



# ENERGIA SŁONECZNA

## Centralne ogrzewanie

# FRIEDRICHSHAFEN

(Niemcy)

Oprócz ogrzewania energią słoneczną wody, coraz więcej miast uruchamia projekty wykorzystujące energię słoneczną w celach grzewczych (lub chłodzenia). Takie instalacje muszą zawierać wspólny zbiornik magazynujący, który może zasilać w gorącą wodę sieć rozprowadzającą centralnego ogrzewania przez długi czas. Mogą one zaspokajać, zależnie od rozmiarów, od 40% do 70% zapotrzebowania osiedli mieszkaniowych na energię cieplną. Ponadto takie systemy mogą korzystać z innowacyjnych technik wzajemnych połączeń oraz zasilania sieci grzewczej, umożliwiając dzięki temu ogromne oszczędności energii w porównaniu do pojedynczych, odizolowanych instalacji. We Friedrichshafen osiedle ponad 600 jednostek mieszkaniowych jest od roku 1996 zaopatrywane w energię cieplną przez niewielki system centralnego ogrzewania zasilany energią słoneczną.

## MIASTO

Miasto Friedrichshafen znajduje się w południowo-zachodnich Niemczech i położone jest na brzegu jeziora Constance (Bodensee). Posiada populację 53 tys. mieszkańców i jest znane jako ośrodek turystyczny oraz z tego, że były tu budowane i testowane sterowce Zeppelin. Dziś miasto stanowi siedzibę dla wielu firm przemysłu motoryzacyjnego, mechanicznego lotniczego oraz wielu innych dotyczących zaawansowanych technologii (tzw. „high-tech”).

### Dane klimatyczne:

Stopniodni (podstawa 17 °C): 3717

Średnia roczna temperatura: 9,7 °C



## TŁO PROJEKTU

We Friedrichshafen, mieście zeppelin'ów i targów handlowych, ochrona klimatu i oszczędność energii przesuwały się coraz bardziej w kierunku centrum polityki energetycznej. Wspólnie z mieszkańcami miasta zostały zarysowane i zastosowane koncepcje związane z wdrażaniem Lokalnej Agendy 21. Istotne informacje i zachętę do optymalnego korzystania z energii w gospodarstwie domowym lub zastosowaniach komercyjnych wszystkie zainteresowane podmioty mogą otrzymywać z następujących ośrodków: Biuro Zachowania i Ochrony Środowiska Miasta Friedrichshafen, doradcze w zakresie energii biura zakładów miejskich, Technische Werke Friedrichshafen GmbH oraz wielu innych partnerów biorących udział w „Kampanii Ochrony Klimatu przez Oszczędność Energii w Rejonie Jeziora Constance”. Wśród innych odnawialnych źródeł energii słoneczna energia termiczna posiada we Friedrichshafen szczególnie priorytetową pozycję. Instalacje Wiggerhausen-Süd (4 300 m<sup>2</sup> po zakończeniu prac), Markdorf-Lichtenberg (230 m<sup>2</sup>) oraz Friedrichstrasse (70 m<sup>2</sup>), zbudowane i utrzymywane w ruchu przez zakład miejski, dostarczyły wielu ważnych informacji, które mogą być wykorzystane przy tworzeniu w Niemczech innych małych systemów centralnego ogrzewania, korzystających z energii słonecznej. Lata pracy systemów i zbierania doświadczeń w rzeczywistych warunkach ukazały ograniczenia i możliwości rozwoju dla tej technologii.

# DOŚWIADCZENIE MIASTA FRIEDRICHSHAFEN

W sierpniu 1994 r. rada miasta podjęła fundamentalną decyzję, w której postanawiała, że schemat centralnego ogrzewania wspomagany energią słoneczną z długookresowym magazynowaniem energii będzie stanowił główny składnik ogólnej koncepcji planowania dla planu rozwoju Friedrichshafen „South Wiggerhausen” oraz zapewni istnienie grup realizujących projektowanie i planowanie projektów budowlanych w poszczególnych dzielnicach



w myśl zasad ochrony środowiska. Sądono wtedy, że średnio-okresowy popyt na mieszkania zostanie najlepiej zaspokojony przez bloki mieszkalne budowane w układzie peryferyjnych osiedli lub rozproszonych budynków. Cały projekt South Wiggerhausen jest podzielony na trzy sekcje. Pierwsze dwie z nich, to projekty dotyczące wykorzystania energii słonecznej, natomiast trzecia będzie związana z centralnym ogrzewaniem, nie wyposażonym jednak w kolektory energii słonecznej. Aspekty dotyczące

