

Wiaczesław Andrejczuk

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, 21-500 Biała Podlaska, ul. Sidorska 95/97, Polska; e-mail: czeslaw.andrejczuk@gmail.com

HIMALAJE: SZKIC FIZYCZNOGEOGRAFICZNY – PRZYRODA NIEOŻYWIONA

Андрейчук В. Гималаи: физико-географический очерк – неживая природа. Статья представляет собой первую из двух частей обобщения, посвященного комплексной характеристике природной среды Гималаев. По очереди описаны специфика и разделение горной системы на региональные единицы, ее эволюция и геологическое строение, рельеф, климат, оледенение, а также реки и озера. Подчеркивается исключительность региона в глобальном масштабе и его экологическое значение для целой планеты.

Andreychouk V. Himalaya: the physio-geographical review – inanimate nature. The article is the first of two parts of physical-geographical generalization devoted to the complex characteristics of the natural environment of the Himalayas. In turn described the specifics and division of the mountain system into regional units, its evolution and geological structure, relief, climate and glaciation, and rivers and lakes. It emphasized the uniqueness of the region on a global scale and its ecological importance for the entire planet.

Słowa kluczowe: Himalaje, geografia fizyczna, region

Ключевые слова: Гималаи, физическая география, регион

Key words: Himalaya, physical geography, region

Zarys treści

Artykuł stanowi pierwszą z dwu części uogólnienia fizycznogeograficznego poświęconego kompleksowej charakterystyce środowiska przyrodniczego Himalajów. Kolejno opisano: specyfikę i podział tego systemu górskiego na jednostki regionalne, jego ewolucję i budowę geologiczną, rzeźbę, klimat i zlodowacenie oraz rzeki i jeziora. Podkreślono wyjątkowość regionu w skali globalnej oraz jego ekologiczne znaczenie dla całej planety.

WSTĘP

Himalaje (*Himalayas*, *Himalaya*, w sanskrycie *Deanagari*) – to w języku nepalskim „kraina śniegu, siedziba śniegów”. Kraina ta (ściślej mówiąc: wiecznie zaśnieżony grzbiet górski), widoczna z odległości 50, a nawet 100 km, tworzy dla mieszkańców północnych Indii, Nepalu, Bhutanu i innych państw Południowej Azji horyzont, oddzielający białym łamanym pasem zamglony falisty „ocean górski” od turkusowych niebios.

Himalaje to najwyższy system górski na Ziemi, wznoszący się pomiędzy Wyżyną Tybetańską a Niziną Indusu, Gangesu i Brahmaputry i oddzielający dwa subkontynenty – Południowoazjatycki (Hindustan) i Centralnoazjatycki. Jest to również ważna ru-

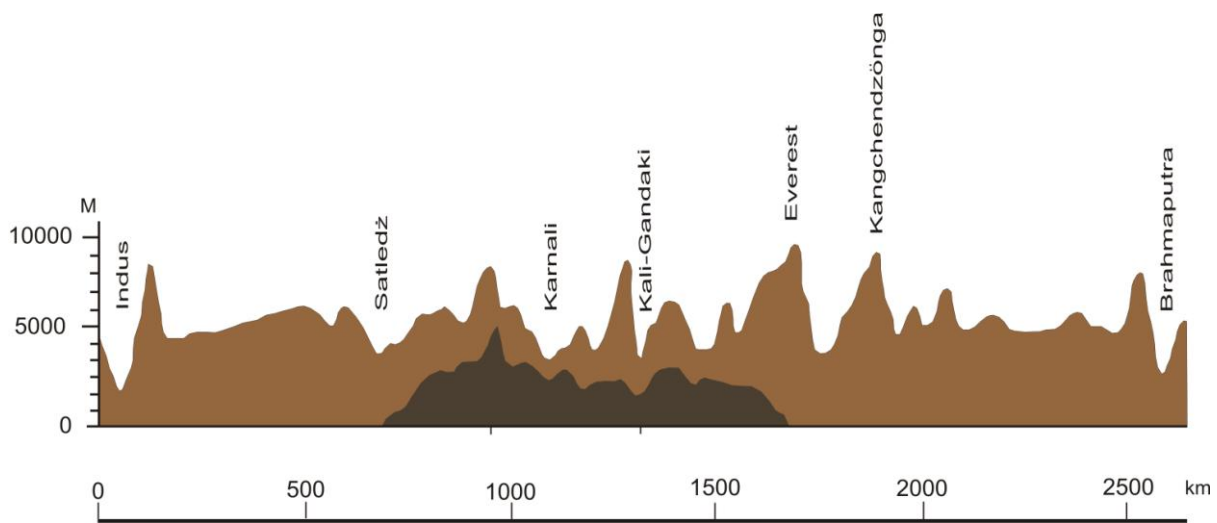
bież orograficzna, klimatyczna, krajobrazowa i ekologiczna, oddzielająca od siebie dwa światy – bezkresnych zimnych górskich pustkowi Tybetu oraz gorących wilgotnych, tętniących życiem, lasów tropikalnych Niziny Gangesu i równin Asamu. Dzięki Himalajom, tworzącym barierę na drodze arktycznych mas powietrznych, Południowa Azja, przede wszystkim Hindustan, cechuje się klimatem cieplejszym niż inne obszary położone na tych samych szerokościach geograficznych. Z kolei, nie „wpuszczając” ciepłego i wilgotnego powietrza monsunu południowo-wschodniego, Himalaje w decydującym stopniu przyczyniły się do powstawania wewnętrznych pustyń azjatyckich. Zmuszając wilgotne powietrzne masy do wznoszenia się i powodując obfite opady (najwyższe na Ziemi), Himalaje odpowiedzialne są również za występowanie ulewnych deszczów na ich południowych obrzeżach i tworzenie się specyficznych krajobrazów o nadmiarze wilgoci.

W skali globalnej środowisko Himalajów charakteryzuje się największymi kontrastami ekologicznymi, związanymi z ogromnymi (do 4–5 km) deniwelacjami, zróżnicowaniem nasłonecznienia, kontrastowymi (w układzie północ-południe) ekspozycjami megastoków, zatrzymywaniem zarówno ciepłego let-

niego oceanicznego monsunu, jak i suchego lodowatego antycyklonu, paraliżującego zimą Azję Centralną. Tutaj też obserwuje się, nigdzie indziej nie spotykane na tak dużą skalę, zróżnicowanie krajobrazowe, spowodowane rozczłonkowaniem systemu na podłużne strefy górskie i grzbiety, poprzeczne doliny i przełomy, odrębne masywy i rozległe kotliny. Tutaj występuje najpełniejsze z możliwych na Ziemi spektrum pięter klimatycznych i roślinnych – od tropikalnych lasów deszczowych, o najbogatszej na świecie „kolekcji” orchidei, po nieme, skute wiecznym mro-

zem wierzchołki górskich szczytów i kotlin, pokrytych śniegiem i wypełnionych lodem.

Jest to kraina nie tylko kontrastów, ale i rekordów. Aż 10 z 14 ósmiotysięczników świata wznosi się w Himalajach. Sto himalajskich szczytów osiąga wysokość ponad 7200 m n.p.m. Przełęcz górskie leżą tu średnio na wysokości 5 000 m n.p.m., przekraczając najwyższe szczyty Alp (rys. 1). Tylko sąsiednie Karakorum – północny „brat” Himalajów, jako drugi system górski na Ziemi odznacza się również obecnością kilku niebotycznych szczytów o wysokości ponad 8 000 m n.p.m.



Rys. 1. Profil porównawczy systemów górskich Alp i Himalajów
(WŁASOWA, 1976 – zmienione)

Рис. 1. Сравнительный профиль горных систем Альп и Гималаев (WŁASOWA, 1976 – с изменениями)
Fig. 1. Comparative profile of Alps and Himalayas mountain systems (WŁASOWA, 1976 – changed)

Himalaje to kraina geograficzna o bardzo wyraźnych granicach, wytyczonych przez samą naturę. Na północy są to głęboko wcięte, podłużne doliny Indusu i Tsangpo, oddzielające Himalaje od Wyżyny Tybetańskiej (jej brzeżnego Pasma Transhimalajów), na południu – krawędź górską, szew, oddzielający góry od aluwialnych dolin Indusu i Gangesu, na północy-zachodzie i na wschodzie – urwiste przełomy dolin Indusu i Brahmaputry. Dolina Indusu oddziela Himalaje od wysokich pasm górskich Ladakhu i Karakorum, a głęboki kanion Tsangpo-Brahmaputry – od Gór Sino-Tybetańskich.

Himalaje stanowią też obszar zamieszkały przez bardzo zróżnicowane plemiona i narodowości, mocno zespolone ze sobą dwiema wielkimi religiami świata – hinduizmem i buddyzmem, które, co jest zjawiskiem rzadkim, funkcjonują na tym obszarze na zasadzie uzupełnienia, a nie podziału. Jest to region niesłychanie interesujący pod względem etniczno-kulturowym. To przestrzeń o najwyższym (obok chyba Ziemi Świętej) „natężeniu duchowym”, kraina mitów

i siedziba tajemniczej, jeszcze nie odnalezionej „Szambaly” – niebiańskiej krainy szczęścia i pokoju.

PODZIAŁ NA REGIONY

Himalaje rozciągają się niemal równoleżnikowo z północy-zachodu na południo-wschód i dalej na wschód na długości około 2 500 km. Szerokość tego systemu górskiego waha się w granicach od 350 km w części zachodniej (Kaszmir) do 150 km na wschodzie (Arunachal Pradesz). Pasma ma kształt łagodnego łuku, otwartego ku północy-wschodowi. Na północy, doliny górnego Indusu i Brahmaputry oddzielają Himalaje od Transhimalajów leżących już na skraju Wyżyny Tybetańskiej. Powierzchnia Himalajów liczy około 600 000 km².

System górski Himalajów tworzy odrębną krainę fizycznogeograficzną. Sąsiaduje ona z takimi krainami i regionami przyrodniczymi, jak: Wyżyna Tybetańska na północy, Góry Birmańskie na wschodzie, Nizina Hindustańska na południu, Kotlina Kaszmirska i Pasma Hindukusz na zachodzie.

Himalaje znalazły się w granicach kilku państw: Indii, Chin, Pakistanu, Nepalu i Bhutanu. Dwa ostatnie prawie całkowicie położone są w obrębie tego systemu górskiego. Zachodnie (Kaszmir) i wschodnie (Asam, Arunachal Pradesz) krańce himalajskiej krainy górskiej leżą w obrębie Pakistanu i Indii, centralna część należy do Nepalu, południowo-wschodnia – do Bhutanu, a wąski pas na północy (wzdłuż najwyższych szczytów górskich) – do Chin.

Zróznicowanie wewnętrzne (regionalne, krajobrazowe itd.) himalajskiej krainy górskiej, jak w przypadku większości obszarów górskich, uzależnione jest od budowy geologicznej, odzwierciedlającej ją rzeźby oraz zróżnicowania klimatycznego. Jak każde góry, szczególnie młode (np. Alpy czy Karpaty), Himalaje cechują się podłużnym, pasmowym układem stref tektonicznych, nawiązujących do głównych etapów orogenezy. Strefom tektonicznym odpowiadają swoiste formacje skalne, które były stopniowo włączane w cykl „obróbki geologicznej” (wypiętrzenie, nasunięcia, fałdowanie, metamorfizm itd.). Zróznicowanie litologiczne poszczególnych pasm oraz specyfika (stopień, stadia) ich zaangażowania tektonicznego (reżim tektoniczny, charakter struktur) w sposób bezpośredni przekłada się w Himalajach na hipsometrię i rzeźbę stref tektoniczno-geologicznych.

Biorąc pod uwagę kryterium podłoża (tektoniczno-geologiczno-geomorfologiczne), w fizycznogeograficznej strukturze przestrzennej himalajskiej krainy górskiej wyróżnia się następujące jednostki (SEŃKOWSKAJA, 1972):

- Góry Siwalik (Sziwalik, Sub-Himalaje);
- Małe (Centralne, Wewnętrzne, Środkowe) Himalaje (Himachal);
- Wielkie (Wysokie) Himalaje (Himadri).

Jednostki te składają się na trójpasmowy układ łuku himalajskiego na całej jego przestrzeni, dlatego mogą być uważane za najważniejsze (pierwszego stopnia) jednostki regionalne. Rola innego pierwszorzędowego (obok cech podłoża) czynnika regionalizacji – klimatu – polega na stopniowym wzroście z zachodu na wschód sum opadów atmosferycznych oraz zmniejszeniu sezonowych różnic termicznych, co skutkuje stopniowym przejściem klimatu od podzwrotnikowego, poprzez zwrotnikowy, do podrównikowego. Pod tym względem¹ Himalaje dzieli się na:

- Północnozachodnie (Pendżabskie);
- Centralne (czasami zw. Nepalskimi);
- Wschodnie;

¹ Podział Himalajów na Zachodnie (Północno-Zachodnie), Centralne i Wschodnie ma również uzasadnienie geomorfologiczne (szerokie, przelomowe, poprzeczne doliny większych rzek, stopniowe zmniejszenie szerokości łuku, zwężenie stref, ich częściowe wyklinowanie, wysokość szczytów itd.).

Jednostki drugiego, niższego rzędu taksonomicznego w podziale fizycznogeograficznym Himalajów, nawiązują do stref przejściowych pomiędzy głównymi pasmami² oraz do podkrajów górskich (łańcuchów i grup), oddzielonych od siebie głębokimi, poprzecznymi dolinami rzek, rozcinających z północy na południe pasma Małych Himalajów i Siwaliku.

Poszczególne części łuku Himalajskiego mają również własne, pochodzące od miejsca, nazwy geograficzne. Nazwy te, czy odpowiadające im regiony, nie zawsze mają kompleksowe uzasadnienie fizycznogeograficzne, lecz na ogół dość dobrze układają się w podział Himalajów z zachodu na wschód. Są to:

- w Himalajach Północno-Zachodnich (Pendżabskich): Ladakh, Himalaje Kaszmiru, Zanskar, Lahaul i Spiti, Himalaje Kinnaurskie;
- w Himalajach Centralnych: Himalaje Kumaońskie oraz Nepalskie;
- w Himalajach Wschodnich: Himalaje Sikkińskie, Bhutańskie i Asamskie.

