KINGA DOBOSZ, MARIA IWONA ŻMIJEWSKA

Zakład Badań Planktonu Morskiego
Instytut Oceanografii
Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia
E-mail: dobosh1994@gmail.com

ZAGROŻENIA POPULACJI NIEDŹWIEDZIA POLARNEGO *URSUS MARITIMUS* Z REJONÓW ARKTYKI KANADYJSKIEJ

WSTĘP

Zjawisko globalnych zmian klimatu i procesów im towarzyszących jest intensywnie badane i szeroko dyskutowane przez najróżniejsze gremia na całym świecie. Niewątpliwie, do najbardziej delikatnych i niezwykle wrażliwych należą ekosystemy rejonów polarnych. Minimalne zachwianie równowagi jednego z czynników kształtujących warunki środowiskowe w rejonach wysokich szerokości geograficznych generuje daleko idące zmiany w ich funkcjonowaniu, zarówno w makro-, jak i mikroskali. W Arktyce i Antarktyce od kilku dekad obserwuje się postępujący i dobrze udokumentowany wzrost temperatury w środowisku lądowym i morskim. Szczególnie wyraźne jest tempo topnienia lodowców. Procesy te mają ogromny wpływ na życie zarówno w toni wodnej, jak i na dnie morskim (HANSEN i współaut. 2006, RHEIN i współaut. 2013). Przewiduje się, że zmiany klimatyczne będą miały znaczący wpływ na rozmieszczenie gatunków i ich interakcje oraz strukturę sieci troficznej i różnorodność biologiczną Arktyki (CONVEY i LEWIS SMITH 2006, PARMESAN 2006, GROSOBOIS i współaut. 2008, KEITH i współaut. 2008). Ponadto badania potwierdzają, że klimat Arktyki zmienia się szybciej niż w innych obszarach świata (SERREZE i FRANCIS 2006, WALSH 2008).

Zasięg wieloletniego lodu morskiego w Arktyce spada od 1979 r. średnio o 11,3% na dekadę (STROEVE i współaut. 2007, PEROVICH i RICHTER-MENGE 2009). Latem 2005 r. minimalny zasięg lodu morskiego ustanowił nowy rekord, który został ponownie złama-

ny w 2007 r. Ten trend dał powód do obaw dotyczących gatunków arktycznych o silnym powiązaniu z lodem morskim, którym jest np. niedźwiedź polarny (AMSTRUP i DEMASTER 2003, LAIDRE i współaut. 2008). Stan populacji, zdolność do reprodukcji oraz sposoby zdobywania pożywienia przez niedźwiedzia silnie zależą od pokrywy lodowej. Opisane zmiany klimatyczne wpływają bezpośrednio na stan lodu w Arktyce kanadyjskiej, który topnieje dużo wcześniej, w porównaniu z latami ubiegłymi. Przyczynia się to do zmniejszenia liczebności młodych niedźwiedzi nawet o 40-73 %, co niewątpliwie może mieć negatywny wpływ na stan populacji tego endemicznego gatunku Arktyki (MOLNAR i współaut. 2011).

Uzależnienie niedźwiedzi polarnych *Ursus maritimus* (Phipps, 1774) od lodu morskiego czyni je bardzo podatnymi na zachodzące zmiany klimatyczne, ponieważ nie tylko ich rozród, ale również wędrówki, dieta i miejsce opieki nad młodymi są silnie z nim powiązane (MOLNAR i współaut. 2011).

AKTUALNE ZMIANY KLIMATU W REJONIE ARKTYKI

Klimat i pogoda Arktyki czynią ten obszar jednym z ekstremalnych środowisk na Ziemi. Rejon ten charakteryzuje się sezonowym dopływem światła słonecznego, bardzo niskimi temperaturami oraz krótkim, ale intensywnym okresem wzrostu produkcji pierwotnej (NUTTALL 2005).

Arktyka to przede wszystkim rejon pokryty lodem morskim. Centralną część Morza Arktycznego zajmuje pak lodowy, czyli

łód wieloletni o grubości od 2 do 10 m. Z każdym sezonem zimowym do masy lodowej dobudowywany jest nowy łód morski, który latem topnieje. Grubość lodu morskiego zależy od pory roku, kiedy od stycznia do maja rośnie, natomiast w czerwcu maleje na skutek topnienia i pęknięcia. Od września łód tworzy się na nowo (GURGUL 2002).

Ze względu na dużą liczbę zmian obserwowanych w ostatnich latach w Arktyce, region ten stanowi ważny punkt wielu badań naukowych nad globalnymi zmianami klimatu (ACIA 2005).

W ciągu ostatniego dziesięciolecia na obszarze Oceanu Arktycznego odnotowano dramatyczną utratę pokrywy lodowej w lecie, z rekordowymi wartościami w latach 2007 i 2012, zarówno dla basenu amerykańskiego, jak i basenu Eurazji. Większość utraty masy lodowej w morzach wynika z letniego ogrzewania słonecznego warstwy powierzchniowej poprzez pęknięcia w lodzie, a w konsekwencji topnienie dolnej jego warstwy (TOOLE i współaut. 2010; PEROVICH i współaut. 2011, 2014). Od 1978 r. całkowita powierzchnia pokrywy lodowej zmniejszyła się o około 14% (VINNIKOV i współaut. 1999). W nadchodzących dziesięcioleciach przewidywane są dalsze utraty objętości i grubości lodu morskiego. Prognozy na przyszłość są takie, że latem łód morski nadal będzie zmniejszać swoją powierzchnię, co może się przyczynić do niemal całkowitego jego braku do 2035 r. (WANG i OVERLAND 2009). Zmiany w pokrywie lodowej najbardziej odczuwają ssaki morskie z nim związane. Pojawiają się zmiany liczebności populacji i pogorszenia kondycji wielu kluczowych gatunków. Ponadto, można zaobserwować ekspansję na północ innych gatunków, które mogą wywierać presję konkurencyjną na niektórych endemicznych gatunkach arktycznych, a także narażać je na większe drapieżnictwo, jak również na choroby i infekcje pasożytnicze. Oczekuje się, że negatywny wpływ zaobserwowany dotychczas u ssaków morskich będzie kontynuowany i być może nasili się w nadchodzącej dekadzie, wraz z ciągłymi spadkami pokrywy lodu morskiego. Ta sytuacja przedstawia znaczące zagrożenie dla różnorodności biologicznej wśród gatunków endemicznych Arktyki (KOVACS i współaut. 2011).

NIEDŹWIEDŹ POLARNY (*URSUS MARITIMUS*)

Niedźwiedź polarny jest gatunkiem endemicznym dla Arktyki i zamieszkuje wiele jej obszarów, w tym: Grenlandię, Kanadyjską część Arktyki, Svalbard oraz niektóre z regionów Rosji. Jediną granicą jego występowania jest obecność lodu morskiego (NUT-

Ryc. 1. Subpopulacje niedźwiedzi polarnych

BA – Basen Arktyczny, ZBu – Zatoka Baffina, MB – Morze Barentsa, MC – Morze Czukockie, CD – Cieśnina Davisa, GW – Grenlandia Wschodnia, BF – Basen Foxe’a, ZB – Zatoka Boothia, BK – Basen Kane’a, MK – Morze Karskie, CL – Cieśnina Lancastera, MŁ – Morze Łaptiewów, KM – Kanał M’Clintocka, MBN – Północne Morze Beauforta, ZN – Zatoka Norweska, MBS – Południowe Morze Beauforta, ZHS – Południowa Zatoka Hudsona, CM – Cieśnina Melville’a, ZWH – Zachodnia Zatoka Hudsona.

