Paweł Lachman

Symulacyjny program komputerowy WP-OPT©

1 Symulacja przeprowadzona za pomocą programu WP-OPT

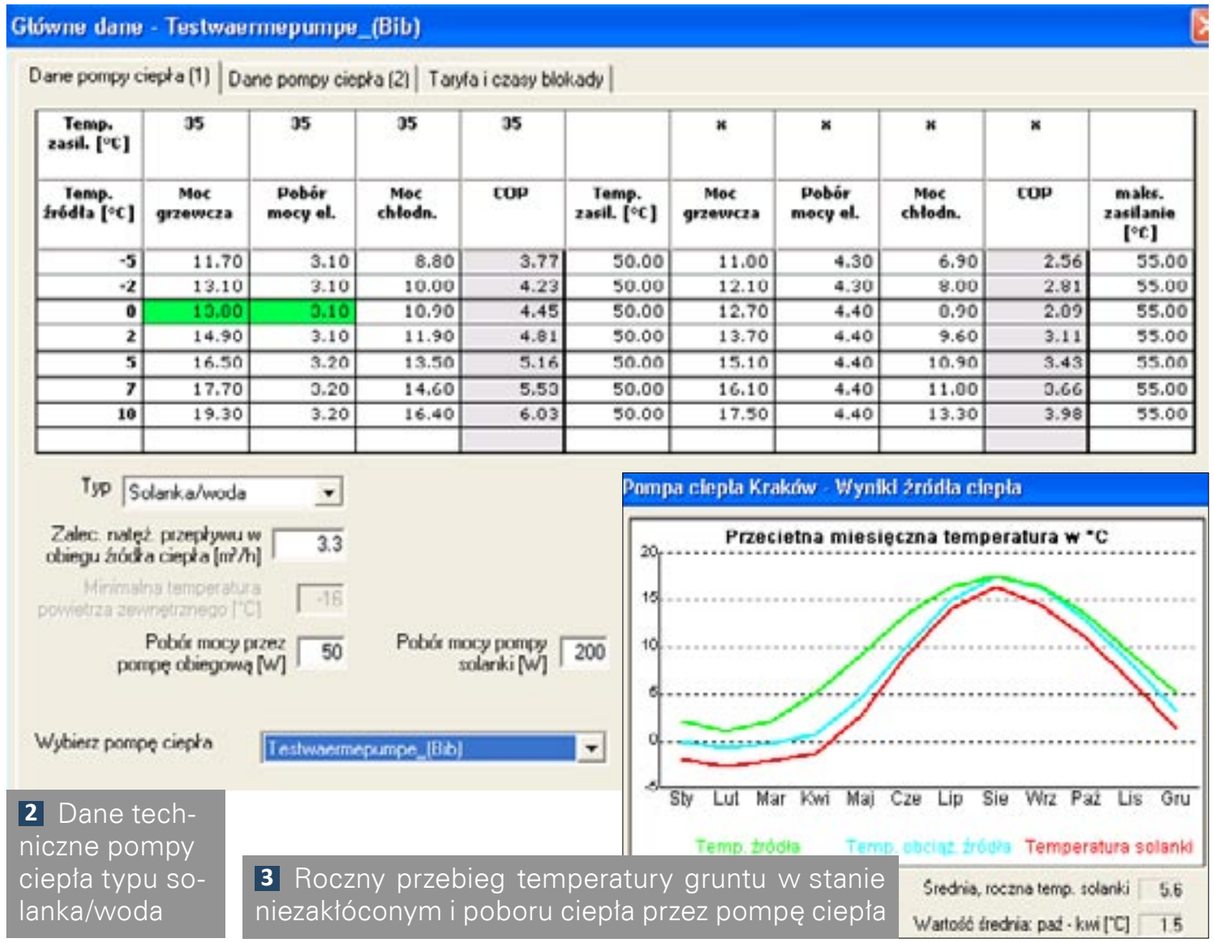
Wraz z nieustającym wzrostem cen energii wzrasta również zapotrzebowanie na alternatywne rozwiązania zapewniające niskie koszty eksploatacji i pozwalające na duży udział przekazywania energii odnawialnej. Są nimi systemy grzewcze korzystające z pomp ciepła. Wśród instalatorów, projektantów i inwestorów występuje często niepewność co do przewidywanych kosztów eksploatacyjnych, wielkości źródeł ciepła, doboru mocy pompy ciepła, itp. Niestety, w praktyce zbyt często mamy do czynienia z błędami prowadzącymi, np. do zamrożenia dolnego źródła lub zbędnego załączania grzałki elektrycznej lub pracy pompy ciepła z niską efektywnością.

