



EIE-06-085 SOLPOOL

Intelligent Energy  Europe

# Solární energie pro venkovní plavecké bazény

## SOLPOOL

**Kontrola proveditelnosti pro venkovní plavecké bazény**

### **Autor / Kontakt**

Bronislav Bechník  
Czech RE Agency, o. p. s.  
Televizní 2618  
756 61 Rožnov pod Radhoštěm

[www.solpool.info](http://www.solpool.info)  
[info@czrea.org](mailto:info@czrea.org)

červenec 2008

Projekt SOLPOOL je spolufinancován Evropskou komisí v rámci programu ALTENER  
Výhradní zodpovědnost za obsah této publikace nese Czech RE Agency, o.p.s.  
Uvedené informace nemusí bezpodmínečně reprezentovat názory Evropských společenství.  
Evropská komise nepřebírá žádnou zodpovědnost za jakékoli užití informací tam uvedených.



## 1 Úvod

Ohřev venkovních plaveckých bazénů patří mezi nejvhodnější aplikace solárních termálních systémů. Výhody a přínosy využití solárních systémů pro ohřev vody v plaveckých bazénech jsou zřejmé. Přesto vlastníci a provozovatelé potřebují nějaké vodítko pro rozhodování o případných investicích. Vhodný nástroj by měl být jednoduchý z hlediska ovládání a pokud možno nezávislý na obchodních zájmech.

Dimenzování solárního systému pro ohřev vody ve venkovních plaveckých bazénech je jedním z nejdůležitějších úkolů z pohledu rozhodování o investicích, rozhoduje totiž jak o investičních nákladech, tak o budoucích úsporách energie. V rámci projektu SOLPOOL byl k tomuto účelu vyvinut program Impac Advisor.

## 2 Pět kroků pro výběr optimálního solárního systému

### 2.1 První krok – sběr základních informací

V rámci projektu SOLPOOL bylo vytvořeno několik informačních materiálů. Brožury poskytují základní informace o technických zařízeních, dimenzování, montáži, nákladech a výhodách solárních systémů. Informační přehledy s ukázkami dobré praxe nabízejí možnost kontaktovat vlastníky/provozovatele plaveckých bazénů a získat zkušenosti z provozu. A nakonec je zde poradenství vytvořené pro poskytování dalších informací všem registrovaným zájemcům <http://www.solpool.info/2004.0.html>. Veškeré informace z brožur a seminářů jsou k dispozici ke stažení na webových stránkách projektu (odborné informace: <http://www.solpool.info/2006.0.html>, vybrané prezentace z odborných seminářů: <http://www.solpool.info/2392.0.html>, brožura: <http://www.solpool.info/2459.0.html>).

### 2.2 Druhý krok – použití kontrolního seznamu

Pro získání konkrétnější představy můžete použít kontrolní seznam na konci tohoto souboru, viz příloha. Základní parametry slouží nejen ke získání představy o energetické spotřebě bazénu, ale budou později použity jako vstupní data pro Impact Advisor. Tento výpočetní nástroj navrhne potřebnou plochu solárních kolektorů pro požadovanou teplotu vody a vypočítá úspory energie a redukci emisí CO<sub>2</sub>.



### 2.3 Třetí krok – výpočet s programem Impact Advisor

Impact Advisor je nezávislý rozhodovací nástroj pro aplikaci solárního ohřevu venkovních bazénů. Nabízí vlastníkům/provozovatelům, ale stejně tak i instalačním firmám, základní informace pro přípravu a realizaci projektu. Na základě výsledků výpočtů v Impact Advisoru můžete rozhodnout, jestli investice do solárního systému má smysl nebo ne. Parametry investiční náklady a doba návratnosti poskytují jasné informace o nejdůležitějších ekonomických souvislostech. Detailní popis programu Impact Advisor je uveden v příloze.

Impact Advisor je k dispozici ke stažení na <http://www.solpool.info/2104.0.html>

### 2.4 Čtvrtý krok – vyžádání nabídky

Na základě výsledků programu Impact Advisor může vlastník/provozovatel plaveckého bazénu požádat o nabídku vybrané firmy se zkušenostmi s návrhem a instalací solárních termálních systémů pro venkovní bazény. K tomuto účelu může být využita databáze projektu SOLPOOL na <http://www.solpool.info/2330.0.html>.

### 2.5 Pátý krok - rozhodnutí

Po porovnání nabídek solárních firem může vlastník/provozovatel využít služeb poradenství projektu SOLPOOL (viz první bod), aby získal posudek z nezávislého zdroje. Tento postup povede k výběru konkrétního technického řešení. Následně mohou být prověřeny možnosti dotací, viz <http://www.solpool.info/2472.0.html>. Na závěr provozovatel rozhodne o případné instalaci solárního systému.

