

WODY MINERALNE W SOPOCIE

W okresie kilku ostatnich lat Instytut Geologiczny znacznie zintensyfikował badania wód mineralnych. W latach 1970—73 wykonano kilka poszukiwawczych otworów hydrogeologicznych, w których rozpoznane zostały wody mineralne. Są to otwory: Łągów Lubuski IG-1, Polańczyk IG-1, Sopot IG-1, Ustroń IG-3. Obecnie prowadzone są wiercenia w Rabce i Trzebnicy. Zamierzenia w tej dziedzinie są jeszcze bardziej ambitne, gdyż projektuje się poszukiwania wód mineralnych w Karpatach, Sudetach oraz na Niżu Polskim.

W planach rozwoju uzdrowisk w Polsce ważne miejsce zajmuje wybrzeże Bałtyku, w obrębie województwa gdańskiego. Do miejscowości, w których powstaną w przyszłości uzdrowiska, zaliczono tu: Jastrzębią Górę, Juratę, Kąty Rybackie, Krynice Morską, Lubiatowo, Łebę, Piaski i Sopot. W dwóch spo-

śród tych miejscowości, a mianowicie w Krynicy Morskiej i Sopocie, wody mineralne zostały już rozpoznane w otworach Instytutu Geologicznego, a same otwory przekazano do eksploatacji. O możliwości ujmowania wód mineralnych w pozostałych miejscowościach można znaleźć pewne informacje w innej pracy autora (3).

Prace nad koncepcją poszukiwania wód mineralnych w Sopocie mają już dość długą historię. W 1963 r. J. Dowgiałło zaprojektował otwór, którego zadaniem miało być zbadanie wód mineralnych w utworach triasu. Główne założenia tego projektu zostały opublikowane przez tego autora w 1967 r. (1). Ze względu na fakt, iż Instytut Geologiczny przewidywał wykonanie w Sopocie głębokiego otworu, w celu rozpoznania utworów cechsztynu, z wykonania otworu hydrogeologicznego zrezygnowano. Odstąpie-

nie od realizacji również tego zamierzenia było powodem, iż w 1971 r. Instytut Geologiczny opracował projekt hydrogeologicznego otworu poszukiwawczego Sopot IG-1. Autor projektu (Z. Płochniewski) oparł koncepcję poszukiwania wód mineralnych na wspomnianych już pracach J. Dowgiałły. Zaprojektowany został otwór do głębokości 1100 m.

Zadanie geologiczne otworu Sopot IG-1 polegało na:

- 1) rozpoznaniu profilu hydrochemicznego na terenie Sopotu,
- 2) dostarczeniu wody mineralnej do celów leczniczych dla potrzeb przyszłego uzdrowiska.

W projekcie przewidywano osiągnięcie utworów cechsztynu i opróbowanie hydrochemiczne utworów triasu oraz ewentualnie jury. W celu zapewnienia realizacji obu wymienionych zadań otwór został zlokalizowany na terenie przyszłego zakładu balneologicznego w Sopocie. Wiercenia i badania hydrogeologiczne zostały wykonane przez Przedsiębiorstwo Geologiczne z Warszawy w latach 1972—73.

PROFIL GEOLOGICZNY I HYDROGEOLOGICZNY OTWORU

Otwór osiągnął głębokość 1173,2 m, przy czym od 1159,5 m wiercony był w utworach cechsztynu. Ze względu na brak wapieni w stropie tych utworów podjęto decyzję o zakończeniu wiercenia. Tak więc otwór Sopot IG-1 wykazał, że utwory cechsztynu nie zawierają w stropie warstw wodonosnych.

