

ATRAKCJE GEOTURYSTYCZNE PÓŁNOCNO-WSCHODNIEGO AZERBEJDŻANU

Joanna Kidawa, Tadeusz Molenda, Paweł Nejjfeld (Sosnowiec, Żywiec)

Streszczenie

Azerbejdżan jest krajem o wielkiej różnorodności przyrodniczej i, co za tym idzie, dużym potencjale turystycznym. Dziedzictwo geologiczne kraju tworzą reliktywne krajobrazy, które nadal można zaliczyć do naturalnych lub quasi-naturalnych. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie kilku obiektów geoturystycznych, które zostały zidentyfikowane w północno-wschodnim Azerbejdżanie. Są one głównie związane ze złożami ropy naftowej i gazu ziemnego.

Abstract

Azerbaijan is a country with a great diversity of nature and, consequently, high tourist potential. The geological heritage of the country is created by relict landscapes which can still be classified as natural or quasi-natural. The purpose of the article is to present several geoturistic objects which have been identified in north-eastern Azerbaijan. They are mainly related to oil deposits and natural gas.

Wstęp

Azerbejdżan nie jest częstym celem podróży turystów z Europy zachodniej i centralnej. Jedną z przyczyn jest najprawdopodobniej obowiązek posiadania wizy, której uzyskanie wiąże się ze skomplikowaną procedurą i wysokimi kosztami. Tymczasem geoturystyka mogłaby przynieść różne korzyści ekonomiczne, ponieważ jest to kraj wielkiej różnorodności przyrodniczej i, co za tym idzie, wielkiego potencjału turystycznego. Dziedzictwo geologiczne kraju tworzą

które zostały zidentyfikowane przez autorów w północno-wschodnim Azerbejdżanie. Są one głównie związane ze złożami ropy naftowej i gazu ziemnego. Dla potrzeb pracy przyjęto rozumienie pojęcia „obiekt geoturystyczny” zgodnie z definicją podaną przez T. Słomkę i A. Kicińską – Świdorską [8]. W ujęciu tych Autorów „obiekt geoturystyczny” to: „taki obiekt geologiczny, który jest lub może się stać, po odpowiednim wypromowaniu i uprzystępnieniu, przedmiotem zainteresowania turystycznego”.

Charakterystyka fizyczno-geograficzna północno-wschodniego Azerbejdżanu

Obszar północno-wschodniego Azerbejdżanu położony jest w obrębie dwóch regionów fizyczno-geograficznych – Qobustanu i Apszeronu (półwyspu Apszerońskiego). Qobustan to obszar górsko-wyżynny. Stanowi on najbardziej na wschód wysuniętą część Wielkiego Kaukazu. Łańcuch górski opada tu licznymi grzędami w kierunku Morza Kaspijskiego. Od południowego zachodu Qobustan ograniczony jest bardzo wyraźnie Niziną Kurańską, a od wschodu linią brzegową Morza Kaspijskiego. Na obszarze Qobustanu występują znaczne różnice w wysokości pomiędzy najniższymi a najwyższymi położonymi obszarami przekraczające nawet 800 m. Półwysep Apszeroński



Ryc. 1. Obszar badań.

reliktywne krajobrazy, które nadal można zaliczyć do naturalnych lub quasi-naturalnych. Celem artykułu jest przedstawienie kilku obiektów geoturystycznych,

bardzo głęboko wcina się w wody Morza Kaspijskiego. Jego najdalej wysuniętą część stanowi wąski, piaszczysty półwysp (kosa) Szach – Dili, który powstał w wyniku współczesnych procesów akumulacji morskiej. Obszar półwyspu ma charakter nizinny, a różnice wysokości terenu nie przekraczają kilkudziesięciu metrów.



Ryc. 2. Grupa wulkanów błotnych (sopek). Fot. Tadeusz Molenda.

Badany obszar położony jest w strefie klimatu umiarkowanego – przejściowego, ze stosunkowo ciepłą zimą (średnia temperatura stycznia $+1^{\circ}\text{C}$) i gorącym latem (średnia temperatura lipca $+27^{\circ}\text{C}$, zaś temperatury maksymalne przekraczają $+40^{\circ}\text{C}$). Charakterystyczną cechą tego obszaru są bardzo niskie sumy opadów atmosferycznych, które wynoszą od 150 do 300 mm rocznie. Następstwem słabych opadów jest rozwój stepów i półpustyń z nieciągłą pokrywą traw. Na półwyspie Apszerońskim występują również bardzo silne wiatry, wiejące z sektora północnego i północno-wschodniego.

