

Dominika RUDZKA  
AGH, Kraków  
Ewa KRZESZOWSKA  
Politechnika Śląska, Gliwice

## OBIEKTY GEOTURYSTYCZNE REGIONU HIGHLANDS (PÓLNOCA SZKOCJA)

**Streszczenie.** Artykuł przedstawia litostratygrafię i tektonikę regionu Highlands w Szkocji oraz charakterystykę wybranych obiektów geologicznych z tego regionu. Przedstawione obiekty przyrody nieożywionej dokumentują budowę i historię geologiczną północnej Szkocji. W pracy scharakteryzowano 13 obiektów geoturystycznych podając ich lokalizację i cechy geologiczne.

## GEOTOURISTIC ATTRACTIONS OF SCOTTISH HIGHLANDS (NORTHERN SCOTLAND)

**Summary.** The paper presents lithostratigraphy and tectonic structure of Scottish Highlands and characterization of chosen geological objects. The objects of abiotic nature represent geological build and history of Scottish Highlands. 13 geotouristic attractions have been discussed in details by giving their location and geological features.

### 1. Wstęp

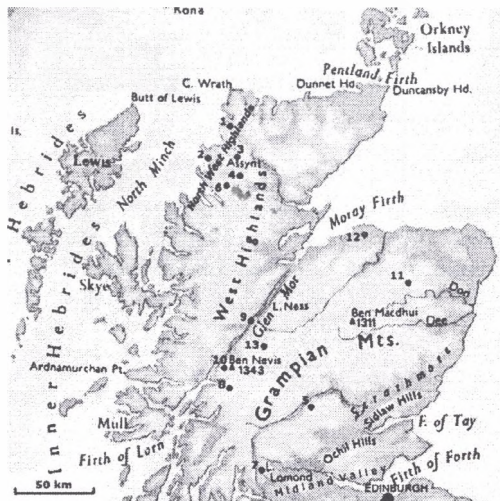
Szkocja, a szczególnie region Highlands, jest obszarem o wybitnych walorach geoturystycznych. W Polsce kraj ten cieszy się coraz większą popularnością, jednak polskie biura podróży mało elastycznie dostosowują się do nowej gałęzi turystyki, jaką jest m.in. geoturystyka.

W regionie Highlands występuje bardzo dużo obiektów przyrody nieożywionej dokumentujących historię geologiczną tego obszaru. Część z nich znajduje się na terenie geoparku The North West Highland i jest prawnie chroniona. Wiele bardzo ciekawych

stanowisk jest rozproszonych po całym regionie. Są to obiekty łatwo dostępne, lecz często nie posiadają żadnej informacji dla zwiedzających.

## 2. Położenie geograficzne i geomorfologia regionu Highlands

Region Highlands znajduje się w północnej części Szkocji i obejmuje G. Kaledońskie (West Highlands i North West Highlands) i G. Grampian (Grampian Mts.) (rys.1). Masywy te dzieli głęboka rozpadlina Great Glen (Glen Mor) z jeziorem Loch Ness. W rzeźbie G. Kaledońskich dominują „poszarpane” szczyty górskie (ben\*) oraz głębokie doliny (glen\*), często wypełnione jeziorami (loch\*). W Grampianach dominują spłaszczenia polodowcowe (machairs\* i strath\*) i szczyty „ben”. Najwyżej wznoszą się zbudowane z granitu góry Cairngorms 1309 m n.p.m. oraz szczyt Ben Nevis 1343 m n.p.m. Geograficznie do regionu Highlands zalicza się również archipelagi Orkadów i Szetlandów, znajdujące się na północnym-wschodzie Szkocji.



Rys.1. Mapa fizyczna regionu Highlands [na podstawie [www.virtualscotland.co.uk](http://www.virtualscotland.co.uk)]

Objaśnienia: 1, 2, 3, 4, ..., 13 – obiekty geoturystyczne (nazwy i charakterystyka w rozdz. 4)

Fig.1. Physical map of Scottish Highlands [based on [www.virtualscotland.co.uk](http://www.virtualscotland.co.uk)]

