

MONITORING WÓD PODZIEMNYCH W REJONIE PRZYGRANICZNYM Z REPUBLIKĄ CZESKĄ NA ODCINKU KRZESZÓW–ŚCINAWKA–KUDOWA W ROKU HYDROLOGICZNYM 2009

GROUNDWATER MONITORING IN THE TRANSBOUNDARY ZONE WITH THE CZECH REPUBLIC IN THE KRZESZÓW–ŚCINAWKA–KUDOWA AREA IN THE HYDROLOGICAL YEAR 2009

AGATA KORWIN-PIOTROWSKA¹

Abstrakt. Monitoring wód podziemnych jest prowadzony w strefie przygranicznej Polski i Czech między Kamienną Górą, Wałbrzychem i Kudową po polskiej stronie a Trutnovem, Broumovem i Náchodem po czeskiej stronie granicy od lat 70. XX wieku. W ramach monitoringu obszar badań podzielono na trzy podobszary: rejon Krzeszów–Adršpach (OKrA), rejon Kudowa–Police nad Metují (OPKu) oraz zlewnię górnej i środkowej Ścinawki (OS). W 2009 r. sieć monitoringu zautomatyzowano, instalując elektroniczne urządzenia pomiarowe, wykonujące pomiary temperatury i położenia zwierciadła wody z częstotliwością jednej godziny. Uzyskane wyniki pozwalają na szczegółowe analizy dynamiki zmian zwierciadła wody. Na podstawie prowadzonych pomiarów zaobserwowano sezonowe wahania stanów wód podziemnych, związane głównie z zasilaniem wodami opadowymi lub wodami pochodzącymi z topnienia pokrywy śnieżnej.

Słowa kluczowe: wahania zwierciadła wód podziemnych, rejestratory elektroniczne, monitoring wód podziemnych.

Abstract. Groundwater monitoring is carried out in the Czech–Polish transboundary area between Kamienna Góra, Wałbrzych and Kudowa in Poland and Trutnov, Broumov and Náchod in the Czech Republic. During the long-term joint Czech–Polish co-operation, the following division of the monitoring area has been developed into three sub-areas: Krzeszów–Adršpach region (OKrA), Kudowa–Police nad Metují region (OPKu) and Upper and Middle Stěnava catchment region (OS). Since 2009, all the measurements at the monitoring points of the basic network have been fully automatic. At present, the measurements of the groundwater table depth and temperature are taken at an interval of one hour. Thanks to the automatic equipment we are able to interpret the groundwater level fluctuations. These data provide a detailed image of the fluctuation and temperature of the groundwater.

Key words: groundwater level fluctuations, electrical recorder, monitoring.

WSTĘP

Pod pojęciem monitoringu wód podziemnych rozumie się kontrolno-decyzyjny system oceny dynamiki przemian w wodach podziemnych (Dowgiałło i in., 2002). Jest to stacjonarny, ujednolicony i powtarzalny system badań wód podziemnych, obejmujący przeprowadzanie pomiarów oraz do-

konywanie ocen i prognozowanie dotyczące dynamiki wód i stanu ich jakości (Macioszczyk red., 2006). Prowadzenie monitoringu zgodnie z art. 102 ust. 2 oraz art. 105 ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne jest jednym z ustawowych zadań państwowej służby hydrogeologicznej.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski, Al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław;
e-mail: agata.krawczyk@pgi.gov.pl

Monitoring wód podziemnych w strefie przygranicznej jest prowadzony wspólnie z Czechami na podstawie podpisanej dnia 21 marca 1958 r. w Pradze umowy o gospodarce wodnej na wodach granicznych, zawartej pomiędzy Rządem Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej a Rządem Republiki Czeskiej. Umowa ta reguluje zagadnienia gospodarki wodnej na wodach granicznych (Dubicki, Adynkiewicz-Piragas, 2008).

W ramach współpracy, na mocy powyższego porozumienia, strona czeska poinformowała przedstawiciela rządu Polski o realizowanych pracach (pismo nr 33-363/74-OZV/Hop z dnia 1974 r.), związanych z udokumentowaniem i udostępnieniem do eksploatacji po stronie Republiki Czeskiej ujęć wody o docelowej zdolności eksploatacyjnej około 2300 m³/godz. Stanowiło to realne zagrożenie dla systemu krążenia wód podziemnych, a zwłaszcza wód mineralnych o cechach leczniczych w rejonie Kudowy i okolicach.

W 1976 r. powołano polsko-czeską grupę ekspertów ds. podziemnych wód przygranicznych, w ramach której ustalono zakres współpracy, metodykę prac terenowych i dokumentacyjnych oraz sposób przekazywania poglądów i wyjaśniania problemów.

Wspólne, szczegółowe badania hydrogeologiczne, hydrologiczne, geofizyczne i wiertnicze związane z budową ujęć i poborem dużych ilości wód podziemnych w strefie przygranicznej Polski i Czech w rejonach: Kudowa-Zdrój-Nachod, Krzeszów-Adršpach oraz zlewni górnej i środkowej Ścinawki są prowadzone przez polskich i czeskich naukowców od lat

70. XX wieku. Zaprojektowano i wdrożono wspólny, polsko-czeski monitoring stanu ilościowego oraz jakościowego wód podziemnych i powierzchniowych. System pomiarowy był systematycznie unowocześniany i modernizowany, w miarę możliwości i zdolności finansowych obu krajów. Po zniszczeniach powodziowych z 1997 r., po stronie czeskiej wykonano stabilizację wszystkich przekrojów pomiarowych, zmieniono standard obserwacji przez zastosowanie sieci limnigrafów elektronicznych, połączonych z regionalną stacją hydrogeologiczną w Bučnicach k. Teplic, skąd dokonuje się transmisji danych do siedziby Instytutu Wodnogospodarczego w Pradze (VUV) oraz siedziby Czeskiego Instytutu Hydro-meteorologicznego w miejscowości Hradec Kralove (ČHMI).

Od roku 2008 badania monitoringowe po stronie polskiej są prowadzone przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy Oddział Dolnośląski we Wrocławiu i są koordynowane przez Zakład Infrastruktury Sieci Obserwacyjno-Badawczej w Warszawie. W 2009 r. zautomatyzowano punkty sieci monitoringu granicznego. Zakupiono i zainstalowano manometry ciśnieniowe oraz czujniki poziomu zwierciadła, które wykonują automatyczny pomiar zwierciadła wody wraz z jej temperaturą w interwale jednej godziny. System realizacji badań, jak i uzyskiwane wyniki podlegają systematycznej kontroli i weryfikacji w trakcie sesji pomiarowych. Wszystkie dane po uprzednim przetworzeniu są przekazywane do PIG-PIB w Warszawie.

