

Śladami islandzkiej wyprawy Profesora Walerego Goetla – szlak geoturystyczny w Krainie Lodu i Ognia

Karolina Wiewiórska¹, Karolina Stępień¹, Marta Esmund¹, Kacper Madej¹,
Dominik Polak¹, Wiktor Salwa¹, Dawid Domalik¹, Justyna Kowal-Kasprzyk¹



K. Wiewiórska



K. Stępień



M. Esmund



K. Madej



D. Polak



W. Salwa



D. Domalik



J. Kowal-
-Kasprzyk

In the footsteps of the Icelandic expedition of Professor Walery Goetel – geotourist trail in the Land of Ice and Fire. *Prz. Geol.*, 71: 358–371.

Abstract. The Geotourism Students' Scientific Club from AGH University of Science and Technology celebrated the Year of Walery Goetel by setting out on an expedition to Iceland in his footsteps. Professor Walery Goetel (1889–1972) went down in history as an outstanding and versatile geologist, creator of sozology and one of the most famous rectors of AGH. He was also an advocate for nature conservation, national parks and tourism. In 1927, Walery Goetel and his brother – writer Ferdynand – went on an expedition to Iceland. The island, known as “Land of Ice and Fire”, is one of the most geologically significant and interesting places in the world. The expedition let him collect valuable observations, samples and photographs. The journey, mainly through the western part of Iceland, was described by Ferdynand in the book “Island in the cloudy north” (1928). We followed this expedition 95 years later and we would like to propose the “Walery Goetel’s memorial geotourist trail”. On the proposed route, there are 19 points visited by Professor; 10 of them we distinguished as particularly

attractive in terms of geotourism. In addition, we suggest 13 other points worth visiting, which are not mentioned in the book, but are located in the area of the trail, and we assess them as having significant geotouristic potential. The length of the trail is 770 km, and it is worth spending at least 5 days to cover it by car. The trail includes such famous geotouristic attractions as the Geysir geothermal area, Gullfoss waterfall and Thingvellir National Park with Almannagjá gorge and Óxarárfoss waterfall, as well as less popular, but geologically important places. In the book “Island in the cloudy north” there are many regrets about the failure of Iceland to use its natural potential. The trail that we propose allows one to see how much is has changed in this respect over 100 years. We can assume that if the Professor visited modern Iceland, he would appreciate how this country implements the ideas of sozology. We hope that the trail we propose shows not only the beauty and geological uniqueness of Iceland, but also brings the ideas of Professor Walery Goetel closer.

Keywords: geotourism, memory trail, history of geoscience, Walery Goetel, western Iceland

Koło Naukowe Geoturystyka działające w Akademii Górniczo-Hutniczej (AGH) w Krakowie uzyskało grant w konkursie *Profesor Walery Goetel – sozolog, prekursor zrównoważonego rozwoju* na realizację projektu *Śladami islandzkiej wyprawy Profesora Walerego Goetla – geoedukacja przez geoturystykę w krainie lodu i ognia*. Konkurs został zorganizowany przez Fundację dla AGH z okazji Roku Walerego Goetla, obchodzonego na AGH w związku z przypadającą w 2022 roku 50. rocznicą śmierci Profesora.

Profesor Walery Goetel (1889–1972) przeszedł do historii jako wybitny i wszechstronny geolog, ale też orędownik ochrony przyrody, parków narodowych i twórcą sozologii, którą można opisać jego własnymi słowami: *co technika i przemysł zepsuły, psują lub co grozi zepsuciem w przyszłości, same właśnie – technika i przemysł – powinny naprawić* (Goetel W., 1972). W trudnych latach 1939–1951 pełnił on zaszczytną funkcję rektora AGH.

Od wczesnych lat Walery Goetel był związany z turystyką (Alexandrowicz, 1973; Wójcik, 2009). Już w czasach szkolnych uprawiał turystykę górską, taternictwo oraz narciarstwo, a później także wioślarstwo i inne aktywności. Podczas nauki na Uniwersytecie Jagiellońskim zainicjował stworzenie taternickiego Klubu Turystycznego Kilimandżaro (KTK). W ciągu swojego życia odbył liczne wyprawy o charakterze naukowym, m.in. po krajach europejskich, Azji, Afryce. Profesora Walerego Goetla można niewątpliwie uznać za prekursora geoturystyki, choć sam termin „geoturystyka” zaczął być stosowany dopiero pod koniec XX w.

Motywy przewodnim geoturystyki jest świadome poznawanie dziedzictwa Ziemi i abiotycznych elementów współczesnej przyrody oraz tych aspektów działalności ludzkiej, które nawiązują do wykorzystania zasobów Ziemi w bezpośredni sposób (Migoń, 2012). Rolą geoturystyki

¹ Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; wiewiorska@student.agh.edu.pl; karolinast@student.agh.edu.pl; martaesmund@student.agh.edu.pl; kacmad@student.agh.edu.pl; dominikpolak@student.agh.edu.pl; wiktorsalwa@student.agh.edu.pl; domalik@student.agh.edu.pl; kowalj@agh.edu.pl



Ryc. 1. Walery Goetel na kucu islandzkim. Fot. W. Goetel (Archiwum Nauki PAN i PAU w Krakowie)

Fig. 1. Walery Goetel on an Icelandic pony. Photo by W. Goetel (Science Archives of the Polish Academy of Sciences and the Polish Academy of Arts and Sciences in Kraków)



Ryc. 2. Objuczone kuce islandzkie braci Goetłów idące przez pustkowie sandrów. Fot. F. Goetel (Archiwum Nauki PAN i PAU w Krakowie)

Fig. 2. Loaded Icelandic ponies of the Goetel brothers walking through the wilderness of the sandurs. Photo by F. Goetel (Science Archives of the Polish Academy of Sciences and the Polish Academy of Arts and Sciences in Kraków)

jest przede wszystkim edukowanie przyrodnicze, krzewienie szacunku dla przyrody we wszystkich jej przejawach i pokazywanie związków zachodzących między przyrodążywioną i nieożywioną. Jednocześnie rozwój geoturystyki wymaga odpowiedniego zarządzania geodziejnictwem i nierzadko pojawia się konieczność znalezienia równowagi między ekspozycją przyrody nieożywionej i nieingerowaniem w przyrodężywioną. Stąd pomysł członków KN *Geoturystyka* na powiązanie tej, stosunkowo młodej, gałęzi turystyki z tak znaczącym jej prekursorem, jakim był prof. Goetel, i podkreślenie jak bardzo wyprzedził on swoją epokę.

Swoje kroki postanowiliśmy skierować ku Islandii, która jest jednym z najbardziej wyjątkowych geologicznie

miejsc na świecie. To tam właśnie prof. Walery Goetel, wraz ze swoim bratem Ferdynandem, wybrał się w 1927 r. (ryc. 1, 2). Profesor wyruszył, by pogłębiać wiedzę o geologii wyspy, a jego brat – pisarz – w celu poznania kultury i historii kraju. Podczas tej podróży prof. Goetel wykonał wiele ważnych fotografii, które stanowiły dokumentację wyprawy. Obecnie znajdują się one w spuściźnie uczonego w Archiwum Nauki Polskiej Akademii Nauk i Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie (<https://archiwumnauki.pan.pl/?p=2590>). W Muzeum Geologicznym AGH znajdują się zbiory profesora, które są nadal dostępne dla zwiedzających. Wyprawa została opisana przez Ferdynanda Goetla w książce *Wyspa na chmurnej północy* (1928).

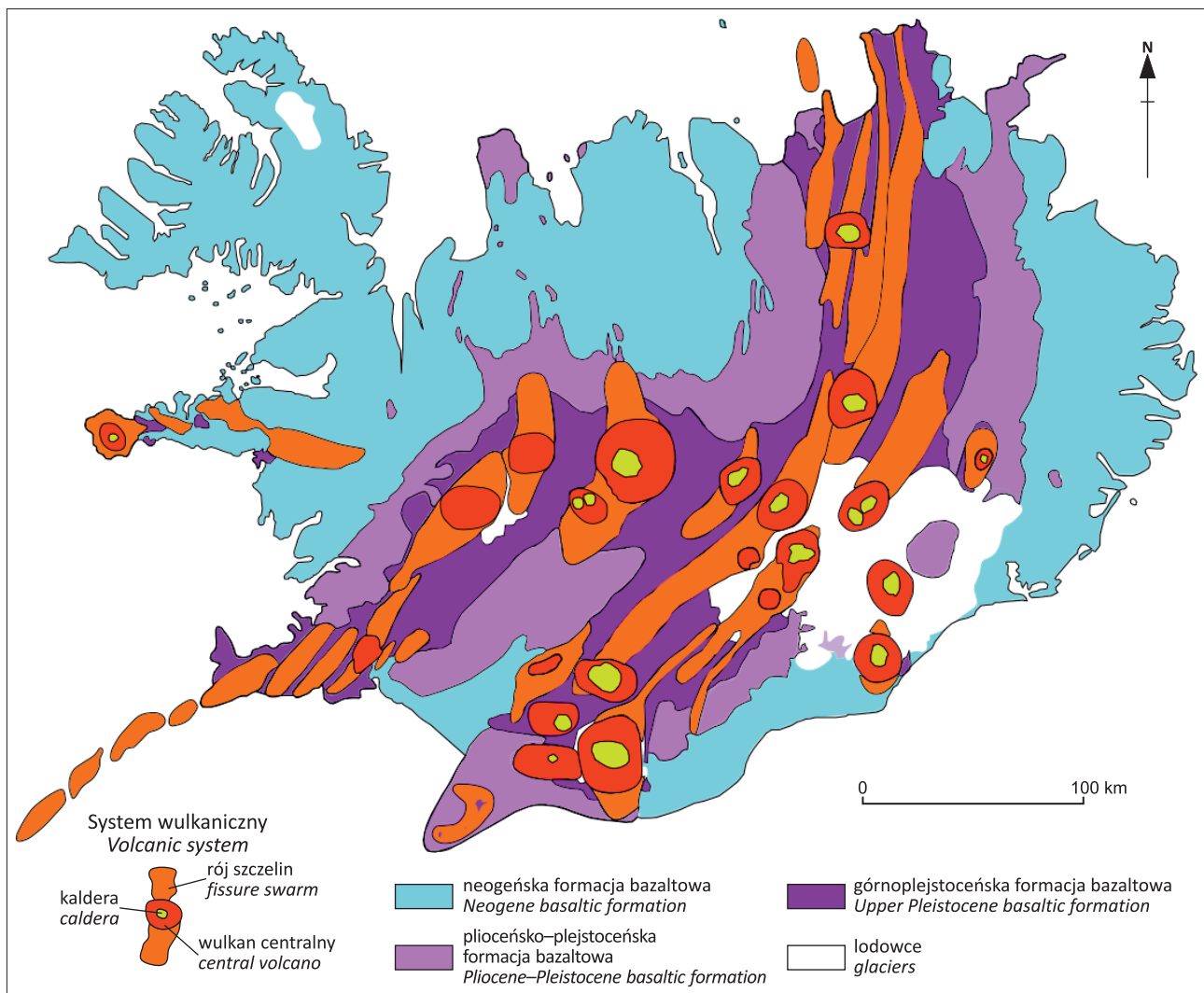
Członkowie Koła Naukowego *Geoturystyka* wyprawą na Islandię chcieli uhonorować pamięć prof. Walerego Goetla oraz jego trud i wkład w edukację wielu pokoleń geologów w Polsce, poprzez powrót do jego macierzystych obszarów obserwacyjnych. Pragniemy również podkreślić rolę W. Goetla jako prekursora geoturystyki, a także rozszerzyć propagowanie jego idei dotyczących ochrony przyrody.

