



Technicko-ekonomická štúdia

ZVÝŠENIE EFEKTÍVNOSTI OHREVVU TEPLEJ VODY
V OBJEKTOCH INTERNÁT ŠD1 A KUCHYNSKO-JEDÁLENSKÝ
BLOK UMB TAJOVSKÉHO 40, BANSKÁ BYSTRICA
ENAS – ENERGOAUDIT A SLUŽBY, S.R.O.

OBSAH

OBSAH	1
1. OBJEDNÁVATEĽ	2
2. PREDMET ŠTÚDIE	2
3. ZISTENIE A VYHODNOTENIE SÚČASNÉHO STAVU	2
3.1 EXISTUJÚCI STAV	2
3.2 ENERGETICKÉ BILANCIE OHREVVU PITNEJ VODY	6
3.3 DOSTUPNOSŤ SLNEČNEJ ENERGIE	8
4. NÁVRH OPATRENÍ	10
4.1 TEPELNÝ SOLÁRNY SYSTÉM NA OHREV PITNEJ VODY	11
4.2 FOTOVOLTICKÝ (FV) SOLÁRNY SYSTÉM NA OHREV PITNEJ VODY	13
5. ZÁVER	17

1. OBJEDNÁVATEĽ

Názov a sídlo:	Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici Národná 12, 974 01 Banská Bystrica
Právna forma:	Verejnoprávna inštitúcia zriadená zákonom č. 131/2002 Z. z. vysokých školách
Identifikačné číslo:	30232295
Daňové identifikačné číslo:	202 110 92 11
Údaje o štatutárnych zástupcoch:	doc. Ing. Vladimír Hiadlovský, PhD., rektor
Kontaktná osoba:	Ing. Pavel Gordan, vedúci odboru prevádzky a investícií
Tel.:	0908 / 909 056
Autor štúdie:	Ing. Igor Iliaš, ENAS – Energoaudit a služby, s.r.o, energetický audítor osv. č. 476/2008-0056

2. PREDMET ŠTÚDIE

Predmetom štúdie sú **možnosti zvýšenia energetickej efektívnosti ohrevu teplej vody** (ohriatej pitnej vody) v objektoch **internát ŠD1 a kuchynsko-jedáľenský blok**, ktoré sa nachádzajú v areáli Univerzity Mateja Bela na ulici **Tajovského 40** v Banskej Bystrici.

Štúdia analyzuje technickú a ekonomickú **uskutočniteľnosť ohrevu pitnej vody z obnoviteľnej slnečnej energie**, vo variantoch tepelný solárny systém (termické slnečné kolektory) a fotovoltický systém na ohrev vody (fotovoltické panely).

Všetky uvádzané ceny sú v Eurách bez DPH.

3. ZISTENIE A VYHODNOTENIE SÚČASNÉHO STAVU

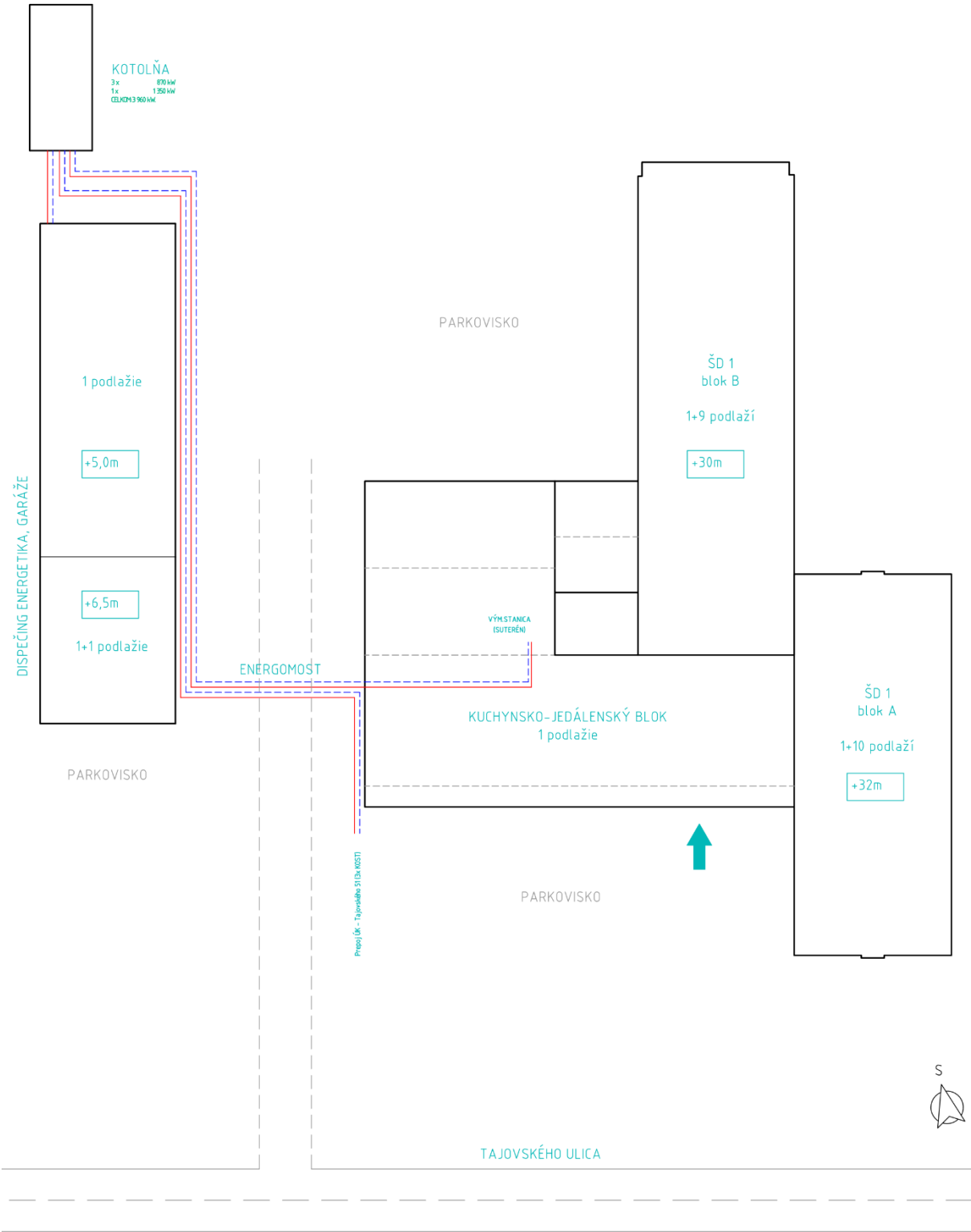
3.1 EXISTUJÚCI STAV

Budova internátu slúži na celoročné **ubytovanie študentov** univerzity (študentský domov ŠD1), ako aj prechodné ubytovanie hostí študijných alebo iných pobytov. Typ ubytovania: bunkový systém izieb 3+2 lôžkových, bunka má vlastné sociálne zariadenie – WC, umývadlá, sprchovací kút, zariadenie je štandardné – posteľ, nočný stolík, skriňa, polička, stolička, písací stôl, na každom poschodí je spoločná kuchynka - linka, variče, mikrovlnka, varná kanvica. Internát ŠD1 je rozdelený v dvoch budovách: **BLOK A** (prízemie a 10 poschodí) a **BLOK B** (prízemie a 9 poschodí). V ŠD1 je ubytovacia kapacita 810 lôžok v študentských izbách + 58 lôžok v host'ovských izbách, t.j. **868 lôžok**.

