



JULIAN SOKOŁOWSKI

Polska Akademia Nauk

BADANIA WÓD GEOTERMALNYCH W POLSCE ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM PODHAŁA

UKD 551.234:620.91/.92(438-924.51)

Gospodarka paliwowo-energetyczna Polski charakteryzuje się: bardzo dużym udziałem paliw stałych (ponad 79%), niskim udziałem paliw płynnych (niepełne 19%, w krajach zachodnich 40-60%), niską sprawnością (zaledwie 34%) przemiany energii w elektrowniach zawodowych pracujących na węglu i w paleniskach indywidualnych (zaledwie 20%), najniższym w Europie wskaźnikiem zużycia produktów naftowych na mieszkańca (309 kg, podczas gdy w Rumunii wynosi on 594 kg, w Czechosłowacji - 843 kg, w NRD - 943 kg, w Bułgarii - 1485 kg, w St. Zjedn. - 2803 kg), dużym zużyciem energii pierwotnej na mieszkańca (130 t p.u., w St. Zjedn. - 95 t, w Kanadzie - 111 t) i bardzo niskim udziałem energii odnawialnej (4).

Wymienione cechy polskiej gospodarki paliwowo-energetycznej powodują, że na obszarze naszego kraju są emitowane największe (po ZSRR) w Europie ilości dwutlenku węgla i dwutlenku siarki (4,3 mln t rocznie) oraz dostarczane do cieków powierzchniowych i wód gruntowych największe ilości szkodliwych popiołów i słonych wód kopalnianych (Narodowy program ochrony środowiska przyrodniczego do 2010 r.). Intensywna eksploatacja złóż węgla kamiennego i brunatnego powoduje, oprócz zasilania wód powierzchniowych, znaczny ubytek wód pitnych. Do zmniejszania zasobów powierzchniowych i wglębnych wód pitnych przyczynia się też urbanizacja miast i wsi, bez niezbędnych systemów kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków, jak też niewłaściwa lokalizacja śmietnisk i brak utylizacji odpadów.

Wyniki pomiarów zanieczyszczeń powietrza i wód wykonywanych w ostatnich latach (np. 1987 r.) wskazują, że nawet w miejscowościach rekreacyjnych i uzdrowiskowych u stóp Tatrzańskiego Parku Narodowego, wody potoków źródłowych, takich jak Cicha Woda, Zakopianka, Biały Dunajec nie odpowiadają dopuszczalnym normom zanieczyszczeń pod względem bakteriologicznym i w ocenie ogólnej (3). Potoki takie, jak Czarny Dunajec i Białka znajdują się w drugiej lub trzeciej klasie pod względem zanieczyszczeń.

W 1987 r. stężenie średnioroczne zanieczyszczeń powietrza w Zakopanem wynosiło 0,075 mg na m³, co przy normie dopuszczalnej 0,022 mg na m³, stanowiło ponad 3-krotne przekroczenie. W okresie grzewczym odnotowano 2-3-krotny wzrost stężeń pyłu zawieszonego, w stosunku do okresu letniego, w którym ilość zanieczyszczeń była większa o 0,0115 mg na m³ od dopuszczalnej normy. Maksymalne stężenie dobowe, według pomiarów Samodzielnej Pracowni Badań i Kontroli Środowiska, w styczniu 1987 r. wynosiło w Zakopanem - 0,785 mg na m³, co stanowiło ponad 5-krotne przekroczenie dopuszczalnej normy. W strefie specjalnie chronionej maksymalne stęże-

nie zanieczyszczeń powietrza wynosiło średnio na dobę - 0,227 mg na m³, co przy normie 0,06 mg na m³ stanowiło 3,8-krotne jej przekroczenie. Zawartość SO₂ w tej strefie wynosiła 0,093 mg na m³, co stanowi 8-krotne przekroczenie normy dopuszczalnej (0,011 mg na m³). Częstość przekroczeń średniodobowych osiągnęła w czasie pomiarów 29,7% (3).

Z przytoczonych danych wynika, że stan zanieczyszczeń wód powierzchniowych i powietrza atmosferycznego już w samej otulinie Tatrzańskiego Parku Narodowego przekracza znacznie dopuszczalne normy. Na dużych obszarach kraju sytuacja ta wygląda jeszcze o wiele gorzej, np. w Krakowie lub na Śląsku.