KRAINA LODU I OGNI

Islandia, zbudowana głównie ze skał wulkanicznych i piroklastycznych, jest określana jako Kraina Lodu i Ognia. Nazwa ta wiąże się z dużą ilością lodowców i wulkanów, w tym czynnych, będących dominującymi elementami krajobrazu wyspy (ryc. 3). Wulkanizm jest efektem położenia geologicznego, wyspa znajduje się bowiem na styku Grzbietu Śródatlantyckiego oraz grzbietu ciągnącego się między Grenlandią a Wyspami Owczymi. Jednocześnie Islandia znajduje się nad plamą gorącą (*hot spot*), czyli pióropuszem płaszcza, co znacząco zwiększa intensywność wulkanizmu na tym obszarze. Atrakcjami geoturystycznymi związanymi z aktywnością wulkaniczną są tu także różnorodne zjawiska geotermalne: ekshalacje wulkaniczne, liczne gorące źródła, wulkany błotne oraz gejzery. Ostatnia nazwa jest zresztą pochodzenia islandzkiego. Natomiast obecność lodowców to oczywiście efekt położenia geograficznego pod kołem podbiegunowym, choć należy wspomnieć, że duży wpływ na klimat wyspy mają opływające ją zarówno ciepłe, jak i zimne prądy morskie.

Od południowego zachodu i północy do Islandii przylegają dwa segmenty Grzbietu Śródatlantyckiego – grzbiety Reykjanes i Kolbeinsey. Pomiędzy tymi segmentami znajduje się jedyna część Grzbietu Śródatlantyckiego wznosząca się ponad poziom morza. Jest ona reprezentowana przez wąskie pasy aktywnych dyslokacji tektonicznych i wulkanizmu, ciągnące się z południowego zachodu ku północy wyspy. Obecnie na Islandii można wyróżnić 31 aktywnych systemów wulkanicznych, złożonych z rojów szczelin wulkanicznych i wulkanów centralnych (ryc. 3). Od wschodu i zachodu przylegają do nich symetrycznie pasy coraz starszych skał wulkanicznych. Obrazuje to stopniowe tworzenie się Islandii, postępujące w miarę rozrastania się dna Oceanu Atlantyckiego. Średnie tempo ekspansji dna oceanicznego, czyli spreadingu, wynosi 2 cm rocznie (Thordarson, Höskuldsson, 2006).

Islandia należy do najmłodszych geologicznie części Europy. Wiek skał budujących wyspę nie przekracza 16 mln lat. W 75% są to skały wulkaniczne, głównie (choć nie wyłącznie) maficzne. Pozostałe skały należą do grupy skał osadowych i są to przede wszystkim plejstoceny osady



Ryc. 3. Rozmieszczenie systemu wulkanicznego na Islandii (za: Thordarsonem, Höskuldssonem, 2006)
Fig. 3. Distribution of the volcanic system in Iceland (after: Thordarson, Höskuldsson, 2006)

polodowcowe, ale także osady jeziorne czy skały pochodzenia chemicznego wytrącane na obszarach geotermalnych.

O geoturystycznej atrakcyjności Islandii świadczy włączenie ok. 10% powierzchni wyspy w obręb dwóch geoparków: Reykjanes i Katla. Od 2015 r. oba należą do światowej sieci Geoparków UNESCO.

Podczas wyprawy swoje obserwacje geologiczne wzbogacaliśmy przede wszystkim informacjami zawartymi w przewodniku geologicznym po Islandii (Thordarson, Höskuldsson, 2006) oraz na stronie Geoparku UNESCO Reykjanes (<http://reykjanesgeopark.is>).

SZLAK GEOTURYSTYCZNY PROFESORA WALEREGO GOETLA

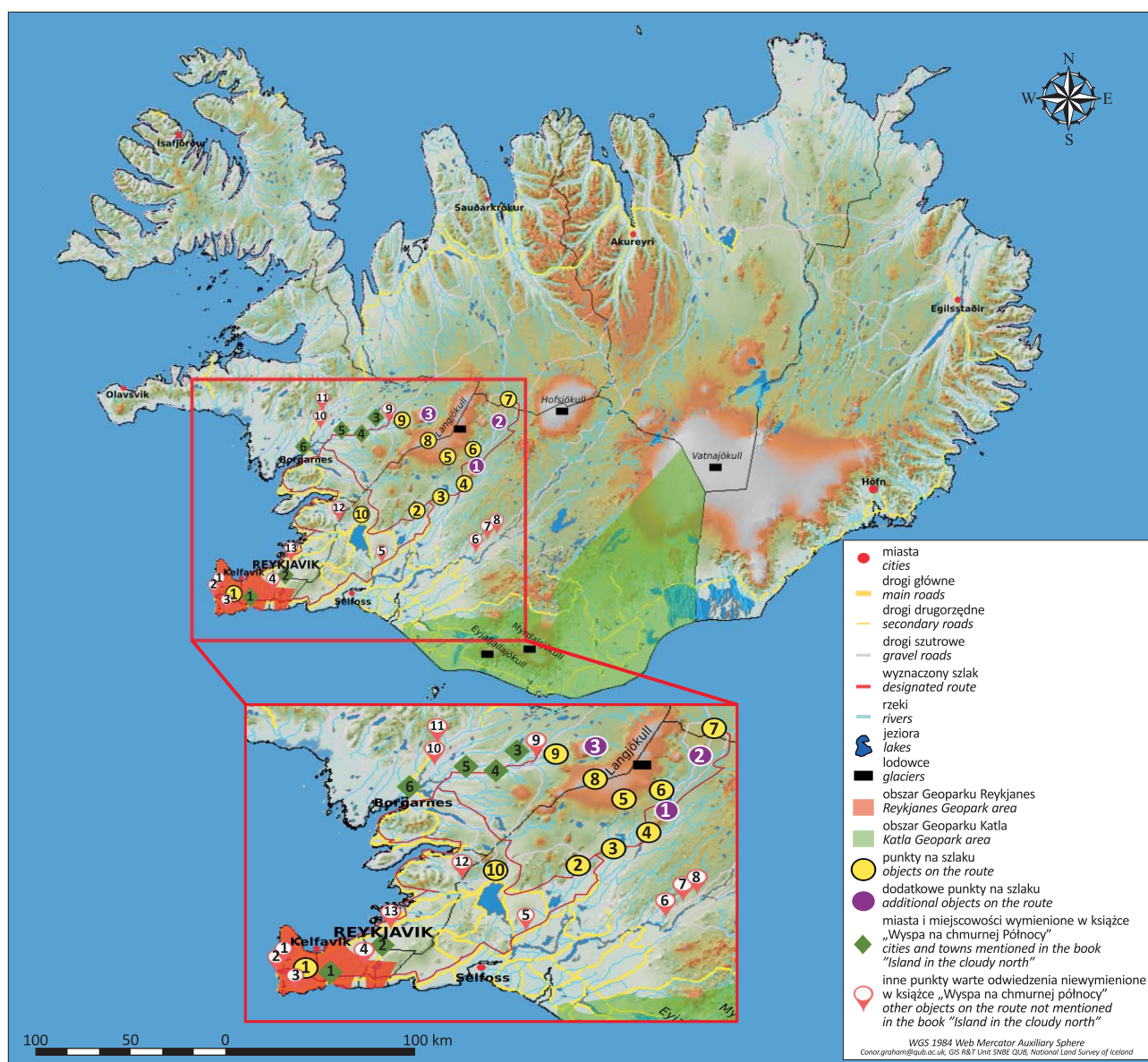
Jednym z głównych celów projektu było zaplanowanie szlaku geoturystycznego, który połączyłby upamiętnienie prof. Walerego Goetla z geoedukacją poprzez geoturystykę. Podczas wyprawy odwiedziliśmy miejsca, które 95 lat wcześniej, w 1927 roku, odwiedził Profesor wraz z bratem Ferdynandem. Dzięki temu udało nam się zaprojektować szlak pamięci zasłużonego rektora AGH (ryc. 4).

Na trasie wyróżniliśmy 10 głównych miejsc (ryc. 4 – punkty żółte), odwiedzonych przez braci Goetlów i szczególnie atrakcyjnych geoturystycznie. Trzy miejsca znajdują się bardzo blisko siebie, w głównej części Parku Na-

rodowego *Thingvellir*, oznaczyliśmy je więc jako podpunkty w obrębie punktu Thingvellir. Część z głównych punktów szlaku (obszar geotermalny Geysir, wodospad Gullfoss, Park Narodowy Thingvellir) znajduje się na trasie tak zwanego Złotego Kręgu, który jest jedną z najpopularniejszych tras turystycznych na Islandii (patrz też: Gudmundsson, 2017). Złoty Krąg znajduje się dość blisko Reykjavíku, w południowo-zachodniej części Islandii i można go pokonać w jeden dzień, podziwiając punkty będące turystycznymi wizytówkami Islandii. Oprócz trzech wymienionych wyżej głównych atrakcji na trasie znajduje się również kilka innych miejsc, do których także dociera sporo turystów indywidualnych i wycieczek zorganizowanych.

Na szlaku znalazły się również 3 punkty dodatkowe (ryc. 4 – punkty fioletowe), czyli miejsca pojawiające się w książce, ale tylko mijane lub obserwowane z większej odległości przez braci Goetlów, również przeciętny turysta może je zobaczyć tylko z daleka. Wyróżniliśmy również 6 miast i miejscowości, przez które przejeżdżali bracia Goetlowie i które są wspomniane w książce *Wyspa na chmurnej północy*.

Dodatkowo proponujemy 13 innych punktów wartych odwiedzenia (ryc. 4 – biało-czerwone znaczniki). Te ostatnie nie zostały wspomniane w książce, ale znajdują się w rejonie szlaku i oceniamy je jako mające znaczny poten-



Ryc. 4. Położenie Szlaku Geoturystycznego Walerego Goetla na tle mapy Islandii (podkład topograficzny: WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere, Conor Graham Conor.graham@qub.ac.uk, GIS R&T Unit SNBE QUB, National Land Survey of Iceland)

Fig. 4. Location of the Walery Goetel Geotourism Trail against the background of the map of the western part of Iceland (topographic background: WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere, Conor Graham Conor.graham@qub.ac.uk, GIS R&T Unit SNBE QUB, National Land Survey of Iceland)

cjał geoturystyczny. Pominięcie tych obiektów przez braci Goetłów jest prawdopodobnie związane z charakterem ich podróży. Przemierzali się oni kierowani przez lokalną ludność i przewodników. Dlatego też zapewne wiele zależało od indywidualnych preferencji i wiedzy ludzi, z którymi bracia Goetlowie przemierzali swój szlak. Niektóre punkty (strefa brzegowa Valahnúkamöl, Brimketil, most między kontynentami Miðlína, jak również obszar geotermalny Gunnuhver z głównej części szlaku) znajdują się w obrębie Geoparku Reykjanes i informacje o tych obiektach można znaleźć na stronie internetowej (<https://reykjanesgeopark.is>) oraz na tablicach informacyjnych w terenie.

Poniżej znajdują się krótkie opisy wszystkich punktów na szlaku.

Główne punkty szlaku (żółte punkty na ryc. 4)

1. Obszar geotermalny Gunnuhver. Jest to pole geotermalne o wysokiej aktywności, bogate w fumarole i wul-

kany błotne. Zlokalizowane jest w południowo-zachodniej części półwyspu Reykjanes, na obszarze Geoparku Reykjanes. Obszar ten wyróżnia się na tle innych pól geotermalnych, ponieważ tutaj podgrzewaniu ulega woda morska przedostająca się w głąb przez szczeliny (<https://www.iceland-travel.is/attractions/gunnuhver/iceland>; Vanhooren i in., 2023). Piękno tego miejsca tak opisał F. Goetel (1928): *Na przestrzeni parumorgowej kurzy się tu poprostu z ziemi, która pod wpływem ciepłych par pokryła się w tym miejscu, gęstym trawnikiem. Źródeł samych nie widać, gdyż przesłania je smagana wiatrem para.* Obszar został częściowo uformowany po trzęsieniach ziemi w 1967 r. (<https://reykjanesgeopark.is>). Jego nazwa wywodzi się z legendy o wiedźmie Gunna, która została zwabiona do otworu w ziemi i nigdy się nie wydostała (Fraedrich i in., 2019). Pole geotermalne jest wykorzystywane przez elektrownie geotermalną Reykjanes.

