

SBTool as a Tool for Creating a Concept of Energy Self-sufficient Buildings

SBTool jako nástroj tvorby konceptu energeticky soběstačných budov

Tomáš Hlavsa

Ústav stavitelství, Fakulta architektury, Vysoké učení technické v Brně, Česká republika
xahlavs@seznam.cz

ABSTRACT: Creating concepts of energy self-sufficient buildings (ESBs) is, besides passive houses, another hot topic, but the diversity of approaches to ESBs is much wider. The article describes the ways of understanding and defining ESBs, and the use of modified SBTool for assessing alternative designs of ESBs in draft form, especially with respect to their characteristics and sustainable development.

KEYWORDS: self-sufficient building; passive house; energy; sustainable development

ABSTRAKT: Tvorba konceptů energeticky soběstačných budov (dále ESB) je po pasivních domech dalším aktuálním tématem, avšak různorodost jejich pojetí je daleko širší. Příspěvek pojednává o způsobech chápání a definování ESB a o využití modifikovaného nástroje SBTool k posuzování variantních návrhů ESB ve fázi konceptů s ohledem zejména na jejich charakteristické vlastnosti a udržitelný rozvoj.

KLÍČOVÁ SLOVA: energeticky soběstačná budova; pasivní dům; energie; udržitelný rozvoj

Úvod

Roztříštěnost problematiky energeticky soběstačných budov (dále ESB) nám neumožňuje pevněji uchopit tento typ budov jako celek. Je velmi obtížné srovnávat ESB napojenou na technickou infrastrukturu s domem v panenské přírodě, stejně jako dům vybavený nejmodernější technikou s inteligentními řídicími prvky s domem bez veškerých výtahů moderní civilizace. Všechny tyto typy domů mohou splňovat základní podmínku ESB, jíž je energetická nezávislost, avšak nelze dále stanovit, jakým způsobem tento primární požadavek splnily a co se za ním v útrobách daného systému skrývá.

V případě nízkoenergetických, pasivních či nulových domů je pro možnost používání výše zmíněného přívlastku zapotřebí naplnit řadu parametrů, z nichž nejznámějším je měrná potřeba tepla na vytápění stanovená pro nízkoenergetické domy na $50 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$, pro pasivní domy na $15 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ a pro domy nulové na $5 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. U pasivních domů dále sledujeme energetickou náročnost z hlediska primární energie, vyváženost míry zateplení obálky budovy zavedením parametru průměrný součinitel prostupu tepla a dále přehřívání vnitřních prostor domu (TNI 730329 2010). Tyto parametry si kladou za cíl dosáhnout snížení energetické náročnosti vyváženým řešením při zohlednění hlavních vlivů a měly by zabránit vytvoření návrhu splňujícího slepě jednu tabulkovou hodnotu, a to za každou cenu. U energeticky soběstačných domů můžeme sledovat tyto parametry také, ale navíc nás zajímá samotná míra energetické nezávislosti, kterou lze zajistit posilováním vlastních energetických zdrojů nebo investic do snižování energetických potřeb.

Cílem práce bylo stanovit vhodnost zvoleného konceptu, který by projektant měl uplatnit: zda snižovat provozní potřeby, nebo investovat do vlastních zdrojů. Rovněž důležitým úkolem práce je stanovit optimální úroveň energetické nezávislosti.

Vzhledem k širokému záběru je práce omezena na rodinné domy, navíc na konkrétně zvolený koncept, který byl vygenerován na základě současných požadavků stavebníků a projekční praxe autora. Vzhledem k takovému omezení je jasné, že výsledky práce nebudou dostatečně objektivní na to, aby umožnily paušalizovat pro tak různorodou skupinu stavitelství, jako je individuální bydlení – z tohoto důvodu je dalším cílem vytvořit a popsat metodiku posuzování a hodnocení konceptů dalších. Jako určující rámec posuzovaných kritérií a jednotlivých aspektů daných konceptů jsou použity hlavní teze trvale udržitelného rozvoje, jež jsou pevně zakotveny v naší i evropské legislativě. K tomu byl využit modifikovaný nástroj SBTool.

Definice zkoumaného prototypu domu

V rámci porovnávání konceptů se hodnotí pouze ty části návrhu, které jsou specifické právě pro energeticky soběstačné budovy (dále ESB). Jedná se zejména o části návrhu mající vliv na energetickou bilanci. Hodnotí se také důsledky, které s těmito částmi návrhu přímo souvisejí. Jelikož jsou však jednotlivé části návrhu navzájem propojené natolik, že počet možných variantních řešení je prakticky nekonečný, byl po vzoru způsobu tvorby referenčního domu v hodnocení průkazu energetické náročnosti budovy vybrán jeden konkrétní virtuální koncept domu s pevně danou typologií – hmotovým, dispozičním a architektonickým řešením –, který se liší pouze svou energetickou koncepcí, a to jak v pasivních, tak v aktivních řešeních.