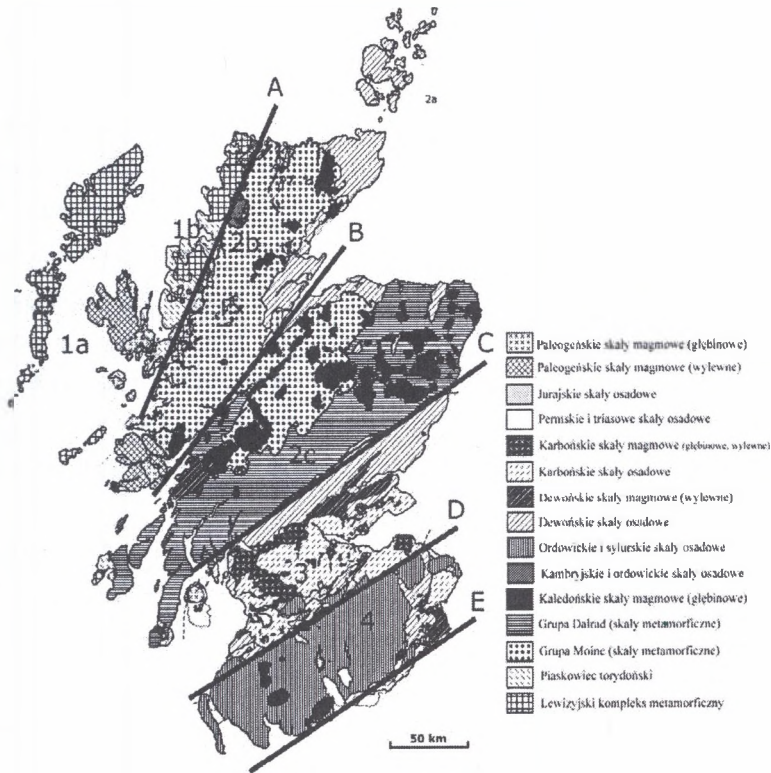
Explanation: 1, 2, 3, 4, ..., 13 – geotourist attractions (the names and characteristic are mentioned in the 4<sup>th</sup> chapter)

\* z języka gaelickiego (grupa języków celtyckich)

### 3. Budowa geologiczna regionu Highlands

#### 3.1 Jednostki geologiczne Szkocji

Szkocja należy do strefy fałdowej kaledońskiej. Oprócz niej, struktury kaledońskie występują na obszarze niemal całej W. Brytanii, za wyjątkiem Kornwalii i południowej części Irlandii. Strefa obejmuje również na wschodzie Góry Skandynawskie (Norwegię) i najbardziej na północ wysunięte struktury Spitsbergenu [14].



Rys. 2. Mapa geologiczna Szkocji [na podstawie [www.scottishgeology.com](http://www.scottishgeology.com)]. Objasnienia: 1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 3, 4 – jednostki geologiczne; A, B, C, D, E – główne uskoki (nazwy jednostek w tekście)

Fig. 2. Geological map of Scotland [based on [www.scottishgeology.com](http://www.scottishgeology.com)]. Explanation: 1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 3, 4 – geological units; A, B, C, D, E – main faults (the names of units are mentioned in the article)

Do struktur kaledońskich na terenie Szkocji należą cztery geologiczne strefy, które tworzą pasy o kierunku NE-SW (rys. 2): 1. Strefa Hebrydów: 1a. Wyspy Hebrydów, 1b. NW część G. Kaledońskich (North West Highlands), 2. Strefa Highlands: 2a. Strefa Orkadów i Szetlandów, 2b. Strefa Gór Kaledońskich, 2c. Strefa Gór Grampiańskich, 3. Strefa Niziny Środkowoszkockiej, 4. Strefa Wyżyny Południowoszkockiej.

Granice tych stref wyznaczają schematycznie zaznaczone na rysunku uskoki:

A. Nasunięcie Moine (Moine Thrust Belt), inaczej uskok Torridon-Eribol, B. Uskok Great Glen (Great Glen Fault), C. Uskok Graniczny (Highland Boundary Fault), D. Uskok Wyżyny Południowoszkockiej (Southern Upland Fault), E. Szew Iapetus (Iapetus Suture).

### 3.2. Litostratygrafia i tektonika regionu Highlands

Prekambr w regionie Highlands reprezentowany jest przez trzy główne grupy skał: gnejsy lewizyjskie, piaskowce torydońskie i grupę Moine.

