



Instytut Energetyki Odnawialnej

SDHplus – New Business Opportunities for Solar
District Heating and Cooling



Szkolenie w zakresie słonecznych systemów ciepłowniczych

Opracowano w ramach projektu
Słoneczne sieci ciepłownicze SDHplus

Wprowadzenie

- Perspektywiczne kierunki zastosowań instalacji kolektorów słonecznych:
 - ogrzewanie pomieszczeń (sezonowe magazyny ciepła)
 - zastosowania przemysłowe
 - wykorzystanie do chłodzenia pomieszczeń
- Kierunki prac badawczych i wdrożeniowych:
 - zwiększanie instalacji kolektorów słonecznych (wielkopowierzchniowe instalacje)
 - integracja instalacji kolektorów słonecznych z sieciami ciepłowniczymi
 - stosowanie sezonowych magazynów ciepła
 - Integracja z innymi źródłami energii (elektrycznej i ciepła)

Modelowy program szkolenia 1/2

Blok	Czas	Opis
1	9.00-9.45	Instalacje kolektorów słonecznych
		•budowa i rodzaje kolektorów słonecznych •kryteria wyboru rodzaju kolektora •komponenty instalacji solarnej •kryteria konfiguracji instalacji solarnych •uruchomienie instalacji •błędy, których należy unikać •obsługa posprzedażowa
2	10.00-10.45	Wielkopowierzchniowe instalacje kolektorów słonecznych
		•klasyfikacja instalacji ze względu na wielkość •elementy instalacji wielkopowierzchniowych •podstawowe różnice w odniesieniu do instalacji użytkowników indywidualnych •zagadnienia hydrauliki instalacji •przykłady rozwiązań stosowanych w krajach EU •przykłady rozwiązań z praktyki krajowej
3	11.00-11.45	Magazynowanie ciepła
		•podstawy fizyczne procesów magazynowania ciepła •sezonowe magazyny ciepła i przykłady •magazyny ciepła jako element instalacji grzewczych i hybrydowych •koszty sezonowych magazynów ciepła •sezonowe magazynowanie ciepła w skali domu jednorodzinnego
4	12.00-12.45	Sieci ciepłownicze
		•charakterystyka sektora ciepłowniczego w Polsce •topologia sieci ciepłowniczych •wybrane urządzenia techniczne w sieciach ciepłowniczych •przyłączanie odbiorców do sieci •ustalanie i zatwierdzanie taryf dla ciepła

Szkolenie w zakresie słonecznych systemów ciepłowniczych

Modelowy program szkolenia 2/2

Blok	Czas	Opis
5	13.00-13.45	Integracja instalacji kolektorów słonecznych z sieciami ciepłowniczymi
		•uzasadnienie integracji •techniczne zagadnienia integracji •integracja z sieciami ciepłowniczymi •rozliczenia finansowe za zużyte ciepło
6	14.00-14.45	Zagadnienia horyzontalne
		•punkt widzenia wytwórcy i operatora sieci ciepłowniczej oraz odbiorcy •uwarunkowania ekonomiczne •uwarunkowania prawne •modele biznesowe •ESCO •możliwe scenariusze rozwoju SDH
7	14.45-15.15	Pytania końcowe i podsumowanie szkolenia

- Docelową grupą odbiorców są zarówno profesjonaliści branży instalacyjnej i ciepłowniczej o wysokich kwalifikacjach technicznych, jak i osoby zajmujące się planowaniem przestrzennym, czy doradztwem energetycznym.

Wobec tego w zakresie szkolenia uwzględnione zostały również podstawowe elementy związane z budową urządzeń. W zależności od potrzeb, poziomu i jednorodności wiedzy danej grupy prowadzący szkolenie mogą niektóre elementy modelowego programu skrócić, a innym poświęcić więcej uwagi.

Szkolenie w zakresie słonecznych systemów ciepłowniczych



Instytut Energetyki Odnawialnej

SDHplus – New Business Opportunities for Solar
District Heating and Cooling



Szkolenie

Słoneczne sieci ciepłownicze SDHplus

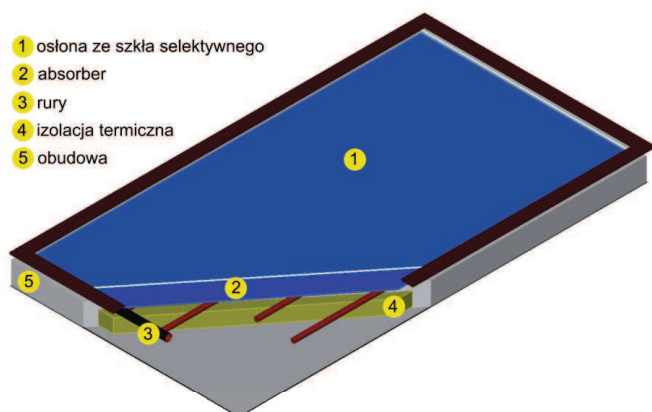
Instalacje kolektorów słonecznych

Plan prezentacji

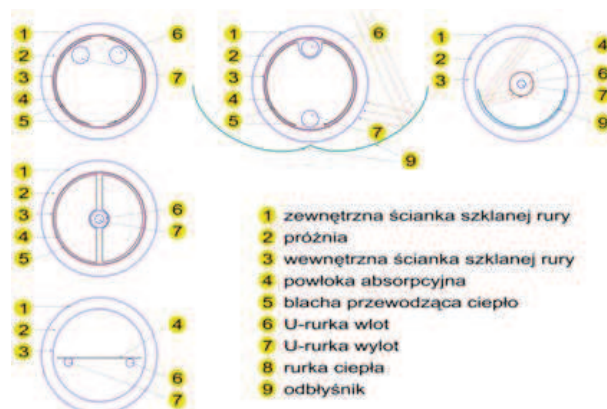
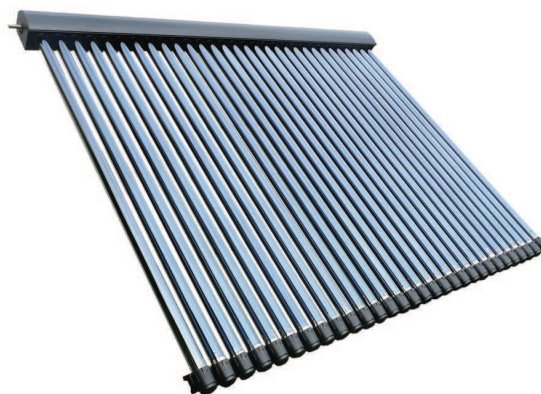
- budowa i rodzaje kolektorów słonecznych
- kryteria wyboru typu kolektora
- komponenty instalacji solarnej
- kryteria doboru instalacji solarnych
- uruchomienie instalacji
- błędy, których należy unikać
- obsługa posprzedażowa

Budowa i rodzaje kolektorów słonecznych

Kolektory płaskie

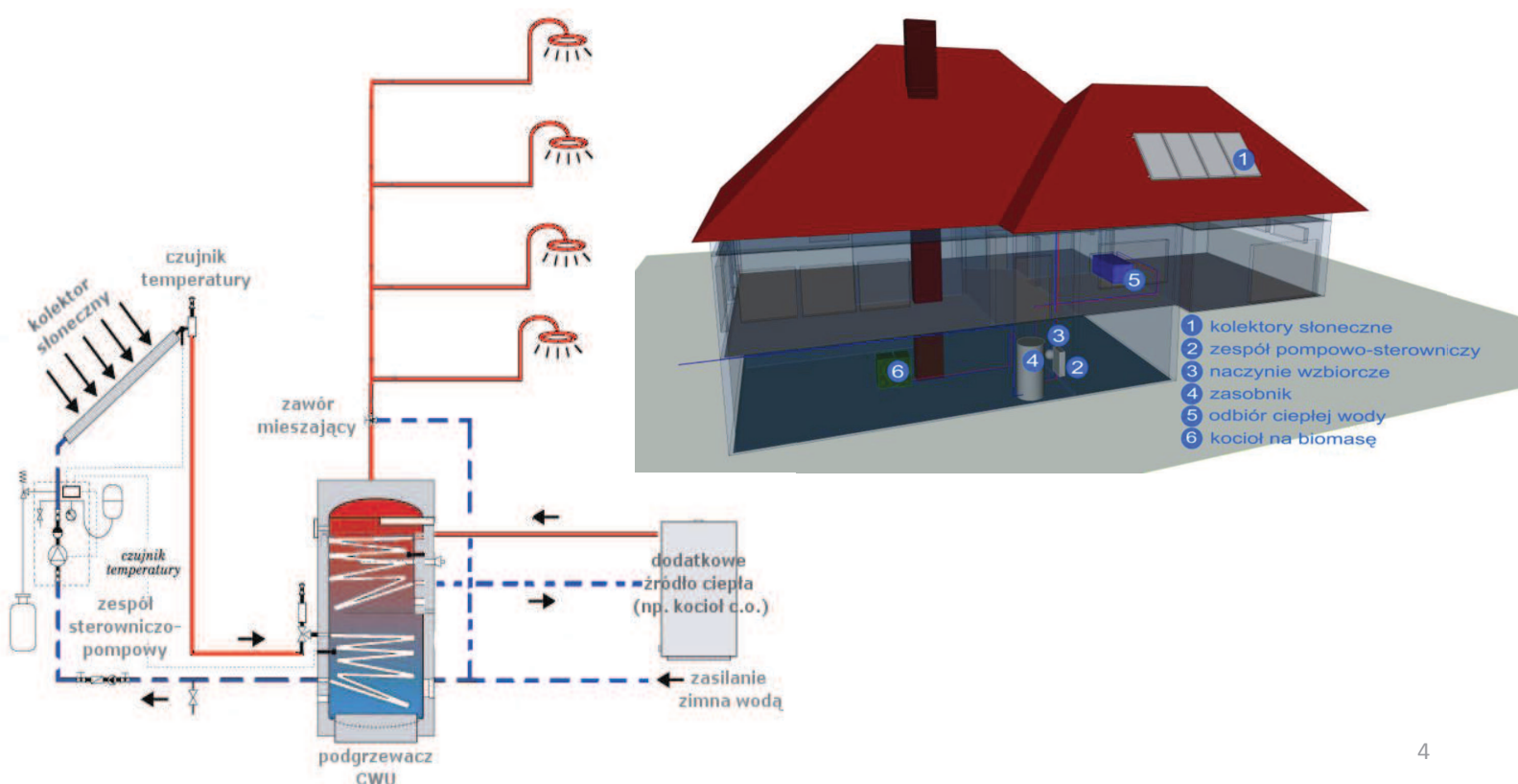


Kolektory próżniowe



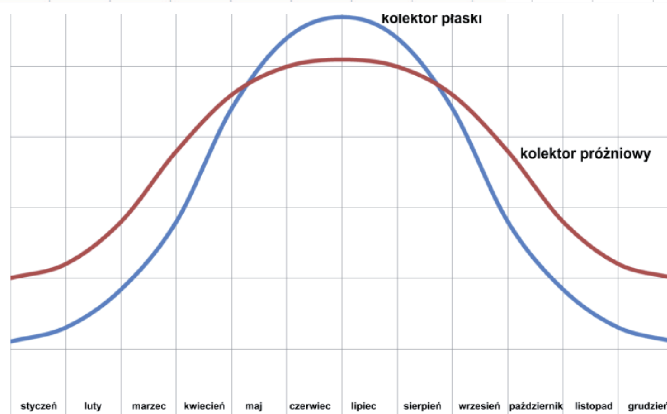
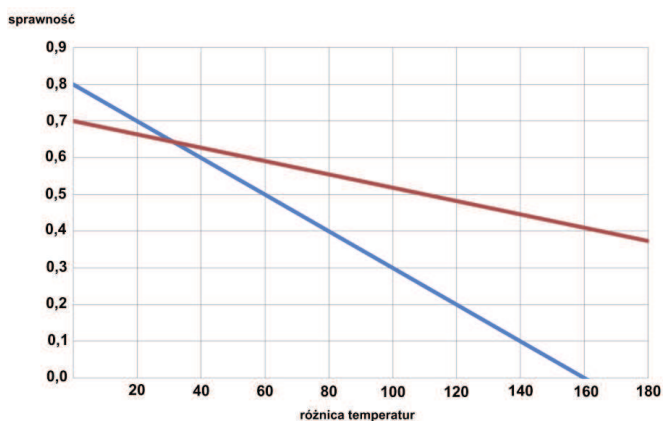
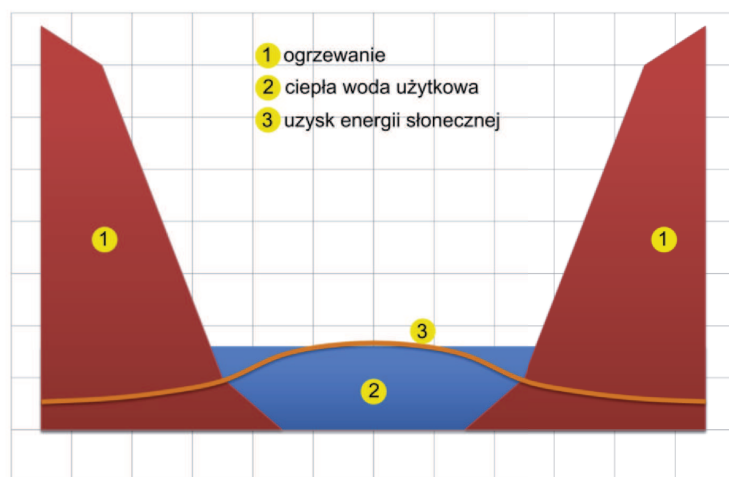
Budowa i rodzaje kolektorów słonecznych

- Instalacje dla użytkowników indywidualnych



Kryteria wyboru rodzaju kolektora

- całoroczny bilans potrzeb i sezonowe możliwości instalacji solarnej



Komponenty instalacji solarnej

- Typowy zestaw instalacji solarnej:

- kolektory słoneczne
- zbiornika (zasobnik) wody
- grupa pompowa
- naczynie wzbiorcze
- sterownik
- elementy montażowe
- elementy monitoringu (opcja)



Kryteria konfiguracji instalacji solarnych

- Najczęściej przyjmowane założenia:
 - przeciętne dzienne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową o temperaturze 45°C wynosi 50 litrów na osobę
 - szacunkowa wielkość powierzchni kolektorów przyjmowana jest od 1,0 do 1,5 m²/osobę
 - pojemność zasobnika powinna wynosić 70 do 100 litrów na osobę, co odpowiada 1,5 do 2-krotnemu dziennemu zapotrzebowaniu
- Przykład potrzeb 4-osobowej rodziny:
 - kolektor płaski o powierzchni 1–1,5 m² na 1 osobę, czyli dla instalacji będzie to 4–6 m²
 - kolektor próżniowy (rurowy) o powierzchni 0,6–0,8 m² na 1 osobę, czyli 2,4–3,2 m²
 - **należy zwrócić uwagę na wielkość dobranego zbiornika buforowego**

Kryteria konfiguracji instalacji solarnych

Przeznaczenie budynku		Dobowe zapotrzebowanie na c.w.u. 45°C, l/doba
Budynki mieszkalne	wymagania średnie	60-100
Restauracje	na danie	6-12
	na osobę	12-30
Hotele	pokój z łazienką (wanna)	140-220
	pokój z łazienką (natrysk)	70-120
	pokój z umywalką	15-20
Schroniska, pensjonaty		35-70
Szpitale		140-400
Szkoły	bez natrysków	5-15
	z natryskami	30-50
Urzędy, biura		10-40

Kryteria konfiguracji instalacji solarnych

- Orientacyjny dobór powierzchni kolektorów słonecznych do wspomagania ogrzewania pomieszczeń

powierzchnia grzewcza budynku, m ²	Zalecana powierzchnia kolektorów, m ²
70	7-14
100	10-20
150	15-30
200	20-40
250	25-50
300	30-60

Kryteria konfiguracji instalacji solarnych

- Dla całorocznego wykorzystywania kolektora przyjmuje się kąt 45° . Jeśli chcemy używać instalacji tylko latem, kąt ten zmniejszamy do 30° , jeśli zaś chcemy wykorzystywać system głównie do dogrzewania pomieszczeń, kąt zwiększamy do 60° .
- Optymalizacja doboru słonecznej instalacji grzewczej do potrzeb jej użytkownika nie polega na tym, że udział energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania na ciepłą wodę lub ciepło nadmiernie wzrasta, ale na tym, że podgrzana w kolektorach słonecznych woda jest dobrze wykorzystana.
- Spotykanym błędem popełnianym przy doborze i wymiarowaniu instalacji jest zastosowanie zasobnika wody o zbyt małej objętości lub sterownika, który nie pomaga optymalizować produkcji energii w kolektorze słonecznym z procesem jej magazynowania i zużycia.

