

Dziesięciolecie (2002–2011) badań wód podziemnych sandru umultowskiego na terenie kampusu WNGiG UAM

Jan Przybyłek, Wojciech Remisz, Tadeusz Theuss

*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Geologii
janex@amu.edu.pl, wremisz@amu.edu.pl, tmtheuss@amu.edu.pl*

Wstęp

Wykonanie w 2002 roku otworu badawczo-obszernego IG-2 na terenie kampusu UAM Morasko, w pobliżu budynku Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych (WNGiG), umożliwiło podjęcie obserwacji zmian (wahań) zwierciadła wody w cyklu rocznym i wieloletnim w nawiązaniu do panujących w tym rejonie warunków hydrogeologicznych i odnawialności wód podziemnych w czwartorzędowym piętrze wodonośnym. Obserwacje rozszerzono o pomiar temperatury wody oraz okresowe badania zmian jej własności fizyczno-chemicznych.

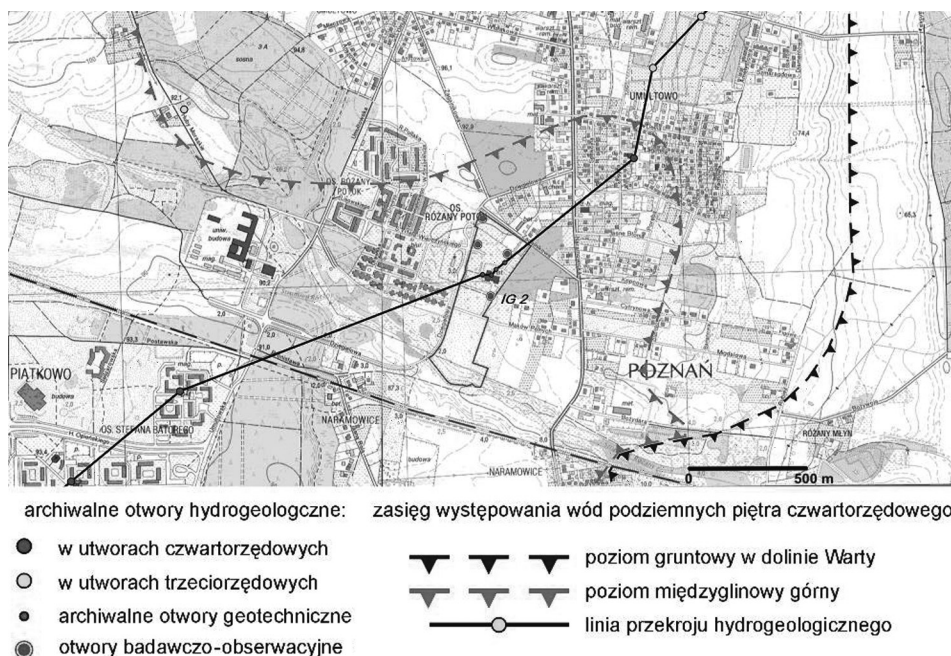
Systematyczny monitoring wód podziemnych w odniesieniu do stanu, temperatury i własności fizyczno-chemicznych jest prowadzony od 2002 roku do chwili obecnej, jedynie w pierwszym półroczu 2003 roku miała miejsce przerwa w obserwacjach, spowodowana brakiem dostępu do otworu badawczo-obszernego w związku z budową nowego budynku WNGiG.

Obiekty naukowo-dydaktyczne Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM, w tym teren opisywanej stacji hydrogeologicznej, położone są na północnych rubieżach Poznania (Umultowo) (ryc. 1).

Morfologia i hydrografia

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 1994) teren kampusu WNGiG znajduje się w makroregionie Pojezierze Wielkopolskie (315.5), w mezo-regionie Pojezierze Międzychodzko-Pniewskie (315.512) i mikroregionie Wzgórza Owińsko-Kierskie. Pod względem geomorfologicznym (Krygowski, 1961) jest to obszar Równiny Poznańskiej (VIII-6), będącej subregionem Wysoczyzny Poznańskiej (VIII).

Wzgórza Owińsko-Kierskie to morena fazy poznańskiej zlodowacenia północnopolskiego z kulminacją na Górze Moraskiej (153 m n.p.m.), obniżająca się w kie-



Ryc. 1. Położenie stacji obserwacyjnej wód podziemnych WNGiG UAM w Poznaniu

runku zachodnim, ku dolinie Warty, do wysokości poniżej 100 m n.p.m. Dno doliny Warty znajduje się na wysokości ok. 50 m n.p.m. Lokalne obniżenie terenu do rzędnych ok. 80 m n.p.m., występujące na południe od kampusu, stanowi dolina Strumienia Różanego.

W rejonie kampusu powierzchnię terenu tworzą wodnolodowcowe piaski i żwiry (ryc. 2) o miąższości 4–7 m.

Sieć hydrograficzna obszaru związana jest ze Strumieniem Różanym, lewobrzeżnym dopływem Warty.

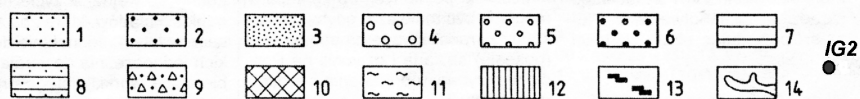
Budowa geologiczna

Budowę geologiczną rejonu kampusu ilustruje przekrój hydrogeologiczny przedstawiony na rycinie 3. Miąższość czwartorzędu wynosi tu ok. 30–40 m. Jego podłoże stanowią osady ilaste młodszego neogenu, zalegające na rzędnej ok. 50 m n.p.m. W rejonie kampusu czwartorzęd reprezentują osady zlodowacenia środkowopolskiego, północnopolskiego oraz holocenu. Zlodowacenie środkowopolskie to głównie gliny morenowe o miąższości 20–30 m i lokalnie wodnolodowcowe utwory piaszczyste.

