Práce a materiál	PN (1-17) _{Z-P II} [Kč]
1. Zemní práce a terénní úpravy	21 964,00
2. Základová konstrukce	132 057,61
3. Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	59 547,13
4. Obvodové stěny	268 969,06
5. Vnitřní stěny a příčky	76 909,41
6. Stropní konstrukce	269 635,28
7. Tepelná izolace stěn a stropů	45 705,49
8. komíny	40 960,00
9. Nosná konstrukce střech - Krov II (2. Zděné - pórobetonové tvárnice - střecha "klasická")	148 761,09
10. Střešní krytina	111 706,04
11. Okna a parapety	95 169,30
12. Dveře	208 406,00
13. Hrubé podlahy	63 448,94
14. Klempířské prvky	24 030,13
15. Zárubně a vnitřní dveře	32 760,00
16. Nášlapné vrstvy podlah	75 670,03
17. Fasády	18 931,64
NC _{Z-P II} bez DPH	1694631
DPH 21 %	355873
NC _{Z-P II} s DPH	2050504
NC_{Z-P II} s DPH zaokrouhleno	2 050 510

$$NC_{Z-P II} = \sum PN (1 - 17)_{Z-P II}$$

NC_{Z-P II}... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 2 II

PN (1-17)_{Z-P II}... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 2 II

5.4.3 Dřevostavba ze sendvičových panelů

Kalkulace pro konstrukci 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů je uvedena v následující tabulce. Z této tabulky je patrné, že finanční náročnost je pro několik částí kalkulační období (např. stropní konstrukce, dveře, nosná konstrukce střechy apod.). Celkové náklady pro tento typ konstrukce dosahuje hodnoty 1 882 240 Kč s DPH.

Tabulka 64 Kalkulace nákladů na výstavbu pro konstrukci 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů

Položky	PN (1-17) _D [Kč]
1. Zemní práce a terénní úpravy	18 934,75
2. Základová konstrukce	110 413,89
3. Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	56 216,51
4. Obvodové stěny	112 396,71
5. Vnitřní stěny a příčky	76 909,41
6. Stropní konstrukce	179 170,76
7. Tepelná izolace stěn a stropů	115 763,61
8. komíny	40 960,00
9. Nosná konstrukce střech	149 095,56
10. Střešní krytina	108 841,79
11. Okna a parapety	95 169,30
12. Dveře	208 406,00
13. Hrubé podlahy	60 897,85
14. Klempířské prvky	23 719,69
15. Zárubně a vnitřní dveře	32 760,00
16. Nášlapné vrstvy podlah	72 495,25
17. Fasády	93 418,90
NC _D bez DPH	1 555 569,96
DPH 21 %	326 669,6913
NC _D s DPH	1 882 239,65
NC_D s DPH zaokrouhleno	1 882 240

$$NC_D = \sum PN (1 - 17)_D$$

NC_D... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 3.

PN (1-17)_D... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 3.

5.4.4 Roubenka

Kalkulace konstrukce roubenky následuje v tabulce uvedené níže. Z této tabulky je patrné, že finančně nejnáročnější je část 4., následuje část 12., 9., 2. a 10. Celkové náklady na výstavbu konstrukce č. 4 jsou 2 271 250 Kč s DPH.

Tabulka 65 Kalkulace nákladů na výstavbu pro konstrukci 4. Roubenka

Položky	PN (1-17) _R [Kč]
1. Zemní práce a terénní úpravy	21 924,38
2. Základová konstrukce	130 798,40
3. Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	61 140,43
4. Obvodové stěny	567 843,61
5. Vnitřní stěny a příčky	76 909,41
6. Stropní konstrukce	101 918,95
7. Tepelná izolace stěn a stropů	96 713,90
8. komíny	40 960,00
9. Nosná konstrukce střech	154 166,93
10. Střešní krytina	115 445,19
11. Okna a parapety	95 169,30
12. Dveře	208 406,00
13. Hrubé podlahy	65 075,89
14. Klempířské prvky	24 403,61
15. Zárubně a vnitřní dveře	32 760,00
16. Nášlapné vrstvy podlah	77 694,74
17. Fasády	5 728,91
NC _R bez DPH	1 877 059,66
DPH 21 %	394 182,5284
NC _R s DPH	2 271 242,19
NC_R s DPH zaokrouhleno	2 271 250

$$NC_R = \sum PN (1 - 17)_R$$

NC_R... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 4.

PN (1-17)_R... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 4

5.4.5 Srub

Kalkulace konstrukce srubu následuje v tabulce uvedené níže. Z této tabulky je patrné, že finančně nejnáročnější je část 4., následuje část 12., 9., 2. a 10. Celkové náklady na výstavbu konstrukce č. 4 jsou 2 205 280 Kč s DPH.

Tabulka 66 Kalkulace nákladů na výstavbu pro konstrukci 5. Srub

Položky	PN (1-17) _s [Kč]
1. Zemní práce a terénní úpravy	20 598,16
2. Základová konstrukce	121 392,79
3. Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	59 929,79
4. Obvodové stěny	535 272,11
5. Vnitřní stěny a příčky	76 909,41
6. Stropní konstrukce	99 900,86
7. Tepelná izolace stěn a stropů	96 059,55
8. komíny	40 960,00
9. Nosná konstrukce střech	151 806,34
10. Střešní krytina	113 475,84
11. Okna a parapety	95 169,30
12. Dveře	208 406,00
13. Hrubé podlahy	63 839,69
14. Klempířské prvky	24 207,67
15. Zárubně a vnitřní dveře	32 760,00
16. Nášlapné vrstvy podlah	76 156,31
17. Fasády	5 701,61
NC _S bez DPH	1 822 545,42
DPH 21 %	382 734,538
NC _S s DPH	2 205 279,96
NC_S s DPH zaokrouhleno	2 205 280

$$NC_S = \sum PN (1 - 17)_s$$

NC_S... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 5.

PN (1-17)_s... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 5

5.4.6 Panelová konstrukce z masivu (KLH)

Níže je uvedena kalkulace nákladů na výstavbu pro typ konstrukce 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH). Jak je zřejmé z tabulky uvedené níže, nejvíce finančně náročná je část 4., 9., 12. a další. Celkové náklady na výstavbu s DPH jsou 2 190 830 Kč.

Tabulka 67 Kalkulace nákladů na výstavbu pro konstrukci 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH)

Položky	PN (1-17) _P [Kč]
1. Zemní práce a terénní úpravy	20 622,63
2. Základová konstrukce	122 384,38
3. Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	58 589,57
4. Obvodové stěny	341 204,94
5. Vnitřní stěny a příčky	76 909,41
6. Stropní konstrukce	266 106,51
7. Tepelná izolace stěn a stropů	23 301,55
8. komíny	40 960,00
9. Nosná konstrukce střech	148 355,54
10. Střešní krytina	110 385,17
11. Okna a parapety	95 169,30
12. Dveře	208 406,00
13. Hrubé podlahy	62 471,16
14. Klempířské prvky	23 889,10
15. Zárubně a vnitřní dveře	32 760,00
16. Nášlapné vrstvy podlah	74 453,20
17. Fasády	104 634,39
NC _P bez DPH	1 810 602,84
DPH 21 %	380 226,5964
NC _P s DPH	2 190 829,44
NC_P s DPH zaokrouhleno	2 190 830

$$NC_P = \sum PN (1 - 17)_P$$

NC_P... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 6.

PN (1-17)_P... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 6

5.4.7 Sláma

Poslední kalkulace je kalkulace konstrukce 7. Sláma. Celkové náklady na výstavbu pro tento typ konstrukce jsou 1 950 650 Kč s DPH. Finančně nejnáročnější je část 6., 12., 9. a 2.

Tabulka 68 Kalkulace nákladů na výstavbu pro konstrukci 7. Sláma

Položky	PN (1-17) _{SL} [Kč]
1. Zemní práce a terénní úpravy	22 624,37
2. Základová konstrukce	136 130,03
3. Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům	61 167,65
4. Obvodové stěny	133 138,20
5. Vnitřní stěny a příčky	76 909,41
6. Stropní konstrukce	250 920,89
7. Tepelná izolace stěn a stropů	97 326,85
8. komíny	40 960,00
9. Nosná konstrukce střech	154 587,76
10. Střešní krytina	115 632,79
11. Okna a parapety	95 169,30
12. Dveře	208 406,00
13. Hrubé podlahy	65 103,68
14. Klempířské prvky	24 419,76
15. Zárubně a vnitřní dveře	32 760,00
16. Nášlapné vrstvy podlah	77 729,32
17. Fasády	19 117,28
NC _{SL} bez DPH	1 612 103,29
DPH 21 %	338541,6913
NC _{SL} s DPH	1 950 644,98
NC_{SL} s DPH zaokrouhleno	1 950 650

$$NC_{SL} = \sum PN (1 - 17)_{SL}$$

NC_{SL}... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 7.

PN (1-17)_{SL}... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál konstrukce č. 7

5.4.8 Dílčí analýza

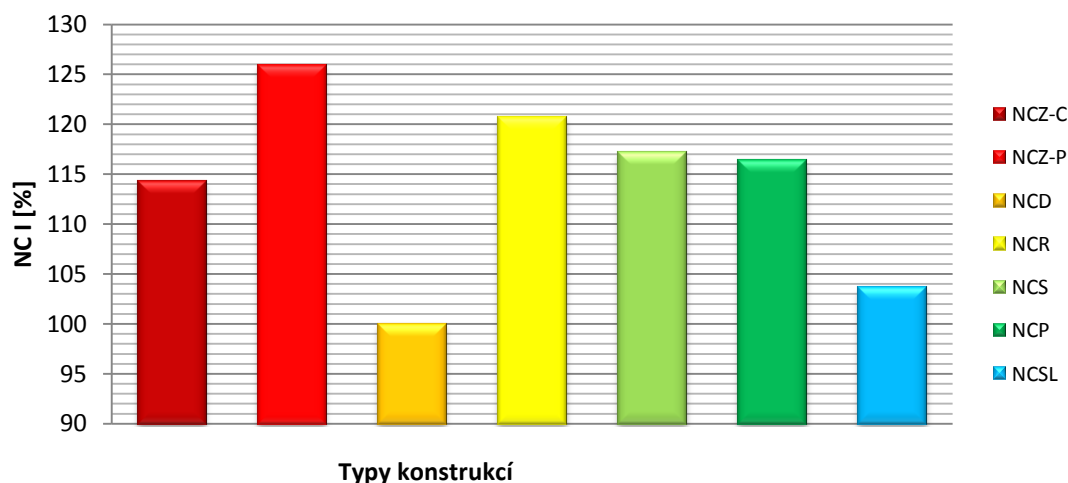
V tabulce níže jsou uvedeny výsledky kalkulací pro jednotlivé typy konstrukcí. Cena I představuje souhrn nákladů na výstavbu pro jednotlivé typy konstrukcí, kdy u konstrukce

2. Zděné - pórobetonové tvárnice, je použita nosná konstrukce střechy z prvků z pórobetonu. Cena II pak obsahuje kalkulaci pro konstrukci 2. Zděné - pórobetonové tvárnice, kde nosná konstrukce střechy je „klasický“ krov z dřevěných trámů. Jak je patrné, co se ceny týče, je výrazný rozdíl mezi klasickou konstrukcí střechy a konstrukcí střechy vytvořenou z pórobetonových dílců.

Tabulka 69 Souhrnné kalkulace nákladů na výstavbu pro jednotlivé konstrukce [Kč]

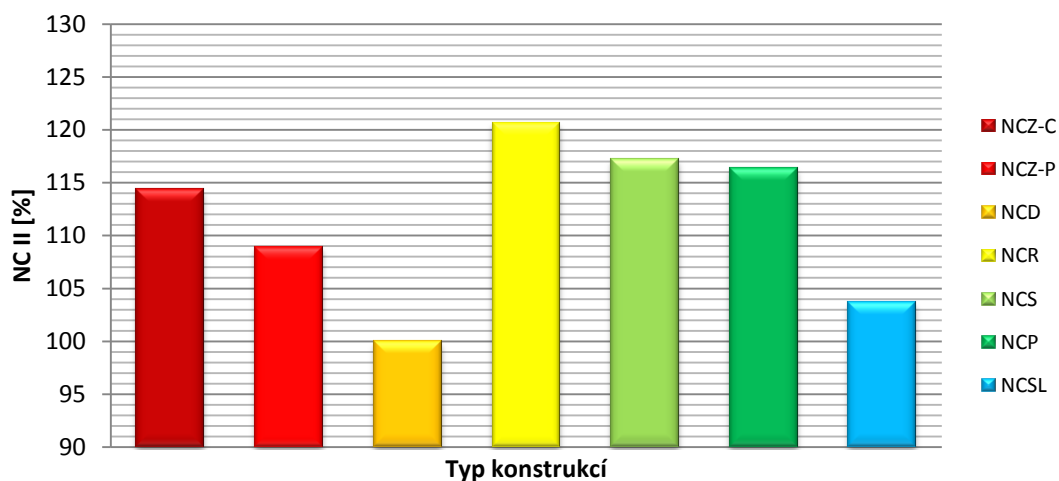
PN (1-17) [Kč]	NC _{Z-C}	NC _{Z-P}	NC _D	NC _R	NC _S	NC _P	NC _{SL}
NC I bez DPH	1778383	1959259	1555570	1877060	1822545	1810603	1612103
DPH I 21 %	373460	411444	326670	394183	382735	380227	338542
NC I s DPH	2151844	2370704	1882240	2271242	2205280	2190829	1950645
NC s DPH zaokrouhleno	2 151 850	2 370 710	1 882 240	2 271 250	2 205 280	2 190 830	1 950 650
Procentuálně I [%]	114	126	100	121	117	116	104
NC II bez DPH	=NC I bez DPH	1694631	=NC I bez DPH	=NC I bez DPH	=NC I bez DPH	=NC I bez DPH	=NC I bez DPH
DPH II 21 %	=DPH I 21 %	355873	=DPH I 21 %	=DPH I 21 %	=DPH I 21 %	=DPH I 21 %	=DPH I 21 %
NC II s DPH	= NC I s DPH	2050504	= NC I s DPH	= NC I s DPH	= NC I s DPH ₀	= NC I s DPH	= NC I s DPH
NC II s DPH zaokrouhleno	= NC I s DPH zaokrouhleno	2 050 510	= NC I s DPH zaokrouhleno	= NC I s DPH zaokrouhleno	= NC I s DPH zaokrouhleno	= NC I s DPH zaokrouhleno	= NC I s DPH zaokrouhleno
Procentuálně II [%]	= Procentuálně I [%]	109	= Procentuálně I [%]	= Procentuálně I [%]	= Procentuálně I [%]	= Procentuálně I [%]	= Procentuálně I [%]

Výše uvedená tabulka je vizualizována v následujícím grafu. Jako rozvahová základna je volena konstrukce 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů (= 100 %). Jak je patrné, nejvíce nákladově náročná je výstavba konstrukce 2. Zděné – pórobetonové tvárnice. Následuje konstrukce 4. Roubenka, 5. Srub, 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH), 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice apod.



Graf 10 Porovnání nákladů na výstavbu pro jednotlivé typy konstrukcí, kdy střešní konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice je vytvořena z materiálů na bázi pórobetonu, v %

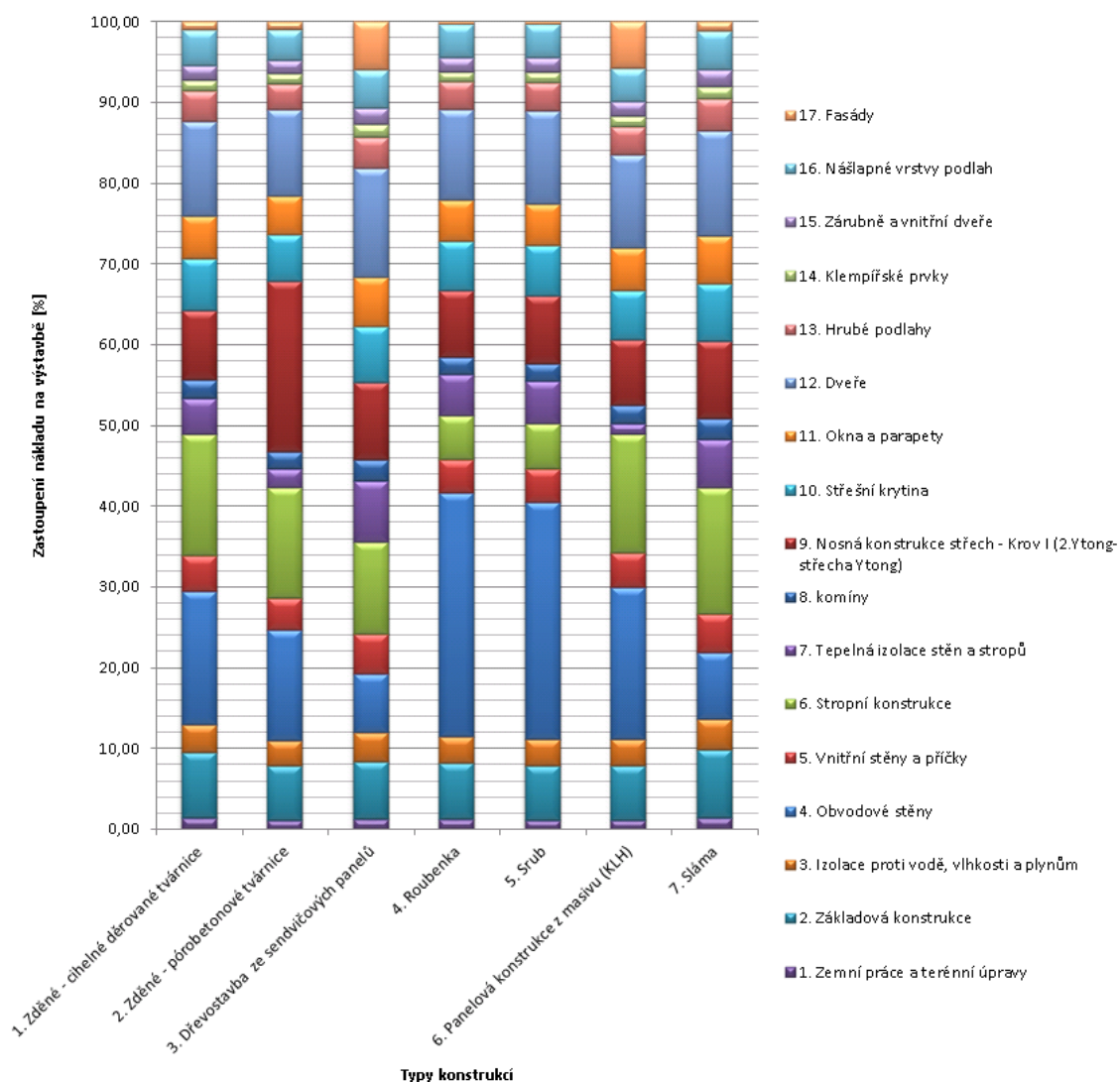
V následujícím grafu je již zohledněna položka Náklady II, tedy to, že konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice má konstrukci střechy z „klasického“ krovu (dřevěný trámový krov). Jak je zřejmé, tímto zásahem se sníží náklady na výstavbu konstrukce č. 2. Celkově je tedy nejvíce nákladově náročná výstavba konstrukce 4. Roubenka, následuje 5. Srub, 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH), 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice, 2. Zděné – pórobetonové tvárnice atd.



