

Autoreferat

opis dorobku i osiągnięć naukowych,
w szczególności określonych w art. 16 ust. 2. Ustawy o stopniach naukowych
i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki,
z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.)

w języku polskim

Wrocław, luty 2019 r.

1. Imiona i nazwisko

Paweł Przemysław ZAGOŹDŻON

2. Dyplomy i stopnie naukowe

2.1 dyplom magistra

- Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Przyrodniczych
- specjalność: geologia podstawowa i poszukiwawcza
- uzyskany: 1 sierpnia 1994
- praca dyplomowa pt.

Zdjęcie geologiczne granitoidów rejonu Krogulca w Kotlinie Jeleniogórskiej (promotor: prof. dr hab. Michał P. Mierzejewski)

stopień doktora nauk technicznych

- Politechnika Wrocławska, Wydział Górniczy
- uzyskany: 26 września 2001 r.
- rozprawa doktorska pt.

Zgorzel słoneczna w trzeciorzędowych bazaltoidach Śląska i sposoby wykorzystania jej produktów (promotor: prof. Irena Wojciechowska)

3. Droga zawodowa

Od początku pracy zawodowej jestem zatrudniony na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej (wcześniej – Wydział Górniczy):

- w latach 1994–2001 na stanowisku asystenta,
- od 2001 do dziś na stanowisku adiunkta,
- w latach 1997–2001 realizowałem studia doktoranckie.

4. Wskazanie osiągnięcia naukowo-badawczego wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 r. poz. 1789)

4a. Tytuł osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowo-badawcze, stanowiące podstawę ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego przedstawione jest dzieło opublikowane w całości w postaci monografii.

4b. Dane dotyczące osiągnięcia naukowo-badawczego

autor: Paweł P. Zagożdżon

tytuł publikacji:

Wykorzystanie reliktyw podziemnych robót górniczych w polskiej części Sudetów do celów naukowych

rok wydania: 2019

nazwa wydawnictwa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

recenzenci wydawniczy:

prof. dr hab. inż. Marek Nieć, dr. hab. Tadeusz A. Przylibski, prof. uczelni

4c. Omówienie celu naukowego dzieła i osiągniętych wyników

W monografii przedstawiłem wyniki przekrojowych badań przeprowadzonych w wybranych podziemnych obiektach antropogenicznych, zlokalizowanych na terenie Sudetów. Rozpatrywane łącznie stanowią one interesujące, rozległe, silnie zróżnicowane ale bardzo słabo dotąd rozpoznane środowisko badawcze. **Celem naukowym** pracy było określenie możliwości naukowego wykorzystania tych obiektów, w zakresie geologii oraz historii techniki górniczej. Udokumentowałem ich znaczenie jako rezerwuaru danych geologicznych i historyczno-górniczych. Wskazałem na potrzebę ich wykorzystania jako podziemnych poligonów dających możliwość prowadzenia wielokierunkowych badań.

Podziemne stanowiska obserwacyjne są w większości pozostałościami działalności górniczej (sztolnie, komory eksploatacyjne itd.), ale niekiedy powstały jako obiekty o przeznaczeniu wojskowym lub technicznym. O ich znaczeniu poznawczym decyduje ich znaczna liczba (rzędu tysiąca na terenie Sudetów) oraz różnorodność zagadnień, które można w nich badać.

Pod względem geologicznym obszar Sudetów cechuje skomplikowana budowa. Jej elementy umiarkowanie dobrze odsłaniają się na powierzchni ziemi, a czynniki klimatyczne powodują szybką degradację odsłoneń. Na tym tle wyrobiska podziemne są wysokiej jakości stanowiskami obserwacyjnymi, umożliwiającymi badanie elementów budowy górotworu niedostępnych na powierzchni lub dostępnych w bardzo ograniczonym zakresie. Wyrobiska po eksploatacji różnie wykształconych złóż rud, kopalin chemicznych i skalnych umożliwiają rozpoznanie elementów geologii złóż oraz dobrze dokumentują historyczne metody eksploatacji i ich zmiany w czasie.

Badania geologiczne w antropogenicznych obiektach podziemnych prowadzę wspólnie z Katarzyną Zagożdżon od roku 1997, są one udokumentowane szeregiem publikacji (por. zał.

5). Prace te objęły np. rejon Kowar, Kletna i Janowej Góry, Krobicy–Gierczyna–Przecznicy, Złotego Stoku i Świeradowa–Zdroju. Ich efektem było m.in. szczegółowe przedstawienie formy kontaktu granitoidowego masywu Karkonoszy z osłoną metamorficzną w rejonie Kowar (Zagożdżon & Zagożdżon, 1997, 1998, 2002a), czy wstępna geologiczna charakterystyka szeregu pogórnich obiektów podziemnych (Zagożdżon & Zagożdżon, 2002b, 2006a, 2009a, b, 2012 i in.). Zwracałem uwagę na znaczenie prac kartograficznych, prowadzonych w takich obiektach dla poszerzenia wiedzy o budowie geologicznej Sudetów (Zagożdżon & Zagożdżon, 2013).

Badając pogórnice obiekty podziemne współpracowałem też innymi autorami (np. Lorenc & Zagożdżon, 2002a, b; Zagożdżon & Łagowska, 2006; Sienicka & Zagożdżon, 2010; Moczyłowska & Zagożdżon, 2013; Heflik i in., 2016). Od roku 2014, wspólnie z pracownikami Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu i Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, uczestniczę w badaniach mikrobiologicznych, w wybranych obiektach podziemnych (Pusz i in., 2014; Ogórek i in., 2017; Pusz i in., 2017; Czerwik-Marcinkowska i in., 2017), odpowiadając za wybór optymalnych stanowisk badawczych i zapewniając wszechstronne rozpoznanie podłoża. Uczestniczyłem w pracach mających na celu przetestowanie technologii cyfrowego obrazowania SLAM w jednym z wyrobisk o skomplikowanej formie przestrzennej (Wajs i in., 2018).