2. Wodospad Brúararfoss. Składa się z szeregu strug spływających z niezbyt wysokich progów skalnych do koryta rzeki Brúará. W książce (Goetel F., 1928) był opisany jako wodospad na rzece Hitary (ryc. 5A): *Chwilę dłuższą zatrzymujemy się przy wodospadzie Hitary, przedziwnej sieci wód, rozsypanej na spękany stole lawy*, co spowodowało niemałą trudność w znalezieniu go przez naszą grupę. Zwany jest najbardziej niebieskim wodospadem na Islandii, a swój charakterystyczny kolor zawdzięcza zasilaniu przez wody z lodowca Langjökull (ryc. 5B). Zlokalizowany jest nieopodal słynnej trasy turystycznej Złoty Krąg. Ścieżka do wodospadu wiedzie w większości wzdłuż dzikiej, wcinającej się w ciemne, wulkaniczne podłoże rzeki Brúará. Podczas wędrowki 3,5-kilometrowym szlakiem można obserwować różne przejawy działalności rzeki, takie jak: erozja wgłębna, ewersja, transport grubego materiału czy powstawanie łach śródkorytowych, a także dwa mniejsze, ale także malownicze wodospady – Hlauntungufoss oraz Midfoss.

3. Obszar geotermalny Geysir. Ten kolejny punkt znajdujący się na trasie turystycznej Złoty Krąg Islandii to jedno z najsłynniejszych miejsc na wyspie. Punkt ten odwiedzili również bracia Goetlowie, którzy opisali go następująco: *Miałem już niezłe pojęcie o gorących źródłach Islandii, gdyśmy podjeżdżali do grupy Wielkiego Gejzeru a jednak rozmiar tej gardzieli przewyższył wszelkie moje spodziewania. Stożek Gejzeru, szeroki i rozległy, tworzy już rodzaj połogiego pagóra, sadzawka wrzątku, przelewającego się przez jego brzegi, ma średnicę kilkunastu metrów – sama zaś dziura wystrzałowa bodajże metr* (Goetel F., 1928) (ryc. 5C). Nazwa „gejzer” pochodzi od islandzkiego czasownika *geysa* (tryskać). Aktywność gejzerów na tym obszarze notowana jest od trzęsienia ziemi w 1294 r., ale prawdopodobnie doszło wówczas tylko do reaktywacji znacznie starszej działalności geotermalnej (Thordarson, Höskuldsson, 2006). Choć wg danych historycznych, w XIX w. jego erupcje osiągały wysokość do 170 m, to szacunki te wydają się być przesadzone i za największą pewną wartość można uznać 120 m, co zostało zanotowane po trzęsieniu ziemi w 2000 r. (Gudmundsson, 2017). W czasach wyprawy prof. Walerego Goetla na Islandię (Goetel F., 1928) i współcześnie gejzer ten jest bardzo mało aktywny (ryc. 5D), jednakże w jego sąsiedztwie znajduje się gejzer Strokkur, którego erupcje można podziwiać co kilka-kilkanaście minut. Na terenie całego obszaru geotermalnego można również zobaczyć kilka mniejszych gejzerów, ekshalacje wulkaniczne oraz martwice krzemionkowe, w tym tworzące stożki wokół gorących źródeł (Thordarson, Höskuldsson, 2006).

4. Wodospad Gullfoss. Jest to kolejny bardzo popularny punkt na trasie turystycznej Złoty Krąg niedaleko Reykjavíku. Ten imponujący wodospad znajduje się na rzece Hvítá, której przebieg jest determinowany przez uskoki. Wodospad wywarł również ogromne wrażenie na braciach Goetlach, którzy swoje odczucia przedstawiają tak: *Wodospad zdradza się jeno obłoczkiem mgły, która w pewnym miejscu unosi się nad łakami. W miarę zbliżenia się, słychać już i huk, podobny do nieustannego, dalekiego grzmotu. Widok na wodospad otwiera się dopiero w ostatniej chwili, oba bowiem jego piętra, a raczej wszystkie trzy piętra, gdyż jest podwójny, mieszczą się w głębi kanjonu. To zarycie się pod powierzchnią ziemi w ramach czeluści, zwężonej jeszcze na tem miejscu w przesmyk niezwykle wąski, jest swą istotą cechą Gullfossu* (Goetel F., 1928) (ryc. 5E). O mor-

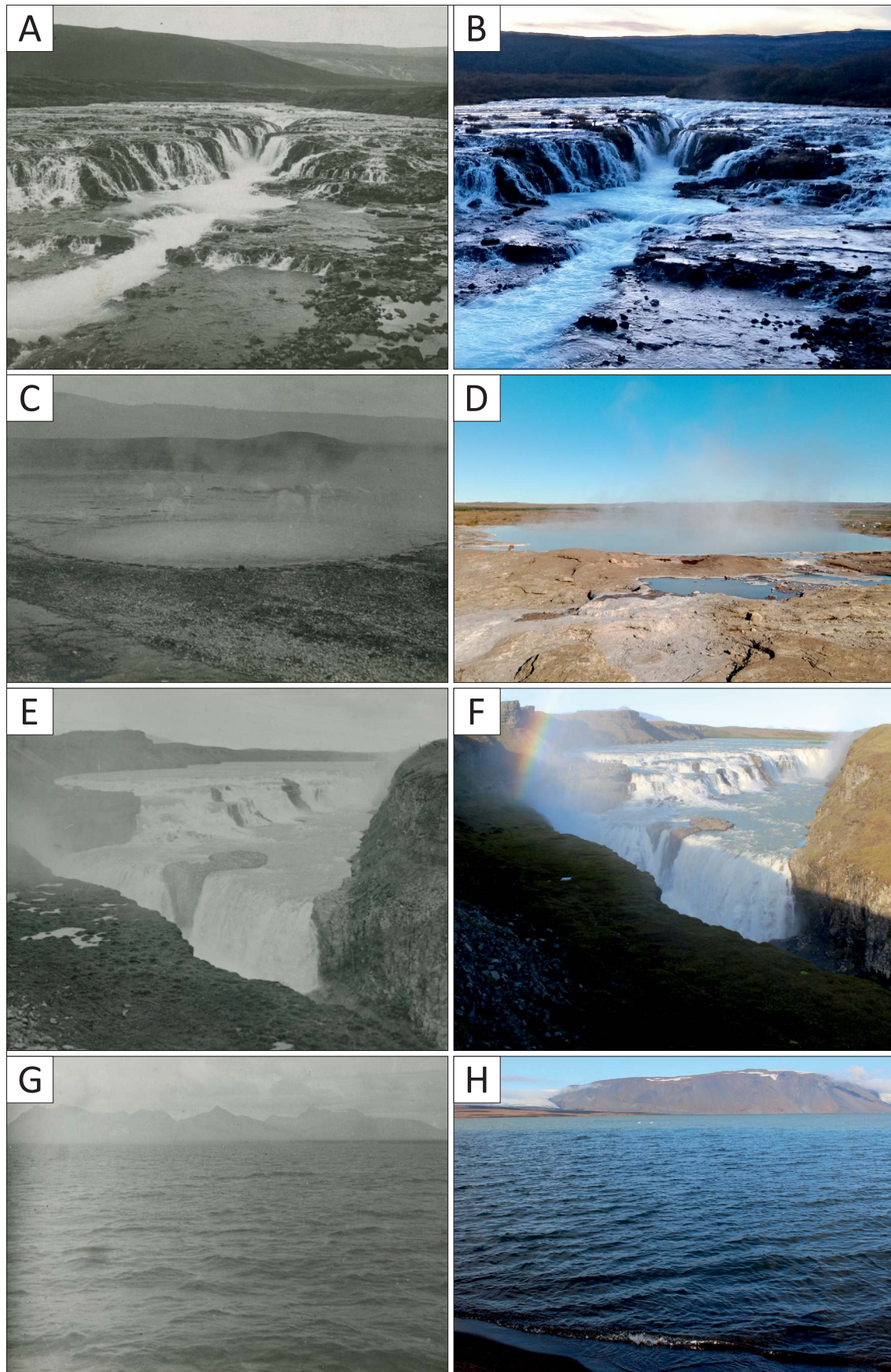
fologii samego wodospadu decydują tu przede wszystkim różnice w litologii: występowanie grubych sekwencji skał osadowych pochodzenia lądowego, w tym osadów glacialnych i cieńszych, bardziej odpornych skał wulkanicznych (lawy bazaltowe) (Thordarson, Höskuldsson, 2006). Skutkuje to tworzeniem się progów oraz bazaltowych nawisów, z czasem ulegających zawaleniu. Obecnie wysokość Gullfoss to 32 m, przy czym wyższa kaskada mierzy 11 m, natomiast niższa 21 m (ryc. 5F).

5. Jarlhattur. Jest to grzbiet górski o długości ok. 15 km, złożony z 20 wierzchołków, z których najwyższy sięga blisko 1100 m n.p.m. (<https://www.hiticeland.com/post/jarlhattur-mountain-ridge>), ciągnący się wzdłuż SE krawędzi lodowca Langjökull. Jest częścią grzbietu wulkanicznego Brekknafjöll–Jarlhattur, współcześnie nieaktywnego. Większość erupcji wulkanicznych zachodziła tu w jeziorach pod lodowcem lub wewnątrz lodowca, lub też pod czapami lodowcowymi (Bennet i in., 2009). W takich warunkach dochodziło do mieszania produktów erupcji wulkanicznych z wodą. O takim pochodzeniu świadczą charakterystyczne skały, osadowe i wulkaniczne, występujące w obrębie grzbietu: diamiktyty glacialimiczne, brekcje lawowe, lawy poduszkowe i hyaloklastyty, czyli brekcje złożone ze szkliwa wulkanicznego pofragmentowanego wskutek kontaktu z wodą (Bennet i in., 2009). Bracia Goetlowie podczas swojej wyprawy mieli okazję podziwiać rząd wulkanów Jarlhattur, w miarę oddalania się od góry Blæfelli.

6. Jezioro Hvítárvatn. Leży ono u podnóża lodowca Langjökull, a z jeziora wypływa dająca mu nazwę rzeka Hvítá. Jest jeziorem proglacialnym o powierzchni 29 km² oraz maksymalnej głębokości 83 m i osadzają się w nim ility warwowe (Larsen i in., 2011). Piękno tego miejsca najlepiej opisuje fragment z książki: *Ujście lodowca Longjökull do jeziora Hvítárvatn, to chyba najpiękniejszy, najbardziej potężny w wyrazie zakątek wyspy. Jeżeli ktoś szuka na Islandji «czystej» północy, to znajdzie ją tu w skojarzeniu lodowych gór z gładką jak szkło powierzchnią wody* (Goetel F., 1928) (ryc. 5G, H).