Budova kuchynsko-jedáľenského bloku (KJB) je prízemná budova so suterénom. Budova je stavebne prepojená s blokmi internátu A a B. V budove sa nachádza kuchyňa s vlastnou prípravou jedál a jedáleň pre stravovanie študentov a zamestnancov univerzity. Kapacita jedálne je 288 miest. Výdaj obedov: pondelok až piatok od 11:45 do 14:00 hod. Výdaj minútkových jedál: od 11:00 do 13:30 hod. Výdaj večerí: pondelok až štvrtok od 16:30 do 18:30 hod.

Súčasný spôsob prípravy teplej vody pre hygienické účely na internáte, ako aj pre potreby kuchyne je centrálnym spôsobom vo výmenníkovej stanici tepla v suteréne KJB, **teplom z plynovej kotolne**. Obnoviteľné energetické zdroje sa v súčasnosti a ohrev pitnej vody nevyužívajú.

Obr.: Situácia.



Obr.: Internáty ŠD1
(vpravo Blok A, vľavo Blok B)



Obr.: Vchod do objektov – kuchynsko-jedáľenský blok.



Obr.: Vzadu garáže + dispečing. Červená strecha kuchynsko-jedáľenský blok.



Obr.: Vpravo vzadu plynová kotolňa.



Súčasný spôsob prípravy teplej vody pre hygienické účely na internáte ŠD1, ako aj pre potreby kuchyne je centrálnym spôsobom vo výmenníkovej stanici tepla v suteréne KJB, **teplom z plynovej kotolne**. Centrálna kotolňa je osadená tromi nízkotepelnými plynovými kotlami Buderus Logano Ecostream SE 725 s menovitým výkonom 3 x 870 kW a jedným kotlom HOVAL MAX-3 (1250) s menovitým výkonom 1 x 1 350 kW. **Celkový inštalovaný výkon kotolne** je min. 437 kW, max. **3 960 kW**. Z kotolne sú zásobované teplom pre vykurovanie a ohrev pitnej vody okrem auditovaných objektov (internát ŠD1 a KJB) aj budovy školy Filozofickej fakulty a Fakulty prírodných vied s aulou, športový objekt telocvičňa a plavárne, na Tajovského 40; ako aj objekty na Tajovského 51, t.j. školské internáty ŠD3 (bloky označené ako A až H) a školské bloky (J, K1 a K2). V centrálnej kotolni je inštalovaný rozdeľovač so 4 vetvami, každá vetva má vlastné obehové čerpadlo :

- **vetva ÚK1: ŠD1 a škola FPaHV;**
- vetva ÚK2: telocvičňa;
- vetva ÚK3: KOST1, KOST2, KOST3 na Tajovského 51;
- vetva ÚK4: vykurovanie kotolne.

Tepelný výkon kotolne je vyvedený vetvou ÚK1 vonkajším predizolovaným potrubným rozvodom po energomoste do **výmenníkovej stanice v suteréne** susediaceho objektu **kuchynsko-jedáľenského bloku (KJB)**. Z výmenníkovej stanice v suteréne KJB sú vedené samostatne ekvitermicky regulované (3-cestný zmiešavač s elektropohonom) vykurovacie vetvy pre jednotlivé objekty UMB Tajovského 40, ako aj rozvody teplej vody a cirkulácie teplej vody pre objekty na Tajovského 40.

Vo výmenníkovej stanici v suteréne KJB sú pre ohrev a distribúciu pitnej vody umiestnené:

- **2 ks doskové teplovodné výmenníky pre ohrev pitnej vody** (typ B45Hx70/1P-SC-S, 4x2“, rok 2003; jeden nový výmenník má výkon 600 kW);
- **2 ks ležaté zásobníky Tlakon Žilina s objemom 2 x 4 m³**, z toho jeden má inštalované 3 ks elektrické vyhrevné telesá;
- **rozdeľovač teplej vody a zberač cirkulácie teplej vody.**

Požadovaná teplota ohrevu pitnej vody je **50°C**. Teplota studenej vody na vstupe je 10-12°C. **HODINOVÁ POTREBA TEPLA PRE OHREV PITNEJ VODY** je podľa pôvodného projektu ŠD1 = 400 kW.

Obr.: Zásobník ohriatej pitnej vody 4 m³ vo výmenníkovej stanici v suteréne KJB-



Obr.: Rozdeľovač ohriatej pitnej vody a zberač cirkulácie.



Obr.: 2 ks zásobníky ohriatej pitnej vody 2 x 4 m³, ľavý zásobník s elektrickými výhrevnými telesami (3 ks; vpravo dole 2 x doskové výmenníky.



3.2 ENERGETICKÉ BILANCIE OHREHU PITNEJ VODY

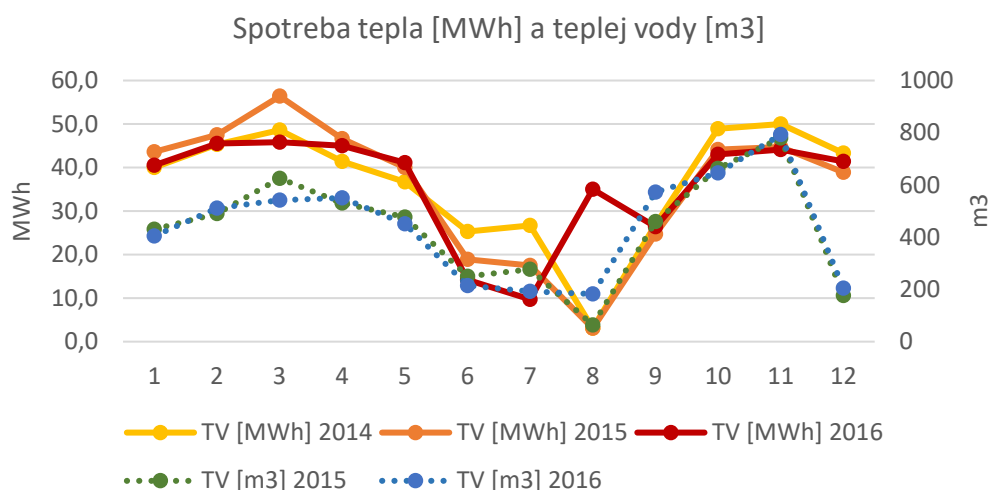
Spotreba tepla na ohrev pitnej vody je samostatne meraná vo výmenníkovej stanici v suteréne KJB.

Tab.: Bilancia spotreby tepla na ohrev pitnej vody pre objekty ŠD1 a KJB.

