



Narodowa Rada Rozwoju

prof. n. dr hab. inż. Jacek Zimny,

Narodowa Rada Rozwoju przy Prezydencie RP,
przewodniczący Polskiej Geotermalnej Asocjacji,
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH,
Konsorcjum Naukowo-Przemysłowo-Wdrożeniowe
„Polska Geotermia”



WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ
I ROBOTYKI AGH

Jacek Zimny



POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA
IM. PROF. JULIANA SOKOŁOWSKIEGO

Konferencja:

Geotermia impulsem rozwoju polskiej gospodarki

*„Innowacyjne polskie technologie produkcji
ciepła i energii elektrycznej z zasobów
geotermicznych w aspekcie ustaleń
Światowej Konferencji Klimatycznej
Paryż 2015,,*

Sejm, Sala Kolumnowa
Warszawa, 6 marca 2017

Rozwój polskich firm i kapitału

Jakość życia Polaków

Uczciwe płace



Oszczędności zamiast długów



Przyjazne warunki dla rodzin



Rzetelne wykształcenie



Dobra opieka medyczna



Silna Polska

Pozycja na arenie
międzynarodowej



Stabilne finanse publiczne



Sprawną armią gwarantującą
bezpieczeństwo



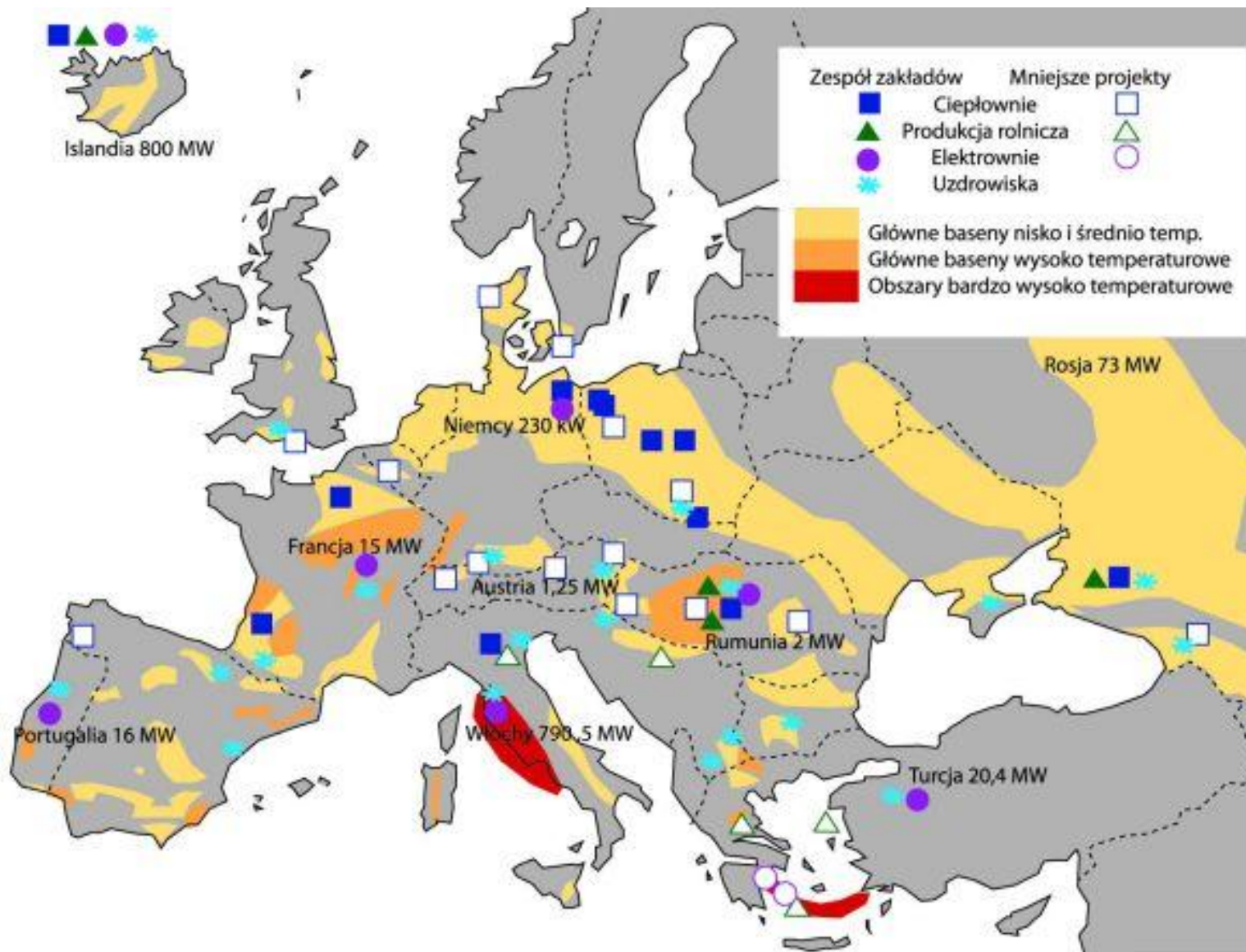
Niezależność energetyczna



Dobrze zarządzane państwo

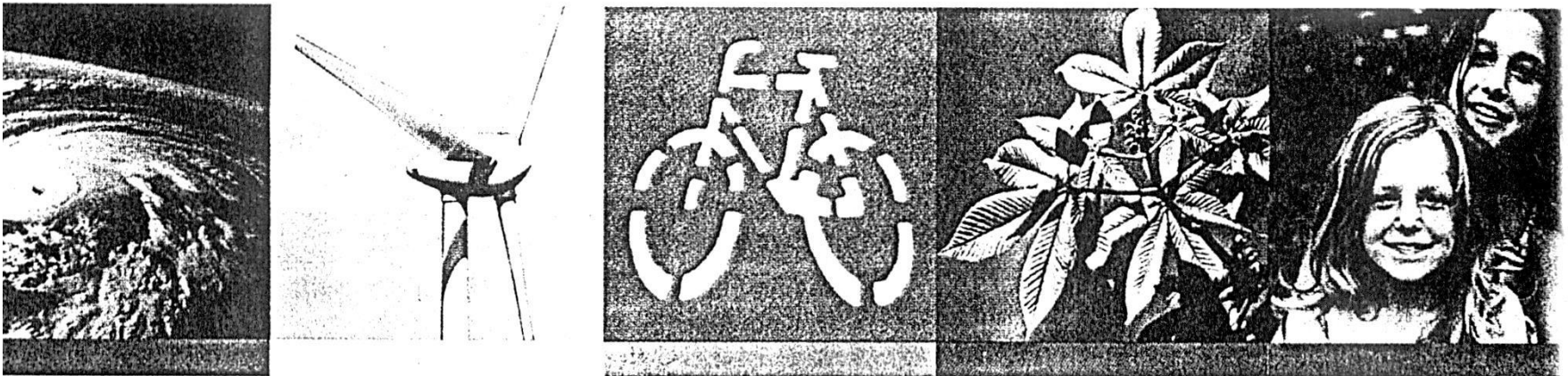


Zasoby geotermalne Europy





UMWELTPOLITIK 2004

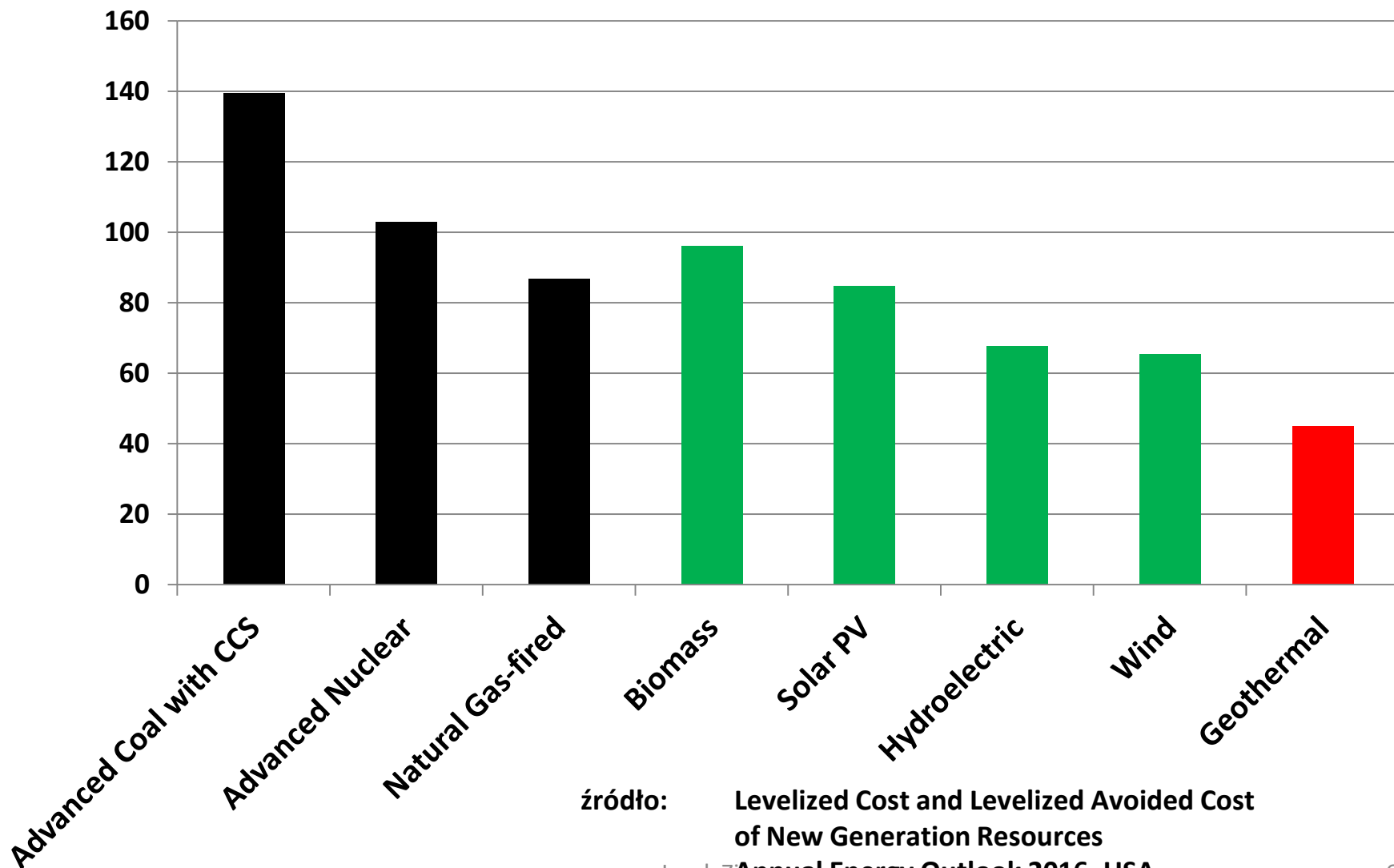


Geothermie - Energie für die Zukunft



DAS HAT ZUKUNFT.

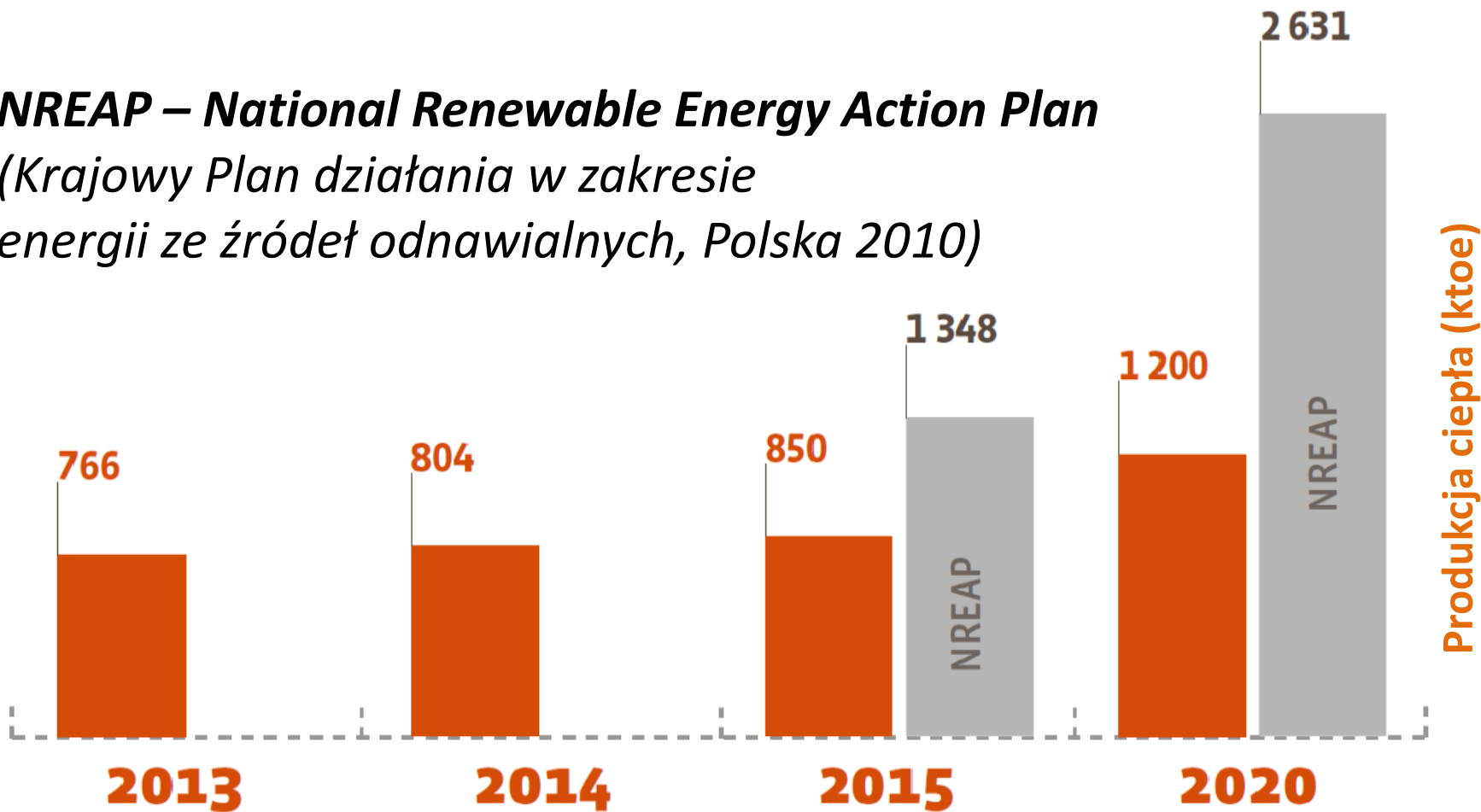
Uśredniony koszt wytwarzania energii elektrycznej (LCOE) w \$/MWh_e – prognoza 2017-2022



źródło: Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources
Annual Energy Outlook 2016, USA

Rzeczywista i planowana produkcja ciepła z zasobów geotermicznych w UE

NREAP – National Renewable Energy Action Plan
(Krajowy Plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, Polska 2010)