Profil litologiczny i stratygraficzny otworu Sopot IG-1 przedstawiony jest orientacyjnie na rycinie. Został on opracowany na podstawie rdzenia, próbek okruchowych oraz wyników badań geofizycznych. Ostateczną wersję tego profilu opracowano na podstawie materiałów przygotowanych przez następujących pracowników Instytutu Geologicznego: K. Dayczak-Celikowską, J. Dembowską, M. Jaskowiak-Schoeneichową, Z. Płochniewskiego, A. Szyperko-Sliwczynską oraz przez geologa dozoru z Przedsiębiorstwa Geologicznego Warszawa — J. Chaładusa.

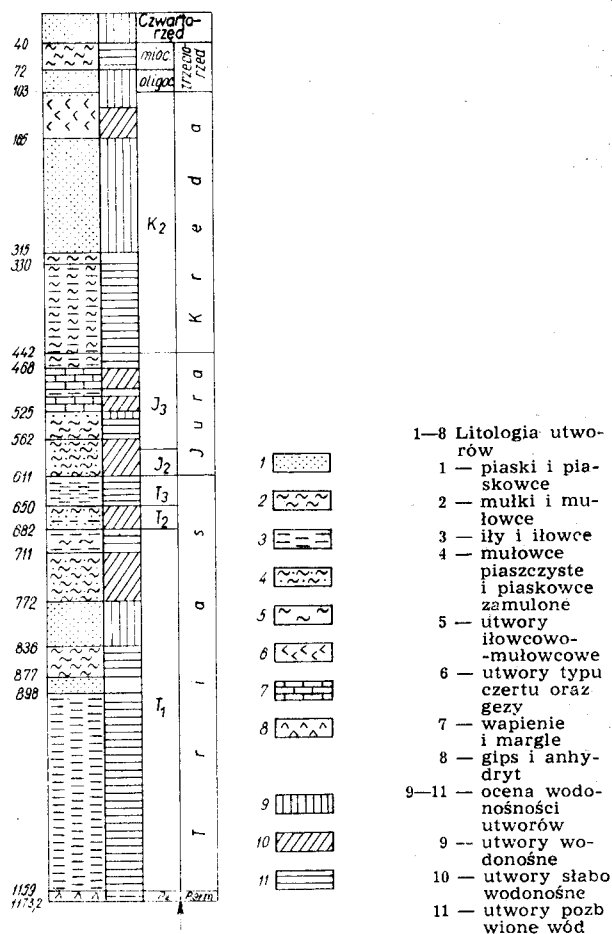
Pełną charakterystykę hydrogeologiczną tych utworów można podać tylko na podstawie opróbowania hydrogeologicznego. Było ono wykonane w obrębie utworów triasu. Dlatego też charakterystykę wodonosności pozostałej części profilu trzeba oprzeć na litologii i na wynikach badań geofizycznych. Charakterystyka ta podana jest niżej w bardzo dużym uproszczeniu.

Utwory czwartorzędowe stanowią dobry poziom wodonosny, który jest powszechnie eksploatowany. W omawianym otworze miąższość tych utworów wynosi 40 m, ale nie były one opróbowane. Ważną sprawą jest ochrona występujących tu wód przed zasoleniem, jakie może powstać przy samowypływie wody z otworu lub w wyniku ucieczek z rurociągów i zbiorników. Zjawiska takie znane są z innych uzdrowisk (np. Ciechocinek). W przypadku dzielnicy uzdrowskiej w Sopocie sprawa ta jest bardzo istotna, gdyż w pobliżu otworu Sopot IG-1 istnieje ujęcie wód zwłokłych z utworów czwartorzędowych.

Utwory trzeciorzędowe w Sopocie rozpoznane są dość dobrze i wiadomo, że zawierają one wody zwykłe. W otworze Sopot IG-1 utwory miocenu są niemal bezwodne, natomiast korzystne warunki hydrogeologiczne stwierdzono w dolnej części utworów trzeciorzędowych, którą zaliczono do oligocenu.

