



ENBEE

Environment & Building Energy Efficiency

6/2023/S

**EFEKTÍVNA HODNOTA SÚČINITEĽA PRECHODU TEPLA
KONŠTRUKCIOU OBVODOVEJ STENY PO ZDRAŽENÍ ENERGIE**

Bratislava, Jún 2023

OBSAH

1. ÚVOD	3
2. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE	3
3. VÝPOČET POTREBY ENERGIE	5
3.1 Výpočet potreby tepla na vykurovanie	5
3.1.1 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií.....	6
3.2 Potreba energie pre vykurovanie a teplú vodu.....	7
3.3 Primárna energia.....	7
4. VÝPOČET GLOBÁLNYCH NÁKLADOV	7
4.1 Investičné náklady	8
4.2 Prevádzkové náklady	9
4.3 Ďalšie vstupné údaje	10
4.4 Globálne náklady pre scenáre vývoja cien energií a CO ₂ emisií.....	10
5. ZÁVER.....	16
6. LITERATÚRA	18
IDENTIFIKAČNÝ LIST.....	19

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1 Základné geometrické charakteristiky budovy.....	3
Tab. 2 Klimatické podmienky hodnotenia energetickej hospodárnosti budov.....	5
Tab. 3 Súčiniteľ prechodu tepla obvodovej steny v závislosti od hrúbky tepelnej izolácie	6
Tab. 4 Súčiniteľ prechodu tepla ostatných konštrukcií	7
Tab. 5 Faktory primárnej energie a emisií CO ₂	7
Tab. 6 Jednotková cena za 1 m ² obvodovej steny hr. 300 mm bez tepelnej izolácie	8
Tab. 7 Investičné náklady pre obvodovú stenu s tepelnou izoláciou rôznej hrúbky.....	8
Tab. 8 Tepelný výkon tepelného čerpadla, účinnosť výroby tepla a investičný náklad	9
Tab. 9 Potreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody pre päť úrovní tepelnej ochrany	9
Tab. 10 Scenáre uvažované pre výpočet globálnych nákladov	10
Tab. 11 Globálne náklady – Scenár 1	11
Tab. 12 Globálne náklady – Scenár 2	12
Tab. 13 Globálne náklady – Scenár 3	13
Tab. 14 Globálne náklady – Scenár 4	14
Tab. 15 Globálne náklady – Scenár 5	15
Tab. 16 Efektívna hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukciou obvodovej steny	17

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Simulácia geometrie rodinného domu	4
Obr. 2 Pôdorys rodinného domu	4
Obr. 3 Pohľady a rez rodinného domu	5
Obr. 4 Súčiniteľ prechodu tepla obvodovej steny v závislosti od hrúbky tepelnej izolácie	7

1. ÚVOD

Cieľom štúdie je zistenie efektívnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukciou obvodovej steny po zdražení energie.

Metóda je založená na porovnaní globálnych nákladov a primárnej energie pre rôzne úrovne tepelnotechických vlastností murovanej obvodovej steny s vonkajším kontaktným zatepľovacím systémom (ETICS), na konkrétnom modelovom rodinnom dome s vykurovaním a prípravou teplej vody tepelným čerpadlom.

Pre výpočet potreby energie a primárnej energie sa použil softvér EDILCLIMA EC700 (Energy performance of buildings), ktorý umožňuje výpočet mesačnou aj hodinovou metódou podľa STN EN ISO 52016-1 [3].

Pre výpočet globálnych nákladov sa použil postup v Delegovanom nariadení komisie (EÚ) č. 244/2012 zo 16. januára 2012, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov vytvorením rámca porovnávacej metodiky na výpočet nákladovo optimálnych úrovní minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov a prvkov budov [13].

Vstupné hodnoty a scenáre vývoja cien energií a emisií CO₂ boli konzultované a odsúhlasené zadávateľom na stretnutí 3.5.2023.

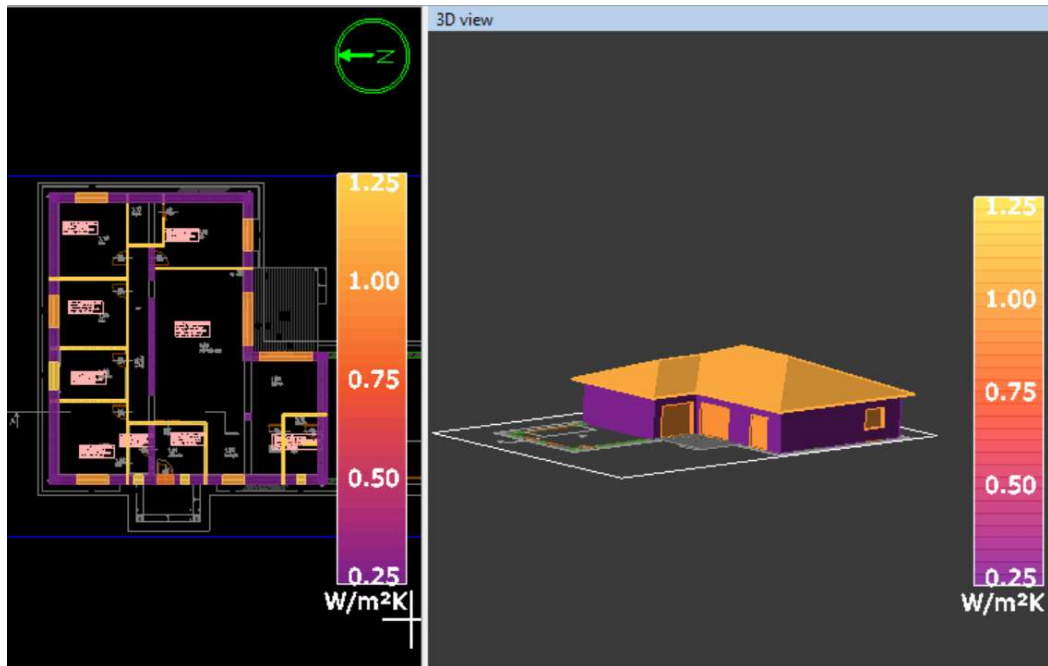
2. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE

Efektívna hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukciou obvodovej steny je stanovená na modelovom rodinnom dome tvaru L, ktorý je jednopodlažný s podlahou na teréne a so stropom do nevykurovaného podstrešného priestoru.

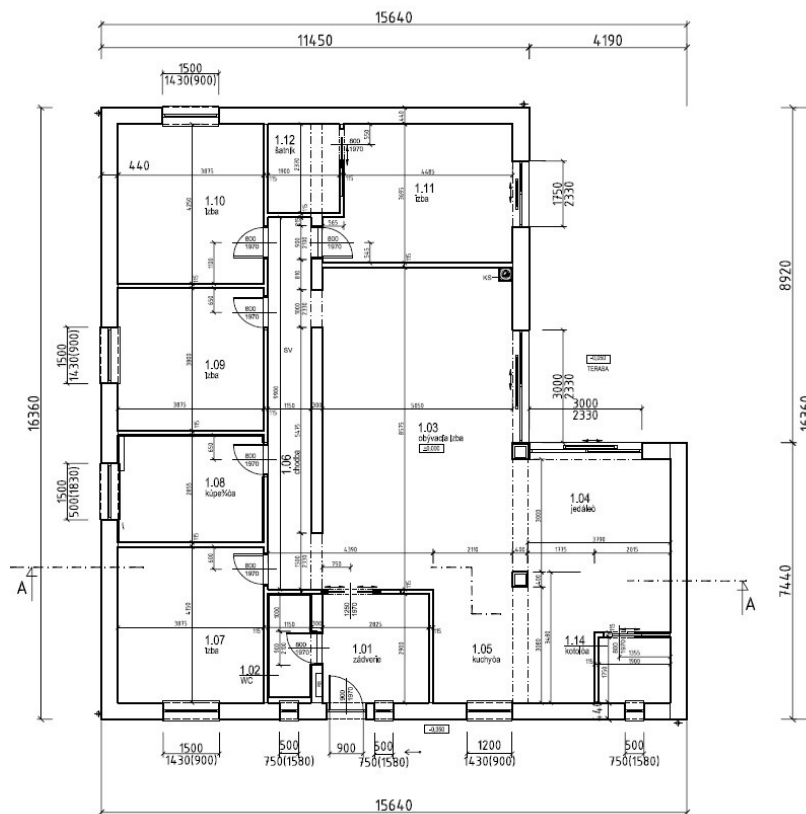
Geometria rodinného domu je modelovaná v grafickom nástroji softvéru EDILCLIMA EC700. Základné geometrické charakteristiky budovy sú v tab. 1. Orientácia na svetové strany je zobrazená na obr. 1.

