

XI Międzynarodowe Targi Geologiczne GEO-EKO-TECH

GEOLOGIA 2013

8-9 maja

TERMOPALE – termoaktywne elementy posadowień obiektów budowlanych



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

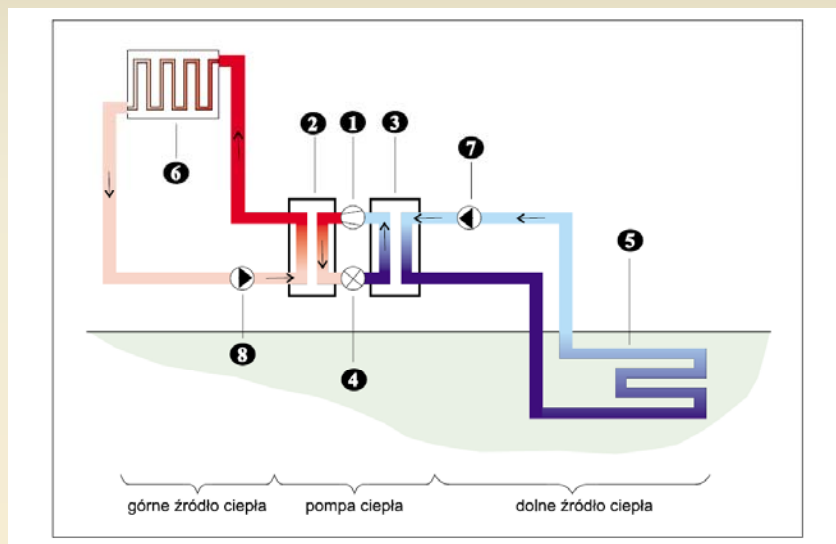


Natalia Maca, Titan Polska
Grzegorz Ryżyński, PIG-PIB

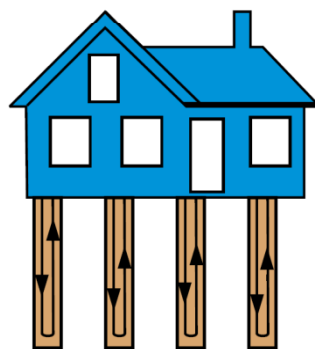
TERMOPALE

termoaktywne elementy posadowień obiektów budowlanych

Płytki geotermia – geotermia niskotemperaturowa, do 400 m p.p.t., systemy grzewcze od kilku kW do kilku MW



wg
J.Kapuściński,
A.Rodzoń



Pompa ciepła jako urządzenie odzyskujące z otoczenia rozproszoną energię cieplną może być stosowana w wielu schematach instalacyjnych.

Są to:

- systemy otwarte
 - (medium przenoszącym ciepło jest woda gruntowa)
- systemy zamknięte
 - (bez bezpośredniego kontaktu z otoczeniem, medium jest substancja krążąca wypełniająca rury kolektora)

SYSTEMY ZF – Instalacje pionowe w palach fundamentowych
Pale fundamentowe są stosowane głównie w budownictwie wielokubaturowym, w przypadku gruntów słabonośnych. W przypadku umieszczenia w nich kolektorów pionowych uzyskujemy **bardzo efektywny gruntowy wymiennik ciepła, stosowany do ogrzewania budynków zimą i chłodzenia ich latem**

**TECHNOLOGIA
INNOWACYJNA
I INTERDYSCYPLINARNA**
*budownictwo-fizyka
budowli-geologia-
inżynieria sanitarna*



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

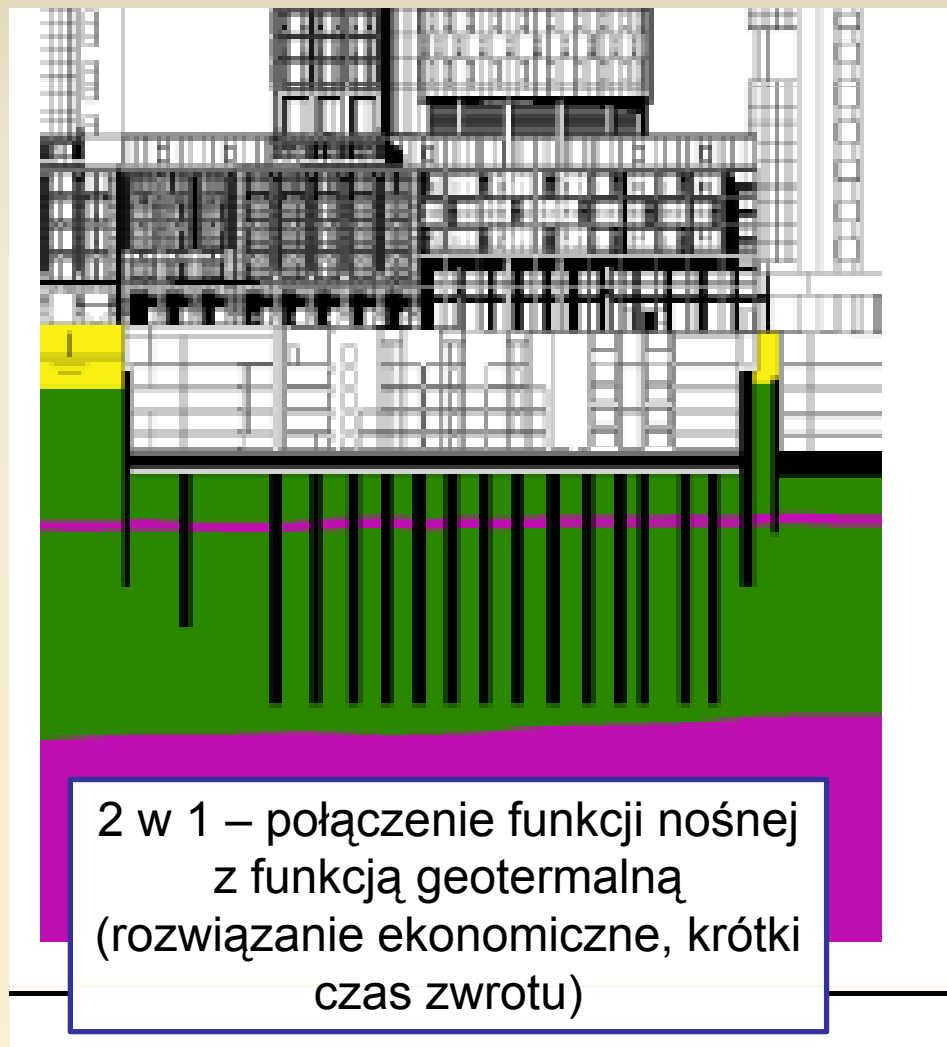
www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Termoaktywne elementy posadowień obiektów budowlanych – 2 w 1



wg
Prof. R. Katzenbach



RHC –
renewable
heating and
cooling

**Magazynowa
nie energii**

2 w 1 – połączenie funkcji nośnej
z funkcją geotermalną
(rozwiązanie ekonomiczne, krótki
czas zwrotu)