Graf 11 Porovnání nákladů na výstavbu pro jednotlivé typy konstrukcí, kdy střešní konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice je vytvořena z „klasického krovu“ (dřevěný trámový krov), v %

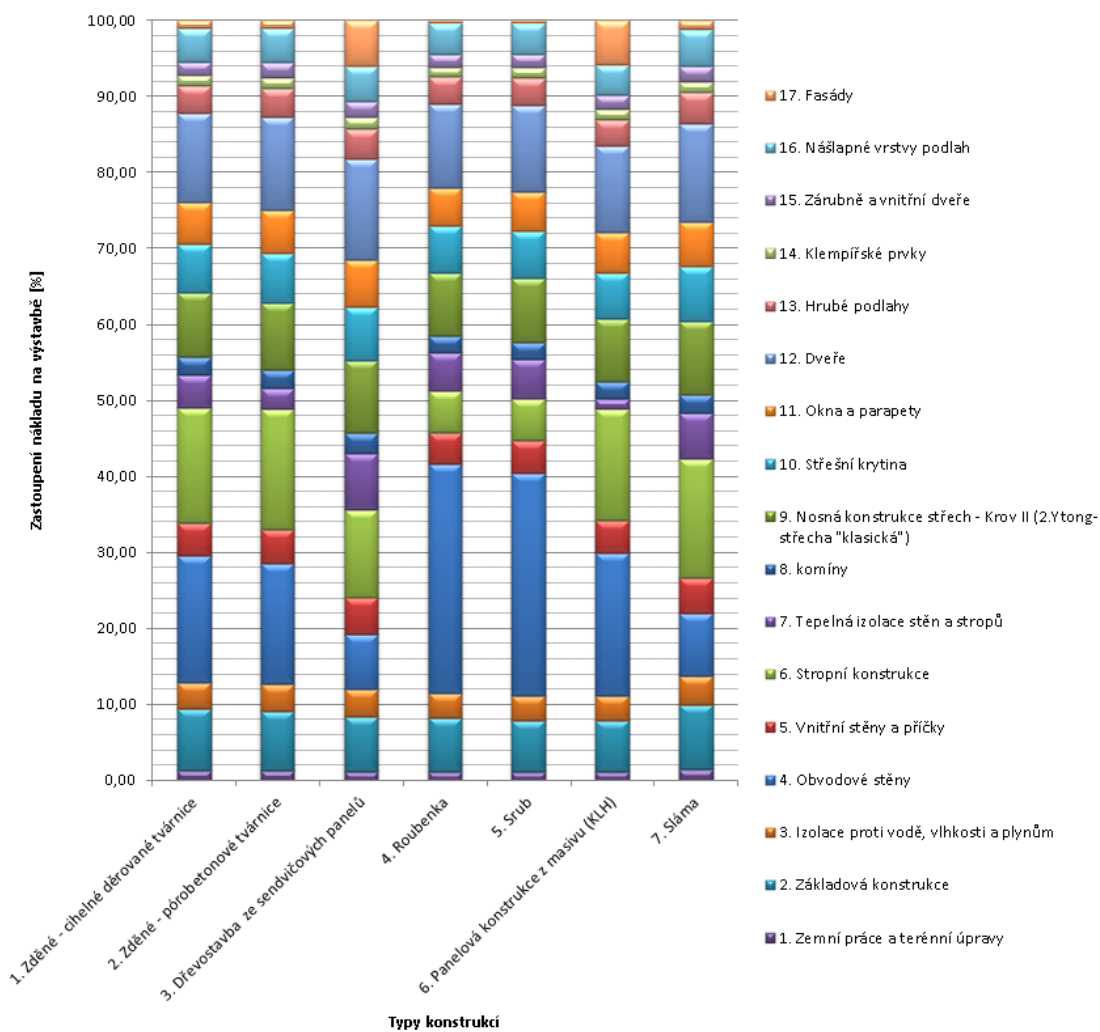
Následující graf obsahuje procentuální rozklad nákladů na výstavbu pro jednotlivé konstrukce při nákladech I. Jak je patrné, mezi nejvíce nákladově náročnými částmi konstrukcí patří části 4. Obvodové stěny, 6. Stropní konstrukce a 9. Nosná konstrukce střechy. Tento poměr však není u všech konstrukcí ideální, resp. v některých případech se i výrazně liší. Například konstrukce 4. Obvodové stěny jsou v celkových nákladech kalkulace pro kon-

strukci 4., 5., 6. promítnuty více než např. v konstrukci č. 3. Část 1. Zemní konstrukce a terénní úpravy, jsou u jednotlivých konstrukcí velice blízké. Část 12. Dveře, 8. Komíny jsou identické. Zobrazen je také výrazný rozdíl pro konstrukci 9. Nosné konstrukce střech u konstrukce 2. Zděné – pórobetonové tvárnice a to při porovnání grafu níže uvedeného a následujícího.



Graf 12 Porovnání zastoupení skladeb v kalkulaci, kdy střešní konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice je vytvořena z materiálů na bázi pórobetonu, v %

Následující graf obsahuje procentuální rozklad nákladů na výstavbu pro jednotlivé konstrukce, při nákladech II. Konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice má nosnou střešní konstrukci z pórobetonové konstrukce. V porovnání s grafem výše je zřejmé, že se náklady na tuto položku v procentuálním vyjádření snížily.



Graf 13 Porovnání zastoupení skladeb v kalkulaci, kdy střešní konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice je vytvořena z „klasického krovu“ (dřevěný trámový krov), v %

5.5 POPTÁVKOVÉ HLEDISKO ČESKÉ POPULACE PO BUDOVÁCH STAVĚNÝCH V ENERGETICKY ŠETRNÉM STANDARDU

V rámci kvantitativního šetření vztahu české populace k obytným budovám stavěným v energeticky šetrném standardu⁶⁷ byly zjištěny podstatné faktory z hlediska teorie rozhodování české populace.

5.5.1 Deskriptivní statistika

Celkově odpovědělo 63 respondentů s průměrným věkem 28,2 let ($m = 25$; $sd = 8,8$), kdy nejmladší respondent měl 17 let a nejstarší respondent 64 let, méně bylo respondentů mužů (19; 30 %) a žen bylo 44 (70 %). Rozdělení dle nejvyššího dosaženého vzdělání bylo následovné: nejvíce respondentů bylo vysokoškolsky vzdělaných (34; 54 %), následovali respondenti se středním vzděláním s maturitou (26, 41 %), respondenti se středním vzděláním bez maturity (2) a jeden respondent měl pouze základní vzdělání. Respondenti také byli dotazováni na jejich ekonomickou aktivitu. Zaměstnaných bylo 25 respondentů (40 %), studentů 27 (43 %), pracujících studentů, resp. studujících pracujících respondentů bylo 6 (10 %), jeden důchodce/důchodkyně, jeden nezaměstnaný a tři respondenti uvedli jiné. Ohledně průměrného příjmu domácnosti uvedlo 37 % respondentů příjem mezi 20001 a 30000 Kč, následovali respondenti s průměrným měsíčním příjmem domácnosti 30001 až 40000 Kč (22 %), 12001 až 20000 Kč (19 %), do 12000 Kč (14 %) a nad 40001 Kč (8 %). Respondenti byli také dotazováni na velikost obce, ve které žijí většinu doby v roce. Výsledky byly takové, že v obci s 50 001 a více obyvateli žilo celkem 31 respondentů (49 %), dále bylo 10 respondentů (16 %) z obce 10 001 až 30 000 obyvateli, v obci o 1001 až 5000 obyvatelů žilo 7 respondentů (11 %), v obci do 1000 obyvatel žilo 6 respondentů (10 %), následovali respondenti z obce o 5001 až 10 000 (5, 8 %) a 30 001 až 50 000 (4, 6 %).

5.5.2 Induktivní statistika a výsledky

Z výsledků zjištěných statistickým šetřením⁶⁸ vyplývá, že vliv věku je statisticky významný. Odpověď na otázku, proč tomu tak je, není jednoduché. Dá se předpokládat, že mlad-

⁶⁷ Získaná data sloužila také k publikování článku v rámci Sborníku příspěvků Mezinárodní Masarykovy konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky 2013. Hradec Králové: MAGNANIMITAS. 4. vyd. 2013. ISBN 978-80-87952-00-9, ETTN 042-13-13025-12-6.

ší respondenti zatím nad otázkami uvedenými v dotazníku zatím nepřemýšleli, možná ani neměli potřebu tuto problematiku řešit. Dalším zajímavým zjištěním bylo to, že vzdělání, ekonomická aktivita, celkový čistý měsíční příjem, velikost obce, pohled respondenta do budoucna nemá statisticky významný vliv na stanovené hypotézy.

Prvotní předpoklad, který zněl, že relativně vzdělanější lidé se o otázky nastolené v dotazníku budou více zajímat, je tedy vyvrácen. Stejně tak ze statistického hlediska nemá vliv to, jaký příjem má domácnost, jak ekonomicky aktivní jsou respondenti, velikost obce, ve které respondent bydlí a to, jak vidí svoji situaci v oblasti bydlení respondent do budoucna.

Statistický rozdíl byl u respondentů⁶⁹, kteří v současnosti staví nový RD, rekonstruují starší RD, příp. rekonstruují byt. Z uvedených zjištění je pak patrné, že člověk se začne zajímat o oblast energeticky šetrného bydlení (ať už tuto oblast nazývá jakkoli) v momentě, kdy aktuálně řeší situaci bydlení – výstavbou či rekonstrukcí.

Odpověď na výzkumnou otázku, která zní: „*Liší se, podle vybraných kritérií, pohled české populace na budovy stavěné v šetrném energetickém standardu?*“ je tedy ano, do značné míry se liší. Hlavní hypotézu je tedy také možné do značné míry potvrdit, a to hlavně z pohledu věku a toho, zda respondent staví či rekonstruuje bydlení.

Doplňující otázkou pak bylo, kde respondent načerpal svoje vědomosti či zkušenosti pro oblast energeticky šetrných budov. Odpovědi byly zajímavé (respondenti mohli vybrat více odpovědí). 22 (22,44 %) uvedlo, že se o danou oblast nezajímá, nemá povědomí. 18 (18,37 %) respondentů uvedlo, že svoje vědomosti, zkušenosti načerpali z knih, článků a dalších publikací a z internetu z odborných stránek. Internet obecně a populární stránky uvedlo jako svůj zdroj informací 17 (17,35 %) respondentů. Následovali známí, přátelé, kamarádi a kolegové, které uvedlo 16 (16,32 %) respondentů a konečně jiné uvedlo 7 (7,14 %) respondentů. Pod oblastí jiné mohli respondenti myslet například různá školení, semináře a možné středoškolské či vysokoškolské vzdělání. Je tedy patrné, že respondenti o dané oblasti spíše povědomí nemají, a když už mají, je dominantně získáno informálním učením, méně pak neformálním a formálním vzděláním. Konkrétně se určitá nevědomost objevila u dílčích otázek, jako je třída reakce na oheň stavebních výrobků, kročejová ne-

⁶⁸ Analýza pracovních hypotéz nástroji ANOVA, F-test, T-test při hladině významnosti 0,05.

⁶⁹ Byť zastoupení respondentů nebylo zcela vyvážené.

průzvučnost a vzduchová neprůzvučnost konstrukcí. Je otázkou, zda respondenti těmto otázkám nerozuměli nebo jen nevěděli, jak odpovědět. Stejně tak respondenti uvedli, že neví, u otázky na financování stavby v šetrném energetickém standardu formou hypotéky (půjčky). I zde se zřejmě promítá to, že respondenti ve velké míře zatím tuto oblast neřeší.

Zajímavé odpovědi byly také získány na dotaz, zda by respondenty motivovalo, kdyby stát dotoval stavění v šetrném energetickém standardu⁷⁰. 47,62 % (30) respondentů souhlasilo (určitě ano 20, 63 %, spíše ano 26,98 %) a 15,87 % (10) respondentů uvedlo spíše ne a ne. 14,29 % (9) respondentů nevědělo nebo nemělo vytvořený názor a 4,76 % (3) respondenti uvedlo střední hodnotu. Obdobně u otázky, kdyby stát podporoval energeticky šetrnou výstavbu například slevou na dani z nemovitosti nebo snížením daně z příjmu, motivovalo by to 46,03 % (19), z toho 23,81 % uvedlo zcela ano a 22,22 % spíše ano. Naopak 9,52 % (6) respondentů by to nemotivovalo (3,17 % spíše ne, 6,35 % ne). 19,05% (12) respondentů nevědělo, nebo nemělo vytvořený názor a 15,87 % (10) zvolilo střední hodnotu odpovědi. Je tedy patrné, že pokud by podpora ze strany státu byla, respondenti by ji jistě využili.

⁷⁰ *Stát by tedy mohl být aktivní v oblasti prospěšnosti energeticky šetřeného stavění a bydlení.*

5.6 ANALÝZA POMĚROVÝMI UKAZATELI

Tato část obsahuje odvozené veličiny – poměrové ukazatele. Tyto poměrové ukazatele jsou sestaveny pro poměr celkových nákladů na výstavbu (I a II) a celkové obestavěné plochy, celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I a II) a celkové vázané energie (I a II) a celkových nákladů na výstavbu (I a II). Obecně tedy tyto ukazatele mohou být vyjádřeny takto:

$$\Delta_{NCS} = \frac{NC}{S} [K\check{c} \times m^{-2}]$$

Δ_{NCS} ... poměr celkových nákladů na výstavbu⁷¹ a celkové obestavěné plochy [Kč×m⁻²]

NC... celkové náklady [Kč]

S... celková obestavěná plocha [m²]

$$\Delta_{NCC} = \frac{C}{NC} [kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}]$$

Δ_{NCC} ... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku⁷² a celkových nákladů na výstavbu [kg CO_{2e}×Kč⁻¹]

C... vázaný uhlík [kg CO_{2e}]

NC... celkové náklady [Kč]

$$\Delta_{NCE} = \frac{E}{NC} [MJ \times K\check{c}^{-1}]$$

Δ_{NCE} ... poměr celkové vázané energie⁷³ a celkových nákladů na výstavbu (I a II) [MJ×Kč⁻¹]

E...vázaná energie [MJ]

NC... celkové náklady [Kč]

Uvedení poměroví ukazatelé jsou užity k základnímu posouzení a porovnání sedmi typů konstrukcí. První ukazatel představuje, jaké jsou náklady na m² obestavěné plochy. Další

⁷¹ Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

⁷² Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

⁷³ Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

ukazatele představují kolik je spotřebováno vázaného uhlíku na korunu nákladů a poslední představuje to, kolik je spotřebováno vázané energie na korunu nákladů.

Na základě výše uvedených vztahů budou v následující části jednotlivé konstrukce podrobeny matematickému zpracování. Výsledné hodnoty jsou přehledně zpracovány v části 6. (Tabulka 74)

5.6.1 Zděné - cihelné děrované tvárnice

$$\Delta_{NCS\ Z-C} = \frac{NC_{Z-C}}{S_{Z-C}} = \frac{2151850}{110,90} = 19403,52 \text{ [Kč} \times \text{m}^{-2}\text{]}$$

$\Delta_{NCS\ Z-C}$... poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m⁻²] pro konstrukci č. 1.

NC_{Z-C} ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 1.

S_{Z-C} ... celková obestavěná plocha [m²] pro konstrukci č. 1.

$$\Delta_{NCC\ Z-C} = \frac{C_{Z-C}}{NC_{Z-C}} = \frac{1030287}{2151850} = 0,48 \text{ [kg CO}_{2e} \times \text{Kč}^{-1}\text{]}$$

$\Delta_{NCC\ Z-C}$... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO_{2e}×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 1.

C_{Z-C} ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 1.

NC_{Z-C} ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 1.

$$\Delta_{NCE\ Z-C} = \frac{E_{Z-C}}{NC_{Z-C}} = \frac{1338325}{2151850} = 0,62 \text{ [MJ} \times \text{Kč}^{-1}\text{]}$$

$\Delta_{NCE\ Z-C}$... poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 1.

E_{Z-C} ...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 1.

NC_{Z-C} ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 1.

5.6.2 Zděné - pórobetonové tvárnice

Varianta I

$$\Delta_{NCS Z-P I} = \frac{NC_{Z-P I}}{S_{Z-P I}} = \frac{2370710}{107,48} = 22057,22 [K\check{c} \times m^{-2}]$$

$\Delta_{NCS Z-P I}$... poměr celkových nákladů na výstavbu (I) a celkové obestavěné plochy [$K\check{c} \times m^{-2}$] pro konstrukci č. 2 I.

$NC_{Z-P I}$... celkové náklady [$K\check{c}$] pro konstrukci č. 2 I.

$S_{Z-P I}$... celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 2 I.

$$\Delta_{NCC Z-P I} = \frac{C_{Z-P I}}{NC_{Z-P I}} = \frac{855001}{2370710} = 0,36 [kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCC Z-P I}$... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I) a celkových nákladů na výstavbu (I) [$kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}$] pro konstrukci č. 2 I.

$C_{Z-P I}$... vázaný uhlík [$kg CO_{2e}$] pro konstrukci č. 2 I.

$NC_{Z-P I}$... celkové náklady [$K\check{c}$] pro konstrukci č. 2 I.

$$\Delta_{NCE Z-P I} = \frac{E_{Z-P I}}{NC_{Z-P I}} = \frac{1663624}{2370710} = 0,70 [MJ \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCE Z-P I}$... poměr celkové vázané energie (I) a celkových nákladů na výstavbu (I a II) [$MJ \times K\check{c}^{-1}$] pro konstrukci č. 2 I.

$E_{Z-P I}$... vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 2 I.

$NC_{Z-P I}$... celkové náklady [$K\check{c}$] pro konstrukci č. 2 I.

Varianta II

$$\Delta_{NCS Z-P II} = \frac{NC_{Z-P II}}{S_{Z-P II}} = \frac{2050510}{107,48} = 19078,06 [K\check{c} \times m^{-2}]$$

$\Delta_{NCS Z-P II}$... poměr celkových nákladů na výstavbu (II) a celkové obestavěné plochy [$K\check{c} \times m^{-2}$] pro konstrukci č. 2 II.

$NC_{Z-P II}$... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 2 II.

$S_{Z-P II}$... celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 2 II.

$$\Delta_{NCC Z-P II} = \frac{C_{Z-P II}}{NC_{Z-P II}} = \frac{1030287}{2050510} = 0,50 [kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCC Z-P II}$... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (II) a celkových nákladů na výstavbu (II) [$kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}$] pro konstrukci č. 2 II.

$C_{Z-P II}$... vázaný uhlík [$kg CO_{2e}$] pro konstrukci č. 2 II.

$NC_{Z-P II}$... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 2 II.

$$\Delta_{NCE Z-P II} = \frac{E_{Z-P II}}{NC_{Z-P II}} = \frac{1569313}{2050510} = 0,77 [MJ \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCE Z-P II}$... poměr celkové vázané energie (II) a celkových nákladů na výstavbu (II) [$MJ \times K\check{c}^{-1}$] pro konstrukci č. 2 II.

$E_{Z-P II}$... vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 2 II.

$NC_{Z-P II}$... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 2 II.

5.6.3 Dřevostavba ze sendvičových panelů

$$\Delta_{NCS D} = \frac{NC_D}{S_D} = \frac{1882240}{102,49} = 18365,11 [K\check{c} \times m^{-2}]$$

$\Delta_{NCS D}$... poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [$K\check{c} \times m^{-2}$] pro konstrukci č. 3.

NC_D ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 3.

S_D ... celková obestavěná plocha [m^2] pro konstrukci č. 3.

$$\Delta_{NCC D} = \frac{C_D}{NC_D} = \frac{848109}{1882240} = 0,45 [kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCC D}$... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [$kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}$] pro konstrukci č. 3.

C_D ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 3.

NC_D ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 3.

$$\Delta_{NCE D} = \frac{E_D}{NC_D} = \frac{795708}{1882240} = 0,42 [MJ \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCE D}$... poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 3.

E_D ... vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 3.

NC_D ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 3.

5.6.4 Roubenka

$$\Delta_{NCS R} = \frac{NC_R}{S_R} = \frac{2271250}{111,64} = 20344,41 [K\check{c} \times m^{-2}]$$

$\Delta_{NCS R}$... poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m⁻²] pro konstrukci č. 4.

NC_R ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 4.

S_R ... celková obestavěná plocha [m²] pro konstrukci č. 4.

$$\Delta_{NCC R} = \frac{C_R}{NC_R} = \frac{839786}{2271250} = 0,37 [kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCC R}$... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO_{2e}×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 4.

C_R ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 4.

NC_R ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 4.

$$\Delta_{NCE R} = \frac{E_R}{NC_R} = \frac{922232}{2271250} = 0,41 [MJ \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCE R}$... poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 4.

E_R ...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 4.

NC_R ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 4.

5.6.5 Srub

$$\Delta_{NCS S} = \frac{NC_S}{S_S} = \frac{2205280}{109,46} = 20146,90 [Kč \times m^{-2}]$$

$\Delta_{NCS S}$... poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m⁻²] pro konstrukci č. 5.

NC_S ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 5.

S_S ... celková obestavěná plocha [m²] pro konstrukci č. 5.

$$\Delta_{NCC S} = \frac{C_S}{NC_S} = \frac{793751}{2205280} = 0,36 [kg CO_{2e} \times Kč^{-1}]$$

$\Delta_{NCC S}$... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO_{2e}×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 5.

C_S ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 5.

NC_S ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 5.

$$\Delta_{NCE S} = \frac{E_S}{NC_S} = \frac{868520}{2205280} = 0,39 [MJ \times Kč^{-1}]$$

$\Delta_{NCE S}$... poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 5.

E_S ...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 5.

NC_S ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 5.

5.6.6 Panelová konstrukce z masivu (KLH)

$$\Delta_{NCS P} = \frac{NC_P}{S_P} = \frac{2190830}{105,25} = 20815,49 [Kč \times m^{-2}]$$

$\Delta_{NCS P}$... poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m⁻²] pro konstrukci č. 6.

NC_P... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 6.

S_P... celková obestavěná plocha [m²] pro konstrukci č. 6.

$$\Delta_{NCC P} = \frac{C_P}{NC_P} = \frac{774242}{2190830} = 0,35 [kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCC P}$... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [kg CO_{2e}×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 6.

C_P... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 6.

NC_P... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 6.

$$\Delta_{NCE P} = \frac{E_P}{NC_P} = \frac{1077049}{2190830} = 0,49 [MJ \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCE P}$... poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [MJ×Kč⁻¹] pro konstrukci č. 6.

E_P...vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 6.

NC_P... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 6.