Pod względem hydrograficznym badany obszar pozbawiony jest stałej sieci rzecznej. Rzeki mają charakter okresowy i prowadzą wodę jedynie w okresie topnienia pokrywy śnieżnej lub silniejszych opadów atmosferycznych. Największymi rzekami tego regionu są Sumgajczaj i Pirsagat. Źródłowe obszary tych rzek znajdują się w Wielkim Kaukazie na wysokości powyżej 2000 m. n.p.m. Rzeki te w biegu dolnym posiadają okresowy charakter. W Qobustanie sieć koryt okresowych ma dużą gęstość. Zapewne to przyczyniło się do nazwania tego obszaru „Kobustan”, co w wolnym tłumaczeniu oznacza „kraję jarów”. Charakterystycznym elementem sieci hydrograficznej półwyspu Apszerońskiego są liczne jeziora. Podobnie jak rzeki, większość z nich ma również okresowy

charakter. Wypełnienie wodą następuje wiosną, a w późniejszym okresie na skutek dużego parowania dochodzi do zaniku jezior. Woda tych jezior jest słona lub słonawa. Z elementów hydrograficznych uwagę zwracają również solonczaki czyli słone mokradła porośnięte specyficzną roślinnością halofilną (słonolubną). Jak już wcześniej wspomniano na badanym

obszarze występują bardzo niskie opady. Stwarza to poważny problem, jeśli chodzi o zaopatrzenie w wodę, zarówno na potrzeby bytowo – gospodarcze, jak i nawodnień w rolnictwie. Aby zapobiegać negatywnym zjawiskom deficytu wody, wybudowano kanał Samursko – Apszeroński o długości 191 km, którego budowę zakończono w 1959 roku. Ujęcie wód zlokalizowano na dużej rzece Samur, odwadniającej wysokogórski Kaukaz. Niektóre części dorzecza tej rzeki położone są na wysokości powyżej 4000 m. n.p.m. Elementem tego sztucznego systemu hydrograficznego są również zbiorniki zaporowe, z których największy, Dżejranbaman zlokalizowany jest na północ od Baku. O tym jak cenna jest woda na badanym obszarze może świadczyć fakt, że cały zbiornik (o powierzchni kilkuset hektarów) jest ogrodzony i monitorowany.

Dominującym typem gleb na badanym obszarze są szaroziemie (płytke gleby występujące na obszarach pustynnych i półpustynnych). Ze względu na wysokie parowanie znaczna ich część jest zasolona. W wyższych partiach gór Kobustanu występują typowe inicjalne i szkieletowe gleby górskie, zawierające znaczny (powyżej 60%) procent żwiru i kamieni.

Charakterystyka wybranych obiektów geoturystycznych

Niewątpliwie najbardziej interesujące obiekty geoturystyczne badanego obszaru związane są z występowaniem złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. O występowaniu ropy na tym obszarze pisał już arabski geograf Al-Masudi w X wieku [4]. W ocenie autorów na szczególną uwagę zasługują obiekty wulkaniczne. Na obszarze tym znajdują się bowiem liczne **wulkany błotne** (Ryc. 2), z których wydobywają się trzy rodzaje substancji: gazowe (metan), ciekłe (ropa



Ryc. 3. Wydobywająca się z wulkanu mieszanina wody, iltu, ropy i gazu ziemnego. Fot. Tadeusz Molenda.

naftowa i woda) oraz stałe (ił, piasek oraz fragmenty pokruszonych skał; Ryc. 3). W zdecydowanej większości obiektów substancje te wyrzucane są równocześnie jako ich mieszanina. Wulkany błotne zwane są również pseudowulkanami [2]. Wulkany te są rzadkimi obiektami na Ziemi, a ich występowanie stwierdzono w nielicznych państwach, między innymi w Rumunii, Chinach, Japonii, Stanach Zjednoczonych oraz na półwyspie Krymskim [6]. Tylko niektóre z nich są powiązane ze zjawiskami wulkanicznymi, bowiem występowanie na pewnych głębokościach złóż ropy naftowej i gazu ziemnego jest związane z miejscami rozwiniętych zjawisk wulkanizmu błotnego [7]. W zdecydowanej większości przypadków występują one na obszarach gazonośnych i roponośnych. Wydobywanie się mieszanin na powierzchnię terenu spowodowane jest ciśnieniem, jakie panuje w skałach zbiornikowych (zwykle piaskowcach i wapieniach).