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

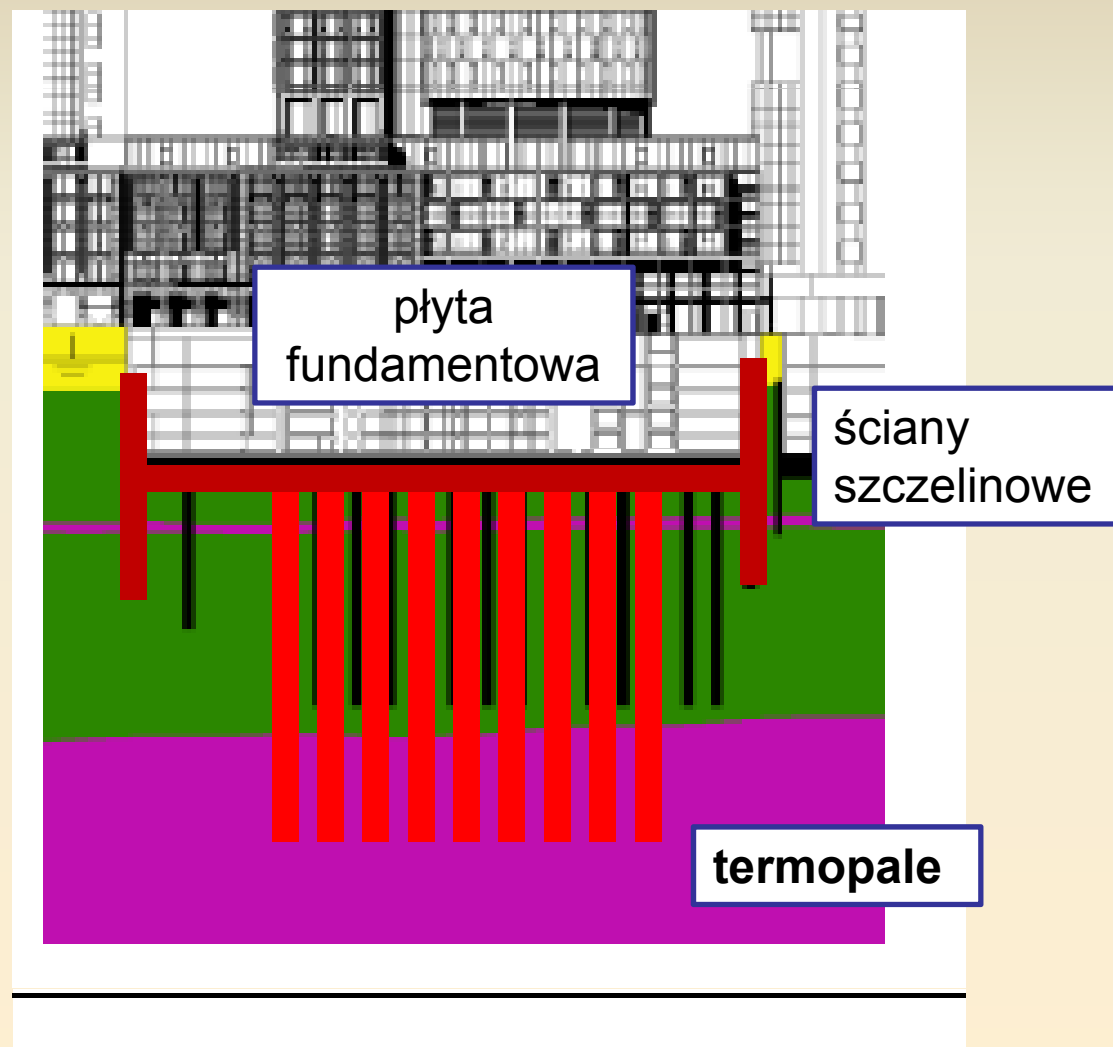
www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Termoaktywne elementy posadowień obiektów budowlanych



wg
Prof. R. Katzenbach



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

ELGIP

European Large Geotechnical Institutes Platform

Warsaw Geotechnical Laboratories Group



12 członków z 12 krajów

Belgium BBRI, Belgian Building Research Institute

Czech Republic Czech Technical University, Department of Geotechnics

Germany Technical University Darmstadt, Institute and Laboratory for Geotechnics

France IFSTTAR, French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks

Netherlands Deltares, Netherlands Institute for Deltatechnology

Norway NGI, Norwegian Geotechnical Institute

Poland WGLG, Warschau Geotechnical Laboratory Group

Portugal LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Slovenia University of Maribor

Spain CEDEX, Centre of Studies and Experiments for Public Works

Sweden SGI Swedish Geotechnical Institute

United Kingdom Cambridge University Engineering Department



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Termoaktywne elementy konstrukcyjne

GEOLOGIA 2013
8-9 maja

IV YELGIP WORKSHOP

Shallow Geothermal Energy Applications in Civil Engineering

Under the auspices of the
Large European Geotechnical Institutes Platform



Konsorcjum naukowo-badawcze TERMOPAL

- Eko Efekt
- Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB)
- Instytut Techniki Budowlanej (ITB)
- Instytut Badawczy Dróg i Mostów (IBDiM)
- EurosEnergy
- Menard Polska
- Titan Polska
- Soley
- MostmarPal



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

International Workshop

Thermoactive Geotechnical Systems for Near-Surface Geothermal Energy

FROM RESEARCH TO PRACTICE

25 - 27 March 2013

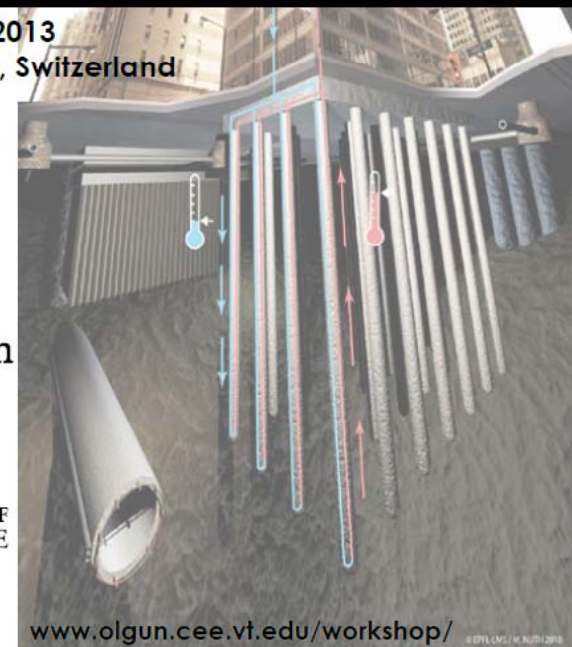
EPFL, Lausanne, Switzerland

VirginiaTech

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

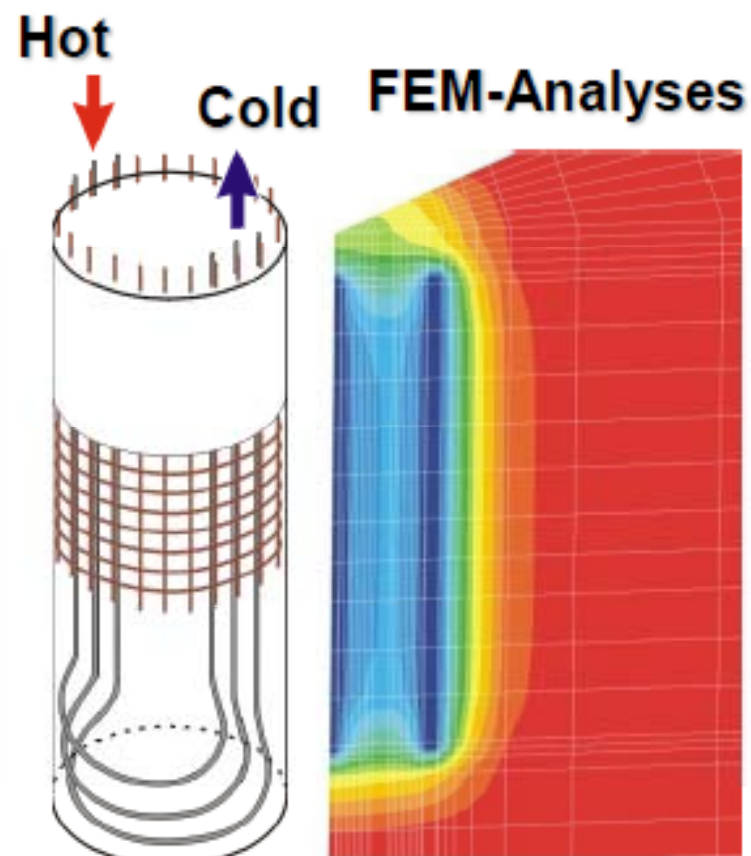
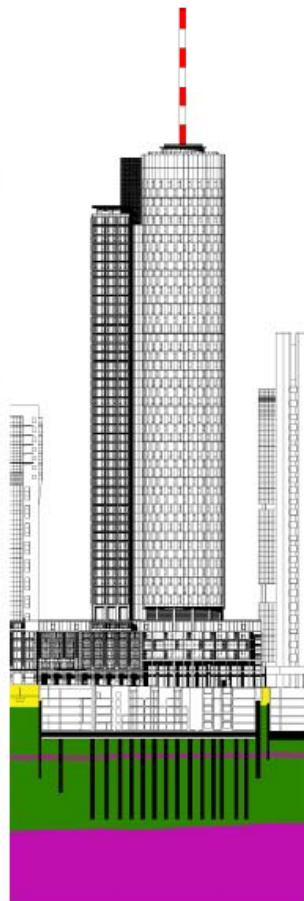
UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE

University of Colorado
Boulder



www.olgun.cee.vt.edu/workshop/

Termoaktywne elementy konstrukcyjne - termopale



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Configuration of absorber pipes in the base slab of the underground station „Praterstern“ in Vienna



plyta fundamentowa



ściana szczelinowa



TERMOPAL



Instalacja termopala



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

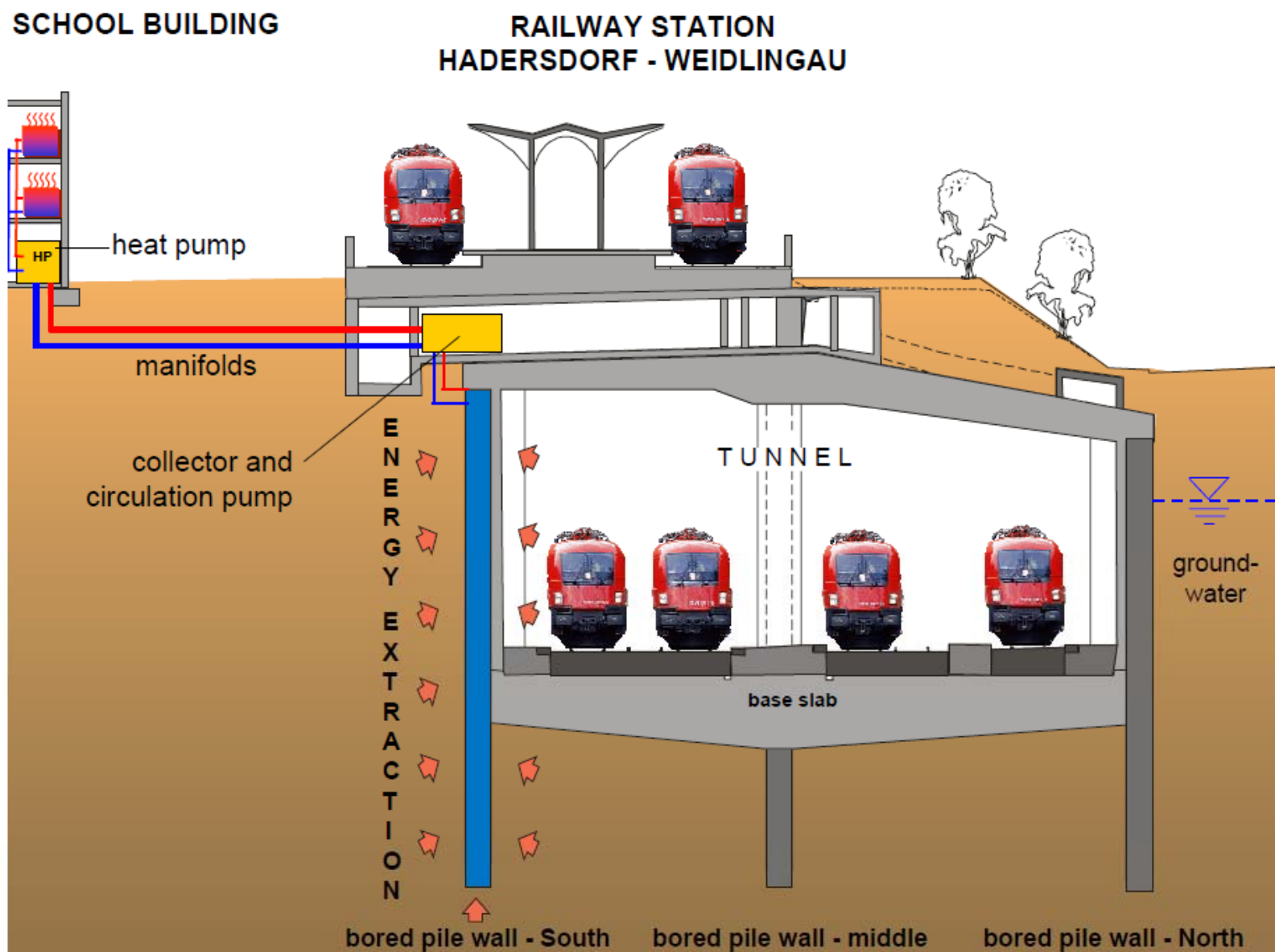
www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

