

Príklady využívania slnecnej energie



ISBN 80-969491-8-7

Energetické centrum Bratislava



PRÍKLADY VYUŽÍVANIA SLNEČNEJ ENERGIE

SLNKO K SLUŽBÁM

2006



- Publikáciu zostavili:** Dipl. Ing. Igor Iliáš - Energetické centrum Bratislava
Mag. Katharina Guschlbauer-Hronek, AEE Arbeitsgemeinschaft
ERNEUERBARE ENERGIE NÖ-Wien
Dipl. Ing. Birgit Benesch, AEE Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE NÖ-Wien
Dipl. Ing. Gerhard Bayer - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)
- Recenzenti:** Dipl. Ing. Robert Gregor, PhD. – Energetické centrum Bratislava
Dipl. Ing. Ján Tomčiak – Thermosolar Žiar s.r.o.
Dipl. Ing. Milan Novák, CSc. – Thermosolar Žiar s.r.o.
- Kontakt:** Energetické centrum Bratislava, Ambrova 35, 831 01 Bratislava,
tel.: 02 / 593 000 91, fax: 02 / 593 000 97, www.ecb.sk, e-mail: office@ecb.sk,

ISBN: 80-969491-8-7



Táto publikácia bola spracovaná v rámci projektu INFOSOLAR – Informačná kampaň zameraná na zvyšovanie verejného povedomia o možnostiach technológií využívajúcich slnečnú energiu, ktorý bol podporený z finančných prostriedkov programu slovensko-rakúskej cezhraničnej spolupráce PHARE CBC.



Tento dokument bol vytvorený s finančnou pomocou Európskej únie. Názory v ňom vyjadrené sú výlučne názormi autorov publikácie a nevyjadujú žiadnym spôsobom oficiálny názor Európskej únie.

Energetické centrum Bratislava nenesie právnu zodpovednosť za prípadné škody spôsobené aplikáciou odporúčaní v tejto publikácii. Informácie tu uvedené sú čerpané z verejných zdrojov a sú aktuálne v čase vydania publikácie.

OBSAH	4
ÚVOD	5
VYUŽÍVANIE SLNEČNEJ ENERGIE V KOMUNÁLNEJ ENERGETIKE	6
<i>SÍDLISKO HLINY V ŽILINE</i>	6
<i>BYTOVÝ DOM V ŠALI</i>	7
VYUŽÍVANIE V ÚČELOVÝCH BUDOVÁCH	8
<i>EKOCENTRUM DRIEŇOK TEPLÝ VRCH</i>	8
<i>PRIEMYSELNÁ BUDOVA V ŽIARI NAD HRONOM</i>	9
VYUŽÍVANIE V RODINNÝCH DOMOCH	10
<i>RODINNÝ DOM V BRATISLAVE</i>	10
<i>ENERGETICKY ÚSPORNÝ RODINNÝ DOM NA STREDNOM SLOVENSKU</i>	11
PŘÍKLADY APLIKÁCIÍ SLNEČNÝCH KOLEKTOROV V NÍZKOENERGETICKÝCH A PASÍVNYCH DOMOCH	
V RAKÚSKU	14
<i>ČO JE TO NÍZKOENERGETICKÝ DOM A ČO JE TO ENERGETICKY PASÍVNY DOM?</i>	15
<i>VYSVETLENIA K VÝSLEDKOM SIMULÁCIE TSOL V PŘÍKLADOCH Z RAKÚSKA</i>	16
SOLÁRNE SYSTÉMY INŠTALOVANÉ V NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMOCH	17
<i>OBJEKT SCHMIDT/BARTH</i>	17
<i>NÍZKOENERGETICKÝ DOM GUSCHLBAUER</i>	18
<i>OBJEKT SONNLEITHNER</i>	21
SOLÁRNE SYSTÉMY INŠTALOVANÉ V PASÍVNYCH RODINNÝCH DOMOCH	25
<i>OBJEKT LEITHER-HEJL</i>	25
<i>OBJEKT ZIMMEL-PIERINGER</i>	27
<i>OBJEKT SPRINGER</i>	30
SOLÁRNY SYSTÉM INŠTALOVANÝ V NÍZKOENERGETICKEJ VEREJNEJ BUDOVE	34
<i>KOSTOL SVÄTÉHO FRANTIŠKA</i>	34

ÚVOD

Predkladaná brožúra je pokračovaním publikácie „Možnosti využívania slnečnej energie“ vypracovanej v rámci osvetovej kampane „Slnko k službám“, finančne podporenej Európskou úniou. Jej cieľom je pomocou v praxi overených príkladov využívania slnečnej energie prostredníctvom solárnych systémov propagovať tento obnoviteľný zdroj, ktorého vysoký potenciál na Slovensku bohužiaľ ešte stále ostáva nedostatočne využitý. Okrem príkladov zo Slovenska uvádzame aj niekoľko inšpirujúcich príkladov budov z Rakúska, ktoré má bohaté skúsenosti s nízkoenergetickým štandardom bývania.

Jednotky

Násobky jednotiek

predpona	značka	násobok
Kilo	k	10^3
Mega	M	10^6
Gíga	G	10^9
Tera	T	10^{12}
Peta	P	10^{15}
Eta	E	10^{18}

Jednotky SI

veličina	jednotka	značka	prevod
Výkon	Watt	W	$1W = 1J/s$
Práca	Joule	J	$1J = 1Nm$
Energia	Joule	J	$1J = 1Ws$
Množstvo tepla	Wattsekunda	Ws	$1Ws = kg \cdot m^2 / s$
Energia	Kilowatthodina	kWh	$1kWh = 3,6 MJ$
Tlak	Pascal	Pa	$1Pa = 1N/m^2$

K Kelvin
 MW_{el} Megawatt (inštalovaný elektrický výkon)
 MW_t Megawatt (inštalovaný tepelný výkon)

VYUŽÍVÁNIE SLNEČNEJ ENERGIE V KOMUNÁLNEJ ENERGETIKE

Sídliisko Hliny v Žiline

O tom, že slnečné kolektory na strechách rodinných domov nie sú zďaleka jediným možným spôsobom využitia energie Slnka svedčí aj príklad centrálného zásobovania teplom zo Žiliny. Na sídlisku Hliny je od novembra 2003 nainštalovaných 132 kolektorov v hodnote približne 2,5 milióna Sk, ktoré predhrievajú pitnú vodu vo výmenníkovej stanici s maximálnou projektovanou teplotou na výstupe zo solárneho zásobníka 35°C. V dňoch s vysokou intenzitou slnečného žiarenia a malou spotrebou teplej vody teplota často presahovala túto hodnotu a výnimkou neboli dni, keď dosiahla až 50°C. Táto prevádzka je dôkazom výhodnosti využívania slnečnej energie aj pre bytové domy a sídliská a že sa oplatí na tento účel použiť dlhodobé pôžičky, ktoré sa splácajú z dosiahnutých úspor energie.

Miesto:	Žilina, sídlisko Hliny, tepelná výmenníková stanica
Prevádzkovateľ výmenníkovej stanice:	Bytterm, a.s. Žilina
Dodávateľ solárneho systému:	Thermosolar Žiar s.r.o., tel.: 045 / 6016080
Počet namontovaných kolektorov:	132
Kolektorová plocha	264 m ²
Technológia	
– typ kolektorov:	Heliostar 300
– tepelný zisk 1 kolektora:	917 kWh / rok
– sklon kolektorov:	30°
– objem zásobníkov:	4 m ³ a 6 m ³
Ročná produkcia tepla:	121 000 kWh (od 1.9.2004 do 31.8.2005)
Účel a využitie:	Príprava ohriatej pitnej vody pre 470 bytov, materskú školu, obchod a pracovňu
Návratnosť investície:	7 – 10 rokov (skraca sa s rastom cien palív)
Spôsob financovania:	Dlhodobý komerčný úver, bez akejkoľvek podpory zo strany štátu či EÚ



Obr.: Sídliisko Hliny – 132 kolektorov umiestnených na streche tepelnej výmenníkovej stanice

Bytový dom v Šali

Medzi prvé väčšie inštalácie solárneho systému na panelákoch patrí bytový dom v Šali-Veča. Systém bol uvedený do prevádzky v októbri 2005. V bytovom dome je 104 bytových jednotiek a 330 osôb. Priemerná denná spotreba teplej úžitkovej vody je 8 000 l/deň. Bytový dom má samostatný zdroj tepla – plynovú kotolňu. Pre potreby prípravy teplej úžitkovej vody sa na zdroji tepla ráta s výkonom 100 kW. Pre účely akumulácie ohriatej vody je v plynovej kotolni osadený zásobník teplej vody s objemom 3 600 l.

Miesto:	Šaľa – Veča, ul. Nivy II., bytový dom
Prevádzkovateľ:	Spoločenstvo vlastníkov bytov na ul. Nivy II, Šaľa Veča
Dodávateľ solárneho systému:	Herz s.r.o., tel.: 02 / 6241 1910, 6241 1909
Počet namontovaných kolektorov:	25
Kolektorová plocha	50 m ²
Technológia	
– typ kolektorov:	CS 100 F
– tepelný zisk 1 kolektora:	1002 kWh/rok (Wurzburg pri pokrytí slnečným žiarením 40%)
– sklon kolektorov:	45°
– objem zásobníkov:	3 600 l
Produkcia tepla:	4 692 kWh v období od 5.10.2005 do 24.3.2006.
Účel a využitie:	Ohrev pitnej vody.
Očakávaná návratnosť investície:	7 až 10 rokov - skracuje sa s rastom cien zemného plynu.
Spôsob financovania:	Komerčný úver bez podpory štátu či EU fondov.