5.6.7 Sláma

$$\Delta_{NCS SL} = \frac{NC_{SL}}{S_{SL}} = \frac{1950650}{111,81} = 17446,11 [K\check{c} \times m^{-2}]$$

$\Delta_{NCS SL}$... poměr celkových nákladů na výstavbu (I = II) a celkové obestavěné plochy [Kč×m⁻²] pro konstrukci č. 7.

NC_{SL}... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 7.

S_{SL}... celková obestavěná plocha [m²] pro konstrukci č. 7.

$$\Delta_{NCC SL} = \frac{C_{SL}}{NC_{SL}} = \frac{796135}{1950650} = 0,41 [kg CO_{2e} \times K\check{c}^{-1}]$$

$\Delta_{NCC\ SL}$... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [$\text{kg CO}_{2e} \times \text{Kč}^{-1}$] pro konstrukci č. 7.

C_{SL} ... vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci č. 7.

NC_{SL} ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 7.

$$\Delta_{NCE\ SL} = \frac{E_{SL}}{NC_{SL}} = \frac{639170}{1950650} = 0,33[\text{MJ} \times \text{Kč}^{-1}]$$

$\Delta_{NCE\ SL}$... poměr celkové vázané energie (I = II) a celkových nákladů na výstavbu (I = II) [$\text{MJ} \times \text{Kč}^{-1}$] pro konstrukci č. 7.

E_{SL} ... vázaná energie [MJ] pro konstrukci č. 7.

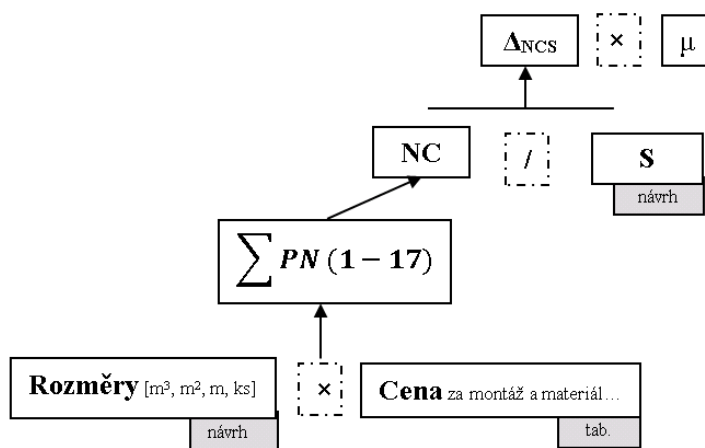
NC_{SL} ... celkové náklady [Kč] pro konstrukci č. 7.

5.7 TRAPEZOIDICKÁ ANALÝZA

Pro účely porovnání jednotlivých dat byla navržena následující analýza. Tato analýza vychází z údajů zjištěných v rámci analýzy poměrových ukazatelů (5.6 Analýza poměrovými ukazateli) a celkového součinitele prostupu tepla konstrukcí. Postup stanovení jednotlivých ukazatelů je uveden v předcházející části a jejich rozpad je uveden v následujících schématech. Ve schématech uvedených níže jsou uvedeny indexy „návrh.“ a „tab.“. Tyto indexy označují danou položku z pohledu zjištění dat. Index „návrh.“ představuje data zjištěná v rámci návrhu dané stavby a index „tab.“ představuje hodnotu empiricky zjištěnou (tzv. tabulková hodnota). Symboly ohraničené čerchovanou čarou představují matematické operátory.

5.7.1 Poměr celkových nákladů na výstavbu a celkové obestavěné plochy

Poměr celkových nákladů na výstavbu a celkové obestavěné plochy představuje horní část svislé osy trapezoidické analýzy v grafickém zobrazení. Stanovení tohoto ukazatele vychází ze stanovení nákladů na výstavbu na obestavěnou plochu, které jsou obecným opravným koeficientem. Tento koeficient je volen z důvodů možnosti zobrazení daných ukazatelů v jednom rámci. Hodnota tohoto koeficientu se může lišit pro různé typy staveb, avšak pro případ komparace by měla zůstat konstantní. Celkové náklady jsou stanoveny jako součet kalkulací pro jednotlivé stavební části vzhledem k běžným cenám na výstavbu za danou jednotku a rozměrům stavby.



Obrázek 9 Schéma stanovení $\Delta_{NCS} \times \mu$

Δ_{NCS} ... poměr celkových nákladů na výstavbu⁷⁴ a celkové obestavěné plochy [$Kč \times m^{-2}$]

μ ... obecný opravný koeficient

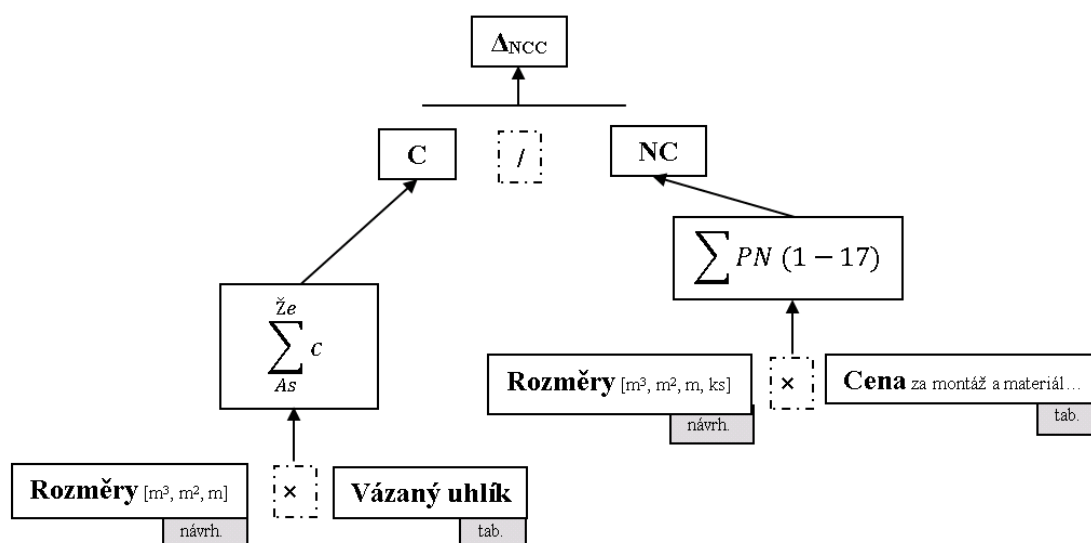
NC... celkové náklady [$Kč$]

S... celková obestavěná plocha [m^2]

PN (1-17)... dílčí přímé náklady [$Kč$] na práci, stroje a materiál⁷⁵

5.7.2 Poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku a celkových nákladů na výstavbu

Poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku a celkových nákladů na výstavbu představuje pravou horizontální osu. Tento ukazatel je stanoven na základě poměru vázaného uhlíku a celkových nákladů na výstavbu. Vázaný uhlík stavby vychází z rozměrů stavby a materiálového zastoupení. Celkové náklady na výstavbu jsou jako v předcházejícím případě stanoveny jako součet kalkulací pro jednotlivé stavební části vzhledem k běžným cenám na výstavbu za danou jednotku a rozměrům stavby.



Obrázek 10 Schéma stanovení Δ_{NCC}

Δ_{NCC} ... poměr celkového vázaného spotřebovaného uhlíku⁷⁶ a celkových nákladů na výstavbu [$kg CO_{2e} \times Kč^{-1}$]

⁷⁴ Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

⁷⁵ Tyto položky shrnují HSV a PSV dle zvolené metodiky pro jednotlivé konstrukce.

⁷⁶ Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

C... vázaný uhlík [kg CO_{2e}]

NC... celkové náklady [Kč]

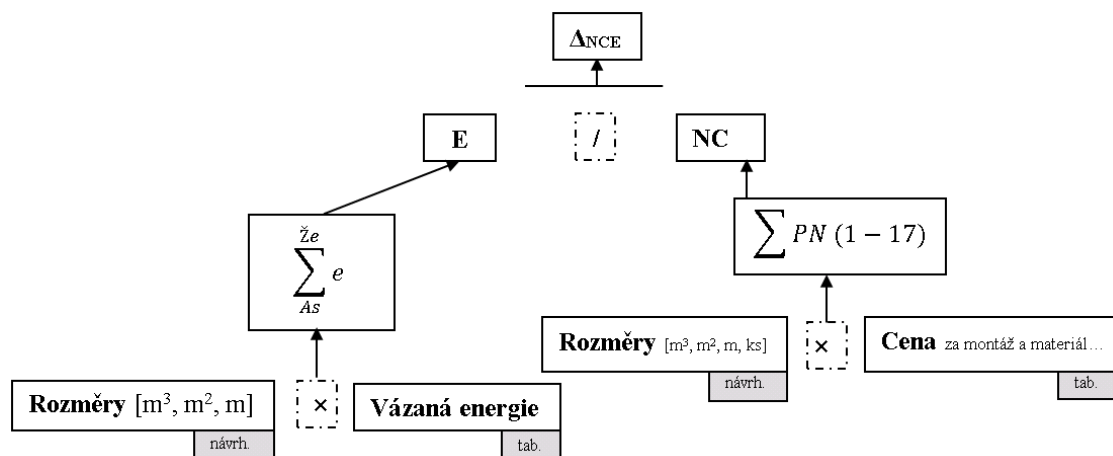
PN (1-17)... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál⁷⁷

c... dílčí vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro jednotlivé materiály v konstrukci (1-7)

C... Vázaný uhlík [kg CO_{2e}] pro konstrukci (1-7)

5.7.3 Poměr celkové vázané energie a celkových nákladů na výstavbu

Ukazatel celkového vázaného spotřebovaného uhlíku a celkových nákladů na výstavbu představuje dolní vertikální osu. Logika stanovení tohoto ukazatele je obdobná jako v případě Δ_{NCC} s tím rozdílem, že je zaměřený na vázanou energii.



Obrázek 11 Schéma stanovení Δ_{NCE}

Δ_{NCE} ... poměr celkové vázané energie⁷⁸ a celkových nákladů na výstavbu (I a II) [MJ×Kč⁻¹]

E...vázaná energie [MJ]

NC... celkové náklady [Kč]

PN (1-17)... dílčí přímé náklady [Kč] na práci, stroje a materiál⁷⁹

e...dílčí vázaná energie [MJ] pro jednotlivé materiály v konstrukci (1-7)

E...vázaná energie [MJ] pro konstrukci (1-7)

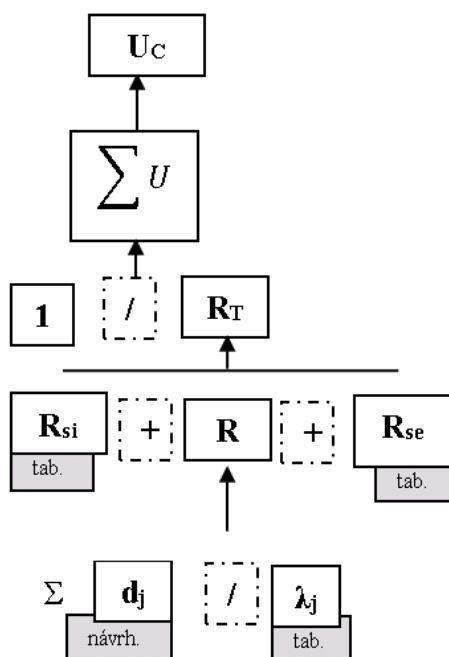
⁷⁷ Tyto položky shrnují HSV a PSV dle zvolené metodiky pro jednotlivé konstrukce.

⁷⁸ Tento ukazatel je užíván s indexem I a II – pro variantu I a II.

⁷⁹ Tyto položky shrnují HSV a PSV dle zvolené metodiky pro jednotlivé konstrukce.

5.7.4 Celkový součinitel prostupu tepla dané konstrukce

Celkový součinitel prostupu tepla konstrukce je dán jako součet součinitelů prostupu tepla konstrukcí střecha, obvodová stěna (plášť) a podlaha – terén. Užití ukazatele celkového součinitele prostupu tepla konstrukcí zajišťuje do určité míry srovnatelnost mezi jednotlivými domy. Samozřejmě celkovou spotřebu tepla na vytápění ovlivňuje řada faktorů (orientace budovy, umístění budovy v krajině, tvar a velikost budovy, pasivní zisky, typ vytápění, chování uživatele apod.). V rámci srovnatelnosti mezi budovami byl volen model celkového součinitele prostupu tepla.



Obrázek 12 Schéma stanovení U_C

U_C ... celkový součinitel prostupu tepla dané konstrukce (1-7)

U ...součinitel prostupu tepla [$W/(m^2 \times K)$]

R_T ...odpor konstrukce při prostupu tepla [$(m^2 \times K)/W$]

R_{si} ...odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$(m^2 \times K)/W$]

R_{se} ...odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$(m^2 \times K)/W$]

R ... tepelný odpor konstrukce [$(m^2 \times K)/W$]

R_j ...tepelný odpor j -té vrstvy konstrukce [$(m^2 \times K)/W$]

d_j ...tloušťka j -té vrstvy konstrukce [m]

λ_j ...návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu j -té vrstvy konstrukce [$W/(m \times K)$]

5.7.5 Trapezoidická analytická plocha

Trapezoidická analytická plocha představuje agregovanou veličinu, která je složena z výše uvedených ukazatelů ($\Delta_{NCS \times \mu}$, Δ_{NCC} , Δ_{NCE} , U_C). Tato plocha představuje celkový pohled na posuzovaný objekt. Dá se říct, že čím více se blíží k 0, tím dosahuje budova lepší parametrů. Je však vždy třeba pohlížet na analýzu jako na celek. V některých případech se trapezoidická analytická plocha blíží k 0, ovšem některý z ukazatelů se blíží například k 1. V takovém případě není možné označit takovou budovu za budovu s lepšími parametry. Níže jsou vedeny modelové případy chování trapezoidické analytické plochy (5.7.7 Trapezoidické analytické příklady). Matematická definice trapezoidické plochy je uvedena ve vzorci níže.

$$S_{\tau} = \frac{(\Delta_{NCS} \times \mu) \times U_C + (\Delta_{NCS} \times \mu) \times \Delta_{NCC} + \Delta_{NCC} \times \Delta_{NCE} + \Delta_{NCE} \times U_C}{2}$$

S_{τ} ...trapezoidická analytická plocha

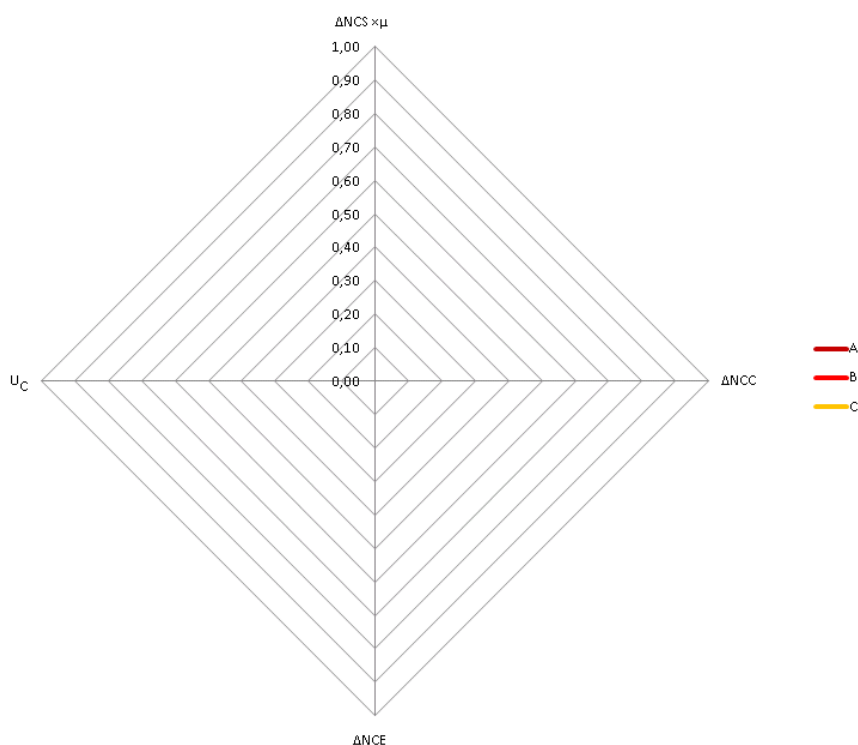
5.7.6 Trapezoidický analytický čistopis

Trapezoidický analytický čistopis představuje možnou formu zpracování při posuzování dalších objektů. Sestává se z analytické tabulky a grafického zobrazení vypočtených hodnot. Uvedená forma je pouze doporučena.

Tabulka 70 Trapezoidická analýza - obecně

Ukazatele	A	B	C
$\Delta_{NCS} \times \mu$			
Δ_{NCC}			
Δ_{NCE}			
U_C			
S_{τ}			

Grafické zobrazení analýzy obsahuje graf se dvěma, respektive čtyřmi osami. Z hlediska definice kartézského souřadného systému je možné označit $\Delta_{NCS \times \mu}$ za osu „+Y“, Δ_{NCC} „+X“, Δ_{NCE} „- Y“, U_C „-X“. Možné grafické zobrazení trapezoidické analýzy je uvedeno níže.



Obrázek 13 Grafické zobrazení trapezoidické analýzy – obecně

5.7.7 Trapezoidické analytické příklady

V následující části je uvedeno základní modelové chování trapezoidické analýzy, respektive to, jak hodnoty jednotlivých ukazatelů ovlivňují celkové posouzení. V tabulce uvedené níže je definováno devět staveb (A až CH) a jsou jim přiřazeny různé hodnoty ukazatelů $\Delta_{NCS \times \mu}$, Δ_{NCC} , Δ_{NCE} , U_C .

Stavby A až D představují chování analytických ukazatelů, kdy jeden ukazatel je dominantní oproti ostatním. Údaje jsou uvedeny v tabulce níže a rovněž jsou graficky zpracovány na obrázku níže. Jak je patrné, trapezoidická analytická plocha je u těchto budov stejná, ovšem jednotlivé budovy se liší dominantními ukazateli. Tvar těchto modelových příkladů v grafickém zobrazení je tzv. deltoid. Je tedy zřejmé, že při posuzování budov je třeba sledovat nejen výslednou trapezoidickou analytickou plochu, ale i to, zda a případně které ukazatele jsou dominantní.

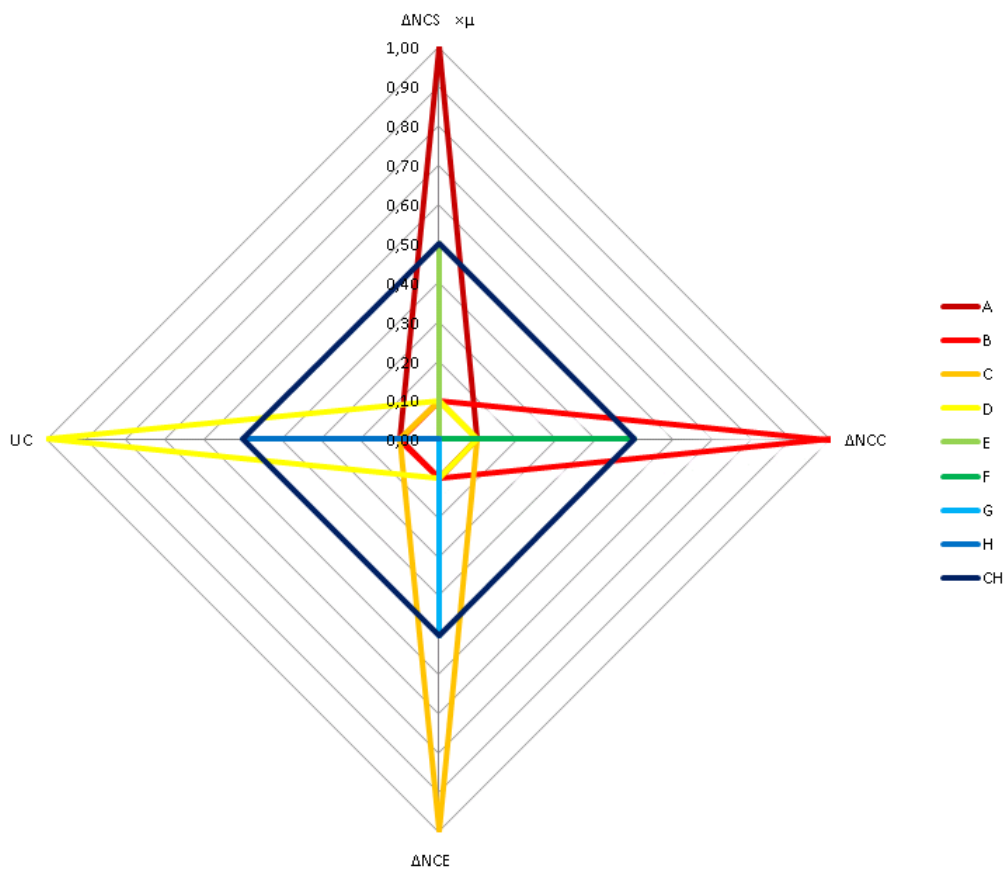
Stavby E až H představují extrémní situace, kdy existuje jen jeden ukazatel. Trapezoidická analytická plocha pak u těchto staveb logicky dosahuje hodnotu 0. Geometrický tvar těchto příkladů je přímka, resp. úsečka. Mohlo by se zdát, že se jedná o budovy, které dosahují nejlepších parametrů, ale opět tomu tak není. Připustíme-li možnost, že některé ukazatele mohou dosahovat nulovou hodnotu, pak některý ukazatel může být teoreticky nekonečně

velký ($\lim_{ukazatel \rightarrow \infty}$) a stále bude analytická plocha nulová. Ani v tomto případě se nedá hovořit o tom, že by měla budova lepší parametry než jiná.

