

## ROZPOZNANIE HYDROGEOLOGICZNE WÓD ZWYKŁYCH W SUDETACH I PROBLEMY DAJSZYCH BADAŃ

UKD 551.24:551.734.5/.735.1](234.57):061.3

Złożona budowa geologiczna Sudetów ma decydujące znaczenie w kształtowaniu ich warunków hydrogeologicznych. Złożoność ta wynika z obecności różnych formacji geologicznych, reprezentowanych przez skały krystaliczne i osadowe zróżnicowane pod względem litologii, wykształcenia facyjnego, stopnia diagenety oraz zaangażowania tektonicznego. Tektonika wyraża się obecnością form fałdowych, stref nieciągłości i różnokierunkowych spękań. Niektóre typy skał zarówno krystalicznych, jak i osadowych, charakteryzują się niskim stopniem szczelino-wości, co wpływa na ograniczenie przepływu wody. Od czynników geologiczno-genetycznych zależy więc pojemność wodna skał, właściwości filtracyjne, spadki hydrauliczne i układ ciśnień piezometrycznych.

Badania hydrogeologiczne w Sudetach prowadził Instytut Geologiczny, Instytut Nauk Geologicznych uniwersytetu we Wrocławiu, Instytut Nauk Geologicznych PAN, Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu, instytucje podległe byłemu Zjednoczeniu Uzdrawisk Polskich oraz inne instytucje, które prowadziły badania istotne z punktu widzenia hydrogeologicznego, jak np. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej i inne. Badania te miały zdecydowanie charakter regionalny i dotyczyły krążenia wód podziemnych w aspekcie zasilania, przepływu i drenażu, poznania właściwości hydrogeologicznych skał tworzących poziomy wodonośne w różnych piętrach hydrogeologicznych.

Wynikiem ich są arkusze Przeglądowej mapy hydrogeologicznej 1:300 000 i 1:200 000, wydane przez Instytut Geologiczny, liczne publikacje o charakterze syntez i artykułów problemowych, wydane przez Instytut Geologiczny oraz Uniwersytet Wrocławski. Dotyczą one różnych zagadnień hydrogeologicznych wód słodkich i zmineralizowanych. Pokażna jest liczba tych publikacji, która wynosi ok. 130 pozycji publikowanych i opracowań archiwalnych. Ze względu na ograniczoną objętość niniejszego artykułu, autorzy byli zmuszeni odstąpić od pierwotnego zamiaru omówienia chociażby najważniejszych pozycji autorskich i podania bibliografii. Bibliografia literatury hydrogeologicznej w Sudetach będzie w związku z tym tematem osobnej publikacji, przygotowywanej przez Zakład Hydrogeologii Uniwersytetu Wrocławskiego.

Wyniki badań hydrogeologicznych w Sudetach były

też demonstrowane na kilku konferencjach i sympozjach naukowych. Najważniejszymi były: zjazd PTG w Świdnicy w 1975 r., sympozjum w Łądku Zdroju w 1982 r. i w Bierutowicach w 1986 r.

Dotychczasowe badania hydrogeologiczne w Sudetach wyjaśniły w dużej mierze nie tylko właściwości fizyczno-chemiczne wód podziemnych, ale pozwoliły też spojrzeć na ich wiek i genezę, a także procesy, jakim te wody podlegają. Należy podkreślić, że prowadzone na szeroką skalę regionalne badania hydrogeologiczne przez Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu i badania związane z budową ujęć wód podziemnych miały podstawowe znaczenie w poznaniu wielu problemów hydrogeologicznych w różnych obszarach Sudetów: — rejon Wałbrzycha, Krzeszowa, Kudowy, Dusznik, Kotliny Kłodzkiej, Wlenia i wielu innych. W ten sposób został zgromadzony duży materiał naukowy, który pozwolił już na pewne uogólnione syntezy, ukazał złożoność problematyki hydrogeologicznej Sudetów i pozwolił wytyczyć nowe kierunki badawcze. Naskicowanie tych problemów jest celem niniejszego artykułu, publikowanego z okazji 58 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Główny nacisk został położony na wody zwykłe, z pominięciem wód mineralnych, ze względu na ich pewną odrębność, przede wszystkim genetyczną, na omówienie której nie pozwalają wąskie ramy niniejszego artykułu. Stan rozpoznania hydrogeologicznego przedstawia tabela.