Požiadavkou investora bolo využívať slnečnú energiu na ohrev, prípadne predohrev teplej vody. Navrhnutých 25 ks kolektorov je inštalovaných v piatich kolektorových poliach. Na akumuláciu slnečnej energie slúžia dve navzájom prepojené akumulčné nádoby. V prvej nádobe je umiestnená pružná vlnitá rúra z ušľachtilej ocele, druhá nádoba slúži čisto len na akumuláciu slnečnej energie. Na oddelenie kolektorového (primárneho) okruhu od akumulčného (sekundárneho) bol navrhnutý doskový výmenník tepla. Obeh vody na primárnej strane výmenníka zabezpečuje obehové čerpadlo umiestnené v solárnej stanici CS30, obeh vody na sekundárnej strane zabezpečuje obehové čerpadlo umiestnené v doplnkovej sade. Zabezpečovacie zariadenia sú umiestnené na primárnu aj sekundárnu stranu výmenníka. Reguláciu solárneho systému zabezpečuje solárny regulátor CS 1.2. V spodnej časti prvého zásobníka sa sníma teplota vody. Ak je rozdiel teplôt na snímači teploty v kolektorovom poli a snímači v prvom zásobníku väčší ako nastavený (napr. 6 K), zapínajú sa obe obehové čerpadlá. Ohriata voda z kolektorového poľa prechádza cez výmenník tepla, vstupuje do druhého zásobníka, prechádza cez prvý zásobník a vracia sa do kolektorového poľa. Ohrev vody prebieha nasledovne: do prvého akumulčného zásobníka vstupuje studená voda, ktorá preteká cez pružnú vlnitú rúru z ušľachtilej ocele, pričom dochádza k jej ohrevu a vstupuje do existujúceho zásobníka teplej vody. Tento proces prebieha len pri odbere teplej vody. V prípade nízkej vstupnej teploty ohriatej vody vstupujúcej do zásobníka teplej vody dochádza k jej doohrevu plynovým kotlom.

VYUŽÍVANIE V ÚČELOVÝCH BUDOVÁCH

Ekocentrum Drieňok Teplý Vrch

Využívanie slnečnej energie je ekonomicky mimoriadne výhodné všade tam, kde je spotreba teplej vody vysoká a rovnomerne rozložená v priebehu dňa. Tomuto vyhovujú najmä obytné budovy s väčším počtom odberateľov teplej vody, ako napr. penzióny, hotely, plavárne a iné rekreačné zariadenia a športoviská. Keďže ceny klasických palív využívaných v týchto zariadeniach boli v minulosti nízke, z ekonomického hľadiska nebolo komerčne zaujímavé investovať do slnečných kolektorov. Dnes je situácia iná, neustály rast cien zemného plynu pomáha racionálnemu hospodáreniu s energiou. Príkladom využitia energie Slnka je inštalácia v účelovom zariadení Slovenskej agentúry životného prostredia na Teplom Vrchu.

Miesto:	Stredisko environmentálnej výchovy Drieňok - Teplý Vrch, hotel a rekreačné zariadenia
Dodávateľ:	Thermosolar Žiar s.r.o., tel.: 045 / 6016080
Počet namontovaných kolektorov:	49
Kolektorová plocha:	98 m ²
Technológia – typ kolektorov:	Heliostar 300
Ročná produkcia tepla:	51 450 kWh
Účel a využitie:	Príprava ohriatej pitnej vody a ohrev interiérového bazénu pre účelové vzdelávacie zariadenie Slovenskej agentúry životného prostredia.
Návratnosť investície:	6-8 rokov.
Spôsob financovania:	Účelovo viazané prostriedky.



Priemyselná budova v Žiari nad Hronom

Objekt sa nachádza v areáli ZSNP v Žiari nad Hronom. V čase výstavby solárneho systému v ňom bola strojárka výroba. Charakter výroby si vyžadoval značné množstvo teplej vody na hygienické účely. Kolektory sú inštalované v 7 blokoch po 13 kusov na rovnej streche na pomocnej oceľovej konštrukcii, ktorá umožňuje ochrániť mäkkú strešnú krytinu pred mechanickým poškodením a jej údržbu. Keďže v čase realizácie bolo prostredie veľmi prašné, bol nainštalovaný aj systém na oplachovanie kolektorov. Ten však nakoniec nikdy nebolo potrebné použiť, lebo na očistenie krycieho skla stačí občasné zrážky.

Miesto:	ZSNP a.s. Žiar nad Hronom
Dodávateľ:	Miroslav Matuška, AQUA-SOLÁR Žiar nad Hronom, tel.: 045/6734 513
Počet namontovaných kolektorov:	91
Kolektorová plocha:	182 m ²
Technológia:	Heliostar 202 N
Ročná produkcia tepla:	96 400 kWh
Využitie:	Celoročná príprava 12 000 l teplej úžitkovej vody denne
V prevádzke od:	1995



VYUŽÍVANIE V RODINNÝCH DOMOCH

Rodinný dom v Bratislave

O tom, že množstvo slnečného žiarenia u nás je dostatočné nielen na ohrev bazénovej či pitnej vody, ale aj na podporu vykurovania, svedčí jeden z mnohých príkladov inštalácie solárneho systému z Bratislavy. V tomto prípade slnečné kolektory slúžia v lete na ohrev bazénovej vody a ohrev pitnej vody dokonca naraz pre dva rodinné domy a vo vykurovacej sezóne počas slnečných dní podporujú nízko teplotný vykurovací systém. Majiteľ pôvodného domu sa rozhodol pre toto riešenie po konzultácii s montážnou firmou, keďže susedný dom postavila jeho široko rozvetvená rodina. Majiteľ tak myslí na budúcnosť a zbavuje sa prílišnej závislosti na cenách zemného plynu, ktorý používa na vykurovanie a ohrev vody. V rozhodovaní majiteľa však zohral rolu aj pozitívny postoj k ochrane životného prostredia.



Obr: Využívanie slnečnej energie na ohrev bazénovej vody, pitnej vody a podporu vykurovania v Bratislave.

Celkovo 22 južne umiestnených kolektorov je pomocou rozvodných potrubí napojených na centrálné zásobníky vykurovania s objemom 2 x 500 litrov a zásobníky na prípravu ohriatej pitnej vody s objemom 2 x 400 litrov. Prebytky tepla sú použité na ohrev interiérového bazénu s objemom 25 m³.

Pole kolektorov sa správa ako centrálny zdroj tepla. Jednotlivé spotrebiče (zásobníky vykurovacej i pitnej vody aj výmenník na ohrev bazéna) odoberajú energiu zo zdroja podľa potreby a v prípade nedostatku slnečnej energie dopĺňujú energiu z lokálnych zdrojov (v tomto prípade z kotlov ústredného kúrenia v každom dome). Celý systém ovládajú elektronické regulátory. Výhodou jedného poľa kolektorov je jeho rovnomerné zaťaženie a maximálne využitie počas celého roka. Systém v okruhu vykurovania pracuje tak, že ak je voda v zásobníku zohriata pomocou slnečných kolektorov na dostatočnú teplotu (ak je teplota vyššia ako teplota vracajúcej sa vody z okruhu kúrenia), využíva sa na ohrev vody v okruhu vykurovania (ventil prepne cirkuláciu cez zásobník). Ak teplota nie je dostatočná, ventil uzavrie prietok vody cez zásobník a voda sa ohrieva plynovým kotlom.

Majiteľ domu a solárneho systému dosahuje vďaka väčšej kolektorovej ploche zaujímavé energetické zisky aj v zime. Počas slnečných dní dosahovali teploty v zásobníku teplej vody dokonca až 60°C aj napriek vonkajším teplotám pod bodom mrazu. Zaujímavosťou je aj experiment, počas ktorého majiteľ v lete úplne odstavil kotol na zemný plyn a všetok ohrev teplej vody nechal na solárny systém. Počas dvoch mesiacov bol tak nútený zapnúť kotol len raz. Navyše, oba domy sú vybavené dobre navrhnutým podlahovým vykurovaním, ktoré pracuje s najnižšími možnými teplotami (okolo 32 stupňov), čo je oveľa menej ako pri klasických vykurovacích systémoch. Preto tu využívanie slnečnej energie prináša ďalšie úspory nákladov na vykurovanie. Majiteľ je spokojný z dosiahnutým vysokým komfortom bývania aj s vedomím, že napomáha znižovaniu zaťaženia životného prostredia spalovaním fosílnych palív.

Energeticky úsporný rodinný dom na strednom Slovensku

Opisované riešenie využitia slnečnej energie v kombinácii s tepelným čerpadlom v rodinnom dome nie je síce celkom typické a široko využiteľné, ale napriek tomu je zaujímavé a skúsenosti získané jeho prevádzkou sú veľmi cenné pre ďalšie inštalácie.

Zastavaná plocha rodinného domu spolu so zimnou záhradou je 135 m². Obytná plocha je približne 240 m², vrátane podkrovia. Obvodové múry tvoria porézne dierované tehly o hrúbke 45 cm, spájané perlitovou maltou. Navyše z interiérovej strany sú obložené 25 mm hrubou vrstvou heraklitových dosák. Strecha je zaizolovaná 250 mm hrubou vrstvou minerálnej izolácie, pričom medzi krovami je 150 mm a pod krovami 100 mm a z interiérovej strany je prekrytá sádkokartónovými doskami. Podlaha prízemja je zaizolovaná 150 mm a podkrovia 70 mm hrubou vrstvou tvrdého polystyrénu. Na oknách včítane zimnej záhrady sú použité izolačné dvojskla plnené argónom s antireflexnou vrstvou.



Celkový pohľad na RD s vákuovými plochými slnečnými kolektormi Heliostar 400 V integrovanými do strešného pláštia a fotovoltaické panely umiestnené v predĺžení strechy skleníka.

Na sedlovej streche orientovanej na juho-juho-západ je umiestnených 28 m² plochých vákuových kolektorov Heliostar 400 V. Letné prebytky tepla sú využívané na ohrev exteriérového bazénu, prípadne sa odvádzajú do zemného kolektora tepelného čerpadla. Deficit slnečného žiarenia v zimnom období kompenzuje tepelné čerpadlo zem-voda. Zdrojom nízkopotenciálového tepla preň

je jednak zemný kolektor (rúrky v zemi) a jednak nízkopotenciálové teplo zo slnečných kolektorov. Rúrky zemného kolektora sú uložené v navezenej vlhkej ílovitvej pôde bez prístupu spodnej vody.