Uruchomienie instalacji

- Kolektory słoneczne w Polsce najczęściej montowane są pod kątem 45° do poziomu i pozycjonowane na kierunek południowy.
- Uruchomienie instalacji jest elementem usługi instalacyjnej, co więcej jest wymagane ze względu na gwarancje i rękojmię.

Błędy, których należy unikać

- Najczęstsze błędy związane są z wymiarowaniem instalacji i należy unikać przewymiarowania, co się zdarza przy programach wsparcia (np. wysokość dopłaty zależy od powierzchni kolektorów).
- Warto monitorować efekty instalacji i weryfikować uzyski z deklaracjami sprzedawców i zapisami w ofertach techniczno-handlowych.
- Niezadowalające efekty mogą być spowodowane usterkami, które można łatwo naprawić, lub błędami w użytkowaniu instalacji i jej konfiguracji.

Obsługa posprzedażowa

- Regularne przeglądy instalacji (odnotowanie na karcie gwarancyjnej) odbywają się co dwa lata. Pełny przegląd obejmuje:
 - sprawdzenie szczelności rur próżniowych w kolektorach próżniowych,
 - płukanie, napełnienie, odpowietrzenie przewodów
 - sprawdzenie stanu anody magnezowej lub tytanowej w zbiorniku,
 - sprawdzenie i ustawienie ciśnienia naczynia wzbiorczego
 - regulację układu sterowania,
 - mycie kolektorów,
 - wymianę płynu solarnego.

Obsługa posprzedażowa

- Ze względu na wymogi programów finansowania, ale również warunki rynkowe należy pamiętać o:
 - gwarancji na instalację,
 - gwarancjach na poszczególne urządzenia,
 - rękojmi instalatora.

Źródła

Kolektory słoneczne Poradnik inwestora i użytkownika,
IEO, 2015

Fotografie urządzeń firmy ENSOL www.ensol.pl



Instytut Energetyki Odnawialnej

SDHplus – New Business Opportunities for Solar
District Heating and Cooling



Szkolenie

Słoneczne sieci ciepłownicze SDHplus

Wielkopowierzchniowe instalacje kolektorów słonecznych

Plan prezentacji

- klasyfikacja instalacji ze względu na wielkość
- elementy instalacji wielkowymiarowych
- podstawowe różnice techniczne w stosunku do instalacji indywidualnych
- zagadnienia hydrauliki instalacji
- przykłady rozwiązań stosowanych w EU
- przykłady rozwiązań z praktyki krajowej

Klasyfikacja instalacji ze względu na wielkość

- W warunkach krajowych można przyjąć, że wielkopowierzchniowe instalacje to **instalacje o powierzchni kolektorów słonecznych powyżej 100 m²**.
- W innych krajach wzrasta liczba instalacji wielkopowierzchniowych, liderem jest w tym obszarze Dania, gdzie liczne są instalacje o pow. powyżej 10.000 m² ; dlatego w Danii za system duży uważana jest instalacja o powierzchni powyżej 5.000 m² .
- Baza danych wielkopowierzchniowych instalacji (lokalizacja, rok uruchomienia, właściciel, powierzchnia, moc cieplna, typ kolektorów, rodzaj magazynu) udostępniana jest w ramach projektu SDHplus <http://www.solar-district-heating.eu/ServicesTools/Plantdatabase.aspx>

Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

- Planując wdrożenie i projektując instalację należy zwrócić uwagę na :
 - dostępność terenu,
 - zagadnienia hydrauliczne,
 - sterowanie pracą instalacji.
- Podstawowe elementy instalacji:
 - kolektory słoneczne,
 - układy pompowe,
 - orurowanie i elementy konstrukcyjne,
 - układy sterowania,
 - Magazyn ciepła (sezonowy) lub integracja z siecią ciepłowniczą.

Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

- Wnętrze sezonowego magazynu ciepła (4.100 m³) – zdjęcia podczas realizacji

Realisation of multifunctional heat storage in Hamburg, 2010



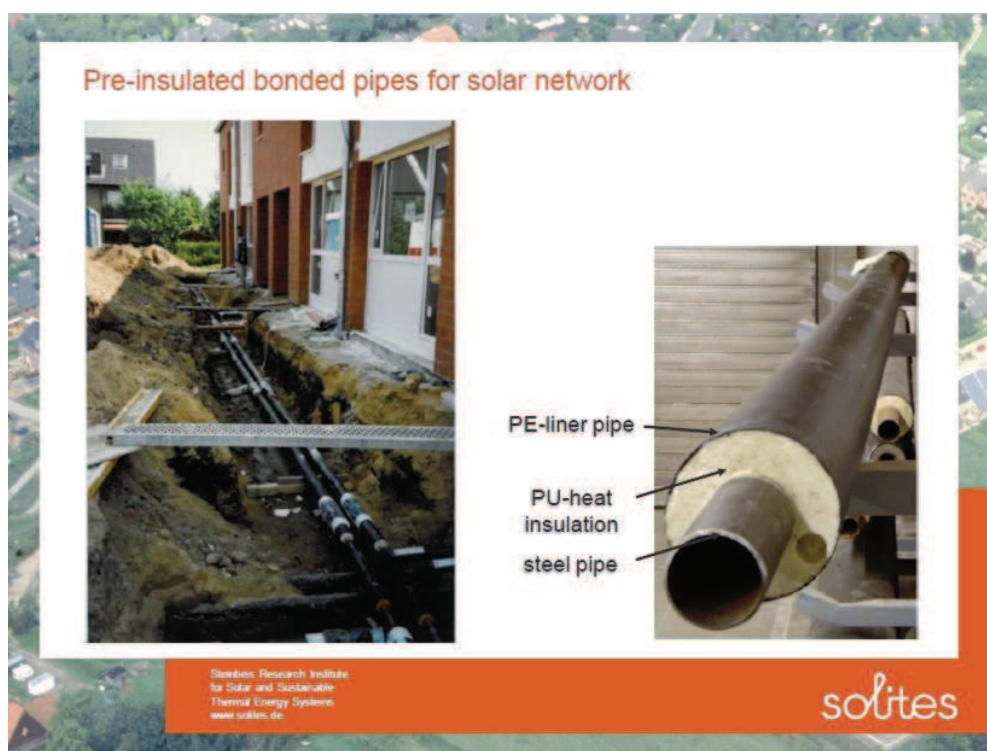
Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

- Zrealizowany magazyn (4.100 m³) jest pierwszym wielofunkcyjnym magazynem ciepła
- Najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem okazał się stalowy zbiornik zamontowany w zaadoptowanym do tego celu budynku
- Korzyści dla właściciela (E.ON Ciepło):
 - większa efektywność magazynowania,
 - magazynowanie zbędnego ciepła z CHP:
 - zwiększenie frakcji CHP,
 - zbędne są nieefektywne kotły szczytowe używane w sezonie grzewczym.
- Korzyści dla wspólnoty mieszkaniowej:
 - korzystanie z konkurencyjnego ekonomicznie ciepła słonecznego,
 - poprawienie wskaźników charakteryzujących efektywność energetyczną budynków.
- Ważny jest kontekst prawny – obowiązek operatora sieci ciepłowniczej odbioru ciepła z instalacji o powierzchni kolektorów powyżej 100 m².



Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

- Preizolowane rury dla słonecznych sieci ciepłowniczych (sieci niskotemperaturowe)

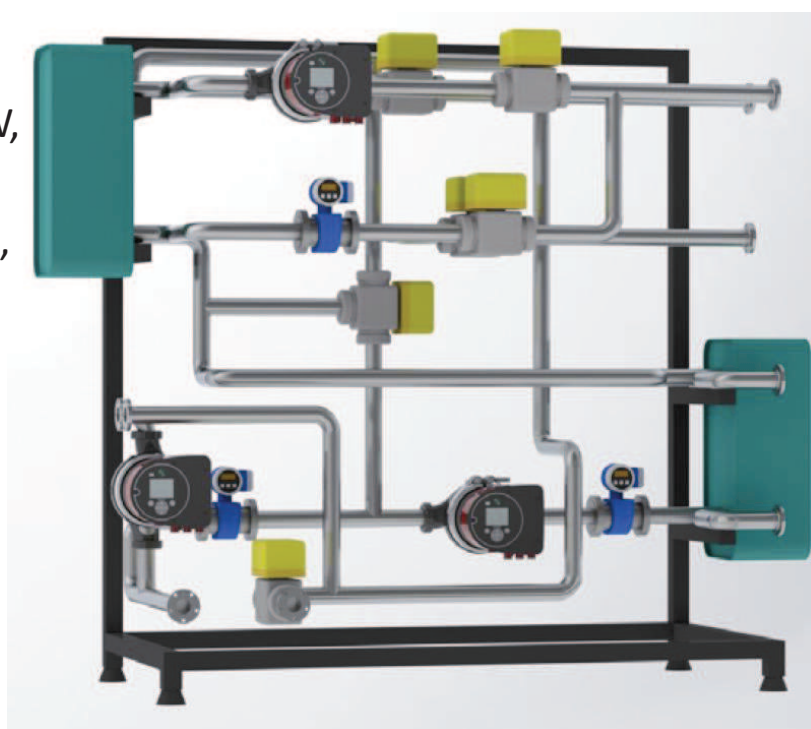


Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

- Węzły ciepłownicze – projektowane na potrzeby integracji instalacji słonecznych z sieciami ciepłowniczymi
 - HANEST – prototyp (Centrum Technologii Energetycznych, Uniwersytet Techniczny w Dreźnie):
 - moc systemu ciepłowniczego 50 kW, system słoneczny 85 kW,
 - zastosowanie: domy wielorodzinne, ogrzewanie niskotemperaturowe,
 - powierzchnia kolektorów słonecznych 80-120 m² .

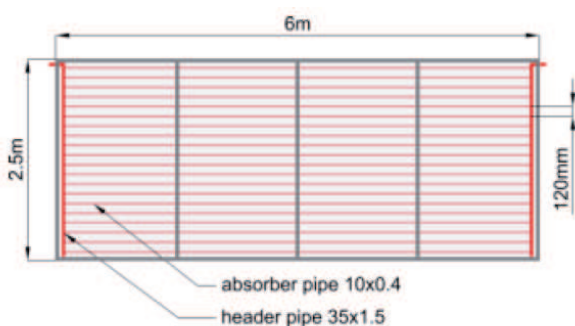
Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

- Węzły ciepłownicze – projektowane na potrzeby integracji instalacji słonecznych z sieciami ciepłowniczymi
 - HANEST – prototyp (Centrum Technologii Energetycznych, Uniwersytet Techniczny w Dreźnie):
- Moc systemu ciepłowniczego 50 kW, system słoneczny 85 kW
- Zastosowanie: domy wielorodzinne, ogrzewanie niskotemperaturowe
- Powierzchnia kolektorów słonecznych 80-120 m²

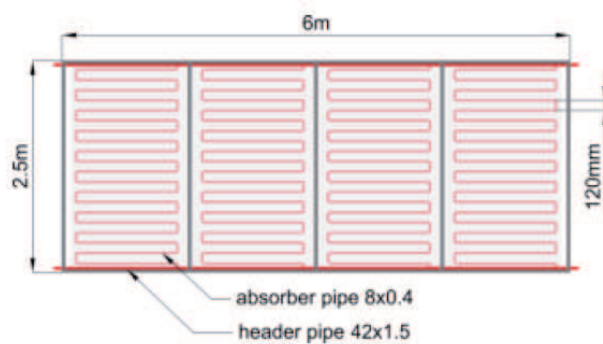


Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

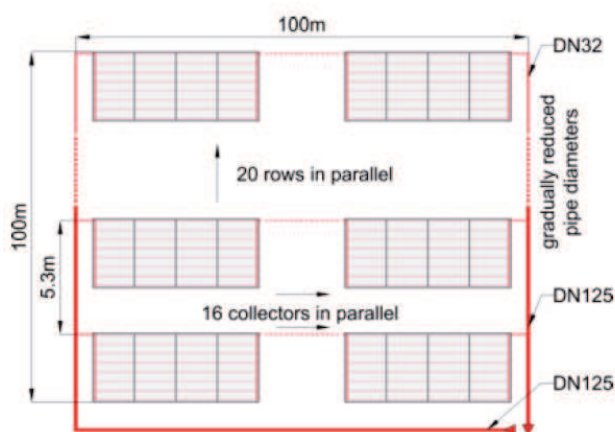
- Ocena zapotrzebowanie na orurowanie dla kolektorów o budowie harfowej i meandrycznej - $\text{kg}_{\text{stali}}/\text{m}^2_{\text{apertury}}$ **1/3**



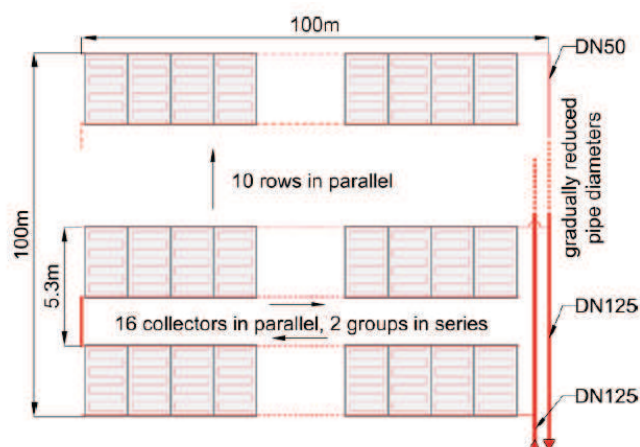
0,89 $\text{kg}_{\text{stali}}/\text{m}^2_{\text{apertury}}$



0,53 $\text{kg}_{\text{stali}}/\text{m}^2_{\text{apertury}}$



array #1(harp)

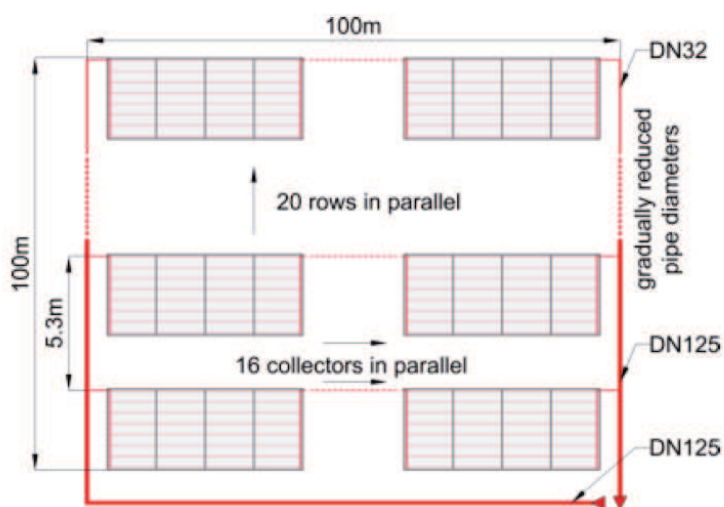


array #2 (meander)

Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

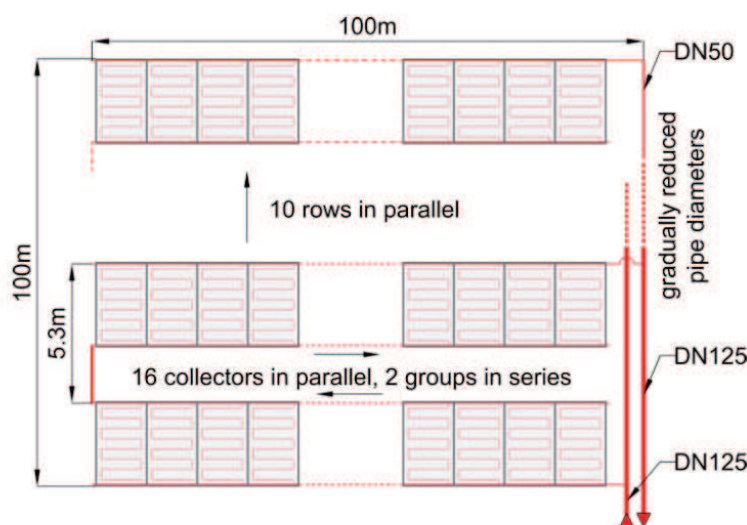
- Ocena zapotrzebowanie na długość orurowania - $\frac{2}{3}$
 $\text{cm/m}^2_{\text{apertury}}$

6.7 $\text{cm/m}^2_{\text{ap}}$



array #1(harp)