Poslední modelový příklad představuje budova CH. Tvar tohoto modelového příkladu je v grafickém zobrazení čtverec. Tato budova dosahuje běžných parametrů, kdy jednotlivé ukazatele mají stejnou hodnotu (> 0). Analytická plocha dosahuje poloviční hodnotu teoretických mezí dané analýzy.

Tabulka 71 Trapezoidická analýza - příklady

Ukazatele	A	B	C	D	E	F	G	H	CH
$\Delta_{NCS I} \times \mu$	1,00	0,10	0,10	0,10	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50
$\Delta_{NCC I}$	0,10	1,00	0,10	0,10	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50
$\Delta_{NCE I}$	0,10	0,10	1,00	0,10	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50
U_C	0,10	0,10	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
$S\tau$	0,11	0,11	0,11	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50



Obrázek 14 Grafické zobrazení trapezoidické analýzy - příklady

5.7.8 Aplikace trapezoidické analýzy

Výše uvedená analýza je aplikována na sedm typů konstrukcí řešených v této práci. Ukazatele $\Delta_{NCSI} \times \mu_{50}^{80}$, Δ_{NCCI} , Δ_{NCEI} , U_C jsou uvedeny v předcházející části textu (včetně definice a popisu). Ukazatel S_τ je vypočtený níže a to ve dvou variantách. První a druhá varianta se liší jen u konstrukce č. 2 vlivem tvorby dvou variant střešní konstrukce.

Varianta I

Obecný výpočtový vztah:

$$S_\tau = \frac{(\Delta_{NCSI} \times \mu_{50}) \times U_C + (\Delta_{NCSI} \times \mu_{50}) \times \Delta_{NCCI} + \Delta_{NCCI} \times \Delta_{NCEI} + \Delta_{NCEI} \times U_C}{2}$$

Aplikace výpočtového vztahu:

$$\text{Konstrukce č. 1. } S_\tau = \frac{0,39 \times 0,57 + 0,39 \times 0,48 + 0,48 \times 0,62 + 0,62 \times 0,57}{2} = 0,53$$

$$\text{Konstrukce č. 2. } S_\tau = \frac{0,44 \times 0,61 + 0,44 \times 0,36 + 0,36 \times 0,70 + 0,70 \times 0,61}{2} = 0,56$$

$$\text{Konstrukce č. 3. } S_\tau = \frac{0,37 \times 0,54 + 0,37 \times 0,45 + 0,45 \times 0,42 + 0,42 \times 0,54}{2} = 0,39$$

$$\text{Konstrukce č. 4. } S_\tau = \frac{0,41 \times 0,58 + 0,41 \times 0,37 + 0,37 \times 0,41 + 0,41 \times 0,58}{2} = 0,39$$

$$\text{Konstrukce č. 5. } S_\tau = \frac{0,40 \times 0,60 + 0,40 \times 0,36 + 0,36 \times 0,39 + 0,39 \times 0,60}{2} = 0,38$$

$$\text{Konstrukce č. 6. } S_\tau = \frac{0,42 \times 0,63 + 0,42 \times 0,35 + 0,35 \times 0,49 + 0,49 \times 0,63}{2} = 0,45$$

$$\text{Konstrukce č. 7. } S_\tau = \frac{0,35 \times 0,63 + 0,35 \times 0,41 + 0,41 \times 0,33 + 0,33 \times 0,63}{2} = 0,32$$

⁸⁰ $\mu_{50} \dots$ opravný koeficient pro rodinné domy v tomto případě $\frac{1}{50000}$.

Tabulka 72 Trapezoidická analýza pro konstrukce 1-7, varianta I

Ukazatele	1. Zděné - cihelné děrované tvárnice	2. Zděné - pórobetonové tvárnice	3. Dřevostavba ze sendvičových panelů	4. Roubenka	5. Srub	6. Panelová konstrukce z masivu (KLH)	7. Sláma
$\Delta_{NCS I} \times \mu_{50}$	0,39	0,44	0,37	0,41	0,40	0,42	0,35
$\Delta_{NCC I}$	0,48	0,36	0,45	0,37	0,36	0,35	0,41
$\Delta_{NCE I}$	0,62	0,70	0,42	0,41	0,39	0,49	0,33
U_C	0,57	0,61	0,54	0,58	0,60	0,63	0,52
S_τ	0,53	0,56	0,39	0,39	0,38	0,45	0,32

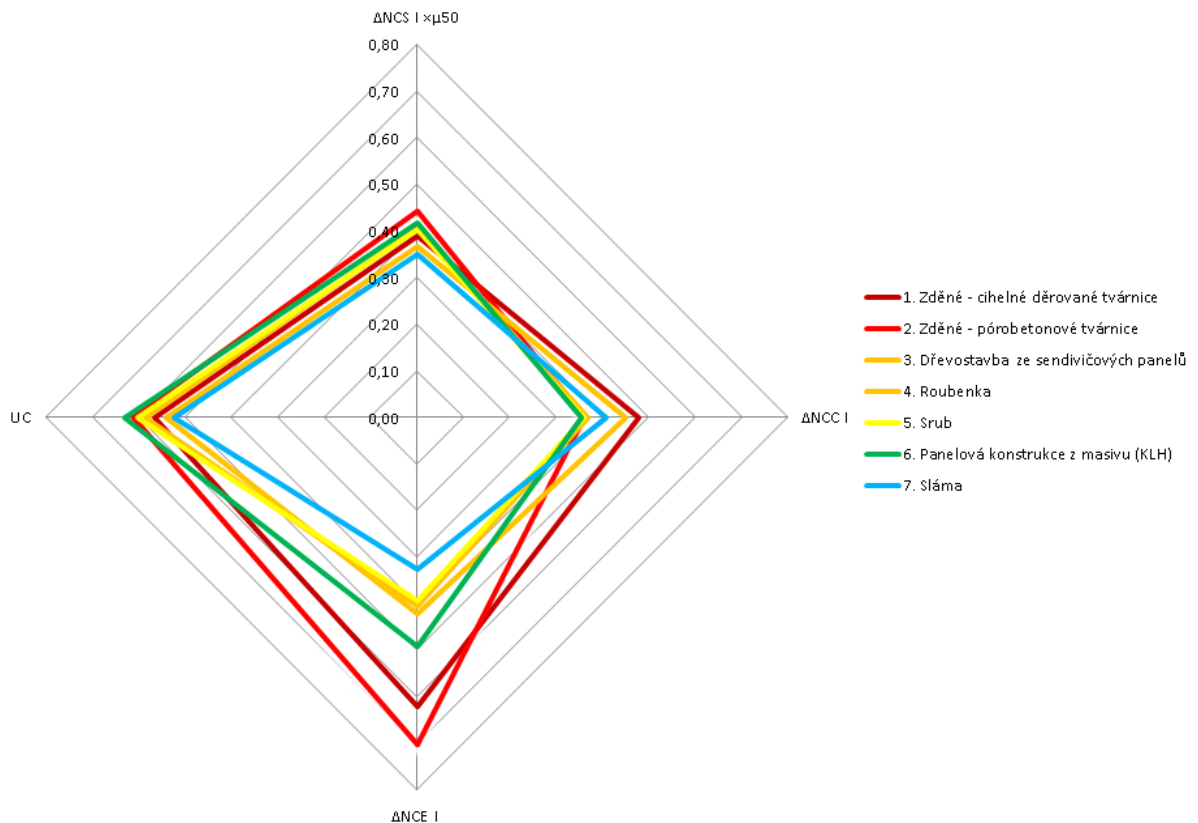
Na základě výše provedené analýzy a zanesení vypočtených ukazatelů je patrné, že největší trapezoidické analytické plochy dosahuje konstrukce č. 2. Nejnižší hodnotu trapezoidické analytické plochy dosahuje konstrukce č. 7. Tento údaj je relativně důležitý k prvotnímu analytickému posouzení. Dále je třeba sledovat konkrétní hodnoty ukazatelů.

Z analýzy je patrné, že největší rozdíly u staveb vykazuje ukazatel $\Delta_{NCE I}$. Ostatní ukazatele se liší relativně méně. Z globálního hlediska je tedy možné tvrdit, že největší rozdíl mezi navrženými konstrukcemi je v oblasti vázané spotřebované energie⁸¹.

Při volbě konstrukčního systému budovy je tedy vhodné pohlížet na skladbu materiálů použitých ve stavbě. Například stavba zděná z pórobetonových tvárníc a z cihelných děrovaných tvárníc z tohoto hlediska dosahují poměrně vysokou hodnotu uvedeného ukazatele. Obdobě dosahuje vyšších hodnot stavba panelová z masivu.

Nejnižší hodnotu ukazatele $\Delta_{NCE I}$ dosahuje stavba s dominantním zastoupením slámy, srub, roubenka a dřevostavba ze sendvičových panelů.

⁸¹ I tak je však vhodné sledovat výši jednotlivých ukazatelů, resp. jejich pořadí v tabulárním i grafickém zobrazení.



Obrázek 15 Grafické zobrazení trapezoidické analýzy pro konstrukce 1-7, varianta I

Varianta II

Jak již bylo uvedeno výše, varianta II se liší pouze u konstrukce č. 2, kdy střešní konstrukce je zhotovena z dřevěného trémového krovu.

Obecný výpočtový vztah:

$$S_{\tau} = \frac{(\Delta_{NCS II} \times \mu_{50}) \times U_C + (\Delta_{NCS II} \times \mu_{50}) \times \Delta_{NCC II} + \Delta_{NCC II} \times \Delta_{NCE II} + \Delta_{NCE II} \times U_C}{2}$$

Aplikace výpočtového vztahu:

$$\text{Konstrukce č. 1. } S_{\tau} = \frac{0,39 \times 0,57 + 0,39 \times 0,48 + 0,48 \times 0,62 + 0,62 \times 0,57}{2} = 0,53$$

$$\text{Konstrukce č. 2. } S_{\tau} = \frac{0,38 \times 0,87 + 0,38 \times 0,50 + 0,50 \times 0,77 + 0,77 \times 0,87}{2} = 0,79$$

$$\text{Konstrukce č. 3. } S_{\tau} = \frac{0,37 \times 0,54 + 0,37 \times 0,45 + 0,45 \times 0,42 + 0,42 \times 0,54}{2} = 0,39$$

$$\text{Konstrukce č. 4. } S_{\tau} = \frac{0,41 \times 0,58 + 0,41 \times 0,37 + 0,37 \times 0,41 + 0,41 \times 0,58}{2} = 0,39$$

$$\text{Konstrukce č. 5. } S_{\tau} = \frac{0,40 \times 0,60 + 0,40 \times 0,36 + 0,36 \times 0,39 + 0,39 \times 0,60}{2} = 0,38$$

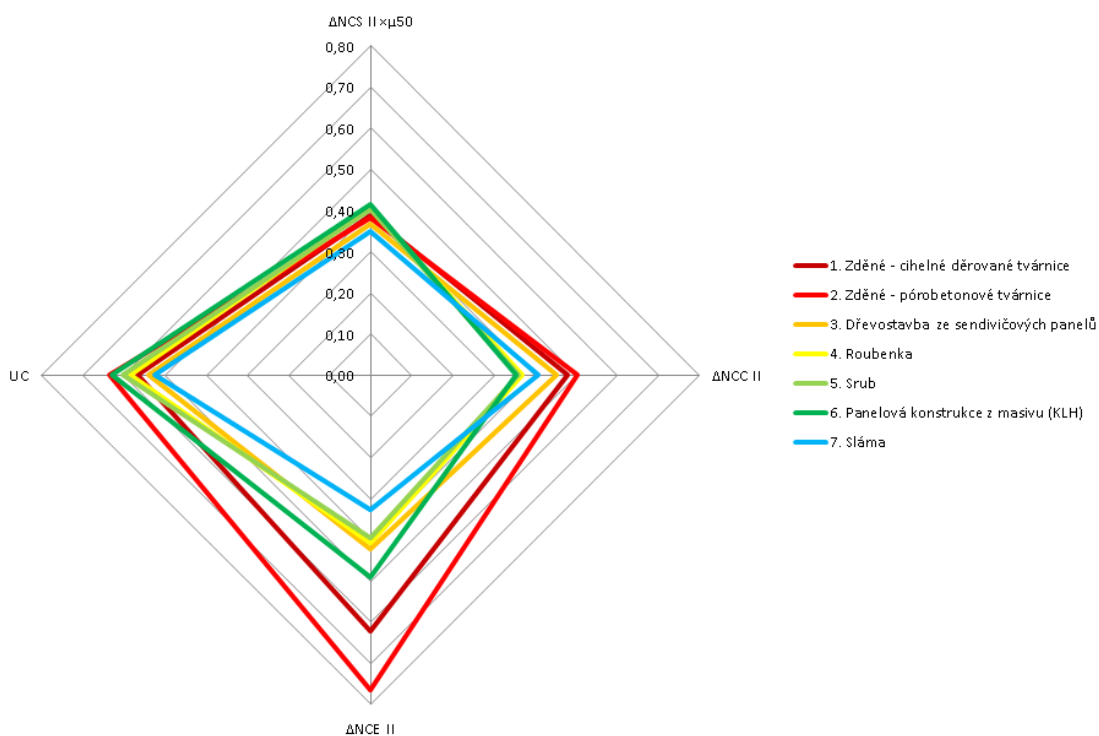
$$\text{Konstrukce \u010d. 6. } S_{\tau} = \frac{0,42 \times 0,63 + 0,42 \times 0,35 + 0,35 \times 0,49 + 0,49 \times 0,63}{2} = 0,45$$

$$\text{Konstrukce \u010d. 7. } S_{\tau} = \frac{0,35 \times 0,63 + 0,35 \times 0,41 + 0,41 \times 0,33 + 0,33 \times 0,63}{2} = 0,32$$

Tabulka 73 Trapezoidick\u00e1 anal\u00fdza pro konstrukce 1-7, varianta II

Ukazatele	1. Zd\u011bn\u00e9 - ciheln\u00e9 d\u00e9rovan\u00e9 tv\u00e1rnice	2. Zd\u011bn\u00e9 - p\u00f3robetonov\u00e9 tv\u00e1rnice	3. D\u0159evostavba ze sendvi\u010dov\u00fdch panel\u016f	4. Roubenka	5. Srub	6. Panelov\u00e1 konstrukce z masivu (KLH)	7. Sl\u00e1ma
$\Delta_{NCS II} \times \mu_{50}$	0,39	0,38	0,37	0,41	0,40	0,42	0,35
$\Delta_{NCC II}$	0,48	0,50	0,45	0,37	0,36	0,35	0,41
$\Delta_{NCE II}$	0,62	0,77	0,42	0,41	0,39	0,49	0,33
U_C	0,57	0,63	0,54	0,58	0,60	0,63	0,52
S_{τ}	0,53	0,65	0,39	0,39	0,38	0,45	0,32

Dle v\u00fd\u0161e proveden\u00e9 anal\u00fdzy a zanesen\u00fdch vypo\u010den\u00fdch ukazatel\u016f setrv\u00e1v\u00e1 stanovisko, \u017ee největ\u0161\u00ed trapezoidick\u00e9 analytick\u00e9 plochy dosahuje konstrukce \u010d. 2. Tato plocha oproti variant\u011b I narostla nejen v ukazateli Δ_{NCE} , ale tak\u00e9 narostla v ukazateli Δ_{NCC} . P\u0159i \u0159e\u0161en\u00ed materi\u00e1lov\u00e9 skladby stavby je tedy nutn\u00e9 zohled\u0148ovat r\u016fzn\u00e9 varianty skladeb konstrukc\u00ed.



Obr\u00e1zek 16 Grafick\u00e9 zobrazen\u00ed trapezoidick\u00e9 anal\u00fdzy pro konstrukce 1-7, varianta II

6 VÝSLEDKY

V této části jsou shrnuta výše uvedená zjištění. Pro přehlednost je sestavena následující tabulka. V této tabulce jsou uvedeny údaje o celkové obestavené ploše staveb, celkové ploše místností (vzhledem k metodice jsou identické), celkové tloušťce obvodové stěny, celkových nákladů na výstavbu (I a II), celkového spotřebovaného vázaného uhlíku (I a II) a celkové vázané spotřebované vázané energie (I a II). Dále jsou uvedeny poměrové ukazatele $\Delta_{NCS\ I,II}$ [$K\check{c}\times m^{-2}$], $\Delta_{NCC\ I,II}$ [$kg\ CO_{2e}\times K\check{c}^{-1}$], $\Delta_{NCE\ I,II}$ [$MJ\times K\check{c}^{-1}$] a ukazatele trapezoidické analýzy.

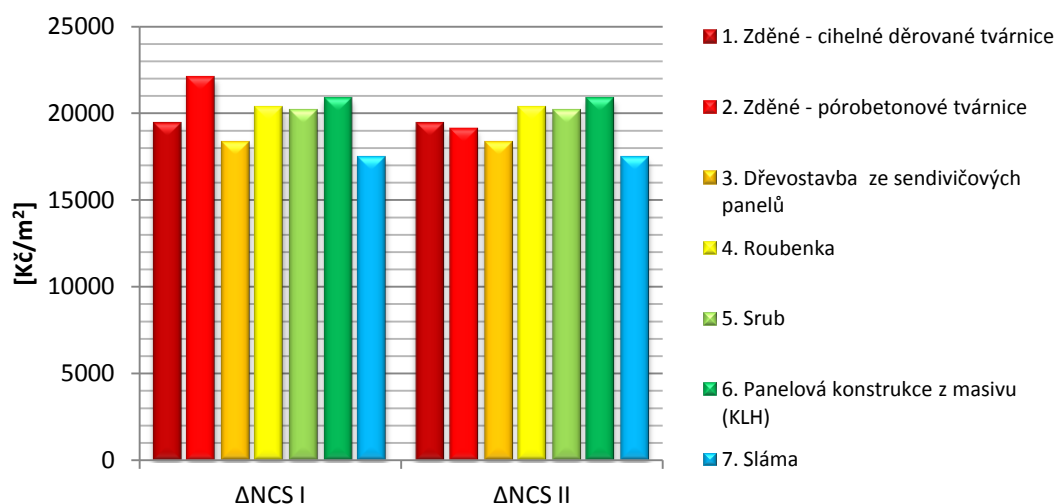
Tabulka 74 Celkové porovnání

Údaj	1. Zděné - cihelné děrované tvárnice	2. Zděné - pórobetonové tvárnice	3. Dřevostavba ze sendvičových panelů	4. Roubenka	5. Srub	6. Panelová konstrukce z masivu (KLH)	7. Sláma
Celková obestavená plocha S [m ²]	110,90	107,48	102,49	111,64	109,46	105,25	111,81
Celková plocha místností [m ²]	85,20	85,20	85,20	85,20	85,20	85,20	85,20
Celková tloušťka obvodové stěny [m]	0,485	0,402	0,2805	0,4925	0,4425	0,3455	0,504
NC I (s DPH) [Kč]	2151850	2370710	1882240	2271250	2205280	2190830	1950650
NC II (s DPH) [Kč]	= NC I	2050510	= NC I	= NC I	= NC I	= NC I	= NC I
C I [kg CO _{2e}]	1030287	855001	848109	839786	793751	774242	796135
C II [kg CO _{2e}]	= C I	1030287	= C I	= C I	= C I	= C I	= C I
E I [MJ]	1338325	1663624	795708	922232	868520	1077049	639170
E II [MJ]	= E I	1569313	= E I	= E I	= E I	= E I	= E I
Poměrové ukazatele							
$\Delta_{NCS\ I}$ [$K\check{c}\times m^{-2}$]	19403,52	22057,22	18365,11	20344,41	20146,90	20815,49	17446,11
$\Delta_{NCS\ II}$ [$K\check{c}\times m^{-2}$]	= $\Delta_{NCS\ I}$	19078,06	= $\Delta_{NCS\ I}$	= $\Delta_{NCS\ I}$	= $\Delta_{NCS\ I}$	= $\Delta_{NCS\ I}$	= $\Delta_{NCS\ I}$
$\Delta_{NCC\ I}$ [$kg\ CO_{2e}\times K\check{c}^{-1}$]	0,48	0,36	0,45	0,37	0,36	0,35	0,41
$\Delta_{NCC\ II}$ [$kg\ CO_{2e}\times K\check{c}^{-1}$]	= $\Delta_{NCC\ I}$	0,50	= $\Delta_{NCC\ I}$	= $\Delta_{NCC\ I}$	= $\Delta_{NCC\ I}$	= $\Delta_{NCC\ I}$	= $\Delta_{NCC\ I}$
$\Delta_{NCE\ I}$ [$MJ\times K\check{c}^{-1}$]	0,62	0,70	0,42	0,41	0,39	0,49	0,33
$\Delta_{NCE\ II}$ [$MJ\times K\check{c}^{-1}$]	= $\Delta_{NCE\ I}$	0,77	= $\Delta_{NCE\ I}$	= $\Delta_{NCE\ I}$	= $\Delta_{NCE\ I}$	= $\Delta_{NCE\ I}$	= $\Delta_{NCE\ I}$
Trapezoidická analýza							
$\Delta_{NCS\ I}\times\mu_{50}$	0,39	0,44	0,37	0,41	0,40	0,42	0,35
$\Delta_{NCS\ II}\times\mu_{50}$	= $\Delta_{NCS\ I}\times\mu_{50}$	0,38	= $\Delta_{NCS\ I}\times\mu_{50}$	= $\Delta_{NCS\ I}\times\mu_{50}$	= $\Delta_{NCS\ I}\times\mu_{50}$	= $\Delta_{NCS\ I}\times\mu_{50}$	= $\Delta_{NCS\ I}\times\mu_{50}$
$\Delta_{NCC\ I}$	0,48	0,36	0,45	0,37	0,36	0,35	0,41
$\Delta_{NCC\ II}$	= $\Delta_{NCC\ II}$	0,50	= $\Delta_{NCC\ II}$	= $\Delta_{NCC\ II}$	= $\Delta_{NCC\ II}$	= $\Delta_{NCC\ II}$	= $\Delta_{NCC\ II}$
$\Delta_{NCE\ I}$	0,62	0,70	0,42	0,41	0,39	0,49	0,33
$\Delta_{NCE\ II}$	= $\Delta_{NCE\ II}$	0,77	= $\Delta_{NCE\ II}$	= $\Delta_{NCE\ II}$	= $\Delta_{NCE\ II}$	= $\Delta_{NCE\ II}$	= $\Delta_{NCE\ II}$
U _C	0,57	0,61 (0,63) 82	0,54	0,58	0,60	0,63	0,52
S _τ	0,53	0,56 (0,64)83	0,39	0,39	0,38	0,45	0,32

⁸² Varianta II.

