

Jan RODZIK

Uniwersytet Marii-Curie Skłodowskiej

Instytut Nauk o Ziemi,

Lublin, Polska

e-mail: jan.rodzik@poczta.umcs.lublin.pl

GENETYCZNA KLASYFIKACJA DŹWIĘKÓW I STRUKTURA WARSTWY DŹWIĘKOWEJ W SUBPOLARNYM KRAJOBRAZIE SPITSBERGENU

WPROWADZENIE

Warstwa dźwiękowa stanowi uzupełnienie krajobrazu wizualnego i jest nowym przedmiotem badań, głównie w kontekście komfortu życia człowieka (Bernat, 2008). W środowisku nie zasiedlonym trwale przez człowieka, m.in. w obszarach polarnych, badania dźwięku są na etapie pionierskim (Quin, 2002/2003). Naukowych badań akustycznych nie prowadzono także na jednym z najlepiej poznanych lądów arktycznych, jakim jest Spitsbergen – od kilkudziesięciu lat teren wszechstronnych badań ekspedycji z różnych krajów świata, w tym licznych wypraw polskich. Różnorodne, niekiedy bardzo intensywne, dźwięki towarzyszą tu dynamicznym procesom przyrodniczym, toteż strona akustyczna pełni ważną rolę w popularnych relacjach z wypraw badawczych, zwłaszcza wypraw pionierskich (Czeppe, 1958; Jahn, 1958; Różycki, 1959; Birkenmajer, 1975).

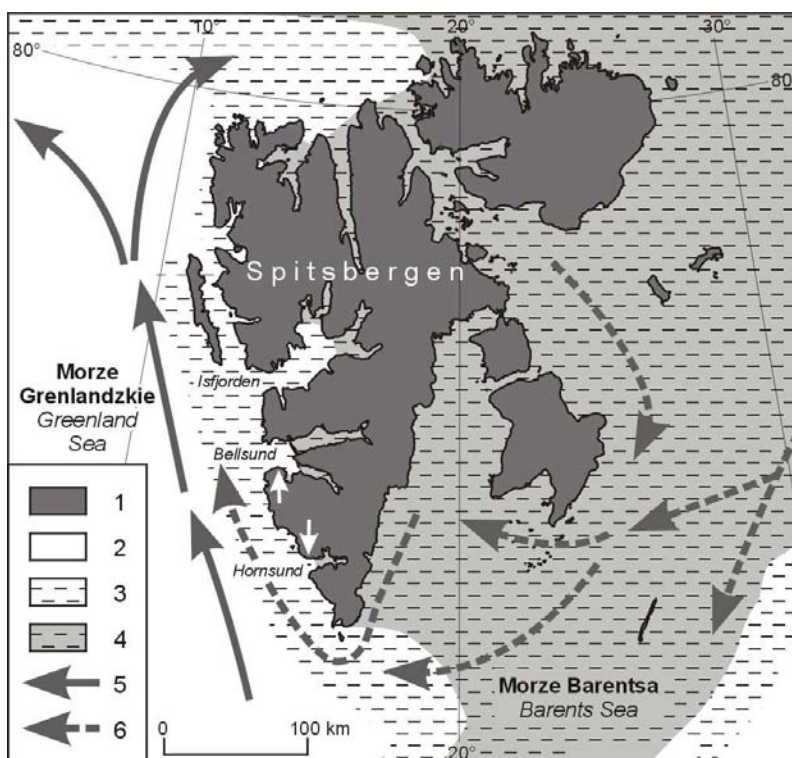
Naturalny krajobraz Spitsbergenu jest wyjątkowo zróżnicowany i mobilny (Czeppe, 1966; King 1994; Ziaja, 1994). Jest on przez to atrakcyjny także dla eksploracji turystycznych, sportowych oraz rekreacyjnych, ograniczanych przez administrację norweską poprzez wprowadzanie rygorystycznie przestrzeganych przepisów, dotyczących terytorialnych form ochrony przyrody (Mehlum, 1989; Schramm, 1994). W pobliżu stałych osiedli i stacji badawczych daleko posunęła się jednak dewastacja środowiska naturalnego (Krzyszowska, 1981), a związane z funkcjonowaniem tych obiektów dźwięki są trwałym, o wielokilometrowym nawet zasięgu, składnikiem krajobrazu.