2.2 $\text{cm/m}^2_{\text{ap}}$

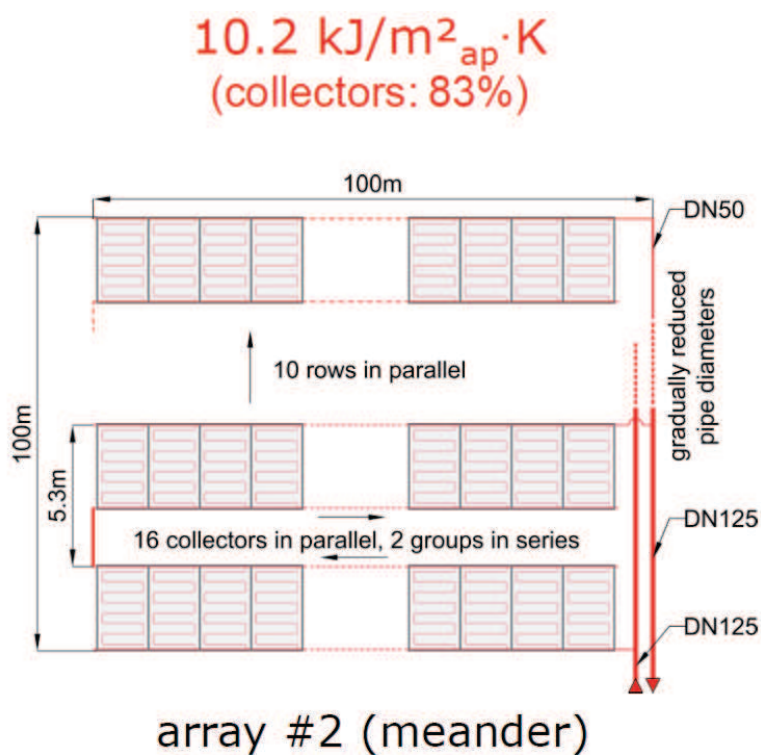
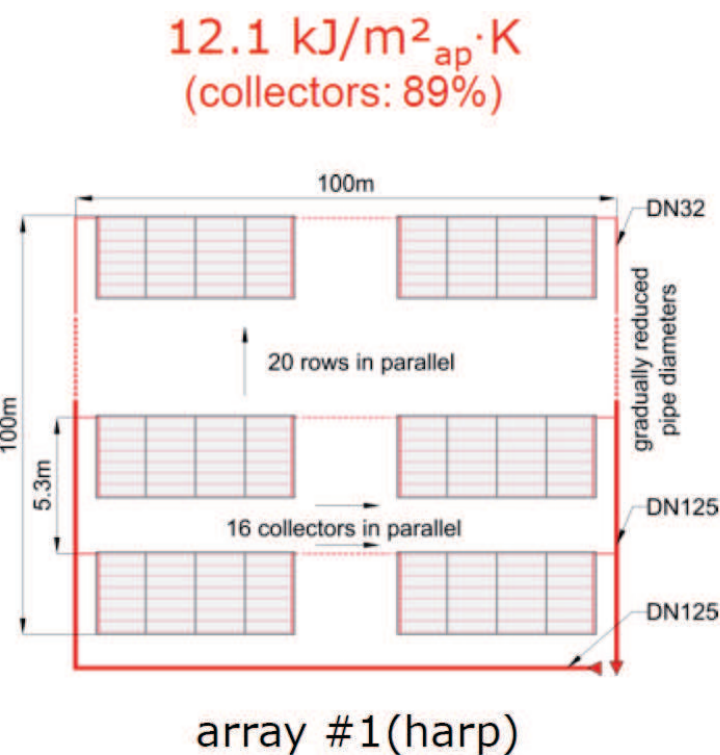


array #2 (meander)

Elementy instalacji wielkopowierzchniowych

- Ocena pojemności cieplnej – straty ciepła przez przenikanie
- $\text{kJ/m}^2_{\text{ap}} \cdot \text{K}$

3/3



Podstawowe różnice w odniesieniu do instalacji użytkowników indywidualnych

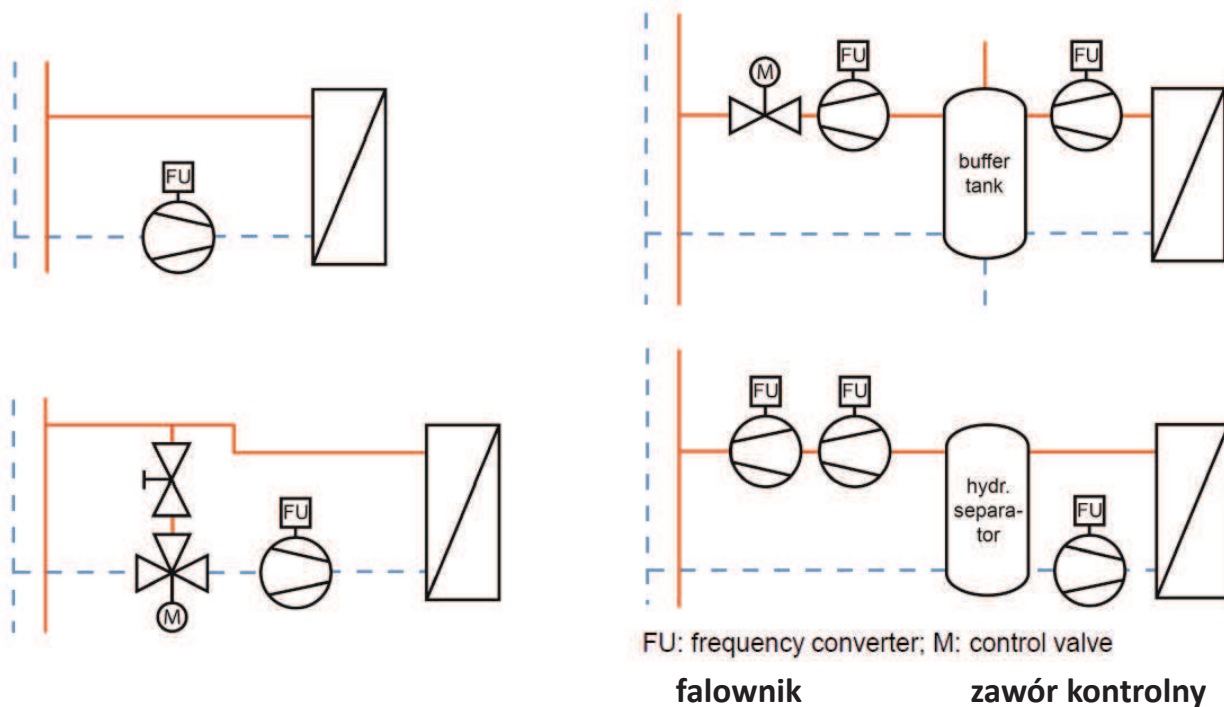
- Wynikająca z wielkości instalacji:
 - powierzchnia kolektorów
 - pojemność magazynu ciepła
- Duży uzysk ciepła sprawia w okresie wysokiego nasłonecznienia, że można rozważać jego sezonowe magazynowanie
- Rozbudowany układ hydrauliczny wymaga stosowania innych zasad sterowania, np. przepływ jest regulowany wg kryterium utrzymania wymaganej temperatury czynnika
- Bardziej złożone kwestie umów i rozliczeń z dostawcą ciepła (dostawcy ciepła sieciowego na ogół niechętnie podchodzą do instalacji solarnych)

Podstawowe różnice w odniesieniu do instalacji użytkowników indywidualnych

- Różnice związane z trybem pracy
 - strategia zmiennego przepływu; temperatura utrzymywana jest na stałym poziomie i „steruje” przepływem
 - ciepło jest dostarczane w najniższej akceptowalnej wartości temperatury, co wynika z większych strat (niższa sprawność i większe straty), gdy temperatura nośnika jest wyższa

Zagadnienia hydrauliki instalacji

- Różnice w stosowanych koncepcjach:
 - 9 różnych rozwiązań technicznych integracji hydraulicznej
 - 2 rozwiązania sterowania pracą



Zagadnienia hydrauliki instalacji

- Doświadczenia niemieckie (Hamburg-Bramfeld) pokazały m.in. liczne przecieki w SDH (po 10 latach eksploatacji). Przyczyny:
 - statyczne przeciążenia połączeń rur preizolowanych sieci solarnej – ponad 500 cykli ładowania
 - przeciążenia materiałowe związane z temperaturą (ponad 130°C) i występujące (sporadycznie) uderzenia hydrauliczne (szok ciśnieniowy)
 - niszczenie połączeń rur skutkujące spadkiem stabilności konstrukcji
 - uszkodzenia przewodów rurowych powoduje zawilgocenia izolacji i korozję rur stalowych (jako powód wskazywana jest niższa jakość prac budowlanych i montażowych)

Zagadnienia hydrauliki instalacji

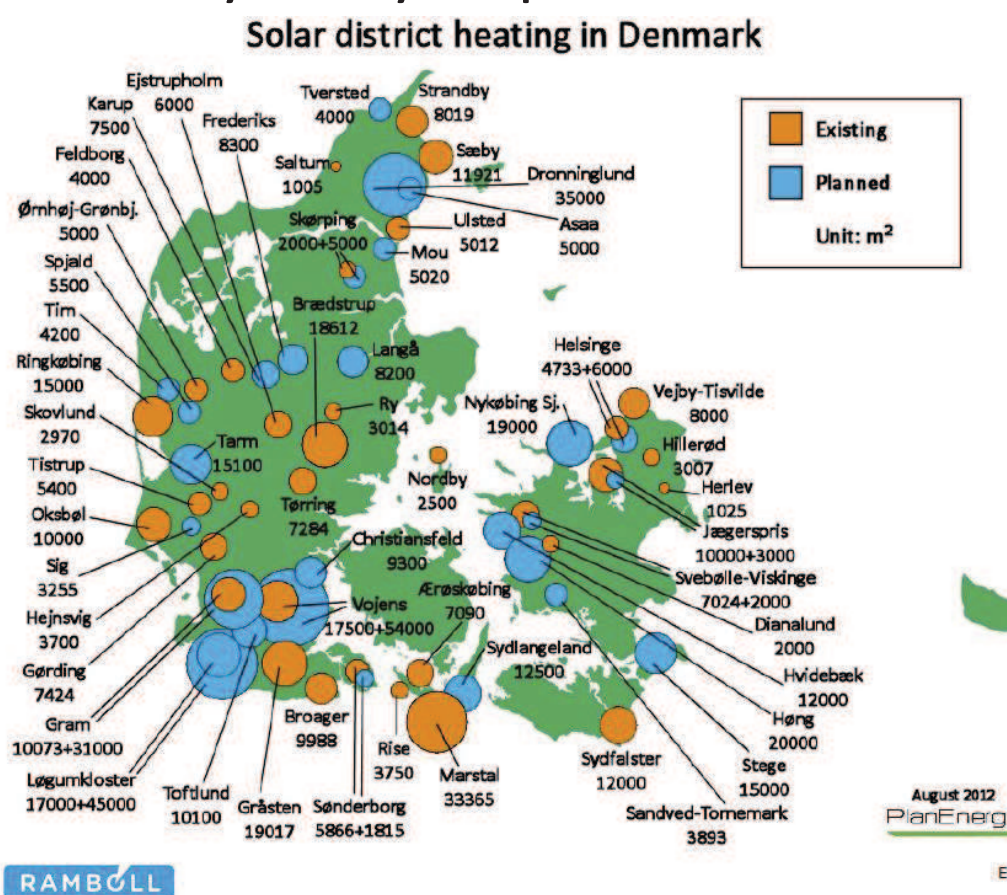
- CD. Doświadczenia niemieckie - spostrzeżenia i rekomendacje:
 - temperatura dla części materiałowych powyżej 130°C powinna być zdecydowanie eliminowana
 - przy wymiarowaniu łączonych preizolowanych rur powinny być wzięte pod uwagę specjalne warunki pracy „sieci słonecznej”
 - alternatywą dla łącznych preizolowanych rur mogą być inne izolacje np. wełna mineralna lub szklana

Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Charakterystyka zrealizowanych instalacji integrujących inst. kolektorów słonecznych z siecią ciepłowniczą
- Szwecja
 - Liczba instalacji: 22; pow. kolektorów: 42 - 1.128 m²
- Dania
 - Liczba instalacji: 4; pow. kolektorów: 315 - 798 m²
- Niemcy
 - Liczba instalacji: 3; pow. kolektorów: 114 - 240 m²
- Austria
 - Liczba instalacji: 4; pow. Kolektorów: 1.420 - 3.855 m²

Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Słoneczne systemy ciepłownicze w Danii



Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Niemcy – stopniowe wdrażanie instalacji pilotażowych z zastosowaniem sezonowego magazynowania ciepła:

– Hamburg	1996	TTES
– Friedrichshafen	1996	TTES
– Neckarsulm	1997	BTES
– Steinfurt	1998	PTES
– Rostock	2000	ATES
– Hannover	2000	TTES
– Chemnitz	2000	PTES
– Attenkirchen	2002	TTES+BTES
– Monchium	2007	TTES
– Crailsheim	2007	BTES
– Enggenstein-Leopoldshafen	2007	TTES

TTES	Tank Thermal Energy Storage	zbiornik ciepłej wody
PTES	Pit Thermal Energy Storage	zbiornik ziemno - wodny
BTES	Borehole Thermal Energy Storage	akumulator gruntowy
ATES	Aquifer Thermal Energy Storage	magazyn w warst. wodonośnej

Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

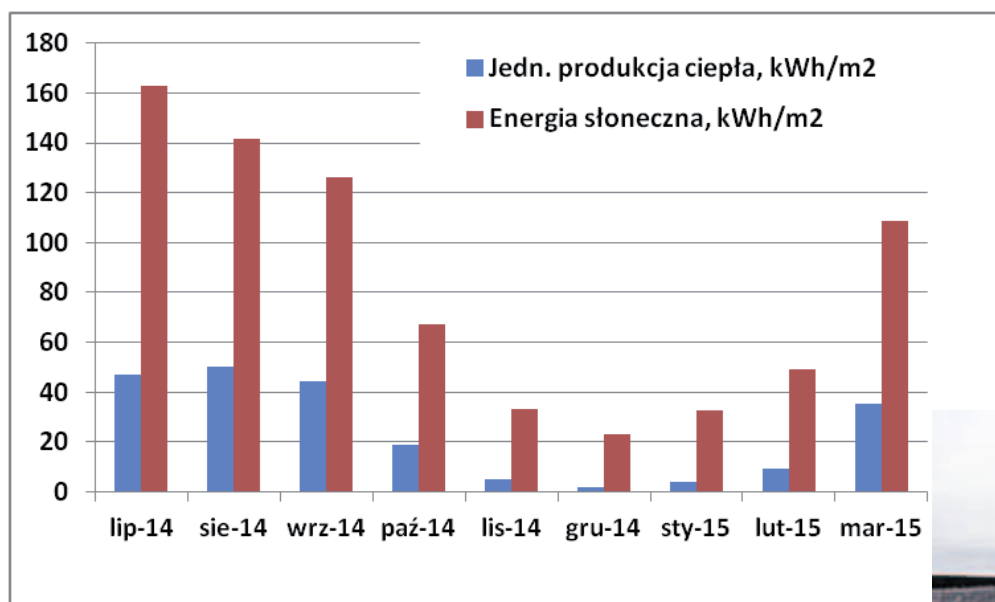
- Dania – Rise:

– Uruchomienie instalacji	2001
– Powierzchnie kolektorów m ²	3750
– Układ kolektorów	kolektory płaskie
– Posadowienie kolektorów	grunt
– Moc instalacji w kW _{th}	2503
– System magazynowania	sez. mag. wodny
– Pojemność magazynu w m ³	5000

- Uwagi:

Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Dania – Rise: wyniki z monitoringu pracy instalacji



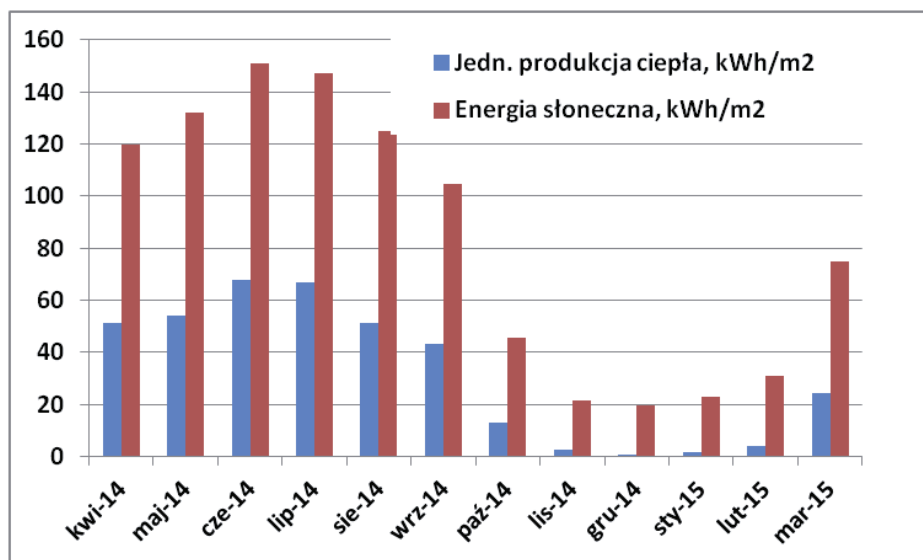
Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Dania – Hejnsvig:

– Uruchomienie instalacji	2010
– Powierzchnie kolektorów m ²	5753
– Układ kolektorów	kolektory płaskie
– Posadowienie kolektorów	grunt
– Moc instalacji w kW _{th}	4000
– System magazynowania	-
– Pojemność magazynu w m ³	-
- Uwagi:

Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Dania – Hejsvig: wyniki z monitoringu pracy instalacji



Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Niemcy – Stuttgart Burgholzshof:

– Uruchomienie instalacji	1997
– Powierzchnie kolektorów m ²	1000
– Układ kolektorów	kolektory płaskie
– Posadowienie kolektorów	dach
– Moc instalacji w kW _{th}	700
– System magazynowania	magaz. dobowe
– Pojemność magazynu w m ³	-
- Uwagi:

Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Niemcy – Neckarsulm:

– Uruchomienie instalacji	1997
– Powierzchnie kolektorów m ²	5670
– Układ kolektorów	kolektory płaskie
– Posadowienie kolektorów	dach i grunt
– Moc instalacji w kW _{th}	3969
– System magazynowania	sez. akumul. gruntowy
– Pojemność magazynu w m ³	60000

- Uwagi:

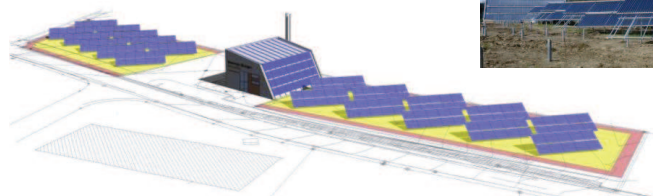


Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Niemcy – Büsingen:

- Uruchomienie instalacji 2013
- Powierzchnie kolektorów m² 1090
- Układ kolektorów kolektory próżniowe
- Posadowienie kolektorów grunt
- Moc instalacji w kW_{th} 760
- System magazynowania magaz. dobowe
- Pojemność magazynu w m³ –

- Uwagi:



Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Austria – UPC-Arena Graz-Lebenau:
 - Uruchomienie instalacji 2002
 - Powierzchnie kolektorów m² 1407
 - Układ kolektorów kolektory próżniowe
 - Posadowienie kolektorów dach
 - Moc instalacji w kW_{th} 984
 - System magazynowania sieć ciepłownicza
 - Pojemność magazynu w m³ -
- Uwagi:



Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Austria – Wels:

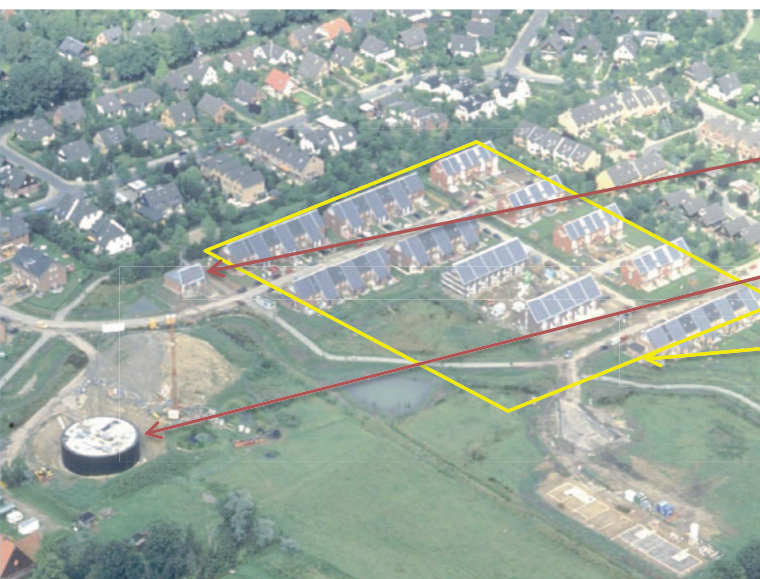
– Uruchomienie instalacji	2011
– Powierzchnie kolektorów m ²	3388
– Układ kolektorów	kolektory próżniowe z odbłyśnikiem
– Posadowienie kolektorów	dach
– Moc instalacji w kW _{th}	2400
– System magazynowania	sieć ciepłownicza
– Pojemność magazynu w m ³	-

- Uwagi:

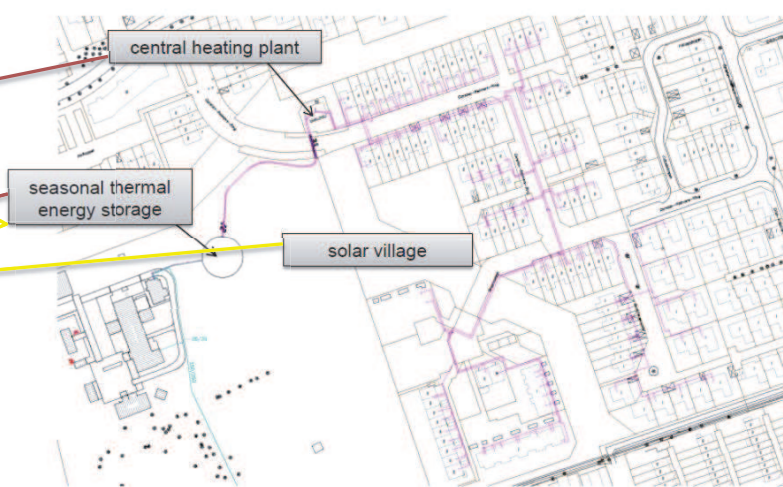


Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Hamburg-Bramfeld - słoneczny system ciepłowniczy z sezonowym magazynem ciepła



Solar district heating in Hamburg-Bramfeld, 1996

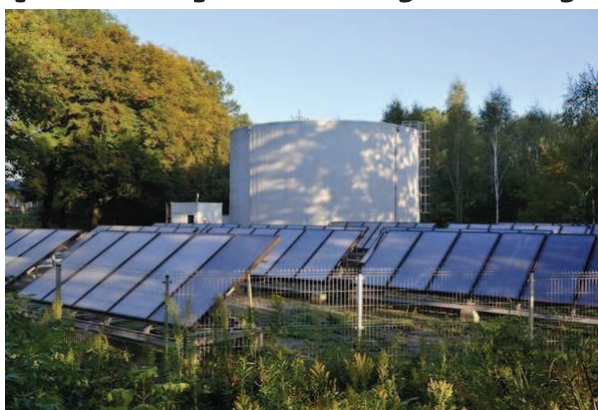


Przykłady rozwiązań stosowanych w UE

- Austria, stan na 2013 r.:
 - 25 instalacji SDH; $>500 \text{ m}^2$ ($35.000 \text{ m}^2 / 24,5 \text{ MW}_c$)
 - 3 kategorie:
 1. **od lat 90-tych**: sieci ciepłownicze, ze źródłami biomasowymi z instalacjami słonecznymi
 2. **od 2002 roku (pierwsze wdrożenia)**: rozproszone instalacje solarne podłączane do miejskich sieci ciepłowniczych
 3. **obecnie**: lokalne mikrosieci na terenach miejskich, wspomagające instalacjami słonecznymi
 - Przyszłe wyzwania i kierunki rozwoju:
 - zmiany w profilach zużycia ciepła, w związku ze wzrastającą jakością budynków i zmianami klimatycznymi
 - wzrost interakcji pomiędzy sektorami energii elektrycznej i ciepła

Przykłady rozwiązań z praktyki krajowej

- Pierwszy w Polsce i jeden z nielicznych w Europie sezonowych magazynów ciepła został uruchomiony na terenie Mazowieckiego Centrum Psychiatrii „Drewnica” w Ząbkach k. Warszawy - Mostostal Warszawa
 - projekt współfinansowany jest ze środków projektu badawczego EINSTEIN, 7 PR
- W Polsce są liczne wdrożenia dużej skali magazynów, ale dotyczą dobowego buforowania na potrzeby optymalizacji pracy układów CHP, np. pojemność akumulatora ciepła w EC Sieierki to 30 400 m³
 - rozwiązania techniczne dotyczące konstrukcji i budowy tego rodzaju zbiorników są znane



Źródła

Ulbjert F. (Ramboll Energy): Developing and maturing large scale solar thermal heating plants, in conference: Solar District Heating – technical solutions, urban planning and business models, Malmo, 2013

Mangold D., Schmidt T. (Solites): Solar District Heating in Hamburg-Bramfels – Experiences with Pre-insulated Bonded Pipes and Solar Feed-in, in conference: Solar District Heating – technical solutions, urban planning and business models, Malmo, 2013

Ohnewein P.: Analysis of Hydraulic Designs in Large Solar Collector Arrays, in conference: Solar District Heating – technical solutions, urban planning and business models, Malmo, 2013

Heymann M., Kretzschmar T., Rosemann T., Ruhling K.: Integration of Solar Thermal Systems into District Heating, in: 2nd SDH Conference, Hamburg, 2014

Schafer K., Schlegel F., Pauschinger T.: Decentralized feed-in of solar heat into district heating networks – a technical analysis of realized plants, in: 2nd SDH Conference, Hamburg, 2014

<http://termika.pgnig.pl/o-firmie/nasze-zaklady/elektrociepownia-siekierki/>



Instytut Energetyki Odnawialnej

SDHplus – New Business Opportunities for Solar
District Heating and Cooling



Szkolenie

Słoneczne sieci ciepłownicze SDHplus

Magazynowanie ciepła

Plan prezentacji

- podstawy fizyczne procesów magazynowania ciepła
- sezonowe magazyny ciepła i przykłady
- magazyny ciepła jako element instalacji grzewczych i hybrydowych
- koszty sezonowych magazynów ciepła
- sezonowe magazynowanie ciepła w skali domu jednorodzinnego

Podstawy fizyczne procesów magazynowania ciepła

- **Pojemność cieplna:** wielkość fizyczna, która charakteryzuje ilość ciepła, jaka jest niezbędna do zmiany temperatury ciała o jednostkę temperatury (wymiana z otoczeniem), przykładowe wartości:

– amoniak (ciecz)	$3,263 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
– miedź (c. stałe)	$3,450 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
– żelazo (c. stałe)	$3,537 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
– woda (25°C)	$4,179 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
– woda (100°C)	$4,216 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
- **Współczynniki przenikania ciepła:** określany dla przegród cieplnych, umożliwia obliczanie ciepła przenikającego przez przegrodę cieplną jak również porównywania własności cieplnych różnych przegród budowlanych. Im niższa jest wartość współczynnika, tym lepszy jest poziom izolacji. Jednostką jest $[\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$, zazwyczaj oznaczany jest literą „U”

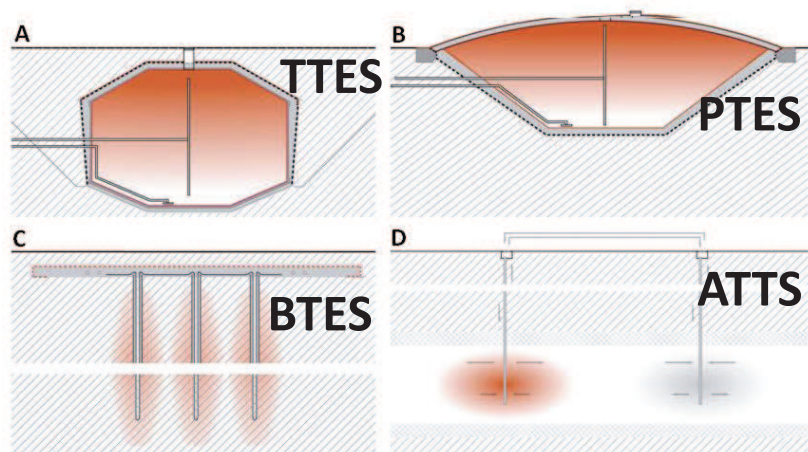


Wg obowiązujących przepisów budowlanych dla ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych współczynnik przenikania ciepła powinien być nie większy niż **$0,20 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$** .

Sezonowe magazyny ciepła

Klasyfikacja

- A. Magazyn ciepłej wody
- B. Zbiornik ziemno-wodny
- C. Akumulator gruntowy
- D. Magazyn w warstwie wodonośnej



TTES Tank Thermal Energy Storage

PTES Pit Thermal Energy Storage

BTES Borehole Thermal Energy Storage

ATES Aquifer Thermal Energy Storage

zbiornik ciepłej wody

zbiornik ziemno - wodny

akumulator gruntowy

magazyn w warst. wodonośnej

Sezonowe magazyny ciepła

- Objętość sezonowych (długookresowych) magazynów ciepła
 - zbiornik ciepłej wody $1,4 - 2,1 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{kolektora}}$
 - zbiornik ziemno-wodny $2,5 - 4,0 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{kolektora}}$
 - akumulator gruntowy $4,0 - 6,0 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{kolektora}}$
 - magazyn w warst. wodonośnej $4,0 - 6,0 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{kolektora}}$

Sezonowe magazyny ciepła

- Charakterystyka krótko- i długookresowego gromadzenia ciepła w słonecznych układach grzewczych

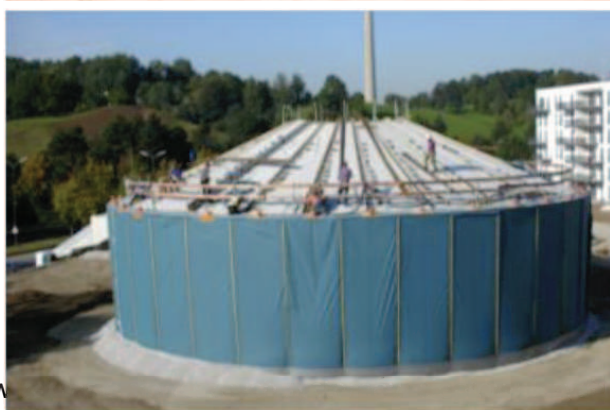
Wyszczególnienie	Krótkookresowe magazynowanie ciepła	Długookresowe magazynowanie ciepła
Minimalna wielkość instalacji	Od 30 do 40 mieszkańców (maksymalnie do 60)	Od 100 do 150 mieszkańców
Powierzchnia kolektorów	0,8-1,2 m ² na osobę	1,4-2,4 m ² na zapotrzebowanie roczne 1 MWh 0,14 do 0,2 m ² kolektora na 1 m ² powierzchni mieszkalnej
Pojemność zbiornika	0,05-0,1 m ³ /m ² pow. Kolektora	1,5-4 m ³ / MW 1,4-2,1 m ³ /m ² pow. Kolektora
Energia słoneczna	350-500 kWh/m ² a	230-350 kWh/m ² a
Udział energii słonecznej	c.w.u. 50% c.o. + c.w.u. 10-20%	c.o. + c.w.u. 40-70%

Sezonowe magazyny ciepła

- Zbiornik (magazyn) ciepłej wody
 - konstruowane są z żelbetu, stali, a nawet szkła wzmocnionego tworzywem sztucznym
 - ściany zbiornika i warstwa ziemi uszczelnienia są folią, która musi być odporna na temperaturę 80°C
 - grubość zewnętrznej izolacji termicznej powinna wynosić 15-30 cm

Sezonowe magazyny ciepła

- Zbiornik (magazyn) wody – realizacja zbiornika o pojemności 5.700 m³ w Monachium



Sezonowe magazyny ciepła

- Zbiornik ziemno-wodny
 - konstrukcja zbiornika ma kształt tzw. „miednicy ziemnej”
 - ściany stykające się bezpośrednio z wodą są wyłożone specjalną folią uszczelniającą
 - w porównaniu do innych rozwiązań - nie ma kosztownych elementów konstrukcyjnych
 - natomiast duży udział w kosztach stanowią prace ziemne
 - zbiornik izolowany jest na bokach i u góry oraz (w zależności od głębokości i objętości), również od spodu
 - jako materiały izolacyjne najczęściej stosowane są kauczuki lub folie.

