

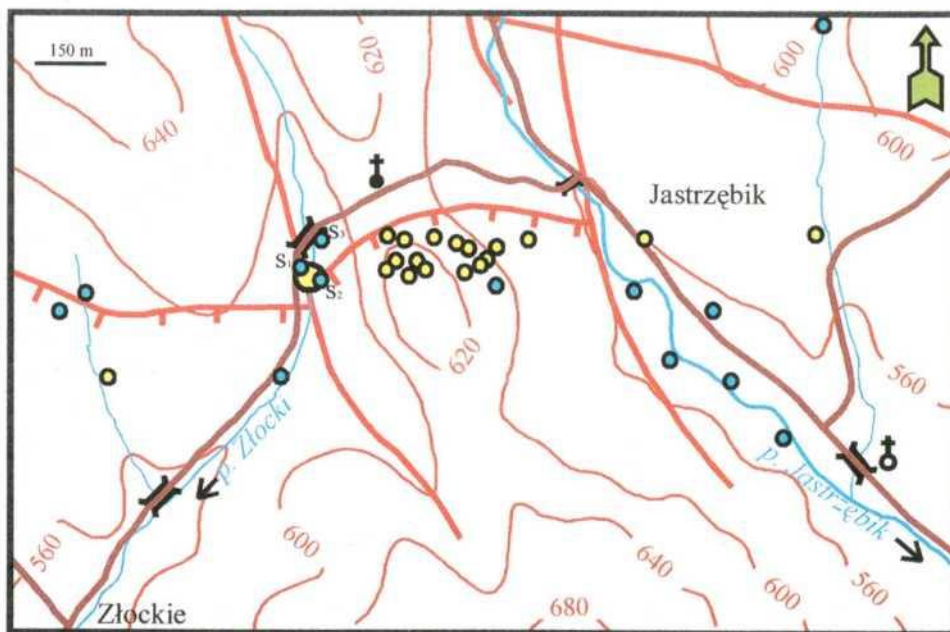
MOFETA I ŹRÓDŁA SZCZAW W OKOLICACH MUSZYNY



1. Źródło „Kazimierz” w Miliku



2. Fragment mofety im. Prof. H. Świdzińskiego



- mofeta w Złockiem
- inne mofety
- źródła mineralne
- / uskoki tektoniczne
- } nasunięcie

3. Szkic sytuacyjno-tektoniczny rejonu Złockiego - Jastrzębika

Lucyna Rajchel & Jacek Rajchel

MOFETA I ŹRÓDŁA SZCZAW W OKOLICACH MUSZYNY

Natura hojnie obdarowała dolinę Popradu licznymi wodami mineralnymi typu szczaw, którymi szczyli się również Muszyna i jej okolice. Jednym z najbogatszych w te wody regionów naszego kraju jest „popradzkie zagłębienie balneologiczne”, czyli tzw. centralna strefa hydrochemiczna Karpat. Wody mineralne typu szczaw występują tu na prawym brzegu Popradu, na odcinku od Głębokiego po Muszynę, a przedłużeniem tej strefy na wschód są okolice Krynicy i Tylicza.

Szczawy to wody infiltracyjne, nasycone wolnym dwutlenkiem węgla w ilości powyżej 1000 mg w litrze wody. Powstają one w wyniku nasycenia różnego typu wód przez CO_2 podczas jego wędrówki z głębi Ziemi. Woda staje się wówczas chemicznie agresywna, łatwiej rozpuszcza składniki skał, przez które przepływa, wzbogacając swoją mineralizację. W terenie wody te zdradzają swoją obecność wyciekami i osadami żelazistymi, tworzącymi charakterystyczne „rudawki” wokół źródeł. Związki żelaza dwuwartościowego łatwo rozpuszczają się w wodzie zakwaszonej dwutlenkiem węgla. Na granicy woda - powietrze utlenia się część CO_2 wskutek zmiany ciśnienia i temperatury, a dwuwartościowe sole żelazawe utleniają się na trójwartościowe żelazowe, wytrącając się w postaci koloidalnej, czerwonej galarety, przechodzącej w ochrowy, limonityczny osad. Jeżeli woda wzbogacona jest dodatkowo w węglan wapnia, powstają przy źródłach osady martwicy ochrowo-wapiennej.