Źródło: "THE STATE OF RENEWABLE ENERGIES IN EUROPE Edition 2015" EurObserv'ER

Moc zainstalowana i produkcja ciepła z zasobów geotermicznych w Unii Europejskiej w latach 2013-2014

		2013		2014	
		Capacity (MWth)	Energy tapped (ktoe)	Capacity (MWth)	Energy tapped (ktoe)
France	1	336,9	215,9	346,9	218,8
Italy	2	757,0	150,2	757,0	147,8
Hungary	3	863,6	112,7	868,6	118,2
Germany	4	185,0	74,3	253,0	91,0
Netherlands	5	100,0	23,7	100,0	35,9
Bulgaria	6	83,1	33,0	83,1	33,0
Slovenia	7	66,8	31,7	67,1	31,9
Romania	8	205,1	26,0	205,1	26,0
Poland	9	101,9	18,6	101,9	20,2
Spain	10	21,0	18,1	21,0	19,7

Źródło: "THE STATE OF RENEWABLE ENERGIES IN EUROPE Edition 2015" EurObserv'ER

Jacek Zimny

Sposoby wykorzystania energii geotermicznej (pojedynczy otwór / dublet)

- I. Balneologia, sport, spa, rekreacja
- II. Produkcja ciepła, chłodu; kogeneracja:
 - Bezpośrednie wykorzystanie ciepła geotermicznego
(**ciepłownictwo, chłodnictwo**)
 - Pośrednie z wykorzystaniem **SPC (BAT!)**
- III. Produkcja energii elektrycznej



URZĄD MIEJSKI
34-200 Sucha Beskidzka
ul. A. Mickiewicza 19
tel. (033) 874 26 95
tel./fax (033) 874 22 66
centrala tel. (033) 874 23 41

POLGEOTERMIA
Sp. z o.o.
31-261 Kraków
ul. J. Wybickiego 7
tel./fax 012 632 24 35



Instytut Gospodarki
Surowcami Mineralnymi
i Energią PAN
Pracownia Geosynoptyki
i Geotermii
31-261 Kraków,
ul. J. Wybickiego 7
tel./fax (012) 632-24-35

POLGEOTERMIA
Sp. z o.o.
31-261 Kraków
ul. J. Wybickiego 7
tel./fax 012 632 24 35

(z udziałem PAN) zarejestrowana
w Sądzie Rejonowym dla Krakowa –
Śródmieście pod Nr/H/B 4586
REGON:
P-33017332-940000039-1-331-33001
NIP: 677-006-85-40

INSTYTUT GOSPODARKI SUROWCAMI MINERALNYMI I ENERGIĄ PAN
PRACOWNIA GEOSYNOPTYKI I GEOTERMII

**METODYKA I TECHNOLOGIA UZYSKIWIANIA
UŻYTECZNEJ ENERGII GEOTERMICZNEJ
Z POJEDYNCZEGO OTWORU WIERTNICZEGO**
Opracował Zespół pod kierownictwem J. Sokolowskiego w ramach Umowy
zawartej między Gminą Sucha Beskidzka i Polgeotermią Sp. z o.o. a KBN
Nr 2523/C.T10-8/99 na realizację projektu celowego Nr 8T10B049 98C/3844
pn.
BUDOWA ZAKŁADU GEOENERGETYCZNEGO W SUCHEJ BESKIDZKIEJ
WYKORZYSTUJĄCEGO ENERGIĘ CIEPLNĄ ZIEMI
UDOSTĘPNIĄĄ OTWOREM JACHÓWKA 2K

POLSKIE GÓRNICTWO NAFTOWE I GAZOWNICTWO S.A.
Oddział Biuro Geologiczne Geonaftha w Warszawie
OŚRODEK REGIONALNY GEONAFTHA W KRAKOWIE
31-503 Kraków, ul. Lubicz 25
tel. (012) 421-04-68

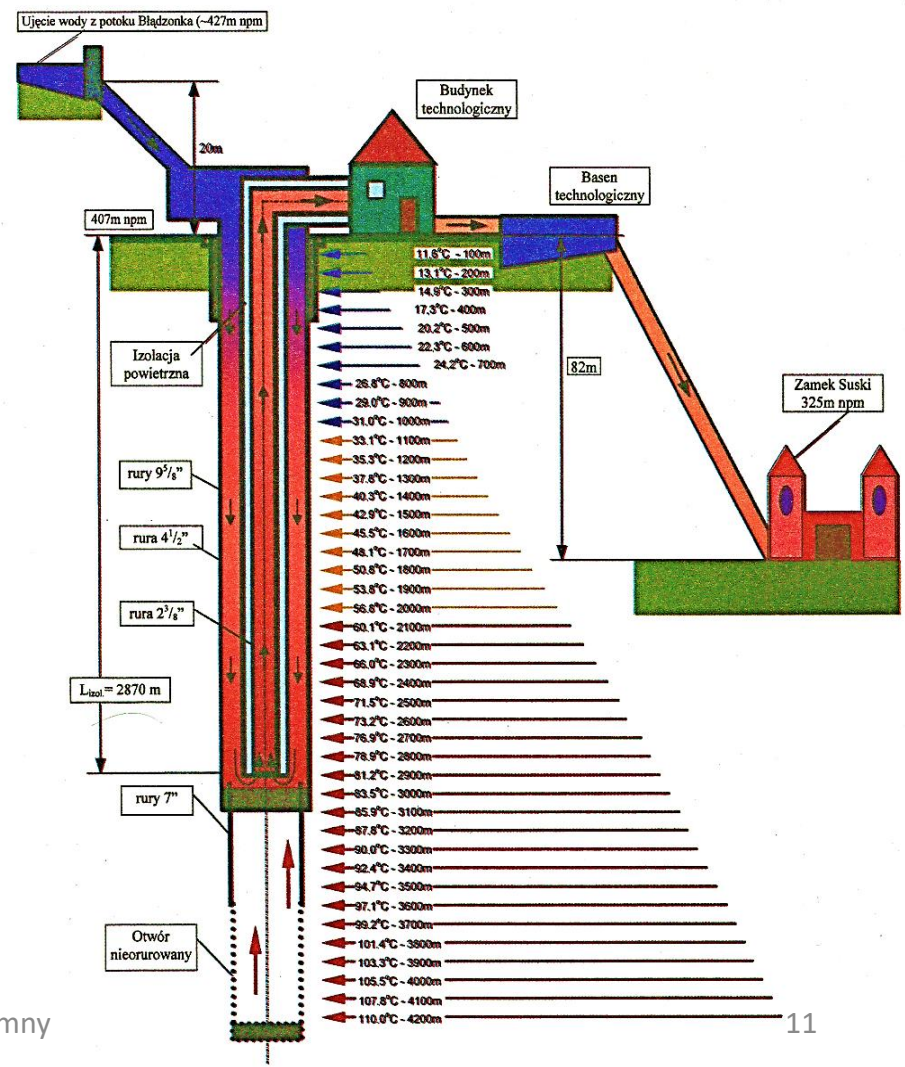
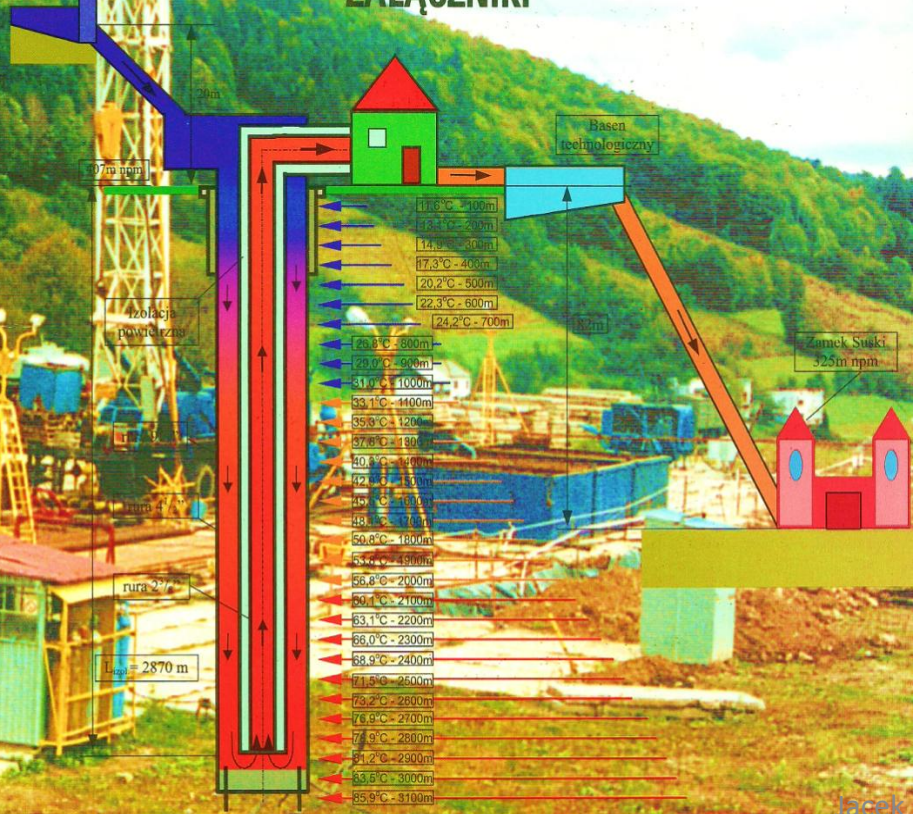
**SCHEMAT IDEOWY POZYSKIWIANIA ENERGII CIEPLNEJ Z POJEDYNCZEGO ODWIERTU
PRZEZ RURKI WYDOBYWCZE IZOLOWANE W GÓRNEJ CZĘŚCI (2870m),
ZE WSPOMAGANIEM ENERGIĄ WODY PŁYNACEJ**
wg J. Sokolowskiego, B. Ludwikowskiego
Opracował graficznie B. Ludwikowski w latach 1999 – 2000