	2014				2015				2016			
	SV [m ³]	TV [m ³]	TV [MWh]	kWh/m ³	SV [m ³]	TV [m ³]	TV [MWh]	kWh/m ³	SV [m ³]	TV [m ³]	TV [MWh]	kWh/m ³
január			40,0		1 304	430	43,6	101,5	1 210	405	40,6	100,1
február			45,3		1 487	490	47,5	96,9	1 528	511	45,6	89,1
marec			48,6		1 896	625	56,4	90,2	1 617	541	45,8	84,7
apríl			41,4		1 610	531	46,7	87,9	1 644	550	45,0	81,8
máj			36,7		1 445	476	40,0	84,0	1 347	451	41,1	91,2
jún			25,3		759	250	18,9	75,5	640	214	14,2	66,1
júl			26,7		840	277	17,5	63,2	575	192	9,7	50,5
august			3,1		194	64	3,1	47,8	545	182	35,0	191,9
september			26,9		1 395	460	24,7	53,8	1 712	573	26,4	46,1
október			48,9		2 012	663	44,2	66,6	1 929	646	43,1	66,7
november			50,0		2 366	780	44,7	57,4	2 368	793	44,2	55,7
december			43,3		536	177	38,9	220,1	612	205	41,4	202,0
SPOLU	n/a	5 652,09	436,1	77,2	15 844	5 221,88	426,1	81,6	15 727	5 264,14	431,9	82,1

Pozn.: TV = teplá voda, SV = studená voda, kWh/m³ = merná spotreba tepla na TV.

Graf: Priebeh spotreby tepla na ohrev pitnej vody pre ŠD1 a KJB.



Z historického priebehu spotreby tepla na ohrev pitnej vody je zrejmý pokles spotreby v letných mesiacoch počas školských prázdnin, kedy je znížené využitie kapacity internátu ŠD1 a kuchyne. V letných mesiacoch spotreba teplej vody klesá na priemernú hodnotu **6,6 m³/deň**, resp. spotreba tepla na ohrev pitnej vody klesá na hodnotu **546,3 kWh/deň**. Pre porovnanie, celoročný priemer spotreby teplej vody je 14,4 m³/deň, špičkový odber je v mesiaci november, kedy spotreba dosahuje priemerne až 25,6 m³/deň. Priemerná spotreba tepla na ohrev pitnej vody činí 1 175,4 kWh/deň.

Tab.: Bilancie nákladov na dodávku elektriny a zemného plynu (bez DPH).

	PLYN (centrálna kotolňa)			ELEKTRINA (Tajovského 40)		
2013	187 804 €	4 414 305 kWh	0,0511 Eur/kWh		1 049 536 kWh	
2014	148 926 €	3 896 583 kWh	0,0459 Eur/kWh		1 020 957 kWh	
2015	139 938 €	4 097 733 kWh	0,0410 Eur/kWh		980 010 kWh	
2016	128 930 €	4 441 219 kWh	0,0348 Eur/kWh	102 653 €	1 023 634 kWh	0,1003 Eur/kWh
PRIEMER. CENA PLYNU			0,0432 Eur/kWh	PRIEMER. CENA ELEKTRINY		0,1003 Eur/kWh
účinnosť výroby a distribúcie			86%		100%	
JEDNOTKOVÁ CENA TEPLA			0,0502 Eur/kWh	JEDNOTK. CENA ELEKTRINY		0,1003 Eur/kWh

Klimatické podmienky pre oblasť Banská Bystrica - počet dní vykurovacej sezóny: 237 dní. Počas vykurovacej sezóny (od septembra do mája) sa teplá voda pripravuje ohrevom z centrálnej plynovej kotolne. Mimo vykurovacej sezóny (polovica mája, jún, júl, august, polovica septembra) sa doteraz teplá voda ohrieva v zásobníku pomocou priamo výhrevných elektrických ohrevných telies. Centrálna kotolňa tak mohla byť mimo vykurovaciu sezónu odstavená. Od roku 2017 však bude centrálna plynová kotolňa v prevádzke celoročne, a to z dôvodu, že sa zrealizovalo teplovodné prepojenie kotolne s objektami UMB na Tajovského 51, kde sa inštalovali 3 ks kompaktné odovzdávacie stanice tepla (KOST), tlakovo nezávislé s vlastným ohrevom pitnej vody. Kvôli ohrevu pitnej vody v KOST 1 až KOST 3 bude primárny teplovodný rozvod (60/40°C) v prevádzke celoročne, a tak sa plynová kotolňa nebude na leto odstavovať.

Tab.: Doterajší spôsob ohrevu pitnej vody počas roka.

Celý rok	365 dní	Podiel	Ohrev pitnej vody:	Cena energie:
Vykurovacia sezóna	237 dní	65%	teplom z plynovej kotolne	0,0502 Eur/kWh
Mimo vykurovacej sezóny (leto)	128 dní	35%	elektrinou	0,1003 Eur/kWh

Ukazovateľom energetickej efektívnosti pri ohreve a distribúcii teplej vody je **merná spotreba tepla na ohrev 1 m³ vody**, ktorá sa udáva v kWh/m³. Pri ohreve 1 m³ studenej vody s teplotou 10°C na požadovanú teplotu 50°C sa podľa prvého termodynamického zákona spotrebuje **46,4 kWh** energie. Táto merná spotreba tepla na ohrev 1 m³ vody predstavuje **ideálny stav bez strát** akumulácie a cirkulácie teplej vody. Podľa Vyhlášky Úradu pre reguláciu sieťových odvetví č. 358/2009 Z.z., ktorou sa ustanovuje teplota teplej úžitkovej vody na odbernom mieste, pravidlá rozpočítavania množstva tepla dodaného na prípravu teplej úžitkovej vody a rozpočítavania množstva dodaného tepla, spotreba tepla na výrobu vody je určená hodnotou **75 kWh/m³**. Táto priemerná hodnota mernej spotreby tepla **sa považuje za akceptovateľnú hodnotu** pri primeraných stratách výroby, akumulácie a distribúcie teplej vody až k odberným miestam (v systémoch s cirkuláciou teplej vody).

Vo výmenníkovej stanici KJB sa merná spotreba tepla na prípravu teplej vody pohybovala na úrovni **80,3 kWh/m³** (trojročný priemer). V auguste dokonca klesla pod teoretickú hodnotu 46,4 kWh/m³, čo bolo spôsobené skutočnosťou, že teplá voda sa neohrievala teplom z plynovej kotolne, ale elektrickými výhrevnými vložkami, ktorých spotreba elektriny nie je evidovaná (nie je samostatne meraná).

Na základe vyššie uvedeného je možné konštatovať, že **systém ohrevu pitnej vody vykazuje štandardnú energetickú efektívnosť**.

Možnosťou zníženia spotreby energie na teplú vodu je **zníženie celkovej spotreby teplej vody**. Spotreba tepla na prípravu teplej vody je priamo úmerná celkovej spotrebe teplej vody, ktorá závisí od **užívateľského správania spotrebiteľov**. Momentálne ubytovaní študenti nie sú motivovaní šetriť teplou vodou, keďže spotreba sa premietá do nájomného len celkovo za celú budovu, nie však individuálne na každého spotrebiteľa podľa skutočnej nameranej spotreby. V tejto oblasti sú však možnosti prevádzkovateľa obmedzené, preto druhou možnosťou zníženia spotreby energie na teplú vodu je zameranie sa nie na stranu spotreby, ale na stranu výroby. **Na strane výroby** je možné uvažovať s **možnosťou využitia slnečnej energie** ako obnoviteľného energetického zdroja, ktorý je k dispozícii bezplatne.