Jedną z innych, mało znanych atrakcji przyrodniczych okolic Muszyny, a zasługujących na szerszą popularyzację i ochronę, są występujące tu liczne mofety dwutlenku węgla.

W okolicach Muszyny wybrano i opracowano projekty ochrony trzech źródeł i mofety, znajdujących się na obszarze Popradzkiego Parku Krajobrazowego. Decyzją Wojewody Nowosądeckiego z dnia 7. 12. 1998 roku (Rozporządzenie nr 48) obiekty te zostały zatwierdzone jako **pomniki przyrody nieożywionej**. Są to źródła: „Iwona” w Jastrzębiku, „Kazimierz” w Miliku i „Za cerkwią” w Szczawniku oraz mofeta imienia Profesora Henryka Świdzińskiego w Złockiem.

Źródło szczawy „Iwona” w Jastrzębiku

Źródło „Iwona” znajduje się na północ od wsi Jastrzębik, wśród łąk, na skraju lasu. Usytuowane jest w dolinie potoku Wielkiego, około 1 km od jego ujścia. Jest to lewobrzeżny dopływ potoku Jastrzębik. Wypływa tu woda mineralna typu szczawy $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, o temperaturze $10,1^\circ\text{C}$ (VIII 1998), pH 6,3, zawartości CO_2 2,5 g/dm³, a jej mineralizacja wynosi 2 g/dm³. Woda wypływa ze źródła zboczowego przez metalową rurkę, wbitą do poziomo zakopanego pnia, a spływając następnie po betonowej rynience, pokrytej rudym osadem, daje początek ciekowi

powierzchniowemu. Poniżej, w rozległej niszy źródlanej, widoczna jest — nachylona w kierunku potoku — gruba pokrywa wapiennej martwicy, zabarwionej na rudo związkami żelaza. Jest ona rozbudowana na pstrych łupkach, intensywnie erodowanych płynącym poniżej potokiem, przez co ulega permanentnemu osuwaniu, połączonemu z rozbięciem na wzajemnie poprzesuwane wielkie bloki. Karpaty fliszowe są ubogie w martwice wapienne, a rzadko spotykane stanowisko martwicy jest związane ze strefą ekshalacji CO₂ i wypływem wody mineralnej. Obecność złogów martwicowych bez wycieków wodnych świadczy o przemijaniu źródeł, które zanikły w związku ze zmianą warunków hydrogeologicznych. Źródło „Iwona” znajduje się na granicy formacji pstrych łupków z Łabowej i drobnorytmicznego fliszu formacji z Zarzecza. W pobliżu źródła przebiega poprzeczna dyslokacja tektoniczna, o ukierunkowaniu SW - NE, będąca przedłużeniem nasunięcia usytuowanego w osi antykliny Szczawnika - Złockiego

- Jastrzębika. Z nasunięciem tym w Złockiem związane jest występowanie licznych mofet.

Źródło szczawy „Kazimierz” w Miliku

Źródło „Kazimierz” w Miliku, z którego wypływa woda mineralna typu szczawy, położone jest w odległości 800 m na zachód od ujścia prawobrzeżnego potoku Głębokiego do potoku Milickiego. Usytuowane jest ono przy polnej drodze, na lewym niskim terasie potoku Głębokiego, na wysokości około 485 m n.p.m. Obudowane jest zniszczonym betonowym kręgiem, w którym znajduje się otwór na odpływ wody. W obrębie źródła występują silne ekshalacje dwutlenku węgla. Wypływająca woda to szczawa o mineralizacji 1,1 g/dm³, pH wynosi 6,8, a temperatura 9,2°C (VIII 1998). Zawartość CO₂ wynosi 1,6 g/dm³, a typ genetyczny wody jest HCO₃-Ca, Fe. Źródło „Kazimierz” znajduje się na granicy wychodni gruboławicowych piaskowców z Piwnicznej formacji magurskiej z formacją z Zarzecza. W jego pobliżu usytuowany jest jeden z większych poprzecznych uskoku tego rejonu, biegnący z SW na NE w poprzek pasma Jaworzyny Krynickiej.