Oba zdroje tepla, slnečné kolektory i tepelné čerpadlo sú napojené na centrálny zásobník tepla. Je to zaizolovaná sklolaminátová nádrž o výške cca 6 m a objeme 5 000 l, ktorá prechádza približne stredom domu oboma podlažiami. V osi zásobníka je umiestnená stratifikačná rúra, do ktorej je zaústnený výstup zo slnečných kolektorov i tepelného čerpadla. Vďaka nej sa vstupujúca voda o danej teplote nemieša s vodou v zásobníku, ale ukladá sa podľa teploty v jednotlivých horizontoch. Voda s nižšou teplotou prúdi do spodných častí zásobníka, s vyššou teplotou do vrchných (stratifikácia). Ohriata pitná voda sa získava z 250 l bojlera, ktorý je umiestnený nad centrálnym zásobníkom tepla a je s ním gravitačne prepojený. Toto riešenie umožňuje ohrev pitnej vody bez nárokov na reguláciu. Vďaka relatívne malému objemu bojlera na ohriatu pitnú vodu je vylúčené nebezpečné poškodenie zdravia legionelami. Prípadný doohrev zabezpečuje elektrická odporová špirála v hornej časti bojlera zo zabudovaným termostatickým spínačom. Odber vody s potrebnou teplotou do vykurovacieho systému riadia dva elektroventily ovládané regulátorom umiestnené v rôznych výškach centrálného zásobníka tepla.

Odber vykurovacej vody zo zásobníka sa začína vždy z nižšieho, chladnejšieho horizontu cez ventil V2. V prípade, že teplota vykurovacej vody je nižšia ako požadovaná, regulátor uzavrie ventil V2 a otvorí ventil V1, ktorý je umiestnený vo vyššom, teplejšom horizonte zásobníka tepla. Teplota vykurovacej vody sa riadi podľa vonkajšej teploty (ekvitermická regulácia). Individuálne teploty sa dajú nastaviť v každej miestnosti termostatickými ventilmi stenového vykurovania. Stenové vykurovanie je súčasťou všetkých obvodových stien domu. Má malú tepelnú zotrvačnosť, a preto je ním možné rýchlo regulovať tepelný príkon. Dobré sa dopĺňa s podlahovým vykurovaním, ktoré je nainštalované na celom prízemí ako aj v kúpeľni na prvom poschodí. Keďže je súčasťou masívnych keramických podláh, má naopak značnú tepelnú zotrvačnosť a predstavuje tak prakticky dodatočný tepelný akumulátor.

Ďalšou výhodou takto koncipovaného vykurovacieho systému je možnosť zabezpečenia potrebného vykurovacieho výkonu i pri veľmi nízkych teplotách vstupnej vody. To zvyšuje účinnosť práce slnečných kolektorov i tepelného čerpadla pri zaistení veľmi dobrej tepelnej pohody obyvateľov domu.

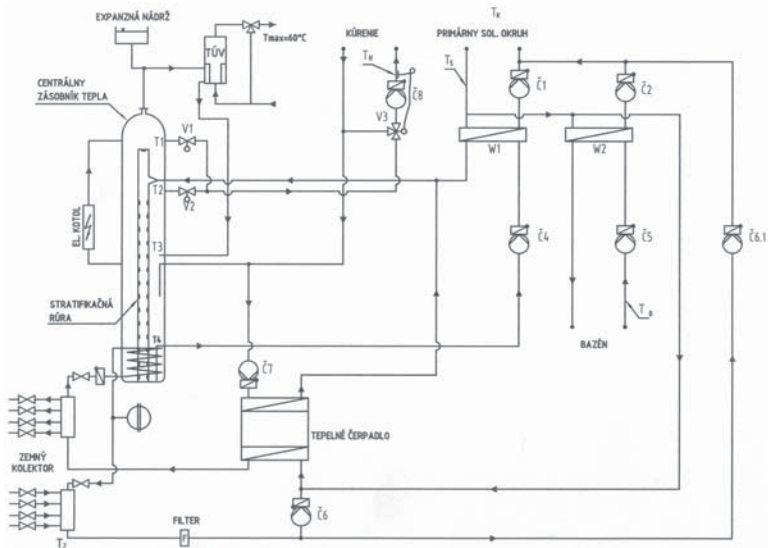
Všetky obehové čerpadlá sú napojené cez menič prúdu na elektrický akumulátor o kapacite 2 x 125 Ah, ktorý je pripojený na fotovoltaické panely o výkone 660 Wp. Večer alebo v období nízkeho výkonu fotovoltaiky sa systém automaticky prepne na vonkajšiu el. sieť. Toto riešenie popri úspore el. energie na pohon čerpadiel zabezpečuje aj úplnú nezávislosť solárneho systému od vonkajších energetických zdrojov, pretože v dobe najvyššej intenzity slnečného žiarenia je aj výkon fotovoltaických panelov najväčší.

Záložný zdroj el. energie ďalej umožňuje:

- a) Pracovať s nižšími tlakmi v primárnom solárnom okruhu bez nebezpečia vyvarenia teplotosnej kvapaliny v kolektore v prípade výpadku obehového čerpadla. Nízky tlak a vylúčenie vysokých teplôt umožňuje aj priame spojenie solárneho okruhu s plastovými rúrkami zemného kolektora tepelného čerpadla. Práca bez výmenníka tepla výrazne zvyšuje účinnosť prenosu nízkopotenciálneho solárneho tepla v zimnom období do zemného kolektora, z ktorého potom počas noci tepelným čerpadlom sa dá efektívnejšie transformovať na vyšší využiteľný teplotný potenciál. Naopak, v zimnom období teplota teplotosnej kvapaliny vystupujúcej zo zemného kolektora a vstupujúcej do slnečných kolektorov býva okolo bodu mrazu. Za týchto podmienok je účinnosť i doba prevádzky a teda aj výkon slnečných kolektorov podstatne vyšší ako pri práci v štandardných podmienkach. Je treba zdôrazniť, že na takýto spôsob práce sú vhodné iba vákuové kolektory. Iba tu nedochádza ku kondenzácii vodných párov kolektore v prípade, že teplota absorbéra je nižšia ako teplota okolia.
- b) Predĺžiť interval výmen, prípadne vôbec nevymieňať teplotosnú kvapalinu. Je známe, že životnosť teplotosných kvapalín a najmä inhibitorov korózie v nich obsiahnutých, je závislá hlavne od frekvencie a stupňa ich prehrievania v slnečných kolektoroch. Pre daný účel však nebola vhodná v solárnych systémoch štandardne používaná teplotosná kvapalina na báze propylénglykolu, pretože pri teplotách pod bodom mrazu má príliš vysokú viskozitu. Tento nedostatok bol čiastočne eliminovaný použitím teplotosnej kvapaliny, ktorej základnou zložkou je mravčan draselný.

Elektronický regulátor má program, ktorý v prípade zvýšenia intenzity slnečného žiarenia v priebehu dňa umožní návrat z nabíjania spotrebiča s nižšou teplotnou úrovňou na spotrebič s vyššou teplotnou úrovňou, napríklad v lete z bazénu na zásobník tepla, resp. v zime zo zemného kolektora na zásobník tepla.

Vďaka relatívne veľkému objemu centrálnemu zásobníka tepla a malým tepelným stratám rodinného domu tepelné čerpadlo pracuje iba v noci a spotrebovávajú lacnejší tzv. nočný prúd. V rodinnom dome sú ešte ďalšie dva doplnkové zdroje tepla. Kozub v obývacej izbe slúži hlavne na občasnú spríjemnenie zimných večerov. Elektrický kotol umiestnený v hornej časti centrálnemu zásobníka tepla je 100 %-nou poistkou pre prípad zlyhania ostatných zdrojov tepla. Zjednodušená hydraulická schéma celého energetického systému domu je na nasledujúcom obrázku.



Obr.: Zjednodušená hydraulická schéma celého energetického systému domu.

Rodinný dom využíva hlavne na jar a jeseň teplo zo zimnej záhrady. Aby táto bola obývateľná aj v lete, popri prirodzenej vertikálnej výmene vzduchu v dolnej časti a v streche sú presklenné plochy zimnej záhrady clonené popínavými listnatými rastlinami. Na jeseň listy opadajú a šikmé zimné slnečné lúče môžu nerušene vniknúť do interiéru zimnej záhrady a čiastočne aj do obývacích priestorov rodinného domu.

Systém zásobovania rodinného domu teplom bol kompletne ukončený až koncom roku 2003, keď bola pripojená fotovoltaika i tepelné čerpadlo. Dovtedy sa spotreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody pohybovala na úrovni 8 000 kWh/rok. Dá sa predpokladať, že ročná spotreba elektrickej energie nakupovanej z verejnej siete na účely prípravy ohriatej pitnej vody a vykurovanie klesne po týchto úpravách pod 2 500 kWh/rok.

Treba si uvedomiť, že z hľadiska výšky merných investičných nákladov na jednotku získaného tepla kombinácia slnečných kolektorov s tepelným čerpadlom nie je obvykle tým najlepším riešením. Samostatný solárny systém resp. samostatné tepelné čerpadlo doplnené plynovým alebo elektrickým dohrevom prípadne kotlom na biomasu sú z hľadiska investičných nákladov vo väčšine prípadov výhodnejším riešením. Na druhej strane však existujú špecifické prípady, kde je kombinácia slnečných kolektorov a tepelného čerpadla zmysluplná, hlavne tam, kde je väčšia spotreba tepla aj v letnom období (napr. exteriérový bazén pri rodinnom dome alebo priemyselné teplo). Aké vysoké budú merné investičné náklady, bude do značnej miery závisieť aj do kvality projektu.



PRÍKLADY APLIKÁCIÍ SLNEČNÝCH KOLEKTOROV V NÍZKOENERGETICKÝCH A PASÍVNYCH DOMOCH V RAKÚSKU

Čo je to nízkoenergetický dom a čo je to energeticky pasívny dom?

Podľa množstva energie spotrebovanej na zabezpečovanie energetických potrieb na jeden rok sa v súčasnosti používajú tieto kategórie bytových domov:

Nízkoenergetický dom potrebuje ročne na vykurovanie na meter štvorcový úžitkovej plochy okolo 30 až 70 kWh energie. Pre porovnanie, dobre postavený moderný bežný dom má spotrebu dvojnásobnú až trojnásobnú.

Energeticky pasívny dom má potrebu energie na vykurovanie pod 15 kWh/m² za rok, ďalšie kritériá sa týkajú maximálnej tepelnej straty a celkovej spotreby primárnej energie (aj na prípravu teplej vody či prevádzku elektrospotrebičov). Za samozrejmosť sa považuje absencia klimatizácie - pasívny dom musí zabezpečiť letnej tepelnej pohody zvládnuť aj bez nej.