TALL 2005). Obecnie rejony Arktyki zasiedla od 20.000 do 25.000 osobników tego gatunku. Jego całkowita populacja została podzielona na 19 subpopulacji (Ryc. 1). Liczba osobników w poszczególnych subpopulacjach waha się od kilkuset do kilku tysięcy (AARS i współaut. 2006). Ze względu na zanikanie lodu morskiego niedźwiedziom nadano status gatunku zagrożonego wyginięciem (YORK i współaut. 2016).

Na przestrzeni lat, po pierwszym oszacowaniu globalnej populacji niedźwiedzi polarnych, IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group (PBSG), międzynarodowe grono wybitnych naukowców zajmujące się badaniami niedźwiedzi polarnych, w niektórych obszarach udoskonaliło szacunkowe wielkości subpopulacji, ale nadal istnieją obszary, w których liczby osobników są jedynie hipotetyczne. Dane naukowe są dostępne dla 14 subpopulacji (Morze Baffina, Morze Barentsa, Cieśnina Davisa, Basen Foxe’a, Zatoka Boothia, Basen Kane’a, Cieśnina Lancaster’a, Kanał M’Clintock, Płn. Morze Beaufort’a, Zatoka Norweska, Płd. Morze Beaufort’a, Płd. Zatoka Hudsona, Cieśnina Melville’a i Zach. Zatoka Hudsona) dla których liczebność (Tabela 1) została oszacowana przy

Tabela 1. Status subpopulacji niedźwiedzia polarnego Arktyki na rok 2017.

Subpopulacja	Liczba osobników	Status subpopulacji	Literatura
Morze Czukockie	Nieznana	Spadek populacji (określony w oparciu o redukcję lodu morskiego)	(BELIKOV 1993, DURNER i współaut. 2009, RODE i współaut. 2014)
Morze Laptev	Nieznana	Nieznany	
Płd. Morze Beauforta	907	Spadek populacji	(BROMAGHIN i współaut. 2015, RODE i współaut. 2010)
Płn. Morze Beauforta	908	Stabilna populacja	(STIRLING i współaut. 2011)
Cieśnina Melville'a	Nieznana	Nieznany	
Kanał M'Clintock	284	Wzrost populacji	(TAYLOR i współaut. 2006; STERN i LAIDRE 2016, MARKUS i współaut. 2009)
Cieśnina Lancastera	2500	Spadek populacji	(TAYLOR i współaut. 2008)
Zatoka Norweska	203	Nieznany	(TAYLOR i współaut. 2008)
Basen Kane'a	357	Spadek populacji	(SWG 2016)
Zach. Zatoka Hudsona	1030	Stabilna populacja	(STAPLETON i współaut. 2014; LUNN i współaut. 2016)
Basen Foxe'a	2585	Stabilna populacja	(TAYLOR i współaut. 2006)
Płd. Zatoka Hudsona	780	Spadek populacji	(OBBARD i współaut. 2006, 2016; OBBARD 2008).
Cieśnina Davisa	2150	Stabilna populacja	(PEACOCK i współaut. 2013)
Morza Baffina	2826	Spadek populacji	(SWG 2016)
Wsch. Grenlandia	Nieznana	Nieznany	
Basen Arktyczny	Nieznana	Nieznany	
Morze Barentsa	Nieznana	Nieznany	
Zatoka Boothia	1600	Stabilna populacja	(TAYLOR i współaut. 2009)

użyciu zaakceptowanych metod inwentaryzacji (np. znakowanie lub badania lotnicze).

Niedźwiedzie polarne są największymi przedstawicielami rodziny Ursidae (NUTTALL 2005) i różnią się od innych im pokrewnych. Są smuklejsze i mają dość mocno wydłużoną głowę (JEFFERSON i współaut. 1993). Cechują je małe uszy, będące przystosowaniem do zimnego klimatu, oraz duże i szerokie łapy ułatwiające stąpanie po śliskim lodzie, służące również do efektywnego pływania na dalekie odległości (JEFFERSON i współaut. 1993). Mają czarną skórę, natomiast sierść jest koloru białego, co zapewnia im dobry kamuflaż. Futro może zmieniać barwę w zależności od oświetlenia, od żółtego, przez jasnoszare po jasnobrązowe. Dorosły samiec niedźwiedzia polarnego osiąga długość ciała (od ogona po koniec pyska) do 2,5 m, a ciężar do nawet 800 kg. Samice są zazwyczaj mniejsze od samców i mają długość do 2 m, a ich masa sięga do 300 kg (JEFFERSON i współaut. 1993). W wieku dwóch

lat samiec i samica osiągają podobną wielkość. Po tym czasie samice przestają rosnąć osiągając dojrzałość w wieku 4 lat, z kolei samce rosną dalej osiągając ją w wieku 6 lat (LØNØ 1970). Nowonarodzone młode są bardzo lekkie i mogą osiągać masę zaledwie 0,6 kg (JEFFERSON i współaut. 1993). Samce po urodzeniu są nieco większe niż samice (około 0,8 kg) (LØNØ 1970). Zwierzęta te to drapieżniki, odżywiające się głównie ssakami morskimi takim jak: nerpa obrączkowana *Pusa hispida* (Schreber, 1775), fokowas brodawy *Erignathus barbatus* (Erxleben, 1777), lodofoka grenlandzka *Pagophilus groenlandicus* (Erxleben, 1777), kapturzik morski *Cystophora cristata* (Erxleben, 1777), mors arktyczny *Odobenus rosmarus* (Linnaeus, 1758). W sezonie, gdy występowanie lodu morskiego jest ograniczone, zwierzęta te zmuszone są do zdobywania pożywienia na lądzie, gdzie żywią się dostępnym pokarmem: ptakami, jajami, gryzoniami, skorupiakami oraz reniferami czy piżmowołami arktycznymi. U

niedźwiedzi polarnych zaobserwowano także zjawisko kanibalizmu i padlinożerności (LUNN i STIRLING 1985; STEMPNIEWICZ 1993, 2006; DONALDSON i współaut. 1995; DEROCHER i współaut. 2002; THIEMANN i współaut. 2008; DEROCHER 2012; STEMPNIEWICZ i współaut. 2014; PROP i współaut. 2015).

Zwierzęta te polują głównie na foki czekając na powierzchni lodu, w pobliżu otworów służących im do oddychania. W przypadku, gdy foka zbliży się do krawędzi lodu, niedźwiedź atakuje ofiarę (DEROCHER i współaut. 2004, AMSTRUP i współaut. 2007). Jednym z głównych elementów ich diety są również szczenięta fok, które po urodzeniu nie mają tłuszczu podskórnego zapewniającego im termoizolację, dlatego też przez kilka tygodni pozostają bezbronne na lodzie. Matki zostawiają swoje młode na pokrywie lodowej, by w tym czasie polować i zapewnić szczenięciu pożywienie (SMITH i LYDERSEN 1991). Pozostawione młode jest idealnym celem dla niedźwiedzia (NUTTALL 2005).

