

Prace Państwowego Instytutu Geologicznego - Państwowego Instytutu Badawczego w zakresie rozpoznawania i dokumentowania wód termalnych (geotermalnych) w Polsce

Józef Chowaniec

Mszczonów, 12.10.2016



V OKG

Mszczonów, 11-13.10.2016



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Wstęp

Wody podziemne, przebywając w środowisku skalnym, mają temperatury i mineralizacje zależne głównie od:

- głębokości występowania
- czasu wymiany
- litologii skał macierzystych.

Wody głębokich poziomów wodonośnych są zawsze wodami termalnymi (geotermalnymi). **Wody termalne oraz lecznicze i solanki** zaliczane są do kopalin i podlegają przepisom zawartym w ustawie **Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2015, poz. 196 – tekst jednolity)**.



Czy wody termalne wszędzie warto eksploatować?

Z dotychczasowych badań wynika, że wody termalne nie wszędzie warto eksploatować. Aby ich wydobywanie było opłacalne musi być spełnionych kilka warunków:

- powinny one mieć możliwie niską mineralizację,
- możliwie wysoką temperaturę
- zalegać na niewielkiej głębokości.

Istotnym czynnikiem jest **odnawialność zasobów**, ponieważ zbiorniki wód termalnych nie są niewyczerpalnym skarbcem ciepła, z którego można czerpać bez ograniczeń.

Czasy prehistoryczne

Naturalne źródła z ciepłą wodą ludzie wykorzystywali już w czasach prehistorycznych:

- do kąpieli i ogrzewania ciała,
- podgrzewania i gotowania pożywienia,
- leczenia ran i odpoczynku.

Na dużą skalę z takich źródeł korzystali **Etruskowie**, którzy ujmowali źródła, budowali baseny wraz z urządzeniami służącymi do rekreacji i wypoczynku, będące swego rodzaju **pierwszymi „termami”**. Podobnie, m.in. w **Indiach, Chinach, czy Japonii** od ponad dwudziestu wieków ludzie czcili ciepłe źródła, będąc jednocześnie świadomymi ich terapeutycznej wartości. Wiele wieków temu wody termalne znane były także **Maorysom**, rdzennym mieszkańcom **Nowej Zelandii**, a także ludom **Ameryki Północnej, Środkowej i Południowej**. W starożytnym **Rzymie** wody termalne wykorzystywano na dużą skalę, o czym świadczą do dzisiaj pozostałości budowli **hydrogeotermalnych** (Kępińska, Łowczowska, 2002).

Źródło Kleopatry

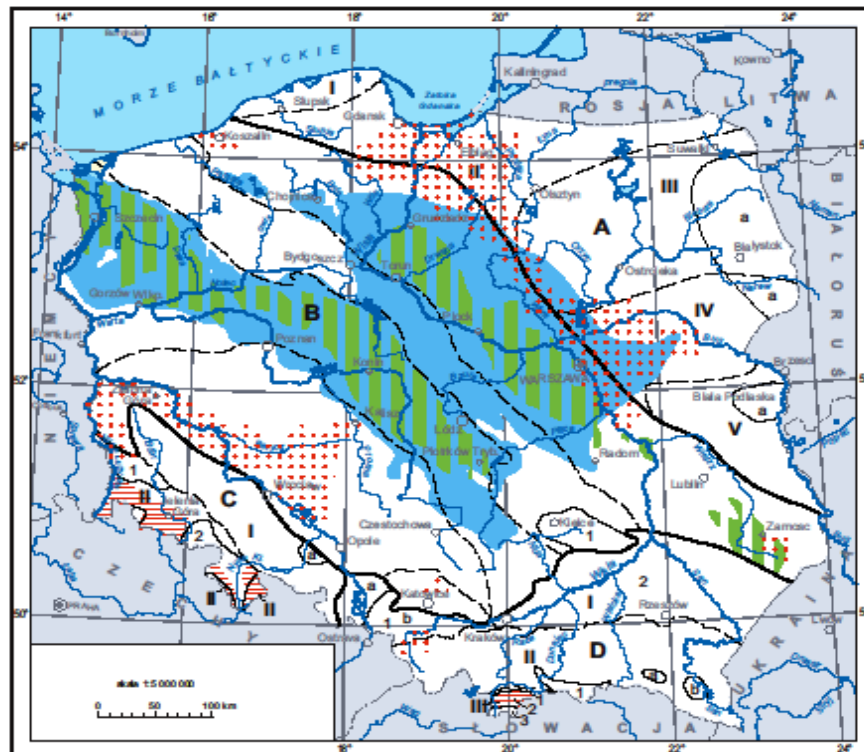


Na dnie kąpieliska widoczne są fragmenty
starożytnych budowli

Polska – czasy współczesne

W Polsce, Państwowy Instytut **Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB)** należy do prekursorów w zakresie rozpoznawania i dokumentowania wód termalnych (geotermalnych), przyczyniając się w znacznym stopniu do powstania i rozwoju geotermii. Liczne prace badawcze i dokumentacyjne PIG-PIB wykonywał i wykonuje samodzielnie, bądź współpracując m.in. z Instytutem Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk (IGSMiE PAN) oraz Akademią Górniczo-Hutniczą (AGH), przede wszystkim Wydziałem Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska (wcześniej Wydziałem Geologiczno-Poszukiwawczym). Efektem tej współpracy są m.in. dokumentacje ustalające zasoby eksploatacyjne wód termalnych oraz atlasy zasobów wód i energii geotermalnej.

Występowanie wód termalnych w Polsce



Regionalizacja wg Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996 r.)

- A** ———— prowincja
- B** ———— region
- I** ———— subregion
- 1** ———— rejon
- a** ————
- b** ————

Opis jednostek hydrogeologicznych zamieszczono na mapie wód mineralnych

Występowanie wód termalnych

- > 35 °C w utworach kredy dolnej
- > 35 °C w utworach jury dolnej
- 20 - 90 °C w Sudetach i niecce podhalańskiej
- stwierdzone występowanie wód termalnych na głębokości do około 2500 m, głównie w słabo rozpoznanych utworach triasu, permu i dewonu
- wody termalne nie występują lub brak danych o ich istnieniu



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Po raz pierwszy....

Po raz pierwszy po II wojnie światowej pogląd odnośnie możliwości uzyskania wód termalnych pod fliszem podhalańskim (Karpaty wewnętrzne) reprezentował między innymi **prof. Stanisław Sokołowski – Zakopiańczyk, pracownik Instytutu Geologicznego (IG) (obecnie PIG–PIB) w Warszawie**. Profesor S. Sokołowski pod koniec lat 50. XX w. opracował wraz z zespołem projekt głębokiego otworu badawczego na Antałówce w Zakopanem. Na początku lat 60. ubiegłego wieku uzyskano z niego po raz pierwszy wody termalne o temperaturze na wypływie **37°C**. Profesor Stanisław Sokołowski jest zatem odkrywcą wód termalnych na Podhalu, które zostały stwierdzone w otworze Zakopane IG-1 o głębokości **3072,2 m** (Sokołowski S., 1973). Wody termalne z tego historycznego otworu są wykorzystywane w basenach kąpielowych **Aquaparku na Antałówce w Zakopanem**.

