

In response to SCAR recommendation to publish this Report in all languages of the Antarctic Treaty Consultative Parties the Institute of Ecology of Polish Academy of Sciences being responsible for the functioning of Polish Antarctic Station „H. Arctowski”, is presenting this document in extenso.

Zgodnie z zaleceniem SCAR, by poniższy raport został opublikowany we wszystkich językach państw będących sygnatariuszami Układu Antarktycznego, Instytut Ekologii Polskiej Akademii Nauk, odpowiedzialny za funkcjonowanie Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego, prezentuje ten dokument po polsku in extenso.

Usuwanie odpadów w Antarktyce

Raport zespołu ekspertów Komitetu Naukowego Badań Antarktycznych (SCAR) w sprawie usuwania odpadów*

Spis treści

Skład zespołu ekspertów Komitetu Naukowego Badań Antarktycznych (SCAR) d/s Usuwania Odpadów

Przedmowa

Lista skrótów i akronimów

Wstęp

Zakres działań

- 1.0. Zarys rozwoju wzorów i metod postępowania przy usuwaniu odpadów
- 2.0. Aktualne wytyczne n/t usuwania odpadów
 - 2.1. Kodeks postępowania dla wypraw antarktycznych oraz działalności stacji polarnych
 - 2.2. Turystyka i działalność organizacji pozarządowych
- 3.0. Kategorie oraz cechy szczególne odpadów
- 4.0. Procedury usuwania odpadów i ich skutki
 - 4.1. Wprowadzenie
 - 4.2. Usytuowanie stacji i baz polarnych
 - 4.3. Ścieki oraz inne płynne odpady bytowe
 - 4.4. Odpady chemiczne
 - 4.5. Odpady stałe
 - 4.6. Emisje do atmosfery
 - 4.7. Odpady radioaktywne
 - 4.8. Zanieczyszczenia pochodzące ze statków

* Odpowiedź na Zalecenie 4 XIII-ego Spotkania Konsultacyjnego Państw Sygnatariuszy Układu Antarktycznego w 1985 r. (ATCM XIII-4)

- 4.9. Zmiany krajobrazu powodowane odpadami
 - 4.10. Przejściowe skutki usuwania odpadów
 - 4.11. Pojemniki na paliwo
 - 4.12. Wspólne usuwanie i wykorzystywanie odpadów
 - 4.13. Szkolenie personelu
 - 5.0. Działalność badawczo-kontrolna
 - 5.1. Klasyfikowanie i kontrola odpadów
 - 5.2. Podatność na rozkład biologiczny, środki zanieczyszczające i drogi ich przenikania
 - 5.3. Studia operacyjne; plany kontroli odpadów
 - 6.0. Wnioski i zalecenia dla minimalizacji skutków oddziaływania odpadów powstających w efekcie działalności ludzi na Antarktydzie
 - 6.1. Uwagi ogólne
 - 6.2. Proponowane zasady postępowania
- Wybrana bibliografia
 Aneksy
- A. Wybrane fragmenty Konwencji Londyńskiej n/t Usuwania Odpadów (London Dumping Convention)
 - B. Ankiety Zespołu Ekspertów SCAR d/s Usuwania Odpadów
 - C. Aktualne zasady postępowania dla Wypraw Antarktycznych i Działalności Stacji Polarnych
 - D. XIII Spotkanie Konsultacyjne Traktatu Antarktycznego, Zalecenie 4

Skład Zespołu Ekspertów Komitetu Naukowego Badań Antarktycznych (SCAR) d/s Usuwania Odpadów

Mr J. E. BLEASEL

Director
 Antarctic Division
 Channel Highway
 Kingston, Tasmania
 Australia 7050

Professor G. A. KNOX

P. O. Box 29 -175
 Fendalton
 Christchurch 5
 New Zealand

Professor B. BOLIN

Royal Swedish Academy of Science
 Box 50005 SI0405
 Stockholm
 Sweden

Mr W. N. BONNER

Deputy Director
 British Antarctic Society
 High Cross
 Madingley Road
 Cambridge CB3 0ET
 England

Przedmowa

Komitet Naukowy Badań Antarktycznych (SCAR) należy do Międzynarodowej Rady Unii Naukowych (ICSU) i jest wobec tej Rady odpowiedzialny za inicjowanie, popieranie i koordynację naukowej działalności w Antarktyce z intencją konstruowania programów o znaczeniu regionalnym i globalnym.

SCAR jest tym organem, do którego kierowane są problemy naukowe wpływające ze Spotkań Konsultacyjnych państw sygnatariuszy Układu Antarktycznego.

Członkowie SCAR czują się odpowiedzialni za stan Antarktyki i pragną przyczynić się do jej ochrony. SCAR jest świadomy tego, że obecność ludzi i urządzeń, które wspomagają naukę, ma nieuchronny wpływ na środowisko Antarktyki. Stąd też członkowie SCAR czują się zobowiązani przedstawić instrukcję w sprawie usuwania odpadów.

Zalecenia niniejszego raportu, o ile będą przyjęte przez państwa — sygnatariuszy Układu Antarktycznego, staną się pierwszym kodeksem postępowania z odpadami w Antarktyce; zalecenia te dostarczą wskazówek i pobudzą do działania w kierunku daleko idącego oczyszczenia Antarktyki oraz zapewnią ochronę środowiska wykraczającą poza to, co było dotąd stosowane na wielką skalę gdziekolwiek indziej na świecie. SCAR sądzi, że jest to ze wszech miar pożądane dla kontynentu poświęconego nauce.

Dr. C. LORIUS

Przewodniczący Komitetu Naukowego
Badań Antarktycznych (SCAR)

Lista skrótów i akronimów

- ATCM — Spotkanie Konsultacyjne Układu Antarktycznego (Antarctic Treaty Consultative Meeting) ATCM XII—3 oznacza zalecenie 3-cie XII-ego spotkania
- BZT — zapotrzebowanie biochemiczne na tlen
- CSIRO — Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Australia)
- DDT — dwuchlorodwufenylo trójchloroetan — środek powszechnie stosowany w rolnictwie — Azotox
- IMO — International Maritime Organization (Międzynarodowa Organizacja Morska)
- LDC — London Dumping Convention
- MARPOL — International Convention for the Prevention of Pollution From Ships 1973 (poprawki z 1978)
- PCB — Polichlorki dwufenyłu
- PCW — Polichlorek winyłu
- RBC — Rotacyjne Kontaktory Biologiczne
- SCAR — Scientific Committee on Antarctic Research (Naukowy Komitet Badań Antarktycznych)
SCAR XIX oznacza 19-te spotkanie Komitetu

Wstęp

Raport ten został przygotowany przez Zespół Ekspertów Komitetu Naukowego Badań Antarktycznych (SCAR) d/s Usuwania Odpadów. Powstał on w czerwcu 1986 roku jako odpowiedź SCAR na 4-te Zalecenie Trzynastego Spotkania Konsultacyjnego Układu Antarktycznego, które odbyło się w Brukseli w 1985 roku.

Badania mające za cel ustalenie warunków prowadzenia jakiegokolwiek działalności w Antarktyce w dużej mierze muszą opierać się na współpracy i zaangażowaniu wszystkich zainteresowanych stron. Tak też było i w przypadku obecnego studium, którego celem jest zbadanie metod usuwania odpadów przez 16 narodowych użytkowników Antarktydy, działających na obszarze obejmującym siedem procent powierzchni Ziemi. Na wstępie niniejszego Raportu chciałbym podziękować wszystkim użytkownikom Antarktydy oraz Narodowym Komitetom Badań Naukowych Antarktydy (SCAR) za ich współpracę, zaangażowanie, cierpliwość oraz konstruktywną pomoc.

W trakcie badań przeprowadzonych przez Zespół Ekspertów, oficjalnie konsultowano się

z narodowymi użytkownikami oraz Komitetami Narodowymi SCAR w dwóch przypadkach. Zespół przygotował dwie ankiety (Aneks B), które trafiły do poszczególnych użytkowników i Komitetów. Zwrócono się do Narodowych Komitetów SCAR z prośbą o pomoc w ustaleniu sposobów praktycznej interpretacji zebranych danych, pomoc przy wyróżnieniu takich metod usuwania odpadów, które w sposób znaczący wpływają na środowisko, oraz zaleceniu procedur kontroli wpływu usuwania odpadów na środowisko. Narodowi użytkownicy dostarczyli danych logistycznych oraz szczegółów technicznych metod usuwania odpadów, sformułowali też szereg poprawek, które ich zdaniem ulepszyłyby i uczyniły zasady postępowania przy Usuwaniu Odpadów bardziej skutecznymi. Niniejszy Raport jest syntezą wszystkich zebranych informacji i wyrażonych opinii. Dane o metodach usuwania odpadów, które otrzymał Zespół Ekspertów, dotyczą 34 stacji stale zamieszkałych, 28 stałych baz letnich oraz szeregu obozów tych użytkowników, którzy odpowiedzieli na ankietę. Dane ilościowe oraz obliczenia szacunkowe ilości powstających odpadów, zużycia paliwa kopalnego oraz zakresu działalności, dotyczą okresów letnich na półkuli południowej w latach 1986/87 oraz 1987/88.

Dla celów badawczych Zespół Ekspertów przyjął taką definicję odpadów, która obejmuje bytowe i operacyjne produkty odpadowe powstałe w trakcie wszelkich przedsięwzięć antarktycznych. Podlegają one procesom bądź to ciągłego, bądź okresowego usuwania do atmosfery, do środowiska morskiego czy lądowego. W niniejszym Raporcie „stacja” oznacza obiekt stale zamieszkały, „baza” oznacza obiekt posiadający stale budynki mieszkalne zamieszkałe jedynie w okresach letnich, „obóz” oznacza tymczasowe obozowisko.

Tylko jeden użytkownik narodowy uchylił się od odpowiedzi na ankietę. Kilku dostarczyło niekompletnych informacji, co w niektórych zestawieniach ujawnia się jako brak danych. Ogólnie rzecz biorąc użytkownicy starali się udzielić pełnych i wyczerpujących informacji. Wyniki przeprowadzonej ankiety unaoczniają fakt, iż zachodzą wielkie zmiany w praktyce usuwania odpadów na Antarktydzie. Większość użytkowników całkowicie usuwa niepalne materiały stale z obszaru Antarktydy; niektórzy użytkownicy utworzyli komitety d/s ochrony środowiska; niektórzy szkolą członków wypraw polarnych co do wymogów ochrony środowiska; niektórzy dokonują kontroli zanieczyszczeń środowiska; inni kontrolują emisję; a w większości baz i obozów letnich wszelkie niepalne odpady wracają do stacji zasadniczych. Wszyscy użytkownicy, którzy odpowiedzieli na ankietę, stale ulepszają swoje metody usuwania odpadów, chcąc zmniejszyć ich ujemny wpływ na środowisko.

Chciałbym podziękować każdemu z moich kolegów, jak również Panu Davidowi Williamsowi (Kierownikowi Grupy Badawczej Zanieczyszczenia Atmosfery CSIRO) za ich pomoc, a także Oddziałowi badań Polarnych Narodowej Fundacji Naukowej USA (USA National Science Foundation Division of Polar Programs) za ich ogromny wkład we wspólną pracę, szczególnie zaś za proponowane przez nich zasady postępowania. Zespół Ekspertów pragnie również wyrazić wdzięczność swojemu sekretarzowi, Panu Peterowi L. Keage, który poświęcił wiele czasu na zebranie i zestawienie danych oraz na przygotowanie wstępnego Projektu Raportu.

James E. BLEASEL

Przewodniczący Zespołu Ekspertów SCAR
d/s Usuwania Odpadów

Zakres działań

Zakres działań Zespołu Ekspertów d/s Usuwania Odpadów, sformułowany przez Grupy Robocze SCAR d/s Logistyki oraz d/s Biologii, obejmuje:

1. Wstępne rozeznanie w istniejących metodach usuwania odpadów aktualnie wykorzystywanych przez użytkowników Antarktydy, włącznie z określeniem:

- (a) zasadniczych rodzajów odpadów
- (b) odpadów potencjalnie niebezpiecznych bądź toksycznych dla środowiska
- (c) ich ilości
- (d) obecnych metod ich usuwania
- (e) obecnych miejsc ich usuwania (składowania).

2. Na podstawie takiego przeglądu należy określić wytyczne uzasadnione ekologicznie, logistycznie i ekonomicznie dla opracowania metod i wzorów:

- (a) kontroli i regulacji powstawania odpadów
- (b) kontroli i regulacji usuwania tych odpadów z przybrzeżnych oraz śródlądowych stacji, baz lub obozów na Antarktydzie.

3. Określić wytyczne dla minimalizacji wpływu odpadów ze stacji, baz i obozów na Antarktydzie, na sąsiadujące bądź powiązane z nimi ekosystemy.

4. W świetle powyższego dokonać rewizji obecnych zasad postępowania przy usuwaniu odpadów.

1.0. Zarys rozwoju wzorów i metod postępowania przy usuwaniu odpadów

Spośród wszystkich kontynentów Antarktyda jest lądem najbardziej izolowanym, ma najniższy wskaźnik zaludnienia i zamieszkała jest dopiero od niedawna. Najdłużej zamieszkałe nieprzerwanie tereny to zaludnione od 1904 roku wyspy morskiej części Antarktydy (Laurie Island) i zaludnione od 1954 roku obszary kontynentalne (Stacja Mowsona). Zasadniczy rodzaj działalności prowadzonej na terenach antarktycznych, szczególnie od czasu Międzynarodowego Roku Geofizycznego (1957—1958), stanowią badania naukowe.