### ROZPOZNANIE HYDROGEOLOGICZNE SUDETÓW W POSZCZEGÓLNYCH PIĘTRACH

Rodzaj badań	Piętro hydrogeologiczne							Razem
	Q	Tr	K	T+P	C	D	E	
Otwory hydrogeologiczne	621	1105	162	87	259	110	259	2603
Pomiary źródeł	21	2	62	55	106	19	174	439

Q — czwartorzęd; Tr — Trzeciorzęd; K — Kreda; T+P — trias i perm; C — Karbon; D — Devon i starszy paleozoik; E — Prekambr.

W dużym stopniu poznano też skład chemiczny wód, co pozwoliło ustalić zarówno ich jakość, jak i dostarczyło danych do interpretacji ich genezy, w tym przede wszystkim wód leczniczych.

W profilu geologicznym Sudetów występują utwory prekambryjskie i paleozoiczne wszystkich okresów, z intruzjami skał magmowych, skałami wulkanicznymi i zmetamorfizowanymi, utwory mezozoiczne triasu i kredy oraz kenozoiczne trzeciorzędu i czwartorzędu ze skałami wylewnymi. Wymienione formacje tworzą różne jednostki geologiczno-strukturalne. W obrębie ich można wydzielać jednostki hydrogeologiczne różnego rzędu, piętra i poziomy wodonośne.

## PIĘTRO WODONOŚNE UTWORÓW PREKAMBRU, STARSZEGO PALEOZOIKU I SKAŁ MAGMOWYCH

Piętro to tworzą skały wulkaniczne i metamorficzne – prekambryjskie i paleozoiczne młodsze oraz intruzje magmowe. Wodonośność ich determinowana jest rozwojem warstwy zwietrzelinowej oraz szczelinowatością.

Warstwa zwietrzelinowo-rumoszowa ogólnie jest bardziej rozwinięta w obrębie skał magmowych niż w metamorficznych. Miąższość warstwy zwietrzelinowej jest zmienna, najczęściej w przedziale 2–10 m. Profil zwietrzelinowy jest typowy. Materiał drobnoziarnisty, przeważnie gliniasty od powierzchni terenu stopniowo przechodzi w warstwę rumoszu drobnego, następnie grubego i wreszcie w nagromadzenie bloków skalnych, wyruszonych z podłoża na stromych zboczach.

Właściwości hydrogeologiczne warstwy zwietrzelinowej są bardzo zmienne, jak to wskazują H. Kryza, J. Kryza i in. M. Michniewicz np. podaje dla zwietrzelin gnejsów i innych skał zmetamorfizowanych, współczynnik filtracji w granicach 0,05–30 m/d, a granitoidów – 10 m/d.

Poniżej warstwy zwietrzelinowej wodonośność skał krystalicznych związana jest wyłącznie ze szczelinowatością. Największe przepływy występują w strefach spekań tektonicznych. Wydajności z pojedynczych otworów wynoszą najczęściej kilka do kilkunastu m<sup>3</sup>/h, rzadziej są wyższe – od 50 m<sup>3</sup>/h (np. Góry Sowie). Współczynniki filtracji, obliczone na podstawie próbnych pompowań, wynoszą od 10 do 20 m/d. Nie ustalono dotychczas poglądu o głębokości zawodnienia skał krystalicznych. Niektórzy badacze (M. Różycki i in.) wydzielają kilka zawodnionych stref głębokościowych; maksymalną do ok. 500 m poniżej lokalnej podstawy drenażu. Biorąc pod uwagę rzędne lokalnej bazy drenażu, którą w Sudetach wyznaczają m. in. dolina Bobru i Nysy Kłodzkiej, można przyjąć, że sugerowana głębokość zawodnienia jest możliwa. Użytkowa głębokość poboru wód rzadko jednak przekracza 100 m, jak to wykazują dotychczasowe wiercenia studienne.

Obszary występowania skał krystalicznych, tworząc w Sudetach wyniesienia morfologiczne nie tylko w postaci kopuł, ale i wielokilometrowych grzbietów, są strefami zasilania wód podziemnych. Wśród skał krystalicznych tworzących te grzbiety i wyniesienia wyższą wodonośnością charakteryzują się skały wulkaniczne. Dlatego całkowita powierzchnia zasilania jest znaczna. Dzięki warstwie zwietrzelinowej istnieje ciągłość przepływu wód infiltrujących.