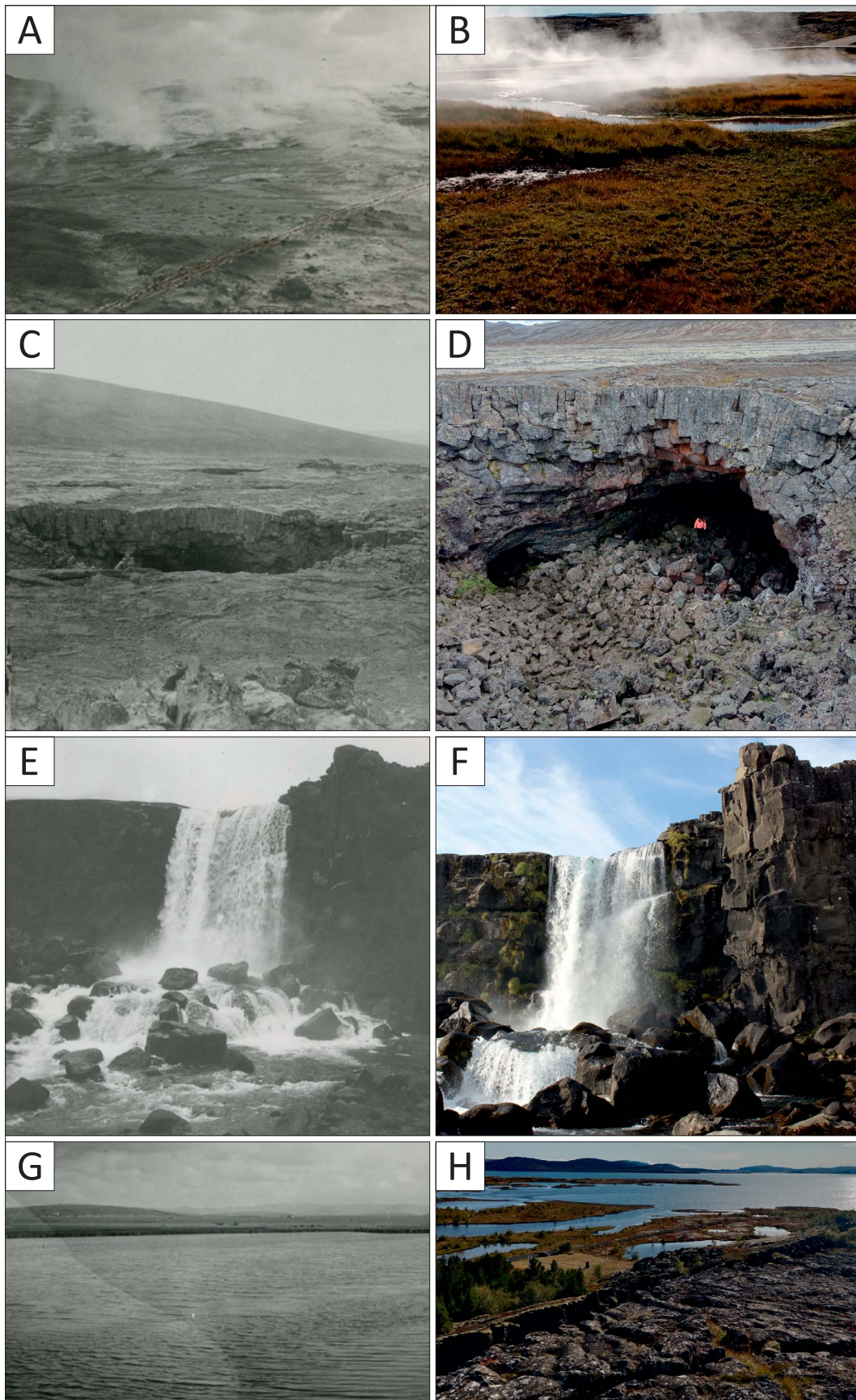
7. Obszar geotermalny Hveravellir. Ten wysokotemperaturowy obszar geotermalny jest związany z systemem wulkanicznym Oddnýjarhnjúkur–Langjökull, w skład którego wchodzi wulkan centralny Hveravellir. Znajduje się pomiędzy lodowcami Langjökull i Hofsjökull. Na obszarze ok. 2,5 km² występują liczne bulgoczące gorące źródła, fumarole i wulkany błotne. Ten niezwykle krajobraz (ryc. 6A) docenili również bracia Goetlowie: *Gdyby można mówić o pięknie piekła – to właśnie znaleźlibyśmy jedno z wcieleń piekielnej urody* (Goetel F., 1928). Wzrok przyciągają tu kolory, będące zasługą nie tylko wytrącającej się krzemionki, siarki i gipsu, ale też glonów termofilnych oraz wynoszące się ponad powierzchnię dymiące stożki z martwicy krzemionkowej (<https://ust.is/english/visiting-iceland/protected-areas/north-west/hveravellir-in-kjolur/>) (ryc. 6B). Hveravellir zostało uznane za pomnik przyrody w 1960 r.

8. Lodowiec Langjökull. Jest to drugi pod względem wielkości lodowiec na Islandii. Znajduje się w zachodniej części wyspy, jego powierzchnia wynosi ok. 925 km² i wznosi się on 460–1440 m n.p.m. (Flowers i in., 2007). Lodowiec pokrywa kompleks wulkaniczny Langjökull z wulkanem centralnym Hveravellir. Na często spotykane na Islandii współwystępowanie wulkanów i lodowców zwrócili uwagę również bracia Goetlowie: *Sąsiedztwo wulkanów*



Ryc. 5. Islandia dawniej – lewa strona (1927 – fot. W. Goetel) i dziś – prawa strona (2022 – fot. KN Geoturystyka): **A, B** – wodospad Brúararfoss; **C, D** – obszar geotermalny Geysir; **E, F** – wodospad Gullfoss; **G, H** – widok z jeziora Hvítárvatn na lodowiec Langjökull

Fig. 5. Iceland in the past – left side (1927 – photo by W. Goetel) and today – right side (2022 – photo by KN Geoturystyka): **A, B** – Brúararfoss waterfall; **C, D** – Geysir geothermal area; **E, F** – Gullfoss waterfall; **G, H** – View from Lake Hvítárvatn to Langjökull Glacier



Ryc. 6. Islandia dawniej – lewa strona (1927 – fot. W. Goetel) i dziś – prawa strona (2022 – fot. KN Geoturystyka): **A, B** – obszar geotermalny Hveravellir; **C, D** – jaskinia Surtshellir; **E, F** – wodospad Öxarárfoss w Thingvellir; **G, H** – tafla jeziora Thingvallavatn
Fig. 6. Iceland in the past – left side (1927 – photo by W. Goetel) and today – right side (2022 – photo by KN Geoturystyka): **A, B** – Hveravellir geothermal area; **C, D** – Surtshellir cave; **E, F** – Öxarárfoss waterfall in Thingvellir; **G, H** – surface of Lake Thingvallavatn

i lodowców i pewna ich symbioza są pono szczególnie i niewyjaśnionemi cechami zjawisk wulkanicznych na Islandji. Krajobrazowo tworzy to zjawisko najgroźniejsze ze wszystkich, jakie się spotyka na wyspie, a myśl o skojarzeniu ognia i lodu, wizja procesów, które się tu rozgrywały, gdy pancierz lodowy jęły rozsadać wybuchy płynnej lawy, skamieniałej dziś w zgorzeliskach czarnych gór, wywołuje panikę i popłoch duszy” (Goetel F., 1928). Podczas wycieczki proponowanym szlakiem jest wiele okazji do zobaczenia tego lodowca, zwłaszcza z brzegów jeziora Hvítárvatn (punkt 6). Na lodowiec Langjökull wycieczki zorganizowane odbywają się przez cały rok. Najlepszym okresem do zwiedzania jest zazwyczaj lato, w tym czasie większość tras jest otwarta, a turyści mają możliwość eksploracji z przewodnikami różnych części lodowca zarówno pieszo, jak i na skuterach śnieżnych. Latem można również odwiedzić tunel, który został wydrążony w lodowcu. Zimą, w zależności od warunków pogodowych, dostępność niektórych ofert dla turystów może być ograniczona.

9. Jaskinia Surtshellir. Jest to najdłuższa znana jaskinia (tuba) lawowa na Islandii, o długości ok. 1,6 km. Znajduje się na polu lawowym Hallmundarhraun w rejonie Kalmanstunga, na północny wschód od Reykjavíku. Jaskinia ta (ryc. 6C) jest niezagospodarowana, co oznacza, że bez odpowiedniego sprzętu grotolazowego i mocnego źródła światła ciężko jest ją zwiedzać, co również zauważyli bracia Goetlowie: *Piękno grot, sądzę, możnaby ocenić dopiero wtedy, gdyby nie były ciemne. Wędrówka potężnym tunelem Surtshelliru, który jest wewnętrzną zapadliną w polu lawy, wędrówka z świeczką w ręce, dałaby się porównać do polowania z flobertem na słonia. Lawa podziemna różni się zresztą od lawy nadziemnej tem, iż jest bardziej jeszcze od niej niedostępna* (Goetel F., 1928). Jednak w naszej ocenie jaskinia jest warta tego wysiłku (ryc. 6D). W najwyższym punkcie ma ok. 10 m wysokości, a szerokość tuneli wynosi maksymalnie 15 m. Jaskinia powstała stosunkowo niedawno – datowania wskazują, że tuba lawowa utworzyła się w bazaltowej lawie pahoehoe, której wylew miał miejsce pod koniec IX lub na początku X w. n.e. (Sinton i in., 2005; Smith, Ólafsson, 2023). W jaskini znajduje się również unikatowe stanowisko archeologiczne z czasów Wikingów, którzy dość szybko po powstaniu tuby zaczęli wykorzystywać ją do celów rytualnych (Smith i in., 2021).

10. Thingvellir (Þingvellir). Obszar opisywany również w książce jako miejsce, które *Szczyci się przecież [...] największym na wyspie jeziorem, «najpiękniejszym» krajobrazem i wielką swą rolą w historii kraju, jako miejsce zbiórki pierwszego sejmiku wikingów i stały teren obrad w ciągu długich wieków* (Goetel F., 1928). W 1930 r., czyli trzy lata po wyprawie prof. Goetla, założono tu park narodowy. Park ten, znajdujący się na styku płyty eurazjatyckiej i północnoamerykańskiej, jest jednym z trzech miejsc z obszaru Islandii (obok wyspy Surtsey i Parku Narodowego Vatnajökull) wpisanych listę światowego dziedzictwa UNESCO i znalazł się tam jako pierwszy z nich, w 2004 r. Jest to też jeden z punktów na trasie turystycznej Złoty Krąg. Tym samym jest to jedno z najczęściej odwiedzanych miejsc na całej wyspie. Turyści mogą zobaczyć tutaj jak wygląda dolina ryftowa grzbietu śródoceanicznego, w innych miejscach na świecie ukryta pod powierzchnią oceanu. To właśnie w takich strefach dochodzi do powstania nowej skorupy ziemskiej w procesie spreadingu. Przez swoje położenie Park Narodowy Thingvellir jest swoistą wizytówką historii geologicznej Islandii. Niesamowitą

geologię dopełnia również biosystem występujących na terenie parku wód m.in. jeziora Thingvallavatn (<https://thingvellir.is>). Poza historią geologiczną na uwagę zasługuje również znaczenie samego miejsca dla Islandii i jej mieszkańców. Na terenie dzisiejszego Parku Narodowego Thingvellir odbywały się od 930 r. zebrania islandzkiego parlamentu Alþingi, czyli pierwszego na świecie demokratycznie wybranego parlamentu. Innym powodem, dla którego miejsce to jest tak ważne dla mieszkańców tej wyspy, jest to, że tutaj islandczycy przyjęli chrześcijaństwo (<https://thingvellir.is>). Park Narodowy Thingvellir oferuje liczne trasy piesze, szlaki konne i nowoczesne centrum edukacyjne. Na jego terenie znajdują się punkty, które warto wyróżnić: wąwóz Almannagjá, wodospad Öxarárfoss, jezioro Thingvallavatn.