Całkowita liczba osób zatrudnionych na Antarktydzie i sąsiadujących wyspach w okresie letnim wynosi około 3.000 ludzi (dane szacunkowe za rok 1988). Jedyne 40% tych ludzi pozostaje na kontynencie zimą. Większość stacji zlokalizowano na obszarach lądowych wolnych od lodu, co stanowi mniej niż 2% całkowitej powierzchni kontynentu. Ze względu na ogrom Antarktydy i stosunkowo małą liczbę osób zaangażowanych przy operacjach antarktycznych, staje się sprawą niebywale ważną, by analiza problemów ochrony środowiska była przeprowadzona w skali lokalnej, jak też i dla całego kontynentu.

Usuwanie odpadów na terenach Antarktydy stwarza szczególne i unikalne problemy. Tempo biologicznej dekompozycji odpadów lądowych jest znacznie niższe niż w rejonach klimatu umiarkowanego lub tropikalnego. W środowisku naziemnym aktywność mikrobiologiczna najczęściej nie istnieje i proces rozkładu jest bardzo powolny, bądź nie zachodzi wcale. Akumulacja substancji odpadowych w lodzie znacznie zwiększa ich trwałość ponad przewidywany czas. Tak więc najbardziej aktywne mechanizmy, dzięki którym substancje są przetwarzane i przemieszczane w klimacie tropikalnym i umiarkowanym, są bardzo słabe lub wręcz zanikają w warunkach klimatycznych środowiska lądowego Antarktydy.

Ekstremalne warunki klimatyczne Antarktydy ogromnie utrudniają działalność ludzką na tym kontynencie, czyniąc ją całkowicie zależną od przywiezionych na Antarktydę środków i materiałów. Warunkiem niezbędnym stałego zamieszkiwania kontynentu jest akceptacja długich okresów odizolowania, bez wielu wygod i technicznego zaplecza, które są rzeczą całkiem naturalną w innych bardziej rozwiniętych rejonach świata. Co za tym idzie, metody usuwania odpadów przeprowadzane w Antarktydzie oraz ich efektywność również zależą w ogromnej mierze od wydajnej infrastruktury logistycznej.

Operacje antarktyczne są zawsze geograficznie bardzo odległe, trudne i skomplikowane w obsłudze. Czynniki logistyczne, które warunkują rodzaj i metody usuwania odpadów, to między innymi: łatwy dostęp do stacji, baz i obozowisk, rodzaj terenu, warunki środowiskowe uzależnione od pory roku, oraz dostępność i pojemność środków transportu. Ogromne różnice w warunkach operacyjnych, które są udziałem poszczególnych użytkowników Antarktydy, czynią zupełnie

niepraktycznym formułowanie uniwersalnej zasady usuwania poszczególnych rodzajów odpadów. Każda metoda usuwania odpadów, istniejąca bądź dopiero proponowana dla danego obiektu, wymaga uważnej analizy jej wpływu na środowisko.

Uczestnicy Spotkań Konsultacyjnych zawsze zwracali się z prośbą o współpracę i wykorzystywali w praktyce porady SCAR-u dotyczące ochrony środowiska na Antarktydzie. Odnośnie usuwania odpadów, kraje sygnujące Układ Antarktyczny wymagają takich metod usuwania odpadów, które mogą być zastosowane z punktu widzenia logistyki oraz takie, które minimalizują ujemny wpływ na środowisko naturalne Antarktydy. Słusznym byłoby przytoczyć tutaj, choć w skrócie, rozwój wzorów i metod postępowania przy usuwaniu odpadów na obszarach objętych Układem Antarktycznym.

Podczas Sympozjum Biologii Regionalnej w Buenos Aires w 1960 roku SCAR podjął się przygotowania zbioru wzorów i metod operacyjnych dotyczących ochrony fauny i flory Antarktydy, między innymi opracowano wytyczne do metod usuwania odpadów. ATCM III (1964) (III Spotkanie Konsultacyjne Układu Antarktycznego) wprowadziło w życie ustalenia zgodne z zalecanymi przez SCAR wytycznymi dotyczącymi operacji antarktycznych. Ustalenia zawarte w tytule Uzgodnione Zasady w Sprawie Ochrony Fauny i Flory Antarktydy wymagają, by oddziaływanie na środowisko naturalne było ograniczone do niezbędnego minimum potrzebnego do budowy, zaopatrywania i działalności stacji. Ponadto Uzgodnione Zasady zabraniają wwożenia na tereny objęte Układem Antarktycznym zwierząt i roślin nieendemicznych dla obszaru Antarktydy, za wyjątkiem specjalnych pozwoleń. ATCM VI—4 (1970) zwróciło się do SCAR-u o poradę w sprawie metod usuwania znanych przyczyn zanieczyszczenia środowiska naturalnego. W wyniku konsultacji ze SCAR-em ATCM VIII—11 (1975) wprowadziło Zasady Postępowania dla Wypraw Antarktycznych i Działalności Stacji Polarnych. Zasady Postępowania, które zawierają wytyczne dla operacji antarktycznych odnośnie usuwania odpadów, obowiązują nadal. Podczas ATCM XII (1983) uzgodniono dwa zalecenia dotyczące konsultacji w sprawie oddziaływania człowieka na środowisko naturalne Antarktydy. Zalecenie ATCM XII—3 dotyczyło zasięgnięcia porady SCAR-u w sprawie kategorii badań i działalności logistycznych mogących mieć ujemny wpływ na środowisko. Odpowiedź SCAR-u (Bennighoff i Bonner, 1985) uznała usuwanie odpadów za nieuniknione następstwo działalności jakiegokolwiek stacji. Sugerowała także, by unikać skomplikowanych technologii przy wyborze metody usuwania odpadów, gdyż sama technologia może ujemnie wpływać na środowisko. Ponieważ większość istniejących stacji badawczych i operacji antarktycznych istniała, zanim powstała koncepcja oceny ich wpływu na środowisko (environmental impact assesment), zaproponowano, by użytkownicy Antarktydy sami oszacowali wpływ działalności swoich stacji badawczych i większych cyklicznych operacji na środowisko, włącznie z oceną metod usuwania odpadów. Zalecenie ATCM XII—4 wzywało rządy państw sygnatariuszy, by przeprowadziły konsultacje wśród swoich agentów d/s operacji antarktycznych odnośnie problemów i spraw napotkanych w trakcie korzystania z Zasad Postępowania.

Podczas SCAR XVIII (1984) Podkomitet d/s Ochrony Środowiska oraz Grupa Robocza d/s Logistyki, w odpowiedzi na zalecenie ATCM XII—4, sformułowały wytyczne dotyczące usuwania odpadów. Oto brzmienie proponowanych wytycznych:

Mając świadomość, iż zaistniały wielkie zmiany zarówno w pojmowaniu spraw składających się na problem zanieczyszczenia środowiska, jak i w metodach analiz od czasu zatwierdzenia oryginalnego tekstu Zasad Postępowania, SCAR proponuje, by przy jakichkolwiek przyszłych poprawkach dokumentu uwzględnić następujące zagadnienia:

1. Jeśli tylko jest to możliwe, należy wszelkie odpady stałe usunąć z obszaru objętego Układem Antarktycznym, najlepiej do kraju dysponenta. W innych przypadkach odpady należy składować w jak najmniej ilości składowisk na lądzie. Tam, gdzie piec do spopielenia wyposażony jest w odpowiednie urządzenia zapewniające kontrolę jakości spalin, odpady można spopielać, a pozostałości powinny zostać usunięte z obszaru objętego Układem Antarktycznym.

2. Ponadto, wszelkie odpady radioaktywne oraz akumulatory muszą zostać usunięte z obszaru objętego Układem Antarktycznym. Odpady zawierające duże ilości metali ciężkich oraz szkodliwych i trwałych związków organicznych należy usunąć.

3. Tam gdzie tylko to jest możliwe, wyroby z plastiku i gumy powinny zostać usunięte z rejonu; w innym przypadku powinny być składowane na wysypiskach na lądzie. Nie należy ich palić, chyba że zostanie zapewniona odpowiednia kontrola emisji spalin.

4. Substancje organiczne pochodzenia mieszkalnego, np. odpady kuchenne, drzewa naturalne (nie impregnowane specjalnymi substancjami chemicznymi) można palić lub usuwać do morza.

5. Wszelkie odpady bytowe zawierające wodę można usuwać bez uprzedniej obróbki do morza. Nieczystości pochodzenia ludzkiego, jeśli istnieje konieczność, można odprowadzać do morza przy minimalnym stopniu obróbki.

6. Poniższe substancje powinny być spopiłone, bądź w inny dostępny sposób sterylizowane:

- a) wszelkie zwłoki zwierząt przywiezionych dla celów eksperymentalnych, np. szczury, myszy
- b) wszelkie kultury mikro-organizmów, włącznie z ludzkimi patogenami i pasożytami
- c) wszelkie ptaki oraz substancje pochodne od ptactwa

7. Poniższe substancje nie powinny być przywożone na Antarktydę, o ile to możliwe:

- granulát, pianka polistyrenowa
- pestycydy
- polichloruki dwufenylu
- gleba (za wyjątkiem wysterylizowanej)

W związku z wzrastającą ilością i stopniem skomplikowania operacji antarktycznych, zmieniającym się stosunkiem do tego, co stanowi zanieczyszczenie odpadami oraz rozwojem w logistyce i technologiach, ATCM XIII—4 (Aneks D) zwróciło uwagę na potrzebę i możliwość rewizji Zasad Postępowania. Zalecenie to zaprasza SCAR do podjęcia się wszechstronnego przeglądu zawartych w Zasadach Postępowania problemów usuwania odpadów oraz do zaproponowania:

- (a) pomocy naukowej odnośnie metod usuwania odpadów oraz stworzenia wzorców postępowania, których przestrzeganie byłoby pożądane w stacjach przybrzeżnych, w głębi lądu oraz na obozowiskach
- (b) wniosków na temat logistycznej skuteczności tych metod w warunkach antarktycznych, także z uwzględnieniem różnej ilości ludzi w poszczególnych stacjach, trudności operacyjnych i logistycznych oraz warunków lokalnych
- (c) wszelkich innych rad, które SCAR uzna za ważne dla problemu usuwania odpadów.

W trakcie SCAR XIX (1986) utworzono Zespół Ekspertów z zadaniem przygotowania odpowiedzi na zalecenie 4 ATCM XIII.

2.0. Aktualne wytyczne n/t usuwania odpadów

Zalecenia i wytyczne Układu Antarktycznego dotyczące usuwania odpadów obejmują zarówno działalność pod auspicjami rządów, jak i działalność organizacji pozarządowych na terenie objętym Układem.

2.1. Zasady Postępowania dla wypraw antarktycznych oraz działalności stacji polarnych

Zalecenie ATCM VII—11 wzywa sygnatariuszy, by jak najściślej, w miarę swoich możliwości, przestrzegali Zasad postępowania dla wypraw antarktycznych oraz działalności stacji polarnych (Aneks C). Zasady stanowią jedno z ogólnie przyjętych założeń Układu Antarktycznego (ATCM VIII—9) i zawierają jedynie najbardziej podstawowe wzory i metodykę ochrony środowiska.

Wytyczne dotyczące odpadów zawarte w Zasadach Postępowania biorą pod uwagę różnice w możliwościach usuwania odpadów na stacjach wewnątrz lądu i na wybrzeżu oraz na obozowiskach.

Zasady wymagają, aby akumulatory, wytwory z plastiku i gumy, oleje i smary, zawierające szkodliwe dodatki oraz odpady zawierające radioizotopy, były usuwane z rejonu objętego Układem Antarktycznym. Nieszkodliwe niepalne odpady stałe oraz chemikalia na stacjach przybrzeżnych można usuwać do morza na głęboką wodę, bądź jeśli nie ma innej możliwości — w oznaczonych miejscach na wodę płytką. Odpady palne, które w całości należy usunąć z obszaru objętego Układem Antarktycznym, można spalać. Ścieki oraz inne płynne odpady bytowe należy, tam gdzie to możliwe, poddać maceracji i odprowadzić do morza. Duże ilości płynów fotograficznych powinny zostać poddane procesowi odzysku srebra, a pozostałość można usunąć do morza. Gdzie tylko to możliwe, stacje w głębi lądu oraz obozowiska powinny korzystać z urządzeń swoich stacji wspierających. Jednakże odpady, co do których nie ma zalecenia, by usuwać je z terenu objętego Układem Antarktycznym, można składować w głębokich sztolniach. Za wyjątkiem stacji w głębi lądu, odpady nie powinny być zakopywane.

Zasady Postępowania wymagają, by użytkownicy zredukowali ilości opakowań plastikowych przywożonych na teren Antarktydy oraz unikali używania paliw zaolowionych, bądź paliw zawierających bromek etylenu lub chlorek etylenu. Tam, gdzie wykorzystuje się piece do spalania śmieci, ich spaliny powinny być kontrolowane.

Nie ma obowiązku, by sygnatariusze Układu Antarktycznego wyszczególniali rodzaje powstających odpadów, bądź sporządzali raporty o metodach ich usuwania oraz efektywności tych poczynań. Jednakże Zasady Postępowania zalecają, by podczas planowania większych operacji w rejonach Układu Antarktycznego zainteresowane organizacje przeprowadzały oszacowanie wpływu na środowisko prowadzonej przez nie działalności. Taka ocena powinna zawierać opis proponowanego przedsięwzięcia, oszacowanie potencjalnych korzyści, prawdopodobny wpływ na poszczególne ekosystemy, propozycje przedsięwzięć alternatywnych, w których inaczej układałby się stosunek potencjalnych korzyści i konsekwencji dla środowiska, wynikających z danego przedsięwzięcia.

