



Piotr Czubla<sup>1</sup> • Joanna Petera-Zganiacz<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Pracownia Geologii; <sup>(2)</sup> Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Katedra Geomorfologii i Paleogeografii

E-mail: [piotr.czubla@geo.uni.lodz.pl](mailto:piotr.czubla@geo.uni.lodz.pl); [joanna.petera@geo.uni.lodz.pl](mailto: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 mm<sup>2</sup>), 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 mm<sup>2</sup> lub 1/3,2” – 4,5 mm x 3,4 mm = 15,3 mm<sup>2</sup>) 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 odśrodkach 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 boczo-

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

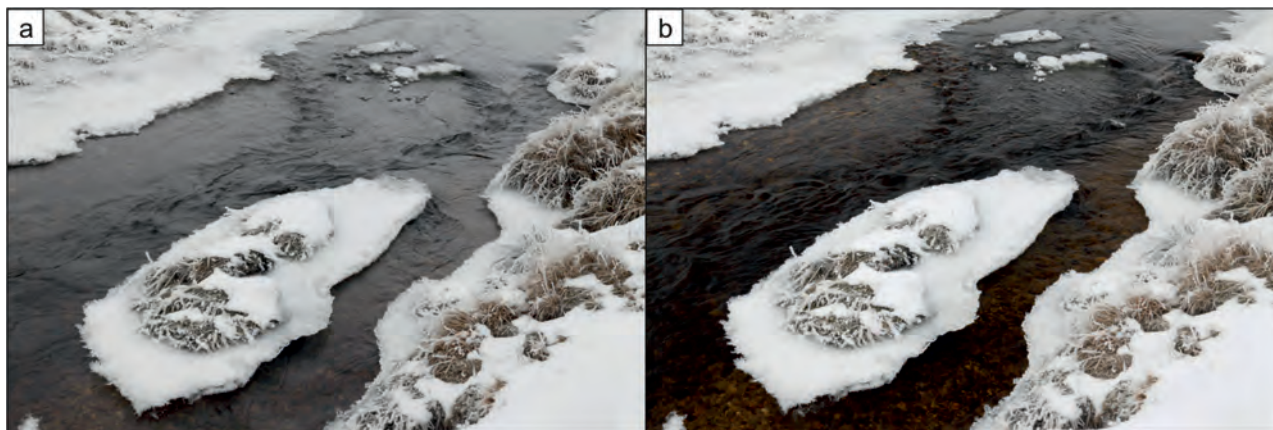
przeciwśoneczna. Nie tylko zapobiega ona dostawaniu się do obiektywu bocznego światła, które może powodować odbłaski, a przynajmniej zmniejszenie kontrastu i nasycenia barw, ale chroni też obiektyw przed uszkodzeniami mechanicznymi, o które w pracy terenowej bardzo łatwo.

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).

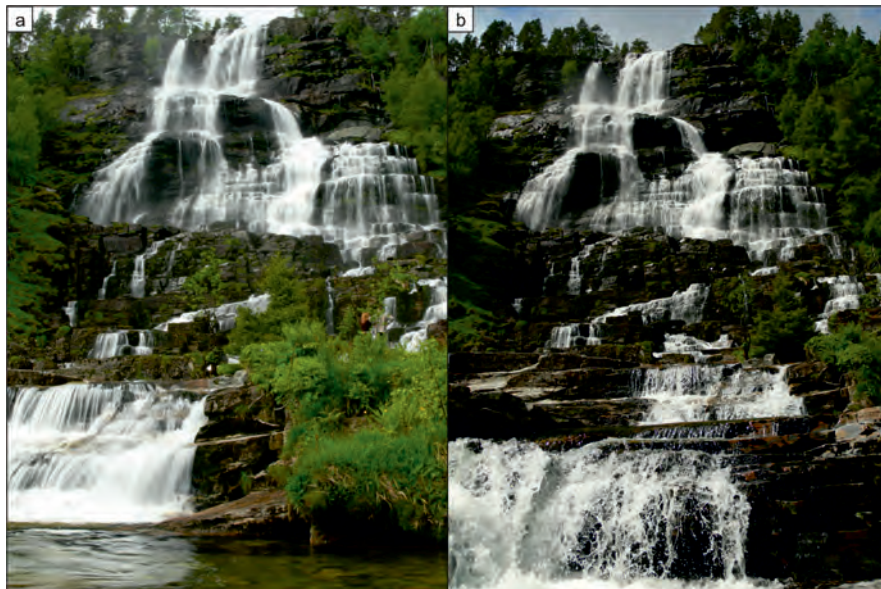
Przystona reguluje ilość światła docierającego na powierzchnię matrycy. Formalnie powinna być podawana w postaci ułamka, np.  $f/2$ ,  $f/2,8$ ,  $f/4$ ,  $f/5,6$ ,  $f/8$ ,  $f/11$ ,  $f/16$ , ale często podaje się sam mianownik, np.  $f/2$ ,  $f/2,8$ ,  $f/4$ ,  $f/5,6$ ,  $f/8$ ... Każdy kolejny stopień 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)