planowania miasta są nadzorowane przez Miejskie Biuro Planowania Friedrichshafen. Dla czterech części pierwszej sekcji zaplanowano 250 jednostek mieszkalnych, jednak w chwili zakończenia tej fazy, w roku 1996, oddano użytkownikom 280 mieszkań. Później dobudowano w tej dzielnicy mieszkalnej także przedszkole, które podłączono również do sieci centralnego ogrzewania. Jakość izolacji termicznej, zastosowanej w wybudowanych budynkach, wykraczała daleko poza obowiązujące w roku 1995 wymagania Zarządzenia o Izolacji Termicznej (*Wärmeschutzverordnung – WschVO 95*), w wyniku czego otrzymano parametry o 20% niższe niż zalecane w standardach.

Sekcja 1	Budynek 1 „StWB”	Budynek 2 „LEG”	Budynek 3 „KBG”	Budynek 4 „SW”	Budynek 5 przedszkole	Łącznie dla budynków 1-4
Ilość mieszkań	72	63	83	62	–	280
Powierzchnia użytkowa	5372 m <sup>2</sup>	4761 m <sup>2</sup>	5600 m <sup>2</sup>	5652 m <sup>2</sup>	1552 m <sup>2</sup>	21385 m <sup>2</sup>
Zapotrzebowanie grzewcze	193 kW	200 kW	239 kW	290 kW	50 kW	922 kW
Zużycie energii dla ciepłej wody użytkowej	110 kW	135 kW	157 kW	115 kW	20 kW	517 kW
Średnie zużycie energii cieplnej 1997-2001	490 MWh	470 MWh	580 MWh	470 MWh	60 MWh	2010 MWh

Tabela 1. Dane liczbowe dla budynków pierwszej sekcji South Wiggerhausen.

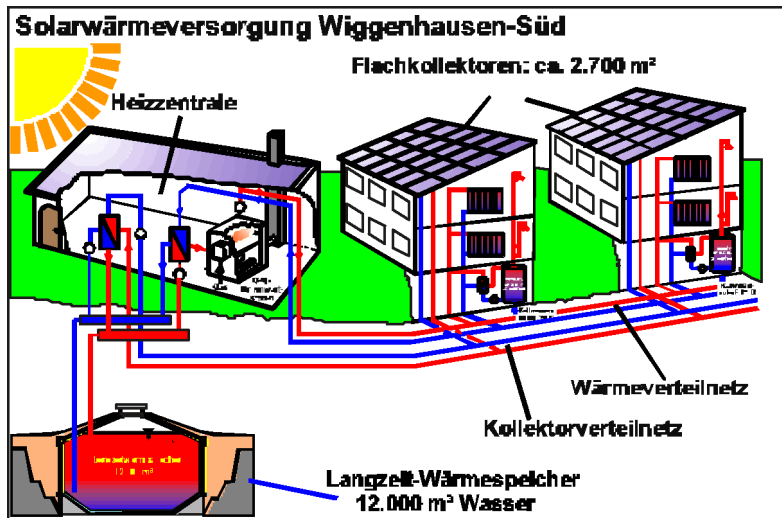
## Metoda finansowania

Rząd Federacji sfinansował (w ramach programu badawczego „Solarthermie 2000”) 53% całkowitych kosztów budowy długoterminowego zbiornika energii oraz systemu centralnego ogrzewania. Inni ważniejsi sponsorzy to klienci, którzy sfinansowali 24% kosztów instalacji płacąc za podłączenie do system ogrzewania i urządzeń przetwarzania energii słonecznej. Kolektory słoneczne dla pierwszej sekcji zostały sfinansowane przez land Badenii-Württembergii, co stanowiło 9% całkowitych kosztów. Właścicielem i operatorem całego systemu centralnego ogrzewania zasilanego energią słoneczną oraz zbiornika energii jest zakład Technische Werke Friedrichshafen GmbH, który wziął na siebie ryzyko wykonawcy i operatora uwzględniające wyrównanie na wypadek przekroczenia kosztów.

## Zasada działania systemu energii cieplnej w słonecznym osiedlu South Wiggenhausen

Około 4300 m<sup>2</sup> kolektorów słonecznych zostanie zainstalowanych na dachach wielopiętrowych budynków sekcji pierwszej i drugiej. Ciepło wytworzone z energii słonecznej w okresie letnim będzie przekazywane przez osobną sieć rozprzodzenia energii cieplnej (sieć słoneczna) i wymiennik ciepła do pętli zasilającej zbiornik długo-okresowy w ciepłowni.