Otwór Zakopane IG-1 o głębokości 3072,2 m

Głowica otworu Zakopane IG-1



www.pgi.gov.pl

Pierwszy basen kąpielowy na
Antałówce, w tle Aquapark w
Zakopanem

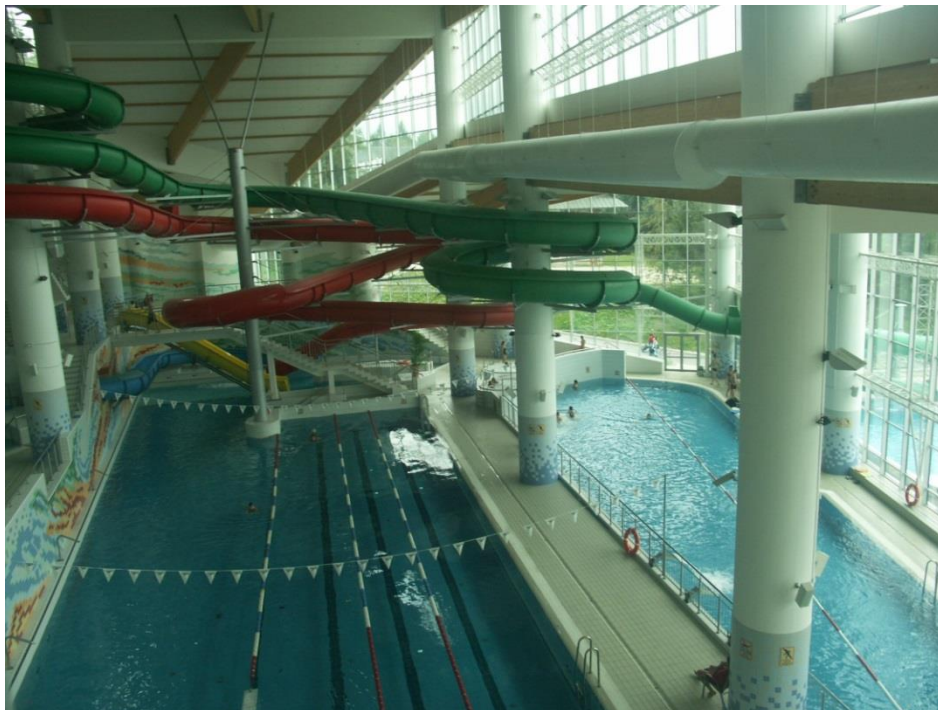


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Aquapark Zakopane

Basen zewnętrzny
– widok na Tatry

Aquapark Zakopane –
widok z lotu ptaka

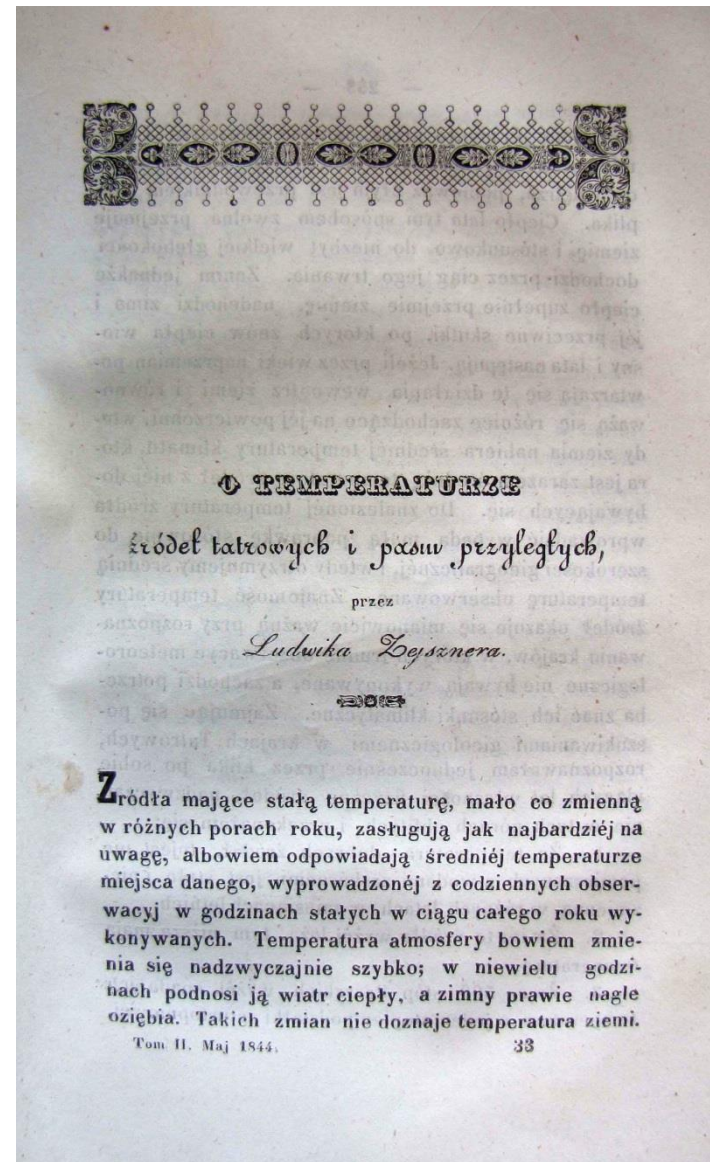
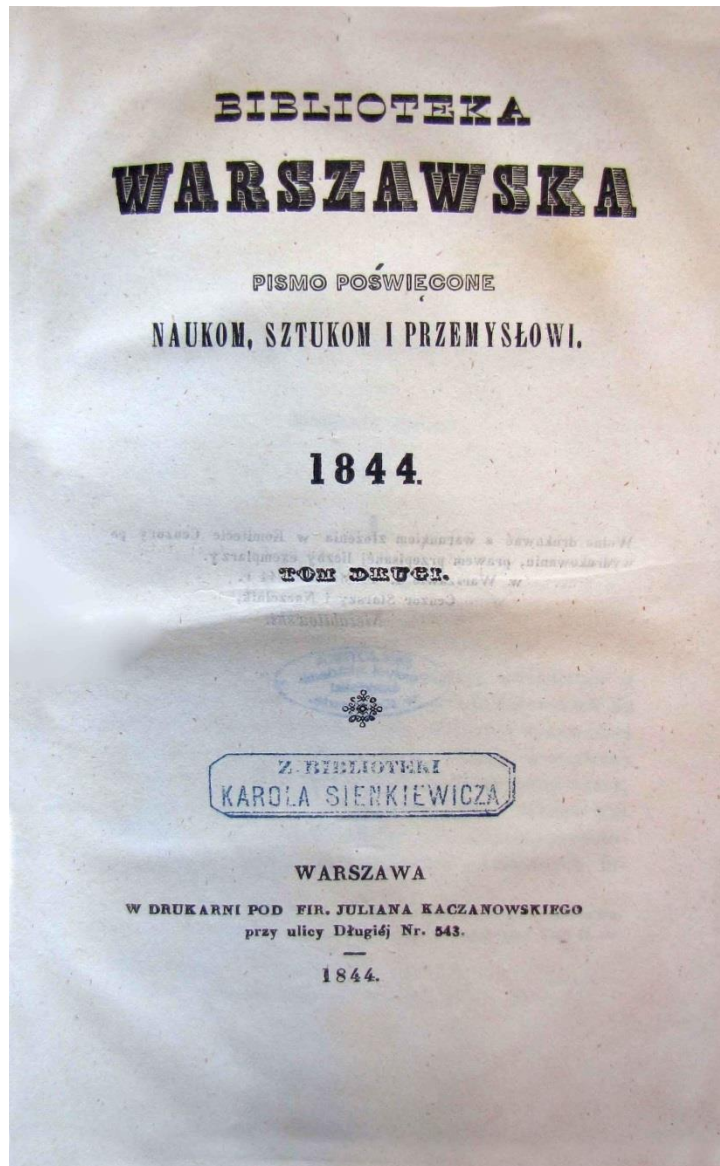


Baseny wewnętrzne



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Co było wcześniej?



Badania Ludwika Zejsznera w Tatrach w latach 1839-1840, i opublikowane wyniki w 1844 dały początek geotermii na Podhalu 172 lata temu

— 275 —

ne to potwierdzają. W dolinie Raczkowej źródło zwane Doszyha, na wysokości 3660 stóp, miało:
3 sierpnia 1813 $+4,6^{\circ}\text{C}$.

Dwa źródła pod górą Diumbier, pierwsze na wysokości 4897 stóp, w końcu doliny Stawnica:

21 czerwca 1813 $+3,7^{\circ}\text{C}$.

1 sierpień — $3,9$.

Źródło zbójcekie (Räuberbrunnen) na wyższym boku Diumbiera, na wysokości 5795 stóp, miało:

21 czerwca 1813 $+3,3^{\circ}\text{C}$.

1 sierpnia — $3,5$.

C Z Ę Ś Ć II.

Źródła mineralne i cieplice.

Źródła mineralne i cieplice mają pospolicie wyższą temperaturę od źródeł słodkiej wody, albowiem ich stopień ciepła, stoi w związku z działaniami wulkanicznymi w głębi ziemi ukrytymi i niezawisłymi bynajmniej od zmian atmosferycznych zachodzących na powierzchni. Wymieniając one, zachowamy porządek geograficzny, rozpoczynając Tatrami.

I. Źródła mineralne i cieplice Tatrowe.

a. Pochyłość północna.

Jaszczurówka w dolinie Olczyńskiej, u wschodnich stóp góry Nosał, przy Zakopanem, tak nazwane od chowających się w niem lub pod bliskimi kamieniami salamander zwyczajnych (*Salamandra maculosa*) jaszczurami od górali zwanych, leży na wysokości 2800 stóp nad poziomem morza, dobywa się z dolomitu nummulitowego: w pobliżu nie masz i śladu skały ogniowego początku; ze wszech stron otaczają skały tę cieplicę z wód osadzone. Woda jej jest zupełnie

— 276 —

czystą, nie ma żadnej chemicznej domieszczyny, bez smaku, jak tła przezroczystą, odpływa znacznie; wokoło znajduje się w grubiej warstwie glon (*Confer. ra fluviatilis*), zielona nitkowata wodna roślina, bardzo pospolita w naszych małych strumykach. Ta jedyna w krajach Polskich cieplica, pokazywała następującą temperaturę:

27-lipiec 1839 $+20,60^{\circ}\text{C}$

1 sierpień 1840 $19,95$

2 — — $20,40$

20 — — $20,00$

a zatem średnia $+20,27^{\circ}\text{C}$.

b. Pochyłość południowa.

1. Schmek, także Schlagendorfer Sauerbrunnen nazywane, po słowacku Stawków na Špiżu, składa się z kilku w pobliżu leżących szczaw, mających między sobą nieco odmienny stopień ciepła; gdy jednakże wyjąwszy główny, innych woda z wolna odpływa, nie zasługują dlatego na uwagę. Wszystkie dobywają się z gruzu granitowego, spoczywającego na granicie. Temperatura głównej szczawy:

6 wrzesień 1840 $+7,43^{\circ}\text{C}$

19 sierpień 1843 $7,45$

20 — — $7,80$

21 — — $7,45$

a zatem średnia $+7,53^{\circ}\text{C}$.