Zastosowanie komputerowego programu symulacyjnego WP-OPT© zapewnia większą jakość i pewność projektowania oraz optymalizację systemów grzewczych z pompami ciepła. Umożliwia praktyczne, szybkie i przyjazne projektowanie instalacji z pompami ciepła. Twórcą programu komputerowego WP-OPT© jest niemiecka firma WP-SOFT. Firma WP-SOFT ma ponad 10-letnie doświadczenie w zakresie tworzenia oprogramowania dla pomp ciepła. Program WP-OPT© przeznaczony jest dla projektantów, urzędników, producentów pomp ciepła, doradców energetycznych, jak również dla zainteresowanych inwestorów.

Parametry systemu z pompą ciepła, takie jak: temperatura dolnego źródła, wymagania temperaturowe instalacji grzewczej, wpływają na siebie wzajemnie w taki sposób, że trudno jest poprawnie prognozować warunki pracy oraz przeprowadzić kompleksową analizę ekonomiczną instalacji bez używania symulacji komputerowych. Za pomocą programu komputerowego WP-OPT©, po wprowadzeniu danych dot. systemu grzewczego, można zasymulować ważne parametry pracy, takie jak: roczny współczynnik efektywności SPF, przebieg temperatury dolnego źródła i instalacji grzewczej oraz roczne koszty eksploatacji.

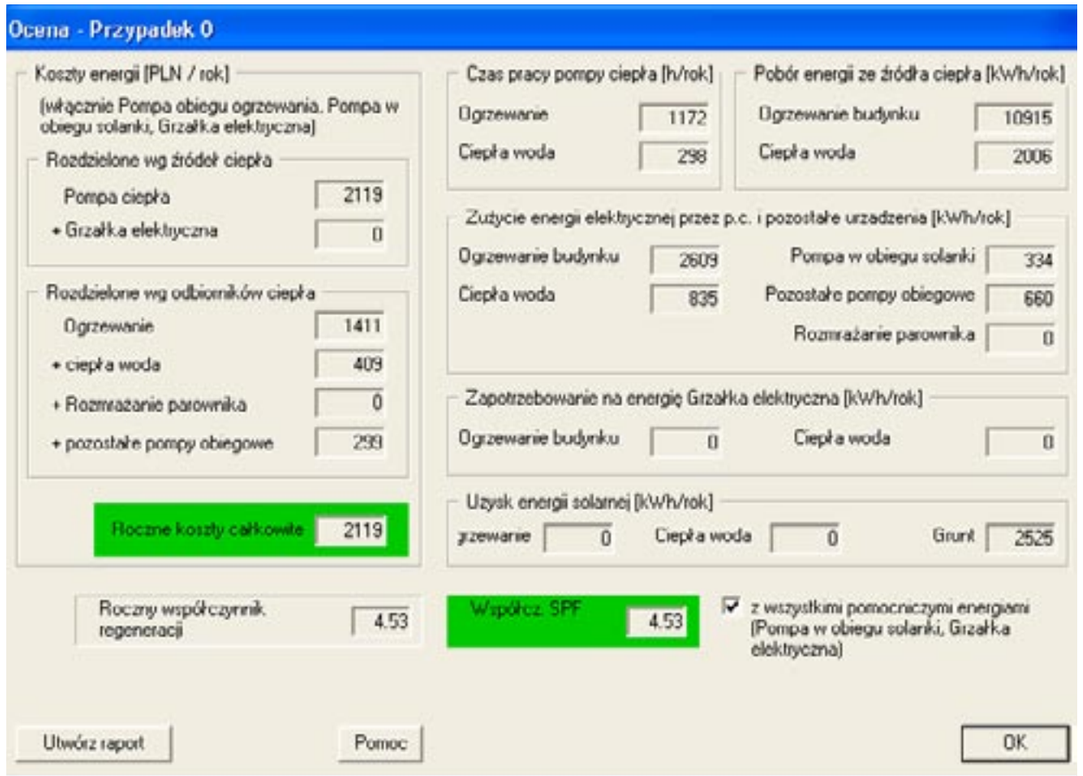
Dla inwestora bardziej istotny SPF niż COP!