Jinak řečeno, jeden konkrétní tvarový koncept byl rozvinut do 5 variant lišících se svou energetickou náročností:

- dům s tepelnou obálkou na úrovni doporučených hodnot součinitelů prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 bez systému nuceného větrání s rekuperací (ČSN 73 0540-2 2011),
- dům s tepelnou obálkou na úrovni doporučených hodnot součinitelů prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 se systémem nuceného větrání s rekuperací (ČSN 73 0540-2 2011),
- dům s tepelnou obálkou na úrovni vyšších hodnot součinitelů prostupu tepla doporučených pro pasivní domy dle ČSN 73 0540-2 se systémem nuceného větrání s rekuperací (ČSN 73 0540-2 2011),
- dům s tepelnou obálkou na úrovni nižších hodnot součinitelů prostupu tepla doporučených pro pasivní domy dle ČSN 73 0540-2 se systémem nuceného větrání s rekuperací (ČSN 73 0540-2 2011),
- dům s tepelnou obálkou odpovídající hodnotám součinitelů prostupu tepla nulového domu se systémem nuceného větrání s rekuperací.

Pro těchto 5 základních variant bylo vytvořeno 5 konceptů pokrytí energetické potřeby, a to koncepty s 0 %, 25 %, 50 %, 75 % a 100 % krytím energetických potřeb pomocí vlastních energetických zdrojů, čemuž odpovídá míra energetické soběstačnosti. Bylo tedy stanoveno 5 variant míry energetické soběstačnosti.

Celkem tak bylo nadefinováno 25 variant jednoho hmotového a dispozičního konceptu, které se budou porovnávat.

Úprava metodiky SBTool

K hodnocení daných konceptů z hlediska trvale udržitelného rozvoje byla použita metodika SBToolCZ, což je národní metodika hodnocení komplexní kvality budov, kdy se posuzují vlastnosti budovy a okolí ve vazbě na udržitelný rozvoj (Vonka 2013). Pro potřeby hodnocení vlastností týkajících se právě a jenom ESB byla metodika upravena, a to zejména co se týče rozsahu řešených kritérií a systému přiřazování výsledných bodů.

Rozsah a způsob hodnocení je dán typem kritériálních listů, algoritmem výpočtu jednotlivých indikátorů a jejich váhou. Kritéria se tak mohou v rámci metodiky lišit v závislosti na posuzovaném typu stavby. Jelikož tato práce pojednává o obytných stavbách, z nichž se omezila pouze na rodinné domy, byla vybrána i příslušná modifikace používané metodiky, a to SBToolCZ určený k posuzování rodinných domů. Následující tabulky určují rozsah posuzovaných kritérií a jim odpovídající váhy.

V rámci hodnoticího modelu stanoveného v této práci se pro potřeby porovnávání jednotlivých konceptů ESB nehodnotí kritéria E.08, E.09, E.10, E.11, E.12, E.13, E.14, S.01, S.02, S.03, S.04, S.05, S.07, S.08, S.09, S.11, S.12, S.13, C.02, C.03 a C.04 (v tabulkách jsou označena šedou barvou), a to z toho důvodu, že buď zásadním způsobem nezasahují do hlavních principů energeticky soběstačných budov, nebo mohou být pro všechny posuzované varianty stejná bez dopadu na výsledek, nebo je není možno posoudit s ohledem na rozsah hodnocených částí návrhu, a tím znalostí potřebných vstupních parametrů. Totéž platí i pro celou skupinu L, která do výsledného hodnocení nevstupuje ani v původní metodice.

V případě, kdy by se hodnotily návrhy s jiným rozsahem posuzovaných částí a bylo by k dispozici dostatečné množství vstupních parametrů, by bylo možné rozsah posuzovaných kritérií rozšířit nebo naopak zúžit.

Výsledné hodnocení nemodifikované metodiky SBTool je nastaveno absolutně a umožňuje hodnotit ve vzájemném srovnání různé typologicky odlišné druhy staveb pomocí pevně nastaveného měřítka. V momentě, kdy stejnou metodikou začneme hodnotit pouze část stavby, dostaneme výsledné hodnoty jiné, odpovídající poměrově pouze hodnocené části budovy. Obdobné zkreslení vzniká také tehdy, nehodnotíme-li všechna kritéria, ale pouze jejich výběr. Proto je k posuzování pouze částí stavby či kritérií používáno hodnocení relativní, které spočívá pouze v porovnávání dílčích parametrů stavby na základě dílčího počtu kritérií, a to minimálně dvou a více variant.

Vyhodnocení jednotlivých variant

Všechny indikátory všech hodnocených variant jsou převedeny pomocí výše popsané metody na bodové hodnocení. Každé bodové hodnocení se vynásobí váhovým koeficientem (váhy jednotlivých kritérií) a bodová hodnocení se sečtou dle jednotlivých kritériálních skupin. Bodový součet skupiny se nakonec vynásobí váhovým koeficientem celé skupiny a body všech skupin se opět sečtou. Výsledné číslo je konečným hodnocením dané varianty modifikovanou metodikou SBToolCZ z hlediska trvale udržitelného rozvoje. Výše uvedený postup je dokladován konkrétními hodnotami v následujících tabulkách.