Gnejsy lewizyjskie, najstarsze skały występujące w Szkocji, datowane na środkowy archaik, składają się z paragnejsów, ortognejsów, łupków krystalicznych, dolomitów, pegmatytów, a także skał zasadowych i ultrazasadowych. Są to skały silnie zmetamorfizowane i tworzą kilka kompleksów. Skały środkowego archaik, wchodzące w skład Kaledonidów szkockich, leżą nasunięte na piaskowcach torydońskich, a często wprost na skałach kambru (rys. 2) [10]. Piaskowce torydońskie, datowane na późny proterozoik, leżą niezgodnie na zwietrzałej, nierównej powierzchni gnejsów lewizyjskich. Są to piaskowce różnoziarniste, niekiedy arkozowe, o barwie czerwonej i są interpretowane zwykle jako osad kontynentalny [10, 13]. Tylko w spągowej części profilu występują piaskowce ze śladami falowania wskazujące na płytkomorski charakter sedimentacji [4].

Grupa Moineńska to skały silnie sfałdowane i zmetamorfizowane, głównie piaskowce, kwarcyty, arkozy, zlepieńce, łupki krystaliczne, gnejsy, amfibolity, metabazyty. Wiek grupy Moine nie jest pewny, uważa się ją za jednostkę pośrednią między gnejsami lewizyjskimi a piaskowcami torydońskimi [10] lub za morski odpowiednik grupy torydońskiej [4].

Kambr Strefy Highlands to przede wszystkim skały osadowe powstałe w najpłytszych strefach północnej części oceanu Iapetus oddzielającego Laurencję i Baltikę [6,12]. Są to głównie mułowce, łupki dolomityczne i piaskowce kwarcytowe z licznymi rurkami *Scolithos linearis* znane jako Pipe Rock. Całą formację nazwano Grupą Piaskowca z Eriboll (*Eriboll Sandstone Group* [7]. Wyżej leżą skały detrytyczne: seria wapienno-mułowcowa o nazwie Fucoid Beds ze skamieniałościami trylobitów *Olenellus lapworthi*, *O. reticulatus*, *Olenelloides armatus* oraz piaskowce zwane Salterella Grit ze szczątkami *Salterella* (podgromada pochwokowce) i *Hyolithes* (mięczaki lub pierścienice) [3,10]. Obie serie: Fucoid Beds i Salterella Grit tworzą jedną formację zwaną Grupą An t-Sron (*An t-Sron Group*). Seria detrytyczna osiąga miąższość do 200 m [4]. Nad serią detrytyczną leżą młodsze

skały opisane pod nazwą grupy Durness lub „wapieni z Durness” liczące około 500 m miąższości. Ustalenie pozycji stratygraficznej wapieni napotyka na wiele trudności. Ich dolna część należy zapewne do kambru dolnego, o czym świadczy obecność *Salterella*. Natomiast szczątki głowonogów i ślimaków wskazują raczej na dolny ordowik [10].

W masywie Gór Grampian skały osadowe kambru zostały silnie zdeformowane i zmetamorfizowane tworząc serię dalradzką (grupa Dalrad) (rys. 2). Są to głównie łupki mikowe, fylity, kwarcyty i wapienie. Datowana jest ona zwykle na najmłodszy prekambryj, kambr a nawet na najniższy ordowik [10]. W orogenezie kaledońskiej skały te zostały sfałdowane, wypiętrzone i ponownie wyniesione na powierzchnię i są dziś najbardziej rozpowszechnionymi skałami wzdłuż centralnego pogórza G. Grampian.

W rejonie Highlands nie występują skały typowe dla ordowiku i syluru. W późnym ordowiku rozpoczęła się orogeneza kaledońska powodująca fałdowanie i metamorfizm opisanych wyżej serii skalnych. Ruchy fałdowe fazy grampiańskiej spowodowały nasunięcie prekambryjskiej grupy Moine, wchodzącej w skład G. Kaledońskich, na młodsze skały kambryjskie, wzdłuż powstałego w tym okresie Nasunięcia Moine (uskok Torrydon-Eribol) [10] (rys. 2). W końcowych fazach orogenezy kaledońskiej obszar G. Grampiańskich został pocięty równoległymi uskokami o kierunku NNE-SSW, a powstałe w związku z tymi procesami rowy tektoniczne wypełnione zostały osadami old-redu [14]. W tym okresie powstał również uskok Graniczny (Highland Boundary Fault), który oddziela Highlands od strefy Niziny Środkowoszkockiej (rys. 2). Strefę uskoku zaznacza obecność serpentynitów kompleksu ofiolitowego [6]. G. Grampiańskie i Kaledońskie zostały rozdzielone od siebie przez powstałe w tym czasie zapadlisko tektoniczne – uskok Great Glen w dolinie Great Glen [9]. W tym czasie powstały również intruzje budujące andezytowe szczyty w dolinie Glen Coe (G. Grampiańskie) [6].