Utwory starszego paleozoiku (kambru, ordowiku, syluru i dewonu) są praktycznie bezwodne i w hydrogeologii Sudetów nie odgrywają istotnej roli, poza lokalnymi strefami krasu w obrębie wapieni krystalicznych.

## KARBOŃSKIE PIĘTRO WODONOŚNE

Hydrogeologiczne warunki w karbonie są słabo rozpoznane, a dotychczasowe wyniki opracowała B. Mroczkowska.

Karbon dolny, wykształcony w postaci szarogłazów i zlepieńców, jest słabo wodonośny. Bardziej wodonośne są jedynie zwietrzeliny i to zmiennie, gdyż są w przewodzie ilaste i tym samym nie prowadzą większych ilości wód.

Wodonośność karbonu górnego jest znacznie większa. Najlepiej rozpoznano ją w rejonie wałbrzyskich i noworudzkich kopalń węgla. W utworach karbonu górnego, reprezentowanych przez zlepieńce, piaskowce, łupki i węgle, najbardziej zawodnione są zlepieńce i piaskowce. Studnie wykonane w tych utworach osiągają sporadycznie wydajność rzędu 100 m<sup>3</sup>/h, najczęściej od kilku do 30 m<sup>3</sup>/h przy depresjach 20–90 m. Obliczone na podstawie próbnych pompowań współczynniki filtracji wynoszą 0,25–12 m/d. Wartość tych parametrów zależy w równym stopniu od porowatości, jak i szczelinowatości. Zwietrzeliny karbonu górnego są również bardziej ilaste. Współczynnik filtracji warstwy rumoszowej nie przekracza kilku metrów na dobę. Drenaż źródłowy w obrębie utworów górnego karbonu jest znikomy, w przewodzie reprezentowany przez wysięki i wycieki o bardzo małej wydajności. Należy zaznaczyć, że stosunkowo wysoki dopływ wód podziemnych do kopalń węgla w niecce wałbrzyskiej jest wynikiem nie zasobności wodnej karbonu, lecz wyjątkowo korzystnych warunków infiltracji wód powierzchniowych i retencjonowaniem ich w bogato rozwiniętym systemie starych zrobów górniczych, co wykazują T. Bocheńska i B. Mroczkowska. Poza strefą odwadniającego wpływu kopalń – wodonośność karbonu jest niewielka, na co wskazał już M. Różycki i inni.

## PERMSKIE PIĘTRO WODONOŚNE

Osadowe wodonośne piętro permskie reprezentują utwory czerwonego spągowca i cechsztynu. Występują one w obszarach depresyjnych niecek sudeckich, a wykształcone są jako gruba seria osadów klastycznych – zlepieńców i piaskowców o spoiwie krzemionkowym i żelazisto-ilastym. Przepływ wód podziemnych odbywa się głównie szczelinami. Największe przepływy wód i największe wydajności studni występują w szczelinowatych strefach tektonicznych. Podwyższoną wodonośność stwierdzono w utworach czerwonego spągowca w synklinorium śródsudeckim w rejonie Wałbrzych – Kamienna Góra. Kilkaście otworów studziennych wykonanych przez Przedsiębiorstwo Geologiczne wykazało tu wydajności do 27 m<sup>3</sup>/h, a pojedyncze do 100 m<sup>3</sup>/h przy depresjach do 50 m. Współczynniki filtracji, obliczone na podstawie pompowań, wynoszą 0,86–6 m/d. W rejonie tym utwory czerwonego spągowca i górnego karbonu tworzą wspólny zespół pięter, gdyż są połączone hydraulicznie.

Podobnie jak w synklinorium śródsudeckim wykształcony jest czerwony spągowiec w synklinorium północnosudeckim. Drogami przepływu są tu również strefy spekań tektonicznych.

Wyptywy wody z otworów odwodnieniowych nieczynnych już kopalń miedzi Lena i Nowy Kościół wahały się w granicach od kilkunastu do 150 l/min (216 m<sup>3</sup>/d), co świadczy o dużych przepływach w tych utworach.