**Zał. 4
R. 2.**

METODYKA I TECHNOLOGIA UZYSKIWIANIA UŻYTECZNEJ ENERGII GEOTERMICZNEJ Z POJEDYNCZEGO OTWORU WIERTNICZEGO

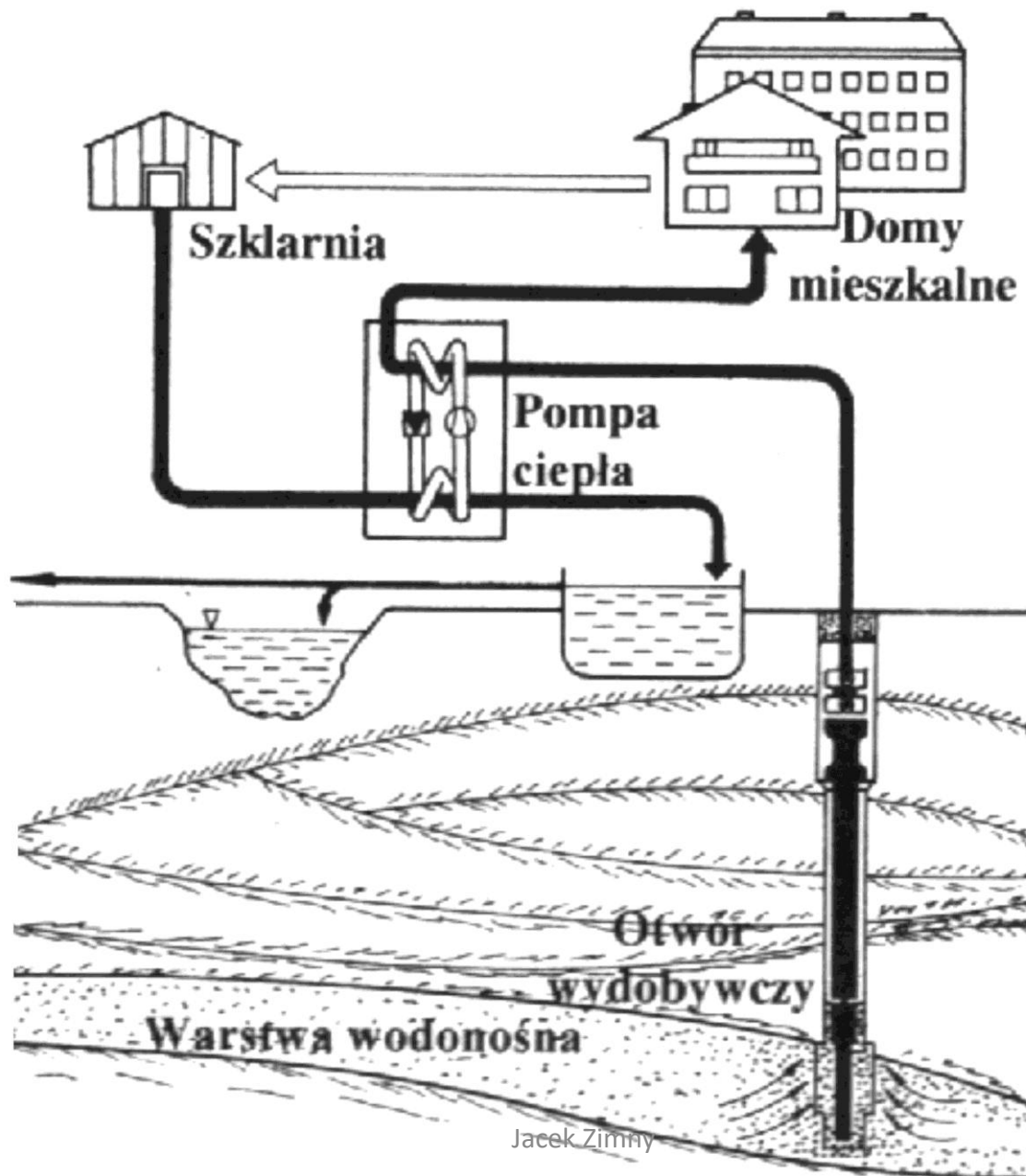
Praca zbiorowa pod kierownictwem prof. Juliana Sokolowskiego