Powierzchnię terenu stanowią osady zlodowacenia północnopolskiego. Są to osady wodnolodowcowe – piaski i żwiry o miąższości najczęściej 5–7 m, poziom glin morenowych o miąższości 5–15 m. Z okresu recesji lądolodu pochodzą struk-

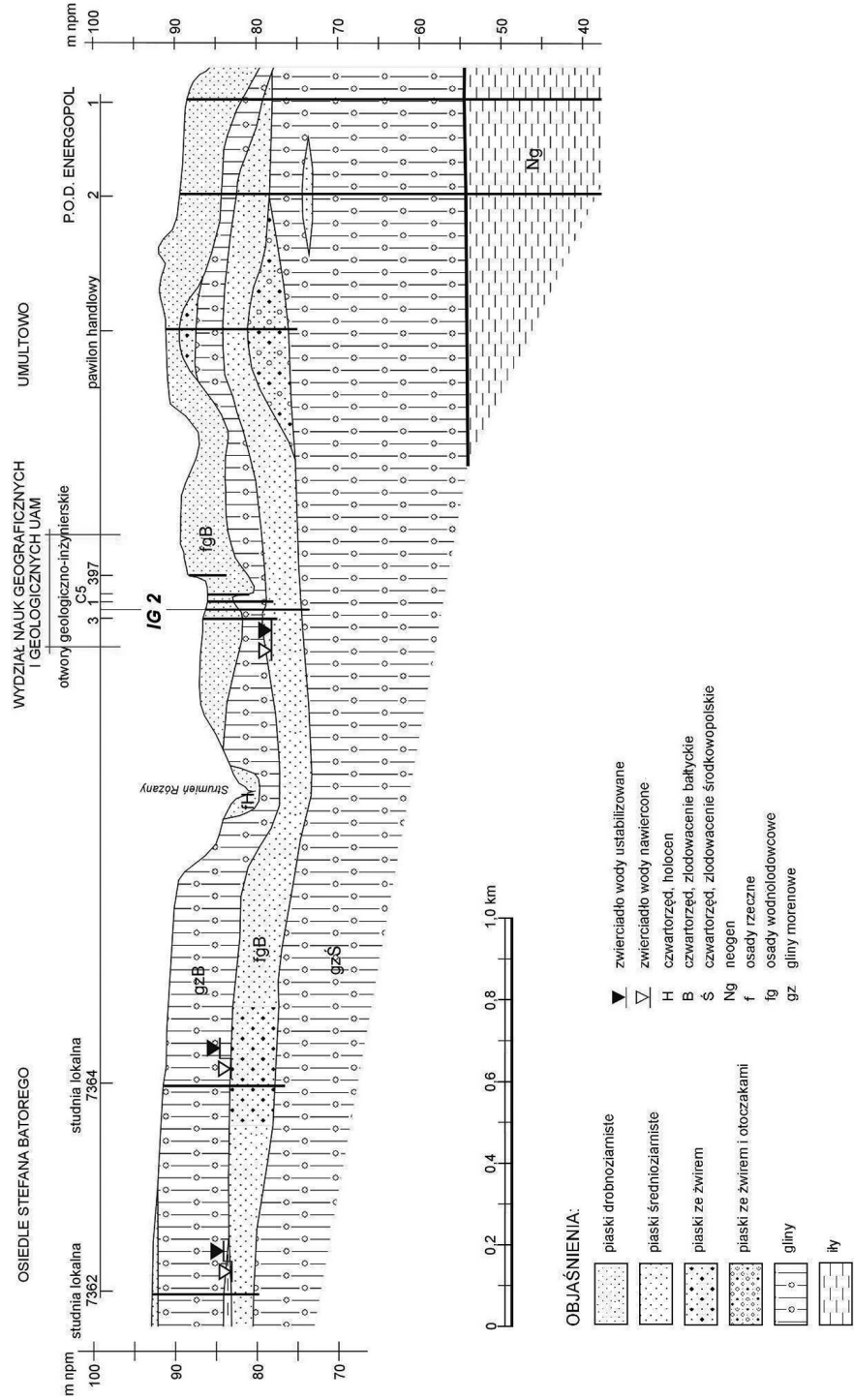
tury wodnolodowcowe o miąższości 3–5 m – utwory piaszczysto-żwirowe sandru Umultowa–Naramowic.

Utwory holocenijskie stanowią wypełnienia teras holocenijskich dolin rzecznych oraz obniżeń bezodpływowych. Są to piaski różnoziarniste, namuły i torfy, o miąższości zwykle kilku metrów i maksymalnie do 5–10 m w dolinie Warty. Litologię utworów powierzchniowych analizowanego terenu przedstawiono na rycinie 2.



Ryc. 2. Szkic geomorfologiczny rejonu Morasko–Umultowo w północnej części Poznania
 Objaśnienia: 1 – piaski i mułki teras zalewowych, 2 – piaski i żwirki teras nadzalewowych, 3 – piaski wydymowe, 4 – piaski wodnolodowcowe (sandr Umultowa), 5 – piaski wodnolodowcowe niższego poziomu, 6 – piaski wodnolodowcowe najniższego poziomu, 7 – gliny lodowcowe, 8 – gliny wodnolodowcowe pod cienką pokrywą piasków, 9 – piaski lodowcowe z gładzami, 10 – zmienność płatów glin morenowych i piasków ze żwirem i gładzami, 11 – ły i mułki neogeńskie, 12 – namuły piaszczyste z substancją organiczną, 13 – torfy, 14 – namuły piaszczyste w obniżeniach dolinnych, IG2 – miejsce lokalizacji otworu badawczego.

Źródło: wg Stankowskiego (2009), na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Poznań (Chmal, 1997).



Ryc. 3. Przekrój hydrogeologiczny przez wysoczyznę morenową i sandr Umultowa

Warunki hydrogeologiczne

Na omawianym obszarze w obrębie piętra czwartorzędowego występują 2 poziomy wodonośne – poziom wód gruntowych i poziom międzyglinowy górny (Poźniak, Przybyłek, 2007).

