




EIE-06-085 SOLPOOL

Intelligent Energy  Europe

Uporaba sončne energije v zunanjih bazenih SOLPOOL

PRIROČNIK za uporabo orodja "Impact Advisor"

Avtorji

Bernhard Weyres-Borchert, DGS e.V.
Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
Mednarodno združenje za sončno energijo/ Nemška sekcija

Prevod

ApE d.o.o.

april 2009

Orodje "Impact Advisor"

1. Uvod

Solarno ogrevanje odprtih zunanjih bazenov je ena najbolj ustreznih uporab termo solarnih sistemov. Čeprav so prednosti uporabe sončne energije za ogrevanje vode v bazenu jasno vidne, lastniki in upravljavci potrebujejo nek pripomoček pri odločitvi za investicijo, ki je brez prodajnih interesov in enostaven za uporabo. Orodje je bilo razvito v okviru projekta SOLPOOL in deluje na osnovi Excelovega izračuna.

Osnovna ideja orodja "Impact Advisor" je, da obstaja navidezno linearna korelacija med povprečno temperaturo bazena in razmerjem sprejemnik - površina bazena. To razmerje velja za vsako lokacijo, dodatno pa obstaja še manjša povezava z velikostjo bazena.

Vzete so bile naslednje predpostavke:

- začetek in konec obdobja obratovanja je večinoma določen s temperaturo zraka. Izkušnje kažejo, da je ta vrednost 20°C. Obdobje simulacije torej pokriva tiste mesece, ko je presežena ta temperatura.
- za lokacije na Mediteranu (Španija, Italija in Grčija) je zaradi visokih temperatur maksimalna temperatura vode v bazenu poleti omejena na 28 °C.
- način obratovanja ogrevanja vode v zunanjem bazenu poteka brez predogrevalnega sistema s fosilnimi gorivi.

Pomembno obvestilo:

Povprečna temperatura vode v bazenu je ciljna temperatura in osnovni parameter tega orodja. Potrebno je poudariti, da ta temperatura ni zagotovljena temperatura. Prava temperatura vode v bazenu se lahko precej razlikuje od te vrednosti, predvsem v odvisnosti od količine prejetega dnevnega sončnega obsevanja in temperature zraka.

Na podlagi računalniških izračunov s programom T*SOL, verzija Expert 4.2, so bile analizirane sledeče povezave za posamezne lokacije v naslednji tabeli:

Lokacije				
Cro - Parg - 1097 kWh/m ² a	Gr - Kerkira - 1424 kWh/m ² a	<p>Majhni bazeni (površina bazena < 100 m²) Izračuni za bazen s 50m²</p>	Razmerje povprečna temperatura vode in razmerje med nezastekljenim sprejemnikom in površino bazena za t ₀ in t ₁	
Cro - Zagreb - 1217 kWh/m ² a	Gr - Ioannina - 1431 kWh/m ² a		Razmerje povprečna temperature vode in razmerje med ploščatim sprejemnikom in površino bazena za t ₀ in t _{0,5}	
CZ - Split - 1534 kWh/m ² a	Gr - Thessaloniki - 1470 kWh/m ² a		Razmerje med proizvodnjo energije in povprečno temperaturo vode pri razmerju 1,0 za nezastekljen sprejemnik	
CZ - Praga - 998 kWh/m ² a	Gr - Kalamata - 1511 kWh/m ² a		Razmerje med proizvodnjo energije in povprečno temperaturo vode pri razmerju 0,5 za ploščat sprejemnik	
CZ - Plzen - 1019 kWh/m ² a	Gr - Patrai - 1534 kWh/m ² a			
CZ - Liberec - 1029 kWh/m ² a	Gr - Atene - 1585 kWh/m ² a			
CZ - Temelin - 1082 kWh/m ² a	Gr - Alexandroupolis - 1602			
CZ - Brno - 1109 kWh/m ² a	Gr - Naxos - 1647 kWh/m ² a			
D - Hamburg - 947 kWh/m ² a	Gr - Heraklion - 1815 kWh/m ² a			
D - Göttingen - 978 kWh/m ² a	Gr - Rodos - 1839 kWh/m ² a			
D - Köln - 1000 kWh/m ² a	Hu - Győr - 1157 kWh/m ² a			
D - Berlin - 1009 kWh/m ² a	Hu - Budimpešta - 1199 kWh/m ² a			
D - Rostock - 1033 kWh/m ² a	Hu - Szekesfehervar - 1214			
D - Dresden - 1037 kWh/m ² a	Hu - Nagykanizsa - 1235 kWh/m ² a			
D - Nürnberg - 1053 kWh/m ² a	Hu - Pecs - 1253 kWh/m ² a			
D - Saarbrücken - 1075 kWh/m ² a	Hu - Miskolc - 1271 kWh/m ² a			
D - Stuttgart - 1102 kWh/m ² a	Hu - Debrecen - 1285 kWh/m ² a			
D - Freiburg - 1129 kWh/m ² a	Hu - Szeged - 1306 kWh/m ² a			
D - München - 1149 kWh/m ² a	It - Milano - 1307 kWh/m ² a			
Es - San Sebastian - 1246 kWh/m ² a	It - Trst - 1324 kWh/m ² a			
Es - Gijon - 1287 kWh/m ² a	It - Torino - 1339 kWh/m ² a			
Es - Burgos - 1509 kWh/m ² a	It - Modena - 1403 kWh/m ² a			
Es - Zaragoza - 1579 kWh/m ² a	It - Rimini - 1454 kWh/m ² a			
Es - Valencia - 1615 kWh/m ² a	It - Pescara - 1535 kWh/m ² a			
Es - Palma de Mallorca - 1635	It - Rim - 1612 kWh/m ² a			
Es - Madrid - 1644 kWh/m ² a	It - Cagliari - 1634 kWh/m ² a			
Es - Murcia - 1742 kWh/m ² a	It - Lecce - 1638 kWh/m ² a			
Es - Sevilla - 1756 kWh/m ² a	It - Neapelj - 1645 kWh/m ² a			
Es - Granada - 1768 kWh/m ² a	It - Taranto - 1680 kWh/m ² a			
Fr - Metz - 1080 kWh/m ² a	It - Messina - 1730 kWh/m ² a			
Fr - Pariz - 1112 kWh/m ² a	It - Palermo - 1785 kWh/m ² a			
Fr - Rennes - 1222 kWh/m ² a	SI - Ljubljana - 1115 kWh/m ² a			
Fr - Limoges - 1238 kWh/m ² a	SI - Koper - 1310 kWh/m ² a			
Fr - Lyon - 1312 kWh/m ² a	SI - Portorož - 1396 kWh/m ² a			
Fr - Bordeaux - 1328 kWh/m ² a	Swe - Göteborg - 934 kWh/m ² a			
Fr - Montpellier - 1448 kWh/m ² a	Swe - Ostersond - 951 kWh/m ² a			
Fr - Toulouse - 1539 kWh/m ² a	Swe - Lund - 977 kWh/m ² a			
Fr - Toulon - 1627 kWh/m ² a	Swe - Stockholm - 982 kWh/m ² a			
	Swe - Karlstad - 1002 kWh/m ² a			
	Swe - Norrköping - 1017 kWh/m ² a			
	Swe - Visby - 1109 kWh/m ² a			
			<p>Srednji bazeni (površina bazena 100 – 500 m²) Izračuni za bazen s 300 m²</p>	<p>Razmerje povprečna temperatura vode in razmerje med nezastekljenim sprejemnikom in površino bazena za t₀ in t₁</p> <p>Razmerje povprečna temperature vode in razmerje med ploščatim sprejemnikom in površino bazena za t₀ in t_{0,5}</p> <p>Razmerje med proizvodnjo energije in povprečno temperaturo vode pri razmerju 1,0 za nezastekljen sprejemnik</p> <p>Razmerje med proizvodnjo energije in povprečno temperaturo vode pri razmerju 0,5 za ploščat sprejemnik</p>
			<p>Veliki bazeni (površina bazena > 500 m²) Izračuni za bazen s 1.300 m²</p>	<p>Razmerje povprečna temperatura vode in razmerje med nezastekljenim sprejemnikom in površino bazena za t₀ in t₁</p> <p>Razmerje povprečna temperature vode in razmerje med ploščatim sprejemnikom in površino bazena za t₀ in t_{0,5}</p> <p>Razmerje med proizvodnjo energije in povprečno temperaturo vode pri razmerju 1,0 za nezastekljen sprejemnik</p> <p>Razmerje med proizvodnjo energije in povprečno temperaturo vode pri razmerju 0,5 za ploščat sprejemnik</p>

t₀ je povprečna temperatura bazena dosežena brez termo solarnega sistema

t_{0,5} je povprečna temperatura bazena dosežena pri razmerju med ploščatim sprejemnikom in površino bazena 0,5

t_{1,0} je povprečna temperatura bazena dosežena pri razmerju med nezastekljenim sprejemnikom in površino bazena 1,0

Posamezen izračun je bil narejen za specifične robne pogoje bazena:

- oblika bazena: pravokotna
- povprečna globina bazena: 2 m
- barva ploščic: svetlo modra
- delna zaščita pred vetrom
- brez pokritja
- čas obratovanja: odvisno od lokacije
- začetek obratovanja: 10 dni pred kopalno sezono
- število gostov na dan: 1 kopalca na 10 m² površine bazena
- potrebno dnevno količino sveže vode izračuna program
- ni instaliranega ogrevalnega sistema
- nagibni kot za nezastekljene sprejemnike: 0°
- nagibni kot za ploščate sprejemnike: 30°, orientacija na jug.