Decydującym aspektem podczas wyboru przez inwestorów systemu grzewczego z pompą ciepła jest duża niezawodność pracy i najniższe możliwe zużycie energii, a co za tym idzie najniższe koszty eksploatacji. Wzajemny wpływ na siebie parametrów technicznych pompy ciepła, temperatury w źródle i wody grzewczej utrudnia projektowanie i prognozowanie kosztów eksploatacyjnych. Program umożliwia obliczenie współczynnika SPF (sezonowego współczynnika efektywności pompy ciepła). **Współczynnik COP** to stosunek przekazywanej do instalacji mocy grzewczej przez pompy ciepła do pobieranej przez pompę ciepła mocy elektrycznej. Wartość COP 4 oznacza, że moc użytkowa (grzewcza) pompy ciepła jest czterokrotnie wyższa niż pobrana moc elektryczna. Im wyższa jest wartość COP, tym wyższa efektywność pompy ciepła. Współczynnik efektywności COP odnosi się do jasno określonych warunków brzegowych. Np. dla pompy ciepła typu solanka/woda, temperatura so-



2 Dane techniczne pompy ciepła typu solanka/woda

3 Roczny przebieg temperatury gruntu w stanie niezakłóconym i poboru ciepła przez pompę ciepła

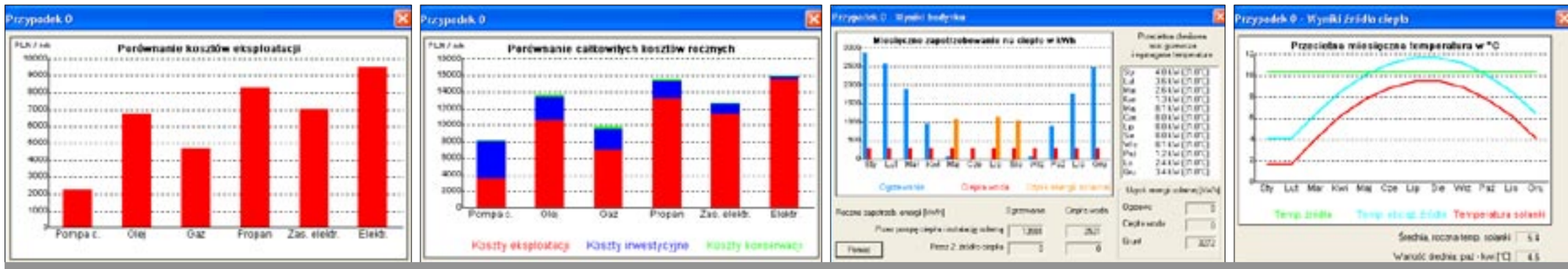


4 Przykład wyników obliczeń oceny rocznej pompy ciepła

lanki (glikolu) wynosi 0°C, a temperatura zasilania ogrzewania 35°C. Wartość COP jest chwilową wartością i może być porównywana w tych samych warunkach pracy i dla tego samego typu urządzeń.

Współczynnik efektywności SPF jest to stosunek przekazanej energii grzewczej przez pompę ciepła do pobranej przez nią energii elektrycznej w dłuższym okresie czasu (np. miesiąca lub roku). Współczynnik SPF nie jest wartością chwilową, a okresową. Zgodnie z Dyrektywą 2009/28/WE (tzw. Dyrektywa OZE) w przypadku, w którym pompa ciepła osiąga wartość SPF większą niż 2,63, przekazuje energię odnawialną do instalacji grzewczej (ilość energii odnawialnej stanowi pow. 62% całości energii grzewczej przekazywanej przez pompę ciepła).