Tab. 1 Základné geometrické charakteristiky budovy

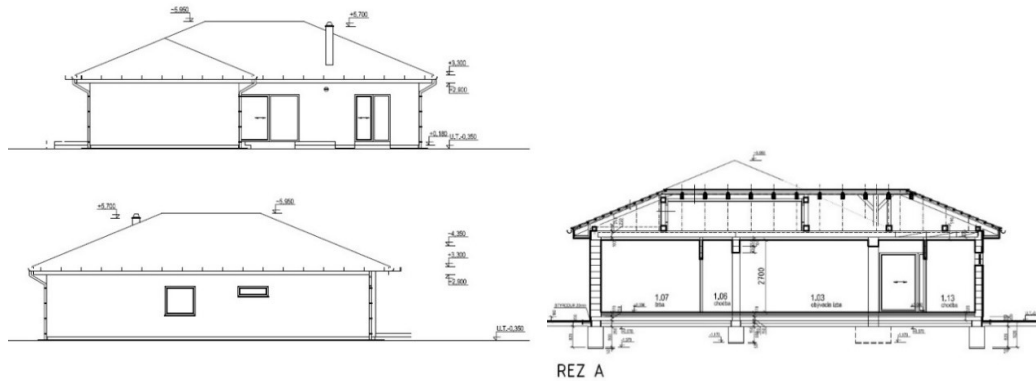
Obostavaný objem	729.8 m ³
Celková podlahová plocha (z vonkajších rozmerov)	218.5 m ²
Celková teplovýmenná plocha	650.8 m ²
Plocha obvodového plášťa	182.63 m ²
Priemerná konštrukčná výška	3.30 m
Svetlá konštrukčná výška	2.7 m
Faktor tvaru	0.89 1/m



Obr. 1 Simulácia geometrie rodinného domu



Obr. 2 Pôdorys rodinného domu



Obr. 3 Pohľady a rez rodinného domu

3. VÝPOČET POTREBY ENERGIE

V súlade s výpočtom energetickej hospodárnosti podľa Zák. 555/2005 [14] a Vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. [15] sa pre rodinný dom posudzovali dve miesta spotreby, tepelná ochrana a vykurovanie a príprava teplej vody. Výpočet potreby chladu na chladenie je informatívny.

3.1 Výpočet potreby tepla na vykurovanie

Výpočet potreby tepla na vykurovanie je spracovaný softvérom EDILCLIMA EC700 podľa STN EN ISO 52016-1 [3] pre normalizované klimatické podmienky a štandardný spôsob užívania podľa Vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. [15], ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov [14].

Výpočet sa uskutočnil mesačnou metódou a aj s použitím dynamickej hodinovej metódy podľa STN EN ISO 52016-1 [3] s použitím klimatických podmienok pre typický meteorologický rok (TMY) pre Bratislavu. Výsledok hodinovou metódou bol však priaznivejší ako mesačnou metódou s normalizovanými klimatickými údajmi podľa STN 73 0540-3 [2] z dôvodu vyšších slnečných ziskov v TMY pre Bratislavu. Oficiálny typický meteorologický rok pre hodinový výpočet nie je stanovený. Pre analýzu sa preto použila mesačná metóda s nepriaznivejšími výsledkami pre potrebu energie.

Pre výpočet potreby tepla na vykurovanie sa použili normalizované klimatické podmienky, počet dennostupňov štandardného vykurovacieho obdobia 3422 K.deň s počtom dní vykurovacej sezóny 212, s priemernou vonkajšou teplotou počas vykurovacieho obdobia 3,86 °C a pre vnútornú teplotu 20 °C podľa STN 73 0540-3 [2]. Mesačné klimatické podmienky pre výpočet potreby tepla na vykurovanie (mesiace október až apríl) a na chladenie (mesiace máj až september) sú v tab. 2.

Tab. 2 Klimatické podmienky hodnotenia energetickej hospodárnosti budov

Popis	Počet dennostupňov pre vykurovanie K.deň	Mesiac											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Normalizované podmienky (STN 730540-3) [2]	3422	Priemerná vonkajšia teplota podľa mesiacov v °C											
		-1.8	0.4	4.6	9.9	14.9	17.9	19.6	19.2	15.2	9.8	4.3	-0.3
Počet dní	212	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Ďalšie podmienky výpočtu sú:

- jedna teplotná zóna,
- vnútorná teplota $\theta_i = 20\text{ °C}$ podľa [2],
- vnútorné tepelné zisky $q = 4,00\text{ W/m}^2$ podľa [1],
- slnečné zisky podľa mesiacov podľa STN 73 0540-3 [2].
- na výpočet teplo výmenných plôch a celkovej podlahovej plochy pre stanovenie ukazovateľa v kWh/(m².a) sa použili vonkajšie rozmery
- použil sa konkrétny výpočet tepelných mostov

3.1.1 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií

Obvodový plášť je uvažovaný ako fiktívna nosná murovaná stena s prídavnou tepelnou izoláciou, vonkajším kontaktným zatepľovacím systémom (ETICS) rôznej hrúbky.

Murovaná stena hrúbky 300 mm má v priemere súčiniteľ tepelnej vodivosti $\lambda = 0,12\text{ W/(m.K)}$ a tepelný odpor bez omietok $2,5\text{ m}^2\text{.K/W}$. Vrátane omietok, lepiacej malty a výstužnej vrstvy so sieťkou je tepelný odpor steny bez tepelnej izolácie $R = 2,528\text{ m}^2\text{.K/W}$.

Pre dosiahnutie rôznej úrovne súčiniteľa prechodu tepla U obvodovej steny sa na nosnú stenu aplikovala tepelná izolácia z minerálnej vlny so súčiniteľom tepelnej vodivosti $\lambda = 0,04\text{ W/(m.K)}$. Súčiniteľ prechodu tepla obvodovej steny v závislosti od hrúbky tepelnej izolácie v kroku 20 mm je v tabuľke 3.

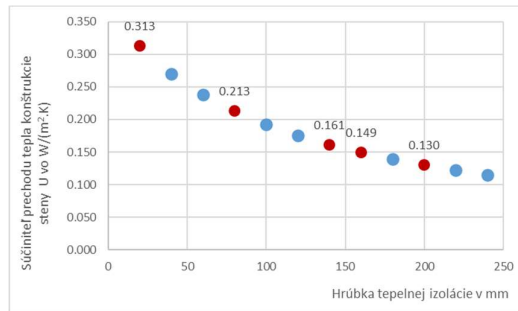
Pre ďalšie analýzy sa z tab. 3 vybralo 5 variantov obvodového plášťa V1 až V5.