LOKALIZACJA OBSZARU BADAŃ

Omawiany obszar objęty monitoringiem jest położony w strefie przygranicznej Polski i Czech między Kamienną Górą, Wałbrzychem i Kudową po polskiej stronie a Trutnovem, Broumovem i Náchodem po czeskiej stronie granicy. Wspólne polsko-czeskie prace związane z monitoringiem wód podziemnych i powierzchniowych w strefie granicznej zostały skoncentrowane w strefie wododziałowej zlewnisk Morza Bałtyckiego (dorzecze Odry) i Morza Północnego (dorzecze Łaby). W obrębie dorzecza Odry badaniami objęto zlewnie Zadrnej – dopływu Bobru oraz górnej i środkowej Ścinawki – dopływu Nysy Kłodzkiej. W dorzeczu Łaby badaniami objęto górną i środkową część zlewni Metuji oraz Szybkiej i Brlenki. Obszar bilansowania zasobów wód podziemnych w tym rejonie dotyczy czterech podstawowych zlewni (Nowacki i in., 2005):

- Zadrnej do Krzeszowa (cała zlewnia po polskiej stronie) o powierzchni 74,0 km²,
- Ścinawki (Stenavy) od Tłumaczowa (zlewnia graniczna) o powierzchni 256,0 km²,
- Metuji do Hronova (prawie cała zlewnia po stronie czeskiej) o powierzchni 215,0 km²,
- Szybkiej i Brlenki (zlewnia graniczna) o powierzchni 135,5 km².

Obszar objęty badaniami pod względem fizjograficznym należy do makroregionu Sudety Środkowe, podprowincji Sudety z Przedgórzem Sudeckim, prowincji Masyw Czeski (Kondracki, 2009). W podziale wodno-gospodarczym jest on przyporządkowany następującym jednostkom administracyjnym: po stronie polskiej – Rejonowi Wodnemu Środkowej Odry, administrowanemu przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, a po stronie czeskiej – dorzeczu Łaby, administrowanemu przez Povodi Labe z siedzibą w Hradcu Kralove, a regionalnie przez Subpovodi w Trutnowie.

Omawiana strefa przygraniczna Polski i Czech jest położona na pograniczu dwóch województw: dolnośląskiego i kralovéhhradeckého, w obrębie powiatów: Kamienna Góra, Nowa Ruda, Kłodzko, Trutnov, Náchod (fig. 1).

Na obszarze badań jest zlokalizowanych kilka wielkoobszarowych jednostek ochrony przyrody: Park Narodowy Gór Stołowych (RP), Obszar Chronionego Krajobrazu Broumowsko (ČR), Obszar Chronionego Krajobrazu Zawory (RP), Obszar Chronionego Krajobrazu Góry Kamienne (RP), Rezerwat Przyrody Adršpasko-Teplické Skály (ČR), Rezerwat Przyrody Broumowske Steny (ČR).



Fig. 1. Lokalizacja obszaru badań na terytorium Polski

Location of the study area in the territory of Poland

REORGANIZACJA SIĘCI MONITORINGOWEJ

W ramach prowadzonego monitoringu wód podziemnych obszar badań został podzielony na trzy podobszary: Krzeszów–Adršpach (OKrA), Kudowa–Police nad Metują (OPKu) oraz zlewnię górnej i środkowej Ścinawki (OS) (tab. 1).

W roku hydrologicznym 2008 sieć pomiarowo-obszaryjną monitoringu przygranicznego obejmowała po stronie polskiej 29 punktów i 11 przekrojów wodowskazowych na rzekach, w tym 2 przekroje pomiarowe IMGW (Krawczyk i in., 2009). Na ośmiu punktach były zainstalowane rejestratory elektroniczne typu Thalimedes, które co godzinę rejestrowały położenie zwierciadła wody. Pozostałe punkty sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych (SOBWP) były mierzone ręcznie, z częstotliwością jeden raz na kwartał lub jeden raz na tydzień.

W maju 2009 r. w miejscowości Deštné w Czechach, na 34 naradzie roboczej ekspertów hydrologów i hydrogeologów z Czech oraz z Polski, została przeprowadzona weryfikacja i optymalizacja składu sieci podstawowej i uzupełniającej punktów pomiarowych z października 2002 (tab. 1). W roku hydrologicznym 2009 dołączono 12 dodatkowych punktów obserwacyjnych po stronie polskiej, w celu lepszego rozpoznania i udokumentowania warunków hydrodynamicznych w bezpośrednim pasie przygranicznym monitorowanego obszaru badań (Krawczyk i in., 2010). Liczba przekrojów wodowskazowych (11) nie uległa zmianie.

Obecnie po polskiej stronie granicy znajduje się 51 punktów monitoringowych, w tym 11 przekrojów wodowskazowych, 13 źródeł i 27 otworów. Wszystkie punkty sieci podstawowej wód podziemnych po stronie polskiej (ogółem 31 obiektów), w tym 5 punktów na przekrojach rzecznych zostały wyposażone w rejestratory elektroniczne.

Rejon Krzeszowa (OKrA) obejmuje 17 punktów obserwacyjnych (9 otworów hydrogeologicznych, 3 przekroje wodowskazowe i 5 źródeł). W rejonie Kudowy (OPKu) znajduje się największa liczba punktów obserwacyjnych (12 otworów, 5 przekrojów wodowskazowych i 4 źródła), ze względu na potrzebę monitorowania w tym rejonie wód mineralnych i leczniczych. Rejon zlewni górnej Ścinawki (OS) obejmuje 13 punktów obserwacyjnych (6 otworów, 3 przekroje wodowskazowe i 4 źródła).

Instalację elektronicznych urządzeń pomiarowych przeprowadzono w dniach 30.03–03.04.2009 r. W tym czasie zainstalowano 7 manometrów analogowych (ciśnieniomierzy elektronicznych firmy Keller, w miejsce starych manualnych ciśnieniomierzy), 17 czujników poziomu zwierciadła wody (loggerów) oraz 6 kompensatorów ciśnienia atmosferycznego i współpracujących z nimi baro-loggerów.

Rejestratory elektroniczne typu Thalimedes pozostawiono tylko na pięciu przekrojach wodowskazowych. W planach modernizacyjnych jest przewidziana również instalacja urządzeń pomiarowych na pozostałych przekrojach wodowskazowych.

METODYKA POMIARÓW

Pomiary głębokości położenia zwierciadła wód podziemnych były przeprowadzane ręcznie, za pomocą świstawki z taśmą mierniczą. Aktualnie zostały one zastąpione sondami z sygnałem świetlnym i dźwiękowym, co ułatwia wykonywanie pomiarów, głównie w bardzo głębokich otworach i pozwala precyzyjnie określić głębokość poziomu wody w piezometrach, studniach itp. Obecnie pomiary ręczne są wykonywane wyłącznie w celu sprawdzenia elektronicznych urządzeń pomiarowych, zainstalowanych na wszystkich punktach sieci podstawowej od 2009 r.

Jednym z takich zainstalowanych automatycznych urządzeń, pozwalającym rejestrować zmiany poziomu wód podziemnych oraz jej temperaturę w długim okresie jest czujnik poziomu zwierciadła wody (Logger DCX – 22) (fig. 2A).

Na punktach pomiarowych, w których są monitorowane wody o zwierciadle artezyjskim, zainstalowano ciśnieniomierze elektroniczne – manometry analogowe typu LEO Rekord (fig. 2B). Są to uniwersalne, bardzo dokładne cyfrowe urządzenia do pomiaru i rejestracji ciśnienia z wbudowaną funkcją szybkiego odczytywania oraz pamięcią, umożliwiającą rejestrację do około 57 000 wartości.