Nulový dom nepotrebuje pre svoju komfortnú prevádzku dodávku energie z bežných zdrojov. Má rôzne definície a jeden spoločný menovateľ: zatiaľ sa pohybuje len v rovine dosť nákladných experimentov. Pasívne či nulové domy sú pochopiteľne drahšie ako tie štandardné, ale pri vhodne zvolenej koncepcii nemusí ísť o veľmi vysoké sumy.

Energeticky pasívny dom zvyšuje kvalitu obytného prostredia pri minimálnej spotrebe energie. Vďaka teplým povrchom stien a okien a neustálemu prívodu čerstvého vzduchu máte v dome veľmi príjemný pocit a minimálne náklady na prevádzku.

Výnimočnosť pasívneho domu spočíva v detailoch:

- trojité zasklenie s dobre izolovanými rámami;
- výborná tepelná izolácia;
- odstránenie tepelných mostov v konštrukciách;
- vzduchotesnosť budovy;
- kontrolované vetranie so spätným získavaním tepla (tzv. rekuperácia tepla).

Energeticky pasívny dom sa navonok nijako nelíši od bežných domov. Je zdokonalením nízkoenergetického domu. V záujme vysokej kvality obytného prostredia kladie vyššie nároky nielen na projekčnú prípravu - najmä starostlivé vypracovanie konštrukčných detailov s odstránením tepelných mostov a netesností, ale aj na dôslednú odbornú realizáciu bez akýchkoľvek odchýlok od projektovej dokumentácie. Pretože sa teplo potrebné na vykurovanie v takomto dome získava pasívne (zo slnečného žiarenia dopadajúceho cez okná, z tepla vyžarovaného ľuďmi a domácimi spotrebičmi a z odvádzaného vzduchu), nazývame ho pasívnym. Na nevyhnutný prívod čerstvého vzduchu má v sebe zabudovaný systém núteného vetrania, ktorý vďaka rekuperátoru dokáže znížiť straty tepla vetraním takmer na nulu a zároveň regulovať množstvo prívádzaného vzduchu podľa potreby. Okrem najchladnejších dní v roku pasívne zisky celkom pokrývajú malé tepelné straty, v mrazivých dňoch stačí príviesť chýbajúce množstvo tepla ohriaty čerstvý vzduch. Pre porovnanie: na vykúrenie izby s plochou 20 m² počas studených oblačných dní stačí tepelný príkon 200 wattov, to znamená, že by takúto izbu vykúrili dve 100 W žiarovky.

Potreba tepla pre existujúce objekty sa pohybuje v rozpätí 200 - 300 kWh/m² za rok. Nové domy, zrealizované podľa súčasne platných noriem, majú spotrebu okolo 150 kWh/m² za rok. Pasívne domy dosahujú naproti tomu mernú spotrebu tepla 15 kWh/m². To zároveň znamená, že takýto dom nepotrebuje konvenčnú vykurovaciu sústavu - napr. plynový kotol s radiátormi alebo s podlahovým vykurovaním. Hodnotu 15 kWh/m² za rok definoval Dr. Wolfgang Feist, tvorca konceptu energeticky pasívneho domu a zakladateľ Passivhaus Institut Darmstadt. Vychádzal pritom z limitovaného množstva tepla, ktoré dokáže vzduch do vnútorných priestorov príviesť.

Vysvetlenia k výsledkom simulácie TSOL v príkladoch z Rakúska

Výsledky v nasledovných príkladoch z Rakúska vypočítané s použitím simulačného programu TSOL boli zistené matematickým modelovým výpočtom. Z dôvodu výkyvov počasia, spotreby a iných faktorov môžu byť skutočné výnosy odlišné. Pripojená schéma zariadenia nemôže nahradiť odborné projektovanie solárneho zariadenia.

Odborné pojmy potrebné pre lepšie pochopenie výsledkov:

Energia zo solárneho systému na prípravu teplej vody

Energia, ktorá sa odovzdáva z kolektorového okruhu do pohotovostného zásobníka.

Podiel solárneho pokrytia

Energia privedená do pohotovostného zásobníka zo solárneho systému delená súhrnom energie privedenej do zásobníka zo solárneho systému a z prikurovania. Znamená to, že solárny výnos sa znižuje aj všetkými stratami systému a zásobníka.

Spotreba energie na teplú vodu (= úžitková voda)

Je to energia, ktorá je potrebná, aby sa studená voda zohriala na menovitú teplotu teplej vody. Nezohľadňujú sa straty zásobníka alebo straty vznikajúce cirkuláciou pitnej vody.

Energia privedená z prídavného kúrenia

Je to energia privedená konvenčným prídavným kúrením.

Spotrebované palivo

Je to množstvo paliva (nafta, plyn, drevené pelety, elektrina, teplo z centrálneho zdroja), ktoré je potrebné, aby sa pohotovostný zásobník, prípadne pohotovostná časť zásobníka energie zohriala na menovitú teplotu. Prítom sa zohľadňujú straty zásobníka a koeficient využitia kotla.

Usporené palivo

Užitočná slnečná energia sa prepočíta príslušným koeficientom využitia prídavného kúrenia (vrátane strát vykurovacieho kotla závislých od jeho účinnosti, strát rozvodov a strát zásobníka) na ekvivalent primárnej energie. Z tohto dôvodu je táto hodnota vyššia ako energia dodaná solárnym systémom.

Kalkulačný program pre pasívne domy

Výpočty pre pasívne domy boli vykonané pomocou programového balíka projektovania pasívnych domov (Programm Passivhaus Projektierungs Paket - PHPP) inštitútom pre pasívne domy v Darmstadte. V programe PHPP sa vo výpočte tepelnej záťaže budovy v protiklade k ÖNORM B8135 okrem tepelných strát v adekvátnej miere zohľadňujú aj solárne a vnútorné zisky tepla. Vypracováva sa jednoduchá bilancia strát a ziskov tepla pre dva rôzne stavy počasia a to pre jeden veľmi chladný ale snežný zimný deň a pre jeden o málo teplejší, ale zamračený deň bez významnejšieho snežného žiarenia. Pre vyššie nároky na komfort možno do výpočtu zadať aj vyššiu teplotu vykurovaných priestorov ako 20°C (napr. 22°C). Program PHPP obsahuje okrem toho aj výpočtový nástroj, ktorým sa dá určiť, či sa v jednotlivých priestoroch môže vyskytnúť kritický stav záťaže kúrenia, keď je potrebné brať do úvahy dodatočný prísun tepla.

SOLÁRNE SYSTÉMY INŠTALOVANÉ V NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMOCH

Objekt Schmidt/Barth

V tomto nízkoenergetickom dome, ktorý je postavený systémom drevenej rámovej konštrukcie, boli použité ako izolačný materiál baly slamy a buničina (celulóza). Príprava teplej vody sa vykonáva zväčša prostredníctvom tepelného solárneho zariadenia, ktoré je namontované na južnej fasáde.

Objekt NEH Schmidt-Barth	
ZÁKLADNÉ ÚDAJE	
Štandardná potreba tepla	14,9 kWh/m ² ročne (podľa PHPP)
Tepelná záťaž podľa PHPP	8,2 W/m ² (podľa PHPP)
Obec	Perchtoldsdorf
BUDOVA	
Rok výstavby	2002
Typ objektu	Rodinný dom
Typ domu	Novostavba
Užitočná plocha	160,5 m ²
Opis budovy	Drevená rámová konštrukcia s pultovou strechou
Okná	Okná pasívneho domu
Systém vetrania	Maico-Aerex Výmenník tepla v zemi
VYKUROVANIE	
Vykurovací systém	Tepelné čerpadlo, tepelný slnečný kolektor, elektrická výhrevná tyč
Vykurovaná obytná plocha	160,5 m ²
Ročná spotreba paliva na prípravu teplej vody	3 060 kWh
Systém odovzdávania tepla	Privádzaný vzduch
SOLÁRNY SYSTÉM	
Využitie	Príprava teplej vody
Kolektorová plocha	8 m ²
Orientácia kolektorov	Juh
Miesto upevnenia	Fasáda
Sklon kolektorov	90°
Systém prípravy teplej vody	Zásobník teplej vody 500 litrov, elektrická výhrevná tyč
Spotreba:	
Osoby	4
Spotreba teplej vody	160 litrov/deň

VÝSLEDKY SIMULÁCIE

Ročná spotreba energie na prípravu teplej vody	2 562 kWh / rok
Energia zo solárneho systému na prípravu teplej vody	1 864 kWh / rok
Energia privedená z prídavného kúrenia na prípravu teplej vody	1 047 kWh / rok
Stupeň solárneho pokrytia prípravy teplej vody	64%
Ročná úspora paliva použitím solárneho zariadenia	Elektrický prúd: 1 962 kWh



Foto: Guschlbauer-Hronek

Nízkoenergetický dom Guschlbauer

Rodinný dom je postavený na rovnom pozemku bez zatienenia, solárna energia sa využíva pasívnym spôsobom vyhrievaním dvojposchodovej, od obytných priestorov oddeliteľnej zimnej záhrady. Dvojvrstvová stenová konštrukcia (konštrukcia z drevených rámov) je dobre izolovaná chumáčmi z buničiny.