Osobniki niedźwiedzia polarnego są świetnie przystosowane do surowego klimatu Arktyki. Ich ciało pokryte jest gęstym futrem o długim włosiu, a pod skórą znajduje się warstwa tkanki tłuszczowej o grubości 10 cm. Prawie całe ciało niedźwiedzia jest owłosione, z wyjątkiem nosa, łącznie ze spodnią częścią łap, dzięki czemu nie ślizgają się na lodzie. Ssaki te potrafią przebyć dalekie dystanse w poszukiwaniu jedzenia. Ich wędrówki uzależnione są od pory roku i występowania pokrywy lodowej. W ciągu roku potrafią przebyć odległość do 6200 km, poruszając się po obszarze o powierzchni nawet 600.000 km² (BIELAK 2008). Nazwa gatunkowa *U. maritimus* oznacza niedźwiedzia morskiego i wiąże się faktem, iż są one świetnymi pływakami. Potrafią nurkować na głębokość od 3 do 4,5 m. Prędkość z jaką pływają wynosi 10 km/h (BIELAK 2008). *U. maritimus* to w dużej mierze samotniki. Łączą się w pary tylko w okresie godowym od kwietnia do czerwca, w którym dochodzi do zapłodnienia. Każdy samiec kojarzy się z 1 lub 2 samicami. Ciężarne samice na przełomie listopada i grudnia wykopują legowiska w śniegu, w których rodzą od 1 do 3 młodych. Temperatura wewnątrz nory może osiągać nawet 22°C (BIELAK 2008). Ciąża trwa od 195 do 265 dni. Narodziny odbywają się w grudniu i styczniu, a okres przebywania w legowisku to około 150 dni, w tym 50 dni jeszcze przed narodzeniem się młodych. Młode rodzą się ślepe i nagie, a oczy otwierają po 30 dniach od narodzin (LØNØ 1970). Po wyjściu z legowiska samica opiekuje się młodymi przez około 2 lata. W tym czasie karmione są one mlekiem matki i uczą się przetrwania w ekstremalnych

warunkach, podążając za matką. W tym okresie samica nie przystępuje do kopulacji (JEFFERSON i współaut. 1993). Gatunek ten osiąga dojrzałość płciową w wieku od 3 do 5 lat. W okresie godowym samce są agresywne i toczą zacięte walki o bezdzietne samice (LØNØ 1970).

WPLYW GLOBALNEGO OCIEPLENIA NA SUBPOPULACJE NIEDŹWIEDZIA POLARNEGO

Niektóre rejony występowania lodu morskiego, które leżą nad produktywnymi obszarami łowieckimi niedźwiedzi polarnych, wskutek globalnego ocieplenia topnieją szybciej niż inne. Rządy i naukowcy wyznaczyli 19 populacji niedźwiedzi polarnych w czterech różnych regionach zasięgu lodu morskiego. Te regiony lodowe funkcjonują jako odrębne jednostki zarządzania i są rozlokowane w pięciu krajach: Kanadzie, Stanach Zjednoczonych (Alaska), Grenlandii, Rosji i Norwegii. Około 60% niedźwiedzi polarnych występuje w rejonie Kanady. Pozostałe ecoregiony lodu morskiego różnią się geograficznie, a także poziomem występowania lodu morskiego i wrażliwością na zmiany klimatyczne (AARS i współaut. 2006).

Ocieplenie klimatu powoduje zmiany w rocznym rozmieszczeniu lodu morskiego i jego strukturze. Są dowody na to, że utrata lodu morskiego, pierwotnego siedliska niedźwiedzi polarnych, negatywnie wpływa na ich długoterminowe przetrwanie. Aby przeżyć, subpopulacje niedźwiedzia polarnego potrzebują lodu morskiego jako platformy, z której każdego roku można polować na foki wystarczająco długo, aby zgromadzić dostateczną ilość energii (tłuszczu). Dzięki nagromadzonej energii mogą przetrwać okresy, kiedy foki są niedostępne. Skrócony czas polowań, ze względu na postępujący wcześniej rozpad lodu morskiego wiosną, skutkuje dłuższymi okresami postu, słabszą kondycją, zmniejszonym dostępem do miejsc rozrodu niedźwiedzi, mniejszą ilością młodych oraz ich niższą przeżywalnością (STIRLING i DEROCHER 2012). Chronologia zmian spowodowanych zmianami klimatu będzie się różnić między subpopulacjami. Negatywne skutki będą udokumentowane najpierw w bardziej południowych subpopulacjach, takich jak te w Zatoce Hudsona lub na południowym Morzu Beauforta. Jeśli klimat będzie się nadal zmieniał, a lód morski, zgodnie z przewidywaniami, dalej będzie topniał, niedźwiedzie polarne prawdopodobnie znikną z południowych części ich zasięgu w połowie stulecia. W przewidywalnej przyszłości mogą one przetrwać na północny Kanady, Wyspach

Arktycznych i północnej Grenlandii (STIRLING i DEROCHER 2012).

Utrata lodu morskiego, zachodząca wskutek globalnych zmian powoduje, że niedźwiedzie polarne tracą swoje tereny łowieckie. Żywią się wtedy praktycznie wszystkim, co napotkają w czasie wędrówek: ptakami, jajami, padliną, a nawet zmuszane są do kanibalizmu. W żołądkach niedźwiedzi można znaleźć także wodorosty, trawy i mchy (LØNØ 1970). Coraz częściej spotyka się niedźwiedzie wychudzone, w bardzo złej kondycji, słabe i niedożywione. Zmiany w diecie subpopulacji niedźwiedzi z Zatoki Hudsona zostały udokumentowane w latach 1991-2007. Zauważono, że wraz ze zmniejszającą się ilością lodu morskiego i większą ilością otwartych wód, gdzie występują foki (McKINNEY i współaut. 2009), subpopulacja ta coraz częściej sięga po pożywienie występujące na lądzie takie jak: gęsi i ich jaja oraz owoce leśne, np. jagody. Jednak jest to tylko alternatywne źródło pokarmu, które nie dostarcza wystarczających zapasów energii dla tak dużej populacji oraz stanowi rozwiązanie tymczasowe, a nie długoterminowe, i nie zapewni niedźwiedziom przetrwania (HOBSON i współaut. 2009, ROCKWELL i GORMEZANO 2009, DYCK i KEBREAB 2009, SMITH i współaut. 2010).

Najbardziej narażone są subpopulacje z rejonów Kanady, gdzie lód występuje tylko od października do czerwca, natomiast topnienie rozpoczyna się już w lipcu. Osobniki z tamtych rejonów zmuszone są do migracji na duże odległości, gdyż w innym przypadku pozostaną na lądzie przez wiele miesięcy, gdzie nie będą mogły polować w preferowanym przez siebie środowisku (REGEHER i współaut. 2010). Łączy się to z dużą utratą energii wskutek czego niedźwiedzie są słabe, niezdolne do polowań i wychowania młodych. Przekłada się to na wysoki poziom śmiertelności populacji. W oparciu o modele wędrówek niedźwiedzi ustalono, że tempo utraty siedlisk jest bardzo wysokie i zagraża kanadyjskiej subpopulacji niedźwiedzia polarnego (DURNER i współaut. 2009).