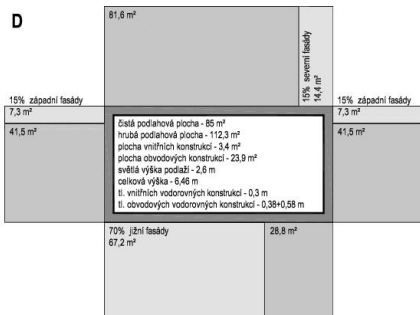
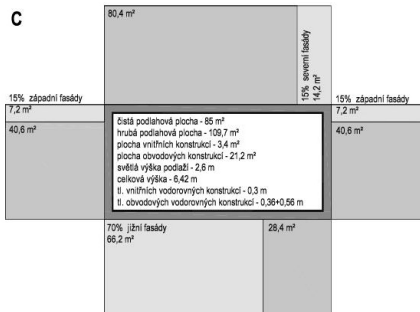
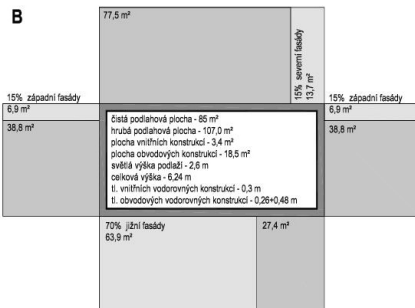
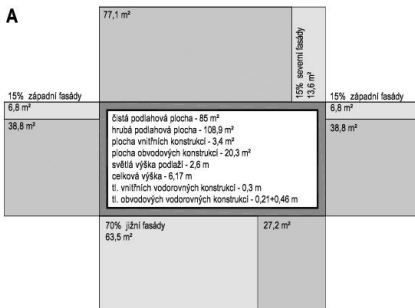
Závěr

Tato metodika nám umožňuje porovnávat pouze dílčí části návrhu nebo i soubory těchto dílčích částí, a pomáhá nám tak sledovat vyváženost systému, např. lze v daném konceptu zjistit bodové hodnocení přípojky elektřiny a bodové hodnocení propanbutanového agregátu na základě sledování změn vstupních parametrů, kterými budou v tomto případě třeba délka připojení, charakteristika agregátu, cena plynu či elektřiny, emisní a konverzní faktory obou zdrojů apod. Lze vysledovat, od jakých hodnot bude z hlediska trvale udržitelného rozvoje výhodnější propanbutanový agregát a při jakých podmínkách je vhodné ještě dům napojovat na veřejnou elektrickou síť. Velkou výhodou je fakt, že metodika funguje na základě vstupních parametrů, které jsou vzájemně provázány s výsledným kritériálním bodovým hodnocením jednoduše pochopitelnými vzorci, a je tudíž možné sledovat míru změny bodového hodnocení v závislosti na prováděných změnách jednotlivých vstupních parametrů. V úvahu se také musí brát, že hodnocení je oproti absolutnímu hodnocení původní metodiky SBToolCZ prováděno relativně. Absolutní závěry tak lze činit pouze s ohledem na široký výběr posuzovaných vzorků, například tak, jak to bylo provedeno v hodnocení energetických variant jednoho typu konceptu domu v této práci. I tak je nutné dodat, že vytváření paušalizujících závěrů z posouzení této práce se musí brát s jistotou rezervou, neboť je zde množství vstupních údajů, které jsou v čase rychle proměnné.

Další rovinou výsledků této práce je porovnání základních energetických variant konkrétního konceptu rodinného domu. Výsledky tohoto porovnání znázorňuje obrázek č. 2. Z grafu vyplývá, že z hlediska trvale udržitelného rozvoje je vhodné koncipovat domy s nízkou potřebou energie a s vysokým podílem pokrytí této energie vlastními obnovitelnými zdroji energie (OZE). Optimální pokrytí se také pohybuje cca od 50 % do 75 %, a to v závislosti na energetických potřebách. Čím je potřeba energie větší, tím více optimum podílu energetické soběstačnosti klesá k hodnotě