Odpowiednie zużycie energii elektrycznej i przekazywanej mocy grzewczej przez pompę ciepła zależy od temperatury zasilania ogrzewania i temperatury źródła (rys. **2**). Również temperatura w dolnym źródle i wody grzewczej podlegają znacznym zmianom podczas pracy pompy ciepła (rys. **3**). Można próbować samemu przeprowadzić obliczenia, pamiętając jednak, że temperatura zasilania wody grzewczej pompy ciepła jest zależna od temperatury zewnętrznej, która zależy z kolei od wybranej lokalizacji geograficznej. Ma to wpływ na temperaturę dolnego źródła ciepła, na określony pobór energii elektrycznej przez sprężarkę oraz czas pracy pompy ciepła. Przez pobór energii z dolnego źródła następuje zmiana temperatury dolnego źródła, co powoduje również zmianę poboru energii elektrycznej… Wykonanie obliczeń samemu wymagałoby poniesienia niezwykle dużego nakładu pracy! Program kompute-



5 Przykład wyników obliczeń programem komputerowym WP-OPT©

rowy WP-OPT© zdejmuje tę pracę z barków użytkownika.

Ogólna zasada obliczeń symulacyjnych realizowanych przez program

Program WP-OPT© oblicza średnią miesięczną temperaturę zewnętrzną dla wybranej lokalizacji budynku i zapotrzebowania na ciepło w budynku, wymaganą ilość ciepła i chwilowe wartości temperatury zasilania wody grzewczej. Uwzględniany jest również współczynnik korekcyjny związany z zastosowaniem taryfy elektrycznej z blokadą czasową. W przypadku ciepłej wody użytkowej uwzględniany jest w obliczeniach rodzaj zasobnika c.w.u. oraz wymagania temperaturowe.

Istotne parametry techniczne pompy ciepła wyliczane są na podstawie metody iteracyjnej z rozpoczęciem sezonu grzewczego poprzez wychłodzenie źródła ciepła. W wymiennikach gruntowych (kolektory poziome lub sondy) uwzględniane są rodzaje gruntu i geometria ułożenia wymiennika.

W wymiennikach z czynnikiem niezamarzającym, podczas wymiany ciepła brane są pod uwagę właściwości czynnika niezamarzającego, rury absorbera i gruntu.

W zależności od chwilowej temperatury zasilania wody grzewczej i dolnego źródła ciepła otrzymuje się czasy działania i zużycie energii przez pompy ciepła. Czasy pracy, zużycie energii i energia dolnego źródła są sumowane i wykorzystane do obliczenia sezonowego współczynnika efektywności lub kosztów eksploatacyjnych (rys. 4).

Podczas opracowywania nowego projektu można wykorzystać własne standardy, które pozwolą nam zaoszczędzić czas, na przykład typowe lokalne struktury taryfy energetycznej. Standardy te można samemu dowolnie rozszerzyć.

Pomoc i bezpieczeństwo projektowania

WP-OPT© zapewnia wszechstronną pomoc w projektowaniu i mechanizmach kontroli doboru, np.:

- kontrola wymiennika dolnego źródła ciepła (źródła ciepła) na dwa sposoby:
  - na podstawie pobranej chwilowej mocy chłodniczej (zgodnie z niemiecką wytyczną VDI 4640 cz. 2)
  - kontrola rocznego poboru energii z dolnego źródła (niemiecką wytyczną VDI 4640 cz. 2 i szwajcarską normą SIA D0136). Zabezpiecza to przed oblodzeniem dolnego źródła, które może doprowadzić do zakłóceń pracy po wielu latach użytkowania pompy ciepła.