HISTORIA ROZWOJU I BUDOWA GEOLOGICZNA

Historia

Himalaje cechują się niezwykle skomplikowaną budową geologiczną, która jest przedmiotem poważnych dyskusji naukowych od prawie 150 lat. Chociaż w ostatnich dziesięcioleciach udało się znaleźć klucz do rozszyfrowania ich „młodej” (około 100 milionów lat) historii geologicznej w postaci teorii tektoniki płyt, wiele zagadnień natury strukturalnej nadal budzi wątpliwości i pozostaje przedmiotem gorących dyskusji³. Wątpliwości te dotyczą wcześniejszych (sprzed okresu mezozoicznego) faz górotworu, które w znacz-

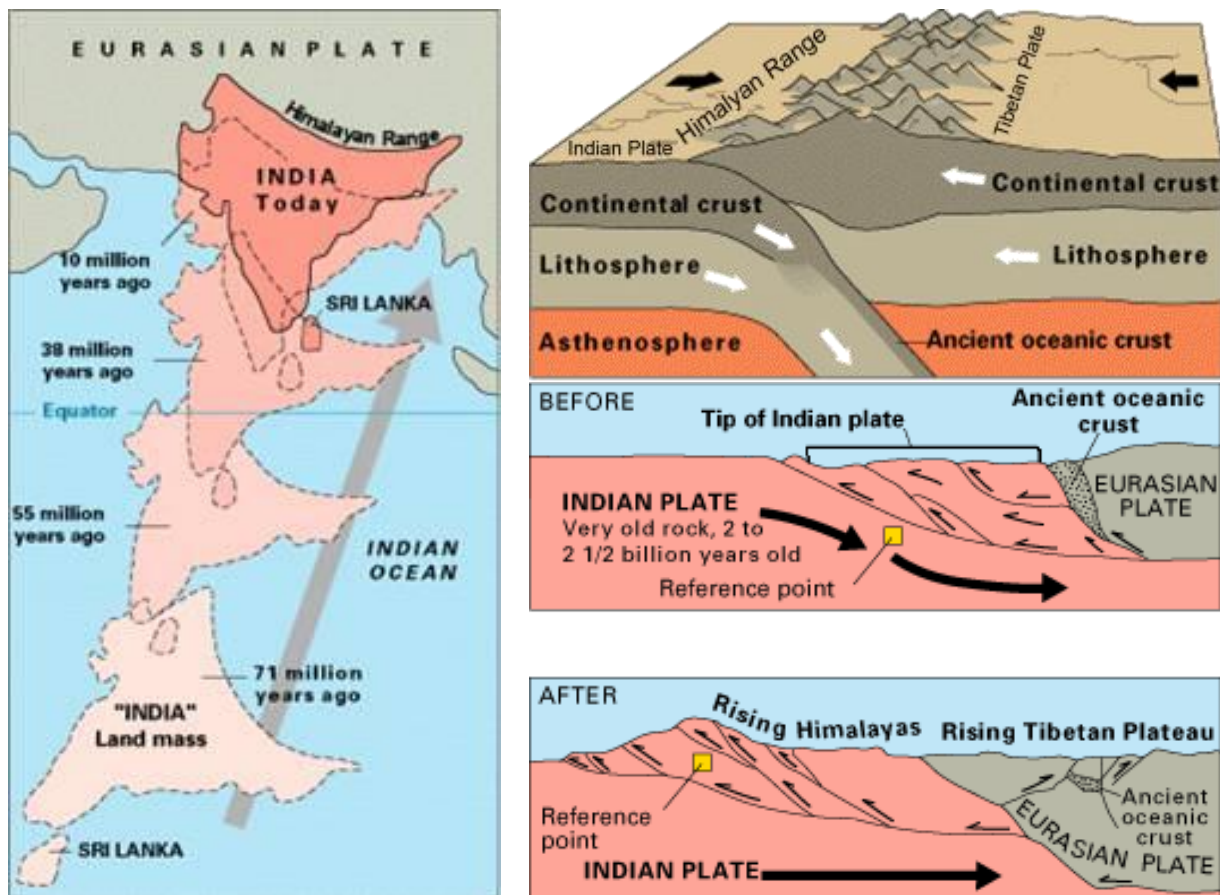
² Strefy te nie zachowują ciągłości, a rozpadają się na odrębne sub-regiony, np. kotliny pomiędzy Małymi a Wielkimi Himalajami.

³ Najbardziej gorąca dyskusja dotycząca geologicznej historii Himalajów miała miejsce w latach 60–70. ubiegłego wieku. Była ona spowodowana narodzinami teorii tektoniki płyt i toczyła się pomiędzy apologetami tradycyjnego geosynklynalno-orogenicznego modelu powstawania gór (stabilistów) oraz zwolennikami nowych „mobilistycznych” poglądów. Ciekawe, że nurt mobilistyczny reprezentowali przeważnie naukowcy z krajów zachodnich, natomiast poglądów tradycyjnych trzymali się naukowcy ze wschodu. Ze względu na ówczesną przyjaźń radziecko-indyjską, wielu młodych geologów indyjskich, wykształconych w Związku Radzieckim, również stosowało w swoich badaniach podejście tradycyjne. Bez względu na końcówkę (w latach 80. XX w.) „zwycięstwo” „mobilistów”, ich badania, jak i cała dyskusja, w ogromnym stopniu przyczyniły się do lepszego rozpoznania geologicznego całego obszaru.

nym stopniu wpłynęły na formowanie się późniejszych struktur tektonicznych. Chodzi przede wszystkim o stopień zaangażowania geologicznego starych, prekambryjskich oraz młodszych kompleksów skalnych Hindostanu w tektogenezę Himalajów. Zgodnie ze współczesną teorią tektoniki płyt, wypiętrzenie systemu górskiego Himalajów oraz Tybetu jest związane z kolizją (kompresją i towarzyszącym jej reformowaniem serii utworów osadowych i metamorficznych) płyty indyjskiej (indoaustralijskiej) z płytą eurazjatycką. W ogólnym zarysie cała historia została przedstawiona poniżej (HAGEN, 1964, VALDIYA, 1984, DAHAL, 2006).

W okresie jurajskim (około 200–145 mln lat temu) dwa największe ówczesne kontynenty (superkontynenty): euroazjatycki (Laurazja) i Gondwana (Gondwanaland) były oddzielone od siebie oceanem Tetydy (Tetisu). Około 180 mln lat temu rozpoczął się rozpad Gondwany – wzdłuż formujących się aktywnie ryftów kontynentalnych – na poszczególne płyty litosferyczne wraz z wystającymi z nich ponad poziom morza subkontynentami. Ruchy konwekcyjne

w płaszczu nadały każdej z płyt swoistej dynamiki i pewnego kierunku dryfowania. Jedną z płyt wraz z subkontynentem indyjskim zaczęła stopniowo przemieszczać się na północo-wschód, w kierunku południowych obrzeży Eurazji, zwięzając coraz bardziej oceaniczny pas Tetydy. Po około 110 milionach lat dryftu z prędkością około 15 cm rocznie, czyli 70 mln lat temu (pod koniec górnej kredy) doszło do kolizji kontynentalnego frontu Hindustanu z południowoazjatyckim obrzeżem Tetydy. Rozpoczął się proces zanurzenia (subdukcji) płyty indoaustralijskiej pod bardziej sztywną Eurazję (rys. 2). Towarzyszące subdukcji procesy (deformacje dennych osadów oceanicznych, formowanie się rowów oceanicznych, wulkanizm łuków wysp i inne – w oligocenie) oraz stopniowe tworzenie elewacji dna morskiego, związane z zanurzeniem nacierającej skorupy i wypiętrzeniem sztywnej skorupy, z czasem (około 50 mln lat temu) praktycznie „zamknęły” południowoazjatycki fragment Tetydy, rozpoczynając w ten sposób lądową fazę orogenezy.



Rys. 2. Ruch indyjskiego fragmentu Gondwany, wystającego nad poziom morza w obrębie Płyty Indo-Australijskiej, jego kolizja z Płytą Euroazjatycką i formowanie się Himalajów (wg: DAHAL, 2006, zmodyfikowane)

Рис. 2. Движение индийского фрагмента Гондваны – надводной части Индо-австралийской плиты, его коллизия с Евразийской плитой и формирование Гималаев (по: DAHAL, 2006, модифицировано и скомпоновано)

Fig. 2. The movement of Indian fragment of Gondwana, protruding over the sea level within the Indo-Australian Plate, its collision with Euro-Asiatic Plate and formation of the Himalaya (after DAHAL, 2006, modified and composed)

Osady denne Tetydy (mezozoiczne i wczesnoke-nozoiczne) ulegały stopniowemu wypiętrzaniu na coraz większe wysokości tworząc załazek przyszłej Wyżyny Tybetańskiej. Natomiast frontalne kompleksy (osadowe i metamorficzne) starego kratonu indyjskiego, które formowały się w paleozoiku i wczesnym mezozoiku na jego północnym obrzeżu, uległy – wskutek zderzenia z Eurazją – potężnym deformacjom, stopniowemu odrywaniu coraz starszych kompleksów i ich przesunięciu na południe, w stronę przeciwną do zanurzającej się płyty macierzystej, tworząc odrębne płaszczowiny. Proces ten zachodził w kilku etapach. Szczególną aktywnością cechowały się okresy dolnego miocenu (tzw. druga faza wypiętrzenia-nasunięcia) oraz koniec plejstocenu (ostatnia faza). Mniej więcej od 600 tys. lat Himalaje są najwyższym łańcuchem górskim na Ziemi. Amplitudę himalajskich płaszczowin A. GANSSER (1964) ocenia na co najmniej 400 km, inni badacze podają jeszcze większe wartości.

Nieustannie podsuwanie się Hindostanu pod Eurazję (już na ponad 1 500 km) w kenozoiku doprowadziło do znacznego (ponad 4 000–5 000 m!) „wybrzuzenia” obszernego regionu pozafrontalnego i powstania obecnej Wyżyny Tybetańskiej. Ten sam – trwający nadal – proces kolizyjny jest odpowiedzialny za zamknięcie wschodnich obrzeży Tetydy, powstawanie łuków wyspowych (Andamański i Nikobarski), Gór Birmańskich oraz „wybrzuzień” lądowych w krawędziowej części Indochin (Wyżyna Arakan Yoma w Birmie i inne).

Specyfika procesów tektonicznych zachodzących w strefie kolizji, tym razem przed frontem wypiętrzenia, polega na formowaniu się w obrębie szwu przystykowego osłabionej tektonicznie strefy tzw. rowu podgórskiego. Strefa ta służy za miejsce gromadzenia się osadów kontynentalnych (molasowych), wynoszonych na podgórską równinę przez liczne rzeki górskie, których zasobność oraz siła erozyjna i moc transportowa rosną wraz z wypiętrzaniem gór (formowanie się bariery orograficznej, przechwytywanie opady, rozwój zlodowacenia itd.). Progresywnie gromadzące się osady aluwialne powodują wginanie zanikającej pod frontem kolizji skorupy i stopniowe tworzenie się podłużnej depresji przedgórskiej. Obszar depresji w przypadku opisywanego regionu jest wykorzystywany przez doliny Gangesu i Brahmaputry. Miąższość zgromadzonych w niej w ciągu ostatnich 10 mln lat osadów sięga już 7,6 km (GANSSER, 1964; DAHAL, 2006).

Północno-wschodni i wschodni dryft płyty indoaustralijskiej i jej nacieranie na południowoazjatyckie obrzeża kontynentalne trwa do dziś. Szacuje się, że prędkość nacierania wynosi 6–7 cm rocznie, a tempo wypiętrzenia obszarów przy froncie kolizji osiąga kilka milimetrów rocznie (Himalaje około 5–7 mm). To oznacza niezwykle wysoką aktywność sejsmiczną

Himalajów oraz występowanie od czasu do czasu silnych trzęsień ziemi o wysokiej magnitudzie (DAHAL, 2006).

Podsumowując, Himalaje są górami bardzo młodymi, nadal aktywnie kształtowanymi. Rzeźba całego ich obszaru wykazuje wybitnie strukturalny charakter, obfituje w wyraźne granice krawędziowe, a przełomy rzeczne mają naturę antecedentną. Na wysoką aktywność tektoniczną wskazuje też bardzo duże natężenie procesów geomorfologicznych (erozja, gigantyczne obrywy i osuwiska górskie).

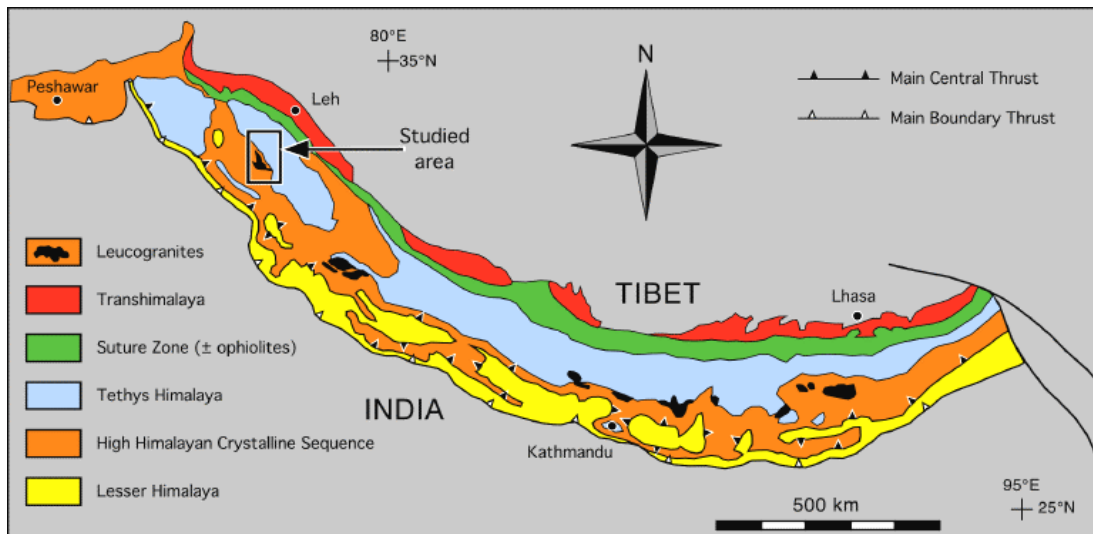
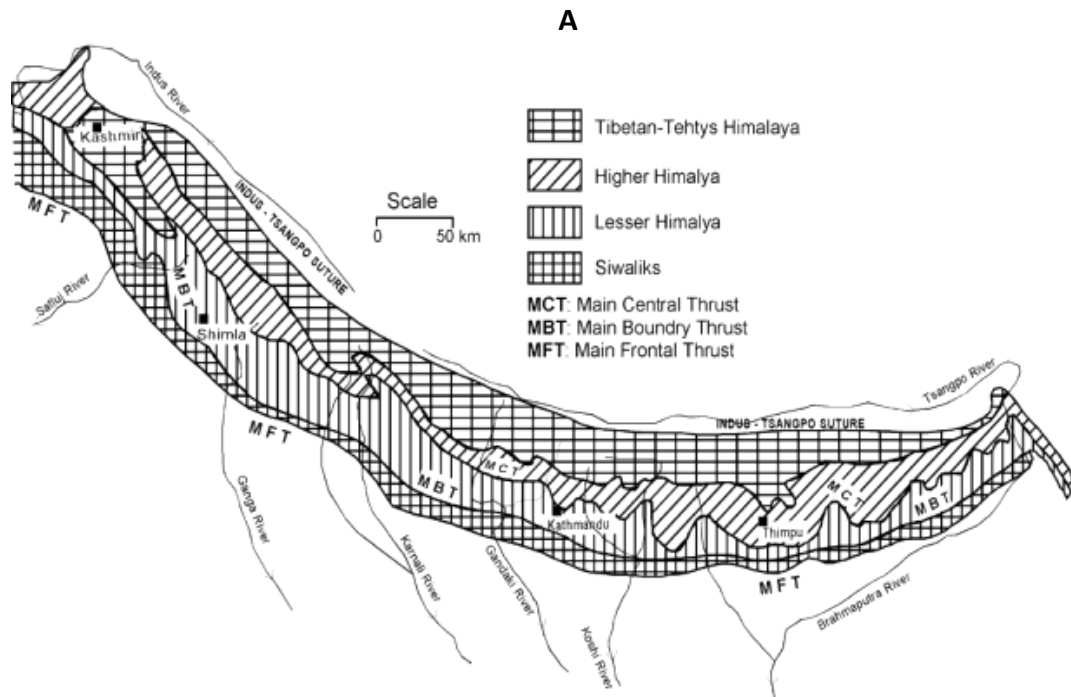
Budowa geologiczna

Budowa geologiczna Himalajów wybitnie odzwierciedla ich historię tektoniczną. Generalnie ukształtowała się pasmowa struktura występowania serii (kompleksów) skał o różnym wieku i litologii (rys. 3 A i B), nawiązująca w znacznym stopniu do poszczególnych nasunięć (płaszczowin).