### 2.6 Kontrolní list pro venkovní plavecké bazény

Kontrolní list uvedený v příloze 1 tohoto dokumentu lze využít ke sběru základních dat, která mohou později posloužit jako vstupní data pro Impact Advisor. Tento nástroj založený na tabulkovém procesoru Excel vypočítá potřebnou plochu kolektorů pro požadovanou teplotu bazénové vody a dále energetické úspory a snížení produkce CO<sub>2</sub>.



## 3 Impact Advisor

### 3.1 Úvod

Impact Advisor je neutrální rozhodovací nástroj pro aplikaci solárního vytápění venkovních plaveckých bazénů. Poskytuje vlastníkům a uživatelům bazénů základní informace pro přípravu realizace projektu. Impact Advisor mohou použít i instalační firmy při jednání s potenciálním investorem.

### 3.2 Vstupní a výstupní parametry

Vstupní parametry výpočtu jsou:

- Lokalita
- Spotřeba energie za provozní sezónu
- Finanční náklady na energii za provozní sezónu
- Požadovaná střední teplota vody

Výstupní parametry jsou:

- Potřebná plocha kolektorů
- Předpokládané investiční náklady
- Očekávané úspory energie
- Doba návratnosti

Detailní popis práce s programem Impact Advisor včetně předpokladů výpočtu je uveden v příloze 2. Program je možno stáhnout zdarma na webových stránkách projektu SOLPOOL, viz <http://www.solpool.info/2104.0.html>.

#### Doporučení:

Z porovnání různých typů kolektorů vyplývá, že ve většině případů bude nezasklený absorber nejlepší volbou z hlediska finančních nákladů. Pouze v případě, že není k dispozici dostatečná plocha nebo to vyžadují jiné okolnosti, může být výhodnější použití plochých zasklených kolektorů. Důležitým parametrem je proto velikost plochy střešních konstrukcí uvažovaných pro instalaci kolektorů. Detaily instalace vybraných typů solárních systémů naleznete v brožuře: „Dodatek pro montážní firmy“.

#### Důležitá poznámka:

Impact Advisor nabízí možnost získat snadno a rychle předběžný odhad. V žádném případě nenahrazuje návrh a výpočty prováděné odbornými specialisty. Podmínky v konkrétním místě instalace se mohou výrazně lišit od předpokladů, z nichž Impact Advisor vychází. V takovém případě mohou být doporučení chybná.



## Příloha 1: Kontrolní list

Název bazénu \_\_\_\_\_

Vlastník: Příjmení, Jméno \_\_\_\_\_

PSČ, Město \_\_\_\_\_

Ulice a číslo \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

Fax \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Webové stránky \_\_\_\_\_

Provozní sezóna začíná \_\_\_\_\_

a končí \_\_\_\_\_

Mimo provoz v létě \_\_\_\_\_

### Údaje o bazénu

Počet bazénů \_\_\_\_\_

#### Bazén 1

Délka bazénu \_\_\_\_\_

m

Šířka bazénu \_\_\_\_\_

m

Požadovaná střední teplota \_\_\_\_\_

#### Bazén 2

Délka bazénu \_\_\_\_\_

m

Šířka bazénu \_\_\_\_\_

m

Požadovaná střední teplota \_\_\_\_\_

#### Bazén 3

Délka bazénu \_\_\_\_\_

m

Šířka bazénu \_\_\_\_\_

m

Požadovaná střední teplota \_\_\_\_\_

#### Budova 1

Využitelná plocha střechy \_\_\_\_\_

#### Budova 2

Využitelná plocha střechy \_\_\_\_\_



### Údaje o systému ohřevu

Bez ohřevu

### Systém ohřevu

Elektrína

LPG

Zemní plyn

Tepelné čerpadlo  
voda

Tepelné čerpadlo  
vzduch

Tepelné čerpadlo  
zemina

Topný olej

Solární kolektory

Centrální vytápění

### Energy consumption

Roční průměrná spotřeba paliva \_\_\_\_\_ kWh/m<sup>3</sup>/lahví/litrů

Roční náklady na energii \_\_\_\_\_ Kč/rok

### Poznámky

---

---

---



## **Příloha 2: Impact Advisor Manual**

### **1 Úvod**

Základním předpokladem výpočtů v programu Impact Advisor je, že mezi požadovanou teplotou bazénové vody a poměrem plochy kolektorů k ploše bazénu existuje kvazilineární závislost. Tato závislost je charakteristická pro každý region. Kromě toho lze pozorovat mírnou závislost na velikosti bazénu.