2. Szczawy w Bessieniowej w Liptowie. Na piaszczawcu Karpatowym leży potężny pokład białawego trawertynu (Kalktuff), z którego dwie szczawy obok siebie tryszczą; osadził się z nich znakomity pagórek trawertynowy. Bessieniowa leży prawie na tej wysokości co Łuczki, a zatem 1800 stóp. Źródła teraz nie



Co wydarzyło się w okresie późniejszym?

Pierwszy basen w Jaszczurówce wybudował w latach 1861–62 Adam Uznański, kolejne dwa powstały do 1891 r. W 1883 r. korzystał z nich Henryk Sienkiewicz. Temperatura wody spadła do ok. 12,8°C w 1958 r. po działaniach wiertniczych, które doprowadziły do połączenia źródła termalnego z wodami Olczyskiego Potoku.

Pierwszą analizę chemiczną wód termalnych Jaszczurówki wykonał w 1861 r. krakowski chemik Adolf Aleksandrowicz. Basen w Jaszczurówce istniał jeszcze w latach 50. XX w.

Zatem, działania te doprowadziły do powstania kompleksów geotermalnych na Podhalu na początku XXI w.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Jaszczurówka – czasy współczesne

www.pgi.gov.pl



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Projekt otworu Bańska IG-1

W drugiej połowie lat 70. XX w. doc. Wacław Sikora wraz z zespołem opracował projekt głębokiego otworu badawczego w Bańskiej Niznej. Otwór Bańska IG-1 wykonano do głębokości **5261** m. Początkowo z otworu uzyskano wodę o temperaturze na wypływie 60°C, a po zabiegu intensyfikacji – 82°C. Dokumentację geologiczną tego otworu opracowali prof. Julian Sokołowski i doc. Danuta Poprawa wraz z zespołem (Sokołowski J., Poprawa, 1981), natomiast dokumentację geosynoptyczną wykonał prof. J. Sokołowski (1992).

Głowica otworu Bańska IG-1



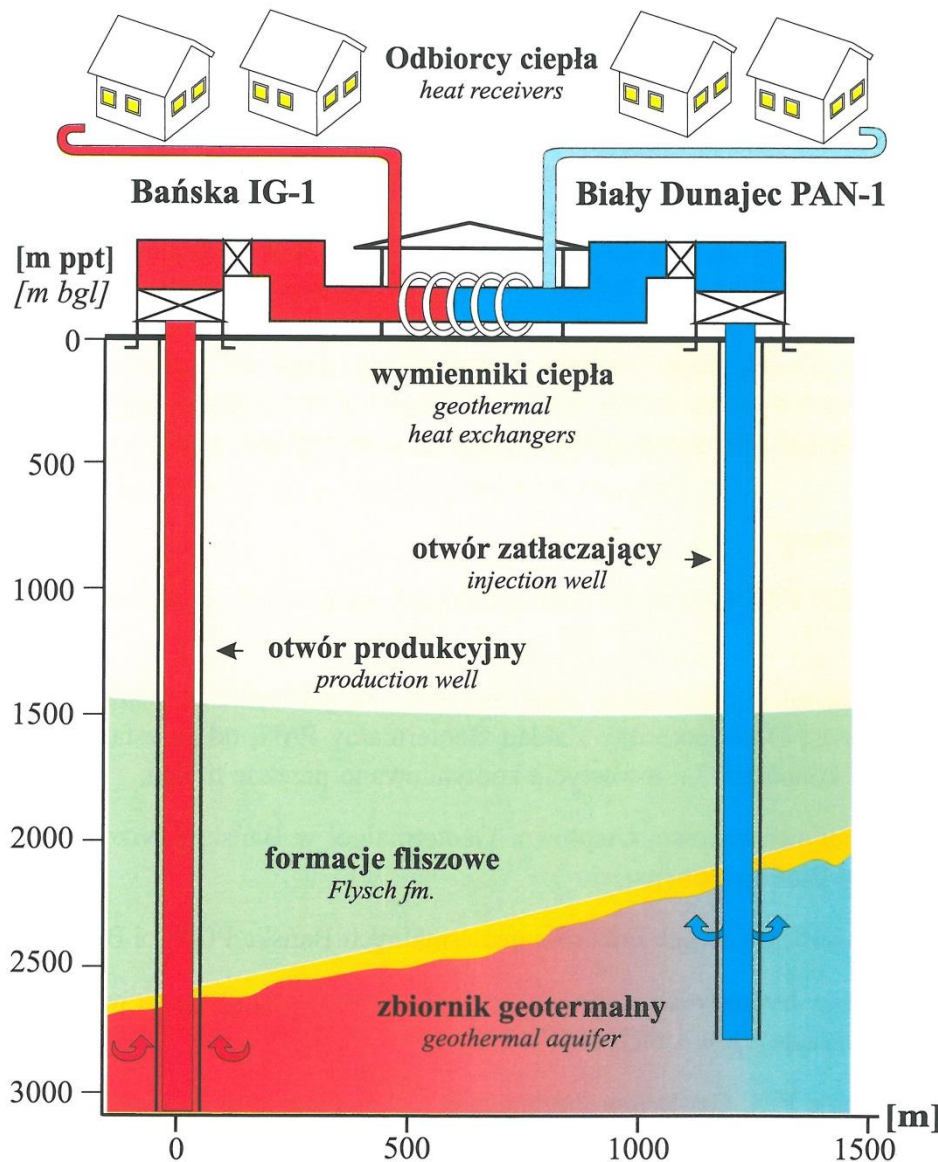
Otwór Bańska IG-1 stanowił podstawę budowy pierwszego w Polsce Doświadczalnego Zakładu Geotermalnego PAN Bańska – Biały Dunajec

Wyniki tego otworu stanowiły podstawę badań w kierunku wykorzystania ciepła wód termalnych dla celów grzewczych na Podhalu. Otwór Bańska IG-1, wykonany przez Oddział Karpacki PIG-PIB, wraz z otworem Biały Dunajec PAN-1, wykonanym przez IGSMiE PAN, stanowił podstawę budowy pierwszego w Polsce Doświadczalnego Zakładu Geotermalnego PAN Bańska – Biały Dunajec (Sokołowski J., Długosz, Bujakowski, 1993), a następnie założenia PEC Geotermia Podhalańska S. A. W ten sposób Podhale stało się kolebką wykorzystywania wód geotermalnych w Polsce do celów grzewczych.



Dublet geotermalny Bańska IG-1 – Biały Dunajec PAN-1

*Schemat dubletu geotermalnego Bańska IG-1 – Biały Dunajec PAN-1
(wg Sokołowski J. i.in., 1993).*



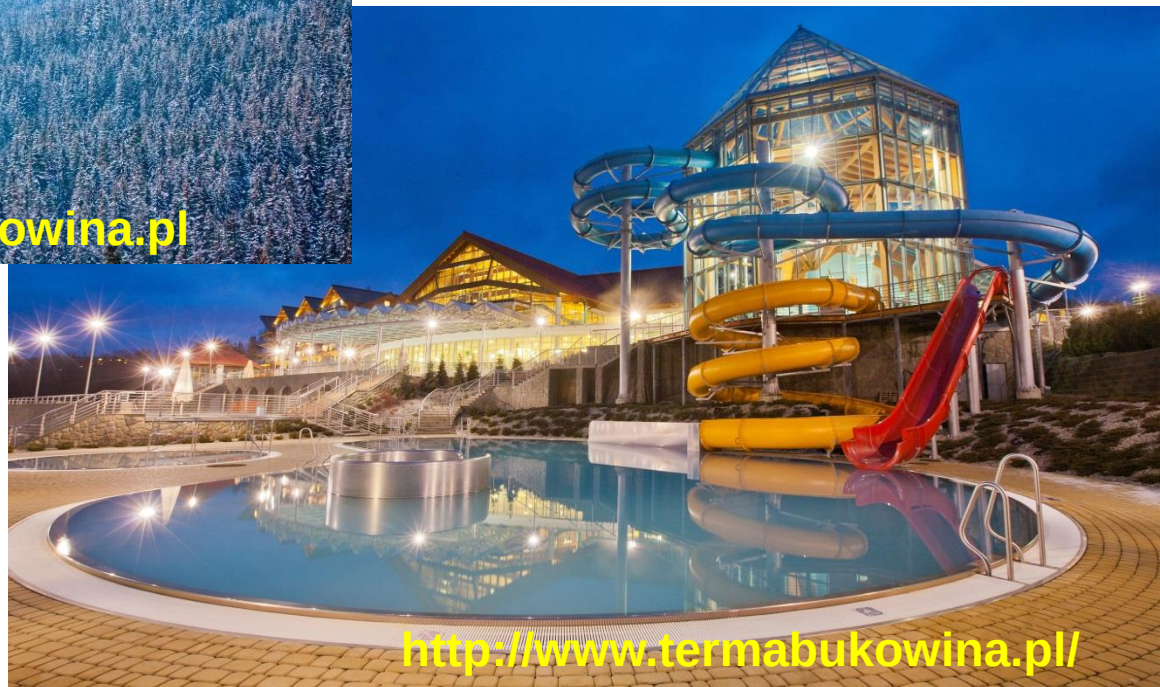
Kolejne otwory z wodami termalnymi realizowane przez PIG-PIB

PIG–PIB wykonał ponadto na Podhalu 5 otworów, w których stwierdzono wody termalne oraz udokumentował ich zasoby eksploatacyjne. Są to następujące otwory:

- Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1 (głęb. 3780,0 m),
- Zazadnia IG-1 (głęb. 680,0 m),
- Chochołów IG-1 (głęb. 3572,0 m),
- Furmanowa IG-1 (głęb. 2324,0 m),
- Siwa Woda-IG-1 (głęb. 856,0 m).