Jeżeli z powodu jednego z tych dwóch przypadków dolne źródło nie jest wystarczające, pojawia się komunikat błędu. W trybie doboru (wymiarowania) określane są odpowiednie warunki brzegowe (np. własności gruntu), co pozwala określić minimalną wielkość absorbera (sondy lub poziomego wymiennika).

- kontrola dobranej mocy pompy ciepła; Moc grzewcza pompy ciepła zależy od temperatury dolnego źródła ciepła i wody grzewczej. Należy również uwzględnić, że istnieją różne taryfy energetyczne. W doborze ciepłej wody muszą być uwzględnione podwyższone wymogi dotyczące temperatury. W projekcie dobierana jest możliwie najmniejsza odpowiednia pompa ciepła z biblioteki programu WP-OPT©. **Użytkownik może też sam dobrać dowolną pompę ciepła, z kontrolą wymaganej mocy, energii, temperatury doboru.**
- kontrola zależności prędkości przepływu glikolu w wymienniku ciepła;
- kontrola wymagań temperatury.

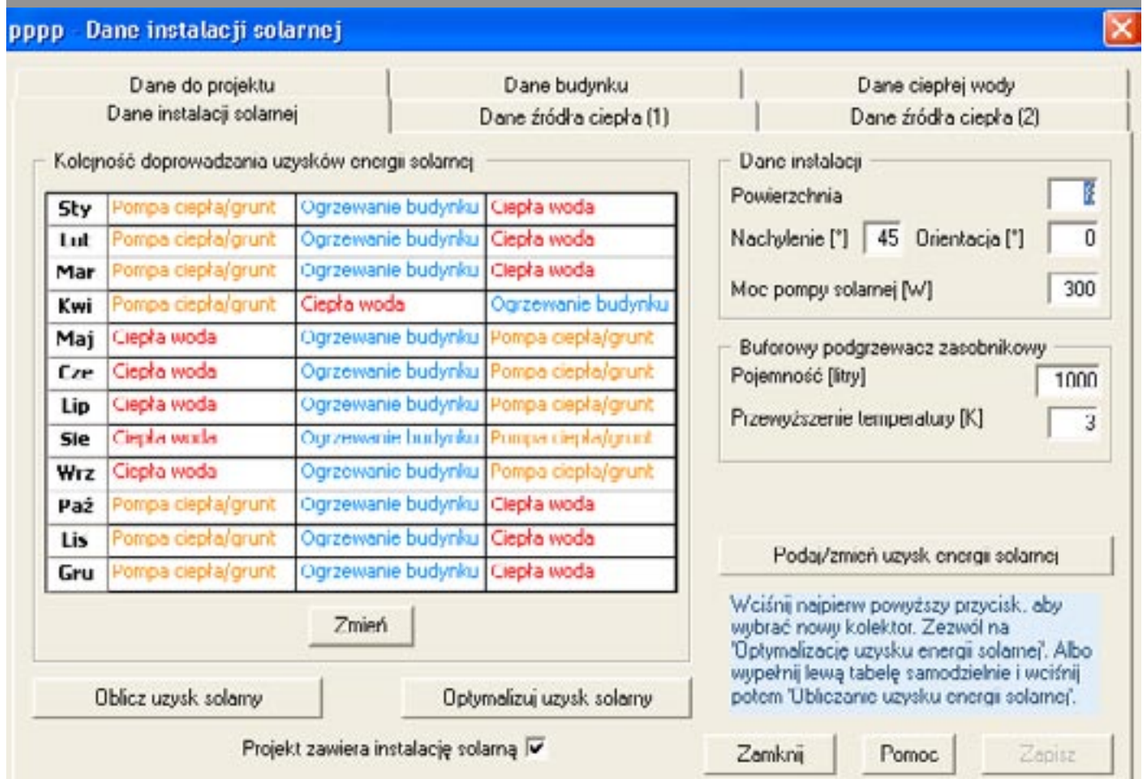
Użytkownik może stworzyć szczegółowy wydruk komputerowy z wynikami, który może zawierać własne teksty i własny układ.