2.2. Wyprawy turystyczne i pozarządowe

W celu zapewnienia konsekwentnego i racjonalnego stosunku do operacji antarktycznych wśród ekspedycji oraz zmniejszenia negatywnych dla środowiska Antarktydy konsekwencji powodowanych przez wyprawy pozarządowe. Zalecenie ATCM VIII—9 zaproponowało wyszczególnienie ogólnoprzyjętych założeń i stosowanych zabezpieczeń Układu Antarktycznego.

3.0. Kategorie i rodzaje odpadów

Odpady powstające w trakcie operacji antarktycznych mają z reguły niższy poziom toksyczności oraz są mniej zróżnicowane niż te, które powstają w zindustrializowanych i gęsto zaludnionych regionach świata.

Poniżej wyszczególniono rodzaje oraz charakterystyki odpadów powstających w trakcie operacji antarktycznych (Tab. 1).

Nie wszyscy użytkownicy prowadzą rejestr odpadów powstających na Antarktydzie, chociaż istnieje kilka powszechnie stosowanych na całym świecie systemów klasyfikacji odpadów i substancji zanieczyszczających. Systemy te są arbitralne i w pewnym stopniu subiektywne, lecz zawierają klasyfikację odpadów wedle ich charakterystyki, właściwości chemicznych, sektorów środowiskowych, źródeł, sposobów utylizacji oraz klasyfikację według celów i efektów.

Najbardziej rozpowszechniony system klasyfikacji odpadów wśród użytkowników Antarktydy opiera się na metodach usuwania odpadów. Na przykład, odpady są klasyfikowane według tych, które są palone lub usuwane do morza (Grupa 1), odpady niepalne i niepodatne na rozkład biologiczny, które są usuwane z obszaru Antarktydy (Grupa 2+3) oraz odpady, które są składowane (Grupa 4). W niektórych przypadkach stosowany jest podział na trzy grupy. Należy

Tabela 1

Charakterystyka odpadów powstających w Antarktyce

Odpady	Charakterystyka
Ścieki	Wysoka zawartość związków organicznych, wysokie biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT), zapach
Odpady płynne z kuchni i pralni	Wysokie BZT, wysoka zawartość rozpuszczonych stałych substancji organicznych zawierających azot, resztki mąki, tłuszcz, detergenty, wysoki poziom mułgowanych i rozpuszczonych olejów, zawiesina substancji organicznych, duży stopień zmętnienia i zasadowości
Wpływy z paliw i smarów	Zasadowa zawiesina substancji stałych, niemieszalne substancje organiczne
Woda z chłodnic statków zaopatrzeniowych i badawczych, stacjonarnych generatorów prądu i silników	Znaczna objętość o wysokiej temperaturze, z niewielką zawartością kwasów nieorganicznych oraz rozpuszczonych substancji stałych
Opuszczone stacje, budynki, maszyny i urządzenia, oprzyrządowanie, zużyte beczki po paliwie, kontenery, szkło	Złom, oleje i smary, zmienne pH, rozpuszczone metale, zapach, farby zawierające substancje organiczne, barwniki, metale ciężkie
Akumulatory	Stężony kwas, niskie pH, mała zawartość substancji organicznych, metale ciężkie
Przeterminowane produkty spożywcze	Wysokie BZT, wysoki poziom rozpuszczonych stałych substancji organicznych zawierających azot, tłuszcze, zawieszoną substancję organiczną; wysoki stopień zmętnienia i zasadowości
Różne opróżnione opakowania	Zmienne pH, rozpuszczone substancje organiczne (np. fenole, plastiki, formaldehyd, polichlorki dwufenylu)
Zużyte materiały fotograficzne (po i przed obróbką)	Zasadowe, zawierające różne organiczne i nieorganiczne składniki utleniające
Detergenty domowego użytku	Wysokie BZT, zmydlone mydła oraz wysoka całkowita zawartość substancji stałych
Odpady laboratoryjne i przemysłowe	Różnorodne rozpuszczone pierwiastki, związki toksyczne, chemikalia, między innymi metale ciężkie i polichlorki dwufenylu
Emisje spalin z samolotów oraz silników stacjonarnych	Woda, CO ₂ , CO, NO _x , SO ₂ , cząstki stałe zawieszane w gazie, zanieczyszczone substancje pochłaniające NH ₃ , NaOH, Pb itp.
Izotopy używane dla celów badawczych i medycznych	Promieniotwórcze

odnotować, iż te trzy grupy klasyfikacyjne nie wykluczają się nawzajem — niektóre stacje stosują dwie metody eliminowania odpadów dla jednej substancji odpadowej (głównie w systemach o ruchu ciągłym i systemach zabezpieczających), podczas gdy inne substancje przechodzą przez dwa stopnie obróbki.

Roczna liczba wytwarzanych odpadów w każdej z grup klasyfikacyjnych w różnych obiektach jest inna w zależności od roli aktualnie prowadzonej działalności oraz usytuowania geograficznego poszczególnych obiektów. Większość odpadów powstaje w stacjach przybrzeżnych, przede

wszystkim w tych, które funkcjonują jako stacje tranzytowe dla zaopatrzenia obiektów w głębi lądu oraz operacji lotniczych. Niższy współczynnik wytwarzanych odpadów jest udziałem stacji w głębi lądu, podczas gdy przybrzeżne operacje letnie oraz w głębi lądu wytwarzają najmniej odpadów. Ilość powstających śmieci zależy od pory roku i najwyższa jest latem, kiedy przeprowadzana jest większość operacji lotniczych i zaopatrzeniowych.

Zespół Ekspertów uważa za wartościowe ustanowienie klasyfikacji usuwania odpadów w Antarktydzie, która stanowić będzie podstawę rejestru odpadów oraz umożliwi badania mające na celu określenie wpływu działalności operacyjnej i naukowej na środowisko. Proponowana klasyfikacja odpadów podana jest w zaleceniach Zespołu (pkt. 3).

4.0. Sposoby usuwania odpadów i ich skutki

4.1. Wstęp

Zespół Ekspertów stwierdził, iż obecny wpływ działalności ludzkiej ogranicza się jedynie do bezpośredniego sąsiedztwa obiektów badawczych i chociaż działalność ta w niektórych obiektach daje niekorzystne wrażenia wzrokowe, to ich wpływ na środowisko Antarktydy jako całości jest wręcz niedostrzegalny. Jednak, gdy brać pod uwagę przybrzeżne tereny wolne od lodu, to wpływ działalności ludzkiej można uznać za znaczący.

4.2. Usytuowanie stacji i baz polarnych

Przy ocenie sposobów usuwania odpadów z materiałów wykorzystywanych na Antarktydzie należy wziąć pod rozwagę fakt, iż różnice w metodach stosowanych przez poszczególnych użytkowników w dużej mierze odzwierciedlają różnice w ich możliwościach logistycznych oraz skali, zasięgu i geograficznym usytuowaniu ich operacji.

Niniejsze studium obejmuje 43 stale zamieszkałych stacji, 32 stale bazy letnie oraz pewną liczbę obozowisk położonych w Antarktyce (1988). W poniższej tabeli (Tab. 2) przedstawiono usytuowanie stacji, baz i obozowisk objętych niniejszym badaniem.

Okolo 70% stale zamieszkałych stacji oraz 65% baz i obozowisk omawianych w niniejszym studium, to obiekty przybrzeżne. Odosobnione stacje i bazy również stanowią znaczący procent działalności. Ze względu na ruchy pokrywy lodowej oraz proces grzeźnięcia w śniegu, stacje i bazy usytuowane na pokrywie lodowej, bądź lodzie szelfowym, mają z reguły okres żywotności od 4 do 8 lat, zanim zostają opuszczone. Stacje przybrzeżne usytuowane na terenie wolnym od lodu oraz okresowe obozowiska mogą być zaopatrywane bezpośrednio ze statku i mają z reguły większy zakres możliwości usuwania odpadów niż stacje w głębi lądu.

Tabela 2

Usytuowanie stale zamieszkałych stacji, baz letnich oraz obozowisk objętych niniejszym studium

	Teren przybrzeżny wolny od lodu	Teren w głębi lądu wolny od lodu	Przybrzeżna pokrywa lodowa	Pokrywa lodowa w głębi lądu	Lód szelfowy
Stacje	29	4	0	5	5
Bazy/obozy	21	6	4	7	8
Razem	50	10	4	12	13

Podstawową logistyczną zaletą operacji przybrzeżnych jest możliwość zaopatrywania bezpośrednio ze statku oraz łatwość usuwania śmieci na pokład, a jedynymi zasadniczymi kosztami są wtedy koszty kotwiczenia statku. Zuniifikowane i skontenerowane ładunki zmniejszają wymagania co do opakowywania poszczególnych elementów ładunku, a w związku z tym zmniejszają ilość odpadów. Operacje w głębi ładu, na stacjach, do których nie ma bezpośredniego dostępu ze statku, wytwarzają i akumulują odpady. Koszty ich usunięcia są wysokie ze względu na ograniczenia logistyczne.

4.3. Ścieki oraz inne płynne odpady mieszkalne

W innych niż polarne, mniej ekstremalnych środowiskach, ścieki oraz odpady mieszkalne można poddać filtracji, odwirowaniu, bądź sedymentacji. Ponieważ większość odpadów płynnych powstających na Antarktydzie jest oparta przede wszystkim na bazie wody z dużym stopniem koncentracji substancji organicznych podatnych na rozkład biologiczny, obróbka biologiczna byłaby możliwa w warunkach kontrolowanych. Z drugiej strony, koszty energii potrzebnej by roztopić śnieg i lód w celu zapewnienia wody przez cały rok oraz uzyskania odpowiednich warunków środowiskowych dla bakteryjnego rozkładu substancji organicznych, stanowią poważną przeszkodę w zastosowaniu tej metody na Antarktydzie. W kilku stacjach przybrzeżnych energia cieplna powstająca przy wytwarzaniu prądu elektrycznego zapewnia biologiczną utylizację ścieków i odpadów bytowych.

Nie istnieją „typowe” roczne oszacowania ilości powstających ścieków i płynnych odpadów mieszkalnych podczas operacji antarktycznych. Dostępność wody jest najważniejszym pojedynczym czynnikiem określającym wielkość odpadów płynnych dla danego obiektu. Poniżej (Tab. 3) zamieszczono dane uzyskane z odpowiedzi użytkowników, dotyczące różnych metod usuwania ścieków i płynnych odpadów bytowych oraz ilości obiektów, w których każda z metod jest stosowana. W niektórych obiektach stosuje się więcej niż jedną metodę.

Tabela 3

Usuwanie ścieków oraz odpadów bytowych płynnych w stale zamieszkałych stacjach, bazach i obozowiskach

	Usuwane	Utylizowane do sztolni lodowych	Utylizowane do morza/lodu	Septyczne do ziemi	Nieutilizowane do morza/lodu	Nieutilizowane do ziemi	Nieutilizowane do sztolni lodowych	Palone na otwartej przestrzeni	Palone z kontrolą emisji spalin
Stacje	8	3	10	2	14	9	10	24	2
Bazy/obozy	10	—	2	2	5	5	5	9	—
Razem	18	3	12	4	19	14	15	33	2

Ponieważ w wielu obiektach dostępna jest jedynie ograniczona ilość wody do rozcieńczania i obróbki odpadów, biologiczny ładunek przy bezpośrednich ujściach ścieków i odpadów bytowych z tych obiektów jest wyższy niż średnia dla innych części świata. Niektóre z obiektów wykorzystują wodę morską do spłukiwania nieczystości, inne korzystają z bezpośrednio dostępnej świeżej wody; te obiekty, w których trzeba topić śnieg w celu otrzymania świeżej wody, mają dużo mniejszą ilość powstających ścieków i płynnych odpadów bytowych.

Maceracja mechaniczna jest czasami stosowana przy obróbce ścieków i odpadów bytowych. Dwustopniowe procesy uzdatniania odpadów bytowych nie są szeroko rozpowszechnione, chociaż

Zespół Ekspertów ma świadomość, iż niektórzy użytkownicy zainstalowali, bądź planują instalację zmodernizowanych urządzeń oczyszczających.

Rotacyjne Kontaktory Biologiczne (Rotating Biological Contactors) są podstawowym systemem wykorzystywanym do obróbki wtórnej. System ten zainstalowano w kilku stacjach przybrzeżnych przede wszystkim ze względu na jego dużą pojemność, co pozwala na utylizację okresowych ładunków, ścieków i odpadów bytowych. Ponadto rotacyjne kontaktory biologiczne mogą pracować przy niższych temperaturach (13°C) niż inne biologiczne systemy uzdatniające. Ścieki po obróbce w kontaktorze odpowiadają normie 50—60 mg/l biochemicznego zapotrzebowania na tlen i 30—100 mg/l zawiesiny ciał stałych. Każdy z zainstalowanych rotacyjnych kontaktorów biologicznych ma maksymalną dzienną zdolność przerobu wynoszącą 6 m³.

Ogrzewane rury odprowadzające stosowane są w większości stacji przybrzeżnych do transportu i zrzutu ścieków do morza. Usytuowanie ujść kanałów ściekowych uzależnione jest przede wszystkim od możliwości zabezpieczenia rur przed zamarzaniem oraz od łatwości konserwacji rurociągu. Z otrzymanych danych wynika, iż ujścia kanałów ściekowych usytuowane są najczęściej w miejscach, gdzie oddziałują powierzchniowe prądy morskie wspomagające wymieszanie i biologiczny rozkład substancji.