Rodzaje i formy morfologiczne kobustańskich wulkanów błotnych są bardzo zróżnicowane. Wulkany duże posiadają stożki ścięte o wysokości względnej do 500 metrów i średnicy kraterów do pół kilometra. Przykładem tego typu obiektu może być wulkan

Turagaj. Stożki tych wulkanów pocięte są licznymi rynnami erozyjnymi o zróżnicowanej głębokości, gdzie największa wynosi kilka metrów. Rynny te powstają w następstwie erozji wodnej. Część z rynien wykorzystywana jest do transportu mieszaniny wydobywającej się z krateru wulkanu. Wówczas w końcowej części rynny, u podnóża wulkanu, rozwijają się **stożki napływowe**. Mają one charakterystyczny kształt wachlarza. Drobnosiarnisty materiał, który podlega dalszemu transportowi, odprowadzany jest do najbliższego koryta rzeki okresowej. Dominującym typem są jednak **błotne sopki**, mające stożki i kratery dziesięciokrotnie mniejsze od poprzednich (Ryc. 4). Trzeci rodzaj – salzy, przybierają kształt nierozwiniętych półstożków o wyraźnym lejkowatym zagłębieniu, mającym średnice od kilkunastu centymetrów do 120 metrów [4].

W zależności od wielkości i aktywności wulkanu oraz typu wydobywających się mieszanin, obszar pokryty produktami erupcji może być bardzo duży. W przypadku wulkanu Achtarma–paszały pokryty tymi skałami teren zajmuje 40 km², Ajzachtarma – 31 km², podczas gdy Demirczi tylko 0,6 km². Grubość tych pokryw też jest różna i wynosi od 20 m w przypadku wulkanu Demirczi do 400 m w przypadku wulkanu Achtarma–paszały [4].

Aktywność poszczególnych wulkanów jest zróżnicowana. W przypadku błotnych sopek wyrzuty powtarzają się rytmicznie z częstotliwością od kilku do kilkunastu minut [3]. Wysokość wyrzutu jest niewielka i z reguły nie przekracza 1 m. Większe erupcje towarzyszą okresom wzmożonej aktywności sejsmicznej. W następstwie przesunięć w obrębie górotworu dochodzi do wzrostu ciśnienia zbiornikowego, a tym samym większych erupcji. W 2001 roku na jednym z wulkanów doszło do samozapłonu metanu, a płomień ognia sięgał 15 metrów wysokości.

Bardzo interesującymi formami są również **ropne źródła** (Ryc. 5). Są to miejsca, gdzie ze szczelin skalnych wypływa ropa naftowa. Wypływy takie bardzo często zlokalizowane są w partiach wierzchowinowych, gdyż siła, która wyprowadza ropę na powierzchnię nie jest grawitacja, ale ciśnienie zbiornikowe. Ropa może również przedostawać się do wód gruntowych i wypływać w źródłach. Potoki spływającej ropy mogą niekiedy osiągać kilkaset metrów długości (Ryc. 5). Szlak spływu pokryty jest cięższymi bituminami (asfaltem), które powstały w wyniku odparowania lżejszych frakcji węglowodorów. Wypływy tego typu były pierwszymi miejscami, gdzie ludzie zaczęli pozyskiwać ropę naftową. Oprócz źródeł ropy naftowej występują tu również źródła mineralne. Część z nich to **źródła siarkowe**.

Obecność rozpuszczonego w wodzie siarkowodoru (H_2S) również należy wiązać ze złożami ropy naftowej i gazu ziemnego. Siarkowodor powstaje bowiem

Są to miejsca, gdzie dochodzi do samozapłonu metanu wydobywającego się szczelinami na powierzchnię ziemi. W przeszłości na obszarze Qobustanu



Ryc. 4. Wulkan błotny - Sopka. Fot. Tadeusz Molenda.

w następstwie biochemicznych procesów rozkładu materii organicznej i bardzo często występuje w wodach okalających złoża ropy naftowej i gazu [1, 5].