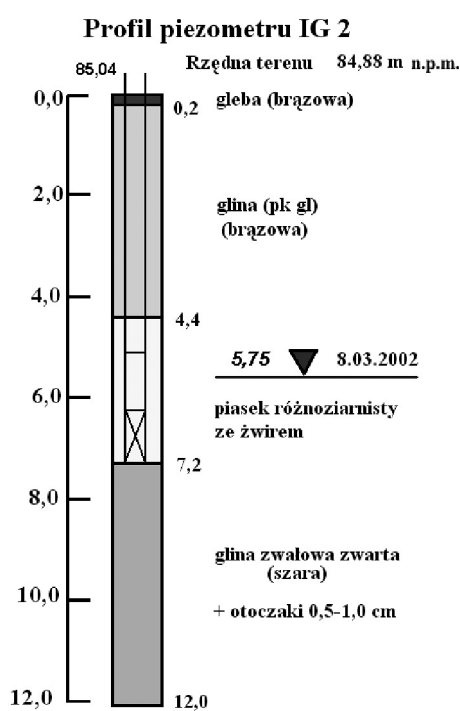
Poziom wód gruntowych występuje w utworach piaszczysto-żwirowych teras i dolin rzecznych Warty i Strumienia Różanego oraz lokalnie w osadach sandrowych, w rejonach obniżen podłoża utworów sandrowych. Pod względem granulometrycznym są to piaski różnoziarniste i żwiry. Współczynnik filtracji, w zależności od granulacji, waha się od 8 do 90 m/d. Poziom wód gruntowych charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem, występującym na głębokości od ok. 0,5 m (doliny rzeczne) do ok. 12 m (rejon Umultowa) i podlegającym wahaniom sezonowym o amplitudzie 0,5–1,5 m. Poziom ten jest zasilany przez infiltrację opadów i drenaż głębszych poziomów w obrębie doliny Warty oraz wody powierzchniowe.

Poziom międzyglinowy górny występuje w osadach piasków i żwirów wodnolodowcowych, rozdzielających gliny morenowe zlodowacenia północnopolskiego od środkowopolskiego. Tworzy go rozległa struktura międzymorenowa, rozwinięta głównie w środkowej i północnej części Poznania.

Mięszkość poziomu międzyglinowego górnego wynosi od 5 do ok. 20 m. Parametry filtracyjne poziomu uzależnione są od granulacji osadów wodonośnych oraz ich mięszkości. Współczynnik filtracji mieści się w granicach od kilku do ok. 50 m/d, a przewodność od 70 do 1000 m²/d, średnio ok. 100 m²/d.

Poziom ten leży na głębokości 5–15 m, pod nakładem glin morenowych zlodowacenia północnopolskiego. Zwierciadło wody, w zależności od stanu wód, ma charakter naporowy lub swobodny i występuje na głębokości 0,7–13 m p.p.t.

Poziom międzyglinowy (ryc. 4 – profil otworu IG-2) górny zasilany jest na drodze przesączania się wód z wyżej zalegającego poziomu gruntowego lub bezpośrednio z infiltracji opadów przez nakłady glin piaszczystych. Poziom ten jest drenowany w dolinach większych cieków, dopływów Warty (Strumień Różany).



Ryc. 4. Profil otworu obserwacyjnego IG-2

Stany wód gruntowych

Średnie wieloletnie (2002–2011) położenie zwierciadła wód podziemnych w obserwowanym otworze IG-2 (ryc. 5) wynosi 6,02 m p.p.t. Na wykresie przedstawiono również zakres wahań zwierciadła wody.

W tabeli 1 zestawiono wartości wskaźnika unormowania charakteryzującego położenie zwierciadła wody na tle stanu z wielolecia (Hołownia, Wierzbicka, 1996):

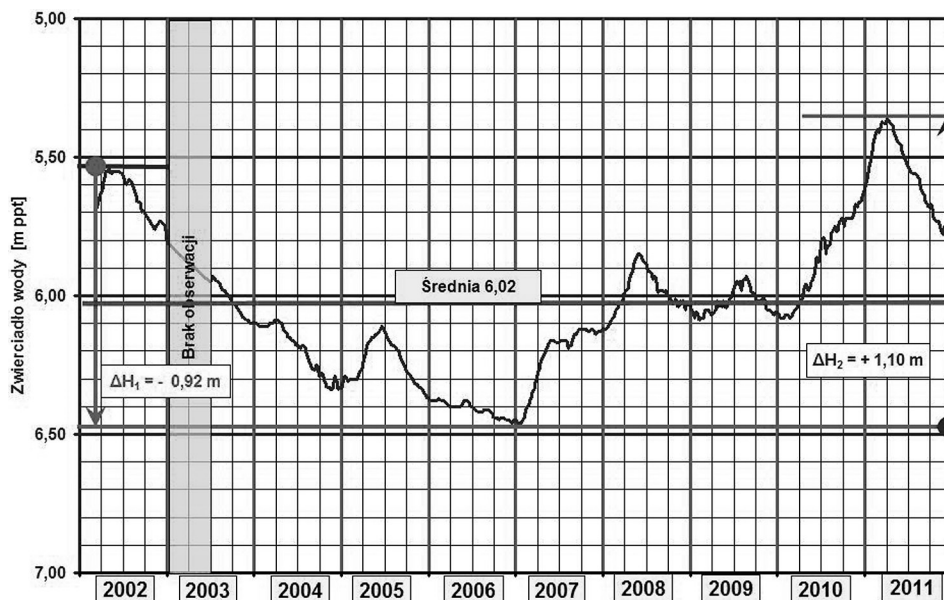
$$k = 1 - \frac{h_i}{SSW}$$

gdzie: h_i – aktualny stan zwierciadła, SSW – średni wieloletni stan zwierciadła wody = 6,02.

Ujemna wartość współczynnika unormowania mówi o tym, że dany rok był bardziej suchy niż normalnie. Jak wynika z powyższego zestawienia, lata 2004–2007 były latami bardziej suchymi niż normalnie. Wyraźnie pokazuje to wykres stanu wód podziemnych przedstawiony na rycinie 5.

Susze hydrologiczne na obszarze Wielkopolski

Jak wynika z danych GUS, średni opad roczny z wielolecia 1960–2002 w rejonie Poznania wynosi 527 mm. W czasie 30 lat do 1989 roku, uwzględniając okresy deka-



Ryc. 5. Wykres zmian zwierciadła wody w otworze IG-2 w latach 2002–2011

Tabela 1. Wskaźnik unormowania (k) dla stanów zwierciadła wód w otworze IG-2 w latach 2002–2011

Rok	Średni stan w roku [h]	Wskaźnik unormowania
2002	5,65	0,061
2003	6,01	0,002
2004	6,20	-0,030
2005	6,24	-0,037
2006	6,41	-0,065
2007	6,22	-0,033
2008	5,99	0,005
2009	6,02	0,000
2010	5,87	0,025
2011	5,55	0,078

Tabela 2. Opady w latach 2002–2007 na tle opadów z wielolecia 1960–2002

Rok	Suma opadów
2002	576,4
2003	381,6
2004	431,8
2005	487,5
2006	427,7
2007	510,1
Wielolecie 1960–2002	527,0

dowe, obserwujemy zmniejszanie się opadów od 572 mm (1960–1969), poprzez 492 mm (1970–1979) do 479 mm (1980–1989).