Źródło i ujęcie szczawy „Za cerkwią” w Szczawniku

Za zabytkową cerkwią z XVIII wieku, w dolinie malowniczego potoku Szczawnik, na posesji p. Zabzeskiego, za domem na łące, znajduje się źródło wody mineralnej typu szczawy, ujęte w betonowe kręgi z pokrywą. Ze źródła przez rurkę metalową woda dopływa do ujęcia, które jest oddalone około 50 metrów od źródła. Ujęcie to wkop o betonowych ścianach, z zejściem po schodach, w dnie którego znajduje się kratka ściekowa odprowadzająca wodę. Woda posiada mineralizację 3,5 g/dm³, zawartość CO₂ wynosi 2,2 g/dm³, pH 6,5, temperatura 8,7°C (VIII 1998) i HB0₂ 5 mg/dm³. Jest to szczawa HCO₃-Na-Ca-Mg, Fe, HB0₂. Na drodze odpływu wody widoczny jest rudy osad, charakterystyczny dla tego typu wód. Źródło „Za cerkwią” znajduje się na wysokim, rozległym i płaskim terasie potoku Szczawnik, w podłożu którego znajdują się gruboławicowe piaskowce krynickie, będące ogniwem cienko-ławicowego fliszu formacji z Zarzecza.

Mofeta ze Złockiego imienia Profesora Henryka Świdzińskiego

Pod pojęciem mofety rozumiana jest w geologii sucha, na ogół chłodna, powierzchniowa ekshalacja gazowa. Takie wyziewy gazów zlokalizowane są przeważnie w rejonach aktualnej lub zamierającej działalności wulkanicznej, rzadziej związane są ze strefami dyslokacyjnymi — uskokami i nasunięciami. Najpospolitszym składnikiem ekshalacji jest zazwyczaj dwutlenek węgla — CO_2 , rzadziej metan — CH_4 a bardzo rzadko siarkowodór — H_2S . Pod pojęciem mofety rozumiany jest również otwór, przez który wydobywają się wspomniane gazy. Jeżeli miejsce wydobywania się gazów znajduje się pod stałą (potok) lub okresową (woda opadowa) pokrywą wody, jest ono łatwe do identyfikacji, dzięki intensywnemu ulatnianiu się bąbli gazu. W innych miejscach wypływ gazu zaznacza się pozbawionym roślinności plac-kowatym wklęśnięciem. W zimie w miejscach takich wytapiane są otwory w pokrywie śnieżnej.

Amatorskie rozpoznawanie charakteru wydobywającego się gazu należy przeprowadzać z dużą ostrożnością. Dwutlenek węgla jest bowiem gazem duszącym i cięższym od powietrza, może zatem stagnować przy bezwietrznej pogodzie w obniżeniach terenu. Zazwyczaj w takich sytuacjach znajdujemy w pobliżu mofety CO_2 martwe dżdżownice, owady, a nawet myszy lub jaszczurki, a także ptaki liczące na łatwe pożywienie. Szczególnie te ostatnie są bardzo wrażliwe na brak tlenu, stąd często padają ofiarą dwutlenku węgla. Na opisywanym obszarze występowania mofet miał miejsce również śmiertelny wypadek wśród mieszkańców wsi Jastrzębik. Jego ofiarą była kobieta wybierająca ziemniaki z piwnicy wypełnionej dwutlenkiem węgla.

Do najśłynniejszych na świecie mofet należy znajdująca się niedaleko Neapolu *Grotta del cane* (Psia Grotta). Jest ona od podłoża do wysokości zamykającego ją progu wypełniona dwutlenkiem węgla. Wprowadzone do niej psy, mające głowę poniżej wysokości progu i oddychające dwutlenkiem węgla, ulegają błyskawicznemu uduszeniu, stąd nazwa tej jaskini.

Równie niebezpieczne są ekshalacje metanowe. Metan jest bowiem gazem palnym, tworzącym z powietrzem mieszaninę wybuchową. Przy niewielkich ekshalacjach metanu możemy bez większego ryzyka podpalić zapalką wydobywające się bąble gazu. Przy wypływie bardziej intensywnym lepiej nie ryzykować takiego eksperymentu.

Występujące w okolicy Muszyny mofety należą do grupy wyprowadzającej dwutlenek węgla. Największe ich zagęszczenie znajduje się na granicy wsi Złockie i Jastrzębik. Mniej liczne i nie tak wydajne usytuowane są pomiędzy Krynicą a Tyliczem, a w dalszej okolicy występują w Kotlinie Spiskiej na terenie Słowacji, w okolicy Niżnych Rużbachów, gdzie z kolei przejawy tego zjawiska są bardzo intensywne.