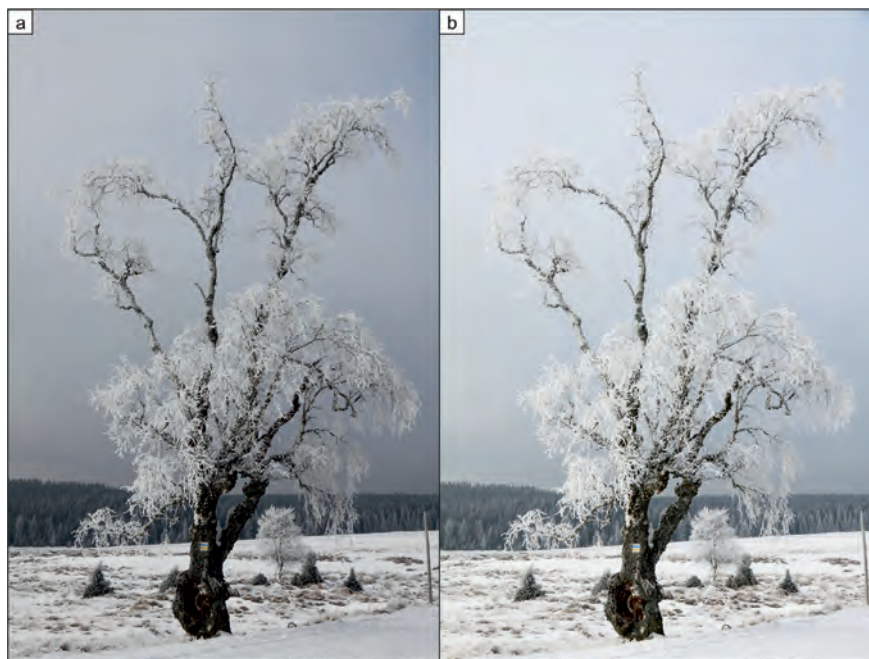


**Ryc. 4.** Zastosowanie długiego czasu naświetlania do prezentacji opadu atmosferycznego. Ulewny letni deszcz, czas naświetlania  $1/15$  s (fot. P. Czubla 2014)

**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 korekcja (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 wynosić  $+1$  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 naświetlania. 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 wzmacnia 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).

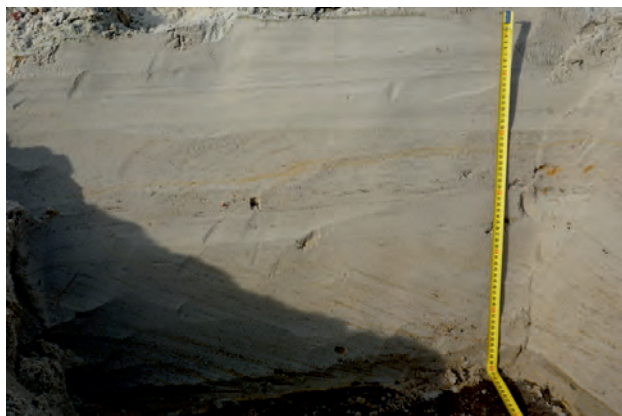
### 4.1. Kompozycja właściwa

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 odślonięcia w warunkach niejednorodnego 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 odślonięć 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.