Na bazie wód termalnych jednego z tych otworów (**Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1**) w **2008 r.** otwarto w Bukowinie Tatrzańskiej największy w Polsce kompleks rehabilitacyjno-rekreacyjny. Wody termalne z drugiego otworu – **Chochołów PIG-1** od **czerwca 2016 r.** są wykorzystywane w nowym kompleksie rekreacyjnym wybudowanym w zachodniej części Podhala.

Kompleks Geotermalny na bazie otworu Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Kompleks Geotermalny w Bukowinie Tatrzańskiej w okresie zimowym

www.pgi.gov.pl



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Kompleks geotermalny Chochółowskie Termy

Wizualizacja Kompleksu Geotermalnego

Głowica otworu Chochółów PIG-1



Kompleks Geotermalny w budowie

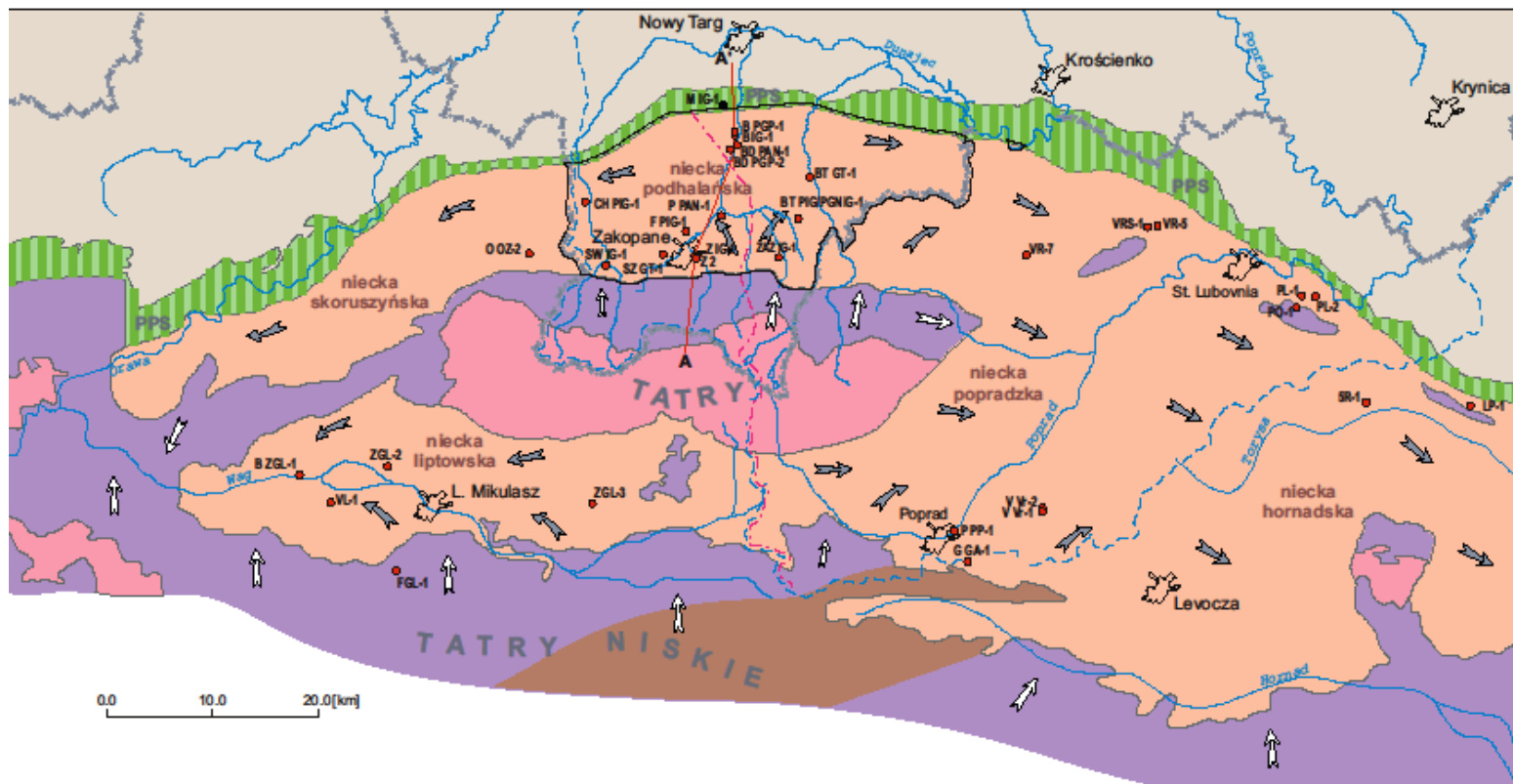


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Zasoby dyspozycyjne

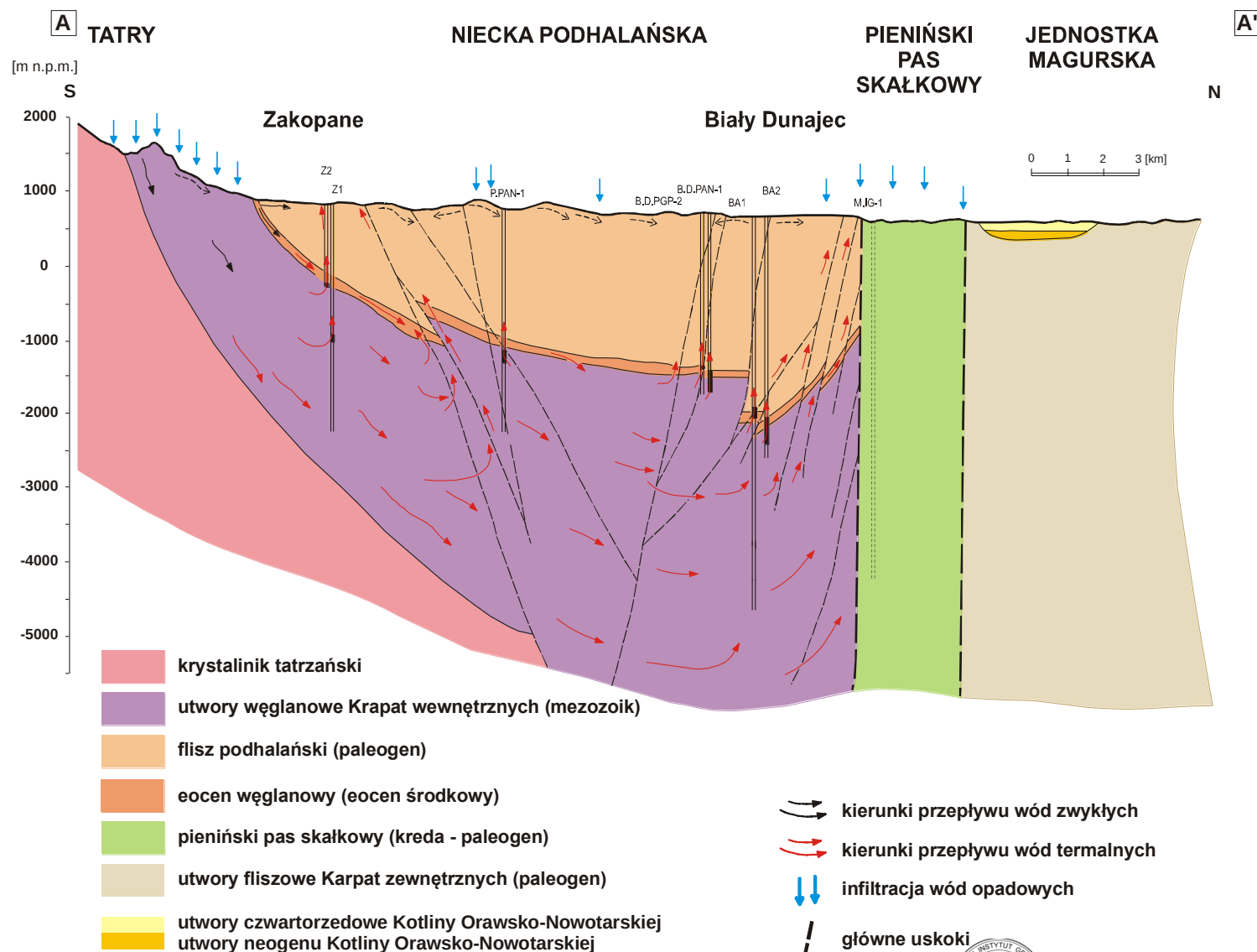
W 1997 r. PIG–PIB we współpracy z PEC Geotermia Podhalańska S.A. udokumentował zasoby dyspozycyjne wód termalnych niecki podhalańskiej (dla obszaru **350 km²**) w ilości **23 600 m³/24 h** (983 m³/h) (Chowaniec i in., 1997). Ze względu na wzrost zainteresowania wodami termalnymi na Podhalu ponownie w 2011 r. PIG-PIB udokumentował zasoby tych wód dla całej niecki w granicach Polski (dla obszaru **445 km²**) w ilości **23 522 m³/24 h** (980 m³/h) (Chowaniec i in., 2011).