Jednak najbardziej spektakularną formą na tym obszarze są **ogniska płonącego gazu ziemnego** (Ryc. 6).



Ryc. 5. Źródło ropy naftowej (na pierwszym planie osady asfaltu). Fot. Tadeusz Molenda.

i półwyspu Apszerońskiego istniało wiele tego typu miejsc. Dlatego też obszar ten był Mekką czcicieli ognia z Indii i Persji, którzy ściągali tutaj, aby oddawać cześć swoim bogom. W osadzie Surachany koło Baku zachowała się świątynia Ateszga, będąca



Ryc. 6. Yanar Dag – geostanowisko płonącego gazu ziemnego. Fot. Tadeusz Molenda.

miejszem kultu czcicieli ognia. Obecnie większość tych miejsc przestała istnieć. Jest to związane z eksploatacją ropy naftowej i gazu ziemnego, co doprowadziło do spadku ciśnienia zbiornikowego i ustania samowypływów. Obecnie jedyne miejsce, w którym nieprzerwanie pali się wydobywający na powierzchnię gaz, znajduje się na północ od Baku. Jest to obiekt Yanar Dag (Ryc. 6). Wydobywający się ze szczelin skalnych gaz płonie liniowo na długości około 10 m, a wysokość płomieni sięga 1,5 m. W strefie spalania doszło do wysokotemperaturowego przeobrażenia skał. W przypadku występujących tu piaskowców objawia się to zmianą ich barwy na czerwoną. Stwierdzono również na skałach naskorupienia siarki i salmiaków. Tworzywem do ich powstania jest siarkowodór (H_2S) oraz amoniak (NH_3). Część skał pokryta

w następstwie współczesnych procesów akumulacji. Materiałem budującym mierzeję są różnoziarniste piaski. Materiał ten jest szczególnie podatny na procesy eoliczne, dlatego też cały obszar mierzei stanowi ciąg wydm. Wysokość poszczególnych wydm nie przekracza kilkunastu metrów, a większość z nich jest fragmentarycznie utrwalona przez roślinność. Bardzo interesującym zjawiskiem w analizowanych wydmach jest to, że oprócz materiału piaszczystego w ich budowie biorą również udział muszle mięczaków. Występują one zarówno w formie pokruszonych fragmentów, jak i całych muszli. W niektórych z wydm stwierdzono warstwy zbudowane wyłącznie z muszli. Jest to bardzo rzadkie zjawisko w skali świata. Osadzeniu transportowanych z wiatrem muszli sprzyja roślinność. Za kępami roślin tworzą się spe-



Ryc. 7. Krajobraz zdegradowany – następstwo eksploatacji ropy naftowej. Fot. Tadeusz Molenda.

jest również sadzą. Podobne zjawiska obserwowane są na obszarach wulkanicznych w strefach fumaroli.

Ciekawym obiektem jest również kosa Szach–Dili. Jest to najbardziej wysunięta na południe część półwyspu Apszerońskiego. Obszar ten objęty jest ochroną prawną w formie Parku Narodowego. Pod względem morfologicznym jest to mierzeja, która powstała

cyficzne „muszlowe” pagórki. W miejscach, gdzie wiatr wywiewa drobnoziarnisty materiał, pozostają gruboziarniste osady złożone z większych muszli. W następstwie złożonych procesów akumulacji, zarówno morskiej jak i wiatrowej (eolicznej), w strefie półwyspu Apszerońskiego doszło do utworzenia wewnętrznych jezior przybrzeżnych – lagun.

Zróźnicowanie morfologiczno-hydrograficzne kasy Szach – Dili niewątpliwie wpływa na zwiększenie bioróżnorodności tego obszaru. Na bardzo ograniczonym powierzchniowo obszarze obserwujemy dużą mozaikę siedlisk. Rośliny mokradeł, takie jak trzcina (*Phragmites communis*) oraz tamaryszek (*Tamarix ramosissima*), sąsiadują bezpośrednio z sucholubnymi kserofitami. Do typowych roślin wydm, które tu występują, możemy zaliczyć wjunoka persidskiego (*Convolvulus persica*), przęśl dwukłosową (*Ephedra distachya*) oraz babkę piaskową (*Plantago indica*). Pierwszy gatunek posiada charakterystyczne cechy przystosowawcze do życia w tych ekstremalnych warunkach. Cechują go grube skórzaste liście pokryte białym woskowatym nalotem i licznymi gęstymi włoskami.