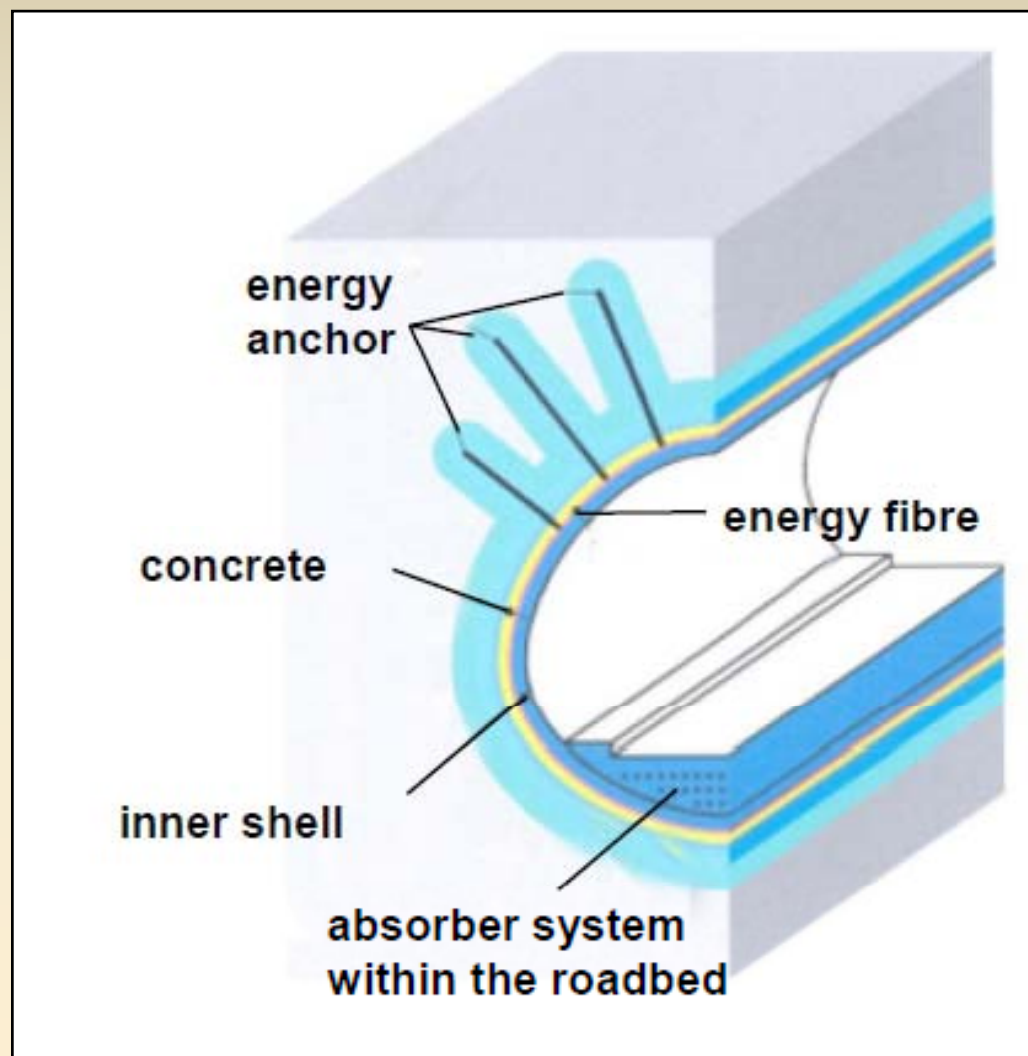
wg
Prof. H.Brandl

Termoaktywne elementy konstrukcyjne obiektów budowlanych – TUNELE

wg
Prof. H.Brandl

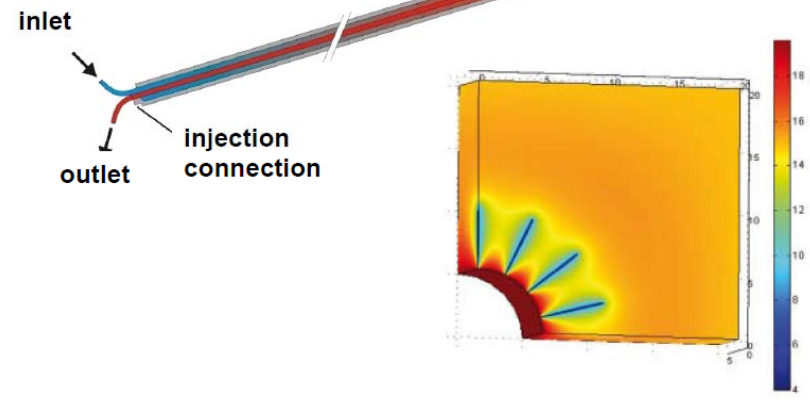


Termoaktywne elementy posadowień obiektów budowlanych – TUNELE

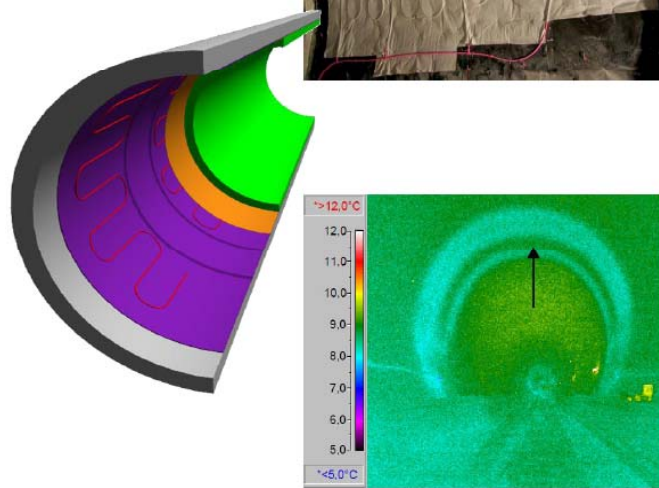


Obudowy tuneli

Termo-kotwy



Termo-geotkaniny



Płyty fundamentowe stacji



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Termopale

– zastosowanie do ogrzewania i chłodzenia budowli

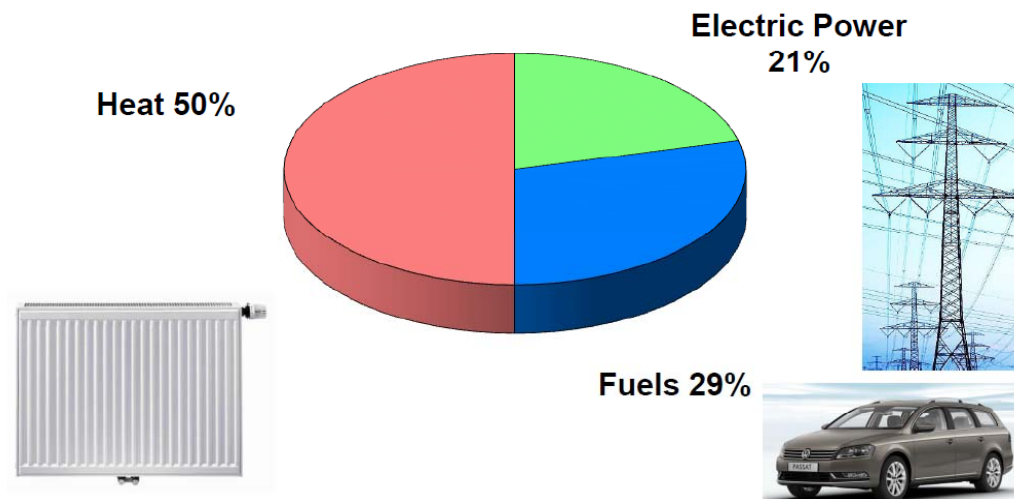
GEOLOGIA 2013
8-9 maja

Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach · Director of the TU Darmstadt Energy Center

Final Energy Consumption in Germany by Energy Carriers



Final Energy Consumption in Germany:
2,500 TWh = 2,500,000,000,000 kWh



4

RHC –
renewable
heating and
cooling

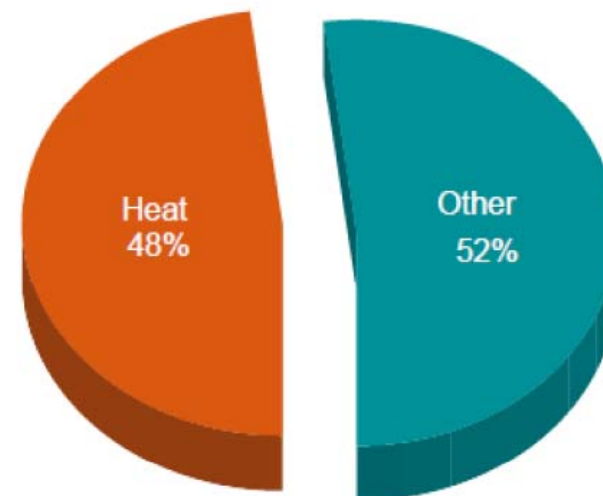


Figure 1 – Form of final energy consumption in the EU

www.rhc-platform.org



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

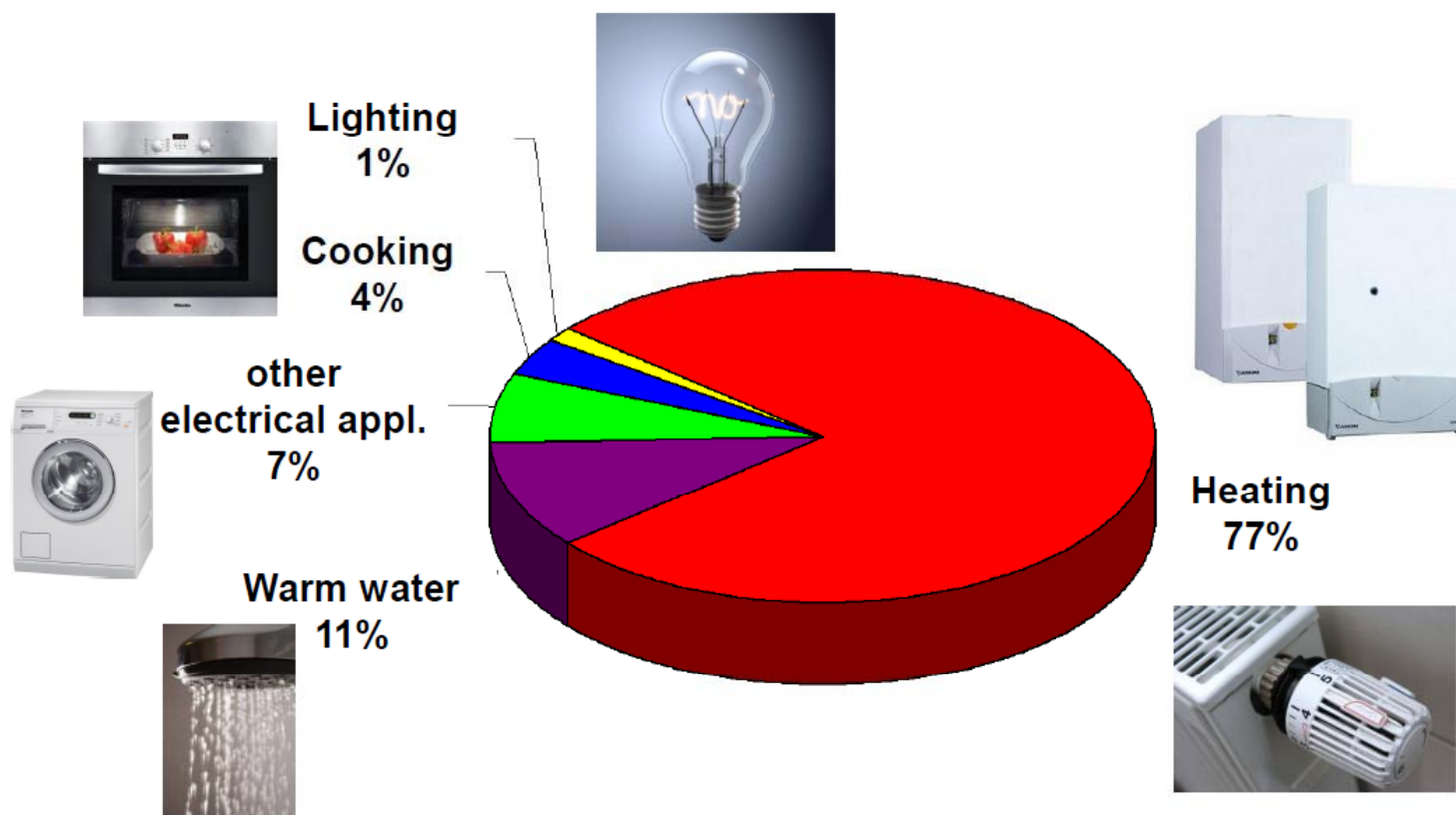
TITAN POLSKA

Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach · Director of the TU Darmstadt Energy Center

Final Energy Consumption in the Residential Sector



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



14

DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2009/28/WE

z dnia 23 kwietnia 2009 r.

w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE

(Tekst mający znaczenie dla EOG)

Cele strategiczne dyrektywy – realizacja „pakietu klimatycznego” 3x20%

- 20% redukcji emisji CO₂
- 20% zmniejszenia zużycia energii
- 20% wzrost zużycia energii ze źródeł odnawialnych (OZE), z 8,5 do 20% w 2020 r.