Zahamowanie dalszej degradacji środowiska i przywrócenie jego pierwotnych funkcji i walorów jest możliwe tylko poprzez usuwanie przyczyn, a nie bezskuteczne leczenie skutków. Podstawową przyczyną jest spalanie nadmiernych ilości zasilanego węgla kamiennego i węgla brunatnego oraz niedobór czystych wód na skutek zanieczyszczenia cieków powierzchniowych już u ich źródeł. Trzeba więc kurację środowiska rozpocząć od:

1) skoncentrowania wysiłków na przywracaniu dawnej czystości głównie źródłowym potokom polskich rzek, poprzez:

- oczyszczenie ich źródeł ze śmieci i różnych odpadów,

- kontrolę i poprawę szczelności szamb i gnojowni,

- budowę kolektorów ściekowych połączonych z oczyszczalniami;

2) nastawienia gospodarki wodnej na wykorzystywanie wód oczyszczonych z najbliższych potoków i rzek, a nie wód przerzucanych rurociągami z dużych odległości;

3) nastawienia gospodarki ciepłowniczej i energetycznej w przemyśle i rolnictwie na maksymalną oszczędność węgla poprzez odpowiednie uszczelnienie termiczne budynków i rurociągów ciepłowniczych, zastępowanie węgla tam, gdzie jest to tylko możliwe, czystymi nośnikami energii;

4) nastawienia działalności gospodarczej kraju na te kierunki, które nie będą wymagać zwiększenia ilości energii, opału i transportu, a pozwolą nawet na ich ograniczenie;

5) stworzenia odpowiedniego systemu zachęt finansowych, pobudzających do oszczędnego gospodarowania węglem i energią pochodzącą ze spalania paliw kopalnych;

6) dostosowania kierunków prac geologiczno-poszukiwawczych, rozpoznawczych i eksploatacyjnych do przewidywanych prognoz zasobowych różnych surowców energetycznych;

7) rozwijania technologii umożliwiających wykorzystanie na coraz większą skalę niekonwencjonalnych czystych

źródeł energii, takich jak: wody geotermalne, ciekły powietrzniowe, energia wiatru, energia słońca, biogazy.

Ważną rolę w skutecznym działaniu powyższej kuracji mogą odegrać badania i prace związane z praktycznym wykorzystaniem energii cieplnej zawartej w wodach geotermalnych Polski. Wodami geotermalnymi nazywa się wody wgłębne, występujące w przestrzeni porowej lub szczelinowej skał skorupy ziemskiej i mające temperatury wyższe od przeciętnych temperatur wód powierzchniowych w okresach letnich. Umownie do wód geotermalnych zaliczamy te wody wgłębne, które przy wypływie na powierzchnię mają temperaturę wyższą od 20°C (5).

Wyróżnia się wody geotermalne: niskotemperaturowe 20–35°C, średniotemperaturowe 35,1–80°C, wysokotemperaturowe 80,1–100°C i bardzo wysokotemperaturowe 100,1–120°C (2).

W krajach wykorzystujących wody geotermalne stosuje się: wody niskotemperaturowe o korzystnym składzie chemicznym i mineralizacji do: zraszania pól uprawnych, przez co osiąga się wzrost plonów, do hodowli bydła, trzody i ryb, a w ogrodnictwie do ogrzewania szklarni, podlewania upraw, czyszczenia i suszenia owoców; wody średnio- i wysokotemperaturowe: ogrzewania pomieszczeń w gospodarce komunalnej, rolnictwie i przemyśle. Wody termalne wykorzystuje się do celów leczniczych, co jest od wielu lat stosowane w polskiej balneologii.

Temperatury wód geotermalnych są uzależnione w głównej mierze od gradientu geotermicznego, który waha się od 10°C/100 m w obszarach czynnego wulkanizmu (średnio w basenach i prowincjach geotermalno-ropogazonośnych wynosi on około 3°C/100 m), od wieku skał zbiornikowych oraz od czasu i głębokości ich pograżania się i od przewodności cieplnej skał otaczających zbiornik (6). Ponadto czynnikami wpływającymi na temperaturę wód wgłębnych są: ciepło tarcia, ciepło rozprężania się wody, reakcje chemiczne, rozpad promieniotwórczy, a także ciepło kondensującej się pary, z której np. na głębokości 200 m pod ciśnieniem 30 atm. uwalnia się 475,9 kcal i wytwarza się woda kondensacyjna o temperaturze 211°C (1).

Wody geotermalne są przeważnie mieszaninami wód sedymentacyjnych (oceanicznych, morskich, jeziornych lub rzecznych) oraz infiltracyjnych dawnych i współczesnych. W miarę pograżania się zbiorników skalnych wody sedymentacyjne i infiltracyjne ulegają podgrzaniu ciepłem migrującym z głębi Ziemi. Część wód ulega przemianie w parę wodną, która albo pozostaje w zbiorniku podnosząc ciśnienie i temperaturę, albo przemieszcza się szczelinami ku górze pozostawiając w skałach inkrustacje mineralne. Te części wody i pary, które pozostały w zbiorniku, w miarę upływu czasu wzbogacają się w substancję mineralną, stają się wodami coraz bardziej zmineralizowanymi i o wyższej temperaturze.

W zależności od układu geostukturalnego zbiorników skalnych wody geotermalne występują pod ciśnieniem umożliwiającym ich samowypływ na powierzchnię (wody artezyjskie) albo pod ciśnieniem umożliwiającym ich podnoszenie się tylko do określonej głębokości w otworach wiertniczych (wody subartezyjskie).