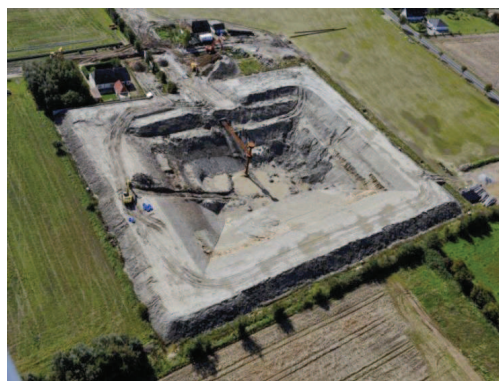
Sezonowe magazyny ciepła

- Zbiornik ziemno-wodny – budowa zbiornika w Eggenstein o objętości 4.500 m³



Sezonowe magazyny ciepła

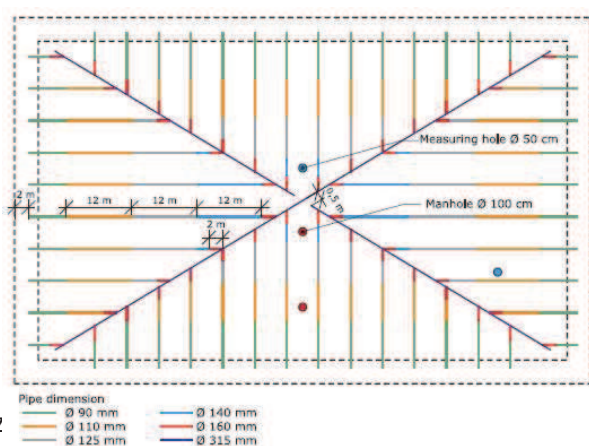
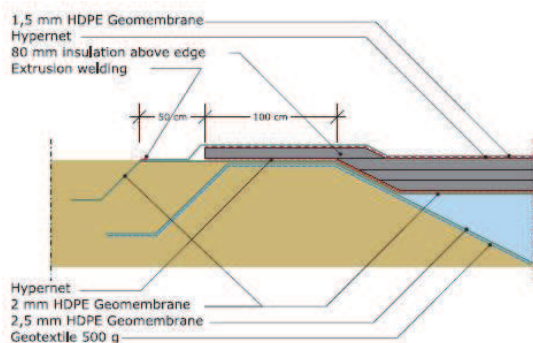
- Zbiornik ziemno-wodny – budowa zbiornika w Marstal, DK o objętości 75.000 m³



Szkolenie w zakresie słonecznych systemów ciepłowniczych

Sezonowe magazyny ciepła

- Zbiornik ziemno-wodny – budowa zbiornika w Marstal, DK o objętości 75.000 m³



Sezonowe magazyny ciepła

- Akumulator gruntowy

- czynnik roboczy krąży w obiegu zamkniętym, przepływa przez rury w kształcie litery „U” lub poprzez rury koncentryczne ułożone w pionowych odwiertach (sondy ziemne)
- głębokości otworów wiertniczych wynoszą między 20 a 80 m, rozmieszczane są w odległości od 1,5 do 3 m
- określenie pojemności cieplnej magazynu na podstawie termofizycznych właściwości warstw geologicznych, ważna jest również powierzchnia działki
- wybór materiałów konstrukcyjnych zależy od przewodności cieplnej gruntu i materiałów wypełniających
- materiał wypełniający otwory wiertnicze powinien zapewnić dobre przekazywanie energii cieplnej pomiędzy sondami ziemnymi, w które wyposażony jest akumulator, a materiałem gromadzącym ciepło (ziemne struktury geologiczne)
- najlepszym stosowanym materiałem jest mieszanka bentonitu, piasku, cementu i wody
- w porównaniu do innych rozwiązań:
 - akumulator gruntowy charakteryzuje się relatywnie niewielkim kosztem budowy
 - możliwością zwiększenia w miarę potrzeb pojemności magazynu, przez wywiercenie dodatkowych otworów

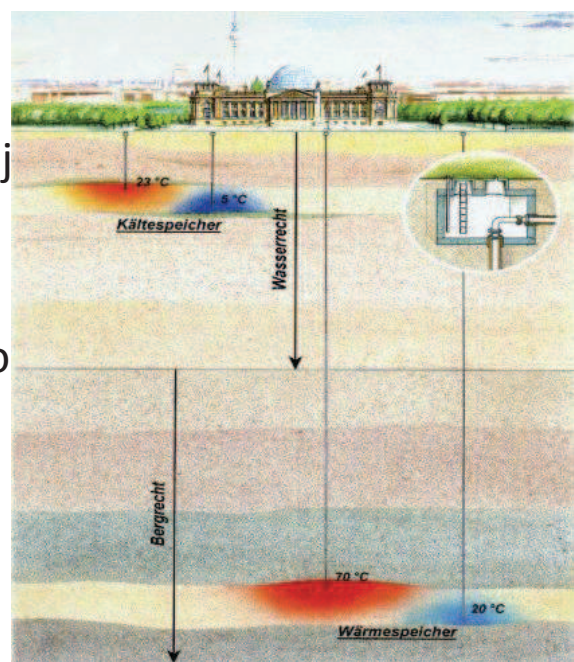
Sezonowe magazyny ciepła

- Akumulator gruntowy – budowa w Crailsheim, 37.500 m³



Sezonowe magazyny ciepła

- Magazyn w warstwie wodonośnej
 - woda z naturalnych zbiorników podziemnych jest wydobywana, dogrzewana, a następnie z powrotem wpompowywana do złoża
 - lokalizacja jest uzależniona od warunków hydrogeologicznych, w szczególności występowania zamkniętych i szczelnych warstw geologicznych, otaczających zbiornik wodny oraz odpowiedniej jakości wody
 - podobnie jak ma to miejsce w przypadku akumulatorów gruntowych, w pierwszych latach działania znaczna część gromadzonej energii jest wykorzystywane na podniesienie temperatury złoża
 - z uwagi na to, że nie ma możliwości zastosowania izolacji cieplnej podziemnego zbiornika wodnego, minimalna, ekonomicznie uzasadniona pojemność takiego zbiornika jest duża, wynosi nawet 100 000 m³, choć podawane są również przykłady obiektów mniejszych



Magazyny ciepła jako element instalacji grzewczych i hybrydowych

- Zbiorniki ciepła, zarówno buforowe jak i z podgrzewaniem, będące standardowym elementem instalacji z kolektorami słonecznymi są dobrym, łatwo-dostępnym rozwiązaniem
- Możliwa jest konwersja energii elektrycznej na ciepło za pomocą elementu grzewczego
- Woda, ze względu na relatywnie wysoką pojemność cieplną, jest najtańszym i zarazem łatwo-dostępnym nośnikiem
- Planując instalację hybrydową należy wziąć pod uwagę zastosowanie większego zbiornika



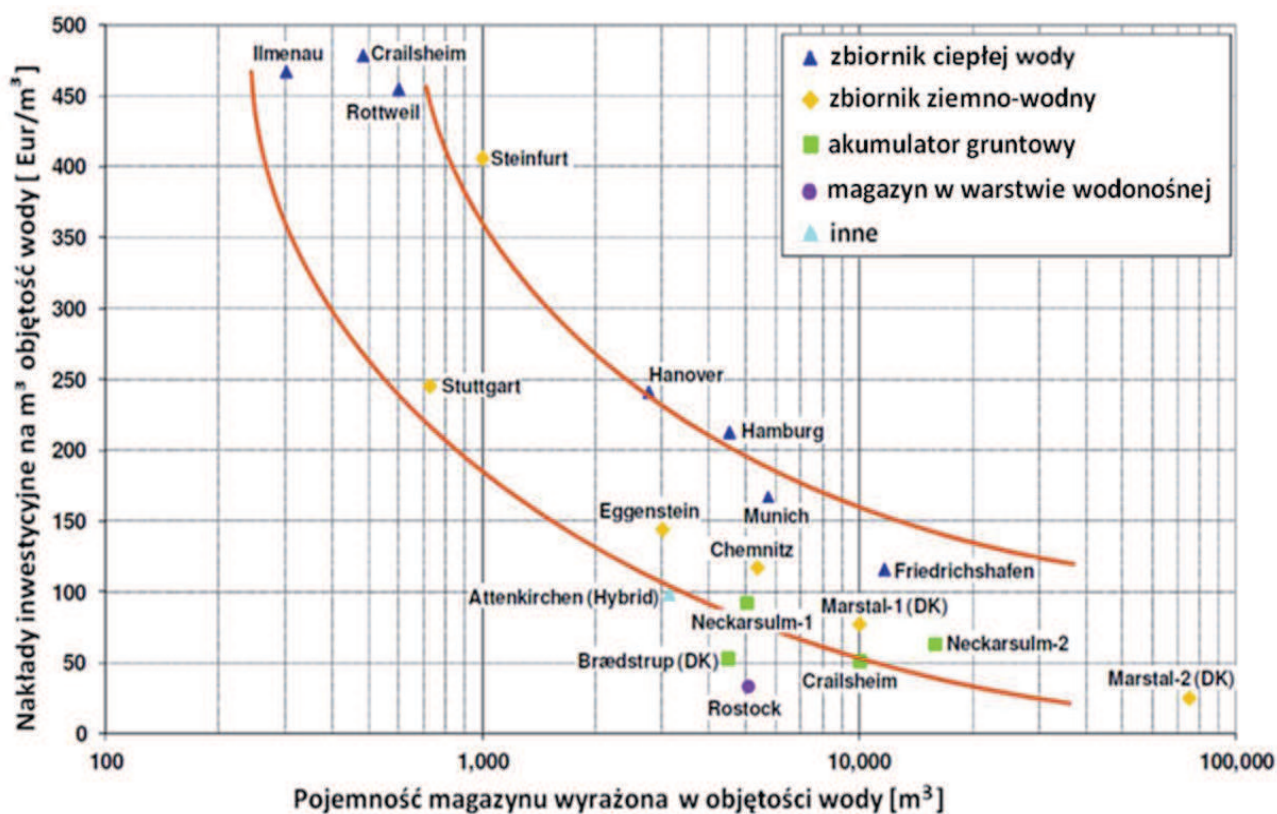
Koszy sezonowych magazynów ciepła budowa i eksploatacja

- Struktura kosztów magazynów ciepła na przykładzie instalacji w Niemczech

	Zbiornik wody cieplej	Zbiornik ziemno- wodny	Akumulator gruntowy	Magazyn
Lokalizacja	Monachium	Eggenstein	Crailsheim	Rostock
objętość, m ³	5 700	4 500	37 500	20 000
koszt całkowity Eur, netto	953 000	433 000	520 000	171 000
prace ziemne, %	12	16	2	3
przygotowanie pojemności magazynowej, %	38	13	51	45
izolacja, %	13	30	23	39
uszczelnienie, %	26	35	18	
napełnienie, %	13	3	6	
inne, %	8	3		13

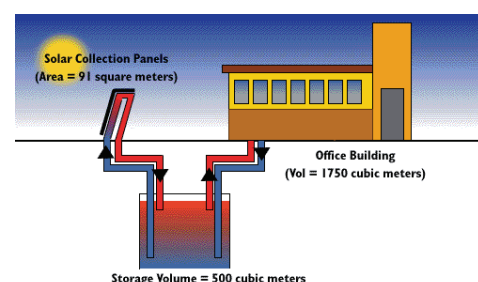
Koszy sezonowych magazynów ciepła budowa i eksploatacja

- Nakłady inwestycyjne na budowę magazynów ciepła



Sezonowe magazynowanie ciepła w skali domu jednorodzinnego

- Sezonowe magazynowanie ciepła w małej skali (magazynowanie w zbiorniku wodnym) nie jest powszechnie praktykowane
- Znane są próbne wdrożenia, rozwiązania techniczne istnieją, ale jest to rynkowa nisza
- Częstszą praktyką jest podgrzewanie gruntu również z wykorzystaniem pompy ciepła



Źródła

Schmidt D.M. (Solites): Large-scale Thermal Energy Storage – Status Quo and Perspectives, in conference: Solar District Heating – technical solutions, urban planning and business models, Malmo, 2013

Jensen M.V. (PlanEnergi): Two Approaches of Seasonal Heat Storing: Pit Heat Storage and Borehole Thermal Energy Storage , in conference: Solar District Heating – technical solutions, urban planning and business models, Malmo, 2013

Wiśniewski G., Gołębiowski S., Więcka A., Kurowski K.: Kolektory słoneczne, energia słoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle, Dom Wydawniczy Medium, 2008

www.ensol.pl

<http://www.reina-llc.com/projects/sunrise/>



Instytut Energetyki Odnawialnej

SDHplus – New Business Opportunities for Solar
District Heating and Cooling



Szkolenie

Słoneczne sieci ciepłownicze SDHplus

Sieci ciepłownicze

Plan prezentacji

- charakterystyka sektora ciepłowniczego w Polsce
- topologia sieci ciepłowniczych
- wybrane urządzenia techniczne w sieciach ciepłowniczych
- przyłączanie odbiorców do sieci
- ustalanie i zatwierdzanie taryf dla ciepła

Charakterystyka sektora ciepłowniczego w Polsce

- Zmiany w sektorze ciepłowniczym nabrały szczególnego tempa po przystąpieniu Polski do UE. Znaczenia nabrały (wg zapisów „Zielonej księgi UE”):
 - konkurencyjność
 - ochrona środowiska
 - bezpieczeństwo i jakość
- Zaszły zmiany w strukturze właścicielskiej (konsolidacje, przejęcia, wykup), znaczne ograniczenie zapotrzebowania na moc ciepłowniczą,
- Podstawowym paliwem pozostaje węgiel kamienny
- Wzrasta rola biomasy
- Sprawność źródeł ciepła wynosi 50-93% (UE: 75-93%)
- Sprawność systemów ciepłownicznych 50-86% (UE: 70-91%)

Charakterystyka sektora ciepłowniczego w Polsce

- Struktura przedsiębiorstw produkujących ciepło (stan na 2010 rok)
 1. Przedsiębiorstwa elektroenergetyki zawodowej **154**
 2. Elektrociepłownie przemysłowe ogółem **55**
W tym komercyjne **54**
 3. Przedsiębiorstwa produkcyjno-dystrybucyjne **375**
 4. Ciepłownie niezawodowe ogółem **9558**
W tym należące do dużych przedsiębiorstw **3298**
Komercyjne **279**
- Z tego liczba koncesjonowanych przedsiębiorstw (moc > 5 MW) w 2012 roku wyniosła **466**

Charakterystyka sektora ciepłowniczego w Polsce

- Koncesjonowane przedsiębiorstwa ciepłownicze dysponowały w 2013 r. sieciami o długości 20.138 km, na co składały się:
 - sieci ciepłownicze łączące źródła ciepła z węzłami cieplnymi
 - sieci niskoparametrowe – zewnętrzne instalacje odbiorcze
- Sieci ciepłownicze rozbudowują się, obserwowany jest kilkuprocentowy przyrost długości sieci

Charakterystyka sektora ciepłowniczego w Polsce

- Rynek ciepła podlega regulacjom w zakresie koncesji prowadzenia działalności w układzie: wytwarzanie, obrót i dystrybucja, oraz przy zatwierdzaniu taryf za ciepło dla odbiorców końcowych
- Uważa się, że restrykcyjne regulacje prawne hamują procesy inwestycyjne i ograniczają modernizację systemów ciepłowniczych, w szczególności chodzi o możliwość uwzględniania w taryfach na ciepło zwrotu z zainwestowanego kapitału
- Wzrost sprawności jest wynikiem modernizacji, w szczególności poprzez wdrażanie układów regulacyjnych, rury w sieciach są wymieniane na preizolowane

Topologia sieci ciepłowniczych - definicje

- **System ciepłowniczy:** obejmuje współpracujące ze sobą urządzenia i instalacje do wytwarzania, przesyłania, rozdziału i odbioru ciepła
- **Sieć ciepłownicza:** połączone ze sobą urządzenia lub instalacje (nazywane również ciepłociągami), służące do przesyłania i dystrybucji ciepła w postaci wody gorącej lub pary, ze źródeł ciepła do węzłów cieplnych
- **Układ pomiarowo-rozliczeniowy:** dopuszczony do stosowania zgodnie z odrębnymi przepisami, zespół urządzeń, służących do pomiaru ilości i parametrów nośnika ciepła, których wskazania stanowią podstawę do obliczenia należności z tytułu dostarczenia ciepła
- **Węzeł cieplny:** połączone ze sobą urządzenia lub instalacje służące do zmiany rodzaju lub parametrów nośnika ciepła dostarczanego z przyłącza oraz regulacji ilości ciepła dostarczanego do instalacji odbiorczych
- **Wymiennik ciepła:** urządzenie służące do wymiany energii cieplnej pomiędzy nośnikami ciepła bez konieczności mieszania ich, pracuje na potrzeby np. c.o. lub c.w.

