

A c t a
Universitatis
Lodziensis

FOLIA GEOGRAPHICA PHYSICA

18
2019



WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

A c t a Universitatis Lodzianensis

FOLIA GEOGRAPHICA PHYSICA

18
2019

pod redakcją
Zbigniewa Rdzanego



 WYDAWNICTWO
UNIwersYTETU
ŁÓDZKIEGO

ŁÓDŹ 2019

REDAKCJA

ACTA UNIVERSITATIS LODZIENSIS. FOLIA GEOGRAPHICA PHYSICA

Zbigniew Rdzany (redaktor naczelny), *Jan Degirmendžić* (redaktor statystyczny)

Jolanta Fiszbak (redaktor językowy), *Anna Majchrowska* (redaktor tematyczny – geografia fizyczna, geoekologia)

Aleksander Szmidt (redaktor tematyczny – GIS, kartografia cyfrowa), *Małgorzata Frydrych* (sekretarz redakcji)

RADA REDAKCYJNA

Paweł Jokiel (Uniwersytet Łódzki), *Adam Łajczak* (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie)

Ján Novotný (Słowacka Akademia Nauk, Bratysława), *Eva Pauditšová* (Uniwersytet Komeńskiego w Bratysławie)

Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny m. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie)

RECENZENCI

Małgorzata Bruj (badacz niezależny), *Bernard Gałka* (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)

Mirosław Kobierski (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy)

Sławomir Kobjek (Uniwersytet Łódzki), *Stanisław Krysiak* (Uniwersytet Łódzki)

Aleksander Szmidt (Uniwersytet Łódzki), *Mariusz Szubert* (Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie), *Wojciech Tołoczko* (Uniwersytet Łódzki), *Piotr Paweł Woźniak* (Uniwersytet Gdański)

Artur Zieliński (Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach)

REDAKTOR INICJUJĄCY

Katarzyna Szumska

KOREKTA I SKŁAD KOMPUTEROWY

Marcin Gliszczyński, Aleksandra Retkiewicz

KOREKTA TECHNICZNA

Elżbieta Rzymkowska

PROJEKT OKŁADKI

Agencja Reklamowa efectoro.pl

Redakcja nie odpowiada za opinie i twierdzenia autorów publikowanych prac

Opublikowano gotowe materiały dostarczone do Wydawnictwa UŁ
przez Wydział Nauk Geograficznych

ISSN 1427-9711

e-ISSN 2353-6063

© Copyright by Authors, Łódź 2019

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2019

Redakcja Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Physica

90-139 Łódź, ul. Narutowicza 88

tel. (+48 42) 665 59 35

<http://foliagp.geo.uni.lodz.pl/>

e-mail: folia.geo.physica@uni.lodz.pl

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.09877.20.0.Z

Ark. druk. 11,25

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-131 Łódź, ul. Lindleya 8

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl

e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl

tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

ARTYKUŁY

ARTICLES

Piotr Czubla¹ • Joanna Petera-Zganiacz² ⁽¹⁾ Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Pracownia Geologii; ⁽²⁾ Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geomorfologii i PaleogeografiiE-mail: piotr.czubla@geo.uni.lodz.pl; joanna.petera@geo.uni.lodz.pl

Fotografia dokumentacyjna w naukach o Ziemi

Documentary photography in Earth sciences

Zarys treści

Od momentu wynalezienia do chwili obecnej fotografia służy nauce, nie tylko do celów dokumentacyjnych, ale stanowi także element wielu metod badawczych. Fotografia znalazła swoje miejsce w sztuce, a rozróżnienie fotografii naukowej od artystycznej pozostaje niejednokrotnie kwestią umowną, wynikającą z kontekstu, w jakim jest prezentowana. Celem pracy jest wykazanie specyfiki fotografii naukowej wykorzystywanej w naukach o Ziemi, wskazanie zasad, jakim podlega oraz wykazanie, że również w tego typu fotografii istotne jest uwzględnianie ugruntowanych od dawna zasad kompozycji obrazu. Przedstawiono istotne w fotografii geologicznej i geograficznej aspekty techniczne, takie jak: dobór sprzętu fotograficznego, tryby naświetlania, zapis zdjęć i tryby pracy aparatu. Przeanalizowano zastosowanie kompozycji właściwej i formalnej w dokumentacji fotograficznej we wspomnianych subdyscyplinach naukowych. Wybór reguł kompozycji jest podporządkowany charakterowi dokumentowanych obiektów, zjawisk czy procesów. Specyficznymi zasadami rządzi się fotografia naukowa w przypadku dokumentowania form geomorfologicznych czy zjawisk atmosferycznych, procesów zachodzących na powierzchni Ziemi, fotografowania odsłonięć, małych obiektów; innymi fotografowanie do celów archiwizacyjnych, lokalizacyjnych, reportażowych, refotograficznych, a także krajobrazowych. Odrębnym zagadnieniem jest przygotowanie zdjęć do publikacji, gdzie stanowią one nośniki istotnych informacji, uzupełniających merytorycznie treść tekstu naukowego lub prezentacji naukowej. W dobie powszechności fotografii, kiedy powstaje wiele przypadkowych obrazów, szczególnie istotne jest zachowanie dyscypliny, tak aby w fotografię naukową nie przedostawał się szum informacyjny, wynikający z przesadnej mnogości ujęć, aby korzystać z walorów fotografii cyfrowej w sposób racjonalny, podporządkowując fotografię naukową nadrzędnemu celowi – pełnej i klarownej informacji o zjawiskach i procesach zachodzących w litosferze, hydrosferze i atmosferze.

Słowa kluczowe Fotografia naukowa, techniki fotograficzne, kompozycja, zasady sporządzania dokumentacji fotograficznej, geomorfologia, geologia.

Abstract

From the moment of invention to the present, photography is used in science, not only for documentary purposes, but also as an integral part of research methods. Photography has found its place in art, and the distinction between scientific and fine-art photography often remains a matter of agreement, resulting from the context in which it is presented. The purpose of the work is to show the specificity of scientific photography used in Earth sciences and to point out the rules which govern that kind of photography, as well as to emphasize that established principles of image composition are important in scientific photography. Technical aspects important in geological and geographical photography are presented, such as: selection of photographic equipment, exposure modes, recording of photos and camera modes. The use of different types of composition in photographic documentation in the above-mentioned scientific sub-disciplines are analysed. The choice of composition rules is subordinated to the nature of the documented objects, phenomena or processes. Scientific photography is governed by different rules when documenting geomorphological forms or atmospheric phenomena, processes occurring on the Earth's surface, rock outcrops or small objects; other rules are useful in making photography for archiving, location, reportage, re-photography and landscape. A separate issue is the preparation of photos for publication, where they function as carriers of relevant information, supplementing the contents of a scientific text or scientific presentation. In the era of widespread photography many random images are created. It is particularly important to maintain discipline so that information noise resulting from an excessive number of shots does not get into scientific photography. It is important to use the advantages of digital photography in a reasonable way, subordinating scientific photography to its primary goal – complete and clear information about phenomena and processes occurring in the lithosphere, hydrosphere and atmosphere.

Keywords

Scientific photography, photographic techniques, composition, photographic documentation and its principles, geomorphology, geology.

1. Wprowadzenie

W dobie wszechobecnych smartfonów i milionów wykonywanych każdego dnia fotografii dokumentacja fotograficzna przedmiotu badań naukowych wydaje się zadaniem banalnie łatwym. W rzeczywistości jednak prace dyplomowe i artykuły naukowe niezwykle często zawierają zdjęcia niespełniające ani kryteriów dokumentacyjnych, ani – tym bardziej – estetycznych. Upowszechnienie

fotografii nie jest równoznaczne z powszechnym opanowaniem umiejętności fotografowania, a ogromna większość użytkowników ogranicza się do bezrefleksyjnego utrwalania obrazów. Gorzej, jeśli takie podejście pojawia się w trakcie przygotowywania pracy naukowej, w tym także licencjackiej czy magisterskiej. Wieloletnie doświadczenia w posługiwaniu się fotografią naukową zdobyte w trakcie pracy badawczej, jak również obserwacje wynikające z prowadzenia dydaktyki, w tym także opieki nad

pracami dyplomowymi, skłoniły autorów do zebrania podstawowych informacji dotyczących fotografii w naukach o Ziemi i przedstawienie ich w postaci powszechnie dostępnej publikacji.

Nie jest zamierzeniem autorów przedstawienie ogólnego kursu fotografii, gdyż służą temu setki wydanych już podręczników, wśród których godne polecenia są, np. McWhinnie (2004), Freeman (2008), Pihan (2010), Opr. zbior. (2011), Ang (2015), Barnbaum (2015). Trochę bardziej ukierunkowaną na nauki o Ziemi tematykę podejmują autorzy szeregu opracowań poświęconych fotografii turystycznej czy podróżniczej (m.in. Burian, Caputo 2003, Davey 2010, Freeman 2010, Trybalski 2012, Bonecki 2013) oraz przyrodniczej i krajobrazowej (np. Fitzharris 2009, Bernabe, Plant 2010, Davis 2011, Nienartowicz 2018). Do wyjątków należą opracowania dedykowane precyzyjnie naukom o Ziemi, jak np. Scovil 1996. Teoretyczne podstawy fotografii były wielokrotnie prezentowane w literaturze, głównie fizycznej, np. Hunter i in. 2012, Johnson 2017, Teubner, Brückner 2019.

Celem pracy jest wykazanie, że fotografia jako narzędzie dokumentacji naukowej w geologii i geografii fizycznej rządzi się szczególnymi prawami, ściśle związanymi z realizowanym tematem badawczym, któremu służy dana fotografia. Autorzy dążą do wykazania, że fotografia dokumentacyjna powinna również podlegać prawom kompozycji tak, aby przekaz fotografii był czytelny dla odbiorcy i nie pozostawiał wątpliwości co do cech prezentowanego obiektu czy charakteru dokumentowanego zjawiska lub procesu.

Obecnie fotografia kojarzona jest przede wszystkim jako dziedzina sztuki lub forma reportażu, ale warto pamiętać, że narodziła się jako osiągnięcie w zakresie fizyki i chemii zaprezentowane na forum Francuskiej Akademii Nauk (Tomaszcuk 1998). Od utrwalenia pierwszego obrazu metodami fotograficznymi w 1826 roku fotografia zaczęła służyć dokumentacji otaczającego świata, wykorzystując szybko rozwijające się kolejne osiągnięcia techniczne. Za pierwszą fotografię w dziedzinie nauk o Ziemi należy chyba uznać „Muszle i skamieniałości” Louis-Jacques-Mandé Daguerre z 1839 roku (Clarke 1997) – ryc. 1. Już w roku 1910, podczas V Międzynarodowego Kongresu Fotografii w Brukseli, zdefiniowano fotografię jako dokument i stwierdzono, że „mianem dokumentu będzie można określić jedynie obrazy służące badaniom naukowym”, które mają być ostre i bogate w szczegóły, a piękno w takim przypadku pozostaje na drugim planie (Stępień 2018). Warto jednak zauważyć, że o tym, czy dana fotografia ma charakter artystyczny czy naukowy, tak naprawdę decyduje jej zakwalifikowanie przez samego autora lub odbiorców (Malin 2007, Wilder 2009). Można przytoczyć sytuacje, w których te same fotografie spełniają obie role, a nawet fotografia naukowa, poprzez swoje walory estetyczne służy nauce. Dowodzą tego zdjęcia trzustki żywych organizmów oraz bionicznej trzustki wystawione na licytację, z której dochód przeznaczony jest na stworzenie Europejskiego Centrum Biotechnologii Medycznych (<https://fundacjabirn.pl/aukcja/>).

Bardzo szybko rozwijała się fotografia podróżnicza, której właściwie nie sposób oddzielić od fotografii naukowej. Od połowy XIX wieku coraz liczniejsi fotografowie



Ryc. 1. Pierwsza (prawdopodobnie) fotografia w dziedzinie nauk o Ziemi: Louis-Jacques Mandé Daguerre. Muszle i skamieniałości, 1837–39

Fig. 1. Probably the first photography in the field of Earth Sciences: Louis-Jacques Mandé Daguerre. Arrangement of Fossil Shells, 1837–39

(Francis Frith, John Thomson, Samuel Bourne, Maxime Du Camp, John Murray, Felice Beato) udostępniili Europejczykom realistyczne zdjęcia Azji, Afryki, a nawet Antarktyki (Clarke 1997). Wykonane wówczas fotografie stanowią cenną dokumentację etnograficzną, antropologiczną i historyczną. Już w 1860 roku powstały pierwsze zachowane do dziś fotografie „z lotu ptaka”, przedstawiające Boston, które wykonano z gondoli balonu. Zaledwie rok później szkockiemu fizykowi Jamesowi Maxwellowi udało się wykonać trwałą fotografię barwną. W 1888 roku firma Kodak opracowała lekki i stosunkowo prosty aparat fotograficzny, a dokładnie sto lat później w 1988 roku rozpoczęto produkcję pierwszego w pełni funkcjonalnego cyfrowego aparatu fotograficznego.

2. Zagadnienia metodyczne

W artykule scharakteryzowane zostały poszczególne zagadnienia techniczne obejmujące dobór sprzętu fotograficznego, parametry rejestracji obrazu, jak również podstawowe zasady kompozycji, służące wykonywaniu dobrej jakości dokumentacji fotograficznej. Skoncentrowano się na tych aspektach fotografii, które mają zastosowanie w naukach o Ziemi, ze szczególnym uwzględnieniem geografii fizycznej i geologii. Efekty wieloletniego doświadczenia w prowadzeniu badań naukowych, w których dokumentacja fotograficzna odgrywa istotną rolę, pozwalają na zwrócenie uwagi na szereg istotnych aspektów, które ułatwiają wykonanie przemyślanych, wartościowych zdjęć, będących nośnikiem istotnych informacji o badanym zjawisku.

Fotografia naukowa powinna być rozumiana jako rejestracja stanu obiektów, procesów czy zjawisk wykonana w celu ich dokumentacji, a istotą naukowej fotografii dokumentacyjnej jest dokładne odwzorowanie rzeczywistości z zachowaniem oryginalnych cech, takich jak: wielkość, kształt, proporcje, barwa, faktura czy wreszcie kontekstu obiektu. Najważniejszą cechą tego typu fotografii jest obiektywizm i precyzja przekazu, przy czym nie powinna eksponować emocjonalnego stosunku badacza i dążyć do

przedstawienia prawdy (Stępień 2018). Efektem zastosowania fotografii naukowej jest stworzenie dokumentacji fotograficznej. Należy zwrócić uwagę, że pojęcie fotografii dokumentacyjnej jest szersze niż fotografii naukowej – każda fotografia naukowa będzie nosiła znamiona dokumentacji, nie każda fotografia dokumentacyjna będzie służyła nauce, co można zilustrować przykładem fotografii policyjnej.

Jak zauważa Stępień (2018), użycie technik fotograficznych w badaniach naukowych stanowi wartość dodaną, dostarczając nowych faktów, a nie tylko ilustrując uwiecznione na fotografii zjawisko. Co więcej, fotografia może także stanowić metodę uprawiania nauki (Wilder 2009). Jeżeli weźmiemy pod uwagę fotografię lotniczą lub szerzej – wszelkie metody obrazowania powierzchni Ziemi w szerokim zakresie promieniowania elektromagnetycznego znacznie wykraczającym poza światło widzialne – to nie będzie budziło wątpliwości, że mamy do czynienia z metodą badań naukowych. Warto zwrócić uwagę na problem z definiowaniem fotografii – przecież jeszcze w nieodległej przeszłości to metoda rejestracji obrazu decydowała, czy coś jest fotografią czy nie (Stępień 2018). W dobie szybko udoskonalanych technik obrazowania otrzymuje się obrazy powierzchni Ziemi, uzyskane na drodze skanowania czy techniki radarowej, a podstawowym zadaniem obrazowania naukowego jest przetworzenie informacji generowanej przez niemal każdy zakres promieniowania elektromagnetycznego wchodzącego w reakcję z obiektem o dowolnych rozmiarach, znajdującym się w dowolnej odległości i mogącym istnieć we wszystkich czterech wymiarach na dwuwymiarowy obraz, który możemy odebrać naszymi zmysłami (Malin 2007). Ziszcza się w ten sposób stwierdzenie W.H.T. Talbota zapisane w 1844 roku, że „oko kamery zobaczy wszystko tam, gdzie oko człowieka widzi tylko ciemność” (Wilder 2009 za: Talbot 1844). Sposób traktowania fotografii naukowej przez Malina (2007) jest tak szeroki, że uwzględnia także w tej kategorii obrazowanie przy wykorzystaniu fali akustycznej. Trudno się z takim stanowiskiem nie zgodzić, biorąc za przykład opracowanie polegające na sonarowym zobrazowaniu misy jeziora Hańcza (Pochocka-Szwarc i in. 2013). Tak szerokie rozumienie fotografii naukowej pozwala na włączenie także skaningu laserowego (LiDAR) naziemnego i lotniczego (np. Wojewoda 2016), obrazowania falą elektromagnetyczną (georadar, np. Olszak, Karczewski 2008, Słowik 2010, Makoś, Sobczyk 2018) i wielu innych technik. Zagadnienia związane z fotografią lotniczą, obrazowaniem satelitarnym oraz innymi technikami teledetekcyjnymi zostaną w niniejszym artykule pominięte, ze względu na dostępność licznych prac traktujących o powyższych kwestiach.

3. Aspekty techniczne

3.1. Dobór sprzętu fotograficznego

Dokumentacja w dziedzinie nauk o Ziemi nie w każdym przypadku wymaga stosowania specjalnego sprzętu. Najprostszym zadaniem sprostą nawet przeciętny smartfon, ale jakość otrzymanego obrazu pozostawi wiele do życzenia, a niektórych zadań nie da się nim w ogóle wykonać. Rozdzielczość takiego zdjęcia może też okazać się zbyt

mała w stosunku do wymagań redakcyjnych większości wydawnictw. O wiele lepsze wyniki można uzyskać korzystając z aparatu fotograficznego nieco wyższej klasy (lustrzanka, bezlusterkowiec, dobry aparat kompaktowy). Ze względu na możliwość użycia różnego rodzaju osprzętu do zadań specjalnych, w fotografii naukowej najchętniej wykorzystywane są lustrzanki, w coraz większym stopniu zastępowane ostatnio przez znacznie mniejsze i lżejsze bezlusterkowce. W warunkach terenowych, podczas fotografowania przy różnym oświetleniu, kluczową kwestią jest możliwość posłużenia się aparatem wyposażonym w wizjer, który da możliwość pełnej kontroli nad kadrem. Nawet jednak najlepszy aparat nie będzie w pełni przydatny bez wcześniejszego wnikliwego zapoznania się z instrukcją użytkownika.

Na rynku jest wiele modeli aparatów fotograficznych różnych firm o zbliżonych parametrach użytkowych. Jednym z najważniejszych jest wielkość matrycy, ale fizyczna, a nie ta wyrażona liczbą elementów światłoczułych – tzw. pikseli. Upakowanie na małej matrycy olbrzymiej liczby pikseli wymaga redukcji ich rozmiarów. Oznacza to wzajemne zakłócenia i pojawianie się tzw. „szumów” (zwłaszcza w przypadku wzmacniania sygnału), prowadzących do spadku ostrości i kontrastu, a nawet zamazania szczegółów. Wielkość matrycy ma również wpływ na kąt widzenia obiektywu. Im mniejsza matryca, tym ten kąt jest również mniejszy. Oznacza to, że ten sam obiektyw podpięty do aparatów o różnych rozmiarach matrycy pozwoli uzyskać zupełnie inne pole widzenia.

Zdjęcia bardzo wysokiej jakości można otrzymać fotografując aparatem z matrycą o rozmiarach FF, tj. *full frame* (23,9 mm x 36 mm = 860,4 mm²), zupełnie satysfakcjonujące również w przypadku matryc APS-C o ponad dwukrotnie mniejszej powierzchni. W wielu przypadkach nawet zdjęcia zarejestrowane na mikroskopijnej (1/3” – 4,8 mm x 3,6 mm = 17,28 mm² lub 1/3,2” – 4,5 mm x 3,4 mm = 15,3 mm²) matrycy smartfona mogą wystarczyć do sporządzenia podstawowej dokumentacji stanowiska.

Nie mniej ważny jest dobór odpowiedniego obiektywu (nie dotyczy aparatów kompaktowych i smartfonów, gdzie obiektywy są niewymienne). Do dyspozycji są setki modeli zarówno o stałej, jak i zmiennej ogniskowej. Najlepsze wyniki dają na ogół obiektywy stałoogniskowe, ale zabieranie ze sobą na badania terenowe co najmniej dwóch stanowiłoby znaczne dodatkowe obciążenie. Bardziej praktyczne są uniwersalne obiektywy zmiennooogniskowe (tzw. zoomy) – jeden taki obiektyw zastępuje kilka stałoogniskowych. Trzeba jednak pamiętać, że im większy jest zakres ogniskowych takiego obiektywu, tym trudniej jest utrzymać dobrą jakość obrazu dla wszystkich ustawień.

Wraz z wydłużającą się ogniskową obiektywu maleje jego kąt widzenia. W przypadku badań geologicznych i geomorfologicznych w odśrogoniach zwykle bardziej przydatne są dość szerokie kąty widzenia, ujmowane przez obiektywy o krótkich ogniskowych. W razie potrzeby znacznego zmniejszenia pola widzenia wystarczy przybliżyć się z aparatem do fotografowanego obiektu. Problematyczne może być stosowanie obiektywów o bardzo krótkich ogniskowych (dla FF ogniskowa poniżej 20 mm), ponieważ generują one duże zniekształcenia w narożach i na obrzeżach kadru, a na dodatek są podatne na bocz-

ne światło, powodujące odbicia wewnątrz obiektywu i spadek kontrastu. W przypadku bardzo ograniczonego miejsca (kopalnie głębinowe, wąskie wykopy i wyrobiska) wykorzystanie obiektywu bardzo szerokokątnego może jednak okazać się koniecznością. Obiektywy o długich ogniskowych mogą znaleźć zastosowanie w przypadku braku możliwości podejścia do interesującego miejsca, np. zlokalizowanego wysoko na stromej ścianie w kopalni odkrywkowej, gdzie względy bezpieczeństwa wykluczają fotografowanie z bliska.

Im krótsza jest ogniskowa obiektywu, tym bardziej perspektywa eksponuje, czy wręcz wyolbrzymia pierwszy plan. Przy zastosowaniu teleobiektywu perspektywa „zbliża” przedmioty położone w różnych odległościach od fotografującego. Ogniskowa obiektywu decyduje także o głębi ostrości – im dłuższa ogniskowa, tym mniejsza głębia ostrości przy tej samej odległości i otworze przysłony.

W fotografii zbliżeniowej i makrofotografii stosuje się specjalne obiektywy, umożliwiające odwzorowanie w skali 1 : 1, a nawet większej, dające obraz doskonałej jakości. Obiektywy makro są jednak stosunkowo drogie i celowość ich zakupu zależy od częstotliwości wykonywania zdjęć tego typu. Dla sporadycznego zrobienia kilku zdjęć makro wystarczą pierścienie pośrednie z przeniesieniem automatyki, zakładane pomiędzy obiektyw i korpus aparatu lub jeszcze tańsze soczewki nasadkowe, wkręcane w gwint obiektywu zamiast filtra. Zastosowanie pierścieni z obiektywem stałogniskowym daje bardzo dobre rezultaty, ale mankamentem jest znaczny spadek jasności takiego zestawu i – w efekcie – brak możliwości wykorzystania autofokusa. Wyniki pracy z soczewkami nasadkowymi pozostawiają zwykle sporo do życzenia (znaczny spadek ostrości i wzrost zniekształceń ku brzegom obrazu). Nie warto zbyt wiele oczekiwać po tzw. funkcji (trybie) „makro” w niektórych aparatach, bo przy zastosowaniu standardowego obiektywu tylko w nielicznych przypadkach udaje się uzyskać skalę większą niż 1 : 4.

W przypadku stosunkowo słabego światła konieczne bywa zastosowanie dłuższych czasów naświetlania, a to wymaga użycia statywu. Podczas typowych prac terenowych na ogół udaje się poprzestać na wykonywaniu zdjęć „z ręki”, ale już w przypadku zdjęć makro i dużej części fotografii wykonywanych w warunkach laboratoryjnych statyw niemal na pewno okaże się niezbędny. Podobnie wykonanie prawidłowej panoramy bez ustabilizowania aparatu stanowiło do niedawna dość duże wyzwanie i z reguły wymagało żmudnej pracy przy łączeniu zdjęć. W licznych nowych modelach aparatów fotograficznych proces ten został w pełni zautomatyzowany i użytkownik otrzymuje gotową panoramę zestawioną automatycznie w procesorze. Podczas fotografowania z użyciem statywu system redukcji drgań w korpusie i/lub obiektywie powinien być wyłączony, gdyż może generować dodatkowe drgania i – tym samym – nieostrości. W ustawieniach aparatu warto pamiętać o wstępnym podnoszeniu lustra (dotyczy wyłącznie lustrzanek) i zamiast wciskać spust palcem, należy robić to pilotem lub wężykiem spustowym, a w razie ich braku można zastosować samowyzwalacz z opóźnieniem, np. 10 s.

Niezbędnym, a jednocześnie tanim, lekkim i łatwym do zabrania w teren elementem wyposażenia jest osłona

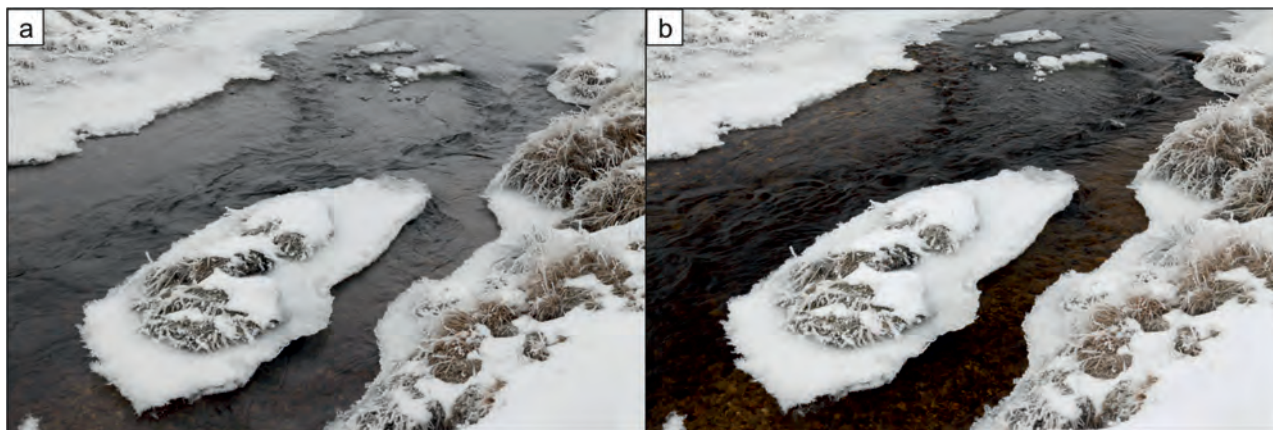
przeciwsłoneczna. Nie tylko zapobiega ona dostawaniu się do obiektywu bocznego światła, które może powodować odbłaski, a przynajmniej zmniejszenie kontrastu i nasycenia barw, ale chroni też obiektyw przed uszkodzeniami mechanicznymi, o które w pracy terenowej bardzo łatwo.

W fotografii cyfrowej, w porównaniu do analogowej, znacznie zmalała rola filtrów. Większość efektów realizowanych przy ich pomocy można uzyskać w trakcie obróbki komputerowej zdjęcia. W konsekwencji szersze zastosowanie znalazły tylko filtry ochronny i polaryzacyjny. Filtr ochronny (można go zastąpić filtrem UV) zabezpiecza przednią soczewkę obiektywu przed zanieczyszczeniem lub uszkodzeniem. Jest to szczególnie istotne w przypadku fotografowania w trudnych warunkach zewnętrznych – silny wiatr i przesuszone podłoże (np. w kopalniach odkrywkowych) sprzyjają unoszeniu się dużej ilości pyłu, co skutkuje korazją elementów aparatu, w tym przedniej soczewki obiektywu pokrytej dość wrażliwymi warstwami przeciwodblaskowymi. Wszelkiego rodzaju zabrudzenia, włącznie z kroplami deszczu, o wiele łatwiej można usunąć z filtra niż z obiektywu. W normalnych warunkach każde dodatkowe szkło na drodze światła tylko pogarsza jakość obrazu. Oznacza to, że – poza wspomnianymi powyżej szczególnie uciążliwymi warunkami pracy terenowej – filtr ochronny nie będzie zbyt przydatny. Wbrew rozpowszechnionym opiniom, w przypadku aparatów cyfrowych filtr UV nie ma wpływu na zapis obrazu, ponieważ matryca jest niemal zupełnie niewrażliwa na tę część widma.

Dość szerokie zastosowanie w fotografii dokumentacyjnej ma filtr polaryzacyjny. Pozwala on wyeliminować odbłaski od niemetalicznych powierzchni, np. mokrych liści lub kamieni. W efekcie zieleń roślinności jest bardziej nasycona. Jeszcze cenniejsza jest możliwość „wygaszenia” odbłasków od powierzchni wody i np. sfotografowania rzeźby dna rzeki, czy jeziora – pod warunkiem oczywiście, że woda jest niegłęboka i wystarczająco przezroczysta (ryc. 2). Ten sam filtr pozwala zwiększyć kontrast pomiędzy chmurami i niebem i w ten sposób wyeksponować zachmurzenie. W górach użycie filtra polaryzacyjnego pozwoli zmniejszyć zamglenie ograniczające czytelność odległych krajobrazów.

Współczesne aparaty fotograficzne wymagają coraz pojemniejszych akumulatorów. Dotyczy to zwłaszcza „bezlusterkowców”, mających kilkakrotnie większe wymagania energetyczne od nowoczesnych lustrzanek. Wynika to z dużego poboru energii przez ekran LCD lub wizjer elektroniczny, które zastąpiły wizjer optyczny stosowany w lustrzankach. Wydajność źródeł prądu dodatkowo znacznie maleje w niskich temperaturach otoczenia. Planując badania terenowe konieczne trzeba zaopatrzyć się w co najmniej jeden, a najlepiej 2 akumulatory zapasowe.

Kolejne modele aparatów fotograficznych zaopatrzone są w matryce o coraz większej liczbie fotoelementów i generują bardzo duże pliki zdjęciowe. Postęp w tej dziedzinie wymusza stosowanie nośników pamięci (kart SD lub CF) o coraz większej pojemności. Na szczęście duża część aparatów umożliwia już bezpośrednie przesyłanie zdjęć do sieci, co zmniejsza zagrożenie brakiem miejsca na karcie na kolejne zdjęcia. Był to i tak mniejszy problem niż z brakiem energii, bo zawsze można było przecież zwolnić miejsce na karcie, usuwając niezbyt udane ujęcia.



Ryc. 2. Wpływ filtra polaryzacyjnego na rejestrację światła odbitego od powierzchni wody – Izera, Góry Izerskie: a) bez filtra polaryzacyjnego, b) z filtrem polaryzacyjnym (fot. P. Czubla 2020)

Fig. 2. Effect of a polarizing filter on light reflected from a water surface – The Izera River, The Izera Mountains: a) without a polarizing filter, b) with a polarizing filter (photo by P. Czubla 2020)

3.2. Parametry naświetlania

Czułość – o ile to możliwe (fotografowanie przedmiotów nieruchomych i, w razie potrzeby, dostępność statywu) należy używać wartości natywnej dla matrycy (zwykle ISO 100). Podwyższenie czułości jest konieczne przy słabym oświetleniu i fotografowaniu „z ręki” lub dokumentowaniu obiektów ruchomych, co również wymusza skrócenie czasu naświetlania. Natywna czułość matrycy pozwala uzyskać największą dynamikę tonalną i ograniczyć do minimum zakłócenia (tzw. szumy), będące w dużej części następstwem wzmacniania sygnału, bo podwyższenie ISO jest niczym innym niż wzmocnieniem sygnału otrzymanego z matrycy (z fotoelementów).

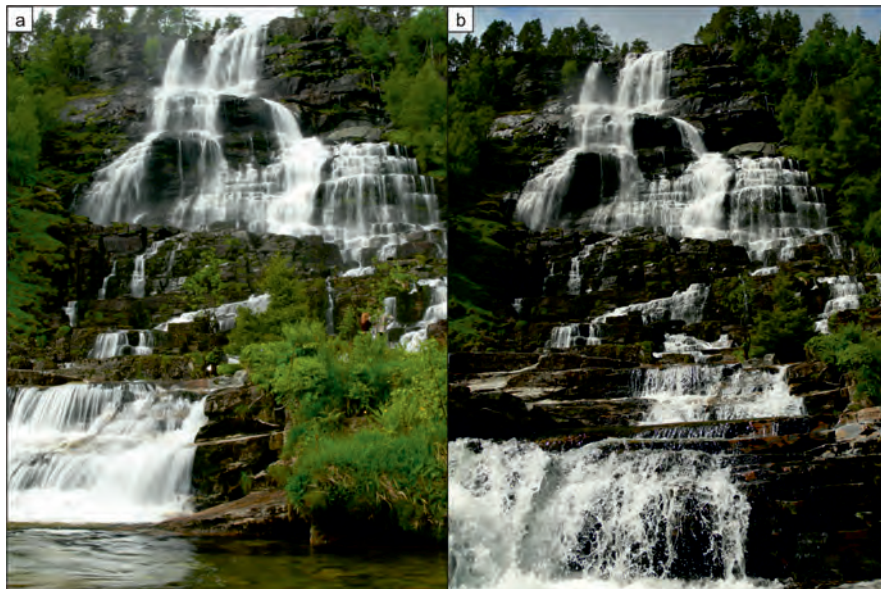
Przystona reguluje ilość światła docierającego na powierzchnię matrycy. Formalnie powinna być podawana w postaci ułamka, np. $f/2$, $f/2,8$, $f/4$, $f/5,6$, $f/8$, $f/11$, $f/16$, ale często podaje się sam mianownik, np. $f/2$, $f/2,8$, $f/4$, $f/5,6$, $f/8$... Każdy kolejny stopień przystony oznacza dwukrotne zmniejszenie ilości światła przechodzącego przez obiektyw. Zmniejszanie otworu przystony prowadzi do zwiększenia głębi ostrości. W fotografii dokumentacyjnej na ogół priorytetem jest idealna ostrość obrazu, o ile nie ma potrzeby ukrycia zbędnego (rozpraszającego) tła poza głębią ostrości. Skłania to do wyraźnego przymknięcia przystony, co skutkuje zwiększeniem głębi ostrości. Należy jednak unikać bardzo małych otworów przystony, bo wtedy znacząco zwiększa się dyfrakcja, czyli ugięcie światła na krawędzi przeszkody (w tym wypadku blaszek przystony), prowadząca do utraty ostrości – rozmycia obrazu. Zwykle granicę dyfrakcyjną stanowi $f/8$ lub $f/11$, ale np. w makrofotografii stosowane są znacznie mniejsze otwory przystony. W zdjęciach makro wielkość przystony jest efektem kompromisu pomiędzy oczekiwaną (w dokumentacji naukowej; sztuka rządzi się zupełnie innymi prawami) możliwie dużą głębią ostrości, a rozmyciem i utratą szczegółów, będącymi następstwem dyfrakcji. W przypadku zwykłych zdjęć dokumentujących np. profil geologiczny w otoczeniu drzew, budynków *etc.* dobrze jest zastosować dość duży otwór przystony, by wszystko z wyjątkiem obiektu zdjęcia umieścić poza głębią ostrości.

Czas naświetlania – dla zdjęć „z ręki” obowiązuje zasada $1/f$, czyli dla ogniskowej obiektywu $f = 30$ mm maksymalny czas naświetlania zaleca się $1/30$ s, a dla $f = 200$ mm – $1/200$ s. Dłuższy czas naświetlania może łatwo doprowadzić do tzw. „poruszenia” zdjęcia, czyli nieostrości spowodowanej drganiem (poruszeniem) trzymanego w rękach aparatu. Oznacza to, że korzystanie z obiektywów o długich ogniskowych może sprawiać kłopoty przy słabym świetle i wymuszać podwyższenie czułości, wtedy optymalnym rozwiązaniem jest skorzystanie ze statywu. W przypadku aparatu z matrycą mniejszą niż FF stosujemy zmodyfikowany wzór na czas: $1/f \cdot m$, gdzie m jest ilorazem wymiaru liniowego matrycy „pełnoklatkowej” (FF) i matrycy w użytym aparacie. Aparaty kompaktowe i wbudowane w telefony umożliwiają wykonywanie nieporuszonych zdjęć przy czasach naświetlania do $1/30$ s. W przypadku znacznego wysiłku fizycznego i/lub niestabilnej pozycji fotografującego maksymalny czas należałoby dodatkowo skrócić o co najmniej jedną jednostkę, np. $1/60$ s zamiast $1/30$ s. Fotografując z ręki lepszy wynik można uzyskać stając w lekkim rozkroku, z ramionami przylegającymi do ciała i wciskając spust w momencie bezpośrednio po zakończeniu wydechu, a przed kolejnym wdechem. Jeśli jest taka możliwość, to oparcie się o jakiś stabilny przedmiot, np. drzewo, słup *etc.* umożliwi wykonanie ostrego zdjęcia nawet przy relatywnie długim czasie, np. $1/8$ s zamiast $1/30$ s. Stabilizacja (optomechaniczny system redukcji drgań) w obiektywie lub korpusie aparatu (mechaniczny) pozwala wydłużyć czas nawet o 3–4 jednostki naświetlania, np. wykonać nieporuszone zdjęcie przy czasie $1/15$ s obiektywem o ogniskowej 100 mm. Stosowana w niektórych aparatach tzw. „cyfrowa stabilizacja” to tylko chwyt marketingowy, polegający na podwyższeniu czułości matrycy (ISO), co pozwala automatycznie skrócić czas naświetlania.

Długie czasy naświetlania stosuje się w przypadku konieczności uchwycenia ruchu, np. płynącej wody (ryc. 3), przemieszczających się ciał niebieskich, opadów (ryc. 4), falowania *etc.*, ale konieczne jest wówczas zastosowanie statywu lub oparcie aparatu na stabilnym podłożu. Uchwycenie kropli deszczu w postaci smuż wymaga czasu co najmniej $1/60$ s. Płatki śniegu opadają wolniej

i po to, żeby nie „zamrozić” ich w przestrzeni należy naświetlać w czasie $1/15$ s lub nawet dłuższym. Wodospady wyglądają dość naturalnie dla czasów naświetlania $1/15$, $1/30$ s. W czasach krótszych „zamrażane” są rozbryzgi

wody, zaś w dłuższych tworzą się białe smugi spadającej wody. Naświetlanie powyżej 1 sekundy prowadzi już do rejestracji białej, mlecznej, trochę przypominającej wate, powierzchni, co w fotografii dokumentacyjnej raczej nie jest pożądane.



Ryc. 3. Wpływ czasu naświetlania na obraz płynącej wody: Wodospad Tvindefossen, Norwegia: a) czas naświetlania $1/10$ s, b) czas naświetlania $1/800$ s (fot. P. Czubla 2009)

Fig. 3. Impact of exposure time on the image of flowing water: Tvindefossen Waterfall, Norway: a) exposure time $1/10$ s, b) exposure time $1/800$ s (photo by P. Czubla 2009)

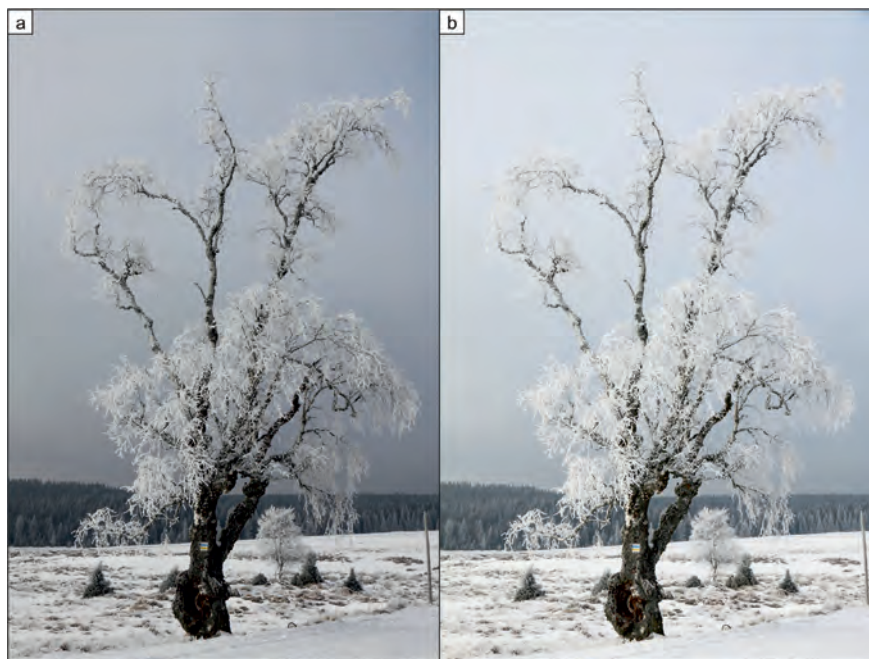


Ryc. 4. Zastosowanie długiego czasu naświetlania do prezentacji opadu atmosferycznego. Ulewny letni deszcz, czas naświetlania $1/15$ s (fot. P. Czubla 2014)

Fig. 4. The use of long exposure time for the presentation of falling rain drops. Heavy summer rain, exposure time $1/15$ s (photo by P. Czubla 2014)

Pomiar światła może opierać się na automatyce aparatu, ale ta dąży do idealnego uśrednionego naświetlenia, które nie uwzględnia faktu, że nadmorska plaża lub zaśnieżony krajobraz muszą być bardzo jasne, a wewnątrz liściastego lasu, odstąpienie bazaltów lub ciemne osady organiczne powinny być ciemniejsze od teoretycznej średniej wartości. Na naświetlonym automatycznie zdjęciu jasny piasek lub śnieg okażą się dużo ciemniejsze niż w rzeczywistości (ryc. 5a), a ciemne skały, liście drzew będą znacznie jaśniejsze od tego, co widzimy gołym okiem. W tej sytuacji konieczna jest korekta (kompensacja) ekspozycji, polegająca na mocniejszym naświetlaniu jasnych obiektów (ryc. 5b), niż to wskazuje światłomierz aparatu

i słabszym naświetlaniu obiektów ogólnie ciemnych. W przypadku śniegu korekcja ekspozycji powinna wynieść $+1$ do $+2$ jednostki, tzn. jeśli aparat wskaże czas naświetlania $1/100$ s, to należy naświetlać 2 do 4 razy dłużej ($1/50$ – $1/25$ s). Bardzo ważne jest, by nie dopuścić do skrajnego prześwietlenia (wypalenia) zdjęcia. Mocno prześwietlonego zdjęcia nie da się już uratować w obróbce komputerowej. Dlatego warto korzystać z alarmu prześwietleń, który na wyświetlaczu pokazuje miejsca naświetlone za mocno. Pozostaje wtedy powtórzenie ujęcia przy nieco słabszym naświetleniu – do wyboru: krótszy czas naświetlania, mniejszy otwór przysłony, obniżenie czułości ISO.



Ryc. 5. Zastosowanie korekcji naświetlenia. Stara brzoza na Polanie Izerskiej, Sudety – scena bardzo jasna: a) zdjęcie naświetlone automatycznie (ISO 100, f/11, 1/160 s), b) zdjęcie celowo prześwietlone o 1 EV (ISO 100, f/11, 1/80 s) (fot. P. Czubla 2020)

Fig. 5. Application of exposure correction. Old birch at the Izera Glade, Sudetes – very bright scene: a) photo exposed automatically (ISO 100, f/11, 1/160 s), b) photo intentionally overexposed (corrected) by 1 EV (ISO 100, f/11, 1/80 s) (photo by P. Czubla 2020)

Bardzo ważny jest sposób pomiaru światła (służący do ustalenia parametrów ekspozycji). W fotografii dokumentacyjnej dość dobrze sprawdza się pomiar punktowy, ponieważ można wtedy wybrać miejsce, które ze względów merytorycznych musi być naświetlone idealnie, co nie zwalnia jednak z ewentualnej korekcji, jeśli jest to obiekt bardzo jasny lub bardzo ciemny. Przy tym rodzaju pomiaru na zdjęciu mogą pojawić się partie prześwietlone lub niedoświetlone, ale obejmują one obszary mniej istotne lub nieistotne merytorycznie. Łatwiejsze jest korzystanie z pomiaru matrycowego lub średniego (centralnie) ważonego. Oparte są one na znacznej części kadru i dlatego pozwalają na ogół na poprawne naświetlenie całego lub prawie całego kadru. Może się jednak zdarzyć, że odbicie światła od jasnej gładkiej powierzchni, np. powierzchni łupliwości skałenia lub łuszczka na przełomie skały zakłóci wynik i spowoduje, że kadr będzie niedoświetlony. Do analogicznych skutków może doprowadzić umieszczenie w kadrze tarczy słonecznej lub przedmiotu mocno odbijającego światło. W przypadku dużych różnic jasności elementów w kadrze można zastosować technikę bracketingu, a następnie utworzyć z nich jeden obraz przy wykorzystaniu techniki HDR (*High Dynamic Range* – wysoka rozpiętość tonalna).

Balans bieli jest już dość dobrze dopracowany przez producentów i można zdać się na automatykę aparatu, ale przy fotografowaniu osadów dobrze posłużyć się np. skalą w białe czerwonych kolorach lub wzornikiem barw Munsella, do którego będzie można później dostosować obrabiane zdjęcie. Jest również możliwość użycia w miejscu, gdzie fotografujemy, białej karty i przy jej pomocy określenia przez aparat właściwych parametrów balansu bieli w danym miejscu i czasie.

Ocena jakości fotografii w oparciu o obraz widoczny na ekranie smartfona/aparatu może być bardzo myląca ze względu na słabą czytelność wyświetlacza przy silnym świetle słonecznym, a na dodatek zmienną w zależności od kąta patrzenia. Należy też mieć świadomość, że duża

część aparatów automatycznie zwiększa kontrast i nasycenie zdjęć do prezentacji na wyświetlaczu.

Fotografie dokumentacyjne w terenie wykonuje się na ogół przy świetle zastanym. Na ich jakość bardzo duży wpływ wywiera pogoda. W dni pochmurne ujęcia są zwykle mało kontrastowe (nierówności powierzchni będą się zacierały), a w dni słoneczne bardzo ostre, o zmiennej przestrzennie jasności. Czasami warto wybrać się drugi raz w teren, żeby wykonać lepszej jakości dokumentację do przygotowywanego opracowania. Bardzo rzadko w badaniach terenowych wykorzystywane są lampy błyskowe. Inaczej wygląda sytuacja w warunkach laboratoryjnych, gdzie światło naturalne na ogół nie wystarcza i konieczne jest oświetlanie lampami światła stałego, bądź zastosowanie statywu i długich czasów naświetlania.

Ustawienie ostrości w większości aparatów możliwe jest zarówno w sposób automatyczny, jak i manualny. Zazwyczaj automatyczne ogniskowanie (tzw. autofokus – AF) daje dobre rezultaty, ale w przypadku, kiedy w kadrze ujęte zostały obiekty położone w różnych odległościach od aparatu, należy wybrać punkt ogniskowania na najważniejszym dokumentowanym obiekcie. W przeciwnym wypadku autofokus ustawi ostrość na najbliższym przedmiocie mieszczącym się w kadrze. Teoretycznie idealnie ostre na zdjęciu będą tylko te przedmioty, które znajdowały się w płaszczyźnie ostrzenia, prostopadłej do osi optycznej aparatu. W rzeczywistości jednak ostrość stopniowo maleje wraz z oddalaniem się od tej płaszczyzny (w obie strony) i strefę, dla której rozmycie jest jeszcze akceptowalne określa się jako głębię ostrości. Jako miernik ostrości może służyć wielkość tzw. plamki rozmycia (krążka rozproszenia), która rośnie wraz z odległością od płaszczyzny ostrzenia. Warto pamiętać, że głębia ostrości ma dwukrotnie mniejszy zasięg od płaszczyzny ostrzenia w kierunku aparatu niż w kierunku nieskończoności. Zakres głębi ostrości zależy od ogniskowej i przysłony obiektywu (zarówno większy otwór przysłony, jak i dłuższa

ogniskowa obiektywu zmniejszając głębię ostrości) oraz od odległości – zakres głębi ostrości zwiększa się wraz z odległością pomiędzy aparatem i płaszczyzną ostrzenia. Optymalną jakość obrazu otrzymuje się zwykle dla przysłony $f/5,6$ do $f/8$, ale kosztem niewielkiej głębi ostrości.

Dążąc do uzyskania akceptowalnej ostrości całego kadru można skorzystać z odpowiedniej funkcji aparatu (np. *all in depth* w Canonie), bądź ustawić manualnie odległość hiperfokalną, tzn. taką, która przy określonej przysłonie pozwala na ostre odwzorowanie obszaru od połowy odległości aparatu – płaszczyzna ostrzenia aż do nieskończoności. Odległość hiperfokalna nie zależy od marki aparatu czy obiektywu, ale od ogniskowej obiektywu i zastosowanej przysłony oraz od wielkości matrycy. Na starszych obiektywach można ją było odczytać bezpośrednio ze skal odległości i przysłony, zaś w przypadku używania nowoczesnego sprzętu fotograficznego można skorzystać z odpowiedniej tabeli dostępnej w literaturze i w sieci, czy w postaci aplikacji na telefon.

3.3. Zapis zdjęć

W fotografii dokumentacyjnej i naukowej priorytetem jest jakość zdjęć. W tym celu w ustawieniach aparatu należy wybrać maksymalną wielkość fotografii i zapisywać obraz w plikach RAW, które później dają się w bardzo dużym zakresie obrabiać, albo w JPG, ale w najwyższej dostępnej jakości. Zapis w plikach JPG pozwala natychmiast uzyskać gotowe zdjęcie, ale możliwości obróbki są dość ograniczone, a sama kompresja danych przy zapisie już powoduje utratę jakości. Na dodatek oprogramowanie większości aparatów standardowo nieco wzmocnia czerwoną część widma, ponieważ pozwala to lepiej przedstawić kolor ludzkiej skóry. W przypadku fotografii dokumentacyjnej taka korekta kolorów jest niedopuszczalna, ponieważ priorytetem nie jest „upiększenie”, ale wierne odwzwierciadlenie rzeczywistości.

3.4. Tryby pracy aparatu

W naukach o Ziemi największe zastosowanie ma tryb pre-selekcji (priorytetu) przysłony (oznaczony w aparacie jako Av lub A), dzięki czemu użytkownik sam określa zakres głębi ostrości, a aparat dobiera tylko czas naświetlania. Jest to tryb pozwalający uzyskać lepsze rezultaty niż ekspozycja w pełni automatyczna (Auto), którą warto stosować chyba tylko w przypadku słabej znajomości aparatu i konieczności natychmiastowego wykonania poprawnego zdjęcia dokumentacyjnego. Największe możliwości twórcze oferuje w pełni ręczne ustawianie parametrów (tryb M), ale wymaga ono sporego doświadczenia fotograficznego. Priorytet czasu (Tv lub S) bywa wykorzystywany przy rejestracji zjawisk hydrologicznych, meteorologicznych i rzadziej geomorfologicznych. Tryby (programy) tematyczne dostosowują ustawienia ekspozycji do najbardziej typowych sytuacji, ale ani w badaniach terenowych, ani w pracach laboratoryjnych nie znajdują one większego zastosowania.

4. Aspekty kompozycyjne

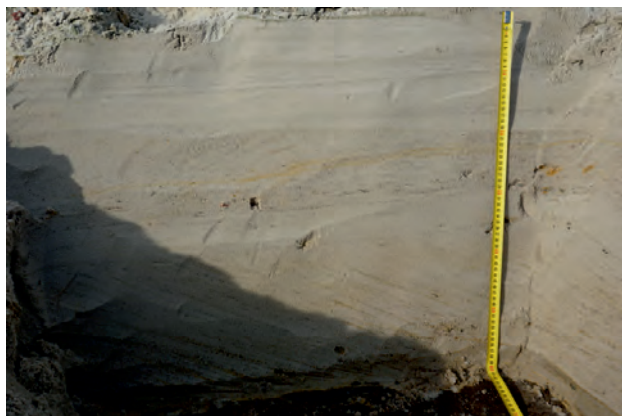
Zasady kompozycji w fotografii naukowej – lub szerzej dokumentacyjnej – wydają się być drugorzędne, ale jeżeli potraktować kompozycję w szerokim kontekście, to będzie ona tak samo istotna, jak w pozostałych dziedzinach fotografii. Wydzielenie kompozycji właściwej i formalnej pozwala w sposób klarowny oddzielić kwestię treści zdjęcia od sposobów ułożenia elementów obrazu tak, aby treść fotografii była czytelna dla odbiorcy (Wójcik 1990, Rose 2010).

4.1. Kompozycja właściwa

Kompozycja właściwa określa przede wszystkim treść zdjęcia i obejmuje szereg aspektów, które odgrywają istotną rolę w praktyce dokumentacyjnej, a w tym naukowej, takich jak: analiza i synteza obrazu, fabuła, czas, ruch, układy konwencjonalne i niekonwencjonalne (wg Wójcika 1990). Z punktu widzenia postępowania badawczego mniejsze znaczenie będą miały opracowanie tonalne, zestawienia czy temat i motyw.

Po podjęciu decyzji o tym, że ma zostać sfotografowany dany obiekt, zjawisko czy proces, fotografujący przystępuje do zarejestrowania obrazu. Zanim jednak to nastąpi konieczne jest dokonanie analizy elementów znajdujących się w kadrze, które powinno doprowadzić do uzyskania pewności, czy fotografia faktycznie będzie przedstawiała to, co autor zdjęcia zamierzał uchwycić, czy najistotniejszy obiekt będzie dominował na zdjęciu oraz czy nie zostanie na zdjęciu ujęty przypadkowy element, który odwróci uwagę od tego, co istotne, zmieniając kontekst zdjęcia. Należy mieć na uwadze, że dla każdego człowieka naturalne jest odbieranie otaczającej rzeczywistości wszystkimi zmysłami, co przekłada się na oczekiwanie, że fotografia odda całokształt wrażeń towarzyszących fotografowaniu. Z tego powodu tak ważne jest spojrzenie analityczne, możliwie pozbawione ładunku emocjonalnego prowadzące do zsyntetyzowania obrazu i w efekcie uzyskania oczekiwanego kadru. Przykładem może być np. sfotografowanie śmieci na plaży na pierwszym planie, kiedy treścią zdjęcia miały być pagórki *nebkha* lub fotografowanie ściany odosłoneńcia w warunkach niejednolitego zacienienia, co skutkuje dużymi kontrastami na zdjęciu, a jego treść pozostanie niewidoczna (ryc. 6). Zmysł wzroku poradzi sobie bez trudu z obserwacją w takich warunkach, podczas gdy aparat fotograficzny pozostanie bezradny.

Dokumentowanie pojedynczych elementów (np. minerałów, ziaren pyłku czy makroszczątków) lub ścian odosłoneńcia polega na wykonaniu prostej w kompozycji fotografii, gdzie cały kadr wypełni element będący treścią zdjęcia. Inaczej jest z fotografowaniem zjawisk lub procesów, których następowanie może wiązać się z pewną dynamiką, a fotografia będzie – z natury rzeczy – ukazywała tylko jeden utrwalony moment z trwającego zdarzenia. W takim przypadku istotna będzie fabuła zdjęcia. Musi ona być czytelna i jednoznaczna tak, aby dla odbiorcy zdjęcia było jasne, co się dzieje na oglądanej fotografii (ryc. 7). Jasny przekaz jest szczególnie istotny w przypadku zdjęć o złożonej fabule ze względu na dobrze rozpoznany proces czytania zdjęcia, który odbywa się „skokowo”, a nie linearnie



Ryc. 6. Częściowe zacienienie niewielkiego odsłonięcia (fot. J. Petera-Zganiacz 2019)

Fig. 6. Partial shading of a small exposure (photo by J. Petera-Zganiacz 2019)

jak w przypadku odbioru wypowiedzi czy tekstu. Odbiorca zdjęcia w pierwszej kolejności zwraca uwagę na element najbardziej wybijający się ze zdjęcia, następnie rozgląda się po elementach w tle (z punktu widzenia odbiorcy także następuje analiza obrazu), po czym powraca do głównego elementu, by ostatecznie dokonać interpretacji (synteza dokonana przez adresata zdjęcia) (Mamcarz-Plisiecki 2017).

Odbiór zdjęcia wymaga więc pewnego czasu, którego potrzebuje oglądający do odczytania zamierzenia fotografującego. Wyrobiony widz będzie skłonny poświęcić więcej czasu na rozszyfrowywanie tematu zdjęcia, będzie także potrafił świadomie poszukiwać wskazówek autora. Odmienne zareaguje większość niewprawionych odbiorców fotografii, którzy nie odnajdując szybko obiektów objaśniających treść zdjęcia, nie są skłonni do wyłożenia uwagi w poszukiwaniu odpowiedzi na pytanie o czym zdjęcie mówi.

W przypadku fotografii naukowej można liczyć na dość dużą dozę uwagi ze strony odbiorcy, tym bardziej, że w nauce fotografia odgrywa rolę nośnika istotnych informacji, nie zaś ozdobnika urozmaicającego przekaz. Z tej przyczyny fotografie zawarte w pracach naukowych, których czytelnikami są naukowcy, podlegają dokładnej

percepcji. Niemniej jednak najważniejsza jest skuteczność przekazu, a ta będzie tym większa, im lepiej zostanie przedstawiona treść zdjęcia. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku podręczników, a więc publikacji służących edukacji, szczególnie w zakresie geografii fizycznej dobór fotografii jest szczególnie istotny. Ich treść musi być natychmiast czytelna, łatwa w odbiorze – tak, aby uczeń czy student nie musiał doszukiwać się informacji lub wręcz zgadywać, a ponadto należy założyć, że nie będzie on skłonny do poświęcenia zbyt długiego czasu na analizę ilustracji.