Według badań VONGRAVEN i współaut. (2012), subpopulacja ze wschodniej Grenlandii jest narażona na spadek liczebności ze względu na zmiany klimatu oraz wysoką zawartość zanieczyszczeń transportowanych przez Prąd Wschodniogrenlandzki, który, wraz z Prądem Transpolarnym, odpowiedzialny jest za główny eksport lodu z Arktyki (GURGUL 2002, DURNER i współaut. 2009, DIETZ i współaut. 2012). Naukowcy przewidują, że lód w obszarze lądolodu może zniknąć za około 75 lat. W ciągu ostatnich dwóch do czterech dekad pokrywa lodowa w arktycznych morzach stała się cieńsza i

zmaląa w wyniku globalnego ocieplenia (COMISO 2002). Zmiany te są szczególnie wyraźne we wschodniej, arktycznej części Atlantyku (PARKINSON 2000). Już w tym stuleciu przewidywany jest dramatyczny wzrost temperatury i związane z tym zmniejszenie zasięgu występowania lodu w obszarze wschodniej Grenlandii (RYSGAARD i współaut. 2003). Dodatkowo, najwyższe stężenie polichlorowanych bifenyli (PCB) w organizmie niedźwiedzi polarnych odnotowano w populacjach z zachodniej, rosyjskiej Arktyki, obszaru Svalbard (LIE i współaut. 2003, ANDERSEN i współaut. 2001) oraz wschodniej Grenlandii (NOSTROM i współaut. 1998, DIETZ i współaut. 2004, VERREAULT i współaut. 2005). Natomiast najniższe poziomy PCB i OCP (pestycydy chloroorganiczne) stwierdzono w populacjach żyjących na Alasce (Morze Beringa/Morze Czukockie) (KUCKLICK i współaut. 2002, VERREAULT i współaut. 2005).

Kluczowym czynnikiem dla wielkości populacji niedźwiedzi polarnych (*U. maritimus*) jest funkcjonalność narządów rozrodczych i zdolność młodych do przetrwania (BUNNEL i TAIT 1981, TAYLOR i współaut. 1987, RAMSAY i STIRLING 1988). Funkcjonowanie narządów rozrodczych i zdolność niedźwiedzi (i wielu innych zwierząt) do rozmnażania się jest złożoną interakcją pomiędzy endokrynologią (hormonami) i parametrami odpornościowymi (COLBORN i współaut. 1993, DAMSTRA i współaut. 2002), a sukces reprodukcyjny jest uzależniony od zewnętrznych warunków środowiskowych, takich jak: dostęp do pokarmu, warunki klimatyczne oraz wpływ antropogeniczny, np. zanieczyszczenia i chemikalia (AMAP 2004, DEROCHER i współaut. 2004, FØRLAND i współaut. 2002). Przykładowo, organochlorany (OC) są produktami ubocznymi w przemyśle chemicznym i mogą wywierać toksyczne działanie na organizmy. Do grupy tych związków należą polichlorowane bifenyly, dioksyny, chlorobenzeny, dichlorodifenylotrichloroetan (DDT) i lindany. Praktycznie żadne OC nie występują naturalnie (DE MARCH i współaut. 1998), ale dzięki swym właściwościom fizycznym i chemicznym mogą rozprzestrzeniać się przez atmosferę na duże odległości (BARRIE i współaut. 1992). Ponieważ lotne i trwałe substancje ostatecznie skraplają się w zimnych obszarach, OC są podatne na deponowanie i nagromadzanie w regionach polarnych (WANIA i MACKAY 1993). W badaniach SONNE i współaut. (2006) zaburzona płodność była związana z negatywnym wpływem antropogenicznych związków organohalogenowych (chloroorganiczne i bromowane środki zmniejszające palność), powodujących dysfunkcję jąder (np. mała liczba i zmieniona morfologia plemników) u samców i patolo-

giczne zmiany (np. endometrioza, mięśniaki gładkokomórkowe, okluzje i zwężenie) w układzie rozrodczym samic, co prowadziło do zmniejszenia liczebności potomstwa (BERGMANN i OLSSON 1985; BERGMANN 1999; CAMPAGNA i współaut. 2001, 2002; DAMSTRA i współaut. 2002). Niedźwiedzie polarne ze wschodniej Grenlandii, Svalbardu i Arktyki rosyjsko-zachodniej mają najwięcej substancji szkodliwych w organizmie, ponieważ ich dietę stanowi głównie nerpa obrączkowana (*P. hispida*) i fokowas brodaty (*E. barbatus*) (RAMSAY i STIRLING 1988, AMAP 2004). Tkanina tłuszczowa fok zawiera znaczące ilości OC ze względu na lipofilowy charakter tych związków. Wyniki kilku badań korelacyjnych dotyczących niedźwiedzi polarnych wskazały, że OC mogą mieć wpływ na układ odpornościowy (BERNHOF i współaut. 2000; LIE i współaut. 2004, 2005), narządy wewnętrzne (KIRKEGAARD i współaut. 2005; SONNE i współaut. 2005, 2006) oraz układ kostny (SONNE i współaut. 2004).

Ponadto, na tereny tego gatunku coraz głębiej wkracza niedźwiedź grizli, *Ursus arctos horribilis* (Merriam, 1914). Do tej pory nie sądzono, że oba gatunki będą w stanie się ze sobą krzyżować, jednak ostatnie odkrycie obaliło tę tezę. W rejonie Kanady znaleziono hybrydę niedźwiedzia polarnego i niedźwiedzia grizli, i nie jest to jedyny egzemplarz. Krzyżówka tych dwóch podobnych genetycznie niedźwiedzi miała futro o barwie białej, natomiast łapy koloru brązowego. Sylwetka podobna była do niedźwiedzia polarnego, z kolei łapy i głowa przypominały niedźwiedzia grizli. Fakt coraz częstszej pojawiania się tych hybryd jest potwierdzeniem, że niedźwiedź polarny wchodzi na tereny lądowe, zmuszony do tego przez utratę naturalnego siedliska jakim jest lód morski. Natomiast niedźwiedzie grizli, w poszukiwaniu pożywienia i niższych temperatur, wkraczają na terytorium niedźwiedzia polarnego. Naukowcy wahają się, czy nowa hybryda niedźwiedzia będzie w stanie przeżyć w klimacie wciąż ocieplającej się Arktyki (MILLER i współaut. 2012).

SPADEK ROZRODCZOŚCI

Samice niedźwiedzia polarnego z zapasów tłuszczu i białka, które udało im się zmagazynować w poprzednim sezonie, pokrywają koszty przetrwania oraz wytworzenia mleka dla młodych. Ilość zgromadzonych zapasów energetycznych zależy od długości występowania lodu morskiego, na którym mogły polować. Niestety, z każdym rokiem czas występowania pokrywy lodowej jest krótszy (MOLNÁR i współaut. 2011). Zwykle wraz z zanikiem lodu morskiego z począt-

kiem sierpnia niedźwiedzie zmuszone są do przejścia na stały ląd. Ze względu na zmiany klimatu, topnienie lodu w rejonie Zatoki Hudsona odbywa się wcześniej o około 7-8 dni na dekadę, co znacznie wpływa na stan tamtejszej subpopulacji (MOLNÁR i współaut. 2011). Brak lodu powoduje, że gatunek ten traci miejsca do żerowania, w skutek czego samice nie są w stanie zdobyć dostatecznej ilości pokarmu, by mieć energię na czas ciąży i laktacji. Przekłada się to na ilość młodych w miocie (MOLNÁR i współaut. 2011). Jako gatunek zaliczany również do morskich, różni się od typowych gatunków lądowych zawartością tłuszczu w mleku, którym karmione są młode. Jest to przyczyną wysokich wymagań metabolicznych młodych i dostosowania do życia w wodzie (DEROCHER i współaut. 1993). Mleko niedźwiedzia polarnego jest bardzo bogate w tłuszcz (około 76%). Wysoka jego zawartość w mleku jest niezbędna, ponieważ młode po wyjściu z nor są narażone na bardzo niskie temperatury, nawet do -40°C , dlatego bogate energetycznie mleko zapewnia im szybszy wzrost. W ostatnim czasie, na skutek ograniczonego dostępu do pożywienia, samice nie są w stanie zapewnić młodym dostatecznej ilości tłuszczu. Przez jego brak laktacja może zostać spowolniona, a nawet zatrzymana, co przyczynia się do osłabienia kondycji młodych, a nawet do ich śmierci (DEROCHER i współaut. 1993). Podczas badań tego gatunku odnotowano spadek masy ciała samic w okresie od 1980 do 2005 r., od około 300 kg do prawie 230 kg, i wciąż wartość ta maleje. Minimalna masa niezbędna do rozrodu samic wynosi około 190 kg. Badacze szacują, że za około 20-30 lat samice niedźwiedzia polarnego nie będą zdolne do rozrodu (STIRLING i PARKINSON 2006).