Varianty V2, V4 a V5 spĺňajú určitú úroveň požiadaviek na hodnotu súčiniteľa prechodu tepla obvodovej steny U podľa STN 730540-2 [1]:

- V5: $U_N = 0,32\text{ W/(m}^2\text{.K)}$, normalizovaná požadovaná hodnota v období rokov 2013-2015
- V4: $U_{r1} = U_{r2} = 0,22\text{ W/(m}^2\text{.K)}$, normalizovaná (požadovaná) hodnota od 1.1.2016 aj 2021
- V2: $U_{r3} = 0,15\text{ W/(m}^2\text{.K)}$, odporúčaná hodnota od 1.1.2021

Tab. 3 Súčiniteľ prechodu tepla obvodovej steny v závislosti od hrúbky tepelnej izolácie

Veličina / Variant	V5			V4			V3	V2		V1		
Tepelný odpor R nosnej murovanej steny bez tepelnej izolácie	2.528	2.528	2.528	2.528	2.528	2.528	2.528	2.528	2.528	2.528	2.528	2.528
Hrúbka izolácie v mm	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $U\text{ W/(m}^2\text{.K)}$	0.313	0.270	0.238	0.213	0.192	0.176	0.161	0.149	0.139	0.130	0.122	0.115
Minimálna požiadavka na súčiniteľ prechodu tepla vonkajšej steny	Spĺňa $U_N = 0,32$ (r. 2013-2015)			Spĺňa $U_{r2} = 0,22$ (od r.2016)				Spĺňa $U_{r3} = 0,15$ (od r.2021 odpor.)				



Obr. 4 Súčiniteľ prechodu tepla obvodovej steny v závislosti od hrúbky tepelnej izolácie

Pre ostatné konštrukcie sa uvažovali fixné hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcií v úrovni normalizovaných (požadovaných) hodnôt od 1.1.2021 podľa STN 730540-2 [1], teda hodnoty požadované pre budovy s takmer nulovou potrebou energie. Uvažované hodnoty sú v tab. 4.

Tab. 4 Súčiniteľ prechodu tepla ostatných konštrukcií

Konštrukcia	U W/(m².K)
Strop pod nevykurovaným podstrešným priestorom	0.20
Podlaha na teréne (so zohľadnením geometrie podlahy)	0.27
Okná	0.85
Dvere	1.00

3.2 Potreba energie pre vykurovanie a teplú vodu

Potreba energie zohľadňuje účinnosť systémov. Zdroj tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody je uvažované tepelné čerpadlo vzduch-voda.

Pre stanovenie investičných nákladov sa uvažovali konkrétne výrobky. Uvažované tepelné čerpadlo a jeho účinnosť pre konkrétny posudzovaný rodinný dom a konkrétnu úroveň tepelnej ochrany sú popísané v tab. 8. Je vhodné na vykurovanie pre nízkoenergetické domy a disponuje integrovaným zásobníkom na prípravu teplej vody. Malý zvyškový požadovaný výkon je pokrytý elektrinou. Výpočet potreby energie je softvérom EC700. Výsledná potreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody je v tab. 9. Potreba teplej vody sa uvažovala 10,00 kWh/m² rok podľa Vyhl. 364/2012 [15].

3.3 Primárna energia

Energetický nosič pre vykurovanie a prípravu teplej vody je elektrická energia. Transformačné a prepočítavacie faktory emisií CO₂ a primárnej energie sa uvažovali podľa Prílohy č. 2 k vyhláške č. 364/2012 Z. z. [15] podľa tab. 5. Výsledná potreba neobnoviteľnej primárnej energie je v tab. 9.

 Tab. 5 Faktory primárnej energie a emisií CO₂

Energetický nosič	Faktor neobnoviteľnej primárnej energie f_{Pnren}	Faktor emisie CO ₂ K v kg/kWh
Elektrina	2.2	0.167

4. VÝPOČET GLOBÁLNYCH NÁKLADOV

Použitá metodika je v súlade s výpočtom nákladovo optimálnej úrovne minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov podľa Delegovaného nariadenia EK (EÚ) č. 244/2012 [13], ktoré vychádza z metodiky výpočtu podľa STN EN 15459: 2008 [12].

Výsledkom výpočtu globálnych nákladov je čistá súčasná hodnota nákladov vynaložených počas určeného výpočtového obdobia, ktoré zahŕňa investičné náklady, náklady na energiu, náklady na údržbu a náhradu. Zostatkové hodnoty s dlhšou životnosťou ako je výpočtové obdobie sa odpočítajú na konci výpočtového obdobia. Vo výpočte sa uvažovalo:

- výpočtové obdobie 30 rokov,
- diskontná sadzba 4 %.

4.1 Investičné náklady

Pre stanovenie investičných nákladov pre rôzne varianty obvodovej steny boli použité tieto podklady:

- údaje od zadávateľa pre stanovenie nákladov na murovanú stenu hrúbky 300 mm,
- údaje o prídavnej tepelnej izolácii ETICS na nosnú murovanú stenu podľa Tab. 2.05 z publikácie TSÚS, „Návrh metodiky a vstupných údajov stanovenia nákladovej efektívnosti výstavby a obnovy budov z hľadiska energetickej hospodárnosti budov“ [16].

Tab. 6 Jednotková cena za 1 m² obvodovej steny hr. 300 mm bez tepelnej izolácie

Konštrukcia	Objem m ³	Cena bez DPH
Murovaná stena pre rodinné domy	1.0	120 €/m ³
Murovaná stena hr. 300 mm	0.3	36 €/m ²
Malta		1 €/m ²
Cena murovanej steny bez tepelnej izolácie		37 €/m²

Tab. 7 Investičné náklady pre obvodovú stenu s tepelnou izoláciou rôznej hrúbky

	V1	V2	V3	V4	V5
Hrúbka tepelnej izolácie v mm	200	160	140	80	20
U W/(m².K)	0.130	0.149	0.161	0.213	0.313

Index vývoja cien v stavebníctve k 1Q/2014	2.235	2.235	2.235	2.235	2.235
Index vývoja cien v stavebníctve k 4Q/2022	3.412	3.412	3.412	3.412	3.412
Výsledný index vývoja cien pre prepočet z 1Q/2014 na 4Q/ 2022	1.5266	1.5266	1.5266	1.5266	1.5266

Cena ETICS (Nobasil FKD S) v €/m² (1Q/2014) [16]	98.90	90.65	86.74	74.62	66.98
Cena ETICS v €/m ² prepočítaná na 4Q/2022	151.0	138.4	132.4	113.9	102.3
Cena murovaná stena hr. 300 mm €/m ² (4Q/2022)	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0

Spolu jednotková cena pre požadovanú hodnotu U v €/m² (4Q/2022)	188.0	175.4	169.4	150.9	139.3
---	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Investičný náklad stena + ETICS v € bez DPH	34 331 €	32 031 €	30 941 €	27 562 €	25 432 €
Investičný náklad v € s DPH	41 198 €	38 437 €	37 129 €	33 074 €	30 518 €

Uvažované sú ceny s DPH. Plocha obvodového plášťa je 182.63 m².

Pre stanovenie investičných nákladov na zdroj tepla, bol zohľadnený potrebný tepelný príkon tepelného čerpadla v závislosti od potreby tepla. Pre varianty tepelnej ochrany v úrovni V4: U=0,213 W/m²K a V5: U=0,313 W/m²K, bolo potrebné zvýšiť výkon tepelného čerpadla pre dosiahnutie požadovanej vnútornej teploty. Uvažované systémy a ich účinnosti sú popísané v tab. 8.

Tab. 8 Tepelný výkon tepelného čerpadla, účinnosť výroby tepla a investičný náklad

Var.	U steny W/(m²K)	Tepelný výkon tepelného čerpadla kW	Potrebný priamy dohrev	$\eta_{H,gen,ut}$ Efektívnosť výroby tepla pre vykurovanie %	$\eta_{W,gen,ut}$ Efektívnosť výroby tepla pre teplú vodu %	Priemerné SCOP %	Cena tepelné čerpadlo (TČ) v € s DPH	Cena inštalácia TČ v € s DPH
V1	0,130	6	39 kWh Január	397.4	264.1	367	8 279 €	4 000 €
V2	0,149	6	48 kWh Január	398.0	264.1	368		
V3	0,161	6	55 kWh Január	397.6	264.1	368		
V4	0,213	8	12 kWh Január	379.4	261.6	355	9 144 €	4 000 €
V5	0,313	8	52 kWh Január	376.7	261.6	355		



Integrovaná Altherma 3 |8kW |230I
|9 kW el.dohrev (EHVX08S18E9W / ERGA08EVA)

Tepelné čerpadlo je vhodné len na kúrenie. Samostatne stojace nízkoteplotné čerpadlo DAIKIN Altherma 3 je ideálne riešenie pre nízkoenergetické domy. Disponuje integrovaným zásobníkom na prípravu teplej vody.