W fotografii dokumentacyjnej walorem jest najczęściej obraz utrwalony przy możliwie krótkim czasie naświetlenia niejako zamrażający ruch, ukazujący cechy zjawiska czy procesu zachodzącego bardzo szybko, tak, że nie jest możliwe dostrzeżenie szczegółów w trakcie bezpośredniej obserwacji. Klasycznym przypadkiem może być fotografowanie ptaków w locie (np. Sąsiadek 2016) lub przykłady z początków historii fotografii, kiedy dzięki temu wynalazkowi badano motorykę ruchu ludzi i zwierząt poprzez wykonywanie serii fotografii zapisujących kolejne fazy ruchu. W latach 70. XIX wieku Eadweard Muybridge udowodnił w ten sposób na przykład, że koń w galopie przez chwilę unosi w powietrzu wszystkie cztery kopyta (Wilder 2009, Kemp 2014). W naukach o Ziemi walorem jest możliwość dokumentacji zjawisk katastrofalnych o bardzo szybkim przebiegu. Możliwość wykonania takiej dokumentacji jest jednak unikatowa, bowiem niezmiernie rzadko się zdarza, że fotografujący znajduje się we właściwym miejscu i czasie, aby uchwycić przebieg procesu, jak miało to miejsce w przypadku zejścia lawiny w Tatrach (ryc. 8). Najczęściej jest możliwe dokumentowanie jedynie efektów mniej lub bardziej gwałtownych zdarzeń, a przykłady takich fotografii można znaleźć w niemal nieograniczonej liczbie.

W dokumentacji naukowej małe zastosowanie mają zdjęcia wykonane przy długim czasie naświetlenia. Fotografowanie w taki sposób wody, obiektów na wietrze czy opadów atmosferycznych odznacza się raczej walorami estetycznymi niż ma charakter poznawczy. Jeżeli jednak wziąć pod uwagę fotografię krajoznawczą, której celem jest ukazanie urody jakiegoś regionu czy obiektu geograficznego, to taki sposób fotografowania stanie się wartościową dodaną i pozwoli na uzyskanie niebanalnego obrazu.

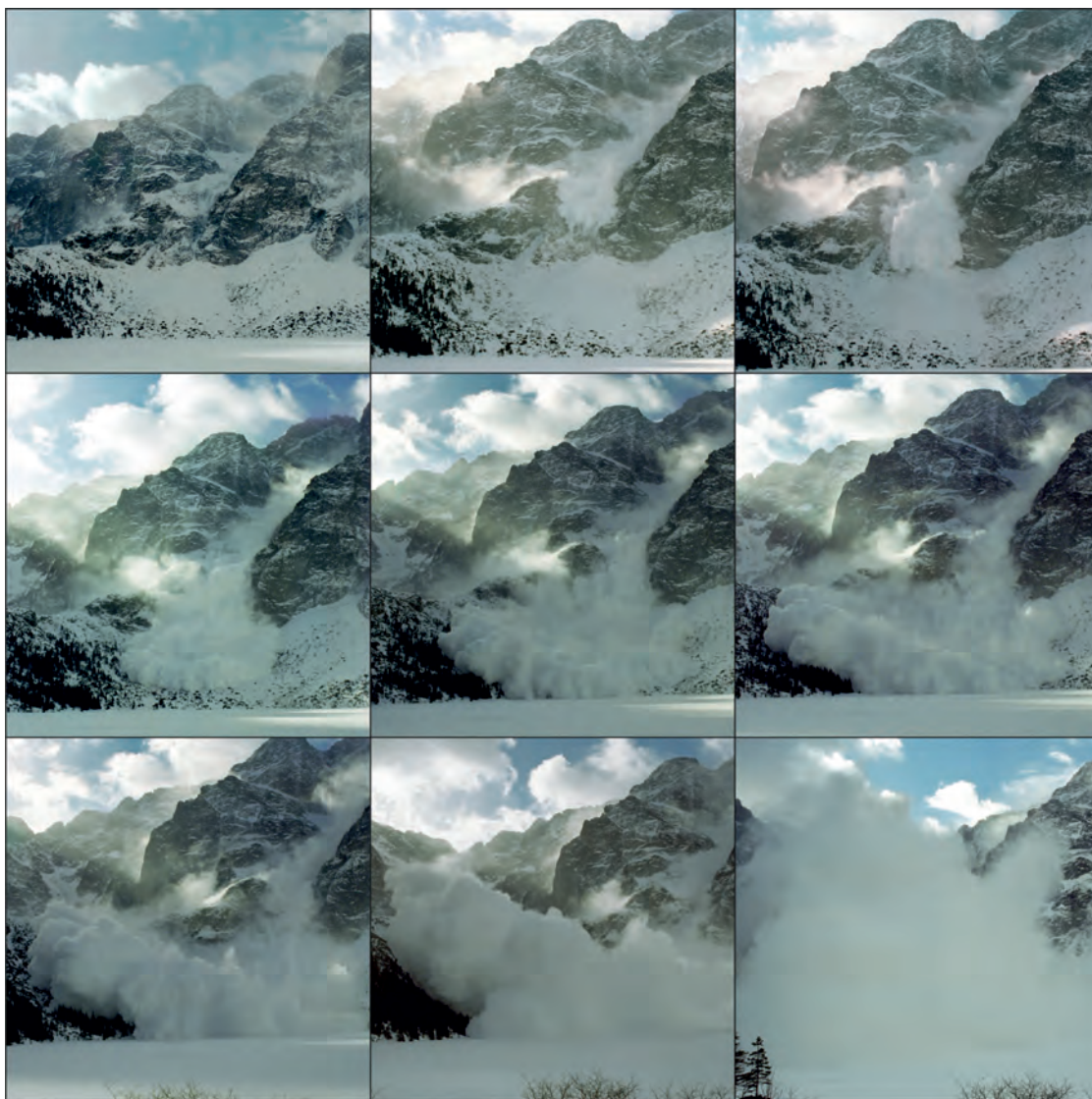


Ryc. 7. Przykład fotografii o niejasnej treści (a) oraz fotografii o treści zrozumiałej (b) (a – fot. J. Petera-Zganiacz 2014; b – fot. M. Zganiacz 2009)

Fig. 7. Example of unclear photo content (a) and clear photo content (b) (a – photo by J. Petera-Zganiacz 2014; b – photo by M. Zganiacz 2009)

W rozumieniu autorów niniejszej pracy – w kontekście kompozycji właściwej zdjęcia – w pojęciu układy konwencjonalne mieści się tematyka zdjęć o charakterze neutralnym, nie budzącym emocji, a z kolei zdjęcia wykonane w układach niekonwencjonalnych to takie, które swoją treścią wyraźnie oddziałują na odbiorcę. W większości przypadków, fotografia naukowa powinna bazować

na układach konwencjonalnych, ponieważ ma służyć dokumentowaniu czy też przekazywaniu możliwie obiektywnych informacji. Przytoczone wyżej zdjęcia lawiny w Tatrach (ryc. 8) nie wzbudzają szczególnych emocji, ale jeżeli fotografie pokazywałyby skutki zejścia lawiny dotykające bezpośrednio zagrożenia ludzkiego życia i bezpieczeństwa, to przestałyby być neutralne.



Ryc. 8. Przykład fotoreportażu z przebiegu zjawiska. Lawina w Tatrach (fot. J. Petera-Zganiacz 1997)

Fig. 8. Example of photo reportage of a process. Avalanche in the Tatra Mountains (photo by J. Petera-Zganiacz 1997)

4.2. Kompozycja formalna

Kompozycja formalna służy kompozycji właściwej poprzez podanie reguł, które pozwolą na ułożenie elementów obrazu w taki sposób, aby fotografujący osiągnął zamierzony efekt w postaci odpowiedniego odbioru zdjęcia przez widza i polega na powiązaniu wszystkich elementów obrazu w jedną, zamkniętą i logiczną całość, pozwalającą na odczytanie treści zdjęcia. Kompozycja formalna wykorzystuje istotne punkty, linie i płaszczyzny składające się na obraz tak, aby uwaga odbiorcy kierowała się zgodnie z zamierzeniem autora fotografii (Wójcik 1990).

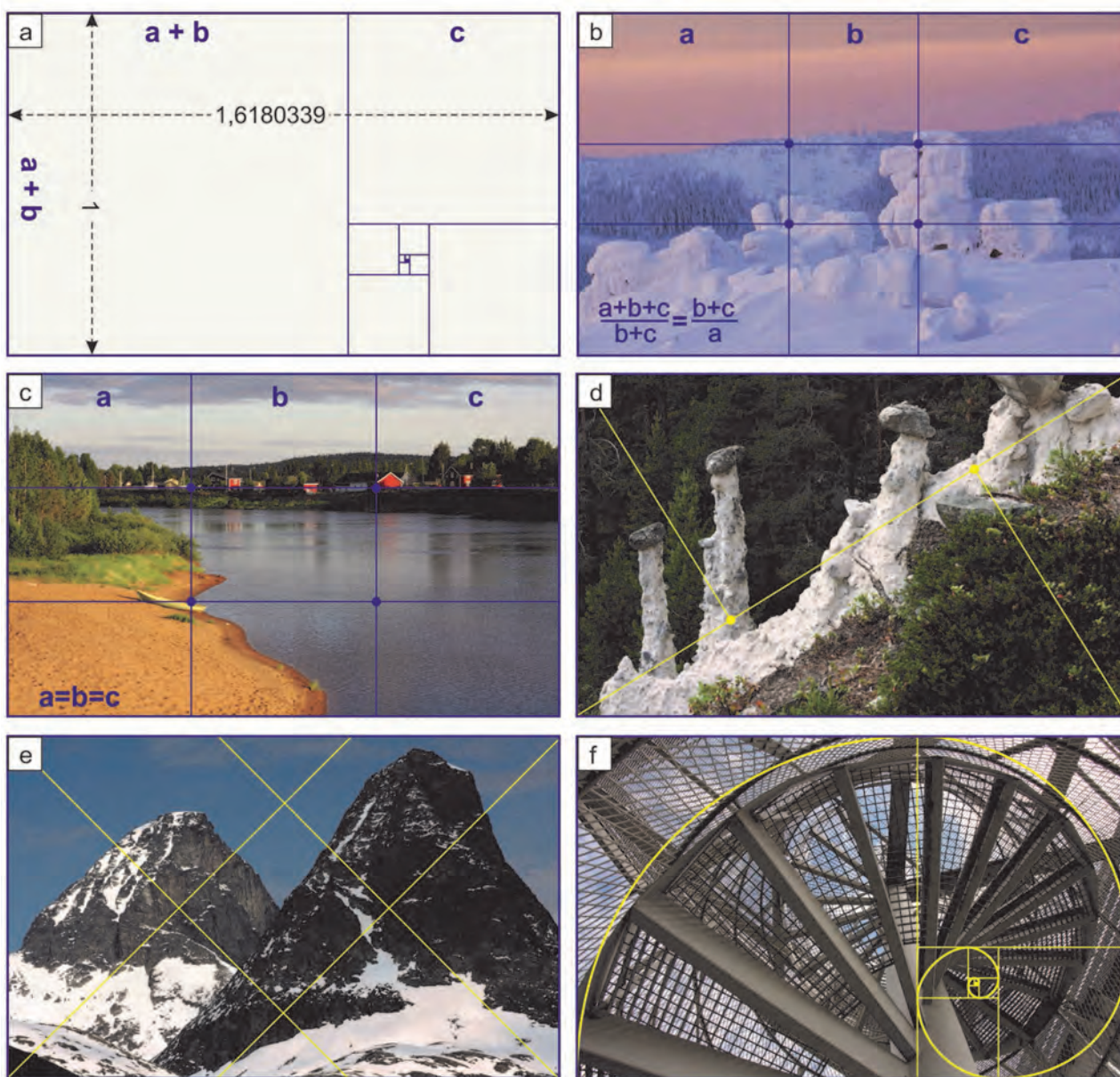
Kompozycja formalna znajduje zastosowanie w naukach o Ziemi i środowisku, korzystając najczęściej z najbardziej elementarnych zasad. Wymakowane kadry, skomponowane zgodnie z przyjętymi kanonami, mają szansę powstawać w przypadku fotografii krajobrazowej, ukazującej formy geomorfologiczne, ale też w przypadkach wąskich ujęć, ukazujących na przykład osady atmosferyczne czy struktury sedymentacyjne. Fotografia dokumentacyjna może przecież być jednocześnie dobrą fotografią w sensie uniwersalnym. W związku z powyższym omówione zostaną podstawowe zasady kompozycji formalnej znajdujące zastosowanie w fotografowaniu obiektów,

zjawisk i procesów geograficznych takie, jak: pole obrazu i jego podział, zasada kierunku oraz punkty widzenia.

Fotografia przejęła szereg zasad rządzących kompozycją w sztukach plastycznych i architekturze, dobrze znanych i wypracowanych przez wieki. Już w starożytności przyjęto za podstawę kompozycji zasadę złotego podziału, jako optymalną czy wręcz doskonałą, co wynikało z doszukiwania się jej źródła w anatomii człowieka (m.in. Serdyński 2016). Złoty podział odcinka (który można rozumieć jako bok kadru) wyrażony jest w następujący sposób: stosunek całego odcinka do jego dłuższej części jest taki sam, jak stosunek dłuższej części odcinka do krótszej, a liczba wyrażająca stosunek złotego podziału wynosi 1,6180339 i jest to tzw. złota liczba, oznaczona gracką literą ϕ . Za-

kłada się, że jeżeli długość krótszego boku wynosi 1 to długość boku dłuższego wynosi 1,6180339. Stosując zasadę złotego podziału można dzielić kadr bez ograniczeń (ryc. 9a), ale dla fotografii najważniejszy będzie pierwszy etap podziału, który pozwala na uzyskanie głównych linii kompozycji (ryc. 9b).

Uproszczeniem złotego podziału kadru jest trójpodział polegający na parcelacji kadru na dziewięć części o identycznych wymiarach, poprzez wydzielenie na każdym boku kadru trzech odcinków o równej długości (ryc. 9c). Trójpodział uwalnia kadrowanie z wymuszonych proporcji, dając możliwość zastosowania tej prostej zasady kompozycji w kadrach o różnych kształtach, np. kwadratowych lub panoramicznych.



Ryc. 9. Podział kadru: (a, b) zasada złotego podziału, (c) trójpodział kadru, (d, e) kompozycja skośna/diagonalna, (f) kompozycja spiralna (b – szadź na skałkach w Karkonoszach, fot. J. Petera-Zganiacz 2019; c – dolina rzeki Oulu, fot. J. Petera-Zganiacz 2011; d – piramidy ziemne, fot. J. Petera-Zganiacz 2009; e – Góry Skandynawskie, fot. J. Petera-Zganiacz 2009; f – wieża widokowa, fot. J. Petera-Zganiacz 2017)

Fig. 9. Frame division: (a, b) golden ratio, (c) rule of thirds, (d, e) diagonal composition, (f) spiral composition (b – rime on the rocks in the Karkonosze Mountains, photo by J. Petera-Zganiacz 2019; c – Oulu River valley, photo by J. Petera-Zganiacz 2011; d – earth pyramids, photo by J. Petera-Zganiacz 2009; e – Scandinavian Mountains, photo by J. Petera-Zganiacz 2009; f – observation tower, photo by J. Petera-Zganiacz 2017)

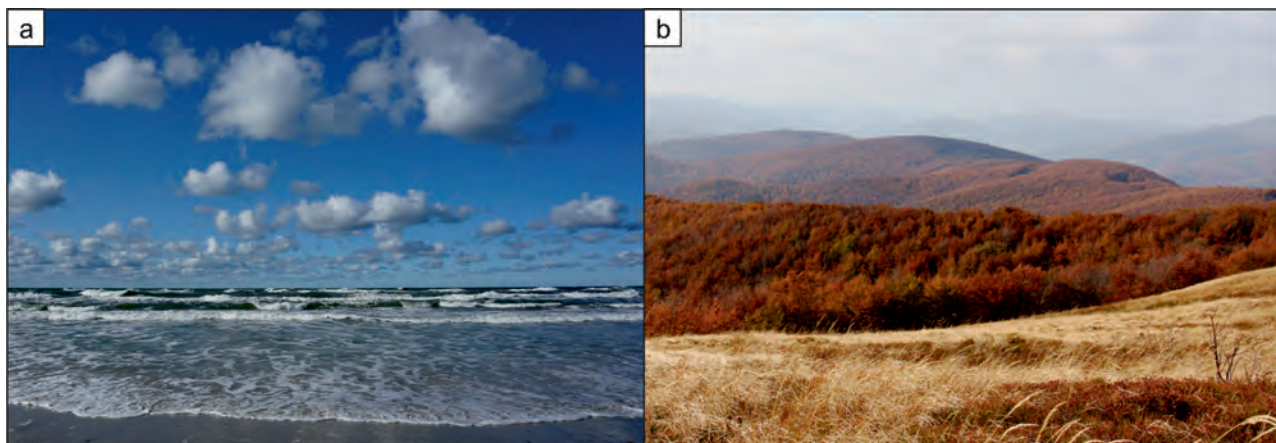
Linie kompozycji pomagają w usytuowaniu istotnych elementów liniowych na zdjęciu. Umieszczenie takiego elementu – np. linii horyzontu – wzdłuż dolnej lub górnej linii kompozycji zdecyduje, która część kadru będzie przyciągała uwagę odbiorcy, dlatego na zdjęciu ukazującym chmury, horyzont umieścić należy w dolnej części kadru tak, aby to one zwracały uwagę. W efekcie zjawisko będące treścią zdjęcia będzie miało w kadrze najwięcej miejsca (ryc. 10a). Na fotografii ukazującej ukształtowanie terenu linia horyzontu powinna przebiegać zgodnie z górną linią podziału, co da miejsce na przedstawienie elementów znajdujących się na powierzchni Ziemi (ryc. 10b).

Złoty podział i trójpodział kadru dają możliwość wykorzystania w kompozycji mocnych punktów obrazu, ulokowanych w miejscach przecięcia głównych linii kompozycji (ryc. 9b, ryc. 9c). Do tych punktów powinny nawiązywać obiekty, na które autor zdjęcia chce zwrócić uwagę odbiorcy, uważając jednocześnie, aby pozostała przestrzeń kadru pozostała otwarta i korespondowała z najważniejszym elementem zdjęcia. W związku z tym nie należy umieszczać istotnych elementów kompozycji kadru we wszystkich czterech mocnych punktach, a co najwyżej w trzech.

Z kompozycji opartej na złotym podziale wywodzi się także kompozycja skośna i spiralna. W przypadku kompozycji skośnej bazą kompozycji jest linia ukośna przebiega-

jąca przez cały kadr oraz półproste do niej prostopadłe biegnące do narożników. Mocne punkty obrazu zlokalizowane będą w miejscu wyprowadzenia półprostych. Tego typu kompozycja narzuca się wręcz przy fotografowaniu w górach lub wyrazistych form terenu o stromych stokach, nadaje też obrazowi bardziej dynamiczny charakter niż w pozostałych przypadkach (ryc. 9d). Uwzględnienie w kadrze elementów nawiązujących do mocnych punktów, a jeszcze lepiej do półprostych uczyni kadr ciekawszym. Jeżeli linia stoku będzie jedynym elementem kompozycji, fotografia może okazać się zbyt monotonna. Za szczególny przypadek kompozycji skośnej można uznać kompozycję diagonalną, która, pomimo wykorzystywania linii ukośnych, daje efekt statycznego obrazu. Sprawdzi się ona na przykład przy fotografowaniu obiektów o zbliżonych rozmiarach i kształtach, wypełniających dość dużą część kadru, jak chociażby mogoty lub izolowane szczyty w krajobrazie wysokogórskim (ryc. 9e).

Kompozycja spiralna skonstruowana jest na bazie punktów wyznaczających etapy podziału prostokąta zgodnie z zasadami złotego podziału (ryc. 9f). Najogólniej rzecz ujmując, ustala ona zasady lokowania w kadrze obiektów, w których kształcie zarysowują się wyraźne krzywizny, ale także może odnosić się do takiego ułożenia obiektów w kadrze, aby uwaga odbiorcy podążała po linii spiralnej, powstającej w wyobraźni.



Ryc. 10. Umieszczenie linii horyzontu w zależności od tematu zdjęcia: Chmury typu *Cumulus humilis* (a), rzeźba rusztowa Bieszczad (b) (a – fot. J. Petera-Zganiacz 2019; b – fot. J. Petera-Zganiacz 2017)

Fig. 10. Location of the horizon line depending on the subject of the photo: *Cumulus humilis* clouds (a), ridge-and-valley relief of the Bieszczady Mountains (a – photo by J. Petera-Zganiacz 2019; b – photo by J. Petera-Zganiacz 2017)

Najczęściej – biorąc pod uwagę szeroką rzeszę fotografujących – stosowana jest jednak kompozycja centralna, w której najistotniejszy obiekt lokowany jest w środku kadru, często tak, że wypełnia znaczną jego część. W wielu przypadkach zabieg ten wiąże się z bezrefleksyjnym wykonywaniem zdjęć, jednak niekiedy centralne kadrowanie może być uzasadnione i ukierunkowane na wywoływanie określonych efektów, czego przykładem jest fotografia reklamowa, w której przekaz ma być wręcz napastliwy (Rose 2010), a uroda zdjęcia jest elementem podrzędnym. Kadry centralne sprawdzają się także w fotografii naukowej i dokumentacyjnej, gdzie priorytetem jest dokładne ukazanie cech fotografowanego obiektu, w tym w fotografii przyrodniczej (np. Sasiadek 2016). Takim prawom podle-

ga także fotografowanie okazów geologicznych, pyłków roślin, makroskopowych szczątków roślinnych, odstonięć ukazujących budowę geologiczną czy struktury sedymentacyjne, obiektów na stanowiskach archeologicznych.

Szczególnym przypadkiem jest kompozycja symetryczna, która sprowadza się do umieszczenia głównej linii kompozycji w pionie lub poziomie w taki sposób, aby dzieliła kadr na dwie równe części. Tego typu kompozycja wykorzystywana jest do podkreślenia monumentalności obiektu, np. pojedynczej formy rzeźby lub budowli. W fotografii krajobrazowej bardzo rzadko znajduje zastosowanie.

Jeżeli jednak fotografujący wybiera inną kompozycję niż centralną, to ważnym aspektem jest podporządkowanie się zasadzie zachowania kierunku. W takim przypadku

istotne będzie, w którą stronę zwrócony jest fotografowany obiekt i czy przed sobą ma w kadrze odpowiednio dużo przestrzeni i wreszcie z której strony pada światło. W przypadku fotografowania istot żywych pozostających w ruchu wskazane jest uchwycenie ich tak, aby wyglądały jakby wchodziły w kadr. Jeżeli fotografia przedstawia elementy przyrody nieożywionej, a fotografowany obiekt wykazuje jakies ukierunkowanie, warto zaplanować kadr w taki sposób, aby obiekt zwracał się do wnętrza kadru i był oświetlony z odpowiedniej strony. Pozostawienie wolnej przestrzeni od strony, z której pada światło nada fotografii harmonię. Za przykład może posłużyć fotografia przedstawiająca szadź twardą na drzewach uwiecznioną w pogodny dzień (ryc. 11).



Ryc. 11. Zasada zachowania kierunku w kompozycji kadru. Szadź na drzewach (fot. J. Petera-Zganiacz 2019)

Fig. 11. The principle of preserving direction in the composition of the frame. Rime on trees (photo by J. Petera-Zganiacz 2019)

Dla porządku należy zaznaczyć, że stosuje się także tzw. kierunek wsteczny, kiedy bohater fotografii usytuowany jest tak, jakby wychodził z kadru. Takie zabiegi stosowane są często w fotografii reportażowej, odznaczającej się nieraz znaczną dynamiką, a autorzy zdjęć dbają o to, aby w pozostałej części kadru znajdowało się wyjaśnienie, co zaszło przed chwilą (m.in. Freeman 2011).

Zaznaczyć należy, że odbiór kierunku na zdjęciach jest ściśle uwarunkowany kulturowo i wiąże się z kierunkiem czytania tekstów. W kulturze zachodniej czytanie odbywa się od lewego górnego rogu, zatem tam właśnie odbiorca z tego kręgu kulturowego będzie kierował wzrok poszukując wskazówek co do treści zdjęcia wypełnionego wieloma elementami. Inaczej będzie w kręgu kultury arabskiej, gdzie czytanie zdjęcia zaczęte zostanie z prawego górnego rogu.

Większość zdjęć jest wykonywana z perspektywy normalnej, a więc z poziomu wzroku stojącego człowieka i w większości przypadków fotografii w naukach o Ziemi taka perspektywa znajduje szerokie zastosowanie. Nie będzie jednak rzadkością stosowanie perspektywy żabiej – na przykład do udokumentowania niewielkich form powierzchni terenu (ryc. 12), ale znacznie większe zastosowanie ma perspektywa ptasia, której podporządkowana jest fotografia lotnicza i obrazowania satelitarne.

Specjalistyczna fotografia naukowa, z punktu widzenia estetyki uzyskiwanych obrazów często o abstrakcyjnym charakterze, wpisuje się w zasady kompozycji deseniowej, w której naturalny, powtarzalny układ elementów na zdję-

ciu stanowi o jego walorach estetycznych. Można w tym przypadku wymienić np. zdjęcia struktur sedimentacyjnych, skał czy osadów atmosferycznych.

Pozostałe aspekty kompozycji formalnej, takie jak: równowaga obrazu, ostrość jako element kompozycji, ramka obrazu, punkty węzłowe i linie wiążące w fotografii naukowej, nie mają większego znaczenia.



Ryc. 12. Zastosowanie perspektywy żabiej. Piramidki ziemne (fot. J. Petera-Zganiacz 2013)

Fig. 12. Application of the worm's eye view. Small earth pyramids (photo by J. Petera-Zganiacz 2013)

5. Zasady fotografii naukowej w geologii i geografii fizycznej

W odniesieniu do geografii fizycznej i geologii fotografię dokumentacyjną można podzielić w oparciu o charakter dokumentowanych zjawisk: fotografowanie procesów rzeźbotwórczych i form powierzchni Ziemi, procesów i budowy geologicznej, zjawisk atmosferycznych czy procesów zachodzących w hydrosferze, a w kompleksowym ujęciu geograficznym krajobraz. Ze względu na cel tworzenia dokumentacji, fotografię naukową można podzielić na lokalizacyjną, archiwizującą i refotografię, można także wyróżnić reportaż ukazujący przebieg zjawiska. Osobną kategorię stanowi makrofotografia i mikrofotografia, lokując się zarówno w fotografii lokalizacyjnej, jak i archiwizującej.

Niezależnie od rodzaju dokumentowanych zjawisk oraz celu tworzenia dokumentacji fotograficznej aktualne pozostają ogólne zasady postępowania. W naukach o Ziemi podstawową kwestię stanowi przestrzenne zlokalizowanie fotografii, które może zostać wykonane w dowolny sposób: poprzez adnotację w notatniku czy notatkę dźwiękową, a w przypadku modeli aparatów, które są wyposażone w moduł GPS, zapis współrzędnych nastąpi w danych zdjęcia, a niekiedy nawet zostanie zarejestrowana informacja o kierunku, w którym zdjęcie było wykonywane.

W dokumentacji naukowej niezbędna jest też informacja o rozmiarach fotografowanych obiektów – skala fotografii. Na etapie roboczym nie ma znaczenia, jak informacja o skali zostanie zarejestrowana. Można w tym celu zmierzyć szerokość kadru i zapisać tę wartość lub wykorzystać jakiś przedmiot o znanych wymiarach, np. miarka, saperka, młotek, moneta, kompas, osoba. To,

na ile restrykcyjnie należy podchodzić do precyzji skali, zależy od charakteru dokumentowanego zjawiska. W nielicznych przypadkach wystarczy jedynie względna orientacja, ale zazwyczaj istotna jest duża dokładność. Skala powinna być umieszczona równolegle do brzegu lub podstawy kadru i zajmować możliwie najmniejszą powierzchnię nieprzekraczającą kilku procent kadru. Lokalizacja skali w centralnej części zdjęcia, bądź jej nieproporcjonalnie duże rozmiary dyskwalifikują fotografię do celów publikacyjnych lub edukacyjnych, ponieważ będzie odwracać uwagę odbiorcy od zasadniczej treści zdjęcia i pozostanie wrażenie, że np. zamiast profilu glebowego, zdjęcie będzie przedstawiało szpadel na tle profilu glebowego.

5.1. Fotografowanie form powierzchni Ziemi i zjawisk atmosferycznych

W naukach o Ziemi bardzo ważny jest dobór pory roku optymalnej do sporządzenia dokumentacji fotograficznej požądanego typu. Dotyczy to w największym stopniu rzeźby terenu, która w klimacie umiarkowanym odświeża się późną jesienią, zimą i wczesną wiosną, a więc poza okresem wegetacyjnym, kiedy form nie zasłaniają liście drzew, krzewów czy roślin zielnych. Wyjątkowo korzystne warunki pojawiają się wczesną wiosną po śnieżnej zimie, kiedy łodygi roślin zielnych czy traw są przygnięcione do ziemi nie maskując zarysów rzeźby. To samo odnosi się do dolin rzecznych, gdzie nie tylko o odświeżeniu stromych brzegów, ale niekiedy i o fizycznym dostępie do nich decyduje zmienny sezonowo poziom wody. Wskazane pory roku mają jeszcze jeden istotny walor z punktu widzenia fotografii naukowej w geomorfologii – mały kąt padania promieni słonecznych, który wpłynie na uwydatnienie form. Jednak w takim przypadku poważne trudnienia mogą stanowić mocno wydłużone i wyraziste cienie niepożądanych na zdjęciu obiektów (np. słupów energetycznych) zakłócające obraz. Rozwiązaniem tego problemu będzie dobranie czasu wykonania zdjęcia i zasięgu kadru, by uniknąć cienia na zdjęciu. Jeżeli okaże się to niemożliwe, to kompromisowym wyjściem będzie wykonanie fotografii przy zachmurzeniu, co nie musi oznaczać konieczności przełożenia fotografowania na pochmurny dzień. Jeżeli niebo nie jest całkowicie bezchmurne wystarczy poczekać aż słońce przystąpi na krótki moment nawet niewielka chmura. W przypadku dokumentacji sporządzanej w obcej fotografowi strefie klimatycznej niezbędne jest gruntowne przestudiowanie danych klimatycznych, hydrologicznych, przyrodniczych, co będzie miało wpływ nie tylko na jakość wykonanych fotografii, ale przede wszystkim na warunki, w tym bezpieczeństwo, prowadzonych prac badawczych.

W fotografii dokumentacyjnej bardzo rzadko zdarza się, żeby miały zastosowanie zdjęcia wykonywane „pod słońce”, ponieważ wtedy drastycznie wzrasta zakres dynamiki tonalnej (bardzo duży kontrast) i na ogół przekracza możliwości rejestracji matrycy. Wtedy albo niebo i jasne przedmioty byłyby białe („wypalone”), albo cienie zupełnie czarne. By tego uniknąć konieczne bywa zastosowanie bracketingu, czyli wykonanie kilku zdjęć różnie naświetlonych. Otrzymane zdjęcia poddaje się później obróbce z zastosowaniem techniki HDR lub DRI (*Dynamic Range Increase* – zwiększenie zakresu tonalnego). Techniki te prowadzą jednak do pewnej sztuczności uzyskanego obrazu, która

może kojarzyć się bardziej z malarstwem niż z fotografią, ale jeżeli priorytetem pozostanie ukazanie na fotografii rzeźby terenu, a zastosowana technika będzie w tym pomocna, to warto wykorzystywać wszelkie możliwości.

Fotografowanie „pod słońce” znajdzie zastosowanie w przypadku dokumentowania niektórych zjawisk atmosferycznych. W takich przypadkach pierwszy plan uchwycony na fotografii może pozostać całkowicie zaciemiony, ponieważ z punktu widzenia treści zdjęcia nie ma żadnego znaczenia (ryc. 13).



Ryc. 13. Przypadek fotografii wykonanej pod słońce. Halo wokół Słońca (fot. J. Twardy 2020)

Fig. 13. A case of photography taken against the sun. Halo around the Sun (photo by J. Twardy 2020)

5.2. Fotografowanie procesów geomorfologicznych, struktur sedymentacyjnych i innych niewielkich obiektów

Generalnie obowiązuje w fotografii zasada, że jeżeli istnieje potrzeba wyeksponowania drobnych form rzeźby czy form sedymentacyjnych, to światło powinno padać pod możliwie najmniejszym kątem do tej powierzchni (ryc. 12, ryc. 14). Wówczas cienie podkreślą formy, ale wymaga to dostosowania pory dnia do orientacji płaszczyzny z formami. W przypadku obiektów znajdujących się na powierzchniach poziomych, optymalne będą warunki oświetleniowe wczesnego ranka lub późnego popołudnia. W przypadku zdjęć ze słońcem z tyłu (za plecami fotografa), zwłaszcza wykonywanych w porach, kiedy słońce jest bardzo nisko, należy uważać na własny cień, bo może przysłonić przedmiot zdjęcia, jak też zakłócić kompozycję. W dni pochmurne kontrast jest bardzo mały i fotografie bywają mało wyraziste. Takie oświetlenie będzie jednak sprzyjało, jeśli badane stanowisko znajduje się w otoczeniu drzew, budynków, słupów ogrodzeniowych *etc.*, co sprawia, że o żadnej porze słonecznego dnia nie da się uniknąć obecności wyraźnych cieni.

W przypadku fotografowania niewielkich obiektów znajdujących się na powierzchni ziemi znajdzie zastosowanie perspektywa żabia. Jako przykład mogą posłużyć zaprezentowane na rycinie 12 piramidki ziemne – sfotografowane z góry lub pod zbyt dużym kątem wyglądałyby jak ziarna żwiru na piasku, a fotografia nie pozwoliłaby wnioskować o ich wysokości.



Ryc. 14. Mały kąt padania światła uwypukla (podkreśla) nierówności powierzchni. Mikroformy rzeźby w żwirowni w Krzczonowie, Dolny Śląsk, sfotografowane przy niskim popołudniowym oświetleniu (fot. P. Czubla 2013)

Fig. 14. Low angle of sunlight highlights (emphasizes) surface irregularities (roughness). Microforms of relief in a gravel pit in Krzczonów, Lower Silesia, photographed in low afternoon light (photo by P. Czubla 2013)

5.3. Fotografowanie odśnieżeń geologicznych

W geologii, geomorfologii czy gleboznawstwie szczególnie istotnym elementem terenowej praktyki badawczej jest fotografia, która nie tylko pełni funkcję dokumentującą, ale także stanowi metodę badań, czego przykładem jest praktyka postępowania przy analizie uziarnienia osadów bardzo gruboziarnistych (Buscombe 2008, Frydrych i in. 2019).

Wybór miejsca do szczegółowych badań w odśnieżeniu (np. w kopalni odkrywkowej) dokonywany jest bardzo często na podstawie cech osadów widocznych na ścianie jeszcze nieoczyszczonej, ale w oparciu o racjonalne przesłanki, że będzie to miejsce reprezentatywne w prowadzonych badaniach. Wielokrotnie zdarza się, że cechy, które były bardzo łatwo czytelne na zastanej ścianie, tracą na wyrazie po oczyszczeniu odśnieżenia. Jako przykład mogą posłużyć powierzchnie erozyjne – przed oczyszczeniem dobrze widoczne w ogólnym kontekście odśnieżenia, o zarysach możliwych do prześledzenia na dużej przestrzeni, po oczyszczeniu powierzchnia erozyjna może nie odróżniać się w osadach od spągu struktury kanału, jeżeli nie ma istotnej różnicy we frakcji osadu w analizowanym profilu. To dlatego wykonanie zdjęć odśnieżenia przed przystąpieniem do oczyszczenia może być bardzo pomocne w trakcie dalszej analizy. Zdarza się także, że struktury sedimentacyjne wypreparowane przez wiatr dają możliwość obserwacji ich układu w trzech wymiarach (ryc. 16a) – po oczyszczeniu ściany staną się dwuwymiarowe.

Zasadnicza część dokumentacji fotograficznej następuje po przygotowaniu odśnieżenia, oczyszczeniu ściany i usunięciu wystających z niej korzeni roślin, ale jeszcze przed pobraniem próbek do badań laboratoryjnych. W zależności od charakteru fotografowanych osadów dokumentację wykonuje się albo bezpośrednio po oczyszczeniu, albo po lekkim przeschnięciu oczyszczonej powierzchni, kiedy pod wpływem słońca i wiatru wyeksponowane zostaną struktury sedimentacyjne, np. w drobnoziarnistych piaskach i mułach.

Ostatni etap dokumentacji fotograficznej następuje w trakcie lub po pobraniu próbek do szczegółowych analiz. Dobrze wykonane zdjęcia będą stanowiły cenne archiwum informujące o miejscu pobrania próbek (ryc. 15). Istotne jest także sfotografowanie całego odśnieżenia tak, aby analizowany profil widoczny był w możliwie szerokim kontekście.



Ryc. 15. Dokumentacja lokalizacji miejsc pobrania próbek do analiz laboratoryjnych (fot. J. Petera-Zganiacz 2013)

Fig. 15. Documentation of sampling locations for laboratory analyses (photo by J. Petera-Zganiacz 2013)

W przypadku dokumentacji odśnieżeń niebagatelną rolę odgrywa oświetlenie. Najkorzystniejsze jest światło rozproszone, które powoduje, że odśnieżenie jest oświetlone jednolicie (ryc. 16b), a ewentualne niedokładności w przygotowaniu ściany nie będą istotne, podczas gdy ostre światło uwypukli je, co wprowadzi chaos do fotografii, a nawet może spowodować błędną interpretację obserwowanych zjawisk lub struktur. Największe problemy wynikające z ostrego światła pojawiają się w trakcie dokumentowania ścian o północnej ekspozycji, co wymusza wykonywanie zdjęć pod słońce oraz zacielenie części odśnieżenia geologicznego. Jeżeli odśnieżenie jest niewielkie, to sytuację uratuje całkowite zastąpienie ściany, pod warunkiem, że istnieje taka możliwość (ryc. 16c, ryc. 16d). Ostre światło niekiedy będzie sprzyjało dokumentacji fotograficznej – za przykład może posłużyć przywoływany już przypadek wypreparowanych ze ściany przez wiatr struktur deformacyjnych. Przy takim oświetleniu uwypuklony został kształt struktur i zaistniała możliwość ukazania ich cech w trzech wymiarach (ryc. 16a).

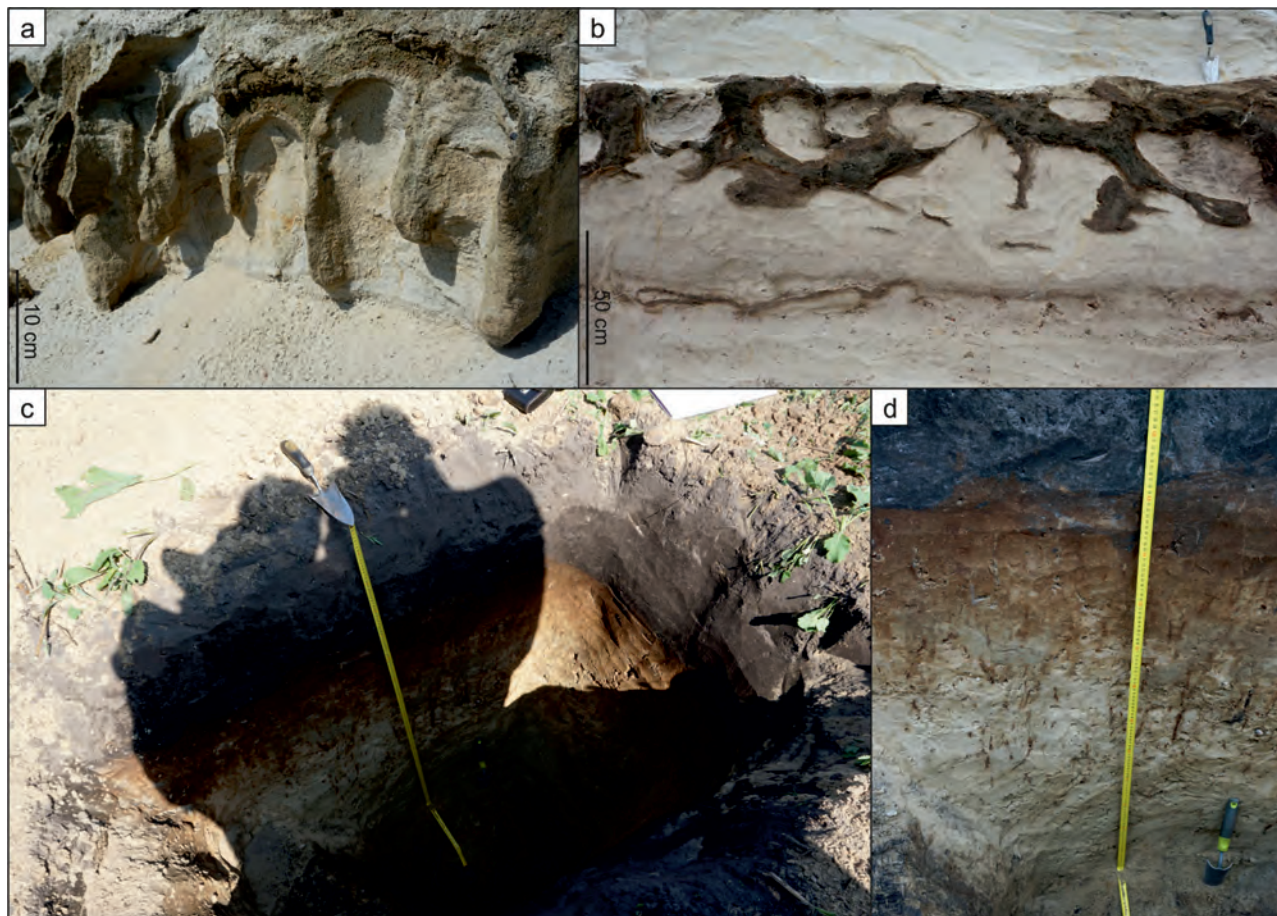
Fotografując odśnieżenia, dla optymalnego rezultatu najlepiej trzymać aparat prostopadle osią optyczną do fotografowanej powierzchni, co pozwala na zastosowanie umiarkowanego przysłony (dającej maksymalną ostrość – zwykle jest to f/5,6 lub f/8). W ten sposób cały kadr znajdzie się w głębi ostrości i skala odwzorowania pozostanie jednakowa na całym jego obszarze. Pochylenie aparatu np. poprzez skierowanie do dołu spowodowałoby, że w górnej części kadru skala zdjęcia byłaby większa niż w dolnej, według tych samych reguł będzie ulegała zniekształceniu skala po odchyleniu aparatu w poziomie.

O ile to możliwe, dokumentację wykonuje się z niewielkiej odległości, żeby obiekt wypełniał prawie cały kadr. W fotografii architektury stosowana jest zasada, że

optymalna odległość fotografa od budynku odpowiada trzykrotnej wysokości budynku (Schulz 2010). W przypadku zdjęć w odkrywkach trudno z tego skorzystać, bo ściany na ogół nie są pionowe, a nawet jeśli są, to i tak w wielu przypadkach niemożliwe jest oddalenie się na powyższą odległość przy jednoczesnym zachowaniu prostopadłości osi optycznej obiektywu do fotografowanej powierzchni.

Wykonywanie obszernej dokumentacji fotograficznej mieści się obecnie w standardach terenowego postępo-

wania badawczego w geologii i geomorfologii. Pamiętać jednak należy, że fotografie dają dobry obraz badanego stanowiska z licznymi detalami, ale tylko w nielicznych przypadkach są w stanie całkowicie zastąpić rysunki. Rysunek ma tę przewagę, że można na nim wyraźnie zaznaczyć, a nawet wyeksponować te cechy analizowanego zjawiska, które są szczególnie ważne z punktu widzenia prowadzonych badań. Dodatkowym atutem rysunku jest możliwość wprowadzenia własnej interpretacji prezentowanych form, obiektów lub struktur.



Ryc. 16. Dokumentacja fotograficzna przy ostrym i rozproszonym świetle: (a) inwolucje w ostrym świetle, (b) inwolucje w świetle rozproszonym, (c) sposób na zacienienie niewielkiego odsłonięcia, (d) ściana wykopu udokumentowana po jej zacienieniu (a – fot. J. Petera-Zganiacz 2018; b–d – fot. J. Petera-Zganiacz 2019)

Fig. 16. Photographic documentation in sharp and diffused light: (a) involutions in sharp light, (b) involutions in diffused light, (c) a way to shade a small exposure, (d) exposure documented after shading (a – photo by J. Petera-Zganiacz 2018; b–d – photo by J. Petera-Zganiacz 2019)

5.4. Fotografowanie małych obiektów: fotografia zbliżeniowa, makro- i mikrofotografia

W naukach o Ziemi bardzo ważną rolę pełni fotografia zbliżeniowa – *close-up photography* i makrofotografia. Różnica pomiędzy tymi dwiema dziedzinami polega na skali odwzorowania przedmiotu na matrycy: w makrofotografii skala wynosi co najmniej 1:1, a w fotografii zbliżeniowej obraz może być w mniejszej skali, np. 1:2, 1:5. Podstawowym problemem w makrofotografii jest niedobór światła. Obojętne, czy korzysta się ze specjalistycznego obiektywu, czy z soczewek nasadkowych, pierścieni pośrednich, czy może konwertera makro, konieczne jest dobre oświetle-

nie. Doskonale nadają się do tego specjalnie skonstruowane lampy (pierścieniowa lub zestaw dwóch zwykłych), zakładane na obiektyw lub mocowane razem z aparatem na specjalnym uchwycie. Większość zdjęć próbek minerałów i skał, czy skamieniałości wykonywana jest jednak w warunkach laboratoryjnych, gdzie aparat można ustabilizować na statywie i nawet przy słabym oświetleniu wspomóc się wydłużeniem czasu ekspozycji.

Bardzo mała głębokość ostrości w fotografii makro skłania do stosowania małych otworów przysłony – pozwala to, co prawda, nieco rozszerzyć głębię ostrości, ale kosztem pogorszenia jakości zdjęcia w wyniku dyfrakcji. Nawet w przypadku zastosowania przysłony f/16 czy f/22 przestrzen-

ne obiekty będą na zdjęciu ostre tylko w pewnej strefie (głębi ostrości), a pozostałe części i tak okażą się rozmyte. Uzyskanie ostrego w każdym miejscu obrazu umożliwił rozwój techniki *focus stacking* (por. m.in. Cremona 2014, Harnischmacher 2016, Knop 2019). Polega ona na wykonaniu od kilku do nawet kilkuset zdjęć danego obiektu ze statywu i najczęściej z użyciem szyny nastawczej. Dla zapewnienia optymalnej jakości zdjęć stosuje się dość duży otwór przysłony (najlepiej f/8 lub f/11), ale odbywa się to kosztem głębi ostrości. Każde zdjęcie ogniskowane jest z przesunięciem o ułamek milimetra, co w sumie pozwala kolejnymi głębiami ostrości objąć cały przedmiot. Produkcowane są już automatyczne szyny nastawcze ze sterow-

niem, które po zaprogramowaniu wykonują oczekiwaną serię zdjęć. Specjalistyczne oprogramowanie tworzy następnie z tych zdjęć jeden obraz, do którego wykorzystuje tylko te ostro sfotografowane (leżące w zakresie głębi ostrości) fragmenty poszczególnych ujęć.

Wysoko wyspecjalizowaną dziedziną fotografii naukowej jest mikrofotografia (fotografia mikroskopowa). Przy użyciu mikroskopu i specjalnej przystawki, bądź aparatu bezpośrednio zapisującego obraz z mikroskopu można uzyskać powiększenie nawet kilkusetkrotne i większe. Mikrofotografia ma zastosowanie przy okazji wykonywania analiz sedymentologicznych, gleboznawczych czy paleobotanicznych (ryc. 17) i paleozoologicznych.



Ryc. 17. Przykłady mikrofotografii (a) nietypowego przypadku pyłku *Tilia undiff.* oraz (b) makroszczątka *Nymphaea alba* (a – fot. A. Majecka, b – fot. K. Stachowicz)

Fig. 17. Examples of microphotography of (a) unusual case of pollen grain of the *Tilia undiff.* and (b) macrofossil of the *Nymphaea alba* (a – photo by A. Majecka, b – photo by K. Stachowicz)

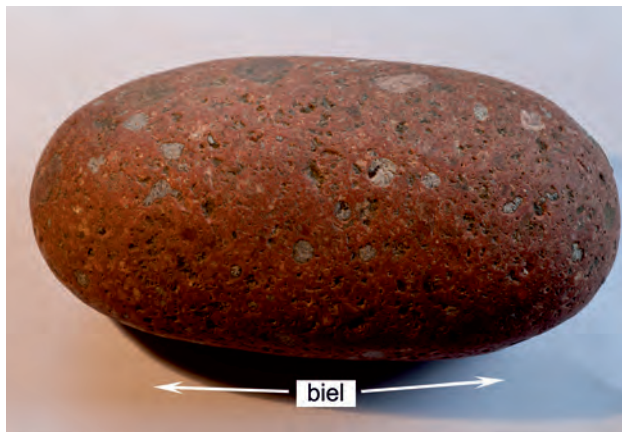
Fotografowanie okazów takich, jak minerały, skamieniałości i skały ma zazwyczaj charakter fotografii zbliżeniowej lub makrofotografii, rzadziej mikrofotografii i odbywa się prawie zawsze w warunkach studyjnych. Szczególnie trudne jest prawidłowe sfotografowanie minerałów o bardzo intensywnych barwach, np. azurytu lub cechujących się silnym połyskiem na ściankach lub powierzchniach łupliwości, co generuje bardzo duże kontrasty (Scovil 1996). Okaz winien być przygotowany do zdjęcia, tj. dokładnie umyty i wysuszony, a na powierzchni nie mogą pozostać żadne zanieczyszczenia. Ich późniejsze usuwanie w obróbce zdjęcia jest bardziej czasochłonne niż dokładne wstępne oczyszczenie fotografowanego okazu.

Fotografowany okaz powinien zajmować dużą część kadru i być ustawiony ze środkiem ciężkości w dolnej części zdjęcia. Jeżeli okaz nie wypełnia całego kadru, to wolna przestrzeń przed nim (na dole) winna być trochę większa niż za nim (na górze). Skala nie jest tu niezbędna, ponieważ kryształ lub skamieniałość może zostać zmierzony i zanotowana wartość posłuży potem do naniesienia na zdjęciu skali liniowej. Jeśli jednak skala z jakichś powodów musi znaleźć się na zdjęciu, to należy dopilnować nie tylko jej ułożenia równoległe do dolnego brzegu kadru, ale i tego, by znała

się dokładnie w płaszczyźnie ostrości fotografowanego okazu. Umieszczona przed kryształem pozornie zmniejszy jego rozmiary, zaś umieszczona za nim „powiększy” go. W większości przypadków konieczne jest podparcie okazu, co pozwoli pokazać minerał lub skamieniałość w możliwie najlepszy sposób. Należy unikać wykorzystywania w tym celu jakichkolwiek substancji i przedmiotów, które mogą wejść w reakcję z okazem, bądź go uszkodzić lub zanieczyścić. Dotyczy to również oświetlenia. Tradycyjne lampy studyjne generowały dużo ciepła, co w przypadku bardziej podatnych minerałów mogło doprowadzić do ich spękania, np. siarka rodzima lub dehydratacji (Scovil 1996). O wiele bezpieczniejsze jest powszechne obecnie oświetlenie ledowe.

Fotografując okazy należy korzystać wyłącznie z jednego rodzaju światła stałego. Stosowane w tym celu lampy emitują światło o ściśle określonej temperaturze barwowej (podawanej w Kelwinach – K), którą można ustawić w balansie bieli w aparacie. Przede wszystkim jednak nie wolno mieszać światła dziennego ze światłem sztucznym, np. halogenowym, ponieważ skutkuje to zafałszowaniem barw (ryc. 18). Wbudowana w aparat lampa błyskowa jest zupełnie bezużyteczna, gdyż w większości przypadków okaz znajduje się tuż przed obiektywem, w miejscu zacie-

nionym przez jego przednią krawędź. Nawet zastosowanie zewnętrznej lampy błyskowej niewiele zmienia, co wynika z braku możliwości bieżącej oceny jakości oświetlenia fotografowanego obiektu. Efekt można zaobserwować dopiero po wyświetleniu zdjęcia na ekranie i skorygować w kolejnej próbie.



Ryc. 18. Okaz porfiru w świetle mieszanym: z lewej strony – halogenowym, z prawej – dziennym (fot. M. Bräunlich, www.kristallin.de)

Fig. 18. A sample of porphyry in mixed light: the halogen from the left, the daylight from the right (photo by M. Bräunlich, www.kristallin.de)

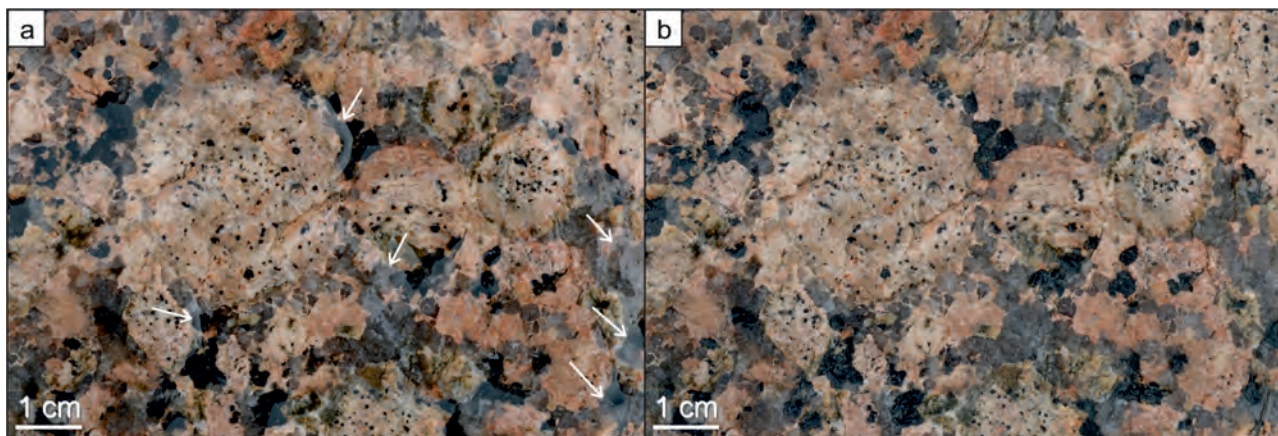
Bardzo ważny jest dobór odpowiedniego tła. Tło dla okazów powinno być niezbyt jasne i raczej neutralne, żeby nie zmieniało dominanty barwnej zdjęcia, ale czasami dla celów ekspozycyjnych/komercyjnych stosuje się jaskrawe tła o kolorystyce dostosowanej do koloru fotografowanych minerałów. W przypadku zastosowania białego tła należy pamiętać o odpowiedniej korekcie naświetlania, żeby okaz nie stanowił ciemnej plamy na jasnoszarym tle. Dobre efekty daje położenie fotografowanego okazu nie bezpośrednio na papierze, lecz na płycie szklanej, umocowanej co najmniej dziesięć cm ponad tłem. Pozwala to uniknąć cieni i uzyskać ciekawe refleksy świetlne, a dodatkowo ukryć fakturę papieru poza głębią ostrości. Technika ta pozwala również na zmianę koloru tła bez przemieszczania okazu i/lub aparatu oraz oświetlenia (Scovil 1996).

Porysowane na powierzchni, matowe okazy skał, np. eratyki, otoczaki, można fotografować zanurzone w wodzie. Pozwala to uwidocznić naturalne kolory minerałów wchodzących w skład danej skały. Tę technikę stosował Per Smed przygotowując swój atlas skał przewodnich (Smed 1994 – K.-D. Meyer: inf. ustna). Okaz zanurzony w wodzie odbija światło na powierzchniach łupliwości podobnie jak w powietrzu, ale ma żywsze kolory i maleje widoczność zarysowań i zgnieceń minerałów na jego powierzchni (ryc. 19). Fotografowanie okazów zanurzonych w wodzie pozwala również uniknąć odbić światła od powierzchni wody na zmoczonych minerałach. Odbicia te często maskują rzeczywistą formę powierzchni ze względu na duże napięcie powierzchniowe wody – o ile fotografujemy zwilżony okaz po wyjęciu z wody (ryc. 20a). Można temu zapobiec, osuszając częściowo próbkę przed wykonaniem zdjęcia, by była jedynie lekko zwilżona, co da wyraziste kolory, a nie wywoła odbić światła od nagromadzeń wody. Problemem jest wtedy uchwycenie właściwego momentu – za wcześnie ujęcie będzie z nadmiarem błyszczącej wody; zbyt późne ujawni miejsca wyschnięte w międzyczasie (ryc. 20a, ryc. 20b).



Ryc. 19. Fotografia zbliżeniowa okazu granitu całkowicie zanurzonego w wodzie (fot. M. Bräunlich, www.kristallin.de)

Fig. 19. A close-up photograph of a granite specimen completely submerged in water (photo by M. Bräunlich, www.kristallin.de)



Ryc. 20. Pyterlit alandzki: a) okaz sfotografowany natychmiast po zmoczeniu w wodzie (woda odbija światło i maskuje połysk minerałów – oznaczone strzałkami), b) okaz wilgotny (fot. M. Bräunlich, www.kristallin.de)

Fig. 20. Åland pyterlite: a) a specimen photographed immediately after wetting in water (water reflects light and masks the gloss of minerals – marked with arrows), b) a moist specimen (photo by M. Bräunlich, www.kristallin.de)

Okaz fotografowany w wodzie powinien leżeć na podstawie dystansującej go od dna, co pozwala ukryć fakturę dna poza głębią ostrości. Warstwa wody nad okazem powinna być możliwie najcieńsza, dzięki czemu utrata ostrości będzie pomijalna. Naczynie powinno być z przezroczystego materiału lub białego – wszelkie kolory będą zaburzały kolorystykę fotografowanego okazu (Bräunlich 2020).

Nawet po dokładnym umyciu okazu, po zanurzeniu go w wodzie zwykle okazuje się, że na jej powierzchni pojawiają się drobne zanieczyszczenia, które zaburzają obraz. Najłatwiej usunąć je przeciągając po lustrze wody kawałek zwykłego papieru gazetowego. Zanieczyszczenia przykleją się do niego. Odblaski od powierzchni wody dają się dość łatwo wyeliminować poprzez zmianę położenia źródeł światła i/lub samego aparatu. Można też użyć filtra polaryzacyjnego, który wygasi odbicia. Detale skał (minerały, tekstura i struktura) najlepiej widoczne są na świeżej (niezwietrzałej, a najlepiej świeżo odłupanej) powierzchni skały i bez jej zwilżania. Fotografując okazy w zarysie kuliste, np. kamienne kule armatnie, ostrość ustawia się nie na środku kuli (najbliższy punkt), ale w około połowie odległości od środka, co pozwoli, przy zastosowaniu odpowiedniej przysłony, zmieścić w głębi ostrości całą widoczną stronę kuli.