10A. Wąwóz Almannagjá. Przez to tłumnie odwiedzane miejsce przebiega jeden z uskoku doliny ryftowej. Spacer wąwozem Almannagjá pozwala nie tylko na znalezienie się na styku płyt tektonicznych, ale też podziwianie holocenów law bazaltowych typu pahoehoe oraz pięknych widoków na jezioro Thingvallavatn czy wodospad Öxarárfoss. W swojej książce F. Goetel (1928) zwrócił uwagę przede wszystkim na znaczenie kulturowe tego wąwozu: *Allmannagja! – wąwóz wszystkich mężów, których już nie ma – jest też wąwozem wszystkich duchów Islandii, które żyją niepokonane, niespożyte i zwycięskie.*

10B. Wodospad Öxarárfoss. Jest to 13-metrowy wodospad na rzece Öxará, która spływa do wąwozu Almannagjá. Ze względu na położenie w obrębie doliny ryftowej Grzbietu Śródatlantyckiego można go uznać za jeden z najbardziej wyjątkowych wodospadów na świecie, choć jego lokalizacja jest nie do końca naturalna, ponieważ bieg rzeki Öxará został zmieniony tak, by jej woda dopływała do wąwozu i służyła jako źródło wody pitnej (<https://thingvellir.is>). Bracia Goetlowie podziwiając Thingvellir, również zwrócili uwagę na wodospad: *Obchód udaje się w zupełności, dzięki czemu możemy nie tylko dotrzeć ponownie do szczeliny u ich wybiegu, ale i zahaczyć o piękny wodospad, zawieszony wysoko nad doliną* (Goetel F., 1928) (ryc. 6E, F).

10C. Jezioro Thingvallavatn (Þingvallavatn). Jest to największy naturalny zbiornik wodny Islandii (84 km²), o maksymalnej głębokości 114 m (ryc. 6G, H). Jezioro znajduje się w dolinie ryftowej – w obniżeniu pomiędzy uskokami Almannagjá i Hrafnagjá (<https://thingvellir.is>), na granicy płyty północnoamerykańskiej i euroazjatyckiej. Zbiornik ten istnieje od końca ostatniej epoki lodowcowej i jest zasilany głównie w okresie wiosennym przez wody roztopowe, a drenowany przez szczelinę znajdującą się na południowo-wschodnim brzegu jeziora (Bull i in., 2003). Nazwa jeziora oznacza Woda Doliny Zboru (Goetel F., 1928), ponieważ nieopodal miało miejsce pierwsze zgromadzenie islandzkiego parlamentu w 930 r. W jeziorze jest dozwolone wędkarstwo, a w szczelinie między płytami tektonicznymi możliwe jest nurkowanie i snorkeling.

Dodatkowe punkty na szlaku (fioletowe punkty na ryc. 4)

1. Góra Bláfell. Znajduje się w południowo-zachodniej Islandii, na wschód od lodowca Langajökull, ma wysokość 1204 m n.p.m. Bracia Goetlowie obozowali u jej stóp podczas swojej podróży. Jej charakterystyczny kształt góry

stołowej jest efektem erupcji wulkanicznej, do której doszło pod pokrywą lodową (wulkan typu tuya) w plejstocenie (<https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=371809>).

2. Lodowiec Hrótafellsjökull. Ten mały lodowiec znajduje się w środkowo-zachodniej Islandii, w pobliżu lodowca Langjökull. Jest pozostałością lodowca karowego na górze Hrótafell (Sigurðsson, Williams, 2008). Bracia Goetlowie mieli okazję podziwiać widoczny w oddali lodowiec: *Stoimy zaskoczeni widokiem lodowca, który jest równie groźny, jak brzmienie jego nazwy* (Goetel F., 1928).

3. Lodowiec Eiríksjökull. Lodowiec górski o powierzchni 22 km² (<https://iceland.org/>) znajduje się w środkowo-zachodniej Islandii, w pobliżu Langjökull. Ferdynand Goetel (1928) zwracał w tej okolicy uwagę na *czarne pole lawy, które nie było już pojedynczą rzeką żuźla, ale początkiem ogromnej, nagiej równiny, opierającej się na wschodzie o górę stołową lodowca Eyriksjökull*.

Miasta i miejscowości opisane w książce *Wyspa na chmurnej północy* (zielone punkty na ryc. 4)

1. Grindavík i okolice. Miasteczko położone na południe od lotniska Keflavik to typowe miasto portowe z rozwiniętym rybołówstwem. Ciepła woda do ogrzewania i prąd pozyskiwane są z pobliskiej elektrowni geotermalnej Svartsengi, a pochodzące z niej „odpady” są wykorzystywane w Błękitnej Lagunie – najslawniejszym islandzkim kompleksie basenów termalnych i ekskluzywnym spa. Ferdynand Goetel (1928) swoje odczucia na temat miasteczka przedstawia następująco: *Sam Grindavik niewiele daje materiału do rozrywki, albowiem krasę jego wypatrzyć można w przeciągu kilku minut, nie schodząc z samochodu. Jak powiedziałem: tuzin domków ostatniej daty, rozrzuconych dookoła zatoki. Niewielka wszakże osada – mniej jeszcze zdaje się mieć mieszkańców*.

2. Reykjavík. Największe miasto oraz stolica Islandii znajduje się w południowo-zachodniej części wyspy. Sama nazwa miasta oznacza dymiącą zatokę, nawiązując do licznych źródeł geotermalnych znajdujących się w okolicy. Historia miasta sięga roku 871, kiedy to osada została założona przez norweskiego wikinga o imieniu Ingolfur (Goetel F., 1928), lecz dopiero później znacząco rozwinęła się za sprawą handlu oraz rybołówstwa. Obecnie jest zdecydowanie najważniejszym ośrodkiem miejskim na całej wyspie. Z książki *Wyspa na chmurnej północy* można dowiedzieć się całkiem sporo na temat ówczesnego miasta i jego mieszkańców.

3. Kalmanstunga. Została opisana przez Ferdynanda Goetla (1928) jako *ostatnia ludzka placówka pod zachodnimi skłonami lodowca Langjökull*. Współcześnie nadal jest to osada położona z daleka od cywilizacji, z niewielką ilością zabudowań (w tym miejsca noclegowe), ale za to z dość malowniczym wodospadem w pobliżu głównej drogi.

4. Húsafell. Niewielkie miasteczko położone kilka kilometrów na południe od Kalmanstunga. Osada w przeszłości pełniła funkcję przystankową dla podróżników przybywających z północy kraju. Obecnie Húsafell jest popularnym miejscem kempingowym. Bracia Goetlowie zbieczyli z drogi, aby wstąpić do tej osady przed przekroczeniem rzeki Hvítá.

5. Reykholtt. Ta mała miejscowość w zachodniej Islandii. Zarówno w czasach Walerego Goetla (Goetel F., 1928), jak i obecnie osada ta nie ma większego znaczenia. W przeszłości stanowiła jednak ważny ośrodek religijno-kulturowy, dzięki działalności islandzkiego pisarza, historyka oraz polityka Snorri Sturlusona. W miejscowości znajduje się jego pomnik, jak również basen geotermalny nazwany na jego cześć (Snorralaung). Jednym z budynków wartych zobaczenia w Reykholtt jest kościół Reykholtskirkja, wybudowany w latach 1886–1887.

6. Borgarnes. Niewielkie miasto położone na zachodnim wybrzeżu Islandii, na północ od stolicy wyspy. Bracia Goetlowie przybyli tutaj ze stolicy drogą morską i przybili do brzegu w fiordzie Borgarnes. Stąd też wyruszyli na wyprawę w głąb wyspy.

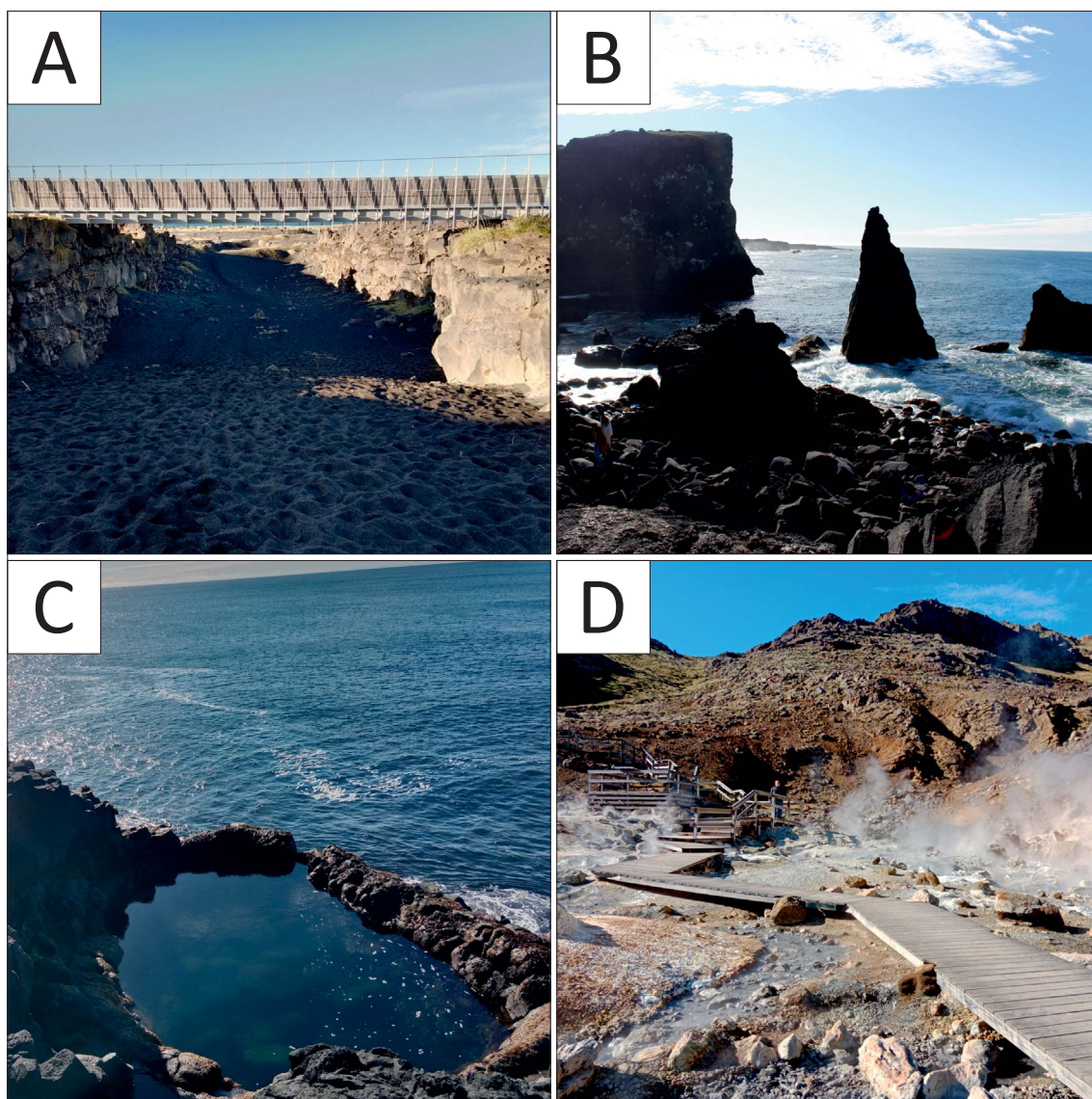
Inne punkty warte odwiedzenia, niewymienione w książce *Wyspa na chmurnej północy* (biało-czerwone punkty na ryc. 4)

1. Most między kontynentami Miðlína. Kładka dla pieszych symbolicznie łącząca dwie płyty tektoniczne: północnoamerykańską i euroazjatycką, znajdująca się na terenie Geoparku Reykjanes (ryc. 7A). Ma długość 15 m, a na jej końcach znajdują się tabliczki z napisem *Witajcie w Ameryce* oraz *Witajcie w Europie*. Mostek przerzucono ponad szczeliną tensyjną powstałą wskutek dywergentnego ruchu płyt litosferycznych. Szczelina jest częścią widocznej na lądzie kontynuacji Grzbietu Reykjanes, choć oczywiście jest to tylko jedna z wielu szczelin i uskoków w obrębie 5–6-kilometrowej strefy stanowiącej granicę między wspomnianymi płytami (do tej strefy należy również Thingvellir), stąd symboliczny charakter kładki (Gudmundsson, 2017). Z mostku rozciąga się widok na samą szczelinę, miejscami rozszerzającą się do 30 m, oraz na okoliczne młode pola law pahoehoe. Bez większego problemu można też zejść kilka metrów w dół, na pokryte ciemnymi popiołami wulkanicznymi dno szczeliny.