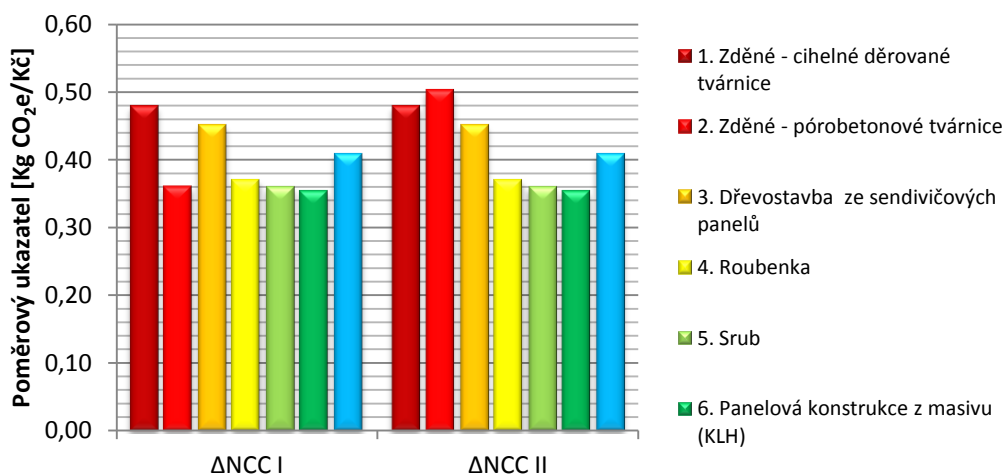
⁸³ Varianta II.

Výše uvedená tabulka je vizualizovaná v následujících grafech. V prvním grafu jsou zobrazeny celkové náklady na výstavbu I a II v porovnání s celkovou obestavěnou plochou. Jak je patrné, tak pro variantu I je nejvíce nákladově náročná konstrukce 2. Zděné – pórobetonová tvárnice, následuje konstrukce 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH), 4. Roubenka, 5. Srub, 2. Zděné – pórobetonové tvárnice, 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů a 7. Sláma. V případě varianty II je pořadí následující: 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH), 4. Roubenka, 5. Srub, 2. Zděné – pórobetonové tvárnice, konstrukce 2. Zděné – pórobetonová tvárnice, 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů a 7. Sláma. Tento rozdíl je daný hlavně tím, že konstrukce č. 2. nemá střešní konstrukci zhotovenou z komplexního konstrukčního systému na bázi pórobetonu. Nejvýhodnější je tedy z finančního hlediska konstrukce 7. Sláma.



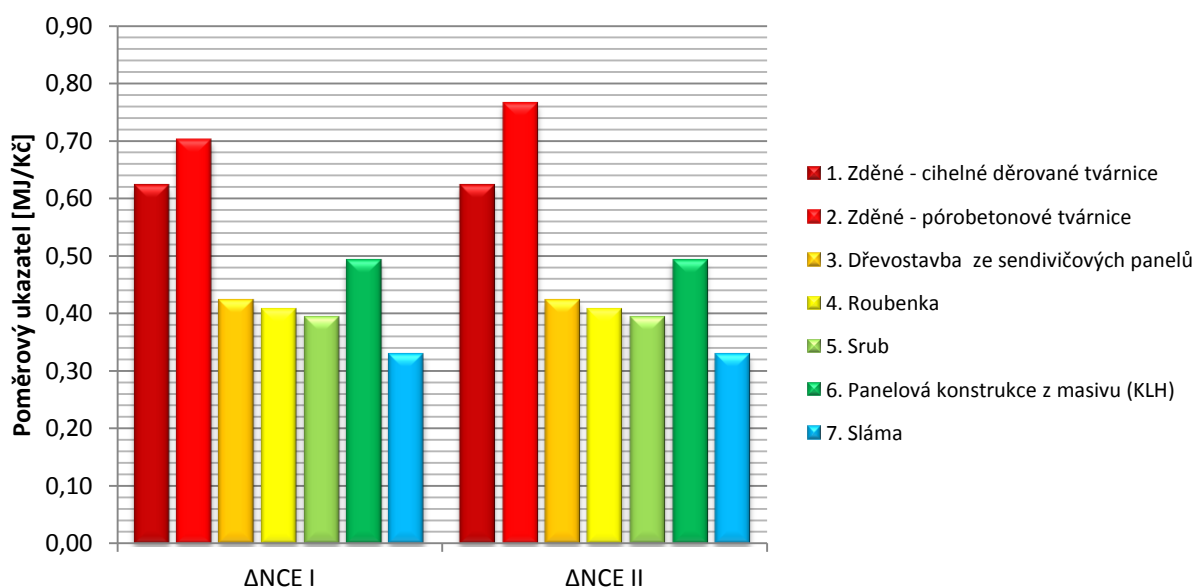
Graf 14 Porovnání nákladů na výstavbu k obestavěné ploše [Kč/m²]

Následující graf zobrazuje porovnání vázaného uhlíku k nákladům na výstavbu. Opět je šetření zobrazeno ve variantě I a II. V případě varianty I dosahuje nejvyšší hodnoty tohoto koeficient konstrukce 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice, 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů, 7. Sláma, 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů atd. V případě varianty II dosahuje nejvyšších hodnot konstrukce 2. Zděné – pórobetonové tvárnice, 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice, 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů, 7. Sláma atd. Tento poměrový ukazatel zobrazuje, kolik je spotřebováno vázaného uhlíku na jednu korunu nákladů. Nejvýhodnější je konstrukce 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH).



Graf 15 Porovnání vázaného uhlíku k nákladům na výstavbu

V tabulce níže je zobrazen ve variantě I a II poměr celkové vázané spotřebované energie na korunu nákladů. V případě varianty I dosahuje nejvyšší hodnoty konstrukce 2. Zděné - pórobetonové tvárnice, následuje 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice, 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH), 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů, 4. Roubenka, 5. Srub a 7. Sláma. Stejné pořadí dosahuje i varianta II s tím rozdílem, že poměrový ukazatel je u konstrukce č. 2 výraznější. Nejvýhodnější konstrukce je konstrukce 7. Sláma.



Graf 16 Porovnání vázané energie k nákladům na výstavbu

Co se týče potenciální prospěšnosti, může být na tento aspekt nahlíženo z více pohledů. Z ekonomického hlediska je pro uživatele nejvýhodnější využít konstrukci 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů. Pokud bude na problematiku nahlíženo z pohledu nejvýhodnější hladiny celkového spotřebovaného vázaného uhlíku je nejvhodnější konstrukce typu 6.

Panelová konstrukce z masivu (KLH). Z pohledu celkové vázané spotřebované energie je nejvýhodnější konstrukce 7. Sláma.

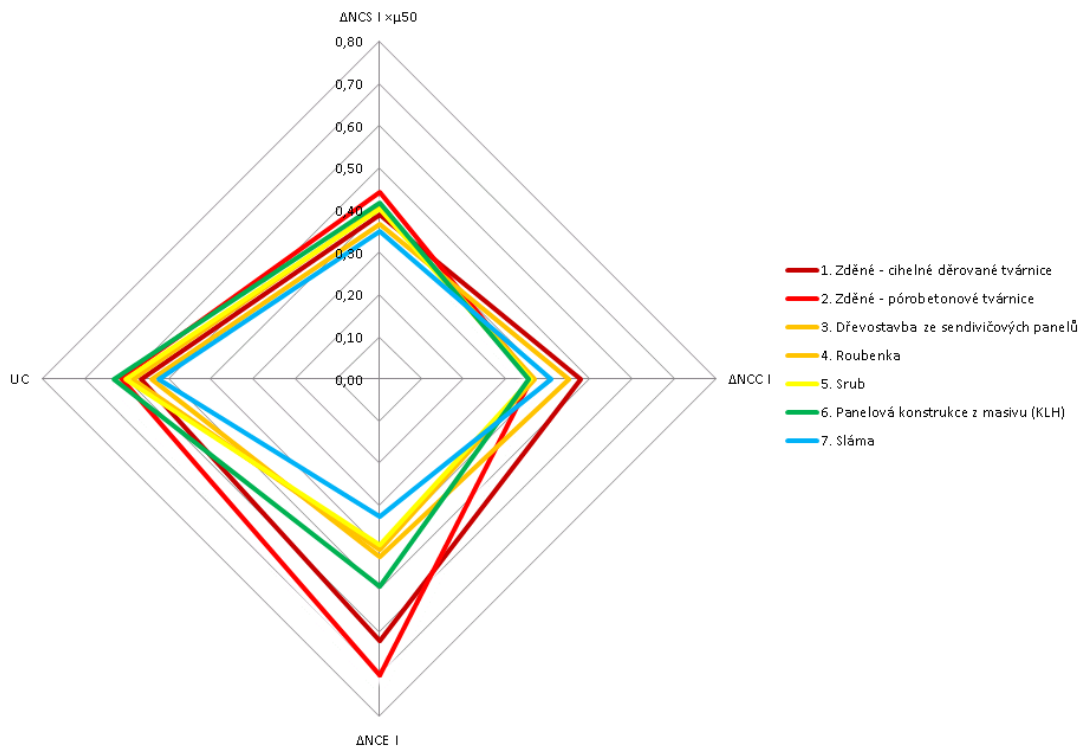
V momentě, kdy budou výše uvedená celková hlediska zpracována poměrovým způsobem, zdá se být z hlediska porovnání nákladů na výstavbu k obestavěné ploše nejvýhodnější konstrukce 7. Sláma. V případě porovnání vázaného uhlíku k nákladům na výstavbu je nejvýhodnější konstrukce 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH). A v momentě, kdy bude porovnávána vázané energie k nákladům na výstavbu, je nejvýhodnější konstrukce 7. Sláma. Obecně je tedy možné říct, že při takto nastavené metodice a při obdobném součiniteli prostupu tepla konstrukce jako u dalších šesti konstrukcí je z ekonomického hlediska a hlediska trvale udržitelného rozvoje nejvyšší potenciaální prospěšnost pro uživatele domů konstrukce 7. Sláma.

Hlavní hypotéza byla tedy do velké míry potvrzena a při takto nastavené metodice je možné říct, že výstavba z materiálů, které potřebují minimum dodatečných energetických vkladů, je méně energeticky a finančně náročná. Ohledně produkce CO₂ je možné se také s touto částí hypotézy ztotožnit, jelikož náročnost na celkový vázaný spotřebovaný uhlík je u konstrukcí s dominantní materiálovou skladbou na bázi obnovitelných materiálů nižší.

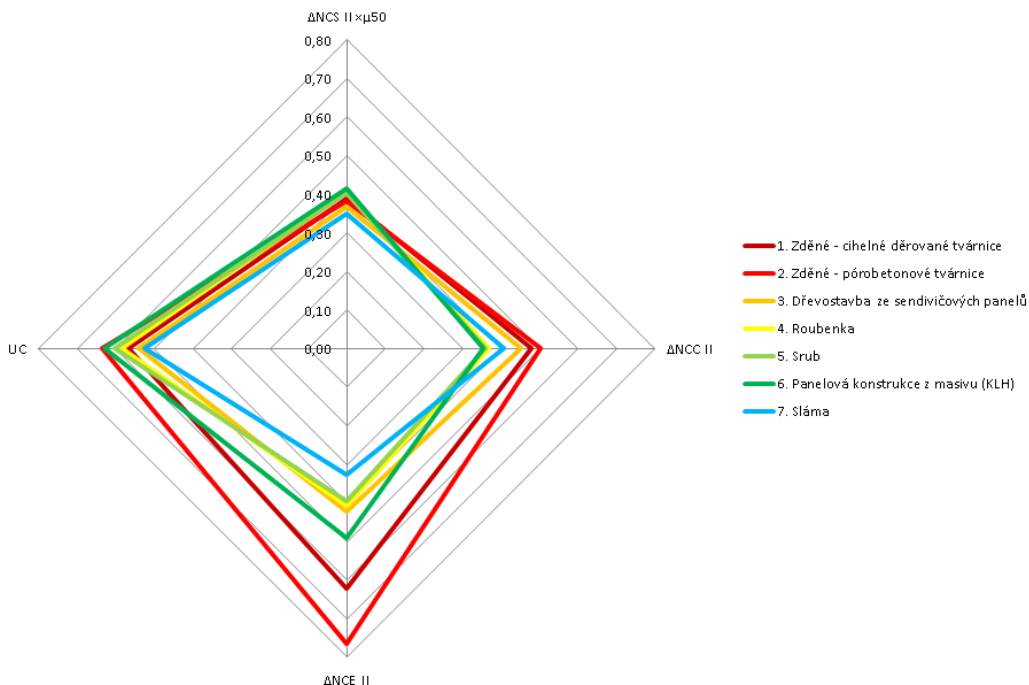
Trapezoidická analýza ukázala, že největší trapezoidické analytické plochy dosahuje konstrukce č. 2. Nejnižší hodnotu trapezoidické analytické plochy dosahuje konstrukce č. 7. Tento údaj je relativně důležitý k prvotnímu analytickému posouzení. Dále je třeba sledovat konkrétní hodnoty ukazatelů. Z analýzy je patrné, že největší rozdíly u staveb vykazuje ukazatel $\Delta_{NCE\ I}$. Ostatní ukazatele se liší relativně méně. Z globálního hlediska je tedy možné tvrdit, že největší rozdíl mezi navrženými konstrukcemi je v oblasti vázané spotřebované energie⁸⁴. Při volbě konstrukčního systému budovy je tedy vhodné pohlížet na skladbu materiálů použitou ve stavbě. Například stavba zděná z pórobetonových tvárnic a z cihelných děrovaných tvárnic z tohoto hlediska dosahují poměrně vysokou hodnotu uvedeného ukazatele. Obdobě dosahuje vyšších hodnot stavba panelová z masivu. Nejnižší hodnotu ukazatele $\Delta_{NCE\ I}$ dosahuje stavba s dominantním zastoupením slámy, srub, roubenka a dřevostavba ze sendvičových panelů. Obdobě pro Variantu II setrvává stanovisko, že největší trapezoidické analytické plochy dosahuje konstrukce č. 2. Tato plocha oproti variantě I narostla nejen v ukazateli Δ_{NCE} , ale také narostla v ukazateli Δ_{NCC} . Při řešení

⁸⁴ I tak je však vhodné sledovat výši jednotlivých ukazatelů, resp. jejich pořadí v tabulárním i grafickém zobrazení.

materiálové skladby stavby je tedy nutné zohledňovat různé varianty skladeb konstrukcí. Uvedené je možné vizualizovat v následujících grafech.



Obrázek 17 Grafické zobrazení trapezoidické analýzy pro konstrukce 1-7, varianta I



Obrázek 18 Grafické zobrazení trapezoidické analýzy pro konstrukce 1-7, varianta II

Prospěšnost na základě kvantitativní analýzy výpovědí respondentů ukázala, že je do značné míry podstatné, zda se respondenti o problematiku energetické šetrnosti, potažmo

vázané spotřebované energie, resp. vázaného spotřebovaného uhlíku zajímají a jsou v takové situaci, kdy řeší bydlení. Prospěšnost také respondenti shledávají v případné podpoře státu.

Předložená analýza a metodologický návrh řešení komparace staveb je vhodné využívat při posuzování staveb. Sedm uvedených variant staveb je možné do určité míry brát za referenční a v případě dalšího vědeckého bádání v této oblasti mohou uvedené konstrukce být nápomocny s porovnáním adekvátních variant. Z praktického hlediska je pak možné případným zájemcům o projekt, resp. stavbu domu nabídnout varianty řešení, které mohou zohlednit konkrétní požadavky zákazníků. Například pro zájemce se silným ekologickým cítěním je možné nabídnout varianty jemu bližší a případně tyto varianty porovnat s dalšími možnostmi.

7 DISKUSE

Na základě stanovené metodiky byly zjištěny výše uvedené výsledky. Nutno podotknout, že problematikou vázané energie a vázaného uhlíku se zabývá řada autorů, ovšem tito autoři nedávají vázanou energii a vázaný uhlík do vztahu s náklady na výstavbu. V současnosti jsem z dostupných zdrojů neobjevil autora, který by dával do souvztažnosti vázanou energii, vázaný uhlík a náklady na výstavbu.

Tématikou vázané energie a vázaného uhlíku se zabývá a publikuje například Abanda a kol. (2014), který porovnával budovy z nepálených hliněných cihel (Mud-brick) a betonových tvárnic (Cement-block). Vzhledem k tomu, že absolutní hodnoty na stavbu jsou v důsledku rozdílnosti půdorysu a dalších parametrů logicky odlišné, může být posouzen rozdíl v procentech. Uvedení autoři došli k výsledkům 292326,81 MJ vázané spotřebované energie a 37829,19 kg CO₂ vázaného spotřebovaného uhlíku pro stavbu z betonových tvárnic. Pro stavbu z nepálených hliněných cihel došli k výsledkům 137934,91 MJ vázané spotřebované energie a 15665,56 kg CO₂ vázaného spotřebovaného uhlíku. Rozdíl je tedy cca 47 % v případě vázané energie a 41 % v případě vázaného spotřebovaného uhlíku. V této práci nebyly přímo tyto konkrétní materiály porovnávány, je však možné uvedených 7 konstrukcí rozdělit na konstrukce z cihelných děrovaných tvárnic a pórobetonu (1-2) a další konstrukce (3-7). Porovnáme-li tyto konstrukce mezi sebou co do průměrného procentuálního rozdílu, je rozdíl mezi konstrukcemi 1-2 a 3-7 pro vázaný spotřebovaný uhlík cca 13 % pro variantu I a 22 % pro variantu II. Obdobně v případě vázané spotřebované energie vychází průměrný procentní rozdíl pro konstrukce 1-2 a 3-7 pro variantu I 48 % a pro variantu II 45 %. V případě vázaného uhlíku vychází rozdíl menší než u výše uvedených autorů, ale je třeba opětovně zmínit, že autoři nepopisovali identické materiály, jaké jsou uvedeny v této práci. Ohledně vázané spotřebované energie jsou již procentuální rozdíly bližší výše uvedeným autorům.

Obdobně autoři Hammond a Jones (2008) uvádějí vázanou energii pro různé typy budov. Bohužel v jejich práci není konkrétní specifikace staveb (materiálová, konstrukční apod.). Ve svých výsledcích uvádějí, že v nově postaveném anglickém domě dosahuje vázaná energie lehce nad 5000 [MJ/m²] a vázaný uhlík lehce nad 140 [kgCO₂/m²]. V této práci dosahuje konstrukce 1-2 průměrně hodnotu vázané energie pro variantu I 8600 [MJ/m²], pro variantu II 9400 [MJ/m²]. Pro konstrukce 3-7 pak byla vypočtena hodnota 7500 [MJ/m²]. Z takto zjištěných dat je tedy patrné, že výsledky výše uvedených autorů se blíží

spíše konstrukcím 3-7, resp. je možné, že pokud se jedná o stavbu o velkém půdorysu, jedná se o budovu typu konstrukce 1-2. Autor Pullen (2000) uvádí průměrné hodnoty vázané energie pro obytné budovy: 3600 [MJ/m²] a Treloar (1998) uvádí hodnotu 8760 [MJ/m²]. Je patrná relativně velká variabilita, která může být způsobena metodologií, vstupními daty a dalšími okolnostmi.