Uproszczona mapa geologiczna nieek przytatrzańskich z zaznaczonymi kierunkami przepływów



Schemat zasilania i przepływu wód termalnych w niecce podhalańskiej

(wg J. Chowańca, 1990, 2009)

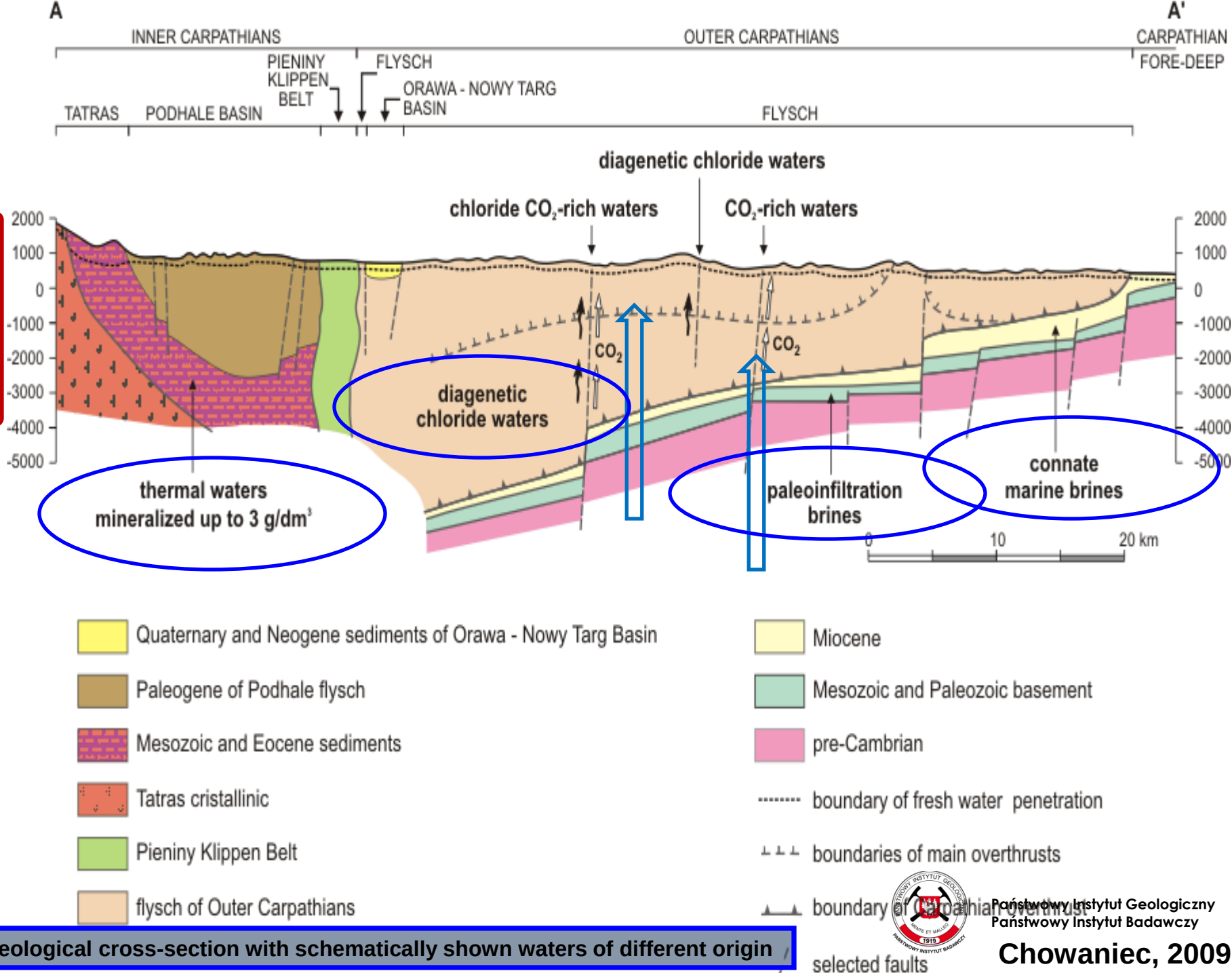


Tatry – obszar zasilania wód termalnych niecki podhalańskiej



Karpaty zewnętrzne – Poręba Wielka IG-1, Rabka IG-2

PIG–PIB zaangażowany był również w rozpoznanie i udokumentowanie wód termalnych we fliszu Karpat zewnętrznych (którego parametry hydrogeologiczne są zdecydowanie niższe od parametrów utworów budujących podłoże niecki podhalańskiej), a także w rozpoznanie hydrogeologiczne podłoża Karpat. Wody termalne na tym obszarze są rozpoznane punktowo, a skomplikowana budowa geologiczna ogranicza uzyskanie większej ich ilości. Występują one w zbiornikach zamkniętych i dlatego ich zasoby są ograniczone. Z dotychczasowych badań wynika, że flisz zewnętrznokarpacki jest mało perspektywicznym kolektorem dla uzyskania wód termalnych w znaczących ilościach. Najkorzystniej wypada rejon Poręby Wielkiej, gdzie uzyskano i początkowo udokumentowano z otworu Poręba Wielka IG-1 wody w ilości 12,1 m³/h, mineralizacji 21,8 g/dm³ i temperaturze 42°C na wypływie. W ostatnich kilku latach wymieniony otwór jest przedmiotem zainteresowania pod kątem praktycznego zagospodarowania stwierdzonej nim wody termalnej, co wiązało się m.in. z wykonaniem przez zespół IGSMiE PAN prac geologicznych w celu aktualizacji zasobów wód termalnych (Bujakowski i in., 201?).



Otwór Rabka IG-2

Głowica otworu Rabka IG-2



Podłoże Karpat zewnętrznych

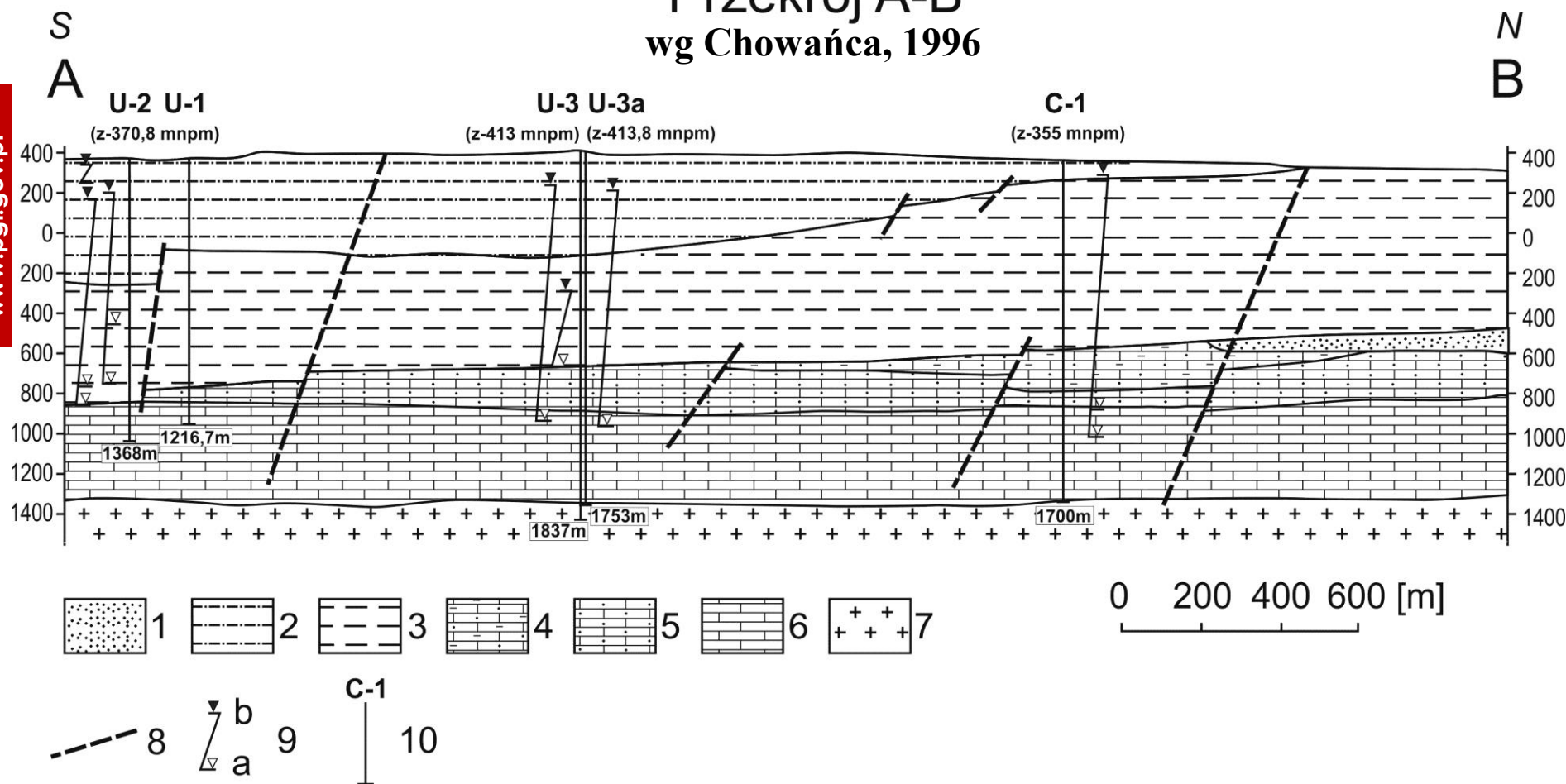
Nieco lepsze warunki występowania wód termalnych istnieją w podłożu zachodniej części Karpat zewnętrznych, gdzie wody te związane są ze spękanymi i skrasowiałymi dolomitami i wapieniami dewońskimi oraz zlepieńcami mioceńskimi. W Jaworzu stwierdzono wody o temperaturze 23°C (Jaworze IG-1) i 32°C (Jaworze IG-2). Projekty wymienionych powyżej otworów oraz otworu Poręba IG-1, jak również dokumentacje hydrogeologiczne opracowała doc. D. Poprawa wraz z zespołami (Chowaniec, 2009; Chowaniec i in., 2001).