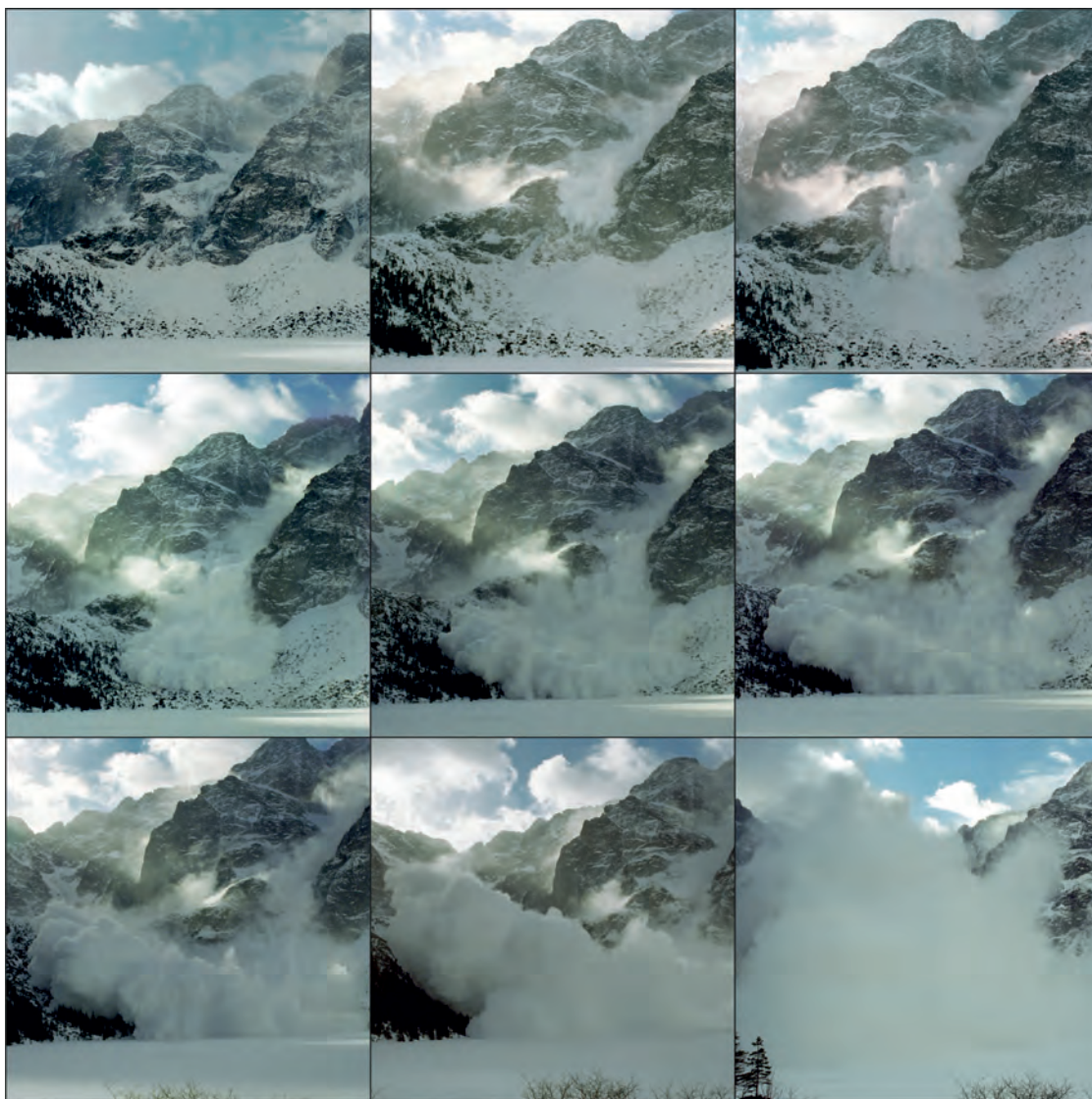


Ryc. 7. Przykład fotografii o niejasnej treści (a) oraz fotografii o treści zrozumiałej (b) (a – fot. J. Petera-Zganiacz 2014; b – fot. M. Zganiacz 2009)

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).