W dewonie ponad poziomem morza znajdowała się, częściowo silnie sfałdowana, północna część kraju (G. Kaledońskie i Grampiańskie). Obszar wokół archipelagu Orkadów i Szetlandów był terenem leżącym w obniżeniu, w tzw. Basenie Orkadyjskim. Erodowany materiał terygeniczny był akumulowany w obniżeniach, tworząc zlepieńce, piaskowce i mułowce o barwie czerwonej facji old-redowej [10].

Na obszarze Highlands nie występują skały karbonu, a skały permu i triasu tworzą jeden wspólny kompleks. Skały permu-triasowe są stosunkowo rzadkie, a największe wychodnie pstrego piaskowca znajdują się w okolicach Elgin (wschodnia część zatoki Moray Firth w strefie G. Grampian).

Mezozoik reprezentowany jest tylko przez jurajskie skały osadowe, piaskowce i łupki ilaste z domieszkami wapieni. Są to osady płytkomorskie zawierające szczątki amonitów oraz flory jurajskiej [6].

Paleogen był okresem dużej aktywności wulkanicznej w całej Szkocji, pozostałości po kompleksie wulkanicznym występują głównie na zachodnim wybrzeżu (rys. 2).

Geomorfologia strefy Highlands została ostatecznie ukształtowana w wyniku działalności łańdolodu skandynawskiego.

#### **4. Charakterystyka wybranych obiektów geoturystycznych regionu Highlands**

W pracy wybrano i scharakteryzowano 13 obiektów geoturystycznych, których waloryzacji dokonano na podstawie zasad podanych przez prof. Z. Alexandrowicz [1]. Przy doborze obiektów kierowano się wyrazistymi cechami obiektu, dobrym stanem odsłonięć, rodzajem ochrony obiektu, dobrą dostępnością i walorami estetycznymi.

##### **1) Wychodnie gnejsów lewizyjskich (najmłodszy cykl) (rys. 1)**

Wychodnie gnejsów lewizyjskich zlokalizowane są w północno-zachodniej części Gór Kaledońskich, nad jeziorem Loch Laxford przy drodze lokalnej A-838, ok. 24 km na południe od miejscowości Durness. Odsłonięcia te reprezentują najmłodszy cykl sedymentacyjno-diastraficzny gnejsów lewizyjskich. Budują je szare i czarne gnejsy, poprzecinane żyłami różowego granitu i pegmatytu [7]. Wysokość poszczególnych wychodni waha się w granicach od 3 do 15 m. Obiekt jest położony na terenie Geoparku „The North West Highland” i cechuje się dobrym stanem odsłonięć i dużymi walorami estetycznymi.

##### **2) Wychodnie piaskowca torydońskiego (najstarszy cykl) (rys. 1)**

Wychodnie zlokalizowane są w północno-zachodniej części G. Kaledońskich, na wybrzeżu w okolicach miejscowości Stoer, ok. 15 km na zachód od jeziora Loch Assynt. Są to wychodnie najstarszego cyklu piaskowców torydońskich. Piaskowce posiadają brunatną barwę, z nielicznymi jasnymi wkładkami, są różnoziarniste, czasami arkozowe z wyraźnie widocznymi śladami działalności cyjanobakterii [7]. Obiekt posiada wysoką wartość dydaktyczną ze względu na występowanie licznych profili o charakterze stratotypowym oraz dogodnie i malowniczo usytuowanie (teren Geoparku „The North West Highland”).

Na północ od miejscowości Stoer, na półw. Point of Stoer w pobliżu miejscowości Culkein, znajduje się skalna iglica Old Man of Stoer, zbudowana z piaskowca torydońskiego, będąca efektem abrazji morskiej powstałym na skutek cofania się klifu.

### 3) Wychodnie piaskowców Pipe Rock, Formacji Furoid Beds i Formacji Salterella Grit

Stanowisko to znajduje się w G. Kaledońskich, w okolicach Skaig Bridge na północnym wybrzeżu Loch Assynt, 5 km na północ od Inchnadamph (rys. 1). Wychodnie zlokalizowane są wzdłuż drogi A-837.