Utwory kredowe stanowią interesujący i ważny poziom wodonosny, ale nie był on opróbowany. W obrębie tych osadów otworu nie rdzeniowano, trudno jest więc podać ich charakterystykę hydrogeologiczną. Ogólnie można stwierdzić, że wodonosne są utwory na głębokości 103—120 i 165—315 m. Zawierają one wody słodkie, lecz nie można wykluczyć, że w dolnej ich części występują wody o mineralizacji około lub ponad 1 g/l.

Utwory jury nie zostały opróbowane w omawianym otworze, nie badano ich również w innych otworach w rejonie Gdańska. Jura górna reprezentowana



Schematyczny profil litologiczno-stratygraficzny i hydrogeologiczny otworu Sopot IG-1.

jest głównie przez wapienie i margle, a tylko pośrednio przez piaskowce (525,0—530,5 m). Wapienie są margliste i dlatego nie stanowią one zapewne dobrego wodonosca, choć niewątpliwie zawierają pewne ilości wód szczelinowych.

Utwory jury środkowej mają stosunkowo niewielką miąższość i są reprezentowane przez mułowce piaszczyste z przewarstwieniami piaskowców i mułowców marglistych. Zawodnienie takich utworów jest małe i poziom ten nie ma znaczenia praktycznego. Stwierdzenie to dotyczy tylko omawianego rejonu, gdyż kilkadziesiąt kilometrów od Sopotu w utworach środkowej i dolnej jury występują znaczne ilości wody mineralnej. Wody w utworach jury w otworze Sopot IG-1 należą niewątpliwie do wód mineralnych typu Cl-Na.

Utwory triasu reprezentowane są przez wszystkie główne ogniwa stratygraficzne. Stropowa część ich profilu należy do kajpru, a być może również do retyku. Jest to kompleks utworów całkowicie bezwodnych (w sensie praktycznego znaczenia wody).

Utwory wapienia muszlowego stanowią bardzo słaby wodonosiec. Są to mułowce piaszczyste z przewarstwieniami piaskowca, ilowca i wapienia. Stosunkowo najkorzystniejsze warunki istnieją zapewne w strefie głębokości 662,5—682,0 m, gdzie znaczną część profilu stanowią piaskowce drobnziarniste.

Utwory pstrego piaskowca były tym poziomem wodonosnym, który przewidywano ująć do eksploatacji i w związku z tym zostały one najlepiej rozpoznane. Informacji o nich dostarczyło rdzeniowanie, badania geofizyczne oraz opróbowanie hydrogeologiczne. W strefie 682,0—836,0 m występują utwo-

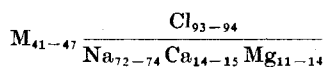
ry zaliczane do serii polczyńskiej. Od ich stropu do 711 m są to wyłącznie ilowce i mułowce, tj. utwory bezwodne. Głębiej wzrasta stopniowo ilość piaskowców, przy czym od głębokości 772,0 m wyraźnie przeważają one w profilu. Strop warstwy wodonośnej trudno jest ustalić ze względu na stopniowe przechodzenie utworów mułowcowo-ilowcowych w piaskowcowo-piaszczyste. Poniżej 772 m następuje polepszenie uziarnienia tych utworów i dlatego głębokość tę uznano za strop warstwy wodonośnej. Najkorzystniejsze własności filtracyjne utworów stwierdzono w strefie 800—836 m. Są to piaskowce i piaski drobnoziarniste, które tylko w części spągowej zawierają przerosty ilowcowo-mułowcowe. Do oprobowania wytypowano odcinek otworu na głębokości 800,0—833,5 m. Na istnienie najkorzystniejszych warunków w tej strefie wskazywały rdzenie i wyniki badań geofizycznych. Woda mineralna z tego poziomu ujęta została do eksploatacji. Omawiana warstwa wodonośna charakteryzuje się dużą wydajnością (ponad 40 m³/h) i wysokim ciśnieniem wody (zwierciadło stabilizuje się 17,8 m npt).

