



POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: http://www.pga.org.pl/

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113

Geoenergetyka w Europie i w Polsce

Zasoby energetyczne geotermii możliwe do wykorzystania są wielokrotnie większe od zasobów kopalnych ropy i gazu. Średni potencjał energetyczny otworu geotermalnego zbliżony jest do średniego potencjału otworu ropnego lub gazowego. W XX wieku na potrzeby eksploatacji złóż ropy i gazu wykonano na świecie 650 tys. otworów produkcyjnych. Planuje się, że w obecnym stuleciu wykona się 1 milion otworów geotermalnych.

Geoenergetyka zajmuje się wykorzystaniem i przetwarzaniem energii (ciepła) wnętrza Ziemi, skumulowanej w złożach geologicznych przegrzanej pary wodnej, wód geotermalnych i gorących suchych skał.

Z par wodnych i wód geotermalnych o temperaturze powyżej 80 st. C wytwarza się w zakładach geoenergetycznych (elektrociepłowniach i elektrowniach geotermalnych) prąd elektryczny. Wody geotermalne o temperaturach 20-80 st. C wykorzystuje się w ciepłownictwie do ogrzewania budynków przemysłowych i mieszkalnych, rolniczych, leczniczych, rekreacyjnych, sportowych; w balneologii i chłodnictwie. Te działy geoenergetyki są stosowane na świecie od ponad 100 lat, przy czym szczególny ich rozwój nastąpił w ostatnich 30 latach.

Występowanie zasobów energii geotermalnej wysokotemperaturowej (powyżej 130 st. C) związane jest z obszarami wulkanicznymi Ziemi, tworzącymi wąskie, długie pasy (ryftowe lub subdykcyjne) i znajdują się na terenach Nowej Zelandii, Japonii, Indonezji, Kamczatki, Filipin, zachodnich wybrzeży USA; w Europie we Włoszech, Grecji, Islandii, w rowie Renu. Występowanie energii geotermalnej niskotemperaturowej (poniżej 130 st. C) związane jest głównie z basenami sedymentacyjnymi, zasobnymi też w złoża ropy naftowej i gazu ziemnego. Baseny te, których na globie istnieje około 200, zajmują ponad 60 proc. powierzchni kontynentów (J. Sokołowski); złoża ropy i gazu zajmują 1-2 proc. powierzchni, a złoża wód geotermalnych około 98 proc. powierzchni tych basenów.

Charakterystyka prowincji geotermalnych Europy

Na terenie Europy liczącej 10 mln km² znajduje się około 30 prowincji geotermalno-ropo-gazonośnych, na obszarze przeszło 5 mln km². Z tego 32 proc. obszaru Europy zajmuje Prowincja



Stowarzyszenie wpisane pod numerem KRS: 0000071056

Nr konta: BOŚ 46 1540 1115 2044 6070 5574 0001

NIP 677-17-11-239, REGON: 350833720



Centralnoeuropejska (1,6 mln km²), gdzie znajdują się 23 prowincje geotermalne (J. Sokołowski, 1998 r.).

Temperatury stwierdzone w otworach wiertniczych poszczególnych państw Europy wynoszą: Belgia 20-73 st. C, Dania 20-46 st. C, Niemcy 20-115 st. C, Grecja 25-82 st. C, Francja 24-76 st. C, Włochy 20-100 st. C, Portugalia 20-76 st. C, Wielka Brytania 20-74 st. C, Austria 20-100 st. C, Szwajcaria 20-62 st. C. W Polsce temperatury te kształtują się w granicach 20-180 st. C (Września), podobne są na Węgrzech, w Rumunii i na Ukrainie. Prowincja Centralnoeuropejska jest największa i szósta w świecie; zawiera ona baseny geotermalne: staropaleozoiczny, dewońsko-karboński, permski, triasowy, jurajski, kredowy i kenozoiczny, które są najzasobniejsze w Europie. Występujące tam wody mają różną temperaturę: od 20 st. C do przeszło 200 st. C, i mineralizację. Oprócz Prowincji Centralnoeuropejskiej duże prowincje geotermalne o powierzchni około 1,7 mln km² znajdują się na terenie byłego ZSRS na obszarach: przeduralskim i przedkaukaskim.