5.5. Fotografia lokalizacyjna

W fotografii dokumentacyjnej należy wyznaczyć miejsce także dla fotografii, która wspomaga adnotacje dotyczące usytuowania w przestrzeni badanego zjawiska, a treść takich zdjęć nie niesie z sobą informacji o jego cechach (ryc. 16). Nie znajdzie także miejsca fotografia lokalizacyjna w publikacjach naukowych czy podręcznikowych. Jej rolą jest jedynie uzupełnienie dokumentacji naukowej i wspieranie wzrokowej pamięci badacza.

5.6. Fotografia archiwizacyjna

Jak już wielokrotnie zostało zasygnalizowane, wiele fotografii powstaje w celu uzupełnienia dokumentacji naukowej o fotograficzny zapis cech badanych zjawisk czy obiektów. Z bogatego zasobu zdjęć tylko nieliczne służą prezentacji jako ilustracja w publikacji naukowej, podręczniku czy ilustracja do wykładu lub wystąpienia konferencyjnego. Fotografia cyfrowa pozwala na wykonywanie i magazynowanie olbrzymiej ilości zdjęć przy minimalnych kosztach. Istnieje także możliwość katalogowania zdjęć według dowolnych kryteriów, włączając możliwość nieograniczonego kopiowania tego samego zdjęcia w zbiorach rządzących się odmiennymi kryteriami. Archiwa fotografii nie są tylko zbiorami pojedynczych, indywidualnych obrazów, ale funkcjonują jako zestaw lub suma wzajemnie uzupełniających się informacji o zjawisku i ten fakt decyduje o ich wartości (Wilder 2009). W naukach o Ziemi sporządza się fotograficzne katalogi zbiorów, np. minerałów, skał, skamieniałości, profili glebowych i geologicznych (por. m.in. Wilder 2016), ale także kataloguje się zdjęcia kolejnych etapów odsłaniania sytuacji geologicznej, w badaniach kopalnych świadectw paleośrodowiskowych (ryc. 21). W oparciu o fotografie archiwalne sprzed około 100 lat udało się przeprowadzić weryfikację lokalizacji, ułożenia i ewentualnych prób eksploatacji materiału z głązów narzutowych (por. Tylmann i in. 2017). Archiwizacja fotografii odgrywa olbrzymią rolę także w archeologii, a interesujący przykład stanowią współczesne badania struktur zabudowy grodu w Biskupinie na podstawie archiwalnych zdjęć z lat 30. XX wieku (Kopiasz i in. 2017).

Wprowadzenie fotografii cyfrowej pozwoliło na budowanie na tyle dużych archiwów zdjęć, że umożliwiło zastosowanie fotoidentyfikacji obiektów przyrody nieożywionej czy organizmów żywych. Za przykład może posłużyć fotoidentyfikacja delfinów i walenii w celu bezkontaktowego badania zachowań tych ssaków (Meyer 2008).



Ryc. 21. Przykłady zdjęć obiektu nr 88 z archiwum fotograficznego dokumentującego kolejne etapy odsłaniania metodą archeologiczną pozostałości kopalnego lasu z młodszego dryasu w stanowisku Koźmin-Las (fot. J. Petera-Zganiacz 2011)

Fig. 21. Examples of photos of object No. 88 from the photographic archive documenting subsequent stages of exposing the remains of the fossil forest from the Younger Dryas using the archeological method at the Koźmin-Las site (photo by J. Petera-Zganiacz 2011)

5.7. Refotografia

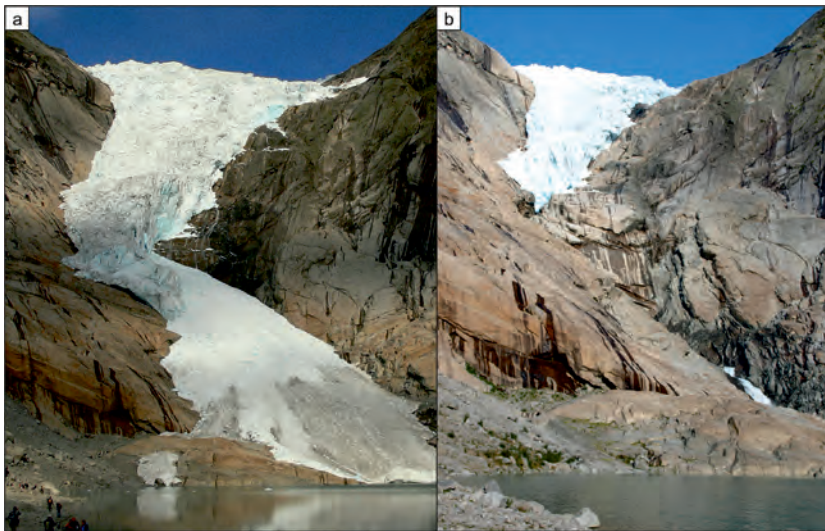
Refotografia polega na wykonywaniu zdjęć z tego samego miejsca, w tym samym kierunku i przy zachowaniu podobnych parametrów takich, jak np. kąt widzenia obiektywu czy głębia ostrości w kolejnych odstępach czasowych. Można zatem powiedzieć, że układa się zdjęcia

na osi czasu, umożliwiającą łączność między zjawiskami czy obiektami obserwowanymi w przeszłości z obrazami teraźniejszymi (Wilder 2009). Technika ta pozwala na wychwycenie powolnych procesów geologicznych i innych, jak np. erozja, transgresja i recesja lodowców (ryc. 22), rozwój roślinności *etc.* (por. m.in. Field 2004, Webb i in. 2010), ale także pozwala na analizę przebiegu i skutków

zdarzeń katastrofalnych, jak na przykład powodzi czy osuwisk (Kozak, Pyka 2011 lub <http://atlas.mggpaero.com/>). Za przykład refotografii mogą posłużyć także dwa zdjęcia wykonane w Uniejowie w 1997 i 2013 roku (ryc. 23). Starsze z nich przedstawia powódź w dolinie Warty, nowsze zagospodarowanie terenu zaledwie kilkanaście lat po zdarzeniu ekstremalnym.

Obecnie następuje intensywny rozwój refotografii w odniesieniu do fotografii lotniczej i satelitarnej, co umożliwia systematyczne śledzenie wielu procesów zachodzących na powierzchni Ziemi, jak na przykład zmian

roślinności, zasięgu pustyń, ewolucję dolin rzecznych, rozwój lub degradację delt, pływy morskie, rozwój osadnictwa. Do refotografii nawiązuje analiza zmian krajobrazu na podstawie malarstwa pejzażowego (patrz: Lindholm, Wood 2013), ponieważ szkice niemal zawsze wykonywane były przy pomocy *camera obscura*, co pozwalało dobrze uchwycić proporcje i perspektywę. Można więc powiedzieć, że było bliskie dokładności fotograficznej. Daje to możliwość sięgania dość głęboko w przeszłość, nawet kilka wieków przed pojawieniem się pierwszych zdjęć.



Ryc. 22. Refotografia: dokumentacja fotograficzna zmian długości jezora lodowca. Lodowiec Briksdal, Norwegia: (a) w 2009 r. (fot. P. Czubla), (b) w 2016 r. (fot. Z. Rdzany)

Fig. 22. Rephotography: photographic documentation of changes in the length of a glacier tongue. Briksdal Glacier, Norway: (a) in 2009 (photo by P. Czubla), (b) in 2016 (photo by Z. Rdzany)



Ryc. 23. Refotografia: równia zalewowa doliny Warty w Uniejowie (a) podczas powodzi w 1997 roku i (b) w roku 2013 (a – fot. J. Petera 1997, b – fot. J. Petera-Zganiacz 2013)

Fig. 23. Rephotography: floodplain in the Warta River valley in Uniejów (a) during the flood in 1997 and (b) in 2013 (a – photo by J. Petera 1997, b – photo by J. Petera-Zganiacz 2013)

5.8. Fotoreportaż

W naukach o Ziemi znajduje miejsce przedstawienie przebiegu zjawisk w cyklu fotografii. Jak już wyżej wspomniano, niezmiernie rzadko pojawia się możliwość dokumentowania przebiegu zjawiska (ryc. 8), częściej można mówić o raportowaniu skutków wystąpienia zjawiska. Przykładem tego może być ukazanie przekształceń rzeźby po uaktywnieniu osuwisk w Karpatach lub na wybrzeżach klifowych Bałtyku, czy geomorfologiczne skutki przejścia powodzi lub też formowanie elementów rzeźby nadmorskiej pod wpływem procesów eolicznych i działania fal morskich.

5.9. Fotografia krajobrazowa

Fotografia krajobrazowa stanowi podstawowe medium wizualne przekazujące informacje o środowisku geograficznym, służąc poszczególnym specjalnościom geograficznym z osobna, ale jest w stanie także łączyć na jednej fotografii różne aspekty. Tego typu fotografia, także z powodu wieloaspektowości, powinna podlegać zasadom kompozycji w restrykcyjny sposób, tak aby przekaz był czytelny dla odbiorcy i stanowił nośnik treści geograficznych, a nie był jedynie fotografią uatrakcyjniającą wizualnie treści podane werbalnie lub w tekście.

6. Przygotowanie zdjęć do publikacji

Znakomita większość fotografii wykonywanych w dobie fotografii cyfrowej zasila przede wszystkim archiwa, a jedynie wybrane zdjęcia będą stanowiły element publikacji. W wyborze fotografii do publikacji najważniejsza jest jej treść, klarowność informacji, którą z sobą niesie i – co najważniejsze – ścisłe powiązanie z tekstem.

Format zdjęcia powinien być dostosowany do kształtu i orientacji podmiotu zdjęcia – od panoram, aż po wąskie zdjęcia pionowe, np. pionowy uskok. Przygotowanie zdjęcia o wymiarach zalecanych przez wydawnictwo, a więc wpasowujących się w wymiary całej strony lub kolumny zwiększy prawdopodobieństwo umieszczenia podczas składu zdjęcia dokładnie tak, jak zaplanuje autor. Pamiętać jednak należy, że proporcje oryginalnego zdjęcia muszą pozostać zachowane, a ich zmiana w przypadku fotografii naukowej będzie nosiła znamiona niedopuszczalnej manipulacji. Kolejnym wymogiem wydawnictw jest odpowiednia rozdzielczość zdjęcia – zazwyczaj nie mniejsza niż 300 dpi.

Część drobnych usterek z etapu fotografowania da się naprawić w obróbce komputerowej zdjęcia, jak np. kadrowanie, lekkie niedoświetlenie lub prześwietlenie, odchylenie kadru od poziomu lub pionu, usunięcie zabrudzeń na matrycy aparatu lub powierzchni fotografowanego obiektu. Cyfrowa obróbka w programie graficznym pozwoli także wyeliminować (a co najmniej zminimalizować) niektóre wady obiektywu, jak np. winietowanie, dystorsja, aberracja chromatyczna, przekładające się m.in. na zaburzenie kierunków, proporcji i jasności elementów kadru. Wyostrzenie sprawdzi się jedynie w przypadku ostrych zdjęć i polega na podwyższeniu kontrastu na granicach obiektów o różnej jasności i kolorze. Wyostrowanie powinno być ostatnią czynnością przed zapisem gotowego zdjęcia w pliku do wydruku.

Podczas przygotowania zdjęć do publikacji warto zwrócić uwagę na dobrą widoczną, ale nie narzucającą się skalę. Jeżeli zdjęcie zostało wykonane w taki sposób, że skalę – cokolwiek nią było – umieszczono na samym brzegu kadru, to istnieje możliwość jej wycięcia w procesie obróbki zdjęcia, a zamiast niej wstawienia skali liniowej, która dla każdego czytelnika będzie absolutnie jednoznaczna. Dużą zaletą tej metody jest zachowanie skali w przypadku dopasowywania fotografii, np. do wielkości strony lub szerokości kolumny w druku, kiedy skala liniowa zmieni się zgodnie ze zmianą wymiarów zdjęcia.

Zdjęcia przeznaczone do profesjonalnego wydruku (książki, czasopisma) powinny być zapisane w przestrzeni barw CMYK. Zapisanie ich w przestrzeni barw RGB, stosowanej do wyświetlania obrazu na monitorach, prowadzi do fałszywego odwzorowania kolorów przez maszyny poligraficzne – zdjęcia okażą się bardziej „wyblakłe”, aniżeli widziane w czasie ich obróbki na monitorze, a niektóre kolory mogą znacznie odbiegać od zaplanowanych. Na dodatek monitor do obróbki graficznej zdjęć powinien być odpowiednio skalibrowany, by barwy widoczne na ekranie były precyzyjnie odtworzone na wydruku.

7. Podsumowanie

- W dobie powszechności fotografii, kiedy powstaje wiele przypadkowych obrazów, szczególnie istotne jest zachowanie dyscypliny, tak aby w fotografię naukową nie przedostawał się szum informacyjny wynikający z przesadnej mnogości ujęć, aby korzystać z walorów fotografii cyfrowej w sposób racjonalny, podporządkowując fotografię naukową nadrzędemu celowi – pełnej i klarownej informacji o zjawiskach zachodzących w litosferze, hydrosferze i atmosferze.
- O ile w fotografii artystycznej dozwolone są wszelkie działania służące uzyskaniu oczekiwanego obrazu, wliczając nawet daleko idącą obróbkę, jak również kolaże, to w fotografii mającej służyć dokumentacji naukowej takie postępowanie jest niedopuszczalne i nosi znamiona fałszerstwa. Możliwa jest jedynie niewielka korekcja zmierzająca do dostosowania intensywności barw lub wielkości kontrastu, prowadzących ku optymalnemu uwidocznieniu dokumentowanego obiektu.
- Dokumentacja fotograficzna powinna być uzupełniona rysunkami, chociażby tylko szkicowymi oraz precyzyjnym opisem.
- Rozwój fotografii cyfrowej rozszerza zakres stosowania fotografii w nauce poprzez możliwość budowania złożonych archiwów, umożliwia natychmiastowe przekazanie/upowszechnianie poprzez Internet, otwiera nowe pola zastosowań, umożliwia monitorowanie stanu litosfery, atmosfery, hydrosfery.
- Znaczenie kompozycji w fotografii dokumentacyjnej jest umiarkowane, chyba że chodzi o ogólnogeograficzną fotografię krajobrazową.

Podziękowania

Autorzy artykułu składają podziękowania Matthiasowi Bräunlichowi, Aleksandrze Majeckiej, Zbigniewowi Rdzanemu, Renacie Stachowicz-Rybce, Krzysztofowi Stachowiczowi, Juliuszowi Twardemu i Mariuszowi Zganiaczowi za udostępnienie zdjęć oraz Małgorzacie Bruj i Piotrowi P. Woźniakowi za wnikliwe i konstruktywne recenzje.

8. Literatura

- Ang, T., 2015. Fotografia cyfrowa. Podręcznik. Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 1–408.
- Barnbaum, B., 2015. The Essence of Photography. Seeing and Creativity. Rocky Nook, Santa Barbara, 1–186.
- Bernabe, R., Plant, I., 2010. Fotografia przyrodnicza i krajobrazowa. Wydawnictwo Galaktyka, Łódź, 1–192.
- Bonecki, J., 2013. Fotograf w podróży. National Geographic Society, Wydawnictwo G+J RBA, Warszawa, 1–272.
- Bräunlich, M., 2020. Gesteine Fotografieren, www.kristallin.de/Fotografie/Fotografie.html [2.02.2020].
- Burian, P.K., Caputo, R., 2003. Szkoła fotografowania National Geographic. Wydawnictwo G+J RBA, Warszawa, 1–352.
- Buscombe, D., 2008. Estimation of grain-size distributions and associated parameters from digital images of sediment. *Sedimentary Geology* 210, 1–10.
- Clarke, G., 1997. The Photograph (Oxford History of Art). Oxford University Press, Oxford, New York, 1–248.
- Cremona, J., 2014. Extreme Close-Up Photography and Focus Stacking. Crowood Press, 1–176.
- Davey, S., 2010. Fotografia podróżnicza. National Geographic Society, Wydawnictwo G+J RBA, Warszawa, 1–320.
- Davis, H., 2011. Creative Landscapes: Digital Photography Tips & Techniques. Wiley, Indianapolis, 1–182.
- Field, W.O., 2004. With a camera in my hands: William O. Field, pioneer glaciologist: A life history as told to C. Suzanne Brown. University of Alaska Press, Fairbanks, 1–184.
- Fitzharris, T., 2009. Fotografia krajobrazu. Wydawnictwo Galaktyka, Łódź, 1–168.
- Freeman, M., 2008. Lustrzanki cyfrowe. Poradnik eksperta. Wydawnictwo G+J RBA, Warszawa, 1–256.
- Freeman, M., 2010. Z lustrzanką w podróży. National Geographic Society, Wydawnictwo G+J RBA, Warszawa, 1–192.
- Freeman, M., 2011. Umysł fotografa. Myślenie kreatywne w fotografii cyfrowej. National Geographic, Warszawa, 1–191.
- Frydrych, M., Rdzany, Z., Petera-Zganiacz, J., 2019. The problem of analysing grain size distribution in fluvio-glacial coarse-grained sediments, [w:] Börner, A., Hüneke, H., Lorenz, S. (red.), Field Symposium of the INQUA PeriBaltic Working Group "From Weichselian Ice-Sheet Dynamics to Holocene Land Use Development in Western Pomerania and Mecklenburg". Abstract Volume. Scientific Technical Report STR 19/01, Potsdam: GFZ German Research Centre for Geosciences, 30–31. DOI: <https://doi.org/10.2312/GFZ.b103-19012>.
- Harnischmacher, C., 2016. The Complete Guide to Macro and Close-Up Photography. Rocky Nook, Santa Barbara, 1–336. <https://fundacjabirn.pl/aukcja/>.
- Hunter, F., Biver, S., Fuqua, P., 2012. Light–Science & Magic An Introduction to Photographic Lighting. Elsevier, Oxford, 1–313.
- Johnson, Ch.S., 2017. Science for the Curious Photographer: An Introduction to the Science of Photography. Taylor & Francis, New York–London, 1–286.
- Kemp, W., 2014. Historia fotografii: od Daguerre’a do Gursky’ego. Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych UNIVERSITAS, Kraków, 1–168.
- Knop, D., 2019. Schärfentiefe nach Maß. „Focus Stacking“ in der Biologie. „Biologie in unserer Zeit“ 49(1), 48–57, <https://doi.org/10.1002/biuz.201910667>.
- Kopiasz, J., Drzewicz, A., Grochulska, A., Piotrowska, K., 2017. Archiwalna dokumentacja fotograficzna i jej znaczenie w badaniach struktur zabudowy grodu z wczesnej epoki żelaza na stanowisku 4 w Biskupinie, [w:] Kopiasz, J., Drzewicz, A., Grochulska, A. (red.), V Sprawozdanie Biskupińskie. Muzeum Archeologiczne w Biskupinie, Biskupin, 18–46.
- Kozak, J., Pyka, K., 2011. Zdjęcia lotnicze. Atlas fotointerpretacyjny. Wydawnictwo MGGP Aero, Warszawa, 1–225 lub <http://atlas.mggpaero.com/>.
- Lindholm, R.M., Wood, W.R., 2013. Karl Bodmer’s America Revisited: Landscape Views Across Time. University of Oklahoma Press, Norman, 1–164.
- Makoś, M., Sobczyk, A., 2018. Przydatność pomiarów georadarowych i analiz geomorfometrycznych do rozpoznania wewnętrznej struktury płytkich osuwisk – na przykładzie góry Średniak w Masywie Śnieżnika, Sudety Wschodnie. *Przegląd Geologiczny* 66(10), 636–647.
- Malin, D., 2007. Scientific Photography: Expanded Vision, [w:] Peres, M.R. (red.), Focal Encyclopedia of Photography. Digital Imaging, Theory and Applications, History, and Science. Focal Press, Elsevier, 497–625.
- Mamcarz-Plisiecki, A., 2017. Jak obrazy organizują naszą percepcję. Retoryczne *dispositio* w odniesieniu do sfery wizualnej. Wybrane aspekty, [w:] Kampka, A., Kiryjow, A., Sobczak, K. (red.), Czy obrazy rządzą ludźmi? Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 185–202.
- McWhinnie, A., 2004. Fotografia – podręcznik. Arkady, Warszawa, 1–224.
- Meyer, E.T., 2008. Digital photography, [w:] Kelsey, S., Amant, K.St. (red.), Handbook of Research on Computer Mediated Communication. Information Science Reference, Hershey, New York, 791–803.
- Nienartowicz, K., 2018. Górskie wyprawy fotograficzne. Wydawnictwo Bezdroża, Kraków, 1–304.
- Olszak, J., Karczewski, J., 2008. Przydatność profilowań georadarowych w interpretacji budowy tarasów rzecznych (dolina Kaminicy, polskie Karpaty zewnętrzne). *Przegląd Geologiczny* 56(4), 330–334.
- Opr. zbior., 2011. Real world. Fotografia cyfrowa. Peachpit Press, 1–592.
- Pihan, R., 2010. Mistrzostwo pracy z lustrzanką cyfrową. Zoner Press, Cieszyn, 1–232.
- Pochocka-Szwarc, K., Ber, A., Szpygiel, J., Szpygiel, P., 2013. Jezioro Hańcza – wstępne wyniki geologicznej interpretacji obrazów sonarowych. *Przegląd Geologiczny* 61(3), 187–204.
- Rose, G., 2010. Interpretacja materiałów wizualnych. Krytyczna metodologia badań nad wizualnością. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1–336.
- Sąsiadek, R., 2016. Przyroda województwa łódzkiego. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Łodzi, Łódź, 1–184.
- Schulz, A., 2010. Architectural photography: composition, capture, and digital image processing. Rocky Nook, 1–232.
- Scovil, J., 1996. Photographing minerals, fossils, and lapidary arts. Geoscience Press, Tucson, Arizona, 1–224.
- Serdyński, A., 2016. Film cyfrowy w dydaktyce. *Problemy Nauk Stosowanych* 5, 21–30.
- Słowik, M., 2010. Zasięg kopalnego zbiornika w dawnym korycie Obry w okolicach Przemętu w świetle badań georadarowych. *Studia Limnologica et Telmatologica* 4(1), 3–11.
- Smed, P., 1994. Steine aus dem Norden: Geschiebe als Zeugen der Eiszeit in Norddeutschland, Gebrüder Borntraeger, Berlin–Stuttgart, 1–194.
- Stępień, K., 2018. Fotografia uwalniająca rzeczywistość. Fotograficzna inwentaryzacja rzeczywistości. *Folia Bibliologica* 60, 165–186.
- Teubner, U., Brückner, H.J., 2019. Optical Imaging and Photography. Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston, 1–591.
- Tomaszczuk, Z., 1998. Łowcy obrazów: szkice z historii fotografii. Centrum Animacji Kultury, Warszawa, 1–204.
- Trybalski, P., 2012. Fotograf w podróży. Helion, Warszawa, 1–320.
- Tylmann, K., Woźniak, P.P., Rinterknecht, V., 2017. Analiza przydatności eratyków Pomorza w badaniach chronologii recesji ostatniego lądolodu skandynawskiego metodą izotopów kosmogenicznych. *Acta Geographica Lodziensia* 106, 181–194.
- Webb, R.H., Boyer, D.E., Turner, R.M. (red.), 2010. Repeat photography. Methods and applications in the natural sciences. Island Press, Washington, 1–392.
- Wilder, K., 2009. Photography and science. Reaktion Books, London, 1–139.
- Wilder, K., 2016. Photographic Cataloguing, [w:] Mitman, G., Wilder, K. (red.), Documenting the world: film, photography, and the scientific record. The University of Chicago Press, Chicago, 273–297.
- Wojewoda, J., 2016. O konieczności wykonania drugiej edycji Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów w skali 1:25 000 – przykłady rewizji budowy geologicznej z wykorzystaniem podkładu lidarowego numerycznego modelu powierzchni terenu. *Przegląd Geologiczny* 64(9), 597–603.
- Wójcik, P., 1990. Kompozycja obrazu fotograficznego. Wydawnictwo Alter, Warszawa, 1–96.

Paweł Przepióra¹ • Tomasz Kalicki¹ • Sławomir Chwałek¹ • Geoffrey Houbrechts² ⁽¹⁾ Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Geografii i Nauk o Środowisku; ⁽²⁾ University of Liège, Fluvial Geomorphology and Hydrography Research CenterE-mail: pawelprzepiora1988@gmail.com; tomaszkalicki@ymail.com; slawomirchwalek@gmail.com; G.Houbrechts@ulg.ac.be

Historyczny układ hydrotechniczny w Jędrowie (województwo świętokrzyskie) zachowany w formach i osadach – studium geoarcheologiczno-konserwatorskie

The historic hydrotechnical system in Jędrów (Świętokrzyskie Province) preserved in landforms and sediments – geoarchaeological and conservation study

Zarys treści

Młyn w Jędrowie jest jednym z niewielu obiektów na terenie Staropolskiego Okręgu Przemysłowego, który zachował się w dobrym stanie. Dotyczy to również pozostałości wciąż widocznej w rzeźbie infrastruktury hydrotechnicznej oraz śladów jej funkcjonowania zachowanych w osadach równiny zalewowej Kamionki. Szczegółowe analizy, z wykorzystaniem specjalistycznych metod badawczych podpartych kwerendą materiałów historycznych, pozwoliły na lokalizację poszczególnych elementów tej infrastruktury, tj. dawny zbiornik, młynówka, wały. Część tej infrastruktury jest dobrze zachowana w rzeźbie i widoczna na numerycznym modelu terenu. Inne ślady po historycznej działalności metalurgicznej widoczne są dopiero po makro- i mikroskopowej analizie osadów jeziornych oraz pozakorytowych, tj. węgielki drzewne, żużle i mikroskopijne kulki żelaza. W miejscu odrestaurowanego młyna lub też w jego pobliżu funkcjonowała kuźnica, o czym świadczą materiały archiwalne. Obecnie młyn jest odrestaurowywany, a badania przedstawione w artykule posłużyły do objęcia tego obiektu wraz z najbliższym otoczeniem ochroną konserwatorską jako zabytku techniki.

Słowa kluczowe Jędrów, żużel, osady jeziorne, Kuźnica, Staropolski Okręg Przemysłowy.

Abstract

The water mill is one of the few objects in the Old Polish Industrial District that have been preserved in good condition. This also applies to the remains of hydrotechnical infrastructure that are still visible in the relief and traces of its functioning preserved in the sediments of the Kamionka River floodplain. Detailed analyzes using specialized research methods supported by a query of historical materials revealed the location of individual elements of this infrastructure, i.e. former reservoir, mill race, dyke. Part of this infrastructure is well preserved in the relief and visible on the digital elevation model. Other historical metallurgical activity traces are only visible after macro- and microscopic analysis of lacustrine and overbank sediments, i.e. charcoals, slags and microscopic iron balls. A forge operated in the place of the restored mill or nearby, as proven by archival materials. Currently, the water mill is being restored, and the research presented in the article was used to take this object along with the nearest surroundings under protection as a technical monument.

Keywords Jędrów, slag, lacustrine sediments, forge, Old Polish Industrial District.

1. Wprowadzenie

Wpływem czynnika antropogenicznego na środowisko geograficzne dolin rzecznych z uwzględnieniem zmian w formach i osadach zajmowało się wielu autorów (m.in. Macklin i in. 1992, Schirmer 1995, Starkel, Krąpiec 1995, Hergert 1998, Klimek 1999, 2003, Marchetti 2002, Kalicki 2006, Houben i in. 2009, Notebaert i in. 2011, 2013, Rutkiewicz i in. 2017, 2019, Aksamit i in. 2019, Kalicki i in. 2019b, 2019c). Zagadnienie to często jest związane z działalnością przemysłową, w tym również hutnictwem, które rozwijało się w wielu miejscach w Europie na przestrzeni wielu stuleci, np. w Polsce (m.in. Kalicki i in. 2019b), czy w innych krajach Europy, np. w Belgii (m.in. Houbrechts, Petit 2003, 2004, Houbrechts i in. 2003, 2004). Hutnictwo

rozwijało się na terenie Polski już w czasach prehistorycznych (Bielenin 1993, Orzechowski 2007), ale dopiero jego intensywny rozwój w średniowieczu aż do końca XIX wieku pozostawił bardzo wyraźne piętno w krajobrazie Staropolskiego Okręgu Przemysłowego (Zieliński 1965). Pomimo wyraźnej zapaści górnictwa i hutnictwa w tym regionie, w niektórych miejscach wydobywanie i przetwarzanie rudy żelaza prowadzone było nawet do pierwszej połowy XX wieku. W bezpośrednim sąsiedztwie kuźnic lub na ich miejscu wznoszono młyny wodne, których działalność również wywierała bardzo duży wpływ na przekształcenia wielu systemów rzecznych (m.in. Łoś 1978, Kaniecki 1999, Podgórski 2004, Krupa 2013, 2015, Kuształ i in. 2017a, 2017b, Chrabąszcz i in. 2017, Mięsiak-Wójcik 2018, Kalicki i in. 2019c).

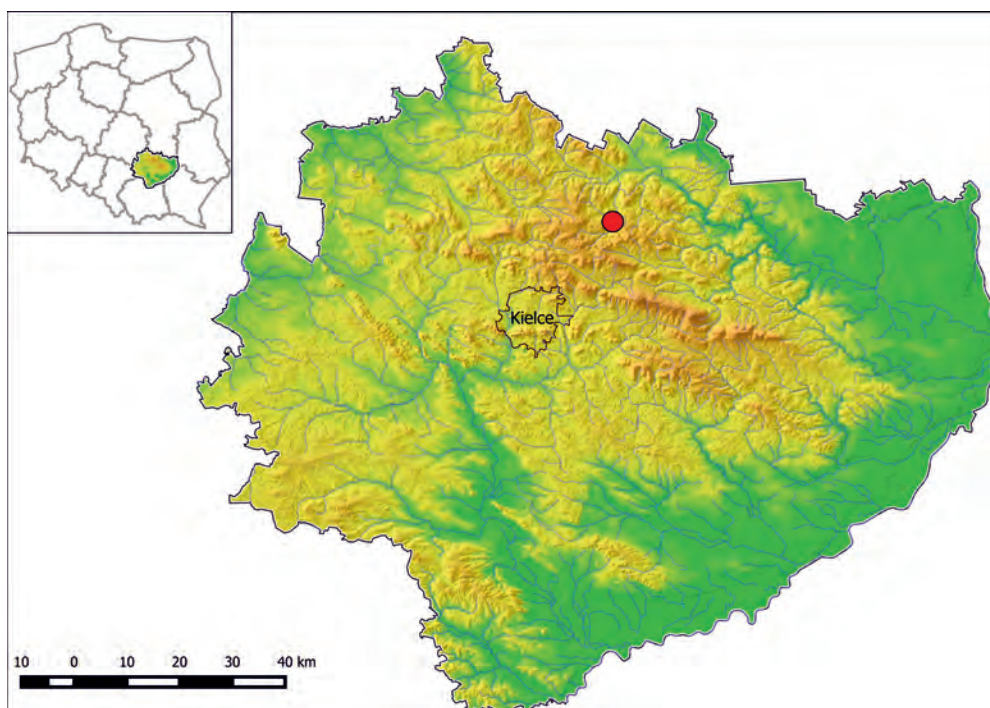
Doskonałym przykładem tego typu sytuacji są okolice młyna w Jędrowie (województwo świętokrzyskie), gdzie zachowała się wyraźna niecka dawnego stawu przemysłowego, przy którym działała niegdyś kuźnica. Działalność zakładu metalurgicznego w tym miejscu potwierdzają również liczne materiały kartograficzne. Stare mapy z różnych okresów pokazują liczne zmiany koryta Kamionki spowodowane działalnością kuźnicy oraz młyna (regulacja rzeki, powstanie i zanik stawów) (Przepióra 2017, Przepióra, Kalicki 2018, Kalicki i in. 2019c, 2019d).

Obecnie po wielu latach młyn w Jędrowie wraz z częścią jego dawnej infrastruktury hydrotechnicznej został odrestaurowany i trwają prace mające na celu wpisanie tego obiektu do listy zabytków (Kalicki, Przepióra 2019).

W związku z tym wykonano szereg badań, które miały za zadanie określić zasięg pozostałej infrastruktury zachowanej w formach terenu i osadach.

2. Lokalizacja i charakterystyka obszaru

Młyn w Jędrowie leży w środkowej części zlewni Kamionki. Jest to meandrująca, góraska rzeka o długości ok. 17 km w północnej części województwa świętokrzyskiego (powiat Skarżysko-Kamienna, gmina Suchedniów) (ryc. 1). Analizowany obszar usytuowany jest na Płaskowyżu Suchedniowskim (342.31), będącym częścią Wyżyny Kieleckiej (342.2) (Kondracki 1977, 2002).



Ryc. 1. Położenie obszaru badawczego; oprac. M. Frączek na podstawie danych pozyskanych z CODGIK (MGGP Aero, Nr GI-FOTO.703.44.2014)

Fig. 1. Location of the study area; ed. by M. Frączek based on data from CODGIK (MGGP Aero, No. GI-FOTO.703.44.2014)

Obszar badań położony jest w dolinie Kamionki, u wylotu z przełomu między wzgórzami zbudowanymi z piaskowców triasowych, a przed rozszerzeniem doliny w Kotlinie Suchedniowskiej, wypełnionej piaskami wodnolodowcowymi i przy zboczach gliną zwałową (ryc. 2). Nieco poniżej młyna wpada do Kamionki jej lewobrzeżny dopływ – Łosiennica.

Z obu stron doliny zachowana jest plejstocenska terasa 5–6 m n.p. rzeki zbudowana z piasków i żwirów rzeki roztokowej, lokalnie z wkładkami osadów stokowych, jak dokumentuje to profil poniżej Suchedniowa (Kalicki i in. 2017). Krawędzie terasy o kilkumetrowej wysokości porożcinane są erozyjnymi dolinkami, większymi (plejstocenskiimi) i mniejszymi (holocenskiimi), a także antropogenicznymi wyrobiskami (piaskowniami), których powstanie może być związane z okresem budowy kuźnicy lub młyna (ryc. 3). Młyn usytuowany jest na równinie zalewowej (ok. 1 m n.p.r.) zbudowanej z holocenskich aluwów rzeki meandrującej (Przepióra, Kalicki 2018).

Młyn wraz z pozostałą infrastrukturą hydrotechniczną położony jest na wąskiej (ok. 200 m) równinie zalewowej, na której zachowały się niewielkie starorzecza. W rzeźbie widoczne są również bardzo wyraźnie formy antropogeniczne (młynówka, wały, stawy, pozostałości śluzy) będące w większości pozostałościami po dawnej infrastrukturze hydrotechnicznej młyna i zapewne wcześniejszej kuźnicy (Przepióra i in. 2018).

Jędrów był niewielką wsią powstałą w miejscu funkcjonowania kuźnicy Andrissa, a obecnie jest częścią Suchedniowa, do którego został włączony jako jego południowy przysiółek. We wschodniej części Jędrowa dominuje zabudowa wiejska i pojedyncze domy jedno- i dwurodzinne, natomiast w zachodniej dominują łąki, nieużytki, a rzadziej, wciąż użytkowane, pola uprawne. W środkowej części osady znajduje się ceglany młyn zbudowany na prawym brzegu Kamionki.

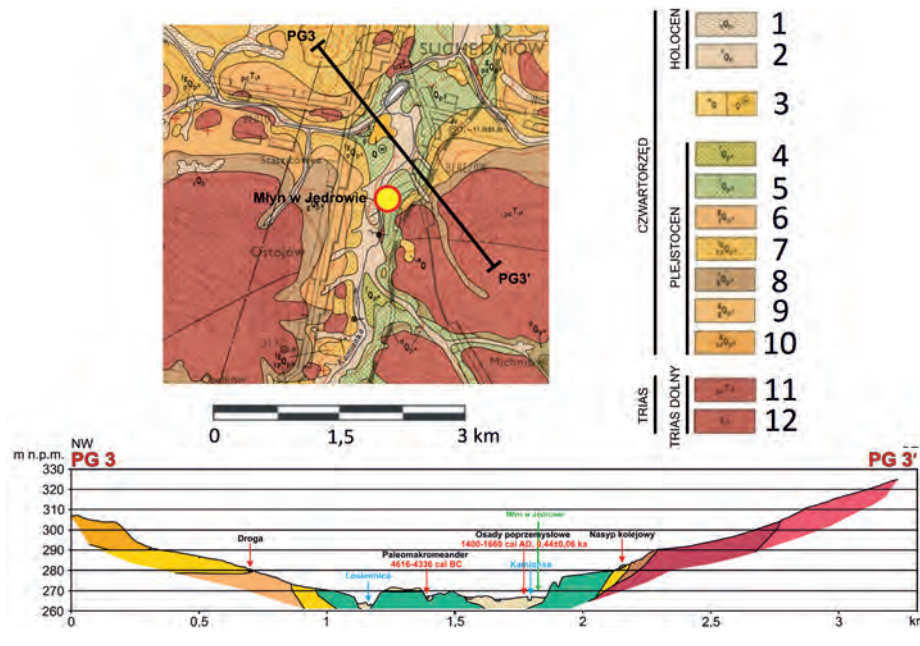
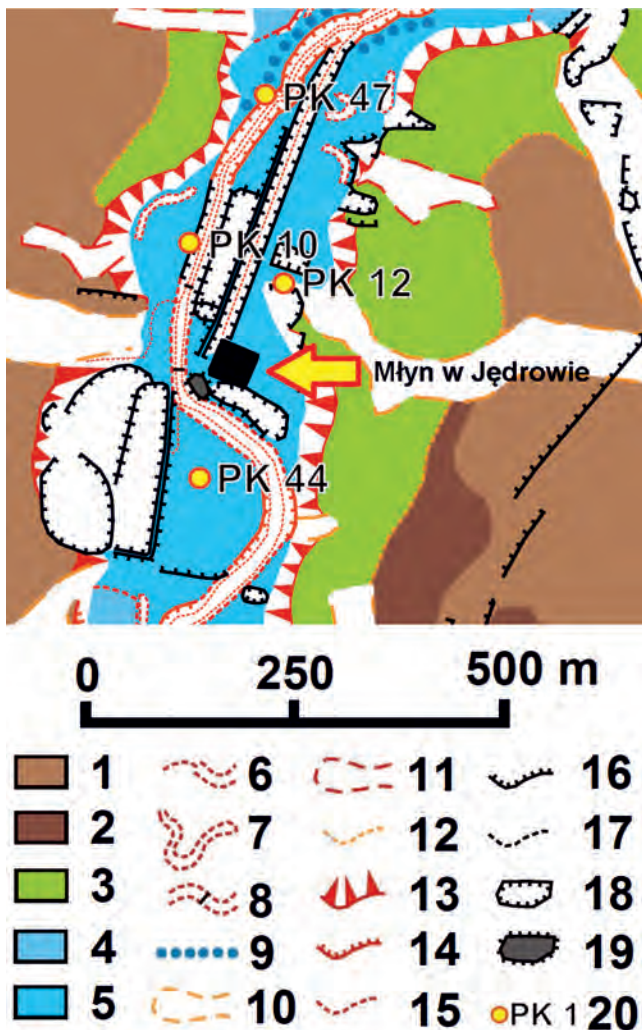


Fig. 2. Fragment of a 1:50,000 geological map of the catchment area, sheet 779, Skarżysko-Kamienna (Filonowicz 1978a, 1978b) and a geological cross-section through the Kamionka valley near the discussed area (Przepióra 2017). Explanations to the geological map: 1 – peats and peaty silts, 2 – river sediments in general, 3 – aeolian sands: aeolian sands in dunes, 4 – river sands of terraces 3–5 m above river level, 5 – sands and river gravels with lenses of solifluction clays and pebbles in the top, 6 – glacial gravels and boulders, 7 – gravel and glacial sands, 8 – clay loams and sandy loams with sandstone pebbles, waste, 9 – tills, 10 – sands and glacial clays, 11 – sandstones with clays, mudstones and pseudoolites, and gray slates with plant prints, 12 – sandstones and mudstones

Ryc. 2. Wycinek szczegółowej mapy geologicznej 1:50 000 obszaru zlewni, arkusz 779, Skarżysko-Kamienna (Filonowicz 1978a, 1978b) oraz przekrój geologiczny przez dolinę Kamionki w pobliżu omawianego obszaru (Przepióra 2017). Objasnienia do mapy geologicznej: 1 – torfy i namuły torfiaste, 2 – osady rzeczne w ogólności, 3 – piaski eoliczne: piaski eoliczne w wydmach, 4 – piaski rzeczne terasów 3–5 m n.p. rzeki, 5 – piaski i żwiry rzeczne z soczewkami glin soliflukcyjnych i otoczkami w stropie, 6 – żwiry i głązy lodowcowe, 7 – żwiry i piaski wodnolodowcowe, 8 – gliny ilaste i gliny piaszczyste z otoczkami piaskowców, zwierzelinowe, 9 – gliny zwałowe, 10 – piaski i gliny lodowcowe, 11 – piaskowce z wkładkami iłów, mułowców i pseudoolitów oraz szare łupki z odciskami roślin, 12 – piaskowce i mułowce



Ryc. 3. Wycinek mapy geomorfologicznej (Przepióra 2017). Objasnienia do mapy geomorfologicznej: 1 – stok o nachyleniu 2–6°, 2 – stok o nachyleniu powyżej 6°, 3 – plejstocenska terasa (3–5 m n.p.r.), 4 – równina zalewowa (2 m n.p.r.), 5 – równina zalewowa (1 m n.p.r.), 6 – koryto rzeczne, 7 – starorzecze holocenske, 8 – progi i jazy na rzece, 9 – wał przykorytowy, 10 – plejstocenske doliny fluwialno-denudacyjne, 11 – holocenske doliny fluwialno-denudacyjne, 12 – słabo widoczne krawędzie plejstocenske, 13 – większe krawędzie holocenske, 14 – krawędzie holocenske, 15 – słabo widoczne krawędzie holocenske, 16 – krawędzie antropogeniczne, 17 – słabo widoczne krawędzie antropogeniczne, 18 – antropogeniczne obniżenia, kopalnie odkrywkowe, wyrobiska, misy sztucznych zbiorników wodnych, 19 – antropogeniczne wyniesienia, hałdy

Fig. 3. A part of the geomorphological map (Przepióra 2017). Explanations for the geomorphological map: 1 – slope with a 2–6° gradient, 2 – slope with more than 6° gradient, 3 – Pleistocene alluvial terraces (3–5 m a.r.l.), 4 – floodplain (2 m a.r.l.), 5 – floodplain (1 m a.r.l.), 6 – riverbed, 7 – Holocene paleochannel, 8 – thresholds and weirs on the river, 9 – levee, 10 – Pleistocene fluvio-denudational valleys, 11 – Holocene fluvio-denudational valleys, 12 – blurred Pleistocene edges, 13 – bigger Holocene edges, 14 – Holocene edges, 15 – blurred Holocene edges, 16 – anthropogenic edges, 17 – blurred anthropogenic edges, 18 – anthropogenic depressions, opencast mines, excavations, artificial water reservoirs, 19 – heaps and embankments

3. Cel i metody badań

Celem artykułu jest rozpoznanie śladów powstałych w okresie działalności obecnie odrestaurowanego młyna i dawnej, nieistniejącej już kuźnicy, zachowanych w formach i osadach równiny zalewowej Kamionki w pobliżu Jędrowa. W tym celu posłużono się następującymi metodami badawczymi:

Metody terenowe:

- kartowanie geomorfologiczne,
- odwierty i profile geologiczne (wiertnia ręczna Eijkelkamp),
- analiza geofizyczna (Georadar ProEx firmy MALA z anteną 500 Mhz).

Metody laboratoryjne:

- analiza granulometryczna (zestaw sit testowych (2800–63 μm) oraz wytrząsarki laboratoryjne firmy Retsh oraz Morek-Multiserw),
- datowanie osadów metodą TL/OSL (analyzer naturalnych radionuklidów typ MAZAR – 01 oraz Laboratoryjne Czytniki Materiałów TL/OSL RA'04 Reader/Analyser),
- datowanie metodą ^{14}C (wykonane w Laboratorium Datowań Bezwzględnych w Skale),
- separacja makro- i mikroskopijnych fragmentów żużla z osadów pozakorytowych i jeziornych (przedział 600–212 μm) oraz ferromagnetycznych pozostałości

po działalności metalurgicznej w formie mikroskopijnych kulek żelaza (przedział 212–63 μm).

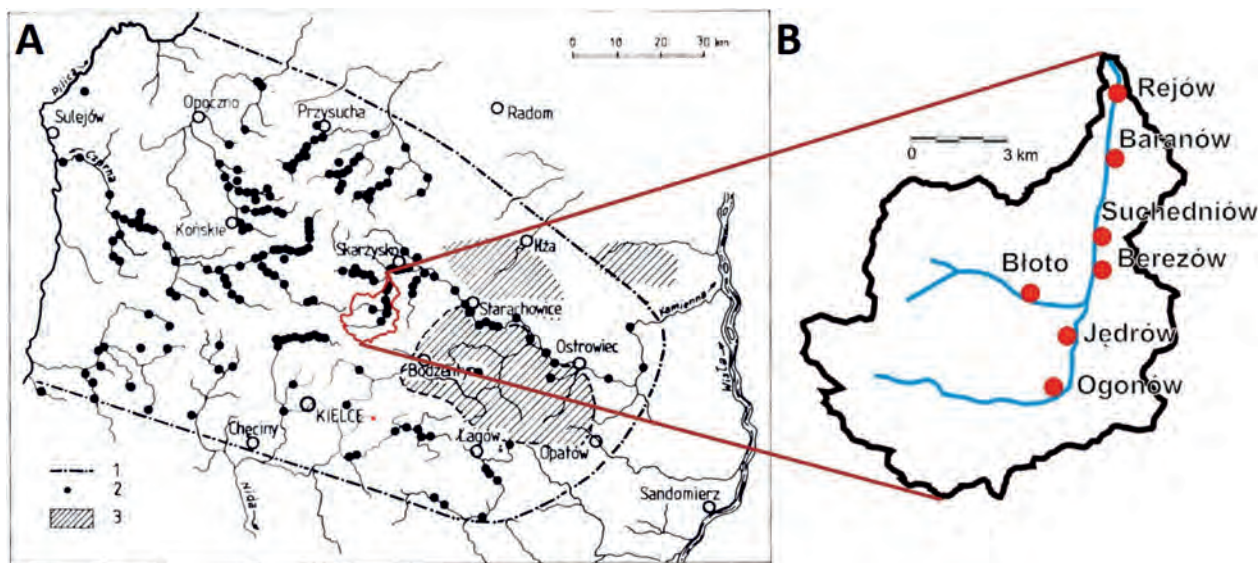
Metody kameralne:

- kwerenda materiałów historycznych,
- kwerenda materiałów publikowanych i niepublikowanych (artykuły, dokumentacje, praca doktorska w archiwum UJK),
- opracowanie graficzne map tematycznych.

4. Wyniki badań

4.1. Historia młyna

Kamionka już od czasów średniowiecza była intensywnie wykorzystywana przez człowieka jako źródło zasilania pobliskich zakładów metalurgicznych oraz młynów zbożowych funkcjonujących w granicach Staropolskiego Okręgu Przemysłowego (ryc. 4A). Wydobycie rudy żelaza na okolicznych wzgórzach spowodowało budowę licznych kuźnic wzdłuż całej rzeki. W całym dorzeczu Kamionki występowało ok. 7 kuźnic (ryc. 4B) (Bielenin 1993, Przepióra 2017). Jedna z nich funkcjonowała w miejscu obecnego młyna w Jędrowie. Pierwsze wzmianki o kuźnicy w tym miejscu pochodzą z 1530 roku, natomiast informacje o samym młynie pojawiają się w 1859 roku. W 1863 roku drewniana konstrukcja została spalona, a obecny, ceglany budynek funkcjonuje od 1911 roku (Piasta 2012, Przepióra 2017).



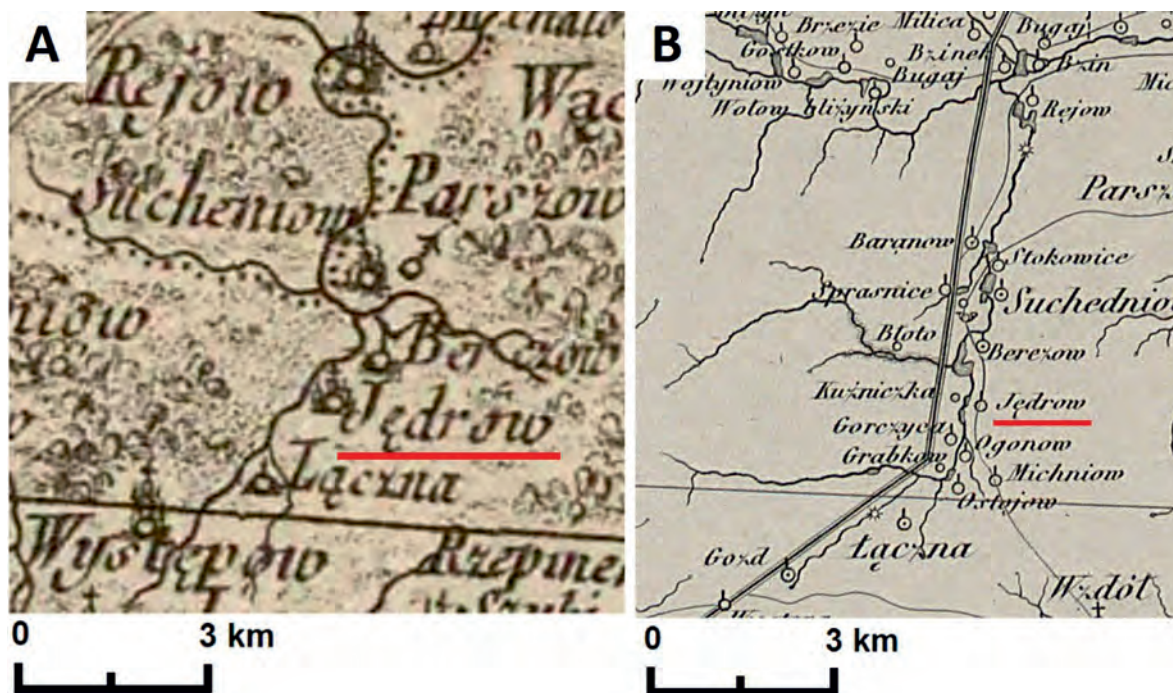
Ryc. 4. Lokalizacja zlewni Kamionki w granicach Staropolskiego Okręgu Przemysłowego (SOP) wg. Radwana (A) (Bielenin 1993); 1 – granice SOP, 2 – kuźnice, 3 – obszar działalności dymarskiej (hutnictwo prehistoryczne) oraz dokładne rozmieszczenie kuźnic na obszarze zlewni Kamionki w XVI w. w oparciu o mapę Zagłębia Staropolskiego (B) (Bielenin 1993, oprac. Przepióra 2017)

Fig. 4. Location of the Kamionka catchment in the boundaries of the Old Polish Industrial District (OPID) by Radwan (A) (Bielenin 1993); 1 – OPID boundaries, 2 – forges, 3 – bloomery development area (prehistoric smelting) and the exact location of forges in the Kamionka catchment area in the 16th c. based on the map of the Old Polish Industrial District (B) (Bielenin 1993, ed. by Przepióra 2017)

Funkcjonowanie w tym miejscu kuźnicy, a następnie młyna potwierdzają liczne materiały archiwalne, w tym kartograficzne (Przepióra i in. 2017, 2018), m.in. mapy Carte de la Pologne z 1772 roku (ryc. 5A) czy Karty dawnej Polski z 1859 roku (ryc. 5B).

Powstanie w środkowej części zlewni centrów metalurgicznych przyczyniło się do licznych przekształceń rzeźby terenu, w tym do przeobrażenia niektórych odcinków

koryta. Przeważnie były to sztuczne kanały, młynówki oraz stawy o różnych rozmiarach. Niektóre zbiorniki wodne były wielokrotnie przebudowywane. Mniejsze zbiorniki były osuszane lub ich przeznaczenie ulegało zmianie (ryc. 6). Po wielu pozostała jedynie stara infrastruktura funkcjonująca przy nich młynów. Młyn w Jędrowie wraz z otaczającym go terenem doskonale wpisuje się w przedstawiony wcześniej opis.



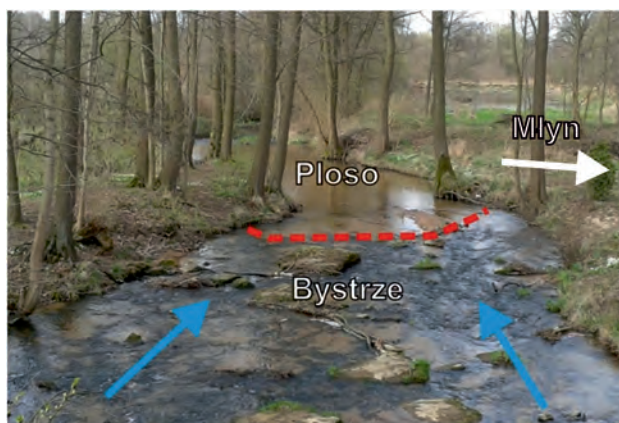
Ryc. 5. Obszar zlewni Kamionki przedstawiony na wycinku mapy Carte de la Pologne (A) (Rizzi Zannoni 1772) oraz rozmieszczenie zakładów hutniczych i młynów w połowie XIX wieku na wycinku Karty dawnej Polski (B) (Chrzanowski 1859, oprac. Przepióra 2017)
 Fig. 5. The Kamionka catchment area shown a fragment of the Carte de la Pologne map (A) (Rizzi Zannoni 1772) and the location of metallurgical facilities and water mills in the middle of the 19th c. on a fragment of the Map of Ancient Poland (B) (Chrzanowski 1859, ed. by Przepióra 2017)



Ryc. 6. Zmiany koryta Kamionki na przestrzeni ostatnich stuleci w oparciu o materiały kartograficzne na odcinku rzeki w pobliżu Jędrowa (Przepióra, Kalicki 2018)
 Fig. 6. The Kamionka riverbed changes over the last centuries based on cartographic materials of the river section near Jędrów (Przepióra, Kalicki 2018)

W miejscach funkcjonowania kuźnic i młynów, napędzanych energią wodną, wznoszono zapory i jazy na rzece oraz powstawały niewielkie stawy przemysłowe. Na przełomie XIX i XX wieku przemysł metalurgiczny oparty na kuźnicach i fryszerkach upadł, co doprowadziło do porzucenia i niszczenia infrastruktury hydrotechnicznej. Do połowy XX wieku funkcjonowały jeszcze tylko nieliczne młyny, a po ich upadku nastąpiło niszczenie zapór na rzece i osuszenie stawów. Często resztki betonowych konstrukcji trafiły do koryta. Na krótkich odcinkach rzeki poniżej dawnych zapór nastąpiła zmiana rozwinięcia koryta – zaczęły formować się bystrza i plosa (*step-pool system*). Za przykład takiej transformacji może służyć odcinek Kamionki przy starym młynie w Jędrowie poniżej zapory (ryc. 7). W miejscu dawnych, wypełnionych osadami i osuszonych stawów powstawała równina zalewowa, tak jak miało to miejsce w Jędrowie.

W 2016 roku odrestaurowano zaporę przy młynie w Jędrowie. Przyczyniło się to do ponownego zalania fragmentu obszaru, gdzie niegdyś znajdował się historyczny staw. Prowadzone prace renowacyjne młyna i odbudowa zapory prowadzi do kolejnych przemian koryta Kamionki na tym odcinku (Przepióra 2017).



Ryc. 7. Odcinek rzeki w Jędrowie, gdzie zdeponowane zostały pozostałości po betonowej zaporze. Powstały w tym miejscu bystrza i znajdujące się kilkanaście metrów niżej plosa. Strzałki wskazują kierunek płynięcia rzeki. Fotografia została wykonana z pomostu na nowej zaporze w 2016 roku (Przepióra 2017)

Fig. 7. A river section in Jędrów, where the remains of a concrete dam elements were deposited. A riffle formed in this place and a stream pool a dozen meters downstream. The arrows show the direction of the river flow. The photo was taken from the bridge on the new dam in 2016 (Przepióra 2017)

4.2. Formy i osady

Ślady poprzemysłowej przeszłości Jędrów znajdują się w aluwkach równiny zalewowej na północ od młyna. Są to głównie liczne fragmenty ceramiki współczesnej (ryc. 8A) oraz żużle (ryc. 8B) zalegające w wypełnieniach starorzeczy (ryc. 8C, ryc. 8D) (Przepióra 2017).

W profilu wykonanym na brzegu Kamionki, bliżej ujścia młynówki, występują osady starorzeczne przykryte osadami pozakorytowymi. Widoczne są w nich trzy ciemniej-

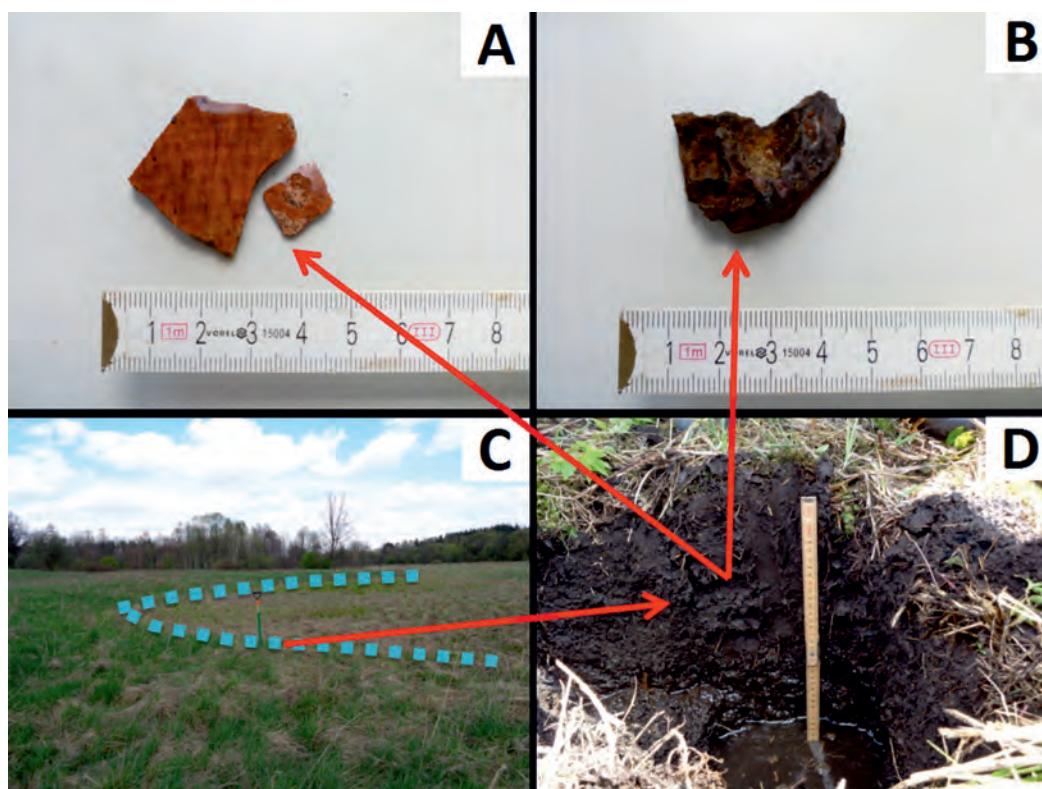
sze, jasnobrązowe warstwy z wkładkami węgla drzewnych o rozmiarach ok. 2 cm. Stosunkowo duże rozmiary węgla oraz ich znaczne nagromadzenia mogą być związane z bliskim sąsiedztwem dawnej kuźnicy w miejscu obecnego młyna w Jędrowie. Datowania metodą OSL ($0,44 \pm 0,06$ ka; UJK-OSL-68) oraz ^{14}C (40 ± 80 BP czyli 1799–1943 cal. AD; MKL-3250) sugerują, że materiał ten odkładał się w okresie budowy w tym miejscu pierwszych kuźnic (ryc. 9) (Przepióra 2017, Kalicki i in. 2019c).