Innego rodzaju zainstalowanym automatycznym urządzeniem rejestrującym wahania zwierciadła wód powierzchniowych w ciekach jest pływakowy czujnik poziomu wody z rejestratorem cyfrowym typu Thalimedes (fig. 2C). Pomiar poziomu wody metodą pływakową z wykorzystaniem przetwornika kąta obrotu daje możliwość ciągłych pomiarów wód powierzchniowych i płytko występujących poziomów wód podziemnych (gruntowych).

Przed instalacją loggerów i manometry zaprogramowano na równoczesne wykonywanie pomiarów. Użyto do tego modułu programowego Writer (fig. 3), służącego do odczytywania i uaktualnienia ustawień podłączonego urządzenia oraz do uruchamiania i zatrzymywania zapisu. Urządzenie automatycznie rejestruje dane w pamięci wewnętrznej.

Wszystkie urządzenia zaprogramowano na cegodzinne pomiary zwierciadła wody i temperatury przez pięć lat (na taki okres pozwala średnia żywotność baterii przy tak ustawionych interwałach pomiarowych). Pomiarów poziomu zwierciadła wody dokonuje się za pomocą dokładnego czujnika ciśnienia. Czynnikiem określającym poziom wody jest waga kolumny wodnej, znajdującej się nad przyrządem.

Tabela 1

Punkty monitoringowe strefy przygranicznej w roku 2009
Transboundary monitoring points in hydrological year 2009

Lp.	Nr według RBDH ¹	Kod punktu pomiarowego		Rodzaj punktu pomiarowego	Miejscowość / rzeka	Dane dotyczące punktu obserwacyjnego		Częstotliwość pomiarów				Rok rozpoczęcia obserwacji niecyklicznych ⁴
		SOBWP ²	monitoring graniczny			głębokość [m]	stratygrafia ujętego poziomu ³	ciągłe	1 × tydzień	1 × miesiąc	1 × kwartał	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rejon Krzeszowa (OKrA)												
1	8330076	–	P-1	piezometr	Różana	40,0	P ₁ +P ₃	+	–	–	+	1978
2	8330132	–	P-1	piezometr	Gorzyszów	113,0	C ₂	+	–	–	+	1979
3	8330133	1172	P-2	piezometr	Łączna	80,0	T ₁ +P ₃	+	–	–	+	1979
4	8660009	1161	P-3	piezometr	Chełmsko Śląskie	126,5	P ₁	+	–	–	+	1981
5	8330190	1163	1B	piezometr	Dobromyśl	90,0	T ₁	+	–	–	+	1978
6	8330178	1165	5B	piezometr	Dobromyśl	171,0	T ₁	+	–	–	+	1979
7	8330122	–	1p	piezometr	Olszyny	364,0	P ₁	+	–	–	+	2008
8	8330120	–	2p	piezometr	Krzeszów	250,0	P ₂	+	+	–	+	2008
9	8330130	–	3p	piezometr	Grzędy	303,0	P	+	–	–	+	2009
10	–	657	G-2a	źródło	Dobromyśl	0,1	K	–	+	–	+	2009
11	–	–	G-2	źródło	Dobromyśl	0,1	K	–	–	–	+	1982
12	–	–	L-1a	źródło	Łączna	0,1	P	–	–	–	+	1982
13	–	–	U-1	źródło	Uniemyśl	0,1	P	–	–	–	+	1982
14	–	–	Betlejem	źródło	Betlejem	0,1	P	–	–	–	+	2009
15	–	–	G-4	przekrój wolumetryczny	Krzeszówek / rz. Gorzyszowski Potok	–	–	+	–	–	+	1979
16	–	–	Z-4	przekrój wolumetryczny	Jawiszów / rz. Zadrna	–	–	–	–	–	+	1979
17	–	–	Z-6	przekrój wolumetryczny	Krzeszów / rz. Zadrna	–	–	+	–	–	+	1979
Rejon Kudowy (OPKu)												
1	9000044	1158	11	piezometr	Jeleniów	300,0	K	+	+	–	+	1978
2	9000052	–	P-5	piezometr	Jeleniów	133,0	K	+	–	–	+	1978
3	8990081	–	P-6"	piezometr	Kudowa-Zdrój	375,0	K ₂	+	–	–	+	1997
4	8990072	–	P-4	piezometr	Czermna	355,0	K	+	–	–	+	1979
5	8990068	–	P-1	piezometr	Czermna	600,0	K	+	–	–	+	1978
6	9000129	1159	P-2	piezometr	Pstrążna	231,0	C	+	–	–	+	1995
7	9000046	1174	P-3	piezometr	Bukowina	256,0	K ₂	+	–	–	+	1978
8	9000021	–	–	piezometr	Lelkowa Góra	–	–	+	–	–	+	2009
9	9000048	–	3	piezometr	Park Narodowy Gór Stołowych	256,0	K	–	–	–	+	2009

cd. Tabela 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	9000049	608	7	piezometr	Łężyce	196,0	K	+	-	-	+	2009
11	-	609	7a	piezometr	Łężyce	-		+	-	-	+	2009
12	9000064	-	9000064	piezometr	Krzyżanów	300,0	Pz	-	-	-	+	2009
13	-	-	Z-3	źródło	Czermna	0,1	K	-	-	-	+	1980
14	-	-	Z-1	źródło	Darnków (Park Narodowy Gór Stołowych)	0,1	K	-	-	-	+	1979
15	-	607	9000002	źródło	Szczytna	0,1	K	-	+	-	+	2008
16	-	-	PNGS	źródło	Park Narodowy Gór Stołowych	0,1	K	-	-	-	+	2009
17	-	-	IMGW	przekrój wolumetryczny	Kudowa-Zakrze / rz. Szybka	-	-	+	-	-	-	-
18	-	-	C-3	przekrój wolumetryczny	Czermna / rz. Czermnica	-	-	-	-	-	+	1979
19	-	-	Ku-6	przekrój wolumetryczny	Kudowa-Zdrój/ rz. Kudowski Potok	-	-	-	-	-	+	1979
20	-	-	C-7	przekrój wolumetryczny	Kudowa-Zdrój/ rz. Czermnica	-	-	+	-	-	+	2006
21	-	-	Sz-9	przekrój wolumetryczny	Kudowa-Słone /rz. Szybka	-	-	+	-	-	+	1978
Rejon zlewni górnej i środkowej Ścinawki (OS)												
1	8330128	1162	5P	piezometr	Sokołowsko	350,0	P ₁	+	+	-	+	1995
2	8330135	1173	P-2	piezometr	Mieroszów 2	120,0	P	+	-	-	+	1995
3	8660003	-	8660003	piezometr	Golińsk	59,0	P ₁	+	-	-	+	2008
4	8660017	-	P-1	piezometr	Mieroszów ul. Kwiatowa	55,0	T ₁	+	-	-	+	2008
5	8670005	-	8670005	piezometr	Tłumaczów	226,0	P ₁	+	+	-	+	2009
6	9000067	-	9000067	piezometr	Wambierzyce	500,0	P	+	-	-	+	2009
7	-	-	Z-1a	źródło	Unisław Śląski	0,1	P	-	-	-	+	1996
8	-	656	Z-2a	źródło	Kowalowa	0,1	P	-	+	-	+	1996
9	-	-	Z-2b	źródło	Kowalowa	0,1	P	-	-	-	+	1996
10	-	-	S-3aŽ	źródło	Mieroszów	0,1	P	-	-	-	+	2009
11	-	-	IMGW	przekrój wolumetryczny	Tłumaczów / rz. Ścinawka	-	-	+	-	-	-	-
12	-	-	S-2	przekrój wolumetryczny	Unisław / rz. Ścinawka	-	-	-	-	-	+	1979
13	-	-	S-4	przekrój wolumetryczny	Golińsk / rz. Ścinawka	-	-	-	-	-	+	1979