Prezentowania monografia stanowi kontynuację i rozwinięcie tych prac, ukazuje autorskie wnioski z badań obiektów w większości dotąd przeze mnie nie opisywanych lub rozpoznanych jedynie wstępnie.

O specyfice przeprowadzonych badań geologicznych (stanowiących dominującą warstwę opracowania) zdecydowała konieczność analizy bardzo zróżnicowanych, wskazanych poniżej zagadnień, w obiektach w większości nie opisywanych w literaturze i nie posiadających żadnej dokumentacji geologicznej. Wymusiło to wykorzystanie przede wszystkim podstawowych metod badawczych, a zasadniczym celem było stworzenie opracowań kartograficznych, wspartych szeroką charakterystyką poszczególnych stanowisk.

Podjęty problem zbadałem w oparciu o wielokierunkową analizę około 30 wyselekcjonowanych obiektów, przedstawioną w rozdziale 4, stanowiącym zasadniczą część opracowania. Obiekty te zlokalizowane są w 19 obszarach wyraźnie różniących się budową geologiczną, typem złóż i charakterem prowadzonych prac podziemnych. W opracowaniu omówiono je w kolejności wynikającej z położenia w poszczególnych jednostkach tektoniczno-strukturalnych Sudetów. W jednostkach krystalicznych jest to 9 wyrobisk na obszarze masywu karkonosko-izerskiego, 4 z terenu kopuły orlicko-śnieżnickiej, 2 na obszarze masywu Gór Sowich oraz po jednym z terenu kaczawskiego pasma łupkowo-zieleńcowego oraz metamorfiku kłodzkiego. Spośród jednostek zbudowanych ze skał osadowych rozpoznane zostało synklinorium śródsudeckie – w 3 obiektach, depresja Świebodzic – w dwóch oraz rów Nysy i struktura bardzka – pojedynczymi stanowiskami badawczymi.

W poszczególnych obiektach, w związku z odmienną budową górotworu, przeanalizowałem różne **zagadnienia geologiczne**, dotyczące budowy masywów

magmowych i metamorficznych oraz jednostek osadowych, tektoniki, mineralogii i geologii złóż. W wielu przypadkach opisałem długie, ciągłe, niezwierteżone profile skalne. Uwagę zwracały liczne doskonale zachowane strefy uskokowe, umożliwiające szczegółową tektoniczną i mineralogiczną analizę ich budowy wewnętrznej. Atutem badanych stanowisk jest dobry stan zachowania skał, związany z niewielkim wpływem wietrzenia oraz możliwość prowadzenia obserwacji *in situ*.

Elementy budowy **ciał magmowych** rozpoznałem w oparciu o prace prowadzone przede wszystkim w wyrobiskach udostępniających granitowy masyw karkonoski. Na podstawie badań w Rudawach Janowickich, Jagniątkowie, Szklarskiej Porębie, a zwłaszcza w Bobrowie ukazałem elementy budowy i tektonicznej ewolucji granitowego masywu Karkonoszy. Opisałem przykontaktową zmienność facjalną granitu oraz zróżnicowanie odmian skalnych występujących w głębi masywu – zarówno granitów, jak też tzw. episyenitów oraz szeregu skał żyłowych. Budowę strefy kontaktowej tego masywu i jego osłony metamorficznej prześledziłem w wyrobiskach w środkowej części Rudaw Janowickich (góra Bielec) oraz na stokach Wysokiego Grzbietu ponad Szklarską Porębą. Jest to kontynuacja prac prowadzonych wcześniej przede wszystkim w rejonie Kowar (Zagożdżon & Zagożdżon, 1997, 1998a, 2001b). Ponad 100-metrowej długości profil **ryadacytu Chelmcza** opisałem w sztolniowym ujęciu wód podziemnych w Boguszowie-Gorcach. Wyrobisko to udostępnia przykontaktowy fragment intruzji z zaznaczającą się strefą silnego, przypowierzchniowego zwietrzenia skały. W niektórych wyrobiskach na terenie masywu karkonosko-izerskiego opisałem wystąpienia karbońskich **skał żyłowych** (lamprofirów i mikrogranitów). Szczególnie interesujący ich zespół obserwować można w sztolni ponad Rozdrożem Izerskim, są to zarówno (dominujące) kersantyty, jak też spassartyt i minetta. Żyły te wykazują zmienną orientację i miąższość (nawet zaledwie 10 cm). Porównanie skał rozpoznania tych skał na szczegółowej mapie geologicznej Sudetów 1:25000 i przedstawionej mapie tej sztolni doskonale ilustruje celowość prowadzenia badań w dawnych wyrobiskach podziemnych i stopień szczegółowości uzyskiwanych danych.