SYSTEMATYKA I REJONIZACJA GEOTERMALNA

Mineralizacja wód geotermalnych wszystkich naturalnych zbiorników wgłębnych zazwyczaj wzrasta proporcjonalnie do temperatury i głębokości. Ze względu na udział wód różnego pochodzenia, jak też różny charakter skał, z których zbudowany jest dany zbiornik, stopień i rodzaj

mineralizacji wód geotermalnych, wykazują one określoną specyfikę w poszczególnych zbiornikach, basenach, subbasenach, nieckach i prowincjach geotermalnych.

Zbiornikiem geotermalnym nazywamy zespół skał porowatych i przepuszczalnych, wypełnionych wodami geotermalnymi, ograniczonych w całości lub częściowo skałami nieprzepuszczalnymi i o małej przewodności cieplnej. Zbiorniki geotermalne mogą być warstwowe i mieć kształty niecek, synklin, monoklin, synklinoriów i synkliz lub masywowe o zróżnicowanych kształtach i przeważnie szczelinowym charakterze przestrzeni wypełnionej wodą (5, 6).

Basen geotermalny jest złożony z zespołu zbiorników geotermalnych typu warstwowego, przeważnie ułożonych jeden na drugim, o podobnych kształtach, związanych z określoną regionalną jednostką geostukturalną platformy kontynentalnej (syneklizy, rowy, aulakogeny) lub orogenu (synklinoria, płaszczowiny, zapadiska śródgórskie). W prawie każdym większym basenie geostukturalnym i geotermalnym wydziela się: subbaseny i niecki międzystrukturalne, charakteryzujące się odrębnym reżimem hydrodynamicznym, odrębną mineralizacją i temperaturą wód.

Subbasen geotermalny stanowi część basenu geotermalnego, tworząc odrębny zespół obniżzeń geostukturalnych, odznaczonych od pozostałych subbasenów ciągami struktur antyklinalnych lub innych podniesień strukturalnych, utrudniających przepływ wód pomiędzy poszczególnymi subbasenami.

Nieckę geotermalną stanowi obniżona strukturalnie część subbasenu, otoczona strukturami lub innymi podniesieniami, utrudniającymi przemieszczanie się wód z jednej niecki do innej, co powoduje, że w miarę upływu czasu geologicznego w każdej niecce geotermalnej wytwarzają się specyficzne dla niej warunki hydrogeotermiczne.

Prowincję geotermalną stanowi zespół basenów geotermalnych, ułożonych nad sobą lub obok siebie, zbudowanych z na przemian występujących skał zbiornikowych i uszczelniających w wielu etapach rozwoju geologicznego i związanych z określonym typem megaelementów geostukturalnych platform kontynentalnych, ich skłonów lub określonym typem orogenu.

Regionem geotermalnym nazywamy obszar, usytuowany pomiędzy prowincjami geotermalnymi, zawierającymi zbiorniki wód geotermalnych przeważnie typu szczelinowego, związane ze strefami uskoków lub małe zbiorniki typu warstwowego, związane z lokalnymi geostukturami. Przykładem regionu geotermalnego na obszarze Polski jest region sudecko-świętokrzyski.

Okręgiem geotermalnym nazywamy zespół subbasenów lub poszczególnych części subbasenów, tworzących łącznie zwartą jednostkę geostukturalną charakteryzującą się specyficznymi warunkami geologicznymi, hydrogeologicznymi, termicznymi i chemizmem wód i wymagającą specyficznych metod poszukiwania, rozpoznawania i eksploatacji złóż wód geotermalnych.

Na podstawie wykonanych w latach 1945–1985 ponad 229 tys. km profili sejsmicznych i ponad 6 tys. otworów wiertniczych o łącznym metrażu 9,4 mln m, opracowano (6) mapy strukturalne i miąższościowo-facjalne umożliwiające wydzielenie na obszarze Polski trzech prowincji geotermalnych, będących częściami większych prowincji europejskich, o następujących nazwach: karpacka, przedkarpacka i środkowoeuropejska. Ta ostatnia jest oddzielona od przedkarpackiej rejonem geotermalnym sudecko-świętokrzyskim (7).

W obrębie polskiej części prowincji środkowoeuropejskiej liczącej około 220 tys. km² wyodrębniono 26 sub-

basenów i 7 okręgów, dla których dokonano oceny statycznych zasobów wód geotermalnych i zawartej w nich energii cieplnej. W obrębie polskiej części prowincji przedkarpacciej wydzielono 6 subbasenów geotermalnych 1,4–16 tys. km² i obliczono zasoby wód geotermalnych i ich energię cieplną. Analogiczne obliczenia dokonano dla polskiej części prowincji karpacciej, gdzie wyodrębniono 5 subbasenów geotermalnych o łącznej powierzchni około 12 tys. km².