ZAŁĄCZNIKI

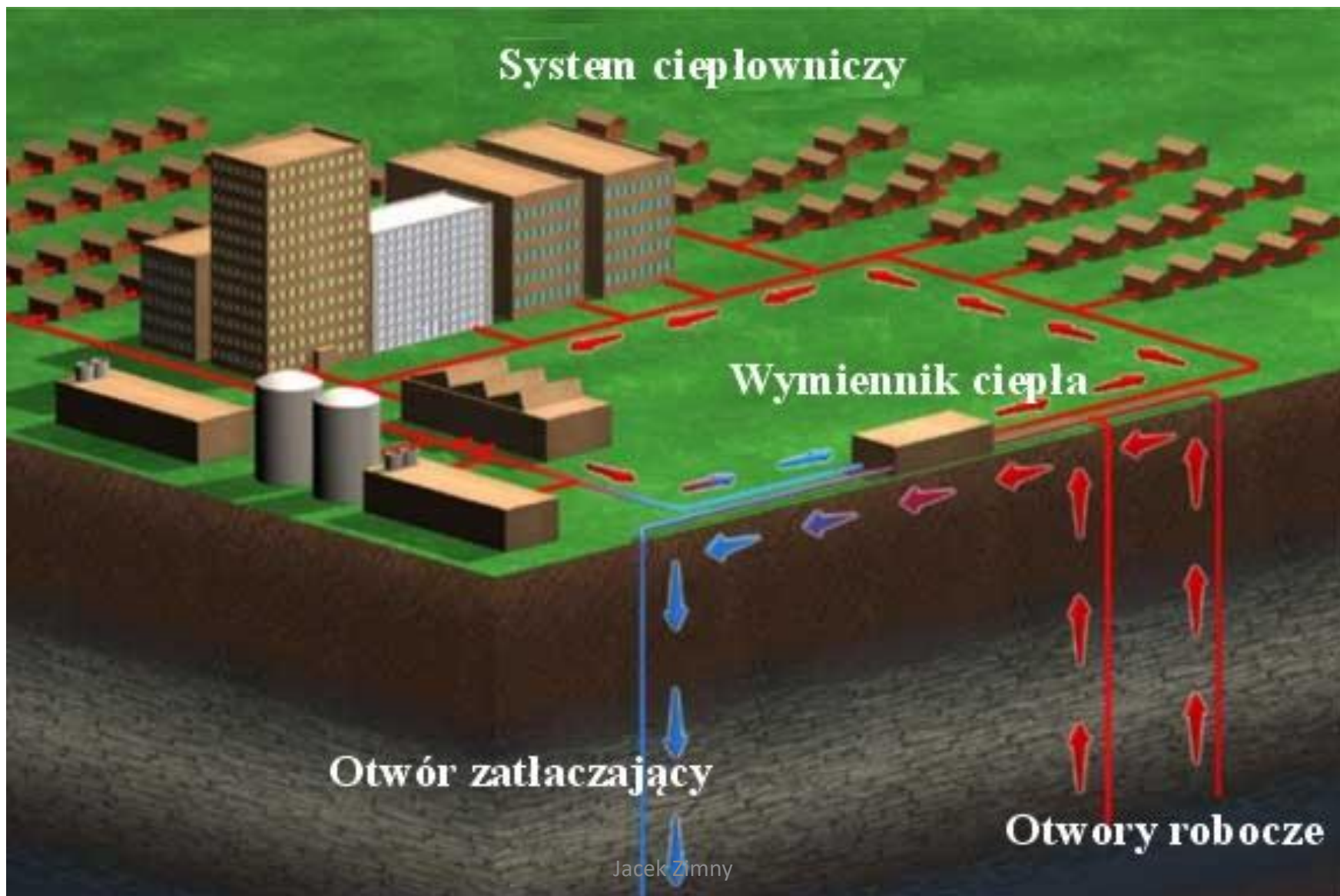


KRAKÓW 2000

Isacek Zimny



Systemy ciepłownicze



**Podgrzewanie chodników
Klamath Falls, Oregon**



**Szklarnia
Nowy Meksyk**

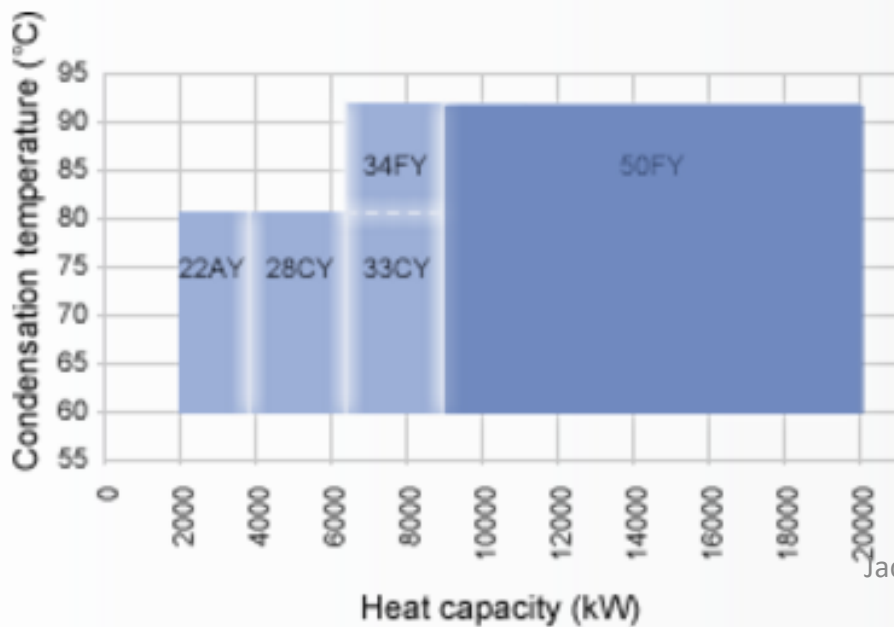
Inne zastosowania



**Wylęgarnia ryb
Mammoth Lakes, Kalifornia**

Jacek Zimny

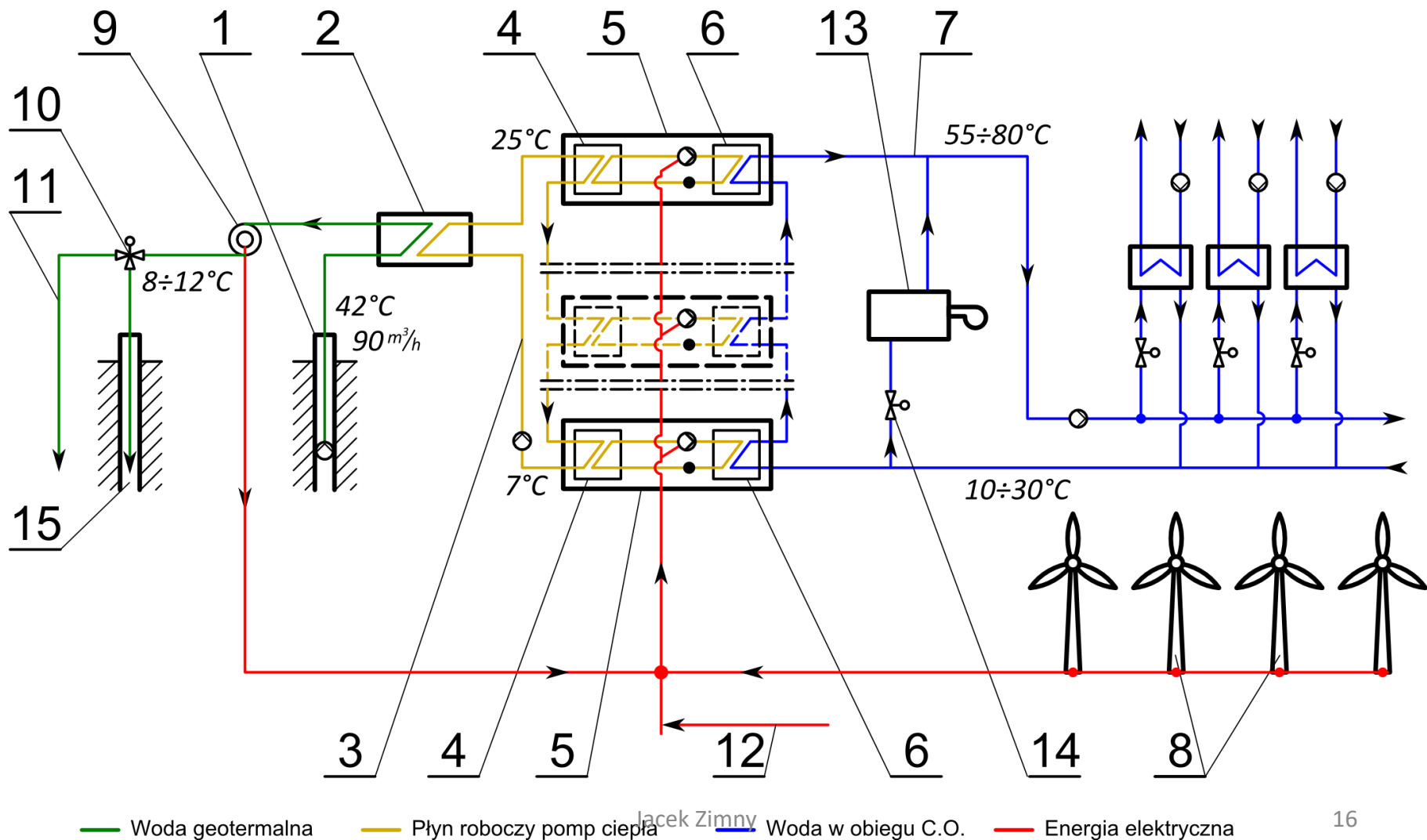




SPC dużej mocy dla geotermii (10-20MW_t)