Stan i perspektywy rozwoju geoenergetyki w Europie

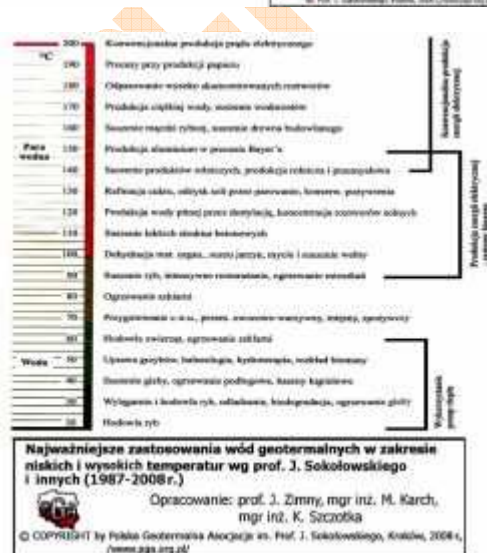
Na obszarze Europy instalacje geotermalne funkcjonują w wielu krajach: w Belgii, Danii, Niemczech, Grecji, we Francji, w Irlandii, Islandii, we Włoszech, w Szwecji, Polsce, Czechach, na Słowacji, Węgrzech, w Rumunii, Bułgarii, krajach b. Jugosławii i b. ZSRS. Gdzie zatem można wykorzystać w Europie energię geotermalną? Przede wszystkim w najbogatszych złożach geotermalno-ropo-gazonośnych basenów Prowincji Centralnoeuropejskiej, do której należy Europa Północno-Zachodnia i Środkowa. Z tych zasobów może korzystać 13 krajów: Estonia, Litwa, Łotwa, Białoruś, Polska, Niemcy, Francja, Szwecja, Norwegia, Dania, Holandia, Belgia i Wielka Brytania, z których największy obszar, a więc i zasoby, ma Polska (rys. 1). Na obszarze Polski przeszło 220 tys. km² pokryte jest basenami sedymentacyjnymi Prowincji Centralnoeuropejskiej zawierającymi wody geotermalne w następujących zbiornikach (basenach): kambryjskim, dewońsko-karbońskim, dolnopermskim, cechsztyńskim, triasowym, jurajskim i kredowym (J. Sokołowski, 1995-2000) (rys. 2).

Basen kambryjski

Wody geotermalne w tym zbiorniku występują na obszarach południowej Szwecji, Estonii, Łotwy, Litwy, północno-wschodniej Polski i części Białorusi. Wypełniają one przestrzeń porowatą piaskowców i mają temperatury na głębokości do 3 tys. m od 30 st. C do 120 st. C (J. Sokołowski)

PROWINCJA	Powierzchnia (km ²)	Temperatura geotermalna (st. C)	Zasoby wód geotermalnych (km ³)	Zasoby wód geotermalnych (km ³)	Opieką wód geotermalnych (km ³)	Energia (TWh/rok)
1. Prowincja Centralnoeuropejska	200 000		4 218	81 436	88 922 000	850 000
1.1. Długościowe	170 000	Ardenijska, Friaż	2 780	5 850	68 114 000	668 000
1.2. Długościowe - północny	87 000	Ardenijska, Friaż	3 000	34 877	38 284 000	374 000
1.3. Długościowe - południowy	83 000	Ardenijska, Friaż	208	208	2 908 000	28 000
1.4. Długościowe - wschodni	12 000	Ardenijska, Friaż	21	21	2 400 000	23 000
1.5. Długościowe - zachodni	12 000	Ardenijska, Friaż	90	90	2 700 000	26 000
1.6. Długościowe - południowy	12 000	Ardenijska, Friaż	28	28	2 700 000	26 000
1.7. Długościowe - północny	7 000	Ardenijska, Friaż	17	17	2 700 000	26 000
2. Prowincja przeduralna	10 000		847	1 200	21 800 000	97 000
3. Prowincja przedkaukaska	10 000		160	200	10 000 000	17 000
4. Prowincja Karpacka	10 000		200	204	2 700 000	38 000
5. Długościowe	10 000		100	114	2 700 000	38 000
6. Długościowe	200 000		4 218	81 436	88 922 000	850 000

Provincja i baseny geotermalne Polski oraz porównanie zasobów wód i energii w całej Europie wg prof. J. Sokołowskiego i innych (1987-2000)
Opracowanie: prof. J. Zimny, mgr inż. M. Karcz, mgr inż. K. Szczołka
© COPYRIGHT by Polska Geotermalna Asocjacja sp. Pr. J. Sokołowskiego, Kraków, 2008 r., www.pga.org.pl/





POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: <http://www.pga.org.pl/>

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113

(rys. 3). Największe możliwości wykorzystania tych wód na obszarze Polski mają województwa: mazowieckie, warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie, zachodnio-pomorskie, pomorskie; poza granicami Polski: okręg kaliningradzki należący do Rosji oraz obszary Litwy, Łotwy i Estonii.