¹ – RBDH – Regionalny Bank Danych Hydrogeologicznych / Regional Hydrogeological Data Bank² – SOBWP – Sieć Obserwacyjno Badawcza Wód Podziemnych / Groundwater Monitoring and Research Network³ – Pz – paleozoik; C – karbon; P – perm; P₁ – perm dolny; P₂ – perm środkowy; P₃ – perm górny; T₁ – trias dolny; K – kreda; K₂ – kreda górna / Pz – Paleozoic; C – Carboniferous; P – Permian; P₁ – Lower Permian; P₂ – Middle Permian; P₃ – Upper Permian; T₁ – Lower Triassic; K – Cretaceous; K₂ – Upper Cretaceous⁴ – obserwacje od danego roku nie są prowadzone we wszystkich kolejnych latach cyklicznie / observations from this year are not conducted on regular basis in all subsequent years



Fig. 2. Automacyjne przyrządy do pomiaru i rejestracji zmian poziomu i temperatury wód

A – Logger DCX – 22; B – Thalimedes; C – manometr analogowy LEO Rekord

The autonomous instruments designed to record water depth (pressure) and temperature over long periods

A – Logger DCX – 22; B – Thalimedes; C – digital manometer LEO Rekord

Fig. 3. Wizualizacja oprogramowania Writer, służącego do czytania i uaktualniania ustawień urządzenia pomiarowego

Graphic visualization of the Writer software used to read out and reconfigure the instrument

Na wielkość pomiaru wpływają jednak również zmiany ciśnienia atmosferycznego. Aby je uwzględnić na każdym terenie badań stosuje się kompensatory, tzw. baro-loggery. Kompensacja zmian ciśnienia atmosferycznego jest przeprowadzana za pomocą programu LDM (moduł programowy *Air Converter*). Zgromadzone wartości pomiarowe są przekazywane

do dalszego przetwarzania, poprzez konwerter kablowy do notebooka. Bezpośrednio po czytaniu danych z kompensatora i loggera istnieje możliwość natychmiastowej wizualizacji wyników, przy zastosowaniu oprogramowania *Viewer*. Wszystkie zainstalowane urządzenia wymagają weryfikacji, pomiarów kontrolnych i kalibracji.

WYNIKI OBSERWACJI STANÓW WÓD PODZIEMNYCH W ROKU 2009

Na podstawie badań monitoringowanych stanów wód podziemnych, prowadzonych w roku hydrologicznym 2009 w rejonie przygranicznym z Republiką Czeską na odcinku Krzeszów–Ścinawka–Kudowa, stwierdzono cykliczne wahania poziomu wód podziemnych, związane z sezonowymi zmianami klimatycznymi. Cały ten proces zachodzi we wszystkich obserwowanych punktach z różną dynamiką oraz w zróżnicowanych interwałach czasowych (przesunięciach), w zależności od typu wodonośca, głębokości jego występowania, wykształcenia litologicznego nadkładu, odległości stref drenażu, a także rejonów eksploatacji wód podziemnych. Obserwowane otwory hydrogeologiczne obejmują wody piętra kredowego, triasowego i permiego. Wyniki obserwacji wód podziemnych dowodzą istnienia wyraźnego wpływu zasilania meteorologicznego w odnowie retencji wód podziemnych (retencja śnieżna na tym terenie jest podstawą odnowy stanu ilościowego wód podziemnych).

W celu scharakteryzowania stanów wód podziemnych zakupiono dane od Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu (IMGW). Po analizie zgromadzonego materiału za rok hydrologiczny 2009 stwierdzono występowanie dwóch okresów niskich stanów wód (niżówek) oraz dwa okresy wysokich stanów wód podziemnych (fig. 4). Stany niskie wód podziemnych obserwowano na początku roku hydrologicznego 2009 (koniec listopada 2008) oraz w maju–czerwcu, po bezopadowym kwietniu 2009. Okresy kulminacji stanów wód podziemnych przypadły na okres zimowo-wiosenny (marzec–kwiecień 2009) i letnio-jesienny (lipiec–sierpień 2009) i były związane ze zwiększonymi opadami atmosferycznymi oraz równoczesnym odpływem wód roztopowych. W obrębie analizowanego obszaru Krzeszów–Ścinawka–Kudowa były obserwowane otwory hydrogeologiczne obejmujące wody podziemne piętra triasowego (fig. 5). Wykazują one także sezonowe zmiany wahań zwierciadła wód podziemnych. Amplituda tych wahań mieści się od 1,08 m (otwór hydrogeologiczny Mieroszów (P-2), ul. Kwiatowa) do 3,51 m (otwór hydrogeologiczny Dobromyśl (5B)). Amplituda temperatury tych wód jest niewielka i wynosi maksymalnie 0,42°C. Bardzo podobne sezonowe wahania wykazywały również wody piętra permiego, jednak ze względu na ich mięszką strefę infiltracji większość otworów hydrogeologicznych obejmujących wody piętra permiego miały bardzo niewielką roczną amplitudę wahań zwierciadła wód podziemnych (otwory hydrogeologiczne: Grzędy (3p) – 0,83 m, Golińsk – 0,86 m, Chełmsko Śl. – 1,04 m, Wambierzyce – 1,02 m, Sokołowsko – 1,10 m). Roczna amplituda

temperatury wody w tych otworach hydrogeologicznych wynosiła od 0,12°C (otwór hydrogeologiczny Wambierzyce) do 2,5°C (otwór hydrogeologiczny Tłumaczów). Najliczniejszą grupę analizowanego monitoringu stanowiły otwory obejmujące wody podziemne piętra kredowego, w których wyszczególniono otwory hydrogeologiczne o bardzo małej rocznej amplitudzie wahań zwierciadła wód podziemnych (otwory hydrogeologiczne: Jeleniów – 0,45 m, Czermna (P-4) – 0,56 m, Kudowa (P-6") – 0,80 m). Zwierciadło wód podziemnych w tych otworach hydrogeologicznych stabilizowało się nad powierzchnią terenu.