źródło: friotherm.com, 2016

Patent PL 186747: geotermalny samowystarczalny system grzewczy z wykorzystaniem SPC



Koszty ciepłowni i wytwarzania ciepła, przykład: Mszczonów 1996/1997

1. Zapotrzebowanie na ciepło – 8 MW (C.O+C.W.U)
2. Dotychczas: Kotłownia węglowa,
 - koszt ciepła – 9,1 \$/GJ (100%)
 - średnie spalanie roczne węgla/miała – 4 500 t
 - roczne zapotrzebowanie ciepła średnio – 66 000 GJ
3. Zastosowano: Absorpcyjna Pompa Ciepła (AHP), Japonia
 - koszt ciepła – 4,74 \$/GJ (52%)
 - zasilanie: **wysokotemperaturowa kotłownia gazowa 4 MWt**
 - projekt duński firmy Houe & Olsen, COP = 1,72
 - zasilanie **szczytowe: niskotemp. kotłownie gazowe 2x4 MWt,**
 - średnie roczne zużycie gazu **(12 MWt)** – 1,4 mln m³
 - koszt inwestycji – 4,3 mln USD

4. **Winno być: Sprężarkowa Pompa Ciepła (SPC)**

- projekt polski, prod. SeCES-Pol Gdańsk, patent PL 186747, COP > 4
- koszt ciepła (zasilanie elektryczne, sieć państwowa) – 3,47 \$/GJ (38%)

Koszt inwestycji – 2,6 mln USD

- koszt ciepła (elektrownie wiatrowe, sieć własna) – 2,74 \$/GJ (30%)

(samowystarczalny system bezemisyjny, bez spalania, kryteria BAT!)

niezależność od importowanych nośników energii

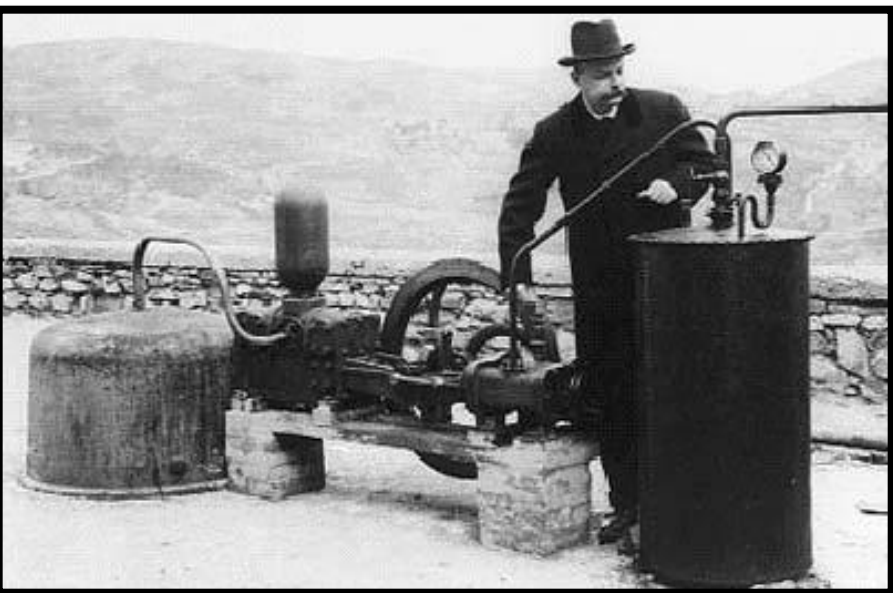
Koszt inwestycji – 3,4 mln USD

III. Geotermalna energia elektryczna /podstawowe technologie/:

1. Systemy bezpośrednie (dry steam)
2. Systemy z odparowaniem wody geotermalnej (flash steam)
3. Systemy binarne (binary cycle) ,t wody > 80°C
 - ORC
 - Kalina

Larderello 1904

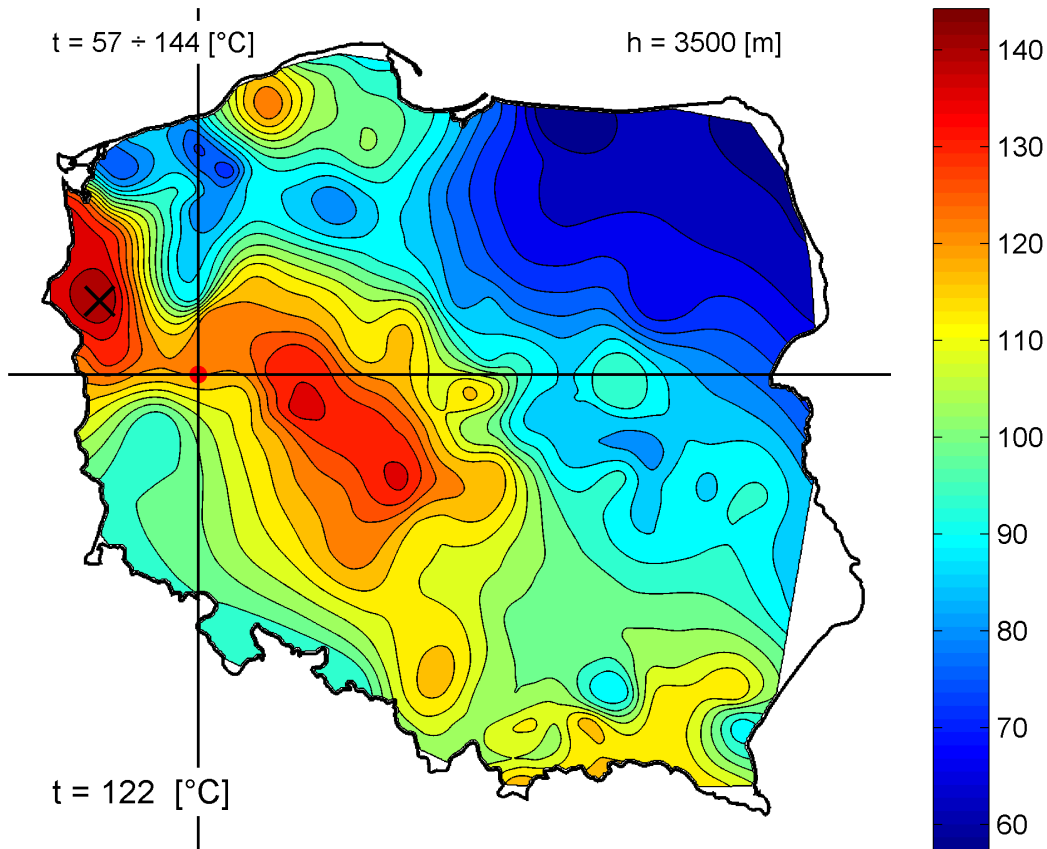
Pierwsza elektrownia
geotermalna na Świecie