Istnienie stacji badawczych skłania do prowadzenia monitoringowych badań akustycznych. Podstawą do podjęcia badań może być genetyczna klasyfikacja dźwięków, sporządzona na podstawie ich znajomości, nabytej podczas kilku wy-

praw naukowych na Spitsbergen: trzech całorocznych ekspedycji Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, zimujących w Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie (1982/83, 1992/93 i 1994/95) oraz trzech pierwszych, sezonowych wypraw letnich (1986-88) Instytutu Nauk o Ziemi Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie do Bellsundu. Mimowolnej „rejestracji” dźwięków dokonywano podczas obserwacji meteorologicznych, badań geomorfologicznych oraz udziału w różnych pracach badawczych i logistycznych na lądzie, lodowcach i na morzu. Wykorzystano także opisy dźwięków zawarte w relacjach z innych wypraw, zwłaszcza z geologicznych eksploracji wnętrza Spitsbergenu (Różycki, 1959; Birkenmajer, 1975).

DYNAMIKA KRAJOBRAZU SPITSBERGENU

Spitsbergen jest największą (45 tys. km²) wyspą archipelagu Svalbard. Klimat tego rejonu kształtują dwa przeciwstawne ośrodki baryczne: Niż Islandzki i Wyż Grenlandzki. Powoduje to znaczną zmienność pogody; w każdej porze roku mogą wystąpić zarówno ujemne, jak i dodatnie temperatury powietrza oraz opady śniegu i ciekłe. Średnia roczna temperatura powietrza w Hornsundzie wynosi -4,4°C, średnia lipca 4,4°C, a stycznia -11,2°C (Marsz, Styszyńska, 2007). Przeważają wiatry wschodnie, silne zwłaszcza zimą, zwykle o cechach fenu. Ten daleko na północ wysunięty ląd ma klimat subpolarny: w części wschodniej – gdzie zaznacza się wpływ zlodzonego Morza Arktycznego – kontynentalny, natomiast w części zachodniej morski (Martyn, 1985; Ziaja, 1994). Jest to skutek oddziaływania Prądu Zachodnio-spitsbergeńskiego i braku stałego lodu u zachodnich wybrzeży, gdzie dryfuje tylko pole lodowe z Morza Barentsa (ryc. 1). Na kilka miesięcy zamarzają wewnętrzne odcinki fiordów, osłonięte przed pełnomorskim falowaniem, natomiast w obrębie wybrzeży wysokiej energii tworzy się poligenetyczny lód brzegowy (Rodzik, Zagórski, 2008). Na styku zimnych i „ciepłych” wód występuje obfitość planktonu, warunkująca intensywny rozwój dalszych ogniw rozgałęzionego łańcucha pokarmowego, aż po ssaki płetwonogie, gnieźdząca się licznymi koloniami awifaunę (ok. 30 gatunków) oraz ssaki drapieżne (Ferens, 1958, 1959; Węstawski, Adamski, 1987; Mehlum 1989).



Ryc. 1. Położenie Spitsbergenu na tle prądów morskich i zasięgu lodów w lutym 1993 r. (wg Rodzika i Zagórskiego, 2008): 1 – lądy (z lodowcami), 2 – wolna woda, 3 – lód o zwartości <50%, 4 – lód o zwartości >50%, 5 – prądy ciepłe, 6 – prądy zimne

Fig. 1. Location of Spitsbergen at the background of sea currents and ice extent in February 1993 (after Rodzik & Zagórski, 2008): 1 – mainland (with glaciers), 2 – free water, 3 – ice of density less than 50%, 4 – ice of density more than 50%, 5 – warm sea currents, 6 – cold sea currents

Wyspa jest górzysta (do 1717 m n.p.m.); w jej budowie uczestniczą zróżnicowane wiekowo i litologicznie, różne formacje geologiczne. Tylko w głębi fiordów góry dochodzą miejscami do morza; przeważnie okala je nadbrzeżna równina o szerokości do kilku kilometrów, porośnięta mszysto-porostową tundrą. Większość powierzchni lądu pokrywają jednak lodowce; granica wiecznego śniegu obniża się od ok. 600-800 m n.p.m. w centrum wyspy, do ok. 400-500 m n.p.m. na wybrzeżu zachodnim i 150-200 m n.p.m. na wschodnim (Baranowski, 1977). Przedpola lodowców kończących się na lądzie, odsłonięte w ostatnich kilkudziesięciu latach, charakteryzuje młody krajobraz polodowcowy, niemal bez roślinności (Jania, 1988; Ziaja, 1994). Większe lodowce dochodzą do morza wysokimi do kilkudziesięciu metrów lodowymi klifami, z których latem obrywają się bryły lodu różnej wielkości, pływają

jące wśród kier lodu dryftowego. Prądy pływowe oraz sztormy i wiatry fenowe powodują wielokrotny w ciągu roku dryf lodów w fiordach rozcinających zachodnie wybrzeże oraz ich częste zaleganie na wybrzeżach zatok (Węsławski, Adamski, 1987; Rodzik, Zagórski, 2008).