LEGENDA

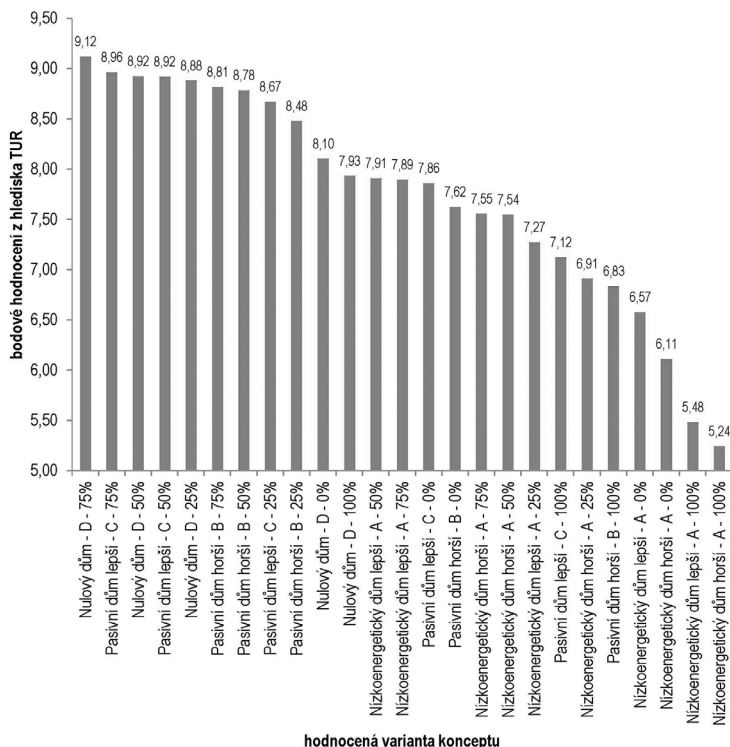
-  čistá podlahová plocha jednoho podlaží
-  plocha fasády - okenní a dveřní výplně
-  netransparentní plocha fasády
-  plocha stavebních konstrukcí obvodového pláště
-  plocha vnitřních stavebních konstrukcí



orientace vůči světovým stranám



50 %. 0% a 100% podíly energetické soběstačnosti jsou naopak nevhodné, a to zejména s ohledem na náklady na OZE zajišťující 100% podíl energetické soběstačnosti či velkou zátěž životního prostředí v podobě velkého podílu energie získávané z veřejné elektrické sítě.



Obr. 2. Výsledné posouzení konceptů energeticky soběstačných rodinných domů - hodnocení volby energetického konceptu domu na trvale udržitelný rozvoj modifikovanou metodikou SBToolCZ (Zdroj: autor)

Obr. 1. (vlevo) Grafické znázornění prostorových parametrů navržených variant hodnocených konceptů virtuálního domu (Zdroj: autor)

VARIANTA A bez VZT s rekuperací

mira energetické soběstačnosti		0%	25%	50%	75%	100%
roční bilance energie	označení	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]
dodaná využitelná energie ze solárních kolektorů	Q_{TK}	0	0	9766.476	9766.476	9766.476
dodaná využitelná energie vyrobená fotovoltaickým sys.	Q_{FVP}	0	15683.08	20692.12	18779.94	7819.02
dodaná využitelná energie vyrobená větrnou elektrárnou	Q_{WE}	0	0	0	17887.25	44718.16
energie dodaná ze sítě	Q_{net}	62303.65	46620.58	31684.21	15771.2	0
celková potřeba energie se započtením účinnosti systému	Q_{celk}	62303.65	62303.65	62142.8	62204.87	62303.65

VARIANTA A s VZT s rekuperací

mira energetické soběstačnosti		0%	25%	50%	75%	100%
roční bilance energie	označení	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]
dodaná využitelná energie ze solárních kolektorů	Q_{TK}	0	0	9766.476	9766.476	9766.476
dodaná využitelná energie vyrobená fotovoltaickým sys.	Q_{FVP}	0	14411.45	18860.8	15149.45	11652.62
dodaná využitelná energie vyrobená větrnou elektrárnou	Q_{WE}	0	0	0	17887.25	35774.53
energie dodaná ze sítě	Q_{net}	57193.63	42782.15	28405.55	14291.64	0
celková potřeba energie se započtením účinnosti systému	Q_{celk}	57193.63	57193.6	57032.82	57094.81	57193.63

VARIANTA B

mira energetické soběstačnosti		0%	25%	50%	75%	100%
roční bilance energie	označení	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]
dodaná využitelná energie ze solárních kolektorů	Q_{TK}	0	9765.756	9765.756	9765.756	9765.756
dodaná využitelná energie vyrobená fotovoltaickým sys.	Q_{FVP}	0	0	11503.51	13198.28	6255.648
dodaná využitelná energie vyrobená větrnou elektrárnou	Q_{WE}	0	0	0	8943.624	26830.91
energie dodaná ze sítě	Q_{net}	42950.23	32001.37	21202.78	10845.86	0
celková potřeba energie se započtením účinnosti systému	Q_{celk}	42950.23	41767.13	42472.04	42753.53	42852.31

VARIANTA C

mira energetické soběstačnosti		0%	25%	50%	75%	100%
roční bilance energie	označení	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]
dodaná využitelná energie ze solárních kolektorů	Q_{TK}	0	9082.044	9766.476	9766.476	9766.476
dodaná využitelná energie vyrobená fotovoltaickým sys.	Q_{FVP}	0	0	8477.316	18576.94	10295.21
dodaná využitelná energie vyrobená větrnou elektrárnou	Q_{WE}	0	0	0	0	17887.25
energie dodaná ze sítě	Q_{net}	37962.11	27870.95	18694.76	9519.912	0
celková potřeba energie se započtením účinnosti systému	Q_{celk}	37962.11	36952.99	36938.56	37863.32	37948.93