Poniżej zestawione są **najważniejsze cechy programu WP-OPT©.**

Program symuluje i oblicza następujące wartości (rys. 6):

- roczny współczynnik efektywności SPF pompy ciepła;
- koszty eksploatacji (łącznie z porównaniem z kotłami olejowymi, gazowymi, na zrębki drewna (pelety), elektrycznymi w wersji przepływowej i zasobnikowej);
- roczne koszty inwestycyjne i koszty całkowite z uwzględnieniem okresów użytkowania elementów, odsetek oraz rocznego wzrostu cen nośników energii (wraz z porównaniem z kotłami olejowymi, gazowymi, na pelety, elektrycznymi w wersji przepływowej i zasobnikowej);
- zużycie prądu i koszty zużycia prądu dla przyjętych taryf energetycznych z podziałem na centralne ogrzewanie, ciepłą wodę użytkową oraz na koszty poszczególnych odbiorników energii (sprężarki, pomp obiegowych grzałki elektrycznej, odmrażania parownika);
- przebieg temperatury w dolnym źródle ciepła;
- przeciętne miesięczne zapotrzebowanie ciepła oraz związane z nim chwilowa temperatura zasilania i chwilowa moc grzewcza;
- ilość energii pobranej z dolnego źródła ciepła.

6 Program WP-OPT© pozwala na symulację pracy instalacji z pompą ciepła oraz z kolektorami słonecznymi dostarczającymi energię do gruntu/pompy ciepła dla ciepłej wody i c.o.



Wymagania systemowe programu:

komputer PC z Windows 98/NT4/2000/XP (32 Bit)/Vista (32 Bit)
Koszty: wersja podstawowa, jednostanowiskowa WP-OPT w. 4.2 – 395 euro + VAT, na stronie internetowej istnieje możliwość pobrania bezpłatnej wersji demo
moduł solarny do programu WP-OPT – 130 euro + VAT,
moduł gruntowego wymiennika ciepła do programu WP-OPT – 20 euro + VAT
Dystrybucja: Wyłączny dystrybutor programu WP-OPT w Polsce: Firma Termosoft www.wp-opt.pl, info@wp-opt.pl

Program WP-OPT© uwzględnia w symulacjach następujące parametry:

- rodzaj dolnego źródła ciepła (wymiennik gruntowy z poziomym lub pionowym wymiennikiem ciepła lub kombinacją obydwu wymienników: ciepła, wodą, powietrze. Istnieje możliwość samodzielnego ustawiania przebiegu temperatury dolnego źródła), w tym: powierzchnia i długość wymiennika ciepła (absorbera), bezpośrednie/pośrednie odparowanie, liczba i głębokość sond gruntowych, parametry geologiczne i ich zależności (współczynnik przewodzenia ciepła, pojemność cieplna, gęstość), zawartość wilgoci w gruncie i związana z nim lepsza przewodność cieplna, jak również wykorzystanie ciepła utajonego (ciepła zamarzania), przebieg roczny niezakłóconej temperatury gruntu dla danej lokalizacji, zmiana temperatury źródła poprzez zmianę mocy chłodniczej pompy ciepła;
- przygotowanie ciepłej wody użytkowej: rodzaj zasobnika (uwarstwowienie, pojemność), temperatura wejściowa zimnej wody, żądana temperatura c.w.u., przeciętne dobowe zapotrzebowanie c.w.u., ewentualnie wymagane dogrzanie grzałką elektryczną;
- techniczne dane pompy ciepła (dane producenta): pobór mocy elektrycznej, moc grzewcza i chłodnicza w zależności od temperatury dolnego źródła i wody grzewczej, energia pomocnicza pomp obiegowych c.o. i dolnego źródła, wentylatora lub pompy głębinowej, rodzaj pompy ciepła (gruntowe/powietrze/woda/bezpośrednie odparowanie), granice temperaturowe i mocowe zastosowania pompy ciepła, sposób pracy pompy ciepła (monowalentny, monoenergetyczny, biwalentny, alternatywny, równoległy, równoległo-alternatywny), różnica temperatury na parowniku i skraplaczu pompy ciepła;
- dane budynku (moc częściowa lub zapotrzebowanie ciepła wraz z zyskami wewnętrznymi i słonecznymi ciepła w budynku, zadana temperatura pomieszczeń);
- parametry klimatyczne (zewnętrzna temperatura projektowa, średnia temperatura miesięczna, dobowy przebieg temperatury w ciągu roku dla wybranej lokalizacji);
- różne taryfy energetyczne dostawców energii elektrycznej (taryfy dzienne i nocne, blokady czasowe, koszty prądu dla pomp ciepła i grzałek elektrycznych);
- instalację grzewczą ciepła w budynku (ogrzewanie podłogowe i/lub ogrzewanie ścienne i/lub ogrzewanie grzejnikowe);
- regulację temperatury zasilania c.o. (zmienno- lub stałotemperaturowa);
- własności czynnika niezamarzającego i wynikające z tego przekazywanie ciepła;
- termiczną instalację solarną (rys. 6) do wspomagania regeneracji gruntu, podgrzewania zasobnika i wspomagania ogrzewania (wersja z dodatkowym modułem solarnym).