Autorka Milutiené (2010) se ve svém článku zabývala vázanou energií budov a nulovým energetickým konceptem budov. Zaměřila se na budovy stavěné ze slámy. Z jejích výsledků je zřejmé, že vázaná spotřebovaná energie na stěny ze slámy dosahuje celkovou hodnotu přibližně 235 tisíc [MJ] a vázaný uhlík 17,2 tisíc [kgCO₂]. V této práci bylo zjištěno, že konstrukce 7. Sláma dosahuje hodnotu vázané energie 639 tisíc [MJ] a 79 tisíc [kgCO₂] vázaného uhlíku. Tento rozdíl je z největší pravděpodobností dán celkovou konstrukcí stavby. U této práce byly základy zhotoveny z betonu, byla vytvořena železobetonová deska. Další rozdíly mohly být ve vnitřních příčkách, konstrukci střechy apod. Z autorčiny studie je patrné, že stavby ze slámy mají perspektivu z hlediska snižování vázané spotřebované energie a vázaného spotřebovaného uhlíku.

Autor McHendry (2013) ve své případové studii zkoumal sendvičové dřevostavby. Zjistil, že pro variantu ECO dosahuje vázaná energie hodnotu 783 [GJ]. Řešil také variantu INTENSIVE, jenž dosáhla hodnot 1458 [GJ] vázané energie. V autorově studii je uvedeno, že celková plocha podlah dosahovala 162,5 [m²]. Opět tato budova není identická ke konstrukcím zpracovaným v této práci, nicméně je možná určitá komparace. Přepočtem je možné získat vázanou energii na m². Výsledkem je tedy 4,8 [GJ/m²] pro variantu ECO a 8,97 [GJ/m²] pro variantu INTENSIVE. Získané údaje v této práci dosahují hodnot: konstrukce 1. Zděné – cihelné děrované tvárnice 6,69 [GJ/m²]; 2. Zděné - pórobetonové tvárnice 14,60 [GJ/m²] (15,48 varianta II); 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů 7,76 [GJ/m²]; 4. Roubenka 8,26 [GJ/m²]; 5. Srub 7,93 [GJ/m²]; 6. Panelová konstrukce z masivu (KLH) 10,23 [GJ/m²]; 7. Sláma 5,72 [GJ/m²].

Ekonomickou část je třeba řešit z pohledu možností České republiky. Je pochopitelné, že náklady na výstavbu domů v jiných státech budou s největší pravděpodobností jiné. Problematikou porovnání pořizovacích cen dřevostaveb (bez srubů a roubenek) a zděných domů (z cihelných děrovaných tvárnic a z pórobetonu) se zabýval Kalousek, Lenoč (2009). Z jejich údajů je zřejmé, že dřevostavby s obdobným obestavěným prostorem (cca

550 m³) mají nižší cenu než zděné stavby. V případě této práce je rozdíl⁸⁵ mezi konstrukcí zděnou a konstrukcí dřevostavby obdobný, jak uvádějí autoři – cca 14 % u cihelných děrovaných tvárnic a 26 % u pórobetonové konstrukce.

Grmela (2011) se zabýval výstavbou domu ze slámy. V jeho práci dochází k výsledkům cca 9 tis Kč/m² užitě plochy, ovšem doplňuje, že takto nízká cena byla dána hlavně tím, že výstavba byla prováděna svépomocným způsobem. V této práci byla uvažována běžná průmyslová výstavba konstrukce 7. ze slámy a také možná z toho důvodu dosahuje nákladů na výstavbu hodnot cca 23 tis. Kč/m² užitě plochy (ovšem i toto v porovnání s dalšími konstrukcemi je hodnota poměrně nízká). Další rozdíly mohou být dány specifikací stavby Grmelou a specifikací stavby v této práci. Je třeba také podotknout, že v této práci byly zpracovány modelové příklady.

Ohledně cen srubů a roubenek byly získány údaje z webových stránek výrobců, např. společnosti Srubové domy s.r.o., T.M.T. Srub s.r.o., Roubenky a sruby Walter s.r.o., Vaše roubenka CZ s.r.o. Na uvedených stránkách jsou však ve většině případů vedeny ceny za m² zastavěné plochy hrubé stavby. Celkově vychází průměrné ceny srubů kolem 9 tis. Kč/m² zastavěné plochy a průměrné ceny roubenek se pohybují kolem 10 tis. Kč/m². V této práci byly zjištěny náklady cca 20 150 Kč/m² obestavěné plochy v případě srubu a 20 340 Kč/m² u roubenek. Opět je třeba zdůraznit, že kalkulace uvedené v této práci nejsou pro hrubou stavbu, nicméně drobný rozdíl mezi cenou (náklady) srubu a roubenky i zde existuje.

Nově navrženou metodologii pro posuzování staveb – trapezoidickou analýzu – nebylo možné aplikovat na již publikované práce (uvedené např. výše), neboť tyto práce reflektují jiné, resp. dílčí skutečnosti a v celku analýzy by tedy nedávaly smysl. Nicméně se dalším autorům nabízí možnost aplikovat navrženou metodologii v různých prostředích (např. EU) a tyto pak podrobit analýze a srovnání.

⁸⁵ Nutno podotknout, že v této práci bylo pracováno s kalkulacemi nákladů, ne kalkulacemi ceny a s obestavěnou plochou (ekvivalent zastavěné plochy s tím, že pro objekty poloodkryté a objekty zastřešené bez obvodových svíslých konstrukcí je třeba zvolit individuální, upravený postup výpočtu), ne prostorem.

8 SUMMARY

For the purposes of the objective of this work was proposed seven types of structures that reflect common Czech reality of the views they have options of construction. The structure was designed to:

- 1st Wall - brick perforated blocks
- 2nd Wall - aerated concrete blocks
- 3rd Wooden house of sandwich panels
- 4th Log house
- 5th Log cabin
- 6th Panel solid wood structure (KLH)
- 7th Straw house.

These constructs were further broken down into part of the flooring, exterior walls and roof structure. The aim was that the various types of structures in the individual sections of similar parameters, in this case specifically, the coefficient of heat transfer and at the same time this factor meets the requirements of the standard (ČSN 73 0540-2/2011). Subsequently, the building design was created. The internal space of the buildings was the single (85.20 m²) and the outer space differed according to the thickness of the individual structures (construction, 1. = 110.90 m², 2. = 107.48 m², 3. = 102.49 m², 4. = 111.64 m², 5. = 109.46 m², 6. = 105.25 m², 7. = 111.81 m²). As drawn up by the model examples were subsequently assessed from construction, an environmental (hardcover bound energy and carbon) and economic (compiled model calculations of the construction). The results were further processed and compared both in absolute values and percentage values, and not least in terms of defined financial ratios.

On the basis of the established facts of financial ratios expressed in percentage⁸⁶, found that:

- The cost of construction to reach the area enclosed by the structure:

⁸⁶ Construction of the 3. Wooden house of sandwich panels = 100%.

- 7th Straw house has the best ratio = 95%
 - followed by 100% for the 3rd Wooden house of sandwich panels,
 - 106% for the 1st Wall – brick perforated blocks,
 - 110% for the 5th Log cabin,
 - 111% for the 4th Log house and
 - 120% (104% variant II) for 2nd Wall - aerated concrete blocks.
- Fixed carbon to the cost of construction achieves:
 - about 78% for the 6th Panel solid wood structure (KLH)
 - about 80% for the 5th Log cabin and 2nd Wall - aerated concrete blocks (variant II 111%)
 - about 82% for the 4th Log house,
 - about 91% for the construction of the 7th Straw house,
 - 100% for the 3rd Wooden house of sandwich panels
 - 107% for the 1st Wall - brick perforated blocks.
 - Embodied energy to construction costs achieved through:
 - about 79% for the construction of the 7th Straw house,
 - about 93% for the 5th Log cabin,
 - about 98% for the 4th Log house,
 - 100% for the 3rd Wooden house of sandwich panels,
 - 117% for the 6th Panel solid wood structure (KLH)
 - of 148% for the 1st Wall - brick perforated blocks,
 - 167% (183% for Option II) for the 2nd Wall - aerated concrete blocks.

The final result then led, to a large extent, to confirm the main hypothesis, namely that the construction of the materials that they need a minimum of additional energy deposits, it is less energy-and financially demanding. Regarding the CO₂ production is also possible with this part hypotheses identify, as the demands on the total carbon is consumed-bound

structures with the dominant material composition based on renewable materials are usually lower. This perspective seems to be from the perspective of operation and maintenance, or disposal of the individual buildings of real. Should be noted that this analysis was measured on buildings less storey, intended for occupancy.

From the perspective of trapezoid analysis, it is evident that the largest areas of analysis trapezoid achieves No. 2 brick construction with a dominant representations of the porous concrete shaped bricks and in both the variant I variant II. Follow the construction of the No. 1 brick with a dominant representation of perforated bricks and construction 6. Panel construction of the Massif. The lowest values of trapezoid analytical areas reach construction No. 7 with the dominant representations of the straw, followed by no. 5 – log cabin, 4. Log house and 3 Wooden house of sandwich panels. For confirmation of these results were also examined the individual indicators, from which it is evident that the diversity of the structures is determined mainly an indicator of energy, but other indicators (aspect, the economic aspect of the carbon bound, and thermal insulation heat flow coefficient), in a lesser degree, distinguish the different types of structures.

The benefits based on the quantitative analysis of the testimony of the respondents showed that it is largely irrelevant whether the respondents on the issues of energy, thrift, bound energy, or bound carbon consumed by interested and are in such a situation, when it addresses the housing. The usefulness of the respondents finds it also in the support of the State.

Trapezoid analysis of the then opens other options matching buildings both on the market in the Czech Republic, as well as on other markets (eg. the EU). The methodology is designed to be universally so that it can be easily applied in other environments. However, it is also essential to the overall assessment on a specific case, taking into account all the nuances.

9 ZÁVĚR

Pro účely cíle této práce bylo navrženo sedm typů konstrukcí, které mají odrážet realitu z pohledů možnosti běžné výstavby na území České republiky. Byly navrženy konstrukce:

1. Zděné - cihelné děrované tvárnice
2. Zděné - pórobetonové tvárnice
3. Dřevostavba ze sendvičových panelů
4. Roubenka
5. Srub
6. Panelová konstrukce z masivu (KLH)
7. Sláma.

Tyto konstrukce byly dále členěny na část podlah, obvodových stěn a střešní konstrukce. Cílem bylo, aby jednotlivé typy konstrukcí měly v jednotlivých částech obdobné parametry, v tomto případě konkrétně součinitel prostupu tepla a zároveň tento součinitel splňoval požadavky dané normou (ČSN 73 0540-2/2011). Následně byl vytvořen konstrukční návrh staveb. Vnitřní prostor staveb byl jednotný (85,20 m²) a vnější prostor se lišil podle tloušťek jednotlivých konstrukcí (konstrukce 1. = 110,90 m², 2. = 107,48 m², 3. = 102,49 m², 4. = 111,64 m², 5. = 109,46 m², 6. = 105,25 m², 7. = 111,81 m²). Takto sestavené modelové příklady byly následně posouzeny z hlediska stavebního, environmentálního (vázaná energie a vázaný uhlík) a ekonomického (sestavené modelové kalkulace výstavby). Výsledky byly dále zpracovávány a porovnávány jak co do absolutních hodnot, tak procentuálních hodnot a v neposlední řadě i z hlediska stanovených poměrových ukazatelů.

Na základě zjištěných skutečností bylo dle poměrových ukazatelů vyjádřených v procentech⁸⁷ zjištěno, že:

- náklady na výstavbu k obestavěné ploše dosahují pro konstrukci:
 - o 7. Sláma nejvýhodnější poměr = 95 %,
 - o následuje 100 % pro 3. Dřevostavbu ze sendvičových panelů,

⁸⁷ Konstrukce 3. Dřevostavba ze sendvičových panelů = 100 %.

- 106 % pro 1. Zděnou z cihelných děrovaných tvárnic,
 - 110 % pro 5. Srub,
 - 111 % pro 4. Roubenku a
 - 120 % (104 % varianta II) pro 2. Zděnou z pórobetonových tvárnic.
- vázaný uhlík k nákladům na výstavbu dosahuje:
- 78 % pro 6. Panelovou konstrukci z masivu (KLH),
 - 80 % pro 5. Srub a 2. Zděnou konstrukci z pórobetonových tvárnic (varianta II 111 %),
 - 82 % pro 4. Roubenku,
 - 91 % pro konstrukci 7. Ze slámy,
 - 100 % pro 3. Dřevostavbu ze sendvičových panelů a
 - 107 % pro 1. Zděnou konstrukci z cihelných děrovaných tvárnic.
- Vázaná energie k nákladům na výstavbu dosahuje:
- 79 % pro konstrukci 7. Ze slámy,
 - 93 % pro 5. Srub,
 - 98 % pro 4. Roubenku,
 - 100 % pro 3. Dřevostavbu ze sendvičových panelů,
 - 117 % pro 6. Panelovou konstrukci z masivu (KLH),
 - 148 % pro 1. Zděnou konstrukci z cihelných děrovaných tvárnic,
 - 167 % (183 % pro variantu II) pro 2. Zděnou konstrukci z pórobetonových tvárnic.

Konečný výsledek pak vedl, do velké míry, k potvrzení hlavní hypotézy, tedy že výstavba z materiálů, které potřebují minimum dodatečných energetických vkladů, je méně energeticky a finančně náročná. Ohledně produkce CO₂ je možné se také s touto částí hypotézy ztotožnit, jelikož náročnost na celkový vázaný spotřebovaný uhlík je u konstrukcí s dominantní materiálovou skladbou na bázi obnovitelných materiálů zpravidla nižší. Tato perspektiva se zdá být i z pohledu provozu a údržby, příp. likvidace jednotlivých staveb reál-

ná. Nutno podotknout, že tato analýza byla změřena na budovy méně podlažní, určené k obývání.

Z pohledu trapezoidické analýzy je patrné, že největší trapezoidické analytické plochy dosahuje konstrukce č. 2 zděná s dominantním zastoupením pórobetonových tvárnic a to jak ve variantě I, tak ve variantě II. Následují konstrukce č. 1 zděná s dominantním zastoupením z cihelných děrovaných tvárnic a konstrukce č. 6. panelová konstrukce z masivu. Nejnižší hodnoty trapezoidické analytické plochy dosahuje konstrukce č. 7 s dominantním zastoupením slámy, následovaná č. 5 – srub, 4. roubenka a 3 dřevostavba ze sendvičových panelů. Pro potvrzení těchto výsledků byly také zkoumány jednotlivé ukazatele, ze kterých je patrné, že rozdílnost konstrukcí je dána hlavně ukazatelem energetickým, ovšem i ostatní ukazatele (hledisko vázaného uhlíku, ekonomické hledisko, součinitel prostupu tepla), již v menší míře, odlišují jednotlivé typy konstrukcí.

Prospěšnost na základě kvantitativní analýzy výpovědí respondentů ukázala, že je do značné míry podstatné, zda se respondenti o problematiku energetické šetrnosti, potažmo vázané spotřebované energie, resp. vázaného spotřebovaného uhlíku zajímají a jsou v takové situaci, kdy řeší bydlení. Prospěšnost také respondenti shledávají v případné podpoře státu.

Trapezoidická analýza pak otvírá další možnosti porovnávání staveb a to jak na trhu České republiky, tak na dalších trzích (např. EU). Uvedená metodika je navržena univerzálně tak, aby ji bylo možné snadno aplikovat i v jiných prostředích. Podstatné je však také celkové posouzení na konkrétním případu se zohledněním všech nuancí.

Přínos pro vědu

Na základě zjištěných skutečností je možné zpřesňovat metodiku hodnocení staveb realizovaných na českém i zahraničním trhu a to kombinací pohledů stavebního, environmentálního a ekonomického. V současné době v podstatě neexistuje takto provázaný jednotný pohled na oblast staveb. Tato práce může tedy sloužit jako určitá metodologická pomůcka, kterou je možné využívat při výzkumu a vývoji v oblasti komplexního hodnocení staveb.

Dále jsou součástí práce konkrétní výsledky a porovnání pro sedm zvolných konstrukcí. Tyto konstrukce jsou voleny vzhledem k běžné výstavbě na území České republiky. Přirozeně se nabízí možnost provést, dle metodiky této práce, porovnání i pro další, často méně obvyklé, konstrukční systémy. Je tedy možné v rámci akademického zkoumání použít

výsledky této práce pro porovnání dalších typů staveb. Nabízí se například možnost porovnání staveb z hlíny (které mohou být stavěny různými technologiemi) apod.

Důležité je také kvantitativní šetření, které ukázalo, že dotčené strany se o komplexnost výstavby budov zajímají spíše v momentě, kdy se jich přímo týká. Hlubší zájem a motivaci/stimulaci je tedy možné očekávat u zainteresovaných osob spíše než u osob bez zájmu o danou problematiku.

Přínos pro praxi

V dnešní době je již poměrně běžné, že jsou domy posuzovány z pohledu energetických náročností (energetický štítek obálky budovy). Ze zákona pak majitelé určitých typů budov musí tímto energetickým štítkem disponovat. Tato práce je zaměřena na kombinaci stavebního, environmentálního a ekonomického pohledu na stavby. Neomezuje se tedy pouze na jeden pohled. Na přínos pro praxi je možné pohlížet očima

- odběratele
- dodavatele
- státu

Výsledky této práce přináší odběratelům možnost srovnání sedmi typů konstrukcí z pohledu stavebního, environmentálního a v neposlední řadě z pohledu ekonomického v jejich provázané podobě. Odběrateli se tedy díky výsledkům této práce rozšiřuje rozhodovací portfolio o tom z jakých materiálů a jakým konstrukčním systémem bude jeho stavba zhotovena. Tato volba pak má návaznosti na environmentální hledisko, kdy odběratel může volit to, zda upřednostní stavbu více šetrnou k životnímu prostředí, nebo zda půjde jinou cestou. Stejně tak může konfrontovat náklady výstavby s ostatními ukazateli. Celkový výsledek srovnání pak může díky analýze poměrovými ukazateli a trapezoidcké analýze zhodnotit ku prospěchu svého smýšlení. Samotné porovnání mohou provést jak sami odběratelé, tak případně toto hodnocení můžou požadovat po dodavateli.

Dodavatelům tato práce přináší možnost porovnat si jejich výrobní program vzhledem k ekonomickým, stavebním a environmentálním požadavkům odběratele, příp. dalších dotčených stran. Možnost poskytnutí těchto komparativních zjištění pak může dodavateli poskytovat konkurenční výhodu při nabídce staveb pro odběratele. Stejně tak může sloužit pro vnitřní potřeby firmy při řešení ekonomické výhodnosti v návaznosti na další parametry stavby.

Pro stát (resp. jeho orgány) tato práce přináší výsledky a nástroj pro kvalifikování a kvantifikování tzv. veřejného zájmu v oblasti výstavby. Přirozeně závisí na tom, jaký má stát přístup např. k environmentální problematice. Pokud je však stát po této stránce uvědomě-
lí, můžou mu výsledky této práce naznačit, jaké typy konstrukcí mají jaký dopad na společnost z pohledu ekonomického, stavebního a environmentálního.

10 SEZNAM ZDROJŮ

ABANDA, F.Henry, G.Elambo NKENG, Tah J.H.M, Ohandja E.N.FABRICE a Manjia M.BLANCHE. Embodied Energy and CO2 Analyses of Mud-brick and Cement-block Houses. *AIMS's Energy*. 2014, Volume 2, Issue 1, 18–40. DOI: 10.3934/energy.2014.1.18.

ABANDA, H., TAH, J.H.M., CHEUNG, F. and ZHOU, W., 2010. Measuring the embodied energy, waste, CO2 emissions, time and cost for building design and construction. In *Computing in Civil and Building Engineering, Proceedings of the International Conference*, W. TIZANI (Editor), 30 June-2 July, Nottingham, UK, Nottingham University Press, Paper 181, p. 361, ISBN 978-1-907284-60-1

BRIBIÁN, Ignacio Zabalza, Antonio Valero CAPILLA a Alfonso Aranda USÓN. *Building and Environmen: Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential*. Elsevier, 2011, s. 1133-1140. 46: 5. ISBN 0360-1323.

BURKETT, John P. *Microeconomics: optimization, experiments, and behavior*. New York: Oxford University Press, 2006, xvi, 326 p. ISBN 978-019-5189-629.

CARTER, Neil. *The politics of the environment: ideas, activism, policy*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2007, xxi, 410 p. ISBN 05-216-8745-4.

Ceny ve stavebnictví: Sborník příspěvků ze semináře s mezinárodní účastí. Brno : VUT Brno, 2005. 114 s. ISBN 80-214-2946-1.

CURWELL, S. R. Curwell, Symes, Mark DEAKIN a Martin SYMES. *Sustainable Urban Development: The environmental assessment methods*. Taylor & Francis, 2007. ISBN 9780203299913.

ČÍRTEK, Ladislav. *Betonové konstrukce I*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005, 78 s.