3.3 DOSTUPNOSŤ SLNEČNEJ ENERGIE

Slnečná energia v našich klimatických podmienkach nikdy nepokryje 100% potreby tepla na ohrev pitnej vody ekonomicky zmysluplným spôsobom. Stále je potrebné počítať s doplnkovým ohrevom, v tomto prípade by sa zachoval súčasným spôsob ohrevu vo výmenníkovej stanici teplom z plynovej kotolne, voda by sa pomocou solárneho systému len predhrievala.

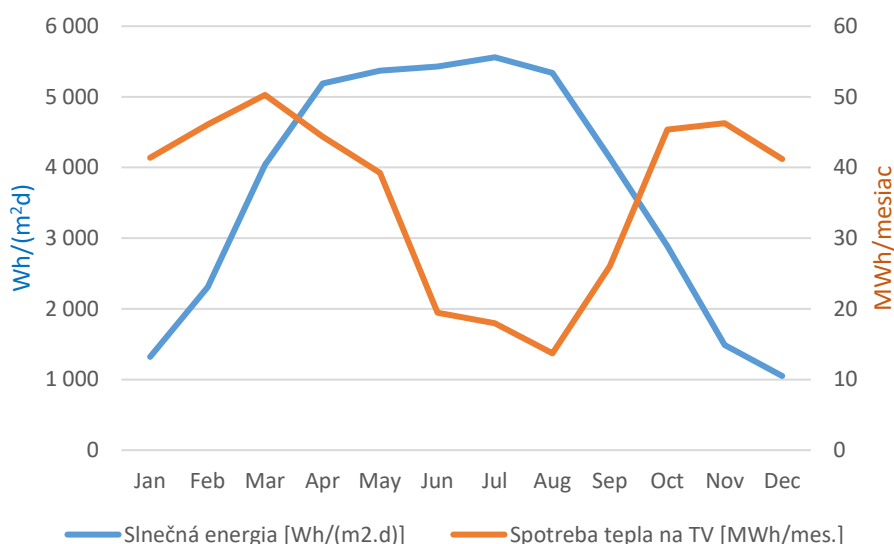
Tab.: Dostupnosť slnečnej energie na nezatienenú plochu v lokalite Banská Bystrica.

Mesiac	H_h (Wh/m ² .deň)	H_{opt} (Wh/m ² .deň)	I_{opt} (°)	T_{24h} (°C)
Jan	869,0	1 320,0	62,0	-0,4
Feb	1 610,0	2 310,0	57,0	0,1
Mar	3 160,0	4 040,0	47,0	5,5
Apr	4 550,0	5 190,0	34,0	10,8
May	5 260,0	5 370,0	20,0	15,2
Jun	5 560,0	5 430,0	15,0	19,0
Jul	5 570,0	5 560,0	17,0	21,6
Aug	4 870,0	5 340,0	29,0	21,0
Sep	3 390,0	4 140,0	42,0	16,1
Oct	2 070,0	2 890,0	54,0	10,1
Nov	990,0	1 490,0	61,0	5,9
Dec	682,0	1 050,0	63,0	0,6
ROK	3 220,0	3 680,0	35,0	10,5

ZDROJ: PVGIS © European Communities, 2001-2012

 H_h Energia slnečného žiarenia na horizontálnu rovinu (Wh/m².deň) H_{opt} Energia slnečného žiarenia na optimálne naklonenú rovinu (Wh/m².deň) I_{opt} Uhol optimálneho náklonu ° T_{24h} Priemerná denná teplota °C (24 hodinová)

Graf: Dostupnosť slnečnej energie vs. spotreba tepla na ohrev pitnej vody.



Ako vidno, najväčšia dostupnosť slnečnej energie je v čase najmenej spotreby teplej vody.

4. NÁVRH OPATRENÍ

Z uvedených bilancií vyplýva, že **najviac slnečnej energie je k dispozícii v letných mesiacoch, kedy je spotreba tepla na ohrev pitnej vody najnižšia. Solárny systém je preto potrebné dimenzovať tak, aby ani v letných mesiacoch, konkrétne v najkritickejšom mesiaci auguste, nevyrábal prebytočnú energiu bez úžitku.**

Ďalším **obmedzením pre solárny systém je dispozícia strechy**, kde sa umiestňujú kolektory s orientáciou na juh. Strecha musí byť **nezatienená**, z tohto dôvodu **neprichádza do úvahy strecha kuchynsko-jedáleňského bloku**, ktorá je v priebehu dňa, najmä doobeda, tienená obidvoma výškovými blokmi internátu. Do úvahy pripadajú strechy Bloku A a Bloku B internátu, alebo strecha garáží.

V prípade **tepelného solárneho systému**, kde sú primárne solárne rozvody a samotné kolektory plnené nemrznúcou glykolovou zmesou, sú **nevhodné aj strechy internátov**, nakoľko výškový rozdiel medzi strechou (+32 m) a suterénom, kde je umiestnená technológia výmenníkovej stanice, a kde by bola umiestnená aj solárna expanzná nádoba a zásobníkové solárne ohrievače pitnej vody, je až 35 m. Takýto veľký výškový rozdiel by viedol k enormnému zväčšeniu objemu solárnej expanznej nádoby (jej veľkosť stúpa so statickou výškou systému) a veľkým nárokom na hydrauliku a obehové čerpadlo solárneho okruhu. Ďalším obmedzením je **svetlá výška suterénu KJB**, ktorá je **2,9 m**. Solárne zásobníkové ohrievače vody sú vždy v stojatom prevedení, pri objeme 3 m³ je výška nádrže 2 784 mm, klopná výška nádrže 2 878 mm, čo znemožňuje umiestnenie takýchto nádrží do suterénu KJB. Pre alternatívu tepelného solárneho systému preto **navrhujeme umiestnenie slnečných kolektorov na strechu garáže**, a umiestnenie **solárnych zásobníkových ohrievačov vody do budovy kotolne**, do priestorov v súčasnosti nevyužívaných priestorov WC – vnútorné priečky by sa vybúrali. Toto riešenie vyvolá nároky na dopravu ohriatej pitnej vody z kotolne do výmenníkovej stanice v suteréne KJB, trasa vedie cez vonkajšie prostredie (existujúci energomost), potrubie by muselo byť dodatočne chránené proti zamrznutiu, čo sa prejaví na zvýšení investičnej náročnosti.

V prípade **fotovoltického solárneho systému na ohrev pitnej vody** je možné umiestniť fotovoltaické panely na strechy obidvoch blokov internátu, a elektrinu (jednosmerný prúd) viesť káblom do suterénu KJB, kde by sa inštalovali elektrické zásobníkové ohrievače vody. Výška 2 m³ zásobníkového elektrického ohrievača vody je 2 676 mm, klopná výška 2 737 mm, takže by nemal byť problém s umiestnením v suteréne KJB.