Hodnoty prestupu tepla:

Vonkajšie steny: 0,16 W/(m²K)
 Pivničný strop: 0,20 W/(m²K)
 Strecha: 0,14 W/(m²K)



Foto: Guschlbauer-Hronek

Objekt - nízkoenergetický dom Guschlbauer

ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Štandardná potreba tepla	45,7 kWh/m ² ročne (podľa Vlb. Energiesp.)
Tepelná záťaž podľa PHPP	6,4 kW (podľa ON B8135), 34 W/m ²
Obec	Katzelsdorf, NÖ

BUDOVA

Rok výstavby	1996
Typ objektu	Rodinný dom
Typ domu	Novostavba
Užitočná plocha	150 m ²
Projektantka	Mag. Katharina Guschlbauer
Hrubá plocha podlaží	188 m ²
Konštrukcia	Drevená rámová konštrukcia
Opis budovy	Rodinný dom na rovnom pozemku bez zatienenia. Pasívne využitie solárnej energie pomocou zimnej záhrady, dobre izolovaná dvojvrstvá stenová konštrukcia (drevená rámová konštrukcia) izolovaná chumáčmi z buničiny
Typ okien – hodnota prestupu tepla	1,2 W/m ² . K drevené okná s dvojítm tesnením
Systém vetrania	Pripravený, ale nepoužívaný

VYKUROVANIE

Vykurovací systém	25 W
Vykurovaná obytná plocha	141 m ² bez zimnej záhrady
Ročná spotreba paliva na prípravu teplej vody	V lete = 0, v zime drevom, prevádzkované spoločne, preto nie sú známe presné údaje
Ročná spotreba paliva	Cca. 8.500 kWh/rok na prípravu teplej vody a vykurovanie; smrekové a borovicové kusové drevo
Systém odovzdávania tepla	Vykurovanie v stene, v kúpeľniach vykurovanie v podlahe, 35° VL / 30° RL

SOLÁRNY SYSTÉM

Typ kolektora	Samostatný kolektor, drevená rámová konštrukcia, pásový absorbér MTI
Využitie	Príprava teplej vody a vykurovanie miestností
Kolektorová plocha	Brutto plocha 40 m ²
Orientácia kolektorov	Juhozápad, 20° odchýlka od juhu
Miesto upevnenia	Strecha

Sklon kolektorov	47 °
Systém prípravy teplej vody	Solárna príprava teplej vody, vyše 300 l zásobník teplej vody s nepriamou akumuláciou z vyrovnávacieho zásobníka, možnosť elektrického doohrevu. Stupeň solárneho pokrytia v príprave teplej vody: 81%
Systém vykurovania a prípravy teplej vody	Vyrovňavací zásobník 4 000 l s vrstvom akumulovaním v nízkoprietokovej prevádzke („low-flow“)
Spotreba:	
Osoby	4
Zvláštnosti	Na teplú vodu sú pripojené práčka a umývačka riadu
Spotreba teplej vody	cca. 150 l/deň

VÝSLEDKY SIMULÁCIE

Ročná spotreba energie na prípravu teplej vody	2 236 kWh / rok
Ročná spotreba energie na vykurovanie	9 428 kWh / rok
Energia zo solárneho systému na prípravu teplej vody a vykurovanie	6 547 kWh / rok
Energia privedená z prídavného vykurovania na prípravu teplej vody	5 117 kWh / rok
Stupeň solárneho pokrytia v príprave teplej vody	81%
Stupeň solárneho pokrytia vo vykurovaní	47%

40 ks plochých kolektorov
Azimut: 20°; sklon: 47°

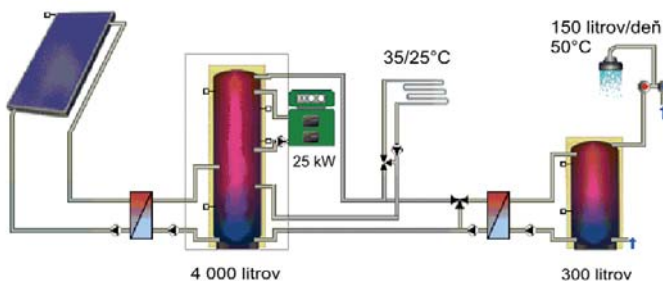
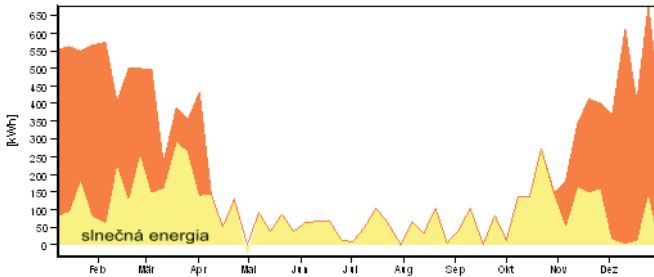


Schéma hydraulického zariadenia, T*_{SOL} (vlastný výpočet)



Podiel slnečnej energie na pokrytí spotreby energie, T*SOL (vlastný výpočet)



Foto: Guschlbauer-Hronek

Objekt Sonnleithner

Pre čo najlepšie umiestnenie do miestnej zástavby je budova orientovaná v súlade s existujúcim smerom ulice, čo znamená pootočenie od južnej osi o cca 18° smerom na západ. Z dôvodu svahovej polohy bol postavený suterén po celej dĺžke, na ktorom je situovaný vlastný pasívny dom, západne orientovaný prízemný vstupný priestor a prístrešok pre autá. Samotný pasívny dom je jednoduchý stavebný objekt v tvare kocky bez akýchkoľvek výstupkov a s pultovou strechou so sklonom 8°. Tvar budovy, ktorý je v tomto okolí úplne nový, má dokázať svoju prispôbitosť práve svojou jednoduchosťou a zreteľnosťou. Voľba drevenej fasády bola tiež určitou reminiscenciou na susedný dom z drevených blokov, po celé roky široko-ďaleko jediný drevený dom, ktorému sa tak dostalo, i keď neskoro, uznania za jeho priekopnícku úlohu.

Geografické a klimatické údaje

Nadmorská výška: 560 m nad morom
 Globálne žiarenie: 1 072 kWh/m²
 Poloha staveniska: na juhozápadnom okraji obce
 Gřöhl; južná svahová poloha.



Foto: Sonnleithner

Zvláštnosti

Bol vykonaný zvlášť starostlivý a cielený výber ekologicky a esteticky odskúšaných produktov. Rozhodujúcim východiskom pre túto technológiu stavania bola spotreba primárnej energie dreveného domu, znížená na štvrtinu v porovnaní s masívnou stavbou. Jednotlivé tlmiče hluku vetracieho zariadenia neboli vyplnené ako obvykle minerálnou vlnou, ale ľanom. V tomto dome boli prvýkrát v Rakúsku a pravdepodobne i vo svete použité rôzne ílové omietky. Komin, predpísaný podľa stavebného povolenia, pre skutočný pasívny dom pravdaže nepotrebný, bol vtiahnutý až do suterénu a tam sa môže používať na vykurovanie (prípojenie na jednotlivé kachle). Schodisko v pivnici ako aj komin sa nachádzajú mimo pasívneho domu.

Objekt - rodinný dom Sonnleithner	
ZÁKLADNÉ ÚDAJE	
Štandardná potreba tepla	15,3 kWh/m ² ročne (podľa PHPP)
Tepelná záťaž podľa PHPP	12,5 W/m ² (podľa PHPP)
Obec	Gföhl
BUDOVA	
Rok výstavby	2002
Typ objektu	Rodinný dom
Typ domu	Novostavba
Pomer A/V	0,34
Užitočná plocha	141,05 m ²
Projekt	Sonnleithner
Brutto plocha podlaží	191,17 m ²
Druh konštrukcie	Drevená konštrukcia
Opis budovy	Južný svah, kubická, pultová strecha so sklonom 8°
Typ okien, hodnota prechodu tepla	0,78 W/m ² K; g = 0,51
Vetrací systém	Kompaktný agregát, WR 80%, AEREX BW 210 s najmenším tepelným čerpadlom
VYKUROVANIE	
Ďalšie vykurovacie systémy	Tepelné čerpadlo, prúd
Vykurovaná obytná plocha	141,05 m ²
Systém prenosu tepla	Tepelné čerpadlo: prostredníctvom privádzaného vzduchu prípadne vykurovanie v stenách (vedenie vodou). Elektr. prúd: elektrický vyhrievateľné držiaky uterákov v kúpeľni, elektrická ohrevná plocha, solárny bojler.

SOLÁRNY SYSTÉM

Typ kolektora	Tecno Term Sunstrip
Využitie	Príprava teplej vody
Kolektorová plocha	8 m ²
Orientácia kolektorov	cca. o 18° pootočené na západ (pri pohľade z juhu)
Miesto uchytenia	Fasáda
Sklon kolektorov	Fasádne kolektory 90 °
Zásobník	Bivalentný zásobník na prípravu teplej vody 400 litrov; zariadenie umožňujúce vrstvomú akumuláciu, elektrická výhrevná tyč
Spotreba:	
Osoby	4 osoby
Spotreba teplej vody	160 litrov/deň

VÝSLEDKY SIMULÁCIE

Ročná spotreba energie na prípravu teplej vody	2 731 kWh / rok
Energia zo solárneho systému na prípravu teplej vody	1 724 kWh / rok
Energia privedená z prídavného kúrenia na prípravu teplej vody	1 100 kWh /rok
Stupeň solárneho pokrytia prípravy teplej vody	61%
Ročná úspora paliva vďaka použitiu solárneho zariadenia	Elektrický prúd: 1 814 kWh

Koncept zásobovania miestností teplom a prípravy teplej vody

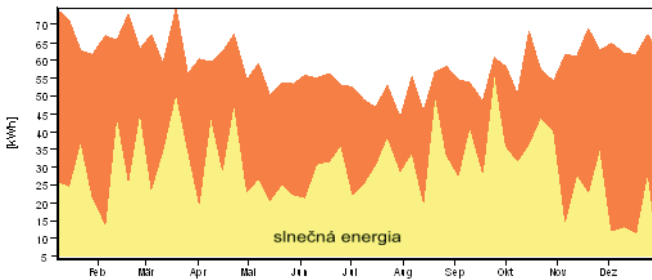
Nutná potreba zvyškového tepla pre pasívny dom sa pokrýva najmenším tepelným čerpadlom. Tepelná záťaž budovy je 1 787 W a môže sa úplne pokryť zariadením s výkonom 1 897 W. Tepelné čerpadlo, keď nie je práve využívané pre zohrievanie privádzaného vzduchu, preberá zväčša aj prípravu teplej vody, samozrejme len vtedy, keď nepostačuje do systému integrované solárne zariadenie počas pochmúrnych dní. Elektrická vykurovacia vložka zaskakuje len zriedkavo, keď sa spotrebuje viac teplej vody ako je k dispozícii a tepelné čerpadlo práve zohrieva privádzaný vzduch. Vďaka namontovanému dvojtarifovému meraču môžu byť náklady na spotrebu elektrického prúdu, ktoré sú beztak veľmi nízke, ďalej znížené (tarif na nočný prúd). V oboch kúpeľniach sú namontované elektricky vyhrievateľné držiaky na uteráky, ktoré teoreticky nie sú potrebné, ale v praxi veľmi dobre slúžia na sušenie častí odevov a na požadované krátkodobé zvýšenie teploty v kúpeľni. Oba tieto držiaky na uteráky môžu svojím výkonom, každý 900 Wattov, pokryť vyššie uvedenú celkovú tepelnú záťaž budovy. V obytnom priestore bolo pod omietkou v stene naprojektované vykurovanie cca 6 m², tzv. „teplý kút“, doteraz však ešte nebolo použité.