9,144.30€ (s DPH)

Pridať do košíka

DAIKIN Altherma 3 je samostatne stojace nízkoteplotné čerpadlo určené primárne pre nízkoenergetické domy. Vašu



Integrovaná Altherma 3 |6kW |230I
|9 kW el.dohrev (EHVH08S23E9W / ERGA06EVA)

Tepelné čerpadlo je vhodné len na kúrenie. Samostatne stojace nízkoteplotné čerpadlo DAIKIN Altherma 3 je ideálne riešenie pre nízkoenergetické domy. Disponuje integrovaným zásobníkom na prípravu teplej vody.

8,279.34€ (s DPH)

Pridať do košíka

DAIKIN Altherma 3 je samostatne stojace nízkoteplotné čerpadlo určené primárne pre nízkoenergetické domy. Vašu domácnosť v zimných mesiacoch prijíma vykúrenie, je možné ho

4.2 Prevádzkové náklady

Ročné prevádzkové náklady uvažované vo výpočte globálnych nákladov sú:

- náklady na energiu pre vykurovanie a prípravu teplej vody, pričom sa uvažuje ročný nárast cien energie o 2%. Potreba energie a dodaná energia stanovená softvérom EC700 je v tab. 9,
- náklady na údržbu pre technické systémy (4%),
- náklady na emisie CO₂ (v niektorých scenároch), produkcia emisií CO₂ je v tab. 9.

Miesto spotreby energia na chladenie a vetranie sa pre rodinné domy nehodnotí. Potreba energie na chladenie je uvádzaná pre informáciu.

Tab. 9 Potreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody pre päť úrovní tepelnej ochrany

Var.	U _{stena} W/(m².K)	Potreba tepla na		Dodaná elektrická energia Edel		Primárna energia neobnoviteľná Q _{p,nren}		Potreba primárnej energie Q _{p,nren} kWh/(m².a)	Požiadavka (trieda A0) kWh/(m².a)	Posúdenie požiadavky na EHB	CO ₂ emisie kg/rok
		vykurovanie Q _{h,nd} kWh/(m².a)	chladenie Q _{c,nd} kWh/(m².a)	kWh/a	kWh/(m².a)	vykurovanie kWh/(m².a)	teplá voda kWh/(m².a)				
V1	0.130	61.94	0.78	4915	22.49	38.09	11.40	49.5	54	spĺňa	821
V2	0.149	63.30	0.71	4994	22.86	38.89	11.40	50.3	54	spĺňa	834
V3	0.161	64.16	0.67	5050	23.11	39.46	11.40	50.9	54	spĺňa	843
V4	0.213	67.79	0.51	5483	25.09	43.71	11.50	55.2	54	nespĺňa	916
V5	0.313	74.84	0.31	6026	27.58	49.18	11.50	60.7	54	nespĺňa	1006

4.3 Ďalšie vstupné údaje

Ďalšie vstupné parametre potrebné pre výpočet globálnych nákladov je životnosť prvkov a technických systémov a nárast investičných nákladov po uplynutí životnosti prvkov a systémov. Uvažované sú:

- pre obvodový plášť: životnosť 30 rokov, ročný nárast cien 2%,
- pre technický systém (tepelné čerpadlo): životnosť 15 rokov, ročný nárast cien 2%.

4.4 Globálne náklady pre scenáre vývoja cien energií a CO₂ emisií

Nákladová optimálnosť investícií do úspory energie, teda do tepelnej ochrany a technických systémov budovy, závisí výrazne od ceny energie, pretože náklady na energiu tvoria prevádzkové náklady v každom roku užívania budovy.

Európska komisia predstavila v rámci balíka reforiem Fit For 55 nový návrh systému EU ETS¹, ktorý počíta v budúcnosti s rozšírením európskeho systému obchodovania s emisnými povolenkami (ETS) o budovy. Preto sa pre niektoré alternatívy uvažovalo s ročnými prevádzkovými nákladmi na emisie CO₂.

Náklady na energiu a emisie CO₂ nie sú v súčasnosti jednoznačne predvídateľné. Pre výpočet globálnych nákladov boli preto uvažované rôzne alternatívy vstupných údajov o cene elektrickej energie a cene emisií CO₂. Cieľom bolo overenie efektívnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukciou obvodovej steny v najnepriaznivejšom prípade významného nárastu cien energie a v kombinácii so zavedením nákladov na emisie CO₂ pre budovy. Uvažovali sa preto scenáre od súčasného stavu po extrémne, málo pravdepodobnú situáciu.

Prehľad uvažovaných scenárov je v tab. 10. Scenár 1 predstavuje približne súčasný stav.

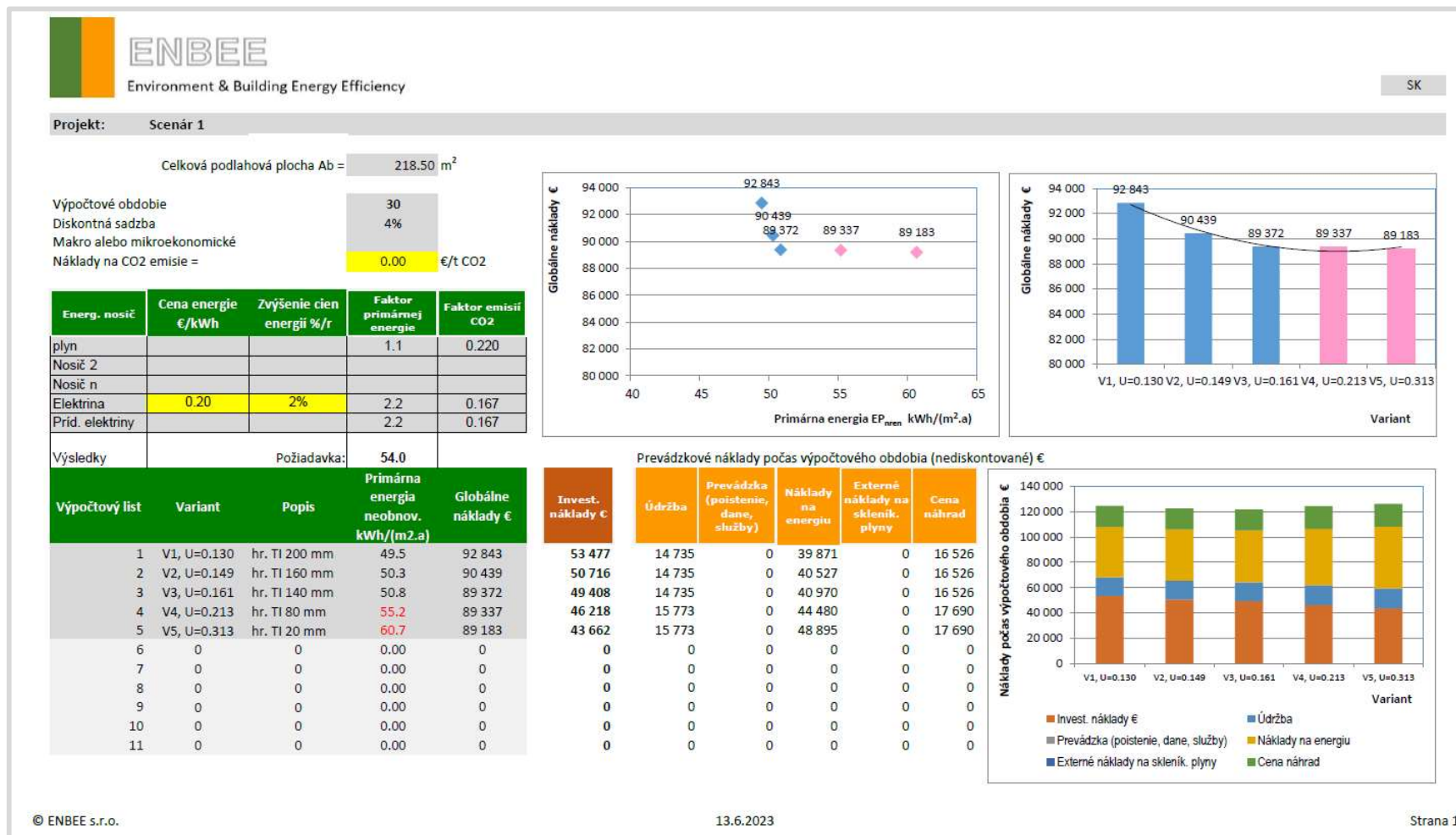
Tab. 10 Scenáre uvažované pre výpočet globálnych nákladov