Te predpostavke predstavljajo realne pogoje, simulacije analize občutljivosti so pokazale, da imajo odkloni od teh pogojev relativno majhen vpliv na rezultat v primerjavi z najbolj pomembnimi parametri: **lokacija**, **velikost bazena**, **želena temperatura bazena** in **tip sprejemnika**.

2. Parametri vnosa

2.1 Prvi korak

Na začetku je potrebno izbrati jezik. Izbirate lahko med naslednjimi jeziki:

- češki
- angleški
- francoski
- nemški
- grški
- madžarski
- slovenski
- italijanski.

2.2 Drugi korak

Potem je potrebno v posamezne celice vnesti podatke o lastniku bazena:

- priimek
- ime
- ulica
- poštna številka in kraj.

SOLPOOL - IMPACT ADVISOR

Select Language Slovenian slovensčina

Legenda

= celica vnosa
= celica izračuna

lastnik/upravljaec bazena

priimek Novak
ime Janez
ulica Sončna ulica 1
poštna številka, kraj 1000 Ljubljana

2.3 Tretji korak – Osnovni podatki

Pri tem koraku so potrebni osnovni podatki. Najprej je potrebno določiti, ali gre za nov ali za obstoječ bazen. Če gre za nov bazen, bodo potrebe po energiji izračunane na podlagi načrtovane površine bazena in želene povprečne temperature vode v bazenu v sezoni. Te potrebe po energiji so enake kot bi jih proizvedel solarni sistem, če bi bil opremljen z dovolj velikim poljem sprejemnikov.

Če je izbran obstoječ bazen, je potrebno izpolniti celice s podatki o porabi energije in stroških za energijo.

osnovni podatki

obstoječ/nov bazen obsoječ bazen

velikost bazena majhen

površina bazena < 100 m²

sistem ogrevanja električna energija

globalno sončno obsevanje v kraju SI - Ljubljana - 1115 kWh/m²a

letno sončno obsevanje 1.115 kWh/m²a

povprečna zunanja temperatura 9,8 °C

povprečna temperatura vode v sezoni brez dodane energije 19,34 °C

površina bazena m²

povprečna temperatura vode v sezoni s sončno energijo 23,00 °C

letna poraba energije	kWh/a	energetske potrebe	MWh/a
letni stroški za energijo	€/a	cena energije	0,20 €/kWh
cena energije	€/kWh	letni stroški za enei	€/a

Ker so razmerja in stroški zunanjih bazenov odvisna od velikosti bazena, so bile izbrane tri kategorije:

- majhni bazeni, površina < 100 m²
- srednji bazeni, površina 100 – 500 m² in
- veliki bazeni, površina > 500 m².

Čeprav so bili vsi izračuni narejeni brez dodatnega sistema ogrevanja, se lahko zmanjšanje emisij CO₂ izračuna z izbiro ogrevalnega sistema na podlagi:

- električne energije
- toplotne črpalke zrak, zemlja ali voda
- utekočinjenega naftnega plina (UNP)
- zemeljskega plina
- kurilnega olja
- termo solarnega sistema
- biomase.

Naslednji korak je izbira lokacije bazena. Na kartah sončnega obsevanja za posamezno državo lahko izberete barvo, ki odgovarja sončnemu obsevanju za vašo lokacijo. Impact Advisor bo avtomatsko izbral ustrezno lokacijo iz baze podatkov. Letno sončno obsevanje in povprečne zunanje temperature te lokacije bodo prikazane v sledečih modrih celicah. Pomembna informacija, da se ne izbere preveč nerealnih ciljnih temperatur vode v bazenu, je temperatura, ki jo dobimo samo s soncem brez dodatnih tehnologij. Ta je prikazana kot povprečna temperatura vode v sezoni brez dodane energije. Večinoma lahko enostavno dimenzioniran solarni sistem poveča to temperaturo za 3 do 4 stopinje Kelvina.

Potem je potrebno vnesti obstoječo ali načrtovano površino bazena v kvadratnih metrih in porabo energije ter stroške za energijo, če so ti podatki znani (obstoječ bazen). Na podlagi teh podatkov bo izračunana cena energije v €/kWh, ali pri novem bazenu stroški energije na podlagi podane cene energije.

2.4 Četrti korak – Rezultati

Ko izberemo osnovne parametre, je potrebno izbrati tip sprejemnika:

- nezastekljen sprejemnik
- ploščat sprejemnik.