Kambryjskie piaskowce kwarcytowe o nazwie Pipe Rock należą do grupy skał nazywanej Grupą Piaskowca z Eriboll. Ich cechą charakterystyczną jest obecność tzw. *Scolithos linearis* – pionowych rurek o jasnej barwie i średnicy od 3 do 15 mm. Są to wydrążone w skale ślady pełzania lub spoczynku kambryjskich pierścienic [7].

Formacja Furoid Beds należy do kambru i leży na opisaną powyżej Grupie Piaskowca z Eriboll. W kompleksie tym dominują skały węglanowe, a pomiędzy nimi znajdują się cienkie warstwy łupków ilastych. Liniowe ślady odnalezione w formacji początkowo zostały rozpoznane jako rodzaj glonów *Furoides* (stąd nazwa formacji), ale w późniejszym czasie dowiedziono, że nie są to skamieniałości glonów, ale ślady pełzania bezkręgowców [7].

Formacja Salterella Grit to piaskowce barwy szarej o miąższości kilku metrów, leżące pomiędzy utworami Furoid Beds a „wapieniami z Durness”. Lokalnie w skałach tych występują szczątki prymitywnych głowonogów Salterella oraz ślady pełzania ówczesnych bezkręgowców (podobnie jak w formacji Pipe Rock). Strop odsłonięcia to wapienie kambryjskie barwy ciemnoszarej, stanowiące spagową część „wapieni z Durness” [7].

Opisane odsłonięcia posiadają wysoką wartość dydaktyczną ze względu na dobry stan odsłonięć i możliwość prześledzenia prawie całego profilu kambru regionu Highlands. Wychodnie znajdują się na terenie Geoparku „The North West Highland”.

### 4) Wychodnie „wapieni z Durness” (rys. 1)

Wychodnie „wapieni z Durness” znajdują się w G. Kaledońskich na południowo-wschodnim wybrzeżu Loch Assynt, za miejscowością Inchnadamph, przy drodze A-837.

Seria „wapieni z Durness”, należąca do kambru i prawdopodobnie dolnego ordowiku, jest złożona z kilku formacji. W okolicach Loch Assynt występują tylko dwie najstarsze: ciemnoszara formacja Ghrudaidh i leżąca bezpośrednio na niej, o jaśniejszej barwie, formacja Eilean Dubh. W obu formacjach występują liczne skamieniałości ślimaków, głowonogów, gąbek oraz ślady pełzania morskich bezkręgowców [7]. Obiekt ten znajduje się na terenie Geoparku „The North West Highland”.

### 5) Wychodnie skał grupy Dalrad (rys. 1)

Wychodnie skał grupy Dalrad znajdują się w G. Grampian, 1,5 km na zachód od miejscowości Dunkeld, przy drodze A-9. Odsłonięcie zlokalizowane jest przy szlaku „Hermitage Forest Woodland Trail” w pobliżu wodospadu. Obiekt jest przykładem procesów deformacji zachodzących na przełomie kambru i ordowiku. Są to głównie silnie zmetamorfizowane łupki mikowe, fyllity, kwarcyty i wapienie. Obiekt nie posiada żadnej informacji o rodzaju i genezie opisywanych skał i nie jest objęty ochroną, ale posiada wysoką wartość dydaktyczną ze względu na skalę odsłonięć oraz dobrą dostępność.

### 6) Strefa Nasunięcia Moine (uskok Torridon-Eribol) (rys. 1)

Strefa nasunięcia Moine znajduje się w północnej części G. Kaledońskich i oddziela tzw. West od North West Highlands. Nasunięcie widoczne jest ok. 10 km na południe od jeziora Loch Assynt, przy drodze A-837, w okolicach Knockan. Są to wychodnie mylonitów, zaliczanych do grupy Moine, zawierających okruchy kwarcytów, łupków krystalicznych, amfibolitów [7]. Są to skały zmetamorfizowane w wyniku metamorfizmu dyslokacyjnego, związanego ze strefą nasunięcia Moine. Leżą one nasunięte bezpośrednio na kambryjskie piaskowce i wapienie („wapienie z Durness”). W odsłonięciu tym można prześledzić kierunek nasunięcia, zachodzący podczas ruchów fałdowych w fazie grampiańskiej. Strefa Nasunięcia Moine znajduje się na terenie Geoparku „The North West Highland”.