W obrębie północnego obrzeża Wielkich Himalajów wyróżnia się szerszą (około 100 km) strefę – synklinorium *Himalajów Tetydy*, zbudowaną ze słabo zmetamorfizowanych, ale silnie sfałdowanych osadów od proterozoiku (gondwańskie) do eocenu (tetydzkie) (*Tibetan-Tethys Himalaya* na rys. 3 A, *Tethys Himalaya* na rys. 3 B) oraz węższą (około 20–30 km) strefę *Wielkich Himalajów (Higher Himalaya, High Himalayan Crystalline Sequence)* z wypiętrzoną trzonem krystalicznym (granity, gnejsy, marmury) i fragmentami zmetamorfizowanych kompleksów osadowych (mezozoicznych – Synklina Tandi, Region Warwan, permskich – Region Tschuldo, ordowicko-kambryjskich – Obszar Sarchu itd.). W budowie południowego megastoku Wielkich (Wysokich Himalajów) uczestniczy Płaszczowina Khumbu, zbudowana ze średnio- i silnie zmetamorfizowanych utworów proterozoiku i dolnego kambriu.

Następna ku południowi jednostka tektoniczno-geologiczna to strefa *Niskich Himalajów*. Tworzą ją gondwańskie (z górnego proterozoiku i dolnego kambriu), litologicznie zróżnicowane, zmetamorfizowane skały płaszczowin Katmandu (gnejsy, łupki łuszczkowe, fylity) i Nuvakot (wapień, dolomity, łupki, kwarcyty), pokrywające prekambryjskie utwory krystaliczne napierającego Hindustanu (rys. 3). Strefę tę cechuje: obfite występowanie uskoków i przesunięć, tektonopochodnych inwersji stratygraficznych, znaczny stopień sfałdowania skał, intruzje granitowe ($1\ 840 \pm 70$ Ma). Utwory tej strefy czasami mogą być obserwowane również w oknach tektonicznych Wielkich Himalajów (np. w oknach Kishtwar czy Larji-Kulu-Rampur).

Zewnętrzna strefę Siwalik (*Subhimalaya, Siwaliks* na rys. 3 A, 4, brak strefy na rys. 3 B) budują fałdowane molasowe utwory miocenu i wczesnego plejs-



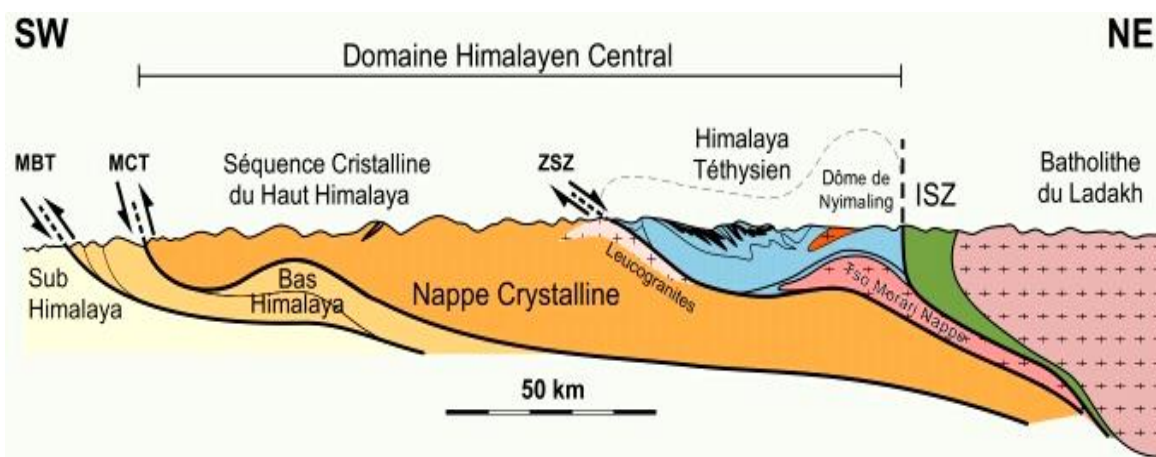
Rys. 3. Podział Himalajów na strefy tektoniczno-geologiczne:
 A – stary, nieco zmodyfikowany schemat na podstawie klasycznego opracowania A. GANSSERA (1964) (zmodyfikowano przez: DAHAL, 2006), B – obecnie obowiązujący schemat (wg *Encyclopaedia Britannica Online*)

Рис. 3. Подразделение Гималаев на тектоно-геологические зоны:

A – старая, несколько модифицированная схема на основании классической работы А. GANSSER (1964) (модифицировано: DAHAL, 2006), B – современная схема (по *Encyclopaedia Britannica*)

Fig. 3. The division of the Himalayas on to tectonic-geological zones:

A – old, slightly modified scheme based on classical studies of A. GANSSER (1964) (modified by DAHAL, 2006), B – currently applicable scheme (after *Encyclopaedia Britannica Online*)



Rys. 4. Poprzeczny przekrój tektoniczno-geologiczny przez Himalaje (DÈZES, 1999)
 Рис. 4. Поперечный геолого-тектонический разрез Гималаев (по: DÈZES, 1999)
 Fig. 4. Tectonic-geological cross-section across the Himalayas (DÈZES, 1999)

tocenu serii Mari (*Muree*) i Dolnego Siwaliku (przeważnie utwory terygeniczne z rozmycia starszych skał krystalicznych – piaskowce łyszczykowe) oraz utwory pochodzące z rozmycia wznoszących się Himalajów (piaskowce gruboziarniste, konglomeraty – seria Górnego Siwaliku, będąca wg T. HAGENA (1969) odpowiednikiem strefy „*folded Molasse*” z północnego obrzeża Alp). Klastyczne utwory Siwaliku są nasunięte (i proces ten trwa) na czwartorzędowe aluwia doliny Gangesu i Brahmaputry, wskazując na współczesną aktywność orogeniczną Himalajów.

Doliny Indusu i Tsangpo (Brahmaputry) oddzielają Himalaje z północy od geologicznych struktur Tybetu – strefy Transhimalajów (rys. 3 B). Wykształcone zostały w strefie przejściowej, zwanej *strefą Suture Indusu* (*Indus Suture Zone*, *Indus-Yarlung-Tsangpo Suture Zone* itd.). Strefę tę uważa się za frontalny obszar kolizji płyty indyjskiej ze strukturami tektonicznymi Eurazji (batolitem ladakhskim i blokiem Karakorum-Lhaskiego). Strefę szwu („*suture*”) cechuje występowanie melanżu ofiolitowego, reliktywnych (z okresu Tetydy – jury-kredy) utworów wulkanicznych (bazaltów, dacytów, poduszkowych law) oraz osadów molasowych, pochodzących z rozmycia zarówno struktur tybetańskich (batolitu ladakhskiego), jak i himalajskich (Himalajów Tetydy). Utwory molasowe mają wiek postkolizyjny (głównie eoceński). Strefa ta zamyka geologicznie Himalaje od północy.

Surowce mineralne

Surowce mineralne Himalajów są ściśle związane z ich historią oraz budową geologiczną. W Nepalu, na przykład, w strefie utworów krystalicznych i metamorficznych odkryto rudy żelaza (ponad 10 złóż), miedzi (ponad 25 złóż), cynku (5), ołowiu (7), niklu

(5), kobaltu (6), złota (15), platyny, srebra (JABLOKOW, 1964). Wśród surowców niemetalicznych w skali przemysłowej występują kopaliny, związane z seriami metamorficznymi (złoża barytu, łyszczyków, talku, kwarcu, grafitu), Płaszczowin Katmandu i Nuvakot oraz słabo- lub niezmetamorfizowanymi utworami Małych Himalajów i Siwaliku (marmury, dolomity, wapienie, gliny, ochra i inne). Odrębną prowincję surowcową stanowi przedpole Himalajów – aluwialna dolina Indusu-Gangesu-Brahmaputry, w której potężnych seriach osadów występują: ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel brunatny i kamienny, sól, gips, torf itd. W niektórych regionach u podnóża Wielkich Himalajów (dorzecze rzeki Arun, okolice Dżankuty i in.) z aluwii rzecznych wydobywa się beryl (jako kamień szlachetny).

Należy jednak zauważyć, że ze względu na słaby rozwój gospodarczy większości państw himalajskich, stopień rozpoznania ich terytorium odnośnie do zasobów mineralnych jest bardzo zróżnicowany i na ogół niski.

RZEŻBA

Ogólny plan orograficzny

Na mapach w małej skali (świata, Azji czy nawet Azji Południowej) Himalaje wyglądają jak dość spójne, wąskie pasmo, rozciągające się łukiem z północo-zachodu na południo-wschód i dalej na wschód. W rzeczywistości, góry te nie są tak zwarte. Ciągi równoległych, stopniowo wznoszących się grzbietów, nawiązujących do głównych płaszczowin tektonicznych, w skali całego pasma rozpadają się na kilka większych części (*Himalaje Zachodnie* czy *Północno-Zachodnie*, *Centralne* i *Wschodnie*) oraz na liczne grupy górskie (tzw.

Himal), oddzielone od siebie głębokimi poprzecznymi dolinami Indusu, Satledżu, Karnali, Kalinandaki, Arunu, Brahmaputry i innych, nieco mniejszych rzek.

Jest to związane ze szczególną okolicznością ewolucji geomorfologicznej systemu górskiego Himalajów, polegającą na tym, że doliny większych rzek zaczęły się kształtować w jego tylnej (tybetańskiej) części jeszcze przed aktywnymi fazami wypiętrzenia głównego pasma górskiego. W miarę wypiętrzenia, płynące na południe rzeki wcinały się w strefy uskokowe tworzących się (i pękających w poprzek) płaszczowin-pasm, szybko pogłębiając swoje doliny i rozbijając rosnące pasma na odrębne części. Rzeki te mają więc wyraźnie epigenetyczny, antecedentny charakter. Z tego też powodu, grzbiet Wielkich Himalajów nie tworzy obecnie regionalnego działu wodnego: ten ostatni przebiega znacznie dalej na północ – grzbietami górskimi południowej części Wyżyny Tybetańskiej (Transhimalajów).

Himalaje Zachodnie (Północno-Zachodnie, Pendżabskie)

Ciągną się w kierunku zbliżonym do południkowego od przełomu Indusu (na północo-zachodzie, 72°28'E) do przełomowej doliny rzeki Satladż na południowoschodzie (78°25'E). Długość systemu górskiego wynosi 550 km przy szerokości 280–300 km. Od północy jest ograniczony rowem Indusu wraz z opadającymi stokami Ladakhu, od południa – linią podnóża Siwaliku. Jest to najszersza część całego pasma Himalajów o wyraźnie zaznaczającej się dywergencji (rozchodzeniu, rozdzieleniu) grzbietów górskich i formowaniu się obszernych kotlin śródgórskich.

Himalaje Centralne

Obejmują przestrzeń pomiędzy doliną Satladżu na zachodzie (78°25'E) i przełomem rzeki Arun na wschodzie (87°24'E). Długość Centralnych Himalajów wynosi około 1 200 km, szerokość 250–280 km. Rubież północna systemu to podłużne doliny Indusu i Tsangpo, a kraniec południowy przebiega wzdłuż granicy Siwaliku z Niziną Hindustańską.

Himalaje Wschodnie

Himalaje Wschodnie położone są na wschód od rzeki Arun i ciągną się na odcinku 650–700 km aż do przełomowej doliny Tsangpo-Brahmaputry (94°42'E). Na północy są one oddzielone od Tybetu szeroką (80 km) i głęboką doliną rzeki Tsangpo, stanowiącą aktywny szew kolizyjny płyt tektonicznych, a ich granicę południową, jak w poprzednich przypadkach, stanowi coraz bardziej wyraźna południowa krawędź Pasma

Siwaliku. Himalaje Wschodnie zwężają się kosztem głównie Siwaliku, pasa kotlin śródgórskich, a częściowo i Małych Himalajów do szerokości 150 km.

Rzeki niższego (od wspomnianych) rzędu, dzielą trzy wspomniane części Himalajów na nieco mniejsze jednostki (np. Himalaje Kumaońskie, Garnchwalskie, Sikkimskie czyli Asamskie itd.), te zaś – chociaż czasami nazwy pokrywają się, tzn. dotyczą regionu tej samej wielkości – na odrębne grupy i masywy górskie mające własne nazwy, zwane w Nepalu – Himal (np. *Kanczendzonga Himal*, *Umbhak Himal*, *Lumbasamba Himal*, *Jaljala Himal*, *Khumbakarna Himal*, *Mahalangur Himal*, *Rolwaling Himal*, *Langtang Himal*, *Ganesh Himal*, *Gorkha Himal* itd.) (KURCZAB, 2002). Należy jednak zauważyć, że podział na „Himale” obowiązuje tylko na poziomie Wielkich (Wysokich) Himalajów. Nazwa Himal nie dotyczy już Małych Himalajów (poza kilkoma wyjątkami), nie mówiąc już o Siwaliku.