Z występującej fauny należy wymienić fokę kaspicką (*Pusa caspica*), która jest gatunkiem endemicznym. Kosa Szach – Dili to również siedlisko dla wielu gatunków ptaków wodno-błotnych. Do najbardziej interesujących zaliczyć możemy flaminga różowego (*Phoenicopterus roseus*) oraz pelikana kędzierzawego (*Pelecanus crispus*).

Niewątpliwie do godnych uwagi obiektów geoturystycznych można zaliczyć słone jeziora. W strefie przybrzeżnej jeziora Masazir założono **saliny**. Są to stawy, na których w wyniku odparowania wody jeziornej uzyskuje się chlorek sodu [NaCl], czyli sól kuchenną. Proces krystalizacji chlorku sodu rozpoczyna się wówczas, gdy objętość początkowego roztworu (woda jeziorna) zmniejszy się do 9,5%. Wówczas z solanki o wysokim stężeniu zacznie wytrącać się chlorek sodu [NaCl]. Sól ta pozyskiwana jest na skalę przemysłową. Jezioro to posiada również duże walory krajobrazowe, gdyż barwa wody jest nietypowo czerwono-różowa i jest następstwem obecności halofilnych alg o czerwonym pigmentcie. Zagospodarowanie słonych jezior na saliny znane jest również z basenu Morza Śródziemnego i Morza Czarnego oraz innych rejonów świata o suchym klimacie. O dużych walorach geoturystycznych takich obiektów mogą świadczyć muzea soli, założone w miejscach salin. Muzea takie znajdują się między innymi w miejscowości Pomorie (Bułgaria). Można tam zapoznać się z technicznym aspektem budowy salin, a także procesem powstawania skał ewaporatowych.

Oprócz walorów związanych z obiektami przyrodniczymi na uwagę zasługują również obiekty kultury materialnej. Najbardziej interesujące są petroglify zlokalizowane w południowo-wschodniej części Qobustanu. Petroglify to wyryte w skale rysunki, na ogół prehistoryczne dzieła ludzi z ery neolitycznej. W Qobustanie, na różnych stanowiskach arche-

ologicznych, stwierdzono ponad cztery tysiące naskalnych rysunków. Przedstawiają one sceny z życia ludów łowiecko-zbierackich, zamieszkujących w przeszłości te ziemie. Rysunki te znajdują się w miejscach, gdzie koczownicy zakładali okresowe obozowiska. Wybór tych miejsc nie był przypadkowy. Wykorzystywali oni wzgórza zbudowane z piaskowców, które wykazywały efekt **wietrzenia blokowego** (makrogeliwacja). Rozpad taki dostarcza dużych ostrokrawędzistych bloków oraz głazów. Labirynt, jaki powstaje pomiędzy poszczególnymi blokami, sprzyja założeniu obozowisk (zacienienie, ochrona przed wiatrem, deszczem), ułatwia również zakładanie pułapek oraz maskowanie podczas polowań na zwierzęta. Tak więc wybór piaskowcowych wzgórz cechujących się rozpadem blokowym nie był przypadkowy. Wzgórza same w sobie stanowią również obiekt geoturystyczny, bowiem umożliwiają zapoznanie się z problematyką wietrzenia fizycznego. Współcześnie bloki piaskowcowe modelowane są poprzez procesy eoliczne (korazję). W następstwie ścierania na piaskowcowych blokach tworzą się charakterystyczne nacięcia.

Niestety w wielu miejscach eksploatacja ropy naftowej spowodowała bardzo silną degradację środowiska i zniszczenie wielu interesujących geostanowisk (Ryc. 7).