Na głębokości 836,0—898,0 m występują utwory zaliczane do serii pomorskiej. Są to głównie ilowce i mułowce, ale piaskowce również odgrywają ważną rolę, gdyż ogólna ich miąższość wynosi 27 m (występują w postaci dwóch warstw). Główna warstwa wodonośna tej serii leży na głębokości 877—891 m. Po sferforowaniu rur w tej strefie stwierdzono dopływ wody szacowany na przynajmniej kilka m³/h. Zwierciadło wody ustabilizowało się 4 m npt (6,2 m npm). W otworze powstały bardzo duże zasypy i z tego względu zrezygnowano z dalszych prób ujmowania tej warstwy do eksploatacji. W strefie głębokości 898,0—1159,5 m utwory triasu reprezentują wyłącznie bezwodne ilowce i mułowce, zaliczane do pstrego piaskowca dolnego.

Utwory permu występują poniżej głębokości 1159,5 m i są wykształcone w postaci anhydrytów i gipsów. Do stropu cechsztynu wiercono w celu zbadania, czy występują tu wapienie. Pogląd o możliwości ich napotkania wynikał z analogii do rejonu Pucka, gdzie uzyskano z nich dopływy do kilku m³/h. Otwór Sopot IG-1 pozwala jednoznacznie stwierdzić, że stropowa część utworów cechsztynu jest bezwodna.

OPRÓBOWANIE HYDROGEOLOGICZNE OTWORU

Nie ma potrzeby szczegółowego omawiania badań hydrogeologicznych w otworze Sopot IG-1, podane więc zostaną tylko najważniejsze informacje o tych badaniach oraz ich wyniki. Ze względu na brak utworów wodonośnych w stropie cechsztynu dolna część otworu została zlikwidowana do głębokości 948,5 m. Następnie wykonano perforację rur w strefie 873,5—891,0 m, uzyskując niewielki samowypływ wody. Pomimo płukania i czyszczenia otworu wydajność była mała i dlatego wykonano powtórny perforację rur. Sferforowano nieco inny odcinek: 875,0—893,0 m. Wydajność wody wzrosła, ale w otworze powstawały ogromne zasypy (w skrajnym przypadku nawet na wysokość kilkuset metrów). Stwierdzono, że dopływy wody do otworu wynoszą przynajmniej kilka m³/h, a zwierciadło wody stabilizuje się około 4 m npt. Analizy wody wykazały, że jej mineralizacja wynosi około 41—47 g/l. Skład chemiczny wody można zapisać w następujący sposób:



Zawartość jodu wynosiła 3,27—4,00 mg/l, bromu 96—125 mg/l, zaś ilość kwasu metaborowego określono na 59 mg/l.

Ze względu na bardzo duże trudności przy likwidowaniu zasypów zrezygnowano z ujmowania tej

warstwy. Rezygnując z dalszych badań zapewniono jednak możliwość powrotu do tego horyzontu: do głębokości 854 m pozostawiono zasyp, a w strefie 839—854 m wykonano korek cementowy. W razie potrzeby (zbyt małe dopływy ze strefy 800,0—833,5 m) można byłoby zwiercić korek, usunąć zasyp i bez ponownej perforacji prowadzić dalsze badania tego horyzontu.

Dopływ wody z horyzontu 800,0—833,5 m wywołano również przez perforację rur w otworze. Po przepłukaniu otworu i zlikwidowaniu zasypu przystąpiono do badań hydrogeologicznych. Trwały one bardzo długo: od 10 III do 4 V 1973 r. Powodem tego było powstawanie zasypów (niewielkich) w początkowym okresie badań oraz trudności techniczne z przeprowadzeniem pompowania.