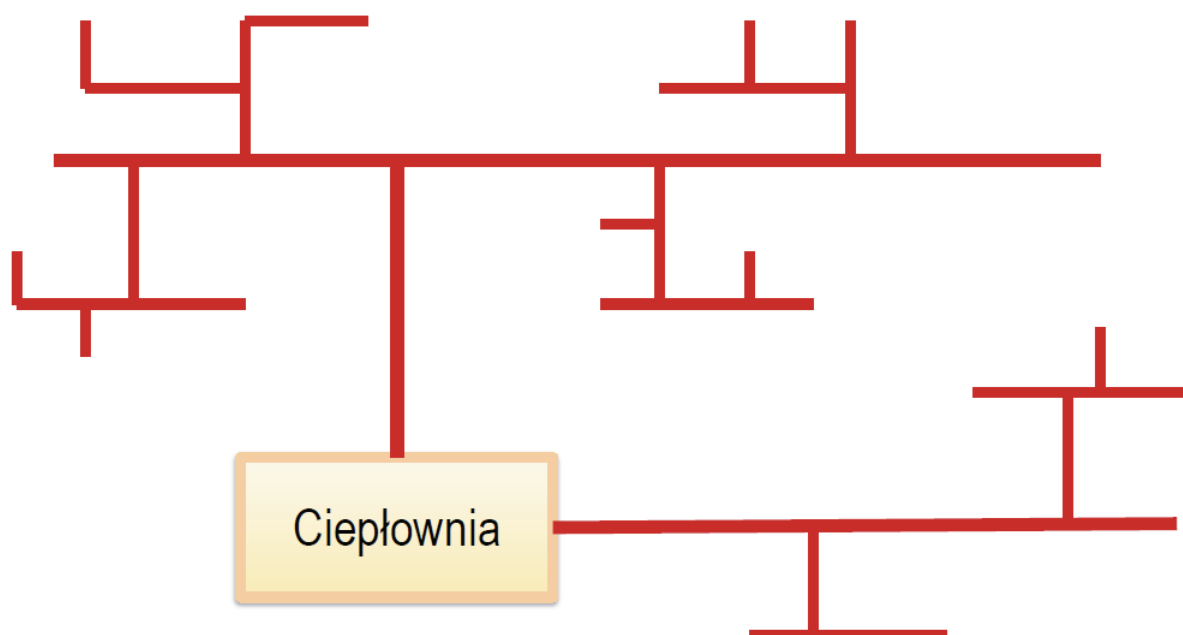
Topologia sieci ciepłowniczych

- Struktura sieci ciepłowniczych, których zadaniem jest transport nośnika ciepła, określona jest warunkami danej zabudowy miejskiej, tj. przebiegu ulic, zabudowy przestrzennej
- W danej lokalizacji przebieg wyznacza się wg. warunków geograficznych (ukształtowanie terenu) uwzględniając zabudowę (prowadzenie ulic, inne sieci) oraz stosowane systemy rurociągów i ich układania
- Małe i średnie sieci ciepłownicze mają strukturę sieci promieniowych, ponieważ charakteryzuje się ona małymi odcinkami trasy
- Z gęstością zabudowy wzrastają nakłady inwestycyjne ze względu na liczne odgałęzienia (trójniki)

Topologia sieci ciepłowniczych

- Struktura sieci ciepłowniczych – sieć promieniowa

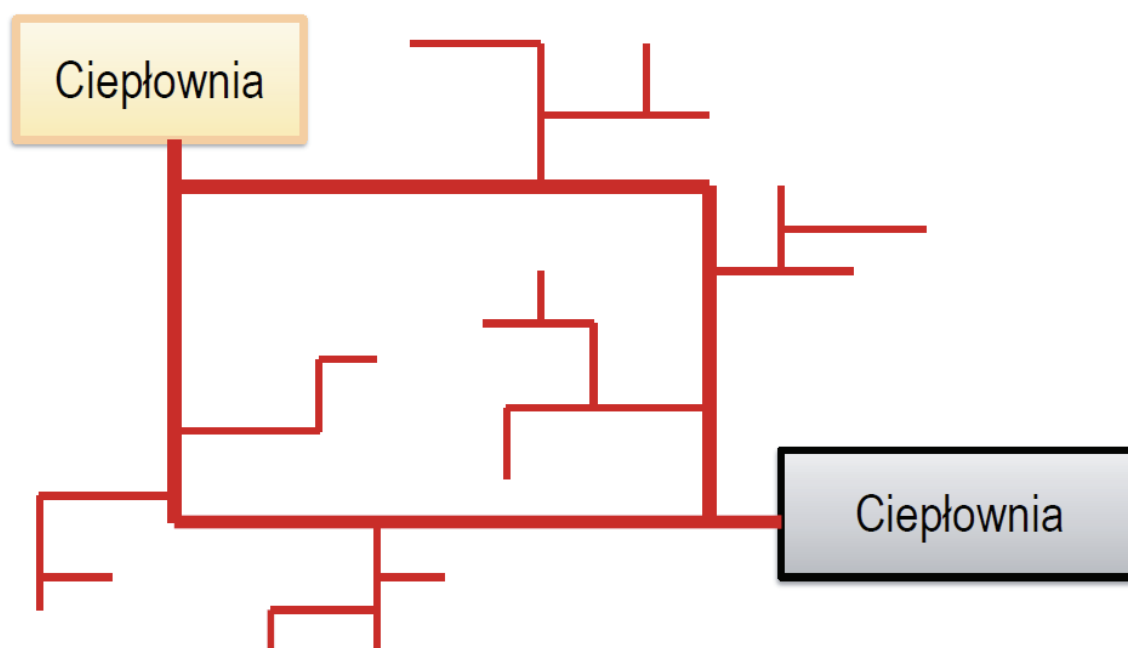
Struktura sieci ciepłowniczych – sieć promieniowa



Topologia sieci ciepłowniczych

- Struktura sieci ciepłowniczych – sieć pierścieniowa

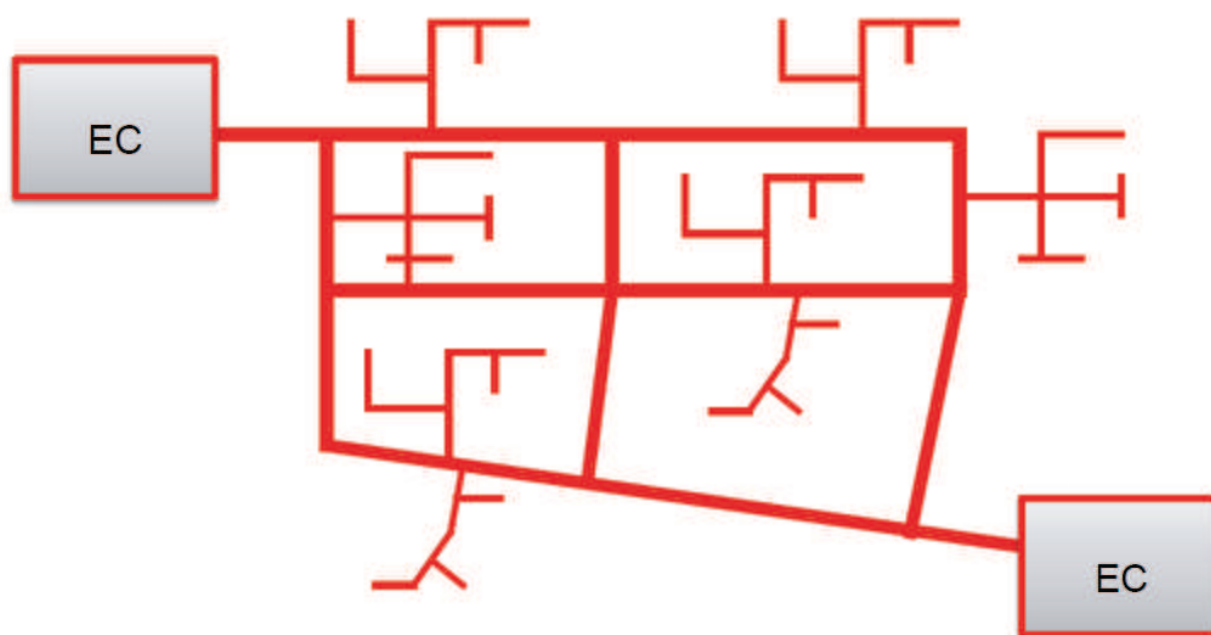
Sieć pierścieniowa



Topologia sieci ciepłowniczych

- Struktura sieci ciepłowniczych – sieć wielopierścieniowa (kratownicowa)

Sieć wielopierścieniowa (kratownicowe)



2011-06-15

Maciej Miniewicz

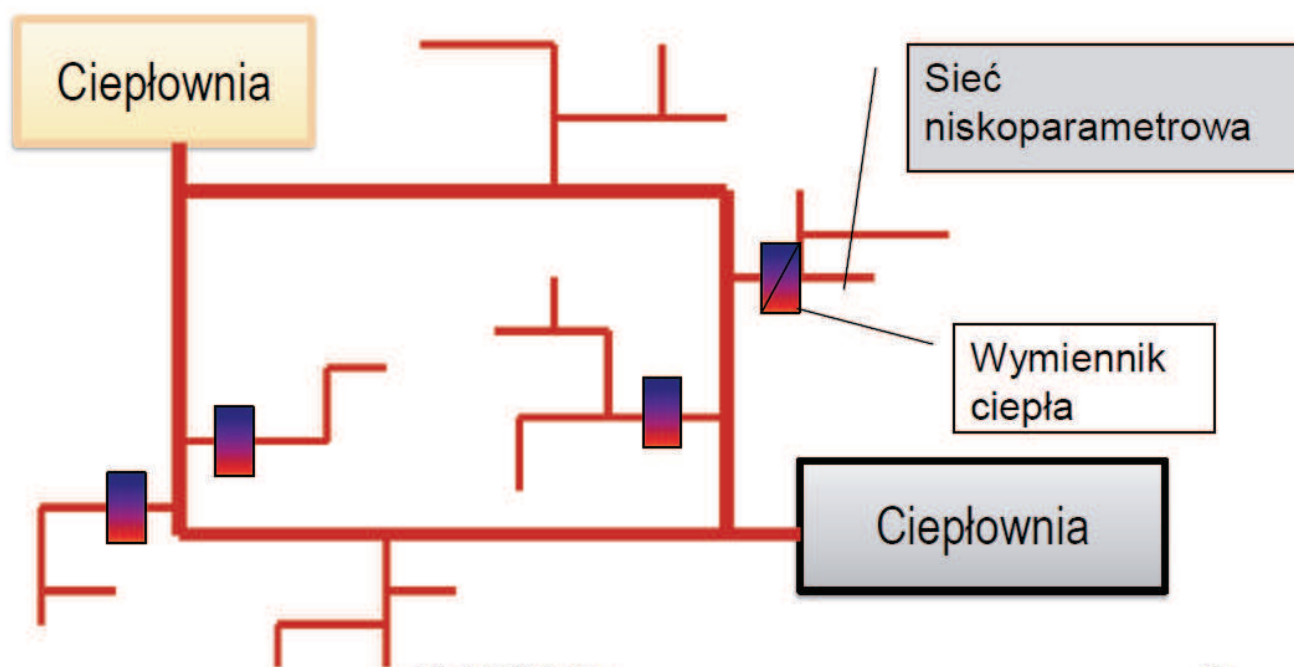
11

11

Topologia sieci ciepłowniczych

- Struktura sieci ciepłowniczych – sieć ciepłownicza ze zmianą parametrów

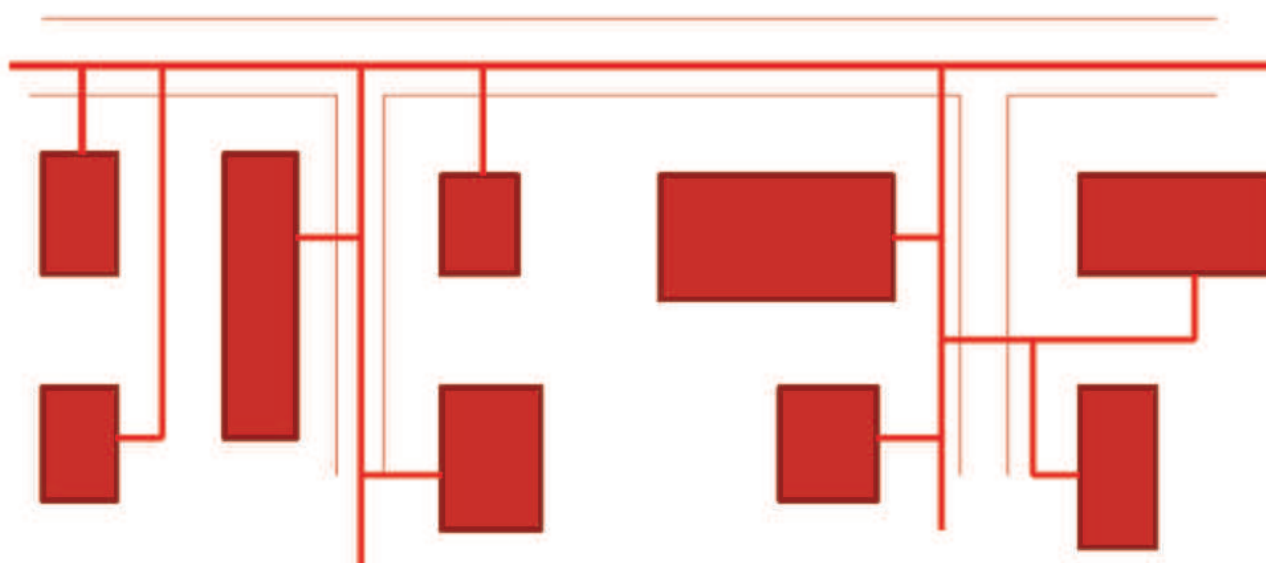
Sieć ciepłownicza ze zmianą parametrów



Topologia sieci ciepłowniczych

- Sieć rozdzielcze i przyłącza

Sieci rozdzielcze i przyłącza

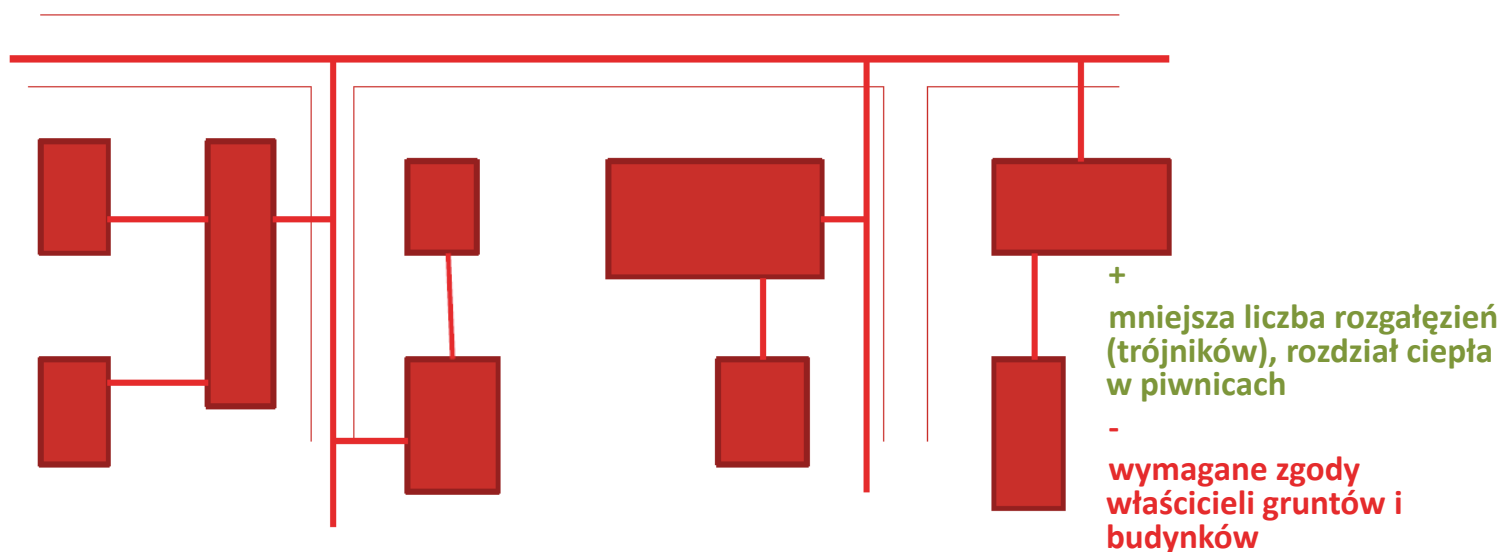


Standardowy sposób układania sieci ciepłowniczej

Topologia sieci ciepłowniczych

- Sieć rozdzielcza i przyłącza – sieć „z domu do domu”

Sieć rozdzielcza i przyłącza – sieć „z domu do domu”