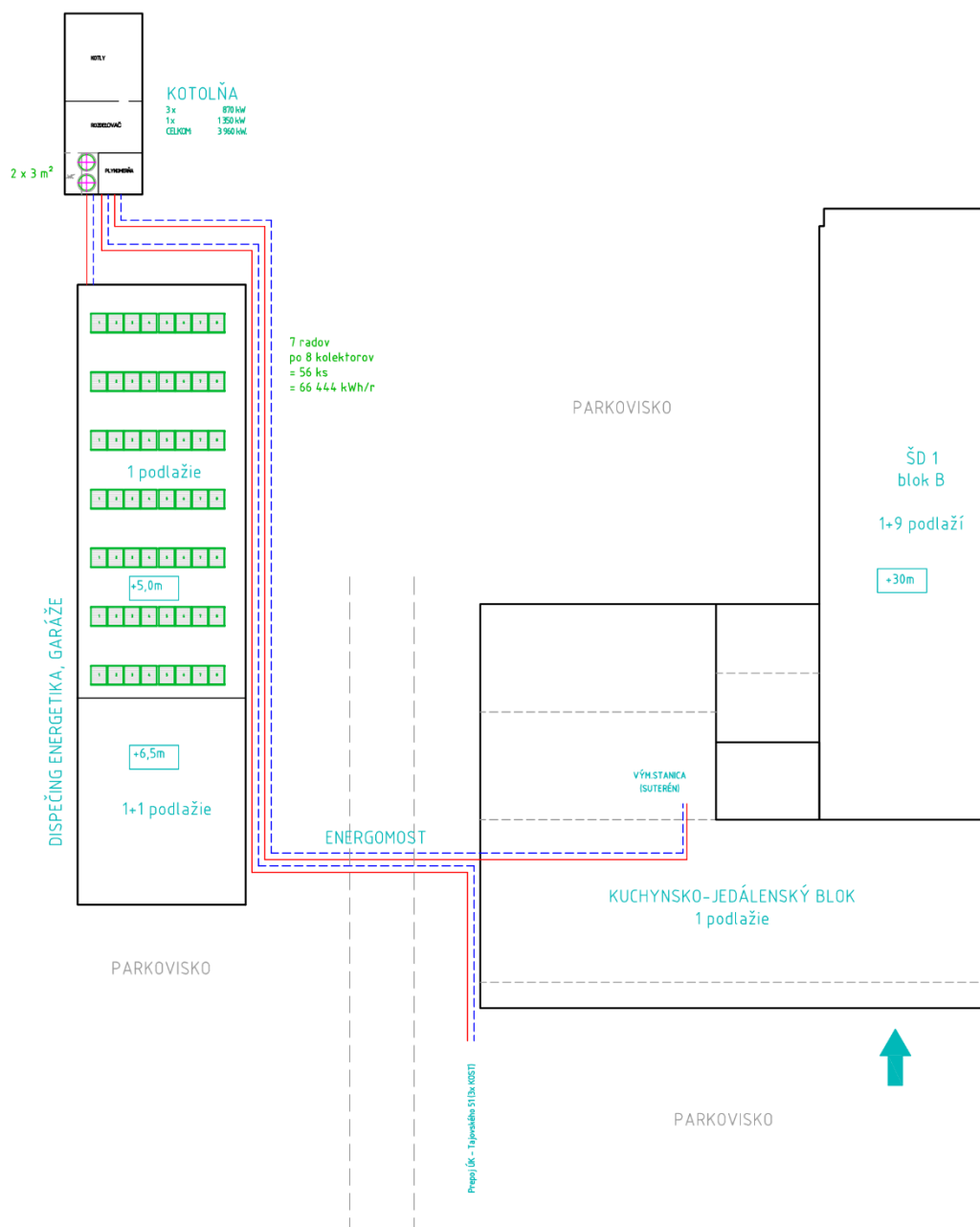
V obidvoch alternatívach (tepelný solárny systém / fotovoltaický systém) by sa jednalo o **predohrev studenej vody** z 10°C na vyššiu teplotu, predhriata voda by sa následne **napojila na existujúci ohrev v doskových výmenníkoch tepla** s ohrevom z plynovej kotolne a akumuláciou v 2 ks x 4 m³ existujúcich nádržiach.

So solárnym ohrevom primárnej vykurovacej vody vedenej z kotolne do kompaktných odovzdávacích staníc tepla KOST1, KOST2 a KOST3 sa neuvažuje z dôvodu, že pri solárnych systémoch sa jedná o nízkopotenciálové teplo. To znamená, že pomocou slnečnej energie vieme v prípade dostatku slnečného žiarenia zohriať studenú vodu z teploty 10°C na požadovanú teplotu 50°C, v lete i viac, avšak v prechodných obdobiach vieme solárnym ohrevom dosiahnuť teplotu vody len okolo 40°C, v zime ešte menej. To stačí na predohrev pitnej vody, avšak nepostačuje na podporu vykurovania. Teplotný spád primárnej vetvy vykurovania z kotolne k odovzdávacím staniciam KOST 1 až 3 na Tajovského 51, ktoré budú kvôli ohrevu pitnej vody v lete v prevádzke celoročne, je 60/40°C. Ak by solárny systém mal ohrievať spiatocku, musel by solárny okruh dosahovať celoročne vyššie teploty ako 50°C, čo je nereálne.

4.1 TEPELNÝ SOLÁRNY SYSTÉM NA OHREV PITNEJ VODY

Strecha garáží umožňuje umiestnenie **56 ks slniečnych tepelných kolektorov** s absorbočnou plochou $2,26 \text{ m}^2/\text{ks}$, umiestnené v 7 radoch na stojato so sklonom 45° , v jednom rade maximálne možné množstvo z hydraulického hľadiska 8 ks kolektorov. Rozstup medzi radmi kolektorov 3 m, aby nedochádzalo k vzájomnému tieneniu. Energetický zisk solárneho systému v našich klimatických podmienkach je $525 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ – podľa certifikátu SolarKeymark, ktorý musí mať každý výrobca a dodávateľ na slovenskom trhu, ak sa chce uchádzať o podporu investície z verejných zdrojov. K uvedenému množstvu kolektorov je potrebné inštalovať **2 ks stojaté zásobníkové ohrievače pitnej vody s objemom $2 \times 3 \text{ m}^3$** . Zásobníkové ohrievače by sa inštalovali do kotolne v mieste súčasného nevyužívaného WC (vnútorné priečky by sa vybúrali). Svetlá výška kotolne 5 m je postačujúca. Existujúce ležaté akumulčné zásobníky vo výmenníkovej stanici v suteréne KJB s objemom $2 \times 4 \text{ m}^3$ by ostali zachované.

Obr.: Možné umiestnenie 56 ks plochých slnečných kolektorov na streche garáží.