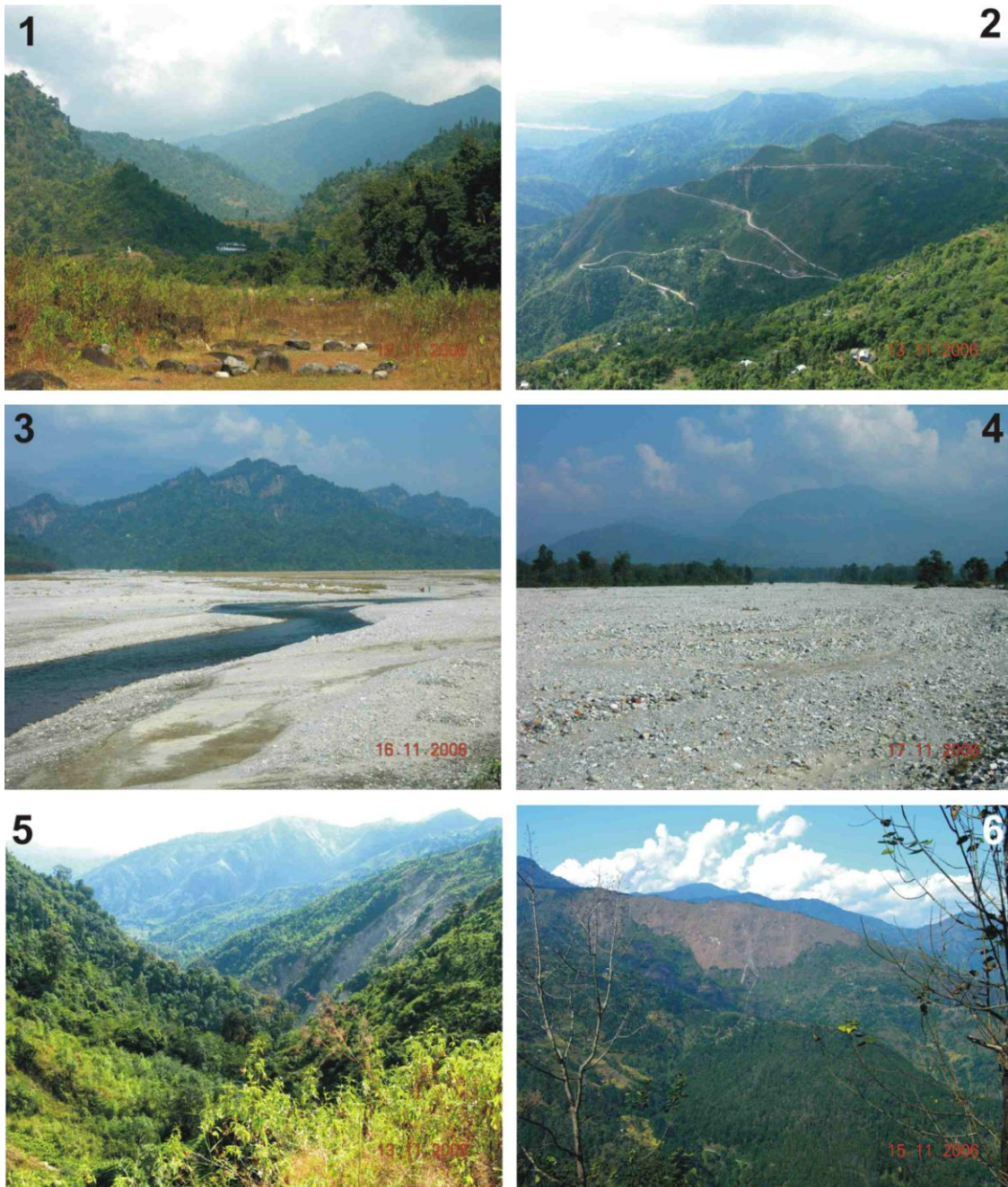
Strefy geomorfologiczne

Mimo pewnych różnic w ogólnym planie orograficznym, wszystkie wspomniane wyżej części „poprzeczne” i większe grupy pasma Himalajów cechuje w zasadzie podobna pasmowa struktura geomorfologiczna. Począwszy od aluwialnej Niziny Hindustańskiej i Brahmaputry, w systemie górskim wyraźnie zaznaczają się w kierunku północnym trzy stopnie wysokościowe, odpowiadające: Pasmu Siwaliku, Niskim Himalajom oraz Wielkim Himalajom i nawiązujące do poszczególnych płaszczowin i wzniesień strukturalnych. Wspomniane pasma są oddzielone pasami dolin i kotlin śródgórskich, wykształconych wzdłuż frontalnych części nasunięć.

Pasma Siwalik (*Subhimalaje*, *Himalaje Zewnętrzne*) stanowi pierwszy, najniższy stopień hipsometryczny. Budują go niskie grzbiety górskie o wysokości od 500 do 1 500 m n.p.m., a czasami nawet do 2 500 m. Szerokość Pasma waha się od 20–50 km w Himalajach Północno-Zachodnich i Wschodnich do 8–25 km – w Himalajach Centralnych. Na zachodzie Pasma składa się z serii równoległych grzbietów i grzęd o wysokości 700–1 000 m n.p.m., które na skrajnym północo-zachodzie wznoszą się do 2 000–2 500 m. W innych częściach Siwaliku średnie wysokości wynoszą 600–1 500 m n.p.m., również sięgając 2 500 m. Najważniejsze grzbiety i grzbiety to: Solasinghi, Dhang, Dundwa, Srmeshvar, Churpiaghati, Baksa, Dzainti, Aka, Dapchal, Abor i inne. Zwykle południowe stoki grzbietów są łagodniejsze (5–10°), z dużymi stożkami u podnóża, a północne – strome (40–45°), czasami wręcz urwiste. Na mapach topograficznych, geologicznych, a nawet na obrazach satelitarnych widać, że ogólny rysunek sieci rzecznej pasma jest silnie uzależniony od planu strukturalnego obszaru.

Nad doliną Gangesu i Brahmaputry góry wznoszą się do 500–800 m n.p.m. w postaci stromego wału, pociętego V-kształtnymi dolinami-ujściami wypły-

wających rzek górskich (fot. 1-1). Pasma jest silnie rozczłonkowane przez doliny rzek o głębokości 400–1 500 m (fot. 1-2), wynoszących na podgórską równinę ogromne ilości aluwii (fot. 1-3, 1-4).



Fot. 1. Pasma Siwaliku w Himalajach Sikkimu:

1 – charakterystyczny kształt dolin, rozcinających krawędziowy wał Pasma, 2 – frontalna część Pasma, rozczłonkowana dolinami rzek, 3–4 – koryta rzek podgórskich, obficie wypełnione aluwiami, 5 – świeże osuwisko na stromym zboczu doliny, 6 – „blizna” poosuwiskowa (foto W. Andrejczuk)

Фот. 1. Хребет Сивалик в Сиккимских Гималаях:

1 – характерный облик долин, рассекающих краевую часть хребта, 2 – фронтальная часть хребта, расчлененная речными долинами, 3–4 – русла предгорных рек, заполненные аллювием, 5 – свежий оползень на крутом склоне речной долины, 6 – пооползневое обнажение (фот.: В. Андрейчук)

Phot. 1. Sivalik Ridge in Himalayas of Sikkim:

1 – characteristic shape of the valleys, slitting the edge of the Ridge, 2 – frontal part of the Ridge, divided by river valleys, 3–4 – foothill riverbeds generously filled with alluvia, 5 – fresh landslide on the steep slope of the valley, 6 – the "scar" after landslide (photos by V. Andreychouk)

Charakterystycznym elementem morfologicznym Pasma są *duny* – obszerne podłużne, wrzecionowate płaskodenne doliny, oddzielające równoległe grzbiety. Duny (ang. – *duns*) są pochodzenia tektonicznego, zwykle wypełnione żwirami. Najlepiej wykształcone duny (jak np. Dolina Dehradun) nawiązują do strefy kontaktu Siwaliku i Niskich Himalajów, zwanej Głównym Nasunięciem Granicznym (MBT – *Main Boundary Thrust*) i stanowiącej frontalną część płaszczowiny Nuvakot, składającej się wraz z płaszczowiną Katmandu na Małe Himalaje.

Pasma Siwaliku jest najmłodszym elementem zarówno geologicznym, jak i geomorfologicznym całych Himalajów, będącym w trakcie aktywnej orogenezy (nasunięcie, fałdowanie, tworzenie się rozłamów i uskoku). O młodości i współczesnej aktywności jego struktur geologicznych i geomorfologicznych, świadczą rozwijające się fałdy w molasowych osadach czwartorzędowych oraz wybitnie strukturalny charakter rzeźby.

Małe Himalaje (*Niskie Himalaje, Środkowe Himalaje, Himachal, Midlans*) tworzą następną – środkową, przejściową (do Wielkich Himalajów) – poziom hipsometryczną. Szerokość tego środkowego stopnia wynosi 90–130 km w Północno-Zachodnich Himalajach oraz 60–80 km – w Centralnych i Wschodnich. W Nepalu obszar Małych Himalajów najczęściej jest dzielony (geomorfologicznie i fizjograficznie) na trzy odrębne jednostki: pasmo *Mahabharat, Midlands i Fore Himalayas*.

Szczyty górskie Niskich Himalajów wznoszą się stopniowo na wysokość 2 500–4 500 m n.p.m., a w poszczególnych przypadkach – na ponad 5 000 m. Na północo-zachodzie orograficznym przedłużeniem Niskich Himalajów są grzbiety Dhauladhar (*Dhauladhar* – 2 500–3 000 m n.p.m., indyjski stan Himachal Pradesh) oraz Pir Pandźal (*Pir Panjal* – 3 600–4 500 m), którego kulminacje sięgają 5 290 m n.p.m. (stan Dżammu i Kaszmir). Pomiędzy Pir Pandźalem a Wysokimi Himalajami (Himadri) położona jest Kotlina Kaszmirka. Pir Pandźal wyróżnia się zwartą, skalistą rzeźbą, stromymi urwistymi ścianami. Poprzeczne uskoki tworzą na grzbiętach „siodła” i służą mieszkańcom tego regionu za przejścia (tzw. *piry*). Rzeźba obszaru ma charakter alpejski, cechuje się dużą liczbą jezior polodowcowych (morenowych), np. jezioro Sum-Sar. Geolodzy wskazują na wysoką aktywność tektoniczną obszaru, sugerując, że w plejstocenie Pir Pandźal wznosił się na ponad 2 500 m n.p.m!

W kierunku południowo-wschodnim strefa orograficzna Małych Himalajów (mniej więcej od południka Dhaulagiri w Wielkich Himalajach) nieco się zwęża i obniża. Za Satladżem (Kumańskie Himalaje) równoleżnikowo ciągnące się grzbiety Nang Tibba i Pasma Mahabharat stopniowo wznoszą się w kierunku wschodnim do 2 500–3 000 m n.p.m., nieco

opadając (do 2 000 m) za Kotliną Katmandu. Pasma położone na północ od nich (w stronę Wielkich Himalajów) stają się coraz wyższe – do 4 000, a nawet 5 500 m n.p.m. i więcej. W Małych Himalajach brak współczesnego zlodowacenia, istnieją natomiast świadectwa zlodowaceń plejstoceniowych (moreny w dolinach rzek na wysokości 1 550–2 000 m n.p.m.).

Na wschodzie w Małych Himalajach (Himalaje Wschodnie) następuje pewna zmiana planu orograficznego: równoleżnikowy ciąg grzbiętów górskich stopniowo zanika. Najwyraźniej zaznacza się przedłużenie Pasma Mahabharat (Mahabharat-Lekh), przechodzące w Sikkimie w grzbiet Dardźyling (2 000–2 500 m n.p.m.) ze szczytem Tanglu (3 063 m). Reszta grzbiętów i masywów górskich, takich jak Góry Duar, Dafla, Miri oraz grzbiet Abor, wznoszą się już do 3 000–4 000 m i są faktycznie poprzecznymi odgałęzieniami Wysokich Himalajów, opadającymi w kierunku południowym.

Wzdłuż północnych peryferii Małych Himalajów, nawiązujących do ich tektonicznej granicy z Wielkimi Himalajami (granica MCT – *Main Central Thrust*, por. rys. 3), znajduje się przerywany pas kotlin śródgórskich (podobnych do *dun* pomiędzy Siwalikiem i Niskimi Himalajami). Największe i najbardziej znane spośród nich to Kotlina Kaszmirka w Północno-Zachodnich Himalajach oraz Kotlina Katmandu – w Centralnych. Dolina Kaszmiru słynie z surowych, malowniczych krajobrazów górskich i uważana jest za jedno z najpiękniejszych miejsc na Ziemi. Dolina położona jest na wysokości 1 600 m n.p.m., jej długość wynosi 192 km, szerokość 64 km. Dolina Katmandu ma nieco mniejsze rozmiary: odpowiednio 1 350–1 400 m n.p.m., 35 km i 25 km. W pasie tym są położone również inne, mniejsze depresje, wykorzystywane (jak również kształtowane) przez większe rzeki: Alakanda, Korioli, Bheri, Sun Kosi i inne. Wkraczając w strefę graniczną, spływające z Wielkich Himalajów rzeki, zmieniają w obrębie pasa kierunek biegu na równoleżnikowy, a po odnalezieniu „przejścia” (zazwyczaj uskoku) znowu skręcają na południe, rozcinając dzikimi wąwozami pasmo Mahabharat.

Na zboczach większych kotlin, np. Kaszmirskiej i Katmandu, wyraźnie zaznaczają się serie poziomów terasowych, świadczące o tym, że w plejstocenie kotliny te niejednokrotnie były wypełnione wodą (jeziora). Ze względu na wypełnienie osadami mają one płaskodenny charakter. W najniższych częściach dna Kotliny Kaszmirskiej pozostało kilka akwenów reliktowych. W kształtowaniu geomorfologicznym kotlin, szczególnie w Himalajach Północno-Zachodnich, znaczny udział miały procesy lodowcowe (transport materiału do kotlin, gromadzenie się osadów morenowych, zasilanie jezior), chociaż w Himalajach Centralnych rola czynnika glacialnego jest mocno dysku-

towana. Uważa się, że pograniczne depresje tego regionu mogą reprezentować fragmenty reliktowych sięci rzecznych (PESTOWSKI, 1962). Opiswane kotliny, szczególnie większe, są w znacznym stopniu zagospodarowane. W Kotlinie Katmandu jest skupiona większa część ludności całego Nepalu.

Wielkie Himalaje (*Wysokie Himalaje, Himadri, Higher Himalaya*) tworzą gigantyczny alpejski grzbiet (Główny Grzbiet Himalajski), wznosząc się na średnią wysokość 6 000 m n.p.m. Wiele jego szczytów (aż 66) przekracza 7 000, a nawet 8 000 m n.p.m. (15) (por. tab. 1). Najwyższe szczyty to zwykle skaliste złodowacone kulminacje obszernych masywów czy grup górskich (Himal), w których wysokość 7 500–8 000 m może przekraczać kilka szczytów (np. Kanczendzonga 8 586 m n.p.m., Kanczendzonga Zachodnia – Yalung Kang 8 505 m, Kanchendzonga Południowa 8 476 m, Kanczendzonga Środkowa około 8 490 m). Podobnie jest z potężnym masywem Czomolungmy (grupa Khumbu Himal, in. Mahalangur Himal), w którego

skład wchodzi: najwyższy szczyt świata Mount Everest (*nepal*. Sagarmatha, 8 848 m n.p.m.), Lhotse (8 511 m), Nuptse (7 879 m) i Changtse (7 553 m) (KURCZAB, 2002). Inne wysokie szczyty należące do Khumbu Himal to: Gyachung Kang (7 922 m) i Cho Oyu (8 153 m). Ze stoków Cho Oyu spływa największy lodowiec w Nepalu – Ngozumpa, o długości 18 km. W grupie Annapurny również wznosi się wiele wysokich szczytów: Annapurna I (8 091 m n.p.m.), Annapurna II (7 937 m), Fang (in. Baraha Sikhar: 7 647 m), Annapurna III (7 555 m), Gangapurna (7 454 m) i kilka innych przekraczających 7 000 m. Podobnie jest z Manaslu (Manaslu – 8 156 m n.p.m. oraz Manaslu Południowo-Wschodnie – 8 010 m) i Lhotse (Lhotse 8 516 lub 8 511 m, Lhotse Środkowy – 8 430 m oraz Lhotse Shar – 8 400 m). Dlatego liczba ośmiotysięczników podawana w różnych źródłach waha się od 11 do 15. Tabela 1 przedstawia wszystkie dość wyraźnie wyodrębniające się szczyty o wysokości ponad 6 000 m n.p.m.