Obiekty, w których powstają utylizowane i nieutilizowane ścieki oraz odpady bytowe, rozproszone są po całym kontynencie antarktycznym. Przy obecnym poziomie operacji, organiczne zanieczyszczenia środowiska morskiego wokół odosobnionych stacji i obozowisk przybrzeżnych, aczkolwiek wizualnie mało atrakcyjne, nie mają znaczącego wpływu biologicznego na tereny przybrzeżne. Ponieważ ilość spuszcanych ścieków jest stosunkowo mała, zawartość metali śladowych obecnych w osadach ścieków i odpadów bytowych nie jest znacząca, należy bowiem wziąć pod uwagę, iż są one mieszane i rozpraszane przez przybrzeżne prądy morskie.

Systemy septyczne, wykorzystujące okoliczną glebę jako środek absorpcyjny, są wykorzystywane w ograniczonym stopniu w kilku przybrzeżnych stacjach na niektórych wyspach w okolicy Półwyspu Antarktycznego.

Usuwanie nieuzdatnionych ścieków bezpośrednio do sztolni lodowych, gleby lub strumieni jest stosowane w obozach na Antarktydzie oraz na okołantarktycznych wyspach.

Usuwanie uzdatnionych i nieuzdatnionych ścieków na obszarach lądowych wolnych od lodu może mieć trwały ujemny wpływ na istniejące tam środowisko. Antarktyczne kultury glebowe są stosunkowo rzadkie i stanowią interesujący przedmiot badań naukowych, ponieważ są słabo rozwinięte i posiadają niski poziom zawartości ciał organicznych; są wspaniałą okazją dla zbadania i zrozumienia czynników ograniczających rozwój gleb polarnych. Gdy zostaną zanieczyszczone, powrót do stanu pierwotnego nie będzie już możliwy. Ponadto, poza bezpośrednimi konsekwencjami i zmianami w kulturach mikrobiologicznych, gleby, wykorzystywane jako materiał absorpcyjny przy zbiornikach septycznych i wysypiskach, zawierają dużo substancji organicznej, przez co są bardziej podatne na podtrzymanie życia nie-endemicznych bezkręgowców i mikroorganizmów.

Bezwodne systemy utylizacji odpadów ludzkich — to między innymi toalety kompostowe, które wykorzystują specjalnie przygotowane startery naturalnego procesu rozkładu biologicznego odpadów oraz toalety chemiczne, w których stosuje się metanol. Nieczystości z toalety metanolewej, jeśli zostaną rozcieńczone i usunięte do morza w miejscu, gdzie jest dobra cyrkulacja wody, nie powodują zauważalnych zagrożeń dla środowiska; czasami odpady z tych toalet usuwane są bezpośrednio do pęknięć w lodzie szelfowym, gdzie naturalne procesy rozcieńczania w miarę upływu czasu dają gwarancję, iż w momencie, gdy odpady te dotrą do morza, nie będą stanowiły zagrożenia dla środowiska naturalnego.

Tam, gdzie brakuje wody, stosuje się systemy palenia lub kompostowania w celu usuwania fekalii. Palenie fekalii stosowane jest w kilku obiektach, lecz zainstalowanie takich urządzeń w dużych budynkach stanowi pewien problem, głównie ze względu na zapachy i możliwość zaproszenia ognia.

W obiektach w głębi lądu ścieki i odpady bytowe najczęściej odprowadzane są do sztolni lodowych. W zależności od charakteru przemieszczania się pokrywy lodowej, oddzielanie się gór lodowych od lodowca prowadzi do powolnego wymywania substancji odżywczych i chemikaliów

zawartych w odpadach. Należy unikać wykorzystywania lodowców, które kończą się na obszarach wolnych od lodu, bądź rejonów o wysokiej ablacji, gdyż może to spowodować rozproszenie odpadów, przypuszczalnie z dużą szkodą dla środowiska (patrz Zalecenia punkt 11).

Niektórzy użytkownicy zwrócili uwagę Zespołu na fakt, że zastosowanie specjalnych urządzeń do utylizacji odpadów może powodować większe szkody dla środowiska niż bezpośrednie usuwanie ścieków do morza. W szczególności urządzenia „wolno stojące” zabrałyby kolejne połacie ziemi pociągając za sobą dodatkowe koszty i szkody związane z ich użytkowaniem. Urządzenia takie należy stosować tam, gdzie ich zalety przewyższają koszty jakie poniesie środowisko. Fakt ten dodatkowo ujawnia potrzebę podjęcia się oceny wpływu na środowisko proponowanych przedsięwzięć.

Maceracja jest tanim procesem mechanicznym, który znacznie redukuje wielkość cząsteczek substancji zawartych w ściekach, poprawia stopień ich rozcieńczenia w morzu, ułatwia przepompowywanie odpadów i może polepszyć wygląd ścieków. Przy dużej ilości odpadów lepsze efekty daje zastosowanie Rotacyjnych Kontaktorów Biologicznych, bądź ich odpowiedników (patrz Zalecenie punkt 22); koszt instalacji takich urządzeń wynosi około 0,5 do 1 miliona USA.

4.4. Odpady chemiczne

Odpady chemiczne powstające w większości stacji, szczególnie tam, gdzie prowadzone są badania laboratoryjne, to przede wszystkim kwas z zużytych akumulatorów, rozpuszczalniki przemysłowe, chemikalia laboratoryjne i fotograficzne. Metody usuwania tych odpadów, to między innymi:

- a) usuwanie ich z rejonu Antarktydy,
- b) przechowywanie odpadów w pustych beczkach po paliwie i zrzucanie ich na głębi oceanicznej,
- c) rozcieńczanie wodą i usuwanie do morza lub w obiektach w głębi lądu usuwanie do sztolni; oraz
- d) rozcieńczanie i usuwanie do ziemi.

Największą ilościowo grupę odpadów chemicznych stanowią chemikalia fotograficzne oraz wodorotlenek sodowy i tlenek żelazawy powstający przy wytwarzaniu wodoru do balonów meteorologicznych. Odzysk srebra z zużytych chemikaliów fotograficznych przed ich rozcieńczeniem i usunięciem nie zawsze jest stosowany. Jedynie bardzo rozcieńczone bądź całkowicie nieszkodliwe substancje są usuwane bezpośrednio do ziemi lub do przybrzeżnych zatok. Bardziej szkodliwe chemikalia i pozostałości usuwane są całkowicie z rejonu Układu Antarktycznego, bądź zrzucane na głębie oceaniczne.

Kontynuowanie obecnej praktyki usuwania rozcieńczonych chemikaliów bezpośrednio do ziemi w obiektach, w których jest ona stosowana, nie powinno spowodować szkód w środowisku

Tabela 4

Usuwanie odpadów chemicznych

	Usuwane	Utylizowane do morza/lodu	Nieutilizowane do ziemi	Nieutilizowane do morza/lodu	Nieutilizowane do sztolni lodowej	Palone na otwartej przestrzeni	Palone z kontrolą emisji spalin
Stacje	18	6	5	10	5	28	7
Bazy/obozy	15	0	3	7	5	17	0
Razem	33	6	8	17	10	45	7

przy obecnym poziomie działalności; jednakże należy zaprzestać tej praktyki (patrz Zalecenia punkt 25).

Sposoby przyjęte przy usuwaniu odpadów chemicznych zamieszczono poniżej (Tab. 4). W niektórych obiektach wykorzystuje się więcej niż jedną metodę.

4.5. Odpady stałe

Ilość odpadów na osobę powstających w stacjach badawczych na Antarktydzie jest bardzo różna. Ilość śmieci wytwarzana przez społeczeństwa oraz procent odpadów, które można spalić, wzrasta wraz z wzrastającym poziomem życia, czego również należy spodziewać się w Antarktydzie. Stacje, gdzie prowadzone są prace budowlane, mają więcej odpadów niż w okresie normalnego użytkowania. Stacje, które w dużej mierze korzystają z paliwa w beczkach, czy to w celu przemieszczania się po lodowcu, czy też w poważnych operacjach powietrznych, wytwarzają duże ilości odpadów niepalnych w postaci pustych beczek po paliwie. Jakkolwiek można by przypuszczać, że o wiele większy nacisk kładzie się na wysyłanie potencjalnych materiałów odpadowych do baz w głębi lądu, niż do stacji przybrzeżnych, to jednak stwierdzono, że nie jest to powszechnie stosowaną praktyką.

Odpowiedzi użytkowników na ankietę w punktach dotyczących odpadów stałych wykazały duże zróżnicowanie i jakakolwiek próba oszacowania całkowitej ilości odpadów powstających na Antarktydzie poprzez ekstrapolację danych od użytkowników, którzy podali kompletne odpowiedzi lub tych, którzy udzielili jedynie odpowiedzi częściowych, bądź nie odpowiedzieli wcale, miałyby wartość minimalną. Użytkownicy, którzy oszacowali ilościowo swoje odpady, w większości podawali dane w metrach sześciennych, jeśli do transportu używali statków, bądź w kilogramach czy tonach, jeśli korzystali z transportu lotniczego. Zróżnicowanie odpadów między obiektami jest tak wielkie, iż nie ma możliwości dokładnego przeliczenia jednostek wagi na jednostki objętości; można przyjąć, że jedna tona odpadów, zawierających między innymi i popiół, odpowiada objętości około 2—3 metrów sześciennych.

Z informacji otrzymanych od ankietowanych wynika, iż 70% wszystkich odpadów stałych, z wyłączeniem beczek po paliwie, to substancje palne. Wielu użytkowników w dużej mierze korzysta z beczek po paliwie i te stanowią wówczas główną część ich odpadów stałych. Podobnie jak przy odpadach ciekłych, sposoby usuwania odpadów są bardzo zróżnicowane.

Korzystając z danych zebranych przez Zespół Ekspertów, przyjęto że średnia roczna wytwarzanych stałych odpadów palnych i niepalnych wynosi ca 4 m³ na osobę na rok, przy odliczeniu beczek po paliwie i odpadów budowlanych. Cyfra ta zmniejsza się do około 1,3 m³ na osobę na rok po wysokotemperaturowym spalaniu odpadów palnych.

Metody usuwania palnych odpadów stałych oraz ilość obiektów, które wykorzystują te metody, podane są w poniższym zestawieniu (Tab. 5). Niektóre obiekty wykorzystują więcej niż jedną metodę.

Większość odpadów palnych stałych palona jest na zwałowiskach w wyznaczonych miejscach. W wielu obiektach dziurawe puste beczki po paliwie są często wykorzystywane do palenia

Tabela 5
Metody usuwania odpadów przy palnych odpadach stałych

	Usuwane	Do ziemi	Usuwane do sztolni lodowych	Palone na otwartej przestrzeni	Palone z kontrolą emisji spalin
Stacje	5	1	10	33	5
Bazy/obozy	8	2	5	21	0
Razem	13	3	15	54	5

odpadów. Metoda spalania na wolnym powietrzu uzależniona jest od warunków pogodowych; nie spala się odpadów przy silnych wiatrach, jak również nie należy wykorzystywać tej metody, gdy kierunek wiatru jest taki iż może zanieczyścić produktami spalania szczególnie wrażliwe rejony (patrz Zalecenia punkt 18 oraz 4, 6, 2).

Odpady stałe niepalne usuwa się pięcioma sposobami:

- a) całkowite usunięcie z Antarktydy,
- b) sortowanie i usuwanie na zwałowiska,
- c) usuwanie na zwałowiska bez sortowania,
- d) usuwanie do morza i morza/łodu bez sortowania; oraz
- e) usuwanie do sztolni lodowych

Z danych otrzymanych w ankiecie poniżej (Tab. 6) podana jest liczba obiektów, które wykorzystują wymienione metody. W niektórych obiektach stosuje się więcej niż jedną metodę.

Tabela 6

Metody usuwania stałych odpadów niepalnych

	Usuwanie (włącznie z popiołem)	Do ziemi po sortowaniu	Do ziemi bez sortowania	Usuwanie bez sortowania do morza	Usuwanie do sztolni lodowych
Stacje	26	10	3	10	6
Bazy/obozy	22	1	0	0	4
Razem	48	11	3	10	10

Powyższe dane wskazują, iż duży procent użytkowników usuwa swoje odpady z Antarktydy, bezpośrednio lub po wstępnej obróbce.

Sortowanie odpadów jest coraz częściej stosowane i prowadzi do:

- a) lepszych metod przeróbki i transportu,
- b) prostszych metod usuwania odpadów; oraz
- c) wtórnego wykorzystania odpadów.

Szczególnie zalecane jest w Antarktyce oddzielanie organicznych odpadów stałych od ścieków płynnych przed ich obróbką, gdyż odpady palne można łatwo spopielić. Usuwanie odpadów stałych bez sortowania jest najbardziej rozpowszechnione w obiektach w głębi lądu. Belowanie, scalanie bądź konteneryzacja odpadów stałych jest stosowane w kilku obiektach w celu usprawnienia składowania i transportu. Użytkownicy coraz częściej używają ubijarek w celu zmniejszenia objętości odpadów stałych. Ubijanie jest bardzo zalecaną metodą jeżeli istnieje konieczność akumulowania odpadów.

Używanie odpadów stałych jako materiałów stosowanych do wyrównywania terenu było powszechnie praktykowane, lecz obecnie stosowane jest coraz rzadziej. Wykorzystywane lub nieużywane zwałowiska odpadów można napotkać niemal przy każdej stacji przybrzeżnej. Wysypiska śmieci w niektórych obiektach są w użyciu od ponad 30 lat i mają znaczący wpływ na wygląd krajobrazu. Stosowanie odpadów przy wyrównywaniu terenu jest zwyczajowo bardzo wygodną metodą usuwania odpadów, szczególnie gdy spopielenie i ubijanie zmniejsza objętość odpadów.