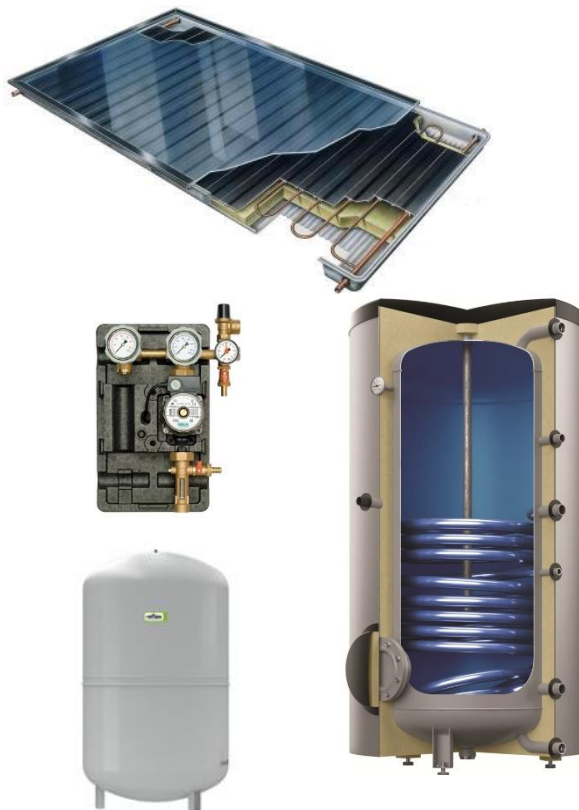
Počet kolektorov: 56 ks
 Absorbčná plocha: 2,26 m²/ks
Energetický zisk: 66 444 kWh/rok
 Max. výkon: 87,7 kW
 Úspory tepla: 43 143 kWh/rok
 2 166 Eur/rok
 Úspory elektriny: 23 301 kWh/rok
 2 337 Eur/rok
Úspory spolu: 4 503 Eur/rok

ODHAD INVESTÍCIE: 111 704 Eur bez DPH

Jednoduchá návratnosť investície: 24,8 rok

Priemerná spotreba tepla na ohrev pitnej vody doterajšia : 431,4 MWh/rok. **Ročné pokrytie solárnym systémom by bolo 15,4 %.**

Obr.: Tepelný solárny systém: slnečný kolektor, čerpadlová skupina, expanzná nádoba, zásobníkový ohrievač.



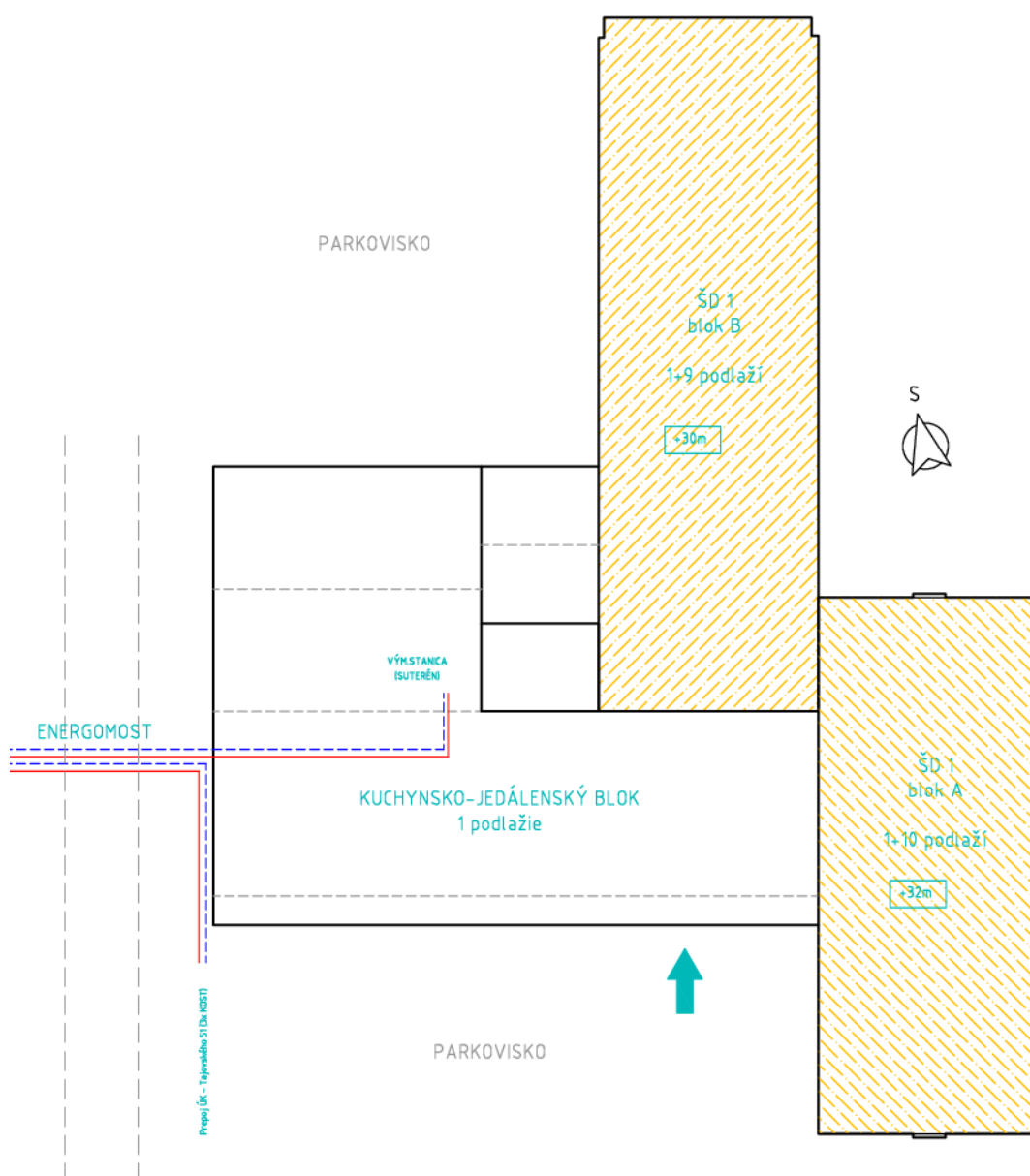
Životnosť plochých slnečných kolektorov hliníkových vyrobených lisovaním s tvrdým sklom sa udáva na min. **25 rokov**. **Údržba** spočíva v pravidelnej **výmene teplotonosnej kvapaliny** (glykolová zmes) v solárnom okruhu **raz za 6 až 10 rokov**. Objem teplotonosnej kvapaliny na výmenu po 7 rokoch je cca 450 litrov, t.j. **náklady 900 Eur / 7 rokov**. Tým končí tzv. „údržba kolektorov“. Čo sa týka ďalších komponentov, po 10 až 15 rokoch sa niektoré prirodzene opotrebovávajú, a bude ich potrebné vymeniť (napr. **čerpadlo, cca 650 Eur / 12 rokov**). Pri väčších systémoch sa používajú expanzné nádoby väčších rozmerov, tie vyžadujú výrobcom a legislatívou predpísanú údržbu a kontrolu. **Spotreba elektriny** na pohon obehového čerpadla je zanedbateľná: 80 W x 240 dní x 12 hodín = 230,4 kWh/rok = **23,1 Eur/rok**. **Celkové prevádzkové náklady sú potom zanedbateľné, cca 206 Eur/rok.**

4.2 FOTOVOLTICKÝ (FV) SOLÁRNY SYSTÉM NA OHREV PITNEJ VODY

Alternatívnym riešením ohrevu pitnej vody oproti tepelnému solárnemu systému je fotovoltaický systém. Pre ohrev vody sa využíva energia slnka, ktorá pomocou fotovoltaických článkov vyrába jednosmerný elektrický prúd, ktorý zohrieva vodu v zásobníku. Originálnym riešením je napojenie na fotovoltaické panely, pri ktorom nevznikajú žiadne straty elektrickej energie a preto zariadenie pracuje veľmi efektívne, pričom je zabezpečená tepelná ochrana a bezpečná regulácia celého systému. Nie sú potrebné žiadne povolenia na pripojenie do siete a nemusia sa nakupovať ďalšie prídavné zariadenia.