VARIANTA D

mira energetické soběstačnosti		0%	25%	50%	75%	100%
roční bilance energie	označení	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]	[M.J/a]
dodaná využitelná energie ze solárních kolektorů	Q_{TK}	0	7980.7	7980.7	9766.5	9766.5
dodaná využitelná energie vyrobená fotovoltaickým sys.	Q_{FVP}	0	0	8477.3	15446.1	15261.3
dodaná využitelná energie vyrobená větrnou elektrárnou	Q_{WE}	0	0	0	0	8943.6
energie dodaná ze sítě	Q_{net}	33980.1	25112.7	16691.4	8606.8	0.0
celková potřeba energie se započtením účinnosti systému	Q_{celk}	33980.1	33093.3	33149.4	33819.4	33971.4

Tab. 1. Pokrytí energetických potřeb dle jednotlivých hodnocených variant – přehled výstupů z programu CALK (Zdroj: autor)

Skupina E – kritérium	Váha
E.01 Spotřeba primární energie	20,8%
E.02 Potenciál globálního oteplování	9,6%
E.03 Potenciál oxyselování prostředí	5,2%
E.04 Potenciál eutrofizace prostředí	5,5%
E.05 Potenciál ničení ozonové vrstvy	4,4%
E.06 Potenciál tvorby přízemního ozonu	5,0%
E.07 Výroba obnovitelné energie	7,2%
E.08 Použití materiálů a výrobků při výstavbě	8,6%
E.09 Hodnocení stavebních výrobků	6,1%
E.10 Spotřeba pitná vody	7,2%
E.11 Zachycení dešťové vody	6,5%
E.12 Využití pozemku	6,6%
E.13 Zeleň na budově a pozemku	7,3%
Celkem	100%

Tab. 2. Váhy environmentálních kritérií (skupina E), (Zdroj: SBToolCZ)

Skupina S – kritérium	Váha
S.01 Vizualní komfort	10,0%
S.02 Akustický komfort	9,3%
S.03 Tepelná pohoda v letním období	9,6%
S.04 Tepelná pohoda v zimním období	4,6%
S.05 Kvalita vnitřního vzduchu	13,1%
S.06 Ochrana proti radonu	6,5%
S.07 Zdravotní nezávadnost materiálů	12,1%
S.08 Uživatelský komfort	6,8%
S.09 Flexibilita využití budovy	5,0%
S.10 Prostorová efektivita	4,9%
S.11 Bezbarierové řešení	6,9%
S.12 Míra oplocení pozemku	4,7%
S.13 Zabezpečení obydlí	6,5%
Celkem	100%

Tab. 3. Váhy sociálních kritérií (skupina S), (Zdroj: SBToolCZ)

Skupina C – kritérium	Váha
C.01 Náklady životního cyklu	39,8%
C.02 Prováděcí a provozní dokumentace	19,6%
C.03 Měření spotřeb energií a vody	20,1%
C.04 Management tříděného odpadu	20,5%
Celkem	100%

Tab. 4. Váhy kritérií ve skupině ekonomika a management (skupina C), (Zdroj: SBToolCZ)

Skupina L – kritérium	Váha
L.01 Dostupnost veřejných míst pro relaxaci	14,0%
L.02 Dostupnost služeb	17,0%
L.03 Dostupnost veřejné dopravy	21,0%
L.04 Rizika lokality	17,0%
L.05 Kvalita místního ovzduší	16,0%
L.06 Prevence kriminality ve vystavěném prostředí	15,0%
Celkem	100%

Tab. 5. Váhy kritérií ve skupině lokalita (skupina L), (Zdroj: SBToolCZ)