2. Strefa brzegowa Valahnúkamöl. To wybrzeże klifowe znajduje się na półwyspie Reykjanes. To tutaj możemy zobaczyć wynurzenie się Grzbietu Śródatlantyckiego. W centralnej części ryftu jest widoczna seria mobergów (ryc. 7B), czyli wzgórz powstających podczas erupcji subglacjalnych lub podmorskich trwających na tyle długo, że spadające ciśnienie wyżejległego lodu lub słupa wody powoduje przejście z erupcji efuzywnej w eksplozywną (Thorðarson, Höskuldsson, 2006). Ich przykładami są wzgórza – zbudowane z lawy poduszkowej, tefry i brekcji – na których znajduje się zarówno obecna latarnia morska, jak i pozostałości starej latarni. Innym efektownym miejscem jest plaża z wielkich głazów, mocno zaoblonych wskutek falowania i ruchu rumowiska.

3. Brimketill. Nadmorski basen skalny na półwyspie Reykjanes, znany z intrygującego, dość regularnego kształtu (ryc. 7C). Nazwa Brimketill oznacza „kocioł z białą wodą”, co trafnie opisuje jego wygląd. Jest on efektem erozyjnej działalności fal oceanicznych, które wyłobiły basen w zastygłej lawie. Punkt znajduje się na terenie Geoparku Reykjanes.

4. Obszar geotermalny Krýsuvík. Znajduje się on na półwyspie Reykjanes. Jest to wysokotemperaturowy obszar geotermalny, szczególnie bogaty w wulkany błotne i fuma-



Ryc. 7. Punkty warte odwiedzenia, niewymienione w książce *Wyspa na chmurnej północy* (Goetel F., 1928): **A** – most między kontynentami – Miðlína; **B** – strefa brzegowa Valahnúkamöl; **C** – Brimketill; **D** – obszar geotermalny Krýsuvík. Fot. KN Geoturystyka

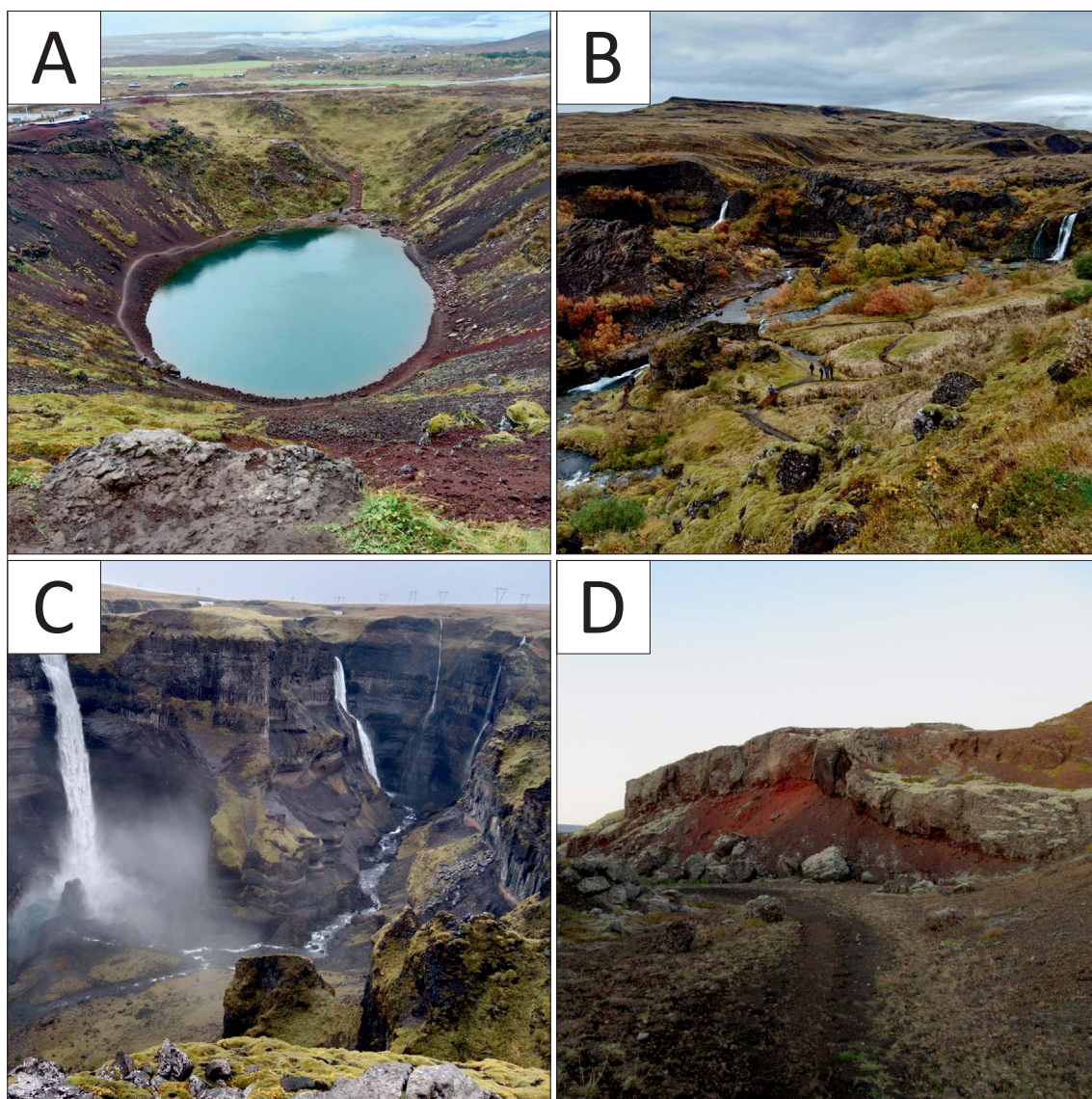
Fig. 7. Places worth visiting: **A** – Bridge between continents – Miðlína; **B** – Valahnúkamöl coastal zone; **C** – Brimketill; **D** – Krýsuvík geothermal area. Photo by KN Geoturystyka

role, jak również wrzące źródła (ryc. 7D). Można zauważyć wytrącający się hematyt oraz siarkę, która w XVIII i XIX w. była eksploatowana w lokalnych kopalniach (Mehler, 2015).

5. Krater Kerid. Należy do grupy kraterów Tjarnarhólar i znajduje się w Zachodniej Strefie Wulkanicznej, która ciągnie się od półwyspu Reykjanes aż do lodowca Langjökull. Jest to jedna z dodatkowych atrakcji często zaliczanych do Złotego Kręgu. Turystów przyciąga tutaj malownicze jezioro, którego barwa kontrastuje z czerwonymi skałami i zieloną roślinnością (ryc. 8A). Krater ma owalny kształt, głębokość ok. 55 m, długość do 270 m i szerokość do 170 m. Stożek jest zbudowany materiału piroklastycznego, wyrzuconego podczas erupcji ok. 6300 lat temu (Thordarson, Höskuldsson, 2006). W kraterze utworzyło wówczas się jezioro lawowe, a po jego spłynięciu, w końcowej fazie erupcji, doszło do wypełnienia przez wody gruntowe głębokiego zagłębienia.

6. Wodospad Hjalparfoss. Znajduje się w południowej Islandii na polach lawy na północ od słynnego stratowulkanu Hekla. Nazwa tego malowniczego, 9-metrowego, dwustrugowego wodospadu położonego w miejscu, gdzie spotykają się rzeki Fossá and Þjórsá, oznacza Wodospad Pomocy. U podnóża wodospadu, znajdującego się na skraju potoku lawowego, utworzył się kocioł eworsyjny. W urwiskach wokół wodospadu, w bazaltach toleitowych można obserwować różnie wykształcony cios, w tym pseudoregularny (*entablature*), czyli strefy nieregularnego ciosu interpretowane jako efekt kontaktu lawy ze spiętrzonymi przez potok lawowy wodami rzeczными lub interakcji lawy i topniejącej wody w warunkach subglacjalnych (Forbes i in., 2014).

7. Wodospad Gjárfoss. To największy z wodospadów i kaskad w niezwykle malowniczej dolinie Gjáin (ryc. 8B), na rzece Rauðá. Geoturysty oprócz bajkowych widoków docenią tutaj piękne wykształcenie ciosu słupowego, pro-



Ryc. 8. Punkty warte odwiedzenia, niewymienione w książce *Wyspa na chmurnej północy* (Goetel F., 1928): **A** – krater Kerid; **B** – dolina Gjáin; **C** – wodospad Háifoss; **D** – pseudokrateru Rauðhólar. Fot. KN Geoturystyka
Fig. 8. Places worth visiting: **A** – Kerid crater; **B** – Gjáin Valley; **C** – Haifoss waterfall; **D** – Rauðhólar pseudocraters. Photo by KN Geoturystyka

mienistego i pseudoregularnego w bazaltach toleitowych reprezentujących trzy potoki lawowe (Forbes i in., 2014).

8. Wodospad Háifoss. Jeden z najwyższych wodospadów na Islandii (128 m wysokości). Znajduje się w południowo-zachodniej Islandii, a obok niego zobaczymy mniejszy wodospad Granni (ryc. 8C). Do stóp wodospadu można dotrzeć malowniczym szlakiem wzdłuż rzeki Fosá, obserwując sekwencje law bazaltowych i skał piroklastycznych.

9. Wodospady Hraunfossar i Barnafoss. Znajdują się one na rzece Hvítá. Hraunfossar to kaskady o szerokości setek metrów, którymi wody niezliczoną ilością strug spływają z krawędzi pola lawowego. Nieco wyżej w górę rzeki znajduje się Barnafoss, w którego rejonie wody rzeki kotłują się, drążąc wąskie przesmyki przez skały.

10. Wodospad Glanni. Wodospad na rzece Norðurá znajduje się blisko drogi i jest łatwo dostępny dla turystów. Szlak do niego prowadzący wiedzie przez pole lawowe, a na jego końcu znajduje się platforma widokowa z doskonałym widokiem na rzekę i wodospad.

11. Grábrók. Jest to wulkan stożkowy zbudowany ze scoria, znajdujący się w obrębie najbardziej wysuniętej na wschód szczyliny w systemie wulkanicznym Ljósufjöll. Podobnie jak sąsiednie, mniejsze stożki oraz otaczające je pole lawowe, powstał podczas erupcji 3600 lat temu (Thordarson, Höskuldsson, 2006). Na zewnętrznych zboczach znajdują się zagospodarowane szlaki ułatwiające dotarcie na szczyt, z którego można podziwiać widok na fiordy Borgarfjörður.

12. Wodospad Thórufoss (Þórufoss). Jest to niewysoki (18 m), a mimo to robiący duże wrażenie wodospad na rzece Laxá. Prowadzą do niego dwie ścieżki.