Na obecnej równinie zalewowej na południowy zachód od młyna widoczne są ślady po dawnych zbiornikach wodnych. Zbiorniki te zapewniały energię dla napędzanych kołem wodnym młynów, kuźnic i fryszerok. Obszar ten jest otoczony fragmentami wałów ziemnych (najpewniej pozostałości stawów hodowlanych, podobnie jak na północ od młyna) (ryc. 10). Stawy te istniały jeszcze w drugiej połowie XX wieku, lecz po osuszeniu stały się one częścią równiny zalewowej. Lokalnie ślady po tych stawach są słabo widoczne i ich zlokalizowanie umożliwia dopiero odwierty, w których spotykane są czasem mięszsze warstwy złożone z odpadów poprodukcyjnych (żużli), czego przykładem jest obszar dawnego stawu w pobliżu młyna w Jędrowie (ryc. 11) (Przepióra 2017, Kalicki i in. 2019a, 2019c).

Odkryty w osadach jeziornych żużel (ryc. 11) potwierdza funkcjonowanie kuźnicy w miejscu obecnego młyna w Jędrowie lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Do końca lat 70. ubiegłego wieku znajdował się tu niewielki staw młyński (Przepióra 2017).

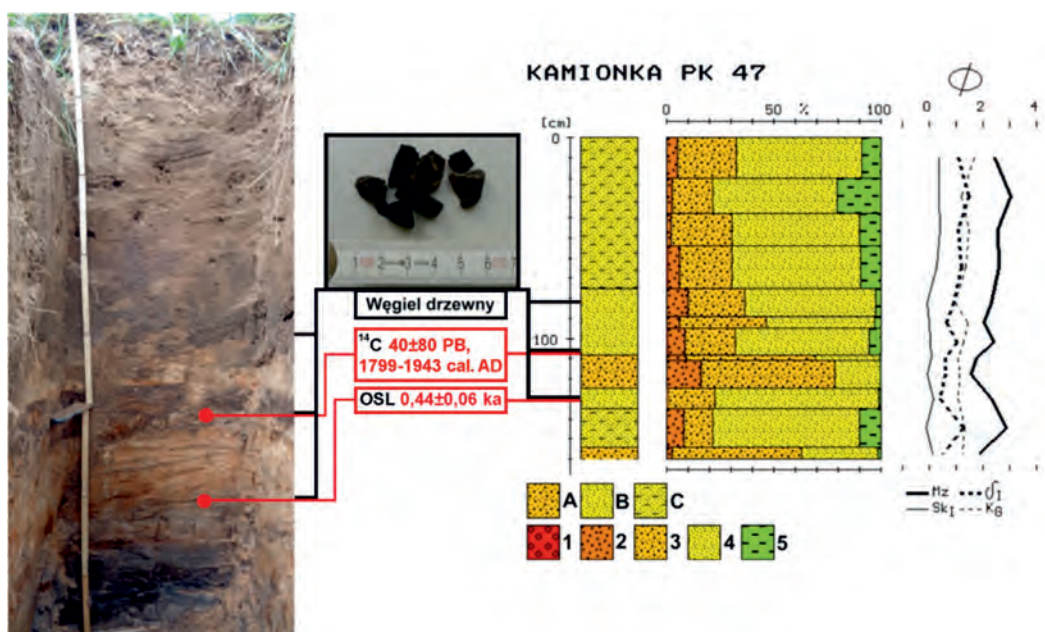
Obszar dawnego stawu został przeanalizowany z użyciem nieinwazyjnej metody geofizycznej georadaru. Wykonano łącznie 4 echogramy, których rozmieszczenie uwarunkowane było objęciem całego obszaru niecki dawnego zbiornika (ryc. 12). Szczegółowa analiza wygenerowanych echogramów pozwoliła na zlokalizowanie m.in. granic dawnego zbiornika wodnego oraz zmiany w osadach wypełniających jego dno.

Pierwsze trzy echogramy poprowadzono wzdłuż misy dawnego zbiornika w kierunku wschód–zachód. Przekrój PJ1 (ryc. 12, ryc. 13) usytuowany jest w południowej części badanego obszaru i ma długość ok. 110 m. Maksymalny zasięg sygnału sięga ok. 4 m w głąb gruntu, natomiast większość anomalii widoczna jest do głębokości ok. 2 m. Od ok. 20. metra (dystans) do końca profilu widoczny jest jeden ciąg anomalii sięgający do 3 m głębokości, natomiast na 35. metrze widoczna jest anomalia, która sięga do 4 m głębokości. Przekrój PJ3 (ryc. 12, ryc. 13) zlokalizowany jest w środkowej części zbiornika i ma długość 110 m. Maksymalny zasięg sygnału również sięga ok. 4 m głębokości. Anomalie w tym echogramie są widoczne do maksymalnie 3 m głębokości i ich największa liczba znajduje się we wschodniej części przekroju. Kolejny echogram PJ4 (ryc. 12, ryc. 13) wykonano w północnej części dawnego zbiornika. Przekrój ten jest krótszy ze względu na zwięzanie się misy zbiornika i wynosi ok. 80 m. Maksymalny zasięg sygnału ma ok. 3,5 m głębokości. Na ok. 1 m głębokości widoczna jest anomalia, która zaczyna się na początku profilu i kończy na ostatnim metrze przekroju.



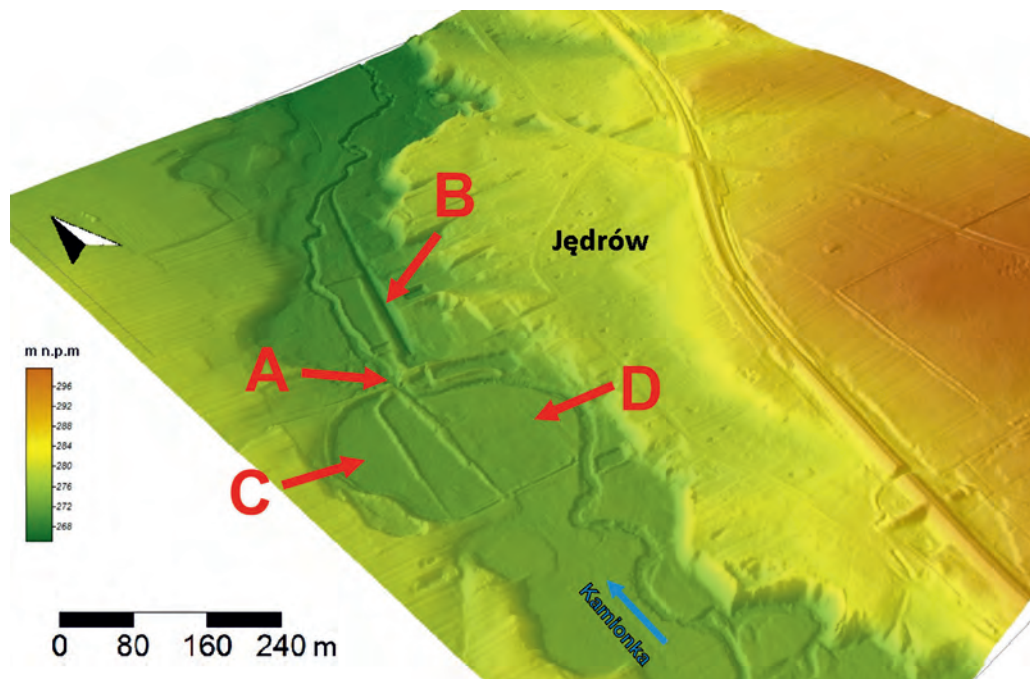
Ryc. 8. Liczne fragmenty współczesnej ceramiki (A) i żużli (B) zalegające w osadach wypełnienia młodego paleomeandra (C) w słabo rozłożonych torfach (D)

Fig. 8. Numerous fragments of modern ceramics (A) and slags (B) lying in the sediments filling the young paleomeander (C) in poorly decomposed peat (D)



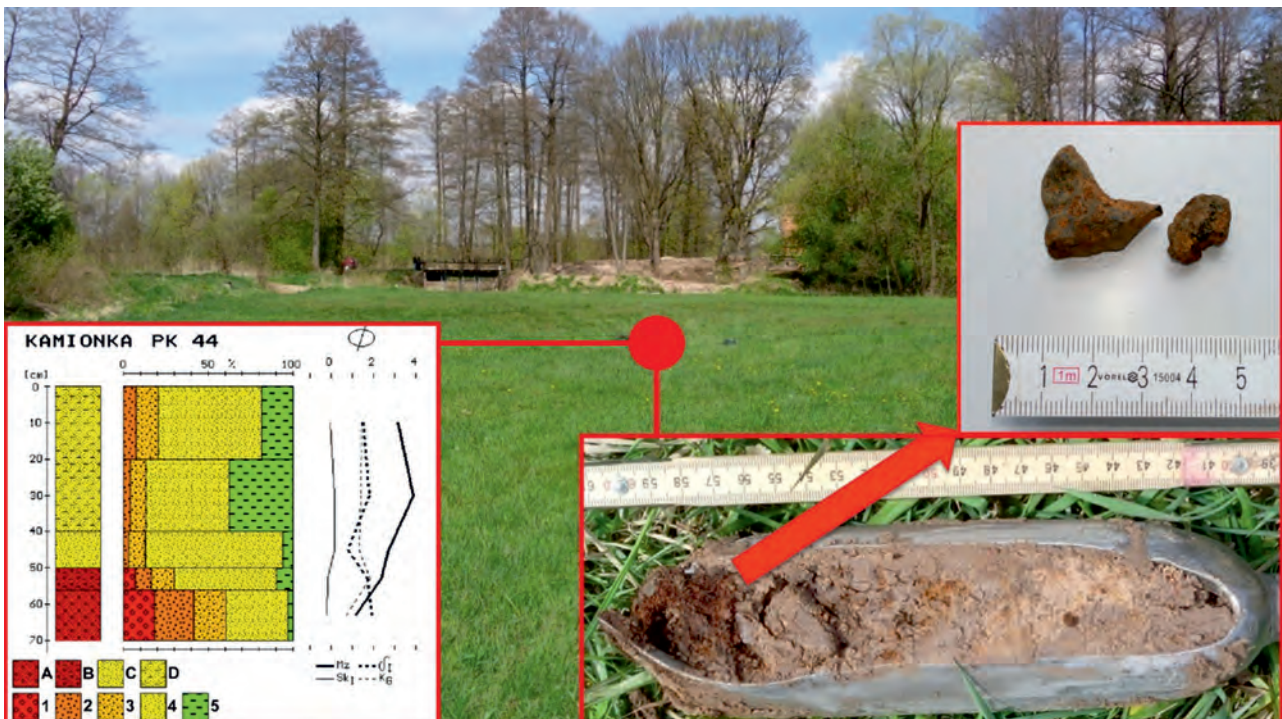
Ryc. 9. Profil PK 47 wykonany przy korycie rzeki nieopodal Jędrów, granulometria i datowania OSL i ^{14}C
 Litologia: A – piaski średnie, B – piaski drobne, C – piaski zaglinione; frakcje: 1 – żwir (<-1 ϕ), 2 – piaski grube (-1 – 1 ϕ), 3 – piaski średnie (1 – 2 ϕ), 4 – piaski drobne (2 – 4 ϕ), 5 – pyły i iły (>4 ϕ); Parametry Folk-Warda: Mz – średnia średnica, δ_1 – odchylenie standardowe, Sk₁ – skośność, K_G – kurtoza; (Przepióra 2017)

Fig. 9. PK 47 profile made near the river bed in Jędrów, granulometry and OSL and ^{14}C datings
 Lithology: A – medium sands, B – fine sands, C – silty sands; fractions: 1 – gravels (<-1 ϕ), 2 – coarse sands (-1 – 1 ϕ), 3 – medium sands (1 – 2 ϕ), 4 – fine sands (2 – 4 ϕ), 5 – silts and clays (>4 ϕ); Folk-Ward's distribution parameters of grain size: Mz – mean size, δ_1 – standard deviation, Sk₁ – skewness, K_G – kurtosis; (Przepióra 2017)



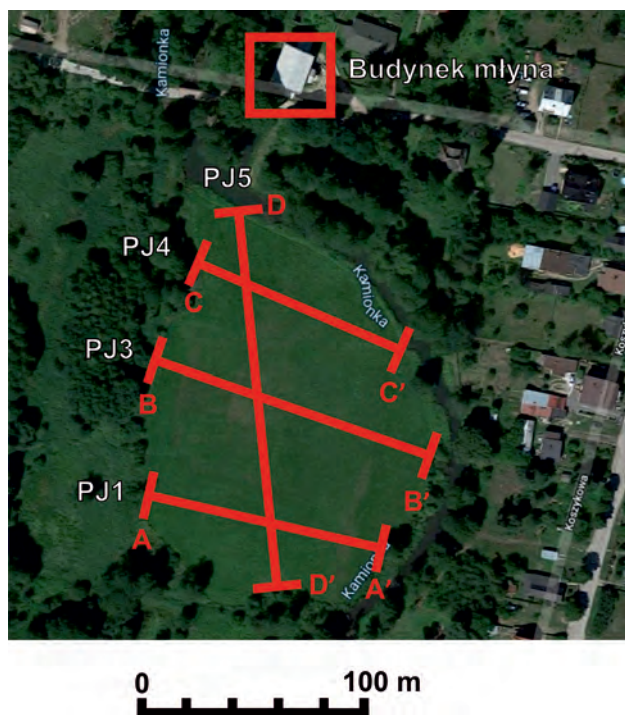
Ryc. 10. Rozmieszczenie głównych elementów infrastruktury hydrotechnicznej na badanym obszarze; A – budynek młyna oraz jaz na rzece, B – młynówka, C – dawny zbiornik hodowlany z zachowanymi groblami, D – misa dawnego zbiornika przemysłowego; oprac. M. Frączek na podstawie danych pozyskanych z CODGiK (MGGP Aero, Nr GI-FOTO.703.44.2014)

Fig. 10. Location of the main elements of hydrotechnical infrastructure in the studied area; A – water mill building and weir on the river, B – mill race, C – former fish reservoir with preserved dykes, D – former industrial reservoir area; ed. by M. Frączek based on data from CODGiK (MGGP Aero, No. GI-FOTO.703.44.2014)



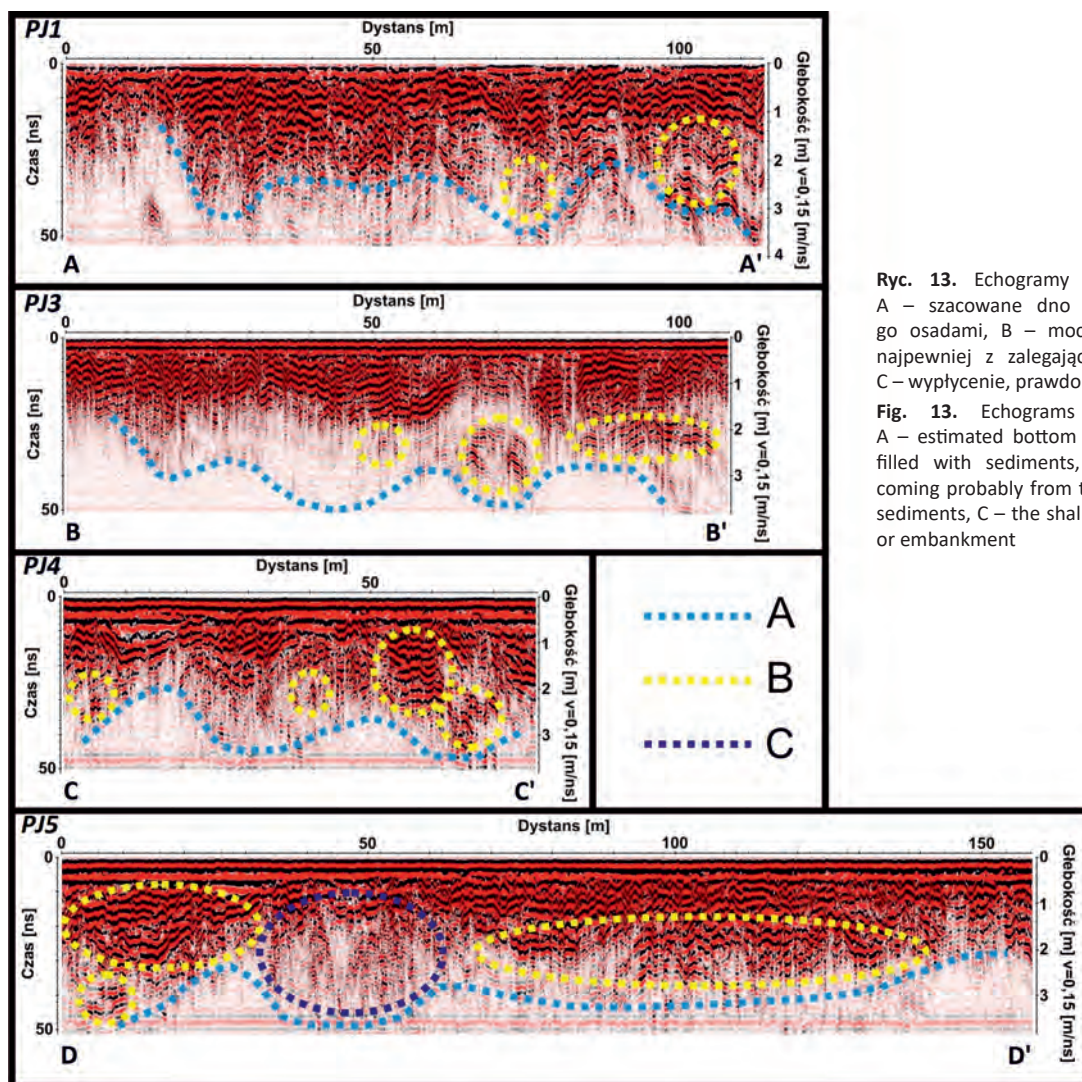
Ryc. 11. Odwiert wykonany w misie dawnego stawu w Jędrowie; Litologia: A – piasek ze żwirem, B – piasek ze żwirem zagliniony, C – piaski drobne, D – piaski zaglinione; frakcje: 1 – żwir ($<-1\phi$), 2 – piaski grube ($-1 - 1\phi$), 3 – piaski średnie ($1 - 2\phi$), 4 – piaski drobne ($2 - 4\phi$), 5 – pyły i iły ($>4\phi$); Parametry Folk-Warda: Mz – średnia średnica, δ_i – odchylenie standardowe, Sk_i – skośność, K_G – kurtoza; (Przepióra 2017)

Fig. 11. Borehole made in the former pond area in Jędrów; lithology A – sand with gravels, B – silty sand with gravels, C – fine sands, D – silty sands; fractions: 1 – gravels ($<-1\phi$); 2 – coarse sands ($-1 - 1\phi$), 3 – medium sands ($1 - 2\phi$), 4 – fine sands ($2 - 4\phi$), 5 – silts and clays ($>4\phi$); Folk-Ward's distribution parameters: Mz – mean size, δ_i – standard deviation, Sk_i – skewness, K_G – kurtosis; (Przepióra 2017)



Ryc. 12. Rozmieszczenie echogramów w dnie misy dawnego stawu w Jędrówie na ortofotomapie (geportal.gov.pl)

Fig. 12. Location of the echograms in the bottom of the former pond in Jędrów area on an orthophotomap background (geportal.gov.pl)

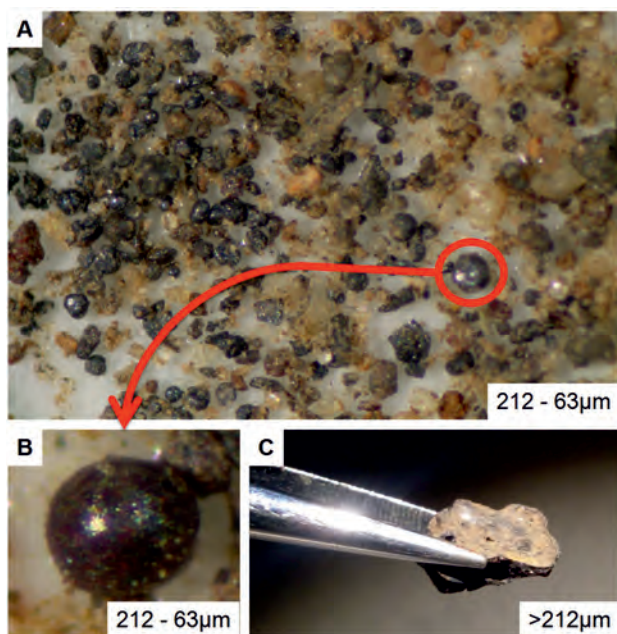


Ryc. 13. Echogramy wraz z interpretacją; A – szacowane dno zbiornika wypełnionego osadami, B – mocny sygnał pochodzący najpewniej z zalegających w osadach żużli, C – wypływanie, prawdopodobnie wał lub nasyp

Fig. 13. Echograms with interpretation; A – estimated bottom of the water reservoir filled with sediments, B – a strong signal coming probably from the slag deposits in the sediments, C – the shallow area, probably dike or embankment

Przekrój PJ5 (ryc. 12, ryc. 13) jest przekrojem podłużnym misy zbiornika o orientacji NS. Jest on ułożony prostopadłe do reszty echogramów i ma długość ok. 160 m. Maksymalny zasięg sygnału osiąga ok. 3 m głębokości. Na tym echogramie wyraźna jest anomalia, która rozciąga się od ok. 5 m do 22 na maksymalnej głębokości 2,8 m, a następnie wypłyca się do ok. 0,5 metra na 32. metrze, następnie widoczne jest ponowne pojawienie się kolejnych anomalii na tej samej głębokości, które ciągną się od 60. metra aż do końca przekroju.

Poniżej dawnego zbiornika w Jędrowie ok. 450 m w dół rzeki w pobliżu ujścia młynówki do Kamionki wykonano odwierty, z których pozyskano materiał do analizy makro- i mikrożużli. Wyniki tych analiz wykazały występowanie tutaj licznych, niewielkich (>212 μm) fragmentów żużli zalegających w osadach pozakorytowych (ryc. 14C) oraz charakterystycznych, mikroskopijnych kulek żelaza (212–63 μm), które zostały odseparowane przy pomocy magnezu (ryc. 14A, ryc. 14B). W jednym z odwiertów wykonanych w pobliżu krawędzi terasy plejstoceńskiej natrafiono na nagromadzenie dużych, kilkucentymetrowych fragmentów żużli występujących w osadach piaszczystych (żuźłowisko?).



Ryc. 14. Resztki przemysłowe pochodzące z dawnej kuźnicy odkryte w osadach pozakorytowych ok. 450 m poniżej zbiornika w Jędrowie; A – mikroskopijne kulki żelaza pochodzenia antropogenicznego, B – zbliżenie, C – makroskopijne fragmenty żużla

Fig. 14. Post-industrial remains from the former forge discovered in overbank sediments about 450 m downstream of the Jędrów reservoir; A – microscopic iron balls of anthropogenic origin, B – close-up view, C – macroscopic slag fragments

5. Dyskusja

Na równinie zalewowej, na obszarze której znajduje się budynek młyna, zachował się szereg różnych elementów infrastruktury hydrotechnicznej (ryc. 10). Odbudowany został jaz i pomost, oczyszczono część młynówki, której całkowita długość przekracza 340 m i zrekonstruowano fragment ok. 100 metrowego wału. Budynek młyna wraz z bezpośrednio przyległymi obiektami hydrotechnicznymi

również został odnowiony. W dobrym stanie zachowały się tu takie elementy infrastruktury hydrotechnicznej, jak ponad 300 metrowa młynówka i niecka 1,5 ha, obecnie załadowanego stawu młyńskiego znajdującego się na południe od młyna.

Przez stulecia znajdował się tu staw przemysłowy (przy kuźnicy), o czym świadczą resztki przemysłowe (żuźle, węgle drzewne) w osadach jeziornych oraz pozakorytowych. Występujące w osadach żuźle są pozostałościami po działalności kuźnicy, co potwierdzają badania z innych regionów Europy, m.in. z Ardenów (Houbrechts, Petit 2004, Houbrechts 2007, Notebaert i in. 2011). Po upadku przemysłu zbiornik ten był następnie wykorzystywany przez młyn wodny. Wiele podobnych stawów na Kamionce tworzyło antropogeniczny system małej retencji, co dodatkowo łagodziło ewentualne wezbrania na rzece (Kalicki i in. 2019c, 2019d). Obecnie obszar ten jest częścią równiny zalewowej. W pobliżu młyna zachowały się też stawy hodowlane (dwa powyżej młyna o rozmiarach ok. 85 i 75 arów i jeden 72 arowy poniżej) otoczone wciąż widocznymi w terenie wałami (łącznie ok. 900 m długości) (ryc. 3) wraz z ruinami upustu oraz resztki dawnej zapory, które tworzą bystrze w korycie Kamionki (ryc. 7). Należy podkreślić, że przez ostatnie stulecia teren wokół młyna nie był jednakowo zagospodarowany, o czym świadczą materiały kartograficzne. Natomiast widoczne są stawy (1801–1859) pojawiające się powyżej i poniżej młyna, które następnie znikają (1873–1927) i w ich miejscu pojawiają się kolejne, mniejsze (1938) (ryc. 6). Funkcjonowanie tych mniejszych stawów potwierdzają m.in. analizy georadarowe, które wykazały występowanie dwóch dużych anomalii oddzielonych wyraźnym wypłytem (wałem?), które są widoczne w echogramie PJ5 (najpewniej są to zagłębienia wypełnione osadami jeziornymi). Liczne mniejsze, ale wyraźne anomalie można wiązać z występowaniem w osadach jeziornych żużli pochodzących z okresu działalności kuźnicy w Jędrowie (ryc. 13). Przy zwartej pokrywie roślinnej w rozszyfrowaniu pozostałości infrastruktury hydrotechnicznej bardzo pomocny był numeryczny model terenu. Pozwolił on zinventaryzować wklęsłe i wypukłe formy antropogeniczne. Tworzą one stosunkowo dobrze zachowany system infrastruktury hydrotechnicznej młyna i zapewne dawnej kuźnicy (ryc. 10).

Odkryte w osadach pozakorytowych liczne żuźle i mikroskopijne kulki żelaza (mikrosfery) (ryc. 14) są doskonałym markerem świadczącym o funkcjonowaniu w najbliższej okolicy zakładu hutniczego (por. Richeudeau, 1977, Houbrechts, Petit 2006, Houbrechts 2007). Większe fragmenty żużla zalegają w osadach na różnych głębokościach, co świadczy o ich redepozycji przez ostatnie stulecia uregulowaną rzeką. Mniejsze, żelazne kulki, często puste w środku powstawały w wysokich temperaturach podczas wytopienia rudy żelaza w piecach zakładów hutniczych. Były one przenoszone przez wiatr, a następnie redeponowane i przykrywane osadami pozakorytowymi. Pochodzenie powstałych w osadach warstw przemysłowych zawierających m.in. węgielki drzewne potwierdzają daty OSL i ^{14}C , które wpisują się w działalność XIX w. kuźnicy w Jędrowie (Piasta 2012), jak również w okres wzmożonej działalności mielerzy, w których wytwarzano węgiel drzewny (Rutkiewicz i in. 2017, 2019).

6. Wnioski

Młyn w Jędrowie jest jednym z niewielu tego typu obiektów w regionie świętokrzyskim, który zachował się w tak dobrym stanie. Dotyczy to również samej infrastruktury hydrotechnicznej w jego najbliższym otoczeniu. Mimo że duża jej część już nie funkcjonuje, to jest ona nadal widoczna w rzeźbie, pozostałe zaś elementy dopiero są odkrywane przy pomocy numerycznego modelu terenu i szczegółowych analiz specjalistycznych (georadar). Podobnie jak wiele tego typu obiektów należących do Staropolskiego Okręgu Przemysłowego, bardzo czytelne są zachowane ślady po działalności metalurgicznej, na które można trafić w formach (żużłowisko, infrastruktura hydrotechniczna kuźnicy) oraz w osadach (makro- i mikrożuże, mikroskopijne kulki żelaza). Sam budynek został obecnie odrestaurowany przez nowych właścicieli i prace przywracające dawną świetność tego obiektu nadal trwają. Ponownie uruchomiono część odnowionej infrastruktury (jaz), co może prowadzić do kolejnych zmian w sposobie sedymentacji osadów poniżej młyna.

Obecny stan młyna przyczynił się do podjęcia czynności mających na celu wpisanie tego obiektu do rejestru zabytków i objęcia go ochroną konserwatorską. Jest to niezwykle ważne ze względu na ochronę zabytkowego młyna, ale i zachowania dziedzictwa przemysłu metalurgicznego Staropolskiego Okręgu Przemysłowego, który również pozostawił po sobie wyraźne ślady w okolicznym krajobrazie (Kalicki i in. 2019a).

Podziękowania

Serdeczne podziękowania kierujemy do Marcina Frączka, Ellynn Bertemes, Michała Aksamita oraz Pauliny Grzeszczyk za pomoc w pracach terenowych i laboratoryjnych. Szczególnie podziękowania należą się Świętokrzyskiemu Wojewódzkiemu Konserwatorowi Zabytków, Pani Annie Żak, na której zlecenie wykonana została ekspertyza geoarcheologiczna. Również serdecznie dziękujemy Pani Annie Mazur-Orłowskiej i Piotrowi Orłowskiemu, obecnym właścicielom młyna w Jędrowie, którzy umożliwili przeprowadzenie badań w jego bezpośrednim otoczeniu.

7. Literatura

Aksamit, M., Kuształ, P., Kalicki, T., Grzeszczyk, P., Przepióra, P., 2019. Silting of the Sielpia water reservoir in the 20th and 21st c. (central Poland). *Geobalcanica Proceedings Book 2019, Physical Geography*, 101–105.

Bielenin, K., 1993. Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w Górach Świętokrzyskich. *Kieleckie Towarzystwo Naukowe*, Kielce, 10–12.

Chrabąszcz, M., Kalicki, T., Przepióra, P., Frączek, M., 2017. Zmiany koryta dolnej i środkowej Wiernej Rzeki od XVIII wieku. *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Geographica Physica* 16, 5–13.

Chrzanowski, W., 1859. *Karta dawnej Polski*.

Filonowicz, P., 1978a. *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50000*, ark. Skarżysko-Kamienna. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.

Filonowicz, P., 1978b. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50000*, ark. Skarżysko-Kamienna. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.

Herget, J., 1998. Anthropogenic influence on the development of the Holocene terraces of the river Lippe, Germany, [w:] Benito, G., Baker, V.R., Gregory, K.J. (red.), *Palaeohydrology and environmental change*. Wiley, Chichester, 167–179.

Houben, P., Wunderlich, J., Schrott, L., 2009. Climate and long-term human impact on sediment fluxes in watershed systems. *Geomorphology* 108(1–2), 1–7.

Houbrechts, G., 2007. La sidérurgie proto-industrielle dans le bassin de la Lienne. De la Meuse à l'Ardenne, Entre Ardenne et Meuse ASBL, 39, 34–63.

Houbrechts, G., Petit, F., 2003. Utilisation des scories métallurgiques en dynamique fluviale: détermination de la compétence effective des rivières et estimation des vitesses de progression de leur charge de fond/Utilisation of metallurgic slags for the study of fluvial dynamics: determination of the effective competency of rivers and estimation of the transit time of sedimentary waves. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement*, Janvier–mars, 9(1), 3–12.

Houbrechts, G., Petit, F., Kalicki, T., 2003. Metallurgic slags of the last centuries as a tracer in archaeological and palaeogeographical studies in Arden (Belgium). Final Programme and Abstracts of 9th Annual Meeting of European Association of Archaeologists, 10th–14th September 2003, St. Petersburg, 17–18.

Houbrechts, G., Petit, F., 2004. Evolution des techniques sidérurgiques pré-industrielles et aperçu des critères de localisation de la métallurgie en «Terre de Durbuy». *Terre de Durbuy* 89, 3–29.

Houbrechts, G., Petit, F., Kalicki, T., 2004. Rozwój metalurgii a sedymentacja fluwialna z ostatnich stuleci w ardeńskich dopływach Mozy (Belgia), [w:] Michalczyk, Z. (red.), *Badania geograficzne w poznawaniu środowiska*. Lublin, 192–194.

Houbrechts, G., Petit, F., 2006. Utilisation des microscories métallurgiques comme traceur de la sédimentation dans les plaines alluviales des rivières ardennaises. *University of Liege*, 95–98.

Kalicki, T., 2006. Zapis zmian klimatu oraz działalności człowieka i ich rola w holocenijskiej ewolucji dolin środkowoeuropejskich. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 204, Warszawa.

Kalicki, T., Przepióra, P., Podrzycki, Ł., 2017. Osady i wiek wyższej terasy Kamionki na odcinku Suchedniów–Rejów. *Acta Geographica Lodziana* 106, 53–64.

Kalicki, T., Przepióra, P. (przy współpr. z Chwałkiem, S. i Frączkiem, M.) 2019a. Lokalizacja oraz zasięg historycznego układu hydrotechnicznego z młynem wodnym w Jędrowie (obecnie: ul. Koszykowa 18b w Suchedniowie) – ekspertyza geoarcheologiczna. Zlecone przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Kielcach.

Kalicki, T., Chrabąszcz, M., Frączek, M., Fularczyk, K., Kłusakiewicz, E., Kuształ, P., Małęga, E., Przepióra, P., 2019b. Zapis zmian antropogenicznych w formach i osadach dolin świętokrzyskich, [w:] Zeber-Dzikowska, I., Chmielewski, J. (red.), *Środowisko – współczesne dylematy/Environment – contemporary dilemmas*. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 247–280.

Kalicki, T., Frączek, M., Przepióra, P., Kuształ, P., Kłusakiewicz, E., Małęga, E., 2019c. Late Quaternary geomorphology and geoarchaeology in the rivers of the Holy Cross Mountains region, Central Europe. *Quaternary Research* 91(2), 584–599.

Kalicki, T., Przepióra, P., Aksamit, M., Frączek, M., Kłusakiewicz, E., Grzeszczyk, P., 2019d. Forming and disappearance of small retention system in the postindustrial area – case study from the central section of the Kamionka river valley (Central Poland) since the 18th century. *Acta Geobalcanica* 5(1), 29–34.

Kaniecki, A., 1999. Młyny wodne w dawnym Poznaniu i ich wpływ na przeobrażenie stosunków wodnych. *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Geografia* 29, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń.

Klimek, K., 1999. A 1000 year alluvial sequence as an indicator of catchment/floodplain interaction: the Ruda valley, Sub-Carpathians, Poland, [w:] Brown, A.G., Quine, T.A. (red.), *Fluvial processes and environmental change*. Wiley, 329–343.

Klimek, K., 2003. Sediment transfer and storage linked to Neolithic and Early Medieval soil erosion in the Upper Odra Basin, southern Poland, [w:] Howard, A.J., Macklin, M.G., Passmore, D.G. (red.), *Alluvial Archaeology in Europe*. Swets & Zeitlinger, Lisse, 251–259.

Kondracki, J., 1977. *Regiony fizycznogeograficzne Polski*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

Kondracki, J., 2002. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Krupa, J., 2013. Naturalne i antropologiczne procesy kształtujące dno doliny Czarnej Nidy w późnym wistulianie i holocenie. *Folia Quaternaria* 81, 5–156.

- Krupa, J., 2015. Natural and anthropogenic channel pattern changes in the mid-mountain valley during the Late Glacial and Holocene, Polish Uplands. *Quaternary International* 370, 55–65.
- Kusztal, P., Kalicki, T., Chrabąszcz, M., Frączek, M., Kłusakiewicz, E., Przepióra, P., Zaborska, D., 2017a. Powstanie i zanik małej retencji w ostatnich stuleciach na przykładzie wybranych dolin w Świętokrzyskiem. Książka abstraktów Ogólnopolskiej Konferencji „Nauka Okiem Młodego Naukowca”. Promovendi, Łódź, s. 21.
- Kusztal, P., Kalicki, T., Chrabąszcz, M., Frączek, M., Kłusakiewicz, E., Przepióra, P., Zaborska, D., 2017b. Nowożytnie zakłady hutnicze i młyny a rozwinięcie koryta Czarnej Koneckiej powyżej zalewu w Sielpi (region świętokrzyski), [w:] Brykała, D., Prarat, M., Lamparski, P. (red.), Materiały Konferencyjne Interdyscyplinarnego Seminarium Naukowego „Młyny wodne w dorzeczu dolnej Wisły od początku XVIII do początku XXI wieku”. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, s. 46.
- Łoś, M.J., 1978. Likwidacja młynów wodnych i jej skutki. *Gospodarka Wodna* 38 (12). Wydawnictwo PWN, Warszawa, 361–364.
- Macklin, M.G., Passmore, D.G., Rumsby, B.T., 1992. Climatic and cultural signals in Holocene alluvial sequences: the Tyne basin, northern England, [w:] Needhan, S., Macklin, M.G. (red.), *Alluvial archaeology in Britain*. Oxbow Monograph 27, 123–139.
- Marchetti, M., 2002. Environmental changes in the central Po Plain (northern Italy) due to fluvial modifications and anthropogenic activities. *Geomorphology* 44 (3–4), 361–373.
- Mięsiak-Wójcik, M., 2018. Analysis of water retention changes in selected lake-wetland catchments of West Polesie based on historical documents. *Limnol. Rev.* 18 (2), 59–75.
- Notebaert, B., Houbrechts, G., Verstraeten, G., Broothaerts, N., Haecx, J., Reynders, M., Govers, G., Petit, F., Poesen, J., 2011. Fluvial architecture of Belgian river systems in contrasting environments: Implications for reconstructing the sedimentation history. *Netherlands Journal of Geosciences – Geologie en Mijnbouw*. 90 (1), 31–50.
- Notebaert, B., Verstraeten, G., Houbrechts, G., Petit, F., 2013. Holocene floodplain deposition and scale effects in a typical European upland catchment: A case study from the Amblève catchment, Ardennes (Belgium). *The Holocene* 23 (8), 1184–1197.
- Orzechowski, S., 2007. Zaplecze osadnicze i podstawy surowcowe starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego. Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.
- Piasta, S., 2012. Leksykon Suchedniowa. Towarzystwo Przyjaciół Suchedniowa, Kielce.
- Podgórski, Z., 2004. Wpływ budowy i funkcjonowania młynów wodnych na rzeźbę terenu i wody powierzchniowe Pojezierza Chełmińskiego i przyległych części dolin Wisły i Drwęcy. Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Przepióra, P., 2017. Naturalne i historyczne zmiany zlewni Kamionki (Płaskowyż Suchedniowski) w subatlantyku. Maszynopis pracy doktorskiej, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce.
- Przepióra, P., Kalicki, T., 2018. Zmiany koryta Kamionki (Płaskowyż Suchedniowski) na odcinku Ostojów–Rejów od XVIII wieku w oparciu o archiwalne materiały kartograficzne. *Acta Universitatis Lodziansis, Folia Geographica Physica* 17, 25–32.
- Richeudeau, C., 1977. Distribution des sphèrules magnétiques provenant de la sidèrurgie liègeoise, dans B.S.G. Lg, 13, 155–165.
- Rutkiewicz, P., Malik, I., Wistuba, M., Sady, A., 2017. Charcoal kilns as a source of data on past iron industry (an example from the Czarna River valley, Central Poland). *Environ. Socio.-Econ. Stud.* 5 (3), 12–22.
- Rutkiewicz, P., Malik, I., Wistuba, M., Osika, A., 2019. High concentrations of charcoal hearth remains as legacy of historical ferrous metallurgy in southern Poland. *Quaternary International* 512, 133–143.
- Schirmer, W., 1995. Valley bottoms in the Late Quaternary, [w:] Hagedorn, J. (red.), *Late Quaternary and present-day fluvial processes in Central Europe*. Zeitschrift f. Geomorphologie, Suppl.-Bd. 100, 27–51.
- Starkel, L., Krąpiec, M., 1995. Profile of the alluvia with „black oaks” in Kędzierz on the Wisłoka river, [w:] Starkel, L. (red.), *Evolution of the Vistula river valley during the last 15 000 years, part V*. Geographical Studies, Special Issue 8, 101–110.
- www.geoportal.gov.pl.
- Zannoni, R., 1772. Carte de la Pologne.
- Zieliński, J., 1965. Staropolskie Zagłębie Przemysłowe. Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Ossolineum, s. 339.



Daniel Przybyszewski • Maja Kruszyńska

Uniwersytet Łódźki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geografii Fizycznej, studenci kierunku Geografia, specjalność Geoekologia z ekofizjografią
E-mail: daniel.prybyszewski@unilodz.eu; maja.kruszynska@unilodz.eu

Zmiany w rzeźbie i problem zagospodarowania obszarów po wydobyciu surowców skalnych na przykładzie okolic Tarnowej (Polska Centralna)

Changes in the landscape and the problem of development of areas after extraction of rock resources illustrated with the example of the vicinity of Tarnowa (Central Poland)

Zarys treści Celem artykułu jest określenie zmian w zagospodarowaniu oraz rzeźbie obszaru powydobywczego, które wynikają z przekształceń związanych z eksploatacją kruszywa. Jako obszar testowy wybrano okolice żwirowni w Tarnowej. Na podstawie zestawień i analiz kartograficznych pokazano zmiany w rzeźbie terenu. Dzięki fotografiom wykonanym z drona przedstawiono krajobraz terenów dawnej i obecnej eksploatacji kruszywa naturalnego. Wskazano kierunek rekultywacji leśnej, w którym następują zmiany. Przybliżono oraz zasugerowano koncepcję rekultywacji specjalnej, która umożliwi zagospodarowanie i wykorzystanie terenów pokopalnianych w alternatywny sposób.

Słowa kluczowe Antropogeniczne przekształcenia rzeźby, eksploatacja, rekultywacja, Wysoczyzna Turecka.

Abstract The purpose of the article is to determine changes in the development and relief of the post-extractive area that result from transformations related to aggregate mining. The area around the gravel quarry in Tarnowa was selected as the test area. On the basis of cartographic summaries and analyzes, changes in the topography were shown. Thanks to the field study using a drone, the development of the area after and during the exploitation of natural aggregate was presented. The direction of forest remediation in which the changes are heading is indicated. The concept of special reclamation was introduced, which will allow the development and use of post-mining areas in an alternative way.

Keywords Anthropogenic relief transformation, exploitation, reclamation, Turek Heights.

1. Wprowadzenie

Pozyskiwanie kruszywa naturalnego wiąże się z przekształceniami rzeźby terenu. Podmioty prowadzące działalność górnictw na danym terenie są zobowiązane przez prawo polskie (Prawo geologiczne i górnictwo, 2011) do podjęcia niezbędnych środków do ochrony środowiska oraz jego zasobów. Samo wydobywanie kopalin powinno odbywać się w sposób zrównoważony. Powinno być uzasadnione ekonomicznie, z uwzględnieniem poszanowania środowiska oraz zapewnienia ich rozsądnego wykorzystania (Prawo ochrony środowiska, 2001). Wzrost wyrobiska poeksploatacyjne powinny zostać objęte rekultywacją lub w najlepszym wypadku rewitalizacją (adaptacją), tj. stworzeniem przez przedsiębiorcę górnictwa warunków pozwalających na wykorzystanie danego obszaru do celów użytkowania gospodarczego, turystycznego, rekreacyjnego czy dydaktycznego (Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych, 2013).

Przedmiotem badawczym niniejszego artykułu są przemiany środowiska związane z działalnością wydobywczą oraz zagospodarowanie obszarów po eksploatacji odkrywkowej.

Celem artykułu jest analiza przekształceń rzeźby terenu związana z wydobyciem surowców skalnych w postaci

piasków i żwirów pochodzenia glacialnego na przykładzie kopalni w Tarnowej oraz określenie zmian, zachodzących w środowisku obszaru – od zaprzestania eksploatacji kruszywa, poprzez rekultywację na tym terenie.

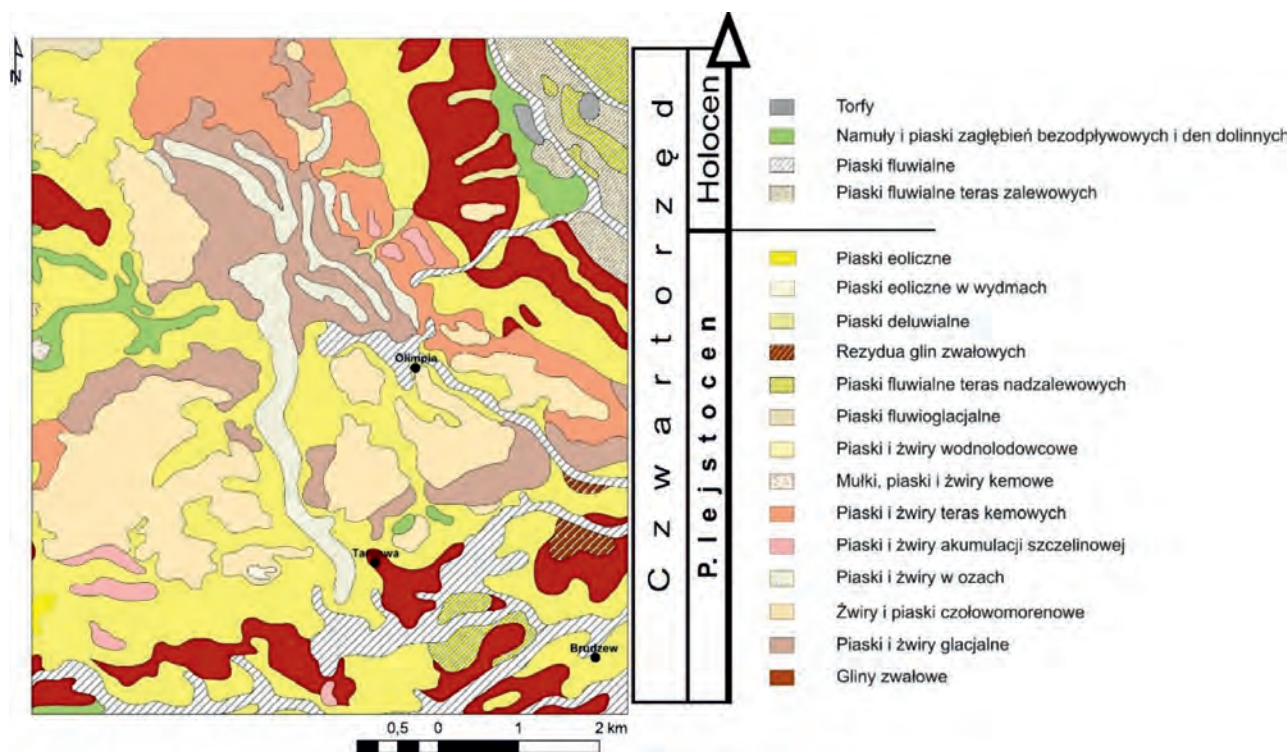
Przeprowadzone badania pozwoliły na ustalenie realnego oraz potencjalnego wpływu prac kopalnianych na wartości poszczególnych komponentów środowiska. Analiza obiektów antropogenicznych terenu po odkrywkowym wydobyciu kruszywa w Tarnowej pozwoliła określić potencjał terenów pokopalnianych oraz ukazać wyrobiska jako nieodłączny element środowiska i krajobrazu, który posiada bogate walory użytkowe oraz wzbogaca bioróżnorodność.

2. Położenie i charakterystyka obszaru badań

Poddany analizie teren znajduje się w województwie wielkopolskim, powiecie tureckim, gminie Brudzew. Według regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego (2001) w modyfikacji Solona i in. (2018), leży na pograniczu Kotliny Kolskiej oraz Wysoczyzny Tureckiej. Pod względem tektonicznym – położony jest na granicy bruzdy śródpolskiej i garbu wielkopolskiego, w strefie „Gopło – Ponętów – Pabianice”, która wchodzi w skład synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Żelaźniewicz i in. 2011).

Podłoże kenozoiczne na rozpatrywanym obszarze zostało dobrze rozpoznane dzięki pracom związanym z tworzeniem Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP) – arkusz Turek oraz wykonaniem otworów wiertniczych mających na celu ustalenie litostratygrafii złóż węgla brunatnego (Trzmiel 1996). Do najstarszych zbadanych utworów mezozoiku należy triasowy wapień muszlowy oraz osady kajpru górnego. Wyżej leżą warstwy – jurajska, w której spągu znajdują się piaskowce z dolomitami i facja wapnisto-iłwcowo-marglista. Powierzchnię podkenozoiczną stanowią kredowe sekwencje węglanowo-margliste, podścielone stosunkowo cienką warstwą wczesnokredowych piaskowców (otwór Turek IG 63092). Na podłożu powierzchni czwartorzędowej składa się warstwa paleogeńskiej facji lużnokruchowej (Czarnik 1972) oraz neogeńska sekwencja sedimentacyjna (Trzmiel 1996). Złożona jest ona ze zróżnicowanych facji różnofrakcyjnych skał okruchowych serii adamowskich, środkowopolskich oraz poznańskich dolnych. W tych ostatnich zaznaczają się przewarstwienia wkładek węgla brunatnego (Ciuk 1970).

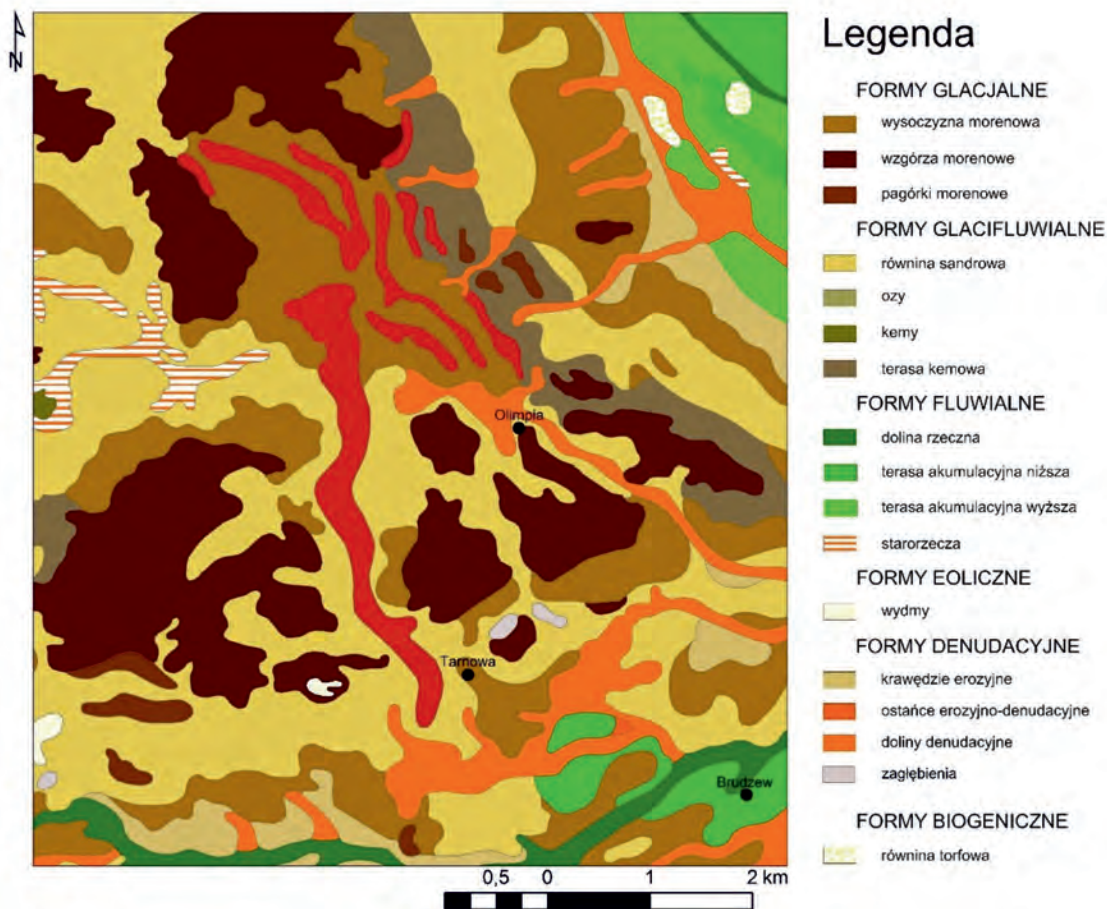
Osady czwartorzędowe mają charakter zwartej pokrywy (ryc. 1). Przebieg procesów geologicznych mocno związany był z tektoniką oraz morfologią stropu utworów mezozoicznych (Czarnik 1972). W trakcie zlodowacenia odry oraz zlodowacenia warty czoło lądolodu dwukrotnie nasuwało się na badany obszar. Doszło do odłożenia dwóch poziomów glin odseparowanych od siebie kilkunastometrowym pokładem piasków rzecznych i rzeczno-lodowcowych (Trzmiel 1996). Dominująca część osadów występujących na tym obszarze powstała na skutek działalności lądolodu warty. Okres warciański reprezentują przede wszystkim gliny zwałowe, piaski ze żwirem moren czołowych, ozów i kemów (ryc. 2). Pokłady gliny zwałowej zachowały się w zwartej formie na granicy dolin Warty w północno-wschodniej części badanego obszaru. Ich miąższość osiąga tam do 10 m. W formie odseparowanych od siebie płatów osady akumulacji lodowcowej zalegają również dalej na południe od badanego terenu. Ich nieciągłość jest skutkiem późniejszych procesów erozji i denudacji.



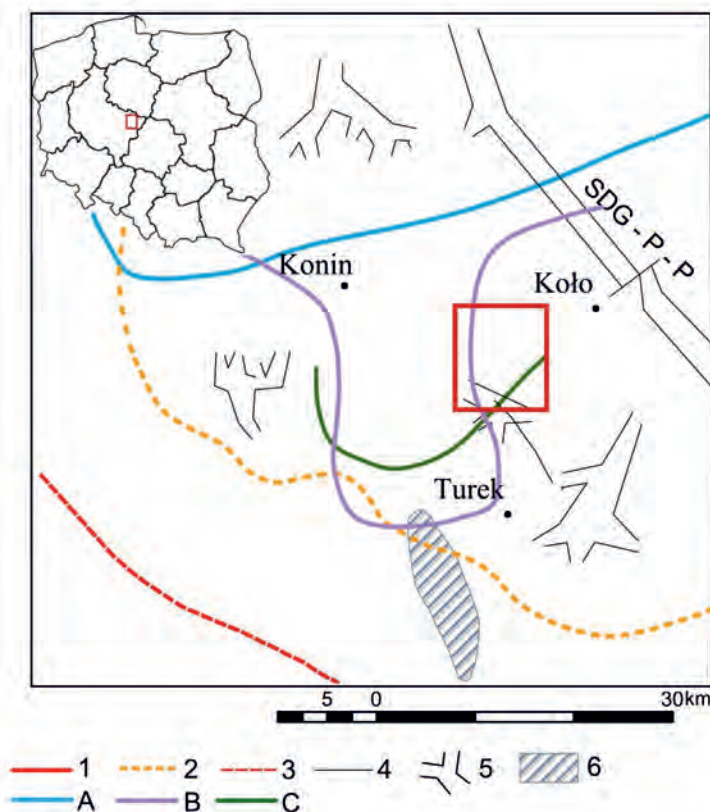
Ryc. 1. Budowa geologiczna analizowanego obszaru według Trzmiela (1992); fragment mapy i legenda zmienione i uproszczone
Fig. 1. Geological structure of the analyzed area according to Trzmiel (1992); map fragment and legend. Changed and simplified

W przeszłości analizowany obszar był przedmiotem ożywionej dyskusji naukowej w kontekście zasięgów zlodowaceń. Według niektórych badaczy teren ten znalazł się w zasięgu zlodowacenia wiśły (ryc. 3). Pogląd taki wyrażała m.in. Łyczewska (1977) i Trzmiel (1992, 1996). Za granicą zlodowacenia bałtyckiego przebiegającą na północ od analizowanego obszaru opowiedział się Majdanowski (1950) i Mańkowska (1980, 1983, 1985). Natomiast Domosławska-Baraniecka (1969) uważała, że zasięg fazy leszczyńskiej ostatniego zlodowacenia obejmował badany obszar (ryc. 3). Obecnie nie ma wątpliwości, że teren badań po raz ostatni został objęty lądolodem warciańskim (Lindner 2005).

Analizowana kopalnia w Tarnowej zlokalizowana jest w obrębie ozu powstałego podczas zlodowacenia warty. Uformował się on na skutek akumulacji osadów glacialnych w tunelu subglacialnym, o czym świadczy znaczne zakorzenienie formy sięgające 20 m (Trzmiel 1996). Centralna część ozu zbudowana jest z drobno-, średnio- oraz gruboziarnistych piasków o warstwowaniu horyzontalnym z licznymi przewarstwieniami żwirów. Natomiast zewnętrzną część formy tworzą piaski gruboziarniste przewarstwione żwirami poprzecinane uskokami (Trzmiel 1996).