Największą, łatwo dostępną i najbardziej atrakcyjną pod każdym względem mofeta znajduje się powyżej ostatnich zabudowań wsi Złockie, przy drodze biegnącej w stronę wsi Jastrzębik, w odległości około 4,5 km na północ od głównej drogi w Muszynie. Usytuowana jest 30 m przed przebiegającą nad drogą linią wysokiego napięcia, a około 200 m przed widoczną na wzniesieniu drogi murowaną kapliczką, w dnie doliny potoku Złockiego, będącego lewobrzeżnym dopływem potoku Szczawnik. Jest ona największą spośród wielu innych mofet, występujących tu na obszarze około 0,3 km², rozłokowanych równoleżnikowo na dziale

wodnym pomiędzy wsiami Złockie i Jastrzębik. W większości wypływ dwutlenku węgla odbywa się tu pod powierzchnią wody potoku Złockiego, stąd nie ma problemu z jego lokalizacją. Na atrakcyjność tego miejsca wpływa również charakter osadu pokrywającego tu grubą warstwą dno potoku. Jest to osad barwy rdzawo-pomarańczowej, przypominający konsystencją i kolorystyką gęsty sos pomidorowy lub keczup.

Intensywne bulgotanie tego rdzawego błota nie jest jednak gotowaniem się, lecz efektem wydobywającego się dwutlenku. Jego temperatura jest mniej więcej stała i wynosi około 10°C, gdyż wody potoku w tym miejscu zasilane są przez dwa źródła mineralne o charakterze szczaw. Dwa z nich (S-1 i S-2) znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie mofety, trzecie (S-3) — około 100 metrów w górę potoku. S-1 to szczawa wodorowęglanowa, wapniowa, żelazista, S-2 i S-3 mają charakter szczaw ziemno-alkalicznych, żelazistych, manganowych.

Obszar wydobywania się dwutlenku węgla ma około 25 m². Ilość ulatniającego się gazu szacowana jest na 10 m³/min, czyli około 15 tys. m³/dobę! Pękające bąble gazowe wydają syczące i bulgoczące odgłosy, stąd miejsca tego typu nazywane są „bulgotkami”. Jeszcze większe pęcherze gazu ulatują ze znajdującej się u podstawy prawego brzegu zalanej wodą głębokiej szczeliny, wydając dudniące odgłosy.

Wydobywający się w opisywanej mofecie gaz składa się głównie z CO₂ w ilości 98,65-99,37%. W znacznie mniejszej ilości zawiera on azot (0,25-1,02%) oraz nieco metanu (0,33-0,39%), ale nie na tyle, aby można było go zapalić. Mofeta w Złockiem należy do najbardziej bogatych w dwutlenek węgla w całej dolinie Popradu.

Niezwykle interesujące i nie do końca poznane jest pochodzenie dwutlenku węgla i pozostałych gazów, wydobywających się w mofetach w rejonie Złockiego i w sąsiednich obszarach popradzkiego subregionu wód mineralnych. Jak wykazują badania izotopowe węgla zawartego w CO₂, CH₄ i HCO₃, pochodzi on w głównej swojej masie z odgazowania bardzo głębokich stref skorupy ziemskiej lub nawet z górnego płaszcza Ziemi. Drogami migracji gazów są rozłamy tektoniczne w głębokim podłożu łańcucha Karpat i dochodzące do powierzchni Ziemi uskoki i strefy nasunięć tektonicznych w obrębie górotworu samych Karpat. Jak widać na załączonym szkicu (kolorowa wkładka), większość mofet opisywanego obszaru związana jest z nasunięciem tektonicznym usytuowanym wzdłuż antykliny Szczawnika - Złockiego - Jastrzębika. Rozdziela ono na powierzchni terenu pstrę łupki formacji Malinowej i flisz formacji szczawnickiej północnego skrzydła od piaskowców krynickich formacji z Zarzecza skrzydła południowego. Jest to to samo nasunięcie, z którym związane jest występowanie źródła „Iwona” w Jastrzębiku.

Pochodzenie składników gazowych związane jest z procesem metamorfizmu wywołanym subdukcją krawędzi platformy północnoeuropejskiej pod orogen karpacki w miocenie. Według alternatywnych poglądów opisywane ekshalacje gazowe mogą być łączone z andezytowym wulkanizmem podobnego wieku, szczególnie silnie rozwiniętym po słowackiej stronie Karpat.