Podsumowanie

Jak wynika z powyższej charakterystyki, na obszarze północno-wschodniego Azerbejdżanu znajdują się liczne obiekty o wysokich walorach geoturystycznych. Prezentowane w pracy obiekty nie są jednak powszechnie znane. Wynika to zapewne z braku odpowiedniego rozpoznania, wypromowania i udostępnienia. Jedyne nowoczesne muzeum multimedialne znajduje się przy stanowisku archeologicznym z petroglifami. W muzeum tym znajdują się zróźnicowane ekspozycje, poświęcone nie tylko archeologii, ale również przyrodzie Kobustanu. Na terenie Parku Apszerońskiego znajduje się ścieżka edukacyjna z tablicami informacyjnymi. Dostęp do geostanowiska płonącego metanu jest regulowany, a wejście na jego teren wiąże się z opłatą. Jednak nie znajduje się tam ani jedna tablica informacyjna opisująca ten obiekt. Również pozostałe geostanowiska, zidentyfikowane i scharakteryzowane w artykule, w żaden sposób nie są opisane i udostępnione. Świadczy to o zaniżeniu wartości niezaprzeczalnych walorów geoturystycznych tego obszaru.

Bibliografia:

1. Craig J.R., Vaughan D.J., Skinner B.J., 2003: Zasoby Ziemi, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 503 s.
2. Klimaszewski M., 1994: Geomorfologia, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
3. Książkiewicz M., 1968: Geologia dynamiczna, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
4. Lankamer T., 1986: Słoneczne Zakaukazie, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 135 s.
5. Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002: Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 448 s.
6. Migoń P., 2012: Geoturystyka, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 196 s.
7. Modrzejewski P., Szczypek T., 1976: Wulkany błotne i ich związek z występowaniem ropy naftowej i gazu ziemnego (na przykładzie wulkanów błotnych w Azerbejdżanie), Wszechświat, zeszyt 11, 275–279.
8. Słomka T., Kicińska-Świdarska A., 2004: Geoturystyka – podstawowe pojęcia, Geoturystyka 1, 5–7.

mgr Joanna Kidawa, dr hab. Tadeusz Molenda - Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi. E-mail: tadeusz.molenda@us.edu.pl, joanna.kidawa@us.edu.pl
dr Paweł Nejfeld, Pracownia Ekspertyz Środowiskowych „Dendrus”, Żywiec. E-mail: pawelnejfeld@interia.pl

W ZDROWYM CIELE ZDROWY MÓZG. RELACJE POMIĘDZY UKŁADEM ODPORNOŚCIOWYM, NERWOWYM I HORMONALNYM

Joanna Ewa Sowa, Krzysztof Tokarski (Kraków)

Streszczenie

Coraz więcej badań wskazuje na interakcje pomiędzy układem nerwowym, odpornościowym i hormonalnym. Szczególnie widoczne jest to podczas reakcji organizmu na stres, gdzie aktywuje się oś podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowa (PPN) oraz układ współczulno-nadnerczowy. Mało tego, okazuje się, że nasz mózg nie jest wcale tak dobrze „chroniony” przed infekcjami, jak się wcześniej wydawało, a cząsteczki wydzielane przez komórki układu odpornościowego nie ograniczają się tylko do procesów związanych z chorobami, ale również pełnią ważne funkcje podczas rozwoju naszego układu nerwowego oraz w mózgu zdrowych dorosłych osobników.

Abstract

There are more and more data about interactions between nervous, immune and endocrine systems. It is especially apparent during the response of an organism to stressors, when hypothalamic-pituitary-adrenal axis (HPA) and sympathetic-adrenal medullary axis are activated. Moreover, it turns out that our brain is not that much “protected” from the infections as was thought earlier and molecules that are secreted from immune cells are not limited only to processes involved in diseases, but they are also crucial during neurodevelopment and in the healthy adult brain.

Ludzki mózg jest jednym z najbardziej skomplikowanych narządów wykształconych na drodze wielu milionów lat ewolucji. W skład mózgu człowieka wchodzi około 100 miliardów połączonych ze sobą komórek nerwowych. Każdy neuron, zarówno na swojej powierzchni, jak i wewnątrz posiada setki

różnych białek (np. kanałów jonowych, receptorów), niezbędnych do otrzymywania i przetwarzania impulsów nerwowych. Obserwując pracę komórek mózgowych naukowcy ustalili, że w każdej sekundzie życia dociera do nas około 100 megabajtów informacji. Niewielka część z nich jest odbierana przez nas