Wyniki przeprowadzonych analiz geologicznych oraz szacunków zasobów wód geotermalnych i energii cieplnej w nich zawartej przedstawiono w kilku opracowaniach archiwalnych i publikacjach (2,4–6). Z publikacji tych wynika, że: 1) w basenach epiplatformowych polskiej części prowincji środkowoeuropejskiej znajduje się około 6225 km³ wód geotermalnych o temperaturze 20–120°C, zawierających energię cieplną równoważną około 32 mld t p.u., w tym ok. 18 mld t p.u. w okręgu (subbasenie) szczecińsko-łódzkim i około 12 mld t p.u. w okręgu (subbasenie) grudziądzko-warszawskim; 2) w basenach zapadliska przedkarpacciego znajduje się około 362 km³ wód geotermalnych, o temperaturze 30–120°C, zawierających energię cieplną rzędu około 1,5 mld t p.u.; 3) w basenach polskiej części prowincji karpacciej znajduje się około 100 km³ wód geotermalnych, zawierających energię cieplną równoważną około 0,7 mld t p.u. Oczywiście praktyczne wykorzystanie energii geotermalnej, upoważniające do działalności inwestycyjnej, może być prowadzone po udokumentowaniu zasobów eksploatacyjnych wód termalnych.

Najkorzystniejsze warunki dla wykorzystania wód geotermalnych istnieją w karpaccim subbasenie podhalańskim (między Tatrami a pienińskim pasem skałkowym). Wody tam występujące mają temperaturę 35–120°C, niską mineralizację i bardzo wysokie ciśnienie artezyjskie (około 25 atm na wypływie). Zasoby tych wód szacuje się na ok. 10 mld m³ – tylko w wapieniach numulitowych eocenu. Wody te zawierają możliwą do odebrania energię cieplną, równoważną około 72 mln t węgla kamiennego o średniej kaloryczności 5000 kcal/kg. Łączne zasoby energii cieplnej, zawartej w wodach geotermalnych niecki podhalańskiej do głębokości 3 km, szacuje się na równoważne około 1,2 mld t węgla kamiennego.

Pozyskanie tych zasobów bez szkody dla środowiska naturalnego jest możliwe poprzez otwory wiertnicze, z których jeden służy eksploatacji wód, a drugi do zatłaczania wód z powrotem do złoża, po odebraniu od nich ciepła i przekazaniu go w wymiennikach ciepła zwykłym wodom użytkowym. Wydatek wód z jednego otworu wiertniczego daje możliwość pozyskania energii cieplnej równoważnej ok. 14 t węgla w ciągu doby i ok. 5 tys. t w ciągu roku. Istnieje możliwość wykonania i eksploatacji 10–100 otworów, co rokuje szanse na uzyskanie energii geotermalnej równoważnej 50–500 tys. t węgla rocznie. Obecnie w Zakopanem i Nowym Targu spala się po ok. 130 tys. t węgla rocznie, a na całym Podhalu ok. 400 tys. t.

Łączne wydobywalne zasoby nośników energii w Polsce szacuje się (5) na 32,9 mld t p.u., z tego 7,82 mld t (23,73%) przypada na wody geotermalne, 21,85 mld t p.u. (66,29%) na węgiel kamienny, 3,13 mld t p.u. (9,5%) na węgiel brunatny, 0,15 mld t p.u. (0,46%) na gaz ziemny i 0,006 mld t p.u. (0,02%) na ropę naftową.

Z szacunków tych wynika, że wody geotermalne stanowią jedno z najbardziej zasobnych (drugie po węglu) źródeł energii. Z tego też powodu w wielu krajach europejskich i innych są one już wykorzystywane do różnych celów energetycznych, głównie w ciepłownictwie komunalnym i przemysłowym oraz w rolnictwie i warzywnictwie.

Polska jest jedynym krajem wśród krajów RWPG nie prowadzącym eksploatacji wód geotermalnych dla celów energetycznych. Zaległości te zamierza się nadrobić w ciągu najbliższych lat. W tym celu w ramach CPBR 5.2 „Ciepłownictwo i systemy ciepłownicze” wyodrębniono kierunek nr 5 „Wykorzystanie ciepła wód geotermalnych”. Również w ramach prac własnych Polskiej Akademii Nauk jest prowadzony temat „Problemy wykorzystania wód geotermalnych”.

Przewiduje się, że w ramach realizacji wspomnianych programów badawczych zostaną rozwiązane niezbędne zagadnienia techniczne i technologiczne i zbudowane do 1995 r. trzy doświadczalne zakłady geotermalne: pierwszy – na Podhalu, drugi – w subbasenie szczecińsko-łódzkim i trzeci – w subbasenie grudziądzko-warszawskim.

AKTUALNE I PRZEWIDYWANE KIERUNKI BADAŃ

Mimo że wody geotermalne były wykorzystywane do celów balneologicznych i rekreacyjnych od zarania naszej cywilizacji, ich praktyczne zastosowanie do celów energetycznych jest znane dopiero od początków XX w. W 1904 r. zbudowano pierwszą elektrownię geotermalną we Włoszech, wykorzystując przegrzaną parę wodną do napędu turbin, a w 1933 r. podjęto prace wiertnicze w Reykjaviku, mające na celu udostępnienie wód geotermalnych dla celów grzewczych. Po dziesięciu latach wodę geotermalną wykorzystywano w tym mieście do ogrzewania ponad 2300 domostw.