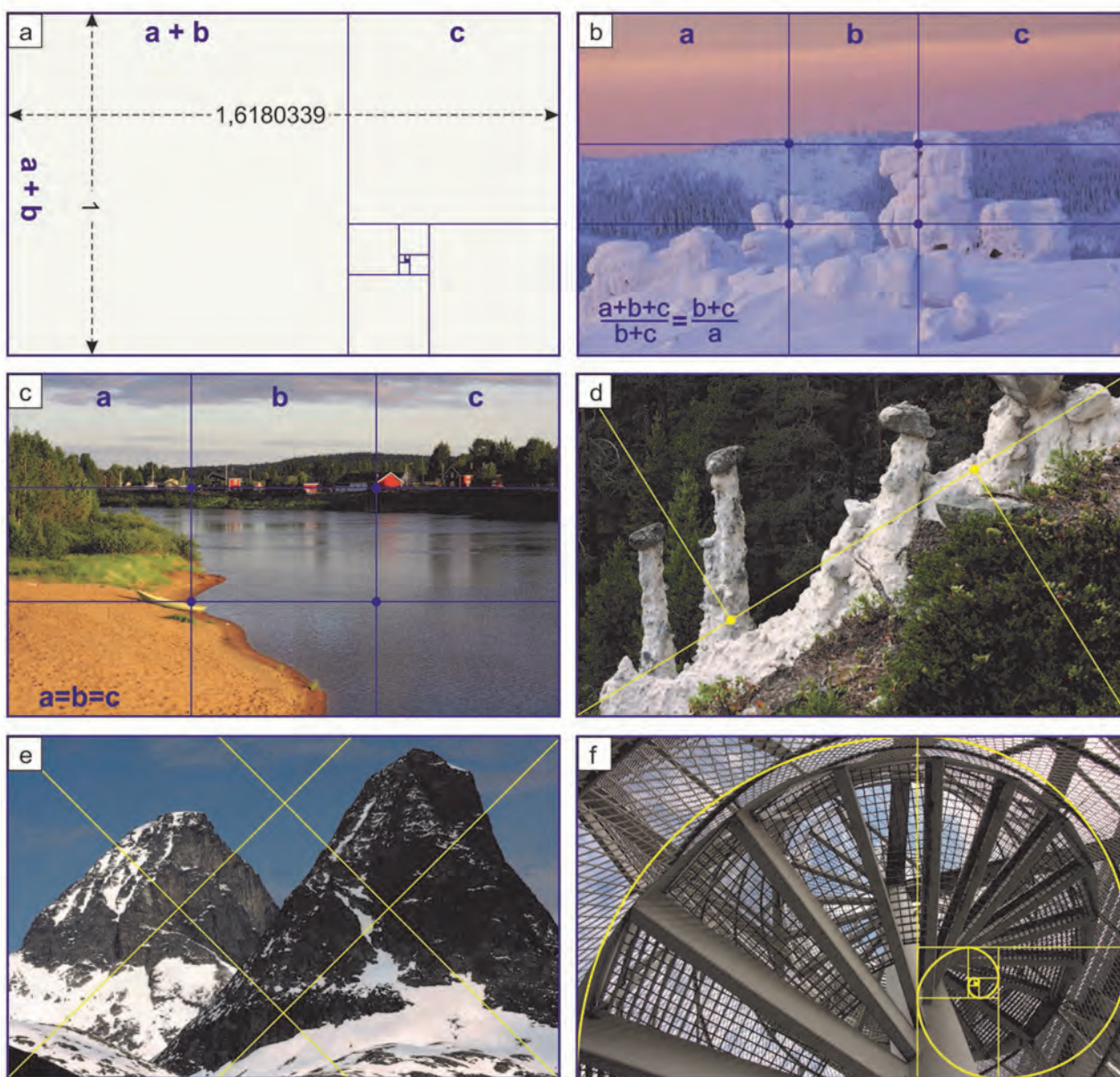
Kompozycja formalna znajduje zastosowanie w naukach o Ziemi i środowisku, korzystając najczęściej z najbardziej elementarnych zasad. Wymakowane kadry, skomponowane zgodnie z przyjętymi kanonami, mają szansę powstawać w przypadku fotografii krajobrazowej, ukazującej formy geomorfologiczne, ale też w przypadkach 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  $\phi$ . 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 trójkopodział polegający na parcelacji kadru na dziewięć części o identycznych wymiarach, poprzez wydzielenie na każdym boku kadru trzech odcinków o równej długości (ryc. 9c). Trójkopodział 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) trójkopodział 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)