Człowiek uczestniczy w kształtowaniu krajobrazu Spitsbergenu od 400 lat. Znaczne zmiany w środowisku przyrodniczym spowodowało najpierw wielorybnictwo i myślistwo (Ferens, 1959). Rabunkową eksploatację fauny wstrzymano w latach 70. XX w., poprzez okresową lub całkowitą ochronę niektórych gatunków oraz utworzenie rezerwatów (Mehlum, 1989). W ostatnich latach rozprzestrzeniają się populacje: niedźwiedzia i lisa polarnego, renifera i morsa. Przed ok. 100 laty zaczęto eksploatować bogactwa mineralne: węgiel kamienny, rudę żelaza, marmur i azbest. Powiodła się tylko eksploatacja węgla – trzy kopalnie funkcjonują do dziś. Eksploatacja naukowa rozwijają się od ok. 100 lat, podobnie, jak eksploatacja turystyczno-sportowa, z takimi formami, jak: wycieczki statkiem, żeglarstwo, trekking, alpinizm oraz speleologia lodowcowa (Schramm, 1994).

STRUKTURA GENETYCZNA WARSTWY DŹWIĘKOWEJ KRAJOBRAZU

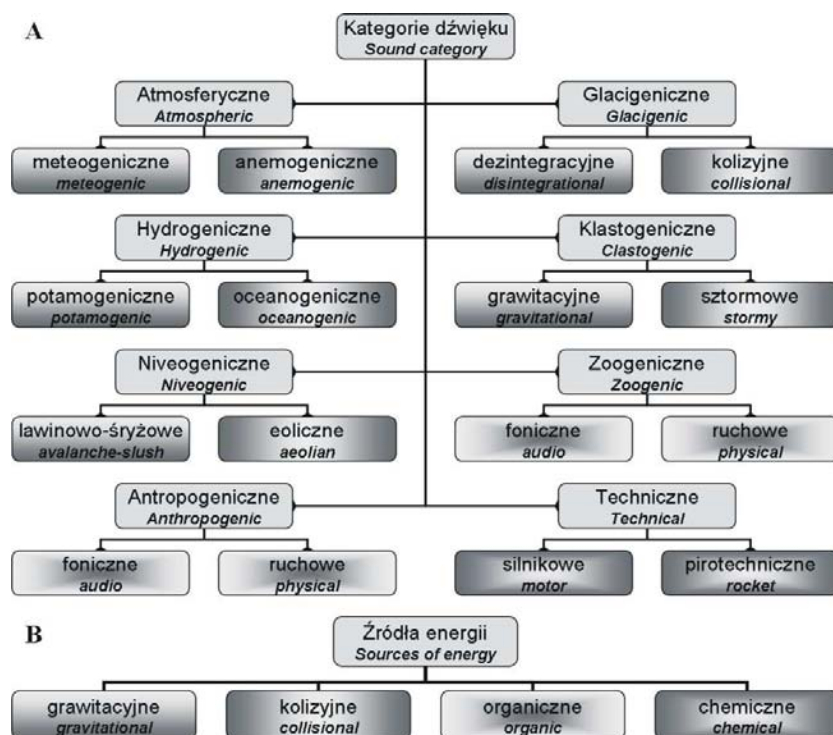
Dźwiękom odpowiadają najczęściej wyrazy dźwiękonaśladowcze (*onomatopaje*). Są jednak liczne dźwięki trudne do zdefiniowania, charakteryzowane opisowo, jak „szklany dźwięk” sopli lodowych, czy odgłosy wydawane przez niektóre gatunki ptaków (Birkenmajer, 1975). Atakowana przez wydrzyka mewa trójpalczasta wzywa pomocy donośnym „lamentem”. Niektóre gatunki ptaków (wydrzyk, biegus, rybitwa) w celu odciążenia intruza od gniazda stosują specjalną taktykę: symulują niedyspozycję, a następnie atakują z powietrza, wydając dźwięki odstraszające (Mehlum, 1989). Wiele dźwięków, jak: furkot maskonura w ucieczce lotem nurkowym przed wydrzykiem, czy dudnienie wody w studniach lodowcowych, stanowią podstawowe źródło informacji o zdarzeniach słyszalnych, a słabo dostrzegalnych (Jania, 1988). Obok bogactwa dźwięków pochodzących z jednego źródła, wiele podobnie brzmiących pochodzi z różnych źródeł, co utrudnia sporządzenie klasyfikacji akustycznej bez kompleksowej rejestracji. Z tego względu omówiono jedynie przykłady dźwięków, zestawiono je natomiast na tle ich źródeł, z przypisaniem do kategorii genetycznej, pozostawiając akustykom szczegółową charakterystykę brzmieniową, skądinąd bardzo zróżnicowaną (tab. 1).