Traktowanie odpadów jako materiału do wyrównywania terenu, nawet przy niewielkich ich ilościach, może mieć długotrwałe niekorzystne konsekwencje dla środowiska naturalnego. Zmiany w składzie chemicznym jezior i gleb spowodowane zwałowaniem śmieci na wysypiskach i jako materiałów wypełniających, na obszarach spływu wód, mogą mieć długotrwałe konsekwencje. Zmiany w glebach, które normalnie zawierają niewielkie ilości elementów organicznych i skład-

ników pokarmowych, mogą wystąpić nawet po wprowadzeniu minimalnych ilości substancji organicznych bądź mało toksycznych. Środowisko mikrobiologiczne gleby może zostać nagle i bezpowrotnie zmienione w następstwie przypadkowego zanieczyszczenia. Na przykład jeziora z małą powierzchnią dopływu otrzymują większy przyrost składników pokarmowych, nawet przy niewielkich ilościach ludzkich odpadów, niż normalnie w ciągu tysiąca lat. Istnieją badania wykazujące niekorzystny wpływ zwałowisk na gleby oraz organizmy przybrzeżne denne. Powodowany jest on istnieniem chlorków węgłowodoru (takich jak dwuchlorodwufenylotrójchloroetan czy polichlorek dwufenylu) wypłukiwanych z pobliskich zwałowisk. Odpady na zwałowiskach na lądzie są często palone w celu zmniejszenia ich objętości, co powoduje dodatkową emisję chemikaliów i cząstek stałych zawieszonych w gazie do atmosfery. Jakkolwiek stopień koncentracji emisji może być mały, ich wpływ na okolicę może być znaczny, szczególnie na wody i florę jezior. O spalaniu na wolnym powietrzu traktuje rozdział 4.6.2. niniejszego Raportu.

Usuwanie do morza powstających na lądzie niepalnych odpadów jest szeroko stosowane. Generalnie stosuje się usuwanie odpadów do głębiny oceanicznych, jednakże wykorzystuje się czasami wody przybrzeżne do zrzucania odpadów z obiektów nadbrzeżnych, statków i samolotów. Ankieta wykazała, iż użytkownicy stosujący metodę usuwania odpadów do morza z reguły nie kumulują odpadów w wybranych miejscach głębi oceanicznej (patrz Zalecenia punkt 19 i 18). Wywóz odpadów z Antarktydy do kraju macierzystego jest bardzo pożądanym i coraz częściej stosowanym, lecz jednocześnie jest to kosztowna metoda i niektóre kraje nie zezwalają na jej stosowanie.

Niektórzy użytkownicy opracowują raporty i przeprowadzają badania mające na celu ograniczenie rozmiaru i kategorii odpadów stałych, które są lub były akumulowane na Antarktydzie.

4.6. Emisje do atmosfery

Podstawowymi źródłami organicznych i nieorganicznych składników w atmosferze są na świecie: kontynentalny pył i kurz niesiony przez wiatr, cząsteczki wody morskiej, aktywność wulkaniczna, reakcje chemiczne śladowych ilości gazów oraz emisje powodowane działalnością ludzką. Emisje na skutek działania człowieka, zarówno na Antarktydzie jak i innych kontynentach, przyczyniają się do obecności śladowych ilości metali i kwasów w powietrzu nad Antarktydą; pomimo iż w Antarktydzie ilości te są znikome, miejscami mogą powodować zniekształcenia wyników. Główne źródła emisji atmosferycznych w Antarktydzie — to spalanie paliw kopalnych oraz spaliny powstające przy spalaniu odpadów i nieczystości. Per capita, zużycie energii w Antarktydzie jest prawdopodobnie bardziej intensywne niż w innych regionach świata, lecz mała liczba mieszkańców sprawia, że odpady powstające przy wykorzystywaniu tej energii mają niewielki ujemny wpływ na kontynent.

4.6.1. Emisje cząstek stałych przy spalaniu paliw kopalnych

Zużycie paliw kopalnych w rejonie Układu Antarktycznego przez 17 użytkowników w okresie 1987—88, włącznie z niektórymi danymi szacunkowymi, podane jest w poniższym zestawieniu (Tab. 7).

Tabela 7

Zużycie paliw kopalnych (w tonach) przez 17-użytkowników na Antarktydzie

Olej bunkrowy	Olej napędowy	Benzyna	Płynny gaz ziemny	Nafta ogrzewcza	Nafta lotnicza	Benzyna lotnicza
40.000	24.000	1.500	5	1.500	20.000	1.300

Liczby te nie są w pełni reprezentatywne, jeśli brać pod uwagę całkowite roczne zużycie paliwa w Antarktydzie, niemniej stanowią one dość użyteczny wgląd w stopień, wzajemne proporcje i wzory zużycia paliw kopalnych.

W trakcie procesu spalania paliw kopalnych powstają: dwutlenek węgla i woda oraz mniejsze ilości tlenu węgla, węglowodorów, tlenków azotu, dwutlenku siarki oraz cząstki stałe jak węgiel oraz utlenione związki węgla, tlenki metali. Wchodzą tu również dodatki do smarów, dodatki do paliw oraz produkty rozpadu zachodzącego w układzie wydechowym.

Poniższe zestawienie (Tab. 8) podaje wskaźnikowy stopień emisji (w g/kg) cząstek stałych zawieszonych dla zestawu paliw kopalnych wykorzystywanych na Antarktydzie.

Tabela 8
Wielkość emisji (w g/kg — 1) przy spalaniu paliw kopalnych

Źródło	Cząstki stałe zawieszane
Silniki spalinowe	
4 suwowe	0,2—2,0
4 suwowe (średnia)	0,7
2 suwowe	20
Olej do silników diesla	
lekkie	2—8
lekkie (średnia)	4
ciężkie	4—20
ciężkie (średnia)	8
Ropa do silników statków	6
Grzejniki naftowe	2—8

Według danych: Williams D. Wydział Paliw Kopalnych CSIRO
(informacja ustna)

Skład spalin powstających w trakcie procesu spalania paliw kopalnych zależy jest od charakterystyki chemicznej ropy naftowego macierzystego dla danej partii paliwa, składu i koncentracji dodatków do paliw oraz wydajności silnika. Dla przykładu, zawartość siarki w paliwie bunkrowym statku może wahać się od 1 do 5% wagi w zależności od źródła, z którego pochodzi paliwo. Praktycznie cała siarka wydziela się w postaci dwutlenku siarki.

Emisje cząstek stałych zawieszonych zawierają w większości substancje o różnej wielkości fragmentach sadzy węglowej i węgla organicznego, który stanowi niespaloną, małą część paliwa bądź smaru. Śladowe ilości substancji mineralnych oraz metali związanych z paliwem są również zawarte w tych emisjach. Wielkość cząstek stałych zawieszonych, początkowo bardzo mała, z reguły zwiększa się poprzez zespolenie w atmosferze do rzędu około 0,5 mikrona. Jeśli spalana jest benzyna ołowiova, cząstki stałe zawieszane zawierają mniej więcej tyle samo węgla, ołowiu i halogenów. Spaliny zawierają także niewielkie ilości policyklicznych węglowodorów i ich pochodnych azotanów.

Szeroki zakres śladowych ilości metali związany jest z paliwami wykorzystywanymi na Antarktydzie, a różnorodność tych metali zwiększa się wraz ze zwiększoną ilością różnorodnych paliw wykorzystywanych na Antarktydzie.

Łącząc dane szacunkowe zużycia paliw kopalnych z charakterystyką emisji spalin podaną powyżej można obliczyć roczną wielkość emisji cząstek stałych zawieszonych dla obszaru Układu Antarktycznego. Roczną emisję cząstek stałych do atmosfery przy operacjach i działalności objętej w niniejszym Raporcie oblicza się na około 300 ton.

Wyższy niż normalnie poziom stężenia metali ciężkich, szczególnie ołowiu, wiąże się ze wszystkimi operacjami na stacjach i poza nimi. Badania poziomu stężenia ołowiu w antarktycznej odmianie porostów, przed i po powstaniu stacji, wykazały wzrost w zasięgu 30 m od źródła ze stacji, poziomu stężenia z 0,2 do 17,0 mg/g⁻¹ suchej wagi przez okres pięciu lat; w odległości 250 m od źródła emisji ze stacji zmiany były niezauważalne (dane British Antarctic Survey). Te same badania wykazały niewielki wzrost stężenia siarki i cynku, lecz nie kadmu, miedzi czy rtęci. Lokalne warunki meteorologiczne oraz terenowe stanowią ważne czynniki wpływające na przemieszczanie i odkładanie się zanieczyszczeń pochodzących z emisji. Możliwość oraz zasięg lokalnego zanieczyszczenia wzrastają w zależności od tego, jak długo dana stacja czy baza prowadzą swoją działalność i jaki ma ona charakter.

4.6.2. Emisje przy spopieleniu odpadów

Drugim poważnym źródłem emisji atmosferycznych są spaliny z pieców do spalania śmieci oraz z otwartych palenisk. Emisje te można podzielić na cząstki stałe zawieszone (lotny popiół, dym oraz produkty kondensacji), gazy palne, węglowodory oraz częściowo utlenione węglowodory, gazy niepalne (woda, dwutlenek węgla, tlenek węgla, tlenki azotu oraz halogenki wodoru). Emisje do atmosfery można kontrolować przy odpowiednim zaprojektowaniu pieca do spalania odpadów oraz tam, gdzie jest to potrzebne poprzez instalację aparatury kontrolującej. Cząsteczki stałe zawieszone można usuwać przy pomocy „cyklonu” i osadników elektrostatycznych. Do usuwania zanieczyszczeń lotnych można stosować płuczki wieżowe.

Odpady domowe oraz przemysłu lekkiego zawierają śladowe ilości metali, które podlegają koncentracji w miejscach, gdzie dokonuje się palenie w otwartych paleniskach. Koncentracja metali śladowych jest naturalnym zjawiskiem przy odpadach ze spopielenia. Skutki ograniczone są z reguły do miejsca spalania, chociaż czasami są możliwe przecieki zanieczyszczeń do innych obszarów.

W Antarktydzie stosuje się różne metody spopielenia; metoda palenia na wolnym powietrzu jest najbardziej popularna. Opalane olejem wsadowe piece do spopielenia, wraz z aparaturą kontrolującą emisję spalin, zostały zainstalowane w kilku stacjach przybrzeżnych, a w kilku innych są przeprowadzane próby z ich zastosowaniem. Piece te, mogące pracować przy odpadowym bądź zanieczyszczonym paliwie, przystosowane są do spopielenia odpadów luźnych oraz ubijanych i belowanych (od 1 m³ w górę). Przy pełnym załadunku proces spalania trwa około 4 godzin, co daje możliwość używania ich dwukrotnie w ciągu dnia, gdy zachodzi potrzeba. Taki system zaproponowano dla stacji McMurdo z dzienną wydajnością 61 m³ belowanych odpadów palnych. Przewagą tego rodzaju systemu jest to, że produkty plastikowe, które stanowią znaczny procent odpadów kuchennych, można spalać bez widocznych lub toksycznych zanieczyszczeń.

Emisje do atmosfery, powstałe przy spalaniu odpadów stałych, różnią się w zależności od ilości śmieci, załadunku paleniska oraz konstrukcji danego pieca. Na podstawie informacji otrzymanych od 16 użytkowników szacuje się, iż roczna ilość powstających odpadów „mieszanych”, nadających się do spalania, wynosi 5.000 m³. Obliczono, że do atmosfery jest emitowanych około 20 ton cząstek zawieszonych. Spalanie na wolnym powietrzu wytwarza najwyższą ilość cząstek stałych emitowanych do atmosfery z 1 tony spalanych odpadów, gdyż proces spalania jest niecałkowity; ponadto zanieczyszczenia są rozproszone na dużym obszarze. Użytkownicy powinni działać w kierunku wyeliminowania spalania w otwartej przestrzeni (patrz Zalecenia punkt 18) i usuwać niektóre substancje, obecnie spalane na wolnym powietrzu, pozostałe odpady spalać w piecach specjalnie zaprojektowanych, ograniczających emisje szkodliwych substancji do minimum.

Termin „spalanie z kontrolowaną emisją” jest powszechnie używany przez użytkowników Antarktydy dla określenia pieców wyposażonych we wstępną, jak i wtórną komorę spalania, jak również dla pieców wyposażonych w dodatkowe „sita” na lotny popiół lub płuczki wieżowe (skrubery), redukujące emisję zawieszonych cząstek stałych. Obydwa systemy, to systemy z poda-

wanym paliwem, wykorzystując dopalacze i kontrolę ciągu powietrza w celu polepszenia wydajności spalania oraz redukcji emisji. Przy całkowitym spalaniu wszystkie substancje węglowodopochodne zostają zamienione w dwutlenek węgla i wodę. Azot, siarka oraz chlor obecne w odpadach zmienione zostają w tlenki azotu, tlenki siarki i chlorki wodoru. Przy częściowym lub niskotemperaturowym działaniu tych pieców mogą powstawać częściowo utlenione substancje węglowodopochodne; tak więc wydajne spalanie jest podstawowym problemem przy redukcji emisji częściowo utlenionych zanieczyszczeń.

Emisje zostają znacznie ograniczone przy zastosowaniu wymienionych powyżej wysokotemperaturowych wtórnie spalających systemów spalania. Dodatkowe ograniczenie emisji możliwe jest przy użyciu dodatkowego oprzyrządowania kontroli emisji cząstek stałych, lecz nie wydaje się to jednak konieczne. Dostępne metody oczyszczania emisji z gazów, takie jak kondensacja par, ekstrakcja rozpuszczalnikowa, kontrola zapachu oraz spalanie i rozpraszanie, nie były stosowane podczas operacji antarktycznych; naogół stosunkowo mała skala operacji antarktycznych nie wymaga ich szerokiego zastosowania. Zespół Ekspertów został poinformowany, że wysokotemperaturowe piece do spalania zostały zainstalowane lub są planowane w najbliższym czasie w kilku stacjach; takie piece zużywają około 2.000 litrów oleju napędowego miesięcznie, spalając wszelkie odpady powstałe w 30-osobowej stacji.