Z utworów cechsztynu, w synklinorium północnosudeckim, najbardziej wodonośny jest poziom środkowoczechsżyński, wykształcony w postaci wapieni. Rozwinięte są tu procesy krasowe, które niewątpliwie mają duże znaczenie w przepływach wód.

Porowatość wapieni cechsztynu wynosi 25%, a współczynnik filtracji jest rzędu kilkunastu metrów na dobę (W. Zimny). Wydajności otworów studziennych wynoszą zazwyczaj 60–80 m<sup>3</sup>/h (M. Różycki i J. Milewicz).

W synklinorium śródsudeckim utwory cechsztynu występują fragmentarycznie tworząc wspólny poziom wodonośny z utworami triasu i górnej kredy niecki krzeszowskiej.

Zasilanie permskiego piętra wodonośnego głównie odbywa się na jego wychodniach.

### TRIASOWE PIĘTRO WODONOŚNE

Utwory triasowe, podobnie jak permskie występują w strukturach depresyjnych.

W synklinorium północno-sudeckim wodonośny jest pstry piaskowiec i wapień muszlowy. Są to utwory słabo wodonośne (T. Machoń i in.) o współczynniku filtracji zawartym w przedziale 0,005–3 m/d (M. Różycki i in.).

W obrębie synklinorium śródsudeckiego utwory triasu reprezentowane są przez pstry piaskowiec, którego miąższość w niecce krzeszowskiej osiąga wartość 140 m. Właściwości hydrogeologiczne tych utworów są niskie, gdyż zawierają ilaste spoiwo. Wydatek jednostkowy z otworów wynosi 0,1–0,5 m<sup>3</sup>/h · m · s. Według najnowszych poglądów triasowe piętro jest tu hydraulicznie połączone z wodonośnym piętrzem permskim i kredowym, jak to podaje S. Dąbrowski. Zasilanie jest ograniczone, ze względu na niewielkie powierzchnie wychodni utworów triasu.

### KREDOWE PIĘTRO WODONOŚNE

Występowanie wodonośnych utworów kredy ogranicza się do depresyjnych elementów strukturalnych Sudetów. W synklinorium śródsudeckim i w rowie Nysy Kłodzkiej wodonośne są utwory kredy górnej. Rozpoznanie ich jest dość dobre, jak podaje S. Kowalski. Przeprowadzono tu obserwacje stacjonarne wydajności źródeł i wahań zwierciadła wód podziemnych oraz badania właściwości filtracyjnych skał. Liczne wiercenia badawcze i studienne pozwoliły wydzielić i scharakteryzować poziomy wodonośny. Typowe wydajności z otworów wynoszą do 30 m<sup>3</sup>/h, lokalnie powyżej 100 m<sup>3</sup>/h. Według M. Różyckiego i J. Milewicz, największą pojemność wodną mają piaskowce ciosowe koniaku i cenomanu oraz piaskowce i margle turonu. W profilu utworów górnej kredy występuje od 2 do 4 poziomów wodonośnych o sumarycznej miąższości 100–300 m. Poziomy te charakteryzuje wspólna powierzchnia piezometryczna. Współczynniki filtracji utworów piaskowcowych wynoszą najczęściej do 10 m/d, ale są i większe 20–50 m/d. Szczelinowatość ciosowa tych skał decyduje o właściwościach filtracyjnych. Strefy szczelinowatości tektonicznej są drogami wzmoczonych przepływów oraz tworzą połączenia hydrauliczne między różnymi wiekowo poziomami wodonośnymi w obrębie kredy.

W rowie Nysy Kłodzkiej wydajności otworów studziennych osiągają wartości rzędu kilkudziesięciu m<sup>3</sup>/h, a w pojedynczych ponad 100 m<sup>3</sup>/h. Zasilanie utworów kredowych odbywa się bezpośrednio przez infiltrację na obrzeżeniu rowu Nysy, który tworzą Góry Stołowe i Bystrzyckie, a przepływ odbywa się w kierunku osi depresji. O korzystnych warunkach zasilania decyduje też fakt, że utwory kredowe na elewacjach są całkowicie odsłonięte, zwietrzelina ma charakter rumoszu, a duże otwarte szczeliny pionowe i międzywarstwowe ułatwiają infiltrację wód na większe głębokości.

Liczne źródła w Górach Stołowych i Bystrzyckich (S. Kowalski, 1980), niekiedy o dużych wydajnościach, są dowodem intensywnego drenażu piętra kredowego.