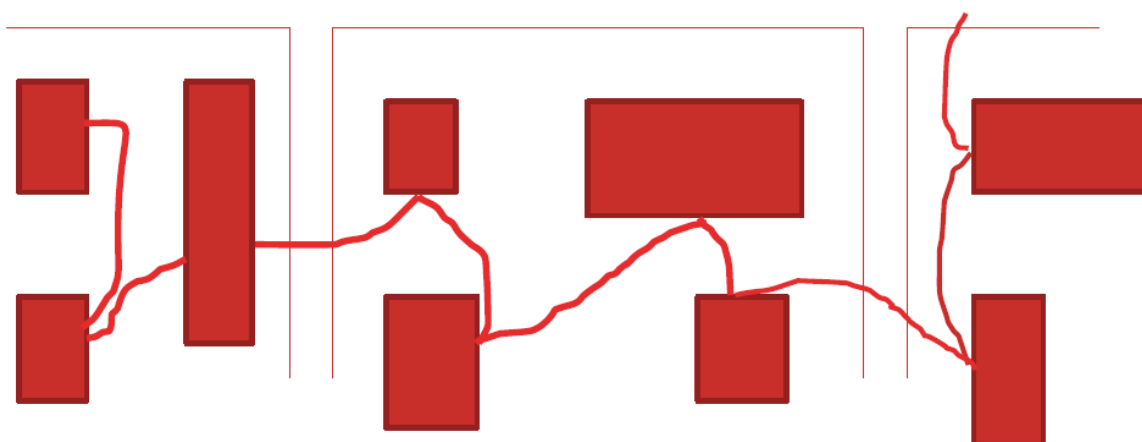


Topologia sieci ciepłowniczych

- System pętlicowy (mieszany)

- może łączyć cechy i dziedziczyć zalety poprzednio wymienionych systemów
- ograniczenia w rozbudowie
- do stosowania w małych, zamkniętych systemach (stosowanie rur elastycznych)

System pętlicowy

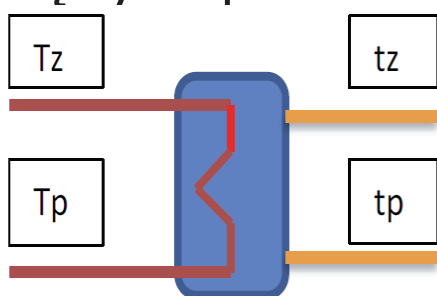


Wybrane urządzenia techniczne w sieciach ciepłowniczych

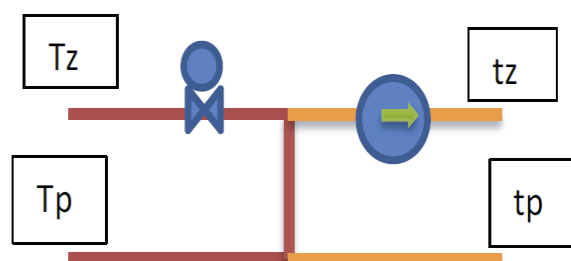
- Z punktu widzenia integracji systemów SDH z sieciami ciepłowniczymi kluczowe są punkty fizycznych połączeń (węzły ciepłownicze i wymienniki, magazyny ciepła oraz układy rozliczeniowo-pomiarowe)
 - Wybrane rodzaje rur:
 - Preizolowane – wysoka wytrzymałość (temp., ciśnienie), wymagają kompensacji, łączenia spawane i mufowanie; mogą być podwójne, dopracowana technika
 - Elastyczne rury z tworzyw sztucznych – jako przyłącza oraz sieci rozdzielcze w sieciach niskotemperaturowych; ograniczenia wytrzymałościowe (temp., ciśnienie), nie można nawiercać;

Wybrane urządzenia techniczne w sieciach ciepłowniczych

– węzły ciepłownicze



Węzeł wymiennikowy (pośredni)



Węzeł bezpośredni (zmieszania pompowego)

Inne klasyfikacje uwzględniają

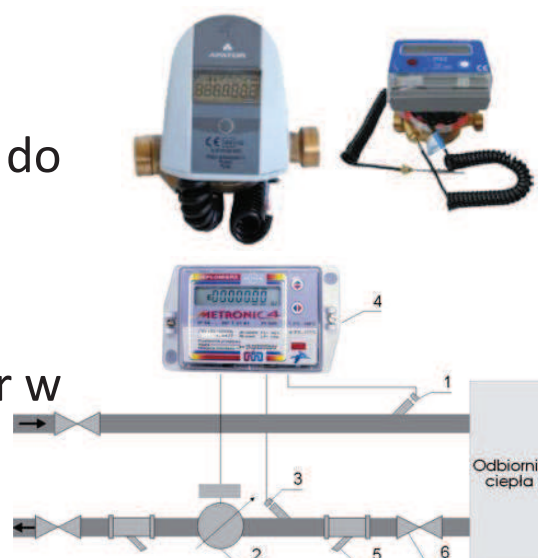
- Sposób podłączenia
- Liczbę ogrzewanych budynków
- Realizowane funkcje
- Liczbę stref przygotowania cwu
- Układ połączeń w węzłach wielofunkcyjnych
- Rodzaj nośnika

Szkolenie w zakresie słonecznych systemów ciepłowniczych



Wybrane urządzenia techniczne w sieciach ciepłowniczych

- Układ pomiarowo-rozliczeniowy:
 - **Ciepłomierz** - przyrząd pomiarowy, służący do pomiaru zużycia ciepła. Zmierzone wartości fizyczne są przeliczane na wartości zużycia ciepła w odpowiednich jednostkach (GJ); podlega kontroli organów administracji miar w zakresie: legalizacji, uwierzytelnienia i zatwierdzania typu.
 - **Podzielnik** – stosowany do rozliczania ciepła w lokalach z odbiorcami indywidualnymi; umożliwia podział kosztów ciepła zużytego przez mieszkańców budynku na poszczególne mieszkania; nie jest urządzeniem pomiarowym; nie podlega więc legalizacji, powinien posiadać dokument dopuszczający do stosowania



Przyłączanie odbiorców do sieci

- Obecnie operatorzy sieci ciepłowniczych, tam gdzie sieć jest dostępna, zabiegają o klientów i możliwość przyłączenia nie stanowi problemu
- Poszerzany jest zakres usług, co po części wynika z ogólnego spadku zapotrzebowania na ciepło, ze względu na efektywność energetyczną, i tendencji do uzupełniania strat alternatywnymi przychodami

Ustalanie i zatwierdzanie taryf dla ciepła

- Przedsiębiorstwa energetyczne prowadzące koncesjonowaną działalność polegającą na wytwarzaniu, przesyłaniu i dystrybucji lub obrocie ciepłem, ustalają taryfy, które podlegają zatwierdzeniu przez Prezesa URE, a które są obliczane wg wytycznych krajowego regulatora
- Jak podaje URE poziom cen i stawek opłat zależy od wielu czynników, np. wielkości źródła ciepła, poziomu stałych i zmiennych kosztów, kosztów strat mocy, ciepła i nośnika ciepła, charakterystyki potrzeb cieplnych odbiorców

Ustalanie i zatwierdzanie taryf dla ciepła

- Taryfy dla odbiorców końcowych układane są w grupach taryfowych, przy czym przedsiębiorstwa mają swobodę ograniczoną wytycznymi tzw. rozporządzenia taryfowego (Dz.U. 2010 nr 194 poz. 1291)
- Symbole grypy taryfowej:
 - **A11**: odbiorcy ze względu na źródło ciepła lub sieci (wytwórca może posiadać kilka źródeł)
 - **B1**: dzieli odbiorców ze względu na rodzaj dostarczanego nośnika ciepła (woda, para)
 - **C3**: dzieli odbiorców ze względu na miejsce dostarczenia ciepła i zakres świadczonych usług przesyłowych (np. użytkowanie „niewłasnych” węzłów cieplnych)

Źródła

Miniewicz M.: Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo w:
Ciepłownictwo – wykład; Sieci ciepłownicze
(chłodnicze), Politechnika Wrocławska, 2011

Urząd Regulacji Energetyki: Energetyka ciepła w
liczbach – 2013, Warszawa, 2014.

<http://www.mpec.bialystok.pl>

<http://www.rynekinstalacyjny.pl>

<http://www.metron.torun.pl>



Instytut Energetyki Odnawialnej

SDHplus – New Business Opportunities for Solar
District Heating and Cooling



Szkolenie

Słoneczne sieci ciepłownicze SDHplus

Integracja instalacji kolektorów słonecznych z sieciami ciepłowniczymi SDH

Plan prezentacji

- uzasadnienie integracji
- techniczne zagadnienia integracji
- integracja z sieciami wysokotemperaturowymi
- integracja z sieciami niskotemperaturowymi
- rozliczenia finansowe za zużyte ciepło

Uzasadnienie integracji

- Sieci ciepłownicze mogą być buforem, który odbiera i magazynuje ciepło, którego podaż nie pokrywa się za zapotrzebowaniem
- Wdrażane są regulacje prawne (np. DE), które nakładają obowiązek odbioru ciepła w okresie letnim i jego „odbiór” w sezonie grzewczym
- W okrasach przejściowych, gdy warunki słoneczne są jeszcze dość dobre, a jest już zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania – ciepło słoneczne może być wykorzystane bezpośrednio. Warunkiem jest by była sieć niskotemperaturowa
- Np. parametry ciepła w duńskich sieciach ciepłowniczych: temperatura 68-75°C, temp. na powrocie 30-45°C; w Polsce dominują sieci wysoko temperaturowe

Techniczne zagadnienia integracji

- Sposoby integracji instalacji kolektorów słonecznych z systemami ciepłowniczymi
 - W Niemczech dominujący jest wariant **powrót/zasilanie** bez użytkowania na miejscu

wejście / wyjście instalacji solarnej	powrót / zasilanie	powrót / powrót	zasilanie / zasilanie
schemat			
różnica temperatur	wysoka	niska	niska
różnica ciśnienia	wysoka	niska	niska
uzysk z instalacji solarnej	średni	wysoki	niski

Techniczne zagadnienia integracji

- Sposoby integracji instalacji z wykorzystaniem węzłów cieplnych na przykładzie analiz dla dzielnicy ekologicznej w Chambery, FR

1/3

DHW preheating	No preheating (E1)		
Feed in district heating	No local use (R1)	Solar energy feed in the DH is used for preheating the DH return line (R2)	Solar energy is used to preheat return line of the DH after solar/DH heat exch. (R3)
Hydraulic scheme			
Characteristics	- Most basic solar installation - Needs 1 heat exchanger	- Needs 2 heat exchangers	- Solar energy is directly used from solar circuit to local circuit - Needs 2 heat exchangers

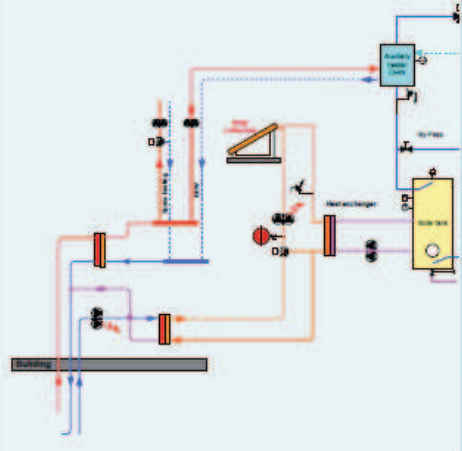
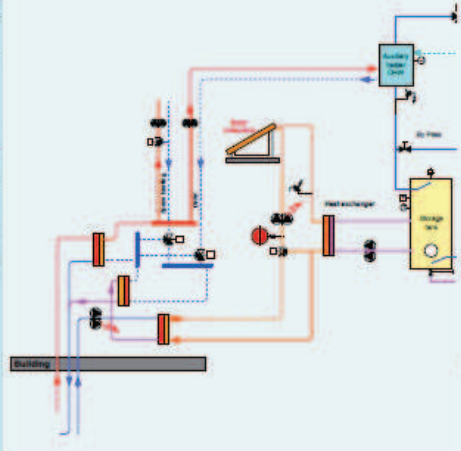
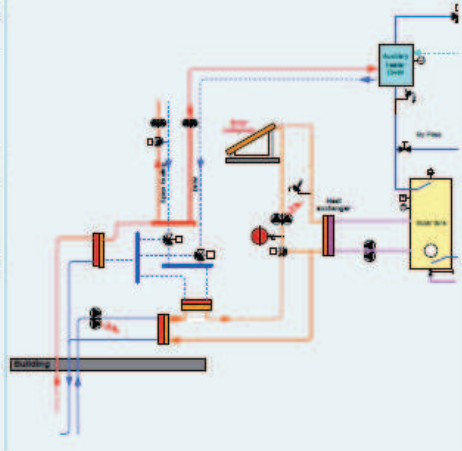
Techniczne zagadnienia integracji

- Sposoby integracji instalacji z wykorzystaniem węzłów cieplnych na przykładzie analiz dla dzielnicy ekologicznej w Chambery, FR 2/3

DHW preheating	Preheating with a DHW heat exchanger (E2)		
Feed in district heating	No local use (R1)	Solar energy feed in the DH is used for preheating the DH return line (R2)	Solar energy is used to preheat return line of the DH after solar/DH heat exch. (R3)
Hydraulic scheme			
Characteristics	- Use of solar for DHW only works for simultaneous DHW demand and solar resources - Needs 2 heat exchanger	- Use of solar for DHW only works for simultaneous DHW demand and solar resources - Needs 3 heat exchangers	- Use of solar for DHW only works for simultaneous DHW demand and solar resources - Needs 3 heat exchangers

Techniczne zagadnienia integracji

- Sposoby integracji instalacji z wykorzystaniem węzłów cieplnych na przykładzie analiz dla dzielnicy ekologicznej w Chambéry, FR 3/3

DHW preheating	Preheating with a DHW storage tank (E3)		
Feed in district heating	No local use (R1)	Solar energy feed in the DH is used for preheating the DH return line (R2)	Solar energy is used to preheat return line of the DH after solar/DH heat exch. (R3)
Hydraulic scheme			
Characteristics	- Local storage for solar energy - Needs 2 heat exchanger	- Local storage for solar energy - Needs 3 heat exchangers	- Local storage for solar energy - Needs 3 heat exchangers

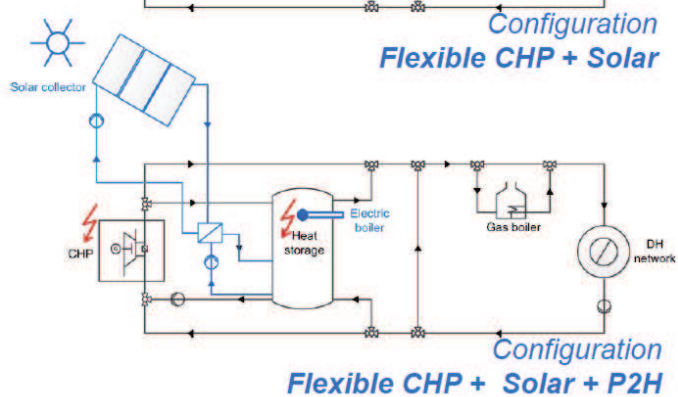
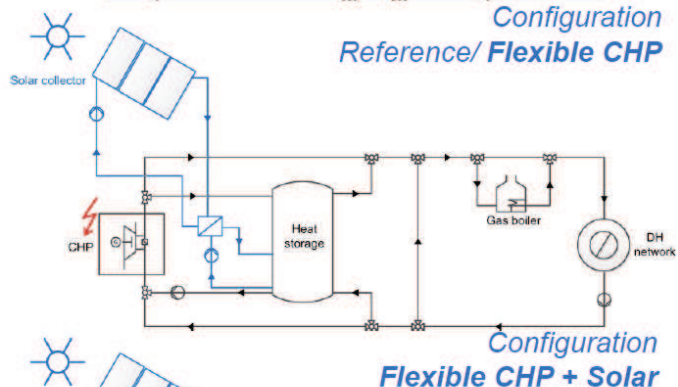
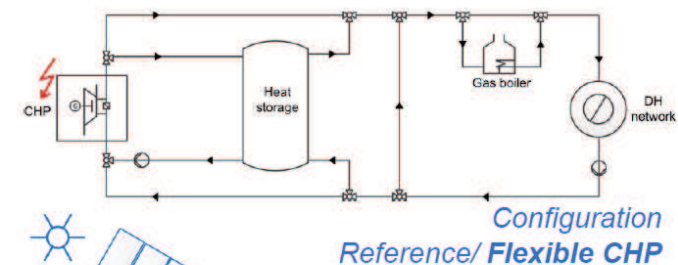
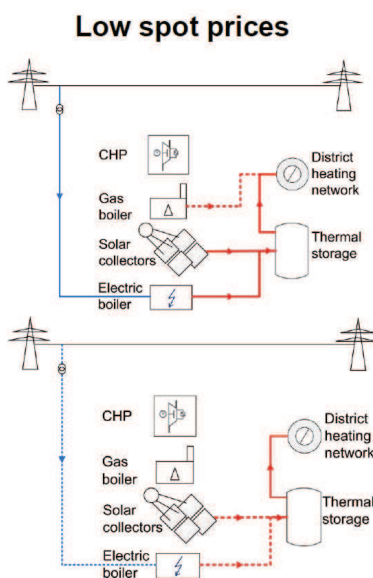
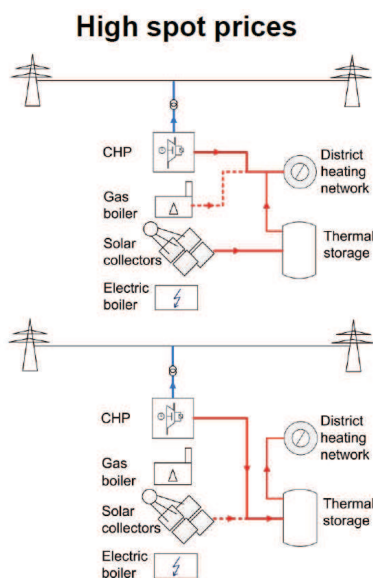
Techniczne zagadnienia integracji

- Sposoby integracji instalacji z wykorzystaniem węzłów cieplnych na przykładzie analiz dla dzielnicy ekologicznej w Chambéry, FR – wnioski:
 - na produktywność instalacji solarnych duży wpływ ma temperatura na powrocie w sieci ciepłowniczej (sieci niskotemperaturowe są korzystniejsze w tych zastosowaniach)
 - Konfiguracje węzłów cieplnych mogą poprawić wydajność, ale i tak preferowane jest lokalne wykorzystanie ciepła (ze względu na sieci wysokotemperaturowe)

Integracja z sieciami ciepłowniczymi

- Strategia trybów pracy dla konfiguracji: | elastyczny CHP + inst. słoneczna + P2H

High heat demand
Low heat demand



Szkolenie w zakresie słonecznych systemów ciepłowniczych

Rozliczenia finansowe za zużyte ciepło

- W rozliczeniach finansowych odbiorcy, na których w tej czy innej formie spoczywają nakłady inwestycyjne, oczekują niższych opłat np. za c.w.u.
- Korzystnie jest odbierany efekt natychmiastowy, gdy niedługo po montażu rachunki są niższe. Takie efekt musi być wzięty pod uwagę przy konstruowaniu finansowania inwestycji
- Spotykana jest w Polsce formuła udzielania gwarancji uzysku ciepła (np. SM Nowoczesna w Raciborzu) przez tzw. trzecią stronę
- Formuła ESCO nie jest spotykana w „czystej formie” ale pewne elementy są praktykowane, jw.