Na przestrzeni 50 lat (1933–1983 r.) moc zainstalowanych w świecie urządzeń geotermalnych wzrosła od 0 do 10 250 MW. Roczny wzrost mocy systemów geotermalnych świata jest znacznie większy (wynosi ponad 20%) niż urządzeń pracujących na innych nośnikach energii. Największe przyrosty mocy były w takich krajach, jak: Japonia, Węgry, ZSRR, Włochy, Czechosłowacja, Rumunia, Jugosławia, Islandia, Francja.

W ZSRR gospodarcze wykorzystanie wód geotermalnych jest prowadzone od 1964 r. Obecnie działa tam 5 dużych przedsiębiorstw geotermalnych: kaukaskie w Machczkale, północnokaukaskie w Groźnym, kubieńskie w Armawir, gruzińskie w Tbilisi i kamczackie w Pietropawłowsku. W 1985 r. w ZSRR ogrzewano energią geotermalną ponad 5 tys. mieszkań, a gorącą wodę użytkową dostarczano dla ponad 350 tys. mieszkańców. Oszczędności uzyskiwane z zastosowania energii geotermalnej szacowano na około 500 tys. t paliwa umownego rocznie.

Przykładem kompleksowego wykorzystania wód geotermalnych w ZSRR dla celów rolniczych jest zakład geotermalny we wsi Mostowska w obwodzie krasnodarskim. Wydajność odwiertu wynosi tam ok. 2000–2500 m³ na dobę. Woda ma mineralizację 1–1,5 g/l, temp. 75°C. Wpływ wody jest samoczynny. Wykorzystując energię uzyskiwaną z tego odwiertu pracuje kombinat ciepłowniczy o powierzchni 18 ha. W okresie 5-letniej działalności tego kombinatu obniżono koszt pozyskiwania 1 t warzyw z 83 rubli w szklarniach ogrzewanych mazutem do 53 rubli w szklarniach ogrzewanych wodą geotermalną. W kombinacie zaoszczędzono w tym czasie 30 tys. t p.u. o wartości 1,8 mln rubli. Wodę geotermalną w tym kombinacie wykorzystywano najpierw do celów grzewczych, później o temp. ok. 45°C w farmie hodowlanej do ogrzewania pomieszczeń, a następnie o temp. ok. 25°C w stawach rybnych i na polach.

W Słowackiej Republice Socjalistycznej w 1986 r. były wykorzystywane 22 ujęcia wód geotermalnych o łącz-

nej mocy 72 MW. W energię geotermalną zaopatrywano 5 ha szklarni, 9 ha pól pod folią, 22 baseny o sumarycznej powierzchni 37 tys. ha.

Od wielu lat w basenie paryskim wykorzystuje się w ciepłownictwie wody doggerskie. Wody te są eksploatowane za pomocą kilkudziesięciu odwiertów o wydajnościach 60–200 m³/h. Od 1984 r. pracuje nowoczesny zakład geotermalny w NRD w miejscowości Waren. Są tam eksploatowane wody górnotriasowe o mineralizacji ok. 168 g/dm³. Wody te o temp. ok. 65°C po odbiorze części ciepła w wymiennikach są odprowadzane za pomocą rurociągu do następnego odwiertu. Zakład ten o mocy do ok. 3 MW ogrzewa obecnie ok. 370 mieszkańców, a docelowo ma ogrzewać i zaopatrywać w ciepłą wodę ok. 1000 mieszkańców.

Od wielu lat funkcjonuje w Moskwie, w ramach RWPG, centrum koordynacyjne dla rozwiązywanego problemu „Wykorzystanie nowych i odnawialnych źródeł energii”. Każdego roku zbiera się w jednym z krajów członkowskich rada pełnomocników tego problemu, która dokonuje przeglądu stanu zaawansowania prac w poszczególnych tematach. Tytuł jednego z tematów rozwiązywanych przez kraje RWPG brzmi: „Opracowanie systemów wykorzystania naturalnych wód termalnych i ciepła suchych skał. Przygotowanie sprzętu i opracowanie metod zapobiegających korozji i odkładaniu się soli”. Polska uczestniczy w realizacji tego tematu od 1986 r.

Obecnie realizuje się w Polsce, przy współpracy z ZSRR, CSRS i NRD, prace badawczo-rozwojowe ujęte w kierunku 5 CPBR 5.2 i w temacie resortowym PAN. Prace te zmierzają do:

1) opracowania systemów racjonalnego wykorzystania wód geotermalnych oraz przygotowania odpowiedniego sprzętu umożliwiającego prowadzenie prac poszukiwawczych, rozpoznawczych i eksploatacyjnych poprzez:

– opracowanie i wdrożenie technologii zagospodarowania złóż geotermalnych, a szczególnie przez opracowanie właściwej technologii wiercenia, udostępniania i eksploatacji złóż oraz metod reiniekcji wykorzystanych wód geotermalnych,

– opracowanie przemysłowych metod i aparatury do przeciwdziałania korozji i odkładaniu się soli w systemach geotermalnych,

– opracowanie i konstrukcję oprzyrządowania dla systemów odbiorów ciepła geotermalnego,

– opracowanie metod kompleksowego wykorzystania wód geotermalnych;

2) opracowania zasad projektowania systemów wydobycia, transportu i wykorzystania wód geotermalnych, a zwłaszcza wyboru optymalnych obiektów do budowy systemów zaopatrzenia w ciepło geotermalne, oceny prognostycznych i przemysłowych zasobów energii wód geotermalnych, technologii wiercenia, orurowania i opróbowania odwiertów geotermalnych, budowy systemów geotermalnych i metod ich projektowania;

3) opracowania typowych projektów wykorzystania wód geotermalnych dla subbasenów: podhalańskiego, szczecińsko-łódzkiego i grudziądzko-warszawskiego.