Ryc. 2. Rzeźba analizowanego obszaru według Trzmiela (1996); fragment szkicu geomorfologicznego, zmieniony i uproszczony
 Fig. 2. Landform of the analyzed area according to Trzmiel (1996); fragment of the geomorphological sketch. Changed and simplified



Ryc. 3. Lokalizacja obszaru w odniesieniu do głównych elementów tektonicznych podłoża oraz zasięgów zlodowaceń (przedstawienie wybranych koncepcji) (oprac. własne na podstawie Rdzany i in. 2015). 1 – analizowany obszar, 2 – zasięg elewacji konińskiej, 3 – granica oddzielająca monoklinę przedsudecką od niecki łódzkiej, 4 – uskoki, 5 – rowy oraz inne deformacje tektoniczne według Widery (2007), 6 – zasięg Wału Malanowskiego, SDG-P-P – strefa Gopło – Pońętów – Pabianice; wybrane zasięgi zlodowaceń: A – zasięg fazy leszczyńskiej według Majdanowskiego (1950), B – zasięg fazy leszczyńskiej według Domosławskiej-Baranieckiej (1969), C – zasięg zlodowacenia warty z okresu recesji według Krygowskiego (1974)

Fig. 3. Location of the area in relation to the major tectonic elements of the bedrock and glaciation extents (presentation of selected concepts) (self-study based on Rdzany *et al.* 2015). 1 – study area, 2 – Konin elevation extent, 3 – border between the Fore-Sudetic Monocline and the Łódź basin, 4 – faults, 5 – tectonic grabens and other dislocation zones according to Widera (2007); 6 – extent of the Malanów Ridge, SDG-P-P – the Gopło – Pońętów – Pabianice zone; selected glaciation extents: A – extent of the Leszno phase according to Mańkowska (1980, 1983b), B – extent of the Leszno phase according to Domosławska-Baraniecka (1969), C – extent of Warta stage during the recession period according to Krygowski (1974)

3. Zagospodarowanie obszarów po wydobyciu surowców skalnych w Polsce

W Polsce wydobycie kruszywa zarówno podziemne, jak i odkrywkowe skutkuje dużą degradacją roślinności oraz powierzchniowej warstwy glebowej, także na terenach nieobjętych kopalnią (Frankowski i in. 2012). Działalność górnicza wiąże się z ingerencją człowieka we wszystkie elementy środowiska w rejonie bezpośredniej eksploatacji oraz częściowo terenów przyległych, powodując zróżnicowane aczkolwiek istotne przemiany. Siuta (1998 za: Cieśliński i in. 1994) wyróżnił dwie kategorie degradacji terenu przez eksploatację odkrywkową:

- względną – wiąże się z przekształceniem obecnego układu w zupełnie nowy, który nie różni się aktywnością biologiczną od tego pierwotnego. Zmiany w środowisku wprowadzane są tu skokowo lub stopniowo;
- bezwzględna – głównym skutkiem jest znaczne zmniejszenie lub całkowite wyeliminowanie aktywności biologicznej w środowisku, a także wprowadzenie niekorzystnych zmian w jego produktywności czy użyteczności, co skutkuje pogorszeniem warunków ekologicznych, a także wizualnych walorów środowiska.

Literatura naukowa wskazuje cały szereg przykładów, które potwierdzają, że jakość epigeosfery ulega pogorszeniu w wyniku kopalnianych przy styczności z formami pokopalnianymi (Chwastek i in. 1990). Przekształcenia przyrodnicze, geomechaniczne oraz hydrologiczne są wymieniane przez Grenia oraz Popiołka (1990) jako przykłady negatywnego oddziaływania wydobywczego. Wskutek działalności eksploatacyjnej powstają m.in. odkrywki, zwałowiska oraz hałdy, również infrastruktura zakładów przetwórstwa górniczego stanowi element negatywnie oddziałujący na przestrzeń zajmowanego obszaru.

Ostrowski (1995) wyszczególnił rodzaje zmian użytkowania obszaru, które wpływają na przyrodę negatywnie: powstawanie nieużytków pogórnicznych, zawadnianie lub osuszanie terenów wyrobiskowych, zanieczyszczenie gleb oraz pogorszenie walorów krajobrazowych obszaru. W związku z zaistniałymi negatywnymi skutkami planuje się z wyprzedzeniem rekultywację obszarów górniczych w momencie zakończenia działalności wydobywczej. Do najprostszycych działań rekultywacyjnych zaliczyć można zasypywanie wyrobisk poprzez wypełnienie ich skałą płoną. Innym zabiegiem jest pozbywanie się zwałowisk, co doprowadza do wyrównywania terenu kopalni i przywracania pierwotnego ukształtowania powierzchni (Gorczyca, Dutka 2015). Powrót do naturalnego ukształtowania terenu nie jest jednak jedynym zabiegiem, który powinien zostać wykonany po zaprzestaniu eksploatacji. Dlatego istotne jest wprowadzanie renaturalizacji oraz rewitalizacji obszaru, poprzez zabiegi agrotechniczne (Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych). Aby dobrze dobrać sposób rekultywacji powinno się najpierw ocenić, w jakim stopniu doszło do degradacji terenu. Konieczne jest przeanalizowanie wszystkich opcji zaspokojenia potrzeb na szczeblu lokalnym i dostosowania rekultywacji do warunków ekologicznych i technicznych (Siuta 1998). Wybierając odpowiedni rodzaj zagospodarowania powinno się przeanalizować następujące czynniki: warunki geologiczne – rodzaj skał/gruntów występujących w podłożu, rzeźbę obiektu (nachylenie stoków, zróżnicowanie morfo-

logii), warunki hydrologiczne i hydrogeologiczne, możliwość wykonania żyzniejszego nadkładu, czynniki ekonomiczne i środowiskowe czy zgodność z lokalnym planem zagospodarowania przestrzennego (Karczewska 2008).

Wyszczególnia się cztery rodzaje rekultywacji: leśny, rolny, wodny oraz specjalny (Cieśliński i in. 1994, Siuta 1998, Karczewska 2008).

- Kierunek rekultywacji leśnej polega na dostosowaniu terenu pod zalesienie/zadrzewienie. Dokonując odpowiedniego wyboru gatunków należy w pierwszej kolejności przeprowadzić badania oraz prace doświadczalne przynajmniej w wymiarze kilku lat, a także prace optymalizujące polegające na weryfikacji i kontrolowaniu nowo nasadzonych roślin w danym środowisku gruntowo-glebowym pod względem ich odpowiedniego rozwoju i żywotności (Szydeł 1999). Taka forma rekultywacji jest użyteczna, ponieważ nie wymusza kształtowania warstwy próchnicznej na gruntach bezglebowych. Zbiorowiska leśne w obszarach rekultywacji mogą sprawować ochronę nad glebą, wodą oraz stanowić strefę buforową, okalając przemysłowe tereny miast (Frankowski i in. 2012).
 - Głównym zadaniem rekultywacji rolnej jest przystosowanie terenu tak, aby umożliwił prowadzenie działalności rolniczej, hodowlanej, sadowniczej lub ogrodniczej. Wpływ na taki kierunek zagospodarowania jest determinowany w przypadku niedoboru gruntów ornych na danym obszarze.
 - Częstą praktyką jest tworzenie zbiorników wodnych w obrębie odkrywek poeksploatacyjnych. Wymaga to przypisania mu odpowiedniej funkcji (zgodnie z warunkami zawartymi w rekultywacji). Zbiornik wodny może mieć charakter hodowlany, sportowo-rekreacyjny, bądź ekologiczny (Boberek, Paulo 2005).
 - Rekultywacja specjalna określa warunki związane z przygotowaniem obszaru pod zabudowę, składowisko odpadów lub działalność spełniającą funkcje rekreacyjne. O wykorzystaniu tego kierunku w dużym stopniu decydują aspekty ekonomiczno-społeczne. Aby rekultywacja specjalna mogła być wykorzystana, obszar powinien posiadać odpowiednie walory środowiskowe (konieczności ochrony przyrody, zapewnienie równowagi biologicznej) (Cieśliński i in. 1994, Prieb-Piechowska 1997).
- Dokonanie odpowiedniego wyboru metody rekultywacji, a także wpływ na przebieg prac badawczo-doswiadczalnych jest ściśle związane z uwarunkowaniami środowiska naturalnego, aczkolwiek nie jest to czynnik eliminujący daną metodę.

4. Metody badawcze

Przedstawiona metodyka pozyskiwania danych umożliwiła ukazanie przekształceń rzeźby oraz określenie zmian zachodzących w środowisku. Przekształcenie rzeźby w wyniku eksploatacji kruszywa w kopalni w Tarnowej zbadano w oparciu o analizę map topograficznych. Na podstawie mapy topograficznej Wojskowego Instytutu Geograficznego (WIG) w skali 1:25 000, arkusz Brudzew 1936, stworzono mapę prezentującą morfologię obszaru przed rozpoczęciem wydobycia. Uzyskane dane poddano gene-

ralizacji. Wykonano model poziomicowy, który umożliwił opracowanie mapy ukształtowania terenu. Wykonano 10 profili hipsometrycznych wzdłuż linii poprowadzonych poprzecznie do wału ozowego usytuowanego w centralnej części obszaru badań. Analizę współczesnego ukształtowania obszaru badań wykonano z wykorzystaniem danych LiDAR pozyskanych z Centralnego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego (Licencja nr DIO.7211.277.2019). Za pomocą baz CORINE Land Cover z lat 1990 i 2018 przeanalizowano użytkowanie i zagospodarowanie badanego obszaru. Badania uzupełniono o opracowania geologiczne i geomorfologiczne sporządzone na podstawie ogólnodostępnych materiałów z bazy Państwowego Instytutu Geologicznego Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB). W oparciu o numeryczny model terenu sporządzono aktualną mapę spadków badanego terenu. Spadki sklasyfikowano na podstawie Sołowiej (1987). Do wykonania rycin wykorzystano metody GIS przy użyciu programów ArcMap (wersja 10.4.1), Quantum GIS v.1.8, Corel Draw X3 (wersja 13), Surfer (wersja 16.6), Grapher (wersja 12) i SAGA GIS (wersja 7.6.1). Badania terenowe objęły dokumentację fotograficzną zagospodarowania obszaru pokopalnianego. Za pomocą drona (model DJI Phantom 3 Standard) wykonano szereg zdjęć, które obrazują atrakcyjność terenu.

5. Analiza i charakterystyka rzeźby terenu okolic Tarnowej przed rozpoczęciem wydobycia

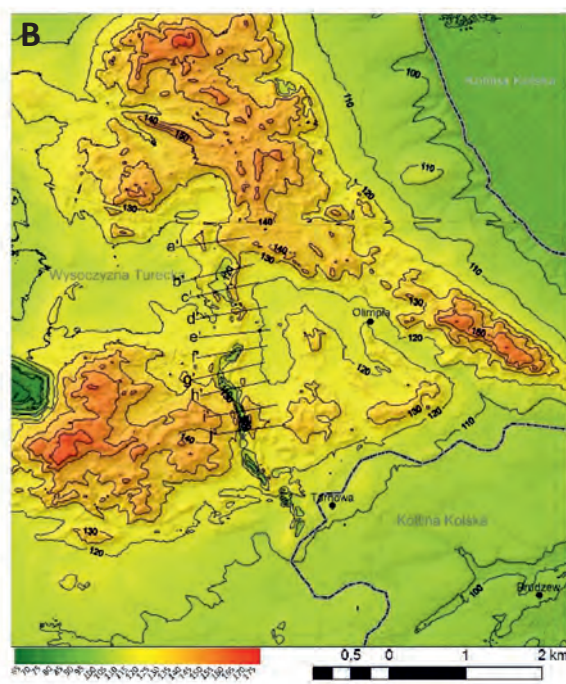
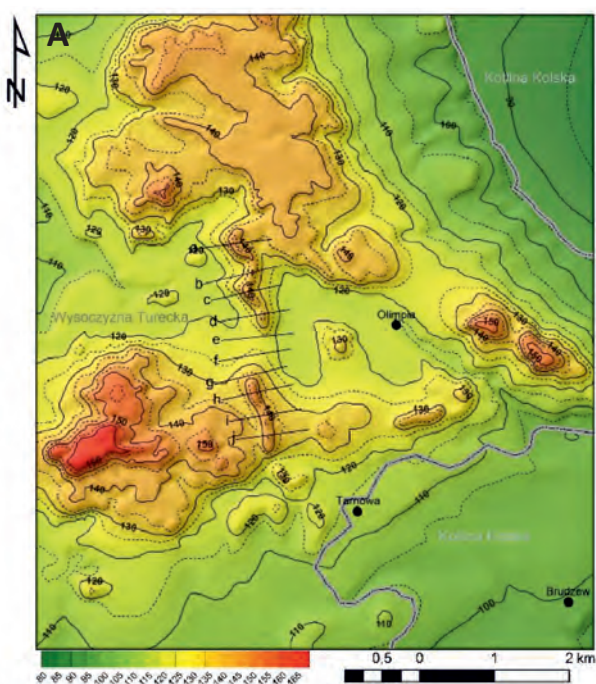
Przed rozpoczęciem wydobycia, obszar odznaczał się znacznym urozmaiceniem rzeźby, co wiązało się z występowaniem wyniesionego ozu oraz falistego ukształtowania powierzchni w jego najbliższym sąsiedztwie (ryc. 4A). Oz składał się z dwóch wyraźnych części, pół-

nocnej i południowej, rozdzielonych siodłem, tj. wypłaszczonym fragmentem pomiędzy dwoma wzniesieniami (ryc. 5e-g). Cała forma miała długość około 5 km i szerokość 200–300 m. W części północnej w najwyższym miejscu oz miał wysokości bezwzględne przekraczające 145 m n.p.m. (ryc. 5c), natomiast w części południowej – ponad 150 m n.p.m. (ryc. 5h). Obniżenie między dwiema częściami ozu znajdowało się średnio na rzędnych 124 m n.p.m. (ryc. 5e). Deniwelacje w granicach analizowanej formy wynosiły 27,3 m. Stoki opisywanej formy były symetryczne (ryc. 5). Profile hipsometryczne poprowadzone poprzecznie do linii grzbietowej pierwotnej formy, w większości przypadków mają kształt nieregularnego trójkąta. Badany obszar zajmowały grunty, częściowo zadrzewione, bądź zakrzewione na użytkach rolnych, co wynikało z wiejskiego charakteru pobliskiego obszaru wsi Tarnowa. Tereny charakteryzowały się złożonym systemem upraw (fot. 1). Wykorzystywane były głównie



Fot. 1. Rolnicze wykorzystanie terenu wokół żwirowni w Tarnowej (fot. z drona, M. Kruszyńska, 13.07.2019)

Photo 1. Agricultural utilization of the area around the gravel mine in Tarnowa (photo from a drone, by M. Kruszyńska, 13.07.2019)

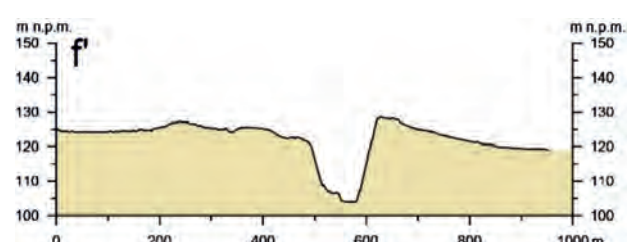
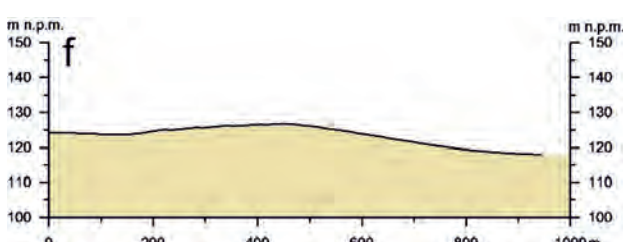
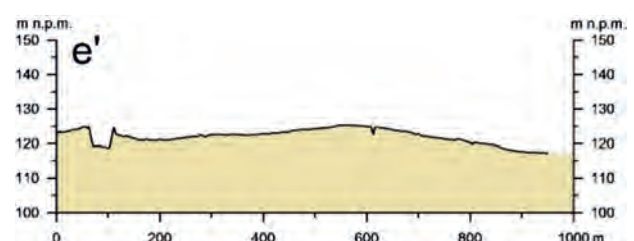
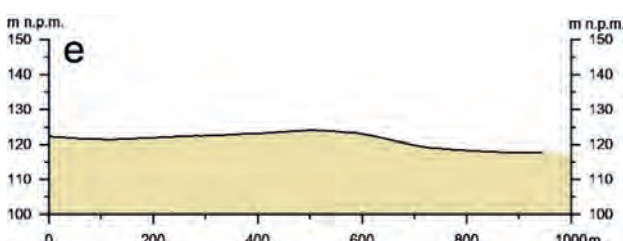
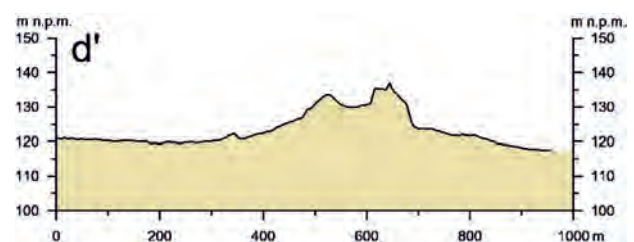
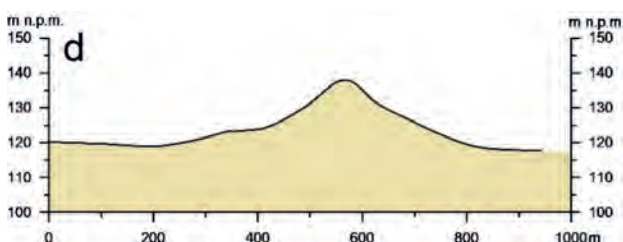
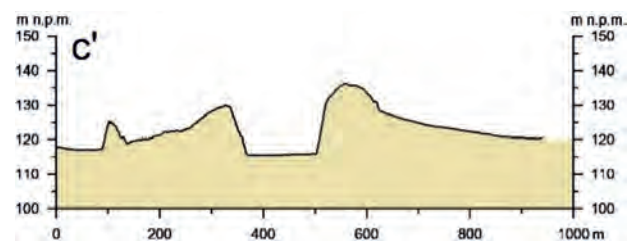
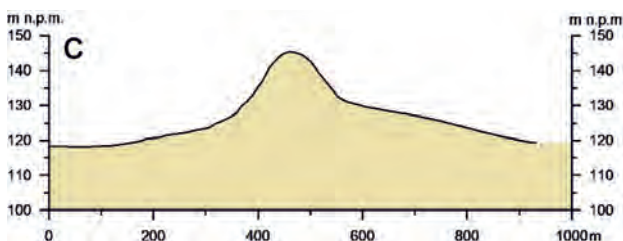
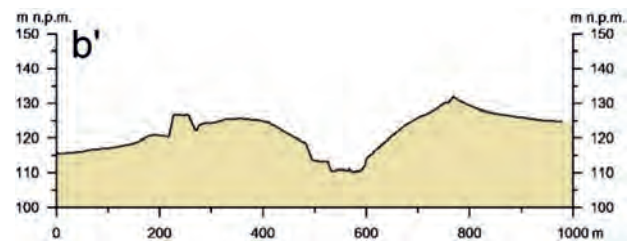
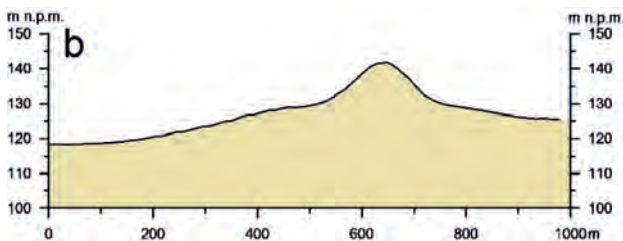
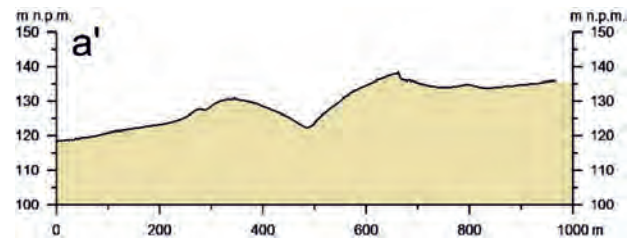
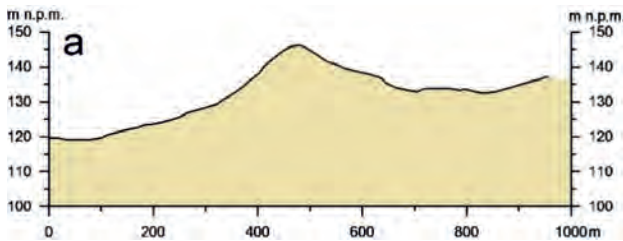


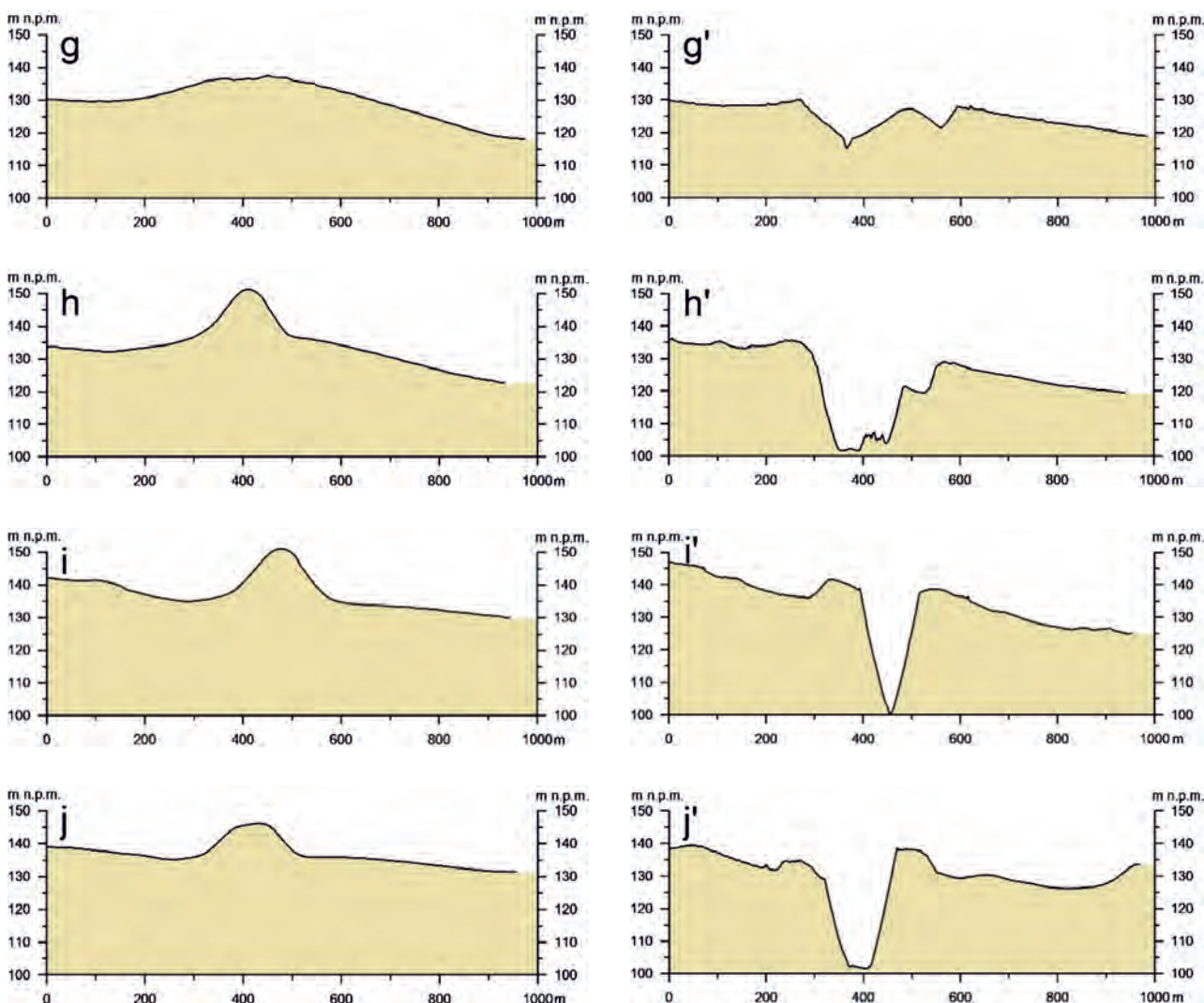
Ryc. 4. Ukształtowanie powierzchni analizowanego obszaru. A – rzeźba terenu przed rozpoczęciem eksploatacji kruszywa naturalnego (oprac. własne na podstawie mapy WIG w skali 1:25 000, arkusz Brudzew 1936), B – współczesna rzeźba terenu (oprac. własne na podstawie danych LiDAR)

Fig. 4. Landscape of the analyzed area. A – The relief of the area before the beginning of the exploitation of natural aggregate (self-study based on WIG map in scale 1:25 000, sheet of Brudzew 1936), B – Present-day relief (self-study based on LiDAR data)

pod uprawę roślin okopowych i zbożowych, w mniejszym stopniu do wypasania zwierząt gospodarczych. Natomiast najbliższe otoczenie wokół ozu pokryte było lasami iglastymi. Wał południowy częściowo był już eksploatowany (ryc. 6A). Granice form użytkowania terenu miały nieregularny kształt. Mogło to mieć wpływ na decyzję o zagospodarowaniu obszaru powydobywczego i przeznaczeniu terenu pod uprawę leśną. Na północny-zachód od ozu

występował niewielki użytek rolny w postaci łąki lub pastwiska (ryc. 6A), który w późniejszym czasie został przekształcony pod uprawę rolną. Obszar kopalni w stosunku do stanu obecnego znajdował się bardziej na północ, jednak wraz z postępem prac sukcesywnie przesuwał się w kierunku południowym. Najbliższym zwartym obszarem zabudowy była miejscowość Brudzew oddalona o około 3 km od miejsca wydobywania.





Ryc. 5. Profile terenu obejmujące zmiany morfometryczne rzeźby w obrębie ozu. a-j – profile sprzed eksploatacji kopalni, a'-j' – profile po wydobyciu kruszywa na analizowanym obszarze (oprac. własne)

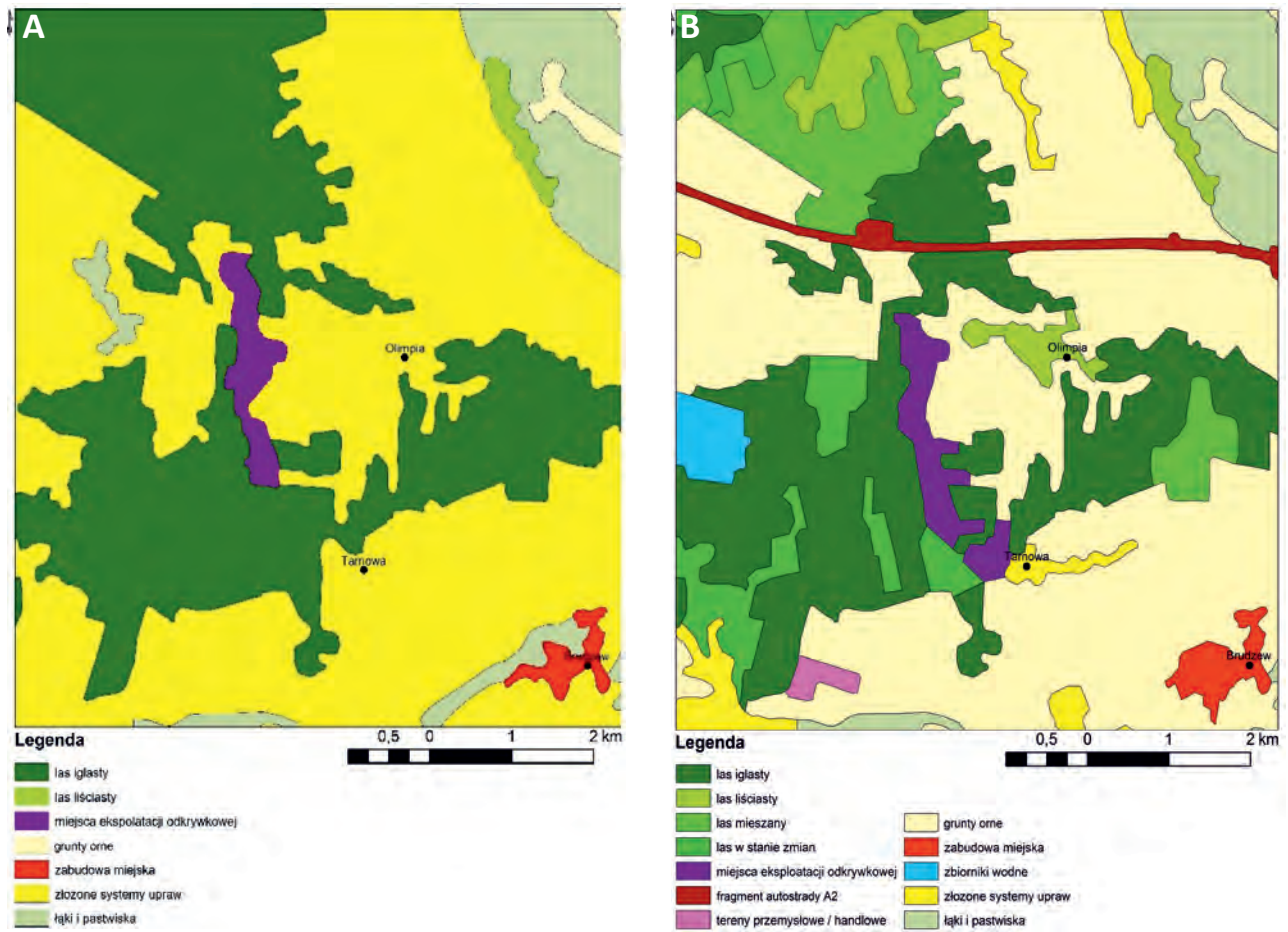
Fig. 5. Terrain profiles including morphometric changes in relief within the esker region. a-j – profiles before mine exploitation, a'-j' – profiles after aggregate extraction in the analyzed area (self-study)

6. Określenie zmian środowiskowych i analiza przekształceń rzeźby terenu na obszarze poeksploatacyjnym w Tarnowej

Analiza badanego obszaru pozwoliła na określenie stopnia, w jakim prace kopalni wpłynęły na zagospodarowanie środowiska po eksploatacji kruszywa. Obecnie widoczne są duże zmiany krajobrazu opisywanego terenu, dotyczą one zwłaszcza ukształtowania powierzchni. W wyniku eksploatacji doszło również do przekształceń przyrodniczych – hydrologicznych, pokrywy glebowej i szaty roślinnej. W związku z tym, zmiany w środowisku mają charakter dewastacji względnej. Wynika to z prowadzenia stopniowych przekształceń środowiska w nowy układ. Największe zmiany zaszły bezpośrednio w samym ozie. Eksploatacja kruszywa spowodowała inwersję rzeźby. Północna część ozu została całkowicie wyeksploatowana. Miąższość wydobytego materiału wyniosła od 27,8 do 31,6 m (ryc. 5a-a', ryc. 5b-b', ryc. 5c-c'). Największe przekształcenia rzeźby występują w południowej części formy (ryc. 5h-h', ryc. 5i-i', ryc. 5j-j'). Powstało tam długie na około 3 km zagłębienie terenu naśladujące pierwotny przebieg ozu (ryc. 4B). Dno

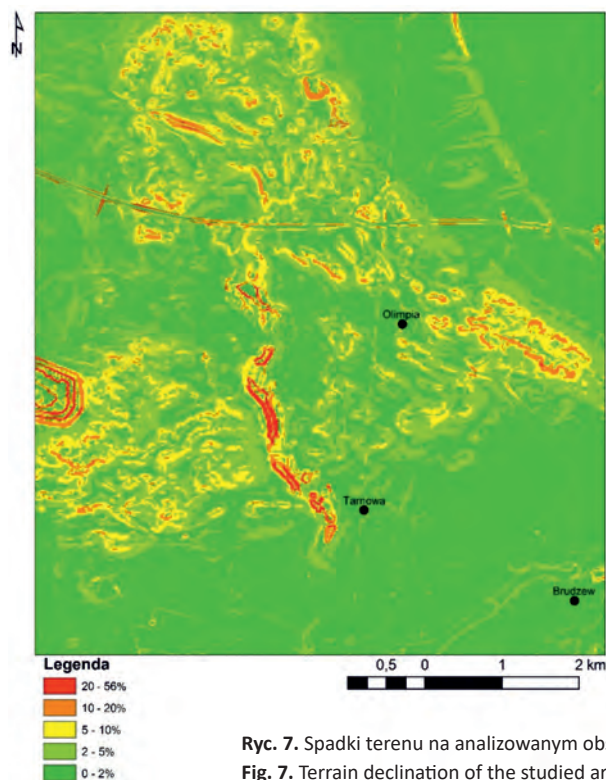
formy ma niewyrównany przebieg, a maksymalna głębokość powstałej po eksploatacji formy sięga do 50,7 m (ryc. 5i'). Stoki zagłębienia w środkowej części ozu są asymetryczne, sterasowane od strony zachodniej (ryc. 5f'), a raz od strony wschodniej (ryc. 5h'). W środkowej części można dostrzec, że materiał eksploatowano w dwóch sąsiednich miejscach (ryc. 5g'). Prawdopodobnie przeniesienie miejsca eksploatacji bardziej na zachód spowodowane było niską wydajnością wschodniej odkrywki. W południowej części ozu kształt stoków jest symetryczny (ryc. 5i', ryc. 5j'). Zbocza zagłębienia są strome, jednak zadarnione, dodatkowo utrwalane przez postępującą naturalną sukcesję gatunków pionierskich oraz nasadzenia sosny (fot. 2).

Spadki terenu wklęsłej formy wynoszą do 56% (ryc. 7). Prawdopodobieństwo wystąpienia ruchów masowych i spukiwania zachodzących w obrębie zboczy jest uzależnione od terażniejszej intensywności użytkowania przez człowieka. Aktywna rekreacja związana z wykorzystaniem przez motocyklistów i kierowców quadów urozmaiconej rzeźby terenu o znacznych deniwelacjach powoduje powstanie licznych obszarów ze zniszczoną pokrywą roślinną stabilizującą stoki (fot. 3 i 4).



Ryc. 6. Formy pokrycia terenu wyróżnione na podstawie trzeciego poziomu w bazie danych CORINE Land Cover. A – pokrycie terenu w 1990 r. B – pokrycie terenu w 2018 r.

Fig. 6. Forms of land cover distinguished according to third level in CORINE Land Cover database. A – land cover in 1990, B – land cover in 2018



Ryc. 7. Spadki terenu na analizowanym obszarze (oprac. własne na podstawie danych LiDAR)

Fig. 7. Terrain declination of the studied area (self-study based on LiDAR data)



Fot. 2. Postępująca naturalna sukcesja oraz sztuczne nasadzenia stoków wyrobiska w południowej części ozu (fot. z drona, M. Kruszyńska, 13.07.2019)

Photo 2. Progressing natural succession and artificial planting of mine workings slopes in the southern part of the esker (photo from a drone, by M. Kruszyńska, 13.07.2019)



Fot. 3. Wykorzystanie terenów zrehabilitowanych w południowej części ozu (fot. D. Przybyszewski, 13.07.2019)

Photo 3. Utilization of reclaimed area in the southern part of the esker (photo by D. Przybyszewski, 13.07.2019)



Fot. 4. Niszczenie stoków częściowo zrehabilitowanego wyrobiska na skutek aktywności motocyklistów i kierowców quadów (fot. M. Kruszyńska, 28.03.2019)

Photo 4. Destruction of the slopes of mine workings slopes due to the activity of motorcyclists and quad drivers (photo by M. Kruszyńska, 28.03.2019)

Na całym badanym obszarze wyraźnej zmianie uległy formy użytkowania powierzchni terenu. Środowisko uległo rozdrobnieniu na szereg niejednorodnych, mniejszych płatów w obrębie ówczesnych form pokrycia terenu tworząc różnorodny, mozaikowaty krajobraz. Przede wszystkim zmieniło się położenie miejsca eksploatacji odkrywkowej, które na przestrzeni 20-lecia przesunęło się w kierunku południowym. Zmniejszył się udział złożonych systemów upraw. Zmiana ta ma charakter dwubiegunowy, albo na rzecz dobrze wykształconych gruntów ornich poddanych stałej uprawie mechanicznej, nastawionej bezpośrednio na produkcję rolniczą, albo licznych płatów ugorów lub odłogów. W części południowo-zachodniej starszy drzewostan lasu iglastego zastąpiono młodymi uprawami monokultury sosnowej (fot. 5).

Kolejną zmianą była budowa, w zachodniej części badanego obszaru, zbiornika rekreacyjnego „Władysławów”. Został on utworzony jako forma rekultywacji jednego z wyrobisk Kopalni Węgla Brunatnego „Adamów” (por. Stachowski i in. 2018). Eksploatacja w południowej części ozu w pobliżu miejscowości Tarnowa wpłynęła na powstanie małego zbiornika wodnego (fot. 6), zasilane-



Fot. 5. Uprawa sosny w zestawieniu ze starszymi nasadzeniami (fot. z drona, M. Kruszyńska, 13.07.2019)

Photo 5. Pine cultivation in combination with older plantings (photo from a drone, by M. Kruszyńska, 13.07.2019)



Fot. 6. Zbiornik wodny powstały w trakcie eksploatacji nowego złoża (fot. z drona, M. Kruszyńska, 13.07.2019, widok z SE)

Photo 6. Water reservoir formed during the exploitation of a new deposit (photo from a drone, by M. Kruszyńska, 13.07.2019, view from south-east)

go wodami gruntowymi, do których dotarła eksploatacja. Strumień odpompowywanej wody z czynnej kopalni utworzył rozległy stożek napływowy w obrębie sąsiadującego obniżenia poeksploatacyjnego (fot. 7).



Fot. 7. Zbiornik wody odpompowanej w trakcie prac żwirowni w Tarnowej (fot. M. Kruszyńska, 13.07.2019)

Photo 7. Reservoir of water pumped out during the work of the gravel mine in Tarnowa (photo by M. Kruszyńska, 13.07.2019)

W oddaleniu około 2 km na południe od kopalni powstały tereny przemysłowo-handlowe, zajmowane przez fermę hodowli drobiu. Z kolei na północ od miejscowości Olimpia wybudowano autostradę A2. Wydobywany materiał z kopalni został wykorzystany najpewniej pod jej budowę. Jeszcze dalej na północ przeobrażeniu uległy tereny leśne. Jednorodny pod względem pokrycia terenu krajobraz lasu iglastego zmienił się na przestrzeni 20 lat w las mieszany, w którym 150 ha zajmuje wyłącznie las liściasty.

7. Dyskusja i wnioski

Badania przeprowadzone na analizowanym obszarze pozwoliły na wyróżnienie dominującego krajobrazu leśno-rolnego. W jego obrębie niewielki fragment zajmuje krajobraz terenów eksploatacyjnego i poeksploatacyjnego. Pierwszy obejmuje obszar okolicy miejscowości Tarnowa. Występuje tam krajobraz górniczy, związany z czynnym zakładem wydobywczym, w którym prowadzona jest działalność eksploatacyjna. Teren ten związany jest z występowaniem całej infrastruktury technicznej poczynając od dróg technicznych, przez czynne wyrobisko oraz zakład przeróbczy, kończąc na miejscach składowiskowych kruszywa. Drugi, znacznie atrakcyjniejszy, to krajobraz powydobywczy, poddany rekultywacji. Zlokalizowany w północnej i środkowej części dawnego ozu, gdzie działalność górnicza została zakończona, a teren poddano rekultywacji. Wyeksploatowany obszar, w przeważającej części, został dostosowany do rekultywacji leśnej. Strone stoki, pomimo znacznego nachylenia stały się atrakcyjnym obszarem aktywnej rekreacji dla miłośników sportów motocyklowych, rowerowych czy rekreacji pieszej (fot. 8).



Fot. 8. Aktywny wypoczynek mieszkańców Tarnowej na terenach poeksploatacyjnych (fot. D. Przybyszewski, 13.07.2019)

Photo 8. Active recreation of residents of Tarnowa in post-mining areas (photo by D. Przybyszewski, 13.07.2019)

Dodatkowo ustalono, że zmiany zachodzące podczas wydobycia, jak i po jego zakończeniu zachodzą zarówno w mezo-, jak i mikroskali. W przypadku mezoskali, eksploatacja metodą odkrywkową spowodowała zmiany środowiska naturalnego o bardzo rozległym zasięgu. Szeroko zaplanowaną rekultywacją objęto tereny wyrobiska oraz skarp. W tym przypadku w kierunku leśnym, co spowodowało szybko widoczne efekty, przy prawdopodobnie niskich kosztach. Natomiast tereny renaturalizacji biernej

(pozostawione bez ingerencji człowieka) zaczęły samoistnie się odnawiać poprzez wkraczanie roślinności pionierskiej. W pierwszej kolejności odnotowano pojawienie się bylin, następnie drzew, tj. brzozy, osiki czy sosny. W skali mikro zaszły równie istotne zmiany. Na skutek działalności antropogenicznej wypływający z kopalni strumień wody powoduje zmiany w rzeźbie, przypominające działalność rzeki roztokowej. Wypływ ten stanowi o dodatkowych walorach krajobrazowych, wzbogacając tym samym bioróżnorodność terenu. Według Nity i Myga-Piątek (2010) obecne normy prawne wpływają często na utratę unikatowych walorów rzeźby poeksploatacyjnej w wyniku znormalizowanych, sztywnych zapisów stanowiących o kierunku rekultywacji.

Według autorów obszar objęty analizą, przy prawidłowym zagospodarowaniu, może dać możliwości wykorzystania go do celów geoturystycznych. Teren odznacza się wysokim potencjałem krajobrazowym, na który wpływają nowe formy terenu. Dzięki powstaniu rozległych zagłębień poeksploatacyjnych, stromych skarp, nachylonych stoków czy zbiornika wodnego teren charakteryzuje się urozmaiconym krajobrazem. Daje to możliwości wypromowania wyróżnionych walorów i potencjalnych atrakcji geoturystycznych. Aby dany obszar powydobywczy mógł zostać objęty odpowiednią ochroną należałoby wyznaczyć indywidualny plan zagospodarowania, oparty o analizę ekonomiczną terenu. W celu kształtowania krajobrazu pogórniczego konieczne jest prowadzenie badań interdyscyplinarnych. Obecnie najczęściej sięga się po kierunki leśny oraz wodny, a ruch ten uzasadnia się korzyściami ekonomicznymi płynącymi z takiej formy przekształcenia. Powinno odejść się od jednokierunkowej rekultywacji na rzecz rekultywacji specjalnej (Błaszczynska, Kaźmierczak 2011). Stwarza ona możliwości adaptacji terenów pogórnicznych do różnych celów (funkcji) i umożliwia kreację nowych krajobrazów antropogenicznych (Ostręga, Uberman 2010). Wynika to z indywidualnych cech obszarów pokopalnianych, których środowiska odznaczają się unikatową strukturą (Fagiewicz 2009). Przykładami rekultywacji specjalnej są m.in. odkrywka kopalni „Rydwan”, która położona jest w południowo-zachodnim kierunku od łowicza. Natomiast za drugi przykład można uznać wyrobisko kopalni surowców mineralnych „Stoki”, która zlokalizowana jest w południowo-wschodniej części łodzi. Dla niej wciąż planowana jest rekultywacja w postaci parku z ośrodkiem rekreacyjno-sportowym (Weremczuk 2008). Specyfika badanego obszaru w kontekście jego rozpatrywania jako przestrzeni turystycznej wiąże się z dużą dynamiką zachodzących w nim zmian. Zjawisko dynamicznych przekształceń dotyczy głównie przemian krajobrazu, które wynikają z ingerencji w środowisko w różnych etapach postępującej eksploatacji. Intensywność prac związana z przemieszczaniem znacznych mas ziemnych w części południowej oraz płynnie realizowane procesy rekultywacyjne w części północnej powodują tworzenie się nowych na tym obszarze elementów krajobrazu. Wprowadzenie rekultywacji specjalnej w rezultacie wpłynęłoby na wzrost atrakcyjności i zainteresowania obszarem. Natomiast perspektywiczne wprowadzenie elementów struktury przestrzeni turystycznej ochroniłoby dane środowisko przed niekontrolowaną degradacją, która ma miejsce obecnie. Przystosowanie obszaru w teraźniejszej formie nadaje się do dalszej

rekultywacji rekreacyjnej, w tym sportowej. Uwzględniając cieszące się zainteresowanie obecnym wykorzystaniem terenu dla rekreacji rowerowej oraz sportów ekstremalnych (fot. 3, fot. 4, fot. 8), zaproponowany kierunek rekultywacji mógłby stać się społeczno-kulturowo-gospodarczą podstawą zagospodarowania danej przestrzeni.

Podziękowania

Autorzy artykułu składają podziękowania mgr Małgorzacie Frydrych oraz dr Aleksandrowi Szmidtowi za wszelką pomoc i cenne rady podczas pisanie artykułu, a recenzentem za wnikliwe opinie i konstruktywną krytykę.

8. Literatura

- Błaszczńska, M., Kaźmierczak, U., 2011. Zachowanie bioróżnorodności w ramach rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych kopalni wapienia „Górażdzie”. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Studia i Materiały* 132 (39), 11–22.
- Boberek, K., Paulo, A., 2005. Problemy zagospodarowania wyrobisk po eksploatacji kruszywa naturalnego na przykładzie złóż w dolinie Soły między Kętami a Bielanami. *Geologia* 31 (2), Kraków, 153–165.
- Chwastek, J., Janusz, W., Maciaszek, J., Repelowski, A., Szewczyk, J., 1990. Deformacje powierzchni terenu spowodowane działalnością górnictwem. *Akademia Górniczo-Hutnicza. Sozologia i Sozotechnika* 30, Kraków, 7–134.
- Cieśliński, Z., Jaworski, P., Szczepańska, E., 1994. Problemy ochrony i rekultywacji środowiska. *Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń*, 1–228.
- Ciuk, E., 1970. Schematy litostratygraficzne trzeciorzędu Niżu Polskiego. *Kwartalnik Geologiczny* 14 (4), Warszawa, 754–771.
- Czarnik, J., 1972. Paleogeografia okolic Turka w górnym trzeciorzędzie i plejstocenie. *Studia Geologica Polonica* 40, Kraków, 7–156.
- Domosławska-Baraniecka, M.D., 1969. Ze stratygrafii i rozwoju czwartorzędu południowych Kujaw. *Przewodnik XLI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Wydawnictwa Geologiczne, Konin*, 49–58.
- Fagiewicz, K., 2009. Obszary pogórnice jako typ krajobrazu recepcyjnego turystyki. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 25, 95–103.
- Frankowski, Z., Godlewski, T., Irmiński, W., Łukasik, S., Majer, E., Nałęcz, T., Sokołowska, M., Wołkowicz, W., Chada, K., Chormiński, D., Gałkowski, P., Jaśkiewicz, K., Jurys, L., Kaczyński, Ł., Madej, M., Majer, K., Pietrzykowski, P., Samel, I., Wszędźrówny-Nast., M., 2012. Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych. *Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa*, 42–44.
- Gorczyca, K., Dutka, M., 2015. Analiza decyzji rekultywacyjnych i zezwoleń na odzysk/przetwarzanie odpadów o kodzie 01 04 12 wydanych w województwie lubelskim w latach 2009–2015. *Raport z monitoringu aspekty prawne i środowiskowe, Towarzystwo dla Natury i Człowieka, Lublin*, 3–10.
- Greń, K., Popiołek, E., 1990. Wpływ eksploatacji górnictwem na powierzchnię i górotwór. *Akademia Górniczo-Hutnicza, Skrypty uczelniane* 1179, Kraków, 1–200.
- Karczewska, A., 2008. Ochrona gleb i rekultywacja terenów zdegradowanych. *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wrocław*, 1–414.
- Katalog wierceń górnictwa naftowego – Turek IG 63092.
- Kondracki, J., 2001. *Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa*.
- Krygowski, B., 1974. Niektóre problemy z morfodynamiki Niziny Wielkopolskiej. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Geografia fizyczna* 27A, 89–156.
- Lindner, L., 2005. Nowe spojrzenie na liczbę, wiek i zasięgi złodowaceń środkowopolskich w południowej części środkowowschodniej Polski. *Przegląd Geologiczny* 53 (2), Warszawa, 145–150.
- Łyczewska, J., 1977. Dynamika frontalna lądolodu bałtyckiego w okolicy Koła nad Wartą. *Studia Geologica Polonica* 52, 281–296.
- Majdanowski, S., 1950. Zagadnienie rynien jeziornych na Niżu Europejskim. *Badania fizjograficzne nad Polską Zachodnią* 2, 35–122.
- Mańkowska, A., 1980. *Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusz Konin, wydanie A*.
- Mańkowska, A., 1983. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Tuliszków*.
- Mańkowska, A., 1985. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Kotwasice*.
- Nita, J., Myga-Piątek, U., 2010. Georóżnorodność i geoturystyka w terenach poeksploatacyjnych na przykładzie rejonu chęcińsko-kieleckiego. *Geoturystyka* 3–4, 51–58.
- Ostręga, A., Uberman, R., 2010. Kierunki rekultywacji i zagospodarowania – sposób wyboru, klasyfikacja i przykłady. *Górnictwo i Geoinżynieria* 34 (4), 445–461.
- Ostrowski, J., 1995. *Zasady sporządzania oceny wpływu działalności górniczej na środowisko. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie* 2, Katowice.
- Prawo geologiczne i górnicze. *Dz.U.*, 2011, nr 163, poz. 981 art. 129, Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku, tekst ujednolicony.
- Prawo ochrony środowiska. *Dz.U.*, 2001, nr 62, poz. 627, Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku, tekst ujednolicony.
- Priebe-Piechowska, M., 1997. *Wprowadzenie do rekultywacji środowiska gruntowo-wodnego, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej*.
- Rdzany, Z., Frydrych, M., Szmidt, A., Tarnawska, K., 2015. W sprawie genezy i wieku form rzeźby glacialnej pogranicza Wysoczyzn Kaliskiej i Tureckiej. *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Geographica Physica* 14, Łódź, 37–53, <http://dx.doi.org/10.18778/1427-9711.14.04>.
- Siuta, J., 1998. *Rekultywacja gruntów. Poradnik Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa*.
- Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Richling, R., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorzczak, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot, R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., Myga-Piątek, U., Nita, J., Papińska, E., Rodzik, J., Strzyż, M., Terpiłowski, S., Ziaja, W., 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographica Polonica* 91 (2), 143–170, <https://doi.org/GPo.0115>.
- Sołowiej, D., 1987. *Podstawy metodyki oceny środowiska przyrodniczego człowieka. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań*, 27–28.
- Stachowski, P., Liberacki, D., Kraczkowska, K., 2018. *Zagospodarowanie zbiornika wodnego wraz z otoczeniem na terenie zdewastowanym. Acta Scientiarum Polonorum, Administratio Locorum* 17 (1), Poznań, 75–85.
- Szydeł, R., 1999. *Zasady rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych po kopalniach odkrywkowych złóż kopalin pospolitych z wykorzystaniem skały płonnej z KWK „Bogdanka”. Lubelski Urząd Wojewódzki*.
- Trzmiel, B., 1992. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Turek (550)*.
- Trzmiel, B., 1996. *Objaśnienia do szczegółowej mapy Polski w skali 1:50 000, arkusz Turek (550)*.
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych. *Dz.U.*, 2013, poz. 1205, *Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 18 lipca 2013 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych, tekst ujednolicony*.
- Weremczuk, A., 2008. *Rekultywacja wyrobisk poeksploatacyjnych w okolicach Łodzi i potencjał możliwości ich wykorzystania. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Landform Analysis* 9, 334–338.
- Widera, M., 2007. *Litostratygrafia i paleotektonika kenozoiku podplejstocenijskiego Wielkopolski, Geologia. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*, 1–224.
- Wojskowy Instytut Geograficzny 1936. *Mapa Szczegółowa Polski w skali 1:25 000, arkusz Brudzew (P40 S27 E)*.
- Żelaźniewicz, A., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Karnkowski, P.H., Konon, A., Oszczypko, N., Ślęczka, A., Żaba, J., Żytko, K., 2011. *Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław*, 7–14.



Aleksander Szmidt • Wojciech Tołoczko

Uniwersytet Łódźki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geografii Fizycznej, Zakład Dynamiki Środowiska i Gleboznawstwa
E-mail: aleksander.szmidt@geo.uni.lodz.pl; wojciech.toloczko@geo.uni.lodz.pl

Góra Zelce jako walor geoturystyczny Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej z uwzględnieniem analizy geomorfologicznej

Zelce Mountain as a geotouristic value of the Woźniki-Wieluń Upland, including geomorphological analysis

Zarys treści Góra Zelce na Wyżynie Wieluńskiej od 1971 roku objęta jest ochroną rezerwatową dotyczącą form krasowych ostańca jurajskiego. Z reguły ochroną obejmowane są formy naturalne, mało przekształcone przez człowieka. W przypadku Góry Zelce i Rezerwatu „Węże” mamy do czynienia z obiektem silnie przekształconym antropogenicznie. Przekształcenia te wynikały z wieloletniej eksploatacji kalcytu dla potrzeb przemysłu hutniczego. Pozostały po tym liczne wyrobiska i hałdy oraz korytarze jaskiń w większości pozbawione szaty naciekowej. Przez większość okresu funkcjonowania rezerwatu obiekty jaskiniowe były dostępne dla powszechnego ruchu turystycznego. W ostatnich latach, ze względów ochrony środowiska, dostęp do jaskiń został zamknięty. W artykule przedstawiono rezultaty badań na temat przekształcenia rzeźby oraz stanu jaskiń. Autorzy wskazują na możliwość ograniczenia ochrony rezerwatowej na badanym obszarze.

Słowa kluczowe Góra Zelce, Rezerwat „Węże”, ostańce jurajskie, jaskinie krasowe, przekształcenia antropogeniczne.

Abstract Zelce Mountain in the Wieluń Upland has been protected since 1971 by reserve protection regarding karst forms of the Jurassic Mound. As a rule of thumb, protection is granted to natural forms, little transformed by human activity. In the case of Góra Zelce and the "Węże" nature reserve, we are dealing with a strongly anthropogenic transformation. These transformations resulted from many years of calcite exploitation for the needs of the steel industry. Numerous excavations and heaps remained, as well as cave corridors, mostly devoid of dripstone formations. For most of the period of operation of the reserve, cave facilities were available to the general tourist traffic. In recent years, access to caves has been closed for environmental reasons. The article presents the results of research on the transformation of the relief and the condition of the caves. The authors point to the possibility of limiting the reserve protection in the studied area.

Keywords Zelce Mountain, "Węże" Reserve, Jurassic monadnocks, karst caves, anthropogenic transformations.

1. Wprowadzenie

Badany obszar położony jest na północnym krańcu Wyżyn Polskich (ryc. 1A) i oprócz góry Świętej Genowefy stanowi on jedno z ostatnich miejsc, gdzie lite skały jurajskie w naturalny sposób tworzą wyraziste wychodnie na powierzchni terenu (Szmidt 2006). Według regionalizacji fizycznogeograficznej Solona i in. (2018) obszar badań położony jest (ryc. 1B) w prowincji Wyżyny Polskie (34), podprowincji Wyżyna Śląsko-Krakowska (341), makroregionie Wyżyna Woźnicko-Wieluńska (341.2), mezoregionie Wyżyna Wieluńska (341.21). W literaturze geologicznej, a przede wszystkim turystycznej, możemy spotkać się z określeniami omawianego obszaru jako Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej lub Wyżyny Wieluńskiej. W starszych przewodnikach turystycznych można spotkać się z podejściem, że częścią właściwą i istotną turystycznie jest obszar między Krakowem a Częstochową (Jura Krakowsko-Częstochowska), zaś o Wyżynie Wieluńskiej wspomina się raczej zdawkowo. Problem ten może wynikać z przejściowości krajobrazu Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej, pomiędzy wyżynnym a nizinnym.

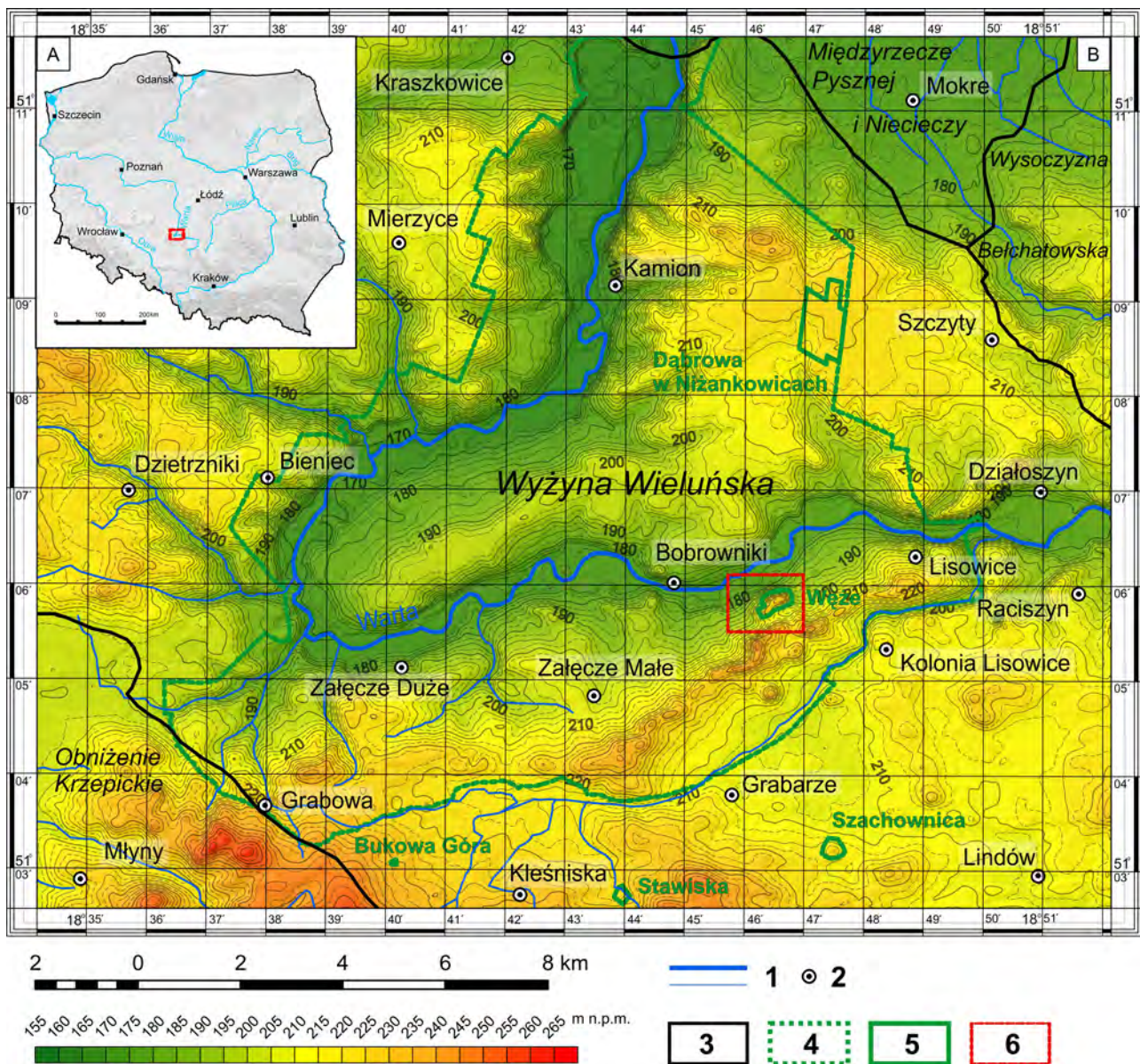
Pomimo, że obszar jako całość przypisywany jest do Wyżyn Polskich, to jednak od strony krajobrazowej można uznać, że charakter typowo wyżynny, wyraźnie widoczny w terenie, mają tylko nieliczne miejsca. Dobrym przykładem przejściowości krajobrazu Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej są Pagóry Kłobuckie. Tam prócz stoliw kemowych ukształtowanych podczas arealnej deglacjacji lądolodu odrzańskiego uwidaczniają się pagóry wapienne. Są one „reprodukowane” w pokrywie plejstoceniowej lub odsłonięte w części wierzchowinowej (Klimek 1966). Teren ten charakteryzuje się również silnym krasowieniem podziemnym, o czym świadczy koncentracja lejów krasowych produkowanych w pokrywie plejstoceniowej (Nowak 1993, Hałka 2009).