Scenár vývoja	Cena elektrickej energie v €/kWh	Nárast ceny elektrickej energie v %	Cena CO ₂ emisií v €/t CO ₂	Diskontná sadzba v %
Scenár 1 (súčasný stav)	0.20	2%	0	4%
Scenár 2	0.30	2%	0	4%
Scenár 3	0.36	2%	100	4%
Scenár 4	0.60	2%	100	4%
Scenár 5	1.00	2%	100	4%

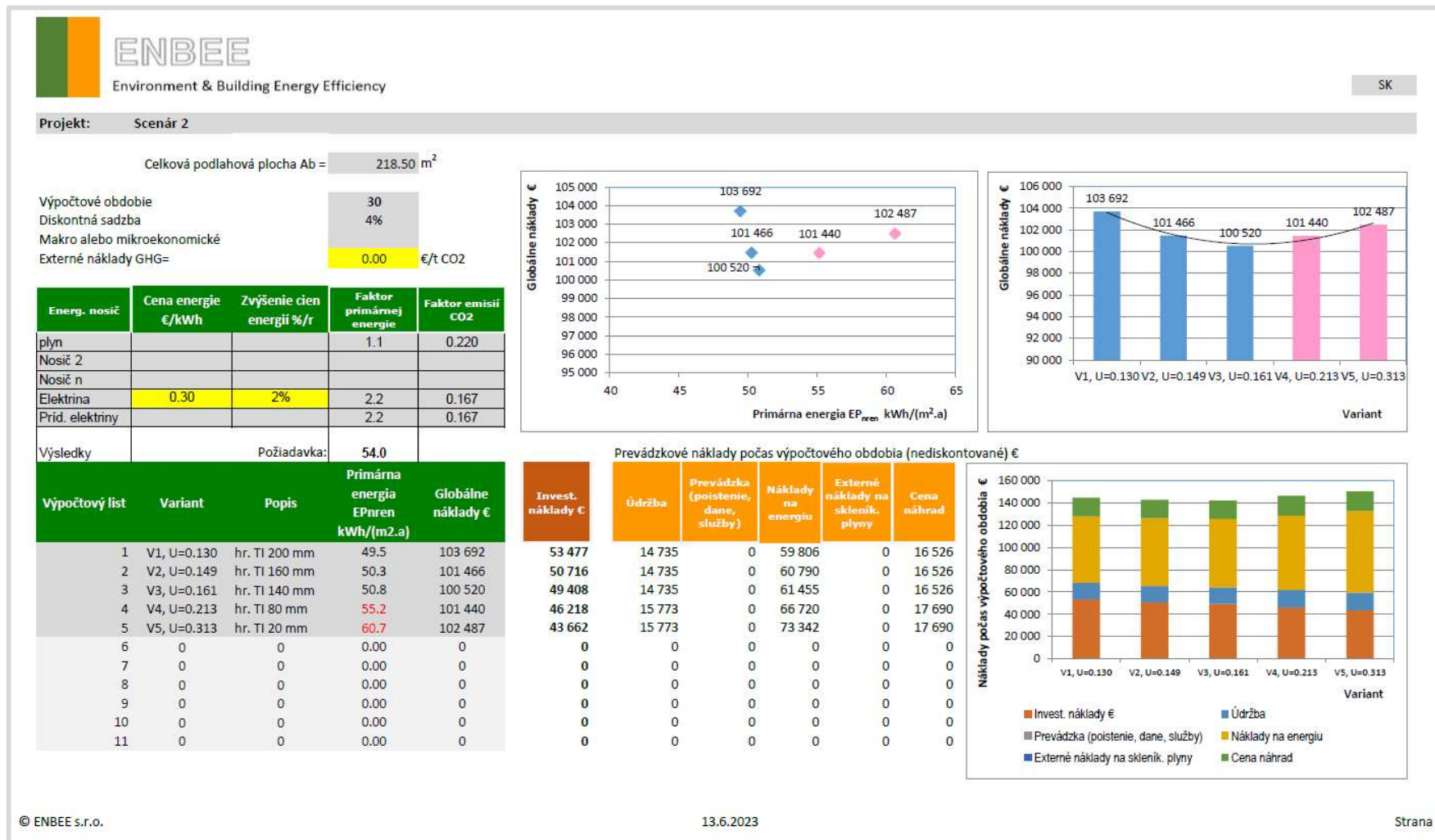
Globálne náklady pre päť scenárov vývoja cien energií a emisií CO₂ a pre päť úrovní tepelnej ochrany sú v tab. 11 až tab. 15.

¹ [https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-revision-of-the-eu-emission-trading-system-\(ets\)](https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-revision-of-the-eu-emission-trading-system-(ets))