Od opisanego schematu odbiegały jednak wahania zwierciadła wód podziemnych w otworze hydrogeologicznym Lelkowa Góra (fig. 6), gdzie wraz z występowaniem obfitych opadów zwierciadło wód podziemnych natychmiast reagowało, co w konsekwencji przejawiało się gwałtownymi zmianami temperatury wody. Został on więc włączony do sieci monitoringu w 2009 r. w celu lepszego rozpoznania poziomu wodonośnego w rejonie Kudowy. Otwór ten jest zlokalizowany w obrębie Parku Narodowego Gór Stołowych na północnym zboczu Lelkowej Góry (736,4 m n.p.m.). W pobliżu nie ma ujęcia, które mogłoby oddziaływać na stan zwierciadła wody.

Dla otworu hydrogeologicznego Lelkowa Góra wykres wahań zwierciadła wód podziemnych jest bardzo zróżnicowany. Odzwierciedla on kilkanaście wysokich oraz kilka niskich stanów wód podziemnych. Tak zróżnicowana amplituda położenia zwierciadła wód podziemnych może być wynikiem bezpośredniego zasilania opadami atmosferycznymi. Na kontakt z wodami opadowymi wskazuje również wykres temperatur wód podziemnych, na którym można zauważyć dużą i nagłą zmianę temperatury wody powiązaną z istnieniem lub brakiem opadów bądź z roztopami wiosennymi. Amplituda wahań zwierciadła wody w tym otworze hydrogeologicznym jest bardzo duża i wynosi 34,63 m w całym roku hydrologicznym 2009 (tab. 2). Maksimum, na głębokości 3,49 m, zostało zarejestrowane 3. i 4.04.2010 r., natomiast minimum odnotowano 26.05.2010 r. na głębokości 38,13 m. Żaden inny obserwowany otwór hydrogeologiczny nie charakteryzuje się tak dużą amplitudą wahań zwierciadła wód podziemnych.

Otwory hydrogeologiczne znajdujące się w strefach zasilania charakteryzują się dużymi wahaniami zwierciadła wód podziemnych (otwór hydrogeologiczny Różana – piętro permiego, roczna amplituda wahań zwierciadła wód podziemnych – 7,81 m), natomiast poza strefą alimentacji wahania są znacznie mniejsze (otwór hydrogeologiczny Jeleniów –

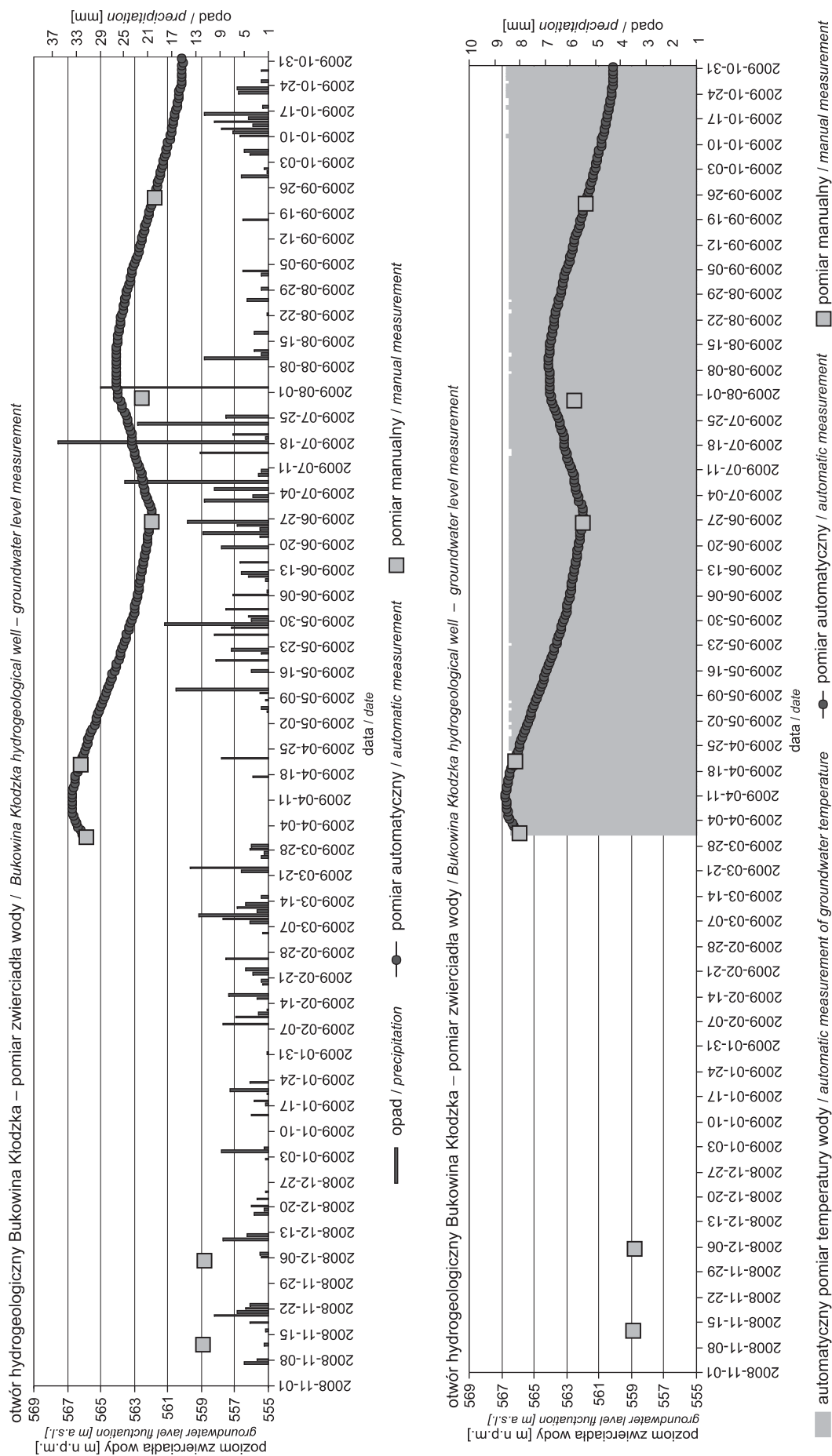


Fig. 4. Typowy przebieg wahań zwierciadła wody podziemnej w roku hydrologicznym 2009 na przykładzie otworu hydrogeologicznego Bukowina Kłodzka

The typical groundwater level fluctuation in hydrological year 2009 exemplified by observation in the Bukowina Kłodzka well