Zbiornik ciepła jest podgrzewany do temperatury z przedziału od 40°C do 90°C, gdy świeci słońce. Zmagazynowana energia jest później rozprzodzana poprzez inny wymiennik ciepła do sieci dystrybucyjnej centralnego ogrzewania. Energia ciepła konieczna w poszczególnych budynkach do podgrzewania



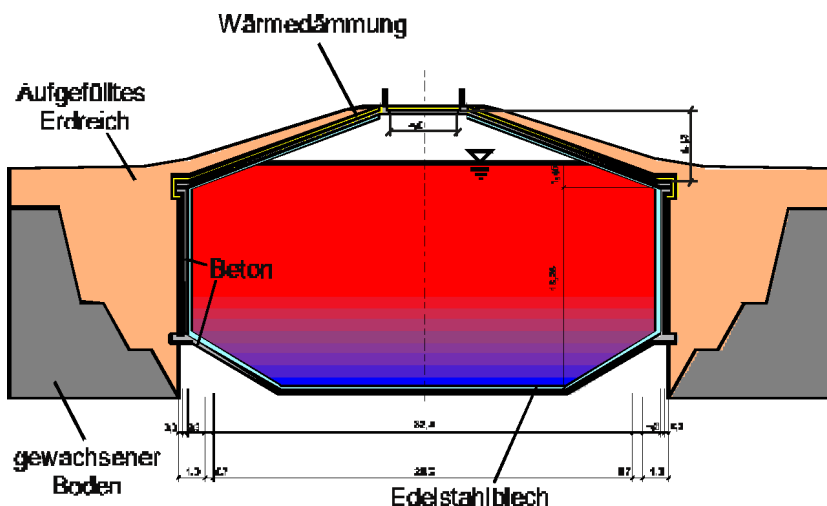
wody użytkowej oraz ogrzewania pomieszczeń jest rozdzielana przez wymienniki ciepła w stacjach przekątnikowych. Celem pilotowego projektu South Wiggenhausen jest pokrycie niemal połowy zapotrzebowania na energię cieplną do ogrzewania pomieszczeń i zapewnienia ciepłej wody użytkowej w 570 mieszkaniach za pomocą energii słonecznej. Druga połowa będzie pokryta energią cieplną z kondensacyjnych kotłów gazowych.

### Kolektory słoneczne

Głównym składnikiem systemu są kolektory słoneczne o łącznej powierzchni 2 700 m<sup>2</sup>. Apertura poszczególnych modułów waha się od 7,5 m<sup>2</sup> do 12,5 m<sup>2</sup>, zależnie od producenta. Niektóre z kolektorów spoczywają na specjalnych konstrukcjach, pozostałe są wmontowywane bezpośrednio w dach. Cena kolektorów, łącznie z montażem, zależy od modelu i mieści się w przedziale od 175 € do 235 € za m<sup>2</sup>.

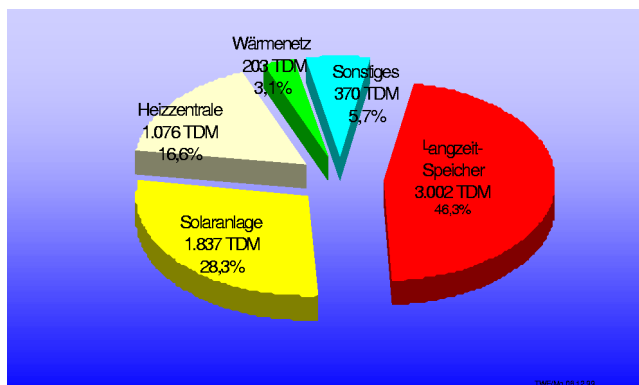
### Długookresowy zbiornik energii

Zbiornik energii cieplnej został zaprojektowany jako cylindryczny, wzmocniony betonem zbiornik, z górną i dolną powierzchnią w formie ściętych stożków. Taki kształt, optymalny pod względem proporcji objętości do powierzchni, umożliwił znaczne zredukowanie kosztów zbiornika. Górna i boczne ścianki zbiornika zostały pokryte wełną żużlową o grubości 20 do 30 cm. Wyłożenie zbiornika warstwą płyt stali nierdzewnej o grubości 1,25 mm ma zapobiegać dyfuzji pary. Zbiornik jest całkowicie wkopany do ziemi.