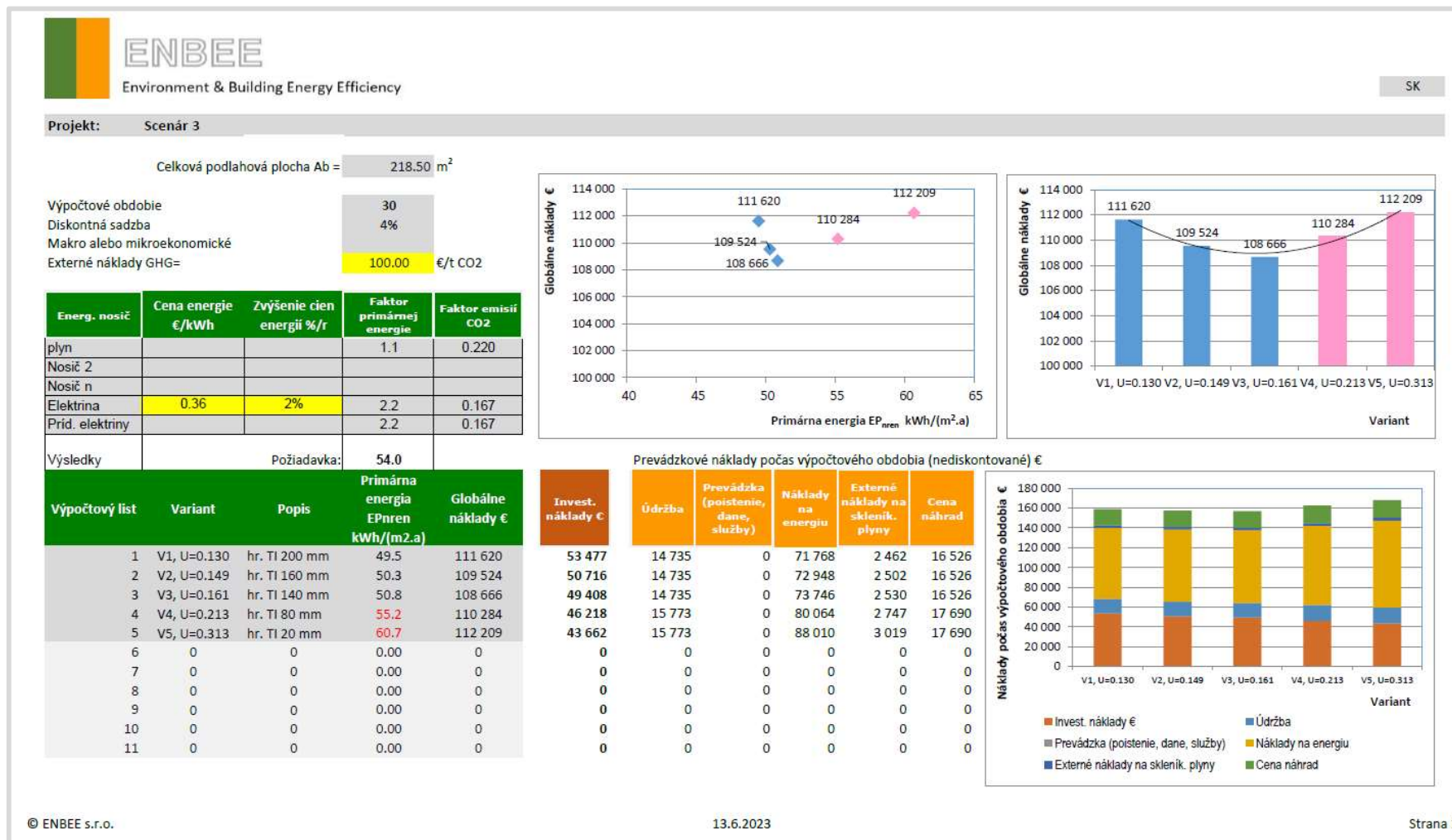
Tab. 11 Globálne náklady – Scenár 1



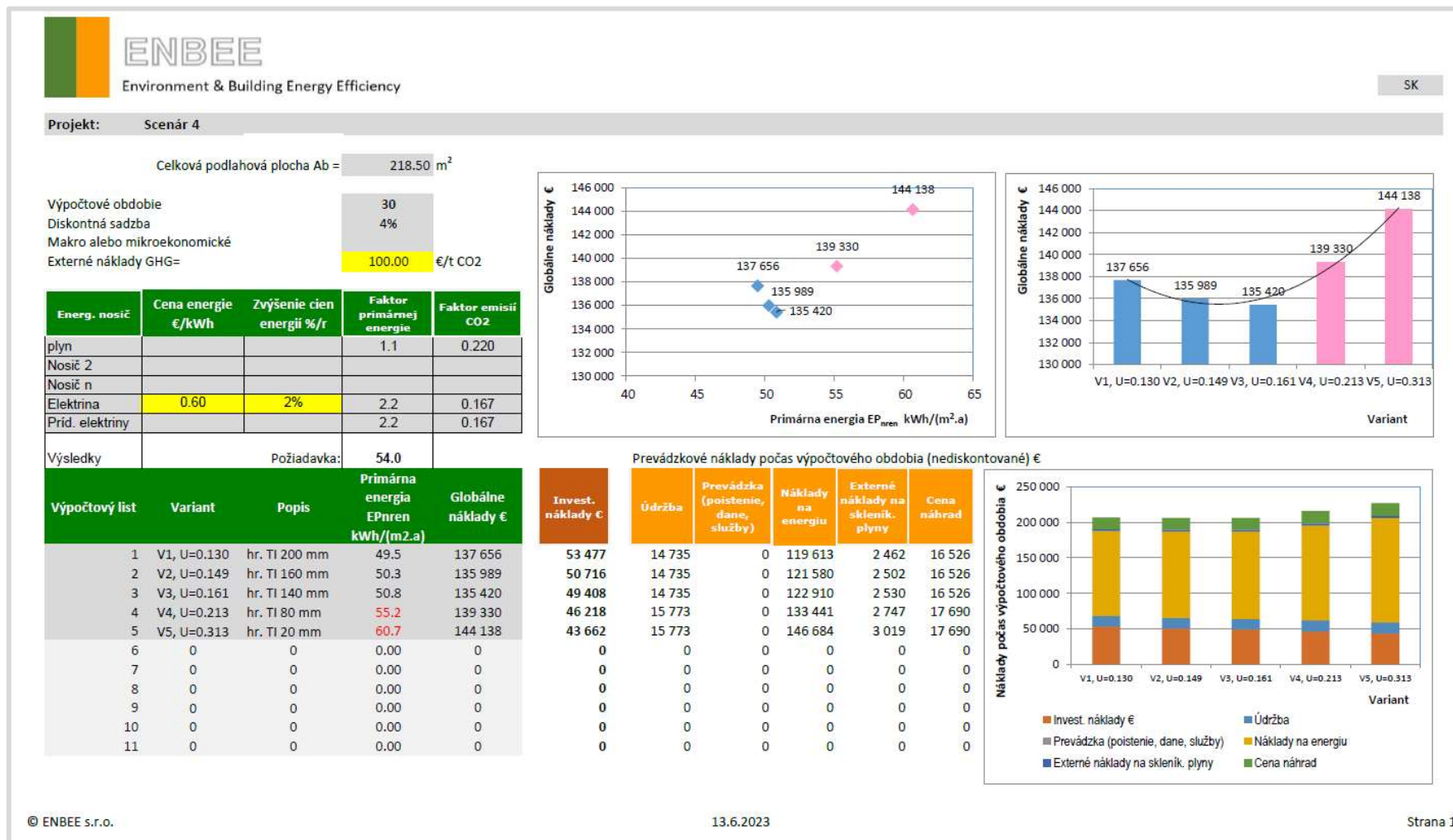
Tab. 12 Globálne náklady – Scenár 2



Tab. 13 Globálne náklady – Scenár 3



Tab. 14 Globálne náklady – Scenár 4

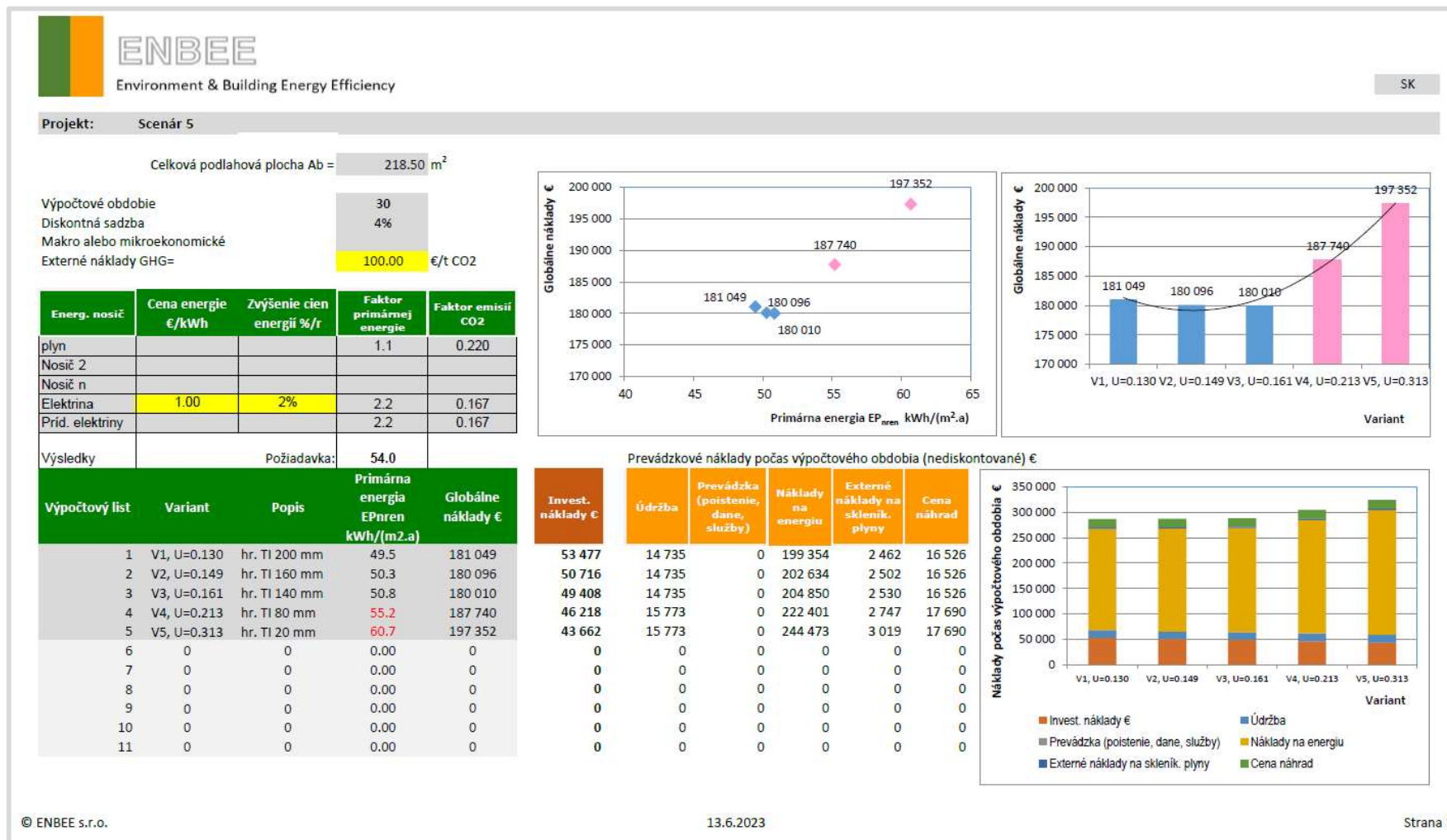


© ENBEE s.r.o.

13.6.2023

Strana 1

Tab. 15 Globálne náklady – Scenár 5



5. ZÁVER

Cieľom štúdie bola identifikácia efektívnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukciou obvodovej steny po zdražení energie pre konkrétny rodinný dom s tepelným čerpadlom ako zdrojom tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody. Vstupné údaje a scenáre boli odsúhlasené so zadávateľom.

Výpočet potreby energie na vykurovanie a prípravu teplej vody je pre normalizované klimatické podmienky a štandardné podmienky užívania.

Použitá metodika porovnania primárnej energie a globálnych nákladov vo výpočtovom období 30 rokov je v súlade s výpočtom nákladovo optimálnej úrovne minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov podľa Delegovaného nariadenia EK (EÚ) č. 244/2012 [13] so zohľadnením počiatkových investičných nákladov a nákladov na výmenu prvkov po ich životnosti a ročných prevádzkových nákladov, ktoré zahŕňajú náklady na údržbu, náklady na energiu a náklady na emisie CO₂.