Tab. 1. Klasyfikacja genetyczna dźwięków w subpolarnym krajobrazie Spitsbergenu

Tab. 1. Genetic classification of sounds in Spitsbergen subpolar landscape

Źródła dźwięków <i>Sources of sounds</i>	Rodzaje dźwięków oraz przyczyny i okoliczności ich powstawania <i>Sorts of sounds, causes and circumstances of their formation</i>	Kategorie genetyczne <i>Genetic categories</i>
Zjawiska atmosferyczne <i>Atmospheric phenomena</i>	Szum i świst wiatru oraz plusk kropli deszczu i szelest krupy śnieżnej i lodowej oraz wyjątkowo wyładowania atmosferyczne <i>Swoosh and whistle of wind, splash of water drops, rustle of granular snow and ice and extraordinary lightning discharge</i>	Atmosferyczne <i>Atmospheric</i>
Ruch śniegu <i>Snow movement</i>	Szelest i szum zamieci, szum i łoskot lawin oraz szelest/szum spływów uwodnionego śniegu (slush) na lodowcach i stokach <i>Rustle and swoosh of blizzard, swoosh and clatter of avalanche, rustle/swoosh of slush on glaciers and slopes</i>	Niveogeniczne <i>Niveogenic</i>
Ruch wody <i>Water movement</i>	Szum, plusk, syk i łoskot fal oraz plusk, ciurkanie, szum i huk płynących i spadających strużek wody, strumieni i rzek <i>Swoosh, splash, hiss and clatter of waves, splash, trickling, swoosh and thud of water trickles, streams and rivers flowing and falling down</i>	Hydrogeniczne <i>Hydrogenic</i>
Ruch lodu (lodowców i okruchów) <i>Ice movement (glaciers and crumbs)</i>	Huk, łoskot i plusk „cielenia się” lodowców i rozpadu brył lodu, stukot gruzu lodowego przy brzegu, skrzywienie i „jęk” kier, „brzęk” sopli i igieł naledzi oraz „jęk” lodowców <i>Thud, clatter and splash of glaciers' calving and disintegration of ice blocks, clacking of ice blocks by shore, crunching and "wail" of floes, "clink" of icicles and needles, ice tarnish and glaciers "wail"</i>	Glacigeniczne <i>Glacigenic</i>
Uderzenia okruchów skalnych <i>Stroke of rock crumbs</i>	Łoskot spadających bloków skalnych i lawin kamiennych, ruchu piargów i potoków gruzowych oraz grzechot żwirów poruszanych przy brzegu przez fale <i>Clatter of falling rocky blocks and stone avalanches, clatter of scree and debris flow movement, rattle of rocking waves of gravels by shore</i>	Klastogeniczne <i>Clastogenic</i>
Zwierzęta (ptaki i ssaki) <i>Animals (birds and mammals)</i>	Świergot, pisk, syk, gruchanie, krakanie, skrzeczenie, gęganie i jazgot ptaków, szum, trzepot, furkot i łopot ptasich skrzydeł oraz rzadkie odgłosy wydawane przez ssaki lądowe i wodne <i>Chirping, squeal, hiss, cooing, cawing, croaking, gaggling and birds yelling, swoosh, flapping, fluttering and flapping of birds' wings, rare sounds emitting by land and water mammals</i>	Zoogeniczne <i>Zoogenic</i>
Ludzie <i>Men</i>	Odgłosy wydawane podczas porozumiewania się, poruszania i pracy ludzi <i>Sounds emitting during communicating, moving and human activity</i>	Antropogeniczne <i>Anthropogenic</i>
Silniki i broń palna <i>Motors and arm</i>	Dudnienie agregatów prądotwórczych i ciągników, warkot skuterów śnieżnych, silników łodziowych i samochodów oraz huk wystrzałów broni palnej, rac i wybuchów petard <i>Rumbling of generator set and tractor, whirr of snow, boat and motor scooters, thud of arm shot, rocket and banger explosion</i>	Techniczne <i>Technical</i>