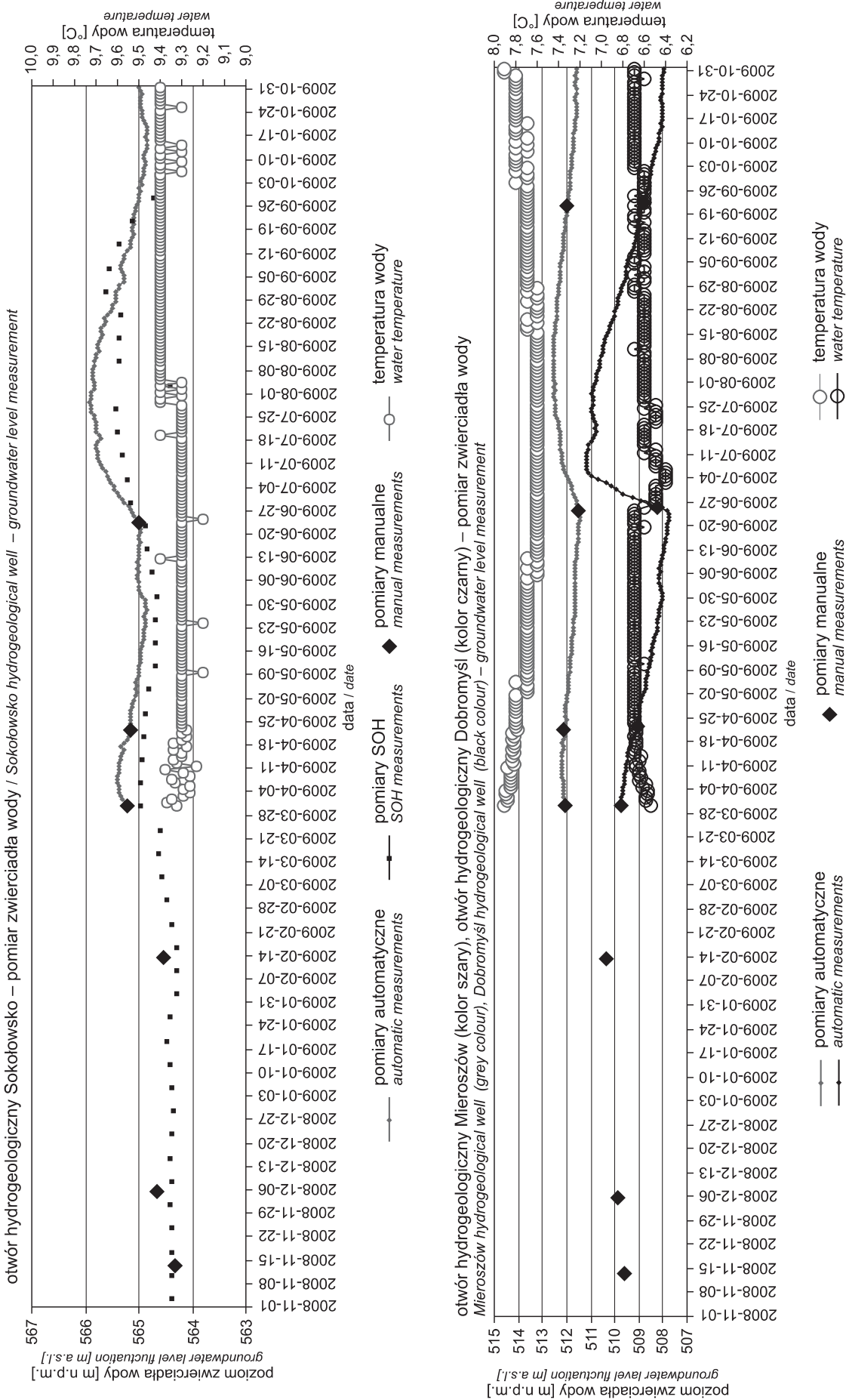


Fig. 5. Zmiany stanów wód podziemnych w roku hydrologicznym 2009

SOH – Sieć Monitoringu Wód Podziemnych

Groundwater level fluctuation in hydrological year 2009

SOH – Groundwater Monitorin Network

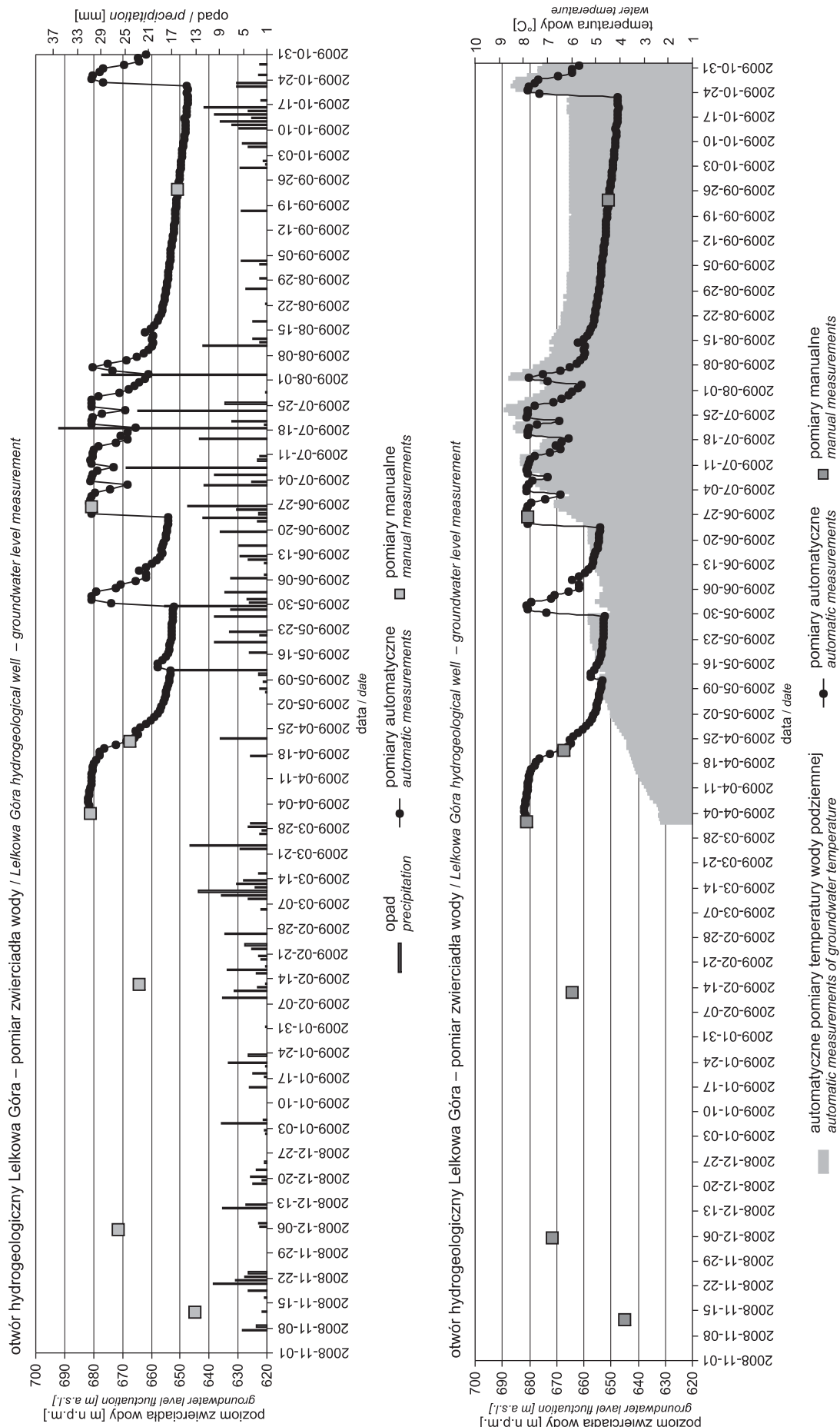


Fig. 6. Zmiany stanów wód podziemnych poziomu kredowego (K) w roku hydrologicznym 2009 w otworze hydrogeologicznym Lelkowa Góra