	typ konceptu	podíl energetické soběstačnosti	E.01 SPOTŘEBA PRIMÁRNÍ ENERGIE	E.02 POTENCIÁL GLOBÁLNÍHO OTEPLOVÁNÍ	E.03 POTENCIÁL OXYSLOVÁNÍ PROSTŘEDÍ	E.04 POTENCIÁL EUTROFIZACE PROSTŘEDÍ	E.05 POTENCIÁL NIČENÍ OZONOVÉ VRSTVY	E.06 POTENCIÁL TVORBY PRÁZENNHO OZONU	E.07 VÝROBA OBNOVITELNÉ ENERGIE (MÍRO ENERGETICKÉ SOBĚSTAČNOSTI)	S.08 KVALITA VNITŘNÍHO VZDUCHU	S.10 PROSTOROVÁ EFEKTIVITA ZASTAVĚNÍ POZEMKŮ	C.01 PROVOZOVNÍ A INVESTIČNÍ NÁKLADY
1	D	0%	710.70	45.26	0.1057	0.0626	1.26703E-07	0.00327	0.00%	3.00	0.66	352.68 Kč
2	D	25%	552.92	35.06	0.0842	0.0479	1.26703E-07	0.00327	24.12%	3.00	0.66	326.82 Kč
3	D	50%	422.31	26.66	0.0652	0.0349	1.26703E-07	0.00327	49.65%	3.00	0.66	515.80 Kč
4	D	75%	294.92	18.47	0.0470	0.0224	1.26703E-07	0.00327	74.55%	3.00	1.24	640.32 Kč
5	D	100%	142.26	8.78	0.0253	0.0080	1.26703E-07	0.00327	100.00%	3.00	5.88	1.212.17 Kč
6	C	0%	766.71	49.17	0.1124	0.0699	1.29639E-07	0.00350	0.00%	3.00	0.65	350.83 Kč
7	C	25%	587.14	37.57	0.0880	0.0532	1.29639E-07	0.00350	24.58%	3.00	0.65	342.37 Kč
8	C	50%	443.11	28.30	0.0672	0.0389	1.29639E-07	0.00350	49.39%	3.00	0.65	479.23 Kč
9	C	75%	303.46	19.34	0.0469	0.0250	1.29639E-07	0.00350	74.86%	3.00	1.88	665.20 Kč
10	C	100%	116.95	7.59	0.0207	0.0081	1.29639E-07	0.00350	100.00%	3.00	7.06	1.490.29 Kč
11	B	0%	845.07	54.68	0.1240	0.0791	1.11606E-07	0.00257	0.00%	3.00	0.63	349.51 Kč
12	B	25%	650.16	42.09	0.0975	0.0609	1.11606E-07	0.00257	23.38%	3.00	0.63	344.73 Kč
13	B	50%	494.62	31.45	0.0734	0.0444	1.11606E-07	0.00257	50.08%	3.00	0.63	494.03 Kč
14	B	75%	305.18	20.04	0.0478	0.0274	1.11606E-07	0.00257	74.63%	3.00	2.00	730.80 Kč
15	B	100%	98.12	6.97	0.0186	0.0084	1.11606E-07	0.00257	100.00%	3.00	7.65	1.624.14 Kč
16	A s VZT	0%	1088.82	71.81	0.1617	0.1053	1.18902E-07	0.00121	0.00%	3.00	0.64	399.55 Kč
17	A s VZT	25%	865.02	57.41	0.1291	0.0830	1.18902E-07	0.00121	25.20%	3.00	0.64	493.43 Kč
18	A s VZT	50%	620.01	41.61	0.0953	0.0599	1.18902E-07	0.00121	50.19%	3.00	1.41	620.08 Kč
19	A s VZT	75%	362.09	25.27	0.0587	0.0358	1.18902E-07	0.00121	74.97%	3.00	3.29	968.21 Kč
20	A s VZT	100%	101.52	8.75	0.0216	0.0115	1.18902E-07	0.00121	100.00%	0.60	10.82	2.017.17 Kč
21	A bez VZT	0%	1183.81	78.04	0.1756	0.1147	1.18902E-07	0.00121	0.00%	0.60	0.64	392.21 Kč
22	A bez VZT	25%	940.26	62.37	0.1402	0.0904	1.18902E-07	0.00121	25.17%	0.60	0.64	477.41 Kč
23	A bez VZT	50%	686.56	46.02	0.1051	0.0664	1.18902E-07	0.00121	49.01%	0.60	1.53	613.43 Kč
24	A bez VZT	75%	400.70	27.87	0.0645	0.0396	1.18902E-07	0.00121	74.65%	0.60	3.65	987.90 Kč
25	A bez VZT	100%	97.69	8.76	0.0218	0.0119	1.18902E-07	0.00121	100.00%	0.60	11.18	2.094.98 Kč

Tab. 6. Přehled hodnot indikátorů všech kritériálních listů všech hodnocených variant (Zdroj: autor)

