

Skutki globalnych zmian klimatycznych w Himalajach

Janusz Jeziorski¹



Zmiany klimatyczne w Himalajach i Tybecie wyrażają się przede wszystkim w zwiększeniu tempa topienia się lodowców. Wpływa to z kolei na zwiększenie ilości odprowadzanej wody w rzekach biorących początek u czoła lodowca, występowanie w ich korytach okresowych, gwałtownych przepływów oraz zwiększenie ilości rumowiska i materiału zawieszono, transportowanego przez rzeki. Szybsza ablacja niektórych barier lodowo-morenowych powoduje w niektórych przypadkach ich pękanie i katastrofalne uwalnianie wód jezior proglacialnych.

Woda z lodowców Himalajów i Tybetu zasila Ganges, Indus, Brahmaputrę, Yangtze i Mekong, a w ich dorzeczach mieszka i ma swe źródło dochodów ponad miliard trzysta milionów ludzi. Szybsze topienie się lodowców w pierwszym okresie zwiększa ilość odprowadzanej wody (niestety zwiększa też ilość powodzi). Jednak po upływie kilku dekad stopnienie się lodowców doprowadzi do dramatycznego zmniejszenia ilości wody zwłaszcza w dolnych odcinkach rzek. Będzie to miało dotkliwie konsekwencje gospodarcze i społeczne, bo przecież gospodarka w dorzeczach tych pięciu wielkich rzek od tysiącleci oparta jest przede wszystkim na rolnictwie stosującym nawadnianie pól. Wzrost średniej temperatury powietrza będzie też pośrednio sprzyjał zwiększaniu tempa erozji (w tym i występowania katastrofalnych osuwisk).

Lodowce Himalajów i Transhimalajów zajmują ponad 50% powierzchni wszystkich lodowców na świecie (jeżeli wyłączyć lądolody i lodowce obszarów polarnych). Badania satelitarne około 500 lodowców w rejonach Chenab, Parabati i Baspa w Indiach wykazały zmniejszenie ich powierzchni z 2077 km² w 1962 r. do 1628 km² w 2001 r. W ciągu 40 lat ogólna deglacja na tym obszarze wyniosła 21%. Procesowi temu towarzyszy fragmentacja powierzchni lodowców. Średnia powierzchnia lodowca zmniejszyła się w tym okresie z 1,4 km² do 0,32 km² (Kulkarni i in., 2007).

W świetle raportu UNEP, opublikowanego w czerwcu 2007 r., w Himalajach występuje obecnie około 15 000 lodowców i 9000 jezior lodowcowych. Lodowce himalajskie „cofają się” co roku średnio od 10 do 60 m, a w niektórych przypadkach nawet 74 m rocznie. Przykładowo w tybetańskiej części Himalajów w ciągu trzech dekad lodowce „cofnęły się” o 5,5% swojej długości i o ile to tempo topienia się zostanie utrzymane, to do 2050 r. zniknie 2/3 lodowców, a do 2100 r. — wszystkie na tym obszarze. W Nepalu w rejonie Annapurny lodowce dające początek rzece Dudh Koshi „cofały się” w tym samym czasie rocznie o 10 do 59 m.

Według materiałów publikowanych przez Greenpeace na Wyżynie Tybetańskiej znajduje się 46 298 lodowców i

w oparciu o badania satelitarne oraz terenowe stwierdzono w ciągu ostatnich 30 lat skurczenie się ich powierzchni o około 10% (z 48 860 km² do 44 438 km²).

W wielu przypadkach wskutek topienia się lodowców powstają duże jeziora proglacialne. W latach 1988–1993 w Bhutanie lodowiec Luggye „cofnął się” o 160 m i dał początek jezioru o tej samej nazwie (Luggye Tso). Wiele jezior zwiększyło swoją pojemność o 800% w stosunku do stanu z 1970 r. W wyżej wymienionym raporcie UNEP ocenia się, że w Nepalu jest 20 jezior, których bariery lodowo-morenowe mogą zostać nagle przerwane, a w Bhutanie takich jezior jest 24. Warto podkreślić, że kraje himalajskie są położone w szczególnie aktywnej strefie sejsmicznej, co dodatkowo zwiększa ryzyko katastrofalnych powodzi.