Źródła

Ulbjert F. (Ramboll Energy): Developing and maturing large scale solar thermal heating plants, in conference: Solar District Heating – technical solutions, urban planning and business models, Malmo, 2013

Paulus C. : Comparison of different architectures of substations for Decentralised Solar District Heating System: Solar District Heating – technical solutions, urban planning and business models, Malmo, 2013

Schafer K., Schlegel F., Pauschinger T.: Decentralized feed-in of solar heat into district heating networks – a technical analysis of realized plants, in: 2nd SDH Conference, Hamburg, 2014

Sperber E.: The Impact of Renewable Power Generation on the Profitability of Solar District Heating, in: 2nd SDH Conference, Hamburg, 2014



Instytut Energetyki Odnawialnej

SDHplus – New Business Opportunities for Solar
District Heating and Cooling



Szkolenie

Słoneczne sieci ciepłownicze SDHplus

Zagadnienia horyzontalne

Plan prezentacji

- punkt widzenia wytwórcy i operatora sieci ciepłowniczej oraz odbiorcy
- uwarunkowania organizacyjne
- uwarunkowania ekonomiczne
- uwarunkowania prawne
- modele biznesowe
- ESCO
- możliwe scenariusze rozwoju SDH

Punkt widzenia wytwórcy i operatora sieci ciepłowniczej oraz odbiorcy

- Klient
 - jest ostatecznym decydentem co do wdrożenia, na ogół, tradycyjnie - finansuje inwestycje
 - oczekuje przede wszystkim korzyści: finansowych i komfortu; ochrona środowiska jest „mile widziana”,
- Wytwórca i operator sieci ciepłowniczej
 - najczęściej odbiera instalacje słoneczne jako konkurencję do własnej działalności
 - istnieje potencjał aktywnego włączenia tej kategorii interesariuszy
- Trzecia strona
 - na ogół są to firmy realizujące inwestycje; wiążą je zobowiązania np. dotyczące gwarancji
 - możliwa jest ewolucja roli w kierunku formuły usług energetycznych ESCO

Uwarunkowania ekonomiczne

- Efekt skali na przykładzie Danii (jednostkowy koszt instalacji):
 - małe systemy (4-5 m²) do 800 Eur/m²
 - duże systemy (>5000 m²) do 200 Eur/m²
- Czynniki sukcesu (Dania)
 - Duży sektor ciepła sieciowego
 - Opodatkowanie paliw kopalnych – również wzrost efektywności energetycznej
 - Struktura właścicielska - odbiorcy są właścicielami:
 - nie są nastawieni na szybki zysk
 - procesy decyzyjne zachodzą szybko
 - Badania i Rozwój tylko do rozwijania koncepcji; projekty komercyjne – bez BiR
 - Bez dotacji dla ciepła słonecznego:
 - szybsza realizacja
 - bez ryzyka nieotrzymania dotacji
 - Konkurencja producentów wymusza spadek kosztów, szczególnie przy instalacjach wielkopowierzchniowych

Uwarunkowania prawne

- Działalność przedsiębiorstw sektora ciepłowniczego reguluje Prawo energetyczne, zagadnienia szczegółowe – przedmiotowe rozporządzenia
- Zagadnienie techniczne, w tym również dotyczące montażu i eksploatacji instalacji solarnych podlegają regulacjom obszaru budowlanego
- Zagadnienia ESCO to obszar efektywności energetycznej (ustawa), formuła ESCO nie jest definiowana ale wpisuje się w zagadnienia efektywności
- Brak uregulowań prawnych wskazywany jest jako jedna z barier rozwoju sektora usług ESCO

Uwarunkowania prawne

- Ustawa o odnawialnych źródłach energii:
 - nowoprzyjęta ustawa uwzględnia ciepło z oze w mechanizmach i instrumentach wsparcia (większa uwaga jest poświęcona energii elektrycznej)
 - w kontekście SDHplus – art.116 nakłada obowiązek zakupu ciepła z oze:
 - w ilości nie większej niż zapotrzebowania odbiorców końcowych tego przedsiębiorstwa oraz
 - do poziomu 50% w skali roku kalendarzowego (za rok poprzedzający i bez preferencji dla technologii oze)

Uwarunkowania prawne – ujęcie mikro

- Zielone ciepło w budownictwie rozwija się dzięki wsparciu legislacyjnemu w dyrektywach unijnych:
 - **Dyrektywa 2009/28/WE** Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 23 kwietnia 2009 r. ws. promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych – Polska **15% z OZE** do 2020 r.
 - **Dyrektywa EPBD recast 2010/31/WE** ws. charakterystyki energetycznej budynków, wersja przekształcona (2010) zachęca do stosowania w nowych budynkach urządzeń korzystających z **możliwości zastosowania alternatywnych źródeł energii OZE**
 - **Dyrektywa 2012/27/WE** ws. efektywności energetycznej, nacisk na działania mające na celu **obniżenie o 20% zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w UE do 2020 r.**
 - **Dyrektywa ws. ekoprojektowania ErP** (produkty związane z energią) narzuca wprowadzenie oznakowania energetycznego urządzeń grzewczych, również „**wyśrubowane**” **standardy względem urządzeń OZE, od 2014 r.**

Uwarunkowania prawne – ujęcie mikro

- Problemy i uwarunkowania związane z wdrażaniem przepisów UE dotyczące ciepła z OZE:
 - Od 2011 r. dyrektywa 2009/28/WE wyznacza cel dla OZE na rok 2020 w odniesieniu do energii finalnej brutto (**ciepło** + energia elektryczna + paliwa transportowe). Brakuje przekonujących i przebijających się analiz pokazujących, że ciepło jest najtańszym sposobem realizacji celów (preferowanie w regulacjach generacji energii elektrycznej)
 - Nowe cele klimatyczno-energetyczne państw UE na 2030 rok (konkluzje Rady UE z 23.10.2014) wyznaczają cele redukcyjne (średni o40%) nie tylko dla sektora ETS (źródła o mocy >20 MW) w wysokości 43% na lata 2005-30, ale też non-ETS w wysokości 30% w latach 2005-2050. **Sektor non-ETS obejmuje m.in. budownictwo/mieszkalnictwo**
 - **Zagrożenie wyrokiem/karą Trybunału Sprawiedliwości UE** za brak transpozycji art. 13 Dyrektywy 2009/28/WE, który zobowiązuje m.in. do zapewnienia, aby określone zostały **specyfikacje techniczne urządzeń OZE** w celu skorzystania z systemów wsparcia i art. 14, który przewiduje obowiązki informacyjne w tym zakresie

Uwarunkowania prawne – ustawa o OZE

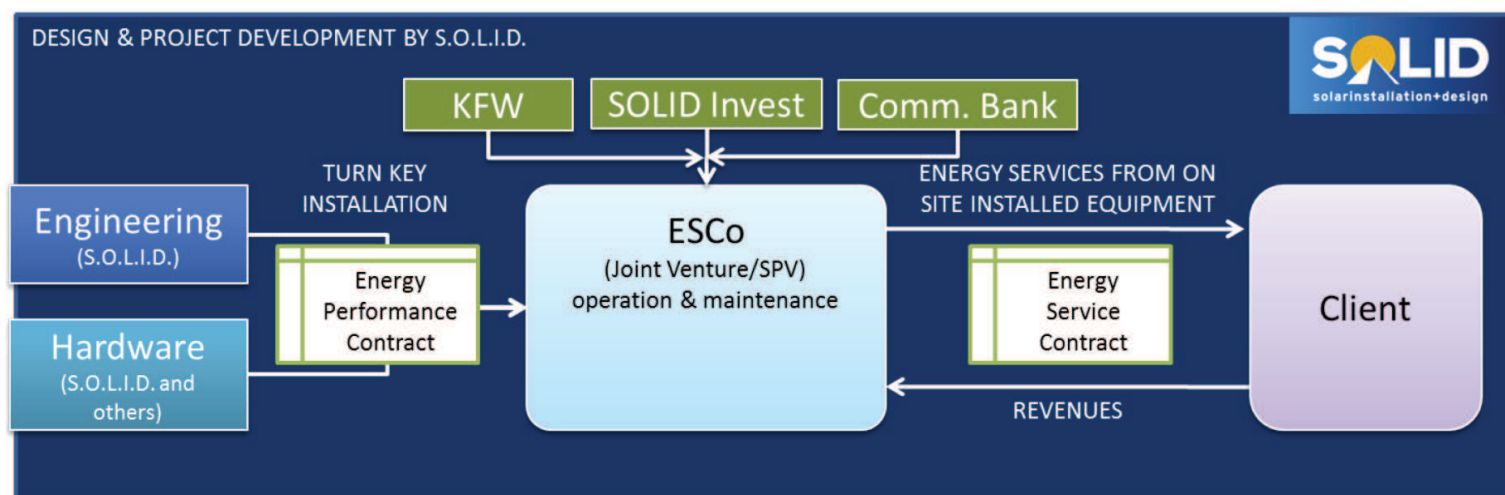
- Przepisy dotyczące zielonego ciepła w ustawie o OZE* wnioski:
 - Ustawa o OZE powinna się nazywać „Ustawa o energii elektrycznej z OZE”
 - Ustawodawca uznał, że ciepło z OZE nie wymaga dodatkowego wsparcia i zamierza je regulować jedynie w obszarze ciepłownictwa systemowego instrumentami podobnymi do obecnie stosowanych na rynku energii elektrycznej
 - Ponadto, wg ustawy ciepło z OZE nie może konkurować z ciepłem sieciowym. Przedsiębiorstwo energetyczne jest obowiązane do zakupu zielonego ciepła tylko wtedy, gdy stanowi ono mniej niż 50% całkowitego bilansu ciepła

*(uchwalonej przez Sejm 20 lutego 2015 r., podpisanej przez Prezydenta),

Modele biznesowe - SOLID Invest

- Finansowanie w formule „crowdfunding” jako alternatywa dla kredytu bankowego
- SOLID Invest (AT) – model wypracowany przez austriacką firmę inżynierską S.O.L.I.D.:
 - „Biznesowy model obywatelskich inwestycji w systemy słoneczne”
Business Model for Civic Investments in Solarthermal Systems
 - Stosuje „lending based Crowdfunding”, zasady:
 - oprocentowanie 4,5%
 - 5 lat wiążących
 - wysokość wkładu 2.000-25.000 Eur
 - transparentność inwestycji, technologia, redukcje emisji
 - np. w maju 2014 r. zebrano kapitał o wart. 1,5 mln Eur

Modele biznesowe - SOLID Invest



Modele biznesowe

- Finansowanie w formule „crowdfunding” jako alternatywa dla kredytu bankowego
- SOLID Invest (AT) – model wypracowany przez austriacką firmę inżynierską S.O.L.I.D.:
 - „Biznesowy model obywatelskich inwestycji w systemy słoneczne”
Business Model for Civic Investments in Solarthermal Systems
 - Stosuje „lending based Crowdfunding”, zasady:
 - oprocentowanie 4,5%
 - 5 lat wiążących
 - wysokość wkładu 2.000-25.000 Eur
 - transparentność inwestycji, technologia, redukcje emisji
 - np. w maju 2014 r. zebrano kapitał o wart. 1,5 mln Eur

ESCO (Energy Service Company)

- Firmy ESCO w Polsce działają w branżach:
 - Przemysł, budynki publiczne, oświetlenie uliczne, ciepłownictwo, mieszkalnictwo, budynki komercyjne, transport publiczny
- Oferowane usługi dotyczą efektywności energetycznej (w zróżnicowanej formule finansowania inwestycji), przykładowe działania:
 - prace modernizacyjne instalacji ciepłowniczych, budynków (np. ocieplenie), optymalizacja wykorzystania pary technologicznej, budowa lokalnych instalacji wytwórczych (np. CHP), modernizacja oświetlenia
- Formuła kontraktów jest otwarta, ale najchętniej wybierana przez inwestorów są kontrakty z gwarantowaną oszczędnością,
- Część firm oferuje szeroki zakres usług, inne działają w wyspecjalizowanym segmencie (np. firmy oferujące modernizację oświetlenia ulicznego)

ESCO (Energy Service Company)

- Modelowy kontrakt EnPC - Przykładowy rozkład ryzyka w modelowym kontrakcie EnPC (wg KAPE):
 - gmina jako beneficjent powierza firmie ESCO poprawę efektywności energetycznej w należących do niej budynkach (np. szkołach, szpitalach, urzędach); zlecenie może polegać na zobowiązaniu firmy ESCO do zapewnienia zmniejszenia zużycia energii oraz opłat za energię w budynku należącym do gminy np. o 50 % w okresie kolejnych 10 lat;
 - nakłady inwestycyjne poniesione na realizację takiego projektu są finansowane przez firmę ESCO ze środków własnych lub uzyskiwane z finansowania udzielonego przez podmioty trzecie, np. banki komercyjne lub europejskie instytucje finansowe;
 - na podstawie kontraktu EnPC gmina zobowiązana jest do zapłaty wynagrodzenia na rzecz firmy ESCO za realizowane przez nią usługi; płatność wynagrodzenia powinna być dokonywana okresowo (np. miesięcznie);
 - wysokość wynagrodzenia uzależniona będzie od wysokości osiągniętych oszczędności w zużyciu energii;
 - wynagrodzenie będzie płatne dopiero w chwili osiągnięcia założonego poziomu oszczędności;
 - w przypadku braku osiągnięcia uzgodnionego poziomu oszczędności, wynagrodzenie firmy ESCO ulegnie proporcjonalnemu zmniejszeniu.

Możliwe scenariusze rozwoju SDH

- Szanse:
 - miejsce SDH w rozwiązaniach dla gospodarki ciepłej w nowobudowanych osiedlach
 - zainteresowanie i zaangażowanie interesariuszy posiadających wystarczające zasoby finansowe
 - sprzyjające regulacje prawne i możliwości wsparcia finansowego
 - postęp technologiczny umożliwiający obniżanie kosztów
- Zagrożenia:
 - pozycja innych rozwiązań w „wyścigu technologii” o efektywność energetyczną i ekonomiczną
 - bariera wejścia w postaci koniecznych środków finansowych
- Możliwe scenariusze:
 - ewolucja systemów ciepłowniczych, która utoruje miejsce SDH, a będzie dotyczyć obszarów energii, prawa i finansów w kierunku źródeł integrujących z miejscem na instalacje kolektorów słonecznych
 - zatrzymanie rozwoju na etapie stosowanie kolektorów słonecznych o większej powierzchni, bez rozwijania systemów sezonowego magazynowania

Źródła

Seidler D.: New Business Model for Civic Investments in Solarthermal Systems launched, in: 2nd SDH Conference, Hamburg, 2014

Jedwabny T., Wagiel E.: Wpływ kontraktów ESCO na państwowy dług publiczny – prezentacja w: seminaium NFOŚiGW, CMS Law-Tax

Instytut Ekonomii Środowiska: Rynek ESCO w Polsce, stan obecny i perspektyw, IEŚ, Kraków 2012