Basen dewońsko-karboński

Wody geotermalne z tego basenu można wykorzystywać na terenach Lubelszczyzny, Pomorza, województw: małopolskiego, śląskiego, częściowo podkarpackiego i świętokrzyskiego. Zbiorniki tych wód o temperaturach 50-90 st. C występują na głębokościach od 2 do 3 tys. metrów. Zbiorniki dewońskie i karbońskie są przeważnie węglanowe i w związku z tym bardziej zróżnicowane pod względem porowatości i przepuszczalności; są łatwiejsze w eksploatacji dzięki możliwości stosowania intensyfikacji przyływu wody geotermalnej.

Basen dolnopermowski

W tym basenie występują wody geotermalne o wysokiej temperaturze i mineralizacji, ale o niezbyt dużej wydajności wodnej otworów. Możliwości pozyskiwania wód dla odbioru z nich ciepła i składników mineralnych, takich jak jod, brom, żelazo i inne, istnieją na Pomorzu, w otoczeniu Gór Świętokrzyskich, na monoklinie przedsudeckiej oraz w Niemczech i Holandii.

Basen cechsztyński

W tym basenie wody geotermalne występują w wapieniu podstawowym i dolomicie głównym w brzeżnych częściach basenu na terenie Polski (obszar monokliny przedsudeckiej, województwa warmińsko-mazurskiego) i Niemiec.

Basen triasowy

W tym basenie wody geotermalne występują w pstrym piaskowcu, wapieniu muszlowym oraz dolnym i środkowym kajprze. Dostępne wierceniami są na peryferiach basenu niemiecko-polskiego oraz w strukturach antyklinalnych centralnej części basenu (pomorskie, kujawsko-pomorskie, podlaskie, obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, obszar monokliny przedsudeckiej). Z tego zbiornika będzie korzystać realizowany aktualnie przez Fundację "Lux Veritatis" Zakład Geotermalny w Toruniu (woda z wapienia muszlowego lub pstrego piaskowca). Są to wody o dużej mineralizacji i temperaturach rzędu 60-100 st. C na głębokościach 2-3 tys. metrów.

Basen jurajski

Zawiera zbiorniki wód geotermalnych w piaszczystych utworach dolnej jury (liasu) i doggeru oraz w węglanowych utworach doggeru i malmu. Zbiorniki liasowe i częściowo górnotriasowe są eksploatowane przez zakłady geotermalne m.in. w Pyrzycach, Stargardzie Szczecińskim i Mszczonowie oraz przez kilka zakładów geotermalnych w rejonie Neubrandeburga (Niemcy). Z tego zbiornika może skorzystać również Geotermia Toruńska oraz projektowane zakłady geotermalne w



POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: <http://www.pga.org.pl/>

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113

Skierniewicach i Żyrardowie (utwory liasu). Koniecznym byłoby zbudowanie zakładów geotermalnych wykorzystujących wody z utworów doggeru i malmu w rejonie warszawskim. Zbiorniki węglanowe doggeru eksploatowane są przez blisko 50 zakładów geotermalnych w basenie paryskim (Francja). Bardzo dobre zbiorniki węglanowe istnieją w utworach górnourajskich, w nieckach na terenie Polski, Niemiec i Holandii.

Basen kredowy

W tym basenie wody geotermalne znajdują się w utworach węglanowo-piaszczystych dolnej kredy oraz częściowo w utworach węglanowo-piaszczystych górnej kredy na obszarze Polski, Niemiec i Holandii. Opracowanie technologii eksploatacji wód geotermalnych z różnych wymienionych wyżej basenów kredowych dawałoby szansę wykorzystania tych wód i energii w nich zawartej na obszarze 8 państw: Szwecji, Litwy, Łotwy, Estonii, Białorusi, Polski, Niemiec, Holandii. Największe perspektywy rozwoju geoenergetyki istnieją w krajach prowincji północno-zachodniej i środkowej Europy, tj. w Polsce, Niemczech, na Białorusi, Litwie, Łotwie, w Estonii i Danii (rys. 2). Następną pod względem możliwości rozwoju jest prowincja panońska obejmująca Węgry, część Rumunii, wschodnią część Chorwacji i północną część byłej Jugosławii (rys. 1). Trzecim obszarem jest prowincja przedkarpacko-ukraińska (Polska, Słowacja, Ukraina, Bułgaria, Rumunia).