Tabela 1. Najwyższe szczyty Himalajów, przekraczające wysokość 6 000 m n.p.m. (*Encyclopaedia Britannica, Himalayan Encyclopaedia, Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills*)

Таблица 1. Высочайшие пики Гималаев, превышающие 6 000 м а.б.с. (*Encyclopaedia Britannica, Himalayan Encyclopaedia, Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills*)

Table 1. The highest peaks of the Himalayas, exceeding the height of 6 000 m a.s.l. (*Encyclopaedia Britannica, Himalayan Encyclopaedia, Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills*)

Lp.	Szczyt	Wysokość [m n.p.m.]		Szczyt	Wysokość [m n.p.m.]
1.	Mount Everest	8 850	66.	Machhapuchhare	7 000
2.	Kanczendzonga	8 586	67.	Kangguru	6 979
3.	Lhotse	8 516	68.	Kedarnath	6 940
4.	Kanczendzonga Zach.	8 505	69.	Panchachuli	6 904
5.	Kanczendzonga Płd.	8 476	70.	Thalay Sagar	6 904
6.	Makalu	8 462	71.	Kanjiroba	6 883
7.	Lhotse Środkowe	8 430	72.	Nandakot	6 861
8.	Lhotse Shar	8 400	73.	Ama Dablam	6 856
9.	Cho Oyu	8 201	74.	Bhagirathi	6 856
10.	Dhaulagiri	8 167	75.	Kedarnath Dome	6 831
11.	Manaslu	8 156	76.	Leo Pargial	6 816
12.	Nanga Parbat	8 125	77.	Reo pargil	6 816
13.	Annapurna	8 091	78.	Khangri Shar	6 811
14.	Shisha Pangma	8 013	79.	Maiktoli	6 803
15.	Manaslu Płd-Wsch.	8 010	80.	Drangnag Ri	6 801
16.	Manaslu East	7 992	81.	Jichu Drake	6 794
17.	Gyachung Kang	7 952	82.	Kangtega	6 782
18.	Annapurna 2	7 937	83.	Tsjangabang	6 756
19.	Ngoyumba Kang	7 916	84.	Pethangtse	6 738
20.	Ngadi Chuli	7 871	85.	Lingtren	6 714
21.	Nuptse	7 861	86.	Cho Polu	6 695

22.	Kangbachen	7 858	87.	Lungser Kangri	6 666
23.	Chomo Lonzo	7 818	88.	Panwali Dwar	6 663
24.	Nanda Devi	7 817	89.	Khumbutse	6 636
25.	Namche Barwa	7 782	90.	Thamserku	6 623
26.	Zemu Gap Peak	7 780	91.	Nandakhat	6 611
27.	Namchabarva	7 757	92.	Nilkantha	6 597
28.	Kamet	7 756	93.	Rangrik Rang	6 553
29.	Kangchenjunga North	7 741	94.	Shivling	6 543
30.	Jannu	7 710	95.	Tawetse	6 542
31.	Gurla Mandata	7 694	96.	Karyolung	6 511
32.	Baraha Shikar	7 647	97.	Kartse	6 507
33.	Saipal	7 619	98.	Singu Chuli	6 501
34.	Shisper Pak	7 611	99.	Gori Chen	6 488
35.	Changtse	7 580	100.	Cholatse	6 440
36.	Gangkar Punsum	7 570	101.	Langshisha Ri	6 427
37.	Annapurna 3	7 555	102.	Chulu West	6 419
38.	Gangapurna	7 545	103.	Peak Europa	6 403
39.	Kula Kangri	7 538	104.	Kang-Yatze	6 400
40.	Ganesh Himal	7 429	105.	Suitilla	6 373
41.	Skil Brum	7 360	106.	Kusum Kangguru	6 367
42.	Cho Aui (Nangpai Gosum I)	7 351	107.	Lal Qil'ah	6 349
43.	Chamlang	7 319	108.	Saribung	6 346
44.	Kabru	7 317	109.	Jogin li	6 340
45.	Chomolhari	7 314	110.	Changuch	6 322
46.	Putha Hiunchuli	7 246	111.	Banderpunch	6 316
47.	Langtang Lirung	7 227	112.	Nanda Ghunti	6 309
48.	Khartaphu	7 227	113.	Mount Debachen	6 265
49.	Baruntse	7 220	114.	Swargarohini	6 252
50.	Annapurna South	7 219	115.	Kalindi	6 188
51.	Nojinkangsang	7 206	116.	Mount Rubal Kang	6 187
52.	Langtang Ri	7 205	117.	Imja Tse	6 183
53.	Menlungtse	7 181	118.	Kwangde	6 178
54.	Pumori	7 161	119.	Nirekha Peak	6 169
55.	Chaukhamba 1	7 138	120.	Stok Kangri	6 121
56.	Nun Kun	7 135	121.	Lobuche East	6 119
57.	Api	7 132	122.	Flat Top	6 100
58.	Trisul	7 120	123.	Pharchoma	6 100
59.	Baltistan Peak	7 100	124.	Pisang Peak	6 091
60.	Loengpogang	7 083	125.	Chulu (Far) East	6 059
61.	Dunagiri	7 066	126.	Kinner Kailash	6 050
62.	Nilgiri	7 061	127.	Pharilapcha	6 017
63.	Lhakpa Ri	7 045	128.	Rhonti	6 010
64.	Ratna Chuli	7 035	129.	Deo Tibba	6 001
65.	Palung Ri	7 013			

Najwyższą częścią całego łuku himalajskiego są Himalaje Centralne, w tym Nepalskie. Znajduje się tu 8 spośród 14 najwyższych szczytów Ziemi, przekraczających wysokość 8 000 m n.p.m. Trzy z nich leżą całkowicie w granicach Nepalu (Manaslu, Annapurna i Dhaulagiri), cztery – na granicy nepalsko-chińskiej (Cho Oyu, Everest, Lhotse i Makalu), jeden – na granicy z Indiami (a właściwie z Sikkimem – Kan-

czendzonga) (KURCZAB, 2002). Najwyższym szczytem w Himalajach Północno-Zachodnich jest Nanga-Parbat (8 125 m n.p.m.), w Centralnych (a także w całych Himalajach i na świecie) – Mount Everest (8 848 lub 8 850 m n.p.m.)⁴ (fot. 2), a w Himalajach Wschodnich – Namcharbarva (Namcha Barva) – 7 757 m n.p.m. (wg innych źródeł – 7 782 m).



A



B

Fot. 2. Najwyższa góra świata – Mount Everest:

A – widok od strony północnej (chińskiej, tybetańskiej). Fot. Luca Galuzzi (*Encyclopædia Britannica Online*), B – widok od strony południowo-wschodniej (nepalskiej). Fot. Daniel Bruns (październik, 2011)

Фот. 2. Самая высокая гора Земли – Эверест:

A – вид с севера (со стороны Китая, Тибета). Фот. Luca Galuzzi (*Encyclopædia Britannica Online*), B – вид с юго-востока (со стороны Непала). Фот.: Daniel Bruns (Октябрь, 2011)

Photo. 2. The highest mountain in the world – Mount Everest:

A – view from the north (Chinese, Tibetan). Phot. by Luca Galuzzi (*Encyclopædia Britannica Online*), B – view from the southeast (Nepalese). Phot. by Daniel Bruns (October, 2011)

⁴ Ang. – *Mount Everest*, sanskr. i nepal. – *Sagarmatha* (“*Władca Świata*”), tybet. – *Chomolungma* (“*Bogini – Matka Świata*”), chin. – *Zhumulangma Feng*.

Masywy górskie, ich ciągi i odgałęzienia obfitują w strome ściany o wysokości ponad 1 km, górujące nad głębokimi wijącymi się dolinami, którymi spływają potężne lodowce. Jest to bardzo surowa, zaśnieżona wysokogórska kraina, gdzie na szeroką skalę zachodzą procesy niwacji i wietrzenia mrozowego. Rzeźba lodowcowa dominuje w tym wysokogórskim krajobrazie również poniżej wysokości 5 000–6 000 m n.p.m. (poniżej linii wiecznego śniegu), co jest związane ze zlodowaceniami plejstoceniowymi. Doliny i bezodpływowe kotliny (szczególnie w północnej części Wielkich Himalajów – Himalajów Tetydy) często są wypełnione osadami lodowcowymi. Linia śniegu w Wielkich Himalajach przebiega na wysokości od 5 400 (Himalaje Wschodnie) do 6 100 m n.p.m. (Himalaje Północno-Zachodnie, Pendżabskie). Wynika to ze wzrostu suchości klimatu w kierunku północno-zachodnim.

Duże rozczłonkowanie rzeźby Wielkich Himalajów oraz znaczne (do 3–4 km) deniwelacje przydają krajobrazom tej krainy wysokiej kontrastowości, a gama dominujących kolorów – od soczystej zieleni lasów i łąk po biel zaśnieżonych szczytów i granat nieba – niezwykle malowniczości. Pod tym względem szczególnie wyróżnia się obszar Wschodnich Himalajów, których rzeźba wysokogórska, wskutek silnego rozczłonkowania tektonicznego, obfitych opadów monsunowych oraz najniższego położenia linii śniegu, jest najbardziej zróżnicowana w całych Himalajach. Linia grzbietowa pasm górskich jest tu „zębata”, obficie występują wiszące i dolinne lodowce oraz lodowczyki, wypływające z licznych cyrków i karów. Jest tu mnóstwo wodospadów. Piętro niwalne i piętro lasów zbliżają się tu do siebie na minimalną dla całych Himalajów odległość.

Himalaje Tetydy (*Himalaje Tybetańskie*) są ostatnią, najdalej na północ wysuniętą jednostką geomorfologiczną himalajskiego systemu górskiego. Jej szerokość dochodzi do 80–110 km. Położone są za względnie wąskim, wijącym się, miejscami poprzerywanym, ciągiem zlodowaconych masywów górskich Wielkich Himalajów. Cechują je niższe wysokości (4 000–4 500, w kilku przypadkach do 6 000–7 000 m n.p.m.), mniejsze deniwelacje, wykształcenie wysokich, rozciętych dolinami, wzgórz i płaskowyżów (np. Rupszu czy Deosaj na północo-zachodzie), dominacja w krajobrazie bardziej obłych, mniej stromych kształtów, występowanie pochylonych równin i den reliktowych kotlin śródgórskich (Jamdok, Pomo, Tigu i inne) o morenowo-falistej rzeźbie. Wyższe szczyty i grzbiety górskie (ponad 5 500 m n.p.m.) są zlodowacone, szczególnie w Himalajach Wschodnich. Łącznie z Głównym Grzbietem jest to obszar, gdzie formują się i zaczynają swój bieg na południe, przez już scharak-

teryzowane pasma Wielkich Himalajów, liczne himalajskie rzeki.

Na wschód od południka 90°E rzeźba obszaru staje się bardziej rozczłonkowana, a wcięcia rzek głębsze. Wzgórza i płaskowyże charakteryzują się wysokimi, zlodowaconymi, równoleżnikowo biegnącymi grzbiętami górskimi, rozdzielonymi erozyjno-tektonicznymi, głębokimi dolinami.

Północny kraniec Himalajów Tetydy stanowi podłużna dolina tektoniczna (sutura, szew) Indusu-Tsangpo, która rozwinęła się w czołowej strefie kolizji płyty indyjskiej z euroazjatycką i oddziela Himalaje od Wyżyny Tybetańskiej.

Współczesne procesy geomorfologiczne

Współczesne procesy geomorfologiczne zachodzące w obrębie himalajskiej krainy górskiej są różnorodne i wykazują związek z jednej strony ze strefowopasmową budową geologiczną regionu i jego aktywnością tektoniczną, z drugiej zaś – ze zróżnicowaniem warunków klimatycznych na obszarze zarówno w profilu poziomym (ze wschodu na zachód), jak i pionowym (piętra klimatyczne). Ogromne deniwelacje nadają rzeźbie bardzo wysoki potencjał energetyczny. Intensywne podnoszenie się systemu górskiego oraz obfite opady (1 000–4 000 mm na rok) sprzyjają aktywnej erozji, potęgują zdolność transportową rzek. Opady w postaci gwałtownych ulew, występujące w okresie monsunowym oraz obecność (szczególnie w wyższych partiach gór) dużej ilości wietrzeniowego materiału klastycznego są powodem częstego występowania zjawisk sielowych, szczególnie na małych rzekach i potokach górskich. Wysoki stopień rozczłonkowania tektonicznego obszaru oraz uszczelnienia masywów skalnych wraz z wysoką sejsmicznością regionu stwarzają znakomite warunki do rozwoju obrywów skalnych, które niekiedy osiągają ogromne rozmiary, mierzone w km³. Wszystkie wymienione czynniki oraz intensywne wylesienie gór i rozwój budownictwa drogowego (szczególnie w ostatnich dziesięcioleciach) przyczyniają się do rozwoju na wielką skalę procesów osuwiskowych. Osuwiska szczególnie często tworzą się w strefie Siwaliku, zbudowanego ze słabo jeszcze skonsolidowanych utworów osadowych. Procesy osuwiskowe są plagą tego regionu: powodują one wielkie szkody, zarówno w gospodarce (niszczenie dróg, jak i w przyrodzie, zostawiając na zielonych stokach gór liczne „rany” i „blizny” (por. fot. 1-5, 1-6). Najczęściej szanse na „zagojenie się” ran osuwiskowych są tutaj znikome. Ze względu na obecność stromych stoków, ulewne deszcze i szybkie usuwanie erozyjne jęzorów osuwiskowych w korytach rzek, blizny z czasem przekształcają się w wąwozy.

KLIMAT I LODOWCE

Cechy ogólne oraz zróżnicowanie przestrzenne

Ogólne warunki klimatyczne Himalajów wynikają z ich położenia geograficznego, znacznej równoleżnikowej rozciągłości, wysokości bezwzględnych, rzeźby terenu oraz oddziaływania południowo-zachodniego monsunu. Każdy z wymienionych głównych czynników kształtowania klimatu Himalajów jest odpowiedzialny za jego cechy, zaś wspólnie decydują one o jego specyfice oraz zróżnicowaniu przestrzennym.

Himalaje są położone w szerokościach podzwrotnikowych, daleko od morza, co mogłoby wskazywać na subtropikalny klimat masywu, o rzadszej, suchej odmianie. Taki klimat występuje jednak wyłącznie na ich północno-zachodnim skrawku, przy czym podnóża grzbietów górskich otwarte są na suche i gorące powietrze zwrotnikowe, napływające z pustynnych obszarów Azji Zachodniej, a zimą – na suche i chłodne wiatry, docierające z Azji Centralnej. Na tym strefowy charakter klimatu Himalajów się kończy. Ogromne wysokości, na które obszar ten został wyniesiony, sprawiają, że jego klimat powinno się rozpatrywać w całości jako klimat górski, czyli astrefowy.