Polska jako kraj członkowski UE zobowiązany jest do wdrażania Dyrektywy 2009/28/WE. Głównym celem dla Polski jest doprowadzenie do wzrostu wykorzystania energii z OZE w finalnym zużyciu energii do **15% w 2020 r.** Prognozy wskazują, że **znaczącą rolę w wypełnianiu wymagań Dyrektywy może odegrać geotermia, w tym zwłaszcza geotermia niskotemperaturowa wykorzystująca pompy ciepła.**

wg. opracowania *Geotermia niskotemperaturowa w Polsce i na świecie*,
Warszawa 2010, NFOŚiGW



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2009/28/WE

z dnia 23 kwietnia 2009 r.

w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE

(Tekst mający znaczenie dla EOG)

Art. 2. Definicje

Stosuje się również następujące definicje:

**TERMOAKTYWNE ELEMENTY
POSADOWIEŃ OBIEKTÓW
BUDOWLANYCH = OZE**

- a) **„energia ze źródeł odnawialnych”** oznacza energię z odnawialnych źródeł niekopalnych, a mianowicie energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, **geotermalną** i hydrotermalną i energię oceanów, hydroenergię, energię pozyskiwaną z biomasy, gazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i ze źródeł biologicznych (biogaz);
- b) [...]
- c) **„energia geotermalna”** oznacza energię **składowaną w postaci ciepła pod powierzchnią ziemi;**



Termopale – dynamiczny rozwój technologii

GEOLOGIA 2013
8-9 maja

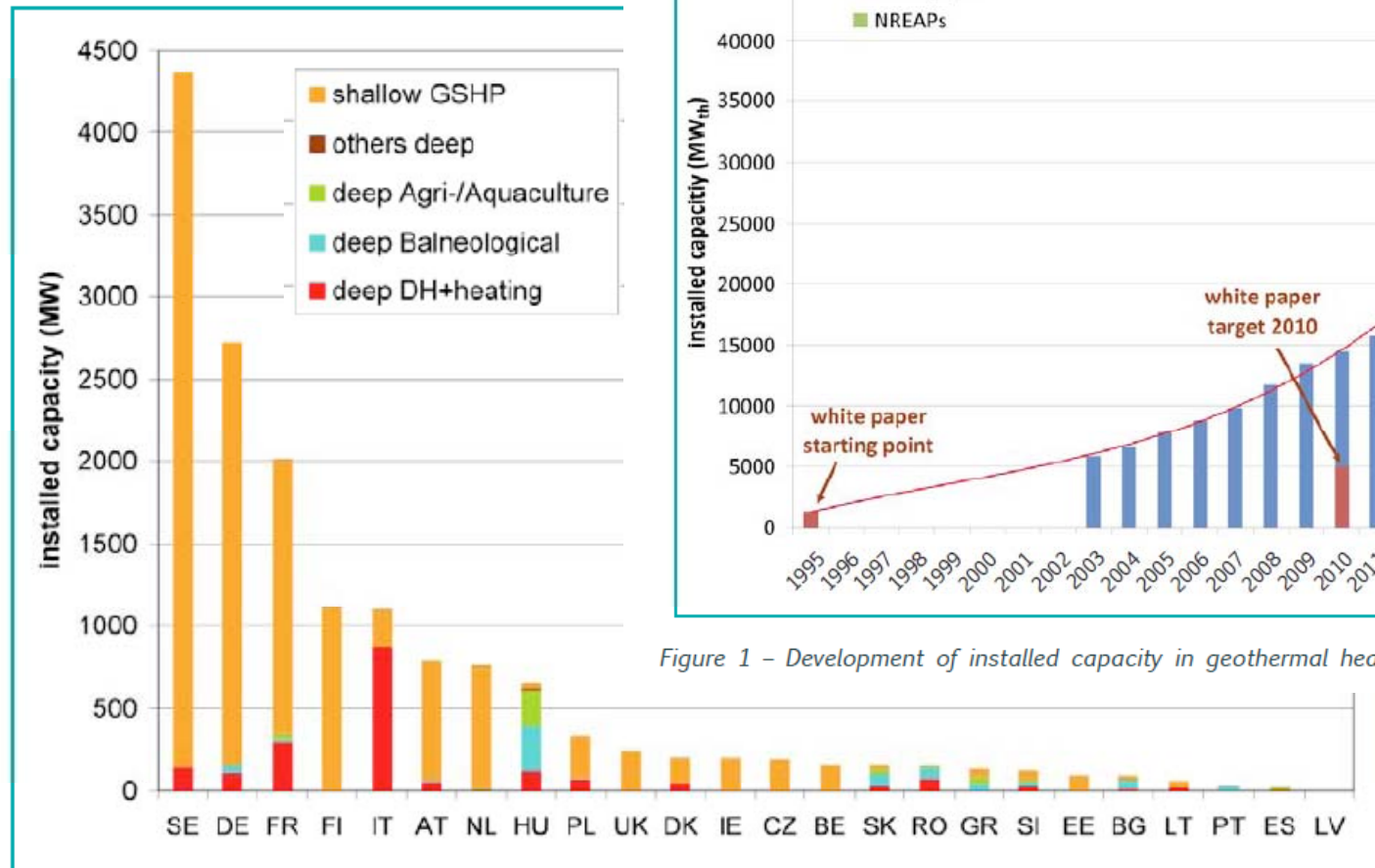


Figure 2 – Distribution of installed capacity (MWth) in EU 27 member states
(after data from WGC, 2010; EurObservER, 2011; EREC, 2011)

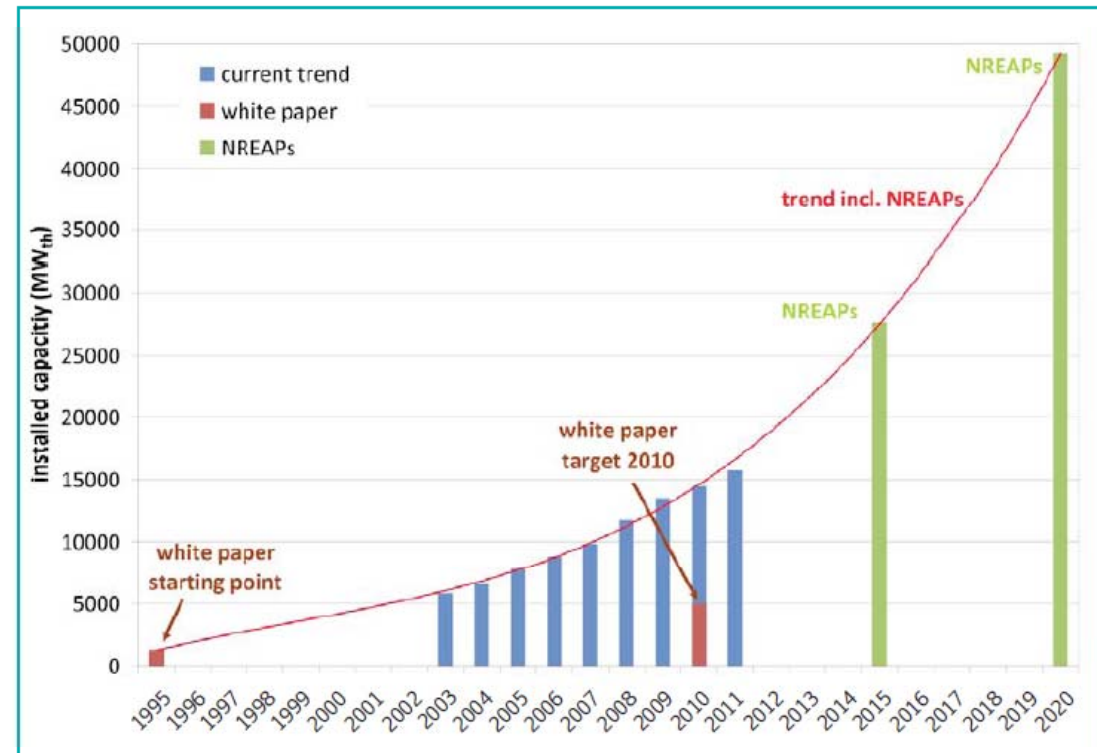


Figure 1 – Development of installed capacity in geothermal heating & cooling in the EU (MWth)



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Przykładowe realizacje

Terminal E lotniska w Zurychu



>300 termopali o dł. 30 m
~75% pokrycie
zapotrzebowania na
ciepło w sezonie
grzewczym (1100 MWh)
i na chłodzenie w
sezonie letnim (470
MWh)



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

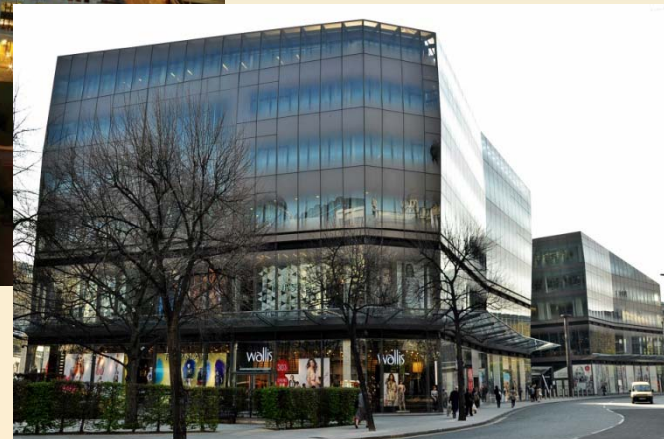
Przykładowe realizacje

GEOLOGIA 2013
8-9 maja

One new change, London



32,000m² high grade office
20,500m² high grade retail
2 open loop wells
Over 200 energy piles
13 ground source heat pumps
1.7 MW capacity
10.17% of energy demand
Completion October 2010



geothermal international



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Przykładowe realizacje

The Main Tower - Frankfurt

GEOLOGIA 2013
8-9 maja



Combined pile raft foundation:

**112 Thermal activated piles,
D = 1.5 m, L = 30 m**

Retaining wall:

**101 Thermal activated piles,
D = 0.9 m, L = 34 m**

**80,000 lfm heat exchanging pipes
Volume of subsoil storage: 150,000 m³
Capacity: 500 kW**



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Konstrukcje termoaktywne – sytuacja w Polsce

Dotychczas nie zainstalowano
konstrukcji termoaktywnych

Całkowita liczba zainstalowanych
GPC: 8 900 o łącznej mocy 110MWth

GPC z pionowymi sondami
gruntowymi: 1 700

Średnia moc instalacji: 15kW

Średni współczynnik mocy cieplnej:
40W/m

Rynek GPC szacowany na
ok. 1 100 sztuk rocznie

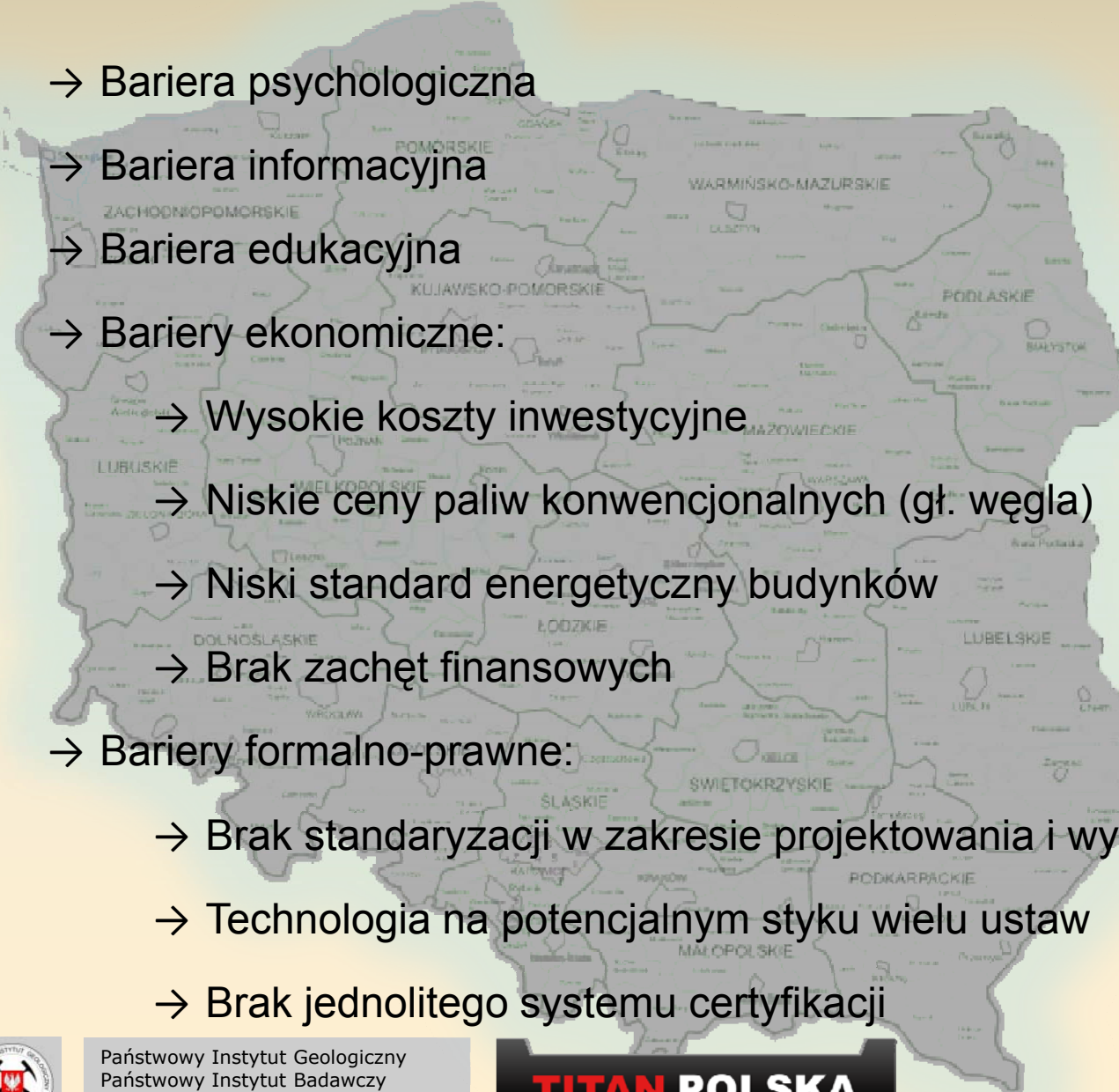


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Konstrukcje termoaktywne – bariery rozwoju

- 
- Bariera psychologiczna
 - Bariera informacyjna
 - Bariera edukacyjna
 - Bariery ekonomiczne:
 - Wysokie koszty inwestycyjne
 - Niskie ceny paliw konwencjonalnych (gł. węgla)
 - Niski standard energetyczny budynków
 - Brak zachęt finansowych
 - Bariery formalno-prawne:
 - Brak standaryzacji w zakresie projektowania i wykonawstwa
 - Technologia na potencjalnym styku wielu ustaw
 - Brak jednolitego systemu certyfikacji



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Termopale – obszary zastosowania i perspektywy



Przecięcie zagadnień - ok 15-25%
wszystkich nowych projektów

- Obiekty posadawiane na gruntach słabych lub generujące bardzo duże obciążenia
- Budynki użyteczności publicznej
- Budownictwo mieszkaniowe
- Biurowce i inne budynki o podniesionych wymaganiach termicznych
- Bezobsługowe elementy infrastruktury drogowej, kolejowej

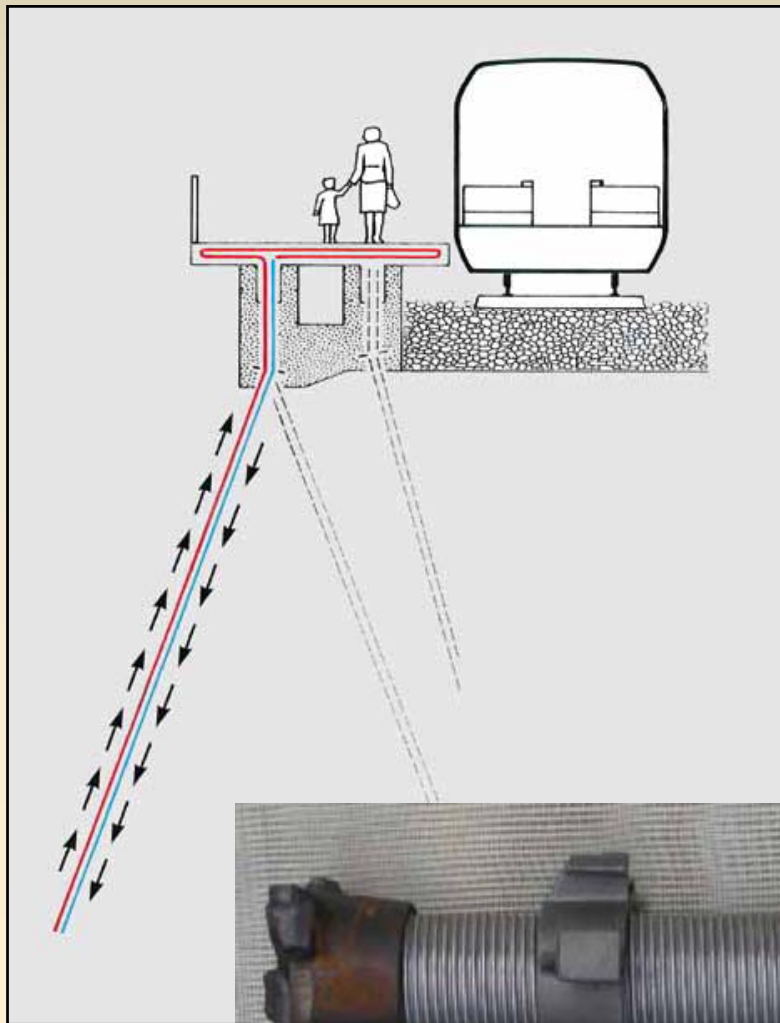


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



Termopale – mikropale geotermalne TITAN



Dwufunkcyjny mikropal geotermalny **TITAN 73/53**:

- Mikropal fundamentowy o nośności obliczeniowej 680kN
- Mikropal geotermalny o zdolności odzyskiwania ciepła na poziomie 100W/m



- Zachowanie wszystkich zalet systemu samowiercących iniekcyjnych mikropali
- Wysoka wydajności i długoletnia sprawność instalacji pozyskiwania energii cieplnej z gruntu