Rok 1989 był początkiem czteroletniej suszy hydrologicznej. Średni opad roczny wynosił wówczas 408 mm. Susza ta skończyła się późną jesienią 1992 roku.

Po stanach powodziowych lat 1997–1998 (średni opad roczny 624 mm) do 2002 roku obserwowano w miarę przeciętne, choć zmienne, warunki hydrologiczne.

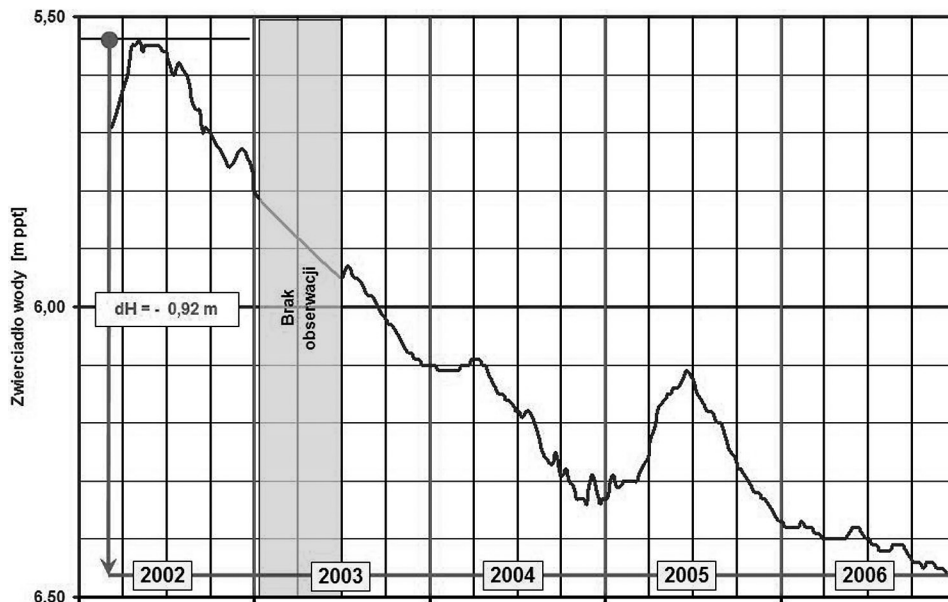
W tabeli 2 przedstawiono wielkości opadów w Wielkopolsce na tle wartości średniej z wielolecia 1960–2002.

Z zestawienia tego wynika, że z nastaniem 2003 roku zaczął się kolejny okres suszy hydrologicznej, która trwała 4 lata, do końca 2006 roku, przy opadach poniżej 500 mm rocznie.

W okresie tym (ryc. 6) nastąpiło systematyczne, wyraźne, obniżanie się zwierciadła wody w obserwowanym otworze. Ogólnie od stanu maksymalnego (maj 2002 roku) do minimalnego (grudzień 2006 roku) zwierciadło wody obniżyło się o 92 cm.

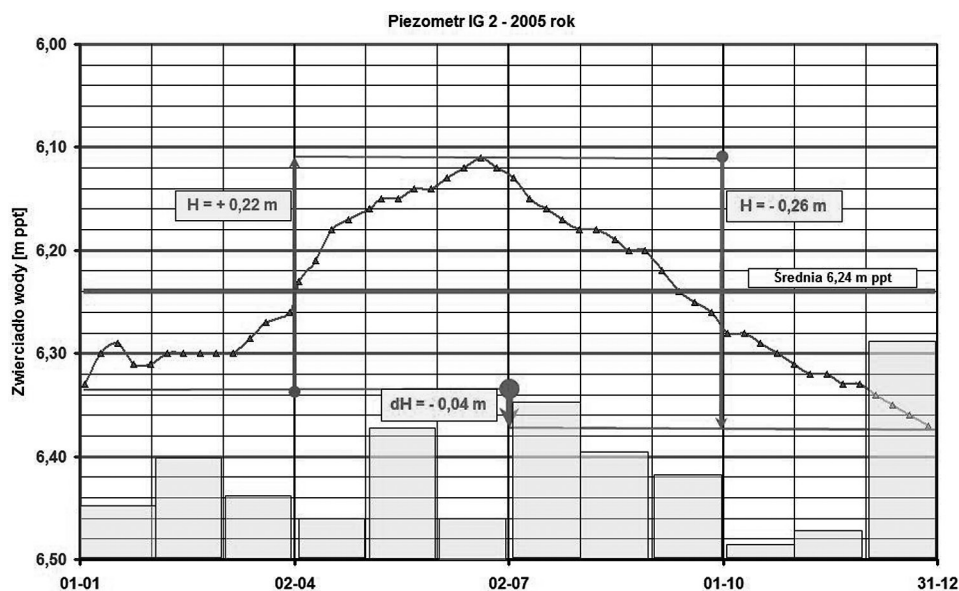
Poziom zwierciadła wody obniżał się systematycznie do końca 2004 roku. Na wykresie obserwacji z 2005 roku (ryc. 7) wyraźnie widać wpływ wiosennych roztopów i wczesnoletnich opadów. W okresie tym zwierciadło wody podniosło się o 22 cm. Niestety druga połowa tego roku była stosunkowo sucha, co odzwierciedliło się w obniżeniu zwierciadła wody o 26 cm i dało w sumie dalszy, roczny spadek o 4 cm.

Rok 2006 charakteryzował się dalszym obniżaniem się zwierciadła wód (ryc. 8). Od początku roku zwierciadło wody obniżyło się o 9 cm. Na wykresie stanów zwierciadła wody nie zaobserwowano wyraźnych wahań związanych z wiosennymi roztopami i opadami atmosferycznymi. Spowodowane to było pogłębiającą się suszą hydrologiczną, a wskaźnik unormowania położenia zwierciadła wody osiągnął minimum ($k = -0,065$).