Podczas tych badań ustalono, że zwierciadło wody stabilizuje się na wysokości 17,8 m npt, co odpowiada rzędnej 20,0 m npm. Po długim okresie oczyszczania otworu z płuczki wiertniczej przeprowadzono pomiary samowypływu wody na różnych wysokościach nad powierzchnią terenu: 2, 3, 7 i 12 m. Największą wydajność uzyskano oczywiście na wysokości 2 m npt — 43,88 m³/h. Maksymalna wydajność otworu jest znacznie większa, lecz ze względu na bezpieczeństwo eksploatacji nie była ona sprawdzana i ustalana. Chodzi mianowicie o to, że utwory wodonośne wykształcone są w postaci piaskowców słabozwężnych i piasków, co przy obniżeniu zwierciadła wody grozi powstawaniem zasypów. Rolę filtra spełnia bowiem rura sferforowana w otworze metodą przyjętą dla głębokich otworów. Obecność piasków w warstwie wodonośnej została potwierdzona powstawaniem zasypów podczas pompowania wody kompresorem. Maksymalne zapotrzebowanie na wodę wynosi 36 m³/h i nie ma potrzeby stosowania takiego systemu eksploatacji, który może wywołać komplikacje (zasypy).

Niezwykle istotna dla eksploatacji wód mineralnych jest trwałość wydajności otworu. Pojęcie to ma dwa aspekty: 1) techniczny, tj. trwałość samego otworu oraz 2) przyrodniczy, tj. trwałość zasobów wody (wielkość i odnawialność). Trwałość omawianego otworu, w aspekcie technicznym, uzależniona jest od korozyjnych własności wody oraz od powstawania zasypów. Woda ma wysoką mineralizację chlorkowo-sodową i rury będą silnie korodować. Według tego kryterium żywotność otworu można oceniać na około 20 lat. Obecnie otwór jest zatłoczony wodą zwykłą, dla zabezpieczenia przed korocją.

Omawiane wody można uznać za reliktywne wody morskie (m. in. J. Dowgiałło, Z. Płochniewski, M. Szpakiewicz — 2), nie są one więc odnawialne i sprawa ich trwałości jest bardzo istotna. Budowa geologiczna rejonu oraz wyniki oprobowania otworów: Sopot IG-1, Gdańsk IG-1 i Krynica Morska IG-1 wskazują na to, że mamy tu do czynienia z dużym zbiornikiem wodonośnym. Można więc mieć pewność, że uzyskana wydajność wody z otworu Sopot IG-1 będzie trwała. Podczas oprobowania tego otworu, z ujętej warstwy na głębokości 800,0—833,5 m, wydobyto ogółem około 33 tys. m³ solanki i nie stwierdzono pogorszenia się parametrów złożowych.

Skład chemiczny wody ujętej do eksploatacji badany był w laboratorium „Balneoprojektu”, w Laboratorium Głównym IG, a także w Zakładzie Hydrogeologii IG (ogółem 10 analiz). Pomimo pewnych różnic w wynikach analiz, wodę można określić jednoznacznie jako chlorkowo-sodową, jodkową, bromkową, borową — o mineralizacji 42,5—44,8 g/l (patrz tabela). W wodzie z omawianej warstwy zbadano również zawartość radonu. Wykonano 6 oznaczeń radonu, przy różnej wydajności wody, uzyskując wyniki od 2,4 do 4,3 nCi.

Przeprowadzone analizy wskazują na to, że skład chemiczny wody (może z wyjątkiem radonu) nie jest uzależniony od wydajności wody. Różnice w wynikach analiz wody, pobranej przy różnych jej wy-