Aktualnie na obszarze prowincji europejskiej północno-zachodniej (Dania, Niemcy, Holandia) i środkowej Europy (Polska, Litwa, Łotwa, Estonia, Białoruś) funkcjonują jedynie zakłady geotermalne z utworów liasowych, w przygotowaniu są projekty eksploatujące wody z basenu kambryjskiego (Litwa i północno-wschodnia Polska) oraz kredowego (centralna Polska). Należałoby podjąć projekty, aby zbudować zakłady geotermalne z zasobów basenów:

- kambryjskiego (Olsztyn, Nidzica, Iława, Ostróda, Morąg, Lidzbark Warmiński, Bartoszyce, Kętrzyn, Cieplice, Polanica, Duszniki, Łądek);
- dewońsko-karbońskiego (Kraków, województwo małopolskie, Bielsko-Biała, województwo śląskie);
- dolnopermńskiego (na obszarze monokliny przedsudeckiej, oś Poznań - Częstochowa);
- cechsztyńskiego (na obszarze monokliny przedsudeckiej, oś Jelenia Góra - Wrocław - Śląsk - Kielce);
- triasowego (na obszarze monokliny przedsudeckiej, obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, subbasenu grudziądzko-warszawskiego, subbasenu szczecińsko-łódzkiego; województwa kujawsko-pomorskiego - jednego z najbardziej korzystnych pod względem geotermalnym obszarów Polski);
- jurajskiego; zbudowano zakłady w Pyrzycach, Mszczonowie, w możliwym przygotowaniu zakłady geotermalne w Skierniewicach, Żyrardowie, Szczecinie, Łodzi, Kole, Gnieźnie, Toruniu (w budowie), Bydgoszczy, Warszawie, w Małopolsce;
- kredowego (na obszarze Mazowsza, niecki mogileńsko-łódzkiej: Mogilno, Inowrocław, Kruszwica, Strzelno, Janikowo, Janowiec; Małopolski: oś Bielsko - Kraków - Tarnów - Dębica), (rys. 3, tab. 1).



POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: <http://www.pga.org.pl/>

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113

Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce zależy od prawidłowego opracowania projektów gwarantujących konkurencyjność ekonomiczną i ekologiczną geotermii w stosunku do innych nośników energii. Projekty te powinny być ukierunkowane na kompleksowe, maksymalne wykorzystanie energii geotermalnej niskotemperaturowej (ciepło) i wysokotemperaturowej (prąd i ciepło), w restrukturyzacji polskiej gospodarki, usług i rolnictwa, szczególnie dla zabezpieczenia samowystarczalności energetycznej poszczególnych gmin, co jest koniecznością i szansą rozwoju Polski w XXI wieku. Najważniejsze zastosowania wód geotermalnych oraz możliwy obszar powstawania nowych miejsc pracy w zakresie niskich i wysokich temperatur do 200 st. C przedstawia tab. 2.

Prof. dr hab. inż. Jacek Zimny

Literatura:

J. Sokołowski, "Geologia regionalna i złożowa Polski", Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1990r.

J. Sokołowski, J. Sokołowska, S. Plewa, S. Nagy, M. Krokoszyńska, M. Krzysiek (konsultacje R. Ney), "Prowincje i baseny geotermalne Polski", Polska Akademia Nauk, Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków, 1995 r.

J. Sokołowski, "Prognozy rozwoju geoenergetyki w świecie, Europie i Polsce", Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptyka i Geotermia, Kraków, nr 1-2, 1998 r., s. 3-21.

(www.naszdziennik.pl)