13. Pseudokrateru Rauðhólar. Formy o nietypowej genezie, o wysokościach nie przekraczających 40 m, zbudowane z materiału piroklastycznego (ryc. 8D). Znajdują się tuż przy wschodnich obrzeżach Reykjavíku i przyciągają wzrok czerwoną barwą. Powstały podczas eksplozywnych erupcji freatomagmowych wywołanych przez kontakt płynącej lawy pahoehoe z wodami jeziora (Thordarson, Höskuldsson, 2006). Lawa przepływając przez tereny pod-

mokłe pod wpływem wysokiej temperatury „zagotowała” znajdującą się na tych obszarach wodę, powodując wzrost ciśnienia, który doprowadził do wybuchów i spowodował pojawienie się pseudokraterów.

INFORMACJE PRAKTYCZNE NA TEMAT SZLAKU

Długość szlaku wynosi 770 km, a na pokonanie go samochodem najlepiej jest przeznaczyć minimum 5 dni. Pora roku zalecana przy przemierzaniu szlaku to wiosna lub lato, gdyż drogi prowadzące w głąb wyspy w okresie zimowo-jesiennym zostają zamknięte.

Islandię można zwiedzać na wiele sposobów, np. rowerem, konno bądź pieszo. Członkowie KN Geoturystyka zdecydowali się na podróżowanie samochodami, sugerując się rozmyślaniami Ferdynanda Goetla (1928): *Podczas wyprawy w głąb wyspy zastanawiałem się nieraz, czy nie dałoby się przemierzyć ją samochodem nieporównanie szybciej i skuteczniej, niż się to dzieje dziś na końskim grzbiecie*. Samochody łatwo można wypożyczyć w Reykjavíku. Przemierzenie Islandii samochodem jest dużo szybsze i wygodniejsze niż przy innych środkach transportu. Żeby zjechać w interior wyspy, a tamtędy przebiega część proponowanego przez nas szlaku, trzeba jednak zdecydować się na samochód z napędem na cztery koła.

Noclegi na Islandii również są zróżnicowane. Jest możliwość wynajęcia pokoi w hotelach i pensjonatach, jak również rozbicia namiotów czy zatrzymania się samochodami campingowymi. W wielu miejscach turystycznych znajdują się pola namiotowe i campingowe. Noclegów najlepiej szukać w okolicach większych miast, takich jak: Reykjavík, Húsavík, Borgarnes, Vík i Myrdal, które znajdują się blisko wybrzeży.

ISLANDIA OCZAMI SOZOLOGA

Islandia jest położona tuż przy kole podbiegunowym. Na klimat wpływa tu mieszanie się ciepłych i zimnych mas powietrza oraz prądy opływające wyspę. Średnia roczna temperatura powietrza waha się pomiędzy 2 a 5°C. Występują częste opady deszczu i załamania pogody. Domy trzeba ogrzewać praktycznie cały rok, ale mimo tak długiego okresu grzewczego Islandia jest jednym z europejskich krajów o najczystszyim powietrzu.

W książce *Wyspa na chmurnej północy*, powstałej w 1928 r. po wyprawie Profesora Walerego Goetla i jego brata – pisarza Ferdynanda, wielokrotnie pojawia się ubolewanie nad niewykorzystywaniem przez jej Islandię potencjału naturalnego. Podczas podróży przez zachodnią Islandię tylko raz udało im się ujrzeć *próbę wyzyskania energii źródeł gorących dla celów użytkowych* (Goetel F., 1928). Po odwiedzeniu innego miejsca, obszaru geotermalnego Hveravellir, Ferdynand Goetel zapisał następujące przemyslenia: *Potworny zasób energii, buchającej tu z ziemi, dałby się niezawodnie wyzyskać w sposób po milionkroć bardziej pożyteczny. Każde większe źródło Hveravelliru, to przecież nieustannie czynny motor, a fantazje europejsko-dziennikarskie o gajach palmowych, które jakoby zakłada Islandja na terenach gorących źródeł – acz kłamliwe, jeśli chodzi o rzeczywistość, przecież leżą w strefie możliwości, zdawałoby się, osiągalnej najłatwiejszemi środkami. Jesteśmy jednak na Islandji, w zakątku świata, gdzie inicjatywa czynu leży jeszcze całkowicie we władzy – przyrody*

(Goetel F., 1928). Jednym z powodów, dlaczego tamtejsza ludność tak późno zaczęła wykorzystywać bogactwa wyspy, był strach przed nieprzewidywalnymi w tamtych czasach katastrofami naturalnymi. Chodzi głównie o erupcje wulkaniczne, tym bardziej, że obecność czap lodowych pokrywających niektóre wulkany, powoduje topnienie lodu i spływy błota i gruzu do podnóży góry. Zjawiska te, podobne do powodzi, zwane są tutaj jökulhlaup, a przepływy mogą wówczas przekraczać 300 000 m³/s (Gałaś, 2011). Te zagrożenia uniemożliwiały wzbudzenie w mieszkańcach poczucia bezpieczeństwa i potrzeby rozwoju, tym bardziej że na Islandii: *Sugestia katastrofy wystarcza nieraz, aby podciąć siły twórcze człowieka grozą jednorazowego wypadku. Cóż dopiero, gdy przechodzi z pokolenia na pokolenie* (Goetel F., 1928).

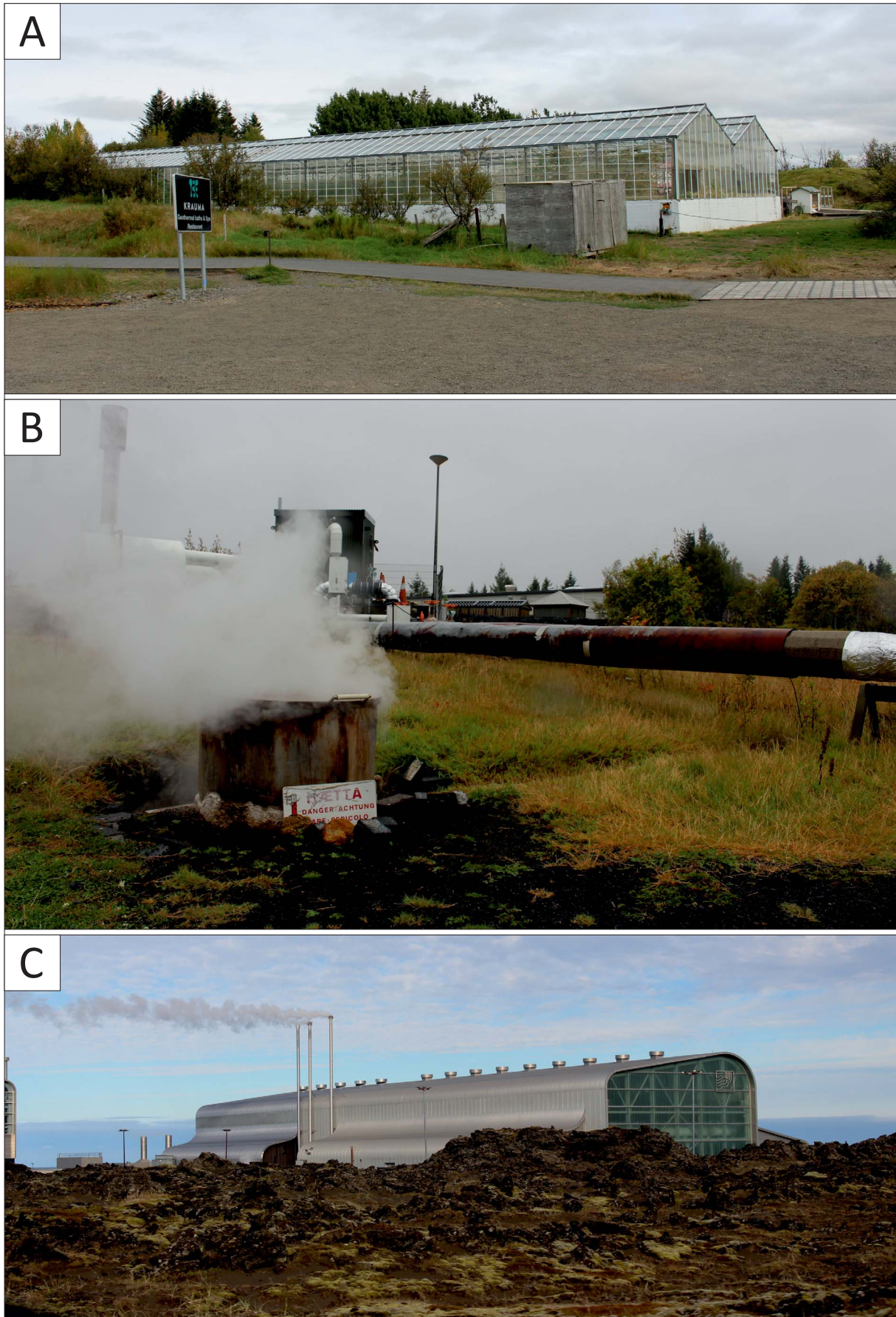
Jednak w ciągu ostatnich 100 lat bardzo dużo się zmieniło (ryc. 9). Na początku XX w. wytwarzanie prądu elektrycznego było tam całkowicie oparte na paliwach kopalnych. Dziś 30% energii, którą wytwarza Islandia, to energia geotermalna, natomiast 70% dostarczają elektrownie wodne. Dzięki taniej energii kraj ten, dawniej żyjący z rybołówstwa, ma dziś silnie rozwinięty przemysł energochłonny, zwłaszcza hutnictwo aluminium.

Z głównymi systemami wulkanicznymi na Islandii są związane wysokotemperaturowe obszary geotermalne, na których średnia temperatura na głębokości 1000 m przekracza 200°C. Na obszarach wokół głównych stref wulkanicznych zlokalizowano też co najmniej 250 niskotemperaturowych obszarów geotermalnych, z temperaturami dochodzącymi do 150°C na głębokości 1000 m (Drabik i in., 2016). Geotermia pokrywa ok. 80% zapotrzebowania na ciepło i ciepłą wodę dla całej populacji Islandii liczącej ok. 340 tys. osób. Dodatkowo energia wnętrza Ziemi wykorzystywana jest także w sektorze przemysłowym, rolniczym oraz rekreacyjnym. Obecnie na terenie Islandii znajduje się ponad 60 miejskich sieci ciepłowniczych wykorzystujących energię zasobów geotermalnych.

Energia geotermalna jest niedroga, a także efektywna na tyle, że podczas zimy ogrzewane są nawet chodniki na głównych ulicach największych miast. Energia ta pełni również ważną rolę przy ogrzewaniu szklarni. Produkcja szklarniowa jest tam dość zróżnicowana, obecnie aż 95% ogórków, 70% pomidorów i 13% papryki pochodzi z upraw krajowych (<https://globenergia.pl/>).

Jednak do produkcji energii elektrycznej wykorzystywana jest głównie energia wodna. Sprzyjają temu warunki naturalne. Lodowce na Islandii zajmują ok. 10% powierzchni wyspy i to one są głównym źródłem zasilającym rzeki Islandii, których cechami charakterystycznymi są znaczny przepływ wody oraz duże różnice wysokości, licząc od źródła do poziomu ujścia, czyli oceanu (Ściążko, 2011). W 2018 r. na Islandii funkcjonowało 53 elektrownie wodne. Większość znajduje się na obrzeżach wyspy. Największa, hydroelektrownia Kárahnjúkar, jest położona na wschodzie kraju.