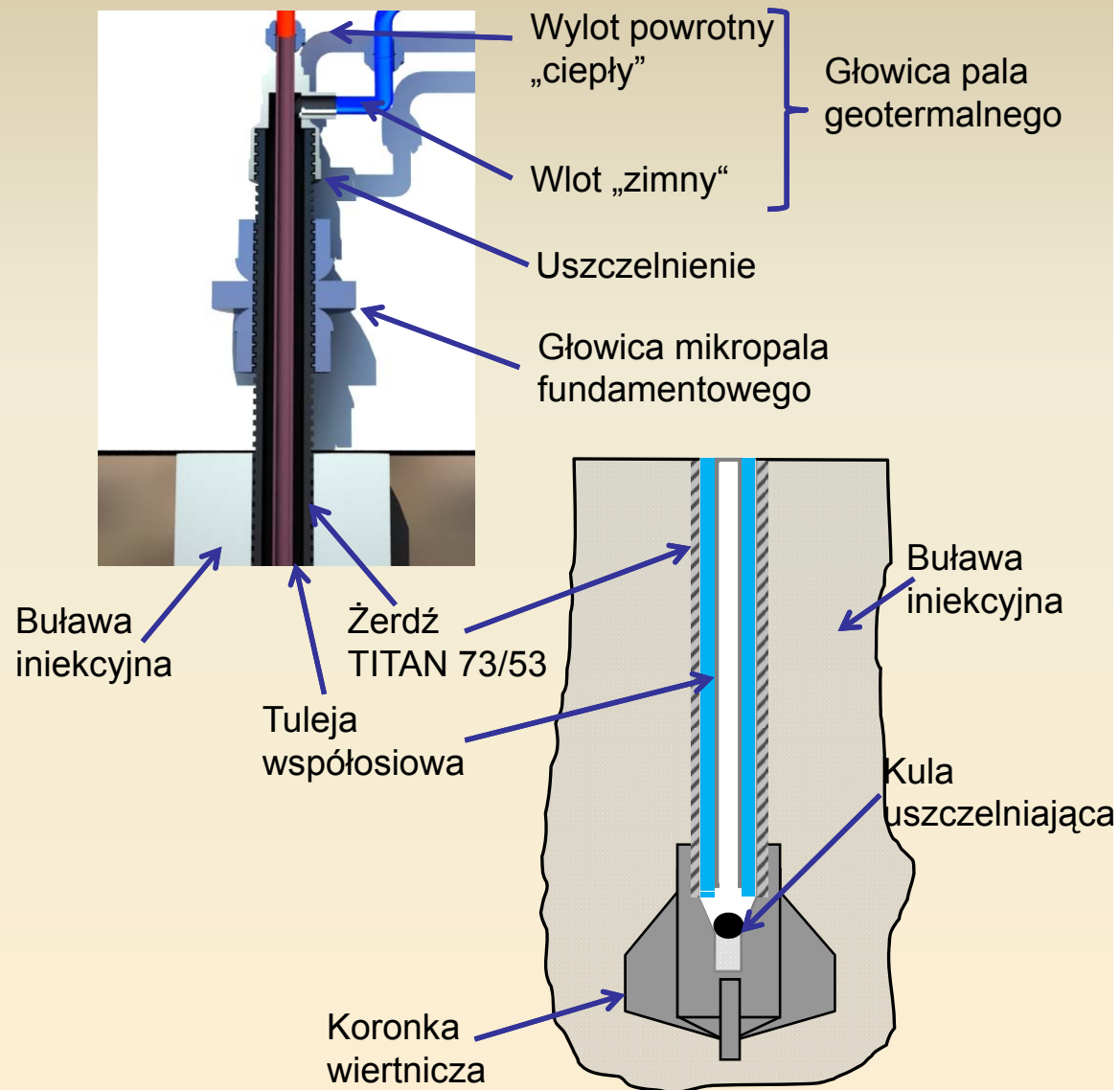
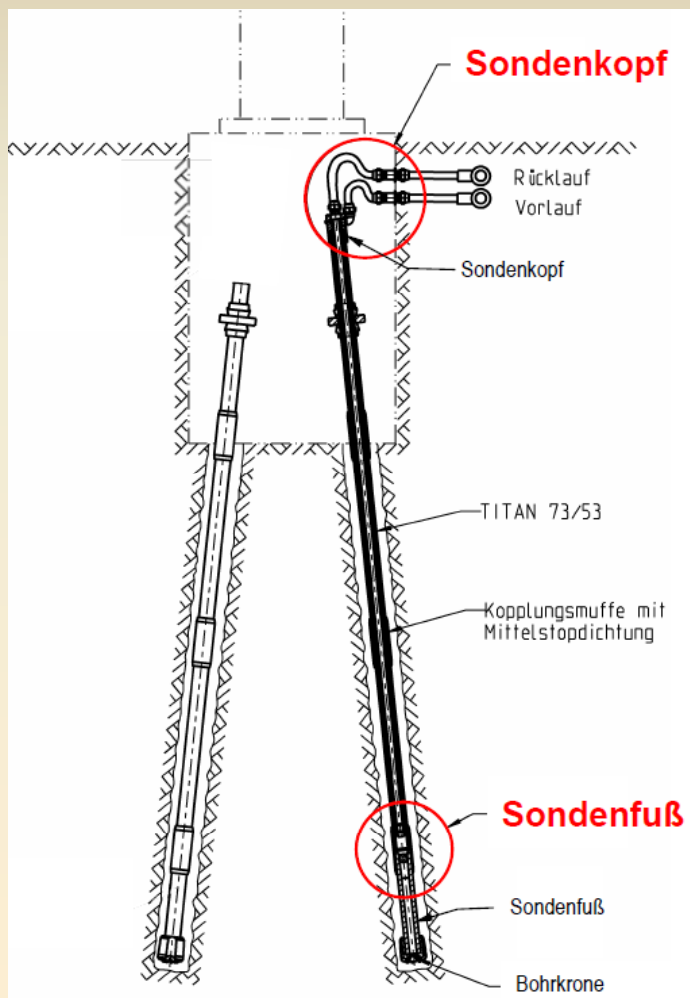


Państwo
Państwo

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Termopale – mikropale geotermalne TITAN



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Termopale – mikropale geotermalne TITAN



Wiercenie i iniekcja



Przepłukiwanie i wypłukiwanie iniektu z wnętrza żerdzi



Wprowadzanie tulei współosiowej



Pa
Pa

www.pgi.gov.pl

TITAN POLSKA

Termopale – mikropale geotermalne TITAN



Par
Par

www.pgi.gov.pl

SKA

TITAN mikropale geotermalne

Badania polowe 8 odwiertów badawczych:

4 x TITAN 73/53 Aluminium
3 x TITAN 73/53 Stal StE 460
1 x Podwójna rura U HD-PE

Głębokość odwiertów pomiędzy 16 – 40 m

Warunki gruntowe: mokry piasek

Wyniki wykazują znacznie
wyższą efektywność grzewczą
niż dla instalacji
wykonywanych metodami
tradycyjnymi

Wyniki testu TRT:

System:	Nr.	Głębokość	Przewodność cieplna λ	Efektywność grzewcza Q_h (bezogen auf gemittelte Länge von 20 m)
Podwójna rura typu U	B/7	15,20 m	3,60 W/mK	105,35 W/m
TITAN 73/53 (Stal S 460)	B/10	17,50 m	3,78 W/mK	111,44 W/m
TITAN 73/53 (Aluminium)	B/5	25,30 m	3,68 W/mK	108,87 W/m



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



Termopale – jak to działa

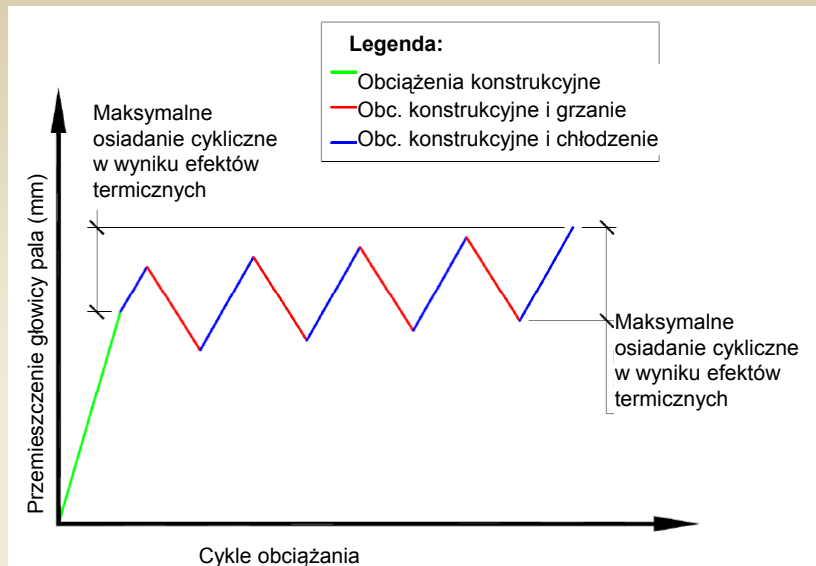


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

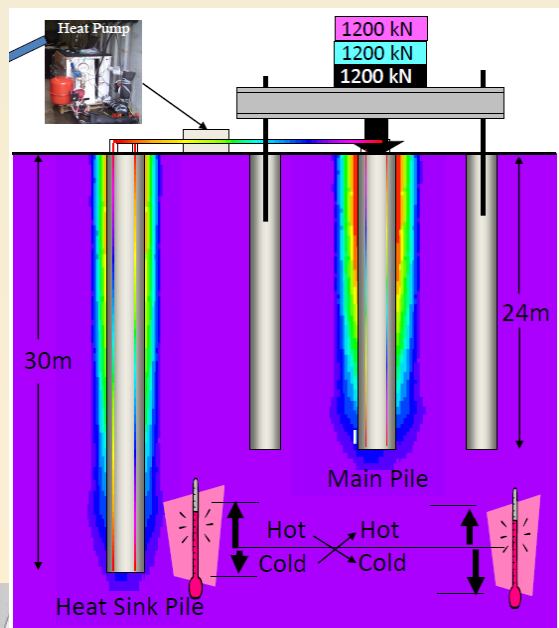
TITAN POLSKA

Termopale – kwestie projektowe



Podwójna funkcja termopali – zwiększona trudność projektowania:

- Obciążenia konstrukcyjne + Obciążenia termiczne (w cyklach)
- Wpływ termiki na nośność i użytkowość (osiadania)
- Wpływ termiki na konstrukcję pala i na otaczający grunt



Narzędzia projektowe:

- Badania geotechniczne + informacje termiczne (testy TRT)
- Zaawansowane modelowanie numeryczne (model THM)
- Próbne obciążenia
- (+wymagania dotyczące zapotrzebowania na moc)

TITAN POLSKA

Źródło: Soga K. 2013

Termopale – kwestie projektowe

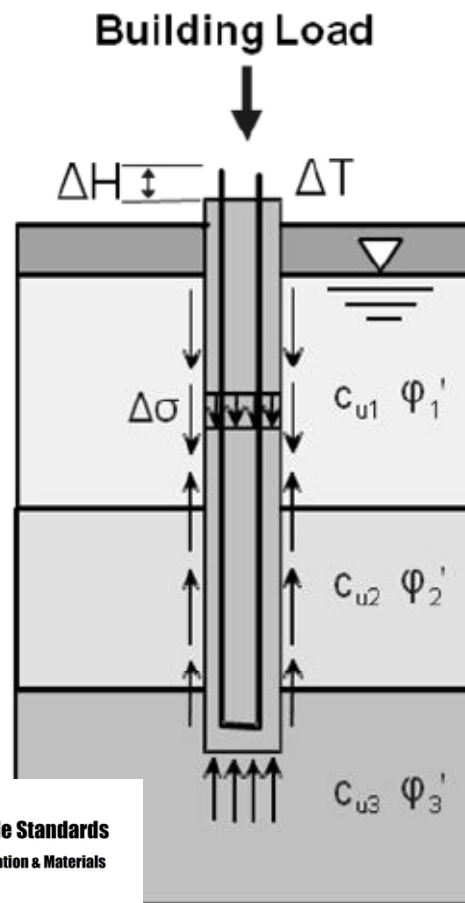
Aspekty projektowania pali tradycyjnych

ULS

- Stratygrafia i własności gruntów
- Nośność pobocznic i/lub podstawy
- Zbrojenie
- Wyboczenie

SLS

- Osiadania pali
- Nierównomierne osiadania
- Tarcie negatywne



Thermal Pile Standards
Design, Installation & Materials

Version 21.0
5th April 2012

GSHP
association

Published & Copyrighted by
Geothermal Heat Pump Association
Geological Society
London
UK
T: 0203 004545
F: 0203 004557
Email: info@gsHP.org.uk

Dodatkowe aspekty projektowania pali termalnych

ULS

- Parametry wytrzymałościowe gruntu z uwzględnieniem efektów grzania i chłodzenia

SLS

- Osiowe i radialne rozszerzanie/kurczenie/utwierdzenie
- Naprężenia osiowe wywołane termiką
- Wpływ cykliczności obciążeń termicznych
- Wpływ zmian temperatury na powierzchnię pobocznic (współpracę pal-grunt)

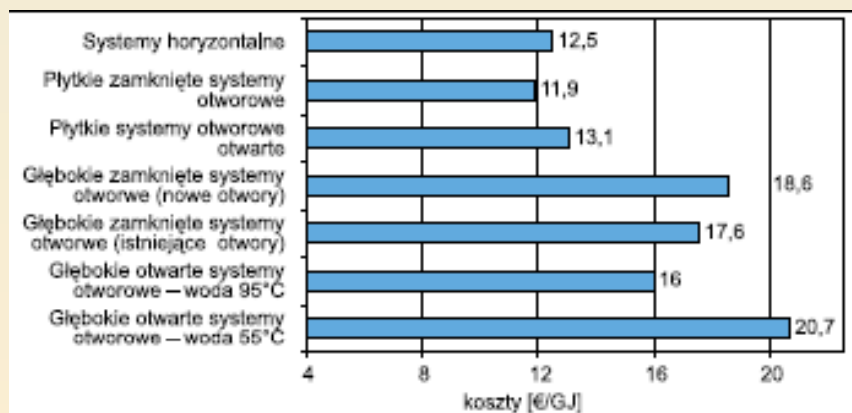
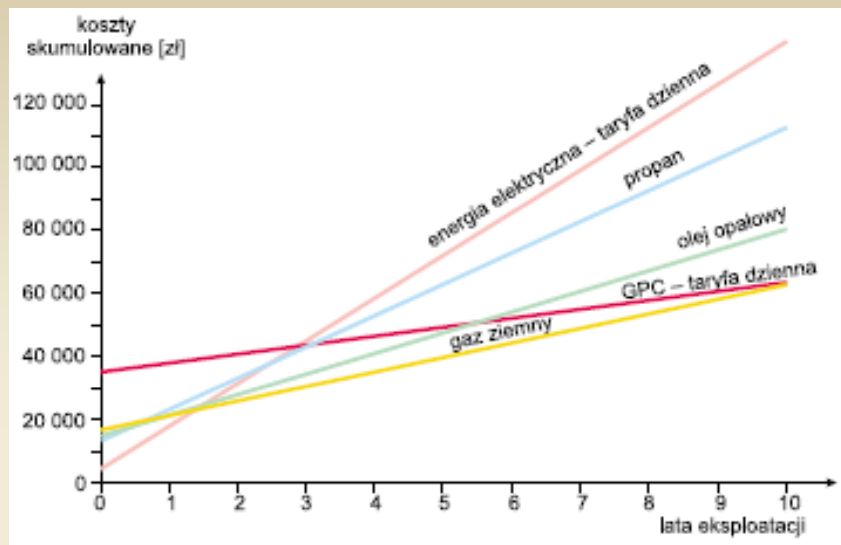


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

AN POLSKA

Termopale – opłacalność



Źródło: Kapuściński J., Rodzoch A., 2010

- Koszty wytworzenia energii w instalacjach GPC (geotermia płytka) są najniższe
- Najbardziej opłacalne są zamknięte systemy otworowe (uwzględniając koszty inwestycyjne i eksploatacji w LCC)
- Okres zwrotu wynosi kilka lat
- Oszczędność energii podczas ogrzewania do 25% i podczas chłodzenia aż do 85%

Oszczędność kosztów dla podwójnego wykorzystania konstrukcji termoaktywnej wynosi **ok. 25%** w porównaniu do oddzielnie wykonywanych konstrukcji posadowienia głębokiego i energii geotermalnej



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



Podsumowanie

Potencjał technologii termoaktywnych elementów posadowienia budowli

(pobierają one energie geotermalną)

- dostępna 24 h / 365 dni
- dostępna wszędzie (płytką geotermia)
- doskonała do ogrzewania i chłodzenia budowli
- atrakcyjna rynkowo (krótki czas zwrotu inwestycji)
- komponenty technologii są sprawdzone i przetestowane
- można je łączyć z innymi źródłami energii (np. kolektorami słonecznymi, ogniwami fotowoltaicznymi, turbinami wiatrowymi etc..)
- można wykorzystywać grunt wraz z elementami posadowienia do magazynowania energii („ładowanie gruntu” kolektorami słonecznymi latem w celu pobierania energii zimą)

POLSKA.

- Termopale to przyszłość, w warunkach polskich nie ma praktycznie żadnych doświadczeń z tą technologią
- Istnieje wzrastające zainteresowanie branży budowlanej tą technologią, wykonywanie rozwiązań łączących funkcję OZE i konstrukcyjną jest atrakcyjne rynkowo i ekonomicznie



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



XI Międzynarodowe Targi Geologiczne GEO-EKO-TECH

GEOLOGIA 2013

8-9 maja

**DZIĘKUJEMY
ZA
UWAGĘ**



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



Natalia Maca, Titan Polska
Grzegorz Ryżyński, PIG-PIB