Możliwości precyzyjnego badania **wewnętrznej zmienności serii metamorficznych** dają ciągłe profile skalne, które opisałem w szeregu stanowisk. Sztolnie ciechanowickie udostępniają profile amfibolitów jednostki Rudaw Janowickich oraz łupków zieleńcowych i odosobnionej soczewy wapieni krystalicznych jednostki Dobromierza (w południowej części pasma kaczawskiego). Na podstawie badań obiektów położonych w masywie Gór Sowich ukazałem zróżnicowanie odmian gnejsów w dawnej kopalni *Amelie* w Srebrnej Górze oraz granitów reomorficznych w obiekcie Osówka. Różnie zachowane profile skalne kopuły orlicko-śnieżnickiej opisane zostały z Marcinkowa (łupki tyszczycowe i grafitowe) oraz Młotów (gnejsy i łupki tyszczycowe), zaś sztolnia odwadniająca w Twierdzy Kłodzkiej udostępnia łupki i fyllity metamorfiku Kłodzka. Sztolnia nad Rozdrożem Izerskim jest obecnie jedynym stanowiskiem udostępniającym pełny, nie zwietrzały profil strefy dyslokacyjnej Rozdroża Izerskiego, od gnejsów izerskich, przez zespół skał silnie kwarcowych, po shornfelsowany łupek tyszczycowy pasma Szklarskiej Poręby. Warte podkreślenia jest bardzo

częste występowanie w badanych wyrobiskach skał metamorfizmu dynamicznego – głównie brekcji i kataklazytów.

W obrębie jednostek osadowych scharakteryzowałem dobrze zachowane **profile litologiczne** niektórych poziomów stratygraficznych karbonu górnego i dolnego, środkowego permu i najniższej kredy.

Zlepieńce i piaskowce turnejskiej formacji z Książa dostępne są w podziemiach Zamku Książ. Szczegóły budowy dolnego piętra późnowizeńskiej formacji ze Szczawna przedstawiłem w oparciu o profilowanie dobrze rozwiniętych wyrobisk w Kamiennej Górze. W obiekcie Arado wyraźnie widoczna jest dominacja zlepieńców, zawierających wkładki łupków mułowcowych i ilastych. Wąska strefa wizeńskich piaskowców oraz łupków mułowcowych i ilastych odsłania się w sztolni w Janowcu. W tzw. Sztolniach Daisy możliwe było szczegółowe przedstawienie profilu zróżnicowanych zlepieńców, piaskowców i mułowców formacji z Pogorzały. Jednostka ta, tradycyjnie datowana na fran i famen, obecnie lokowana jest w środkowej części karbonu (serpuchov). Skały karbonu górnego widoczne są w jednym ze sztolniowych ujęć wody w Boguszowie-Gorcach. Dostępny jest tam pełny profil jednego z cyklotemów formacji z Wałbrzycha (namur A). Obejmuje on zlepieńce, różnie wykształcone piaskowce oraz łupki węgliste z warstewką węgla.

Fragment profilu osadów środkowopermskich opisałem w komorowych wyrobiskach Uniemyśla. Występujące tam różnorodnie wykształcone skały węglanowe są elementem tzw. warstw z Chełmska. Ciągły profil osadów podstawowych rowu górnej Nysy przedstawiłem w oparciu o badania dwóch sztolni w Różance koło Międzyzlesia. Obejmuje on brekcję podstawową oraz piaskowce i skały węglanowo-krzemianowe cenomanu i turonu.

W niektórych badanych stanowiskach opisałem występujące *in situ* **odmiany skalne**, które na powierzchni są rzadkie, nie rozpoznane w tych rejonach lub znane wyłącznie ze zwierzeliny. Najlepszymi przykładami są zlepieńce mułowcowe z zamku Książ, czy kwarcowa brekcja podstawowa z Różanki. Wskazać też można np. zespół gnejsów z kopalni *Amelie* w Srebrnej Górze, łupki grafitowe w Marcinkowie, czy wapienie i brekcje wapniste z Uniemyśla. W niektórych przypadkach badania w wyrobiskach podziemnych umożliwiły precyzyjny opis **stref kontaktowych** poszczególnych odmian skalnych. Granice te zazwyczaj są słabo dostępne podczas geologicznych prac powierzchniowych. W Sztolni Wapiennej w Ciechanowicach jest to kontakt soczewy wapienia krystalicznego i łupków zieleńcowych pasma kaczawskiego. Widoczny jest tam zespół różnych deformacji fałdowych oraz wkładka skalcytyzowanego łupka chlorytowego. Inne przykłady czytelnych powierzchni lub stref kontaktowych różnych odmian litologicznych znajdują się w sztolni poszukiwawczej na stokach góry Bielec w Rudawach Janowickich (przykontaktowe facje granitu) oraz we wspomnianych sztolniach w Różance (skały osadowe rowu górnej Nysy), czy nad Rozdrożem Izerskim (skały kwarcowe, gnejs, hornfelsy).

W stanowiskach badawczych wielokrotnie opisywałem różne rodzaje **mineralizacji**. Również w tym przypadku istotna była możliwość jej badania w niezmienionej pozycji w górotworze.

Przejawy mineralizacji rudnej występowały w większości wyrobisk – zarówno tych związanych z historyczną eksploatacją i poszukiwaniem rud metali, jak i wykonanych w innych celach. Kilukrotnie opisałem mineralizację siarczkami żelaza, wyraźnie zróżnicowaną pod względem genezy, formy i intensywności. Piryt w znacznej ilości występuje w dawnej kopalni *Friedrich Wilhelm* ponad Szklarską Porębą. Tworzy on tam zarówno rozproszone skupienia impregnacyjne, jak też większe masy z grubokrystalicznym kwarcem. W Janowcu minerał ten bogato okruszczuje piaskowce i łupki, które były eksploatowane jako surowiec do produkcji alunu. W innych przypadkach piryt występował np. w żyłce lamprofirowej (Rozdroże Izerskie) lub tworzył relikty w centralnej części kongrecji goethytowej (Różanka). Inne opisane *in situ* wystąpienia związków żelaza to m.in. mineralizacja hematytowa towarzyszące epispinitom w granicie Karkonoskim oraz w podziemiach zamku Książ. Występowanie pierwotnych i wtórnych minerałów miedzi opisałem w Ciechanowicach i Srebrnej Górze, a mineralizację polimetaliczną z arsenopirytem – w sztolni na górze Bielec.