Glavne vrednosti za sprejemnike so:

	nezastekljen sprejemnik	ploščat sprejemnik
Učinkovitost/ pretvorbeni faktor	85 %	80 %
Koeficient prehoda toplote	20 W/m ² K	3,8 W/m ² K
Kvadratni koeficient prehoda toplote	0,1 W/m ² K ²	0,03 W/m ² K ²

Ploščat sprejemnik je prekrit s selektivnim nanosom.

Po zadnjem vnosu bodo rezultati izračunov prikazani v naslednjih vrednostih:

- razmerje med površino sprejemnika in površino bazena

Razmerje je 1,0, če je površina sprejemnika enaka kot površina bazena. Večinoma je faktor med 0,8 in 1,0 primerna vrednost za zadostno povečanje temperature bazenske vode s solarnim sistemom.

- površina sprejemnikov

Površina sprejemnikov je izračunana na podlagi izračunanega razmerja in podane površine bazena. Če je ta površina prevelika za razpoložljivo streho, se lahko izberejo ploščati sprejemniki.

- specifična proizvodnja toplote

Specifična proizvodnja toplote (kWh/m² na sezono) je izračunana vrednost kot rezultat programa T*SOL. Odvisna je od obsevanja, tipa sprejemnika, velikosti bazena, želene temperature bazena in obdobja obratovanja bazena.

- letni prihranki energije

Prihranki energije (kWh/sezono) so rezultat površine sprejemnika in specifične proizvodnje toplote. Če želimo primerjavo s konvencionalnim ogrevalnim sistemom, je treba upoštevati učinkovitost ogrevalnega sistema.

- letni prihranki

Pomnoženi s podano (nov bazen) ali izračunano (obstoječ bazen) ceno energije, letni prihranki energije podajajo letne prihranke stroškov energije v € na sezono. S poznavanjem prihranjenih stroškov za energijo lahko lastnik ali upravljavec bazena enostavno oceni denar, ki ga lahko prihrani z izbiro termo solarnega sistema za njegov bazen.

- specifični stroški sistema

Ti stroški so vrednost, ki se jo vnese iz baze podatkov in so odvisni od velikosti bazena in tipa sprejemnika. Vključujejo vse komponente sistema in stroške instalacije. Specifični stroški sistema so neto stroški. Upoštevane niso subvencije.

- stroški investicije

Investicijski stroški so rezultat specifičnih stroškov sistema in velikosti sistema v kvadratnih metrih površine sprejemnikov.

- stroški obratovanja

Ker termo solarni sistem potrebuje električno energijo za črpalke in ker se pojavijo dodatni stroški za vzdrževanje, je bil izbran pristop, kjer ocenjeni stroški obratovanja predstavljajo 1% investicijskih stroškov.

- vračilna doba

Doba vračila ali amortizacije je izračunana z delitvijo stroškov investicije in


vzdrževanja na 20 let z letno prihranjenimi stroški energije. Za relativno poceni sisteme z nezastekljenimi sprejemniki, se lahko doseže nekaj letna doba vračila. Zaradi visokih specifičnih stroškov investicije, je vračilna doba termo solarnih sistemov s ploščatimi sprejemniki precej daljša.

- emisijska vrednost

Na podlagi izbranega ogrevalnega sistema je ustrezna emisijska vrednost v g/kWh vzeta iz baze podatkov.

- prihranjene emisije CO₂

Zmanjšanje emisij CO₂ je izračunano in prikazano iz letnih prihrankov emisij in emisijske vrednosti.

rezultati	
tip sprejemnika	nezastekljen sprejemnik 
razmerje med površino sprejemnika in površino bazena	1,07
površina sprejemnikov	1.172,22 m²
specifična proizvodnja toplote	282,85 kWh/m ² a
letni prihranki energije	331.563,06 kWh/a
letni prihranki	25.611,07 €/a
specifični stroški sistema	80,00 €/m ²
stroški investicije	93.777,78 €
stroški obratovanja	18.755,56 €/20a
vračilna doba	4,39 a
emisijska vrednost	200,00 g/kWh
prihranjene emisije CO ₂	66.312,61 kg/a

3. Pomembno obvestilo

Impact Advisor nudi možnost hitre in enostavne prve ocene, vendar v nobenem primeru ne more nadomestiti strokovnega tehničnega načrtovanja. V posebnih pogojih, ko pride do velikih razlik s predpostavkami v programu Impact Advisor, uporaba tega orodja nima nobenega smisla.

Osnova izračuna ekonomike investicije je predvidena fiksna cena energije in podanih stroškov porabe. Povečanje cen energije bo znižalo dobo vračila. Navedeni specifični stroški investicije ne vključujejo možnih subvencij.