Stowarzyszenie wpisane pod numerem KRS: 0000071056

Nr konta: BOŚ 46 1540 1115 2044 6070 5574 0001

NIP 677-17-11-239, REGON: 350833720



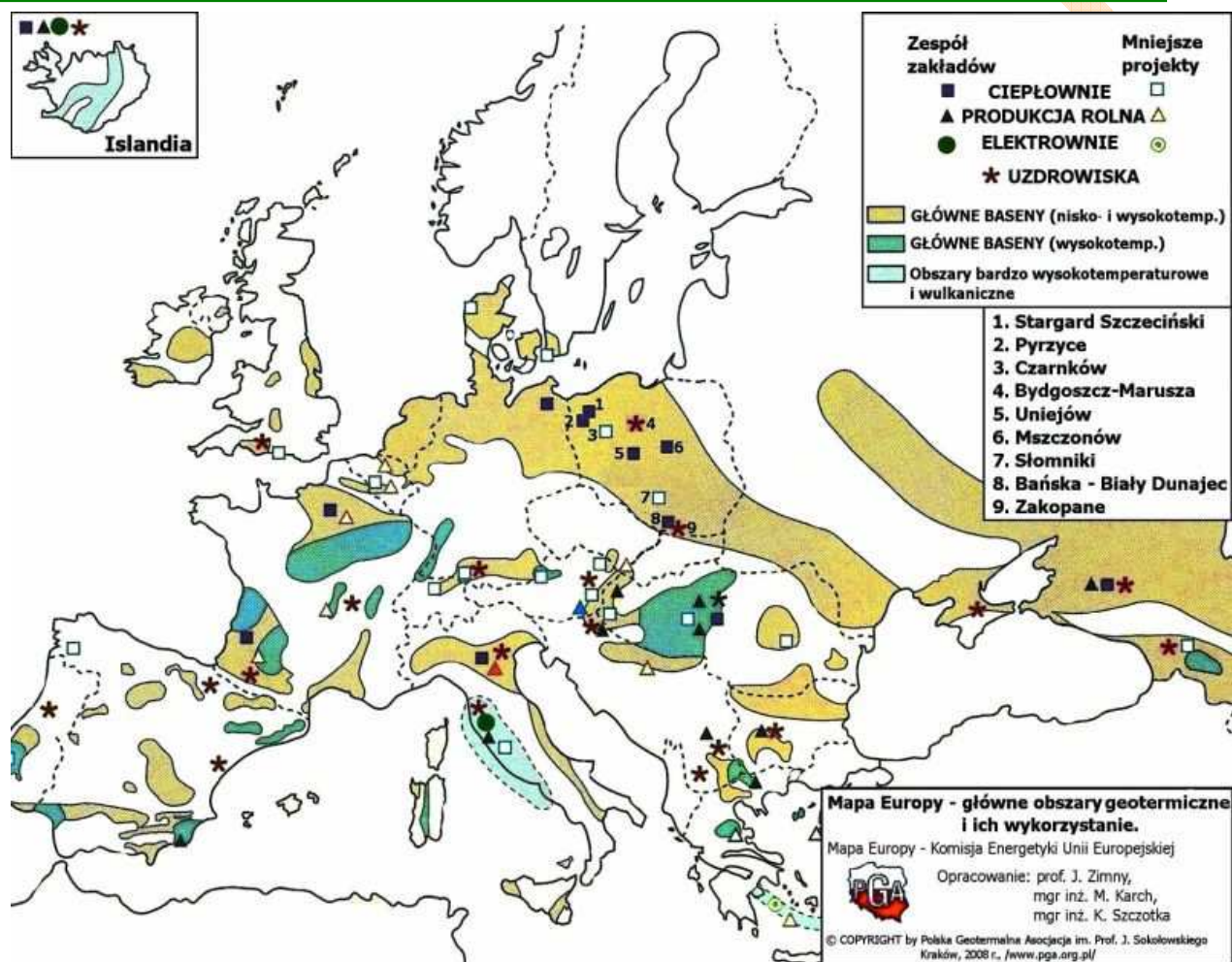
POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: <http://www.pga.org.pl/>

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113



Rys.1.