Wysokość, przeważnie równoleżnikowa orientacja oraz stosunkowo niewielka szerokość całego pasma górskiego sprawiły, że stało się ono największą, może nawet w skali świata, barierą klimatyczną. Na północ od Himalajów występują rozległe obszary o dominacji kontynentalnego powietrza szerokości umiarkowanych, podczas gdy na południe od nich są tereny z ciepłymi klimatami tropikalnymi, a nawet podrównikowymi. Największy wpływ na klimat Himalajów wykazuje letni (czerwiec – koniec września) równikowy monsun południowo-zachodni, z którym związana jest sezonowość (pora sucha i deszczowa) klimatu oraz właściwa dla tych gór gwałtowna zmiana typów pogody. Monsunowi letniemu towarzyszy pogoda deszczowa, a wysoko w górach – silne wiatry i śnieżyce. Monsun przynosi duże ilości opadów w postaci deszczu (w górach – śniegu), często także obfitych ulew. Znaczna rozciągłość systemu górskiego, jego stopniowe oddalanie się w kierunku północno-zachodnim od Oceanu Indyjskiego⁵ powodują duże różnice w narażeniu poszczególnych części łańcucha na wpływ cyklicznych deszczów monsunowych, nacierających na stoki gór z południa. Północno-za-

chodni sektor Himalajów pozostaje praktycznie poza zasięgiem wilgotnego monsunu. Dlatego roczne sumy opadów są tu zdecydowanie niższe (1000 mm, a w kotlinach śródgórskich jeszcze mniej)⁶, aniżeli w innych częściach łuku himalajskiego. Z kolei, im dalej na południo-wschód, tym w większym stopniu zaznacza się wpływ cyrkulacji monsunowej. Najwięcej opadów (do 3 000–3 500 mm rocznie) skrapla się z monsunu we Wschodnich Himalajach, a w Himalajach Centralnych ich ilość stanowi wielkość pośrednią pomiędzy Zachodem a Wschodem (1 500–2 500 mm). Tę prawidłowość obrazuje tab. 2, w której zestawiono średnie miesięczne sumy opadów w miejscowościach, wymienionych w kolejności z zachodu na wschód.

Duża wysokość Himalajów sprawia, że tworzą one skuteczną barierę orograficzną na drodze wilgotnych mas powietrza z południa. Dlatego istnieje wielka różnica pomiędzy ilością opadów na mega-stokach południowym i północnym. Za Głównym Grzbietem, w Himalajach Tetydy (od strony Tybetu) roczne sumy opadów wynoszą zaledwie 75–150 mm.

Wraz z wysokością zmienia się wilgotność powietrza (do 4 000 m n.p.m. generalnie wzrasta, a wyżej – spada) oraz charakter opadów. Powyżej 4 500 m opady zawsze mają postać śniegu, natomiast zimą granica występowania opadów w postaci śniegu może się obniżyć nawet do 1 800–2 000 m n.p.m., szczególnie na północno-zachodzie.

W Himalajach gradient temperatury powietrza do poziomu kondensacji wynosi 6,5°C/km, a wyżej – około 10°C/km. Na południowych stokach gór, do wysokości 2 000 m n.p.m. średnia temperatura powietrza w styczniu wynosi +6°–+7°C, a w lipcu: +18°–+19°C. Średnia temperatura zimowych miesięcy na wysokościach poniżej 3 000 m n.p.m. prawie nigdy nie spada poniżej 0°C, a średnia temperatura lipca przybiera wartości ujemne – w zależności od regionu – tylko powyżej 4 500–4 880 m n.p.m.

Linia wiecznego śniegu we wschodniej, bardziej wilgotnej części łańcucha himalajskiego leży na wysokości 4 480–4 500 m n.p.m., a na zachodzie – na 5 100–5 300 m (WŁASOWA, 1976). Na północnym mega-stoku Himalajów dolna granica strefy niwalnej podnosi się jeszcze o 700–1 000 m.

Na dużych wysokościach panuje bardzo zmienna pogoda, która objawia się skrajnymi mrozami, przekraczającymi latem -25°C, a zimą nawet -40°C. Dobre amplitudy temperatury, szczególnie nad polami lodowcowymi, mogą przekraczać 20°C. Ze względu

⁵ Różnica wzdłuż południka pomiędzy skrajnymi (południowym i północnym) punktami systemu górskiego sięga 7 stopni – od 28° do 35°N).

⁶ Opady występują tu głównie w okresie zimowym (styczeń-kwiecień), w mniejszym stopniu w letnim (lipiec-sierpień) i są związane z dotarciem cyklonalnych mas powietrza znanego z Morza Śródziemnego.

Tabela 2. Średnie miesięczne sumy opadów (w mm) w miastach himalajskich (kierunek zachód-wschód) (<http://www.himalaje.pl/przyroda.html>)

Таблица 2. Средние месячные суммы осадков (мм) в гималайских городах (в направлении с запада на восток) (<http://www.himalaje.pl/przyroda.html>)

Table 2. Average monthly totals of precipitation (mm) in Himalayan cities (direction west-east) (<http://www.himalaje.pl/przyroda.html>)

	Srinagar	Leh	Shimla	Pokhara	Kathmandu	Dardżyling
styczeń	70	5	70	20	10	10
luty	70	5	70	15	30	20
marzec	100	8	70	50	20	40
kwiecień	90	7	60	100	60	120
maj	65	6	70	300	140	210
czerwiec	40	5	180	580	270	590
lipiec	65	8	420	820	370	800
sierpień	65	9	420	700	330	620
wrzesień	40	7	180	580	150	430
październik	35	3	50	220	40	160
listopad	10	1	20	15	5	20
grudzień	30	3	30	2	2	10

na znaczne różnice ciśnienia na różnych wysokościach, jego niższe o 50–70% wartości na dużych wysokościach w porównaniu z niższymi partiami oraz wahania termiczne, wysoko w górach są generowane silne huraganowe wiatry (w tym też wiatry przełęczowe, szczytowe, lodowcowe) o prędkości przekraczającej 150 km/h. Silne wiatry i śnieżyce z kryształkami lodu stwarzają wielkie niebezpieczeństwo i często uniemożliwiają wspinaczkę.

Zróznicowanie termiczne obserwuje się również w kierunku ze wschodu na zachód, podobnie jak w przypadku opadów. Na ogół wzrasta kontynentalizm klimatu (sezonowe kontrasty termiczne). Na podobnych wysokościach w różnych częściach systemu (z zachodu na wschód) notowane są różne temperatury: zimą znacznie niższe na zachodzie niż na wschodzie, a latem nieco bardziej wyrównane (tab. 3).

Tabela 3. Maksymalne temperatury powietrza (°C) w miastach himalajskich (kierunek zachód-wschód) (<http://www.himalaje.pl/przyroda.html>)

Таблица 3. Максимальные температуры воздуха (°C) в гималайских городах (в направлении с запада на восток) (<http://www.himalaje.pl/przyroda.html>)

Table 3. The maximum air temperature (°C) in Himalayan cities (direction west-east) (<http://www.himalaje.pl/przyroda.html>)

	Srinagar	Leh	Shimla	Pokhara	Kathmandu	Dardżyling
styczeń	5	-3	9	18	18	8
luty	7	1	10	22	19	9
marzec	14	7	14	26	25	15
kwiecień	19	14	19	30	27	17
maj	24	17	23	30	30	18
czerwiec	29	21	25	30	28	18
lipiec	31	25	22	28	28	19
sierpień	30	24	20	28	26	18
wrzesień	27	22	20	27	26	18
październik	22	15	17	25	25	16
listopad	15	8	15	23	24	12
grudzień	9	3	11	19	19	9

Bariera orograficzno-klimatyczna stworzona przez łańcuch himalajski determinuje klimat regionów go otaczających, szczególnie na północ i na południe od niego. Chroni ona Indie i w znacznej mierze Azję Południową przed zimnymi wiatrami z północy, pozwala natomiast na swobodne docieranie nad Hindustan oraz Nizinę Indusu-Gangesu-Brahmaputry ciepłych i wilgotnych równikowych mas powietrza. Sprawia to, że klimat obszarów położonych na południe od Himalajów jest cieplejszy i wilgotniejszy (o cechach podrównikowych) od klimatów regionów, znajdujących się na tej samej szerokości geograficznej o cechach subtropikalnych (jak w Pakistanie, na południu Chin), czy tropikalnych (jak w Afryce). Nie ma wątpliwości, że gdyby Himalaje były niższe o 3–5 km, to struktura klimatyczna, a co za tym idzie – układ stref przyrodniczych, bioróżnorodność itd. całej Azji Południowej wyglądałyby zupełnie inaczej niż obecnie.

Współczesne zlodowacenie

Wielka powierzchnia, duże wysokości oraz duże sumy opadów w postaci śniegu są przyczyną występowania w Himalajach wielkiej liczby lodowców (ponad 15 000). Ogólną powierzchnię obszaru zlodowaczonego szacuje się na 33 250 km² (KALVODA, 1979)⁷. Według różnych ocen obejmuje ona od 3 do 17% (!) całej powierzchni Himalajów⁸. Jest to największy, poza obszarami polarnymi, zlodowaczony region na Ziemi. Lodowce himalajskie gromadzą 12 000 km³ słodkiej wody ([http://www. Encyclopaedia Britannica, Himalayan Encyclopaedia, Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills](http://www.Encyclopaedia Britannica, Himalayan Encyclopaedia, Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills)).

Śnieg i lodowce pokrywają i wypełniają wszystkie wyższe partie systemu górskiego. Jednak, ze względu na położenie w szerokościach subtropikalnych i tropikalnych, linia wiecznego śniegu jest tu położona dość wysoko (4 480–5 300 m n.p.m.), a jezory lodowców nie spływają dolinami zbyt nisko (najniżej w Himalajach Wschodnich – do 3 800–4 000 m). Większa część himalajskich lodowców to lodowce wiszące, stokowe lub lawinowe, ale dużo jest również dolinnych. Ich długość zwykle nie przekracza 5–15 km. Najbardziej zlodowaczone są masywy Everestu i Panczenzongi. Z nich właśnie spływają największe lodowce himalajskie, należące do tzw. typu dendrytycznego (o kilku głównych obszarach zasilania i jednej ważniejszej „arterii” spływowej). Lodowiec Zemu, spływający z Kancenzongi, osiąga 25 km długości i koń-

czy się na wysokości około 4 000 m n.p.m. Z Everestu spływa lodowiec Rongbuk (19 km), docierający do wysokości 5 000 m. Największy (26–32 km wg różnych ocen) himalajski lodowiec Gangotri położony jest w Centralnych Himalajach⁹. Daje on początek jednemu z większych wypływów źródłowych Gangesu. Prędkość ruchu jeziorów lodowcowych w strefie ablacji wynosi zazwyczaj 1–3 m (czasem do 7 m) w ciągu doby, chociaż w skali rocznej rzadko przekracza 100 m (SEŃKOWSKAJA, 1984). Wartość ta zmienia się w zależności od regionu, różni się też w odniesieniu do poszczególnych lodowców.

Badania naukowe wykazują, że lodowce himalajskie zaczynają topnieć coraz szybciej i na ogół cofają się, chociaż proces ten zachodzi bardzo nierównomiernie w czasie i przestrzeni i jest mocno zależny od czynników lokalnych (ekspozycja, stopień pokrycia materiałem klastycznym itd.). Większą dynamikę, w tym dynamikę cofania się, wykazują lodowce Centralnych i Wschodnich Himalajów, znajdujące się w zasięgu południowego monsunu¹⁰. Postępujące topnienie lodowców powoduje gromadzenie się dużych ilości wody w depresjach morenowych przy frontie jeziorów lodowcowych. Wzrost poziomu wody w górskich jeziorach morenowych stwarza ogromne zagrożenie sielowe dla niżej położonych dolin z funkcjonującą siecią osadniczą.

Zmiany klimatyczne

Zachodzące na naszej planecie zmiany klimatyczne niestety nie omijają regionu himalajskiego, przy czym region ów wydaje się być wrażliwszy na nie w porównaniu z innymi. W Nepalu, na przykład, w ciągu ostatnich dziesięciu lat średnia roczna temperatura powietrza wzrosła o 0,6°C, podczas gdy średnia światowa wyniosła 0,7°C za okres 100 lat! Ocieplenie klimatu przyspiesza topnienie lodowców górskich, co powoduje stopniowe kurczenie się zasobów wody w nich zgromadzonych. Trzeba pamiętać, że wiele z największych rzek azjatyckich (Indus, Brahmaputra, Jangcy, Mekong, Indus i inne) jest zasilanych głównie z lodowców w obrębie Himalajów i ich obrzeży. Rzeki te z kolei nawadniają obszary, zamieszkiwane przez ponad miliard ludzi. Stoimy zatem w obliczu potencjalnej katastrofy ekologicznej, która może na-

⁷ Dla porównania: w Karakorum 37%, w Alpach 2,2% (WISSMAN, 1959).

⁸ Mniejsza liczba wydaje się być bardziej prawdopodobna. Podzielenie wartości 33 250 km² przez ogólną powierzchnię Himalajów (około 600 000 km²) wskazuje, że powierzchnie zlodowaczone zajmują tam nieco ponad 5% obszaru.

⁹ Położone dalej na północ Karakorum jest nie tylko w większym stopniu pokryte lodowcami (na jednostkę powierzchni, a nie sumarycznie), lecz są to również lodowce o wiele dłuższe: Siachen (75 km), Hispar (61 km), Biafo (60 km), Baltoro (58 km), Batura (58 km) itd.

¹⁰ Lodowce Tybetu topnieją jeszcze szybciej od himalajskich, natomiast lodowce Karakorum – wolniej. Tylko 50% lodowców pasma Karakorum reaguje obecnie progresywnie na zachodzące zmiany klimatyczne (SCHERLER, BOOKHAGEN, STRECKER, 2011).

stąpić za kilkadziesiąt lat i doprowadzić Indie i Chiny do bardzo poważnych problemów społeczno-gospodarczych, z czasem o zasięgu globalnym. Problem jest tak poważny, że w 2010 roku powstała międzynarodowa inicjatywa, tzw. *Climate Himalaya Initiative*, zrzeszająca szereg badaczy, instytucji i fundacji w celu śledzenia oraz prewencji niekorzystnych skutków zmian klimatu w Himalajach.

RZEKI I JEZIORA

Sieć rzeczna

Rzeki Himalajów utworzyły gęstą sieć o charakterystycznej – determinowanej neotektonicznie, hipsometrycznie i geomorfologicznie – strukturze przestrzennej. Większość rzek tworzy na całej powierzchni łuku himalajskiego ciąg równoległych cieków, rozcinających pasmo górskie w kierunku północ-południe. Największe rzeki, takie jak Indus czy Brahmaputra, są, w stosunku do Himalajów, rzekami tranzytowymi, ponieważ biorą swój początek na Wyżynie Tybetańskiej. Główne rzeki himalajskie, takie jak Ganges, Yamuna, Satladź, Arun, Tista, Karnali, Kaligandak i inne, również zaczynają bieg w Himalajach Tetydy (Tybetańskich), poza Głównym Grzbieciem. Mniejsze rzeki natomiast mają źródła w Wielkich Himalajach, za-

równy po północnej, jak i południowej stronie Grzbie tu Głównego. Łączy je wszystkie południowy, skierowany ku Oceanowi Indyjskiemu, ukształtowany paleogeograficznie, kierunek biegu. Tylko niewielkie rzeki i potoki górskie spływają z Wielkich Himalajów na północ, zasilając Indus i Tsangpo. Większość rzek himalajskich, płynących na południe, wpada do Gangesu i Brahmaputry, tworząc zbudowaną z aluwii, lekko nachyloną na południe, rozległą równinę podgórska.