Mimo że Islandia ma praktycznie nieograniczone zasoby pod względem odnawialnych źródeł energii, to nie wszystko jawi się tam w jasnych barwach. Na przykład nadmierne tempo eksploatacji spowodowało zmniejszenie aktywności pola geotermalnego Hellisheðii (<https://sciencenordic.com/climate-solutions-forskerzonon-green-energy/the-hidden-price-of-icelands-green-energy/1460148>). Natomiast budowa elektrowni wodnej Kárahnjúkar wymagała zalania obszaru doliny Hafrahvammagljúfur, która była znana z ma-



Ryc. 8. Islandia oczami sozologa: **A** – szklarnie na Islandii; **B** – fragment infrastruktury systemu wytwarzania energii w Parku Geotermalnym Hveragerði; **C** – elektrownia Reykjanas. Fot. KN Geoturystyka

Fig. 8. Iceland through the eyes of a sozologist: **A** – greenhouses in Iceland; **B** – fragment of the energy generation system infrastructure in the Hveragerði Geothermal Park; **C** – Reykjanas Power Plant. Photo by KN Geoturystyka

lowniczych krajobrazów. W wyniku budowy tam na rzece Jökulsá á Dal utworzono wówczas zbiornik wodny Hálslón, zajmujący obszar o ok. 57 km² i mogący pomieścić 2,1 km³ wody. Zalanie terenów leżących w dolinie Hafrahvammagljúfur spowodowało trwałe zmiany w krajobrazie, utratę naturalnego ekosystemu, a wcześniej dostępne dla turystów i miłośników przyrody miejsca, takie jak wodospady i wąwozy, znalazły się pod wodą (<https://www.hydrosustainability.org/published-assessments/karahnjukar>).

Choć pozyskiwanie energii i innych zasobów nie jest na Islandii zupełnie obojętne dla środowiska, to jednak kraj ten bardzo dobrze wykorzystuje swoje wyjątkowe położenie geograficzne i geologiczne. Islandię można uznać za kraj dobrze realizujący ideę zrównoważonego rozwoju.

PODSUMOWANIE

Koło Naukowe Geoturystyka dołożyło wszelkich starań, by szlak geoturystyczny pamięci Walerego Goetla wytyczony w ramach projektu *Śladami islandzkiej wyprawy Profesora Walerego Goetla – geoedukacja przez geoturystykę w krainie lodu i ognia* pokazywał nie tylko piękno i niezwykłość geologiczną Islandii, ale też przybliżał idee Profesora. Ostatecznie na szlaku znalazło się 19 punktów związanych z prof. Goetlem. Pierwsze 10 to miejsca szczególnie atrakcyjne geoturystycznie, które Profesor odwiedził wraz ze swoim bratem Ferdynandem. Trzy miejsca określiliśmy jak „punkty dodatkowe”. Oznaczyliśmy również 6 odwiedzonych przez braci Goetłów miast i miejscowości. Ponadto proponujemy 13 innych punktów wartych odwiedzenia, które nie zostały wspomniane w książce, ale znajdują się w rejonie szlaku i oceniamy je jako mające znaczny potencjał geoturystyczny. Długość szlaku wynosi 770 km, a na jego przemierzenie samochodem warto przeznaczyć minimum 5 dni. Pokonując szlak warto zwrócić uwagę również na tak bliskie Profesorowi kwestie związane ze zrównoważonym rozwojem. Możemy przypuszczać, że gdyby Profesor odwiedził Islandię 95 lat później, doceniłby w jaki sposób ten kraj realizuje idee zoologii.

W celu lepszego zobrazowania wyprawy do krainy lodu i ognia, Koło Naukowe Geoturystyka stworzyło stronę internetową (<https://student.agh.edu.pl/~geoturys/w-krainie-lodu-i-ognia-dawniej-i-dzis/>), gdzie przedstawiliśmy w formie bloga wszystkie punkty, które odwiedziliśmy i opisaliśmy. Została na niej również zaprezentowana trasa, informacje o Walerym Goetlu i galeria zdjęć, dzięki której każdy może podziwiać piękno islandzkiej krainy.

Koło Naukowe Geoturystyka AGH składa serdeczne podziękowania swojej uczelni, jak również Fundacji dla AGH i Stowarzyszeniu Naukowemu im. Stanisława Staszica, bez których wyprawa ta nie byłaby możliwa do zrealizowania. Badania terenowe opiekuna koła (J. Kowal-Kasprzyk) były częściowo finansowane z subwencji AGH 16.16.140.315. Dziękujemy za wsparcie naszej wyprawy również wypożyczalni samochodów Iceland Car Rental (ICE POL) oraz producentowi żywności liofilizowanej Lyofod (LYO). Pragniemy również podziękować prof. Annie Waśkowskiej za cenne sugestie i wsparcie podczas przygotowywania projektu, a dr. inż. Markowi Łodzińskiemu za wskazówki z dziedziny wulkanizmu. Jesteśmy wdzięczni prof. Piotrowi Migonowi za uwagi recenzenckie, które bardzo pomogły w dopracowaniu artykułu oraz samego szlaku. Archiwum Nauki PAN i PAU w Krakowie dziękujemy za udostępnienie zdjęć archiwalnych.

LITERATURA

- ALEXANDROWICZ S. 1973 – Walery Goetel (1889–1972). Roczn. PTG, 42 (4): 555–568.
- BENNET M.R., HUDDART D., GONZALEZ S. 2009 – Glaciovolcanic land systems and large-scale glaciotectionic deformation along the Brekknafjöll–Jarlhettur, Iceland. Quatern. Scien. Rev., 28: 647–676.
- BULL J.M., MINSHULL T.A., MITCHELL N.C., THORS K., DIX J.K., BEST A.I. 2003 – Fault and magmatic interaction within Iceland's western rift over the last 9 kyr. Geophys. J. Intern., 154: F1–F8.
- DRABIK A., SOWIŹDŻAŁ A., TOMASZEWSKA B. 2016 – Doświadczenia Islandii w zakresie wykorzystania niskotemperaturowych zasobów energii geotermalnej. Tech. Poszuk. Geol., 55: 111–120.
- FLOWERS G.E., BJÖRNSSON H., GEIRSDÓTTIR Á., MILLER G.H., CLARKE G.K. 2007 – Glacier fluctuation and inferred climatology of Langjökull ice cap through the Little Ice Age. Quatern. Scien. Rev., 26: 2337–2353.
- FORBES A.E., BLAKE S., TUFFEN H. 2014 – Entablature: fracture types and mechanisms. Bull. Volcanol., 76: 820.
- FRAEDRICH W., HEIDARI N., FRAEDRICH W., HEIDARI N. 2019 – Excursions Proposals. [W:] Fraedrich W., Heidari N. (red.), Iceland from the West to the South. Geoguide Series, Springer, 109–236.
- GAŁAŚ A. 2011 – Wybuchy wulkanów. Erupcja Eyjafjöll. Islandia 2010. Nauka dla Ciekawych, nr 2, Wyd. AGH: 1–48.
- GOETEL F. 1928 – Wyspa na chmurnej północy. Nakł. Gebethnera i Wolffa, Warszawa-Kraków-Lublin-Łódź-Paryż-Poznań-Wilno-Zakopane.
- GOETEL W. 1972 – Wiedzieć, chcieć, działać... Perspektywy, 22: 27.
- GUDMUNDSSON A. 2017 – The glorious geology of Iceland's golden circle. Springer International Publishing, Cham, Switzerland. <https://archiwumnauki.pan.pl/?p=2590>
<https://globenergia.pl/>
<https://guidetoiceland.is/>
<https://www.hiticeland.com/post/jarlhettur-mountain-ridge>
<https://www.hydrosustainability.org/published-assessments/karahnjukar>
<https://www.iceland.org/>
<https://www.icelandtravel.is/attractions/gunnhver/>
<https://reykjanesgeopark.is/>
<https://sciencenordic.com/climate-solutions-forskerzonen-green-energy/the-hidden-price-of-icelands-green-energy/1460148>
<https://student.agh.edu.pl/~geoturys/w-krainie-lodu-i-ognia-dawniej-i-dzis/>
<https://thingvellir.is>
<https://ust.is/english/visiting-iceland/protected-areas/north-west/hveravellir-in-kjolur/>
<https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=371809>
- LARSEN D.J., MILLER G.H., GEIRSDÓTTIR Á., THORDARSON T. 2011 – A 3000-year varved record of glacier activity and climate change from the proglacial lake Hvitárvatn, Iceland. Quatern. Scien. Rev., 30: 2715–2731.
- MEHLER N. 2015 – The sulphur trade of Iceland from the Viking Age to the end of the Hanseatic period. [W:] Baug I., Larsen J., Samset S. (red.), MyglandNordic Middle Ages-Artefacts, Landscapes and Society. UBA-S-University of Bergen Archaeolog. Ser., 8: 193–212.
- MIGON P. 2012 – Geoturystyka. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- SIGURDSSON O., WILLIAMS R.S. 2008 – Geographic Names of Iceland's Glaciers: Historic and Modern. U.S. Geological Survey, Virginia.
- SINTON J., GRÖNVOLD K., SAMUNDSSON K. 2005 – Postglacial eruptive history of the western volcanic zone, Iceland. Geochem., Geophys., Geosys., 6: 1–34.
- SMITH K.P., ÓLAFSSON G. 2023 – All that glitters is not gold: Multi-instrumental identification of Viking Age orpiment (As₂S₃) from Surtshellir cave, Iceland. J. Archaeol. Science: Reports, 47: 103724.
- SMITH K.P., ÓLAFSSON G., PÁLSDÓTTIR A.H. 2021 – Ritual responses to catastrophic volcanism in Viking Age Iceland: Reconsidering Surtshellir Cave through Bayesian analyses of AMS dates, tephrochronology, and texts. J. Archaeol. Sci., 126: 105316.
- ŚCIAŻKO A. 2011 – Energetyka odnawialna na Islandii. PAR. Przemysł. Inst. Automatyki i Pomiarów PIAP. Kraków.
- THORDARSON T., HÖSKULDSSON A. 2006 – Classic geology in Europe 3: Iceland. Second Edition. Dunedin Acad. Press Ltd, London.
- VANHOOREN L., FONTAINE O., CAUDRON C., VRANCKEN E., DEKONINCK W., DE LATHAUWER H., HERMANS T. 2023 – Characterization and monitoring of the Gunnhver geothermal site using electrical methods. EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023: 12873.
- WÓJCIK Z. 2009 – Walery Goetel. Rektor trudnych czasów Akademii Górniczo-Hutniczej. Wyd. AGH, Kraków.

Praca wpłynęła do redakcji 13.04.2023 r.
Akceptowano do druku 1.08.2023 r.

PRZEGLĄD

GEOLOGICZNY



TOM 71 Nr 7 (LIPIEC) 2023

Indeks 370908 ISSN-0033-2151

Śladami islandzkiej wyprawy
Profesora Walerego Goetla
Chondryt Antonin – raport
z klasyfikacji i rejestracji
Reinterpretacja kręgu gada
z wczesnego triasu Pomorza

Zdjęcie na okładce: Malownicza ścieżka prowadząca do stóp jednego z najwyższych na Islandii wodospadu Háifoss (128 m) oraz mniejszego wodospadu Granni (południowo-zachodnia Islandia). Wody rzeki Fossá kilkoma strugami spływają tu po prawie pionowych ścianach zbudowanych z law bazaltowych i skał piroklastycznych (patrz artykuł K. Wiewiórskiej i in. na str. 358). Fot. J. Kowal-Kasprzyk

Cover photo: Southwest Iceland. A scenic path leading to the foot of the Háifoss waterfall – one of the highest in Iceland (128 m) – and to the smaller Granni waterfall. The waters of the Fossá River flow in several streams over almost vertical walls of basaltic lavas and pyroclastic rocks (see article K. Wiewiórska et al. on page 358). Photo by J. Kowal-Kasprzyk