Problem z klasyfikacją (do krain) pojawia się dosyć często. Na przykład północny skraj Wniesień Łódzkich nazywany był Wyżyną Łódzką (Klatkova 1972, Dylíkova 1973). Ze względu na wymagane cechy, takie jak budowa geologiczna i wysokość nad poziomem morza, teren ten nie mógł być zaliczony do obszaru wyżynnego. Powszechnie w Polsce przyjmuje się, że obszar wyżynny powinien być położony powyżej 300 m n.p.m., zbudowany z niepofałdowanych skał litych. W przypadku „Wyżyny Łódzkiej” jej

wysokość maksymalna wynosi 280 m n.p.m., zaś zbudowana jest z ponad 100 metrów miąższości osadów lodowcowych i wodnolodowcowych, często silnie zaburzonych (Turkowska 2006a). Pomimo tego od strony krajobrazowej np., na terenie Lasu Łągiewnickiego w Łodzi, można znaleźć wiele miejsc (fot. 1) przypominających krajobraz wyżynny (Jaskulski i Szmidt 2015).

Inna sytuacja występuje w przypadku północnej części Wyżyny Wieluńskiej (ryc. 1A, ryc. 1B), zaś od strony krajobrazu sprawia wrażenie obszarów nizinnych o równinnym lub lekko pagórkowatym charakterze (fot. 2). Co istotne, na Wyżynie Wieluńskiej jest najwięcej miejsc, gdzie spod pokrywy plejstoceńskiej ukazują się formy wapienne (przełomy Warty w Mstowie i k. Działoszyna) lub są

„reprodukowane” w pokrywie plejstoceńskiej (Pagóry Kłobuckie). Wprawdzie wysokości bezwzględne wahają się w przedziale 220–280 m n.p.m., to jednak niewiele jest miejsc, gdzie wzniesienia przekraczają 300 m n.p.m. Podłoże starsze zbudowane jest z osadów górnourajskich, głównie wapieni, jednakże w większości pokryte jest osadami czwartorzędowymi o znaczącej miąższości (ryc. 2, ryc. 3). Rzeźba wyżynna nie posiada tak wyrazistego charakteru jak np. pomiędzy Częstochową a Krakowem (np. liczne wysokie formy skałkowe). W związku z tym za najważniejszą atrakcję turystyczną analizowanego obszaru należy uznać występowanie licznych podziemnych form krasowych, które w większości zostały objęte ochroną rezerwatową.



Ryc. 1. Położenie obszaru badań: A – na terenie Polski, B – na tle regionalizacji fizycznogeograficznej (Solon i in. 2018) oraz ukształtowania powierzchni terenu: 1 – rzeki, 2 – miejscowości, 3 – granice mezoregionów, 4 – granice Załęczańskiego Parku Krajobrazowego, 5 – granice rezerwatów, 6 – obszar badań

Fig. 1. Location of the research area: A – in Poland, B – against the background of physico-geographical regionalization (Solon *et al.* 2018) and landforms: 1 – rivers, 2 – towns, 3 – borders of mesoregions, 4 – borders of the Załęczański Landscape Park, 5 – borders of reserves, 6 – research area



Fot. 1. Północna krawędź Wzniesień Łódzkich (fot. A. Szmidt, 2008)

Photo 1. Northern escarpment of Łódź Heights (photo by A. Szmidt, 2008)



Fot. 2. A – Dolina Warty w okolicach Bobrownik (fot. A. Szmidt, 2006), B – Kamieniołom „Warta” (fot. A. Szmidt, 2014), C – Kamieniołom w Lisowicach (fot. A. Szmidt, 2006)

Photo 2. A – The Warta valley near Bobrowniki (photo by A. Szmidt, 2006), B – “Warta” Quarry (photo by A. Szmidt, 2014), C – Quarry in Lisowice (photo by A. Szmidt, 2006)

2. Źródła danych i metody badań

W przypadku prac terenowych wykonano dokumentację fotograficzną. Drugim etapem prac były operacje i analizy w Systemach Informacji Geograficznej (GIS).

Dla wizualizacji ukształtowania powierzchni terenu dla obszaru Polski użyto numerycznego modelu terenu o rozdzielczości siatki co najmniej 100 m udostępnianego przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK). Pobrane zasoby w postaci tabel X, Y, Z zostały zaimportowane poprzez program SAGA GIS 2.3.2 (funkcja: *Import/Export/Grids/Import Grid from XYZ*). Po wczytaniu wszystkich warstw, rastry zostały połączone (funkcja: *Grid/Tools/Mosaicking*), a następnie raster wynikowy wyeksportowany do forma-

tu Golden Software Surfer (funkcja: *Import/Export/Grids/Export Surfer Grid*). Ta sama procedura została wykonana dla innych danych morfometrycznych dostępnych w formie tabelarycznej. Wstępnej wizualizacji ukształtowania powierzchni terenu na prezentowanych mapach (metoda warstwobarwna z cieniowaniem) dokonano w programie Golden Software Surfer 14 poprzez nałożenie z przezroczystością na siebie mapy barwnej i mapy cieniowania. Generalizację rysunku poziomicowego dokonano w oparciu o reinterpolację danych metodą lokalnego wielomianu (*local polynomial*) w programie Golden Software Surfer. Jako źródło danych do uzyskania mapy miąższości czwartorzędu wykorzystano Mapę geologiczną Polski bez utworów czwartorzędu w skali 1:200 000 arkusz Kluczbork,

wyd. B (Haisig i in. 1979). Rysunek poziomicowy został zdigitalizowany ręcznie, a następnie na jego podstawie wyinterpolowano raster w programie Esri ArcGIS 10.5. (metoda: *Topo to Raster*). Dalej utworzono raster wynikowy poprzez odjęcie od powierzchni współczesnej (raster o rozdzielczości co najmniej 25 m), powierzchni kopalnej (funkcja: *ArcToolbox/Spatial Analyst Tools/Math/Minus*). Mapę geomorfologiczną uzyskano poprzez ręczną digitalizację Mapy geomorfologicznej regionu łódzkiego (Turkowska 2006b), a następnie przetworzenie i generalizację jej do schematu mapy geomorfologicznej Polski w skali 1:100 000 (Turkowska i Szmidt 2014). Ostatecznie mapy wynikowe złożono w programie Corel Draw X7.

Analizując literaturę naukową dotyczącą Góry Zelce, najważniejsze badania prowadzono w drugiej połowie XX wieku. Jednak już w latach 30. XX wieku Samsonowicz (1934) opisał szczątki zwierzęce z okresu trzeciorzędu, odkryte w 1933 roku we wzgórzu zwanym wtedy Górą Zelcową. Przy eksploatacji wapienia krystalicznego na potrzeby pobliskiej huty szkła natrafiono tam na lej wypełniony warstwami brekcji kostnej. Lej ten był prawdopodobnie pozostałością po jaskini, zamieszkiwanej ongiś przez różne zwierzęta, której strop uległ z czasem zniszczeniu, a cała jaskinia została zavalona rumowiskiem skalnym.

Badania przyrodnicze prowadzone na obszarze Załęczańskiego Parku Krajobrazowego koncentrowały się głównie na opracowaniu dokumentacji naukowej flory i roślinności tego terenu (Olaczek i Czyżewska 1986, Czyżewska i Olaczek 1992).

Bardzo dobrze udokumentowana jest także paleogeografia Wyżyny Wieluńskiej, m.in. dzięki wieloletnim badaniom Krzemińskiego (1965, 1986). Zagadnienia rozwoju form krasowych doskonale opisane są przez Szynkiewicza (1971, 1977), Szynkiewicza i in. (2015), Szelerewicza i Górnego (1986) oraz Zadwornego (1974, 1977). Doskonałym opracowaniem popularyzującym krasową rzeźbę na tym terenie jest także publikacja Szynkiewicza (2014). Zawarto tam obszerną dokumentację fotograficzną oraz kartograficzną jaskiń wraz z przekrojami przez namuliska oraz dokumentację fotograficzną kamieniołomów w okolicach Działoszyna.

Wybrane walory abiotyczne Załęczańskiego Parku Krajobrazowego, w tym rezerwatu „Węże”, w obszerny sposób wraz z dokumentacją fotograficzną przedstawia wiele doniesień naukowych realizowanych w Uniwersytecie Łódzkim (Cyrek 1996, Bezkowska i in. 1999, Krysiak i Majchrowska 2001, Papińska 2001a, 2001b, Papińska i Tołoczko 2002, Krysiak i Papińska 2005).

Laskowski i in. (2001) do badań szczegółowych Załęczańskiego Parku Krajobrazowego wyznaczyli 13 stanowisk, na których oprócz opisu profili glebowych określono formę terenu, rodzaj skały macierzystej gleb, warunki wilgotnościowe, sposób użytkowania terenu oraz roślinność z podkreśleniem gatunków dominujących. Trzy stanowiska znajdowały się w rezerwacie „Węże”. Z kolei Tołoczko i Szmidt (2018) przedstawili charakterystykę i genezę form litologicznych Działoszynskiego łuku Warty oraz wyniki badań gleboznawczych na Górze Zelce. W profilach określono fizyczne i chemiczne właściwości gleb. W rezerwacie „Węże” na badanej powierzchni 0,2 km² występuje zróżnicowanie składu granulometrycznego rędzin – od piaskowej do gliniastej. W większości badane gleby zostały sklasyfikowane jako rędziny brunatne.

W literaturze dominowały opracowania badań z zakresu szeroko rozumianej biologii, geologii, geologii czwartorzędu, paleontologii, geomorfologii oraz gleboznawstwa. Co istotne, pomimo bogatych badań i związanych z nimi publikacjami, licznymi dokumentacjami, niewiele można znaleźć powszechnie dostępnych opracowań pokazujących zdjęcia jaskiń będących tutaj podmiotem badań. Zarówno w literaturze, jak i na tematycznych stronach internetowych zagadnienia związane z Górą Zelce są często opisywane, ale słabiej udokumentowane fotograficznie.

Celem badań przedstawionych w tym artykule było dokonanie próby przybliżenia wiedzy o Górze Zelce w oparciu o nowsze opracowania kartograficzne oraz unikalną dokumentację fotograficzną wnętrza jaskiń.

3. Budowa geologiczna i rzeźba terenu Wyżyny Wieluńskiej

Geologicznie Wyżyna Wieluńska położona jest w obrębie monokliny śląsko-krakowskiej (Pożaryski 1974, Stupnicka 1997). W przypadku obszaru badań i jego sąsiedztwa w podłożu osadów kenozoicznych dominują iły, mułowce i piaskowce z sydereytami (jura środkowa) oraz osady wapienno-margliste (jura górna). Ze względu na większą odporność na procesy wietrzenia, na powierzchni lub blisko niej, możemy spotkać najczęściej wapienie płytowe oraz skaliste. Najwyższe wzniesienia zbudowane są z bardziej odpornych na wietrzenie wapieni skalistych. Miejsca te stanowiły dawniej obszary eksploatacji wapieni. Obecnie czynne są tylko największe kamieniołomy, takie jak „Warta” pracujące dla potrzeb przemysłu cementowego lub w Raciszynie dla potrzeb przemysłu kamieniarskiego i drogowego.

Pierwotnie osady ułożone były horyzontalnie. Pod koniec kredy nastąpiła regresja morza zaś osady zostały pocięte systemem uskoków (Głazek i in. 1977). Linie te stanowiły początek systemu krążenia wody i zawartych w nich substancji chemicznych, takich jak: kwas węglowy lub kwasy organiczne. W neogenie i paleogenie na badanym obszarze ścierały się zarówno procesy geomorfologiczne lądowe, jak i wodne. Część zachodnia zdominowana była przez procesy związane z istnieniem zbiornika wodnego (akumulacja), w części zachodniej – lądowej rozwijały się procesy krasowe. Szczególnym impulsem było działanie tektoniki nieciągłej, dzięki której mógł przekształcać się system podziemnego krążenia wód (Dynowska 1983, Krzemiński 1986).

W oligocenie i miocenie tektonika potomna utworzyła szereg nowych zrębów, których efektem było pionowe przesunięcie bloków skalnych. Powstałe różnice w wysokościach względnych i związane z tym różnice w energii, wzmogły działanie procesów erozji. Elementami tej rzeźby są zarówno formy pozytywne, takie jak ostańce oraz formy wklęsłe jak polja. Mniej widoczny w terenie, chociaż najbardziej efektywny, jest kras podziemny w formie jaskiń i ich osadów.

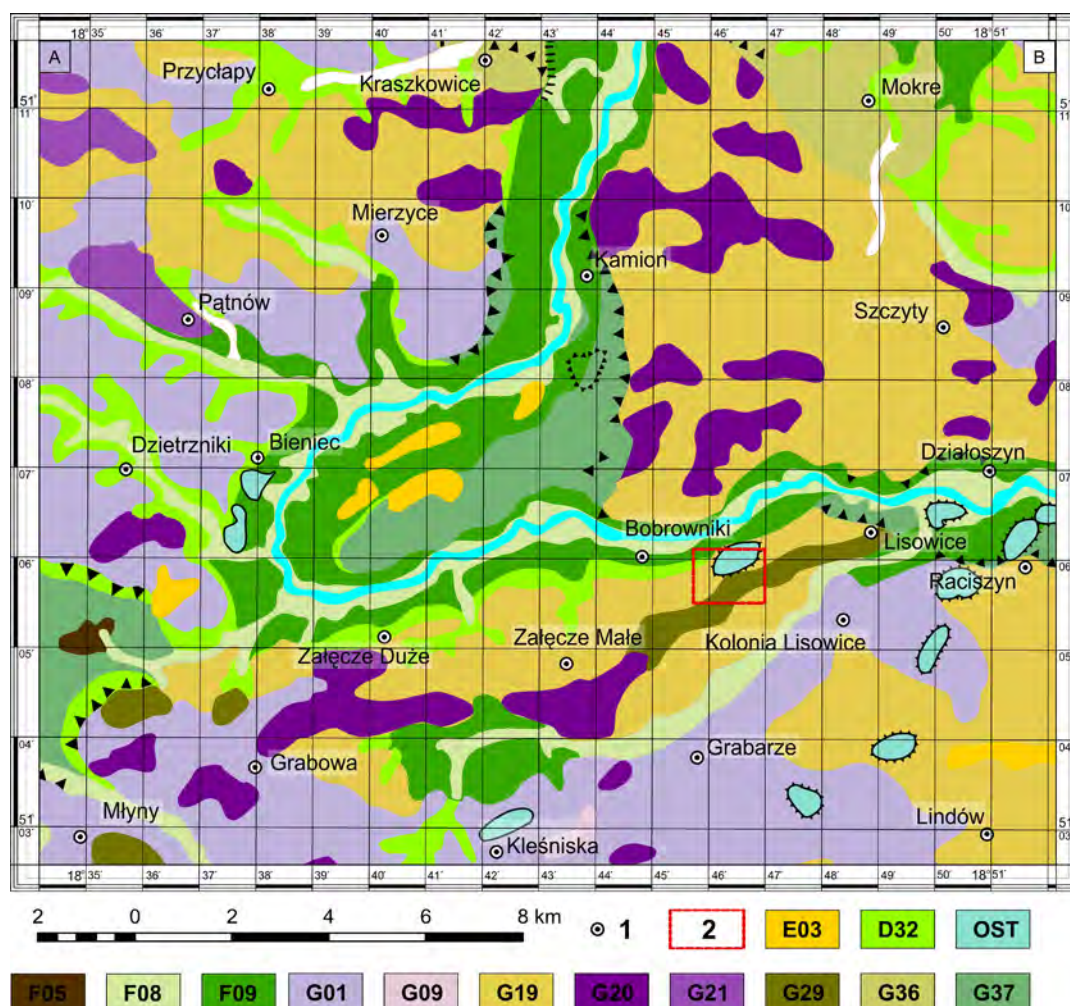
Można założyć, iż pod koniec neogenu na Wyżynie Wieluńskiej ukształtował się krajobraz krasowy starszy, charakteryzujący się mocno zdenudowanymi wzniesieniami, dolinami rzecznyymi i silnie rozwiniętym, lecz wypełnionym w dużej mierze krasem podziemnym.

Istotny wpływ na krajobraz Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej miały zlodowacenie odry, zaś północnej części tego regionu zlodowacenie warty. W pierwszej kolejności powierzchnia neogeńska podlegała procesom egzarycyjnym, których ślady można zaobserwować na skałkach kulminacji ostańców (Krzemiński 1974, 1986, Papińska 2001a). Starsze lite podłoże modyfikowało przebieg ruchu lądolodu. Masy lodu preferowały do ruchu istniejące już wcześniej doliny rzeczne, wzgórza zaś sprzyjały jego rozchodzeniu. Szczególną rolę odgrywały wtedy doliny Pra-Proсны, Pra-Warty i Pra-Widawki (Baraniecka i Sarnacka 1971, Lewandowski 1982).

Wcześniejsze badania Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej zostały istotnie uzupełnione przez Szuberta (2012). Między innymi dzięki wynikom badań geostatystycznych wykonanych w Systemach Informacji Geograficznej (GIS), autor wskazał, że powierzchnia podplejstocenia ukształtowana w starszych cyklach morfogenetycznych, w istotny sposób została przemodelowana w czasie zlodowacenia

odry, przez procesy erozyjne związane z wodami subglacjalnymi. Dobre udokumentowanie dużych różnic wcięć rynien subglacjalnych pozwoliło na podważenie starszych poglądów na fluwialną genezę rozcięć erozyjnych i istotną rolę ruchów neotektonicznych.

Ostatnim zdarzeniem glacialnym było zlodowacenie warty. Co istotne, w jego wyniku pozostały nie tylko osady typowo glacialne, lecz również fluwioglacialne. Przypuszcza się, że na elewacjach podłoża starszego mogły powstawać przetainy, gdzie akumulowały się osady z topniejącego lądolodu. Można też przypuszczać, że w okresie tym mogły istnieć ruchy izostatyczne podłoża oddziałujące na naprężenia w pokrywie lodowej i powstawanie np. pęknięć. Na wpływ taki wskazuje się również na obszarach niżowych (Klajnert 1978, Jakska i Szmidt 2008). W efekcie tych procesów w sąsiedztwie Góry Zelce i północnej części Wyżyny Wieluńskiej występują formy teras, wałów kemowych oraz powierzchni sandrowych (Klimek 1966, Krzemiński 1974) (ryc. 2).

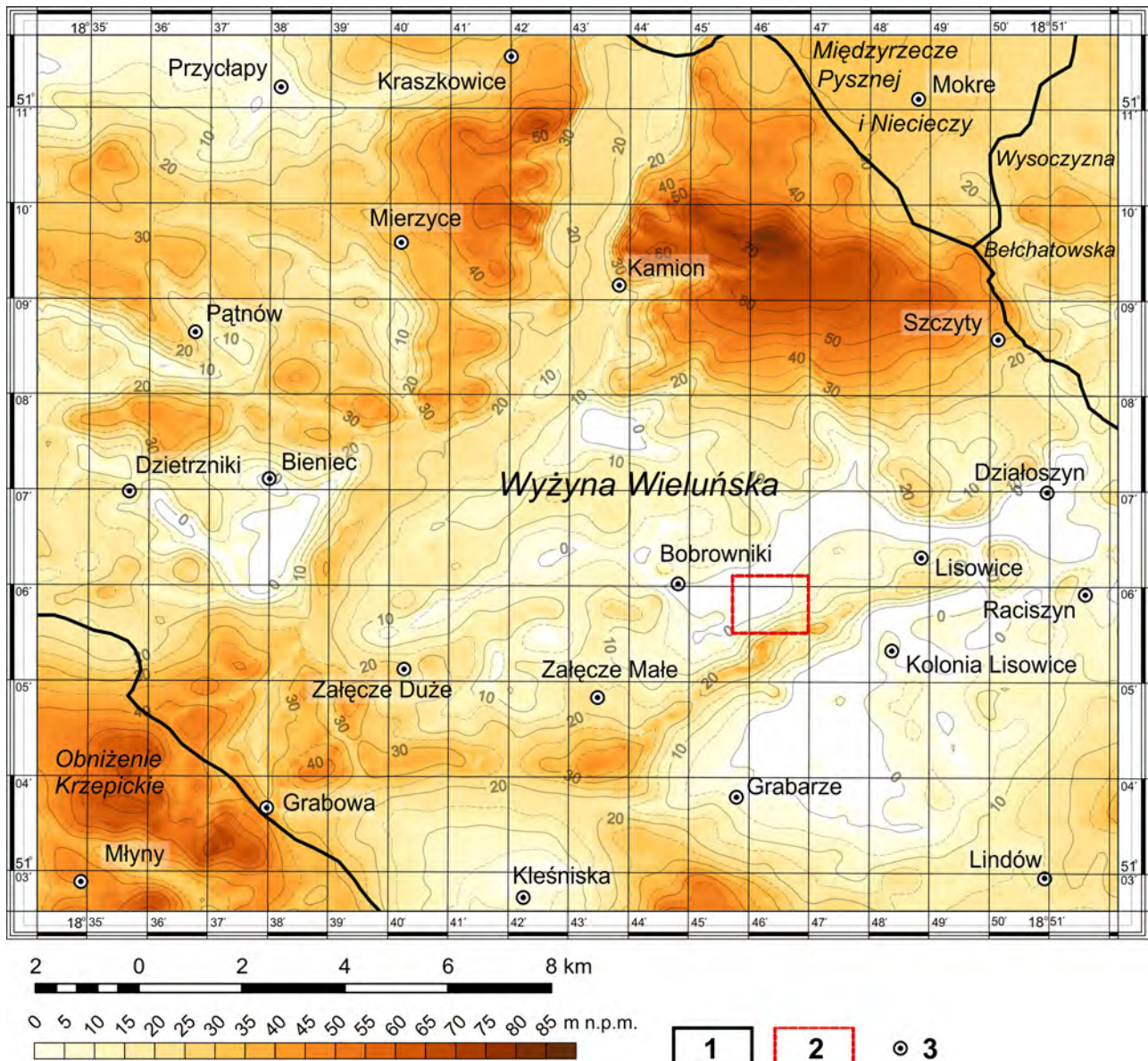


Ryc. 2. Mapa geomorfologiczna okolic Załęczańskiego Przełomu Warty: 1 – miejscowości, 2 – obszar badań, E03 – wydmy, D32 – doliny denudacyjno-erozyjne, OST – ostańce górnokrajowe, F05 – równiny biogeniczne, F08 – terasa zalewowa, F09 – terasy nadzalewowe, G01 – wysoczyzny morenowe, G09 – zagłębienia końcowe, G19 – równina lub szlak sandrowy, G20 – morena czołowa akumulacyjna, G21 – morena czołowa spiętrzona, G29 – kemy i stoliwa przetainy, G36 – równina erozyjna wód roztopowych, G37 – terasa pradolinna (oprac. własne na podstawie (Turkowska 2006b, Turkowska i Szmidt 2014))

Fig. 2. Geomorphological map of the vicinity of the Załęcze gorge of the Warta: 1 – localities, 2 – research area, E03 – dunes, D32 – denudation and erosion valleys, OST – Upper Jurassic inselbergs, F05 – biogenic plains, F08 – floodplain, F09 – terraces, G01 – moraine plateaus, G09 – final terminal basin, G19 – outwash plain (sandur) or outwash track, G20 – accumulative moraine, G21 – thrust moraine, G29 – kame and kame plateau, G36 – meltwater erosional plain, G37 – ice-marginal valley terrace (own study based on (Turkowska 2006b, Turkowska and Szmidt 2014))

W okresie zlodowacenia wisty w dolinach rzecznych dominowały procesy akumulacji związane z zatamowaniem odpływu wód ekstraglacialnych w kierunku północnym. W okresie holocenu w dolinach rzecznych przebiegały procesy erozji, zaś poza nimi procesy erozji i denudacji. W rejonie stoków dolinnych można zaobserwować szereg rozcięć wązozowych (ryc. 2, ryc. 4). Duża ilość osadów piaszczystych genezy glacialfluwalnej stała się źródłem zasilania dla osadów eolicznych. Analizując rozmieszczenie form geomorfologicznych (ryc. 1, ryc. 2.) można stwierdzić, że analizowany obszar w zdecydowanej większości

pokryty jest osadami czwartorzędowymi, gdzie tylko miejscami na powierzchni odstawiają się osady jurajskie. Obszarowo dominują osady glacialfluwalne (G19) oraz wysoczyzny morenowe (G01). Dominującymi morfometrycznie formami terenu są moreny czołowe akumulacyjne (G20) oraz kemy i stoliwa przetańowe (G29). Ma to przełożenie w miąższościach osadów czwartorzędowych (ryc. 3). Największe miąższości do 80 m czwartorzęd osiąga na północ i zachód od Załęczańskiego Przełomu Warty oraz w strefie czołowej morenowej, bezpośrednio na południe od Góry Zelce.



Ryc. 3. Miąższość osadów czwartorzędowych okolic Załęczańskiego Przełomu Warty: 1 – granice mezoregionów, 2 – obszar badań, 3 – miejscowości (oprac. własne na podstawie Haisig i in. 1979 i danych GUGiK udostępnianych bez opłat)

Fig. 3. Thickness of the Quaternary sediments around the Załęcze gorge of the Warta: 1 – borders of mesoregions, 2 – research area, 3 – towns (own study based on Haisig *et al.* 1979 and GUGiK data available free of charge)

4. Atrakcyjność geoturystyczna Załęczańskiego Parku Krajobrazowego

Wiele jaskiń Wyżyny Wieluńskiej zostało odkrytych dzięki poszukiwaniom złóż geologicznych, w szczególności kalcytu stanowiącego niegdyś ważny składnik dla przemysłu hutniczego. To, co było impulsem ich odkrycia stało się jednocześnie początkiem ich zagłady. Formacje naciekowe zostały w większości zniszczone. O pięknie jaskiń na Wyżynie Wieluńskiej możemy wnioskować głównie z opisów w starszych publikacjach (Samsonowicz 1934, Szyrkiewicz 1971) oraz licznych, ale bardzo małych hałd wokół wyeksploatowanych jaskiń. Do dzisiaj na terenie całej Wyżyny Wieluńskiej spacerując wokół jaskiń możemy w pobliżu ścieżek zaobserwować liczne pokruszone, błyszczące kryształki kalcytu.

Musimy jednak pamiętać, że dawniej kiedy nie była rozwinięta i modna turystyka, obiekty jaskiniowe nie były traktowane jako atrakcja. Uważano je raczej za miejsce schronienia dla ludzi, zwierząt lub przechowywania towarów, a istniejącą tam szatę naciekową, czy namuliska jako źródło pozyskania surowca skalnego lub nawozu dla rolnictwa. Amatorska eksploracja jaskiń w Polsce na masową skalę rozpoczęła się w dwudziestoleciu międzywojennym, zaś swoje apogeum osiągnęła w okresie lat 60.–70. XX wieku. Stowarzyszenia i organizacje turystyczne dokonywały w jaskiniach oznaczeń ścieżek, czasami przekopów na bardziej ciasnych odcinkach korytarzy (zaciski), a na trudniejszych i często pionowych odcinkach umieszczano łańcuchy lub drabiny.

W związku z tym, większość jaskiń w Polsce o układzie poziomym, względnie pochyłym (jaskinie bezpieczne) zostały udostępnione dla ruchu turystycznego. Z czasem, ze względów bezpieczeństwa, ochrony zimowisk nietoperzy i przepisów prawa, większość tego typu obiektów na obszarze Polski została zamknięta do samodzielnego zwiedzania. Najczęściej wejścia do nich są okratowane, zaś drzwi w kratkach posiadają na tyle mały otwór wejścio-

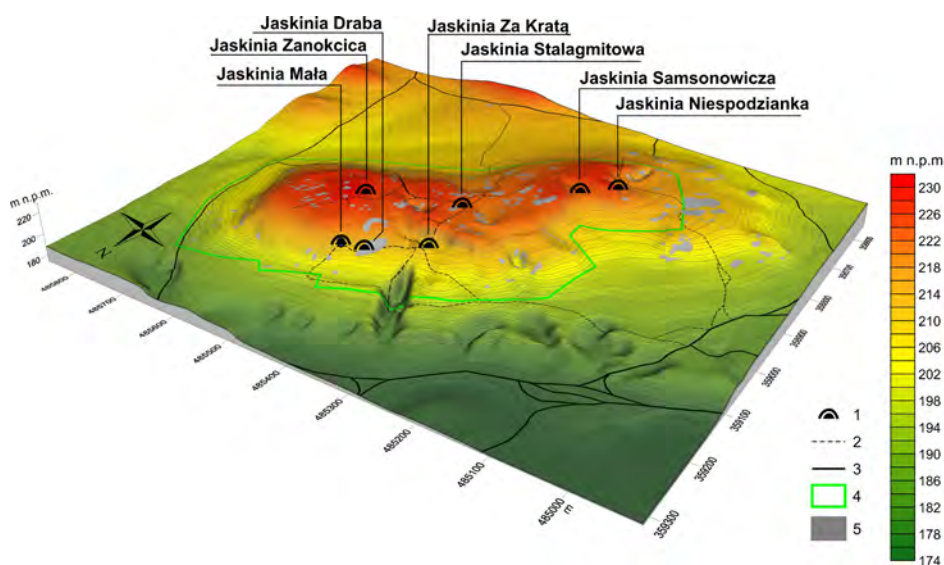
wy, że aby go pokonać należy być do tego odpowiednio przygotowanym fizycznie, jak i sprzętowo. W następstwie tego, większość mniej znanych jaskiń w Polsce jest zamknięta dla powszechnego ruchu turystycznego, a wiedzę o nich (jak już wspomniano) możemy zdobywać ze starszych przewodników turystycznych lub krótkich opisów zamieszczonych na stronach internetowych.

W literaturze opisuje się, że na Górze Zelce zidentyfikowano 10 jaskiń (Szyrkiewicz 1977, Szelerewicz i Górny 1986, Papińska 2001a). Należy jednak pamiętać, że wiele z nich zostało odkrytych dzięki pracom górniczym. Skoro w nienaturalny sposób znalazły się one na powierzchni terenu, to podlegają na nowo silnym procesom wietrzenia.

Należy tutaj wydzielić kilka podstawowych procesów. Pierwszym z nich jest efekt odprężeniowy związany z odsłonięciem mas skalnych przez prace górnicze. Powoduje to dodatkowe spękania skał umożliwiające lepsze wnikanie wody wraz ze składnikami chemicznymi (Migoń 2006). Odsłonięte systemy jaskiniowe w początkowych odcinkach ulegają również wietrzeniu mrozowemu, doprowadzającemu do blokowego rozpadu skał. Prace górnicze, szczególnie przy użyciu materiałów wybuchowych, naruszają strukturę skał powodując liczne uszkodzenia we wnętrzu jaskiń. W Polsce znany jest przypadek zamknięcia dużych kamieniołomów w Kletnie w Kotlinie Kłodzkiej, gdzie wstrząsy podczas prac górniczych zagrażały stabilności Jaskini Niedźwiedziej. W wyniku działalności człowieka oraz procesów naturalnych na Górze Zelce, z 10 zidentyfikowanych jaskiń można łatwo zlokalizować 7 (Jóźwiak 2007), zaś w ramach powszechnego ruchu turystycznego, spacerując i podziwiając otaczający krajobraz, można dotrzeć do 5.

5. Charakterystyka wybranych jaskiń

Poniżej przedstawiono jaskinie jako obiekty geoturystyczne i ich lokalizację z uwzględnieniem ukształtowania powierzchni wokół Góry Zelce (ryc. 4).



Ryc. 4. Lokalizacja wybranych jaskiń na Górze Zelce na tle ukształtowania powierzchni terenu: 1 – jaskinie, 2 – ścieżki, 3 – drogi gruntowe, 4 – granice rezerwatu „Węże”, 5 – obszary prac górniczych

Fig. 4. Location of selected caves on the Zelce hill in relation to the terrain: 1 – location on the caves, 2 – paths, 3 – tracks, 4 – borders of the “Węże” reserve, 5 – mining areas

Jaskinia Niespodzianka

Jest to pierwsza jaskinia w pobliżu niebieskiego szlaku biegnącego od strony doliny Warty na szczyt Góry Zelce. Otwór wejściowy (fot. 3A) znajduje się od strony zachodniej wzgórza na wysokości około 217 m n.p.m., w miejscu dawnego niewielkiego kamieniołomu (Szelerewicz i Górny 1986, Jóźwiak 2007, Szykiewicz i in. 2015), a wokół widoczne są jeszcze liczne ślady prac górniczych. Jaskinia

była miejscem eksploatacji kalcytu dla potrzeb przemysłu, dlatego obecna szata naciekowa jest dość uboga. Resztek szaty nie uchroniło też zasypanie przez dłuższy czas otworu wejściowego. Według badań speleologicznych, w tej jaskini dostępny jest najdłuższy do zwiedzania korytarz na Górze Zelce (około 100 m). Istniejące resztki kalcytu (fot. 3B) posiadają różną barwę – od białej poprzez rdzawą, po czerwoną – co wskazuje na zmienne warunki klimatyczne podczas aktywnego funkcjonowania systemu jaskiniowego.



Fot. 3. Jaskinia Niespodzianka: A – wejście do jaskini, B – wnętrze jaskini (fot. K. Jóźwiak, 2007)

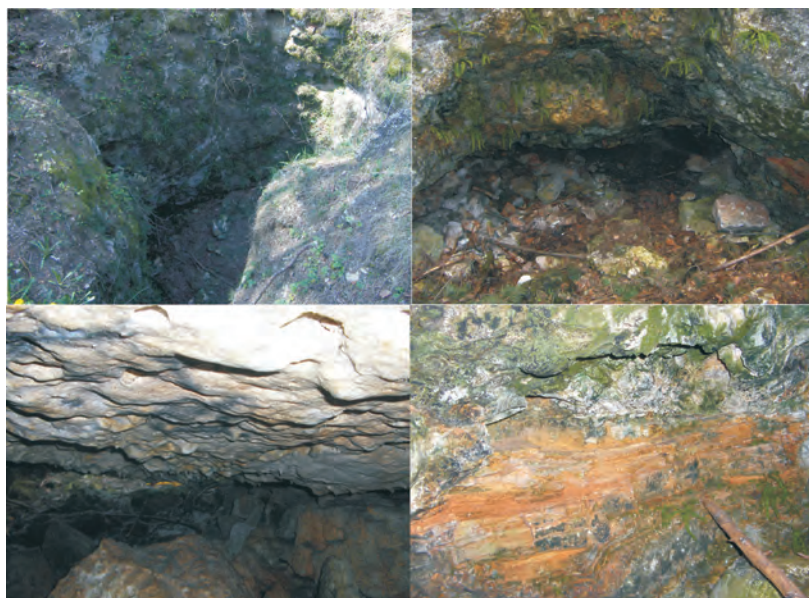
Photo 3. Niespodzianka Cave: A – entrance to the cave, B – inside of the cave (photo by K. Jóźwiak, 2007)

Jaskinia Samsonowicza

Na Górze Zelce najbardziej znaną paleontologicznie jest Jaskinia Samsonowicza (fot. 4). Pierwotnie jaskinia miała formę studni krasowej stanowiącej pułapkę dla licznych zwierząt oraz osadów. Podczas pierwszych badań udokumentowano bogatą faunę pliocenową, gdzie samej brekcji kostnej zebrano ponad 11 ton (Samsonowicz 1934). Podczas badań i prac paleontologicznych z komory jaskiniowej usunięto dużą część osadów, uzyskując przestrzeń o rozmiarach 12 m długości i około 9 m głębokości. Przypuszcza się (Szykiewicz 1977, Szykiewicz i in. 2015), że

obiekt mógł mieć połączenie z resztą systemu jaskiniowego badanej góry. W stropie zachowanych niewielkich korytarzyków, założonych na szczelinach NW–SE i NE–SW, występują interesujące kotły eworsyjne oraz kominki (Szykiewicz 1977). Istnieje też możliwość, że część tych połączeń została zasypana podczas eksploatacyjnych prac górniczych.

Ze względu na główny układ pionowy i niewielkie rozmiary jaskinię można oglądać z góry ze specjalnie przygotowanego i opisanego stanowiska obserwacyjnego w ramach ścieżki edukacyjnej.



Fot. 4. Jaskinia Samsonowicza (fot. K. Jóźwiak, 2007)

Photo 4. Samsonowicz Cave (photo by K. Jóźwiak, 2007)

Jaskinia Stalagmitowa

Jest jedną z ciekawszych jaskiń w obrębie Góry Zelce. Posiada ona pionowy i poziomy układ korytarzy oraz podobnie jak jaskinia Niespodzianka odkryta została dzięki poszukiwaniom kalcytu. Nazwa odnosi się do niezwykle bogactwa szaty naciekowej, przede wszystkim stalagmitów. Do obecnych czasów pozostały tylko resztki szaty naciekowej w postaci nacieku kalafiorowatego i grzybko-

wego oraz buł i guzów nacieków kulistych. W ścianach można zobaczyć jeszcze żyły kalcytu o grubości do 0,3 m (Szynkiewicz 1977). Otwór wejściowy znajduje się w strefie szczytowej wzniesienia (223 m n.p.m.). Ze względów bezpieczeństwa studnia o głębokości 13 m została wyposażona w metalową drabinę. Na dole rozchodzi się szereg niewielkich korytarzy, na dnie których znajdują się namuliska oraz gruz skalny będący pozostałością prac górniczych. Do zwiedzania dostępne jest około 80 m korytarzy (fot. 5).

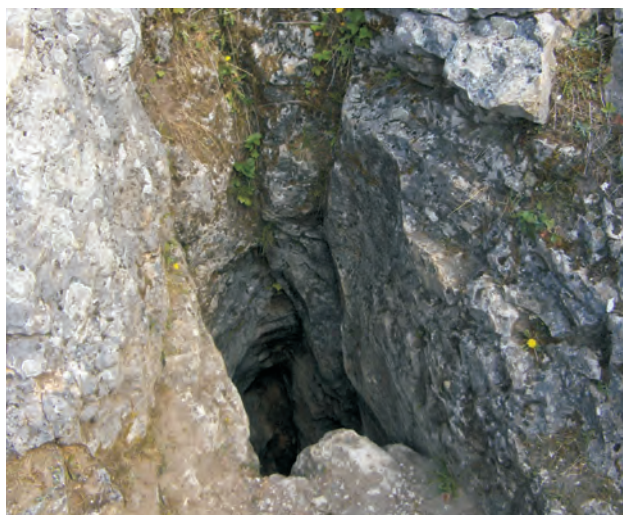


Fot. 5. Jaskinia Stalagmitowa – wejście i wnętrze jaskini (fot. K. Józwiak, 2007)

Photo 5. Stalagmite Cave – entrance and interior of the cave (photo by K. Józwiak, 2007)

Jaskinia Zanokcica

Jaskinia znajduje się w strefie szczytowej Góry Zelce (227 m n.p.m.). Stanowi ona pozostałość względnie dużej kopalni kalcytu, która miała mieć wylot na północnych stokach wzniesienia (Szynkiewicz i in. 2015). Obecnie wejście do jaskini zasypane jest gruzem wapiennym (fot. 6).



Jaskinia Za Kratą

Jaskinia zlokalizowana jest na północnym zboczu Góry Zelce. Jest ona dostępna do zwiedzania na dwóch poziomach połączonych pionowymi studniami. Ze względu na układ korytarzy oraz istniejące tzw. zaciski (trudniejsza dostępność turystyczna), w jaskini zachowały się większe pozostałości form naciekowych. Eksploatowano w niej żyłę kalcytu o miąższości ok. 0,3 m. Obecnie do zwiedzania dostępne są korytarze o długości około 70 m i głębokości około 17,5 m. Do jej wnętrza prowadzi wąska szczelina pomiędzy skałkami, od góry zabezpieczona betonową płytą (fot. 7A), a dalej kręty korytarz, początkowo niski, doprowadza do (wyposażonej w drabinę) 6 metrowej wąskiej studni (fot. 7B, fot. 7C). Pod studnią od strony południowej znajduje się salka ozdobiona formami naciekowymi (fot. 7D). Nacieki reprezentowane są przez fragmenty stalagmitów i stalaktytów, mostków czy żeber (Szynkiewicz i in. 2015). Obecnie powstają stalaktyty rurkowe.

Fot. 6. Otwór wejściowy jaskini Zanokcica (fot. K. Józwiak, 2007)

Photo 6. Entrance opening of the Zanokcica Cave (photo by K. Józwiak, 2007)



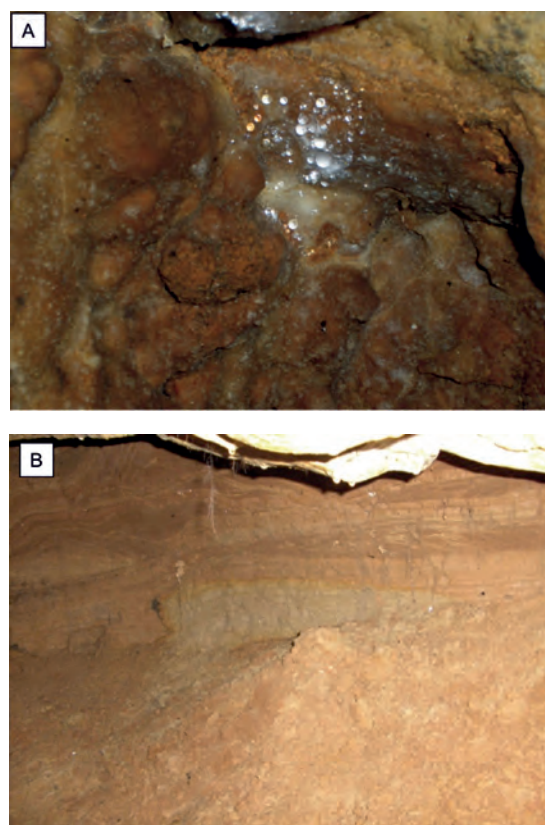
Fot. 7. Jaskinia Za Kratą: A – wejście do jaskini; B, C, D – wewnątrz jaskini (fot. K. Józwiak, 2007)

Photo 7. Za Kratą Cave: A – entrance to the cave; B, C, D – inside of the cave (photo by K. Józwiak, 2007)

Jaskinia Mała

Wejście do jaskini leży u podstawy ściany dużego wyrobiska na północnym stoku Góry Zelce i odległego o ok. 100 m na NE od Jaskini Za Kratą. Długość korytarzy założonych na systemie spękań o kierunku NW–SE i NE–SW wynosi 26 m, a ich głębokość 4,5 m. Jaskinia po raz pierwszy została wspomniana przez Samsonowicza (1934).

W stropach komór znajdują się kominki ze stalaktytami kulistymi oraz resztkami zniszczonych stalaktytów (fot. 8A, fot. 8C). Jaskinia w znacznej części wypełniona jest ilasto-pylastym namuliskiem (fot. 8B). Barwa osadów zmienia się ku stropowi od brunatno-brązowej do szaro-żółtej. W niektórych laminach stwierdzono szczątki drobnych zwierząt, a w dolnych warstwach natrafiono na stalaktyty bardzo silnie zniszczone przez procesy korozji krasowej. W komorze wstępnej znajduje się warstwa namuliska o grubości ok. 0,7 m zawierająca kości zwierzęce i tworząca skałę o typie czerwonej brekcji kostnej. Stalagmity, które lekko wystają ponad powierzchnię tej polewy noszą również ślady wyraźnej korozji krasowej (Szynkiewicz 1977).





Fot. 8. Jaskinia Mała – wnętrze (fot. K. Józwiak, 2007)

Photo 8. Small Cave – interior (photo by K. Józwiak, 2007)

Jaskinia Draba

Znajduje się na północnym stoku wzgórza ok. 150 metrów w kierunku E od Jaskini Za Kratą. Powstała na szczelinach o kierunku NW–SE i NE–SW o wymiarach ok. 35 m długości i 4 m głębokości. Zachowały się tam bardzo drobne nacieki oraz fragmenty namulisk. Ze względów bezpieczeństwa jaskinia do niedawna była zasypana. Można było się do niej wczołgać otworem o wysokości ok. 0,4 m (Szyrkiewicz 1977). Obecnie jaskinia nosi ślady oberwania się części mas skalnych i ma charakter zawaliskowy z dość niestabilnym wnętrzem (Józwiak 2007) – ryc. 9.



Fot. 9. Jaskinia Draba – wejście do jaskini (fot. K. Józwiak, 2007)

Photo 9. Draba Cave – entrance to the cave (photo by K. Józwiak, 2007)

6. Podsumowanie i dyskusja

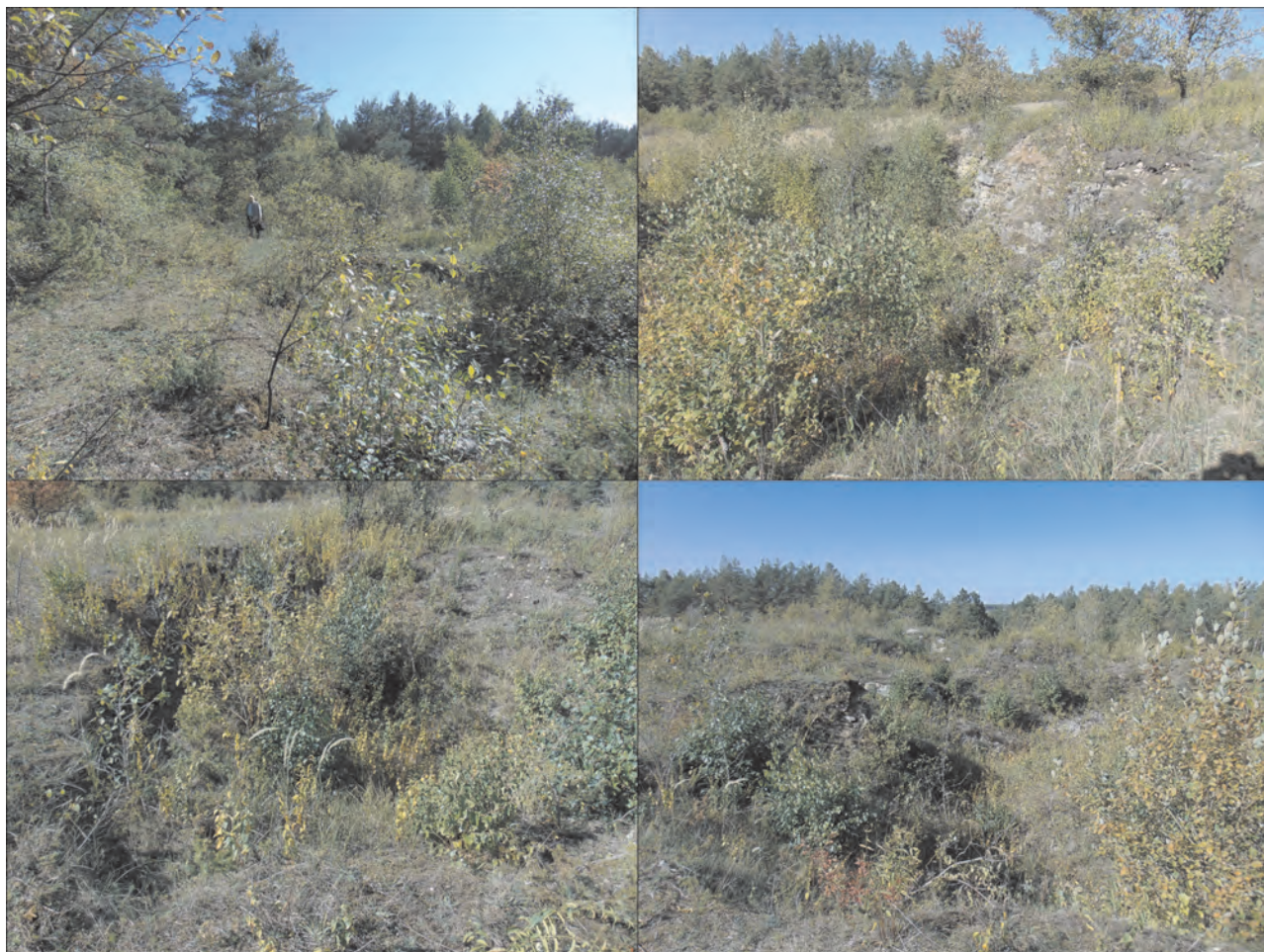
Góra Zelce znajduje się w obrębie Załęczańskiego Parku Krajobrazowego (ZPK) utworzonego w 1978 roku, którego głównym celem była ochrona jurajskiego krajobrazu Wyżyny Wieluńskiej. Co istotne, Góra Zelce została objęta ochroną rezerwatową już w 1971 roku. Oprócz poszczególnych obszarów objętych ochroną rezerwatową, główną oś stanowi Działoszyński Przełom Warty o długości około 20 km. Jest on bardzo charakterystyczną formą terenu, wyraźnie rzucającą się w oczy na opracowaniach kartograficznych (ryc. 1A, ryc. 1B). Uwidacznia się ona w formie łuku, gdzie rzeka Warta płynie w kierunku wschodnim, przeciskając się przez przełom rzeczny i dalej zwracając w kierunku północno-wschodnim. Jak wspomniano wcześniej sam ZPK, pomimo położenia w obrębie Wyżyn Polskich, poza nielicznymi miejscami, nie posiada wybitnie wyżynnego charakteru.

Opisywana góra przez wiele dziesięcioleci była miejscem intensywnych prac górniczych, których ślady do dziś są dobrze widoczne w terenie. W strefie szczytowej wzniesienia występują ślady licznych małych wyrobisk (ryc. 4, fot. 10), zaś w zboczach wiele mniejszych i większych kamieniołomów. Stoki doliny Warty aż po stoki Góry Zelce porożcinane są licznymi parowami. Od strony geomorfologicznej należy uznać, że badany obszar jest silnie przekształcony antropogenicznie.

Głównym celem powołania Rezerwatu „Węże” na Górze Zelce była ochrona wapiennego ostańca jurajskiego (przyroda nieożywiona) oraz muraw kserotermicznych (przyroda ożywiona). Analizując stan środowiska na opisywanym obszarze należy zastanowić się nad zakresem ochrony rezerwatowej. Należy pamiętać, iż w dużej części powierzchnia ostańca krasowego nie jest powierzchnią naturalną (fot. 10). Cały czas widoczne są ślady prac górniczych, takie jak wyrobiska i małe hałdy (ryc. 4). W przestrzeni leśnej istnieją pozostałości po szeregu ścieżek, które stanowiły miejsca silnej erozji wąwozowej. Sam system jaskiniowy posiada już niewiele fragmentów szaty naciekowej, która raczej jest trudna do dalszej antropogenicznej degradacji. Należy podkreślić, że to co było względnie łatwe do wydobycia zostało już zabrane podczas prac górniczych, reszta zaś przez niepoprawnych turystów lub poszukiwaczy minerałów (kalcytu i form naciekowych). Zdaniem autorów, jeśli udałoby się poprawić bezpieczeństwo zwiedzania jaskiń (odnowić zabezpieczenia), obiekty te jak dawniej powinny być dostępne dla powszechnej turystyki i edukacji.

6. Literatura

- Baraniecka, M.D., Sarnacka, Z., 1971. Stratygrafia czwartorzędu i paleogeografia dorzecza Widawki. Biuletyn Instytutu Geologicznego 254, 157–240.
- Bezkowska, G., Kamiński, J., Kobjek, S., Majchrowska, A., Wiluś, R., Załoba, M., 1999. Dolina Warty – przyroda i człowiek, [w:] Nauki geograficzne a edukacja społeczna. Materiały XLVIII Zjazdu PTG, Łódź, 9–11.09.1999 r.
- Cyrek, K., 1996. Osadnictwo schyłkowopaleolityczne w Zakolu Załęczańskim doliny Warty. Biblioteka Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi 30, 1–194.
- Czyżewska, K., Olaczek, R. (red.), 1992. Załęczański Park Krajobrazowy. Przewodnik. Wydawnictwo ARW, PROART, Sieradz.



Fot. 10. Ślady po działalności górniczej na Górze Zelce (fot. A. Szmidt, 2019)

Photo 10. Traces of mining activity on Mount Zelka (photo by A. Szmidt, 2019)

- Dylikowa, A., 1973. Geografia Polski. Krainy geograficzne. PZWS, 1–816.
- Dynowska, I., 1983. Źródła Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej i Miechowskiej. Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej 11.
- Głazek, J., Sulimski, A., Szykiewicz, A., Wysoczański-Minkowicz, T., 1977. Kopalny kras ze środkowopolejstoczeńskimi kręgowcami w Drabach koło Działoszyna, Prace Uniwersytetu Śląskiego 185, Kras i Speleologia 1 (10), 42–58.
- Haisig, J., Wilanowski, J., Biernat, S., Kaziuk, H., Kotlicki, S., 1979. Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000 ark. Kluczbork, wyd. B, Mapa geologiczna odkryta, bez utworów czwartorzędowych. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Hałka, Ł., 2009. Formy krasu reprodukowanego w okolicy Węży koło Działoszyna. Materiały 43. Sympozjum Speleologicznego, Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika, Zamość, 54–55.
- Jaksa, A., Szmidt, A., 2008. Wpływ tektoniki dysjunktywnej na rozmieszczenie kemów na obszarze województwa łódzkiego w świetle analizy kartograficznej, [w:] Florek, W., Kaczmarzyk, J., Współczesne problemy geomorfologii. Landform Analysis 9, 146–150.
- Jaskulski, M., Szmidt, A., 2015. Rzeźba terenu Lasu Łągowickiego w Łodzi jako atrakcja turystyczna. Turystyka 25 (2), 27–35.
- Jóźwiak, K., 2007. Fizycznogeograficzna charakterystyka okolic wsi Węże w Załęczańskim Parku Krajobrazowym – jaskinie rezerwatu Węże. Licencjat, Katedra Geografii Fizycznej WNG, Uniwersytet Łódzki, 1–40.
- Klajnert, Z., 1978. Zanik lodowca warciańskiego na Wysoczyźnie Skierniewickiej i jej północnym przedpolu. Acta Geographica Lodziensia 38, 1–149.
- Klatkova, H., 1972. Paleogeografia Wyżyny Łódzkiej i obszarów sąsiednich podczas zlodowacenia warciańskiego. Acta Geographica Lodziensia 28, 1–220.
- Klimek, K., 1966. Deglacjacja północnej części Wyżyny Śląsko-Krakowskiej w okresie zlodowacenia środkowopolskiego. Prace Instytutu Geografii PAN 53, Kraków, 1–136.
- Krysiak, S., Majchrowska, A., 2001. Funkcje turystyczno-rekreacyjne parków krajobrazowych, [w:] Bezkowska, G. (red.), Przewodnik sesji terenowych konferencji „Park krajobrazowy – i co dalej?“, Załącznik Wielkie, Uniwersytet Łódzki, Zakład Gleboznawstwa i Geoekologii, 32–47.
- Krysiak, S., Papińska, E., 2005. Konflikty człowieka – środowisko w Załęczańskim Parku Krajobrazowym, [w:] Hibszer, A., Partyka, J. (red.), Między ochroną przyrody a gospodarką – bliżej ochrony. Konflikty człowieka – przyroda na obszarach prawnie chronionych w Polsce. Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Katowicki, Ojcowski Park Narodowy, Sosnowiec–Ojców, 180–189.
- Krzemiński, T., 1965. Przełom doliny Warty przez Wyżynę Wieluńską. Acta Geographica Lodziensia 21, 1–95.
- Krzemiński, T., 1974. Geneza młodopolejstoczeńskiej rzeźby glacialnej w dorzeczu środkowej Warty. Acta Geographica Lodziensia 36, 1–141.
- Krzemiński, T., 1986. Paleogeograficzne tło rozwoju doliny Załęczańskiej Łuku Warty (Wyżyna Wieluńska). Acta Universitatis Lodziensis, Folia Zoologica 2, 149–178.
- Laskowski, S., Papińska, E., Tołoczko, W., 2001. Różnorodność przyrodnicza Załęczańskiego Parku Krajobrazowego na przykładzie wybranych stanowisk. Problemy Ekologii Krajobrazu 9, 99–112.