### Koszty inwestycji oraz komercyjność

Koszty inwestycyjne pierwszej sekcji systemu grzewczego zasilanego energią słoneczną wyniosły około 3 mln. €. Oznacza to, że średnio na każde z 280 podłączonych mieszkań przypadło 8 600 €. Całkowity roczny koszt 90 tys. € oraz roczna produkcja energii cieplnej 1980 kWh daje cenę 45 € za MWh. W pierwszej sekcji roczne zużycie energii cieplnej na jeden m<sup>2</sup> powierzchni podłogowej wynosi 94 kWh/m<sup>2</sup>.



## OCENA PROJEKTU I PERSPEKTYWY ROZWOJU

Osiedle „Solarstadt Wiggenshausen-Süd” (Miasto słoneczne Wiggenshausen-Południe) stało się znane szeroko poza granicami regionu jako największa instalacja słoneczna w Niemczech. Potwierdza to wymownie ogromna liczba wizytujących grup, przybywających w celu nabycia wiedzy o systemach dostarczających energię ciepłą zasilanych energią słoneczną (a także konwencjonalnych).

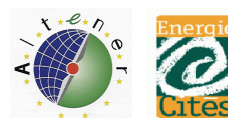
Pierwsza sekcja została zrealizowana zgodnie z planem i wykazuje, że przyjęta koncepcja się sprawdza co do ogólnych zasad. Doświadczenie zebrane podczas kilkuletniej pracy systemu wykazuje ograniczenia analizy teoretycznej i prognoz odnośnie niektórych elementów systemu. Jednocześnie wytycza kierunki poprawy w planowaniu i konstruowaniu dalszych instalacji na energię słoneczną. Technologia sezonowego magazynowania energii wymaga udoskonaleń w celu zmniejszenia wysokich aktualnie kosztów funkcjonowania systemu. Nie osiągnięto w pełni ani przewidywanej zdolności wytwarzania energii cieplnej, ani efektywności jej magazynowania. Nie udało się także osiągnąć planowanych temperatur w gałęzi zwrotnej sieci – od 25°C do 30°C. Wysokie temperatury zwrotne wiążą się z większymi stratami magazynowania i zmniejszeniem pojemności energetycznej systemu zbiornika, a w efekcie zmniejszeniem sprawności całego „słonecznego systemu”. Przeprowadzony po pięciu latach pracy systemu bilans energetyczny wykazał, że nie osiągnięto spodziewanego stuprocentowego pokrycia przez „słoneczny system” potrzeb na energię ciepłą w okresie letnim i wczesną jesienią.

Zebrane doświadczenie jest wykorzystywane przy budowaniu drugiej sekcji, dla której opracowano ponownie urbanistyczne aspekty planu. Wprowadza się zmniejszenie gęstości mieszkań w stosunku do sekcji pierwszej przez dobudowanie bardziej rozproszonych budynków: domków jednorodzinnych, bloków o mniejszej ilości pięter oraz domów w typie miejskim. W roku 2000 będą ukończone 24 domki jednorodzinne w systemie szeregowym oraz cztery domy wielorodzinne. Konstrukcja domów wielorodzinnych zapewni powierzchnię kolektorów niemal równą 1 400 m<sup>2</sup>. Będzie to oznaczać znacznie bardziej efektywne wykorzystanie systemu długoterminowego magazynowania energii cieplnej.

## WIĘCEJ INFORMACJI

Dipl.-Ing.(FH) L.Morgenbrodt  
Technische Werke Friedrichshafen GmbH  
Kornblumenstrasse 7/1  
D – 88046 FRIEDRICHSHAFEN  
Tel.: +49 7541 505 298  
Tel.: +49 171 142 04 28  
Fax: +49 7541 505 198  
E-mail: [ludwig.morgenbrodt@twf-fn.de](mailto:ludwig.morgenbrodt@twf-fn.de)

Opracowanie to zostało wykonane przez Energie-Cités przy współpracy Technische Werke Friedrichshafen GmbH oraz Steinbeis Transferzentrum in Stuttgart, przy finansowym wsparciu Komisji Europejskiej, Program ALTENER DG XVII. Pełna 10-stronicowa wersja opracowania (w języku niemieckim) jest dostępna u L.Morgenbrodta oraz w Energie-Cités.



Polska edycja została wykonana przez Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités” i dofinansowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach oraz Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie.