Mineralizacja kwarcowa jest powszechna w zbadanych wyrobiskach. Uwagę zwróciła ona przede wszystkim w sztolni nad Rozdrożem Izerskim, gdzie wyraźnie zaznacza się szereg jej generacji. Wyjątkowe jest stanowisko obserwacyjne w sztolni Starej w Różance, gdzie opisałem kwarc zielony.

Duża ilość obserwacji mineralogicznych dotyczyła **powstających współcześnie** nacieków węglanowych, żelazistych i lodowych, a także krystalizacji gipsu. Pod tym względem wyróżniają się stanowiska badawcze w Marcinkowie i Młotach.

Niektóre z badanych stanowisk umożliwiły szczegółowe opisanie **struktury górotworu**. Przykładem najlepszym jest zespół wyrobisk na terenie Książańskiego Parku Krajobrazowego, znany jako kamieniołom w Lubiechowie oraz sztolnie Daisy. W tym przypadku przedstawiłem złożoną strukturę fałdową, w osi tzw. synkliny Pogorzały, którą opisałem jako synklinorium. W sztolni w Janowcu stwierdziłem fakt silnej reorientacji układu warstw skalnych w strefie przyskokowej.

Charakter i budowa **stref uskokowych** jest zagadnieniem, które w oparciu o badania w obiektach podziemnych, można rozpoznać wyraźnie lepiej niż na podstawie prac powierzchniowych. Doskonale zachowane są uskoki o bardzo różnej skali. Największe z nich, o szerokości sięgającej 3 m, opisałem w podziemiach zamku Książ i w kopalni *Amelie* w Srebrnej Górze. W wielu przypadkach (Jagniątków, Ciechanowice – sztolnia *Gesellen Glück*, Bielec) możliwe było śledzenie wewnętrznej zmienności takich struktur wzdłuż ich biegu, na odcinkach sięgających kilkudziesięciu metrów.

Niekiedy obserwacje umożliwiły weryfikację starszych danych literaturowych. Opisany układ dysjunkcji w sztolni *Gesellen Glück* jest zbieżny z wynikami powierzchniowych badań kartograficznych przedstawionych w latach 60-tych XX. w. przez prof. Juliusza Teisseyra, zaś uskok występujący w sztolni Osadowej w Boguszowie-Gorcach skorelowałem z dyslokacją uwidoczną w różnych materiałach kartograficznych. W poszczególnych obiektach opisywałem zarówno różnej skali uskoki śródformacyjne (Ciechanowice, Srebrna Góra), jak i dyslokacje stanowiące granice różnych jednostek geologicznych (granica masywu

granitowego i metamorficznej osłony na Bielcu, uskoku ramowy rowu górnej Nysy w Różance).

W większości obiektów doskonale widoczna jest wewnętrzna budowa uskoków, z wieloma powierzchniami poślizgu i zmiennym stopniem zaawansowania deformacji tektonicznych. W ich obrębie opisałem występowanie różnych skał metamorfizmu dynamicznego oraz ilastych mączek uskokowych (które obecnie poddają badaniom mineralogicznym).

Większość z opisanych stanowisk to pozostałości po poszukiwaniu lub eksploatacji różnych kopalnin. Ilustrują one zróżnicowanie sudeckich **złóż i wystąpień mineralnych**. Elementy budowy złóż rud przedstawiłem w oparciu o obserwacje w Ciechanowicach, Srebrnej Górze i pod Bielcem (rudy polimetaliczne), w Złotej Sztolni i Różance (rudy Fe), oraz dawnej kopalni *Hilfe Gottes* w Szklarskiej Porębie (Co). Złoże w Marcinkowie określić można jako polimineralne, zawierające nagromadzenia rud Pb, Ag, Cu i U oraz grafitu. Koncentracje uranu rozpoznawane były wyrobiskami w Bobrowie i Jagniętkowie.

Szereg opisanych stanowisk związanych jest z wydobywaniem surowców skalnych. Przede wszystkim są one pozostałościami po eksploatacji różnorodnych wapieni i marmurów dla potrzeb wapiennictwa, ponadto scharakteryzowałem budowę złóż pegmatytu oraz kwarcu żyłowego. Złoża surowców chemicznych opisałem w oparciu o badania dawnych kopalń pirytu w Szklarskiej Porębie oraz łupków alunowych w Janowcu. Wyrobiska opisane w Boguszowie-Gorcach stanowią ujęcia wód podziemnych (tzw. sztolnie wodne).

W wybranych stanowiskach badawczych możliwe było również rozpoznanie niektórych zagadnień **hydrogeologicznych**. Drobne uskoki w sztolniach w Ciechanowicach opisałem jako skuteczne bariery filtracyjne, piętrzące wodę w głębi górotworu. Wyjątkowo wydajnymi strukturami tego typu okazały się szerokie strefy uskokowe w kopalni *Amelie* w Srebrnej Górze. Obserwacje przeprowadzone w odstępnie 13 lat w sztolni pod górą Bielec w Rudawach Janowickich wykazały też znaczące obniżenie poziomu wód gruntowych.

W zakresie zagadnień dotyczących **techniki i historii górnictwa** prowadziłem m.in. systematyczne obserwacje form (przekrojów poprzecznych) wyrobisk i dokumentowałem relikty stosowania różnych metod eksploatacji (chodnikowej, komorowej, filarowo-komorowej, wielopoziomowej itd.). W przypadku kopalń *Amelie* w Srebrnej Górze i *Friedrich Wilhelm* nad Szklarską Porębą mogłem przedstawić wyraźną zależność formy i układu wyrobisk od budowy geologicznej (formy złóż). Dla drugiej z nich oraz dla wyrobisk *Daisy* przedstawiłem analizy stosowanych systemów eksploatacji i ich rozwoju w czasie.