Jednocześnie z rozwiązywaniem tych problemów są prowadzone prace badawcze, projektowe i wiertnicze, mające doprowadzić do wybudowania w latach 1989–1995 trzech zakładów geotermalnych GT-I na Podhalu, GT-II w subbasenie szczecińsko-łódzkim i GT-III w subbasenie grudziądzko-warszawskim.

W ogólnej koncepcji zakładu geotermalnego GT-I na Podhalu, opracowanej w Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,

przyjęto następującą kolejność realizacji poszczególnych etapów prac (7):

1. Wykonanie w latach 1988–1989 otworu badawczego Nowy Targ PIG-1 do głęb. 3500 m, określającego warunki geologiczne i możliwości udokumentowania zasobów wód geotermalnych w utworach płaszczowiny magurskiej. Głębianie tego otworu rozpoczęto 28.08.1988 r., na początku listopada osiągnięto głęb. ok. 900 m. Otwór jest wiercony przez ZPNiG Kraków, a dokumentowany i finansowany przez PIG z funduszu prac geologicznych i MOŚiZN. Badania laboratoryjne na wiertni prowadzi PG w Warszawie.

2. Wykonanie w 1989 r. otworu Biały Dunajec o głęb. 3000 m, udostępniającego poziomy (złoża) wód geotermalnych w wapieniach numulitowych eocenu i dolomitach triasowych oraz umożliwiającego eksploatację odwiertu Bańska IG-1 z jednoczesnym zatłaczaniem wykorzystanych termicznie wód. Wykonawcą wierceń jest ZPNiG Kraków, inwestorem CPPGSMiE PAN.

3. Zbudowanie w 1989 r. rurociągu łączącego odwiertu Bańska IG-1 i Biały Dunajec, umożliwiającego przetłaczanie wody geotermalnej z jednego otworu do drugiego i uruchomienie doświadczalnej eksploatacji energii cieplnej dla różnych celów w Nowym Targu, Szaflarach i północnej części wsi Biały Dunajec.

4. Wykonanie w latach 1988–1989 otworu Poronin 1, do głęb. 3 km. dokumentującego zasoby wód geotermalnych, niezbędne dla podjęcia prac projektowych zakopiańskiej części zakładu geotermalnego GT-I i umożliwiającego przeprowadzenie badań zmierzających do określenia warunków jednoczesnej eksploatacji wody z jednego poziomu (złoża) i jej zatłaczanie do innego poziomu (złoża). Głębianie tego otworu rozpoczęto 12.10.1988 r. Wykonawcą jest ZPNiG Kraków, inwestorem – CPPGSMiE PAN.

5. Wykonanie w latach 1989–1990 odwiertu Furmanowa 1 do głęb. 3500 m, określającego zasoby dynamiczne wód geotermalnych i pozwalającego na przeprowadzenie eksperymentu zatłaczania wód geotermalnych między odwiertami Poronin 1 i Furmanowa 1, a w dalszej przyszłości także między odwiertami Furmanowa i Bustryk.

6. Zbudowanie rurociągu łączącego odwiertu Poronin 1 i Furmanowa 1 (najprawdopodobniej w drugiej połowie 1990 r.), umożliwiającego przetłaczanie wody geotermalnej z jednego odwiertu do drugiego i uruchomienie eksploatacji ciepła geotermalnego.

7. Uruchomienie w latach 1988–1990 w Poroninie Pracowni Geosynoptyki i Środowiska Podhala oraz laboratorium badawczego, niezbędnych dla prawidłowej obsługi wierceń, badania próbek skalnych i miedziów złożowych oraz zanieczyszczeń wód powierzchniowych i powietrza atmosferycznego, mających zasadniczy wpływ na sposób rozwiązań technicznych i technologicznych projektowanych elementów zakładu geotermalnego GT-I. W III kwartale 1988 r. wynajęto od Związku Podhalańców budynek w Poroninie i przeprowadzono jego adaptację do nowych funkcji. Obecnie trwa wyposażanie budynku w sprzęt i aparaturę badawczą.

8. Zbudowanie w latach 1990–1993 wymiennikowni ciepła w pobliżu otworu Bańska IG-1, rurociągu doprowadzającego czystą wodę użytkową z ujęcia w Szaflarach i rurociągu doprowadzającego podgrzaną w wymiennikowni wodę użytkową do odbiorców w Nowym Targu, Szaflarach i północnej części Białego Dunajca. Przewiduje się, że w czasie eksperymentalnych badań woda ta zostanie zastosowana w centralnym ogrzewaniu, jako ciepła woda użytkowa, a także w szklarniach i basenach kąpielowych.