Rzeki Himalajów należą do dorzeczy trzech wielkich rzek azjatyckich: Indusu, Gangesu i Brahmaputry (tab. 4). Można ogólnie powiedzieć, że rzeki Himalajów Północno-Zachodnich wpływają do Indusu, Centralnych – do Gangesu, a Wschodnich – do Brahmaputry. Największe himalajskie dopływy Indusu to: Jhelum, Chenab, Ravi, Beas i Sutlej (o sumarycznej powierzchni zlewni 132 000 km²), Gangesu: Yamuna, Ramganga, Kali (Kali Gandak), Karnali, Rapti, Gandak, Bagmati i Kosi, Raidak i Manas (184 000 km²) (*Encyclopaedia Britannica Online*). Część niewielkich rzek, zasilających Indus i Tsangpo, wpada do nich z północnej strony Himalajów. Rzeki dorzecza Indusu płyną w kierunku południowo-zachodnim (częściowo północnym), a Gangesu i Brahmaputry – południowym.

Tabela 4. Niektóre parametry i charakterystyki większych rzek himalajskich: Indusu, Gangesu i Brahmaputry (skompilowane na podstawie różnych źródeł)

Таблица 4. Некоторые параметры и характеристики крупных гималайских рек – Инда, Ганга и Брахмапутры (компиляция с разных источников)

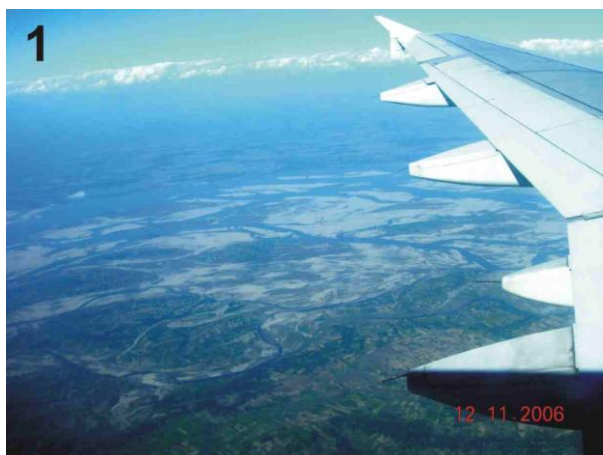
Table 4. Some parameters and characteristics of larger Himalayan rivers: Indus, Ganges and Brahmaputra (compiled from different sources)

Rzeka	Miejsce wypływu	Powierzchnia zlewni	Długość	Odptyw (średni roczny)	Główne dopływy
Brahmaputra Yarlung Tsangpo (w Tybecie)	Wyżyna Tybetańska, część zachodnia, Burang County, lodowiec Angsi	580 000 – 651 334 – 712 035 km ²	2 900 – 3 350 – 3 848 km	19,300 m ³ /s	Lewe: Dzichu, Dzamda, Po-Tsangpo, Luchit, Dhansiri Prawe: Subansiri, Rajdak, Kameng, Manas, Sankosh, Trosa, Tista
Ganges	Himalaje Centralne, lodowiec Gangotri (Góra Kamet)	511 000 km ²	2 510 km	11 000 m ³ /s	Lewe: Yamuna, Ramganga, Gomati, Ghaghra, Kali, Karnali, Rapti, Gandak, Baghnati, Kosi, Arun, Mahananda Prawe: Dżamna, Son

Indus (Darya-e Sindh, Sindh, Sindhu, Abāsin, Hindu, Sengge Chu, Yindù Hé)	Wyżyna Tybetańska, grzbiet Kajlas, dwa wypływy: Gartang (Gar) i Singi (<u>Sengge</u>)	468 000 – 1 165 000 km ²	3 200 km	6 600 m ³ /s	Lewe: Satledz z dopływami: Jhelum, Chenab, Ravi, Beas i Sutlei Prawe: Shaiok, Gilgit, Kabul, Kurram, Gumal
---	---	-------------------------------------	----------	-------------------------	---

Ganges i Brahmaputra obejmują Centralne i Wschodnie Himalaje prawie ze wszystkich stron, oddzielając je od Himalajów Północno-Zachodnich. Po stronie północnej (tybetańskiej) Brahmaputra nosi nazwę Yarlung Tsangpo (Tsangpo River). Płyne na wschód szerokim i głębokim wąwozem na odcinku 1 450 km, wyraźnie zaznaczając naturalną granicę pomiędzy Himalajami i Tybetem. Skręcając na południe i wkraczając na tereny Indii (stan Arunachal Pradesh) rzeka zmienia nazwę na Siang, a po wypłynięciu na podgórską

równinę – na Dihang. W górnych częściach doliny Asamskiej, po przyjęciu dopływów Dibang i Lohit, staje się właśnie Brahmaputrą. Rzeka rozlewa się w rozległej dolinie Asamu i jej szerokość wzrasta prawie do 10 km. Wypływając z Asamu i wcinając się w północne stoki Wyżyny Meghalaja (koło Gawahati), rzeka gwałtownie się zwęża, staje się jednokorytowa (fot. 3-2), aby po krótkim czasie znowu rozlać się wieloma ramionami po płaskiej dolinie oddzielającej Wyżynę od Himalajów (fot. 3-1).



Fot. 3. Brahmaputra:

1 – szeroka dolina roztokowa Brahmaputry koło Patakaty (widok z samolotu). W porze deszczowej całkowicie wypełnia się wodą. Na horyzoncie Himalaje Bhutanu, 2 – zwężenie doliny Brahmaputry w Gawahati (fot. W. Andrejczuk)

Фот. 3. Брахмапутра:

1 – широкая долина Брахмапутры возле Патакаты (вид с самолета). Во время сезона дождей долина целиком заполняется водой. На горизонте – Гималаи Бутана, 2 – сужение долины Брахмапутры возле Гаухати (фот.: В. Андрейчук)

Photo. 3. Brahmaputra:

1 – broad Brahmaputra valley near the Patakata (view from plane). During the rainy season the valley entirely filled with water. On the horizon – the Himalayas of Bhutan, 2 – the restriction of the Brahmaputra valley near Gauhati (phot. by V. Andreychouk)

Ganges i Brahmaputra łączą się na terenach Bangladeszu w jeden system rzeczny. Średni roczny odpływ połączonej arterii wodnej sięga 30 000 m³/s, co sytuuje go na 3 miejscu na świecie (po Amazonce i Kongo). Jednak w porze monsunowej odpływ może zwiększyć się trzykrotnie, osiągając nawet 100 000 m³/s i wtedy przez pewien czas system ten staje się

drugim na świecie pod względem zasobności w wodę. Przyjmując ze wschodu jeszcze jeden większy dopływ: rzekę Machnę, Ganges i Brahmaputra tworzą u ujścia do Zatoki Bengalskiej największą na świecie deltę o powierzchni ponad 80 000 km².

Odpływ Indusu jest znacznie mniejszy niż Brahmaputry i Gangesu. Rzeka ta w drodze do oceanu

(Morza Arabskiego) traci około 45% swoich zasobów (*Mirowej wodnyj balans...*, 1974). Jest to związane z jej płynięciem przez obszar najgorętszej pustyni azjatyckiej – Thar i ze wzmożonym parowaniem. Z 220 km³ wód, gromadzących się w dorzeczu Indusu, do oceanu dociera zaledwie 94 km³. Aż 120 km³ ze 126 km³ strat przypada na parowanie (również, a nawet przede wszystkim, z nawadnianych pól¹¹), a reszta (6–7 km³) to straty infiltracyjne. Należy zauważyć, że również w systemie Ganges-Brahmaputra-Maghne roczne straty wód sięgają 170 km³ (dane z końca lat 70. XX wieku). 150 km³ wód Gangesu zużywa się na cele irygacyjne (11 mln ha pól uprawnych), a kolejne 90 km³ infiltruje w osady aluwialne, zasilając aluwia i tworząc w Północnych Indiach zbiornik wód podziemnych o dużej zasobności.

Odptyw

Rzeki himalajskie zasilane są głównie przez deszcze, śnieg i lodowce. Dlatego maksymalny odpływ obserwuje się na nich latem. W Himalajach Wschodnich większą rolę odgrywiają deszcze monsunowe, natomiast w kierunku zachodnim coraz większego znaczenia nabierają śniegi i lodowce strefy niwalnej. Wąwozy i kaniony himalajskich rzek obfitują latem w wodospady i malownicze wodne kaskady. Od maja, kiedy śnieg w górach zaczyna intensywnie topnieć, do października, kiedy zanika letni monsun, rzeki przekształcają się w burzliwe potoki, spadające z gór i transportujące ogromne ilości materiału klastycznego, głównie żwirów. Monsunowe ulewy są przyczyną gwałtownych, czasami katastrofalnych wezbrań na rzekach Wschodnich Himalajów. Podczas powodzi rzeki zry-

wają mosty i niszczą drogi, podmywają brzegi, w związku z czym często pojawiają się osuwiska.

Odptyw w obrębie Himalajów cechuje się niezwykłym zróżnicowaniem, zarówno pod względem wielkościowym, jak i przestrzennym. Jest to związane z silnym rozczłonkowaniem rzeźby, jej piętrowością, a co ważniejsze, zróżnicowaniem ilości opadów. Dlatego na południowo-wschodnich i południowych stokach Wschodnich i Centralnych Himalajów odpływ sięga kilku tysięcy mm, a na północnych stokach Himalajów Tybetańskich jego roczna norma spada poniżej 150–100 mm (*Mirowej wodnyj balans...*, 1974). Wyraźnie zaznacza się ogólna tendencja do zmniejszania się wielkości odpływu w kierunku ze wschodu na zachód (i dalej na północo-zachód) oraz z południa na północ. Podczas gdy w Himalajach Wschodnich odpływ wynosi 2 500–4 000 mm, w Himalajach Centralnych obniża się on do 1 500–2 000 mm, a w Północno-Zachodnich – do 800–1 000 mm. Modele odpływu wykazują w całym systemie górskim wyraźną korelację z wielkością opadów, która w dużej mierze uzależniona jest od pięter wysokościowych. Maksymalne wielkości odpływu występują na wysokościach 1 500–1 800 m n.p.m., natomiast wyżej spadają nawet do 500–300 mm (na obszarze Himalajów Tetydy).

Ze względu na dużą rozciągłość łuku himalajskiego oraz zróżnicowanie klimatyczne w jego obrębie, dla rzek himalajskich charakterystyczne jest pewne przesunięcie faz, dotyczące wahań odpływu w skali rocznej (tab. 5). Rzeki wschodu cechuje nieco bardziej równomierny jego podział sezonowy, a rzeki północo-zachodu – bardziej kontrastowy. Maksymalny odpływ na wschodzie obserwuje się w sierpniu-wrześniu, a w północno-zachodniej części – od czerwca po wrzesień.

Tabela 5. Comiesięczny odpływ wielkich rzek himalajskich: Gangesu, Brahmaputry i Indusu (w % do odpływu rocznego) (SEŃKOWSKAJA, 1977)

Таблица 5. Месячный расход больших гималайских рек – Ганга, Брахмапутры и Инда (в % от годового стока) (SEŃKOWSKAJA, 1977)

Table 5. The monthly outflow of the great Himalayan rivers - Ganges, Brahmaputra and Indus (in % to an annual outflow) (SEŃKOWSKAJA, 1977)

Rzeka i punkt obserwacji	Powierzchnia dorzecza, tys. km ²	Miesiąc											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ganges - Farakka	952	2,0	1,7	1,4	1,2	1,4	3,0	14,0	30,4	25,7	11,9	4,6	2,7
Brahmaputra-Bahadubarad	536	2,3	1,9	2,0	3,2	7,8	14,1	17,5	19,1	15,4	9,3	4,6	2,9
Indus-Sukkur	900	1,3	0,6	1,0	3,2	7,0	12,3	22,7	30,7	14,6	4,3	1,2	1,1

¹¹ Zlewnia Indusu zajmuje pierwsze miejsce na świecie pod względem wielkości sztucznie nawadnianych powierzchni pól

uprawnych oraz ilości wody, pobieranej do tego celu. W latach 70. ubiegłego wieku było to 12 mln hektarów (obecnie na pewno więcej) (*Mirowej wodnyj balans...*, 1974).

Powodzie

Duża ilość opadów, często w postaci ulew, jest główną przyczyną występowania (zwłaszcza w Himalajach Wschodnich, najbardziej narażonych na deszcze monsunowe) wielkich letnich wezbrań i powodzi. Towarzyszy im intensywna erozja denna i boczna, osuwiska, obwały, siele, powierzchniowy zmyw gleby, zamulanie akwenów, a na równinie podgórskiej – zalewanie pól uprawnych, zatapiające miejscowości itd. W czasie wezbrań rzeki transportują ogromne ilości osadów, zarówno w stanie rozpuszczonym, jak i w postaci zawiesiny oraz wleczonych po dnie. Osady nie tylko gromadzą się w dolinach rzecznych i na przedpolu gór, ale i również zasypują piękne jeziora górskie w Niskich Himalajach, zmieniają morfologię koryt rzek, niszczą infrastrukturę.

Głównym powodem wezbrań są – jak wspomniano – gwałtowne opady. Na przykład, w zlewni rzeki Testy (Tisty), na początku października 1968 r. intensywność opadu dochodziła do 40–60 mm/h, wskutek czego poziom wody w rzece wzrósł aż o 24 m (STARKEL, 1968). W innej swej pracy autor ten (STARKEL, 1972) zaznacza, że w okresie 1891–1965 w tej samej zlewni (Testy-Veli) 40 razy odnotowano dobowe opady przekraczające 2 500 mm. Nietrudno wyobrazić sobie skutki geomorfologiczne, ekologiczne i gospodarcze powodzi zainicjowanych przez takie opady.

Powodzie w dorzeczeniach rzek południowego stoku Himalajów oraz na ich przedpolu są największym spośród zagrożeń naturalnych w tym regionie. W Indiach i Nepalu w ostatnich dziesięcioleciach realizuje się, z różną skutecznością, kilkanaście większych i mniejszych programów państwowych, mających na celu minimalizację negatywnego wpływu wezbrań i powodzi na życie ludzi i środowisko. Programy te przewidują zarówno kompleksowe badania naukowe, jak i działania prewencyjne, dotyczące konstrukcji dróg, mostów¹² czy regulowania spływu w całości, np. poprzez budowanie tam i zapór wodnych (fot. 4). Te ostatnie mogą również funkcjonować jako elektrownie wodne, transformujące kolosalną energię wezbrań w prąd. W tym miejscu należy zauważyć, że region himalajski wyróżnia się dużym potencjałem hydroenergetycznym: np. w Nepalu zasoby energetyczne wynoszą 1,2–5,0 MW/km dla obszarów niżej położonych i 4–27 (czasami do 45) MW/km dla obszarów wysokogórskich. Ogółem, M. SZRESTHA (1966) ocenia hydroenergetyczne zasoby Nepalu na 72 mln kilowatów.