Warunki hydrogeologiczne w utworach kredy synkli-

orium północnosudeckiego są słabiej rozpoznane. Utwory kredy górnej litologicznie wykształcone są tu podobnie jak w synklinorium śródsudeckim. Najbardziej wodonośne są piaskowce cenomanu oraz margle i piaskowce turonu. Według dotychczasowych poglądów (M. Różycki i in.), wodonośność utworów kredowych jest tu znacznie mniejsza niż w synklinorium śródsudeckim. Poglądy te ukształtowały się na podstawie niskich dopływów wód do kopalni iłów ceramicznych „Bolko” koło Nowogrodźca i wyliczonych przy tej okazji współczynników filtracji utworów górnokredowych o wartości ok. 5 m/d. Również w otworach wiertniczych wykonywanych w obszarach górniczych istniejących tu kopalni rud miedzi wartości współczynników filtracji były niskie. Niska wydajność utworów górnej kredy w tej strefie wynika z bardziej ilastego charakteru tych skał i z niekorzystnych warunków zasilania wodami opadowymi.

### TRZECIORZĘDOWE PIĘTRO WODONOŚNE

Wodonośne utwory trzeciorzędu, to różnoziarniste piaski miocenijskie, leżące pod ilami pliocenijskimi lub bezpośrednio pod osadami czwartorzędowymi. Na obszarze synklinorium północnosudeckiego tworzą wtórną formę nieckowatą, tzw. nieckę Węglińca. Również w obrębie metamorfiku izerskiego i granodiorytu zawidowskiego wypełniają nieckowate zagłębienia w krystalicznym podłożu, tworząc jednostki hydrogeologiczne niższego rzędu: także niecka Turoszowa i niecka Radomierska.

Miąższość wodonośnych utworów miocenu jest zmienna, przeważnie 30–40 m. Głębokość występowania od kilkunastu do 160 m. Współczynniki filtracji mieszczą się w przedziale 0,7–10 m/d. Wody występujące z reguły pod ciśnieniem, w rejonie Radomierzyc dają samowypływy. Wydajności eksploatacyjne studni wynoszą kilkanaście m<sup>3</sup>/h.

### CZWARTORZĘDOWE PIĘTRO WODONOŚNE

Pod pojęciem czwartorzędowego piętra wodonośnego należy rozumieć osady pochodzenia lodowcowego i rzeczno-lodowcowego bez utworów zwietrzelinowych. Występują one we wszystkich jednostkach strukturalnych Sudetów. Najbardziej wodonośne to piaski rzeczno-lodowcowe i rzeczne, występujące w obrębie dolin rzecznych jako utwory tarasowe lub utwory starszego zasypania. Piaski te tworzą poziomy wodonośny w dolinach większych rzek, takich jak: Bóbr, Kwisa, Nysa Kłodzka, Bystrzyca, o miąższości od kilkunastu metrów do ponad 60 m. Lokalnie w obrębie tych dolin występują struktury kopalne, które są znaczącymi poziomami dla zaopatrzenia w wodę. Na przykład w dolinach Nysy Kłodzkiej i Bobru wydajności studni eksploatacyjnych przekraczają 100 m<sup>3</sup>/h. Na odcinku między Kamienną Górą a Marciszowem – Ciechanowicami kopalnia dolina Bobru jest najzasobniejszą strukturą wodonośną w skali Sudetów, której zasobność eksploatacyjna wynosi ponad 1500 m<sup>3</sup>/h. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych tej struktury wynosi kilkanaście metrów na dobę, a w pojedynczych przypadkach przekracza 100 m/dobę.

W górskiej części Sudetów wodonośne utwory czwartorzędowe zasilane są ze stref elewacyjnych i pozostają z nimi w ścisłym związku. Poza obszarem górskim wodonośny czwartorzęd występuje powszechnie.

Stosunkowo dużą wydajnością utworów czwartorzędu wyróżnia się obszar między Zgorzelcem a Lubaniem. Wodonośne są tu piaski i żwiry dolin Kwisy, Nysy Łużyckiej

i Czerwonej Wody oraz piaski i żwiry fluwioglacjalne na wododziałe Kwisy i Nysy Łużyckiej. Wydajności studni osiągają tu wartości do 60 m<sup>3</sup>/h, a współczynniki filtracji do 90 m/d.