W rozdziale 5 opracowania syntetycznie omówiłem zagadnienia, które rozpoznawałem w opisanych stanowiskach obserwacyjnych, a także we wcześniej badanych obiektach podziemnych.

Przedstawiłem propozycję **typologii** antropogenicznych obiektów podziemnych Sudetów. Obok obiektów górniczych wyróżniłem te powstałe w ramach działalności wojennej (wykonane dla prowadzenia walki, a także podziemne zakłady produkcyjne i stanowiska

dowodzenia) oraz stanowiące infrastrukturę innych działów gospodarki (np. tunele kolejowe, elektrownia szczytowo-pompowa). Wskazałem przykłady zmian funkcji obiektów podziemnych – np. ich adaptacji dla potrzeb opieki medycznej, czy turystyki.

Ukazałem zagadnienia geologiczne, w zakresie których możliwe było **uszczegółowienie obrazu budowy górotworu**, w oparciu o przeprowadzone badania.

Przykłady uszczegółowienia obrazu kartograficznego przedstawiłem porównując fragmenty map geologicznych Sudetów w skali 1:25000 oraz autorskie mapy obiektów w Kamiennej Górze, Srebrnej Górze i Różance. Wskazałem przykłady badanych wyrobisk, w których możliwe było precyzyjne opisanie zróżnicowania litologicznego stanowisk położonych w obrębie granitoidowego masywu Karkonoszy, masywu Gór Sowich, kopuły orlicko-śnieżnickiej, rowu górnej Nysy, synklinorium śródsudeckiego, czy jednostki Świebodzic. Badając elementy budowy tektonicznej koncentrowałem się na analizie uskoku – ich wykształcenia i przebiegu, charakteru wypełnienia mineralnego i objawów wieloetapowej mineralizacji. Ukazałem różnorodność zagadnień geologiczno-złożowych, rozpoznawanych w badanych obiektach, takich jak rodzaje eksploatowanych kopalni, form i genezy złóż.

Szeroko przedstawiłem problem obserwowanych w wielu obiektach podziemnych różnorodnych **współczesnych procesów mineralotwórczych**. Ukazałem przykłady środowisk, w których zachodzi krystalizacja gipsu. Opisałem różnorodność form nacieków i kaltemitów węglanowych. Skupiłem się na charakterystyce głównie żelazistych nacieków i precypitatów środowisk AMD (acid mine drainage). Ukazałem bardzo dużą różnorodność ich form, które można porównać do elementów jaskiniowej szaty naciekowej. Opisałem rodzaje substancji mineralnych tworzących te nacieki (głównie siarczanów i tlenków oraz żelazistych substancji amorficznych), a także wyniki pomiarów tempa przyrostu nacieków żelazistych. Zasygnalizowałem też fakt okresowego tworzenia się bogatych lodowych szat naciekowych oraz obecność struktur organiczno-mineralnych, takich jak biofilmy, czy tzw. snottyty.

Wśród zagadnień **hydrogeologicznych** zwróciłem uwagę m.in. na rolę niektórych sztolni, jako dróg odwadniania górotworu (m.in. w okresach katastrofalnych opadów) oraz na silne zróżnicowanie składu chemicznego wód występujących w obiektach podziemnych.

Omawiając zachowane **relikty techniki górniczej** przedstawiłem porównanie przekrojów wybranych wyrobisk, zaznaczając, że aż do początku XX w. powstawały sztolnie o niewielkich rozmiarach. Interesującym zagadnieniem są zachowane pozostałości techniki urabiania skał. Rzadko są to różnej wielkości ślady stosowania perlików i żelazek, natomiast powszechnie występują resztki otworów strzałowych o różnych średnicach. Na podstawie zachowanych pozostałości niektórych z nich oszacowałem masę stosowanych ładunków prochowych i opisałem rodzaje przybitki. Ukazałem też zachowane przykłady pozostałości metod prowadzenia eksploatacji, transportu i oświetlenia wyrobisk.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Po rozpoczęciu pracy naukowej na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej (wcześniej – Wydziale Górniczym) początkowo kontynuowałem badania geologiczne na terenie Karkonoskiego masywu granitowego. W ich ramach rozpoznawałem elementy tektoniki w rejonie Bukowca koło Kowar (Zagożdżon, 1995, 1996). Szybko (w roku 1996) badania te zacząłem prowadzić w dawnych wyrobiskach podziemnych, początkowo w sztolniach Kowar, przecinających strefę kontaktu plutonu i jego osłony metamorficznej, później też w innych rejonach (por. dział 4.2).

Również w późniejszych latach zajmowałem się niektórymi zagadnieniami dotyczącymi tej jednostki geologicznej, opisując nietypowe przykłady wskaźników kierunku ruchu w skałach żyłowych (Zagożdżon & Zagożdżon, 2003), rozpoznając krajowe zasoby tego granitu (Zagożdżon & Kuchta, 2007), czy podejmując próbę odszukania znanego z historycznych opracowań naukowych stanowiska tzw. granitu orbikularnego pod zamkiem Chojnik.

W ramach realizacji tematu pracy doktorskiej od roku 1997 studiowałem zjawisko **zgorzeli słonecznej** w paleo- i neogeńskich bazaltoidach południowo-zachodniej Polski. W szeregu artykułów przedstawiłem jej definicję, rozwój poglądów na genezę, formę wystąpień i wpływ na właściwości fizyko-mechaniczne bazaltów (Zagożdżon, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2008).