Opis solárneho zariadenia

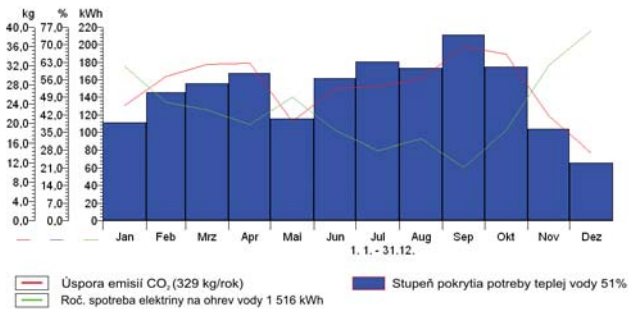
Do drevenej fasády z červeného smreku bolo integrovaných spolu 8 m² solárnych kolektorov. Použili sa kolektory s absorberom TecnoTerm „Sunstrip“. Nie posledným dôvodom preto bolo aj zníženie podielu medi (z estetických dôvodov). Ako pokrytie bolo použité sklo jednoduché solárne sklo.



T*SOL Schéma hydraulického zariadenia (vlastný výpočet)



Podiel slnečnej energie na pokrytí spotreby energie, T*SOL (vlastný výpočet)



Zobrazenie usporovaných emisií CO₂ (červená čiara), prídavného energetického zásobovania na prípravu teplej vody (zelená čiara) a stupňa pokrytia potreby teplej vody (modrá plocha) pre objekt Sonnleithner, T*SOL (vlastný výpočet)

SOLÁRNE SYSTÉMY INŠTALOVANÉ V PASÍVNYCH RODINNÝCH DOMOCH

Objekt Leither-Hejl



Objekt je smerom na juh orientovaný rodinný dom s pultovou strechou, veľkými presklennými plochami na juhu, so solárnymi kolektormi integrovanými do steny. V priestore suterénu sa nachádza obývacia jedáleň s južne orientovanou kuchyňou, predsieň, kúpeľňa, pracovná izba a komora orientovaná severne, na poschodí 2 detské izby smerom na juh, spálňa so skriňovým priestorom smerom na severozápad, veľká kúpeľňa so saunou na severozápad. Zádverie s prechodom do pivnice.

Foto: Holz & Solar

Ekologické aspekty

Na polievanie záhrady a prevádzku WC sa používa voda zo studne. Použité boli stavebné materiály neobsahujúce škodliviny.



Foto: Holz & Solar

Objekt - PH Leither-Hejl

ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Štandardná potreba tepla	9 kWh/m ² ročne (podľa PHPP)
Tepelná záťaž podľa PHPP	9 W/m ² (podľa PHPP)
Obec	Guntramsdorf

BUDOVA	
Rok výstavby	2001
Typ objektu	Rodinný dom
Typ stavby	Novostavba
Pomer A/V	0,66
Užitočná plocha	164 m ²
Projekcia	Holz & Solar
Brutto plocha podlaží	222 m ²
Konštrukcia	Drevená priečková konštrukcia
Opis budovy	orientovaná na juh, pultová strecha
Prestup tepla daného typu okien	0,8 W/m ² K g = 0,42 (okná z červeného smreku so 4 cm korkovým izolačným jadrom)
Vetrací systém	Aerex BW 160 plus s platňovým výmenníkom tepla a zohrievaním privádzaného vzduchu, dĺžka 48 m, klesajúci od 1 m na 2 m hĺbku z Polo eco plus
VYKUROVANIE	
Vykurovací systém	26 m ² fasádne kolektory
Vyhrievaná obytná plocha	164 m ²
Systém pre prenos tepla	Podlahové vykurovanie, stenové výhrevné plochy
SOLÁRNY SYSTÉM	
Typ kolektora	Fasádny kolektor v drevenom ráme
Kolektorová plocha	26 m ²
Orientácia kolektorov	Juh
Miesto upevnenia	Fasáda
Sklon kolektorov	90°
Vykurovací systém a systém na prípravu teplej vody	Vyrovnávací zásobník 2 500 litrov so zariadením pre vrstvovú akumuláciu, ako aj bojler 400 litrov
Osoby	3
Spotreba teplej vody	200 litrov/deň

VÝSLEDKY SIMULÁCIE

Ročná spotreba energie na prípravu teplej vody	3 320 kWh / rok
---	-----------------

Ročná spotreba energie na vykurovanie	966 kWh / rok
Energia zo solárneho systému na ohrev vody	3 310 kWh /rok
Energia privedená z kúrenia na prípravu teplej vody a vykurovanie	1 450 kWh / rok
Stupeň solárneho pokrytia ohrevu vody	78%
Celkový stupeň solárneho pokrytia	70%
Ročná úspora paliva vďaka solárnemu zariadeniu	Elektrický prúd – 3 500 kWh

Objekt Zimmel-Pieringer

Dvojposchodový rodinný dom je realizovaný ako drevená rámová konštrukcia s vzhadu vetranou plochou strechou, s pivničným stropom z drevených trámov. Vchod do pivnice je v nevykurovanom závetří. Prístup, parkovacie miesta a sklad sú pod spoločnou pultovou strechou. Balkón na južnej strane zatienuje zasklené plochy, slnečné kolektory sú integrované do parapetu.



Južný pohľad s integrovaným kolektorom



Foto: Atos Architekten (www.atos.at)

Objekt - Zimmer-Pieringer

ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Štandardná potreba tepla	14,1 kWh/m ² ročne (podľa PHPP)
Tepelná záťaž podľa PHPP	10 W/m ² (podľa PHPP)
Obec	St. Andrä/Wördern

BUDOVA

Rok výstavby	2004
Typ objektu	Rodinný dom
Typ stavby	Novostavba
Užitočná plocha	152 m ²
Projekt	Atos, Dr. Günter Wind (Haustechnik)
Konštrukcia	Drevená rámová konštrukcia
Opis budovy	2-podlažia, plochá strecha, balkón smerom na juh, (zatienu zasklenených plôch)
Prestup tepla daným typom okna	0,77 W/m ² K g = 52%
Vetrací systém	Aerex: tepelné čerpadlo pre vetranie, protiprúdový výmenník tepla

VYKUROVANIE

Vykurovací systém	Elektrický výkon 475 W, výmenník tepla v zemi, solárna príprava teplej vody, vzduchová pec na biomasu
Vykurovaná obytná plocha	152 m ²
Systém na odovzdávanie tepla	Privádzaný vzduch

SOLÁRNY SYSTÉM

Typ kolektora	Plochý kolektor so selektívnou povrchovou vrstvou (Riposol)
Využitie	Príprava teplej vody
Kolektorová plocha	8 m ²
Orientovanie kolektorov	Juh
Miesto upevnenia	Balkónový parapet
Sklon kolektorov	40°
Systém na prípravu teplej vody a vykurovanie	Zásobník tepelného čerpadla 200 litrov, solárny zásobník 300 litrov
Spotreba:	
Osoby	4
Spotreba teplej vody	160 litrov/deň

VÝSLEDKY SIMULÁCIE

Ročná spotreba energie	2 705 kWh / rok
Energia zo solárneho systému na prípravu teplej vody	2 207 kWh / rok
Energia privedená z prídavného kúrenia na prípravu teplej vody	951 kWh / rok
Stupeň solárneho pokrytia prípravy teplej vody	70%
Ročné úspory paliva vďaka solárnemu zariadeniu	Elektrina - 2 323 kWh

Z estetických dôvodov boli zvolené fasádne kolektory. Ak by sa v tomto prípade použili vzpery zo sklonom 40°, dosiahli by sa stupne solárneho pokrytia prípravy teplej vody nad 60%.

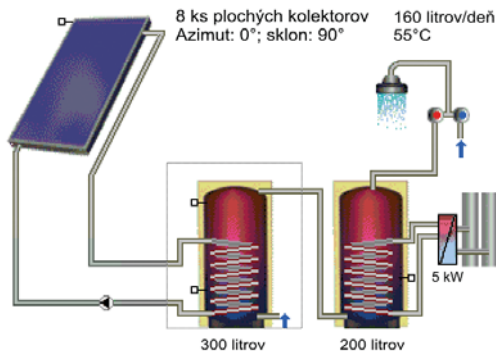
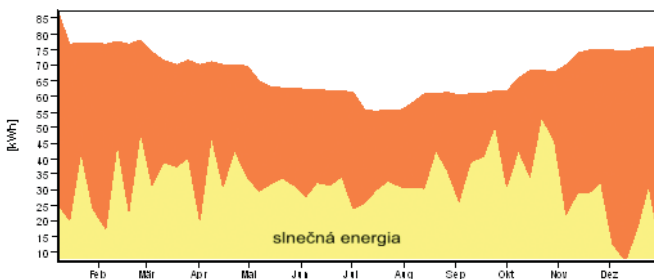
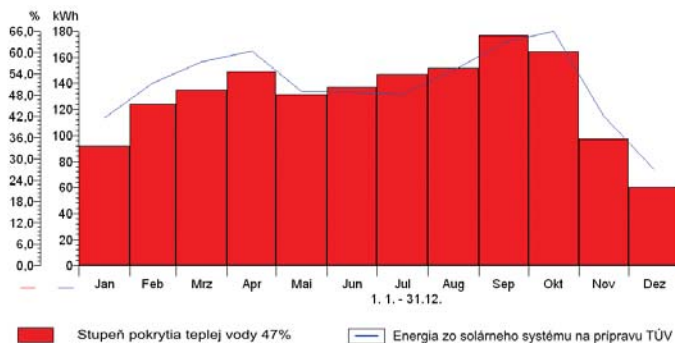


Schéma hydraulického zariadenia T*SOL (vlastný výpočet)



Podiel slnečnej energie na spotrebe energie, T*SOL (vlastný výpočet)



*Stupeň solárneho pokrytia prípravy teplej vody (červená plocha), energia zo solárneho systému na prípravu teplej vody (ročne - modrá čiara); T^*SOL (vlastný výpočet).*

Objekt Springer

Budova bola umiestnená do severovýchodného kúta pozemku, aby bol umožnený jednoduchý prístup a zabezpečené celoročné ožiarenie slnkom. Ide o vývojový prototyp stavby z hotových dielov so základnými princípmi - kompaktný stavebný objekt, južne orientovaná zóna s veľkorysým presklením obývacích miestností. Na severnej strane, oddelené stredovým múrom, sú umiestnené vedľajšie priestory a prístupové plochy. Prototyp má sedlovú strechu, do ktorej sú vstavané dve strešné okná ako do plochej strechy, vhodné pre pasívny dom. Dom má dve podlažia a je úplne podpivničený.