#### **1.1 Další použité předpoklady:**

- Začátek a konec provozní sezóny je ohraničen především teplotou vzduchu. Na základě zkušenosti byla zvolena jako rozhodující teplota 20 °C. Simulovány jsou ty měsíce, v nichž je tato teplota převážně dosažena.
- Pro středomořské státy (Španělsko, Itálie, Řecko) je vzhledem k vysokým letním teplotám limitována teplota vody na 28 °C
- Solární systém pro ohřev venkovního bazénu je provozován jako monovalentní, tj. bez dodatečného ohřevu fosilními palivy.

#### **1.2 Důležité upozornění:**

Střední teplota bazénové vody je cílová hodnota a základní parametr tohoto nástroje. Je třeba zdůraznit, že tato teplota není garantována. Skutečná teplota vody v bazénu se od uvedené hodnoty může výrazně lišit v závislosti na denním příkonu slunečního záření a teplotě vzduchu.



### 1.3 Analýza vybraných lokalit

Na základě počítačových simulací pomocí programu T\*SOL, verze Expert 4.2, byly analyzovány následující vztahy pro lokality uvedené v tabulce:

Lokality		
Brno	malé bazény (plocha hladiny < 100 m <sup>2</sup> ) výpočet pro 50m <sup>2</sup> bazén	Závislost střední teploty vody na poměru plochy nezaskleného absorberu k ploše hladiny pro $t_0$ a $t_1$
		Závislost střední teploty vody na poměru plochy zaskleného kolektoru k ploše hladiny pro $t_0$ a $t_{0,5}$
		Závislost zisku energie na střední teplotě vody při poměru ploch 1,0 pro nezasklený absorber
Praha	malé bazény (plocha hladiny < 100 m <sup>2</sup> ) výpočet pro 50m <sup>2</sup> bazén	Závislost zisku energie na střední teplotě vody při poměru ploch 0,5 pro zasklený kolektor
		Závislost střední teploty vody na poměru plochy nezaskleného absorberu k ploše hladiny pro $t_0$ a $t_1$
Plzeň	střední bazény (plocha hladiny 100 – 500 m <sup>2</sup> ) výpočet pro 300 m <sup>2</sup> bazén	Závislost střední teploty vody na poměru plochy zaskleného kolektoru k ploše hladiny pro $t_0$ a $t_{0,5}$
		Závislost zisku energie na střední teplotě vody při poměru ploch 1,0 pro nezasklený absorber
		Závislost zisku energie na střední teplotě vody při poměru ploch 0,5 pro zasklený kolektor
Temelín	Large pools (plocha hladiny > 500 m <sup>2</sup> ) výpočet pro 1.300 m <sup>2</sup> bazén	Závislost střední teploty vody na poměru plochy nezaskleného absorberu k ploše hladiny pro $t_0$ a $t_1$
		Závislost střední teploty vody na poměru plochy zaskleného kolektoru k ploše hladiny pro $t_0$ a $t_{0,5}$
		Závislost zisku energie na střední teplotě vody při poměru ploch 1,0 pro nezasklený absorber
		Závislost zisku energie na střední teplotě vody při poměru ploch 0,5 pro zasklený kolektor

$t_0$  je střední teplota vody v bazénu určená bez solárního ohřevu

$t_{0,5}$  je střední teplota vody v bazénu určená pro poměr plochy zaskleného kolektoru k ploše hladiny bazénu 0,5

$t_{1,0}$  je střední teplota vody v bazénu určená pro poměr plochy nezaskleného absorberu k ploše hladiny bazénu 1,0

Všechny výpočty byly provedeny pro následující okrajové podmínky:

1. tvar bazénu: obdélník
2. střední hloubka vody: 2 m
3. barva stěn bazénu: světle modrá
4. částečná ochrana proti větru
5. bez zakrytí hladiny
6. provozní sezóna: v závislosti na lokalitě
7. začátek provozu: 10 dní před začátkem provozní sezóny
8. počet návštěvníků: 1 plavec na 10 m<sup>2</sup> plochy hladiny bazénu
9. denní potřeba čerstvé vody je počítána programem
10. bez dodatečného ohřevu
11. sklon plochy absorberů: 0°
12. sklon plochy zasklených kolektorů: 30°, orientace k jihu