Jako osoba dysponująca aktualnym, terenowym rozeznanieniem stanowisk występowania bazaltoidów na obszarze Dolnego Śląska zostałem włączony w skład zespołu prof. Birkenmajera, przez kilka lat prowadzącego systematyczne badania tych skał. Prace zostały udokumentowane szeregiem publikacji (*Radiometric dating of the Tertiary Volcanics in Lower Silesia...* II–VI). W kolejnych artykułach przedstawiona została struktura wystąpień, bazaltoidowych, wyniki badań petrograficznych oraz datowania radiometrycznego (K–Ar) i analiz paleomagnetycznych. Kolejno badane były stanowiska położone w rejonie Łądka-Zdroju (Birkenmajer i in., 2002 a), w okolicach Jawora i na bloku przedsudeckim (Birkenmajer i in., 2002b, 2004), w obrębie depresji północnosudeckiej (Birkenmajer i in., 2007) oraz Sudetów Zachodnich i ich przedgórze (Birkenmajer i in., 2007, 2011).

Zainteresowanie geologią ciał bazaltoidowych skutkowało też przeprowadzeniem szczegółowych badań kartograficznych unikatowego wystąpienia bazaltu w Małym Kotle Śnieżnym w Karkonoszach. Tradycyjnie jest ono opisywane jako żyła bazaltowa, natomiast w artykule i materiałach konferencyjnych (Zagożdżon & Zagożdżon, 2006a, b) przedstawiona została reinterpretacja jego formy, jako intruzji subwulkanicznej o skomplikowanej formie.

Ponadto przeprowadziłem studium wykorzystania pylastych odpadów (mączek) z przeróbki bazaltów w zastosowaniach rolniczych i pokrewnych, jako środka poprawiającego właściwości gleby. Opublikowany artykuł (Zagożdżon, 2008) do dziś pozostaje jedynym tego rodzaju opracowaniem w Polsce.

W ostatnich latach podjąłem, dotyczącą zgorzeli bazaltowej współpracę badawczą z naukowcami z Hiszpanii (Gisbert i in., 2016).

W latach 1998–2005 uczestniczyłem w **badaniach meteorytów**, których wyniki przedstawione były w kilku artykułach współautorskich, publikowanych m.in. w czasopiśmie *Meteoritics & Planetary Science*. Jako pierwszy zanalizowany został nietypowy obiekt z Muzeum Regionalnego w Jaworze, opisywany wcześniej jako „pseudometeoryt”. Rezultaty badań składu chemicznego pozwoliły na jego jednoznaczne zakwalifikowanie jako półproduktu uzyskiwanego w trakcie ogniowej przeróbki rud miedzi w Leszczynie, w drugiej połowie XIX w. (Przylibski & Zagożdżon, 2000).

Późniejsze badania dotyczyły dwóch nowych meteorytów polskich. W przypadku chondrytu L5 Baszkówka, na podstawie badań mikroskopowych wykazano jego bardzo wysoką porowatość. Ten fakt, wraz z wynikami analiz mikrosondowych pozwolił na przedstawienie specyficznych procesów, które zachodziły w przypowierzchniowej strefie ciała macierzystego. Przedstawiliśmy je jako analogiczne do procesów tworzenia się ziemskich skał piroklastycznych (Przylibski & Zagożdżon, 1999; Przylibski i in., 2001, 2003).

Meteoryt Zakłodzie poddaliśmy badaniom makro- i mikroskopowym, katodoluminescencyjnym oraz analizie dyfrakcyjnej. Uzyskane wyniki pozwoliły na szczegółowe opisanie jego składu mineralnego oraz przedstawienie genezy. Opisaliśmy go jako fragment skały magmowej o strukturze kumulatu, która uległa względnie szybkiej krystalizacji. Magma powstała z przetopienia materiału o składzie chondrytu enstatytowego. Zaproponowaliśmy nową klasyfikację tego meteorytu (Przylibski i in., 2003, 2005).

Innym poruszonym przeze mnie tematem są wybrane zagadnienia dotyczące **historii górnictwa**. W tym zakresie, dla obszaru Dolnego Śląska, przedstawiłem opracowania dotyczące historii wydobycia i kierunków wykorzystania bazaltu okolic Lubania oraz kamieniołomów przytrasowych na wybranych obszarach górskich Sudetów.

W oparciu o dane literaturowe oraz wyniki prac terenowych przedstawiłem zarys historii eksploatacji i przykłady zastosowania bazaltu, jako kamienia budowlanego w architekturze miasta Lubania i jego okolic, w okresie od XIII do początku XX w. Wskazałem różne przykłady wykorzystania tego kamienia w zabytkach takich jak mury miejskie, Dom Solny, czy Ratusz, a także np. w okolicznych zabudowaniach folwarcznych. Przedstawiłem zmienność w czasie skały wydobycia i stosowanej technologii eksploatacji oraz obróbki i przeróbki bazaltu, w tym produkcji leizny bazaltowej (Zagożdżon & Kukułka, 2007).

Zagadnienie niewielkich wyrobisk (nie zauważanych w opracowaniach dotyczących historii wydobycia surowców skalnych) pozostałych po okresie intensywnego budownictwa lokalnych dróg przedstawiłem na przykładzie modelowych obszarów z terenu Gór Stołowych i Gór Białskich. Po działalności tej, poza wyrobiskami, zachowały się odcinki pierwotnej nawierzchni drogowej, będącej specyficznym rodzajem bruku, z osadzonych pionowo elementów kamiennych o pokroju płytkowym. Wskazałem na środowiskowe atuty takiej lokalnej eksploatacji (porównanej do tzw. „in situ resource utilization”) w stosunku do współczesnej, skoncentrowanej produkcji materiałów kamiennych – wiążącej się z silną, stałą emisją zanieczyszczeń i koniecznością wielokilometrowego transportu surowca do odbiorcy (Zagożdżon & Zagożdżon, 2017).