Podłoże Karpat zewnętrznych c.d.

Dla udokumentowania zasobów wód leczniczych dla budującego się uzdrowiska w Ustroniu Zawodziu wykonano dwa otwory – Ustroń IG-2 i Ustroń IG-3. Profesor Andrzej Michalik opracował projekty tych otworów i sporządził dokumentację hydrogeologiczne solanek nawierconych w skałach węglanowych dewonu. Ponieważ prace poszukiwawcze uwieńczone zostały sukcesem, prof. A. Michalik stał się faktycznym odkrywcą solanek wykorzystywanych w Ustroniu do celów leczniczych (Michalik 1973). W przypadku otworu Ustroń-IG-3, temperatura ujętej nim solanki wynosiła 32°C na wypływie.

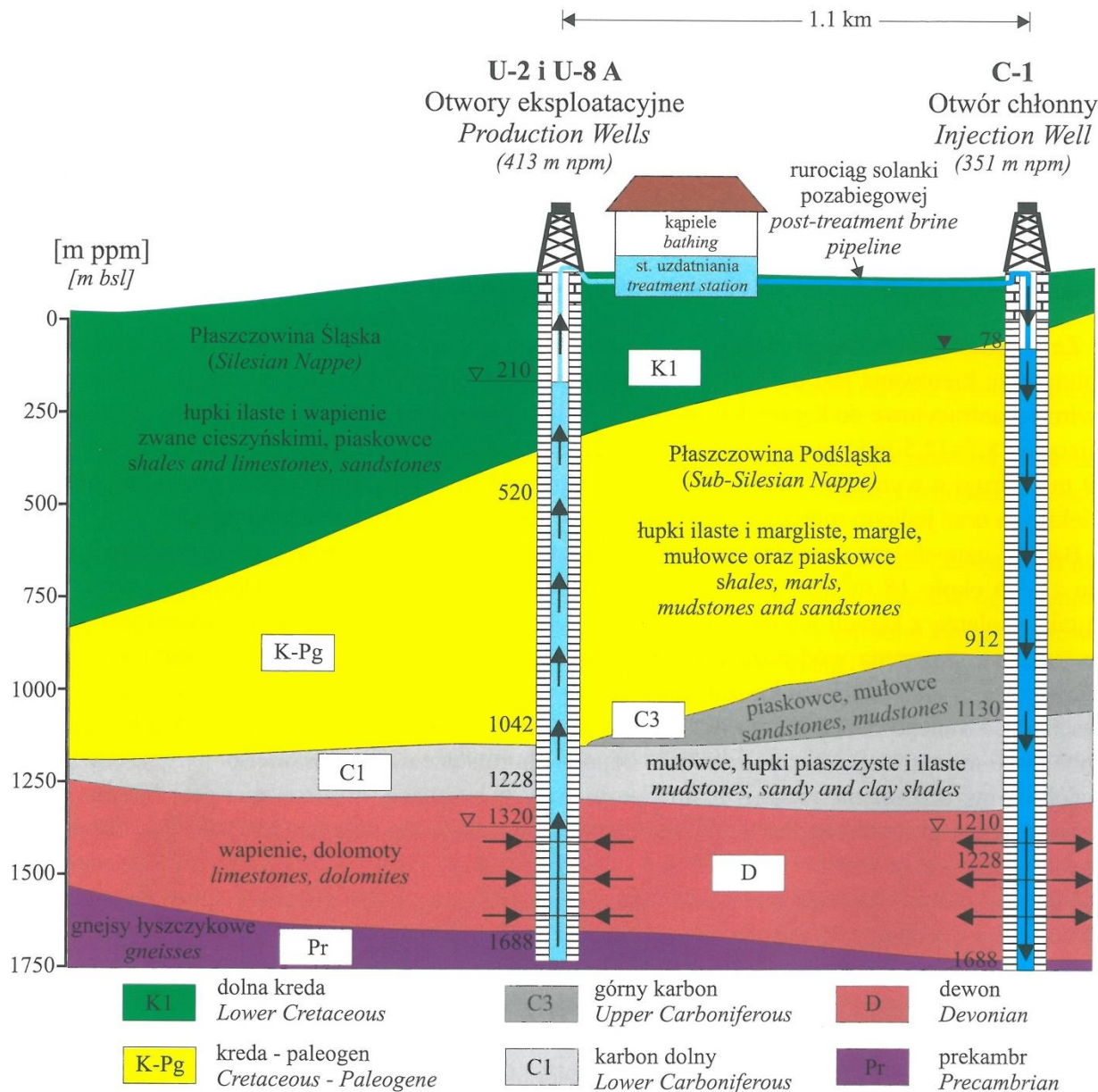
Ustroń

Przekrój A-B wg Chowańca, 1996



Otwór eksploatacyjny Ustroń IG-3 i chłonny C-1

Ustroń: przekrój geologiczny przez rejon otworów eksploatujących solankę geotermalną.



Wg. W. Górecki (red.) (2011) Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Niż Polski

Na dużą skalę PIG–PIB uczestniczył w badaniach wód termalnych na Nizu Polskim, gdzie wody te występują w obrębie rozległych struktur synklinalnych. W ich profilu wykształcone są dwa główne zbiorniki o największym znaczeniu użytkowym: zbiornik dolnojurański i zbiornik dolnokredowy. Ich zasilanie odbywa się głównie na podkenozoicznych wychodniach w brzeżnych strefach struktur synklinalnych, zaś w mniejszym stopniu poprzez półprzepuszczalne utwory czwartorzędowe lub paleogeńsko-neogeńskie, a także przez okna hydrogeologiczne. Wody termalne są na ogół typu chlorkowo-sodowego, o mineralizacji od poniżej 1 do ponad 100 g/dm³, z zawartością jodu i kwasu metaborowego. Na ogół wydajność ujęć dochodzi do 120 m³/h, osiągając niekiedy powyżej 300 m³/h, a maksymalna temperatura wody na wypływie osiąga 87°C.

Mszczonów i Uniejów

Dużym sukcesem PIG–PIB było odkrycie podczas wiercenia otworów wód termalnych w Mszczonowie i Uniejowie. Na bazie tych otworów w późniejszych latach powstały ciepłownie oraz kompleksy balneoterapeutyczne i rekreacyjne.



Uniejów

W Uniejowie złożę wód termalnych o mineralizacji 8 g/dm^3 i temperaturze na wypływie 68°C , odkryto w 1978 r. otworem Uniejów IGH-1. W latach 1990-1991, PIG-PIB wykonał 2 kolejne otwory – PIG/AGH-1 i PIG/AGH-2 pełniące rolę dubletu geotermalnego. Otwory te wykonano na podstawie projektu prof. Wojciecha Góreckiego z zespołem z Katedry Surowców Energetycznych WGGiOŚ AGH. W obu otworach nawiercono wodę o mineralizacji $6,8 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na powierzchni 67°C . Wody termalne w Uniejowie wykorzystywane są do celów ciepłowniczych (od 2006 r.) oraz balneoterapeutycznych w kompleksie geotermalnym (od 2012 r.).



Uniejów



Otwór wydobywczy PIG/AGH-2



Uniejów

www.pgi.gov.pl



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Uniejów

www.pgi.gov.pl



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Mszczonów

W Mszczonowie w 1977 r. PIG–PIB wykonał otwór badawczy Mszczonów IG-1 o głębokości 4119 m, w którym w utworach kredy dolnej w przedziale 1602–1790 m stwierdzono wody termalne. Mają one mineralizację 0,5 g/dm³ i temperaturę na wypływie 40°C. Po wykonaniu rekonstrukcji tego otworu i przystosowaniu go do wydobywania wody termalnej dzięki pracom IGSMiE PAN, Geotermii Mazowieckiej (Barbacki i in. 2000) stał się on podstawą budowy ciepłowni geotermalnej, która działa od 2000 r. Po odebraniu ciepła do celów grzewczych, ze względu na niską mineralizację, wody termalne z otworu Mszczonów IG-1 są wykorzystywane również do celów komunalnych, a część z nich jest dostarczana do napełniania basenów kąpielowych ośrodka rekreacyjnego.