Tyto předpoklady představují reálné podmínky. Analýza citlivosti ukázala, že odchylky od uvedených podmínek mají poměrně malý vliv na výsledek ve srovnání s nejdůležitějšími parametry, což jsou: **lokality, velikost bazénu, požadovaná teplota vody a typ kolektoru.**



## 2 Vstupní parametry

### 2.1 První krok

Na začátku zvolíte jazyk:

- čeština
- angličtina
- francouzština
- němčina
- řečtina
- maďarština
- slovinština
- italština

### 2.2 Druhý krok

Následně můžete vložit identifikační údaje vlastníka bazénu do odpovídajících políček formuláře:

- Příjmení
- Jméno
- Ulice
- PSČ, Město

SOLPOOL - IMPACT ADVISOR	
Select Language	English <input type="button" value="v"/> Language English
<b>Legend</b>	
=	Input cell
=	Output cell
<b>Owner/operator of the pool</b>	
Name	Walter
First name	Fritz
Street	Betzenberg
Postal code, city	67655 Kaiserslautern

### 2.3 Třetí krok – základní data

Nyní jsou požadována základní data. Nejdříve uveďte, jestli se jedná o nový nebo existující bazén. Je-li plánován nový bazén, bude spotřeba energie vypočtena na základě plánované plochy hladiny bazénu a požadované střední teploty vody v sezóně. Tato potřeba energie je totožná s produkcí energie optimálně navrženého solárního systému.

Vyberete-li volbu existující bazén, můžete následně do odpovídajících polí formuláře vyplnit hodnoty „Spotřeba energie“ a „Náklady na energii“.

**Basic data**

Existing/New Pool	Existing pool		
Pool size	Small		
Approx. Pool surface	< 100 m <sup>2</sup>		
Heating system	Electric		
Global radiation reference to city	D - Hamburg - 947 kWh/m <sup>2</sup> a		
Annual irradiation	947 kWh/m <sup>2</sup> a		
Mean outside temperature	9,2 °C		
Mean seasonal water temperature without addition of energy	17,68 °C		
Pool surface	m <sup>2</sup>		
Mean seasonal water temperature with solar energy	20,00 °C		
Energy consumption	kWh/a	Energy demand	MWh/a
Energy costs	€/a	Energy price	€/kWh
Energy price	€/kWh	Energy costs	€/a

Protože vztahy a náklady na solární systém pro venkovní bazény závisí na velikosti bazénu, byly vybrány tři kategorie:

- malé bazény, plocha hladiny < 100 m<sup>2</sup>
- střední bazény, plocha hladiny 100 – 500 m<sup>2</sup> a
- velké bazény, plocha hladiny > 500 m<sup>2</sup>

Přestože všechny kalkulace byly provedeny bez dodatečného ohřevu, je možno vyhodnotit redukcí emisí CO<sub>2</sub>. Emise mohou být vyhodnoceny poté, co zvolíte alternativní zdroj energie:

- Elektřina
- Tepelné čerpadlo vzduch-voda, země-voda nebo voda-voda
- Propan-butan (LPG)
- Zemní plyn
- Topný olej
- Solární ohřev
- Dřevo

Následující krok je výběr lokality. K tomu lze využít mapy globálního záření, na které je třeba zvolit barvu odpovídající umístění bazénu. Impact Advisor automaticky přiřadí referenční lokalitu z vnitřní databáze. V odpovídajících polích formuláře se zobrazí „Roční sluneční záření“ a „Průměrná vnější teplota“ referenční lokality. Hodnota uvedená v poli „Střední teplota vody v sezóně bez dodatečného ohřevu“ odpovídá teplotě dosažené pouze slunečním zářením dopadajícím na hladinu bazénu bez dodatečného ohřevu pomocí technických zařízení. Jedná se o důležitý údaj, aby nedocházelo k nerealistické volbě požadované teploty vody. Vhodně dimenzovaný solární systém může zvýšit teplotu vody nejvýše o 3 až 4 °C.

Následně je třeba zadat plochu hladiny bazénu ve čtverečních metrech a požadovanou teplotu vody. Jsou-li (u stávajícího bazénu) údaje k dispozici, je možno zadat i spotřebu energie a náklady na energii. Následně bude vypočtena cena energie, nebo u nového bazénu budou vypočteny náklady na energii.



## 2.4 Čtvrtý krok - výsledky

Po zadání základních parametrů lze vybrat typ kolektorů:

- nezasklený absorber
- plochý zasklený kolektor

Základní charakteristiky uvedených typů jsou následující:

	Unglazed absorber	Flat plate collector
<b>Optická účinnost/ konverzní faktor</b>	85 %	80 %
<b>Lineární součinitel tepelných ztrát</b>	20 W/m <sup>2</sup> K	3,8 W/m <sup>2</sup> K
<b>Kvadratický součinitel tepelných ztrát</b>	0,1 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>	0,03 W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>

U plochých zasklených kolektorů je uvažován selektivní povrch absorberu.