hodnoty indikátorů pro hodnocení 0 body		1200	80	0 18	0 11	6 60E-07	0 00420	0	0	12 00	2 100 00 Kč	
typ konceptu	podíl energetické soběstačnosti	E 01 SPOTŘEBA PRIMÁRNÍ ENERGIE	E 02 POTENCIÁL GLOBÁLNÍHO KOTĚLOVÁNÍ	E 03 POTENCIÁL OKYSELOVÁNÍ PROSTŘEDÍ	E 04 POTENCIÁL EUTROFIZACE PROSTŘEDÍ	E 05 POTENCIÁL MČENÍ OZÓNOVÉ VRSTVY	E 06 POTENCIÁL TVORBY PŘÍZEMNÍHO OZÓNU	E 07 VÝROBA OBNOVITELNÉ ENERGIE (MÍRA ENERGETICKE SOBĚSTAČNOSTI)	E 08 KVALITA VNITŘNÍHO VZDUCHU	E 09 PROSTOROVÁ EFEKTIVITA/EKIVITA ZASTAVĚNÍ POZEMKU	C 01 PROVOZNÍ A INVESTIČNÍ NÁKLADY	
1	D	0%	8 44	9 65	13 76	10 54	12 12	3 09	0 00	3 00	22 68	34 95
2	D	25%	11 16	12 48	17 74	13 80	12 12	3 09	2 41	3 00	22 68	35 46
3	D	50%	13 41	14 82	21 26	16 70	12 12	3 09	4 96	3 00	22 68	31 68
4	D	75%	15 60	17 09	24 62	19 47	12 12	3 09	7 46	3 00	21 53	29 19
5	D	100%	18 24	19 78	28 65	22 66	12 12	3 09	10 00	3 00	12 24	17 76
6	C	0%	7 47	8 56	12 51	8 91	12 05	2 35	0 00	3 00	22 71	34 98
7	C	25%	10 57	11 78	17 04	12 63	12 05	2 35	2 46	3 00	22 71	35 15
8	C	50%	13 05	14 36	20 89	15 79	12 05	2 35	4 94	3 00	22 71	32 42
9	C	75%	15 46	16 85	24 65	18 89	12 05	2 35	7 49	3 00	20 24	28 70
10	C	100%	18 67	20 11	29 50	22 65	12 05	2 35	10 00	3 00	9 88	12 19
11	B	0%	6 12	7 03	10 37	6 87	12 46	5 43	0 00	3 00	22 74	35 01
12	B	25%	9 48	10 53	15 28	10 90	12 46	5 43	2 34	3 00	22 74	35 11
13	B	50%	12 33	13 48	19 74	14 57	12 46	5 43	5 01	3 00	22 74	32 12
14	B	75%	15 43	16 66	24 49	18 36	12 46	5 43	7 46	3 00	20 00	27 38
15	B	100%	19 00	20 29	29 89	22 57	12 46	5 43	10 00	3 00	8 71	9 52
16	A s VZT	0%	1 92	2 28	3 39	1 04	12 30	9 96	0 00	3 00	22 72	34 01
17	A s VZT	25%	5 78	6 28	9 42	6 00	12 30	9 96	2 52	3 00	22 72	32 13
18	A s VZT	50%	10 00	10 66	15 68	11 14	12 30	9 96	5 02	3 00	21 18	29 60
19	A s VZT	75%	14 45	15 20	22 45	16 48	12 30	9 96	7 50	3 00	17 41	22 64
20	A s VZT	100%	18 94	19 79	29 30	21 88	12 30	9 96	10 00	0 60	2 35	1 66
21	A bez VZT	0%	0 28	0 54	0 81	-1 05	12 30	9 96	0 00	0 60	22 72	34 16
22	A bez VZT	25%	4 48	4 90	7 37	4 34	12 30	9 96	2 52	0 60	22 72	32 45
23	A bez VZT	50%	8 85	9 44	13 86	9 68	12 30	9 96	4 90	0 60	20 94	29 73
24	A bez VZT	75%	13 78	14 48	21 39	15 64	12 30	9 96	7 46	0 60	16 71	22 24
25	A bez VZT	100%	19 01	19 79	29 29	21 79	12 30	9 96	10 00	0 60	1 65	0 10

Tab. 7. Přehled převodu hodnot indikátorů na bodové ohodnocení (Zdroj: autor)