Stowarzyszenie wpisane pod numerem KRS: 0000071056

Nr konta: BOŚ 46 1540 1115 2044 6070 5574 0001

NIP 677-17-11-239, REGON: 350833720



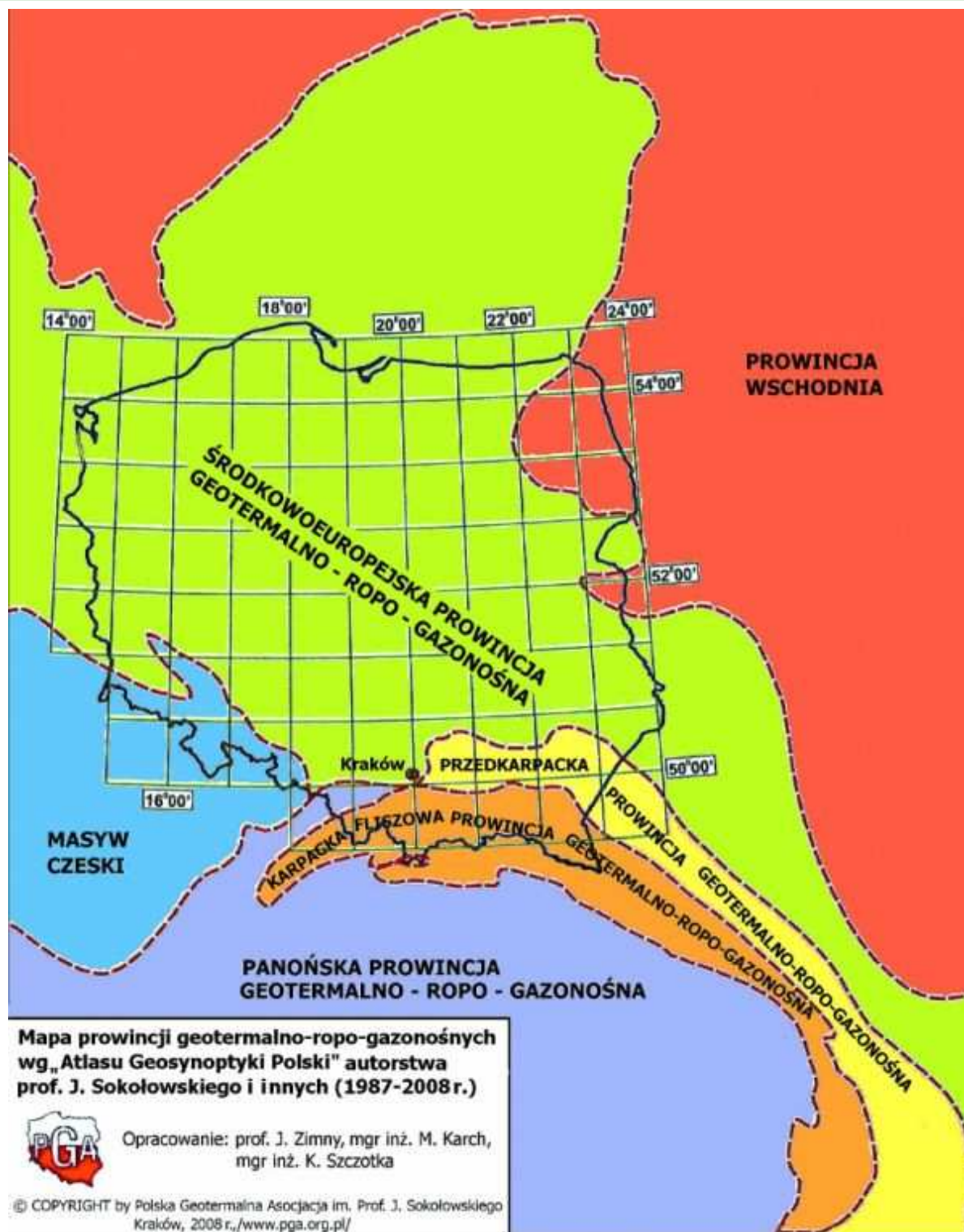
POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: <http://www.pga.org.pl/>

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113



Rys. 2.