### 7) Strefa Uskoku Granicznego (rys. 1)

Strefa uskokowa jest widoczna z pobliskiego wzgórza Conic Hill w miejscowości Balmaha na południowo-wschodnim brzegu jeziora Loch Lomond. Uskok Graniczny, o biegu NE-SW, powstał w sylurze i oddziela dwie strefy o różnej budowie geologicznej: dalradzkie G. Grampian i old-redową Nizinę Środkowoszkocką. W strefie uskokowej występują serpentynity kompleksu ofiolitowego tworzące wzgórze Conic Hill (1175 m n.p.m.) oraz wyspy (Inchcailloch i Inchmurrin) na jeziorze Loch Lomond. Dostępność obiektu jest bardzo dobra, w okolicy zostały wytyczone liczne szlaki turystyczne, a samo jezioro Loch Lomond znajduje się na terenie parku narodowego Loch Lomond & Trossachs National Park [2].

### 8) Wychodnie bazaltów i andezytów (rys. 1)

W strefie G. Grampian, w dolinie Glen Coe, oddalonej ok. 20 km na południe od Fort William, znajdują się sylurskie intruzje bazaltów i andezytów budujące szczyty tzw. „Trzech Sióstr”. Te wielkoskalowe wychodnie świadczą o dużej aktywności ówczesnego wulkanu. Glen Coe to typowa polodowcowa U-kształtna dolina, przez której środek biegnie droga A-82, z której można obserwować „poszarpane” w wyniku erozji lodowca bazaltowe



wzgórza. Dno doliny stopniowo rozszerza się w kierunku wschodnim, gdzie przy wylocie osiąga szerokość ponad 100 m [15].

### 9) Strefa uskoku Great Glen (rys. 1)

Uskok Great Glen (dolny dewon) w dolinie Great Glen (Glen Mor), o biegu NE-SW, ciągnie się wzdłuż jeziora Loch Ness i Kanału Kaledońskiego. Dzieli Highlands na dwie strefy: Grampiany i G. Kaledońskie. Obecność zapadliska jest wyraźnie widoczna w rzeźbie terenu, a zwłaszcza ok. 7 km na południe od miejscowości Fort Augustus, w okolicy zabytkowego mostu na rzece Oich.

W strefie uskoku położone jest również polodowcowe jezioro Loch Ness (najdłuższe w Wielkiej Brytanii [15]), o charakterystycznym wydłużonym kształcie. Dodatkowymi atrakcjami turystycznymi okolicy są w miejscowości Drumnadrochit ruiny zamku Urquhart, oraz Official Loch Ness Monster Exhibition, a także na Kanale Kaledońskim dwa XIX-wieczne zabytki techniki: zespół śluz w miejscowości Fort Augustus oraz czynny most obrotowy Culloch w pobliżu Oich.

### 10) Intruzje granitowe – Szczyt Ben Nevis (rys. 1)

Szczyt Ben Nevis znajduje się w zachodniej części strefy G. Grampian, w pobliżu fiordu Loch Linnhe, 5 km na wschód od miejscowości Fort William. Ben Nevis jest najwyższym szczytem W. Brytanii (1343 m n.p.m.) zbudowanym z odpornego na wietrzenie, czerwonego granitu, odsłoniętego w wyniku erozji lodowcowej. Obiekt jest przykładem olbrzymiej, dewońskiej intruzji magmowej, przecinającej skały metamorficzne serii dalradzkiej. Szczyt budują cztery intruzje: wewnętrzna i zewnętrzna intruzja diorytowa oraz wewnętrzna i zewnętrzna intruzja granitowa. Wszystkie intruzje mają postać koncentrycznych dajek [8.]. U podnóża szczytu znajduje się niewielkie miasteczko Fort William, z którego rozciąga się wspaniały widok na Ben Nevis. Na szczyt prowadzi wiele szlaków turystycznych oraz kolej gondolowa. Podobne intruzje granitowe znajdują się również w Górach Cairngorms w centralnej części strefy G. Grampian.