Zespół Ekspertów stwierdził, iż niektórzy użytkownicy usuwają całkowicie wyroby z plastiku z obszaru Antarktydy. Niemniej, wyroby z plastiku, w większości z polietylenu (worki na śmieci, opakowania oraz niektóre butelki) mogą być spalane w piecach wysokotemperaturowych bez wizualnego bądź toksycznego zanieczyszczenia atmosfery, przy odpowiednim ustawieniu palników i dopływu powietrza. Przy spalaniu wyrobów z polichlorków (PCW) powstaje niespalony (toksyczny) dwutlenek węgla zredukowany przez lotny chlor; stwierdzono również obecność małych ilości dwutlenków (dwuoksyny). Koszt instalacji urządzeń do neutralizacji emisji powstających przy spalaniu PCW jest czynnikiem hamującym przy obecnej niewielkiej ilości takich odpadów. Warto nadmienić, iż spalanie pianki poliuretanowej bądź polisterynowej, nawet w piecach wysokotemperaturowych, nie daje gwarancji bezpieczeństwa dla środowiska naturalnego (patrz Zalecenia punkt 16).

Zespół Ekspertów stwierdził, że polietylen i wytwory z PCW są trudne do odróżnienia podczas sortowania, szczególnie że przy niektórych wyrobach stosowane jest połączenie polietylenu i PCW (np. polietylenowe butelki na sok oraz stosowane do nich zakrętki z PCW). Wobec powyższego, Zespół popiera kontynuowanie usuwania odpadów z plastiku z obszaru Antarktydy, za wyjątkiem tych przypadków, gdy produkty z polietylenu łatwo wyróżnić, a następnie spalić w piecu wysokotemperaturowym (patrz Zalecenia punkt 17). Zespół pragnie zauważyć, iż wyroby z PCW można odróżnić już w momencie zakupu i proponuje, by w sytuacji, gdy nie istnieje możliwość zrezygnowania z tych wyrobów, personel stacji antarktycznych posiadał informacje, które z dostarczonych wyrobów są z PCW; usprawniłoby to ich sortowanie oraz oznakowanie jako odpadów, które należy usuwać z Antarktydy (patrz Zalecenia punkt 8).

Badania kontrolujące obecność w atmosferze gazów śladowych prowadzone są w kilku obiektach, przede wszystkim w celu dokumentacji zmian okresowych, różnic w zależności od pory roku oraz meteorologicznie uzależnionych zmian w koncentracji różnych gazów atmosferycznych. Głównym zadaniem tych programów był pomiar stopnia i prędkości zanikania ozonu stratosferycznego oraz określenie zmian klimatycznych, a nie badania lokalne, jak np. określenie potencjalnego zagrożenia dla środowiska emisjami ze stacji.

4.6.3. Całkowita emisja zawieszonych cząstek stałych do atmosfery w Antarktydzie

Najobfitszym źródłem emisji zawieszonych cząstek stałych do atmosfery są statki zanieczyszczające obszary morskie. Choć głównym źródłem emisji zawieszonych cząstek stałych do atmosfery na kontynencie antarktycznym są paliwa używane w działalności stacji, to znaczna ilość tych emisji zostaje rozproszona nad obszary morskie przez regularne południowe wiatry.

Całkowitą emisję cząstek stałych do atmosfery, na lądzie bądź w jego sąsiedztwie od wszystkich użytkowników Antarktyki, przy uwzględnieniu spalinowych generatorów prądu, transportu oraz palenia odpadów, szacuje się na mniej niż 200 ton rocznie. Większość tych zanieczyszczeń zdmuchiwana jest nad rejony oceaniczne. Dla porównania, miasto przemysłowe liczące ca 4 miliny mieszkańców (Sydney, Australia) wytwarza 10.000 do 15.000 ton emitowanych do atmosfery zawieszonych cząstek stałych rocznie.

4.7. Odpady radioaktywne

Jedynymi źródłami odpadów radioaktywnych są izotopy promieniotwórcze wykorzystywane dla celów medycznych bądź badawczych. Wskaźniki izotopowe wykorzystywane są w niektórych programach badań biologicznych dotyczących produktywności oraz pomiaru przemian energetycznych fauny i flory.

Analiza wykonana przez Zespół Ekspertów wykazała, że stosowane metody usuwania odpadów promieniotwórczych w całości pokrywają się z Zaleceniami Układu Antarktycznego. Zasadnicze zalecenia to ATCM VI—6, które wymaga, by strony wymieniały stosowne informacje dotyczące eksperymentów wykorzystujących izotopy promieniotwórcze, oraz ATCM VIII—12, które wzywa do stałych wysiłków w celu zapobiegania składowaniu odpadów jądrowych na obszarze Układu Antarktycznego.

4.8. Zanieczyszczenia pochodzące ze statków

Odpady ze statków są dwojakiego rodzaju: odpady niepalne i chemikalia powstające na lądzie oraz zanieczyszczenia powstające w trakcie użytkowania statków (np. emisja spalin, ścieki, zanieczyszczenia z pralni i kuchni).

Zespół Ekspertów pragnie zauważyć, że większość Stron Układu Antarktycznego jest jednocześnie sygnatariuszami Międzynarodowej Konwencji Zapobiegania Zanieczyszczeniom ze Statków, 1973 (MARPOL, poprawki 1978). Konwencja zatwierdzona jest przez Międzynarodową Organizację Morską (International Maritime Organization) i celem jej jest kontrola zanieczyszczeń usuwanych ze statków wszelkiego typu. Nie wszystkie jeszcze aspekty MARPOLU są wykorzystywane w praktyce, lecz są one w coraz szerszym stopniu akceptowane, wyprzedzające postanowienia legislacyjne. Konwencja ta podlega międzynarodowej kontroli. Niektóre fragmenty Konwencji mają zastosowanie przy zrzucaniu odpadów do morza w rejonach antarktycznych.

MARPOL obejmuje odpady powstające w trakcie użytkowania statku, podczas gdy Międzynarodowa Konwencja Zapobiegania Zanieczyszczeniom Morskim i Zrzucaniu Odpadów oraz Innych Substancji znana jako Londyńska Konwencja n/t Usuwania Odpadów (London Dumping Convention) obejmuje i reguluje usuwanie materiałów załadowanych na statek w celu zrzucenia ich na morzu (patrz Zalecenia punkt 21). Stosowne fragmenty Konwencji Londyńskiej zawiera aneks A.

Postanowienia MARPOL-u dotyczą zapobiegania zanieczyszczeniom powstającym przy balastowaniu tankowców oraz ścisłej kontroli przy usuwaniu ropy.

W odpowiedziach udzielonych Zespołowi Ekspertów niektórzy użytkownicy odnotowali, że działalność ich statków antarktycznych jest regulowana instrukcjami opartymi na wzorach MARPOL-u. Instrukcje te zawierają zakaz pompowania za burtę na wodach antarktycznych zużytej ropy i olejów, nieoczyszczonych ścieków oraz nakaz, by składować wszelkie odpady stałe oraz substancje spoielone w celu zrzucenia ich poza rejonem Antarktydy. Nowoczesne statki wyposażone są w systemy uzdatniania ścieków, które zgodne są ze standardami MARPOL-u.

Dodatkowo niektórzy użytkownicy rozpatrują możliwość zainstalowania urządzeń do ubijania śmieci w celu zmniejszenia objętości składowanych odpadów, dotyczy to szczególnie starszych statków, które nie są wyposażone w piece do spoielania śmieci.

4.9. Zmiany krajobrazu powodowane odpadami

Zmiany w krajobrazie są nieuniknioną konsekwencją ciągłego zamieszkiwania jakiegokolwiek rejonu. W Antarktydzie zmiany te w odniesieniu do usuwania odpadów mogą być powodowane:

- a) wydzieleniem przestrzeni na sortowanie, składowanie oraz wysypywanie; oraz
- b) wydzieleniem przestrzeni pod budowę obiektów usuwania odpadów lub urządzeń pomocniczych do ich likwidacji.

W obiektach zlokalizowanych na terenach wolnych od lodu zwałowiska i składowiska odpadów wynoszą od 0,03 do 2 hektarów. W kilku obiektach akumulacja odpadów stałych została przerwana i obecnie zwałowiska są uzdatniane. W obiektach w głębi lądu, gdzie zwałowanie jest kontynuowane, ubijanie oraz sortowanie odpadów jest coraz szerzej praktykowane. Ogólnie, zwałowiska mają wyraźnie określone granice, wewnątrz których należy usuwać odpady. Powierzchnia potrzebna pod budowę urządzeń do przerobu odpadów, włącznie z placem na składowanie paliwa oraz rurociągów i obiektów wspomagających, stanowi jedynie niewielki procent całej powierzchni stacji.

Negatywny wpływ zwałowisk śmieci na okoliczne środowisko jest dobrze udokumentowany. Powierzchnie wolne od lodu oraz istniejące na nich jeziora, stawy oraz fauna i flora są szczególnie podatne na zaburzenia powodowane wypełnianiem nierówności terenu odpadami. Ponieważ zwałowiska muszą być powiększone w miarę ich wykorzystywania, Zespół Ekspertów stwierdza, że tej metody usuwania odpadów nie należy polecać (patrz Zalecenia punkt 1, 14 i 19).

4.10. Przejściowe rezultaty usuwania odpadów

Przejściowe rezultaty usuwania odpadów widoczne są w otoczeniu zamieszkiwanych obiektów. Lokalne wiatry stanowią ważny czynnik przy rozpraszaniu cząstek stałych zawieszonych oraz emisji gazów.

W wodach przybrzeżnych zachodzą procesy mieszania, rozcieńczania oraz dyfuzji odpadów. Prawdopodobne efekty przejściowe dotyczą zmian w zawartości składników pokarmowych fauny morskiej i ptaków zbierających oraz zaburzeń w krajobrazie. Nie przewiduje się długotrwałych konsekwencji po zakończeniu usuwania odpadów do wód przybrzeżnych, lecz obszary takie należy uznać za czasowo nieprzydatne dla celów naukowych.

4.11. Pojemniki na paliwo

Beczki na paliwo mają duże znaczenie jako odpady. Pozostawianie beczek na paliwo, zarówno pełnych jak i pustych, na terenach lądowych jest powszechnie stosowane. W trakcie operacji powietrznych umieszcza się w terenie zbiorniki z paliwem i jeśli paliwo nie zostanie wykorzystane w przeciągu roku, piloci najczęściej odmawiają tankowania takiego paliwa. Oczywiście piloci nie będą tankować „starego” paliwa, lecz określenie „stare” jest różne u poszczególnych użytkowników. Paliwo takie można bez żadnych obaw wykorzystać dla pojazdów na stacji, bądź w piecach do spalania odpadów, jednakże koszt i nakłady potrzebne przy usuwaniu pełnych i pustych beczek często wydają się nadzbyt wysokie (patrz Zalecenia punkt 10).

4.12. Wspólne usuwanie i wykorzystywanie odpadów

Zespół Ekspertów świadom jest propozycji, by wspólnie wykorzystywać zwałowiska oraz odpady tam, gdzie stacje położone są blisko siebie i widzi korzyści płynące ze wspólnego wykorzystania pieców do spopielenia odpadów oraz urządzeń uzdatniania ścieków tam, gdzie wydaje się to być ekonomicznie uzasadnione.

Zespół nie zgadza się z opinią, że zwałowiska i wysypiska należałoby wykorzystywać wspólnie.

Pomimo, że propozycje te mają pewien aspekt pozytywny, t.j. ograniczyłyby to ilość obiektów do wysypywania i zwałowania śmieci, które nie wpływają korzystnie na wygląd okolicy; jednak mogłyby to ograniczyć chęci poszczególnych użytkowników do wyeliminowania bądź ograniczenia ilości odpadów stałych.

4.13. Szkolenie personelu

Jednym z najważniejszych czynników w dobrym systemie usuwania odpadów jest odpowiednie szkolenie personelu ekspedycji odnośnie wymogów oraz celowości takich działań. Niektóre państwa już to stosują osiągając dobre wyniki. Pozytywne efekty takiego szkolenia są mniejsze w pierwszych latach; ludzie, którzy brali udział w ekspedycjach polarnych w latach poprzednich, zanim zaistniała potrzeba szkolenia n/t ochrony środowiska, mogą mieć problemy z przystosowaniem się do innego sposobu myślenia (patrz Zalecenia punkt 13). Aby wspomóc szkolenie personelu, zaleca się, by dokument ten został opublikowany we wszystkich językach porozumienia.

5.0. Działalność badawczo-kontrolna

Przeprowadzając niniejsze studium, Zespół Ekspertów zdał sobie sprawę z braku opublikowanych informacji dotyczących wpływu działalności ludzkiej na środowisko w Antarktydzie oraz określenia dróg przenikania zanieczyszczeń. Tylko kilku użytkowników prowadzi naukową kontrolę wpływu przeprowadzanych operacji na środowisko.

Zmiany w środowisku powodowane ludzką działalnością są stosunkowo trudne do wykrycia, gdyż prawie nieznanne są naturalne poziomy zawartości różnych substancji zanieczyszczających, a nawet jeśli są znane, to zmiany te przebiegają stosunkowo wolno. Kontrola obecności w atmosferze aerozoli, pierwiastków będących indykatorami zmian oraz zawieszonych w niej cząstek stałych, są przeprowadzane w kilku stacjach, lecz w głównej mierze nastawione są na określenie warunków naturalnych. Badania oraz czynności kontrolne wymienione poniżej proponowane są w celu uzupełnienia luk informacyjnych ujawnionych w trakcie pracy nad niniejszym studium.