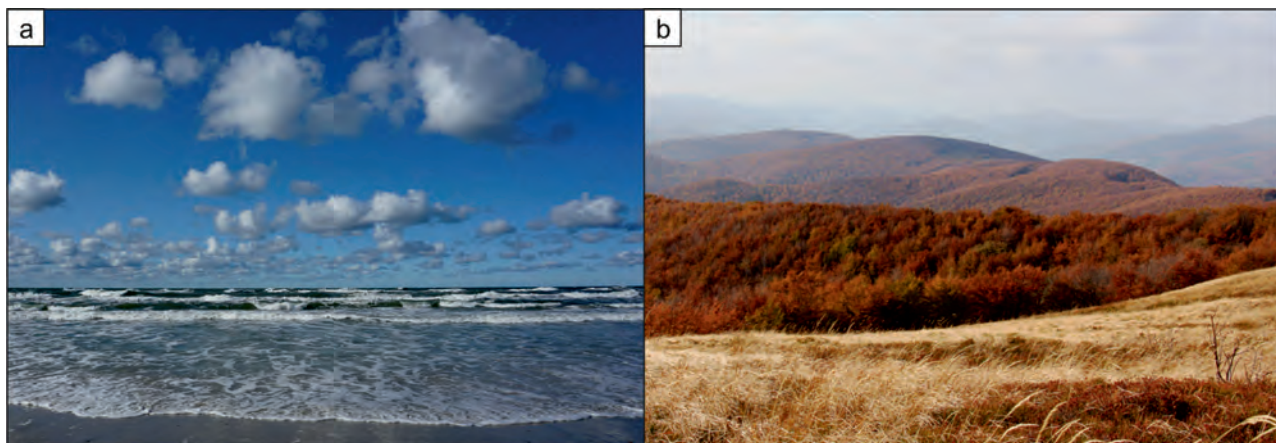
Linie kompozycji pomagają w usytuowaniu istotnych elementów liniowych na zdjęciu. Umieszczenie takiego elementu – np. linii horyzontu – wzdłuż dolnej lub górnej linii kompozycji zdecyduje, która część kadru będzie przyciągała uwagę odbiorcy, dlatego na zdjęciu ukazującym chmury, horyzont umieścić należy 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, odstonień 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 zdje-

ciu stanowi o jego walorach estetycznych. Można w tym przypadku wymienić np. zdjęcia struktur sedymentacyjnych, 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 utrudnienie 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 zaciemniony, 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).