V prípade **fotovoltického solárneho systému na ohrev pitnej vody** je možné umiestniť fotovoltaické panely **na strechy obidvoch blokov internátu**, a elektrinu (**jednosmerný prúd**) viesť káblom do suterénu KJB, kde by sa inštalovali elektrické zásobníkové ohrievače vody. Výška zásobníkového elektrického ohrievača vody s objemom 2 m^3 je $2\,676 \text{ mm}$, klopná výška $2\,737 \text{ mm}$, takže by nemal byť problém s umiestnením v suteréne KJB.

Obr.: Strechy internátu disponibilné pre fotovoltaické panely.



Výhodou fotovoltaických (FV) panelov je možnosť umiestnenia na ležato, čím sa eliminuje vzájomné tienenie, zároveň sa umiestňujú v sklone v rozmedzí 20-36°, čo rovnako zamedzuje vzájomnému tieneniu. Rozstupy medzi radmi panelov sú potom menšie ako pri tepelných slnečných vertikálnych kolektoroch. Na rovnakú plochu strechy je potom možné umiestniť viac FV panelov, čo eliminuje ich hlavnú nevýhodu – účinnosť premeny slnečnej energie na elektrinu 14% (pre porovnanie, tepelná účinnosť slnečného kolektora je až 60%). Najviac používané **fotovoltaické panely** majú **rozmery** okolo **160 x 100 cm** (1,6 m²). Veľkou výhodou fotovoltaických panelov je ich pomerne nízka váha cca 19 kg / 1 panel (11,9 kg/m²), čo umožňuje umiestniť panely kdekoľvek, kde je max. priamy dopad slnečného svetla. Pre porovnanie, tepelný slnečný kolektor 2,0 x 1,25 m (2,5 m²) má hmotnosť 45 kg (18 kg/m²), pri vertikálnom umiestnení so sklonom 45°C rastú nároky na statické ukotvenie kolektorov.



Maximálne množstvo FV panelov, ktoré je z hľadiska voľnej plochy možné umiestniť na internát, je 300 ks panelov. Pri výkone panela 270 W by bol max. výkon 81,0 kW. Z hľadiska eliminácie možných prebytkov v mesiaci august, kedy je najnižšia spotreba tepla na ohrev vody, **navrhujeme počet panelov 230 ks, t.j. výkon systému max. 62,1 kW**. V suteréne KJB sa inštalujú 2 ks akumulčné el. ohrievače s objemom 2 x 2 m³, ktoré budú slúžiť na predohrev studenej vody vstupujúcej do existujúcej výmenníkovej stanice (doplňkový ohrev teplom z existujúcej plynovej kotolne v existujúcich doskových výmenníkoch tepla na požadovanú teplotu 50°C). Existujúce akumulčné ležaté zásobníky Tlakon s objemom 2 x 4 m³ ostanú zachované. Fotovoltaické panely sa NEMÔŽU napojiť na existujúce špirály, ktoré už sú namontované v jednom ležatom ohrievači vody! Tie sú určené na napájanie elektriny zo siete striedavým prúdom, sú ponorené vo vode a ak by sme ich pripojili na jednosmerný prúd, tak by vznikla elektrolýza a zásobník vody postupne degraduje. Kvôli vylúčeniu uvedeného javu sa používajú tzv. suché špirály v samostatných elektrických akumulčných ohrievačoch, ktoré sú špeciálne vyrobené na spracovanie dodaného jednosmerného DC prúdu z fotovoltaických panelov.

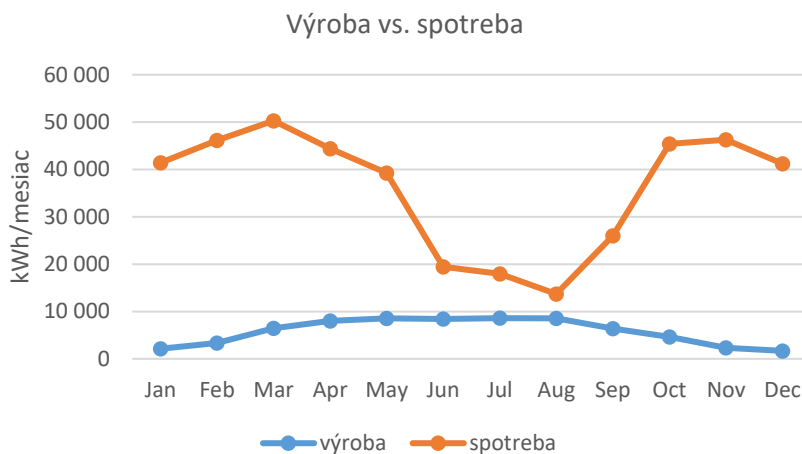
Tab.: Simulácia výroby elektriny FV systémom s 230 ks panelmi v klimatick. podmienkach B. Bystrice.

	Slnečná energia dopad [Wh/(m ² .d)]	Výroba elektriny FV [kWh/mesiac]	Spotreba tepla na TV [kWh/mesiac]
Jan	1 320	2 108	41 388,9
Feb	2 310	3 332	46 111,1
Mar	4 040	6 452	50 277,8
Apr	5 190	8 022	44 351,9
May	5 370	8 577	39 259,3
Jun	5 430	8 393	19 444,4
Jul	5 560	8 594	17 963,0
Aug	5 340	8 529	13 703,7
Sep	4 140	6 399	26 018,5
Oct	2 890	4 616	45 370,4
Nov	1 490	2 303	46 296,3
Dec	1 050	1 677	41 203,7
SPOLU ROK		69 000 kWh/rok	431 388,9 kWh/rok

Pozn.: Plocha FV panelov 368 m², účinnosť 14%, optimálny náklon, južná orientácia.

Celoročné solárne pokrytie spotreby tepla na ohrev pitnej vody **fotovoltaickým systémom** by bolo **16%**. Systém sa vyznačuje veľmi jednoduchou montážou, čo sa prejaví aj na výške investície (žiadne medené tepelne izolované UV odolné rozvody pre rúry medzi panelmi a zásobníkovým ohrievačom, žiadna hydraulika, žiadne čerpadlá).

Graf.: Simulácia výroby elektriny FV systémom s 230 ks panelmi v klimatick. podmienkach B. Bystrice.



Z uvedeného vyplýva, že ani v auguste, kedy je spotreba tepla na ohrev pitnej vody minimálna, a zároveň solárne energetické zisky maximálne, nedôjde k prebytkom vyrobenej energie a všetka bude spotrebovaná.