Po zadání posledního vstupního údaje budou zobrazeny výsledky s následujícími hodnotami:

### - Poměr plochy absorberu k ploše hladiny bazénu

Hodnota je rovna 1,0 v případě, že plocha kolektorů je rovna ploše hladiny. Pro většinu klimatických oblastí je optimální hodnota v rozmezí 0,8 až 1,0 v případě instalace nezasklených absorberů.

### - Plocha absorberu

Na základě vypočteného poměru a dané plochy hladiny bazénu je vypočtena potřebná plocha absorberů/kolektorů. Je-li vypočtená plocha větší než plocha použitelná pro nezasklené absorbery, je možno použít ploché kolektory.

### - Specific solar yield

Měrný solární zisk ( kWh/m<sup>2</sup> za sezónu) je vypočten na základě výsledků programu T\*SOL. Hodnota závisí na množství slunečního záření, typu kolektoru, velikosti bazénu, požadované teplotě vody v bazénu a délce provozní sezóny bazénu.

### - Energetický zisk

Energetický zisk (úspora energie) je násobkem plochy absorberu/kolektoru a měrného solárního zisku. Je-li srovnáván solární systém s konvenčním ohřevem, je vzata v úvahu účinnost konvenčního zdroje tepla.

### - Finanční úspora

Vynásobením energetického zisku zadanou (u nového bazénu) nebo vypočtenou (u stávajícího bazénu) cenou energie je vyhodnocena finanční úspora v €/sezónu. Znalost ceny uspořené energie umožňuje vlastníkům/provozovatelům bazénů vyhodnotit finanční úspory z případné investice do solárního ohřevu.

### - Měrné náklady na systém

Jedná se o údaj z databáze v závislosti na ploše bazénu a typu kolektoru. Měrné náklady na systém zahrnují všechny komponenty systému včetně montáže. Jedná se o čisté náklady. Nejsou uvažovány žádné granty a dotace.

**- Investiční náklady**

Investiční náklady jsou násobkem plochy absorberu/kolektoru v metrech čtverečních a měrných nákladů na systém.

**- Provozní náklady**

Solární systém potřebuje elektřinu k pohonu čerpadel a další náklady na údržbu a opravy. Provozní náklady byly odhadnuty na základě zkušeností na 1 % z investičních nákladů.

**- Doba návratnosti**

Amortizace nebo doba návratnosti je vypočítána jako součet investičních nákladů a provozních nákladů za 20 let dělený roční finanční úsporou. Pro výrazně levnější nezsklené absorbery lze očekávat návratnost několik let. Vzhledem k vyšší investiční náročnosti je návratnost systému s plochými zasklenými kolektory významně delší.

**- Měrné emise**

Podle zvoleného systému konvenčního ohřevu vody je z databáze vybrána odpovídající hodnota měrných emisí v g/kWh.

**- Snížení emisí CO<sub>2</sub>**

Snížení emisí CO<sub>2</sub> je vypočteno na základě energetického zisku a měrných emisí

**Results**

Type of collector	Un glazed collector
Ration absorber area to pool surface area	1,03
Absorber area	92,64 m <sup>2</sup>
Specific solar yield	214,82 kWh/m <sup>2</sup> a
Saving Energy amount	19.900,59 kWh/a
Saving energy costs	4.378,13 €/a
Specific system costs	115,00 €/m <sup>2</sup>
Investment costs	10.653,42 €
Operating costs	2.130,68 €/20a
Pay back time	2,92 a
Emission value	647,00 g/kWh
Saving CO2 Emission	12.875,68 kg/a

**Důležitá poznámka**

Impact Advisor nabízí možnost získat rychle a snadno předběžný odhad. Nejedná se o náhradu odborného výpočtu provedeného inženýrem projektantem. Pokud se konkrétní provozní podmínky výrazně odlišují od přijatých předpokladů, může použití tohoto nástroje vést k chybným výsledkům.

Výpočet ekonomiky investice vychází z předpokladu stálých cen energií. Růst cen energií může dobu návratnosti výrazně zkrátit. Uvedené měrné investiční náklady nezahrnují dotace a jiné způsoby podpory investic, které je třeba vzít při konečném rozhodování v úvahu (v ČR lze například získat dotace pouze na systémy pro celoroční provoz, této podmínce nevyhovují nezasklené absorbery).