WYNIKI ANALIZ CHEMICZNYCH WODY

Składnik chemiczny lub cecha wody	Wynik analizy	
	mg/l	% mval
Sód, Na ⁺	11 400—12 600	69,8—71,1
Potas, K ⁺	84—100	0,30—0,33
Wapń, Ca ²⁺	2 239—2 332	14,3—16,4
Magnez, Mg ²⁺	1 091—1 245	11,4—20,0
Bar, Ba ²⁺	nie wykryto	—
Stront, Sr ²⁺	50	—
Żelazo, Fe ³⁺	0,00—2,54	—
Mangan, Mn ²⁺	0,10—0,45	—
Chlorki, Cl ⁻	25 000—26 355	94,7—95,00
Brom, Br ⁻	109,2—138,0	0,18—0,20
Jod, J ⁻	2,85—5,77	0,00—0,006
Siarczany, SO ₄ ²⁻	1 757—1 824	4,75—5,00
Wodorowęglany, HCO ₃ ⁻	61—81	0,13—0,25
Azotyny, NO ₂ ⁻	nie wykryto	—
Azotany, NO ₃ ⁻	nie wykryto	—
Kwas metakrzemowy, H ₂ SiO ₃	9,2	—
Kwas metaborowy, HBO ₂	59,1	—
Sucha pozostałość	42 500—44 882	—

dajnościach, są mniejsze niż różnice, wynikające z wykonania analiz tych samych próbek przez różne laboratoria. Temperatura wody po wypłynięciu jej na powierzchnię terenu wynosi 18,5°C.

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA WÓD MINERALNYCH Z OTWORU SOPOT IG-1

Wykorzystanie wód mineralnych do celów leczniczych jest możliwe w przypadku, gdy wody te mają odpowiedni skład chemiczny oraz znaczną wydajność i ciśnienie; pożądana też jest wysoka temperatura wody. Wymagania te nie są ściśle określone, ale ich znaczenie jest tak oczywiste, że nie wymaga szczegółowego omawiania.

Na podstawie wyników, uzyskanych dla otworu Sopot IG-1, wykorzystanie wód mineralnych do celów leczniczych można uznać za bardzo opłacalne: skład chemiczny wody pozwala na jej wykorzystanie do kąpiele leczniczych, bez rozcieńczania lub po niewielkim rozcieńczeniu; wydajność wody jest tak znaczna, że przewyższa maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na wodę przyszłego uzdrowiska; ciśnienie wody jest bardzo duże i jej pobór będzie prowadzony samowypływem; warunki artezyjskie zapewniają dogodną i bardzo taną eksploatację, gdyż nie ma potrzeby stosowania pompy, która w wodzie słonej ulega korozji (wg pomiarów samowypływu można stwierdzić, że woda dopłyne samoczynnie nawet na III piętro budynku). Najmniej korzystnym parametrem ujętej wody jest temperatura, która wynosi 18,5°C, co nie pozwala na stosowanie wody do kąpiele bez podgrzewania. Istotne jest jednak, że do jej podgrzewania potrzebna będzie niewielka ilość ciepła.

Na podstawie przeprowadzonych badań hydrogeologicznych można więc stwierdzić, że woda z otworu Sopot IG-1 nadaje się do wykorzystania jako surowiec balneologiczny. W związku z tym Instytut Geologiczny przekazał otwór Wojewódzkiemu Szpitalowi Reumatologicznemu w Sopocie. W dyspozycji tego szpitala znajduje się stary zakład przyrodolecznicy, wykorzystujący do celów leczniczych wodę morską. Uruchomienie nowego zakładu tego typu przewiduje się w 1977 r., z lokalizacją w rejonie wykonanego otworu.

Istnieje również możliwość wykorzystania wody mineralnej z omawianego otworu, jeszcze przed wybudowaniem nowego zakładu przyrodoleczniczego.

Zwracał na to uwagę Instytut Geologiczny w dokumentacji zasobów wody dla tego otworu oraz prasa gdańska. Chodzi mianowicie o doprowadzenie wody do istniejącego zakładu, tj. o wykonanie rurociągu o długości około 1 km. Celowość wykonania takiego rozwiązania staje się oczywista, gdy uwzględnimy, że rurociąg można przeprowadzić w bardzo łatwych warunkach terenowych (plaża).