Dźwięk towarzyszy tu zwykle ruchowi, który świadczy o dynamice wywołującego go zjawiska, o ilości energii (wielkość i spadek rzeki, intensywność falowania) i jej pochodzeniu. Mając to na uwadze, w genetycznej klasyfikacji dźwięków określono także źródła energii, powodującej ruch ośrodków i przedmiotów wywołujących dźwięki. Głównymi źródłami energii są w tym przypadku: grawitacja, energia wiatru (bezpośrednia bądź przekazywana przez falowanie), energia organiczna zwierząt i ludzi oraz energia chemiczna paliw i materiałów wybuchowych (ryc. 2). Jest to specyfika Spitsbergenu, gdzie posiadanie środków pirotechnicznych, prawdopodobnie częściej niż gdziekolwiek używanych, jest obowiązkiem. Wystrzały rac oraz wybuchy petard stosowanych do odstraszenia niedźwiedzi, są dźwiękami zamierzonymi, podobnie, jak dźwięki foniczne, zwłaszcza w wykonaniu awifauny, które wyróżniają się intensywnością i częstością występowania, a służą do zwrócenia uwagi, porozumienia, ostrzegania i odstraszenia.



Ryc. 2. Struktura genetyczna (A) i energetyczna (B) warstwy dźwiękowej krajobrazu Spitsbergenu
Fig. 2. Genetic (A) and energetic (B) structure of the sound layer in Spitsbergen landscape

Specyfiką obszarów podbiegunowych jest brak w tle szumu roślinności poruszanej wiatrem. W strefie wybrzeży Spitsbergenu tłem często jest szum morza, zwłaszcza jesienią. Położenie wyspy sprawia, że formujący się u wybrzeży lód stały jest w ciągu zimy wielokrotnie niszczone przez falowanie (Rodzik, Zagórski, 2008). Ocieranie się kier i krążków lodowych, zwłaszcza w niskiej temperaturze powietrza, wywołuje „jęki” i skrzypienie miękkiego lodu, którym może towarzyszyć fosforyzowanie podrażnionego planktonu. Latem, w pobliżu większych potoków, zwłaszcza glacialnych, słychać szum płynącej wody. Za tło, o dużej intensywności brzmienia, można uznać też nieustanny jazgot wytwarzany przez tysiące gardel i skrzydeł w rejonach ptasich kolonii. Zimą tłem bywa często szum i świst wiatru, „głuszony” jednak przez podnoszoną przezeń wysoką zamieć (Rodzik, 1985). Wiatr zwykle „gra” na przedmiotach terenowych, których mało jest w krajobrazie Spitsbergenu, „instrumentem” jest więc zwykle słuchacz, a słyszane dźwięki są subiektywne. Większość dźwięków tła trudno uznać za kojące, także dźwięki pierwszoplanowe głównie intrygują, co podnosi atrakcyjność krajobrazu dla turystyki aktywnej, nie sprzyja natomiast rekreacji.

STREFOWOŚĆ (PIĘTROWOŚĆ) „KRAJOBRAZU DŹWIĘKOWEGO”

W krajobrazie Spitsbergenu wyróżnia się kilka stref, zróżnicowanych pod względem orograficznym, pokrycia terenu i procesów modelujących (Różycki, 1957; Czeppe, 1966; Jahn, 1967; Pękala, 1980; Jania, 1988; King, 1994; Ziaja, 1994). Każda z nich charakteryzuje się inną warstwą dźwiękową, zmienną w ciągu roku, w zależności od typu pogody. Najmniejsze zróżnicowanie występuje zimą, która trwa tu przeciętnie od połowy października do połowy maja. We wszystkich strefach (z wyjątkiem niezamarzających wybrzeży) dominują wówczas dźwięki atmosferyczne. Wiosną i latem, gdy zachodzi tajanie śniegu i lodu, rozmarzanie gruntu, spływ wody oraz przylatują ptaki, zróżnicowanie to wybitnie się nasila. Ponieważ na odległość od morza i położenie względem lodowców, nakłada się tu wysokość n.p.m., strefy krajobrazowe układają się w dwa równoległe, piętrowo ukierunkowane systemy (tab. 2).

Tab. 2. Ocena występowania i natężenia dźwięków, według kategorii genetycznych, w strefach (piętrach) krajobrazowych Spitsbergenu

Tab. 2. Evaluation of sounds occurrence and intensity according to genetic categories in Spitsbergen landscape zones (belts)