Porovnanie globálnych nákladov pre 5 variantov obvodového plášťa a 5 scenárov vývoja cien elektrickej energie a emisií CO₂ je v tab. 16. Podrobnosti výpočtu globálnych nákladov sú v tab. 11 až 15.

Variant **V3 s hodnotou $U=0.161 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$** je nákladovo optimálna hodnota vo všetkých scenároch, okrem scenára 5 s veľmi vysokou cenou elektrickej energie, kedy je hodnota globálnych nákladov pre varianty V2 ($U=0.149$) a V3 ($U=0.161$) približne rovnaká. Pri rovnakej hodnote globálnych nákladov by mala byť ako optimálna uvažovaná alternatíva s nižšou primárnou energiou.

Rozdiel v neobnoviteľnej primárnej energii medzi variantmi V2 a V3 je minimálny, s hodnotou neobnoviteľnej primárnej energie 50.3 kWh/(m².a) pre tepelnú ochranu V2 a s hodnotou 50.8 kWh/(m².a) pre tepelnú ochranu V3.

Varianty V4 a V5 nespĺňajú minimálnu požiadavku na energetickú hospodárnosť budov podľa [15] vyjadrenú v neobnoviteľnej primárnej energii (trieda A0).

Tab. 16 Efektívna hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukciou obvodovej steny