W dolinie Bobru między Lwówkiem a Bolesławcem występuje ciągły poziom wodonośny o miąższości ok. 19 m, utworzony przez żwiry rzeczne o współczynnikach filtracji rzędu 10–100 m/d (M. Różycki i in.). Pobiera z niego wodę ujęcie dla Bolesławca w ilości 435 m<sup>3</sup>/h.

Ogólnie biorąc między utworami czwartorzędowymi a starszymi istnieje współzależność, polegająca na tym, że utwory starszych formacji na kulminacjach zasilają na ogół piętro wodonośne czwartorzędowe, które jest głównym zbiornikiem wód podziemnych użytkowych w depresyjnych częściach Sudetów.

#### OCENA STOPNIA ROZPOZNANIA I NOWE PROBLEMY BADAWCZE WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH I PERSPEKTYWY DALSZYCH BADAŃ

Obszar Sudetów charakteryzuje się nierównomiernym rozpoznaniem hydrogeologicznym. W badaniach hydrogeologicznych Sudetów dominującą rolę odgrywają badania stosowane, w mniejszym stopniu podstawowe. Dlatego rozpoznanie hydrogeologiczne ogranicza się najczęściej do stosunkowo niewielkiego obszaru występowania ujęć wód podziemnych, obszarów uzdrowisk, obszarów wpływu górnictwa, rejonów stawów osadowych czy obiektów budownictwa wodnego. Otwory hydrogeologiczne są w przeważającej większości skupione a nie rozmieszczone równomiernie na całym obszarze Sudetów.

Stosunkowo dobrze w skali regionalnej rozpoznane są użytkowe poziomy wodonośne w dolinach śródgórskich, chociaż nie jest to rozpoznanie pełne. Również dobrze rozpoznane są wody mineralne w strefach uzdrowisk, co wykazują prace W. Ciężkowskiego, J. Dowgiałły, J. Fistka i J. Gierwielaięca.

Skupienie otworów hydrogeologicznych występuje w Kłodzku, Marciszowie, Kamiennej Górze, Ząbkowicach Śląskich i Bolesławcu, ze względu na wieloletnie obserwacje i pomiary ciśnień oraz dopływów wód podziemnych do wyrobisk górniczych czy ujęć. Należy tu wymienić obszary kopalń rud miedzi w synklinorium północnosudeckim, kopalń węgla kamiennego wałbrzyskich i noworudzkich, kopalń węgla brunatnego w obniżeniu żytańskim oraz strefy uzdrowisk kłodzkich, jeleniogórskich i wałbrzyskich.

W pozostałym obszarze w ostatnich latach w znacznym stopniu osiągnięto rozpoznanie piętra wodonośnego kredowego, triasowego i permskiego otworami Przedsiębiorstwa Geologicznego we Wrocławiu. Badania te wykazały, że w skałach permo-mezozoicznych Sudetów wody podziemne charakteryzują się:

- wspólną powierzchnią piezometryczną, często o cechach artezyjskich,
- wyższą wodonośnością w stosunku do skał jednostek otaczających,
- częstą zmiennością wodonośności na skutek różnej litologii i obecnością zamkniętych małych struktur wodonośnych,
- obecnością źródeł szczelinowych o podwyższonej wydajności.

Poza wierceniami jedynymi punktami charakteryzującymi wody podziemne są źródła. Na ogół drenują one jednak pierwszy od powierzchni terenu poziom wodonośny. Rozpoznanie rozmieszczenia źródeł w Sudetach jest dość dobre. Zarejestrowano ich większość na obszarze Sudetów Środ-

kowych, a zwłaszcza występujących u podstawy piaskowców górnokredowych, triasowych i permskich w Górach Stołowych, Kotlinie Krzeszowskiej i na Równi Łomnickiej oraz w obrębie wulkanitów Gór Kamiennych i Wałbrzyskich. Dość dobrze rozpoznane są też źródła – części południowo-wschodnich partii strefy kaczawskiej, Gór Sowich i struktury bardzkiej oraz fragmenty metamorfiku Łądko-Śnieżnika, Gór Bystrzyckich, Orlickich i granitu karkonoskiego. Rozpoznanie to pogłębiane jest stale szczegółową analizą hydrogeologiczną.