Stowarzyszenie wpisane pod numerem KRS: 000071056

Nr konta: BOŚ 46 1540 1115 2044 6070 5574 0001

NIP 677-17-11-239, REGON: 350833720



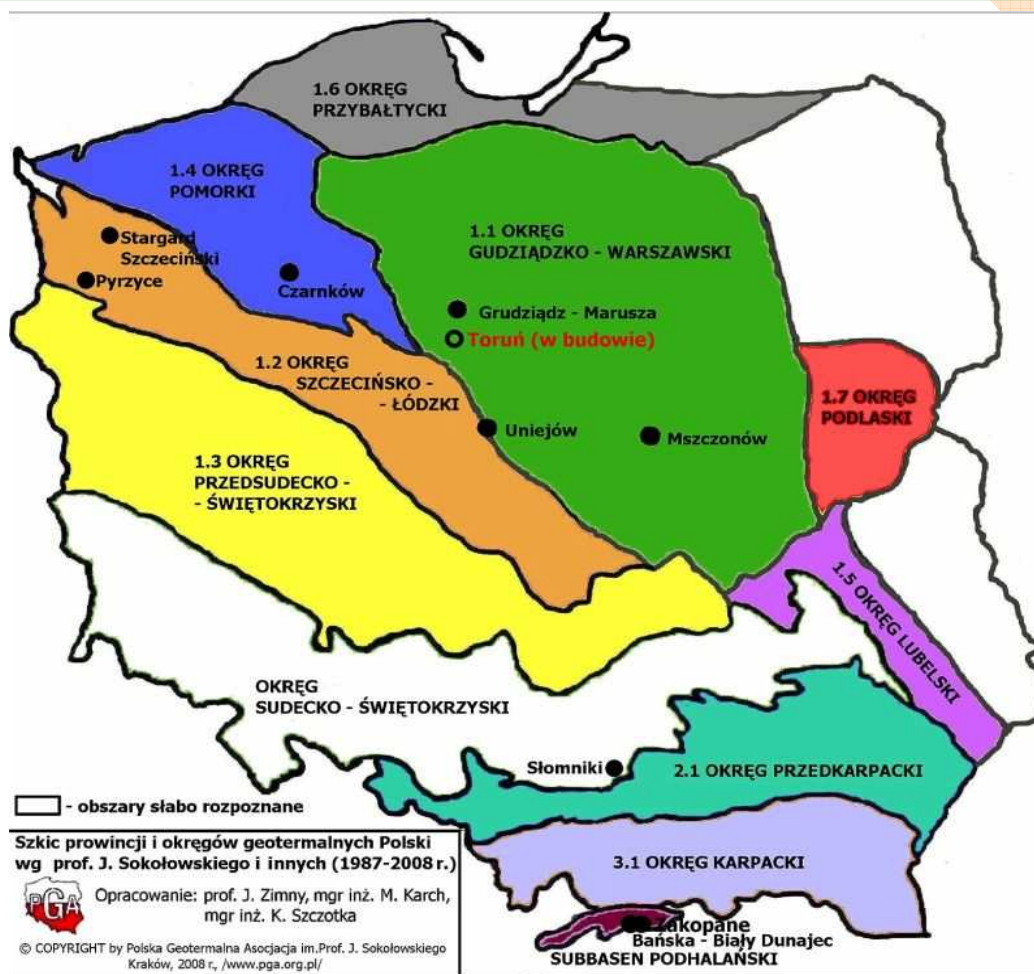
POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: <http://www.pga.org.pl/>

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113



Rys. 3.

Stowarzyszenie wpisane pod numerem KRS: 0000071056

Nr konta: BOŚ 46 1540 1115 2044 6070 5574 0001

NIP 677-17-11-239, REGON: 350833720



POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: <http://www.pga.org.pl/>

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113

Lp.		Powierzchnia złóż [km ²]	Formacja geologiczna	Zasoby wód geotermalnych [km ³]	Zasoby wód geotermalnych [mln t.p.u.]	Objętość wód geotermalnych [m ³ /km ²]	Energia cieplna [t.p.u./km ²]
1	<u>PROWINCJA ŚRODKOWOEUROPEJSKA</u>	222 000		6 215	32 436	99 401 000	501 000
1.1	Okręg grudziądzko - warszawski	70 000	Kreda/Jura Trias	2 766 334	9 853 2 107	44 134 400	168 000
1.2	Okręg szczecińsko - łódzki	67 000	Kreda/Jura Trias	2 580 274	16 627 2 185	42 266 600	246 000
1.3	Okręg sudecko - świętokrzyski	39 000	Perm/Trias	155	955	3 900 000	26 000
1.4	Okręg pomorski	12 000	Perm/Karbon Dewon/Lias/Trias	21	162	1 600 000	13 000
1.5	Okręg lubelski	12 000	Karbon/Dewon	30	193	2 500 000	16 000
1.6	Okręg przybałtycki	15 000	Kambr/Perm/Mezozoik	38	241	2 500 000	16 000
1.7	Okręg podlaski	7 000	Kambr/Perm/Mezozoik	17	113	2 500 000	16 000
2	<u>PROWINCJA PRZEDKARPACKA</u>	16 000		362	1555	22 600 000	97 000
2.1	Okręg przedkarpacki	16 000	Trias/Jura/Kreda/ Trzecieorzęd	362	1555	22 600 000	97 000
3	<u>PROWINCJA KARPACKA</u>	13 000		100	714	7 700 000	55 000
3.1	Okręg karpacki	13 000	Trias/Jura/Kreda/ Trzecieorzęd	100	714	7 700 000	55 000
		251 000		6 677	34 705	99 401 000	653 000

Prowincje i okręgi geotermalne Polski oraz potencjalne zasoby wód i energii w nich zawarte wg prof. J. Sokołowskiego i innych (1987-2008 r.)



Opracowanie: prof. J. Zimny, mgr inż. M. Karch,
mgr inż. K. Szczotka

© COPYRIGHT by Polska Geotermalna Asocjacja
im. Prof. J. Sokołowskiego, Kraków, 2008 r., www.pga.org.pl/

Tab. 1.