¹² Konstrukcje mostów powinny uwzględniać zarówno wysokość wezbrań (do 25 m), jak i transport dużej ilości наносów (brak filarów na środku) (fot. 4-3).

Jeziora

W Himalajach występuje dużo jezior. Nie ma jednak wśród nich zbiorników dużych, jak w Alpach, Tien-Szanie czy na Kaukazie, gdzie wypełniają obszerne depresje lub zapadliska tektoniczne. Są natomiast pozostałości po wielkich jeziorach plejstocenyjskich w Kotlinie Kaszmirskiej: w postaci kilku malowniczych akwenów, zajmujących najniższe partie dna kotliny. Generalnie, w Himalajach zdecydowanie przeważają jeziora związane z lodowcami: jeziora w dużych kotłach glacialnych oraz jeziora morenowe w dolinach górskich rzek i potoków, tamowanych osadami morenowymi. Te drugie zazwyczaj są większe. Szereg jezior pochodzi z tamowania potoków górskich przez masy osuwiskowe i obrywy skalne, spowodowane trzęsieniami ziemi.

Jeziora lodowcowe zlokalizowane są w obrębie piętra niwalnego, rzadziej subalpejskiego, na wysokościach od 3 500 do 6 000 m n.p.m. (fot. 4). Z dużej liczby jezior lodowcowych słyną Himalaje Pendżabskie (Północno-Zachodnie), w szczególności skalisty grzbiet górski Pir Panjal, gdzie większość jezior to wypełnione wodą stare, nieaktywne (po zlodowaceniach plejstocenyjskich) zagłębienia karowe. W Himalajach Centralnych i Wschodnich również nie brak jezior lodowcowych, szczególnie morenowych, w tym zasilanych wodami z topniejących lodowców.

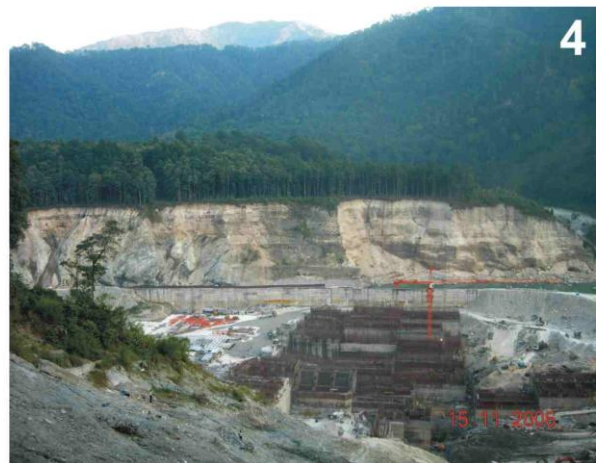
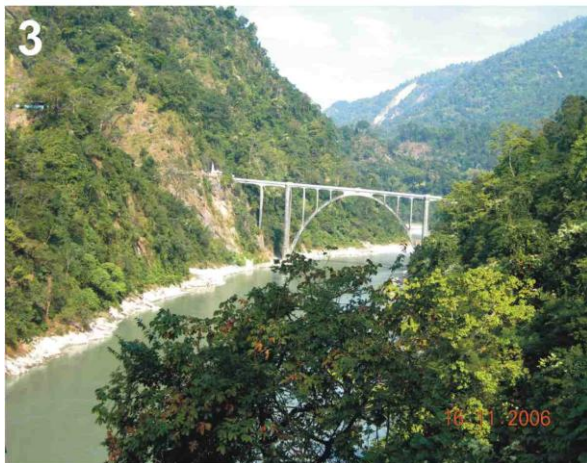
Górskie jeziora lodowcowe mają w Himalajach własną nazwę typologiczną: *tarn*, *tarns*. Największe i najbardziej znane z nich to Gurudongmar w północnym Sikkimie (na wysokości 5 148 m n.p.m, fot. 5-2), jezioro Tsongmo poblizu granicy hindusko-chińskiej, też w Sikkimie, jezioro Tilicho w Nepalu w masywie Annapurny. Za największe uważa się jezioro Pangong Tso (4 600 m n.p.m.) na granicy Indii i Tybetu, o długości 134 km i szerokości 8 km ([http://www. Encyclopaedia Britannica, Himalayan Encyclopaedia, Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills](http://www.Encyclopaedia Britannica, Himalayan Encyclopaedia, Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills)).

Należy zauważyć, że wiele jezior himalajskich, położonych w Indiach i Nepalu, ma status jezior świętych i jest obiektem pielgrzymek. W Nepalu są to m. in.: grupa jeziorna Gokyo (4 710–4 950 m n.p.m., okolice Cho Oyo), grupa Gosaikunda (4 054–4 620 m, Park Narodowy Langtang), jezioro Phoksundo (fot. 5-4), jezioro Rara (2 900 m, największe w Nepalu) i wiele innych. Na „świętość” jezior himalajskich składa się zarówno ich niezwykle piękno („dzieła boskie”), jak i pobyt w ich okolicach guru i buddyjskich świętych w czasach historycznych.

Większość jezior to unikatowe wysokogórskie ekosystemy wodne, cechujące się rzadką i endemiczną fauną i florą. Rzadkość i endemizm związane są ze szczególnymi warunkami ekologicznymi rozwoju or-

ganizmów oraz izolacją środowiskową ekosystemów jeziornych. Ze względu na przejawiane *sacrum*, wyjątkowe walory krajobrazowe oraz unikatowość fauny

i flory, wiele jezior zostało wpisanych na listę Światowego Dziedzictwa UNESCO.



Fot. 4. Rzeka Testa – „córka” Kanczendzongi, jedna z najbardziej powodziowych rzek Himalajów (Himalaje Sikkimu, Pasma Siwalik):

1 – widok ogólny (listopad, pora sucha), 2 – pozostałości po starym moście, zmytym podczas jednej z powodzi, 3 – współczesny most na rzece, konstrukcyjnie uwzględniający jej powodziowy charakter, 4 – budowa zapory wodnej wraz z elektrownią na rzece (foto W. Andrejczuk)

Фот. 4. Река Тиста – „дочь” Канченджанги, одна из наиболее паводочных рек Гималаев (Гималаи Сиккима, хребет Сивалик):

1 – общий вид (ноябрь, сухой сезон), 2 – остатки старого моста, размытого паводком, 3 – современный мост, конструкция которого учитывает паводковый характер реки, 4 – строительство дамбы и гидроэлектростанции на реке (фот.: В. Андрейчук)

Photo 4. Testa River – "daughter" of Kangchenjunga, one of the most flood rivers of the Himalayas (Sikkim Himalayas, Siwalik Ridge):

1 – general view (November, dry season), 2 – the remains of the old bridge, destroyed during one of the floods, 3 – modern bridge over the river, structurally taking into account the nature of the flood, 4 – construction of a dam with a power plant on the river (phot. by W. Andrejczuk)



Fot. 5. Charakterystyczne górskie jeziora lodowcowe Himalajów:

1 – Panch Pokhari (5 494 m n.p.m., Himalaje Centralne, Park Narodowy Makalu-Barun, podobno najwyżej na Ziemi położone jezioro posiadające nazwę własną, *Environmental Graffiti*, foto *Sponsor Trek*), 2 – Gurudongmar (5 148 m n.p.m., Himalaje Sikkimu, północny stok Kanczendzongi, drugie co do wysokości jezioro Indii, *Environmental Graffiti*, foto *Himalaya Tourism*), 3 – bezimienne jezioro w Centralnych Himalajach (<http://www.encyclopaedia Britannica>, *Himalayan Encyclopaedia (Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills)*), 4 – Phoksundo (3 611 m n.p.m., Himalaje Centralne, Narodowy Park Shey-Phoksundo, najgłębsze jezioro Nepalu (foto z archiwum *WWF Nepal courtesy Ramsar Secretariat*))

Фот. 5. Характерные ледниковые озера Гималаев:

1 – Панч Покари (5 494 м абс., Центральные Гималаи, Национальный парк Макалу-Барун, вероятно наиболее высокогорное озеро на Земле, с собственным названием (*Environmental Graffiti*, фото *Sponsor Trek*), 2 – Гурудонгмар (5 148 м абс., Гималаи Сиккима, северный склон Канченджанги, второе по высоте расположения озеро Индии (*Environmental Graffiti*, фото *Himalaya Tourism*), 3 – безымянное озеро в Центральных Гималаях (<http://www.encyclopaedia Britannica>, *Himalayan Encyclopaedia (Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills)*), 4 – Поксундо (3 611 м абс., Центральные Гималаи, Национальный парк Шей-Поксундо, глубочайшее озеро Непала, фото из архива *WWF Nepal courtesy Ramsar Secretariat*).

Photo 5. The characteristic glacial mountain lakes of the Himalayas:

1 – Panch Pokhari (5 494 m a.s.l., Central Himalayas, National Park Makalu-Barun, reportedly the highest on the Earth among the having a name (*Environmental Graffiti*, photo *sponsor Trek*), 2 – Gurudongmar (5 148 m a.s.l., Himalayas Sikkim, northern slope of Kangchenjunga, the second-highest lake in India (*Environmental Graffiti*, photo *Himalaya Tourism*), 3 – nameless lake in Central Himalayas (<http://www.encyclopaedia Britannica>, *Himalayan Encyclopaedia (Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills)*), 4 – Phoksundo (3 611 m a.s.l., Central Himalayas, National Park Shey-Phoksundo, the deepest lake of Nepal (photo from the archive *WWF Nepal courtesy Ramsar Secretariat*))

PODSUMOWANIE

Przyroda nieożywiona Himalajów jest pod wieloma względami wyjątkowa. Nigdzie na kuli ziemskiej procesy górotwórcze nie przejawiały się na tak ogromną skalę, powodując powstanie najwyższego na naszej planecie łańcucha górskiego oraz największej i najwyższej wyżyny – obszaru wyniesionego tektonicznie na wysokość 4 000–6 000 m (Wyżyna Tybetańska). Nigdzie na świecie formacje skalne nie zostały przesunięte w postaci płaszczowin na tak dużą (400–500 km) odległość, jak w Himalajach. W żadnym systemie górskim, z wyjątkiem obszarów polarnych, zlodowacenie nie osiągnęło tak dużych rozmiarów i tak znacznej różnorodności przejawów. A warunki klimatyczno-pogodowe, panujące w Himalajach na wysokościach powyżej 7 000 m n.p.m., można porównać jedynie do tych, jakie panują w głębi Antarktydy. Bierze tu też swój początek szereg wielkich rzek, zaliczanych do największych na Ziemi, o wyjątkowym znaczeniu gospodarczym i ekologicznym dla najbardziej zaludnionych obszarów świata. Nic więc dziwnego, że w tym właśnie regionie górskim, łącznie z Tybetem, ludzie od niepamiętnych czasów ubóstwiają naturę w jej różnych przejawach: „świętych” gór, jaskiń, rzek czy jezior.

Znaczenie przyrodnicze, gospodarcze, ekologiczne itp. górskiej krainy Himalajów oraz genetycznie spokrewnionej z nią Wyżyny Tybetańskiej niewątpliwie wykracza poza ramy regionalne i ma charakter globalny. Zachodzące w jej obrębie procesy przyrodnicze oraz spowodowane antropogenicznie zmiany wywierają wpływ na środowisko przyrodnicze oraz ludzkość całej Ziemi.

LITERATURA

- Dahal R. K., 2006: *Geology for Technical Students*. Bhrikuti Academic Publications, Kathmandu, Nepal: 746 p.
- Dèzes P., 1999: Tectonic and metamorphic Evolution of the Central Himalayan Domain in Southeast Zaskar (Kashmir, India). *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, 32: 149 p. (ISSN 1015-3578).
- Gansser A., 1964: *Geology of the Himalayas*. Interscience Publishers John Wiley and Sons Ltd., London-New York-Sydney: 289 p.
- Hagen T., 1969: Report on the geological survey of Nepal preliminary reconnaissance. *Mémoires de la soc. Helvétique des sci. naturelles*, Zürich: 185 p.
- Jablokow W. C., 1964: Nepal i jego poleznye iskopajemyje. *Izw. Akademii Nauk SSSR, Seria geologiczjeskaja*, 1: 75–86.
- Kalvoda J., 1979: Zaledneni Himalaje. *Sb. Cs. geograf. spolec.*, 84. 3.
- Kurczab J., 2002: *Himalaje Nepalu. Przewodnik trekkingowy. Sklep Podróżnika*, Warszawa: 350 s.
- Mirowoj wodnyj balans i wodnyje resursy Zemli. *Gidrometeoizdat, Leningrad*, 1974: 637 s.
- Pestowski K. N., 1962: O proischożdenii Doliny Katmandu i o drewnich recznych dolinach w Nepale. *Biulleten M. Ob-wa Isp. Prirody. Otd. Geologii*, 37, 5: 135–142.
- Scherler D., Bookhagen B., Strecker M., 2011: Spatially variable response of Himalayan glaciers to climate change affected by debris cover. *Nature Geoscience*, 4: 156–159.
- Seńkowskaja N. F., 1972: Landszaftnaja karta Sewero-Zapadnych Gimalajev. *Wiestn. Mosk. Un-ta, Ser. Geografija*, 5: 62–66.
- Seńkowskaja N. F., 1977: Landszaftnaja karta Wostocznych Gimalajev. *Wiestn. Mosk. Un-ta, Ser. Geografija*, 6: 45–53.
- Seńkowskaja N. F., 1984: Osobennosti rasprostranienija selewych jawlienij w Gimalajach. *Wiestn. Mosk. Un-ta, Ser. Geografija*, 6: 81–87.
- Starkel L., 1968: Course and Effects of a Heavy Rainfall in Darjeeling and in the Sikkim Himalayas (2–5.X.). *ZN UJ, Pr. Geogr.*, 1971, vol. 244. 26.
- Starkel L., 1972: The role of catastrophic rainfall in the shaping of the relief of the Lower Himalaya (Darjeeling Hills). *Geogr. Pol.*, 21: 103–147.
- Szrestha M., 1966: *Opredelenije gidroenergeticzeskich resursow Nepala*. W: *Sbornik rabot po gidrologii*, 6. Leningrad.
- Wissman H., 1959: Die heitige Vergletscherung und Schneegrentze in Hochasien mit Hinweisen auf die Vergletscherung der letzten Wiesbaden, 14.
- Własowa T., 1976: *Fiziczeskaja geografija materikow*. Proswieszczenije, Moskwa: 415 s.
- Valdiya K., 1984: Evolution of the Himalaya. *Tectonophysics*, 105, 1–4: 229–248.
- [http://www. Encyclopaedia Britannica Online](http://www.Encyclopaedia Britannica Online)
- <http://www. Encyclopaedia Britannica, Himalayan Encyclopaedia, Himalayas, Peaks of Himalaya, The Inspiring Himalayan Peaks of U.P. Hills>
- <http://www.himalaje.pl/przyroda.html>