Fluctuation of the Cretaceous groundwater level (K) in hydrological year 2009 in the Lelkowa Góra well

Tabela 2

Wybrane parametry statystyczne wahań zwierciadła wód podziemnych dla roku hydrologicznego 2009

Selected statistics of groundwater level fluctuation in hydrological year 2009

Lp.	Nr według RBDH ¹	Kod punktu pomiarowego		Miejscowość	Rodzaj regionu ³	Dane dotyczące otworu		Rok hydrogeologiczny 2009					
		SOBWP ²	monitoring graniczny			głębokość [m]	stratygrafia ujętego poziomu ⁴	głębokość maksymalna [m]	głębokość minimalna [m] ⁵	amplituda roczna [m]	minimalna temp. wody	maksymalna temp. wody	amplituda wody
1	8330076	-	P-1	Różana	OKrA	40,0	P ₁ +P ₃	11,76	3,94	7,81	8,20	7,81	0,39
2	8330132	-	P-1	Gorzyszów	OKrA	113,0	C	18,30	12,44	5,86	8,40	6,80	1,60
3	8330133	1172	P-2	Łączna	OKrA	80,0	T ₁ +P ₃	42,52	41,03	1,49	8,30	7,98	0,32
4	8660009	1161	P-3	Chełmsko Śląskie	OKrA	126,5	P ₁	7,09	6,05	1,04	7,73	7,50	0,23
5	8330190	1163	1B	Dobromyśl	OKrA	90,0	T ₁	3,89	0,83	3,06	7,50	7,30	0,20
6	8330178	1165	5B	Dobromyśl	OKrA	171,0	T ₁	23,48	19,98	3,51	6,72	6,40	0,32
7	8330122	-	1p	Olszyny	OKrA	364,0	P ₁	-1,50	-1336	11,86	-	-	-
8	8330120	-	2p	Krzeszów	OKrA	250,0	P ₂	-15,75	-19,25	3,50	-	-	-
9	8330130	-	3p	Grzędy	OKrA	303,0	P	2,38	1,55	0,83	7,60	7,37	0,23
10	9000044	1158	11	Jeleniów	OPKu	300,0	K	-7,51	-7,96	0,45	-	-	-
11	9000052	-	P-5	Jeleniów	OPKu	133,0	K	-6,04	-6,50	0,46	-	-	-
12	8990081	-	P-6"	Kudowa	OPKu	375,0	K ₂	-28,11	-28,91	0,80	-	-	-
13	8990072	-	P-4	Czermna	OPKu	355,0	K	-10,43	-10,98	0,56	-	-	-
14	8990068	-	P-1	Czermna	OPKu	600,0	K	-0,21	-4,93	4,71	-	-	-
15	9000129	1159	P-2	Pstrążna	OPKu	231,0	C	26,11	13,13	12,98	7,90	7,40	0,50
16	9000046	1174	P-3	Bukowina	OPKu	256,0	K ₂	159,18	152,54	6,64	8,50	8,30	0,20
17	9000021			Lelkowa Góra	OPKu	-	-	38,13	3,49	34,63	8,80	2,31	6,49
18	9000048	-	3	PNGS	OPKu	256,0	K	126,64	126,03	0,61	-	-	-
19	9000049	608	7	Łężyce	OPKu	196,0	K	29,41	23,52	5,89	7,30	7,18	0,12
20	-	609	7a	Łężyce (płytki)	OPKu	-	-	8,01	2,30	5,71	7,30	6,90	0,40
21	9000067		9000067	Wambierzyce	OS	500,0	P	17,19	16,18	1,02	9,50	9,38	0,12
22	9000064	-	9000064	Krzyżanów	OPKu	300,0	Pz	115	0,11	1,04	-	-	-
23	8670005	-	8670005	Tłumaczów	OS	226,0	P ₁	11,84	9,90	1,94	10,20	7,70	2,50
24	8330128	1162	5P	Sokołowsko	OS	350,0	P ₁	5,18	4,08	1,10	9,50	9,20	0,30
25	8330135	1173	P-2	Mieroszów 2	OS	120,0	P	5,05	2,51	2,54	7,70	7,57	0,13
26	8660003	-	8660003	Golińsk	OS	59,0	P ₁	-3,86	-4,72	0,86	-	-	-
27	8660017	-	P-1	Mieroszów ul. Kwiatowa	OS	55,0	T ₁	11,34	10,26	1,08	7,92	7,50	0,42

¹ RBDH – Regionalny Bank Danych Hydrogeologicznych / Regional Hydrogeological Data Bank² – SOBWP – Sieć Obserwacyjno Badawcza Wód Podziemnych / Groundwater Monitoring and Research Network³ – OKrA – rejon Krzeszów–AdrŹpach, OPKu – rejon Kudowa–Police nad MetujŹ, OS – zlewnia górnŹj i Źrodkowej Źcinawki

OKrA – Krzeszów–AdrŹpach region, OPKu – Kudowa–Police nad MetujŹ region, OS – Upper and Middle StŹnawa catchment region

⁴ – Pz – paleozoik; C – karbon; P – perm; P₁ – perm dolny; P₂ – perm Źrodkowy; P₃ – perm górnŹj; T₁ – trias dolny; K – kreda; K₂ – kreda górnŹj⁴ – Pz – Paleozoic; C – Carboniferous; P – Permian; P₁ – Lower Permian; P₂ – Middle Permian; P₃ – Upper Permian; T₁ – Lower Triassic; K – Cretaceous;K₂ – Upper Cretaceous⁵ "-" oznacza zwierciadło artezyjskie / "-" denotes artesian groundwater level

piętro kredowe – 0,45 m). W otworze hydrogeologicznym Pstrężna P-2 odnotowano także duże wahania wód podziemnych, sięgające 12,98 m. Znajduje się on w bliskim sąsiedztwie otworu hydrogeologicznego Lelkowa Góra, ok. 3 km na południowy zachód od Lelkowej Góry. Jednak tylko otwór hydrogeologiczny Lelkowa Góra charakteryzuje się równoczesną dużą amplitudą temperatury wody (6,49°C). Pozostałe badane otwory hydrogeologiczne ujmują wody, których tem-

peratura zmieniała się maksymalnie o 0,5°C w skali całego roku hydrologicznego 2009.

W otworze hydrogeologicznym Lelkowa Góra rejestruje się zwierciadło wody w strefie zasilania. Tak duża dynamika zwierciadła wody oraz zmiany jej temperatury są prawdopodobnie efektem dobrych właściwości filtracyjnych silnie spękanych skał kredowych i rumoszu skalnego.