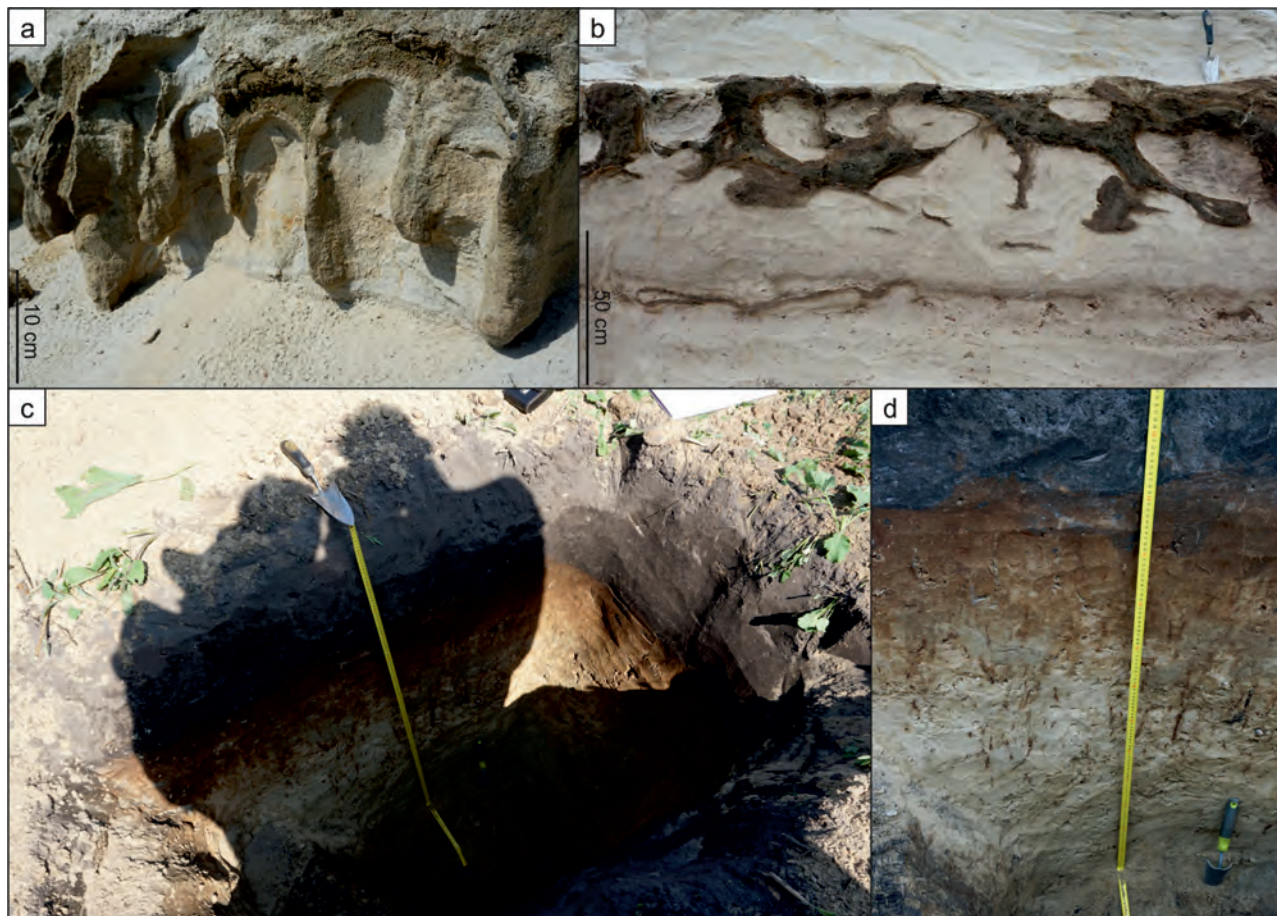
Fotografując odśnieżenia, dla optymalnego rezultatu najlepiej trzymać aparat prostopadle osią optyczną do fotografowanej powierzchni, co pozwala na zastosowanie umiarkowanego przysłony przysłony (dającej maksymalną ostrość – zwykle jest to  $f/5,6$  lub  $f/8$ ). W ten sposób cały kadr znajdzie się w 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) involucje w ostrym świetle, (b) involucje w świetle rozproszonym, (c) sposób na zacinienie niewielkiego odsłonięcia, (d) ściana wykopu udokumentowana po jej zacieleniu (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. Produkowane 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)

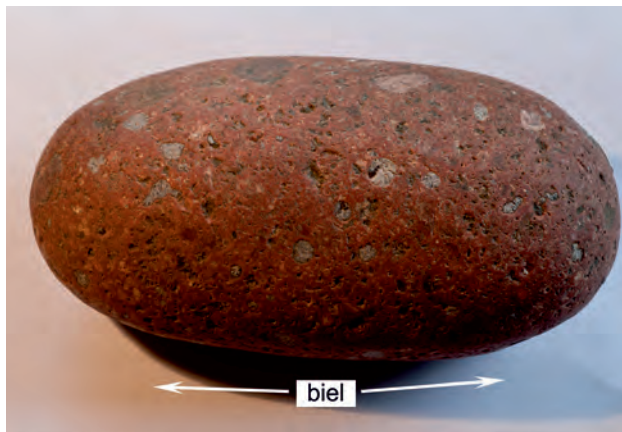
Fotografowanie okazów takich, jak minerały, skamieniałości i skały ma zazwyczaj charakter fotografii zbliżeniowej lub makrofotografii, rzadziej mikrofotografii i odbywa się prawie zawsze w warunkach studyjnych. Szczególnie trudne jest prawidłowe sfotografowanie minerałów o bardzo intensywnych barwach, 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](http://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](http://www.kristallin.de))