- Lewandowski, J., 1982. Zasięg lądolodu zlodowacenia oerodkowopolskiego na Wyżynie Śląskiej. Biuletyn Instytutu Geologicznego 337, Z badań czwartorzędów w Polsce 26, 115–136.
- Migoń, P., 2006. Geomorfologia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Nowak, W.A., 1993. Skrasowienie podziemne wapieni i jego odzwierciedlenie w rzeźbie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej w rejonie Częstochowy. Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej 21, 9–137.
- Olaczek, R., Czyżewska, K., 1986. Załęczański Park Krajobrazowy, charakterystyka wartości, ich ochrona i wykorzystanie. Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Zoologica 2, 7–68.
- Papińska, E., 2001a. Załęczański Park Krajobrazowy, [w:] Bezkowska, G. (red.), Przewodnik sesji terenowych konferencji „Park krajobrazowy – i co dalej?“, Załęcze Wielkie, Uniwersytet Łódzki, Zakład Gleboznawstwa i Geoekologii, 6–15.
- Papińska, E., 2001b. Walory poznawcze południowej części Załęczańskiego Parku Krajobrazowego, [w:] Bezkowska, G. (red.), Przewodnik sesji terenowych konferencji „Park krajobrazowy – i co dalej?“, Załęcze Wielkie, Uniwersytet Łódzki, Zakład Gleboznawstwa i Geoekologii, 16–31.
- Papińska, E., Tołoczko, W., 2002. Walory abiotyczne Załęczańskiego Parku Krajobrazowego, [w:] Kurowski, J.K., Witosławski, P. (red.), Funkcjonowanie parków krajobrazowych w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 189–193.
- Požaryski, W., 1974. Tektonika, część 1: Niż Polski, [w:] Budowa geologiczna Polski, t. IV. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 13–34 i 239–314.
- Samsonowicz, J., 1934. Zjawiska krasowe i trzeciorzędowa brekcja kostna w Węzłach pod Działoszynem. Zabytki Przyrody Nieożywionej. Wydawnictwo Państwowe Muzeum Archeologicznego, Warszawa 3, 151–162.
- Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Richling, A., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorzczak, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot, R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., Myga-Piątek, U., Nita, J., Papińska, E., Rodzik, J., Strzyż, M., Terpiłowski, S., Ziąja, W., 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. Geographia Polonica 91 (2), 143–170 (Supplementary file).
- Stupnicka, E., 1997. Geologia regionalna Polski. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Szelerewicz, M., Górny, A., 1986. Jaskinie Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Wydawnictwo PTTK „Kraj”, Warszawa–Kraków.
- Szmidt, A., 2006. Wpływ wychodni oraz podłoża mezozoicznego na rzeźbę i osady plejstocenu okolic Siedlątkowa. Materiały Konferencyjne XIII Konferencji „Stratygrafia Plejstocenu Polski” nt. Plejstocen południowej Warmii i zachodnich Mazur na tle struktur podłoża, Państwowy Instytut Geologiczny, 136–138.
- Szubert, M., 2012. Plejstocenska morfogeneza Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej związana ze stadiem maksymalnym zlodowacenia Odry w świetle geostatystycznej rekonstrukcji powierzchni podplejstocenska. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Kraków, 1–181.
- Szynkiewicz, A., 1971. Rozmieszczenie jaskiń na Górze Zelce koło Działoszyna. Speleologia 6 (1–2), 49–57.
- Szynkiewicz, A., 1977. Rezerwat przyrodniczo-geologiczny „Węże” na Górze Zelce koło Działoszyna nad Wartą. Acta Universitatis Lodzianensis, Nauki matematyczno-przyrodnicze, seria II, 5, 123–142.
- Szynkiewicz, A., 2014. Jura Wieluńska, Wycieczki geologiczne, Wieluń. Gmina Wieluń, 1–69.
- Szynkiewicz, A., Wierzbowski, A., Nadachowski, A., Stefaniak, K., Kicińska, D., Marciszak, A., Ratajczak, U., Trusiński, D., Dobroc, A., Gajda, K., Perliceusz, T., Trusińska, K., 2015. Góra Zelce. Materiały 49. Sympozjum Speleologicznego, Załęcze Wielkie 22–25.10.2015, Sesja terenowa B, 14–42.
- Tołoczko, W., Szmidt, A., 2018. Rzędziny rezerwatu „Węże” w Załęczańskim Parku Krajobrazowym. Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Geographica Physica 17, 51–60.
- Turkowska, K., 2006a. Geomorfologia regionu łódzkiego, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 1–238.
- Turkowska, K., 2006b. Mapa geomorfologiczna regionu łódzkiego, [w:] Turkowska, K., Geomorfologia regionu łódzkiego. Łódź.
- Turkowska, K., Szmidt, A., 2014. Próba cyfrowej adaptacji Mapy geomorfologicznej regionu łódzkiego. X Zjazd Geomorfologów Polski nt. „Krajobrazy młodoglacjalne – ich morfogeneza, teraźniejszość, przyszłość”. Toruń, 16–19 września 2014. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu.
- Zadworny, Z., 1974. Łuk Warty z rezerwatem Węże. Przyroda Polska 3, 28–29.
- Zadworny, Z., 1977. Zjawiska krasowe Łuku Warty. Wszechświat 9, 229–231.



Wojciech Tołoczko

Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geografii Fizycznej, Zakład Dynamiki Środowiska i Gleboznawstwa
E-mail: wojciech.toloczko@geo.uni.lodz.pl

Ocena gleb piaszczystych o opadowo-retencyjnym typie zasilania wodą na podstawie badania eksperymentalnego dotyczącego podsiąku kapilarnego

Assessment of sandy soils with a rainfall-retention type of water supply based on an experimental study on capillary rise

Zarys treści W eksperymencie wykorzystano piasek luźny drobnoziarnisty. Potwierdzono, że podsiąk kapilarny zwiększa wilgotność gleby i spowalnia przepływ wód opadowych. W artykule wykazano, że podsiąk kapilarny występuje także w glebach wytworzonych z piasku luźnego. W glebach piaszczystych występowanie wód gruntowych jest bardzo istotne, ponieważ wpływa to na zwiększenie wilgotności w całym profilu glebowym. Pozbawienie gleby piaszczystej możliwości wykorzystania wód gruntowych (np. w granicach leja depresyjnego), to uniemożliwienie najlepszego wykorzystania wód opadowych i spowodowanie gorszych warunków wilgotnościowych.

Słowa kluczowe Podsiąk kapilarny, uwilgotnienie gleby, piasek luźny drobnoziarnisty, lej depresyjny.

Abstract Fine-grained sand was used in the experiment. It was confirmed that the capillary underflow increases soil moisture and slows down the flow of rainwater. The article demonstrates that capillary rise also occurs in soils made of sand. In sandy soils, the occurrence of groundwater is very important, because it affects the increase of humidity in the entire soil profile. Depriving sandy soil of the possibility of using groundwater (e.g. within the depression cone) prevents the best use of rainwater and causes worse humidity conditions.

Keywords Capillary rise, soil moisture, fine sand, depression cone.

1. Wprowadzenie

Przez stulecia w glebach Polski występowały okresowe wahania poziomu wód gruntowych. Jednak corocznie po miesiącach bardziej suchych zazwyczaj nadchodziła pora obfitych opadów atmosferycznych (śnieżna zima lub deszczowe lato), a wtedy następowało uzupełnienie lub wzbogacenie zasobów wód gruntowych.

Obecnie borykamy się z suszą glebową, na obszarach centralnej Polski, gdyż roczna suma opadów była relatywnie niska. W ostatniej dekadzie odnotowano dużą zmienność odnośnie rocznej sumy opadów. W latach 2010, 2014 i 2016 była ona zadowalająca, natomiast lata 2011, 2015, 2018 i 2019 w Polsce środkowej charakteryzowały się niskimi wartościami (tab. 1).

Należy zauważyć, że w każdym roku z minionych dziesięciu lat, odnotowano większą roczną sumę opadów atmosferycznych, na obszarach szeroko rozumianego otoczenia KWB „Bełchatów” (na południe od Bełchatowa i Szczercowa) w porównaniu do obszarów rozproszonych odkrywek KWB „Konin”, zlokalizowanych na północ od Konina (tab. 1).

Z powodu eksploatacji złóż węgla brunatnego w okolicach Konina i Bełchatowa, pojawił się dodatkowy problem rozległego leja depresji hydrologicznej. Jest on efektem działania opaski odwadniającej złoża, na którą składają

się setki studni głębinowych. Muszą one odebrać wodę poniżej głębokości zalegania złoża węgla brunatnego. Takie działanie powoduje, że wokół mniejszych i większych kopalni odkrywkowych, na obszarze od kilkudziesięciu do kilkuset km², studnie gospodarcze okolicznych wsi są pozbawione wody.

Lej depresyjny, który powstał w Polsce środkowej w wyniku odwadniania złoża węgla brunatnego KWB „Bełchatów” wpłynął na obniżenie zasobów wód powierzchniowych i zmniejszenie odpływu rzeczno-ego. Wraz ze wzrostem jego udziału w zlewni zwiększała się skala zachodzących zmian. Wycofywanie się leja depresyjnego związane jest z przesuwaniem frontu prac górniczych i odwodnieniowych, co powoduje stopniowe odtwarzanie się zasobów wodnych. Procesy te prześledzić można na przykładzie analizy zmian zachodzących w przepływach górnej Widawki i odpływie w zlewni w latach 1976–2002. Największe zmniejszenie charakterystyk hydrologicznych przypada na lata 1991–1994, kiedy to miał miejsce największy udział leja depresyjnego w zlewni. Od 1995 roku następuje stopniowy wzrost odpływu oraz zmniejsza się wpływ leja depresyjnego, co związane jest z jego regresją w zlewni Widawki (Wachowiak 2004). Podobne zagadnienia dotyczące wpływu leja depresyjnego okręgu bełchatowskiego, ale w innych okresach czasowych badali również Jeż i in.

Tabela 1. Roczne sumy opadu atmosferycznego na obszarach otaczających KWB „Bełchatów” i KWB „Konin” w latach 2010–2019 (oprac. własne na podstawie danych IMGW)

Table. 1. Annual total precipitation in the years 2010–2019 in the areas surrounding KWB “Bełchatów” and KWB “Konin” (own study according to IMGW data)

Rok	Roczne sumy opadów [mm]	
	na obszarze wydobywania węgla brunatnego przez KWB „Bełchatów”	na obszarze wydobywania węgla brunatnego przez KWB „Konin”
2010	750–800	680–710
2011	480–520	390–430
2012	510–540	480–510
2013	580–630	540–570
2014	600–650	430–460
2015	380–420	300–340
2016	650–700	500–550
2017	490–540	440–470
2018	450–500	350–390
2019	380–430	340–380

Źródło: oprac. własne/Source: own study.

(1997) w zlewni Kręcicy. Szczegółowej analizie poddano zmiany sieci hydrograficznej, wód podziemnych i odpływu. Ukazano kierunki i siłę zmian warunków wodnych w latach 1981–1989. Autorzy stwierdzili jednoznacznie i dobitnie wskazali na kierunki i siłę przemian spowodowanych przez KWB „Bełchatów” i przedstawili wpływ antropopresji na mechanizm obiegu wody w zlewni Kręcicy. Z kolei Kozek i Tomaszewski (2018) badali wschodnią część zlewni Warty, która objęta jest częściowo lejem depresyjnym, związanym z wydobywaniem węgla brunatnego w KWB „Bełchatów” oraz zrzutami wód kopalnianych do systemu Widawki. Także Tomaszewski (2014) zaprezentował podobne wyniki badań nad dynamiką niedoborów odpływu niżówkowego w rzekach poddanych silnej antropopresji. Efekty działalności górnictwa odkrywkowego w regionie bełchatowskim obserwowane były w zlewni Widawki, zamkniętej przekrojem w Rogóźnie i Podgórzu. Wpływ kopalń regionu konińskiego, wywołanego przez KWB „Konin” ukazano na przykładzie zlewni Kiełbaski, badanej do wsi Kościelec. Podstawowe zmiany w naturalnym obiegu wody, wiążą się w tym regionie z koniecznością ciągłego odwadniania górotworu w celu umożliwienia eksploatacji złoża węgla brunatnego. W efekcie rozwinęły się ogromne leje depresyjne, z których wody odpompowywane są poza obszar sztucznie wywołanej depresji (Tomaszewski 2011, 2012, 2014).

Na obszarach wokół kopalni węgla brunatnego (KWB „Bełchatów” i KWB „Konin”), mieszkający tam rolnicy borykają się z wpływem leja depresji hydrologicznej na gleby orne, a szczególnie na ich produktywność. Opinie na ten temat budzą wiele kontrowersji, ponieważ inaczej oceniają to rolnicy, którzy aktywnie prowadzą gospodarkę rolną w zmienionych warunkach wilgotnościowych, natomiast zarządzający kopalniami odkrywkowymi od-

pierają zarzuty o wyrządzanych szkodach. A przecież gleby są dynamicznymi układami, których reakcja na przesuszenie zależy od wielu czynników (Lekan i Terelak 2000).

Biskupski i in. (2008) podają, że nie stwierdzono negatywnego wpływu oddziaływania odkrywki KWB „Bełchatów” na zmiany w uwilgotnieniu gleb ornych bez względu na oddalenie od odkrywki. Wahania wilgotności gleb w okresie badawczym zależały przede wszystkim od wielkości i rozkładu opadów atmosferycznych. W celu określenia wpływu oddziaływania kopalnianego leja depresji na przyległe tereny użytkowane rolniczo niezbędne będzie ciągłe monitorowanie gleb, obejmujące pomiary ich uwilgotnienia w dłuższym przedziale czasowym (Biskupski i Włodek 2011).

Lekan i Terelak (2000) twierdzą, że reakcja gleb na przesuszające oddziaływanie leja depresji hydrologicznej i związane z tym plonowanie roślin zależy przede wszystkim od pierwotnego typu i charakteru gospodarki wodnej gleby, na co wpływa skład granulometryczny gleby oraz budowa profilu glebowego. Decydują one o zdolności gleby do magazynowania wody. Oddziaływanie leja depresji zależy także od rodzaju użytkowania terenu i uprawianych roślin, przebiegu pogody w okresie wegetacji, w tym głównie ilości i rozkładu opadów (podtrzymanie wilgotności wierzchnich poziomów gleby) na terenach objętych skutkami odwodnienia.

Wielu badaczy twierdziło, że pierwotny typ gospodarki wodnej gleb w najistotniejszy sposób decyduje o ich właściwościach wodnych. Przyjmują oni podział gospodarki wodnej gleb na trzy podstawowe typy, tj.:

a) opadowo-retencyjną (OR) o przeciętnym zaleganiu wód gruntowych głębiej niż 2,0 metry poniżej powierzchni terenu (m p.p.t.),

b) opadowo-gruntowo-wodną (OGW) o zaleganiu wód gruntowych na głębokości 0,7–2,0 m p.p.t., ale także

c) gruntowo-wodną (GW), o zaleganiu wód gruntowych płycej niż 0,7 m p.p.t. (Krajewski i in. 1969, Ślusarczyk 1985a i 1985b).

Wynika z tego, że o zaspokojeniu potrzeb wodnych roślin w poszczególnych typach gospodarki wodnej gleb decydują różne czynniki. Na obszarze wpływu KWB „Bełchatów” już w pierwszych latach działalności, tj. od 1978 roku były prowadzone badania naukowe, w których wykonywano kompleksową ocenę zmian wilgotności gleb ornych oraz plonowania roślin uprawnych (Sarnacka i in. 1987). Wyniki tych 10-letnich badań wykazały, że lej depresji hydrologicznej nie miał istotnego wpływu na zmiany w uwilgotnieniu gleb o opadowo-retencyjnym typie gospodarki wodnej (OR). Badania wykazały także, że stan uwilgotnienia gleby nie zależał od położenia w obrębie leja depresyjnego. W obydwu przypadkach wilgotność gleb zależała od ilości opadów atmosferycznych oraz od zdolności retencyjnej samej gleby (Ślusarczyk 1985a, Sarnacka i in. 1987).

Lekan i Terelak (2000) podają, że w glebach o typie gospodarki wodnej OR prawie całe zapotrzebowanie gleb i roślin na wodę jest pokrywane z opadów atmosferycznych oraz wody zmagazynowanej w glebie. Podkreślają wpływ uziarnienia na te procesy oraz twierdzą, że głębokość zalegania wód gruntowych nie ma decydującego wpływu na wzrost i plonowanie roślin. Z kolei w glebach o typie gospodarki wodnej GW potrzeby wodne gleb i roślin mogą być niemal w pełni zaspokajane z zasobów wód gruntowych, a kapilarny podsiąk wody sięga poziomów wierzchnich. Gleby o gospodarce wodnej OGW mają charakter pośredni. W zaspokojeniu potrzeb wodnych tych gleb i uprawianych roślin ważną rolę odgrywa glebowy podsiąk kapilarny (Lekan i Terelak 2000).

W naukach o glebie, bonitacja dotyczy oceny jakości gleby pod względem wartości użytkowej, uwzględniającej żyzność gleby, stosunki wodne w glebie, stopień kultury rolnej gleby i trudność uprawy w powiązaniu z agroklimatem, rzeźbą terenu oraz niektórymi elementami stosunków gospodarczych.

W zależności od przyjętej bonitacji zespół cech wyraża się w klasach lub punktach. Przeprowadza się ją w celu zakładania jednolitej ewidencji gruntów, będącej podstawą określenia wymiaru podatku gruntowego, scalania gruntów oraz racjonalnego ich wykorzystania na cele nierolnicze. Jednym z podstawowych kryteriów wyznaczania klas bonitacyjnych jest ocena stanu wód gruntowych.

Uwzględnia się następujące kryteria:

- typ i podtyp gleby, rodzaj, gatunek, miąższość poziomu próchnicznego i zawartość próchnicy glebowej, odczyn gleby, skład chemiczny, właściwości fizyczne, poziom wód gruntowych i ewentualne oglejenie,
- stosunki wilgotnościowe uwarunkowane położeniem w terenie,
- wysokość nad poziom morza (dla bonitacji gleb wyżynnych i gleb górskich).

W Komentarzu do tabeli klas gruntów (1963), w szczegółowym opisie profili glebowych jest też bardzo często odwołanie do rzeźby terenu, miąższości poziomu próchnicznego oraz warunków wodnych – jako czynników wpływających na jakość rolniczą gleb (Smreczak i Łachacz 2019).

W nowym wydaniu Urzędowej Tabeli Klas Gruntów, czyli w Załączniku do Rozporządzenia Rady Ministrów (Dz.U. 2012) aż 61 razy występuje zbitka dwóch słów: „wód gruntowych”, poprzedzone słowami: poziom, poziom, poziomie, stan, stanu, odpływu.

Wpływ wód gruntowych na plonowanie i produktywność gleb w okolicach Łodzi, potwierdzają badania na użytkach zielonych (Laskowski i in. 2005a, 2005b, 2006, Trawczyńska i Tołoczko 2005, 2006, Wroński i Tołoczko 2008, Trawczyńska i in. 2009), ale także na gruntach ornych na glebach o zróżnicowanej genezie i położeniu w terenie (Laskowski i Tołoczko 1995, 1998, 2001, 2003, Laskowski i in. 2001b, 2005c, Krysiak i Tołoczko 2004, Niewiadomski i in. 2009, Tołoczko i in. 2009). W innych badaniach obserwowano i określono wpływ wód gruntowych na żyzność siedlisk leśnych w różnych częściach regionu łódzkiego (Laskowski i in. 2001a, Papińska i Tołoczko 2002, Trawczyńska i Tołoczko 2007, Tołoczko i Szmidt 2018). Na podstawie wyników badań i obserwacji można stwierdzić, że wody gruntowe i wilgotność gleby korzystnie wpływały na glebę oraz uprawiane rośliny bez względu na głębokość ich zalegania oraz typ gospodarki wodnej (OR i OGW). Z badań Mosieja (1989) nad plonowaniem traw w uprawie polowej wynika, że wzrost wilgotności gleby o 10% może spowodować wzrost plonu o 50%. Także Noworolnik (2010) w oparciu o doświadczenia wazonowe, gdzie utrzymywał w glebie wilgotność na poziomie 60% pojemności wodnej oraz 30% pojemności wodnej stwierdził, że uwilgotnienie gleby jest kluczowe dla osiągnięcia większego plonu owsa. Dlatego też nie można lekceważyć oddziaływania wód gruntowych na wilgotność gleby. Zebrane doświadczenie, obserwacje oraz wyniki badań upoważniają do podjęcia działań związanych z prezentowanym poniżej eksperymentem laboratoryjnym.

2. Założenia eksperymentu

Ocenię poddano wpływ podsiąku kapilarnego w glebie na jej wilgotność w poziomach powierzchniowych w warunkach laboratoryjnych. Podjęto próbę przełożenia wyników eksperymentu i udowodnienia, że lej depresyjny wpływa niekorzystnie na wilgotność gleby w profilu glebowym gleb lekkich o uziarnieniu piasku. Koncepcja eksperymentu zakładała zbadanie wilgotności części profilu glebowego znajdującego się nad poziomem lustra wody w porównaniu z częścią profilu bez zasięgu lustra wody. Eksperyment zakładał wykorzystanie piaszczystego materiału glebowego najczęściej wykorzystywanego pod zalesienie, a tylko z konieczności wykorzystywanego jako grunty orne. Wybrano piasek luźny drobnoziarnisty, z którego przy dużej staranności wykonania, łatwo można uzyskać jednakowe i jednorodne wypełnienie rur. Uwzględniono rezultaty badań Baranowskiego (1980),

z których wynika, że (cyt.) stan spulchnienia lub zagęszczenia wpływa na „koncentrację” wody (wilgotność liczoną w % objętościowych), infiltrację i przepuszczalność wodną gleby oraz podsiąkanie kapilarne i związaną z tym intensywność parowania, a zagęszczenie gleby wpływa na zwiększenie jej zwiążłości.

3. Wykonanie eksperymentu

Eksperyment rozpoczęto w listopadzie 2019 roku przygotowując odpowiednie rury. Miały one długość 66 cm i wewnętrzną średnicę 10,4 cm. Dno każdej rury posiadało zatyczkę nawierconą 20 otworami (o $\varnothing = 8$ mm), zabezpieczonymi metalową siatką. Zatyczka była przykręcona do rury krótkimi wkrętami. Na dno każdej rury opuszczono okrągły sącdek z bibuły filtracyjnej, który swobodnie opadł na jej dno, na metalową siatkę. Było to zabezpieczenie przed wypłukiwaniem piasku podczas przesiąku i podsiąku.

Przygotowano sześć rur z utworem piaszczystym (fot. 1). Materiał do eksperymentu pochodził z wielkiego wyrobiska przy ul. Pomorskiej w Łodzi. Piasek był w pryzmie i przygotowany do prac budowlanych na przesiewaczu bębnowym z sitem plecionym. Uziarnienie piasku podano w kolejnym rozdziale.

Na miejscu napełniono wszystkie rury, a znajdujący się w nich piasek zagęszczono uderzając kilkakrotnie pełną rurą o piaszczyste podłoże. Ponieważ materiał był jednorodny, uznano że takie zagęszczenie będzie odpowiednie dla wszystkich rur. Nie badano gęstości nasypowej, uznano, że jest jednakowa w każdej rurze. Po przeniesieniu rur do samochodu przewieziono je do budynku Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego. Pobrano również dodatkowo piasek w wiadrze w celu oznaczenia aktualnej wilgotności i składu granulometrycznego wraz z udziałem procentowym frakcji szkieletowej (tab. 2, tab. 3). W laboratorium określono aktualną wilgotność piasku pobranego do eksperymentu w trzech powtórzeniach. Wilgotność sypkiego materiału wynosiła 3,5%. Do określenia wilgotności piasku i procentowego udziału frakcji szkieletowych każdorazowo wykorzystano próbki o masie 300–400 g.



W laboratorium nastawiono podsiąk kapilarny w trzech losowo wybranych rurach. Do okrągłych pudełek wstawiono 3 rury napełnione piaskiem, a następnie do pudełek wiano 2 razy po 400 ml wody w odstępach 30 min. Pierwsze 400 ml wody wsiąkło szybko, a drugie dużo wolniej.

Następnego dnia na powierzchnię 6 rur wiano 300 ml wody, a po upływie 4 godzin ponownie wiano do każdej z rur kolejne 300 ml wody. Spodziewano się, że woda łatwo przesiąknie do dna, jednak ciągle utrzymywała się w sztucznie uformowanym piaszczystym fragmencie profilu glebowego. W 3 rurach przeznaczonych do oceny podsiąku kapilarnego nie zaobserwowano podwyższenia poziomu wody w pojemnikach (pudełkach), a w rurach bez podsiąku (z woreczkami zabezpieczającymi dno rur z zatyczkami przed oddolnym parowaniem) również nie odnotowano nasycenia wodą. Po upływie kolejnej godziny zauważono, że poziom wody w pojemnikach czyniących podsiąk podniósł się, więc woda wsiąkająca sięga coraz głębiej i już stykała się z wodą kapilarnego podsiąku. Aby rozpocząć eksperyment, do trzech rur z podsiąkiem wiano do każdej tylko po 100 ml wody, a do trzech rur bez podsiąku wiano do każdej aż po 300 ml wody – dla pewności, że przesiąk nastąpi. Na tym zakończono odgórne zasilanie wodą. Okazało się już po kilku minutach, że woda zaczęła wyciekać przez mikro nieszczelności woreczków. Tego oczekiwano i w ten sposób uzyskano pewność, że w tych trzech rurach bez podsiąku, piasek jest również wysycony wodą, która grawitacyjnie będzie opuszczać rury. Nadmiar wody usuwano, zarówno z pojemników z podsiąkiem (utrzymując 1 cm wody w pudełku) oraz spod rur bez podsiąku, które przestawiono na pojedyncze tace. Reasumując – łącznie do trzech rur z podsiąkiem wiano po 700 ml wody, a do rur bez podsiąku aż po 900 ml wody. Wszystkie rury pozostawiono bez dalszej ingerencji i rozpoczęto liczenie upływających godzin eksperymentu, który podzielono na trzy etapy.

Etap 1 – trwał 117 godzin.

Etap 2 – trwał 431 godzin.

Etap 3 – trwał 1002 godziny.

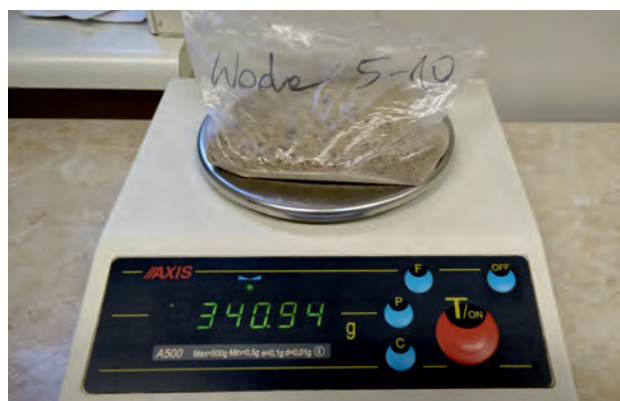


Fot. 1. Przygotowanie eksperymentu (fot. W. Tołoczko, 2019)

Photo 1. Preparation of the experiment (photo by W. Tołoczko, 2019)

Założono w eksperymencie, że w czasie jego trwania, w rurach – z podsiąkiem kapilarnym i bez podsiąku – woda swobodnie przesiąknie, a od góry będzie wysychać poprzez powierzchnię wystawioną na działanie powietrza z ogrzewanego laboratorium (fot. 2). Tempe-

ratura w laboratorium przez wszystkie godziny eksperymentu wynosiła 20–22°C. Znajdujący się w rurach piasek miał temperaturę pokojową. W eksperymencie działały czynniki takie, jak: grawitacja, parowanie oraz podtrzymywanie wilgotności gleby poprzez podsiąk kapilarny.



Fot. 2. Wykonanie eksperymentu (fot. W. Tołoczko, 2019)

Photo 2. Conducting the experiment (photo by W. Tołoczko, 2019)

4. Wyniki i obliczenia

Wykonano oznaczenia składu granulometrycznego, a wyniki interpretowano według klasyfikacji wykorzystywanej na mapach glebowo-rolniczych (NB 78/9180-11) oraz według klasyfikacji PTG 2008 (PTG 2009).

Tabela 2. Skład granulometryczny wg NB 78/9180-11

Table 2. Grain size composition by NB 78/9180-11

Wielkość frakcji [mm]	Udział frakcji [%]
> 1,0	10
< 1,0	90
1,0–0,5	17
0,5–0,25	26
0,25–0,1	53
0,1–0,05	1
0,05–0,02	0
0,02–0,006	1
0,006–0,002	0
< 0,002	2
1,0–0,1	96
0,1–0,02	1
< 0,02	3

Tabela 3. Skład granulometryczny wg PTG 2008

Table 3. Grain size composition by PTG 2008

Wielkość frakcji [mm]	Udział frakcji [%]
> 2,0	4
< 2,0	96
2,0–1,0	4
1,0–0,5	14
0,5–0,25	28
0,25–0,1	50
0,1–0,05	1
0,05–0,02	1
0,02–0,006	0
0,006–0,002	1
< 0,002	1
2,0–0,05	97
0,05–0,002	2
< 0,002	1

Do eksperymentu pozyskano materiał glebowy o składzie granulometrycznym piasek luźny, wg NB 78/9180-11 oraz klasyfikacji PTG 2008 (PTG 2009). Uwzględniając szczegółowy podział piasków wg ziarnistości frakcji pia-

skowej (PTG 2009), w eksperymencie użyto piasek luźny drobnoziarnisty. W wysuszonej próbce piasku o masie 0,7 kg znaleziono tylko 8 ziaren żwiru o średnicy 3–4 mm (pomiar wykonano suwmiarką noniuszową), a ziarna o średnicy powyżej 4 mm nie występowały.

Objętość piasku w eksperymencie to objętość walca, czyli iloczyn powierzchni podstawy ($\pi \cdot r^2$) i wysokości słupa piasku (h): $V = \pi \cdot r^2 \cdot h = 3,142 \cdot 5,22 \text{ cm}^2 \cdot 63 \text{ cm} = 5352 \text{ cm}^3 = 5,35 \text{ dm}^3$. Należy przyjąć, że w eksperymencie wykorzystano słup piasku o wysokości 0,63 m, który posiadał objętość 5,35 dm³.

Eksperyment wykonano w trzech etapach, a uzyskane wyniki przedstawiono w zestawieniu tabelarycznym (tab. 4, tab. 5 i tab. 6). Wilgotność oznaczono pobierając piasek z rury na kolejnych pięciu głębokościach. Pobrano 5 próbek o masie 300–400 g i umieszczano w suszarce, gdzie w temp. 80°C przebywały 18–20 godzin. Obliczenia wykonano według wzoru:

$$Wp = \frac{Mpw - Mps}{Mpw} \cdot 100\%$$

gdzie: Wp – wilgotność piasku [%], Mpw – masa piasku wilgotnego [g], Mps – masa piasku suchego [g].

Tabela 4. Wilgotność piasku po upływie 117 godzinach od nasycenia wodą (etap 1 eksperymentu)

Table 4. Sand moisture after 117 hours since water saturation (Stage 1 of the experiment)

Głębokość poniżej powierzchni piasku w rurze [cm]	Wilgotność piasku w rurze z podsiąkiem kapilarnym [%]	Wilgotność piasku w rurze bez podsiąku kapilarnego [%]
0–5	0,39	0,34
5–10	1,01	0,86
20–25	3,99	3,77
30–35	7,84	6,04
40–45	16,29	10,14
< 60	lustro wody	brak wody

Tabela 5. Wilgotność piasku po 431 godzinach od nasycenia wodą (etap 2 eksperymentu)

Table 5. Sand moisture after 431 hours since water saturation (Stage 2 of the experiment)

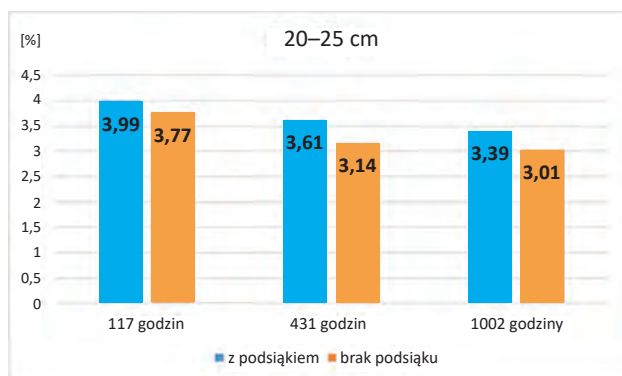
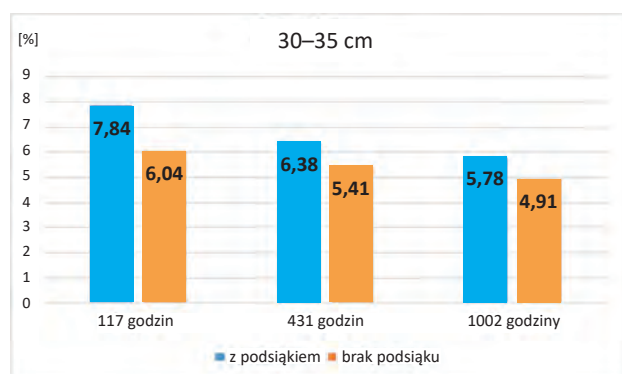
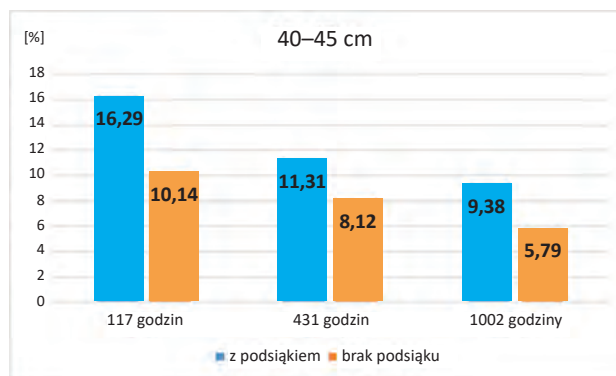
Głębokość poniżej powierzchni piasku w rurze [cm]	Wilgotność piasku w rurze z podsiąkiem kapilarnym [%]	Wilgotność piasku w rurze bez podsiąku kapilarnego [%]
0–5	0,29	0,26
5–10	0,99	0,84
20–25	3,61	3,14
30–35	6,38	5,41
40–45	11,31	8,12
< 60	lustro wody	brak wody

Tabela 6. Wilgotność piasku po 1002 godzinach od nasycenia wodą (etap 3 eksperymentu)**Table 6.** Sand moisture after 1002 hours since water saturation (Stage 3 of the experiment)

Głębokość poniżej powierzchni piasku w rurze [cm]	Wilgotność piasku w rurze z podsiąkiem kapilarnym [%]	Wilgotność piasku w rurze bez podsiąku kapilarnego [%]
0–5	0,13	0,12
5–10	0,91	0,79
20–25	3,39	3,01
30–35	5,78	4,91
40–45	9,38	5,79
< 60	lustro wody	brak wody

W kolumnach tabel 4, 5 i 6 zaprezentowano wyniki pomiarów wilgotności na odpowiedniej głębokości. We wszystkich etapach eksperymentu, próbki piasku w rurach z podsiąkiem miały większą wilgotność niż piasek z odpowiednich poziomów w rurach bez podsiąku, także piasek z poziomu wierzchniego, (0–5 cm od powierzchni) w najdłuższym trwającym eksperymencie, czyli po 1002 dniach.

Na kolejnych wykresach zaprezentowano wyniki pomiarów z trzech etapów eksperymentu, z tej samej głębokości (ryc. 1, ryc. 2 i ryc. 3).

**Ryc. 1.** Wilgotność piasku na głębokości 20–25 cm od powierzchni z podsiąkiem i bez podsiąku w trzech etapach eksperymentu**Fig. 1.** Sand moisture at the depth of 20–25 cm from the surface with or without the capillary rise in three stages of the experiment**Ryc. 2.** Wilgotność piasku na głębokości 30–35 cm od powierzchni z podsiąkiem i bez podsiąku w trzech etapach eksperymentu**Fig. 2.** Sand moisture at the depth of 30–35 cm from the surface with or without the capillary rise in three stages of the experiment**Ryc. 3.** Wilgotność piasku na głębokości 40–45 cm od powierzchni z podsiąkiem i bez podsiąku w trzech etapach eksperymentu**Fig. 3.** Sand moisture at the depth of 40–45 cm from the surface with or without the capillary rise in three stages of the experiment

Dla zwiększenia wiarygodności uzyskanych wyników, do rur z podsiąkiem wiano po 700 ml wody (niebieski słupek wykresu), a do rur bez podsiąku wiano po 900 ml wody (pomarańczowy słupek wykresu). W rurach z podsiąkiem, mimo mniejszej ilości wody wlanej do rur, wilgotność na każdej badanej głębokości była większa niż na tych samych głębokościach w rurach bez podsiąku.

5. Dyskusja

Wody gruntowe, na dowolnej głębokości, nawet poniżej 2 metrów, wywierają swego rodzaju wsparcie, poprzez połączenia hydrauliczne związane z siłami kohezji i adhezji. Woda jest utrzymywana w glebie przez siły kohezji, które występują pomiędzy molekułami wody. Siły adhezyjne mają tendencję do powiększania granicznej powierzchni pomiędzy fazą ciekłą a fazą stałą. Ich działanie powoduje zwiększanie hydrofilności i maksymalizowanie zwilżania powierzchni cząstek glebowych (Kowalik 2001). Poprzez utrzymywanie 100% nasycenia powietrza glebowego parą wodną zmniejsza się tempo odpływu grawitacyjnego wody w głąb profilu glebowego. Obecność wody gruntowej zwiększa wilgotność całego profilu glebowego, aż do poziomu próchnicznego. Im bardziej drobnoziarnisty i zwięzły będzie mineralny materiał glebowy, tym wpływ wód gruntowych na uwilgotnienie będzie większy (Grabowska-Olszewska, Siergiejew 1977, Kowalik 2001).

Gleby wytworzone z piasku luźnego drobnoziarnistego (wykorzystanego w eksperymencie) byłyby zaliczone do gleb o opadowo-retencyjnym typie zasilania wodą (OR). Przenosząc wyniki eksperymentu na realny profil glebowy można domniemywać, że nastąpiłoby opóźnienie odpływu wód opadowych przez profil glebowy z podsiąkiem kapilarnym w porównaniu do szybszego przepływu wody opadowej w głąb profilu glebowego bez podsiąku. Można uznać, że wyniki eksperymentu wskazują, iż podsiąk kapilarny wody gruntowej zwiększa wilgotność w profilu gleby wytworzonej z piasku luźnego. Na pewno dokładniejsze wyniki eksperymentu można uzyskać wydłużając rury z piaskiem, np. dwukrotnie do 150 cm. Aby konstrukcja była rozbierna i łatwa do pobierania próbek, należałoby połączyć dwie rury z eksperymentu tzw. mufą, nasuwką \varnothing 110 mm.

6. Wnioski

Na podstawie obserwacji i wyników eksperymentu wykazano, że wpływ podsiąku kapilarnego na wilgotność profilu glebowego występuje także w glebach wytworzonych z piasku luźnego.

Przekładając wyniki eksperymentu na warunki zbliżone do właściwości gleb piaszczystych należy stwierdzić, że obecność wody gruntowej wpływa na produktywność gleb ze względu na dostęp systemu korzeniowego do wody w wyniku podsiąku kapilarnego.

W granicach leja depresyjnego, gdzie nie występuje oddziaływanie wód gruntowych, ograniczone są również możliwości wykorzystania wód opadowych.

Uprawy na glebach piaszczystych, o opadowo-retencyjnym typie gospodarki wodnej (OR), najbardziej odczuwają skutki hydrologiczne leja depresyjnego, które przejawiają się pogorszeniem warunków wilgotnościowych w glebie i ograniczeniem najlepszego wykorzystania wód opadowych.

7. Literatura

- Baranowski, R., 1980. Wpływ gęstości gleby na jej agrofizyczne właściwości. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 31 (2), 15–31.
- Biskupski, A., Włodek, S., 2011. Oddziaływanie odkrywki Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów na uwilgotnienie gleb. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 62 (2), 32–39.
- Biskupski, A., Włodek, S., Pabin, J., 2008. Dynamika uwilgotnienia gleby w zasięgu leja depresji Kopalni Odkrywkowej Węgla Brunatnego – Bełchatów. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 59 (2), 18–24.
- Branżowa Norma, 1978, Gleby i utwory mineralne – Podział na frakcje i grupy granulometryczne. PKN, BN-78/9180-11, Warszawa.
- Grabowska-Olszewska, B., Siemieniowski, J.M. (red.), 1977. *Gruntoznawstwo*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1–358.
- Jęz, G., Jokić, P., Maksymiuk, Z., Mela, S., Teodorski, J., 1997. Wpływ kopalni węgla brunatnego „Bełchatów” na stosunki wodne małej zlewni nizinnej. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Physica* 1, 127–153.
- Komentarz do tabeli klas gruntów w zakresie bonitacji gleb gruntów ornych terenów równinnych, wyżynnych i nizinnych wraz z regionalnymi instrukcjami dotyczącymi gleb ornych terenów górskich i komentarzami dotyczącymi użytków zielonych i gleb pod lasami dla użytku klasyfikatorów gleb i pracowników kartografii gleb IUNG, 1963. Ministerstwo Rolnictwa, 1–468.
- Kowalik, P., 2001. *Ochrona środowiska glebowego*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1–258.
- Kozek, M., Tomaszewski, E., 2018. Wieloletnia i sezonowa dynamika niżówek w Warcie w Sieradzu. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie* 18 (2), 41–56.
- Krajewski, R., Skawina, T., Żuławski, C., 1969. Hydrologiczno-glebowa metoda szacowania szkód w użytkach rolnych, wywołanych osuszającą działalnością górnictwa. *Ochrona Terenów Górniczych* 9, 3–10.
- Krysiak, S., Tołoczko, W., 2004. Zróżnicowanie krajobrazowe terenów nadpilicznych w okolicach Wielkopola. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Physica* 6, 71–90.
- Laskowski, S., Tołoczko, W., 1995. Ocena stanu środowiska glebowego w otoczeniu aglomeracji miejsko-przemysłowej Zgierza. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 418 (1), 313–322.
- Laskowski, S., Tołoczko, W., 1998. Zmiany odczynu i zawartości siarki w glebach objętych oddziaływaniem aglomeracji miejsko-przemysłowej Zgierza. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 456, 343–351.
- Laskowski, S., Tołoczko, W., 2001. Alterations of some chemical and physico-chemical properties of selected soils in field ecosystems. *Acta Agrophysica* 50, 177–188.
- Laskowski, S., Papińska, E., Tołoczko, W., 2001a. Różnorodność przyrodnicza Załęczańskiego Parku Krajobrazowego na przykładzie wybranych stanowisk. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 9, 99–112.
- Laskowski, S., Tołoczko, W., Rólka M., 2001b. Zawartość Pb, Zn, Cu w glebach przy drogach o różnym natężeniu ruchu w okolicach Łodzi. *Acta Agrophysica* 56, 137–144.
- Laskowski, S., Tołoczko, W., 2003. Zawartość benzo/a/pirenu, antracenu i fenantrenu w glebach przy drogach o różnym natężeniu ruchu. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 493, 193–199.
- Laskowski, S., Trawczyńska, A., Tołoczko, W., 2005a. Wpływ nawodnień na niektóre właściwości chemiczne małych bardzo lekkich dolin Neru. *Inżynieria Ekologiczna* 12, 205–206.
- Laskowski, S., Trawczyńska, A., Tołoczko, W., 2005b. Content of iodine (127I) in chosen profiles of fen soils of the Pilica and Ner Valleys, [w:] Gworek, B. (red.), *Obieg pierwiastków w przyrodzie*, t. 3, 53–56.
- Laskowski, S., Trawczyńska, A., Tołoczko, W., 2005c. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in arable soils in proximity of communication tracts near Łódź city. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 12 (7), 709–715.
- Laskowski, S., Trawczyńska, A., Tołoczko, W., 2006. Influence of irrigation on some chemical properties of very lightfan soils of the Ner Valley. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 13 (1–2), 79–84.
- Lekan, S., Terelak, H., 2000. Wpływ leja depresji hydrologicznej na gleby orne rejonu Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu* 317, *Rolnictwo* 56, 285–293.
- Mosiej, J., 1989. Wpływ wilgotności gleby na plon traw w uprawie polowej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 343, 207–213.
- Niewiadomski, A., Tołoczko, W., Trawczyńska, A., 2009. Próchniczność oraz jej związki z buforowością i składem granulometrycznym gleb odłogowanych i użytkowanych rolniczo. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 60 (1), 85–91.
- Noworolnik, K., 2010. Plonowanie i jakość ziarna owsa w zależności od wilgotności podłoża i dawki azotu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3 (70), 190–196.
- Papińska, E., Tołoczko, W., 2002. Walory abiotyczne Załęczańskiego Parku Krajobrazowego, [w:] Kurowski, J.K., Witosławski, P. (red.), *Funkcjonowanie parków krajobrazowych w Polsce*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 189–193.
- PTG 2009, *Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008*. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 60 (2), 5–16.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 września 2012 r. w sprawie gleboznawczej klasyfikacji gruntów z załącznikiem: Urzędowa tabela klas gruntów w zakresie bonitacji gruntów ornych, leśnych pod wodami i rekultywowanych terenów równinnych, wyżynnych i górskich (Dz.U., 2012, poz. 1246).
- Sarnacka, S., Sokołowski, W., Lesiak, J., 1987. Wpływ głębokości odwodnienia spowodowanego przez Kopalnię Bełchatów na stosunki wodne gleb. *Synteza badań przeprowadzonych w latach 1979–1985*. Seria S, 55. Wydawnictwo IUNG, Puławy.
- Smreczak, B., Łachacz, A., 2019. Typy gleb wyróżniane w klasyfikacji bonitacyjnej i ich odpowiedniki w 6. wydaniu Systematyki gleb Polski. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 70 (2), 115–136.
- Ślusarczyk, E., 1985a. Wpływ kopalni węgla brunatnego na stosunki wodne gleb w rejonie Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego. Cz. I: Oddziaływanie leja depresji hydrologicznej na wody gruntowe i wilgotność gleb. *Pamiętniki Puławskie* 85, 31–44.
- Ślusarczyk, E., 1985b. Wpływ kopalni węgla brunatnego na stosunki wodne gleb w rejonie Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego. Cz. II: Typologia stosunków wodnych. *Pamiętniki Puławskie* 85, 45–60.
- Tołoczko, W., Trawczyńska, A., Niewiadomski, A., 2009. Zawartość związków próchnicznych w glebach nawożonych preparatem EM. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 60 (1), 97–101.
- Tołoczko, W., Szmida, A., 2018. Rzędziny rezerwatu „Węże” w Załęczańskim Parku Krajobrazowym. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Physica* 17, 51–60.
- Tomaszewski, E., 2011. Defining the threshold level of hydrological drought in lake catchments. *Limnological Review* 2, 81–89.
- Tomaszewski, E., 2012. Wieloletnia i sezonowa dynamika niżówek w rzekach środkowej Polski. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

- Tomaszewski, E., 2014. Dynamika niedoborów odpływu niżówkowego w rzekach poddanych silnej antropopresji, [w:] Ciupa, T., Suligowski, R. (red.), Woda w mieście. Monografie Komisji Hydrologicznej PTG – t. 2, Instytut Geografii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Kielce, 289–300.
- Trawczyńska, A., Tołoczko, W., 2005. Content of heavy metals in ground water of the soil of Bzura river valley. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 12 (1–2), 121–126.
- Trawczyńska, A., Tołoczko, W., 2006. Content and profile arrangement of total and sulphate sulphur in soils of greenlands of the Bzura river valley. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 13 (1–2), 139–145.
- Trawczyńska, A., Tołoczko, W., 2007. Żyzność siedlisk leśnych w Gminie Ujazd. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 31, 46–51.
- Trawczyńska, A., Tołoczko, W., Niewiadomski, A., 2009. Zawartość pierwiastków śladowych w wodach górnej Bzury. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 40, Warszawa, 491–496.
- Wachowiak, G., 2004. Wpływ regresji leja depresyjnego KWB „Bełchatów” na wielkość odpływu w zlewni górnej Widawki. *Górnictwo Odkrywkowe*, Wydawnictwo Instytutu Górnictwa Odkrywkowego „Poltegor-Instytut” 46 (1), 14–19.
- Wroński, K., Tołoczko, W., 2008. Dziedzictwo nawodnień doliny Neru szansą na rozwój hodowli, [w:] Tołoczko, W. (red.), *Dziedzictwo kulturowe, ochrona i adaptacja jako szansa na rozwój*. Wydawnictwo Piktora, Łódź, 108–118.

ANEKS

ANNEX



Zbigniew Rdzany

Uniwersytet Łódźki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geografii Fizycznej
E-mail: zbigniew.rdzany@geo.uni.lodz.pl

Prace opublikowane w czasopiśmie *Acta Universitatis Lodziana* *Folia Geographica Physica* w latach 1997–2019

Papers published in the journal *Acta Universitatis Lodziana* *Folia Geographica Physica* in the years 1997–2019

Acta Universitatis Lodziana. Folia Geographica Physica jest czasopismem wydawanym przez Uniwersytet Łódźki od 1997 r. Od 2013 r. czasopismo ukazuje się regularnie jako rocznik. Zakres tematyczny opublikowanych prac obejmuje przede wszystkim problematykę z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych, w tym z dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku. Nieliczne prace są związane z dziedziną nauk społecznych, w szczególności dyscypliną geografii społeczno-ekonomicznej i gospodarki przestrzennej.

W historii czasopisma zaznaczyły się dwa etapy. Pierwszy, obejmujący lata 1997–2011, charakteryzował się wydawaniem dwóch rodzajów publikacji: zbiorów artykułów naukowych, niekiedy tematycznych (np. tom 8 pod red. P. Jokiela, 2008) oraz monografii naukowych, głównie rozpraw doktorskich (np. Fortuniak 2000, Podstawczyńska 2007). W tym okresie ukazało się 11 tomów w wersji wyłącznie drukowanej, które w 2013 r. poddano digitalizacji. Drugi etap, wdrożony po zmianie przepisów dotyczących publikacji w czasopismach w 2013 r. i trwający do dziś, polega na corocznym wydawaniu tomu zawierającego recenzowane artykuły naukowe, prezentujące wyniki oryginalnych badań oraz różnego rodzaju krótkie doniesienia naukowe (notatki naukowe, komunikaty), sprawozdania z ważnych wydarzeń w świecie geografii fizycznej i nauk pokrewnych, a także biogramy naukowe osób zasłużonych dla nauki z Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódźkiego. Oprócz prac autorstwa wielu doświadczonych badaczy, czasopismo opublikowało kilka artykułów dobrze przygotowanych przez doktorantów i studentów.

Od 2013 r. oryginalną (referencyjną) wersją czasopisma *Acta Universitatis Lodziana. Folia Geographica Physica* jest wersja online (format PDF). Pliki publikowanych prac, oznaczone numerami identyfikacyjnymi (URI i DOI), umieszczane są na serwerze Repozytorium Uniwersytetu Łódźkiego, w tzw. Otwartym Dostępie (*Open Access*) na licencji Creative Commons BY-NC-ND (*Attribution – Non-Commercial – No Derivative Works*).

Systematycznie wzrasta liczba cytowanych artykułów, w znacznej mierze za sprawą coraz lepszej ich widoczności i dostępności w sieci. Niebagatelną rolę odgrywa indeksowanie w różnych serwisach, m.in. CEEOL (*Central and Eastern European Online Library*), CEJSH (*The Central European Journal of Social Sciences and Humanities*), ERIH PLUS (*European Reference Index for the Humanities*) oraz Index Copernicus.

W niniejszym tomie publikujemy artykuły zgodnie z przyjętą szeroką formułą tematyczną.

Praca Czubli i Petery-Zganiacz (2019), mieszcząca się w szeroko rozumianej metodologii nauk przyrodniczych, zawiera analizę szeregu kwestii technicznych, ważnych przy dokumentowaniu obiektów przyrodniczych metodami fotograficznymi. Wiele z poruszanych zagadnień nie jest obecnie omawianych w literaturze naukowej z zakresu nauk o Ziemi, bądź dydaktyki geografii. Obecnie jesteśmy w dobie szybkiego postępu technologicznego, który jednak nie zwalnia badaczy z optymalnego dokumentowania obiektów i zjawisk za pomocą fotografii. W niniejszym tomie publikujemy artykuł, który uświadamia prawidłowości i zasady jakich powinni się trzymać badacze, niezależnie jakie reprezentują subdyscypliny nauk ścisłych i przyrodniczych.

Artykuł Przepióry i in. (2019) to z kolei studium geoarcheologiczno-konserwatorskie układu hydrotechnicznego w dolinie Kamionki w Górach Świętokrzyskich. Badania zachowanych w formach i osadach śladów historycznej zabudowy posłużyły do objęcia tego obiektu wraz z najbliższym otoczeniem ochroną konserwatorską jako zabytku techniki.

Artykuł Przybyszewskiego i Kruszyńskiej (2019), studentów kierunku geografia, specjalności geoekologia z ekofizjografią, stanowi studium zmian w użytkowaniu oraz rzeźbie terenu, które wynikają z przekształceń związanych z eksploatacją kruszywa na przykładzie obszaru górnictwa odkrywkowego na pograniczu Wysoczyzny Tureckiej i Kotliny Kolskiej.

Artykuł Szmida i Tołoczki (2019) przedstawia studium Góry Zelce na Wyżynie Wieluńskiej w kontekście waloryzacji geoturystycznej na podstawie szczegółowej analizy geomorfologicznej.

Z kolei praca Tołoczki (2019) przedstawia wynik badań eksperymentalnych podsiąku kapilarnego do oceny gleb piaszczystych o opadowo-retencyjnym typie zasilania.

Wszystkim Recenzentom, którzy poświęcili swój cenny czas, by ocenić prace przeznaczone do publikacji w czasopiśmie *Acta Universitatis Lodziana. Folia Geographica Physica*, jak również naszym Stałym Współpracownikom i Autorom składam w imieniu Redakcji serdeczne podziękowania za współpracę.

Spis prac opublikowanych w latach 1997–2019
List of papers published in the years 1997–2019

Tom (numer)/rok
 Volume/Year

1/1997

- a. Redakcja naukowo-dydaktyczna: Tadeusz Krzemiński, Kazimierz Kłysik, Stanisław Krysiak
- b. Redaktor zeszytu: Tadeusz Krzemiński
- c. Recenzent: Jerzy Szukalski
- d. Artykuły (Articles):
- Krzemiński, T., Od Redakcji: Profesor Anna Dylkowa, 3–5, <http://hdl.handle.net/11089/2861>.
 - Balwierz, Z., Goździk, J., Paleośrodowiskowe zmiany w świetle analiz palinologicznych późnovistuliańskich osadów węglanowych w zagłębieniach bezodpływowych w Bełchatowie (Palaeoenvironmental changes established through pollen analysis of Latevistulian calcareous deposits in closed depressions in Bełchatów), 7–21, <http://hdl.handle.net/11089/2872>.
 - Klatkova, H., Zagłębienia bezodpływowe w Polsce środkowej i przydatność analizy ich wypełnień do interpretacji paleogeograficznych (Closed depressions in central Poland and a significance of their fillings to the palaeogeographical interpretation), 23–45, <http://hdl.handle.net/11089/2867>.
 - Krzemiński, T., Cechy rozwoju i zaniku lądolodu wartciańskiego w środkowej Polsce (Development and degradation of the Wartanian ice-sheet in Central Poland), 47–65, <http://hdl.handle.net/11089/2878>.
 - Turkowska, K., Stan wiedzy na temat rozwoju dolin ekstraglacialnych na Niżu Polskim w okresie przejściowym plejstocen-holocen (The stage of knowledge of valley evolution in non-glaciated regions of the Polish Plain during the transition period from Pleistocene to Holocene), 67–87, <http://hdl.handle.net/11089/2969>.
 - Bezkowska, G., Geokompleksy zagłębień wytopiskowych okolic Zduńskiej Woli (The geocomplex of closed depressions near Zduńska Wola), 89–107, <http://hdl.handle.net/11089/2877>.
 - Burchard, J., Analiza porównawcza składu fizykochemicznego wód opadowych, porowych i gruntowych (Comparative analysis of physicochemical composition of rain, cavity and ground water), 109–125, <http://hdl.handle.net/11089/2866>.
 - Jeż, G., Jokił, P., Maksymiuk, Z., Mela, S., Teodorski, J., Wpływ Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów” na stosunki wodne małej zlewni nizinnej (The influence of the Brown Coal Mine “Bełchatów” on water conditions of a small lowland basin), 127–153, <http://hdl.handle.net/11089/2871>.
 - Papińska, E., Przegląd metod stosowanych w rekonstrukcji antropogenicznych przemian krajobrazu (A review of the methods of the reconstruction of man made landscape changes), 155–173, <http://hdl.handle.net/11089/2860>.
- e. Notatki naukowe (Reports):
- Kamiński, J., Rozwój doliny Moszczenicy w schyłkowym czwartorzędzie w świetle sytuacji geologicznej, analiz palinologicznych i datowań radiowęglowych w stanowisku Swędów koło Strykowa (The development of Moszczenica valley river in the Late Quaternary in the site of Swędów near Stryków in the light of geological situation, pollen analysis and radiocarbon dating), 175–181, <http://hdl.handle.net/11089/2912>.
 - Klajnert, Z., O glacialnych uwarunkowaniach vistuliańskich przekształceń rzeźby Wyżyny Łódzkiej (On glacial influences on Vistulian transformations of relief of the Łódź Upland), 181–187, <http://hdl.handle.net/11089/2970>.
 - Kobojeck, E., Morfologia i budowa geologiczna środkowego odcinka doliny Rawki między Rawą Mazowiecką a Nowym Dworem (The morphology and geological structure of the middle segment of the Rawka valley between Rawa Mazowiecka and Nowy Dwór), 187–195, <http://hdl.handle.net/11089/2968>.
 - Kobojeck, S., Zawartość skaleni w utworach neoplejstocenijskich okolic Częstochowy (Content of feldspars in the Neopleistocene sediments in the vicinity of Częstochowa), 196–202, <http://hdl.handle.net/11089/2972>.
 - Krajewski, K., Holocenijskie poziomy organiczne w Nagorkach koło Grabowa Łęczyckiego (Holocene organic series in Nagórki near Grabów Łęczycki), 202–209, <http://hdl.handle.net/11089/2948>.
 - Manikowska, B., Vistuliański eoliczny stożek osypiskowy na stoku doliny Pilicy (Vistulian eolian talus on the slope of Pilica valley at Inowódz), 209–220, <http://hdl.handle.net/11089/2950>.
 - Rdzany, Z., Glacilimniczna sedymentacja kemowa w kotlinie górnej Rawki i jej znaczenie rzeźbotwórcze (Glacilimnic sedimentation of the karne type in the upper Rawka basin and its morphocreative meaning), 221–228, <http://hdl.handle.net/11089/2869>.
 - Szafrąńska, D., Deformacja glaciotektoniczna w strefie krawędziowej Wyżyny Łódzkiej (The glaciotectionic deformation in the edge zone of the Łódź Plateau), 229–235, <http://hdl.handle.net/11089/2953>.
 - Twardy, J., Rozmieszczenie młodych form denudacyjnych w strefie krawędziowej Wyżyny Łódzkiej (Distribution of young denudation landforms at the edge of the Łódź Upland), 235–258, <http://hdl.handle.net/11089/2949>.
 - Wieczorkowska, J., Przykłady parowód na krawędzi Wyżyny Łódzkiej (The examples of gullies on the edge of the Łódź Upland), 258–267, <http://hdl.handle.net/11089/2952>.
 - Załoba, M., Charakterystyka litologiczna i pozycja stratygraficzna serii limnoglacialnej w Małkowie koło Warty (Lithological characteristic and stratigraphical position of lacustrine series in Małków near Warta), 267–271, <http://hdl.handle.net/11089/2947>.
 - Majchrowska, A., Przegląd literatury o problematyce przemian krajobrazu w zbiorach Biblioteki Instytutu Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego (Landscape changes. The

review of the literature from the Library of the Institute of Physical Geography of Łódź University), 272–278, <http://hdl.handle.net/11089/2946>.