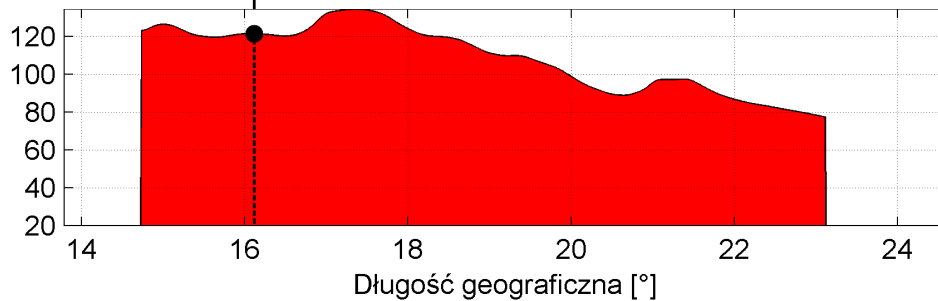
Profile temperatur dla miejscowości: Nowy Tomyśl, 2017

$t = 57 + 144$ [°C]

$h = 3500$ [m]



$t = 122$ [°C]

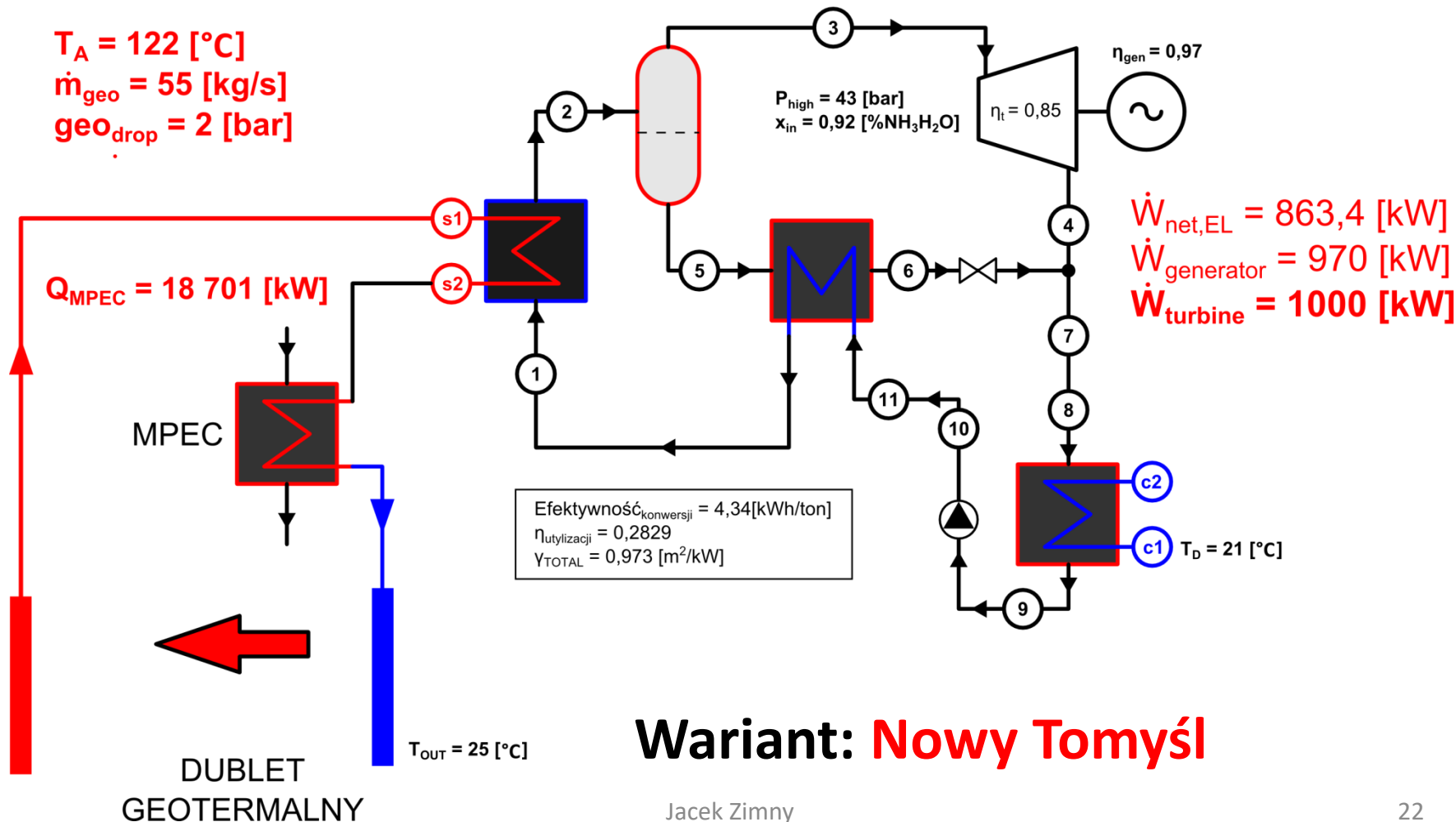


Systemy: Kalina/ORC

(modelowanie , symulacja, optymalizacja, projektowanie inżynierskie)

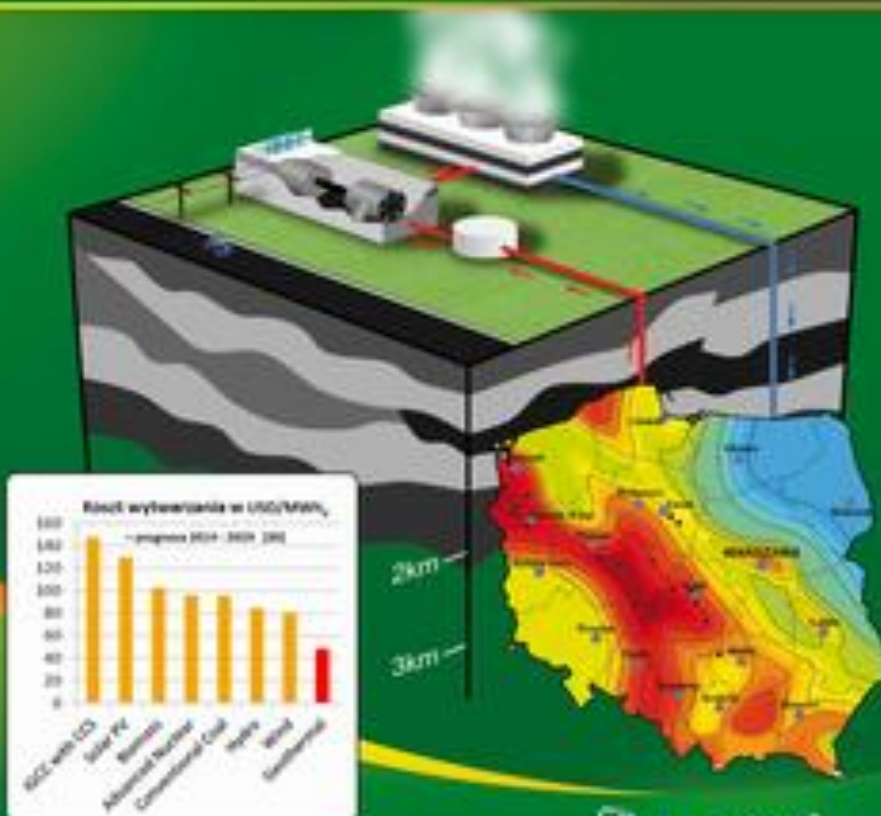
Strumień cieczy geotermalnej: **200 [m³/h]**