Kategoria genetyczna dźwięków <i>Genetic category of sounds</i>	Systemy i strefy (piętra) krajobrazowe/ <i>Landscape systems and zones (belts)</i>					
	Peryglacjalny/ <i>Periglacial system</i>			Glacjalny/ <i>Glacial</i>		
	Brzegowa <i>Shore</i>	Tundrowa <i>Tundra</i>	Subniwalna <i>Subnival</i>	Paraglacjalna <i>Paraglacial</i>	Glacjalna <i>Glacial</i>	Niwalna <i>Nival</i>
Atmosferyczne <i>Atmospheric</i>	++	++	++	++	++	++
Hydrogeniczne <i>Hydrogenic</i>	+++	++	+	++	++	+
Niveogeniczne <i>Niveogenic</i>	+	+	++	+	++	+++
Glacigeniczne <i>Glacigenic</i>	+++	+	-	++	++	-
Petrogeniczne <i>Petrogenic</i>	++	-	+++	+	-	+++
Zoogeniczne <i>Zoogenic</i>	+++	++	+++	+	-	+
Antropogeniczne <i>Anthropogenic</i>	++	++	+	+	+	-
Techniczne <i>Technical</i>	++	++	-	-	+	-

+++ duże natężenie i/lub powszechne występowanie (*large intensity and/or general occurrence*)

++ umiarkowane natężenie i występowanie (*moderate intensity and occurrence*)

+ małe natężenie i/lub rzadkie występowanie (*small intensity and/or rare occurrence*)

- brak lub występowanie sporadyczne (*lack of or occasional occurrence*)

System peryglacjalny tworzą: strefa brzegowa przechodząca w strefę tundrową, a następnie w strefę subniwalną. Wąska (kilka lub kilkanaście, rzadziej kilkadziesiąt metrów) strefa brzegowa modelowana jest przez pływy i falowanie, zwłaszcza w obrębie wybrzeża wysokoenergetycznego, miejscami zaś przez procesy grawitacyjne i glacjalne. Jest to rejon stałego bytowania kilku gatunków ptaków (m.in. rybitwa, biegus morski i kaczka edredonowa) oraz – tylko w morzu – kilku gatunków fok, morsa i białugi. W strefie tundrowej bytuje kilka gatunków ptaków gniazdujących parami (gęsi), a także renifer. Jest to najbardziej stabilna strefa ze schodowato układającym się systemem generalnie równinnych, podniesionych teras morskich, na którą oddziałują głównie procesy soliflukcji, procesy niwalne oraz związane z wodami roztopowymi. Wywierają one znaczny wpływ także na krajobraz strefy subniwalnej, zajmującej stoki stosunkowo niskich grzbietów górskich, w której dominują procesy grawitacyjne. Gniazduje tu szereg gatunków ptaków,

w tym najliczniejsze, jak: alczyk (traczyk lodowy) i mewa trójpalczasta (Ferens, 1958). Hałaśliwe kolonie tych gatunków spotyka się zwłaszcza na stokach związanych z metamorficzną sukcesją skalną Hecla-Hoek (Mehlum, 1989). Alczyki zasiedlają przy tym gładzowiska (gołoborza) na zboczach zbudowanych z kwarcytów, łupków krystalicznych i amfibolitów w obrębie prekambryjskich, starszych formacji tej sukcesji, natomiast mewy trójpalczaste, alki i fulmary wybierają półki na pionowych ścianach skalnych, zbudowanych z wapieni, marmurów i dolomitów formacji dolnopaleozoicznych.

Ptasim siedliskom towarzyszą drapieżniki, jak: wydrzyk pasożytny, mewa błada i piesiec, czyli lis polarny. Niedźwiedzie polarne można spotkać natomiast głównie zimą, w strefie wybrzeża. Po okrążeniu południowego cypla Spitsbergenu z polem lodowym (na którym polują na fokii), wracają one do swoich siedlisk na wschodzie Svalbardu (Mehlum, 1989). Trzeba tu zaznaczyć, że wszystkie duże zwierzęta (ssaki) rzadko zwracają uwagę wydając dźwięki. Obecność człowieka zaznacza się przede wszystkim na wybrzeżu i w strefie tundrowej, gdzie zlokalizowane są osiedla górnicze oraz stacje badawcze. Niektóre stacje korzystają z obiektów dawnej działalności górniczej i traperskiej, dość licznych na wybrzeżu, w większości jednak zrujnowanych. W środkowej części Spitsbergenu „zastępują” je coraz liczniejsze domki zbudowane w celach rekreacyjnych (Schramm, 1994).