Otwory z niewykorzystanymi wodami termalnymi

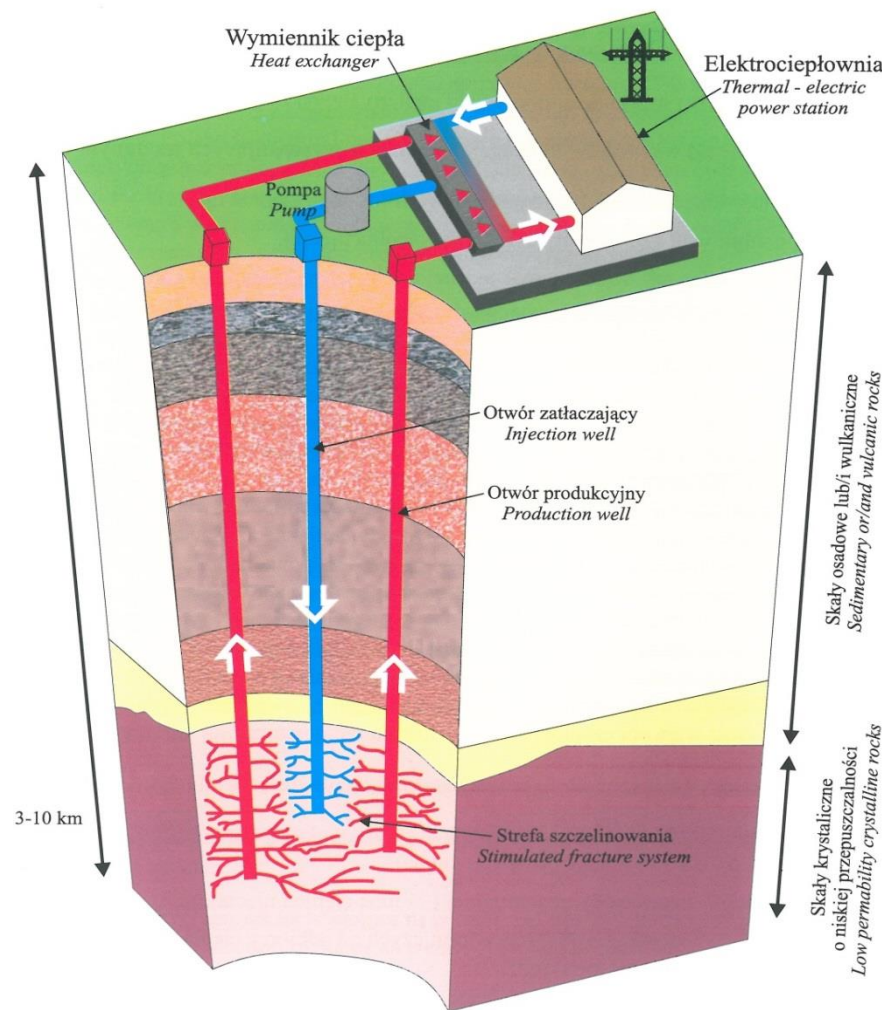
Oprócz wymienionych powyżej otworów PIG–PIB wykonał w całym kraju, a zwłaszcza na obszarze Nizżu Polskiego, wiele otworów badawczych, w których stwierdzono wody termalne. Niektóre z nich, po odpowiedniej adaptacji mogłyby zostać zagospodarowane. Spośród pracowników PIG–PIB-u, zajmujących się rozpoznaniem wód podziemnych głębokich systemów krążenia, w tym wód termalnych, nie tylko Nizżu Polskiego ale także innych regionów kraju, należy wymienić m.in. dr L. Bojarskiego, dr. Z. Płochniewskiego, prof. B. Paczyńskiego i prof. A. Sadurskiego.

Sudety i niecka przedsudecka

Obszar Sudetów i niecki przedsudeckiej, w porównaniu z innymi rejonami, jest słabo rozpoznany pod względem hydrogeotermalnym. Badania wód termalnych zainicjował tu prof. J. Dowgiałło oraz dr J. Fistek. Obecnie rozpoznaniem wód termalnych na tym obszarze zajmują się głównie pracownicy naukowci wrocławskich wyższych uczelni, przede wszystkim prof. W. Ciężkowski z zespołem. Dotychczasowe badania wykazały, że strefami uprzywilejowanymi dla wód termalnych na tym obszarze są głębokie rozłamy w skałach krystalicznych i lokalnie w utworach młodszego paleozoiku i kredy, których przebieg koreluje się ze znanymi wystąpieniami tych wód. Dla rozpoznania warunków hydrogeologicznych i geotermalnych regionu sudeckiego, w Oddziale Dolnośląskim PIG–PIB opracowano projekt badań dla rozpoznania drożnych stref tektonicznych sprzyjających głębokiemu przepływowi wód (Krawczyk i in., 2011).

Gorące, suche skały – HDR

Schemat wykorzystania ciepła gorących suchych skał – technologia wspomaganých systemów geotermalnych (www.geothermal-resources.com.au).



Wg. W. Górecki (red.) (2011) Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich

Niekonwencjonalne (zamknięte) systemy geotermiczne (ze szczelinowaniem):

□ Hot Dry Rocks (HDR)

– (wzbudzone) systemy geotermiczne obejmujące gorące, suche skały;

□ Enhanced Geothermal Systems (EGS) –

wzbudzone systemy geotermiczne z niewielkim dopływem wód, występujących w skałach w nieznacznych ilościach.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Ocena potencjału, bilansu cieplnego i perspektywicznych struktur geologicznych dla potrzeb zamkniętych systemów geotermicznych (Hot Dry Rocks) w Polsce

Wykonawcy: PIG-PIB, AGH, IGSMiE PAN i PBG (Wójcicki, Sowizdzał, Bujakowski 2013)

Wybór lokalizacji:

- **Monoklina Przedsudecka** – rejon Gorzowa Wielkopolskiego: *wulkanity dolnopermskie (trachyandezyty?)*
- **Kraton wschodnioeuropejski** – obszar Wigier
- **Masyw Karkonoski** – rejon Szklarskiej Poręby (nowy otwór Czerwony Potok): *górnokarbońskie **granity** plutonu Karkonoszy (8-9 km miąższości?)*
- **Kraton wschodnioeuropejski** - - Obszar Lubelszczyzny (rejon Busówno-Krowie Bagno): *eokambryjskie intruzje, wizeńskie dajki (bazalty i diabazy?)*
- **Polska centralna** – skały osadowe triasu i starsze

Kartografia hydrogeologiczna

Oprócz projektowania i nadzorowania badań w głębokich otworach za wodami termalnymi PIG–PIB realizował również kartografię hydrogeologiczną. Współczesna, pełna mapa hydrogeologiczna stanowi kartograficzne odwzorowanie warunków występowania, rozprzestrzeniania, dynamiki, własności fizykochemicznych, jakości i ilości wód podziemnych, w tym wód termalnych. Do istotnych opracowań kartograficznych wykonanych przez PIG–PIB należy zaliczyć *Mapę wód mineralnych i leczniczych Polski 1:1 000 000* stanowiącą załącznik publikacji p.t. *Wody Mineralne i lecznicze Polski* (Paczyński, Płochniewski, 1996). W 2015 r. ukazała się ponadto *Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce w skali 1:1 000 000* wraz z tekstem objaśniającym wykonana wyłącznie przez pracowników PIG–PIB (Felter i in., 2015).

www.pgi.gov.pl



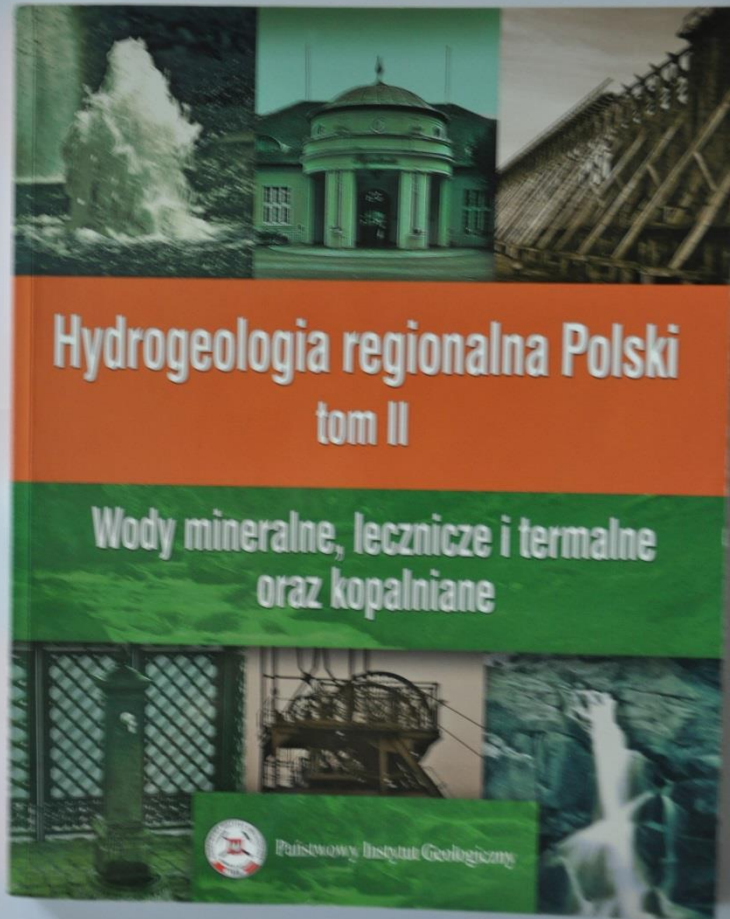
Tekst objaśniający do Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce w skali 1:1 000 000

OBJAŚNIENIA TEKSTOWE
do
MAPY ZAGOSPODAROWANIA WÓD PODZIEMNYCH
ZALICZONYCH DO KOPALIN W POLSCE
W SKALI 1:1 000 000



Warszawa, 2015

Hydrogeologia regionalna Polski, tom II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane



Hydrogeologiczną syntezę wiedzy na temat wód termalnych w Polsce zawiera *Hydrogeologia regionalna Polski, tom II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane*, wydana przez PIG (Paczyński, Sadurski (red.), 2007).