2/1997

- a. Redakcja naukowo-dydaktyczna: Tadeusz Krzemiński, Kazimierz Kłysik, Stanisław Krysiak
 b. Redaktor: Zygmunt Maksymiuk
 c. Recenzent: Andrzej T. Jankowski
 d. Redakcyjne:

- Maksymiuk, Z., Wprowadzenie (Introduction), 3–4, <http://hdl.handle.net/11089/2884>.

e. Artykuły (Articles):

- Małecka, D., Źródła Masywu Tatrzańskiego (Springs of the Tatra Massif), 9–26, <http://hdl.handle.net/11089/2897>.
- Jokiel, P., Podstawowe cechy reżimu wydajności wybranych źródeł karpackich (Basic Features of the Selected Carpatian Springs Yield Regime), 27–43, <http://hdl.handle.net/11089/2898>.
- Maksymiuk, Z., Tomaszewski, E., Źródła północno-zachodniej części Masywu Śnieżnika (Springs of the North-Western part of the Śnieżnik Massif), 45–59, <http://hdl.handle.net/11089/2900>.
- Bartnik, A., Walisch, M., Źródła zlewni Bystrzyca Dusznickiej (Springs of the Bystrzyca Dusznicka Drainage Basin), 61–72, <http://hdl.handle.net/11089/2899>.
- Michalczyk, Z., Źródła Wyżyny Lubelskiej i Rostocza (Springs of the Lublin Upland and the Rostocze), 73–93, <http://hdl.handle.net/11089/2913>.
- Małecka, D., Zmiany wydajności Niebieskich Źródeł – przyczyny i skutki (Yield Changes of the Niebieskie Źródła Springs – Their Reasons and Effects), 95–114, <http://hdl.handle.net/11089/2916>.
- Małecki, J.J., Hydrochemiczna charakterystyka Niebieskich Źródeł (Hydrochemical Characteristic of the Niebieskie Źródła Springs), 115–131, <http://hdl.handle.net/11089/2917>.
- Burchard, J., Maksymiuk, Z., Źródła w dorzeczu Widawki (Springs of the Widawka Drainage Basin), 133–152, <http://hdl.handle.net/11089/2914>.

e. Notatki naukowe (Reports):

- Hereźniak-Ciotowa, U., Ziulkiewicz, M., Chemizm wód źródlanych Strugi Dobieszkowskiej (Młynówka) (Chemism of the Struga Dobieszkowska (Młynówka) Spring Water), 169–177, <http://hdl.handle.net/11089/2918>.

3/1999

- a. Redakcja naukowo-dydaktyczna: Tadeusz Krzemiński, Kazimierz Kłysik, Stanisław Krysiak
 b. Redaktor: Kazimierz Kłysik
 c. Recenzenci: Halina Lorenc, Bogusław M. Kaszewski
 d. Tytuł tomu: Klimat i bioklimat miast
 e. Artykuły (Articles):

- Kłysik, K., Wprowadzenie (Introduction), 3–4, <http://hdl.handle.net/11089/2943>.
- Zawadzka, A., Historia badań klimatologicznych w Zakładzie Meteorologii i Klimatologii Uniwersytetu Łódzkiego (The history of climatological researches in Department of Meteorology and Climatology University of Łódź), 5–8, <http://hdl.handle.net/11089/2944>.
- Arseni-Papadimitriou, A., Maheras, P., Cuniac, P. The urban effect on the daily min air-temperature in Thessaloniki (Wpływ miasta na dobowe minimum temperatury powietrza w Salonikach), 9–21, <http://hdl.handle.net/11089/2977>.
- Kłysik, K., Fortuniak, K., Dobowy i roczny cykl występowania miejskiej wyspy ciepła w Łodzi (Daily and annual cycle of urban heat island occurrence in Łódź), 22–32, <http://hdl.handle.net/11089/2978>.
- Makrogiannis, T., Santamouris, M., Papanikolaou, N., Koronaki, J., Tselepidaki, J., Assimakopoulos, D., The Athens urban climate experiment – temperature distribution (Miejski eksperyment klimatyczny w Atenach – rozkład przestrzenny temperatury), 33–44, <http://hdl.handle.net/11089/2976>.
- Wawer, J., Zależność miejskiej wyspy ciepła od cyrkulacji atmosferycznej (Urban heat island in dependence of atmospheric circulation types), 45–50, <http://hdl.handle.net/11089/2979>.
- Kosowska-Cezak, U., Wpływ rozwoju terytorialnego Warszawy na warunki termiczne (Effect of Warsaw area development on temperature reconditions), 51–57, <http://hdl.handle.net/11089/2971>.
- Kobysheva, N.V., Klyeva, M.V., Problems and methods of modern applied climatology (Problemy i metody współczesnej klimatologii stosowanej), 59–70, <http://hdl.handle.net/11089/2983>.
- Filipiuk, E., Kaszewski, B.M., Zub, T., Porównanie warunków termicznych w śródmieściu Lublina z obszarami pozamiejskimi (A comparison of the thermal conditions in the centre and suburbs of Lublin), 71–82, <http://hdl.handle.net/11089/2980>.
- Fortuniak, K., Kłysik, K., Intensity of the urban heat island in Łódź under winter conditions and its simple model (Intensywność miejskiej wyspy ciepła w Łodzi w okresie zimowym oraz jej prosty model), 83–90, <http://hdl.handle.net/11089/2981>.
- Mascarò, L., Densification and urban environment of the city of Porto Alegre (Gęstość zabudowy i środowisko miejskie w Porto Alegre), 91–99, <http://hdl.handle.net/11089/2982>.
- Shaharuddin, A., Cooling effects of a river and sea breeze on the thermal environment: a case of Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia (Ochładzający wpływ rzeki i bryzy morskiej na warunki termiczne na przykładzie Kuala Terengganu, Terengganu, Malezja), 101–110, <http://hdl.handle.net/11089/3000>.
- Kuttler, W., On the assessment of urban climate factors in the light of human biometeorological aspects (Ocena czynników klimatu miejskiego z punktu widzenia biometeorologii człowieka), 111–120, <http://hdl.handle.net/11089/3007>.

- Balafoutis, C., Makrogiannis, T., Heat island and bioclimatic indexes in the city of Thessaloniki (Wyspa ciepła i wskaźniki bioklimatyczne w Salonikach), 121–134, <http://hdl.handle.net/11089/3006>.
- Géczi, R., Human bioclimatological features of Cluj (Bioklimatyczna charakterystyka miasta Kluj), 135–144, <http://hdl.handle.net/11089/3001>.
- Baranowski, J., Błażejczyk, K., Pisarczyk, S., Śmientanka, M., Wpływ warunków meteorologicznych na zachorowalność mieszkańców Warszawy (Influence of meteorological conditions on the morbidity of the Warsaw citizens), 145–151, <http://hdl.handle.net/11089/3003>.
- Błażejczyk, K., Błażejczyk, M., BioKlima – w poszukiwaniu nowych narzędzi badania bioklimatu miast (BioKlima – seeking of new methods of urban bioclimate investigations), 153–160, <http://hdl.handle.net/11089/3004>.
- Struzik, P., Zastosowanie informacji satelitarnej AVHRR/NOAA do badania zjawiska miejskiej wyspy ciepła (Application of the AVHRR/NOAA satellite information for urban heat island investigation), 161–171, <http://hdl.handle.net/11089/3005>.
- Kłysik, K., Charakterystyka powierzchni miejskich Łodzi z klimatologicznego punktu widzenia (The characteristic of urban area in Łódź from climatological point of view), 173–185, <http://hdl.handle.net/11089/3008>.
- Podstawczyńska, A., Fortuniak, K., Wstępne wyniki pomiarów całkowitego promieniowania krótkofalowego i promieniowania UV w Łodzi (Preliminary results of measurements of absolute short wave radiation and UV radiation in Łódź), 187–196, <http://hdl.handle.net/11089/3002>.
- Warakomski, W., Zmienność temperatury i opadów w Lublinie w okresie 1951–1996 (The variability of air temperature and precipitation in Lublin in the period 1951–1996), 197–203, <http://hdl.handle.net/11089/3075>.
- Trepińska, J., Tendencje i zmienność temperatury powietrza w Krakowie w latach 1792–1996 (Tendencies and variability of air temperature in Cracow in the period 1792–1996), 205–212, <http://hdl.handle.net/11089/3074>.
- Kaszewski, B.M., Siwek, K., Cechy przebiegu dobowego temperatury powietrza w centrum i na peryferiach Lublina (The features of daily course of air temperature in the centre and suburban areas of Lublin), 213–220, <http://hdl.handle.net/11089/3016>.
- Piotrowicz, K., Wieloletnie zróżnicowanie liczby dni mroźnych i bardzo mroźnych w Krakowie i Pradze (Long-term differentiation of the number of frosty days and days with severe frost in Cracow and Prague), 221–229, <http://hdl.handle.net/11089/3069>.
- Nowosad, M., Filipiuk, E., Zmiany czasu trwania termicznych pór roku w Lublinie w latach 1951–1995 (The changes of the duration of the thermal seasons at Lublin in the period 1951–1995), 231–240, <http://hdl.handle.net/11089/3026>.
- Wibig, J., Fortuniak, K., The extreme precipitation conditions in Łódź in the period 1931–1995 (Ekstre-
malne warunki opadowe w Łodzi w okresie 1931–1995), 241–249, <http://hdl.handle.net/11089/3068>.
- Wójcik, G., Uscka, J., Zachmurzenie w Toruniu w latach 1986–1995 (Cloudiness in Toruń in the period 1986–1995), 251–263, <http://hdl.handle.net/11089/3061>.
- Niedźwiecki, M., Charakterystyka pokrywy śnieżnej w Łodzi w latach 1950–1989 (The characteristic of snow cover in Łódź in the period 1950–1989), 265–277, <http://hdl.handle.net/11089/3023>.
- Kafar, M., Charakterystyka wybranych zjawisk atmosferycznych w Łodzi w latach 1951–1992 (The characteristic of selected atmospherical phenomena in Łódź in the period 1951–1992), 279–293, <http://hdl.handle.net/11089/3065>.
- Chudzia, D., Dubicka, M., Przestrzenne zróżnicowanie emisji ciepła antropogenicznego we Wrocławiu (The spatial differentiation on anthropogenic heat emission in Wrocław), 295–305, <http://hdl.handle.net/11089/3022>.
- Ustrnul, Z., Zmienność temperatury powietrza na wybranych stacjach Europy Środkowej na tle warunków cyrkulacyjnych (Variability of air temperature at the selected stations in Central Europe presented on the circulation conditions background), 307–318, <http://hdl.handle.net/11089/3021>.
- Wilczek, Z., Ziarko, J., Wpływ ośrodka miejskiego na meteorologiczne warunki lotów w rejonie lotniska (The influence of urban centre on meteorological conditions of flights in the airport area), 319–328, <http://hdl.handle.net/11089/3017>.
- Reichhart, S., O prognozie potencjalnych warunków zanieczyszczenia atmosfery (On forecasting of atmospheric pollution potential), 329–335, <http://hdl.handle.net/11089/3056>.
- Ośródką, L., Kruczalą, A., Rola Regionalnego Systemu Monitoringu Powietrza w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym w poznaniu klimatu lokalnego aglomeracji katowickiej (The importance of Regional System of Air Monitoring in Upper Silesia Industry Region in studies of local climate in Katowice agglomeration), 337–343, <http://hdl.handle.net/11089/3050>.
- Walczewski, J., Miejska Stacja Obserwacyjna w Krakowie jako przykład ukierunkowanego systemu badań klimatu miasta (The urban observing station in Cracow as an example of a dedicated system for urban climate studies), 345–351, <http://hdl.handle.net/11089/3040>.
- Miczyński, J., Air pollution against the background of gasification and climatic factors (exemplified by the situation of Rabka) (Zanieczyszczenie powietrza na tle gazyfikacji oraz czynników klimatycznych (na przykładzie Rabki)), 353–360, <http://hdl.handle.net/11089/3031>.
- Ośródką, L., Ośródką, K., Święch-Skiba, J., Smog zimowy w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym jako jeden ze skutków antropogenicznych zmian klimatu lokalnego (Smog in the Upper Silesia Industry Region as an one of the consequences of anthropogenic changes of the local climate), 361–369, <http://hdl.handle.net/11089/3057>.

- Limanówka, D., Zmienność warunków termicznych wybranych miast Polski (Changes of the thermal conditions in the selected polish cities), 371–375, <http://hdl.handle.net/11089/3058>.
- Wawer, J., Częstość miejskiej wyspy ciepła w Warszawie (Frequency of the Urban heat island in Warsaw), 377–384, <http://hdl.handle.net/11089/3039>.
- Kłysik, K., Struktura przestrzenna miejskiej wyspy ciepła w Łodzi (Spatial structure of the urban heat island in Łódź), 385–391, <http://hdl.handle.net/11089/3038>.
- Fortuniak, K., Kłysik, K., The model of winter night-time temperature distribution in Łódź (Model nocnego rozkładu temperatury w Łodzi w warunkach zimowych), 393–402, <http://hdl.handle.net/11089/3037>.
- Bil, G., Występowanie przyziemnych inwersji temperatury powietrza w warunkach miejskich na przykładzie Sosnowca (The occurrence of near surface air temperature inversions in urban conditions, in Sosnowiec as an example), 403–409, <http://hdl.handle.net/11089/3036>.
- Cebulak, E., Kształtowanie się wielkości opadów na obszarze województwa miejskiego krakowskiego (The precipitation on the area of Cracow city district), 411–416, <http://hdl.handle.net/11089/3035>.
- Bogucka, M., Niektóre aspekty zmienności opadów maksymalnych dobowych w Warszawie i okolicy (Some aspects of variability of maximal daily precipitation in Warsaw and its vicinity), 417–425, <http://hdl.handle.net/11089/3034>.
- Twardosz, R., Wieloletnia zmienność liczby dni z opadem w Krakowie (Long-term variability of the number of days with precipitation in Cracow), 427–432, <http://hdl.handle.net/11089/3033>.
- Wibig, J., Precipitation in Łódź in the period 1931–1995 (Opady w Łodzi w okresie 1931–1995), 433–442, <http://hdl.handle.net/11089/3020>.
- Łupikasza, E., Wpływ sytuacji synoptycznych na występowanie letnich opadów atmosferycznych w warunkach miejskich (Katowice) i na przedpolu Beskidu Śląskiego (Aleksandrowice) (The influence of synoptic situations on summer precipitation in urban area (Katowice) and at foreground of Beskid Śląski Mountains (Aleksandrowice)), 443–447, <http://hdl.handle.net/11089/3054>.
- Bielec, Z., Wieloletnia zmienność występowania burz w Szczecinie, Łodzi, Krakowie i na Kasprowym Wierchu w latach 1954–1993 (Long-term variability of the thunderstorm frequency in Szczecin, Łódź, Kraków and Kasprowy Wierch in the period 1954–1993), 449–453, <http://hdl.handle.net/11089/3032>.
- Ożga, W., Warunki anemometryczne w niektórych formach zabudowy miejskiej (na przykładzie Warszawy) (Anemometric conditions in the selected urban form (an Warsaw example)), 455–458, <http://hdl.handle.net/11089/3053>.
- Kossowska-Cezak, U., Nurzyńska, M., Zależność warunków wiatrowych w rejonie Warszawy-Okęcia od typu cyrkulacji atmosferycznej (Anemometric conditions at Warsaw-Okęcie station and their dependence on atmospheric circulation types), 459–462, <http://hdl.handle.net/11089/3030>.
- Kossowska-Cezak, U., Bareja, P., Wpływ zabudowy miejskiej Warszawy na kierunek i prędkość wiatru (Influence of Warsaw built area on wind direction and speed), 463–465, <http://hdl.handle.net/11089/3029>.
- Matuszko, D., Wpływ sytuacji synoptycznych na zachmurzenie w Krakowie (Influence of the synoptic situations on the cloudiness in Cracow), 467–472, <http://hdl.handle.net/11089/3028>.
- Falarz, M., Wieloletnia zmienność pokrywy śnieżnej w Krakowie na tle zmian w obszarach podmiejskich (Long-term variability of snow cover in Cracow and suburban areas), 473–481, <http://hdl.handle.net/11089/3055>.
- Makra, L., Stachò, L., Optimal selection of the stations describing the global sea level pressure field (Optymalizacja lokalizacji stacji pomiarowych rozkładu pola ciśnienia na poziomie morza), 483–494, <http://hdl.handle.net/11089/3064>.
- Chudzia, D., Ropuszyński, P., Automatyczne stacje meteorologiczne w badaniach klimatu miasta (Automatical weather stations in the urban climate studies), 495–497, <http://hdl.handle.net/11089/3027>.
- Szałach, G., Żarnowiecki, G., Konsekwencje zmiany lokalizacji stacji meteorologicznej w Kielcach (The consequences of the transfer of meteorological station at Kielce), 499–503, <http://hdl.handle.net/11089/3066>.
- Adamczyk, A.B., Błazejczyk, K., Cyfrowe mapy topoklimatyczne Warszawy (Digital topoclimatic maps of Warsaw), 505–513, <http://hdl.handle.net/11089/3025>.
- Sziwa, D., Wpływ warunków meteorologicznych na wielkość średniodobowych stężeń SO₂ w uzdrowisku Inowrocław (The influence of the meteorological conditions on the mean daily SO₂ values in Inowrocław health resort), 515–518, <http://hdl.handle.net/11089/3062>.
- Skrzypski, J., Kamiński, W., Miejska wyspa ciepła w Krakowie w świetle zastosowania sztucznych sieci neuronowych do opisu pola temperatury powietrza w Europie (Urban heat island in Cracow in the light of artificial neural networks application in the description of air temperature field in Europe), 519–529, <http://hdl.handle.net/11089/3019>.
- Skrzypski, J., Rola cyrkulacji atmosferycznej w kształtowaniu stopnia czystości powietrza napływającego nad aglomeracje miejsko-przemysłowe (na przykładzie Łodzi) (The impact of air circulation on purity of the air flowing over urban and industrial agglomeration (a study case of Łódź)), 531–538, <http://hdl.handle.net/11089/3018>.
- Unger, J., Urban influence on human comfort sensation (on the example of Szeged) (Wpływ miasta na odczucie komfortu (na przykładzie Szegedu)), 539–546, <http://hdl.handle.net/11089/3024>.
- Podstawczyńska, A., Adamkiewicz, B., Częstość występowania krwotoków pod pajęczynówkowych (SAH) w województwie łódzkim w latach 1992–1995 w świetle wybranych typologii pogody (The frequency of occurrence of Subarachnoid Hemorrhage

(SAH) in the province of Łódź in the period 1992–1995 in relation to selected weather types), 547–558, <http://hdl.handle.net/11089/3060>.

- Krawczyk, B., Błażejczyk, K., Bilans cieplny człowieka w mieście (na przykładzie Supraśla) (Heat balance of the human body in the urban area (on the example of Supraśl)), 559–565, <http://hdl.handle.net/11089/3063>.

4/2000

- a. Redakcja naukowo-dydaktyczna: Tadeusz Krzemiński, Kazimierz Kłysik, Stanisław Krysiak
- b. Autor: Krzysztof Fortuniak
- c. Tytuł monografii: Stochastyczne i deterministyczne aspekty zmienności wybranych elementów klimatu Polski, 1–139, <http://hdl.handle.net/11089/2922>.

5/2001

- a. Redaktor: Paweł Jokiel
- b. Redakcja naukowo-dydaktyczna: Tadeusz Krzemiński, Kazimierz Kłysik, Stanisław Krysiak
- c. Recenzent: Andrzej T. Jankowski
- d. Tytuł tomu: Stan aktualny i kierunki przemian stosunków wodnych w małej zlewni strefy podmiejskiej Łodzi
- e. Artykuły (Articles):
 - Jokiel, P., Ochrona zasobów i stosunków wodnych na obszarach podmiejskich (Monitoring and protection of water resources and the hydrological process in the suburban area of Łódź), 3–8, <http://hdl.handle.net/11089/2868>.
 - Jokiel, P., Maksymiuk, Z., Morfologiczne i geologiczne tło procesu obiegu wody w małej zlewni położonej w północnej części Wyżyny Łódzkiej (Morphological and geological conditions in the drainage basin located in the northern part of Łódź Upland), 9–29, <http://hdl.handle.net/11089/2870>.
 - Jokiel, P., Moniewski, P., Warunki gromadzenia i drenażu oraz kierunki ochrony zasobów podziemnych w strefie podmiejskiej Łodzi na przykładzie zlewni Dzierżąznej (Hydrogeological conditions and groundwater protection in the Dzierżązna drainage basin), 29–48, <http://hdl.handle.net/11089/2873>.
 - Bartnik, A., Tomaszewski, E., Charakterystyka sieci rzecznej małej zlewni położonej w strefie krawędzowej Wyżyny Łódzkiej (Characterization of the small drainage basin river network located in the Łódź Upland margin zone), 49–65, <http://hdl.handle.net/11089/2876>.
 - Maksymiuk, Z., Moniewski, P., Hydrologiczna i krajobrazowa rola źródeł małej zlewni w zachodniej części strefy krawędzowej Wyżyny Łódzkiej (Hydrological and landscape role of the small drainage basin springs located in the western part of the Łódź Upland margin zone), 67–81, <http://hdl.handle.net/11089/2874>.
 - Krysiak, S., Struktura użytkowania ziemi w dorzeczu Dzierżąznej – charakterystyka i aspekty hydrologiczne zagospodarowania zlewni (The structure of land

use of the Dzierżązna drainage basin – its characteristics and hydrological effects), 83–92, <http://hdl.handle.net/11089/2875>.

6/2004

- a. Redaktor zeszytu: Tadeusz Krzemiński
- b. Redakcja naukowo-dydaktyczna: Kazimierz Kłysik, Paweł Jokiel, Stanisław Krysiak
- c. Recenzent: Leon Kozacki
- d. Tytuł tomu: Człowiek w środowisku geograficznym
- e. Artykuły (Articles):
 - Krysiak, S., Kucharski, L., Link, M., Majchrowska, A., Papińska, E., Sieradzki, J., Różnorodność biologiczna obszarów Polski Środkowej i propozycje jej ochrony (The protection of biodiversity in agricultural areas of Central Poland), 3–17, <http://hdl.handle.net/11089/2911>.
 - Bezkowska, G., W poszukiwaniu geokompleksów (Searching for geocomplexes), 19–29, <http://hdl.handle.net/11089/2905>.
 - Kobołek, E., Środowiskowe skutki melioracji i regulacji rzek w dolinie Bzury w okolicach Łowicza (Environmental effects of land reclamation and regulation of rivers in the Bzura valley near Łowicza), 31–46, <http://hdl.handle.net/11089/2902>.
 - Wachecka-Kotkowska, L., Zmiany środowiska doliny dolnej Łuciąży w holocenie (Changes of the environment of the lower Łuciąża river valley in Holocene), 47–70, <http://hdl.handle.net/11089/2909>.
 - Krysiak, S., Tołoczko, W., Zróżnicowanie krajobrazowe terenów nadpilicznych w okolicach Wielkopola (Landscape diversity of the Pilica river basin near Wielkopole), 71–90, <http://hdl.handle.net/11089/2910>.
 - Link, M., Ökologische Bedeutung und Naturschutzpotential linienförmiger Biotope der Agrarlandschaft (Ecological functions and potential for nature conservation of lineare biotops in the agricultural landscape; Znaczenie ekologiczne biotopów linearnych w krajobrazie rolniczym i ich potencjał w zakresie ochrony przyrody), 91–113, <http://hdl.handle.net/11089/2906>.
 - Majchrowska, A., Integracja informacji pochodzących z dawnych map w systemach geoinformacyjnych (Integration of historical maps into GIS), 115–134, <http://hdl.handle.net/11089/2907>.
 - Papińska, E., Środowisko geograficzne Łodzi jako tło osadnictwa pradziejowego (Natural environmental of Łódź as a background for prehistoric settlement), 135–174, <http://hdl.handle.net/11089/2908>.
- f. Notatki naukowe (Reports):
 - Pabich, M., Koło Naukowe Geografów Uniwersytetu Łódzkiego, 175–180, <http://hdl.handle.net/11089/2903>.
 - Papińska, E., Obchody 25-lecia współpracy Uniwersytetu Łódzkiego z Uniwersytetem Justusa Liebiga w Giessen, 181–183, <http://hdl.handle.net/11089/31784>.

- Konferencje i sympozja zorganizowane (oraz współtworzone) przez pracowników Instytutu Nauk o Ziemi, Wydziału Nauk Geograficznych UŁ w latach 1997–2003, 185–188, <http://hdl.handle.net/11089/2903>.

7/2007

- Redakcja naukowo-dydaktyczna: Tadeusz Krzemiński, Kazimierz Kłysik, Paweł Jokiel, Stanisław Krysiak
- Recenzent: Maria Dubicka
- Autor: Agnieszka Podstawczyńska
- Tytuł monografii: Cechy solarne klimatu Łodzi (The solar characteristics of climate of Łódź), 1–294, <http://hdl.handle.net/11089/12771>.

8/2008

- Redakcja naukowo-dydaktyczna: Kazimierz Kłysik, Paweł Jokiel, Tadeusz Krzemiński (†), Stanisław Krysiak
- Redaktor tomu: Paweł Jokiel
- Recenzent: Andrzej T. Jankowski
- Tytuł tomu: Zjawiska ekstremalne i zdarzenia nadzwyczajne w środkowej Polsce (Extreme phenomena and exceptional events in Central Poland)
- Artykuły (Articles):
 - Jokiel, P., Zamiast wstępu (Instead of introduction), 3–7, <http://hdl.handle.net/11089/31788>.
 - Podstawczyńska, A., Okresy suche i wilgotne w Łodzi w XX wieku (Dry and wet periods in Łódź in the 20th century), 9–25, <http://hdl.handle.net/11089/2856>.
 - Wibig, J., Fale ciepła i chłodu w środkowej Polsce na przykładzie Łodzi (Waves of warmth and coldness in central Poland on the example of Łódź), 27–61, <http://hdl.handle.net/11089/2852>.
 - Jokiel, P., Zmiany, zmienność i ekstremalne sumy parowania terenowego i ewapotranspiracji potencjalnej w Łodzi w drugiej połowie XX wieku (Changes, changeability and extreme total surface evaporation and potential evapotranspiration in Łódź in 2nd half of the 20th century), 63–88, <http://hdl.handle.net/11089/2853>.
 - Tomaszewski, E., Maksymalny czas trwania głębokich niżówek letnich w środkowej Polsce i jego uwarunkowania (Maximum duration of extreme summer low flows in central Poland and its determinants), 89–98, <http://hdl.handle.net/11089/2851>.
 - Jokiel, P., Przepływy ekstremalne wybranych rzek środkowej Polski w latach 1951–2000 (Extreme discharges of selected rivers in central Poland in 1951–2000), 99–138, <http://hdl.handle.net/11089/2855>.
 - Tomalski, P., Ekstremalne stany wód podziemnych w środkowej Polsce w wieloletniu 1951–2000 (Extreme groundwater levels in central Poland in 1951–2000), 131–150, <http://hdl.handle.net/11089/2848>.
 - Ziulkiewicz, M., Nadzwyczajne zdarzenia w infrastrukturze transportu drogowego województwa łódzkiego (Exceptional events in the infrastructure of road transport in Łódź district), 151–163, <http://hdl.handle.net/11089/2854>.

- Czarnecki, L., Goździk, J., Osuwiska w województwie łódzkim i ich szczególny charakter w wyrobisku KWB „Bełchatów” (Landslides in Łódź district and their special character in KWB „Bełchatów” opencast mining), 165–183, <http://hdl.handle.net/11089/2904>.

9/2009

- Redakcja naukowo-dydaktyczna: Kazimierz Kłysik, Paweł Jokiel, Tadeusz Krzemiński (†), Stanisław Krysiak
- Recenzent: Krzysztof Błażejczyk
- Autor: Włodzimierz Pawlak
- Promotor: prof. dr hab. Krzysztof Fortuniak
- Tytuł monografii: Efektywne albedo powierzchni miejskiej (Effective albedo of urban surface), 1–165, <http://hdl.handle.net/11089/12772>.

10/2009

- Redakcja naukowo-dydaktyczna: Tadeusz Krzemiński (†), Kazimierz Kłysik, Paweł Jokiel, Stanisław Krysiak
- Recenzent: Bogusław Michał Kraszewski
- Autor: Piotr Piotrowski
- Tytuł monografii: Obiektywna metoda klasyfikacji cyrkulacji atmosferycznej dla Polski, 1–216, <http://hdl.handle.net/11089/12790>.

11/2011

- Redakcja naukowo-dydaktyczna: Kazimierz Kłysik, Paweł Jokiel, Tadeusz Krzemiński (†), Stanisław Krysiak
- Rada Redakcyjna: Zygmunt Maksymiuk, Stanisław Laskowski, Zbigniew Klajnert, Krzysztof Kożuchowski, Joanna Wibig, Krzysztof Fortuniak
- Recenzent: Rajmund Przybylak
- Autor: Mariusz Siedlecki
- Tytuł monografii: Charakterystyka klimatologiczna chwiejności atmosfery nad Europą, 1–204, <http://hdl.handle.net/11089/12793>.

12/2013

- Redakcja: Zbigniew Rdzany (redaktor naczelny), Jan Degirmendżić (redaktor statystyczny), Anna Majchrowska (redaktor tematyczny), Arkadiusz Niewiadomski (sekretarz redakcji)
- Rada Redakcyjna: Paweł Jokiel (Uniwersytet Łódzki), Stanisław Laskowski (Uniwersytet Łódzki), Adam Łajczak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Eva Paudišová (Univerzita Komenského v Bratislave/Uniwersytet Komeńskiego w Bratisławie)
- Recenzenci (2013): Wacław Florek (Akademia Pomorska w Słupsku), Arkadiusz Jaksza (Zarząd Zieleni Miejskiej w Łodzi), Tomasz Kalicki (Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach), Sylwia Kulczyk (Uniwersytet Warszawski), Daniel Okupny (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Artur Zieliński (Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach), Elwira Żmudzka

(Uniwersytet Warszawski), Sławomir Żurek (Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach)

13/2014

d. Artykuły (Articles):

- Forysiak, J., Jeziorna przeszłość torfowisk regionu łódzkiego (Lacustrine past of peatlands in the Łódź Region), 3–15, <http://hdl.handle.net/11089/3268>.
- Kobojek, E., Wpływ działalności bobrów na lokalne procesy fluwialne w wybranych rzekach Równiny Łowicko-Błońskiej (The influence of beaver activity on local fluvial processes in selected rivers on the Łowicz-Błonie Plain), 17–32, <http://hdl.handle.net/11089/3267>.
- Niewiadomski, A., Struktura i znaczenie terenów zieleni w Łodzi na tle dużych ośrodków miejskich w Polsce (The structure and importance of green areas in Łódź in comparison with other big cities in Poland), 33–47, <http://hdl.handle.net/11089/3247>.
- Papińska, E., Alaska jako przykład obszaru recepcji turystycznej (Alaska as an example of a tourist reception area), 49–81, <http://hdl.handle.net/11089/3248>.
- Szmidt, A., Strefa krawędziowa Wzniesień Łódzkich w świetle wybranych metod GIS (The edge zone of the Łódź Heights in the light of GIS methods), 83–95, <http://hdl.handle.net/11089/3249>.
- Ścieszko, J., Papiernik, Ż., Wpływ warunków atmosferycznych na zdarzenia drogowe na przykładzie województwa łódzkiego (The influence of weather conditions on traffic incidents in the example of Łódź Voivodeship), 97–115, <http://hdl.handle.net/11089/3266>.

e. Notatki naukowe (Reports):

- Frydrych, M., Wybrzeże klifowe zbiornika Jezioro i jego znaczenie w badaniach geomorfologicznych i paleogeograficznych (Cliffs of the Jezioro reservoir and their significance in the study of geomorphology and paleogeography), 117–125, <http://hdl.handle.net/11089/3263>.

f. Kronika (Chronicle):

- Krysiak, S., Władysław Baliński (1943–2013), 127–131, <http://hdl.handle.net/11089/3250>.
- Majchrowska, A., Europejski Kongres Międzynarodowej Asocjacji Ekologii Krajobrazu – Manchester, 9–12.09.2013 (The IALE 2013 European Congress – Manchester, 9–12.09.2013), 133–136, <http://hdl.handle.net/11089/3246>.
- Rdzany, Z., VII Świętokrzyskie Spotkania Geologiczno-Geomorfologiczne „Georóżnorodność Poniidzia na tle innych obszarów północnej części zapadliska przedkarpacciego” – Busko-Zdrój, 22–24.05.2013 (The VIIth Świętokrzyskie Geological-Geomorphological Meeting “Geodiversity of Poniidzie in comparison with other northern parts of the Carpathian foredeep” – Busko-Zdrój, 22–24 V 2013), 139–142, <http://hdl.handle.net/11089/3269>.
- Walisch, M., Konferencja hydrologiczna „Aspekty badań wody w XX i XXI wieku” – Gdańsk, 18.10.2013 (Hydrological Conference “Aspects of water research in the XXth XXIst centuries” – Gdańsk, 18.10.2013), 143–147, <http://hdl.handle.net/11089/3245>.

- a. Redakcja: Zbigniew Rdzany (redaktor naczelny), Jan Degirmendzić (redaktor statystyczny), Jolanta Fiszbak (redaktor językowy), Anna Majchrowska (redaktor tematyczny), Arkadiusz Niewiadomski (sekretarz redakcji)
- b. Rada Redakcyjna: Paweł Jokiel (Uniwersytet Łódzki), Stanisław Laskowski (Uniwersytet Łódzki), Adam Łajczak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Eva Paudišová (Uniwersytet Komeńskiego w Bratysławie)
- c. Recenzenci: Karol Augustowski, Marek Józwiak, Ján Novotný, Rajmund Przybylak, Daniel Okupny, Joanna Pociask-Karteczka, Karolina Smętkiewicz, Mariusz Szubert

d. Artykuły (Articles):

- Degirmendzić, J., Walisch, M., Szmidt, A., Pola opadów w Polsce związane z niżami Vb van Bebera (Precipitation fields in Poland associated with van Beber's cyclones Vb), 3–15, <http://hdl.handle.net/11089/7951>.
- Jokiel, P., Fizjograficzne uwarunkowania obiegu i retencji wody oraz migracji zanieczyszczeń w małej zlewni strefy podmiejskiej Łodzi (The role of geographical conditions in water circulation, retention and migration of substances within a small drainage basin), 17–49, <http://hdl.handle.net/11089/7955>.
- Niewiadomski, A., Szubert, Ł., Jakość gleb wybranych ogrodów działkowych Łodzi (The quality of soils of selected allotment gardens in Łódź), 51–64, <http://hdl.handle.net/11089/7947>.
- Wiśniewska, M., Forysiak, J., Źródła ciepła niskotemperaturowego dostępnego dla gruntowych pionowych wymienników ciepła. Uwarunkowania środowiskowe i techniczne (Low enthalpy heat sources available for vertical ground heat exchangers. Environmental and technical considerations), 65–77, <http://hdl.handle.net/11089/7948>.

e. Notatki naukowe (Reports):

- Degirmendzić, J., Walisch, M., Yvette i pogoda w Europie – maj 2014 r., 79–86, <http://hdl.handle.net/11089/7950>.

f. Kronika (Chronicle):

- Frydrych, M., Ogólnopolska Konferencja Naukowa „GIS DZIŚ”, Kraków, 17–18.11.2014 (Nationwide Scientific Conference “GIS DZIŚ”, Kraków, 17–18.11.2014), 87–90, <http://hdl.handle.net/11089/7906>.
- Rdzany, Z., VIII Zjazd Stowarzyszenia Geomorfologów Słowackich „Geomorfologia a environmentálne výzvy”, Snina, 6–8.10.2014 (The VIIIth Scientific Conference of The Association of Slovak Geomorphologists “Geomorphology and Environmental Challenges”, Snina, 6–8.10.2014), 91–95, <http://hdl.handle.net/11089/7956>.
- Rdzany, Z., X Zjazd Stowarzyszenia Geomorfologów Polskich „Krajobrazy młodoglacjalne – ich morfogeneza, teraźniejszość, przyszłość”, Toruń, 16–19.09.2014 (The Xth Congress of the Association of Polish Geomorphologists “Modern Moraine

Landscapes – their morphogenesis, present and future”, Toruń, 16–19.09.2014), 97–106, <http://hdl.handle.net/11089/7957>.

- Trawczyńska, A., Barbara Manikowska (1930–2014), 107–118, <http://hdl.handle.net/11089/7946>.

14/2015

- Redakcja: Zbigniew Rdzany (redaktor naczelny), Jan Degirmendżić (redaktor statystyczny), Jolanta Fiszbak (redaktor językowy), Anna Majchrowska (redaktor tematyczny), Arkadiusz Niewiadomski (sekretarz redakcji)
- Rada Redakcyjna: Paweł Jokieli (Uniwersytet Łódzki), Stanisław Laskowski (Uniwersytet Łódzki), Adam Łajczak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Eva Paudišová (Uniwersytet Komeński w Bratysławie)
- Recenzenci: Sławomir Domagała (Uniwersytet Łódzki), Jacek Forysiak (Uniwersytet Łódzki), Barbara Giedych (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa), Maciej Jaskulski (Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg), Joanna Jędruszkiewicz (Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków), Tomasz Kalicki (Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce), Sławomir Kobojeł (Uniwersytet Łódzki), Stanisław Krysiak (Uniwersytet Łódzki), Ján Novotný (Slovak Academy of Science), Daniel Okupny (Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków), Barbara Sowińska-Świerkosz (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie), Jacek Szmańda (Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków), Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków), Lucyna Wachecka-Kotkowska (Uniwersytet Łódzki), Marcin Wójcik (Uniwersytet Łódzki), Krzysztof Wroński (niezależny badacz), Marek Zawilski (Politechnika Łódzka), Maciej Ziułkiewicz (Uniwersytet Łódzki)
- Artykuły (Articles):
 - Bartnik, A., Marcinkowski, M., Przestrzenne zróżnicowanie opadów atmosferycznych na obszarze Łodzi (Spatial variability of precipitation in the area of Lodz), 5–15, <http://hdl.handle.net/11089/17207>.
 - Jaskulski, M., Rekonstrukcja historycznej rzeźby za pomocą DEM obszarów przed przekształceniami antropogenicznymi – wybrane przykłady z Polski Środkowej (DEM-based reconstruction of historical earth's surface of areas before antropogenic transformation: selected examples from Central Poland), 17–23, <http://hdl.handle.net/11089/17208>.
 - Mirowska, N., Krysiak, S., Atrakcyjność wizualna krajobrazu doliny Mrogi i jej sąsiedztwa w gminie Dmosin (Visual attractiveness of landscape of the Mroga valley and its surroundings in Dmosin commune), 25–35, <http://hdl.handle.net/11089/17209>.
 - Rdzany, Z., Frydrych, M., Szmidt, A., Tarnawska, K., W sprawie genezy i wieku form rzeźby glacialnej pogranicza Wysoczyzn Kaliskiej i Tureckiej (On the origin and age of the glacial landsystem on the border of the Kalisz and Turek Upland Plains), 37–53, <http://hdl.handle.net/11089/17210>.
 - Szmidt, A., Analysis of correlation between land surface and selected palaeosurface illustrated with examples from Central Poland (Analiza współ-

kształtności powierzchni terenu i wybranej paleopowierzchni na przykładach z Polski Środkowej), 55–61, <http://hdl.handle.net/11089/17211>.

- Szmidt, A., Ocena przydatności archiwalnych materiałów kartograficznych dla analiz paleopowierzchni wykonywanych w technikach GIS na obszarze Polski Środkowej (Evaluation of usefulness of archival cartographic materials for the GIS analyses of palaeosurfaces in Central Poland), 63–68, <http://hdl.handle.net/11089/17212>.
- Tołoczko, W., Niewiadomski, A., Measurements of selected greenhouse gases exhalation by using the closed-chamber technique and calculation of hour expiration with regard to CO₂ emissions (Pomiar eksahalacji wybranych gazów cieplarnianych za pomocą komory zamkniętej oraz obliczanie wielkości emisji godzinowej na przykładzie wydzielania CO₂), 69–74, <http://hdl.handle.net/11089/17213>.

15/2016

- Redakcja: Zbigniew Rdzany (redaktor naczelny), Jan Degirmendżić (redaktor statystyczny), Jolanta Fiszbak (redaktor językowy), Anna Majchrowska (redaktor tematyczny – geografia fizyczna, geoekologia), Aleksander Szmidt (redaktor tematyczny – GIS, kartografia cyfrowa), Arkadiusz Niewiadomski (sekretarz redakcji)
- Rada Redakcyjna: Paweł Jokieli (Uniwersytet Łódzki), Stanisław Laskowski (Uniwersytet Łódzki), Adam Łajczak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Ján Novotný (Słowacka Akademia Nauk, Bratysława), Eva Paudišová (Uniwersytet Komeński w Bratysławie), Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie)
- Recenzenci: Ryszard Krzysztof Borówka (Uniwersytet Szczeciński), Volodymyr Demczenko (Naukowy Instytut Badań Regionalnych NAN we Lwowie, Ukraina), Stanisław Fedorowicz (Uniwersytet Gdański), Renata Giedych (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie), Iwona Hildebrandt-Radke (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu), Marcin Kolejko (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie), Krzysztof Kożuchowski (Filia UŁ w Tomaszowie Mazowieckim), Józef Kukulak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Adam Łajczak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Ján Novotný (Słowacka Akademia Nauk, Bratysława), Elżbieta Papińska (Uniwersytet Łódzki), Joanna Popławska (Uniwersytet Warszawski), Barbara Sowińska-Świerkosz (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie), Aleksander Szmidt (Uniwersytet Łódzki), Piotr Weckwerth (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu)
- Artykuły (Articles):
 - Degirmendżić, J., Synoptic case study of cyclone Yvette – May 2014 (Synoptyczne studium ewolucji cyklonu Yvette – Maj 2014), 7–15, <http://hdl.handle.net/11089/21068>.
 - Dzieduszyńska, D., Znaczenie zimnych okresów późnego wistulianu w rozwoju rzeźby regionu łódzkiego (Significance of the Late Vistulian cold periods in relief development in the Łódź Region), 17–24, <http://hdl.handle.net/11089/21069>.

- Kittel, P., Badania geoarcheologiczne pokrywy stokowej na stanowisku archeologicznym Szynkielew 11, gm. Pabianice (Geoarchaeological research on the slope cover at Szynkielew site No. 11, com. Pabianice), 25–35, <http://hdl.handle.net/11089/21070>.
 - Kobojeck, E., Położenie małych miast na tle środowiska przyrodniczego dna pradoliny warszawsko-berlińskiej (Location of the small towns in the background of natural environment of the Warsaw–Berlin ice-marginal valley bottom), 37–44, <http://hdl.handle.net/11089/21071>.
 - Petera-Zganiacz, J., Czynniki determinujące zróżnicowanie inwolucji późnovistuliańskich w północno-zachodniej części regionu łódzkiego (Determinants of differentiation of the Late Vistulian involutions in the north-western part of the Łódź Region), 45–54, <http://hdl.handle.net/11089/21072>.
 - Szmidt, A., Analysis of the relationships between the spatial arrangement of palaeovalleys and contemporary valleys of Central Poland in the light of GIS methods (Analiza związków pomiędzy rozmieszczeniem dolin kopalnych i współczesnych w Polsce Środkowej w świetle metod GIS), 55–62, <http://hdl.handle.net/11089/21073>.
 - Szymkiewicz, J., Twardy, J., Stan hydromorfologiczny górnego odcinka rzeki Ner w świetle zastosowania metody River Habitat Survey (RHS) (Hydromorphological quality of the upper section of the Ner River using River Habitat Survey <RHS>), 63–75, <http://hdl.handle.net/11089/21074>.
- e. Kronika (Chronicle):
- Dzieduszyńska, D., Petera-Zganiacz, J., Problemy paleogeografii regionu łódzkiego. Relacja z konferencji INQUA Peribaltic 2015 Working group meeting & International field symposium, 2–8 listopada 2015 (Aspects of palaeogeography of the Łódź Region. Report from the INQUA Peribaltic 2015 Working group meeting & International field symposium, November 2–8, 2015), 79–85, <http://hdl.handle.net/11089/21075>.
 - Niewiadomski, A., Konferencja terenowa „Problemy systematyki gleb przekształconych przez człowieka: deluwialnych, zasolonych i technogenicznych”, Toruń 05–08.10.2016 (Field Conference „Problems of systematics of soils transformed by man: deluvial, salt-affected and technogenic”, Toruń 05–08.10.2016), 87–89, <http://hdl.handle.net/11089/21076>.
- 16/2017**
- a. Redakcja: Zbigniew Rdzany (redaktor naczelny), Jan Degirmendzić (redaktor statystyczny), Jolanta Fiszbak (redaktor językowy), Anna Majchrowska (redaktor tematyczny – geografia fizyczna, geoekologia) Aleksander Szmidt (redaktor tematyczny – GIS, kartografia cyfrowa), Małgorzata Frydrych (sekretarz redakcji)
- b. Rada Redakcyjna: Paweł Jokiel (Uniwersytet Łódzki), Stanisław Laskowski (Uniwersytet Łódzki), Adam Łajczak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Ján Novotný (Słowacka Akademia Nauk, Bratysława),
- Eva Pauditšová (Uniwersytet Komeńskiego w Bratysławie), Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie)
- c. Recenzenci: Marcin Becher (Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach), Tadeusz Ciupa (Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach), Iwona Hildebrandt-Radke (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu), Tomasz Kalicki (Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach), Elżbieta Kobojeck (Uniwersytet Łódzki), Sławomir Kobojeck (Uniwersytet Łódzki), Stanisław Krysiak (Uniwersytet Łódzki), Łukasz Mendyk (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu), Daniel Okupny (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Jerzy Sikora (Uniwersytet Łódzki), Aleksander Szmidt (Uniwersytet Łódzki), Juliusz Twardy (Uniwersytet Łódzki)
- d. Artykuły (Articles):
- Chrabąszcz, M., Kalicki, T., Przepióra, P., Frączek, M., Zmiany koryta dolnej i środkowej Wiernej Rzeki od XVIII wieku (Channel changes of lower and middle courses of the Wierna Rzeka River since the 18th century), 5–13, <http://hdl.handle.net/11089/24438>.
 - Górecki, M., Charakterystyka hydrologiczna i hydrochemiczna wód Moszczenicy w przekroju Gieczno (Hydrological and hydrochemical characteristics of the Moszczenica River in Gieczno), 15–22, <http://hdl.handle.net/11089/24439>.
 - Grzędzińska, S., Ziułkiewicz, M., Charakterystyki fizykochemiczne wód obszarów podmokłych w granicach aglomeracji warszawskiej na przykładzie Horowego Bagna i Jeziora Kruczek w gminie Marki (Physico-chemical characteristics of wetland waters in the range of the Warsaw agglomeration on the example of the Horowe Bagno peat bog and the Kruczek Lake in the Marki commune), 23–31, <http://hdl.handle.net/11089/24440>.
 - Piech, W., Waloryzacja środowiska przyrodniczego wczesnośredniowiecznego grodu w Rękoraju na Wysoczyźnie Piotrkowskiej, Polska Środkowa (Assessment of natural environment of the early medieval stronghold at Rękoraj in the Piotrków Upland, Central Poland), 33–42, <http://hdl.handle.net/11089/24441>.
 - Przepióra, P., Król, G., Frączek, M., Kalicki, T., Kłusakiewicz, E., Lokalizacja i interpretacja osadów po pożarach lasów – studium przypadku (Location and interpretation of post-forest-fire sediments – case studies), 43–49, <http://hdl.handle.net/11089/24442>.
 - Szczypiorowski, M., Analiza morfometryczna wężła dolinnego Warty, Widawki i Grabi z wykorzystaniem algorytmu ISODATA (Morfometric analysis of the valley junction of the Warta, Widawka and Grabia Rivers using the ISODATA algorithm), 51–61, <http://hdl.handle.net/11089/24443>.
 - Tołoczko, W., Szmidt, A., Wiaderkiewicz, M., Nowe aspekty badań nad chemizmem gleb aglomeracji łódzkiej w oparciu o metody GIS (New aspects of research into the chemical composition of soils in the Łódź agglomeration, based on GIS methods), 63–78, <http://hdl.handle.net/11089/24444>.

17/2018

- a. Redakcja: Zbigniew Rdzany (redaktor naczelny), Jan Degirmendzić (redaktor statystyczny), Jolanta Fiszbak (redaktor językowy), Anna Majchrowska (redaktor tematyczny – geografia fizyczna, geoekologia) Aleksander Szmidt (redaktor tematyczny – GIS, kartografia cyfrowa), Małgorzata Frydrych (sekretarz redakcji)
- b. Rada Redakcyjna: Paweł Jokieli (Uniwersytet Łódzki), Adam Łajczak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Ján Novotný (Słowacka Akademia Nauk, Bratysława), Eva Pauditšová (Uniwersytet Komeńskiego w Bratysławie), Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie)
- c. Recenzenci: Bernard Gałka (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu), Bogusław Michał Kaszewski (Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie), Stanisław Krysiak (Uniwersytet Łódzki), Daniel Okupny (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Elżbieta Papińska (Uniwersytet Łódzki), Paweł Przepióra (Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach), Jadwiga Stanek-Tarkowska (Uniwersytet Rzeszowski), Aleksander Szmidt (Uniwersytet Łódzki), Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Wojciech Tołoczko (Uniwersytet Łódzki), Robert Twardosz (Uniwersytet Jagielloński w Krakowie)
- d. Artykuły (Articles):
- Degirmendzić, J., Kożuchowski, J., Circulation epochs based on the Vangengeim-Girs large scale patterns (1891–2010) (Epoki cyrkulacyjne w serii makroform Vangengeima-Girsa (1891–2010)), 7–13, <http://hdl.handle.net/11089/27403>.
 - Kalicki, T., Fularczyk, K., Zmiany biegu koryta Krasnej (Świętokrzyskie) w oparciu o dane kartograficzne i geologiczne (Channel changes of the Krasna riverbed (Holy Cross Mts. region) based on cartographic and geological data), 15–23, <http://hdl.handle.net/11089/27404>.
 - Przepióra, P., Kalicki, T., Zmiany koryta Kamionki (Płaskowyż Suchedniowski) na odcinku Ostojów-Rejów od XVIII wieku w oparciu o archiwalne materiały kartograficzne (Changes in the Kamionka channel (Suchedniów Plateau) along the Ostojów-Rejów section, since 18th century, based on archival cartographic materials), 25–32, <http://hdl.handle.net/11089/27405>.
 - Rdzany, Z., Frydrych, M., Record of glacial outburst floods in marginal zones and forelands of Scandinavian glaciations in Poland (Zapis powodzi glacialnych w strefach brzeżnych i na przedpolach lądolodów skandynawskich w Polsce), 33–40, <http://hdl.handle.net/11089/27406>.
 - Szymczyk, M., Krysiak, S., Przemiany krajobrazu doliny Luciąży i jej otoczenia po utworzeniu zbiornika retencyjnego Cieszanowice (Changes in the landscape of Luciąża valley and the surrounding areas after creating a storage reservoir in Cieszanowice), 41–50, <http://hdl.handle.net/11089/27407>.
 - Tołoczko, W., Szmidt, A., Rędziny rezerwatu „Węże” w Załęczańskim Parku Krajobrazowym (Rendzina soils of the “Węże” nature reserve in Załęcze Landscape Park), 51–60, <http://hdl.handle.net/11089/27408>.

e. Kronika (Chronicle):

- Tołoczko, W., Stanisław Laskowski (1933–2018), 63–66, <http://hdl.handle.net/11089/27409>.
- Wieczorek, D., Wachecka-Kotkowska, L., Rychel, J., XXIV Konferencja Naukowo-Szkoleniowa STRATYGRAFIA PLEJSTOCENU POLSKI „Czwartorzęd pogranicza niżu i wyżyn w Polsce Środkowej”, 4–8 września 2017, Wawrzkowizna k. Bełchatowa, 67–72, <http://hdl.handle.net/11089/27410>.

18/2019

- a. Redakcja: Zbigniew Rdzany (redaktor naczelny), Jan Degirmendzić (redaktor statystyczny), Jolanta Fiszbak (redaktor językowy), Anna Majchrowska (redaktor tematyczny – geografia fizyczna, geoekologia) Aleksander Szmidt (redaktor tematyczny – GIS, kartografia cyfrowa), Małgorzata Frydrych (sekretarz redakcji)
- b. Rada Redakcyjna: Paweł Jokieli (Uniwersytet Łódzki), Adam Łajczak (Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie), Ján Novotný (Słowacka Akademia Nauk, Bratysława), Eva Pauditšová (Uniwersytet Komeńskiego w Bratysławie), Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie)
- c. Recenzenci: Małgorzata Bruj (badacz niezależny), Bernard Gałka (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu), Mirosław Kobierski (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy), Sławomir Kobjek (Uniwersytet Łódzki), Stanisław Krysiak (Uniwersytet Łódzki), Aleksander Szmidt (Uniwersytet Łódzki), Mariusz Szubert (Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie), Wojciech Tołoczko (Uniwersytet Łódzki), Piotr Paweł Woźniak (Uniwersytet Gdański), Artur Zieliński (Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach)
- d. Artykuły (Articles):
- Czubla, P., Petera-Zganiacz, J., Fotografia dokumentacyjna w naukach o Ziemi (Documentary photography in Earth sciences), 7–28, DOI: <http://dx.doi.org/10.18778/1427-9711.18.01>.
 - Przepióra, P., Kalicki, T., Chwałek, S., Houbrechts, G., Historyczny układ hydrotechniczny w Jędrowie (województwo świętokrzyskie) zachowany w formach i osadach – studium geoarcheologiczno-konserwatorskie (The historic hydrotechnical system in Jędrów (Świętokrzyskie Province) preserved in landforms and sediments – geoarchaeological and conservation study), 29–40, DOI: <http://dx.doi.org/10.18778/1427-9711.18.02>.
 - Przybyszewski, D., Kruszyńska, M., Zmiany w rzeźbie i problem zagospodarowania obszarów po wydobyciu surowców skalnych na przykładzie okolic Tarnowej (Polska Centralna) (Changes in the landscape and the problem of development of areas after extraction of rock resources illustrated with the example of the vicinity of Tarnowa (Central Poland)), 41–51, DOI: <http://dx.doi.org/10.18778/1427-9711.18.03>.
 - Szmidt, A., Tołoczko, W., Góra Zelce jako walor geoturystyczny Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej z uwzględnieniem analizy geomorfologicznej (Zelce Moun-

- tain as a geotouristic value of the Woźniki-Wieluń Upland, including geomorphological analysis), 53–65, DOI: <http://dx.doi.org/10.18778/1427-9711.18.04>.
- Tołoczko, W., Ocena gleb piaszczystych o opadowo-retencyjnym typie zasilania wodą na podstawie badania eksperymentalnego dotyczącego podsiąku kapilarnego (Assessment of sandy soils with a rainfall-retention type of water supply based on an experimental study on capillary rise), 67–75, DOI: <http://dx.doi.org/10.18778/1427-9711.18.05>.
- e. Aneks:
- Rdzany, Z., Prace opublikowane w czasopiśmie *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Physica* w latach 1997–2019 (Papers published in the journal *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Physica* in the years 1997–2019), 79–90, DOI: <http://dx.doi.org/10.18778/1427-9711.18.06>.

Spis treści

Contents

ARTYKUŁY

ARTICLES

Piotr Czubla • Joanna Petera-Zganiacz

Fotografia dokumentacyjna w naukach o Ziemi
/Documentary photography in Earth sciences/..... 7

Paweł Przepióra • Tomasz Kalicki • Sławomir Chwałek • Geoffrey Houbrechts

Historyczny układ hydrotechniczny w Jędrowie (województwo świętokrzyskie) zachowany w formach i osadach – studium geoarcheologiczno-konserwatorskie
/The historic hydrotechnical system in Jędrów (Świętokrzyskie Province) preserved in landforms and sediments – geoarchaeological and conservation study/..... 29

Daniel Przybyszewski • Maja Kruszyńska

Zmiany w rzeźbie i problem zagospodarowania obszarów po wydobyciu surowców skalnych na przykładzie okolic Tarnowej (Polska Centralna)
/Changes in the landscape and the problem of development of areas after extraction of rock resources illustrated with the example of the vicinity of Tarnowa (Central Poland)/..... 41

Aleksander Szmidt • Wojciech Tołoczko

Góra Zelce jako walor geoturystyczny Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej z uwzględnieniem analizy geomorfologicznej
/Zelce Mountain as a geotouristic value of the Woźniki-Wieluń Upland, including geomorphological analysis/..... 53

Wojciech Tołoczko

Ocena gleb piaszczystych o opadowo-retencyjnym typie zasilania wodą na podstawie badania eksperymentalnego dotyczącego podsiąku kapilarnego
/Assessment of sandy soils with a rainfall-retention type of water supply based on an experimental study on capillary rise/..... 67

ANEKS

ANNEX

Zbigniew Rdzany

Prace opublikowane w czasopiśmie *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Physica* w latach 1997–2019.....
/Papers published in the journal *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Physica* in the years 1997–2019/..... 79