váhy jednotlivých kritérií		20.8%	9.6%	5.2%	5.5%	4.4%	5.0%	7.2%	13.1%	4.9%	100.0%	
	typ konceptu	podíl energetické soběstačnosti	E.01 SPOTŘEBA PRIMÁRNÍ ENERGIE	E.02 POTENCIÁL GLOBÁLNÍHO OTEPLOVÁNÍ	E.03 POTENCIÁL OXYSELVÁNÍ PROSTŘEDÍ	E.04 POTENCIÁL EUTROFIZACE PROSTŘEDÍ	E.05 POTENCIÁL NÁČENÍ OZÓNOVÉ VRSTVY	E.06 POTENCIÁL TVORBY PŘÍZEMNÍHO OZONU	E.07 VÝROBA OBNOVITELNÉ ENERGIE (MÍRA ENERGETICKE SOBĚSTAČNOSTI)	S.08 KVALITA VNITŘNÍHO VZDUCHU	S.10 PROSTOROVÁ EFEKTIVITA/EFEKTIVITA ZASTAVĚNÍ POZEMKU	C.01 PROVOZNÍ A INVESTIČNÍ NÁKLADY
1	D	0%	1.75	0.93	0.72	0.58	0.53	0.15	0.00	0.39	1.11	34.95
2	D	25%	2.32	1.20	0.92	0.76	0.53	0.15	0.17	0.39	1.11	35.46
3	D	50%	2.79	1.42	1.11	0.92	0.53	0.15	0.36	0.39	1.11	31.68
4	D	75%	3.25	1.64	1.28	1.07	0.53	0.15	0.54	0.39	1.05	29.19
5	D	100%	3.79	1.90	1.49	1.25	0.53	0.15	0.72	0.39	0.60	17.76
6	C	0%	1.55	0.82	0.65	0.49	0.53	0.12	0.00	0.39	1.11	34.98
7	C	25%	2.20	1.13	0.89	0.69	0.53	0.12	0.18	0.39	1.11	35.15
8	C	50%	2.71	1.38	1.09	0.87	0.53	0.12	0.36	0.39	1.11	32.42
9	C	75%	3.22	1.62	1.28	1.04	0.53	0.12	0.54	0.39	0.99	28.70
10	C	100%	3.88	1.93	1.53	1.25	0.53	0.12	0.72	0.39	0.48	12.19
11	B	0%	1.27	0.68	0.54	0.38	0.55	0.27	0.00	0.39	1.11	35.01
12	B	25%	1.97	1.01	0.79	0.60	0.55	0.27	0.17	0.39	1.11	35.11
13	B	50%	2.57	1.29	1.03	0.80	0.55	0.27	0.36	0.39	1.11	32.12
14	B	75%	3.21	1.60	1.27	1.01	0.55	0.27	0.54	0.39	0.98	27.38
15	B	100%	3.95	1.95	1.55	1.24	0.55	0.27	0.72	0.39	0.43	9.52
16	A s VZT	0%	0.40	0.22	0.18	0.06	0.54	0.50	0.00	0.39	1.11	34.01
17	A s VZT	25%	1.20	0.60	0.49	0.33	0.54	0.50	0.18	0.39	1.11	32.13
18	A s VZT	50%	2.08	1.02	0.82	0.61	0.54	0.50	0.36	0.39	1.04	29.60
19	A s VZT	75%	3.00	1.46	1.17	0.91	0.54	0.50	0.54	0.39	0.85	22.64
20	A s VZT	100%	3.94	1.90	1.52	1.20	0.54	0.50	0.72	0.08	0.12	1.66
21	A bez VZT	0%	0.06	0.05	0.04	-0.06	0.54	0.50	0.00	0.08	1.11	34.16
22	A bez VZT	25%	0.93	0.47	0.38	0.24	0.54	0.50	0.18	0.08	1.11	32.45
23	A bez VZT	50%	1.84	0.91	0.72	0.53	0.54	0.50	0.35	0.08	1.03	29.73
24	A bez VZT	75%	2.87	1.39	1.11	0.86	0.54	0.50	0.54	0.08	0.82	22.24
25	A bez VZT	100%	3.95	1.90	1.52	1.20	0.54	0.50	0.72	0.08	0.08	0.10

Tab. 8. Přehled bodového ohodnocení se započtením váhových koeficientů jednotlivých kritérií (Zdroj: autor)

váhy jednotlivých skupin kritérií			50.0%	35.0%	15.0%	
	typ konceptu	podíl energetické soběstačnosti	E	S	C	
1	D	0%	2.33	0.53	5.24	8.10
2	D	25%	3.03	0.53	5.32	8.88
3	D	50%	3.64	0.53	4.75	8.92
4	D	75%	4.23	0.51	4.38	9.12
5	D	100%	4.92	0.35	2.66	7.93
6	C	0%	2.08	0.53	5.25	7.86
7	C	25%	2.87	0.53	5.27	8.67
8	C	50%	3.53	0.53	4.86	8.92
9	C	75%	4.17	0.48	4.30	8.96
10	C	100%	4.98	0.31	1.83	7.12
11	B	0%	1.84	0.53	5.25	7.62
12	B	25%	2.68	0.53	5.27	8.48
13	B	50%	3.43	0.53	4.82	8.78
14	B	75%	4.22	0.48	4.11	8.81
15	B	100%	5.12	0.29	1.43	6.83
16	A s VZT	0%	0.94	0.53	5.10	6.57
17	A s VZT	25%	1.92	0.53	4.82	7.27
18	A s VZT	50%	2.97	0.50	4.44	7.91
19	A s VZT	75%	4.06	0.44	3.40	7.89
20	A s VZT	100%	5.16	0.07	0.25	5.48
21	A bez VZT	0%	0.57	0.42	5.12	6.11
22	A bez VZT	25%	1.62	0.42	4.87	6.91
23	A bez VZT	50%	2.70	0.39	4.46	7.54
24	A bez VZT	75%	3.90	0.31	3.34	7.55
25	A bez VZT	100%	5.17	0.06	0.02	5.24

Tab. 9. Výsledné hodnocení jednotlivých variant se započtením váhových koeficientů jednotlivých kritériálních skupin (Zdroj: autor)

Prameny

- TNI 730329. Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy. Česká republika: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. 1. 10. 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- VONKA, Martin. SBToolCZ. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, c2013, 202 s. ISBN 978-80-01-05126-9.