Dennis Adcock, Al Halborg, Caroline Ross. *Marketing: principles and practice*. Gospart: Ashcolour press Ltd., 2001. 534 s. ISBN: 978-0-273-64677-8

FAY, Roger, Graham TRELOAR a Usha IYER-RANIGA. Life-cycle energy analysis of building: a case study. *Building Research & Information*. 2000, č. 28, s. 31-41.

FIKAR, Pavel. *Orientační ceny rozpočtových ukazatelů stavebních objektů dle měrných jednotek objektů pro rok 2009*. BUSINESS MEDIA S.R.O. *IMateriály* [online]. 2009 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: http://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/clanky/orientacni-ceny-rozpocetovych-ukazatelu-stavebnich-objektu-dle-mernych-jednotek-objektu-pro-rok-2009-i-pololeti_101577.html

FIKAR, Pavel. *Orientační ceny rozpočtových ukazatelů stavebních objektů dle měrných jednotek objektů pro rok 2014*. BUSINESS MEDIA S.R.O. *IMateriály* [online]. 2014 [cit. 2013-10-11].

FUCHS, Kamil; LISÝ, Jan. *Dějiny ekonomických teorií pro právníky*. Vyd. 1. Brno: Masarykova univerzita, 2002. 185 s. učebnice č. 286. ISBN 80-210-2790-8.

GILLBERT, Geoffrey. *World population : A reference handbook*. 2nd. California (US) : ABC-Clio inc., 2005. 299 s. ISBN 1-85109-927-1.

GRMELA, Daniel. *Nízkorozpočtový pasivní dům z přírodních a recyklovaných materiálů*. In: *JUNIORSTAV 2011: 8. Udržitelná výstavba budov a udržitelný rozvoj sídel*. 2011, s. 1-14. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/veda/JUNIORSTAV2011/pdf/8/Grmela_Daniel_CL.pdf

HAČKAJOVÁ, Ludmila. *Kalkulace a rozpočtování staveb*. první. Praha : Vysoká škola ekonomická, 1998. 112 s. ISBN 80-7079-010-5.

HÁJEK, Petr. *Konstrukce pozemních staveb 1: nosné konstrukce I*. Vyd. 3. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007c1995, 260 s. ISBN 978-80-01-03589-4.

HAMMOND, G. P. a C. I. JONES. *Embodied energy and carbon in construction materials*. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Energy*. 2008, č. 2. ISSN: 1751-4223. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1680/ener.2008.161.2.87>

HAMMOND, Geoff a Craig JONES. SUSTAINABLE ENERGY RESEARCH TEAM (SERT). *Inventory of Carbon & Energy (ICE)*. Bath, UK: Department of Mechanical Engineering, 2011.

HAVELKA, Jiří. *Dělejte byznys na Internetu*. Praha: Computer Press, 226 s. 1999. ISBN: 80-7226-371-4.

HAVÍŘOVÁ, Zdeňka. *Dům ze dřeva*. Brno: ERA, 2006. 99 s. ISBN 80-7366-060-1

HAYNES, Richard. *Embodied Energy Calculations within Life Cycle Analysis of Residential Buildings*. 2013.

- HOLMAN, Robert. *Mikroekonomie*. 2. aktualizované vydání. Praha : C.H.BECK, 2007. 592 s. ISBN 978-80-7179-862-0.
- HORNEROVÁ, Susan; SWARBROOKE, John. *Aplikovaný marketing služeb*. Praha: Grada, 2003. 488 s. ISBN 80-247-0202-9.
- HOWLETT, Robert J, L JAIN a Shaun H LEE. *Sustainability in energy and buildings: proceedings of the International Conference in Sustainability in Energy and Buildings (SEB '09)*. Berlin: Springer, 2009, 424 p. ISBN 9783642034541.
- HUBINKOVÁ, Zuzana. *Psychologie a sociologie ekonomického chování*. 3., aktualiz., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2008, 277 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1593-3.
- CHARVÁT, Jaroslav. *Firemní strategie pro praxi*. Praha: Grada, 2006. 201 s. ISBN 80-247-1389-6
- CHYBÍK, Josef. *Přírodní stavební materiály*. Praha: Grada Publishing a.s., 2009. 272 s. ISBN 978-80-247-2532-1.
- JENÍČEK, Vladimír; FOLTÝN, Jaroslav . *Globální problémy světa v ekonomických souvislostech*. Praha : C.H.BECK, 2010. 352 s. ISBN 978-80-7400-326-4.
- JOHN KRIGGER, Chris Dorsi. *The homeowner's handbook to energy efficiency: a guide to big and small improvements*. 1st ed. Helena, Mont: Saturn Resource Management, 2008. ISBN 978-188-0120-187.
- KADLČÁKOVÁ, A. *Ekonomika stavebního díla 20 - ceny, náklady, kalkulace*. ČVUT, 1990.pdf
- KOŘÍNEK, J.; STRNAD, V.; POLSTER, P. *Diplomová práce : (metodická pomůcka)*. 1. vyd. Brno: MZLU, 1995. 170 s. ISBN 80-7157-175-X.8.
- KOTLER, Philip; KELLER, Kevin. *Marketing management*. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. 788 s. ISBN 978-80-247-1359-5.
- Koudelka, J. *Spotřební chování a marketing*. Praha: Grada 1997, 1. vydání. ISBN 80-7169-372-3
- KRAUTOVÁ, Zuzana; LIBROVÁ, Hana. *Spotřeba domácností a proces individualizace v environmentální perspektivě*. *Sociální studia*. 2005, roč. 12, č. 3, s. 31. ISSN: 1214-813X.
- KUKLÍK, Petr a Jiří STUDNIČKA. *Dřevěné a kovové konstrukce*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2006, 187 s. ISBN 80-733-3047-4.

MACÍK, K. *Kalkulace nákladů - základ podnikového controllingu*. Montanex, 1999. 241 s. ISBN 80-7225-002-7.

MARKOVÁ, Lenora; CHOVANEC, Jaroslav. *Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě : Díl II*. druhé. Brno : CERM, 2008. 131 s. ISBN 978-80-7204-587-7.

MASTERS, Neal. *Sustainable use of new and recycled materials in coastal and fluvial construction: a guidance manual*. London: Thomas Telford, 2001. ISBN 978-072-7729-507.

MCHENDRY, Stuart a Paul TUOHY. *The Embodied Energy and Carbon of Passive House*. Glasgow: Department of Mechanical and Aerospace Engineering, 2013.

MILUTIENĚ, Edita. *House Embodied Energy and Zero Energy Building Concept*. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. 2010. ISSN: 2029-2139.

MINKE, Gernot a Friedemann MAHLKE. *Stavby ze slámy: jak pořídít z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2009, 143 s. ISBN 978-80-86167-31-2.

MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika : Se zaměřením na obnovitelné zdroje*. Praha : C.H.BECK, 2009. 204 s. ISBN 978-80-7400-112-3.

PEARCE, David, Edward BARBIER a Anil MARKANDYA. *Sustainable Development: economics and environment in the Third World*. Routledge, 2013. ISBN 1134159064.

POPESKO, Boris. *Moderní metody řízení nákladů*. Praha: Grada, 2009. 240 s. ISBN 978-80-247-2974-9

PULLEN, S. *Estimating the embodied energy of timber building products*, Journal of the Institute of Wood Science, 2000, Volume (15), s. 147-151.

SAMMIS, Kathy. *The era of early civilizations and empires*. Portland, Me: J. Weston Walch, 2002. ISBN 978-082-5143-670.

Sborník příspěvků Mezinárodní Masarykovy konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky 2013. Hradec Králové: MAGNANIMITAS. 4. vyd. 2013. ISBN 978-80-87952-00-9, ETTN 042-13-13025-12-6.

SEKNIČKA, Pavel, Anna PUTNOVÁ, Pavel UHLÁŘ. *Etické řízení ve firmě: nástroje a metody : etický a sociální audit*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 166 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1621-3.

STEPAN, A.; ZECHNER, J. *Kalkulace nákladů a cenová politika v tržní ekonomice*. Praha: Linde, 1993. 155 s.

SYNEK, M. a kol. *Podniková ekonomika*. 4. vyd. V Praze: C. H. Beck, 2006. 475 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-892-4.9.

SYNEK, Miloslav a kol. *Manažerská ekonomika*. Praha: Grada, 2007. 464 s. ISBN 978-80-247-1992-4.

ŠMAJS, Josef, Bohuslav BINKA a Ivo ROLNÝ. *Etika, ekonomika, příroda*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 192 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4293-9.

ŠPALEK, Jiří. *Veřejné statky : Teorie a experiment*. Praha : C.H.BECK, 2011. 224 s. ISBN 978-80-7400-353-0.

ŠTRACH, Pavel. *Mezinárodní management: jak odkrýt tajemství "černé skříňky"*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 167 s. Expert. ISBN 978-802-4729-879.

TICHÁ, Alena, Jan TICHÝ a Radim VYSLOUŽIL. *Rozpočtování a kalkulační ve výstavbě*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-587-75.

TICHÁ, Alena, Jan TICHÝ a Radim VYSLOUŽIL. *Rozpočtování a kalkulační ve výstavbě*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 13 l. ISBN 80-214-2639-X.

TICHÁ, Alena. *Systemy a modely podporující rozhodování o ceně stavebního díla: Systems and models supporting the decision making of the construction price : zkrácená verze habilitační práce*. Brno: VUTIUM, 2005, 39 s. ISBN 80-214-3101-6.

TRELOAR, Graham John. *A Comprehensive Embodied Energy Analysis Framework*. Deakin University, Victoria, Australia, 1998.

TŮMOVÁ, Zuzana. *Spotřeba domácností z environmentální perspektivy*. Brno : FSS MU, 98 s. 2008.

ÚRS PRAHA A.S. *Ceny realizace dřevostaveb*. Praha: ÚRS Praha a.s., 2014. ISBN 978-80-7369-452-4.

ÚRS PRAHA A.S. *Ceny výstavby rodinného domu*. Praha: ÚRS Praha a.s., 2014. ISBN 978-80-7369-511-8.

VAŘEKA, Josef a Václav FROLEC. *Lidová architektura*. Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 8024768844.

VAVERKA, Jiří a kol. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 376 s. ISBN 978-80-247-2205-4.

VAVERKA, Jiří. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, 2006, 648 s. ISBN 80-214-2910-0.

VEBER, Jaromír, Lubomír KOPEČEK a Ivo ROLNÝ. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele: původ, ideologie a transformace politických stran v západní a střední Evropě*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2007, 201 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1782-1.

VOSTRČIL, Michal. *Ceny pozemních staveb*. Brno, 2014. Vysoké učení technické v Brně.

VYSEKALOVÁ, Jitka. *Chování zákazníka: jak odkrýt tajemství "černé skříňky"*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 356 s. Expert (Grada). ISBN 978-802-4735-283.

VYSUŠIL, Tomáš. Sociologická reflexe konfliktu mezi společnostmi a přírodou: Teoretické přístupy a empirická zkoumání. *Sociální studia*. 2005, roč. 8, č. 2, s. 28. ISSN 1214-813X.

WESSELS, Walter J. *Economics*. Barron's Educational Series, 2000. ISBN 0764147609.

ZAMAZALOVÁ, Marcela. *Marketing: jak odkrýt tajemství "černé skříňky"*. Vyd. 2. Praha: C.H.Beck, 2010, xxiv, 499 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-807-4001-154.

ZIEGLER, Petr. *Optimální cena stavby jako odraz cenové kalkulace*. Brno, 2012. Vysoké učení technické v Brně.

ŽŮRKOVÁ, Hana. *Plánování a kontrola: klíč k úspěchu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 135 s. Finance (Grada Publishing). ISBN 978-802-4718-446.

Webové stránky, elektronické zdroje

ABC ČR. *ABC ČR: Kancelář ověřování nákladu tisku* [online]. 2010 [cit. 2010-03-31]. Dostupné z WWW: <<http://www.abccr.cz/>>.

Cena roubenky. VAŠE ROUBENKA CZ S.R.O. *Vaše Roubenka.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.vaseroubenka.cz/cena-roubenky/>

CzechTrade. *BusinessInfo.cz : Oficiální portál pro podnikání a export* [online]. 1997-2010 [cit. 2010-03-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.businessinfo.cz/cz/nace/>>.

Český statistický úřad. *Český statistický úřad* [online]. 2010 [cit. 2010-03-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.czso.cz/>>.

ČSÚ. Analýza bytové výstavby v roce 2012. *Analýzy, komentáře* [online]. 2013, s. 1-8 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/821513t13.doc>

Embodied energy. GREENSPEC. *GreenSpec* [online]. 2013 [cit. 2013-08-06]. Dostupné z: <http://www.greenspec.co.uk/embodied-energy.php>

Fotogalerie a ceník: Sruby a roubenky. T.M.T. SRUB S.R.O. *Srub.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.srub.cz/fotogalerie-a-cenik/sruby-a-roubenky/>

JILEČEK, Antonín; JEŘÁBKOVÁ, Zdenka; KUPKA, Václav. Změny ve struktuře jednotlivých sekcí a oddílů ve srovnání dle OKEČ a CZ-NACE. *Referát statisticko-ekonomických analýz ČSÚ* [online]. 2009, X, [cit. 2010-03-21]. Dostupný z WWW: <[http://www.czso.cz/csu/klasifik.nsf/i/zmeny_ve_strukture_jednotlivych_sekci_a_oddilu_ve_srovnani_dle_okec_a_cz_nace_analyza/\\$File/Anal%C3%BDzaOKE%C4%8CxNACE.doc](http://www.czso.cz/csu/klasifik.nsf/i/zmeny_ve_strukture_jednotlivych_sekci_a_oddilu_ve_srovnani_dle_okec_a_cz_nace_analyza/$File/Anal%C3%BDzaOKE%C4%8CxNACE.doc)>.

KALOUSEK, František a Josef LENOCH. Porovnání pořizovacích cen dřevostaveb a zděných domů v ČR. *Dřevo&Stavby* [online]. 2009 [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/cs/casopis-drevo-a-stavby/dodatky-k-casopisu/584-o-cenach-drevostaveb-das-62009>

Measures of Sustainability. BUSINESS INFORMATION GROUP. *Canadian Architect* [online]. 2013 [cit. 2013-08-06]. Dostupné z: http://www.canadianarchitect.com/asf/perspectives_sustainability/measures_of_sustainability/measures_of_sustainability_embodied.htm

Ministerstvo spravedlnosti. *Justice.cz : Oficiální server českého soudnictví* [online]. 2010 [cit. 2010-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://portal.justice.cz/justice2/uvod/uvod.aspx>>.

Nový katalog Studií. ROUBENKY A SRUBY WALTER S.R.O. *Žijeme s přírodou: www.sruby-roubenky.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.sruby-roubenky.cz/katalog-domu.html>

ParCon & Partner, v. o. s. *Slovníček účetních pojmů* [online]. 2006-2010 [cit. 2010-03-16]. Testy z účetnictví. Dostupné z WWW: <http://www.testyzucetnictvi.cz/slovnicek-ucetnich-pojmu.php?pojem=rozpocet>

PRCHAL, Jaroslav. Ekonomická únosnost v integrovaném povolování. *Enviweb s.r.o.* [online]. 2003 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.enviweb.cz/>>. ISSN 1803-668.

RAUTE. *Global expertise: in product technology* [online]. 2009 [cit. 2010-03-23]. RAUTE. Dostupné z WWW: <<http://www.raute.com/index.php>>.

RIS : Inovační profil Zlínského kraje [online]. 2009 [cit. 2009-10-18]. Dostupný z WWW: <http://www.inovace-zlinskykraj.cz/fileadmin/user_upload/Inov_profil_ZK/files/f49.htm>.

SPIR. NetMonitor [online]. 2009 [cit. 2010-03-31]. Dostupné z WWW: <<http://netmonitor.cz/>>.

Srubby a roubenky katalog 2014. SRUBOVÉ DOMY S.R.O. *Haniš srubby a roubenky* [online]. 2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.srubovedomy.cz/katalog>

The 7S McKinsey Model [online]. c2002-2008 [cit. 2009-03-24]. Dostupný z WWW: <http://www.buildingbrands.com/didyouknow/14_7s_mckinsey_model.php>.

TKAČÍKOVÁ, Daniela. *Jak zpracovávat bibliografické citace* [online]. Ostrava : c1998-2004, aktualizováno 2004-08-28 [cit. 2004-11-10]. Dostupné z WWW: <<http://knihovna.vsb.cz/kursy/citace/index.html>>.

TOPINFO S.R.O. *TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2001-2014 [cit. 2014-04-17]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>

Normy, zákony

ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov

ČSN 73 1205 Betonové konstrukce. Základní ustanovení pro navrhování

ČSN EN 310 Desky ze dřeva. Stanovení modulu pružnosti a pevnosti v ohybu

ČSN EN 314-1 Překližované desky; Kvalita lepení; Část 1: Metody zkoušení

ČSN EN 314-2 Překližované desky - Kvalita lepení - Část 2: Požadavky

ČSN EN 322 Dosky z dřeva. Zisťovanie vlhkosti

ČSN EN 323 Dosky z dřeva. Zisťovanie hustoty

ČSN EN 325 Desky ze dřeva. Stanovení rozměrů zkušebních těles

ČSN EN 844-12 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 12: Dodatečné termíny a rejstřík

ČSN EN 844-2 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 2: Obecné termíny pro kulatinu

ČSN EN 844-3 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 3: Obecné termíny vztahující se k řezivu

ČSN EN 844-5 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 5: Termíny pro rozměry kulatiny

ČSN EN 844-6 Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 6: Termíny pro rozměry řeziva

ČSN ISO 690. Dokumentace: bibliografické citace: obsah, forma a struktura. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

ČSN ISO 690-2. Informace a dokumentace - bibliografické citace: část 2 : elektronické dokumenty nebo jejich části. Praha: Český normalizační institut, 2000. 24 s.

Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 563/1991 Sb., o účetnictví

Zákona č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů

11 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ

OBRÁZEK 1 ARCHITEKTURA SYSTÉMU (ABANDA A KOL.; 2014; PŘELOŽENO AUTOREM).....	21
OBRÁZEK 2 ŽIVOTNÍ CYKLUS STAVBY (HAČKAJLOVÁ, 1998)	22
OBRÁZEK 3 GRAF CENY HRUBÉ STAVBY NA M ² UŽITÉ PLOCHY (KALOUSEK, LENOCH, 2009).....	27
OBRÁZEK 4 NÁHLED DO KATASTRU NEMOVITOSTÍ A SCHEMATICKÉ UMÍSTĚNÍM DOMU	55
OBRÁZEK 5 JIŽNÍ A SEVERNÍ POHLED NA BUDOVU.....	56
OBRÁZEK 6 ZÁPADNÍ A VÝCHODNÍ POHLED NA BUDOVU	56
OBRÁZEK 7 PROSTOROVÉ SCHÉMA OBJEKTU	60
OBRÁZEK 8 ŘEZ A-A'	61
OBRÁZEK 9 SCHÉMA STANOVENÍ $\Delta_{NCS \times M}$	122
OBRÁZEK 10 SCHÉMA STANOVENÍ Δ_{NCC}	123
OBRÁZEK 11 SCHÉMA STANOVENÍ Δ_{NCE}	124
OBRÁZEK 12 SCHÉMA STANOVENÍ U_C	125
OBRÁZEK 13 GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ TRAPEZOIDICKÉ ANALÝZY – OBECNĚ	127
OBRÁZEK 14 GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ TRAPEZOIDICKÉ ANALÝZY - PŘÍKLADY	128
OBRÁZEK 15 GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ TRAPEZOIDICKÉ ANALÝZY PRO KONSTRUKCE 1-7, VARIANTA I	131
OBRÁZEK 16 GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ TRAPEZOIDICKÉ ANALÝZY PRO KONSTRUKCE 1-7, VARIANTA II	132
OBRÁZEK 17 GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ TRAPEZOIDICKÉ ANALÝZY PRO KONSTRUKCE 1-7, VARIANTA I	137
OBRÁZEK 18 GRAFICKÉ ZOBRAZENÍ TRAPEZOIDICKÉ ANALÝZY PRO KONSTRUKCE 1-7, VARIANTA II	137
TABULKA 1 BUDOVY PRO BYDLENÍ (FIKAR, 2014).....	27
TABULKA 2 VÝCHOZÍ HODNOTY SVISLÉ KONSTRUKCE Č. 1.	39
TABULKA 3 VÝCHOZÍ HODNOTY ŠIKMÉ KONSTRUKCE Č. 1.....	40
TABULKA 4 VÝCHOZÍ HODNOTY VODOROVNÉ KONSTRUKCE Č. 1.....	40
TABULKA 5 VÝCHOZÍ HODNOTY SVISLÉ KONSTRUKCE Č. 2	41
TABULKA 6 VÝCHOZÍ HODNOTY ŠIKMÉ KONSTRUKCE Č. 2 I.....	42
TABULKA 7 VÝCHOZÍ HODNOTY VODOROVNÉ KONSTRUKCE Č. 2 II.....	42
TABULKA 8 VÝCHOZÍ HODNOTY VODOROVNÉ KONSTRUKCE Č. 2.....	43
TABULKA 9 VÝCHOZÍ HODNOTY SVISLÉ KONSTRUKCE Č. 3.	44
TABULKA 10 VÝCHOZÍ HODNOTY ŠIKMÉ KONSTRUKCE Č. 3.....	44
TABULKA 11 VÝCHOZÍ HODNOTY VODOROVNÉ KONSTRUKCE Č. 3.....	45
TABULKA 12 VÝCHOZÍ HODNOTY SVISLÉ KONSTRUKCE Č. 4.	46
TABULKA 13 VÝCHOZÍ HODNOTY ŠIKMÉ KONSTRUKCE Č. 4.....	46
TABULKA 14 VÝCHOZÍ HODNOTY VODOROVNÉ KONSTRUKCE Č. 4.....	47
TABULKA 15 VÝCHOZÍ HODNOTY SVISLÉ KONSTRUKCE Č. 5.	48
TABULKA 16 VÝCHOZÍ HODNOTY ŠIKMÉ KONSTRUKCE Č. 5.....	48
TABULKA 17 VÝCHOZÍ HODNOTY VODOROVNÉ KONSTRUKCE Č. 5.....	49