PODSUMOWANIE

Prezentowany monitoring wód w strefie przygranicznej Polska–Czechy jest dobrze rozwiniętym systemem pomiarów i obserwacji wód powierzchniowych i podziemnych w strefie przygranicznej kraju. Zastosowana unifikacja metod pomiarowych i obliczeniowych, homologacja sprzętu pomiarowego i punktów obserwacyjnych, wspólne pomiary po obu stronach granicy państwowej oraz coroczne raportowanie danych podnoszą jakość badań. Niezbędne jest jednak wykonywanie pomiarów kontrolnych w celu weryfikacji oraz kalibracji urządzeń pomiarowych. Zastosowanie automatycznych pomiarów stanów wód podziemnych w badanym systemie monitoringowym daje duże szanse i możliwości na lepsze rozpoznanie dynamiki i układu krążenia wód podziemnych w przedmiotowym rejonie. Dzięki zainstalowanym urządzeniom jest możliwa ciągła rejestracja zwierciadła wody nawet w warunkach pogodowych utrudniających dotarcie pracowników służb hydrogeologicznych i wykonanie pomiarów w wyznaczonym czasie.

Stosowane urządzenia są proste w użyciu i dają regularny zapis stanów zwierciadła wód. Należy jednakże pamiętać o ciągłej ich kontroli. O ile nie mogą one w pełni zastąpić człowieka, o tyle stanowią precyzyjne narzędzie w jego rękach, monitorujące zachodzące zmiany w systemie krążenia wód podziemnych. Dotychczas zgromadzone dane z obserwacji pozwalają stwierdzić sezonowe zmiany położenia zwierciadła wód podziemnych, a zgromadzone w dłuższym przedziale czasowym pozwolą określić i prognozować długofalowe trendy ich zmian.

Wszystkie uzyskane z pomiarów i obserwacji dane, a także ich analiza jest przedstawiana w corocznych raportach, które są przekazywane i omawiane na wspólnych polsko-czeskich naradach. Dzięki nim zarówno strona polska, jak i czeska mają aktualną wiedzę i dostęp do wszelkich danych z poborów wód podziemnych, opadów, stanów zwierciadła wód podziemnych, przepływów wraz z ich interpretacją.

LITERATURA

- DOWGIAŁŁO J., KLECZKOWSKI A.S., MACIOSZCZYK T., RÓŻKOWSKI A. (red.), 2002 — Słownik hydrogeologiczny. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DUBICKI A., ADYNKIEWICZ-PIRAGAS M., 2008 — Współpraca na wodach granicznych w ramach polsko-czeskiego zespołu ekspertów hydrologów grupy HyP. Mat. XII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Zarządzanie zasobami wodnymi w dorzeczu Odry”. Szklarska Poręba.
- KONDRACKI J., 2009 — Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KRAWCZYK A., SERAFIN R., WOJTKOWIAK A., PRZYBYŚLAWSKI J., CHUDZIK L., ZAWISTOWKI K., NOWACKI F., 2009 — Raport za rok hydrologiczny 2008 dla tematu „Prowadzenie monitoringu wód podziemnych w strefach granicznych RP, ze szczególnym uwzględnieniem stref intensywnej antropopresji” rejon graniczny z Republiką Czeską na odcinku Krzeszów–Ścinawka–Kudowa. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Bad., Wrocław.
- KRAWCZYK A., SERAFIN R., PRZYBYŚLAWSKI J., WOJTKOWIAK A., CHUDZIK L., ZAWISTOWKI K., MAĐRALA D., 2010 — Raport za rok hydrologiczny 2009 dla tematu „Prowadzenie monitoringu wód podziemnych w strefach granicznych RP, ze szczególnym uwzględnieniem stref intensywnej antropopresji” rejon graniczny z Republiką Czeską na odcinku Krzeszów–Ścinawka–Kudowa. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Bad., Warszawa.
- MACIOSZCZYK A. (red.), 2006 — Podstawy hydrogeologii stosowanej: 486–502. PWN, Warszawa.
- NOWACKI F., MARUŃCZAK S., SERAFIN R., GAWRON M., 2005 — Raport za rok hydrologiczny 2004 wraz z zadaniami towarzyszącymi. Praca naukowo-badawcza, monitoring wód podziemnych i powierzchniowych strefy przygranicznej Polski i Czech w rejonach Krzeszów–Adršpach, Kudowa Zdrój–Police n/Metują i Zlewnia Górnej Ścinawki, Etap II. Arch. P.G. Proxima, Wrocław.

SUMMARY

The survey area is located in the Middle Soudetes mountainous region of the Góry Wałbrzyskie and Stołowe in Poland and Jestřebi hory in Czech Republic. The study area covers a territory at the catchment divide of the Baltic Sea (Odra River) and the North Sea (Labe River).

An impetus for international co-operation concerning transboundary waters in the Intra-Sudetic Basin was the assessment of hydrogeological conditions of available groundwater resources. Based on the Agreement between the Polish and Czech Governments (21 March 1985, Prague), the Czech side had informed about hydrogeological survey carried out in the Police Basin, which was a real danger for the quantity of water on the Polish side. The Czech-Polish working group of experts on transboundary groundwater was established in 1979. The main goal of this co-operation was and still is a necessity for information on the hydrogeological and hydrological situation in the survey area (between Police n. Metuji in the Czech Republic and Kudowa Zdrój in Poland). During the long-term joint Czech-Polish co-operation the study area was divided into three sub-areas: Krzeszów–Adršpach region (OKrA), Kudowa–Police nad Metuji region (OPKu) and Upper Stěňava catchment region (OS).

The Polish Geological Research Lower Silesian Branch has been carrying out the transboundary measurements since 2008.

In the hydrogeological year 2008, the transboundary area included 29 boreholes and 11 surface water gauging station (2 stations of IMGW – Institute of Meteorology and Water Management – National Research Institute) on the Polish side. In 2009, the Polish side adopted more boreholes to optimize the existing network. There were 12 boreholes added which gave the total of 51 observation points (11 surface water stations, 13 springs and 27 boreholes). Implementation of the network had been completed together with automation of the measurements. Nowadays, the measurements of the groundwater table depth and temperature are taken at an in-

terval of one hour. The monitoring sites of the basic network were observed continuously by automatic equipment (17 loggers, 6 baro-loggers, 7 digital manometers and 5 thalimedes).

The monitoring site of the complementary network was observed once a month and the surface site – four times a year. To check, control and verify the quality of automatic measurement, manual measurements were carried out every three months.

On the data base carried out in the hydrogeological year 2009 it occurred the cyclical groundwater level fluctuation. The changes of water levels and seasonal fluctuation depend on natural changes in the hydrometeorological situation (i.e. precipitation and retardation below the ground), geological structure (rock types, sediments), depth to the groundwater level, regions of the huge explanation factory etc.

Analysis of the hydrological year 2009 has demonstrated that the groundwater level fluctuation was characterized by a seasonal increase and subsequent decrease with the amplitude of about 1 metre. The exception was the Lełkowa Góra borehole where the fluctuation within the Cretaceous groundwater level (K) was very high – about 34 metres. It was mainly due to the location of this borehole and the characteristic features of the rock above the groundwater level. Thanks to the automatic equipment we could record not only the groundwater level data but also the groundwater temperature.

The results of joint activities and regime measurements considered together with climate conditions, demonstrate the necessity of further observation and monitoring of changing hydrological and hydrogeological conditions in the Intra-Sudetic Depression in both the Polish and Czech territory. The main aim of the Czech-Polish water monitoring in the transboundary zone of these regions is to assess the impact of using significant amounts of groundwater on the quantity of transboundary groundwater resources.