Niedożywienie samic wpływa również na przeżywalność młodych, która ma tendencję spadkową w porównaniu do lat 60., 70. i 80. Wynika to z dostarczania im coraz mniejszej ilości pokarmu, o niższej zawartości tłuszczu. Aktualnie, prawie w ogóle nie występuje trójka szczeniąt w miocie. Ponadto, w okresie 1990-2006 widoczny jest znaczny spadek liczebności młodych zarówno w okresie po wyjściu z legowiska, jak i w przypadku rocznych czy dwuletnich młodych, które są zbyt słabe by przeżyć. Zjawisko to w dużej mierze jest obserwowane w rejonie Kanady. Ciekawym zjawiskiem jest pojawienie się młodych już jesienią (październik-listopad). Wcześniejsze narodziny młodych w rejonach Kanady są przystosowaniem, do którego zmuszone zostały tamtejsze populacje ze względu na dużo szybszy zanik lodu morskiego (REGEHER i współaut. 2006).

PODSUMOWANIE

Niedźwiedzie polarne (*Ursus maritimus*) żyją w pokrytych lodem wodach okoliciegunowej Arktyki, szczególnie w pobliżu brzegu szelfu kontynentalnego, gdzie produktywność biologiczna jest najwyższa. Jednak w dużym stopniu w scenariuszach przewidzianych przez modele zmiany klimatu, te preferowane siedliska lodu morskiego zostaną zasadniczo zmienione. Przestrzenne i czasowe zmiany lodu morskiego doprowadzą do przesunięć w interakcjach troficznych z udziałem niedźwiedzi polarnych, poprzez zmniejszenie dostępności i obfitości ich głównej ofiary, fok. Kaskada zdarzeń rozpoczynających się od zredukowanego lodu morskiego przejawia się w zmniejszonych zapasach tłuszczowych, co będzie prowadziło do obniżenia reprodukcji, ponieważ samice będą miały mniej tłuszczu do zainwestowania w młode. Ponieważ lód morski zmniejsza się i staje się bardziej spekany, prawdopodobnie niedźwiedzie polarne będą musiały częściej chodzić lub pływać, a zatem zużywać więcej energii. Skutki zmian klimatycznych mogą wykazywać duże różnice geograficzne, czasowe, a nawet indywidualne i być bardzo zmienne, co utrudnia opracowanie odpowiednich programów monitorowania i badań. Wszystkie niedźwiedzie polarne wykazują behawioralną plastyczność, ale biorąc pod uwagę tempo w jakim zachodzą zmiany ekologiczne w Arktyce sprawia, że bardzo prawdopodobne będzie wyginięcie niedźwiedzi polarnych z południowych części już w połowie stulecia. Pozytywne teorie mówią o przetrwaniu niedźwiedzi na północny Kanady, Wyspach Arktycznych i północnej Grenlandii (STIRLING i DEROCHER 2012).

STRESZCZENIE

Stan populacji niedźwiedzi polarnych, zdolność reprodukcyjna i dieta są silnie związane z występowaniem pokrywy lodowej. Wskutek zmian klimatycznych, w tym wzrostu temperatury powierzchniowej wody, w niektórych regionach, szczególnie w rejonie kanadyjskim, lód topnieje znacznie wcześniej niż w poprzednich latach. Dlatego też liczebność potomstwa niedźwiedzia polarnego jest o 40-73% niższa niż kilka lat temu. Może mieć to negatywny wpływ na ten endemiczny gatunek Arktyki, gdzie w przyszłości skutkiem może być jego wyginięcie.

LITERATURA

- AARS J., LUNN N. J., DEROCHER A. E., 2006. *Polar Bears: Proceedings of the 14th Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 20-24 June 2005, Seattle, Washington, USA*. IUCN, <https://www.iucn.org/content/polar-bears-proceedings-14th-working-meeting-iucnssc-polar-bear-specialist-group-20-24-june-2005-seattle-washington-usa>.
- ACIA (Arctic Climate Impact Assessment), 2005. *Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.
- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme), 2004. *Persistent Organic Pollutants in the Arctic*. Arctic Pollution 2002, Arctic Monitoring and Assessment Programme: Oslo, Norway.
- AMSTRUP S. C., DEMASTER D. P., 2003. *Polar bear, Ursus maritimus, biology, management, and conservation*. Wild Mammals of North America 2, 587-610.
- AMSTRUP S. C., MARCOT B. G., DOUGLAS D. C., 2007. *Forecasting the range wide status of polar bears at selected times in the 21st century*. US Department of the Interior, US Geological Survey.
- ANDERSEN M., LIE E., DEROCHER A. E., BELIKOV S., E., BERNHOFT A., BOLTUNOV A., N., GARNER G., W., SKAARE J., U., WIIG O., 2001. *Geographic variation of PCB congeners in polar bears (Ursus maritimus) from Svalbard east to the Chukchi Sea*. Polar Biol. 24, 231-238.
- BARRIE L. A., GREGOR D., HARGRAVE B., LAKE R., MUIR D. i współaut., 1992. *Arctic contaminants: sources, occurrence and pathways*. Sci. Total Environ. 122, 1-74.
- BELIKOV A. V., EROFEEV A. V., SHUMILIN V. V., TKACHUK A. M., 1993. *Comparative study of the 3um laser action on different hard tooth tissue samples using free running pulsed Er-doped YAG, YSGG, YAP and YLF lasers*. Proc. Int. Soc. Optics Photonics 2080, 60-68.
- BERGMAN A., 1999. *Health condition of the Baltic grey seal (Halichoerus grypus) during two decades*. APMIS 107, 270-282.
- BERGMAN A., OLSSON M., 1985. *Pathology of baltic grey seal and ringed seal females with special reference to adrenocortical hyperplasia: Is environmental pollution the cause of a widely distributed disease syndrome?* Finn. Game Res. 44, 47-62.
- BERNHOF A., SKAARE J. U., WIIG Ø., DEROCHER A. E., LARSEN H. J. S., 2000. *Possible immunotoxic effects of organochlorines in polar bears (Ursus maritimus) at Svalbard*. J. Toxicol. Environ. Health A, 57, 561-574.
- BIELAK S., 2008. *Niedźwiedź Polarny - Władca Arktyki*. Zielona Liga.
- BROMAGHIN J., AMSTRUP S., McDONALD T., STIRLING I., DEROCHER A., RICHARDSON E., REGEHR E., DOUGLAS D., DURNER G., ATWOOD T. C., 2015. *Polar bears in the Beaufort Sea: population decline and stabilization in the 2000's*. Ecol. Appl. 25, 634-651.
- CAMPAGNA C., MARC-ANDRÉ S., AYOTTE P., BAILEY J. L., 2001. *Impaired maturation; fertilization; and embryonic development of porcine oocytes following exposure to an environmentally relevant organochlorine mixture*. Biol. Reprod. 65, 554-560.
- CAMPAGNA C., GUILLEMETTE C., PARADIS R., SIRARD M., A., AYOTTE P., BAILEY J. L., 2002. *An environmentally relevant organochlorine mixture impairs sperm function and embryo development in the porcine model*. Biol. Reprod. 67, 80-87.
- COLBORN T., VOM SAAL F. S., SOTO A. M., 1993. *Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans*. Environ. Health Perspect. 101, 378-384.
- COMISO J. C., 2002. *A rapidly declining perennial sea ice cover in the Arctic*. Geophys. Res. Lett. 29, 17-1.
- CONVEY P., LEWIS SMITH R. I., 2006. *Geothermal bryophyte habitats in the South Sandwich Is-*