Scenár	Globálne náklady	Nákladovo optimálna hodnota U																														
Scenár 1 (dnes)	<p>Scatter plot showing Global costs (€) vs Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a)).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a))</th> <th>Global costs (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>92 843</td></tr> <tr><td>50</td><td>90 439</td></tr> <tr><td>50</td><td>89 372</td></tr> <tr><td>55</td><td>89 337</td></tr> <tr><td>60</td><td>89 183</td></tr> </tbody> </table>	Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)	50	92 843	50	90 439	50	89 372	55	89 337	60	89 183	<p>Bar chart showing Global costs (€) for variants V1 to V5. U-values are indicated below each variant.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variant</th> <th>Global costs (€)</th> <th>U-value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V1</td><td>92 843</td><td>U=0.130</td></tr> <tr><td>V2</td><td>90 439</td><td>U=0.149</td></tr> <tr><td>V3</td><td>89 372</td><td>U=0.161</td></tr> <tr><td>V4</td><td>89 337</td><td>U=0.213</td></tr> <tr><td>V5</td><td>89 183</td><td>U=0.313</td></tr> </tbody> </table>	Variant	Global costs (€)	U-value	V1	92 843	U=0.130	V2	90 439	U=0.149	V3	89 372	U=0.161	V4	89 337	U=0.213	V5	89 183	U=0.313
Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)																															
50	92 843																															
50	90 439																															
50	89 372																															
55	89 337																															
60	89 183																															
Variant	Global costs (€)	U-value																														
V1	92 843	U=0.130																														
V2	90 439	U=0.149																														
V3	89 372	U=0.161																														
V4	89 337	U=0.213																														
V5	89 183	U=0.313																														
Scenár 2	<p>Scatter plot showing Global costs (€) vs Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a)).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a))</th> <th>Global costs (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>103 692</td></tr> <tr><td>50</td><td>101 466</td></tr> <tr><td>50</td><td>100 520</td></tr> <tr><td>55</td><td>101 440</td></tr> <tr><td>60</td><td>102 487</td></tr> </tbody> </table>	Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)	50	103 692	50	101 466	50	100 520	55	101 440	60	102 487	<p>Bar chart showing Global costs (€) for variants V1 to V5. U-values are indicated below each variant.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variant</th> <th>Global costs (€)</th> <th>U-value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V1</td><td>103 692</td><td>U=0.130</td></tr> <tr><td>V2</td><td>101 466</td><td>U=0.149</td></tr> <tr><td>V3</td><td>100 520</td><td>U=0.161</td></tr> <tr><td>V4</td><td>101 440</td><td>U=0.213</td></tr> <tr><td>V5</td><td>102 487</td><td>U=0.313</td></tr> </tbody> </table>	Variant	Global costs (€)	U-value	V1	103 692	U=0.130	V2	101 466	U=0.149	V3	100 520	U=0.161	V4	101 440	U=0.213	V5	102 487	U=0.313
Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)																															
50	103 692																															
50	101 466																															
50	100 520																															
55	101 440																															
60	102 487																															
Variant	Global costs (€)	U-value																														
V1	103 692	U=0.130																														
V2	101 466	U=0.149																														
V3	100 520	U=0.161																														
V4	101 440	U=0.213																														
V5	102 487	U=0.313																														
Scenár 3	<p>Scatter plot showing Global costs (€) vs Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a)).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a))</th> <th>Global costs (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>111 620</td></tr> <tr><td>50</td><td>109 524</td></tr> <tr><td>50</td><td>108 666</td></tr> <tr><td>55</td><td>110 284</td></tr> <tr><td>60</td><td>112 209</td></tr> </tbody> </table>	Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)	50	111 620	50	109 524	50	108 666	55	110 284	60	112 209	<p>Bar chart showing Global costs (€) for variants V1 to V5. U-values are indicated below each variant.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variant</th> <th>Global costs (€)</th> <th>U-value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V1</td><td>111 620</td><td>U=0.130</td></tr> <tr><td>V2</td><td>109 524</td><td>U=0.149</td></tr> <tr><td>V3</td><td>108 666</td><td>U=0.161</td></tr> <tr><td>V4</td><td>110 284</td><td>U=0.213</td></tr> <tr><td>V5</td><td>112 209</td><td>U=0.313</td></tr> </tbody> </table>	Variant	Global costs (€)	U-value	V1	111 620	U=0.130	V2	109 524	U=0.149	V3	108 666	U=0.161	V4	110 284	U=0.213	V5	112 209	U=0.313
Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)																															
50	111 620																															
50	109 524																															
50	108 666																															
55	110 284																															
60	112 209																															
Variant	Global costs (€)	U-value																														
V1	111 620	U=0.130																														
V2	109 524	U=0.149																														
V3	108 666	U=0.161																														
V4	110 284	U=0.213																														
V5	112 209	U=0.313																														
Scenár 4	<p>Scatter plot showing Global costs (€) vs Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a)).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a))</th> <th>Global costs (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>137 656</td></tr> <tr><td>50</td><td>135 989</td></tr> <tr><td>50</td><td>135 420</td></tr> <tr><td>55</td><td>139 330</td></tr> <tr><td>60</td><td>144 138</td></tr> </tbody> </table>	Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)	50	137 656	50	135 989	50	135 420	55	139 330	60	144 138	<p>Bar chart showing Global costs (€) for variants V1 to V5. U-values are indicated below each variant.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variant</th> <th>Global costs (€)</th> <th>U-value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V1</td><td>137 656</td><td>U=0.130</td></tr> <tr><td>V2</td><td>135 989</td><td>U=0.149</td></tr> <tr><td>V3</td><td>135 420</td><td>U=0.161</td></tr> <tr><td>V4</td><td>139 330</td><td>U=0.213</td></tr> <tr><td>V5</td><td>144 138</td><td>U=0.313</td></tr> </tbody> </table>	Variant	Global costs (€)	U-value	V1	137 656	U=0.130	V2	135 989	U=0.149	V3	135 420	U=0.161	V4	139 330	U=0.213	V5	144 138	U=0.313
Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)																															
50	137 656																															
50	135 989																															
50	135 420																															
55	139 330																															
60	144 138																															
Variant	Global costs (€)	U-value																														
V1	137 656	U=0.130																														
V2	135 989	U=0.149																														
V3	135 420	U=0.161																														
V4	139 330	U=0.213																														
V5	144 138	U=0.313																														
Scenár 5	<p>Scatter plot showing Global costs (€) vs Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a)).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Primary energy EP_{nren} (kWh/(m².a))</th> <th>Global costs (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>181 049</td></tr> <tr><td>50</td><td>180 096</td></tr> <tr><td>50</td><td>180 010</td></tr> <tr><td>55</td><td>187 740</td></tr> <tr><td>60</td><td>197 352</td></tr> </tbody> </table>	Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)	50	181 049	50	180 096	50	180 010	55	187 740	60	197 352	<p>Bar chart showing Global costs (€) for variants V1 to V5. U-values are indicated below each variant.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variant</th> <th>Global costs (€)</th> <th>U-value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>V1</td><td>181 049</td><td>U=0.130</td></tr> <tr><td>V2</td><td>180 096</td><td>U=0.149</td></tr> <tr><td>V3</td><td>180 010</td><td>U=0.161</td></tr> <tr><td>V4</td><td>187 740</td><td>U=0.213</td></tr> <tr><td>V5</td><td>197 352</td><td>U=0.313</td></tr> </tbody> </table>	Variant	Global costs (€)	U-value	V1	181 049	U=0.130	V2	180 096	U=0.149	V3	180 010	U=0.161	V4	187 740	U=0.213	V5	197 352	U=0.313
Primary energy EP_{nren} (kWh/(m ² .a))	Global costs (€)																															
50	181 049																															
50	180 096																															
50	180 010																															
55	187 740																															
60	197 352																															
Variant	Global costs (€)	U-value																														
V1	181 049	U=0.130																														
V2	180 096	U=0.149																														
V3	180 010	U=0.161																														
V4	187 740	U=0.213																														
V5	197 352	U=0.313																														

6. LITERATÚRA

- [1] STN 73 0540-2+Z1+Z2:2019 Konsolidované znenie (od 1.7.2019) - Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Funkčné požiadavky.
- [2] STN 73 0540 – 3: 2012 - Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov.
- [3] STN EN ISO 52016-1: 2017 - Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby tepla na vykurovanie a chladenie, vnútorné teploty a citeľné a latentné tepelné zaťaženie. Časť 1: Výpočtové postupy (nahradza normu EN ISO 13790:2008)
- [4] STN EN ISO 52000-1:2017 - Energetická hospodárnosť budov. Zastrešujúce posúdenie energetickej hospodárnosti budov (EHB). Časť 1: Všeobecný rámec a postupy
- [5] STN EN ISO 6946:2017 Stavebné konštrukcie. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda (ISO 6946) (73 0559)
- [6] STN EN ISO 10077-1:2017 Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 1: Všeobecne (ISO 10077-1) (73 0591)
- [7] STN EN ISO 10077-2:2017 Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 2: Numerická metóda pre rámy (ISO 10077-2) (73 0591)
- [8] STN EN ISO 10211:2017 Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211) (73 0551)
- [9] STN EN ISO 13370:2017 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy (ISO 13370) (73 0562)
- [10] STN EN ISO 13788:2017 Tepelno-vlhkostné vlastnosti stavebných dielcov a konštrukcií. Vnútorná povrchová teplota na vylúčenie kritickej povrchovej vlhkosti a kondenzácie vnútri konštrukcie. Výpočtové metódy (ISO 13788) (73 0594)
- [11] STN EN ISO 13789:2017 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním. Výpočtová metóda (ISO 13789: 2007) (73 0563)
- [12] STN EN 15459:2017 Energetická hospodárnosť budov. Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách. Časť 1: Výpočtové postupy, modul M1-14
- [13] Delegované nariadenie komisie (EÚ) č. 244/2012 zo 16. januára 2012, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov vytvorením rámca porovnávacej metodiky na výpočet nákladovo optimálnych úrovní minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov a prvkov budov
- [14] Zákon 555/2005 z 8. novembra 2005 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [15] Vyhl. 364/2012 Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky z 12. novembra 2012, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [16] Návrh metodiky a vstupných údajov stanovenia nákladovej efektívnosti výstavby a obnovy budov z hľadiska energetickej hospodárnosti budov, TECHNICKÝ A SKÚŠOVNÝ ÚSTAV STAVEBNÝ, Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky, 2015, ISBN 978-80-971912-0-7, https://www.tsus.sk/o_tsus/publikacie/metodika_2015_tsus.pdf

IDENTIFIKAČNÝ LIST

Objednávateľ:	Združenie výrobcov murovacích materiálov Lamačská cesta 6749/45 841 03 Bratislava-Lamač DIČ: 2120852140 IČO: 51913666
Dátum vyžiadania:	Schválenie cenovej ponuky zo dňa 27.9.2022
Číslo zákazky:	6/2023/S
Názov správy:	EFEKTÍVNA HODNOTA SÚČINITEĽA PRECHODU TEPLA KONŠTRUKCIOU OBVODOVEJ STENY PO ZDRAŽENÍ ENERGIE
Riešiteľská organizácia:	ENBEE s.r.o. Palkovičova 5, 821 08 Bratislava Zapísaná v Obchodnom registry Okresného súdu Bratislava I, oddiel: Sro, vložka č.: 108663/B IČO: 50 137 387
Riešitelia:	Ing. Jana Bendžalová, PhD., ENBEE s.r.o. Laurent Socal
Termín riešenia:	Jún 2023
Evidenčné číslo správy:	6/2023/S
Počet strán:	19
Počet príloh:	-
Počet odovzdaných výtlačkov:	Súbor v elektronickej forme Word a pdf