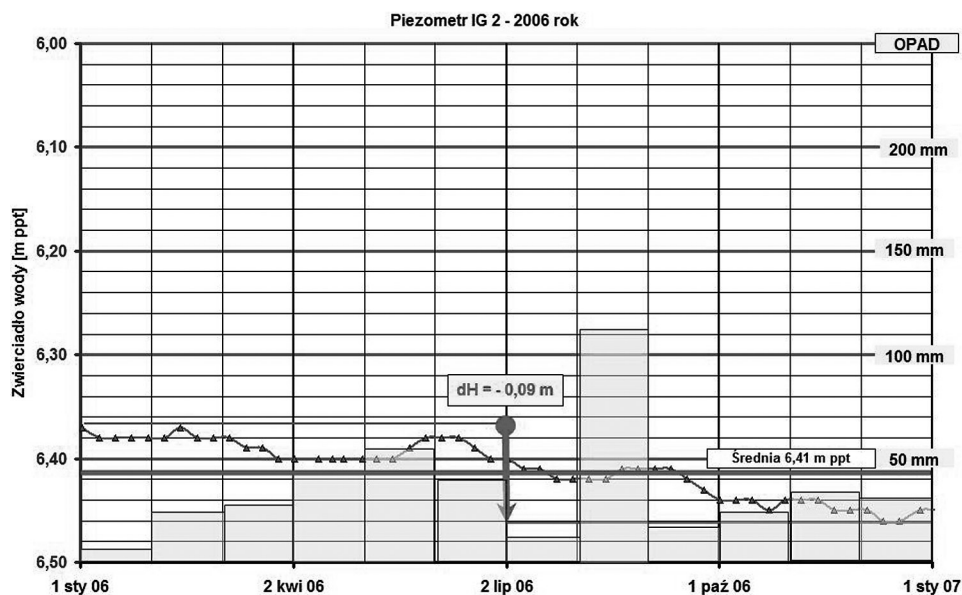


Ryc. 6. Deficyt zasilania wód podziemnych w obrazie ich stanów w latach 2002–2006

Na położenie zwierciadła wód podziemnych mają m.in. wpływ czynniki meteorologiczne, głównie zasilanie opadami atmosferycznymi i z topnienia pokrywy śnieżnej.



Ryc. 7. Niewielkie zasilanie roztopowe w 2005 roku



Ryc. 8. Finałny okres suszy hydrogeologicznej w 2006 roku

Dla zobrazowania zmienności stanów hydrologicznych w tabeli 3 przedstawiono wielkości opadów miesięcznych i dni z opadami w latach 2005 i 2006 na tle wartości z wielolecia 1971–2000.

Jak wynika z tabeli 3, rok 2005 można zaliczyć do lat „średnich”. Suma roczna opadów (499,5 mm) jest zbliżona do średniej z wielolecia 1971–2000 (507,3 mm),

Tabela 3. Porównanie wielkości opadów i dni opadowych w latach 2005 (rok „średni”) i 2006 (rok „suchy”) z wartościami z wielolecia 1971–2000

Miesiąc	Opady			Dni z opadami		
	wielolecie	rok 2005	rok 2006	wielolecie	rok 2005	rok 2006
Styczeń	29,4	26,4	6,3	16	20	5
Luty	22,9	49,5	25,5	13	16	12
Marzec	33,0	30,8	29,4	14	13	13
Kwiecień	31,3	19,4	44,1	11	7	11
Maj	47,1	63,3	55,7	12	14	13
Czerwiec	61,9	19,4	40,5	13	9	8
Lipiec	76,0	76,6	13,7	13	16	3
Sierpień	55,4	51,4	112,5	12	12	17
Wrzesień	43,6	40,8	19,0	12	9	5
Październik	35,0	6,7	22,8	12	4	9
Listopad	32,8	13,0	30,2	15	13	11
Grudzień	38,9	102,2	31,3	17	19	14
Suma	507,3	499,5	435,5	160	152	121

a ilość dni z opadami (152 dni) jest zbliżona z ilością dni z opadami z wielolecia (160).

Natomiast rok 2006 można zaliczyć do lat „suchych”, roczna suma opadów (do listopada 2006) wynosi 399,7 mm, co daje 78,8% opadów z wielolecia w odpowiednim okresie roku. Ilość dni z opadami wynosi w tym czasie tylko 107, co stanowi 75% odpowiedniej liczby dni z wielolecia.

Odbudowa zasobów wód podziemnych

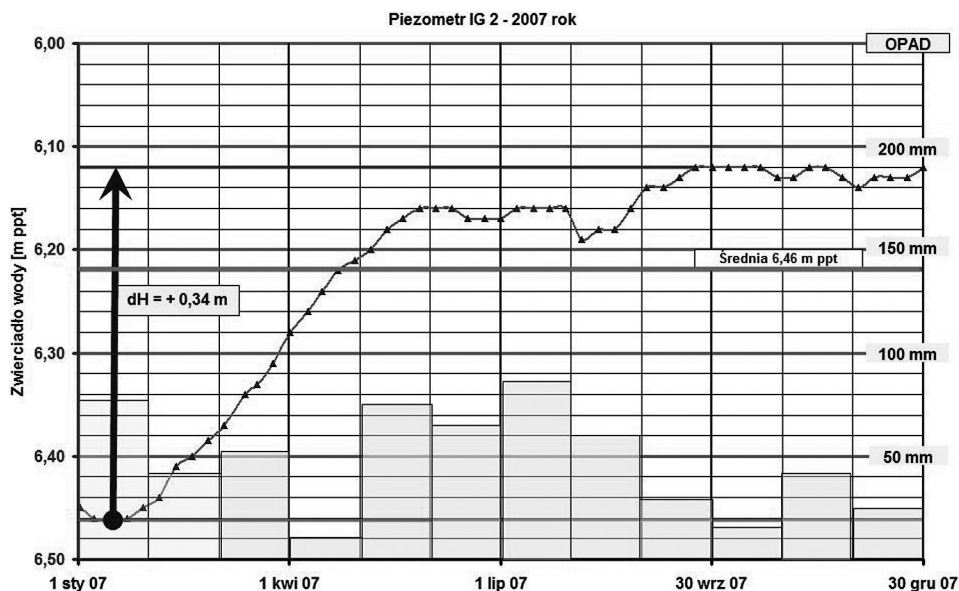
Jak zwykle w przyrodzie bywa, po latach suchych następują lata średnie czy wręcz mokre.