Szczególną wartość poznawczą mają dotychczasowe badania źródeł drenujących głębsze poziomy wodonośne w utworach mezozoicznych, głównie Sudetów Środkowych oraz w skałach krystalicznych, w tym również źródła wód mineralnych termalnych i leczniczych.

Z analizy rozmieszczenia punktów badawczych i wykonanych dotychczas badań wynika, że na obszarze Sudetów stosunkowo najlepiej zostały rozpoznane doliny rzek śródgórskich: Bobru, Nysy Kłodzkiej czy Bystrzycy oraz struktury górnokredowo-triasowe, wypełniające zapadliska śródgórskie. Słabe natomiast jest rozpoznanie północno-zachodniej części synklinorium północnosudeckiego. Nierównomiernie został rozpoznany też obszar skał krystalicznych. Bardzo słabo rozpoznane są gnejsy izerskie i obszary granitu zawidowskiego pod pokrywą kenozoiczną oraz struktury paleozoiczne Gór Kaczawskich, Bardzkich i dolny karbon synklinorium śródsudeckiego, a także Sudety Wschodnie poznane są w niewielkim zakresie.

Z powyższego przeglądu wynika, że osiągnięty już został dość znaczny stopień rozpoznania hydrogeologicznego Sudetów. Jest to jednak rozpoznanie nierównomierne, wynikające głównie z budowy ujęć wód podziemnych, odwodnień górniczych i w pewnym tylko stopniu z regionalnych badań hydrogeologicznych. Nie osiągnięto natomiast rozpoznania bardziej równomiernego. Wynika to przede wszystkim z istniejących tu warunków hipsometrycznych, które powodują z konieczności koncentrowanie budowy ujęć w dolinach i obniżeniach morfologicznych. Dlatego uzasadnionym jest skoncentrowanie istniejącego potencjału badawczego na obszarach mało jeszcze zbadanych. W pierwszej kolejności należy dążyć do pełnego rozpoznania wodonośności osadowych pięter hydrogeologicznych – kreda, trias, perm, jako najbardziej wodonośnych w Sudetach i w dużej mierze wpływających na kształtowanie warunków hydrogeologicznych w innych piętrach.

Drugi ważny kierunek to ustalenie wzajemnych związków hydraulicznych przebiegu zasilania i przepływu wód w strefach drenażu. Konsekwencją tego będzie liczbowe ujęcie tych zjawisk i ustalenie składników bilansu wodnego. Badania te będą przeprowadzone w obrębie zlewni cząstkowych, gdzie najbardziej uwidacznia się wpływ budowy geologicznej na kształtowanie warunków hydrogeologicznych. Ważne znaczenie w określaniu dynamiki krążenia wód będą mieć badania stacjonarne źródeł i studni, które dotychczas nie były prowadzone w sposób ciągły i systemowy i miały przeważnie charakter doraźny.

Mówiąc o bardziej szczegółowym poznawaniu warunków hydrogeologicznych w poszczególnych piętrach, nie sposób pominąć potrzeby badania wpływu zespołu innych czynników kształtujących te warunki. Na pierwsze miejsce wysuwa się tu czynnik morfogenetyczny, z którym wiąże się obecność różnych jednostek geomorfologicznych, takich jak powierzchnie zrównań czy rozcięcia erozyjne, które są doskonałymi drogami infiltracyjnego zasilania nawet kilku poziomów lub tworzą drogi intensywnego drenażu. Znaczenie hydrogeologiczne takich form w Sudetach nie było dotychczas poruszane, poza pewnymi