Wspomniany rdzawy, galaretowaty, kłaczkowaty osad, nazywany niegdyś *rudawką*, jest ochrą *in statu nascendi*. Jest on strącany w formie koloidalnej zawiesiny ze zmineralizowanej wody wspomnianych źródeł. Wody tych źródeł zawierają uwodniony węglan żelazawy, przeobrażający się w procesie utleniania i hydrolizy oraz w wyniku metabolizmu zasiedlających

to środowisko roślin zielonych i bakterii żelazistych, w uwodniony tlenek (hydrohematyt) lub wodorotlenek żelaza (goethyt), stąd mniejsza ilość ochry w okresie zimowym.

To bardzo grząskie, rdzawe błoto kontrastuje kolorystycznie z porastającą je w okresie letnim intensywnie zieloną, niskopienną roślinnością. Jej podstawowym składnikiem jest rosnące w gęstych kępach sitowie leśne *Scirpus siliaticus*. Ponadto stwierdzono tu występowanie szeregu roślin bagiennych i charakterystycznych dla wilgotnych siedlisk, takich jak: mietlica rozłogowa *Agrostis stolonifera*, knieć błotna (kacziniec) *Caltha palustris*, rzeżucha gorzka (potocznik) *Cardamine amara*, przytulia błotna *Galium palustre*, karbieniec pospolity *Lycopus europaeus*, tojeść rozesłana (pieniężnik) *Lysimachia nammularia*, mięta długolistna *Mentha longifolia*, niezapominajka błotna *Myosotis palustris* i jaskier rozłogowy *Ranunculus repens*. Jedną z bardziej interesujących roślin jest tu manna jadalna *Glyceria fluitans*. Jak wskazuje sama nazwa tej trawy, jej ziarna — zbierane z ranną rosą — były wielkim i poszukiwanym przysmakiem naszych przodków.

Znacznie bardziej interesujący, ale trudniej dostrzegalny, jest unikalny zespół mikroorganizmów zasiedlających wody mofety w Żłockiem. Metabolizm tych organizmów — a głównie masowo występujących skupisk bakterii żelazistych *Ferribacterium sp.* — przyczynił się do wytrącenia wspomnianych związków żelaza. Obok tych i innych bakterii — typowych dla kwaśnych wód źródeł mineralnych — stwierdzono tu również występowanie szeregu organizmów z różnych grup systematycznych, takich jak: sinice, eugleniny, okrzemki i zielenice.

Mofety w rejonie Muszyny od dawna budziły również zainteresowanie ich użytkowym wykorzystaniem. Rejon Żłockiego - Szczawnika był badany celem udokumentowania zasobów CO₂ i wód mineralnych w kategorii Cj dla potrzeb przemysłu spożywczego, na tzw. „suchy lód” i dla dogazowywania wód mineralnych, oraz dla potrzeb balneologii jako gaz leczniczy, na tusze i kąpiele gazowe. Zamierzano również wykorzystywać go do przemysłowej hodowli glonów. Projektowano dwa sposoby pozyskiwania dwutlenku węgla: powierzchniowymi ujęciami z naturalnych ekshalacji lub przy pomocy otworu wiertniczego o głębokości 650 m. Spodziewano się, że na tej głębokości wiercenie natrafi na duży zbiornik tego gazu w stanie płynnym. Jego temperatura w złożu miała wynosić 16°C, a ciśnienie złożowe obliczano na 55 atm. Byłaby to zatem sytuacja zbliżona do zaistniałej w Krynicy, w czasie wiercenia za wodą mineralną Zuber.

Aczkolwiek projekty wykorzystania mofety w Żłockiem i w jej najbliższym otoczeniu zostały zarzucone, to nadal istniała groźba nieodwracalnego zniszczenia tej unikalnej i najładniejszej mofety w Polsce. Dlatego też autorzy artykułu, łącznie z prof. dr hab. Zofią Alexandrowicz z Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie, wystąpili z inicjatywą objęcia mofety w Żłockiem ochroną. Jednocześnie, dla uczczenia zasług wielkiego badacza i propagatora wykorzystania wód mineralnych tego regionu, wystąpiono z wnioskiem o nadanie mofecie imienia Profesora Henryka Świdzińskiego. Zgodnie z sugestią wnioskodawców, rozporządzeniem nr 48 Wojewody Nowosądeckiego z dnia 7 grudnia 1998 r.: *W sprawie uznania za pomniki przyrody niektórych obiektów przyrody ożywionej i nieożywionej znajdujących się na obszarze województwa nowosądeckiego*, załącznik nr 1/9, mofeta w Żłockiem została objęta ochroną jako „Mofeta CO₂ w Żłockiem imienia Profesora Henryka Świdzińskiego”.