Program symulacyjny WP-OPT© zawiera wbudowaną bazę danych dla:

- 14 najważniejszych polskich lokalizacji klimatycznych (w przygotowaniu są kolejne lokalizacje),
- 66 rodzajów gruntu (współczynnik przewodzenia, pojemność cieplna, gęstość),
- środki niezamarzające (koncentracja, ciepło właściwe, gęstość, współczynnik przewodzenia, kinematyczny współczynnik lepkości),
- roczny przebieg temperatury gruntu,
- ponad 2500 pomp ciepła (różne typy: powietrze/woda, solanka/woda, woda/woda, bezpośrednie odparowanie).

Użytkownik programu może samodzielnie rozbudowywać własny bank danych użytkownika!
Program symulacyjny kontroluje i sprawdza następujące parametry:

- wielkość/rodzaj wybranej pompy ciepła,
- wymiarowanie dolnego źródła ciepła,
- zależności przepływu czynnika w dolnym źródle ciepła,
- wymagania temperatury dolnego i górnego źródła.

Można wytworzyć szczegółowy wydruk obliczeń, który zawiera teksty i powiązane z nimi wykresy. Program zawiera rozbudowany plik pomocy oraz szczegółowy podręcznik (plik pdf). W podręczniku znajdują się treści pliku pomocy i dodatkowe informacje techniczne. ■

Prawo budowlane w procesie inwestycyjnym

Dnia 28.03.2011 r. w siedzibie Wolters Kluwer na ul. Płockiej 5a w Warszawie w godzinach 9:00–15:00 odbędzie się szkolenie „Prawo budowlane w procesie inwestycyjnym" prowadzone przez Zbigniewa Dzierżewicza, przewodniczącego Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Katowicach.
Program szkolenia obejmuje uregulowania prawne, fazę projektowania inwestycji, fazę administracyjno-prawną, fazę budowy – realizacja przedsięwzięcia inwestycyjnego, fazę oddawania obiektu do użytku, kwalifikacje zawodowe, obowiązki i uprawnienia uczestników procesu budowlanego, odpowiedzialność cywilną, dyscyplinarną, zawodową i karną uczestników procesu budowlanego.
Cena: 738 zł. Za zgłoszenia na 30 dni przed szkoleniem organizator przewiduje rabat w wysokości 10%.
Cena obejmuje:
– indywidualne konsultacje z wykładowcą w trakcie szkolenia
– materiały szkoleniowe
– zaświadczenie ukończenia szkolenia
Warunkiem udziału w szkoleniach jest przesłanie przez uczestnika wypełnionej karty zgłoszenia pocztą na adres organizatora lub faksem lub wypełnienie i wysłanie karty zgłoszenia ze strony internetowej organizatora pod adresem www.abc.com.pl/szkolenia. Karty zgłoszenia należy złożyć organizatorowi najpóźniej do 10 dni roboczych przed rozpoczęciem szkolenia.