Specyficzne pozostałości historycznej działalności górniczej przedstawiłem na przykładzie Wysp Kanaryjskich i rejonu Longyearbyen (Svalbard). W pierwszym przypadku opisałem roboty prowadzone w XIX i XX w., których relikatmi jest kilka tysięcy kilometrów tzw. sztolni wodnych (*galerias del agua*) istniejących na wspomnianym archipelagu. Poza danymi dotyczącymi parametrów i techniki głębiania tych wyrobisk ukazałem też ich sytuację hydrogeologiczną. Dane literaturowe zestawiałem z obserwacjami terenowymi obiektów zachowanych na wyspie Lanzarote (Zagożdżon, 2015a). W trakcie dwóch wypraw polarnych na Spitsbergen przeprowadziłem rozpoznanie reliktyw XX-wiecznego górnictwa węgla w dolinie Longyeardalen. Scharakteryzowałem stan zachowania pozostałości pięciu kopalń o różnym wieku (od Grube 1 funkcjonującej w latach 1906–1920 do Grube 4 – prowadzącej wydobywanie od lat 60–tych do 90-tych XX w.). Poza pięcioma dobrze znanymi głównymi zespołami kopalnianymi wskazałem szereg odosobnionych sztolni z zachowanymi wlotami. Penetracja tych małych obiektów wykazała możliwość prowadzenia obserwacji tempa niszczenia drewnianej obudowy zabezpieczającej, dynamiki cofania się lodu wypełniającego te wyrobiska, czy rozwoju kolonii grzybowych (Zagożdżon, 2013, 2015b).

Ponadto analizowałem zagadnienie roboczego ubioru dolnośląskich górników kruszcowych u schyłku średniowiecza. Problem rozpatrywałem w kontekście zróżnicowania ubioru górniczego w różnych ośrodkach wydobywczych środkowej Europy, opierając się na analizie materiałów ikonograficznych (m.in. *De re Metallica* Georgiusa Agricoli, kancjonał kutnohorski, szereg ołtarzy górniczych), z wyjątkową szczegółowością ukazujących to zagadnienie. Dzięki temu można było udokumentować zasadniczą różnicę pomiędzy strojami stosowanymi w krajach germańskich (Niemcy, Lotaryngia, Włochy – ubiór codzienny), a charakterystycznymi dla słowiańskiego kręgu kulturowego, gdzie górnicy używali tzw. perkytli, będących jednymi z pierwszych roboczych uniformów na obszarze Europy (Zagożdżon & Zagożdżon, 2008, 2014).

Od roku 2010 zajmuję się wybranymi zagadnieniami **geoturystycznymi**, koncentrując się na wykorzystaniu antropogenicznych obiektów podziemnych oraz możliwości rozwoju tego działu turystyki na terenach zurbanizowanych (geoturystyka miejska).

Szczegółową charakterystykę zagadnień geologicznych i górniczych, możliwych do przedstawienia w ramach proponowanej trasy geoturystycznej opracowałem dla wyrobisk podziemnej trasy turystycznej Kopalnia Złota w Złotym Stoku. Na 16 stanowiskach obserwacyjnych opisane zostały struktury tektoniczne, zagadnienia petrograficzne i mineralogiczne, hydrogeologiczne oraz dotyczące geologii złożowej, a także problemy z zakresu mechaniki górotworu i techniki górniczej (Zagożdżon & Zagożdżon, 2010). Wspólnie z K. Zagożdżon przedstawialiśmy też szersze omówienia zagadnienia dolnośląskich podziemnych tras o walorach geoturystycznych. Wskazaliśmy przede wszystkim na znaczenie obiektów w Krobicy, Kowarach, Kletnie i rozległych kompleksów podziemnych w Górach Sowich (Koźma i in., 2011; Zagożdżon & Zagożdżon, 2013, 2016; Zagożdżon, 2016).

Zagadnienia z zakresu geoturystyki miejskiej opracowuję przede wszystkim na terenie Wrocławia, wspólnie z K. Zagożdżon zrealizowałem też projekt sieci tras geoturystycznych na

obszarze miasta Kłodzka. Wyniki prac przedstawiane są w artykułach naukowych (np. Zagożdżon & Śpiewak, 2011) oraz popularnonaukowych w pismach lokalnych i branżowych (por. zał. 8, punkt 5.2), a także na konferencjach (m.in. Polski Kongres Geologiczny, Modern Technologies and features of quarrying, processing and use of natural stone w Kijowie, Ogólnopolska Konferencja Naukowa Złoże Kopalini) i posiedzeniach wrocławskiego oddziału PTG. W artykułach zwracam uwagę na różnorodność zagadnień geologicznych uwidoczniomych w kamieniu architektonicznym i dekoracyjnym. Poza podstawowymi problemami petrograficznymi (rodzaje wykorzystanych skał) na jego podstawie przedstawiać można problemy mineralogiczne (np. w pegmatytach), tektoniczne (fazy ewolucji masywów granitowych, deformacje fałdowe i uskokowe), sedimentologiczne, dotyczące zjawisk metamorficznych, czy wietrzenia i deterioracji, a także doskonale zachowane skamieniałości. Dodatkowo przedstawiam zagadnienia z zakresu geologii złóż oraz technik urabiania i obróbki kamienia.