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

WODY TERMALNE SKARB MAŁOPOLSKI



Przewodnik zawiera:

- szczegółowy opis i miejsca występowania wód termalnych
- opis kompleksów geotermalnych
- wykorzystywanie wód termalnych
- podstawowe pojęcia i definicje
- barwne fotografie



Wydawca:

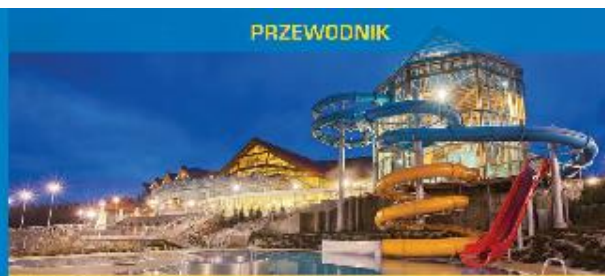
Departament Środowiska Urzędu
Marszałkowskiego Województwa
Małopolskiego, Zespół Geologii
31-156 Kraków, ul. Basztowa 22
adres do korespondencji:
30-017 Kraków, ul. Rodzwicka 56

Realizacja:

Wydawnictwo COMPASS
30-084 Kraków, ul. Podchorążych 3
www.compass.krakow.pl

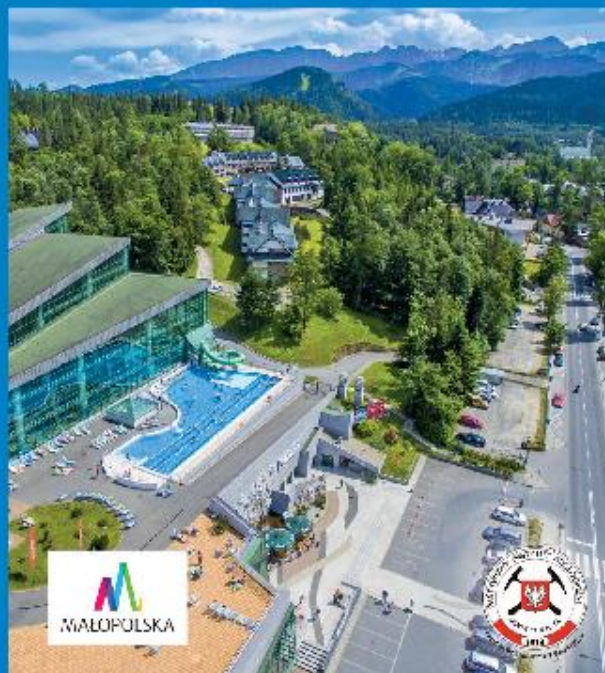


Wydanie I, Kraków 2015
ISBN: 978-83-65325-11-2



PRZEWODNIK

WODY TERMALNE SKARB MAŁOPOLSKI



Przewodnik pt. Wody termalne - skarb – Małopolski powstało z inicjatywy mgr inż. Adama Urzędowskiego – Geologa Wojewódzkiego województwa małopolskiego. Wykonawcami są pracownicy Oddziału Karpackiego PIG-PIB: Józef Chowaniec, Tomasz Gągulski, Tomasz Operacz (2015).



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Współudział PIG- PIB w opracowaniu Atlasów

www.pgi.gov.pl

Skład Zespołu Naukowego:
Research Team:



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Polish Geological Institute
National Research Institute



Uniwersytet Jagielloński
w Krakowie



Polska Akademia Nauk
PAN Polish Academy of Sciences



Geofizyka Kraków
Sp. z o.o.



PGNiG Państwowe
Gazownictwo S.A.



Geotermia Podhalańska
SA



Uniwersytet Marii Curie-
Skłodowskiej w Lublinie

AT Group S.A.



Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Faculty of Geology, Geophysics and Environment Protection



Katedra Surowców Energetycznych
Department of Fossil Fuels
prof. dr hab. inż. Wojciech Górecki
mgr inż. Marek Hajto
dr inż. Bartosz Papernik
dr hab. inż. Beata Napieralska
dr inż. Anna Sowółba
dr inż. Grzegorz Michowski
mgr inż. Jan Sobótka
mgr inż. Barbara Czaplińska
mgr inż. Miła Tomasz Kubiś
mgr inż. Jarosław Kotyła
mgr inż. Jolanta Augustyniak
mgr inż. Elżbieta Halej
mgr inż. Michał Miłomir
mgr inż. Wojciech Luboń
mgr inż. Grzegorz Pella



Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej
Department of Hydrogeology and Engineering Geology

prof. dr hab. inż. Andrzej Szczepański
dr inż. Andrzej Halaś
dr inż. Jarosław Karas



Katedra Geologii Złotowej i Górniczej
Department of Economic and Mining Geology

dr inż. Lucyna Rajchel



Wydział Odlewnictwa
Faculty of Foundry Engineering

Katedra Chemii Ogólnej i Analitycznej
Department of General and Analytical Chemistry
prof. dr hab. inż. Jacek Banas
dr inż. Wojciech Solarski
dr inż. Bogusław Mazurkiewicz



Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu
Faculty of Drilling, Oil and Gas

Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii
Department of Drilling and Geoengineering
dr inż. Marek Capić

Oddział Karpacki PIG - PIB
Carpathian Branch PGI - NRI



Pracownia Regionalna Państwowej Służby Hydrogeologicznej
Department of Geological Research

dr hab. inż. Józef Chowaniec
prof. dr hab. inż. Andrzej Zuber
dr Tomasz Małach
mgr inż. Tomasz Czapliński
mgr inż. Piotr Fiedziński
mgr inż. Robert Polanski
mgr inż. Krzysztof Wilczak

Instytut Nauk Geologicznych UJ
Institute of Geological Sciences

Zakład Geodynamiki i Geologii Środowiskowej
Department of Environmental Geology and Geodynamics
prof. dr hab. Nestor Chaczkyo
dr Marek Dęczyński-Chowen

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN
Mineral and Energy Economy Research Institute

dr inż. Wiesław Bujakowski
dr hab. inż. Antoni Barbański
dr inż. Lucyna Pajek
dr inż. Barbara Tomaszewska
mgr inż. Grzegorz Hosiński
mgr Aleksandra Kucharska

Geofizyka Kraków Sp. z o.o.

mgr inż. Barbara Czerwńska
mgr inż. Ewa Gajdurek
mgr inż. Krzysztof Górecki

Polskie Gazownictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. w Warszawie
Polish Oil and Gas Company

mgr inż. Rafał Kudrewicz

Geotermia Podhalańska SA

mgr Czesław Ślask
mgr inż. Wojciech Warak
mgr inż. Marzena Skupień
mgr inż. Mirosław Goryl

Uniwersytet Marii Curie - Skłodowskiej w Lublinie
Maria Curie Skłodowska University

prof. dr hab. Marian Harasimiuk

AT Group S.A.

mgr Piotr Butkiewicz
mgr inż. Justyna Zastrzeżyńska

Wydział Inżynierii Materiałowej
Faculty of Materials Science and Engineering

Zakład Projektowania Materiałów
Materials Design Division
prof. dr hab. inż. Krzysztof Kurylowski
dr hab. Krzysztof Rozniatowski

ATLAS ZASOBÓW WÓD I ENERGII GEOTERMALNEJ KARPAT ZACHODNICH

ATLAS OF GEOTHERMAL
WATERS AND ENERGY RESOURCES
IN THE WESTERN CARPATHIANS



FORMACJE FLISZOWE ORAZ UTWORY MIOCEŃSKIE
I MEZOZOICZNO-PALEOZOICZNE PODŁOŻA POLSKICH KARPAT ZACHODNICH
FLYSCH FORMATIONS AND MIOCENE/MESOZOIC/PALAEOZOIC
BASEMENT OF THE POLISH WESTERN CARPATHIANS

Wojciech Górecki

Marek Hajto



GEOTHERMAL ENERGY • ZASOBY GEOTERMALNE • GEOTHERMAL RESOURCES • TECHNOLOGIA • TECHNOLOGY • ZASTOSOWANIE • UTILIZATION

KRAKÓW 2011



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Podsumowanie

Wymienione publikacje stanowią istotny wkład w rozpoznanie i dokumentowanie wód termalnych (geotermalnych) w Polsce, razem m.in. z Atlasami zasobów wód i energii geotermalnej dla Nizżu Polski, Karpat i zapadliska przedkarpackiego wykonanymi przez zespoły pod red. naukową prof. W. Góreckiego (2006, 2011, 2012, 2013) oraz opracowaniami zespołów IGSMiE PAN, m.in. Atlasu wód termalnych Małopolski (Barbacki i in., 2006), Atlasu warunków do skojarzonej produkcji energii cieplnej i elektrycznej w układach binarnych (Bujakowski, Tomaszewska-red. nauk., 2014).



Dziękuję

za uwagę