tylko próbami. Wymagane są nadal systematyczne badania wpływu tektoniki na krążenie wód podziemnych w Sudetach. Przyzwyczajaliśmy się w hydrogeologii wszelkie niewiadome tłumaczyć wpływem tektoniki. Ale tak naprawdę to ciągle nie wiemy wszystkiego o roli tektoniki, szczególnie nieciągłej w hydrogeologii Sudetów. Można nawet postawić pytanie, dlaczego niektóre utwory geologiczne — mimo dużego spękania — nie prowadzą wody? Jaki jest zasięg hydrogeologicznie czynnych spękań i ich rola w obiegu wody? Czy przyjmowana ogólnie granica 500 m ma uzasadnienie geologiczne i hydrogeologiczne? Oto niektóre tylko czynniki wymagające hydrogeologicznego wyjaśnienia podczas dalszych badań. Obecnie realizuje się hydrogeologiczny program badawczy w Sudetach przez Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu z udziałem Zakładu Hydrogeologii Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego. Jest to program wielokierunkowy oparty na metodzie kartograficznej, która przewiduje jednoczesne badanie powierzchniowych przejawów wód podziemnych, źródeł, studni, pomiarów wodowskazowych, pomiarów stacjonarnych oraz badania wpływu innych czynników. Jednocześnie realizowany jest tu Centralny Program Badawczy Rozwojowy, dotyczący badania jakości i ochrony wód, którego wykonawcą jest również Zakład Hydrogeologii Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego. Można żywić nadzieję, że realizacja tych programów rozpocznie nowy etap w poznaniu hydrogeologii Sudetów.

#### S U M M A R Y

The paper presents a state of geohydrological investigations in the Sudety Mountains consisting of all geohydrologic stages e.i. Quaternary, Tertiary, Cretaceous, Triassic, Permian, Carboniferous, Devonian, Older Palaeozoic and pre-Cambrian. Geohydrological survey of particular stages is presented in the table. This survey is irregular and of mainly punctual character. These results from construction of ground water intakes in valleys and intermontane depressions, therefore ground culminations are recognized very little.

Hitherto existing investigations have showed that the most water bearing horizons are in the following stages of the Permian-Mezozoic complex: Cretaceous, Triassic and Permian. They stay in supremacy in hydraulic bonds, that is marked by the presence of common piezometric surface often with artesian features. They are characterized by the higher water bearing in relation to stages and surrounding units mainly included pre-Cambrian. They are also variable considering water bearing due to various lithology causing the presence of small water bearing structures. Within these stages occur fissure springs with higher capacities. The least water bearing horizons are of the pre-Cambrian and Older Palaeozoic stages. Waters in these stages occur mainly in dezintegrated rocks and highly fractured zones.

The dezintegrated rocks however play the main role

in water flow. The geohydrological stages of the Cainozoic complex are high quality water reservoir with substantial capacity and great flows. Due to their small useful expansions their importance is limited. Recently the geohydrological survey programme is being realised, which consists of inspection of geohydrological properties in particular stages supply, flow and drainage and preparation of water balance in partial basins. A suitable selection of methods allows to presume that realization of the programme would be a significant step in geohydrological reconnaissance of the Sudety.

#### P E Z J O M E

В статье описано состояние гидрогеологических исследований в Судетах охватывающих все гидрогеологические горизонты: четвертичные, третичные, меловые, триасовые, пермские, карбонские, девонские, а также древнепалеозойские и докембрийские. Гидрогеологическая разведка отдельных горизонтов представлена в таблице. Эта разведка неравномерна и имеет точечный характер. Это вытекает из факта постройки водозаборов подземных вод в долинах и межгорных депрессиях, так что кульминации очень слабо разведаны.

Проведенные до сих пор исследования показали, что самыми водоносными являются горизонты пермо-мезозойского комплекса: меловые, триасовые и пермские. Они преимущественно имеют гидравлическую связь, что выражается существованием общей пьезометрической поверхности часто имеющей артезианские черты. Характеризуются большей водоносностью по отношению к горизонтам, прежде всего докембрийским. Их водоносность часто изменяется из-за разной литологии вызывающей присутствие малых водоносных структур. В пределах этих горизонтов находятся трещинные источники с увеличенной производительностью. Самой малой водоносностью характеризуются отложения докембрийского и старопалеозойского ярусов. Воды в отложениях этих ярусов находятся главным образом в дресве и в сильно трещиноватых зонах.

Главную роль в течении воды играют элювиальные отложения. Гидрогеологические горизонты кайнозойского комплекса являются хорошими бассейнами в большой ёмкостью и течением. Из за малого распространения их использование значительно ограничено.

В настоящее время выполняется программа гидрогеологических исследований, которая охватывает исследования гидрогеологических свойств отдельных горизонтов, питания, течения и дренажа, а также составление водного баланса в частичных бассейнах. Соответствующий подбор методов исследований позволяет предполагать, что выполнение этой программы станет значительным шагом в разведке гидрогеологии Судетов.