W przeszłości w Himalajach i Tybecie dochodziło do przerywania barier lodowo-morenowych. W 1994 r. w Bhutanie doszło do gwałtownej powodzi wskutek częściowego pęknięcia bariery morenowej jeziora Luggye Tso. Spowodowała ona także uruchomienie i spłynięcie wód sąsiadującego jeziora Tshopdak Tso (Wajatanbe & Rothacher, 1996). Podobne sytuacje były przyczynami katastrofalnych powodzi w latach 1950, 1960 i 1968 w innych rejonach Himalajów (Stow, 2000).

Materiały geologiczne wskazują także na katastrofalne powodzie w nieodległej przeszłości. Po tybetańskiej stronie Himalajów takie powodzie wystąpiły co najmniej 10 000 lat temu i 1400–1100 lat temu. Przerwanie bariery lodowej w okresie szacowanym na 10 000 lat temu spowodowało uwolnienie się wód jeziora o głębokości około 670 m i nagłe spłynięcie około 500 mil sześciennych wody. Podczas powodzi datowanej w przedziale 600–900 r. n.e. spłynęło jezioro o głębokości około 240 m i objętości 50 mil sześciennych.

W końcu lat 90. XX wieku uruchomiono wiele programów monitorujących stan lodowców i jezior lodowcowych (*Glacial Lake Outburst Floods* — GLOF). Jeden z takich projektów dotyczył badań lodowca i jeziora Ngozumpa położonego w rejonie Cho Oyu w Nepalu — w rejonie szczególnie bliskim autorowi tej informacji.

Przyspieszone tempo topienia się lodowców ma nie tylko skutki środowiskowe i ekonomiczne, ale ich dalszą konsekwencją są problemy społeczne i polityczne. W *Dokumentie Wysokiego Przedstawiciela UE i Komisji Europejskiej* stwierdzono wyraźnie: *Zmiany klimatu mogą znacznie zwiększyć niestabilność krajów słabych lub upadających, nadmiernie obciążając już i tak ograniczona zdolność rządzących do sprostania stojącym przed nimi wyzwaniom. Niemożność zaspokojenia przez rządzących potrzeb całego społeczeństwa lub zapewnienia mu ochrony przed trudnościami wynikającymi ze zmian klimatu mogłaby wywołać frustracje, doprowadzić do napięć pomiędzy różnymi grupami etnicznymi i religijnymi wewnątrz danego kraju oraz do radykalizacji postaw politycznych (...). Mniejsza ilość wody pochodzącej z topienia lodowców w Himalajach to zjawisko, które może dotknąć ponad miliard osób. Konflikty związane z dostępnymi*

¹Ministerstwo Środowiska, ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa



Ryc. 1. Dolina rzeki Pardi Khola wycięta w żwirowcach, rejon Pokhary — prowincja Gandaki. Wszystkie fot. J. Jeziorski



Ryc. 2. Lodowiec Ngozumpa, rejon Cho Oyu — region Khumbu



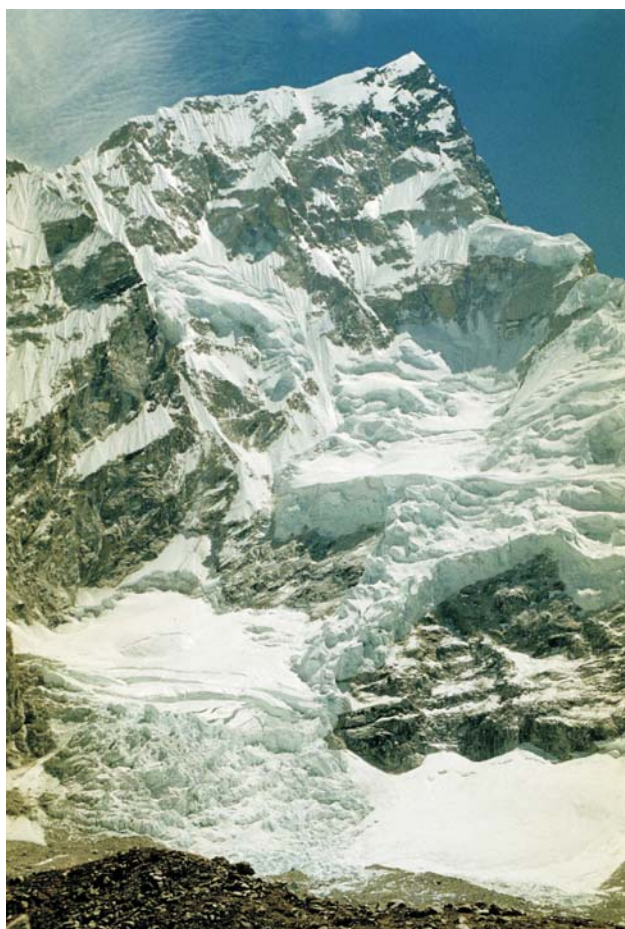
Ryc. 3. Sfałdowane wnętrze lodowca Ngozumbo