Jest ona również wytypowana do ochrony w charakterze rezerwatu przyrody nieożywionej oraz proponowana do umieszczenia na europejskiej liście stanowisk geoochrony.

Waloryzacja źródeł i mofety

Autorzy żywią nadzieję, że objęte ochroną prawną źródła wód mineralnych i mofeta w Złockiem zostaną odpowiednio zabezpieczone przed zniszczeniem i przysposobione do zwiedzania. W przypadku mofety koniecznym wydaje się wykonanie wygodnej ścieżki na dno doliny potoku oraz drewnianego pomostu widokowego usytuowanego w poprzek cieku, w niewielkiej odległości poniżej mofety. Należy również usunąć śmieci wysypywane do doliny potoku w tym miejscu. Koniecznym jest oznakowanie dojść do wszystkich opisywanych obiektów oraz umieszczenie trwałej i estetycznej informacji o każdym z nich.

W przypadku źródeł powinna ona zawierać:

- nazwę źródła;
- przynależność klasyfikacyjną ze względu na charakter i miejsce wypływu;
- rodzaj i wiek skał, z których ono wypływa;
- skład chemiczny wyprowadzanej wody w postaci tabelarycznego zestawienia składników i diagramu Udlufta;
- podstawowe parametry fizyko-chemiczne, takie jak: temperatura, wydajność, pH;
- własności balneoterapeutyczne;
- opis osadów tworzących się w niszy źródła i na drodze odpływu wody;
- zestawienie i krótki opis mikro- i makroorganizmów, zasiedlających wody źródła i jego najbliższą okolicę.

Podobne informacje powinny być umieszczone w pobliżu mofety w Złockiem, a mianowicie:

- nazwa mofety;
- przynależność klasyfikacyjna ze względu na charakter wydobywającego się gazu;
- rodzaj i wiek skał, z których się gaz wydobywa;
- skład chemiczny wydobywających się gazów w postaci tabelarycznego zestawienia;
- podstawowe parametry fizyczne, takie jak: temperatura, wydajność;
- ostrzeżenie dotyczące zagrożeń przy zwiedzaniu;
- opis osadów tworzących się w rejonie mofety;
- zestawienie i krótki opis mikro- i makroorganizmów zasiedlających mofetę i jej otoczenie;
- szkic sytuacyjny przedstawiający lokalizację występujących w pobliżu innych mofet.

Celowym wydaje się też wydanie niewielkiego folderu, upowszechniającego informacje na temat opisywanych chronionych obiektów, ze szkicami sytuacyjnymi i kolorowymi zdjęciami. Z doświadczenia autorów wynika, że istnieje niesłychanie duży popyt na ten typ informacji wśród odwiedzających dolinę Popradu.

Takie ich udostępnienie podniesie niewątpliwie i tak już wysokie walory Popradzkiego Parku Krajobrazowego. Obszar ten jest jeszcze tym rejonem Polski, gdzie bez specjalnych nakładów można zachować i chronić zasoby dzikiej przyrody, co ma nieocenione znaczenie dla

przyszłości. Szczególną i niezaprzeczną wartość na tym obszarze mają wody mineralne i współwystępujące z nimi mofety, a objęcie ich ochroną i ich wyeksponowanie podkreśli tę dominującą cechę regionu doliny Popradu.