W okresie czteroletniej suszy hydrologicznej zaobserwowano jeden rok (2005) z opadami zbliżonymi do wartości średniej. Jednak tej wielkości opady nie spowodowały odbudowy zasobów wód podziemnych, jedynie wstrzymały ich zmniejszanie się (ryc. 7).

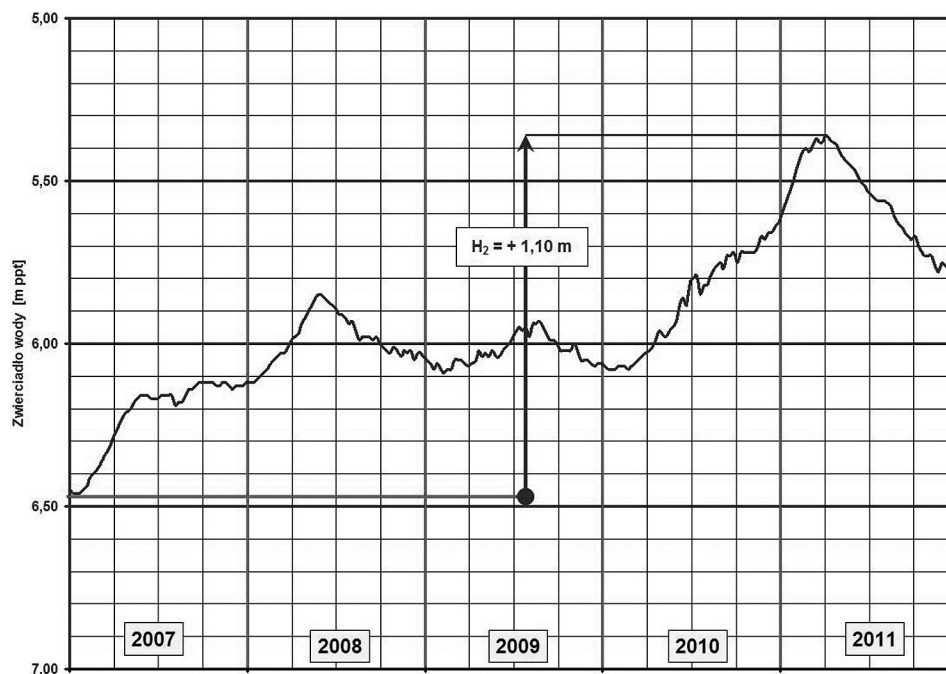
Dopiero opady o wartości rocznej przekraczającej wartość średnią z wielolecia są w stanie rozpocząć proces odbudowy zasobów wód podziemnych.

Dobrym przykładem był rok 2007, pierwszy po okresie suszy, w którym opad (592,3 mm) spowodował stopniowy wzrost zwierciadła wody (ryc. 9), w pierwszym półroczu aż o 0,30 m, by w drugim półroczu nie tylko utrzymać osiągnięty poziom, ale jeszcze podnieść się o dalsze 0,04 m.

Rok 2007 zapoczątkował proces odbudowy zasobów wód podziemnych, a opady w wysokości 510,1 mm spowodowały przyrost zwierciadła wody o 0,34 m, co stanowiło w przybliżeniu 30% strat z lat 2002–2006.



Ryc. 9. Początek odbudowy zasobów wód podziemnych w obrazie ich stanów w roku 2007



Ryc. 10. Odbudowa zasobów wód podziemnych w obrazie ich stanów w latach 2007–2011

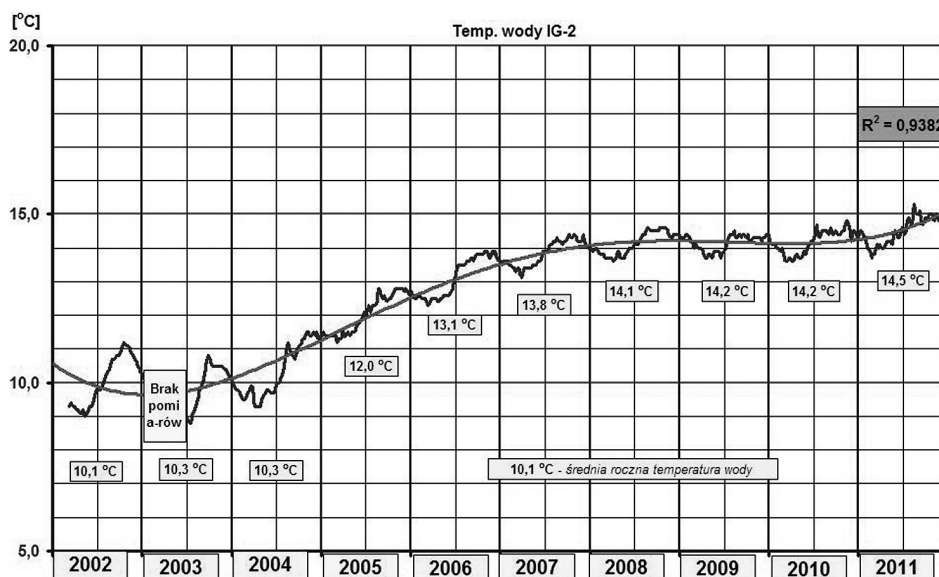
Odbudowa zasobów wód podziemnych w całej dekadzie obserwacji (2002–2011) trwała ponad 4 lata, co przedstawiono na rycinie 10.

Lata 2008–2009 z opadami odpowiednio 501 i 585 mm można uznać za średnie, toteż zwierciadło wody po pierwotnym wzroście w pierwszej połowie roku obniżało się w drugiej połowie roku. Opady w 2010 roku w wysokości 723,1 mm spowodowały, że zwierciadło wody wzrosło o dalsze 0,40 m i powróciło prawie do stanu pierwotnego z roku 2002. Na początku 2011 roku zwierciadło wody położyło już było ponad pierwotnym poziomem z pierwszego kwartału 2002 roku.

Tak więc potrzeba było aż czterech lat z opadami powyżej 500 mm, by stan wód podziemnych powrócił do poziomu sprzed okresu suszy hydrologicznej lat 2003–2006.

Oddziaływanie termiczne obiektów budowlanych na wody podziemne

Ciekawym zjawiskiem zaobserwowanym w otworze IG-2 jest oddziaływanie termiczne (ryc. 11) nowo wybudowanego budynku wydziału w pobliżu otworu obserwacyjnego. W okresie przed budową (lata 2002 i 2003) temperatura wody w otworze IG-2, mierzona na głębokości 6–7 m od powierzchni terenu, a więc 1 m poniżej aktualnego zwierciadła wody, wahała się sezonowo w zakresie od 9,0 do 11,0°C i wynosiła średnio rocznie 10,1 i 10,3°C.