ODHAD INVESTÍCIE (62 kW FV systém, 230 ks panelov, 2x 2 m³ el. akumul. ohrievače):

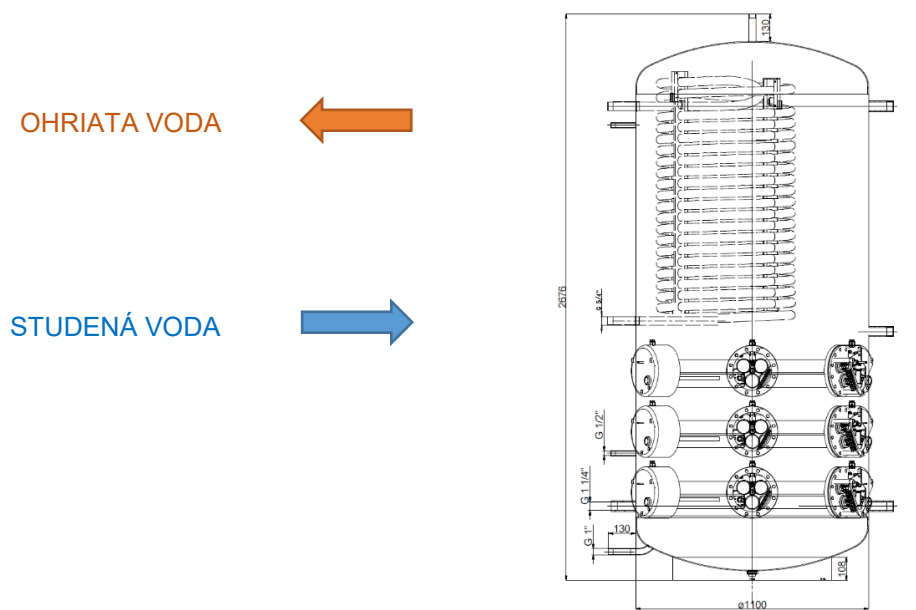
62 100 EUR bez DPH

ÚSPORY tepla	44 803 kWh/rok	2 250 €
ÚSPORY elektriny	24 197 kWh/rok	2 427 €
SPOLU úspory:	69 000 kWh/rok	4 676 €

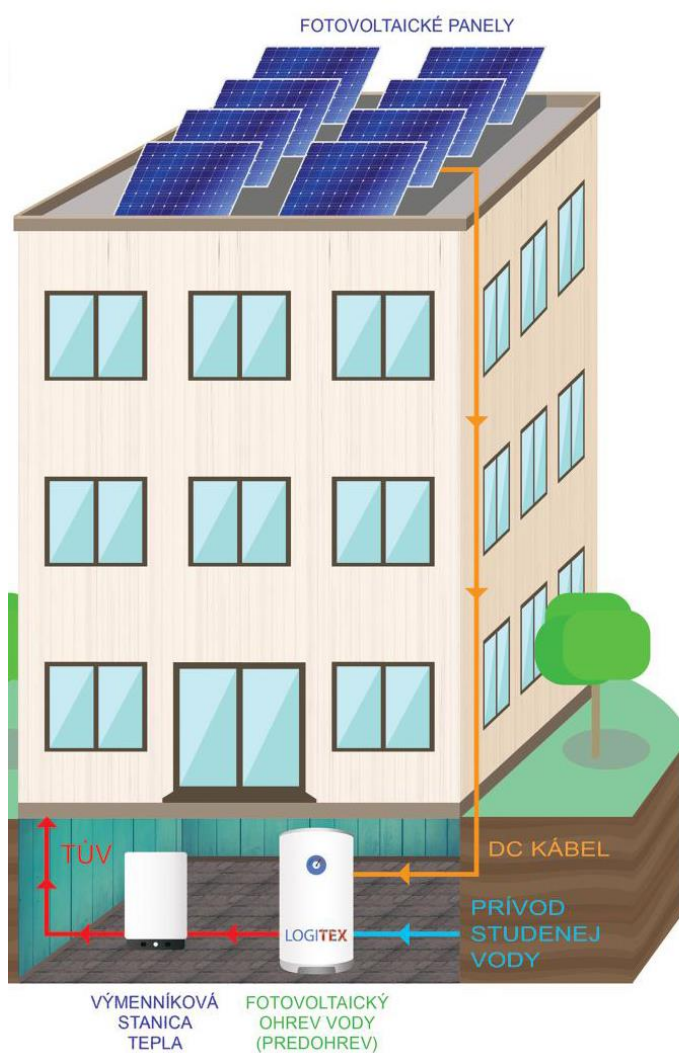
JEDNODUCHÁ NÁVRATNOSŤ INVESTÍCIE: 13,3 rok

Životnosť FV panelov je viac ako 25 rokov. Prevádzka je bezúdržbová.

Obr.: Elektrický akumulčný ohrievač pitnej vody s objemom 2 m³ s nerezovým výmenníkom a 6 ks el. ohrevnými telesami.



Obr.: Principiálna schéma ostrovného fotovoltaického systému na predohrev pitnej vody.



5. ZÁVER

Pre zvýšenie energetickej efektívnosti ohrevu teplej vody v objektoch internát ŠD1 a kuchynsko-jedáľenský blok UMB na Tajovského 40 v Banskej Bystrici **odporúčame inštalovanie fotovoltického ohrevu vody s 230 ks FV panelmi na strechách Bloku A a Bloku B internátu ŠD1** a 2 ks akumuláčnými ohrievačmi vody umiestnenými v suteréne kuchynsko-jedáľenského bloku. Systém bude slúžiť ako predohrev studenej vody vstupujúceho do existujúceho ohrevu v existujúcej výmenníkovej stanici. **Celoročné solárne pokrytie** spotreby tepla na ohrev pitnej vody bude **16%**, čo predstavuje adekvátnu úsporu doterajších nákladov na ohrev. **Systém dodá ročne 69 000 kWh/rok bezplatnej obnoviteľnej slnečnej energie s nulovými emisiami skleníkových či znečisťujúcich látok.** Ročné **úspory nákladov** pri súčasných cenách predstavujú **4 676 € bez DPH**. Jednoduchá návratnosť investície odhadovanej na 62 100 Eur bez DPH je 13,3 roka pri očakávanej životnosti systému viac ako 25 rokov a bezúdržbovej prevádzke. Na financovanie investície je možné uchádzať sa aj o podporu z verejných zdrojov, napr. EU štrukturálne fondy, Operačný program kvalita životného prostredia, kde sú oprávnené náklady na investície do energetickej efektívnosti a obnoviteľných energetických zdrojov, so zameraním na znižovanie emisií.

Výsledný potenciál úspor vyplývajúci z navrhnutých opatrení je hodnota vypočítaná k normalizovaným klimatickým podmienkam pre oblasť Banská Bystrica, k normalizovaným teplotám vody a k nezmenenému využívaniu kapacity objektov.

Ceny uvádzané pri hodnotení jednotlivých alternatív predstavujú priemerné hodnoty cenníkových ponúk jednotlivých hlavných dodávateľov, sú vztiahnuté k dňu vyhotovenia štúdie a podliehajú inflácii. Všetky ceny, rovnako ako náklady a úspory, sú uvádzané v EUR bez DPH. Alternatívy majú informačný charakter a nenahradzujú technické projekty riešení, môžu slúžiť len k ich zadaniu.

Pred realizáciou opatrení je nutné zadať vypracovanie projektovej dokumentácie vrátane položkového rozpočtu a následne spresniť náklady na základe minimálne 3 cenových ponúk !

Štúdia má odporúčací charakter pre rozhodovací proces vlastníka budovy. Nepredstavuje obmedzujúci rámec pre realizačný projekt opatrení na zvýšenie energetickej hospodárnosti, resp. na zníženie energetickej náročnosti. Podrobný rozsah realizačného projektu sa spravidla určuje zmluvným vzťahom medzi objednávatelom projektovej dokumentácie a projektantom. Realizačný projekt je nevyhnutné vykonať v súlade so všeobecne záväznými právnymi predpismi a inými zmluvne dohodnutými požiadavkami.