Foto: Springer

Objekt - Springer	
ZÁKLADNÉ ÚDAJE	
Štandardná potreba tepla	14,8 kWh/m ² ročne (podľa PHPP)
Tepelná záťaž podľa PHPP	12,1 W/m ² (podľa PHPP)
Obec	Horn
BUDOVA	
Rok výstavby	2000
Typ objektu	Rodinný dom
Typ stavby	Novostavba
Užitočná plocha	170 m ²
Projekt	Architekturbüro Treberspurg
Konštrukcia	Kombinovaná stavba
Opis budovy	Kompaktný stavebný objekt, sedlová strecha, veľkorysé presklenie
Hodnota prestupu tepla daného typu okna	0,82 W/m ² K; k tomu: okná ako do plochej strechy, konštrukcia: dvojité okná
Vetrací systém	Vetrací agregát Maico-AEREX: kontrolovaný prívod a odvod vzduchu s výmenníkom tepla v zemi
VYKUROVANIE	
Vykurovací systém	Kotol na spaľovanie peliet 5 kW, spätné získavanie tepla pomocou prihrievacieho registra, ktorý je napájaný z vyrovnávacieho zásobníka, tepelné solárne zariadenie
Vykurovaná obytná plocha	170 m ²
Systém na odovzdávanie tepla	Stenové výhrevné telesá pod omietkou, privádzaný vzduch
SOLÁRNY SYSTÉM	
Typ kolektora	Kolektor v streche v drevenej rámovej konštrukcii s vystuženými absorbérmi „Sunstrip“
Využitie	Príprava teplej vody a vykurovanie miestností
Kolektorová plocha	10 m ²
Orientovanie kolektorov	Juh
Miesto upevnenia	Strecha
Sklon kolektorov	25°
Systém pre vykurovanie a prípravu teplej vody	Zásobník teplej vody 250 litrov ako aj vyrovnávací zásobník 1 000 litrov
Spotreba:	
Osoby	4
Spotreba teplej vody	160 litrov/deň

VÝSLEDKY SIMULÁCIE

Ročná spotreba energie na prípravu teplej vody	2 682 kWh / rok
Ročná spotreba energie na vykurovanie	2 110 kWh / rok
Energia zo solárneho systému na prípravu teplej vody a vykurovanie	2 047 kWh / rok
Energia privádzaná z prídavného kúrenia na prípravu teplej vody a na vykurovanie	3 154 kWh / rok
Stupeň solárneho pokrytia prípravy teplej vody	64%
Celkový stupeň solárneho pokrytia	39%
Ročná úspora paliva vďaka solárnemu zariadeniu	560 kg peliet

10 ks plochých kolektorov
Azimut: 0°; sklon: 25°

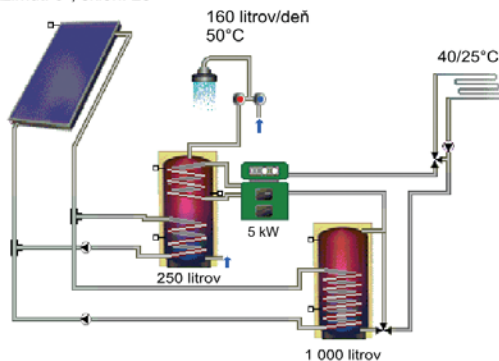
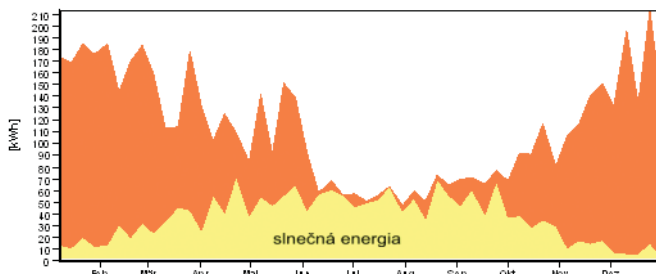
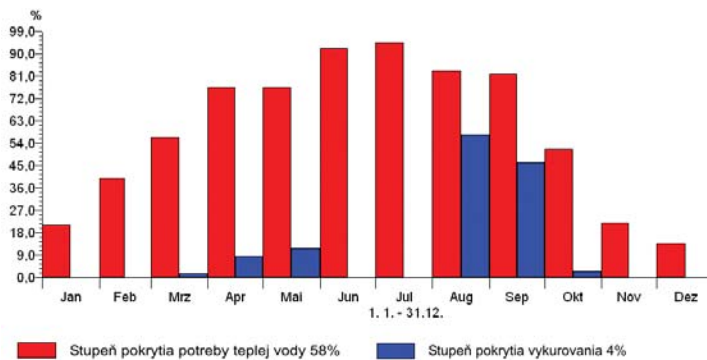


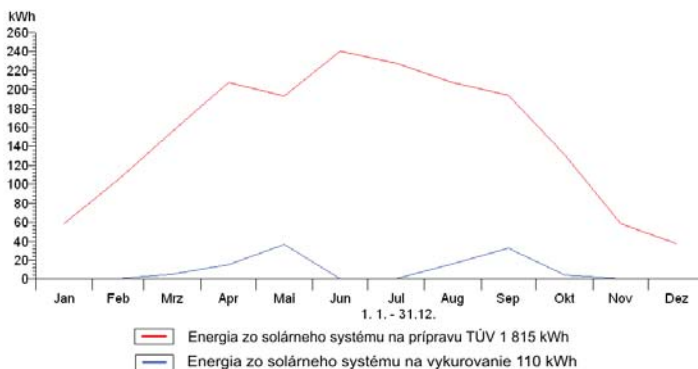
Schéma hydraulického zariadenia T*SOL (vlastný výpočet)



Podiel slnečnej energie na pokrytí spotrebovanej energie, T*SOL (vlastný výpočet)



Stupeň solárneho pokrytia prípravy teplej vody (červená plocha) a vykurovania (modrá plocha); T*SOL (vlastný výpočet)



Energia zo solárneho systému na prípravu teplej vody a vykurovanie; T*SOL (vlastný výpočet);

SOLÁRNY SYSTÉM INŠTALOVANÝ V NÍZKOENERGETICKEJ VEREJNEJ BUDOVE

Kostol svätého Františka

Stanovené ciele, výsledky, parametre budovy

Kostol je pozdĺžna novostavba v kvalite pasívneho domu. Napriek pomerne vysokému podielu vonkajších plôch a porovnateľne nižšiemu solárnemu výnosu energie (v lete priaznivejšiemu), bol vo výpočte podľa podpornej smernice OÖ dosiahnutý ukazovateľ vykurovacej energie $< 15 \text{ kWh/m}^2$, ktorý bol použitý v zadávacom projekte. Požiadavky „prísnejších“ smerníc pre pasívne domy neboli splnené len tam, kde by zmeny budovy z projektových a úžitkových dôvodov neboli zmysluplné (prebudovanie do kompaktniejšieho stavebného objektu, zrieknutie sa zastrešenej terasy, užitočnej predovšetkým pri vonkajšom využití), alebo kde by to bolo z hľadiska pohodlia spojené s nevýhodami počas prevádzky a spôsobilo by to súčasne vyššie náklady (napríklad trojité zasklenie okien s vyššími hodnotami g). Dobrý tepelný a vetrací komfort s kvalitou pasívneho domu bol dosiahnutý veľmi nízkymi hodnotami prestupu tepla cez steny, podlahy a stropy ($0,07$ až $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$), trojitým zasklením okien s tepelne optimalizovaným okrajovým spojením, kontrolovaným vetraním so spätným získavaním tepla prostredníctvom dôsledného konceptu nepriedušnosti a naprojektovanou kontrolou meraním. Upustilo sa od snahy dosiahnuť 15 kWh/m^2 ročne podľa smerníc pre pasívne domy. Okrem toho sa kúrením biomasou tak či onak uskutočňuje „neutrálna“ výroba tepla, takže z hľadiska emisií je projekt priaznivejší ako konvenčne vykurovaný pasívny dom. Celkovo bola pre celý projekt vypočítaná spotreba energie 31 kWh/m^2 pri jeho využívaní v zmysle zadávacieho projektu.



Kostol svätého Františka

Spolu s aktívnou podporou podlahového kúrenia je temperovanie kostola na 12°C až 15°C možné vďaka vysokej úrovni izolovania, slnečnému žiareniu, tesnému uzatváraniu izolačných posuvných okien na noc a počas dní bez slnečného žiarenia, ako aj vďaka teplu vyžarovanému osobami prítomnými v kostole. Takto bola pre zatiaľ najchladnejší mesiac január a pri temperovaní na $< 15^\circ\text{C}$ vypočítaná potreba tepla bez aktívneho solárneho vykurovania na 680 kWh/mesiac . Takéto teplo môže nazhromaždiť kolektorová plocha 40 m^2 . Primerane tomu potom spotreba energie v kostole predstavuje len prihrievanie privádzaného vzduchu a vykurovanie relatívne veľkého priestoru na želanú teplotu priestoru až do 22°C počas podujatí.