### 11) Stanowisko flory dewońskiej (rys. 1)

Stanowisko znajduje się w G. Grampian, ok. 50 km na północny-zachód od miejscowości Aberdeen, w okolicy Rhynie. Czerty z Rhynie są ważnym, w skali światowej, stanowiskiem wczesnej flory lądowej i dlatego są chronione prawnie (przynależy do tzw. SSSI - Sites of Special Scientific Interest). Unikatowe gatunki roślin naczyniowych (m.in.: *Rhynia*, *Horneophyton* i *Asteroxylon*) oraz fauny, głównie stawonogów (np.: skorupiaka *Lepidocaris*, czy najstarszego pajęczaka *Palaeocharinus*) zachowane w obrębie formacji trawertynowych, powstałych podczas dewońskiej aktywności gorących źródeł [6].

### 12) Wychodnie pstrego piaskowca (rys. 1)

Odstłonięcia pstrego piaskowca znajdują się w nieczynnym kamieniołomie Quarry Wood na północno-wschodnich obrzeżach miejscowości Elgin, w Górach Grampian.

Wychodnie te należą do kompleksu Cuttie's Hillock i są ważnym stanowiskiem kopalnych kręgowców. Pośród licznych skamieniałości tetrapodów, m.in. *Elginerpeton pancheni* (jednego z najwcześniejszych), odnaleziono pełne szkielety gadów ssakokształtnych należących do dicynodontów: *Gordonia* i *Geikia*. Szczątki dicynodontów odkryte na tym obszarze są jedynymi takimi skamieniałościami odnalezionymi w Europie. Wśród skamieniałości na uwagę zasługują również liczne tropy gadów [6]. Cały kompleks Cuttie's Hillock ze względu na wysoką wartość dydaktyczną należy do obiektów o randze SSSI.

### 13) Dolina Glen Roy – końcowy epizod zlodowacenia „Loch Lomond Stadial” (rys. 1)

Dolina zlokalizowana jest w G. Grampian, ok. 20 km na południe od Fort Augustus.

Dolina Glen Roy słynie z tzw. „Równoległych Dróg” (szlak „Parallel Roads of Glen Roy”) utworzonych ok. 12 500 lat temu podczas ostatniego epizodu zlodowacenia (Stadium Jeziora Loch Lomond). „Parallel Roads” upamiętniają ruch lodowca i miejsce zablokowania jeziora u wylotu doliny. Jezioro, z braku drogi ujścia, podnosiło swoją linię brzegową za każdym razem, gdy lodowiec spychał je w głąb doliny. Proces podnoszenia brzegów jeziora został wyraźnie zapisany na zboczach doliny w postaci równoległych linii. U jej wylotu podziwiać można piaszczysto-żwirowe terasy usypane z materiału okrucowego naniesionego przez wody wypływające z czoła lodowca [11].

## LITERATURA

1. Alexandrowicz Z. i in. : Waloryzacja przyrody nieożywionej obszarów i obiektów chronionych w Polsce. Wyd. PIG, Warszawa 1992.
2. Browne M., Mendum J.: Loch Lomond to Stirling – A Landscape Fashioned by Geology, Scottish Natural Heritage 2004.
3. Lehman U., Hillmer G.: Bezkęrowce kopalne, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1991.
4. Makowski H.: Geologia historyczna. Wydawnictwo geologiczne, Warszawa 1977.
5. McAdam D.: Edinburgh and West Lothian – A Landscape Fashioned by Geology. Scottish Natural Heritage 2003.
6. McKirdy A., Crofts R.: Scotland – A Landscape Fashioned by Geology. Scottish Natural Heritage 1999.
7. Mendum J., Merritt J., McKirdy A.: Northwest Highlands – A Landscape Fashioned by Geology, Scottish Natural Heritage 2001.
8. Miller S.: Starting at the Top – Ben Nevis. The Edinburgh Geologist – Issue no 43 - Autumn 2004.

9. Mizerski W.: Geologia regionalna kontynentów. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2004.
10. Orłowski S.: Geologia historyczna cz. I. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1990.
11. Peacock D., Gordon J., May F.: Glen Roy – A Landscape Fashioned by Geology. Scottish Natural Heritage 2004.
12. Stanley S. M.: Historia Ziemi. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2002.
13. Stupnicka E.: Zarys Geologii regionalnej świata. Wyd. Geologiczne Warszawa 1978.
14. Stupnicka E., Ozoněk H.: Geologia regionalna Europy, część.1. Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego 1966.
15. Taylor H., McCrossman M.: Szkocja. Przewodnik Pascal, seria Dookoła Świata, 2003.

Recenzent: Dr hab. inż. Jerzy Matyszkiewicz, prof. AGH