- lands, maritime Antarctic. *J. Vegetat. Sci.* 17, 529-538.
- DAMSTRA T., BARLOW S., BERGMAN A., KAVLOCK R., VAN DER KRAAK G., 2002. *Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors*. Geneva: World Health Organization.
- DE MARCH B. G. E., DE WIT C. A., MUIR D. C. G., BRAUNE B. M., GREGOR D. J. i współaut., 1998. *Persistent organic pollutants*. AMAP Assess. Rep.: Arctic Pollution Issues, 183-371.
- DEROCHER A. E., 2012. *Polar bears. A complete guide to their biology and behaviour*. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press.
- DEROCHER A. E., ANDRIASHEK D., ARNOULD J. P., 1993. *Aspects of milk composition and lactation in polar bears*. *Canad. J. Zool.* 71, 561-567.
- DEROCHER A. E., WIIG Ø., ANDERSEN M., 2002. *Diet composition of polar bears in Svalbard and the western Barents Sea*. *Polar Biol.* 25, 448-452.
- DEROCHER A. E., LUNN N. J., STIRLING I., 2004. *Polar bears in a warming climate 1*. *Integrat. Compar. Biol.* 44, 163-176.
- DIETZ R., RIGET F. F., SONNE C., LETCHER R., BORN E. W., MUIR D. C., 2004. *Seasonal and temporal trends in polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in East Greenland polar bears (Ursus maritimus), 1990-2001*. *Sci. Total Environ.* 331, 107-124.
- DIETZ R., RIGET F. F., SONNE C., BORN E. W., BECHSHØFT T., MCKINNEY M. A., LETCHER R. J., 2012. *Part 1: three decades (1984-2010) of legacy contaminant trends in East Greenland polar bears (Ursus maritimus)*. *Environ. Int.* 59, 485-493.
- DONALDSON G. M., CHAPDELAINE G., ANDREWS J. D., 1995. *Predation of thick-billed murrelets, Uria lomvia, at two breeding colonies by polar bears, Ursus maritimus, and walrus, Odobenus rosmarus*. *Canad. Field-Naturalist* 109, 112-114.
- DURNER G. M., DOUGLAS D. C., NIELSON R. M., AMSTRUP S. C., MCDONALD T. L. i współaut., 2009. *Predicting 21st-century polar bear habitat distribution from global climate models*. *Ecol. Monogr.* 79, 25-58.
- DYCK M. G., KEBREAB E., 2009. *Estimating the energetic contribution of polar bear (Ursus maritimus) summer diets to the total energy budget*. *J. Mammal.* 90, 585-593.
- FØRLAND E. J., HANSEN-BAUER I., JOHANSSON T., KERN-HANSEN C., NORDLI P., Ø., TVEITO O. E., LAURSEN E. V., 2002. *Twentieth-century variations in temperature and precipitation in the Nordic Arctic*. *Polar Rec.* 38, 203-210.
- GROSBOIS V., GIMENEZ O., GAILLARD J. M., PRADEL R., BARBRAUD C. i współaut., 2008. *Assessing the impact of climate variation on survival in vertebrate populations*. *Biol. Rev.* 83, 357-399.
- GURGUL H., 2002. *Białe Pustynie – Arktyka*, Wyd. Kurpisz, Poznań.
- HANSEN J., SATO M., RUEDY R., LO K., LEA D. W., MEDINA-ELIZADE M., 2006. *Global temperature change*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103, 14288-14293.
- HOBSON K. A., STIRLING I., ANDRIASHEK D. S., 2009. *Isotopic homogeneity of breath CO2 from fasting and berry-eating polar bears: implications for tracing reliance on terrestrial foods in a changing Arctic*. *Canad. J. Zool.* 87, 50-55.
- JEFFERSON T. A., LEATHERWOOD S., WEBBER M. A., 1993. *Marine mammals of the world*. Roma, 312.
- KEITH D. A., AKÇAKAYA H. R., THUILLER W., MIDGLEY G. F., PEARSON R. G. i współaut., 2008. *Predicting extinction risks under climate change: coupling stochastic population models with dynamic bioclimatic habitat models*. *Biol. Lett.* 4, 560-563.
- KIRKEGAARD M., SONNE C., LEIFSSON P. S., DIETZ R., BORN E. W., MUIR D. C. G., LETCHER R. J., 2005. *Histology of selected immunological organs in polar bear (Ursus maritimus) from East Greenland in relation to levels of organohalogenes*. *Sci. Total Environ.* 341, 119-132.
- KOVACS K. M., LYDERSEN C., OVERLAND J. E., MOORE S. E., 2011. *Impacts of changing sea-ice conditions on Arctic marine mammals*. *Mar. Biodivers.* 41, 181-194.
- KUCKLICK J. R., STRUNTZ W. D. J., BECKER P. R., YORK G. W., O'HARA T. M., BOHONOWYCH J. E., 2002. *Persistent organochlorine pollutants in ringed seals and polar bears collected from northern Alaska*. *Sci. Total Environ.* 287, 45-59.
- LAIDRE K. L., STIRLING I., LOWRY L. F., WIIG Ø., HEIDE-JØRGENSEN M. P., FERGUSON S. H., 2008. *Quantifying the sensitivity of Arctic marine mammals to climate-induced habitat change*. *Ecol. Appl.* 18, S97-S125.
- LIE E., BERNHOFT A., RIGET F., BELIKOV S. E., BOLTUNOV A. N., DEROCHER A. E., GARNER G. W., WIIG Ø., SKAARE J., U., 2003. *Geographical distribution of organochlorine pesticides (OCPs) in polar bears (Ursus maritimus) in the Norwegian and Russian Arctic*. *Sci. Total Environ.* 306, 159-170.
- LIE E., LARSEN H. J. S., LARSEN S., JOHANSEN G. M., DEROCHER A. E., LUNN N. J., NORSTROM R. J., WIIG Ø., SKAARE J., U., 2004. *Does high organochlorine (OC) exposure impair the resistance to infection in polar bears (Ursus maritimus)? Part I: Effect of OCs on the humoral immunity*. *J. Toxicol. Environ. Health A* 67, 555-582.
- LIE E., LARSEN H. J. S., LARSEN S., JOHANSEN G. M., DEROCHER A. E., LUNN N. J., NORSTROM R. J., WIIG Ø., SKAARE J., U., 2005. *Does high organochlorine (OC) exposure impair the resistance to infection in polar bears (Ursus maritimus)? Part II: Possible effects of OCs on mitogen- and antigen-induced lymphocyte proliferation*. *J. Toxicol. Environ. Health A* 68, 457-484.
- LØNØ O., 1970. *The polar bear (Ursus Maritimus Phipps) in the svalbard area*. Norsk Polarinstitutt Skrifter, Oslo, 149, 1-118.
- LUNN N. J., STIRLING I., 1985. *The significance of supplemental food to polar bears during the ice-free period of Hudson Bay*. *Canad. J. Zool.* 63, 2291-2297.
- LUNN N. J., SERVANTY S., REGEHR S. E. V., CONVERSE S. J., RICHARDSON E., STIRLING I., 2016. *Demography of an apex predator at the edge of its range – impacts of changing sea ice on polar bears in Hudson Bay*. *Ecol. Appl.* 26, 1302-1320.
- MARKUS T., STROEVE J. C., MILLER J., 2009. *Recent changes in Arctic sea ice melt onset, freezeup, and melt season length*. *J. Geophys. Res.* 114, C12024.
- MCKINNEY M. A., PEACOCK E., LETCHER R. J., 2009. *Sea ice-associated diet change increases the levels of chlorinated and brominated contaminants in polar bears*. *Environ. Sci. Technol.* 43, 4334-4339.
- MILLER W., SCHUSTER S. C., WELCH A. J., RATAN A., BEDOYA-REINA O. C. i współaut., 2012. *Polar and brown bear genomes reveal ancient*