$T_A = 122 [^{\circ}\text{C}]$
 $\dot{m}_{\text{geo}} = 55 [\text{kg/s}]$
 $\text{geo}_{\text{drop}} = 2 [\text{bar}]$



JACEK ZIMNY, MIECZYSLAW STRUS, PAWEŁ LECH, SEBASTIAN BIELIK

WYTWARZANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z ZASOBÓW GEOTERMICZNYCH POLSKI



AKADEMIA GÓRNICZO-WYBUCZA - WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ I ROBOTYKI
POLITECHNIKA WROCLAWSKA - WYDZIAŁ MECHANIKI I ENERGETYKI
SZKOŁA DOBROTY I INŻYNIERII SPODOWIEZA BGR - POLSKA GEOTERMIALNA ASOCJACJA

Altheim, Austria – przykład wykorzystania geotermii w gminie



Altheim, Austria

- Altheim jest niewielką miejscowością położoną na północy Austrii, około 70km powyżej Salzburga.
- Jest to miejscowość o charakterze rolniczo – wypoczynkowym zamieszкана przez około 5 tys. mieszkańców.
- Znajduje się tu kilkanaście hoteli i pensjonatów, działają trzy prywatne browary, a w okresie letnim działa odkryty basen

Schemat instalacji geotermalnej w Altheim

Heiznetz Altheim
Angeschlossene Haushalte: 650

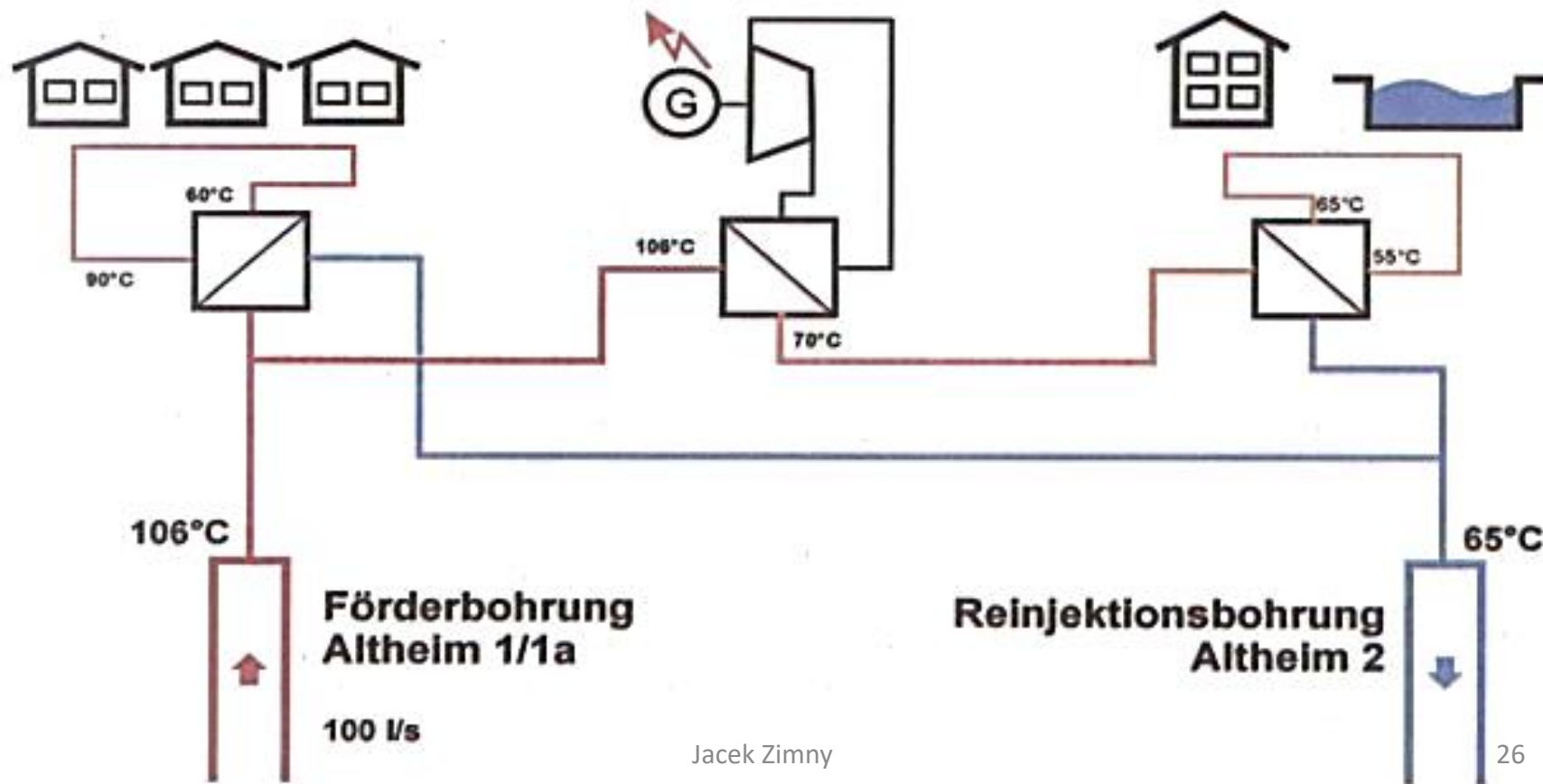
Stromerzeugung
ORC-Anlage

Heizkreis Schule / Schwimmbad

Wärmeleistung: 9 Mw_{th}

Elektrische Leistung: 1 Mw_{el}

Wärmeleistung: 1 Mw_{th}



Dane instalacji ORC – Altheim, 2001r.

Temperatura wody termalnej, na wejściu	106 °C
Temperatura wody termalnej, na wyjściu	70 °C
Ilość przepływającej wody termalnej	81,7 kg/s \cong 300 m ³ /h
Moc grzewcza	12 400 kW_t
Moc elektryczna	1 000 kW_e
Koszt systemu ciepłowniczego	8,3 mln €
Koszt rozbudowy o prod. energii elektr.	5,1 mln €
<u>Łączny koszt elektrociepłowni</u>	<u>13,4 mln €</u> (~1 mln €/MW_t)

Wnioski

1. Nowa wizja i strategia rozwoju społeczno gospodarczego Polski (Plan Morawieckiego), **energetyka jądrowa?**
2. Zasoby geotermiczne (woda, skały)
3. Wiedza, innowacyjne technologie energetyczne, uruchomienie krajowej produkcji maszyn i urządzeń energetycznych (SPC, ORC/Kalina), gotowość do wdrożeń w Polsce
4. Źródła finansowania (Plan Morawieckiego, NCBR, NFOŚiGW) – dotacja do 80% kosztów inwestycji
5. Akcjonariat gminny, spółdzielnie energetyczne; niezależność i samowystarczalność energetyczna Gminy, eksport „zielonej” energii

Wnioski

5. Rola gmin i inwestorów w programie:
 - a) „Ocena zasobów dla Gminy...”
 - b) „Projekt robót geologicznych dla działki nr...”
 - c) Wniosek o dofinansowanie z wybranych Programów (NCBR, NFOŚiGW, RPO, ZIT,... nowe w latach 2017-2022)
 - d) Projekty techniczne–wykonawcze: wierceń dubletu geotermicznego, budowlane, instalacyjne
 - e) Pozwolenia na budowę, uzgodnienia branżowe
 - f) Wykonanie odwiertów, określenie mocy źr. ciepła (MW_t)
 - g) Projekt ciepłowni/elektrociepłowni geotermalnej dla przyjętej mocy źródła (MW_t)
 - h) Realizacja projektu, odbiór techniczny, badania efektywności, dopuszczenie do eksploatacji, weryfikacja założeń Projektu