Najdôležitejšie parametre sa dajú zhrnúť nasledovne:

	Celý projekt	Kostol	Dlhá stavba celkom
Stacionárna tepelná záťaž	74,3 kW, 54,7 W/m ² (úžitková plocha)	-	-
Dynamická tepelná záťaž	48,3 kW, 35,6 W/m ² (úžitková plocha)	42,6 kW, 76,5 W/m ² (úžitková plocha)	27,4 kW 34,3 W/m ² (úžitková plocha)
Spotreba tepla v priestore	42,1 MWh/ročne	12,8 MWh/ročne	29,3 MWh/ročne
Ukazovateľ výhrevnej energie	31,0 kWh/m² ročne (úžitková plocha)	22,9 kWh/m² ročne (úžitková plocha)	36,6 kWh/m² ročne (úžitková plocha)
Max. teploty v priestore			
Leto pri normálnom priebežnom využívaní	-	30,5°C až 33°C	24,9°C až 30,8°C
Hodiny ročne > 28°C pri normálnom priebežnom využívaní	-	48 až 331 h/rok	0 až 50 h/rok

Koncept vykurovania a vetrania

Sála: automatické vetranie, zodpovedajúce využitiu, prostredníctvom výmenníka tepla v zemi + dokurovania, odvodu vzduchu bez spätného získavania tepla pomocou ventilátora odpadového vzduchu a klapiek v streche prípadne vo vstupnom priestore (foyer). Výmenník tepla bol zabudovaný počas výstavby (spojovacia šachta z ocelobetónu). Agregát privádzaného vzduchu 8 000 m³/hod: ventilátor, filter, skriňa pre tlmenie hluku. Ventilátory odpadového vzduchu 8000 m³/h alebo klapky – sála v streche (5000 m³/h) a vstupný priestor (3000 m³/hod = odpadový vzduch zo vstupného priestoru, kuchyne a WC/hygiena). Veľkopoľné vykurovanie sály v podlahe, podporované solárne.

Vstupný priestor, kaplnka a sakristia: vykurovanie v podlahe čiastočne solárne, spoluvetrané ventiláciou sály a cez prepúšťacie otvory. Regulačná technika pre vetranie, odvodu vzduchu klapky, cloniace zariadenia a vykurovanie.



Byt, byt pre hostí a kancelária: Vykurovanie vykurovacími telesami. Malé vetracie zariadenia s funkciou kúrenia, so sledovaním ventilácie a odsávania a spätným získaním tepla. Regulácia napríklad automaticky programovaná s možnosťou premodulovania tlačidlom. Umiestnenie v byte prípadne na prízemí.

Miestnosti pre mládež, priestory pre dôchodcov - novostavba: Vykurovanie vykurovacími telesami. Malé vetracie zariadenia s funkciou kúrenia, so sledovaním ventilácie a odsávania a spätným získavaním tepla zo suterénu. Regulácia tlačidlom „Vetranie“ prípadne „Vykurovanie“ s dobehom.

Chodbové plochy: Vykurovanie vykurovacími telesami, v podlahe zapustené konvektory alebo vykurovanie v podlahe. Odporúča sa prihrievanie pri nízkych teplotách, s aktívnou podporou solárneho vykurovania. Vetranie je zabezpečené oknami prípadne spoluvetraním prostredníctvom vetracieho systému. Odporúčané je automatické vetranie oknami / vetranie počas letných nocí pomocou čiastočného vybavenia okien motorom, regulované spolu s reguláciou cloniacieho zariadenia (ochrana proti slnečným lúčom).

Pôvodná budova, izby v pôvodnej budove: Vykurovanie - pokrytie základného zaťaženia prostredníctvom existujúceho vykurovania v podlahe so solárnou podporou, prípadne existujúcimi vyhrievacími telesami. Bola namontovaná kontrolovaná ventilácia / vetranie so spätným získavaním tepla s výhrevnou funkciou, inštalovaná v podstreší, dobre izolovaná. Regulovanie je pomocou tlačidla „Vetranie“ prípadne „Vykurovanie“ s dobohovým časom.

Výroba tepla a chladu: Výroba tepla je zabezpečená prostredníctvom vykurovacieho zariadenia so spaľovaním biomasy, voliteľná je prevádzka so spaľovaním peliet alebo štiepok. Ďalej je tu vyrovnávací zásobník na vykurovanie a teplú vodu, pre hlavné vykurovacie hospodárstvo prostredníctvom biomasy. Solárne zariadenie využíva cca 40 m² kolektorovej plochy na prípravu teplej vody pre obyvateľov budovy so 100% stupňom pokrytia v lete, prebytkové teplo v zime a v prechodnom období sa využíva predovšetkým na temperovanie sály prostredníctvom podlahového kúrenia.

Stenové a strešné nadstavby, zasklenia

Konštrukcie	Koef. prest. tepla [W/m ² .K]	Konštrukčná nadstavba
Strop najvyššieho podlažia, zrekonštruovaný (Strop/ terasa prízemie počítané rovnako)	0,13	Ľahký drevený strop s 20 cm integrovanou tepelnou izoláciou. Rekonštrukcia (vylepšenie) vnútri: vzduchotesná rovina/parotesná rovina s tesným pripojením na budovu/vonkajšie steny, 8 cm minerálna vlna v zavesenom strope s 5% podielom dreva, zrevidovaná izolácia stropu budovy (ochrana proti vlhkosti)
Vonkajšie steny pôvodnej budovy, prízemie a horné poschodie juhozápad, zrekonštruované	0,13	Budova (pôvodná): odzadu vetraná stena z ľahkej drevenej konštrukcie s 19 cm integrovanou tepelnou izoláciou; Plánované: tesné pripojenie vzduchotesnej roviny a suchá izolácia. Rekonštrukcia (vylepšenie): dodatočná 12 cm minerálna vlna medzi stojanmi zvonka. <i>Odporúčaná rekonštrukcia: vnútorná vzduchotesná plocha, kontrola a prípadná oprava pripojení/prienikov</i>

Vonkajšie steny pôvodnej budovy, poschodie severovýchod	0,21	Budova: odzadu vetraná stena z ľahkej drevenej konštrukcie s 19 cm integrovanou tepelnou izoláciou; plánované: tesné pripojenie vzduchotesnej roviny a suchá izolácia. Rekonštrukcia: vysunuté, odzadu vetrané debnenie. <i>Odporúčaná rekonštrukcia: vnútorná vzduchotesná plocha, kontrola a prípadná oprava</i>
Podlaha pôvodnej budovy, nerekonštruovaná, vystavená vonkajšiemu vzduchu	0,21	Teplá dlážka s 2 cm parketami na ľahkej drevenej konštrukcii, celkovo 21 cm tepelnej izolácie (taktiež tlmenie zvuku krokov) s konštrukčne zabezpečeným tepelnými mostami z drevenej konštrukcie. <i>Odporúčaná rekonštrukcia: vzduchotesné uzatvorenie podlahy v bočnom smere voči vonkajšiemu vzduchu.</i>

Cloniace zariadenie, automatický uzatvárateľný okná/príklopy

Sála – presklenie strechy: automaticky regulovateľné posúvateľné prvky vnútri, tesne priliehajúce, účinne zrkadliace smerom von, celková hodnota prestupu tepla vrátane podielu rámu 1,0 W/m² K. V medzipriestore medzi posuvnými okenicami a presklenenou fasádou je umiestnená účinná, smerom von odvetrávaná prepážka, automaticky regulovaná. Samostatne regulované, automaticky otvárateľné strešné príklopy (tepelné odvetrávanie priestoru medzi posuvnými prvkami a strešným zasklením), klapky na prívode vzduchu od výmenníka tepla v zemi (tepelné odvetrávanie priestoru medzi posuvnými prvkami a strešným zasklením), klapky na odsávaní vzduchu alebo odvetrávacie zariadenie pre ventiláciu sály.

Sakristia, kaplnka: Vonku umiestnená, automaticky regulovateľná ochrana proti slnečnému žiareniu, emisia solárneho žiarenia maximálne cca. 10%, prenos svetla podobne ako pri emisiách solárneho žiarenia (10 – 15%), „svetlé“ materiály. Vzadu dobre odvetraná, minimálne 12 cm vzdialenosť od fasády.

Foyer: Bez pohyblivej ochrany proti slnečnému žiareniu, automaticky regulovateľné vetranie a nočné prevetrávanie s použitím okenných príkloпов (vrchné svetlo).

Chodby pozdĺžnej stavby juhozápad: Bez pohyblivej ochrany proti slnečnému žiareniu, dostatočné konštrukčné zatienenie od juhozápadu – bočným prístreškom prípadne stromovým porastom v teréne smerom ku športovisku.

Pozdĺžna stavba severovýchod: Bez pohyblivej ochrany proti slnečnému žiareniu, dostatočné zatienenie stromami na severovýchodnej strane.

Pozdĺžna stavba juhozápad: Automaticky regulovaná, vysoko účinná ochrana proti slnečnému žiareniu, umiestnená vonku (účinnosť vylepšená aj rekonštrukciou pôvodnej budovy). Podrobnosti o zvolených produktoch a konštrukcii je potrebné si overiť.



Objekt - Sv. František – drevená stavba
s kvalitou pasívneho domu

ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Štandardná potreba tepla	31 kWh/m ² ročne (podľa PHPP)
Tepelná záťaž podľa PHPP	35,6 W/m ² (podľa PHPP)
Obec	Wels

BUDOVA

Rok výstavby	2004
Typ objektu	Verejná budova
Typ stavby	Novostavba
Užitočná plocha	1 400 m ²
Projekt	Lugner Maul
Konštrukcia	Drevená konštrukcia
Opis budovy	Temperovanie > 15 °C priestoru kostola pasívnymi a aktívnymi solárnymi ziskami prostredníctvom sklenej strechy a solárneho zariadenia, do fasády integrovaná fotovoltaika
Typ okien	3-tabuľové zasklenie s vyššou hodnotou g (1 W/m ² K pre strešné zasklenie)
Vetrací systém	Zariadenie využívajúce ťah vzduchu s výmenníkom tepla pre sálu, kontrolovaná ventilácia so spätným získavaním tepla

VYKUROVANIE

Vykurovací systém	Výmenník tepla v zemi, zariadenie na spaľovanie biomasy (voliteľne pelety alebo drevené štiepky)
Systém na odovzdávanie tepla	Prívod vzduchu, podlahové vykurovanie v sále; vyhrievacie telesá v byte; do podlahy zapustené kolektory

SOLÁRNY SYSTÉM

Typ kolektora	Kolektor MEA
Využitie	Príprava teplej vody
Kolektorová plocha	40 m ²
Orientácia kolektorov	45° odklonené od južného smeru
Sklon kolektorov	50 °

VÝSLEDKY SIMULÁCIE

Globálne žiarenie	1 064,9 kWh/m ² ročne
Výnos kolektora	412,7 kWh/m ² ročne
Výnos zariadenia	371 kWh/m ² ročne
Príprava teplej vody	7 750 litrov / mesiac
Solárny výnos	12 629 kWh ročne
Príhrievanie	9 626,7 kWh ročne
Solárne pokrytie	Faktor 4,3

Prebytočné teplo sa v zime a v prechodnom období využíva pre temperovanie sály prostredníctvom podlahového vykurovania.