- admixture and demographic footprints of past climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109, E2382-E2390.
- MOLNAR P. K., DEROCHER A. E., KLANJSCEK T., LEWIS M. A., 2011. Predicting climate change impacts on polar bear litter size. *Nat. Comm.* 2, 1-8.
- NORSTROM R. J., BELIKOV S. E., BORN E. W., GARNER G. W., MALONE B., OLPINSKI S., RAMSAY M. A., SCHLIEBE S., STIRLING I., STISHOV M. S., TAYLOR M. K., WIIG Ø., 1998. Chlorinated hydrocarbon contaminants in polar bears from eastern Russia, North America, Greenland, and Svalbard: biomonitoring of Arctic pollution. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 35, 354-367.
- NUTTALL M., 2005. *Encyclopedia of the Arctic*, Vol. 1, 2, 3. Retlounge.
- OBARD M. E., 2008. *Southern Hudson Bay polar bear project 2003-2005: Final report*. Unpublished report, Wildlife Research and Development Section, Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, ON.
- OBARD M. E., CATTET M. R. L., MOODY T., WALTON L. R., POTTER D., INGLIS J., CHENIER C., 2006. Temporal trends in the body condition of Southern Hudson Bay polar bears. *Climate Change Research Information Note*, No. 3. Ontario Ministry of Natural Resources, Applied Research and Development Branch, Sault Ste. Marie, Ontario, Canada.
- OBARD M. E., CATTET M. R. L., HOWE E. J., MIDDEL K. R., NEWTON E. J., KOLENOSKY G. B., ABRAHAM K. F., GREENWOOD C. J., 2016. Trends in body condition in polar bears (*Ursus maritimus*) from the Southern Hudson Bay subpopulation in relation to changes in sea ice. *Arctic Sci.* 2, 15-32.
- PARKINSON C. L., 2000. Variability of Arctic sea ice: The view from space, an 18-year record. *Arctic* 54, 341-358.
- PARMESAN C., 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 37, 637-669.
- PEACOCK E., TAYLOR M. K., LAAKE J., STIRLING I., 2013. Population ecology of polar bears in Davis Strait, Canada and Greenland. *J. Wildlife Manage.* 77, 463-476.
- PEROVICH D. K., RICHTER-MENGE J. A., 2009. Loss of sea ice in the Arctic. *Ann. Rev. Mar. Sci.* 1, 417-441.
- PEROVICH D. K., RICHTER-MENGE J. A., JONES K. F., LIGHT B., ELDER B. C. i współaut., 2011. Arctic sea-ice melt in 2008 and the role of solar heating. *Annals Glaciol.* 52, 355-359.
- PEROVICH D., RICHTER-MENGE J., POLASHENSKI C., ELDER B., ARBETTER T., BRENNICK O. 2014. Sea ice mass balance observations from the North Pole Environmental Observatory. *Geophys. Res. Lett.* 41, 2019-2025.
- PROP J., AARS J., BARSEN B.-J., HANSEN S. A., BECH C., BOURGEON S., DE FOUW J., GABRIELSEN G. W., LANG J., NOREEN E., OUDMAN T., SITTNER B., STEPNIEWICZ L., TOMBRE I., WOLTERS E., MOE B., 2015. Climate change and the increasing impact of polar bears on bird populations. *Front. Ecol. Evol.* 3, doi: 10.3389/fevo.2015.00033.
- RAMSAY M., A., STIRLING I., 1988. Reproductive biology and ecology of female polar bears (*Ursus maritimus*). *J. Zool.* 214, 601-634.
- REGEHER E. V., AMSTRUP S. C., STIRLING I., 2006. Polar bear population status in the Southern Beaufort Sea. U.S. Geological Survey Open-File Report 2006-1337.
- REGEHER E. V., HUNTER C. M., CASWELL H., AMSTRUP S. C., STIRLING I., 2010. Survival and breeding of polar bears in the southern Beaufort Sea in relation to sea ice. *J. Animal Ecol.* 79, 117-127.
- RHEIN M. A., RINTOUL S. R., AOKI S., CAMPOS E., CHAMBERS D. i współaut., 2013. *Observations: ocean. Climate Change. [W:] Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. STOCKER T. F., QIN D., PLATTNER G. K., TIGNOR M., ALLEN S. K., BOSCHUNG J., NAUELS A., XIA Y., BEX V., MIDGLEY P. M., (red.). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 255-315.
- ROCKWELL R. F., GORMEZANO L. J., 2009. The early bear gets the goose: climate change, polar bears and lesser snow geese in western Hudson Bay. *Polar Biol.* 32, 539-547.
- RODE K. D., AMSTRUP S. C., REGEHER E. V., 2010. Reduced body size and cub recruitment in polar bears associated with sea ice decline. *Ecol. Appl.* 20, 768-782.
- RODE K. D., REGEHER E. V., DOUGLAS D. C., DURNER G., DEROCHER A. E., THIEMANN G. W., BUDGE S., 2014. Variation in the response of an Arctic top predator experiencing habitat loss: feeding and reproductive ecology of two polar bear populations. *Global Change Biol.* 20, 76-88.
- RYSGAARD S., VANG T., STJERNHOLM M., RASMUSSEN B., WINDELIN A., KILSHOLM S., 2003. Physical conditions, carbon transport, and climate change impacts in a Northeast Greenland fjord. *Arctic Antarctic Alpine Res.* 35, 301-312.
- SERREZE M., C., FRANCIS J., A., 2006. The Arctic amplification debate. *Climatic Change* 76, 241-264.
- SMITH T. G., LYDERSEN C., 1991. Availability of suitable land-fast ice and predation as factors limiting ringed seal populations, *Phoca hispida*, in Svalbard. *Polar Res.* 10, 585-594.
- SMITH P. A., ELLIOTT K. H., GASTON A. J., GILCHRIST H. G., 2010. Has early ice clearance increased predation on breeding birds by polar bears? *Polar Biol.* 33, 1149-1153.
- SONNE C., DIETZ R., BORN E. W., RIGET F. F., KIRKEGAARD M., HYLDSTRUP L., LETCHER R. J., MUIR D. C. G., 2004. Is bone mineral composition disrupted by organochlorines in East Greenland polar bears (*Ursus maritimus*)? *Environ. Health Perspect.* 112, 1711-1716.
- SONNE C., DIETZ R., LEIFSSON P. S., BORN E. W., KIRKEGAARD M., RIGET F. F., LETCHER R. J., MUIR D. C. G., HYLDSTRUP L., 2005. Do organohalogen contaminants contribute to liver histopathology in East Greenland polar bears (*Ursus maritimus*)? *Environ. Health Perspect.* 113, 1569-1574.
- SONNE C., DIETZ R., LEIFSSON P. S., BORN E. W., KIRKEGAARD M., LETCHER R. J., MUIR D. C. G., RIGET F. F., HYLDSTRUP L., 2006. Are organohalogen contaminants a co-factor in the development of renal lesions in East Greenland polar bears (*Ursus maritimus*)? *Environ. Toxicol. Chem.* 25, 1551-1557.
- STAPLETON S., ATKINSON S., HEDMAN D., GARSHELIS D., 2014. Revisiting Western Hudson Bay: using aerial surveys to update polar bear abundance in a sentinel population. *Biol. Conserv.* 170, 38-47.
- STERNIEWICZ L., 1993. The polar bear *Ursus maritimus* feeding in a seabird colony in Franz Josef Land. *Polar Res.* 12, 33-36.
- STERNIEWICZ L., 2006. Polar bear predatory behaviour toward molting barnacle geese and