9. Zbudowanie w latach 1991–1994 wymiennikowni

ciepła w pobliżu otworu Poronin 1 i rurociągów rozprowadzających podgrzaną wodę użytkową (termalną) do odbiorców w Zakopanem, Poroninie i Zębie. Odbiorcami energii będą w pierwszej kolejności ci użytkownicy, którzy mają instalacje ciepłej wody użytkowej (szpitale, sanatoria, domy wczasowe) oraz kotłownie spalające największe ilości węgla. Przewiduje się, że po doprowadzeniu gazu do Zakopanego będzie on wykorzystany także do podgrzewania wody termalnej do temperatury wymaganej w kaloryferach.

10. Wykonanie w latach 1991–1994 przez Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo wierceń poszukiwawczych Bustryk 1 i Bańska 2, o głęb. po ok. 4,5 km, dla rozpoznania możliwości występowania złóż gazu ziemnego i udokumentowania dodatkowych zasobów wód geotermalnych.

11. Wykonanie w latach 1991–1992 odwiertu Poronin 2, dokumentującego dodatkowe zasoby wód geotermalnych oraz rurociągu łączącego odwierty: Poronin 1, Poronin 2, Biały Dunajec 1, umożliwiającego zwiększenie mocy i sprawności całego zakładu geotermalnego.

12. Zbudowanie w latach 1994–1995 rurociągów łączących odwierty Bustryk 1 i Bańska 2 z pozostałym systemem rurociągów geotermalnych i umożliwienie przez to zwiększenie mocy zakładu geotermalnego GT-I oraz jego sprawności technicznej i technologicznej, jak też dostarczenie energii geotermalnej nowym odbiorcom w Bustryku, Sierockiem i Bańskiej.

13. Wykonanie w latach 1989–1995 głębokich wierceń badawczych: Chochołów PIG-1 i Bukowina Tatrzańska PIG-1, w celu zbadania warunków geologicznych panujących w zachodniej i wschodniej częściach niecki podhalańskiej oraz udokumentowania tam eksploatacyjnych (wydobywalnych) zasobów wód geotermalnych, uprawniających do projektowania nowych inwestycji geotermalnych.

14. Zaprojektowanie i wykonanie w latach 1991–1995 otworów chłonnych w Chochołowie i Bukowinie Tatrzańskiej, umożliwiających eksploatację wód z wcześniej wykonanych otworów głębokich.

15. Zaprojektowanie i zbudowanie w latach 1996–2000 zakładu geotermalnego w dolinie Czarnego Dunajca, zaopatrującego w ciepło geotermalne miejscowości: Kościelisko, Witów, Dzianisz, Ciche i Czerwienne.

16. Zaprojektowanie i zbudowanie ok. 2000 r. zakładu geotermalnego w dolinie Białki, zaopatrującego w ciepło geotermalne miejscowości: Brzegi, Jurgów, Bukowina, Czarna Góra, Białka i in.

Ważnym czynnikiem zwiększającym atrakcyjność wykorzystania wód geotermalnych na Podhalu będzie doprowadzenie do Nowego Targu i Zakopanego gazu ziemnego, jak też renowacja dawnych małych elektrowni wodnych, z których prąd mógłby być wykorzystywany do napędu pomp ciepłych; ich zainstalowanie przewiduje się w zakładach geotermalnych, w celu pełniejszego wykorzystania energii geotermalnej.

Jednocześnie z pracami projektowymi i wiertniczymi na Podhalu prowadzi się obecnie intensywne badania i prace studialne, zmierzające do wyboru optymalnych miejsc budowy dwóch następných zakładów geotermalnych na Niżu Polskim. Wszystko wskazuje na to, że w obecnych warunkach optymalnym miejscem budowy zakładu geotermalnego w subbasenie grudziądzko-warszawskim będzie rejon Skierniewic. Istnieją tam nowoczesne szklarnie Instytutu Warzywnictwa opalane węglem. Dane geologiczne wskazują, że bezpośrednio pod polami Instytutu Warzywnictwa istnieje szanse uzyskania wód geotermalnych o temp. ok. 40–90°, a może i wyższych. Przewiduje się więc zaprojektowanie tam odwiertu badawczego określa-

jącego zasoby wód pozwalające na rozpoczęcie prac projektowych.

W subbasenie szczecińsko-łódzkim analizuje się obecnie rejon Uniejowa pod kątem wyboru miejsca budowy zakładu geotermalnego GT-II.