Cerkiewka w Złockiem
(rys. Grażyna Petryszak)

Literatura:

1. Z. Alexandrowicz (red.) 1996 — *Geochna Beskidu Sądeckiego i Kotliny Sądeckiej*. Studia Naturae, 42: 1-148, Kraków.
2. Z. Alexandrowicz, J. Rajchel & L. Rajchel 1998 — *Projekt ochrony mofety CO₂ w Złockiem imienia Profesora Henryka Świdzińskiego*. Wydział Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa Urzędu Wojewódzkiego w Nowym Sączu, ms: 4 pp.
3. G. Bojdyś & M. Lemberger 1986 — *Modelowania grawimetryczne jako metoda badania budowy litosfery na przykładzie Karpat*. Zeszyty Naukowe AGH 1073, Geologia 33: 1-104.
4. J. Chrzastowski 1992 — *Muszyna - Złockie. Budowa geologiczna, wody mineralne i ekshalacje CO₂*, w: Zuchiewicz W. (red.) & Oszczytko N. (red.) *Przewodnik LXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, Koninki, 17-19 września 1992, Kraków: 131-134.
5. J. Chrzastowski, P. Neścieruk, A. Wójcik, 1995 — *Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Muszyna (1052) 1:50 000*. Wyd. Kart. PAE S.A.
6. J. Chrzastowski & S. Węclawik, 1992 — *Surowce balneologiczne z obszaru płaszczowiny magurskiej (Karpaty polskie)*. Przegląd Geologiczny, 40: 417-429, Warszawa.
7. J. Dowgiałło, 1978 — *Pochodzenie dwutlenku węgla w szczawach Karpat i Sudetów na obszarze Polski*. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 312: 191-216.
8. A. Gadomski, 1934 — *Z fizjografii dorzecza Popradu*. Wiadomości Służby Geograficznej, 8: 37-64, Warszawa.
9. P. M. Leśniak & S. Węclawik, 1984 — *Zbiorniki tzw. szczaw z płaszczowiny magurskiej jako otwarty względem CO₂ system wód podziemnych (polskie Karpaty fliszowe)*. Przegląd Geologiczny, 32: 591-595.
10. B. Paczyński & Z. Płochniewski, 1996 — *Wody mineralne i lecznicze Polski*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 108 pp.
11. Pracownicy Katedry Geologii AGH 1971 — *Henryk Świdziński (1904-1969)*. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 40: 459-477.

12. L. Rajchel & J. Rajchel, 1999 — *Karpackie źródła wód mineralnych i specyficznych — pomnikami przyrody nieożywionej*. Przegląd Geologiczny, 47: 911-919, Warszawa.
13. J. Rajchel, J. Chrzastowski & L. Rajchel, 1999 — *Mofeta ze Złockiego kłMuszyny w jednostce magurskiej zewnętrznych Karpat fliszowych*. Przegląd Geologiczny, 47: 657-665, Warszawa.
14. Rozporządzenia Nr 48 Wojewody Nowosądeckiego z dnia 7 grudnia 1998 r. W sprawie uznania za pomniki przyrody niektórych obiektów przyrody ożywionej i nieożywionej znajdujących się na obszarze województwa nowosądeckiego.
15. W. Ryłko & A. Tomasz, 1998 — *Tectonics of the Consolidated basement of the Polish Carpathians*. Przegląd Geologiczny, 46: 758-762.
16. Wł. Szajnocha, 1891 — *Źródła mineralne Galicyi. Pogląd na ich rozpołożenie, skład i powstanie*. Akademia Umiejętności, Kraków, 111 pp.
17. H. Świdziński, 1939 — *Zarys geologii okolicy Krynicy i Muszyny*. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 18: 88-89.
18. H. Świdziński, 1965 — *Naturalne ekshalacje dwutlenku węgla w Karpatach polskich*. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 34: 417-430.
19. H. Świdziński, 1971 — *Budowa geologiczna rejonu Powroźnika*. Zeszyty Naukowe AGH 309, Geologia 15: 29-41.
20. H. Świdziński, 1972 — *Geologia i wody mineralne Krynicy*. Prace Geologiczne Polskiej Akademii Nauk, 70: 11-105.

Objaśnienia do fotografii i szkicu, które znajdują się na kolorowej wkładce przed artykułem:

Ryc. 1. Źródło szczawy „Kazimierz” w Miliku.

Ryc. 2. Fragment mofety w Złockiem, imienia prof. Henryka Świdzińskiego. Widoczne wydobywające się bąble dwutlenku węgla spod wody potoku Złockiego, którego dno zaściela obfity, rdzawy osad wodorotlenku żelaza, porośnięty przez sitowie leśne *Scirpus siliaticus*.

Ryc. 3. Szkic sytuacyjno-tektoniczny rejonu Złockiego - Jastrzębika, ukazujący zależność występowania mofet od nasunięcia wzdłuż antykliny Szczawnika - Złockiego - Jastrzębika i systemu uskoków tektonicznych