PODSUMOWANIE WYNIKÓW WIERCENIA

Najważniejsze wyniki wiercenia można przedstawić następująco:

1. Ustalono głębokość do stropu utworów cechsztynu.
2. Stwierdzono, że w stropowej części utworów cechsztynu brak utworów wodonośnych.
3. Zbadano zawodnienie utworów pstrygo piaskowca, a na podstawie litologii utworów oceniono wodonośność pozostałych.
4. Otwór dostarczył dużej ilości wody mineralnej, która będzie wykorzystywana do celów leczniczych.
5. Ustalona wydajność wody mineralnej wynosi 44 m³/h samowypływem, co z nadwyżką pokrywa zapotrzebowanie przyszłego uzdrowiska (odrębną sprawę stanowi wykonanie otworu awaryjnego).
6. W trakcie opróbowania otworu poczyniono pewne spstrzeżenia metodyczne, dotyczące wpływu płuczki na wodonosiec oraz porównywalność współczynników filtracji określonych różnymi metodami.

LITERATURA

1. Dowgiałło J. — Koncepcja poszukiwania wód leczniczych na terenie Sopotu. Komitet Badań Morza PAN. Warszawa, 1967.
2. Dowgiałło J., Płochniewski Z., Szpakiewicz M. — Mapa wód mineralnych Polski 1:1 500 000. Wyd. Geol. (w druku).
3. Płochniewski Z. — Możliwości wykorzystania wód mineralnych do celów leczniczych w województwie gdańskim (w druku).

SUMMARY

The drilling Sopot IG-1 was made in the years 1972—73. Geological objective of that drilling was to recognize hydrochemical profile down to the top surface of the Zechstein. Practical aspect was to catch mineral waters for the use of the planned Sopot resort. The drilling reached the depth 1173.2 m, penetrating the top of the Zechstein at the depth of 1159.5 m. The Zechstein is here represented by anhydrites. Limestones occurring in the neighbouring areas of Puck and Hel are missing here.

Hydrogeological sampling was made within the Triassic strata, strictly speaking within the Bundsandstein. Two aquifers were sampled effecting self-flow of brine. For exploitation purposes water was taken from a layer at the depth 772—836 m; pipe perforations were made at the depth 800.0—833.5 m. The output of self-flow water at the level 2 m above ground surface is about 44 m³/h. Water table is stabilized 17.8 m above ground surface. Mineralization level of the water equals 44 g/l. According to the principles of mineral water classification, widely accepted in Poland, the water can be defined as chlorine-sodium, iodine, bromium, boron, or radone.

The drilling Sopot IG-1 has been given to District Rheumatological Hospital in Sopot. The article contains relevant information about the drilling IG-1 with special consideration of the use of the mineral water for curing purposes.

РЕЗЮМЕ

В 1972—73 гг. была пройдена скважина Сопот ИГ 1, целью которой было вскрытие гидрохимического разреза по кровлю цехштейна включительно. Кроме того, преследовалась практическая цель каптаж минеральных вод для будущего курорта в Сопоте. Скважина достигла глубины 1173,2 м, причем кровля цехштейна была пройдена на глубине 1159,5 м. Породы цехштейна представлены ангидритами. Известняки, известные в этом интервале по району Пуцка и п-ва Хель, здесь отсутствуют.

Гидрогеологическое опробование охватывало породы пестрого песчаника в интервале триаса. Опробовались два водоносных слоя, которые дали са-

моизлияние минеральных вод. Эксплуатационный каптаж произведен в слое интервала 772—836 м, а перфорация труб на глубине 800,0—833,5 м. Дебит составляет около 44 м³/час с самоизлиянием на высоте 2 м над поверхностью. Зеркало воды устанавливается на высоте 17,8 м над поверхностью. Минерализация воды составляет 44 г/л. Согласно применяющейся в Польше классификации минеральных вод рассматриваемая вода относится к хлоридно-натриево-иодистых, бромных вод с содержанием бора и радона.

Скважина Сопот ИГ 1 была сдана Ревматологической больнице в г. Сопоте. В статье представлены основные данные по этой скважине с оценкой пригодности вскрытой минеральной воды для лечебных целей.