System glacialny związany jest z działalnością lodowców i obejmuje strefę paraglacialną na ich przedpolach (zagłębienia końcowe, sandry oraz różne formy morenowe), glacialną w obrębie powierzchni pokrytych lodem oraz, położoną powyżej lodowców, strefę niwalną w obrębie stoków nunataków i wyższych grzbietów górskich, zwykle z licznymi, wieloletnimi płatami śnieżnymi. Powiększająca się systematycznie strefa paraglacialna modelowana jest przez procesy wytopiskowe, erozyjną i akumulacyjną działalność wód glacialnych oraz procesy eoliczne. Strefę glacialną kształtują procesy akumulacji, transformacji i ablacji śniegu i lodu, a w dolnej jej części – termoerozja wód glacialnych. Strefa niwalna jest domeną wietrzenia fizycznego i procesów grawitacyjnych, którym podlega także pokrywa śnieżna, w innych strefach modelowana głównie przez wiatr (Rodzik, 1985).

PODSUMOWANIE

Położenie, orografia i klimat Spitsbergenu warunkują znaczną mobilność przyrody ożywionej i nieożywionej. Dynamika atmosfery, litosfery, hydrosfery, kriosfery i biosfery, a także działalność człowieka, znajduje tu odzwierciedlenie w bogatej warstwie dźwiękowej krajobrazu, wyrazistej przy braku, tłumiącej dźwięki, okrywy roślinnej. Na podstawie kryterium genetycznego wyróżniono dźwięki: atmosferyczne, niveogeniczne, glacialniczne, hydrogeniczne, zoogeniczne, antropo-

geniczne i techniczne. Zróżnicowanie w obrębie poszczególnych typów skłoniło do wydzielenia podtypów. Określono także podstawowe źródła energii: grawitacyjne, kolizyjne, organiczne i chemiczne.

Strukturę i dynamikę warstwy dźwiękowej cechuje tu wyraźny rytm roczny. Bogactwem dźwięków, charakterystycznych dla wysp strefy subpolarnej, wyróżnia się krótki okres letni, związany z tajaniem pokrywy śnieżnej i lodowej oraz spływem wody, cieleniem się lodowców, a zwłaszcza funkcjonowaniem licznych kolonii ptasich. Zimą następuje unifikacja warstwy dźwiękowej, związana m.in. z unifikacją podłoża (pokrywa śnieżna) oraz dominacją dźwięków atmosferycznych.

Z kolei zróżnicowanie warstwy dźwiękowej jest efektem zróżnicowania krajobrazu. Sześć stref krajobrazowych, z których każda ma inną warstwę dźwiękową, tworzy tu dwa systemy – przekroje krajobrazowe od wybrzeży po szczyty górskie. W systemie glacialnym występują dźwięki generalnie związane z ruchem śniegu i lodu oraz wód ablacyjnych. W systemie peryglacialnym dominują dźwięki zoogeniczne, przy czym strefa brzegowa wyróżnia się wyjątkowym urozmaiceniem genetycznym i dużą dynamiką warstwy dźwiękowej. Nakładają się na nią dźwięki związane z działalnością człowieka. Przedstawiona powyżej charakterystyka i struktura warstwy dźwiękowej może być wskazówką do prowadzenia szczegółowych, monitoringowych badań akustycznych.

LITERATURA

- Baranowski S., 1977: Subpolarne lodowce Spitsbergenu na tle klimatu tego regionu. *Acta Univ. Wratisl.*, 393, s. 1-157.
- Bernat S., 2008: Dźwięk jako element oceny i klasyfikacji krajobrazu [w:] *Klasyfikacja krajobrazu – teoria i praktyka. Problemy Ekologii Krajobrazu*, t. XX. WGiSR UW, PAEK, s. 265-272.
- Birkenmajer K., 1975: *Polarne drogi i bezdroża*. Wyd. Geol., Warszawa, s. 1-165.
- Czeppe Z., 1958: Listy z za kręgu polarnego. *Poznaj Świat*, 2, 3, 4, 5, s. 15-16, 37, 13, 13.
- Czeppe Z., 1966: Przebieg głównych procesów morfogenetycznych w południowo-zachodnim Spitsbergenie. *Zesz. Nauk UJ*, 127, *Prace geogr.*, 13, Kraków.
- Ferens B., 1958: Badania ornitologiczne na Spitsbergenie. *Przegląd Geofizyczny*, 3(11), 2, 191-198.
- Ferens B., 1959: „Rzeź zwierząt” w Arktyce. *Ochrona Przyrody*, 26, Kraków, s. 65-94.
- Jahn A., 1958: W tundrze Spitsbergenu. *Poznaj Świat*, 1, s.3-7.
- Jahn A., 1967: Some features of mass movement on Spitsbergen slopes. *Geografiska Annaler*, 49, A, 2/4, s.213-225.
- Jania J., 1988: *Zrozumieć lodowce*. Wyd. „Śląsk”, Katowice.