LITERATURA

1. Dowgiałło J., Karski A., Potocki J. – Geologia surowców balneologicznych. Wyd. Geol. 1969.
2. Górecki W., Myśko A., Ney R., Sokółowski J., Strzetelski W. – Gosp. Sur. Min., 1987 z. 2 s. 479–497.
3. Mazur Z. – Ocena jakości wód powierzchniowych i zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w rejonie Zakopanego i Nowego Targu. Maszynopis ref. z sem. w Ludźmierzu, 1988.
4. Ney R. – Polityka energetyczna kraju w zakresie możliwości zaspokojenia zapotrzebowania na paliwa i energię. W materiałach konferencji naukowo-technicznej nt.: Zaopatrzenie w paliwa i energię podstawowym warunkiem funkcjonowania gospodarki narodowej. Wyd. AGH, 1988.
5. Ney R., Sokółowski J. – Nauka Polska, 1987 nr 6 s. 67–92.
6. Sokółowski J. – Wstępna ocena możliwości wykorzystania energii geotermalnej w Polsce. Mat. V Konf. Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej nt.: Problemy pierwotnych nośników energii w perspektywie 2000 r. Wyd. AGH 1985.
7. Sokółowski J. – Koncepcja budowy zakładu geotermalnego i ochrony środowiska naturalnego na Podhalu. Materiał z sem. w Ludźmierzu, 1988.

SUMMARY

Characteristic features of the Polish energy industry include high level of consumption of solid fuels (over 79%), low efficiency of energy transformation equipment, the lowest in Europe level of oil products consumption and very low share of renewable energy. As a result of this, large quantities of carbon dioxide and sulfur dioxide are emitted into the atmosphere and large amounts of ash and salty mining waters are released into rivers.

Possibilities to save the natural environment and to protect man's existence are seen through concentration of efforts to restore the original cleanness of rivers and streams (especially in their upper course) by: limiting the scale of combustion of coals, utilizing purified waters for economic purposes and more rational use of drinking water resources, proper insulation of buildings, restructuring of industry to limit energy consuming heavy industry, and intensifying geological-prospecting works aimed at proving new liquid fuels resources and development of new technology enabling wide-spread use of renewable energy resources such as geothermal waters, surface streams, solar and wind energy and biogases.

In the author's opinion, geothermal waters seem to be the most sure and suitable of the above listed types of renewable energy sources for relatively quick utilization. The use of this type of energy may cover around 10 per cent of energy demand of the country, mainly in the area of house heating and farm use. According to the present-day state of knowledge, the main resources of geothermal waters and the related energy are connected with Mesozoic (especially Liassic) rocks of the Szczecin–Łódź and Grudziądz–Warsaw subbasins and Tertiary and Mesozoic

rocks of the Podhale subbasin. Geothermal waters of the latter subbasin are weakly mineralized and characterized by artesian pressures. For these reasons and because of the unique — from the point of view of its natural beauty and recreation and cultural significance — the first in Poland geothermal power plant is planned to be constructed in the Podhale region. Preliminary results of drillings made in this region indicate that it is characterized by occurrence of not only geothermal waters but also gas potential. The occurrence of geothermal waters and gas deposits, when confirmed, may contribute to gradual replacement of energy from coal combustion by that of gas and geothermal waters.

In the Polish Lowlands the first geothermal plants are planned to be constructed in the Uniejów—Łódź and Skierniewice—Żyrardów areas.

РЕЗЮМЕ

Польская энергетика характеризуется высоким потреблением твердого топлива (более 79%), низкой отдачей энергопревращающего оборудования, самым низким в Европе показателем потребления нефтепродуктов на душу населения и небольшой долей возобновляемой энергии. В связи с этим, в атмосферу попадает большое количество углекислого газа и окислов серы, а в гидросеть — золы и соленых шахтных вод.

Охрана природной среды и предотвращение угроз для человеческой жизни требуют осуществления мероприятий по очистке речной системы, главным образом в верхнем течении и у истоков, ограничению сжигания

каменных и бурых углей, использованию очищенных вод для хозяйственных целей, экономному потреблению питьевых вод, тепловой изоляции жилых домов, переоборудованию промышленности путем ограничения тяжелой промышленности, интенсификации геологических поисков жидкого топлива, развитию новых технологических решений, позволяющих в более широком масштабе использовать такие энергоносители, как геотермальные воды, речная система, солнечная энергия, энергия ветра, энергия биогазов.

Автор считает, что из перечисленных видов возобновляемой энергии наиболее пригодны для реального и быстрого освоения являются геотермальные воды, которые могут обеспечить свыше десяти процентов потребляемой энергии в стране. Согласно имеющимся данным, основные ресурсы термальных вод приурочены к мезозойским (главным образом, лейасовым) породам Щецинско-Лодского и Грудзендз-Варшавского суббассейнов и к третичным и мезозойским породам Подгалльского суббассейна. В последнем регионе термальные воды слабо минерализованы и отличаются высоким артезианским напором. По этой причине, а также учитывая высокие природные и культурно-бальнеологические достоинства Предкарпатья, принято решение соорудить здесь первого в Польше геотермального предприятия. Буровыми работами выявлены в этом регионе, кроме термальных вод, также и залежи природного газа, которой тоже будет способствовать сокращению энергии, потребляемой за счет углей.

На площади Польской низменности первые геотермальные предприятия проектируются в районах Унеюв—Лодзь и Скерневице—Жирардув.