Ryc. 11. Zmiany temperatury wody w otworze obserwacyjnym IG-2 w latach 2002–2011

Średnia wartość roczna temperatury wody w 2002 roku wynosiła $10,1\text{ }^\circ\text{C}$ i utrzymywała się na podobnym poziomie również w latach 2003 i 2004 ($10,3\text{ }^\circ\text{C}$). Po zasiedleniu budynku (IV kw. 2004 roku) temperatura wody zaczęła wzrastać i wynosiła kolejno $12,0\text{ }^\circ\text{C}$ (2005 rok), $13,1\text{--}13,8\text{ }^\circ\text{C}$ (2007 rok) i $14,1\text{ }^\circ\text{C}$ (2008 rok). W latach 2008–2010 temperatura wody utrzymywała się na poziomie $14,1\text{--}14,2\text{ }^\circ\text{C}$, by w roku 2011 wzrosnąć do $14,5\text{ }^\circ\text{C}$.

Przez cały okres obserwacji (2002–2011) wyraźnie zaznaczały się sezonowe zmiany temperatury wody w otworze obserwacyjnym, które widać na powyższym wykresie.

W początkowym okresie obserwacji (w latach 2002, 2003 i 2004) amplituda zmian wynosiła ponad $2\text{ }^\circ\text{C}$. Zauważalny wzrost średniej rocznej temperatury zaobserwowano w roku 2005 ($+1,7\text{ }^\circ\text{C}$). W latach 2005–2008 zakres wahań sezonowych się zmniejszał i aktualnie amplituda nie przekracza $2\text{ }^\circ\text{C}$. W następnych latach tendencja wzrostowa była mniejsza i w roku 2008 wynosiła już tylko $0,3\text{ }^\circ\text{C}$.

Wzrost temperatury wody w otworze obserwacyjnym IG-2 jest najprawdopodobniej spowodowany oddziaływaniem termicznym nowego budynku WNGiG.

Zmiany własności fizyczno-chemicznych wód podziemnych zaobserwowane w okresie dziesięciolecia

Badania składu fizyczno-chemicznego wody z górnego poziomu międzyglinowego, ujmowanego w otworze IG-2, wykonywano w cyklu 3-letnim (tab. 4), po raz pierwszy w marcu 2002 roku. Podstawowe makroskładniki wody występowały w następujących stężeniach: chlorki – 115 mg/l , siarczany – 100 mg/l , wapń – 134

Tabela 4. Wyniki badań fizyczno-chemicznych wody z otworu badawczego IG-2

Miejsce pobrania próbki		Morasko IG-2	Morasko IG-2	Morasko IG-2	Morasko IG-2	Morasko IG-2
Data pobrania próbki		8.03.02	31.03.05	21.01.08	12.04.11	15.12.11
Temperatura powietrza	°C	8,6	5,8			5,6
Temperatura wody	°C	9,5	11,6	14,0	14,8	15,0
Barwa	mg/l			15		12
Mętność	mg/l			5		
Odczyn	pH	7,7	7,1	6,98	7,42	7,64
Zapach						z1R
ChZT	KMnO ₄	1,8				1,6
Amoniak NH ₄	mg/l	n.w.	n.w.	0,04	0,008	n.w.
Azotyny NO ₂	mg/l	0,02	0,008	0,06	0,009	0,011
Azotany NO ₃	mg/l	2	14	34,3	53,4	63,8
Żelazo ogólne	mg/l	0,13	0,12	0,25		0,19
Mangan (Mn)	mg/l	0,02	0,01	0,03		0,03
Fluorki F	mg/l			0,04	0,24	0,19
Chlorki Cl	mg/l	115	135	112	139,1	201,8
Zasadowość	mval/l	3,1	3,4	3,8	3,6	3,7
Wodorowęglany	mg/l			231,8	219,6	225,7
Fosforany PO ₄	mg/l	n.w.	0,12	0,14	n.w.	n.w.
Siarczany SO ₄	mg/l	100	95	129	102,2	133,4
Twardość CaCO ₃	mg/l	378,6	366,0	437,3	393,7	493,2
Wapń (Ca)	mg/l	134	126	146,9	138,5	175,6
Magnez (Mg)	mg/l	10,5	12,2	17,1	11,7	13,4
Sód (Na)	mg/l	30,5	56,5	36,5	50,1	71,4
Potas (K)	mg/l	1,8	2,3	3,14	2,72	2,39
Przewodność elektrolit.	μS/cm	830	966	996	929	1080
Ołów (Pb)	mg/l		0,015	0,016		0,012
Miedź (Cu)	mg/l	0,014	0,005	0,007		0,006
Cynk (Zn)	mg/l	0,391	0,114	0,415		0,425
Kadm (Cd)	mg/l	0,001	0,002	0,003		0,002
Chrom ogólny (Cr)	mg/l	<0,004	0,005	0,020		0,010
Detergenty anionowe	mg/l			n.w.		
Fenole	mg/l			n.w.		
Lit (Li)	mg/l				0,011	
Nikiel (Ni)	mg/l	<0,006	<0,006	0,006		
Sucha pozostałość	il. ogólna	563				786
	cz. lotne	41				118
	cz. stałe	522	592			668

mg/l, magnez – 10,5 mg/l, sód – 30,5 mg/l. Zawartość żelaza wynosiła – 0,13 mg/l, a manganu – 0,02 mg/l. Odczyn wody (pH) wynosił 7,7, ChZT_{KMnO4} – 1,8 mg O₂/l, a przewodnictwo elektrolityczne – 830 μS/cm. Nie stwierdzono obecności azotu amonowego, zaś stężenie azotanów wynosiło 2 mg/l. Ogólna zawartość składników rozpuszczonych wynosiła 563 mg/l.

Stężenia metali ciężkich były typowe dla wód z płytkich poziomów wodonośnych, a podwyższone stężenie cynku (0,391 mg/l) należy wiązać z użyciem do wykonania otworu rur stalowych ocynkowanych.

Kolejne badania wody wykonane zostały w marcu 2005 roku i styczniu 2008 roku oraz w kwietniu i grudniu 2011 roku.