- King L., 1994: Geomorphological process areas in High Arctic ecosystems Liefde- and Bockfjorden, Northwest Spitsbergen, XXI Polar Symposium, Warszawa, September 23-24, s. 135-148.
- Krzyszowska A., 1981: The degree of tundra degradation in the surroundings of the Hornsund Polar Station (Spitsbergen) – reaction of environment to human impact. *Pol. Polar Res.*, 2, 1-2, s. 73-86.
- Marsz A. A., Styszyńska A. (eds.), 2007: *Klimat Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie – stan, zmiany i ich przyczyny*. Wyd. Akademii Morskiej w Gdyni.
- Martyn D., 1985: *Klimaty kuli ziemskiej*. PWN, Warszawa.
- Mehlum F., 1989: *Svalbard fugler og pattedyr*. *Polarhåndbok*, 3. Norsk Polarinstitutt, Oslo.
- Pękala K., 1980: Rzeźba, współczesne procesy morfogenetyczne i utwory pokrywowe na nunatakach w rejonie Hornsundu (SW Spitsbergen). *Rozprawa habilitacyjna*, UMCS, Lublin.
- Quin D., 2002/2003: Antarctica: Austral Soundscapes. *Soundscapes – The Journal of Acoustic Ecology*, 3(2)/ 4(1), s. 30-34.
- Rodzik J., 1985: Morfogenetyczna rola pokrywy śnieżnej w strefie peryglacjalnej Hornsundu (SW Spitsbergen). *Rozprawa doktorska*, Zakład Geografii Fizycznej UMCS, Lublin.
- Rodzik J., Zagórski P., 2008: Shore ice and its influence on development of the shores of Southwestern Spitsbergen. *Oceanological & Hydrological Studies*, w druku.
- Różycki S. Z., 1957: Strefowość rzeźby i zjawiska peryglacjalne na Ziemi Torella (Spitsbergen), *Biuletyn Peryglacjalny*, 5, s. 51-87.
- Różycki S. Z., 1959: *Wśród Lodów i Skał*. Wyd. Sport i Turystyka, Warszawa.
- Schramm R. W., 1994: Zmiany na Spitsbergenie wprowadzone działalnością człowieka w 35-leciu 1958-1992. XXI Polar Symposium, Warszawa, September 23-24, s. 361-371.
- Węsławski J. M., Adamski P., 1987: Cold and warm years in South Spitsbergen coastal marine ekosystem. *Polish Polar Research*, 8 (2), s. 95-106.
- Ziaja W., 1994: Environmental contrast between the eastern and western coast of Sørkapp Land, Spitsbergen, XXI Polar Symposium, Warszawa, September 23-24, s. 181-184.

SUMMARY

GENETIC CLASSIFICATION OF SOUND AND STRUCTURE OF THE SOUND LAYER IN SUBPOLAR LANDSCAPE OF SPITSBERGEN

Spitsbergen is a mountain island located in significantly ice-covered Norwegian archipelago Svalbard. In spite of polar location, its climate is not very frosty but subpolar with ocean features. To a considerable degree, Icelandic Low and "warm" West Spitsbergen Current shape here thermal and rain conditions. Thanks to that, Greenland Sea nearby Spitsbergen shore doesn't freeze whereas drift ice often appears here (Fig. 1). Dynamics of atmosphere, lithosphere, cryosphere, hydrosphere, biosphere and human activity finds reflection in rich sound layer of landscape. On a basis of natural sounds' origin, groups of them were distinguished: atmospheric, niveogenic, glaciogenic, hydrogenic, zoogenic, anthropogenic and technical (Table 1).

Sounds of resembling tone may be produced by variable components of geographical environment and on the other hand – variable sounds may derive from one source. Their diversity and intensity indicate not only on type and dynamics of home processes but also on a source of energy. In the Spitsbergen landscape, sounds are an effect of influence of: gravity (falling and flow), wind (causing a direct collision of centers and objects or through waving), living organisms (movement or activity of vocal system) and sudden blowing of carbohydrates and explosive agents (Fig. 2).

Structure of Spitsbergen sound layer is characterized by distinct annual rhythm. Short summer period, connected with thawing of snow and ice cover and water flow, calving of glaciers, especially with functioning of numerous bird's colony, stands out with sounds resource. In this part of Spitsbergen landscape, six zones in two parallel, arrange in tiers can be distinguished. Periglacial system build following zones: shore, tundra (plains) and subnival, including unfrozen mountain slopes. In a glacial system, these are zones: paraglacial (in front of glaciers), glacial (glaciers) and nival, including nunataks and frozen mountains' slopes. "Openness" of this terrain causes that some sounds have over zonal extent but generally each zone has different sound layer (Table 2).