- nesting glaucous gulls on Spitsbergen. *Arctic* 59, 247-251.
- STEMPNIEWICZ L., KIDAWA D., BARCIKOWSKI M., ILISZKO L., 2014. Unusual hunting and feeding behaviour of polar bears on Spitsbergen. *Polar Rec.* 50, 216-219.
- STERN H. L., LAIDRE K. L., 2016. Sea-ice indicators of polar bear habitat. *Cryosphere* 10, 2027-2041.
- STIRLING I., PARKINSON C. L., 2006. Possible effects of climate warming on selected populations of polar bears (*Ursus maritimus*) in the Canadian Arctic. *Arctic* 59, 261-275.
- STIRLING I., DEROCHER A. E., 2012. Effects of climate warming on polar bears: a review of the evidence. *Global Change Biol.* 18, 2694-2706.
- STIRLING I., McDONALD T. L., RICHARDSON E. S., REGEHR E. V., AMSTRUP S. C., 2011. Polar bear population status in the Northern Beaufort Sea, Canada, 1971-2006. *Ecol. Appl.* 21, 859-876.
- STROEVE J., HOLLAND M. M., MEIER W., SCAMBOS T., SERREZE M., 2007. Arctic sea ice decline: Faster than forecast. *Geophys. Res. Lett.* 34, doi: 10.1029/2007GL029703.
- SWG (Scientific Working Group to the Canada-Greenland Joint Commission on Polar Bear), 2016. Re-assessment of the Baffin Bay and Kane Basin polar bear subpopulations: final report to the Canada-Greenland joint commission on polar bear. https://www.gov.nu.ca/sites/default/files/re-assessment_of_the_baffin_bay_and_kane_basin_polar_bear_subpopulations_ch_1-2.pdf.
- TAYLOR M. K., DEMASTER D. P., BUNNELL F. L., SCHWEINSBURG R. E., 1987. Modeling the sustainable harvest of female polar bears. *J. Wildl. Manage.* 51, 811-820.
- TAYLOR M. K., LAAKE J., MCLOUGHLIN P. D., CLUFF H. D., MESSIER F., 2006. Demographic parameters and harvest-explicit population viability analysis for polar bears in M'Clintock Channel, Nunavut, Canada. *J. Wildl. Manage.* 70, 1667-1673.
- TAYLOR M. K., LAAKE J., MCLOUGHLIN P. D., CLUFF H. D., MESSIER F., 2008. Mark-recapture and stochastic population models for polar bears of the high Arctic. *Arctic* 61, 143-152.
- TAYLOR M. K., LAAKE J., MCLOUGHLIN P. D., CLUFF H. D., MESSIER F., 2009. Demography and population viability of polar bears in the Gulf of Boothia, Nunavut. *Mar. Mamm. Sci.* 25, 778-796.
- THIEMANN G. W., IVERSON S. J., STIRLING I., 2008. Polar bear diets and Arctic marine food webs: insights from fatty acid analysis. *Ecol. Monogr.* 78, 591-613.
- TOOLE J. M., TIMMERMAN M. L., PEROVICH D. K., KRISHFIELD R. A., PROSHUTINSKY A., RICHTER-MENGE J. A., 2010. Influences of the ocean surface mixed layer and thermohaline stratification on Arctic sea ice in the Central Canada Basin. *J. Geophys. Res. Oceans* 115, doi:10.1029/2009JC005660.
- VERREAULT J., MUIR D. C. G., NORSTROM R. J., STIRLING I., FISK A. T., GABRIELSEN G. W., DEROCHER A. E., EVANS T., DIETZ R., SONNE C., SANDALA G. M., TAYLOR M. K., NAGY J., LETCHER R. J., 2005. Chlorinated hydrocarbon contaminants and metabolites in polar bears (*Ursus maritimus*) from Svalbard, Greenland, Alaska and Canadian Arctic populations: 1999-2002. *Sci. Total Environ.* 351-352, 369-390.
- VINNIKOV K. Y., ROBOCK A., STOUFFER R. J., WALSH J. E., PARKINSON C. L. i współaut., 1999. Global warming and Northern Hemisphere sea ice extent. *Science* 286, 1934-1937.
- VONGRAVEN D., AARS J., AMSTRUP S., ATKINSON S. N., BELIKOV S., BORN E. W., DEBRUYN T. D., DEROCHER A. E., DURNER G., GILL M., LUNN N., OBBARD M. E., OMELAK J., OVSYANIKOV N., PEACOCK E., RICHARDSON E., SAHANATIEN V., STIRLING I., WIIG Ø., 2012. A circumpolar monitoring framework for polar bears. *Ursus Monogr. Ser.* 5, 1-66.
- WALSH J. E., 2008. Climate of the Arctic marine environment. *Ecol. Applicat.* 18, S3-S22.
- WANG M., OVERLAND J. E., 2009. A sea ice free summer Arctic within 30 years? *Geophys. Res. Lett.* 36, doi: org/10.1029/2012GL052868.
- WANIA F., MACKAY D., 1993. Global fractionation and cold condensation of low volatility organochlorine compounds in polar regions. *Ambio* 20, 10-18.
- YORK J., DOWSLEY M., CORNWELL A., KUC M., TAYLOR M., 2016. Demographic and traditional knowledge perspectives on the current status of Canadian polar bear subpopulations. *Ecol. Evol.* 6, 2897-2924.

KOSMOS Vol. 68, 3, 399-408, 2019

KINGA DOBOSZ, MARIA IWONA ŻMIJEWSKA

Department of Marine Plankton Research, Institute of Oceanography, Faculty of Oceanography and Geography, University of Gdańsk, 46 Pilsudskiego Str., 81-378 Gdynia, E-mail: dobosh1994@gmail.com

THREATS OF THE POPULATION *URSUS MARITIMUS* FROM CANADIAN ARCTIC

Summary

Polar bears are dependent on sea ice presence, what makes them vulnerable to climate changes. Their condition of population, reproduction ability and diet is strongly connected with occurrence of ice cover. As a result of sea surface water temperature rise in some regions, especially in Canadian area, where ice is melting much earlier than in previous years, abundance of polar bear's offspring is 40-73% lower than few years ago. It can have a negative impact on this endemic Arctic species which can lead to its extinction.

Key words: Arctic, climate changes, sea ice, *Ursus maritimus*