Zaobserwowano zmiany w składzie fizyczno-chemicznym wody, które następowały zarówno pod wpływem czynników hydrologicznych, jak i antropogenicznych.

Niewielkim wahaniom podlegał odczyn wody, pojawiły się nieznaczne ilości azotu amonowego i fosforanów. Zmienne było stężenie siarczanów, które w grudniu 2011 roku wzrosło do 133,4 mg/l, natomiast wartość ChZT_{KMnO4} utrzymywała się na podobnym poziomie i wynosiła 1,6 mgO₂/l.

Odnotowano systematyczny wzrost stężenia azotanów, chlorków, sodu i wapnia. Zwiększające się stężenia tych składników nieorganicznych znajdują potwierdzenie w rosnącej suchej pozostałości (z 563 mg/l do 786 mg/l w grudniu 2011 roku) oraz przewodności elektrolitycznej (z 830 μS/cm do 1080 μS/cm).

W przypadku azotanów nastąpił wysoki wzrost z 2 mg/l w roku 2002 do 53,4 mg/l w kwietniu i 63,8 mg/l w grudniu 2011 roku. Obserwowany od 2005 roku szybki wzrost stężeń azotanów prawdopodobnie jest związany z nawożeniem mineralnym trawników wykonanych w obrębie budynku (ogród wewnętrzny) oraz w jego otoczeniu. Dotyczy to również wzrostu stężenia potasu, fosforanów i azotu amonowego.

W przypadku chlorków i sodu systematyczny wzrost ich stężeń (od początkowych 115 mg/l Cl i 30,5 mg/l Na w marcu 2002 roku do 201,8 mg/l Cl i 71,4 mg/l Na w grudniu 2011 roku) jest prawdopodobnie konsekwencją stosowania soli podczas oczyszczania chodników i parkingów w zimie.

Stężenia żelaza i manganu przez cały okres obserwacji pozostawały na zbliżonym poziomie i w grudniu 2011 roku wynosiły odpowiednio 0,19 mg/l i 0,03 mg/l.

Stężenia metali ciężkich (Pb, Cu, Cd, Cr, Ni) podlegały co prawda pewnym wahaniom, jednak nie obserwuje się stałych tendencji wskazujących na wzrost zanieczyszczeń.

Odnotowane zmiany w składzie wody badanej w piezometrze IG-2 ograniczają się głównie do makroskładników, takich jak: azotany, chlorki, sód, wapń i są powiązane ze zmianami w sposobie zagospodarowania terenu w rejonie otworu.

Podsumowanie

Na terenie kampusu UAM Morasko w Poznaniu, w pobliżu budynku WNGiG, odwiercono otwór badawczo-obszaryjny IG-2, w którym od 2002 roku do chwili obecnej były prowadzone obserwacje w zakresie stanu zwierciadła, temperatury i

jakości wód podziemnych. Pomiary zwierciadła i temperatury wody wykonywane były w cyklu tygodniowym, a jakości w cyklu 3-letnim.

W okresie dziesięcioletnich badań w latach 2002–2011 zaobserwowano stan suszy hydrologicznej trwającej 4 lata (2003–2006) o opadach poniżej 500 mm rocznie. Suszy tej odpowiada susza hydrogeologiczna lat 2004–2007 o ujemnym wskaźniku unormowania zwierciadła wody $k < 0$.

W dziesięcioleciu 2002–2011 pierwotne zwierciadło wody opadło o 0,92 m (lata 2002–2006), a następnie wzrosło o 1,10 m (lata 2007–2011). Potrzeba było aż czterech lat z opadami powyżej 500 mm rocznie, by stan wód podziemnych powrócił do poziomu sprzed suszy hydrologicznej lat 2003–2006.

Ciekawym zjawiskiem zaobserwowanym w okresie badań jest oddziaływanie termiczne na wody podziemne nowo wybudowanego budynku WNGiG w pobliżu otworu badawczego IG-2. W latach 2002–2011 średnia roczna temperatura wody wzrosła z 10,1–10,3°C (lata 2002–2004) do 14,5°C w roku 2011.

Odnotowane w latach 2002–2011 wyraźne zmiany własności fizyczno-chemicznych wody w górnym poziomie podglinowym, ujmowanym przez otwór IG-2, wywołane zostały przez powstałe na tym obszarze obiekty budowlane oraz zmiany w sposobie zagospodarowania terenu w ich sąsiedztwie.

Płytkie poziomy wodonośne najszybciej reagują na zmiany w sposobie wykorzystania powierzchni terenu i obserwowane zmiany jakości wody w piezometrze IG-2 są tego doskonałym przykładem.

Utworzenie trawników, posadzenie krzewów i prowadzone zabiegi pielęgnacyjne (nawożenie) spowodowały bardzo wyraźny wzrost zawartości azotanów w wodach podziemnych. Także sól stosowana standardowo w okresie zimowym na chodnikach, drogach wewnętrznych i parkingach przyczyniła się do systematycznego wzrostu zawartości chlorków i sodu w badanej wodzie. Niewątpliwie w kształtowaniu własności fizyczno-chemicznych wody w obrębie badanego poziomu wodonośnego duże znaczenie mają również przemiany geochemiczne zależne od wahań położenia zwierciadła wody (prowadzone inwestycje, susza hydrologiczna), są one jednak maskowane przez istotne wzrosty stężeń wymienionych wyżej makroskładników nieorganicznych.

Literatura

- Chmal R., 1997. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000. Objąsnienia do arkusza Poznań. Wyd. Geol., Warszawa.
- Hołownia B., Wierzbicka B., 1996. Wskaźniki oceny sytuacji hydrologicznej wód gruntowych. Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, XIX(XL), 1.
- Kondracki J., 1994. Geografia Polski. Mezoregiony fizycznogeograficzne. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Krygowski B., 1961. Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. I. Geomorfologia. PTPN, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, PWN – Oddział w Poznaniu.
- Poźniak J., Przybyłek J., 2007. Projekt prac geologicznych na wykonanie otworów badawczo-obszernych dla celów naukowo-dydaktycznych na terenie Wydziału Nauk Geo-

graficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Archiwum IG UAM.

Stankowski W., 2009. Meteoryt Morasko – osobliwość obszaru Poznania. Czas i skutki upadku. Wyd. Nauk. UAM, seria Geologia, 19.