Ryc. 4. Dolina Khali Gandaki, prowincja Dhaulagiri



Ryc. 5. Wodospad Devi, rejon Pokhary



Ryc. 6. Nuptse (7879 m n.p.m.), region Khumbu

wciąż zasobami oraz niekontrolowana migracja doprowadzą do niestabilności w tym regionie.

Literatura

KULKARNI A.V., BAHUGUNA I.M., RATHORE B.P., SINGH S.K., RANDHAWA S.S., SOOD R.K. & DHAR S. 2007 — Glacial retreat In Himalaya Rusing Indian Remote Sensing satellite data. *Current Science*, vol. 92.1, 10.01: 69–74.
WAJATANBE T. & ROTHACHER D. 1996 — The 1994 Luge Tsho Glacial Lake Outburst Flood, Bhutan Himalaya. *Mountain Research and Development*, vol 16: 77–81.
STOW R. 2000 — Bhutan Himalayas-Glacial Lake Moraine Dam Stability Imaging. ERS-Envisat Symposium, http://earth.esa.int/pub/ESA_DOC.

Zmiany klimatu a bezpieczeństwo międzynarodowe. Dokument Wysokiego Przedstawiciela UE i Komisji Europejskiej skierowany do Rady Europejskiej S113/08 z 14.03.2008 r.
<http://geology.com/news/2007/01/himalayan-glacier-retreat>.
<http://www.unep.org/Documents> — Fast Melting Glaciers from Rising Temperatures Expose Millions in Himalaya to Devastating Floods and Water Shortages, 2007 (raport UNEP).
<http://www.greenpeace.org/international/news/himalayan-glacial-melt>.
<http://www.sciencedaily.com/releases/2004/12> — Historic Himalayan Ice Dams Created Huge Lakes, Mammoth Foods, 2004.
<http://www.st-andrews.ac.uk/~dib2?research/ngozumpa> — The Ngozumpa Glacier Project.

Serwis fotograficzny na str. 533, 619 i 620



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

przegląd **GEOLOGICZNY**



TOM 57 • NR 7 (LIPIEC) • 2009

Cena 12,00 zł
(w tym 0% VAT)

Indeks 370908
ISSN-0033-2151

Zdjęcie na okładce: Dolina Kali Gandaki w rejonie Kagbeni, prowincja Dhaulagiri, Nepal, Himalaje. Fot. J. Jeziorski (patrz str. 564)

Cover photo: Kali Gandaki Valley in the area of Kagbeni, Dhaulagiri province, Nepal, Himalayan Mts. Photo by J. Jeziorski

Skutki globalnych zmian klimatycznych w Himalajach (patrz str. 564)



Ryc. 7. Powierzchnia lodowca Khumbu, rejon Everestu, prowincja Sagarmatha



Ryc. 8. Lodowiec Khumbu, rejon Bazy I pod Everestem, prowincja Sagarmatha. Obie fot. J. Jeziorski

Skutki globalnych zmian klimatycznych w Himalajach (patrz str. 564)



Ryc. 9. Dolina Kali Gandaki, widok w kierunku Tybetu, prowincja Dhaulagiri



Ryc. 10. Uprawy tarasowe na stokach Himalajów rejonu Helambu, prowincja Bagmati. Obie fot. J. Jeziorski