Szerszy zakres zagadnień, wzbogacony o geologię krystalicznego i osadowego podłoża, działalność rzeki oraz kwestie dotyczące historycznych i współczesnych wyrobisk odkrywkowych mogłem ukazać w przypadku Kłodzka (Zagożdżon & Zagożdżon, 2015). Przedstawiłem też wyniki analizy unikatowych dziś śladów działań wojennych (oblężenie *Festung Breslau* w 1945 r.), zachowanych w kamiennych elementach budowlanych (Zagożdżon, 2012).

Omówienie współczesnego stanu geoturystyki miejskiej na terenie całego kraju zostało ukazane w artykule przygotowanym w związku z III Polskim Kongresem Geologicznym (Zagożdżon & Zagożdżon, 2016).

Przedstawiłem też opracowanie ukazujące dużą różnorodność zagadnień geoturystycznych na plażach wybrzeża Bałtyku w rejonie Ustki, uznając je za obszar o znacznym potencjale edukacyjnym. Obok typowych dla warunków plażowych procesów erozji, transportu i sedimentacji w środowisku morskim i eolicznym można tam śledzić w miniaturze m.in. procesy erozji rzecznej, czy tworzenie się rozsypiskowych złóż minerałów ciężkich. W użytych do stabilizacji brzegu i moła blokach granitu strzegomskiego opisałem elementy tektonicznej ewolucji masywu magmowego, ale też pozostałości stosowania technik urabiania skał (Zagożdżon & Zagożdżon, 2017).

W latach 2012 i 2015 uczestniczyłem w **badaniach polarnych** w rejonie Hornsundu i Longyearbyen na Spitsbergenie. Były one prowadzone w ramach wypraw Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej. Prace terenowe trwały łącznie siedem tygodni, a realizowane były w Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie i Stacji Naukowej im. S. Baranowskiego. Badania dotyczyły przede wszystkim geodezyjnego określenia tempa cofania się czoła lodowca Werenskiolda oraz deformacji powierzchni jego moreny czołowej. Ponadto analizowaliśmy możliwości wykorzystania obrazowania termowizyjnego w warunkach arktycznych do badań środowiskowych (lokalizacja źródeł termalnych oraz wypływów zimnych wód lodowcowych, mieszanie się wód morskich i wód roztopowych spod frontu lodowca Hansa, określanie głębokości permafrostu w sezonie

letnim, zliczanie osobników w koloniach ptasich) oraz określania stanu infrastruktury baz badawczych. Dodatkowo przeprowadziłem opróbowanie mikromykologiczne przed frontem lodowca Werenskiolda oraz rozpoznanie reliktyw górniczego w Longyearbyen. Wyniki tych prac zaprezentowałem wspólnie ze współautorami w artykułach (Zagożdżon, 2013; Ciężkowski i in., 2018) oraz w szeregu opracowań konferencyjnych na Arctic Science Summit Week i Polar Symposium.

W konsekwencji stałego prowadzenia prac badawczych na obszarze Sudetów i bloku przedsudeckiego rozpoznawałem też szereg **innych** zagadnień. Rezultaty tych obserwacji przedstawiałem w publikacjach.

W roku 1998 r., wspólnie z K. Zagożdżon, w ramach badań interwencyjnych, scharakteryzowaliśmy skutki powierzchniowych ruchów masowych, które wystąpiły na terenie rekultywowanej odkrywki kopalni ilów ogniotrwałych w Jarosławie. Opisałem przebieg zjawiska osuwiskowego i dynamiczny rozwój zespołu struktur uskokowych, jaki nastąpił w przeciągu miesiąca. Przedstawiliśmy interpretację zjawiska, wskazując że miało ono charakter tzw. ścinania cylindrycznego (Zagożdżon & Zagożdżon, 1998).

W roku 2000 opublikowałem wyniki wstępnego rozpoznania nie opisywanej wcześniej w literaturze tzw. leśnej huty szkła w Młynowcu na ziemi kłodzkiej (Zagożdżon, 2000). Przedstawiłem charakterystykę kompletnego zespołu znalezisk – fragmentów surowca, żużli, resztek pieca i tygła szklarskiego oraz drobne fragmenty szkła. Wskazałem na przypuszczalny okres funkcjonowania huty (przełom XV i XVI w. lub 1 połowa XVI w.), dokumentując w ten sposób najwcześniejszy etap osadnictwa na terenie wsi Młynowiec.

Wspólnie z K. Zagrodnym przedstawiliśmy wyniki cyfrowego modelowania Jaskini Niedźwiedziej oraz jej otoczenia (Zagożdżon & Zagrodny, 2009, 2012). Poszczególne modele odwzorowały morfologię terenu i skomplikowaną budowę geologiczną obszaru o powierzchni około 2 km². Ukazaliśmy silnie zdeformowane fałdowo szczyt marmuru oraz zespół uskoków, a także złożony układ podziemnych przestrzeni krasowych środkowego piętra jaskini.

Współpracowałem w zespole badającym stężenia radonu ²²²Rn i ²²⁶Rn w wodach powierzchniowych zachodniej części Gór Białskich. W latach 2009–2015 wykonywałem kartowania, opróbowania i opomiarowania źródeł w zlewni Młynówki i Małej Młynówki, a także opróbowania wzdłuż cieków wodnych dla określenia tempa spadku zawartości radonu. Wyniki tych badań przedstawione zostały w materiałach konferencyjnych oraz w czasopiśmie *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* (Przylibski i in., 2011, 2014).

Uczestnicząc w międzynarodowym projekcie *Caves of the Orlycke hory and Góry Bystrzyckie Mountains*, wspólnie z M.W. Lorencem opracowałem materiały dotyczące obiektów zlokalizowanych na należącym do Polski obszarze tych pasm górskich (Pokorny, 2013).