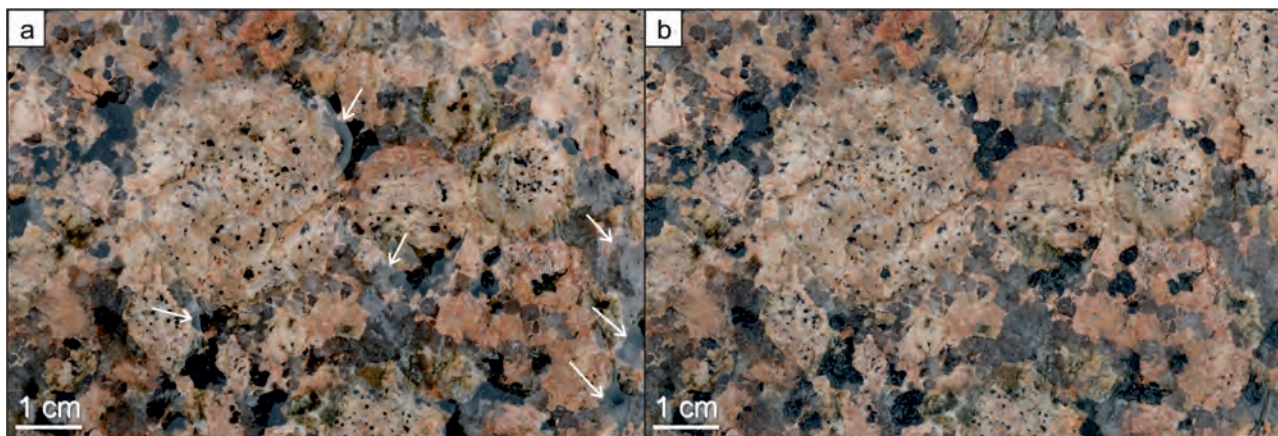
Bardzo ważny jest dobór odpowiedniego tła. Tło dla okazów powinno być niezbyt jasne i raczej neutralne, żeby nie zmieniało dominanty barwnej zdjęcia, ale czasami dla celów ekspozycyjnych/komercyjnych stosuje się jaskrawe tła o kolorystyce dostosowanej do koloru fotografowanych minerałów. W przypadku 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](http://www.kristallin.de))

**Fig. 19.** A close-up photograph of a granite specimen completely submerged in water (photo by M. Bräunlich, [www.kristallin.de](http://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](http://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](http://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

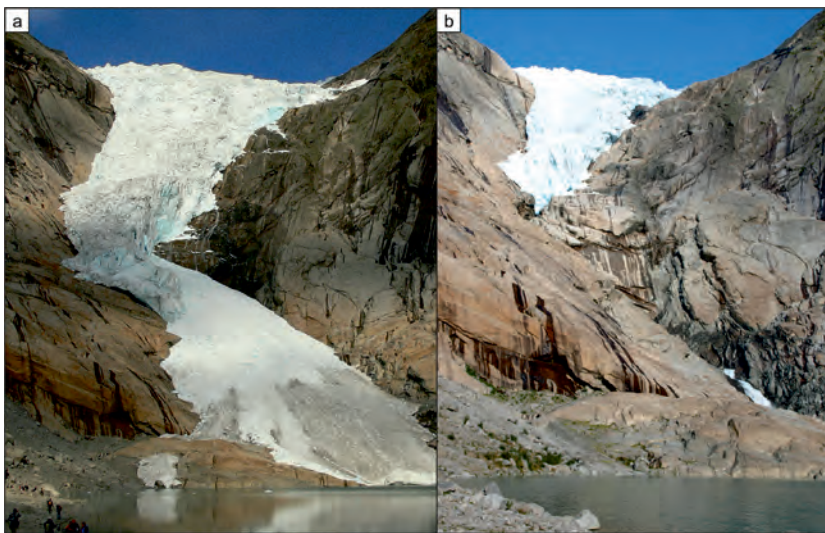
Refotografia polega na wykonywaniu zdjęć z tego samego miejsca, w tym samym kierunku i przy zachowaniu podobnych parametrów takich, jak np. kąt widzenia obiektywu czy głębia ostrości w kolejnych odstępach czasowych. Można zatem powiedzieć, że układa się zdjęcia

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 nadrzędnemu 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](http://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 Kamienicy, 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.