Stowarzyszenie wpisane pod numerem KRS: 0000071056

Nr konta: BOŚ 46 1540 1115 2044 6070 5574 0001

NIP 677-17-11-239, REGON: 350833720



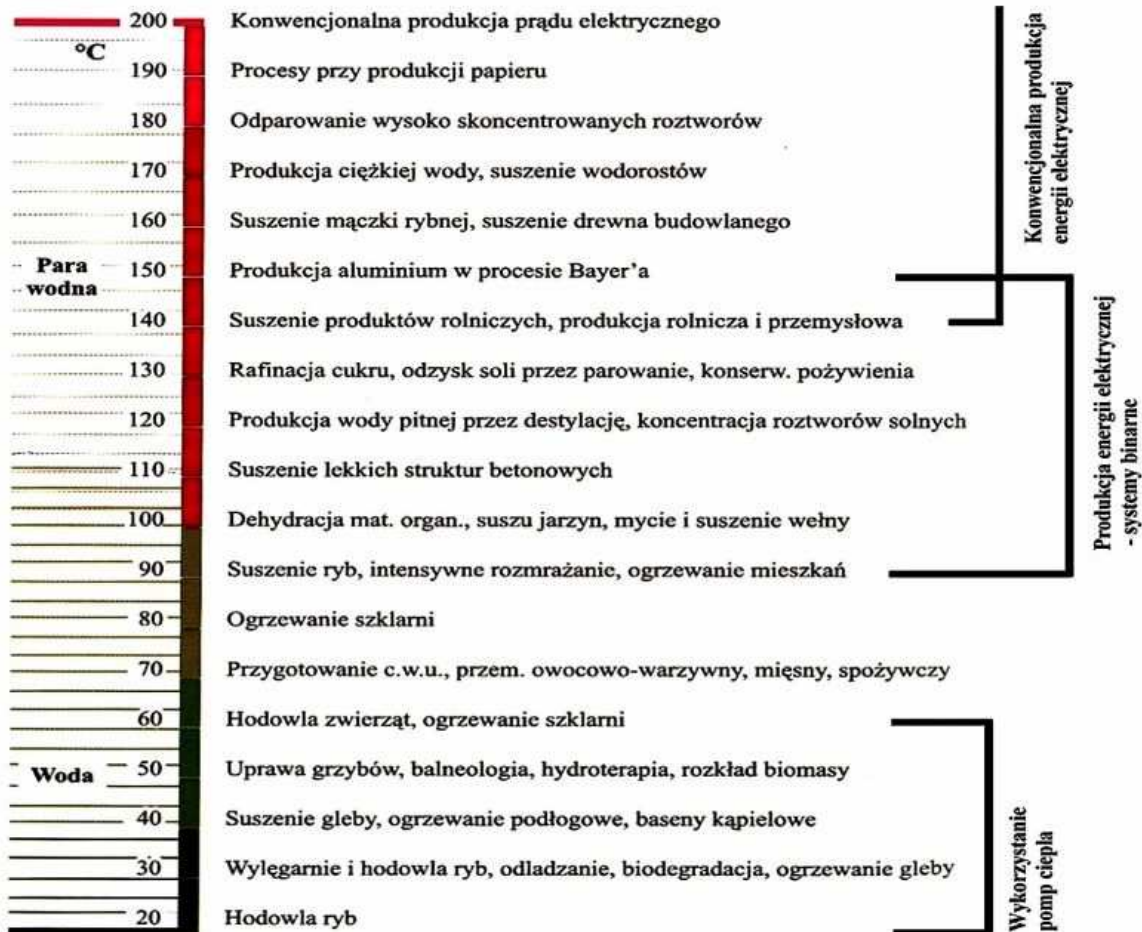
POLSKA GEOTERMALNA ASOCJACJA

POLISH GEOTHERMAL ASSOCIATION

30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30 paw. B3, pok. 206, POLAND

e-mail: zimny@imir.agh.edu.pl, www: <http://www.pga.org.pl/>

Tel. +48 12 6173413, Fax. +48 12 6173113



Najważniejsze zastosowania wód geotermalnych w zakresie niskich i wysokich temperatur wg prof. J. Sokołowskiego i innych (1987-2008 r.)



Opracowanie: prof. J. Zimny, mgr inż. M. Karch,
mgr inż. K. Szczotka

© COPYRIGHT by Polska Geotermalna Asocjacja im. Prof. J. Sokołowskiego, Kraków, 2008 r.,
[/www.pga.org.pl/](http://www.pga.org.pl/)

Tab. 2.