TABULKA 18 VÝCHOZÍ HODNOTY SVISLÉ KONSTRUKCE Č. 6.	50
TABULKA 19 VÝCHOZÍ HODNOTY ŠIKMÉ KONSTRUKCE Č. 6.....	50
TABULKA 20 VÝCHOZÍ HODNOTY VODOROVNÉ KONSTRUKCE Č. 6.....	51
TABULKA 21 VÝCHOZÍ HODNOTY SVISLÉ KONSTRUKCE Č. 7.	52
TABULKA 22 VÝCHOZÍ HODNOTY ŠIKMÉ KONSTRUKCE Č. 7.....	52
TABULKA 23 VÝCHOZÍ HODNOTY VODOROVNÉ KONSTRUKCE Č. 7.....	53
TABULKA 24 VYPOČTENÉ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA $[W/(m^2 \times K)]$	54
TABULKA 25 VÝKAZ VÝMĚR MÍSTNOSTÍ.....	57
TABULKA 26 CELKOVÁ TLOUŠŤKA OBVODOVÝCH STĚN	57
TABULKA 27 PŘEHLED CELKOVÝCH OBESTAVĚNÝCH PLOCH PRO JEDNOTLIVÉ KONSTRUKCE.....	58
TABULKA 28 SKLADBA PLÁŠTĚ Z MATERIÁLU 1. ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE	63
TABULKA 29 SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z MATERIÁLU 1. ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE.....	63
TABULKA 30 SKLADBA PODLAHY PŘILÉHAJÍCÍ NA TERÉN	64
TABULKA 31 SKLADBA PLÁŠTĚ Z MATERIÁLU 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE	64
TABULKA 32 SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z MATERIÁLU 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE	64
TABULKA 33 SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE „KLASICKÁ“ Z DŘEVĚNÝCH TRÁMŮ - ALTERNATIVA.....	65
TABULKA 34 SKLADBA PODLAHY PŘILÉHAJÍCÍ NA TERÉN	65
TABULKA 35 SKLADBA PLÁŠTĚ SENDVIČOVÉ DŘEVOSTAVBY	66
TABULKA 36 SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE SENDVIČOVÉ DŘEVOSTAVBY	66
TABULKA 37 SKLADBA PODLAHY PŘILÉHAJÍCÍ NA TERÉN	67
TABULKA 38 SKLADBA PLÁŠTĚ ROUBENKY	67
TABULKA 39 SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE ROUBENKY	68
TABULKA 40 SKLADBA PODLAHY PŘILÉHAJÍCÍ NA TERÉN	68
TABULKA 41 SKLADBA PLÁŠTĚ SRUBU	69
TABULKA 42 SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE SRUBU	69
TABULKA 43 SKLADBA PODLAHY PŘILÉHAJÍCÍ NA TERÉN	69
TABULKA 44 SKLADBA PLÁŠTĚ PANELOVÉ KONSTRUKCE Z MASIVU	70
TABULKA 45 SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE PANELOVÉ KONSTRUKCE Z MASIVU.....	70
TABULKA 46 SKLADBA PODLAHY PŘILÉHAJÍCÍ NA TERÉN	71
TABULKA 47 SKLADBA PLÁŠTĚ BUDOVY ZE SLÁMY	71
TABULKA 48 SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE BUDOVY ZE SLÁMY	72
TABULKA 49 SKLADBA PODLAHY PŘILÉHAJÍCÍ NA TERÉN	72
TABULKA 50 VYBRANÉ MATERIÁLY A JEJICH VÁZANÁ ENERGIE (GREENSPEC, 2013)	74
TABULKA 51 VYBRANÉ MATERIÁLY A JEJICH VÁZANÁ ENERGIE (CANADIAN ARCHITECT, 2013).....	75
TABULKA 52 VÁZANÁ ENERGIE A VÁZANÝ UHLÍK (HAMMOND, JONES, 2011 - UPRAVENO).....	76
TABULKA 53 SOUHRN VÁZANÉHO UHLÍKU A VÁZANÉ ENERGIE KONSTRUKCE 1. ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE	79
TABULKA 54 SOUHRN VÁZANÉHO UHLÍKU A VÁZANÉ ENERGIE KONSTRUKCE 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE (STŘEŠNÍ KONSTRUKCE PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE)	81

TABULKA 55 SOUHRN VÁZANÉHO UHLÍKU A VÁZANÉ ENERGIE KONSTRUKCE 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE (STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z DŘEVĚNÝCH TRÁMŮ, IZOLACE ATD.)	83
TABULKA 56 SOUHRN VÁZANÉHO UHLÍKU A VÁZANÉ ENERGIE KONSTRUKCE 3. DŘEVOSTAVBA ZE SENDVIČOVÝCH PANELŮ	85
TABULKA 57 SOUHRN VÁZANÉHO UHLÍKU A VÁZANÉ ENERGIE KONSTRUKCE 4. ROUBENKA.....	87
TABULKA 58 SOUHRN VÁZANÉHO UHLÍKU A VÁZANÉ ENERGIE KONSTRUKCE 5. SRUB	89
TABULKA 59 SOUHRN VÁZANÉHO UHLÍKU A VÁZANÉ ENERGIE KONSTRUKCE 6. PANELOVÁ KONSTRUKCE Z MASIVU (KLH)	91
TABULKA 60 SOUHRN VÁZANÉHO UHLÍKU A VÁZANÉ ENERGIE KONSTRUKCE 7. SLÁMA	93
TABULKA 61 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO KONSTRUKCI 1. ZDĚNÉ - CIHELNÉ DĚROVANÉ TVÁRNICE	99
TABULKA 62 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO KONSTRUKCI 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE (STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z PÓROBETONOVÝCH TVÁRNIC).....	100
TABULKA 63 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO KONSTRUKCI 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE (STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z DŘEVĚNÝCH TRÁMŮ, IZOLACE APOD.)	101
TABULKA 64 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO KONSTRUKCI 3. DŘEVOSTAVBA ZE SENDVIČOVÝCH PANELŮ	102
TABULKA 65 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO KONSTRUKCI 4. ROUBENKA.....	103
TABULKA 66 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO KONSTRUKCI 5. SRUB.....	104
TABULKA 67 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO KONSTRUKCI 6. PANELOVÁ KONSTRUKCE Z MASIVU (KLH)	105
TABULKA 68 KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO KONSTRUKCI 7. SLÁMA	106
TABULKA 69 SOUHRNNÉ KALKULACE NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO JEDNOTLIVÉ KONSTRUKCE [KČ].....	107
TABULKA 70 TRAPEZOIDICKÁ ANALÝZA - OBECNĚ.....	126
TABULKA 71 TRAPEZOIDICKÁ ANALÝZA - PŘÍKLADY	128
TABULKA 72 TRAPEZOIDICKÁ ANALÝZA PRO KONSTRUKCE 1-7, VARIANTA I.....	130
TABULKA 73 TRAPEZOIDICKÁ ANALÝZA PRO KONSTRUKCE 1-7, VARIANTA II.....	132
TABULKA 74 CELKOVÉ POROVNÁNÍ.....	133
GRAF 1 VÝŠE PRIMÁRNÍ ENERGIE NA VÝROBU MATERIÁLŮ POTŘEBNÝCH NA VÝSTAVBU 1 M ² HRUBÉ PODLAHOVÉ PLOCHY (BRIBIÁN A KOL (2011); PŘELOŽENO AUTOREM)	23
GRAF 2 VÝŠE EMISÍ CO ₂ SPOJENÝCH S VÝROBU MATERIÁLŮ POTŘEBNÝCH PRO VÝSTAVBY 1 M ² HRUBÉ PODLAHOVÉ PLOCHY (BRIBIÁN A KOL (2011); PŘELOŽENO AUTOREM)	24
GRAF 3 DOKONČENÉ BYTY V ROCE 2012 PODLE VELIKOSTI (ČSÚ, 2012, UPRAVENO)	36
GRAF 4 POROVNÁNÍ CELKOVÝCH TLOUŠTĚK OBVODOVÝCH STĚN	57
GRAF 5 POROVNÁNÍ CELKOVÉ PLOCHY MÍSTNOSTI K OBESTAVĚNÉ PLOŠE	58
GRAF 6 CELKOVÝ PODÍL VÁZANÉHO UHLÍKU (C _{Z-C} AŽ C _{SL}) U JEDNOTLIVÝCH TYPŮ KONSTRUKCE (2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z PÓROBETONOVÝCH TVÁRNIC)	94
GRAF 7 CELKOVÝ PODÍL VÁZANÉ ENERGIE (E _{SL} AŽ E _{SL}) U JEDNOTLIVÝCH TYPŮ KONSTRUKCE (2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z PÓROBETONOVÝCH TVÁRNIC)	95
GRAF 8 CELKOVÝ PODÍL VÁZANÉHO UHLÍKU (C _{Z-C} AŽ C _{SL}) U JEDNOTLIVÝCH TYPŮ KONSTRUKCE (2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z DŘEVĚNÝCH TRÁMŮ, IZOLACE APOD.)	95

GRAF 9 CELKOVÝ PODÍL VÁZANÉ ENERGIE (E_{SL} AŽ E_{St}) U JEDNOTLIVÝCH TYPŮ KONSTRUKCE (2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE STŘEŠNÍ KONSTRUKCE Z DŘEVĚNÝCH TRÁMŮ, IZOLACE APOD.)	96
GRAF 10 POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO JEDNOTLIVÉ TYPY KONSTRUKCÍ, KDY STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE JE VYTVOŘENA Z MATERIÁLŮ NA BÁZI PÓROBETONU, V %	108
GRAF 11 POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU PRO JEDNOTLIVÉ TYPY KONSTRUKCÍ, KDY STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE JE VYTVOŘENA Z „KLASICKÉHO KROVU“ (DŘEVĚNÝ TRÁMOVÝ KROV), V %	108
GRAF 12 POROVNÁNÍ ZASTOUPENÍ SKLADEB V KALKULACI, KDY STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE JE VYTVOŘENA Z MATERIÁLŮ NA BÁZI PÓROBETONU, V %	109
GRAF 13 POROVNÁNÍ ZASTOUPENÍ SKLADEB V KALKULACI, KDY STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 2. ZDĚNÉ - PÓROBETONOVÉ TVÁRNICE JE VYTVOŘENA Z „KLASICKÉHO KROVU“ (DŘEVĚNÝ TRÁMOVÝ KROV), V %	110
GRAF 14 POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU K OBESTAVĚNÉ PLOŠE [$KČ/M^2$]	134
GRAF 15 POROVNÁNÍ VÁZANÉHO UHLÍKU K NÁKLADŮM NA VÝSTAVBU	135
GRAF 16 POROVNÁNÍ VÁZANÉ ENERGIE K NÁKLADŮM NA VÝSTAVBU	135

12 PŘÍLOHY

Dotazník – kvantitativní část

Jmenuji se Milan Vondra a studuji doktorský studijní program Ekonomika a management obnovitelných přírodních zdrojů na Mendelově univerzitě v Brně. Dovoluji si Vám předložit dotazník, který bude sloužit jako podklad pro zjištění vztahu české populace k obytným budovám stavěným v energeticky šetrném standardu.

V následujícím dotazníku prosím vyplňte, případně zaškrtněte (zakroužkujte) daná pole. V levé části stránky jsou uvedeny otázky a pravá část slouží pro vyplnění odpovědi respondenta

Možné příklady vyplnění:

25	Souhlas		Nesouhlas				
vysokoškolské	1	2	3	4	5	6	0
důchodci	1	2	3	4	5	6	0
horizontu							

Tímto předem děkuji za vyplnění

Sekce A

1. Váš věk				
2. Vaše vzdělání	základní	střední bez maturi- ty	střední s maturi- tou	vysokoškolské
3. Vaše ekonomická aktivita	Zaměstnaný/á	Nezaměstnaný/a	Student/ka	Důchod- ce/kyně

Sekce B

4. Kde bydlíte – rodinný dům (dále RD) <i>Pokud bydlíte v bytě, pokračujte další otázkou</i>	Ve stávajícím RD budu bydlet i dál, nic nebudu v horizontu 3 let měnit	
	Ve stávajícím RD budu bydlet a uvažuji do 3 let o rekonstrukci, nástavbě, přístavbě tohoto RD	
	Chci do 3 let stavět nový RD	
	Chci do 3 let pořídit a opravit starší RD	
	Do 3 let uvažuji o přestěhování do bytu (koupě, podnájem)	
	Do 3 let uvažuji o přestěhování jinam (kopě, podnájem), kam:	

5. Kde bydlíte – byt (bytový dům, koleje,...)	Ve stávajícím bytě budu bydlet i dál a v horizontu 3 let na tom nechci nic měnit		
	Do 3 let uvažuji o rekonstrukci stávajícího bytu, abych jej mohl užívat dál		
	Do 3 let uvažuji o přestěhování z bytu do RD		
	Chci do 3 let stavět nový RD		
	Chci do 3 let pořídit a opravit starší RD		
	Do 3 let uvažuji o přestěhování jinan (kopě, podnám-jem), kam:		
6. V současnosti stavím nový RD	ANO	NE	
7. V současnosti rekonstruuji starší RD	ANO	NE	
8. V současnosti rekonstruuji byt	ANO	NE	

U následujících výroků se prosím vyjádřete, zda s nimi **zcela souhlasíte (1)** či **zcela nesouhlasíte (6)**, nebo něco mezi tím na 7 bodové stupnici. **0 = nemám vytvořený názor, otázka se mně netýká.**

Sekce C

	Souhlas				Nesouhlas		
	1	2	3	4	5	6	0
9. Ohledně staveb a stavění budov v šetrném energetickém standardu mám dostatek informací							
10. Na českém trhu je dostatečná nabídka firem provádějící nízkoenergetickou výstavbu (výstavbu nízkoenergetických budov)							
11. Firmy na českém trhu, provádějící nízkoenergetickou výstavbu, jsou kvalitní							
12. Dům by měl být postavený z pálených cihel, nehledě na energetickou náročnost							

Sekce D

	Souhlas				Nesouhlas		
	1	2	3	4	5	6	0
13. Bydlení v energeticky šetrné obytné budově je pohodlné							
14. Nevadilo by mně, že větrání v energeticky méně náročné budově je řízeno technickými zařízeními							
15. Jsem rád/a, když si sám/a můžu vyvětrat okny							

Sekce E

	Souhlas				Nesouhlas		
	1	2	3	4	5	6	0
16. Výstavba v šetrném energetickém standardu je rychlejší než u budovy více energeticky náročné							
17. Kdyby stát dotoval stavění v šetrném energetickém standardu, rozhodl/a bych v tomto standardu stavět							
18. Kdyby stát podporovat energeticky šetrnou výstavbu např. slevou na dani z nemovitosti, nebo snížením daně z příjmu rozhodl/a bych v tomto standardu stavět							
19. Pohlížím na stavění v šetrném energetickém standardu jako investici do budoucna z pohledu úspory peněz za energie							
20. Financování stavby v šetrném energetickém standardu vlastními prostředky je výhodnější							

21. Financování stavby v šetrném energetickém standardu formou hypotéky (půjčky) je výhodnější	1	2	3	4	5	6	0
22. Dal/a bych přednost výstavbě, kdy stavba je postavena v horizontu několika měsíců oproti stavbě, která je stavěna delší dobu (i několik let, například svépomocí)	1	2	3	4	5	6	0
23. Výstavba energeticky šetrné budovy svépomocí je levnější než dodavatelsky např. od stavebních firem	1	2	3	4	5	6	0
24. Energeticky šetrnou budovu je levnější postavit svépomocí	1	2	3	4	5	6	0

Sekce F

	Souhlas					Nesouhlas	
25. Provoz budovy postavené v šetrném energetickém standardu je levnější než u budovy více energeticky náročné	1	2	3	4	5	6	0
26. Náklady na vytápění v energeticky šetrné budově jsou nižší než u budovy více energeticky náročné (pokud je způsob vytápění u obou budov shodný)	1	2	3	4	5	6	0
27. Náklady na ohřev teplé užitkové vody v energeticky šetrné budově jsou nižší než u budovy více energeticky náročné (pokud je způsob ohřevu TUV u obou budov shodný)	1	2	3	4	5	6	0
28. Náklady na spotřebu elektrické energie v energeticky šetrné budově jsou nižší než u budovy více energeticky náročné	1	2	3	4	5	6	0
29. Údržba budovy postavené v šetrném energetickém standardu je levnější než u budovy více energeticky náročné	1	2	3	4	5	6	0

Sekce G

	Souhlas					Nesouhlas	
30. Výstavba v šetrném energetickém standardu méně zatěžuje životní prostředí	1	2	3	4	5	6	0
31. Výstavba v šetrném energetickém standardu je méně náročná na dopravu stavebních materiálů	1	2	3	4	5	6	0
32. Výstavba v šetrném energetickém standardu je méně náročná na získávání stavebních materiálů z přírody (těžba,...)	1	2	3	4	5	6	0
33. Výstavba v šetrném energetickém standardu je méně náročná na úpravu a zpracování stavebních materiálů	1	2	3	4	5	6	0
34. Výstavba v šetrném energetickém standardu je méně energeticky náročná v průběhu výstavby budovy	1	2	3	4	5	6	0

Sekce H

	Souhlas					Nesouhlas	
35. Bydlení v šetrném energetickém standardu méně zatěžuje životní prostředí	1	2	3	4	5	6	0
36. Bydlení v šetrném energetickém standardu je méně energeticky náročné na užívání	1	2	3	4	5	6	0
37. V momentě, kdy budova postavené v šetrném energetickém standardu přestane plnit svůj účel a má být zdemolována (demontována) je to energeticky méně náročné	1	2	3	4	5	6	0

Sekce I

38. Rychlost výstavby je rychlejší v případě stavby v šetrném energetickém standardu než u stavby nezohledňující šetrný energetický standard	1	2	3	4	5	6	0
39. Výstavba tzv. suchou cestou (montování stavebních dílů) je rychlejší, než výstavba tzv. mokrou cestou.	1	2	3	4	5	6	0
40. Výstavba v šetrném energetickém standardu je více náročná na osobu provádějící výstavu (stavební firmu)	1	2	3	4	5	6	0
41. Energeticky šetrná budova je možná postavit svépomocí	1	2	3	4	5	6	0

Sekce J

	Souhlas					Nesouhlas	
42. Zvuková neprůzvučnost konstrukcí je lepší u budov v šetrném energetickém standardu.	1	2	3	4	5	6	0
43. Tzv. kročejová neprůzvučnost (slyšitelnost druhých při pochůzce v budově) je lepší u budov v šetrném energetickém standardu.	1	2	3	4	5	6	0
44. Tepelné ztráty budovy jsou nižší u budov v šetrném energetickém standardu	1	2	3	4	5	6	0
45. Třída reakce na oheň stavebních výrobků, u budov v šetrném energetickém standardu je vyšší	1	2	3	4	5	6	0
46. Šetrného energetického standardu lze dosáhnout i u staveb zděných, či stavěných dominantně z betonu.	1	2	3	4	5	6	0
47. Vliv na šetrný energetický standard budov má hlavně tepelná izolace (obvodových stěn, střechy, základu,...)	1	2	3	4	5	6	0
48. Vliv na šetrný energetický standard budov mají hlavně okna, dveře	1	2	3	4	5	6	0
49. Vliv na šetrný energetický standard budov má hlavně technologie vytápění, větrání	1	2	3	4	5	6	0
50. Vliv na šetrný energetický standard budov má hlavně dispozice místností ke světovým stranám, pohybu slunce	1	2	3	4	5	6	0
51. Vliv na šetrný energetický standard budov má hlavně konstrukce stavby, vč. Stínících prvků oken	1	2	3	4	5	6	0
52. Pokud má být dům postaven v šetrném energetickém standardu, měl by být postaven z cihel	1	2	3	4	5	6	0

Sekce K

53. Kde sem načerpal svoje vědomosti, zkušenosti v oblasti energeticky šetrných budov?

Děkuji za vyplnění dotazníku 😊