5.1. Klasyfikacja i kontrola odpadów

Użytkownicy Antarktydy nie prowadzą na ogół rejestrów ilościowych odpadów powstających w trakcie prowadzonych przez nich operacji. Te podstawowe informacje byłyby pomocne w oszacowaniu długotrwałych konsekwencji dla środowiska i mogłyby być wykorzystane w celu polepszenia wydajności operacyjnej (patrz Zalecenia punkt 3).

5.2. Wpływy na środowisko

Podatność na rozkład biologiczny, drogi przenikania substancji zanieczyszczających oraz ich koncentracja na Antarktydzie są prawie niezbadane. SCAR powinien zalecić przeprowadzenie podstawowych badań zawartości substancji zanieczyszczających w środowiskach morskim i lądowym. Podobne badania przeprowadzone w stacjach i innych obszarach wykażą, na ile koncentracja środków zanieczyszczających z okolicznych stacji przekracza poziom podstawowy (odniesienia).

Zalecenia Układu Antarktycznego proponujące badania w zakresie ochrony środowiska, to między innymi:

- przeprowadzanie, w miarę możliwości, kontroli zmian w środowisku, niezależnie od ich przyczyny (ATCM VIII--13)
- kontrola środowiska Antarktydy oraz informowanie społeczności świata o jakichkolwiek znaczących zmianach powodowanych działalnością ludzką (ATCM IX—5)
- rozpatrzenie możliwości stworzenia programu badań w celu określenia podstawowych poziomów zanieczyszczenia ropą antarktycznego środowiska morskiego (ATCM IX—6)
- kontrola podstawowych pomiarów oraz efektów koncentracji węglowodanów w ekosystemach morskich (ARCM X—7)
- zrewidowanie procedur usuwania odpadów (ATCM XIII—4)
- unikanie ujemnych wpływów na środowisko powodowanych działalnością naukową oraz użytkowaniem stacji (ATCM XIII—6).

Użytkownicy antarktyczni powinni przygotować programy badawcze i kontrolne w następujących dziedzinach:

- (a) Badania poziomów podstawowych zanieczyszczenia środowiska. Podobne badania w obiektach zamieszkałych oraz oddalonych punktach pozwolą na zmierzenie lokalnych koncentracji zanieczyszczeń w porównaniu z danymi kontrolnymi.
- (b) Szczegółowe badania dla konkretnych stacji dotyczące pomiaru rodzaju i zasięgu skutków zanieczyszczenia środowiska określonych dla poszczególnych obiektów i obszarów działalności.
- (c) Badania zmierzające do określenia możliwości rutynowej kontroli poziomów zanieczyszczenia środowiska; oraz
- (d) na podstawie powyższych badań należy ustanowić, tam gdzie zachodzi potrzeba, naukowe programy kontroli kontynuujące ocenę wpływu usuwania odpadów na środowisko.

5.3. Studia operacyjne; plany kontroli odpadów

Mimo wysokich kosztów operacji antarktycznych oraz potrzeby stałej poprawy w planowaniu działalności na Antarktydzie, niewiele opublikowano prac na temat konsekwencji i wydajności podejmowanych działań. W odniesieniu do stacji, operacji w bazach oraz w terenie, konieczne są studia nad systemami usuwania odpadów obejmujące planowanie ekspedycji oraz transport ładunku, metody usuwania odpadów, konsekwencje dla środowiska, kontrolę zanieczyszczenia oraz oszczędność energii. Ważną sprawą jest śledzenie postępu naukowo-technicznego oraz problem wyszukiwania nowości technicznych mogących poprawić wydajność operacji. Zespół proponuje, by użytkownicy okresowo organizowali spotkania robocze mające na celu wzmoczenie wydajności operacji antarktycznych oraz wspólne wypracowanie strategii antarktycznych studiów operacyjnych (patrz Zalecenia punkt 7).

6.0. Wnioski i zalecenia dla minimalizacji skutków oddziaływania odpadów powstających w efekcie działalności ludzi na Antarktydzie

6.1. Uwagi ogólne

Narodowi użytkownicy Antarktydy przyczynili się do podniesienia poziomu kontroli i gospodarowania odpadami. Odpowiednie gospodarowanie odpadami może ograniczyć konsekwencje dla środowiska, chociaż całkowite wyeliminowanie odpadów jest niemożliwe. Należy ograniczać skutki oddziaływania ludzi na środowisko na tyle, na ile jest to praktyczne. Metody działania powinny być okresowo sprawdzane w celu uwzględnienia zmian powstałych w ciągu pewnego

okresu czasu w zależności od obiektu. Dodatkowo, rozwój techniczny powinien być ściśle śledzony, by istniała możliwość wykorzystania odnawialnych źródeł energii, gdy staną się one opłacalne. Należy wspomóc działania zmierzające do zwiększenia wydajności istniejących systemów energetycznych w celu zminimalizowania zanieczyszczenia środowiska.

Wiadomo, że stosowane systemy gospodarowania odpadami różnią się między sobą w zależności od warunków. Technologiczne możliwości ograniczenia wpływu na środowisko różnią się w zależności od skali, lokalnych warunków środowiskowych, dostępu do transportu, kosztów i ekonomicznych systemów.

Wiele z istniejących obiektów na kontynencie zostało wybudowanych przed ponad 30-u laty. Zwałowiska oraz wykorzystywane metody usuwania odpadów były wówczas ogólnie przyjęte. Obecnie te same metody są nie do przyjęcia i nie można ich stosować. Nowo powstałe stacje i obiekty nie mają takich problemów jak obiekty zamieszkałe od dawna, gdyż zaczynają funkcjonować przy takich założeniach, jakie obecnie obowiązują w ochronie środowiska. Ogólnie, nie istnieje możliwość usunięcia wszystkich śmieci ze starych zwałowisk, większość odpadów została uwieczniona w lodzie, jedynie można usunąć wierzchnie warstwy zwałowisk. W ciągu ostatnich lat większość państw czyniła wysiłki, by ustanowić nowe metody usuwania odpadów. Nie mniej oczyszczenie pozostałości po poprzedniej działalności jest trudne, czasochłonne i bardzo drogie. Czas potrzebny na wprowadzenie wszystkich proponowanych Zasad Postępowania zależy od wzrostu kosztów oraz pojemności istniejących systemów logistycznych, istniejących rezerw personelu gotowego zaakceptowania dodatkowych zadań. A zatem, w obiektach istniejących od dawna proces zmian nie będzie krótkotrwały.

Zespół Ekspertów uważa, że istnieje powszechne zainteresowanie problemem ochrony środowiska i ulegają poprawie metody usuwania odpadów. Proponowane Zasady Postępowania pozwalają narodowym użytkownikom Antarktydy na jak najszybsze wprowadzenie nowych metod, czyniąc jednocześnie możliwym poprawę gospodarowania odpadami.

6.2. Proponowane zasady postępowania dla ekspedycji antarktycznych i działalności stacji

Niniejsze punkty, zawierające cele i metody możliwe do zastosowania pod względem logistycznym, stanowią propozycję Zespołu Ekspertów:

Planowanie gospodarowania odpadami

1. Zaleca się, by w najszerszym stopniu narodowi użytkownicy Antarktydy przyczynili się do redukcji powstających lub usuwanych odpadów na terenie Antarktydy tak, by zminimalizować wpływ odpadów na środowisko Antarktydy.

2. Narodowi użytkownicy Antarktydy powinni przygotować i corocznie uzupełniać:

(a) plany gospodarowania odpadami (w tym plany ograniczenia, przechowywania i usuwania odpadów) wykazując dla każdego stałego obiektu, dla operacji w terenie oraz dla każdego statku (nie obejmuje to małych łodzi, które dla tych celów powinny zostać ujęte jako część operacji obiektu stałego lub większego statku):

- programy oczyszczania istniejących zwałowisk odpadów oraz nie wykorzystywanych obiektów
- aktualne i planowane ustalenia odnośnie gospodarowania odpadami
- aktualne i planowane postanowienia dotyczące analizy wpływu na środowisko odpadów oraz systemów kontroli i gospodarowania odpadami
- wysiłki w celu zminimalizowania wpływu odpadów na środowisko oraz zasady gospodarowania nimi

(b) spis lokalizacji przeszłej działalności (takich jak trawersy, składowiska paliwa, bazy terenowe, wraki samolotów) na tyle na ile wydaje się to praktyczne, zanim zaginą informacje, tak by można brać je pod uwagę przy planowaniu przyszłych programów naukowych (chemia śniegu, zanieczyszczenia obecne w porostach, odwierty w czapie lodowej itp.).

3. Narodowi użytkownicy Antarktydy powinni przyjąć jako podstawę do rejestrowania odpadów ich klasyfikację oraz inicjować programy mające na celu oszacowanie wpływu na środowisko działalności operacyjnej i naukowej. Powstające odpady można klasyfikować jako ścieki i odpady płynne domowe (grupa 1); inne odpady płynne i chemikalia, w tym smary i paliwa (grupa 2); odpady stałe do spalania (grupa 3); inne odpady stałe (grupa 4); odpady promieniotwórcze (grupa 5). Kody klasyfikacyjne źródeł reprezentujące poszczególne procesy lub funkcje logistyczne związane z punktami wytwarzania odpadów, mogą być używane w kontrolowanych badaniach danych źródłowych.

4. W tworzeniu planów zagospodarowania odpadów narodowi użytkownicy Antarktydy powinni brać pod uwagę własne odpowiednie normy ochrony środowiska. Tam, gdzie normy krajowe ochrony środowiska są wyższe niż te, zalecane w niniejszych Zasadach Postępowania, należy stosować normy krajowe.

5. Plany zagospodarowania odpadów przez Narodowych użytkowników Antarktydy powinny być zawarte w corocznej wymianie informacji, zgodnie z Układem Antarktycznym, oraz z zaleceniami Stron Spotkania Konsultacyjnego. Formy tych planów, na początku, mogą być rozważane przez poszczególnych użytkowników.

6. Narodowi użytkownicy Antarktydy powinni wyznaczyć osobę, która pełniłaby funkcję przedstawiciela d/s zagospodarowania odpadów, zajmującego się tworzeniem i kontrolą planów zagospodarowania odpadów. W terenie obowiązki te powinny być przypisane odpowiednim osobom w każdym z obiektów.

7. Kierownicy Narodowych Programów Antarktycznych powinni spotykać się okresowo w celu przedyskutowania problemów oraz możliwości kooperacji w zagospodarowaniu odpadów w Antarktydzie oraz wspomagać radą swoje rządy co do odpowiedniej działalności w tej dziedzinie; wnioski mogłyby zostać przedstawione Stronom Spotkania Konsultacyjnego Układu Antarktycznego.

8. Narodowi użytkownicy Antarktydy nie powinni wysyłać do Antarktydy pestycydów, polichloroków dwufenylu, niewysterylizowanych gleb, granulatu polistyrenowego lub innych podobnych form opakowania. Ponadto powinni odradzać stosowanie produktów z polichloroku winylu przy opakowaniach oraz powinni informować swoje ekspedycje co do wyrobów z PCW, które zawarte są w ładunku.

9. Usuwanie beczek po paliwie, zarówno pełnych jak i pustych, powinno zostać uznane za naturalny koszt przedsięwzięcia i operacji, a gdy program dobiega końca lub z innego powodu składowane paliwo nie jest już potrzebne, wszelkie pozostające beczki powinny zostać usunięte.

10. Narodowi użytkownicy Antarktydy powinni ustalić długofalowy program mający na celu usunięcie pozostawionych beczek po paliwie tam, gdzie jest to praktycznie uzasadnione; tam gdzie nie są już dostępne środki transportu, które dostarczyły beczki do danego obszaru, składowiska powinny zostać zarejestrowane i przeznaczone do usunięcia w najbliższej kolejności.

11. Jeśli planowane są lokalizacje dla stacji w głębi ładu z zamiarem akumulowania odpadów w sztolniach lodowych, należy unikać usytuowania obiektów na trasach przemieszczania się lodowca, kończących się w rejonach wolnych od lodu bądź w rejonach wysokiej ablacji.

12. Narodowi użytkownicy Antarktydy powinni uwzględniać urządzenia do ubijania, składowania i spalania odpadów przy projektowaniu i budowie statków.

13. Narodowi użytkownicy Antarktydy powinni zorganizować szkolenia dla personelu ekspedycji w zakresie wpływu na środowisko antarktyczne przeprowadzanych operacji oraz poinformować go o wymaganych zasadach postępowania.

Metody usuwania odpadów

14. Tam gdzie jest to możliwe, narodowi użytkownicy Antarktydy, powinni oczyścić zwałowiiska oraz opuszczone przez nich obiekty.

15. Należy usunąć lub spalić, poddać obróbce w autoklawie lub wysterylizować inną metodą następujące substancje:

- pozostałości po zwłokach przywiezionych zwierząt,
- kultury mikroorganizmów,
- przywiezione ptactwo oraz produkty pochodne.

16. Wszelkie odpady palne, które nie zostały usunięte z Antarktydy, należy spalić w piecach tak zaprojektowanych, by zminimalizować emisję szkodliwych substancji, na tyle, na ile jest to praktycznie wykonalne. PCW, pianka poliuretanowa, pianka polistyrenowa, bądź smary zawierające dodatki powszechnie uznane jako związki wydzielające szkodliwe substancje, nie powinny być spalane, chyba że zainstalowano urządzenia neutralizujące szkodliwe emisje. Kiedy spalanie odbywa się w prostych piecach do spalania odpadów, nie należy spalać wytworów z plastiku, a użytkownicy o ile jest to możliwe, powinni ograniczyć emisję cząstek stałych zawieszonych.

17. Wszelkie odpady plastikowe o nieznanym składzie powinny zostać usunięte z obszaru Układu Antarktycznego, chyba, że są palone przy zastosowaniu urządzeń neutralizujących szkodliwe emisje.

18. Narodowi użytkownicy Antarktydy powinni podjąć działania mające na celu wyeliminowanie palenia odpadów na otwartej przestrzeni oraz nie powinni spalać żadnych plastików lub gumy inaczej niż w piecach zaprojektowanych tak, aby zredukować do minimum szkodliwe emisje. Jeżeli istnieje konieczność spalania odpadów w otwartej przestrzeni, użytkownicy powinni brać pod uwagę kierunek i prędkość wiatru oraz rodzaj palonych odpadów w celu ograniczenia, na ile jest to możliwe, osadzania się na lądzie cząstek stałych emitowanych do atmosfery, oraz uniknięcia odkładania się zanieczyszczeń w rejonach szczególnie wrażliwych.

19. Tam, gdzie jest to praktycznie możliwe, stałe odpady niepalne powinny zostać usunięte z obszaru Układu Antarktycznego. Jeśli nie ma możliwości przetransportowania odpadów na zwałowiska lądowe poza Antarktydą, nie należy ich zrzucić na wodach przybrzeżnych, lecz na głębinach oceanicznych w określonych punktach zrzućcia, bądź poza obszarem Układu Antarktycznego, w zgodzie ze stosowanymi porozumieniami międzynarodowymi.

20. Odpady, które mają zostać spalone bądź usunięte, powinny być składowane w taki sposób, by nie istniała możliwość rozproszenia ich przez wiatr lub zwierzęta.

21. Jakiegokolwiek zrzucanie odpadów do morza powinno następować zgodnie z Międzynarodową Konwencją Zapobiegania Zanieczyszczeniu Mórz przez Zrzucanie Odpadów oraz Innych Substancji, znaną także jako Londyńska Konwencja n/t Usuwania Odpadów.

22. Ścieki i bytowe odpady płynne nie powinny być usuwane do ziemi na terenach wolnych od lodu, lecz można je usuwać bezpośrednio do oceanu, najlepiej tam, gdzie istnieją warunki zapewniające ich szybkie rozproszenie; przy dużych ilościach (np. z obiektu liczącego więcej niż 30 mieszkańców) należy zapewnić przynajmniej obróbkę wstępną, jak np. rozdrobnienie. Przy dużych ilościach ścieków pożądane jest również uzdatnianie ich w obrotowych kontaktorach biologicznych lub ich odpowiednikach w celu ograniczenia chemicznego zapotrzebowania na tlen oraz ilości zawieszonych substancji.

23. Inne odpady płynne, odpady stałe niepalne, PCW, pianka poliuretanowa i polistyrenowa, powinny być usuwane z obszaru Układu Antarktycznego.

24. Nie należy usuwać odpadów chemicznych do ziemi.

25. W stacjach w głębi ładu narodowi użytkownicy Antarktydy powinni czynić wszelkie starania, by usuwać odpady z tych obiektów, a tam gdzie jest to praktycznie niemożliwe, odpady należy akumulować w sztolniach lodowych.

26. Odpady powstające w obozowiskach, tam gdzie jest to praktycznie możliwe, powinny być usuwane do stacji macierzystych, baz lub statków w celu prawidłowej obróbki lub całkowitego usunięcia z obszaru Układu Antarktycznego.

27. Kiedy statki nie są wyposażone w urządzenia do spalania, użytkownicy statków antarktycznych powinni, kiedy jest to praktycznie możliwe, składować odpady (za wyjątkiem nieużytkowanych ścieków i odpadów bytowych), a następnie usunąć je ze stacji oraz baz i zatopić na głębokiej wodzie w oznaczonych miejscach lub poza rejonem Antarktyki. Spalanie odpadów powstających na statku powinno być przeprowadzone na morzu, najlepiej poza obszarem Antarktyki, chyba że piece są tak zaprojektowane, że ograniczają do minimum ilość szkodliwych emisji.

28. Nic, co zawarto w powyższych punktach, nie powinno być stawiane wyżej od bezpieczeństwa ludzi.

29. Powyższe punkty powinny obowiązywać każdego poza-rządowego użytkownika na Antarktydzie.

Wybrana bibliografia

- BELL, A., 1987. Incinerating „intractable” liquid wastes, *Ecos*, 51.
- BENNINGHOFF, W. S. and BONNER, W. N., 1985. Man's Impact on the Antarctic Environment, Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), Cambridge, pp. 300.
- BOUSTRON, C. F. and PATTERSON, C. C., 1987. Relative Levels of Natural and Anthropogenic Lead in Recent Antarctic Snow. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 92, No. D7, Pages 8454—8464, July 20, 1987.
- BOUSTRON, C. F., PATTERSON, C. C., PETROV, V. N. and BARKOV, N. I., 1986. Preliminary data on changes of lead concentrations in Antarctic ice from 155,000 to 26,000 years BP. *Atmospheric Environment*, Vol. 21, No. 5, pp. 1197—1202.
- BOUSTRON, C. F. and PATTERSON, C. C., 1986. Lead concentration changes in Antarctic ice during the Wisconsin/Holocene transition. *Nature*, Vol. 323, No. 6085, pp. 222—225.
- CLARK, R. B., *Marine Pollution*, Oxford Science Publications, Clarendon Press, pp. 215.
- CONTAMINANTS ASSESSMENTS BRANCH, CONSERVATION & PROTECTION ATLANTIC REGION, ENVIRONMENT, CANADA. Draft, State of the Art Report on the Management of Biomedical (type A) Wastes in Canada.
- CRUTZEN, P. J., HEIDT, L. E., KRASNEC, J. P., POLLOCK, W. H. and SEILER, W., 1979. Biomass burning as a source of atmospheric gases CO, H₂, N₂O, NO, CH₃Cl and COS. *Nature*, Vol. 282 15 November 1979. Macmillan Journals Ltd.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1981. Compilation of Air Pollutant Emission Factors (including Supplements 1—7), Third Edition, Supplement 12, U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, pp. 206.
- INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENTIFIC UNIONS, SCIENTIFIC COMMITTEE ON ANTARCTIC RESEARCH. Eighteenth Meeting of SCAR, Bremenhaven, FRG 1 to 5 October 1984. Appendices; Working Group Reports. *SCAR Bulletin*, No. 80, May 1985. *Polar Record*, 22 (140): 577—611 (1985).
- MARTIN, M. H. and COUGHTREY, P. J., 1982. Biological monitoring of heavy metal pollution, *Pollution Monitoring Series*, Allied Science Publishers, London, pp. 475.
- THE BRITISH PLASTIC FEDERATION. March 1987. PVC in Fires.
- WARD, C. J., 1979. Feasibility of Baling and Incineration of Solid Waste at McMurdo Station, Antarctica, Technical Memorandum, Civil Engineering Laboratory, Naval Construction Battalion Center, Port Hueneme, California, pp. 25.

Załącznik A

Wybrane fragmenty Konwencji Londyńskiej n/t Usuwania Odpadów (London Dumping Convention)

Artykuł IV

1. Zgodnie z postanowieniami niniejszej konwencji Strony Sygnujące porozumienie zabraniają usuwania odpadów wymienionych poniżej:

- a) Usuwanie odpadów lub innych substancji wymienionych w Aneksie I jest zabronione.
- b) Usuwanie odpadów lub innych substancji wymienionych w Aneksie II wymaga wcześniejszego specjalnego zezwolenia.
- c) Usuwanie innych odpadów lub substancji wymaga wcześniejszego ogólnego zezwolenia.

Aneks I

1. Haloidki węglowodorów.
2. Rtęć i związki rtęci.
3. Kadm i związki kadmu.
4. Plastik trwałe oraz inne substancje trwałe, np. sieci i liny, które mogą pływać na powierzchni lub w zanurzeniu, stanowiąc materialną przeszkodę w uprawianiu rybołówstwa, w nawigacji lub innego legalnego wykorzystania morza.
5. Ropa naftowa, oleje napędowe, paliwo do silników diesla, smary, płyny hydrauliczne oraz jakiegokolwiek mieszaniny zawierające któryś z powyższych składników, zabrane na pokład w celu zrzucenia
6. Odpady radioaktywne o dużej promieniotwórczości lub inne substancje o wysokim stopniu promieniotwórczości, uznane na podstawie stopnia zagrożenia dla zdrowia, środowiska lub innych, przez kompetentne w tej dziedzinie ciało międzynarodowe, obecnie Międzynarodową Agencję d/s Energii Atomowej, jako nie nadające się do zrzucenia do morza.
7. Materiały w jakiegokolwiek formie (substancje stałe, ciecze, półciecze, gazy, bądź żywione) wyprodukowane jako broń biologiczna lub chemiczna.
8. Poprzedzające punkty tego aneksu nie dotyczą substancji, które szybko stają się nieszkodliwe w następstwie procesów fizycznych, chemicznych lub biologicznych zachodzących w morzu o ile:
 - a) nie psują smaku jadalnych organizmów morskich
 - b) nie zagrażają zdrowiu ludzi lub zwierząt domowych.Gdy istnieją wątpliwości co do nieszkodliwości danej substancji, należy przestrzegać procedury konsultacyjnej zawartej w artykule XIV.
9. Aneks nie obejmuje odpadów lub innych substancji (np. szlam ze ścieków lub urobku pogłębiarek), zawierających związki opisane w punktach 1—5 w ilościach śladowych. Takie odpady podlegają postanowieniu Aneksu II i III.

Aneks II

Szczególnej ostrożności, zgodnie z Artykułem VI.1.a, wymagają następujące substancje i materiały:

A. Odpady zawierające znaczące ilości niżej wymienionych substancji:

arszenik

ołów

oraz ich związki

miedź

cynk

związki węglowodorów i silikonu

cyjanki fluorki

pestycydy oraz produkty uboczne nie zawarte w Aneksie I

B. Przy wydawaniu zezwoleń na zrzucanie dużych ilości kwasów i zasad należy wziąć pod rozwagę możliwość obecności w tych odpadach substancji wymienionych w paragrafie A lub niżej wymienionych substancji:

beryl

chrom

oraz ich związki

nikiel

wanad

C. Kontenery, złom oraz inne odpady o dużych gabarytach, mogące osiąść na dnie morskim, co może spowodować poważne przeszkody dla rybołówstwa lub nawigacji.

D. Odpady radioaktywne i substancje radioaktywne nie ujęte w Aneksie I. Przy wydawaniu zezwoleń na zrzucanie tych odpadów Strony sygnujące będą opierały się na zaleceniach

kompetentnej w tej dziedzinie organizacji międzynarodowej, obecnie Międzynarodowej Agencji d/s Energii Atomowej.

Aneks III

Przy ustanawianiu kryteriów regulujących wydawanie zezwoleń na zrzucanie substancji do morza, w oparciu o Artykuł IV.2, należy rozpatrzyć następujące zagadnienia:

A. Charakterystyka i skład substancji

1. Całkowita ilość oraz przeciętny skład substancji zrzucanych (np. rocznie).
2. Postać: np. substancje stałe, szlam, ciecz, gaz.
3. Właściwości: fizyczne (np. rozpuszczalność, gęstość), chemiczne i biologiczne (np. zapotrzebowanie na tlen, składniki pokarmowe) oraz biologiczne (np. obecność wirusów, bakterii, drożdży, pasożytów).
4. Toksyczność.
5. Trwałość: fizyczna, chemiczna, biologiczna.
6. Akumulacja oraz rozkład w osadach oraz substancjach biologicznych.
7. Podatność na zmiany i reakcje fizyczne, chemiczne i biologiczne w środowisku wodnym z innymi rozpuszczonymi substancjami organicznymi i nieorganicznymi.
8. Prawdopodobieństwo skażenia lub innych zmian powodujących zmniejszenie wartości rynkowej zasobów morskich (skorupiaków, ryb, itp.).

B. Charakterystyka miejsca zrzucania i metody usuwania odpadów

1. Lokalizacja (np. parametry rejonu zrzucania, głębokość oraz odległość od wybrzeży), lokalizacja w odniesieniu do innych obszarów (np. miejsc widokowych, rejonów tarła, obszarów hodowlanych i rejonów połowów, rejonów wydobywania bogactw naturalnych).
2. Szybkość zrzucania w określonym przedziale czasu (ilość na dzień, tydzień, miesiąc).
3. Zastosowany sposób opakowania i konteneryzacji.
4. Pierwotny stopień rozcielenia osiąganą proponowaną metodą usuwania odpadów.
5. Charakterystyka rozprzesczenia (np. wpływ prądów, pływów, wiatru na przemieszczanie horyzontalne i mieszanie wertykalne zrzucanych substancji).
6. Charakterystyka wód (temperatura, pH, zasolenie, stratyfikacja, tlenowe wskaźniki zanieczyszczenia — rozpuszczony tlen, chemiczne zapotrzebowanie na tlen, biochemiczne zapotrzebowanie na tlen — obecność azotu w organicznej i mineralnej postaci włącznie z amoniakiem, zawiesiny, inne składniki odżywcze i produktywność).
7. Charakterystyka dna (topografia, charakterystyka geochemiczna i geologiczna, produktywność biologiczna).
8. Występowanie i skutki zrzucania innych odpadów (wysoki stopień zawartości metali ciężkich oraz zawartość węgla organicznego w okolicy).
9. Przy wydawaniu zezwoleń na zrzucanie Strony Sygnujące rozważą, czy istnieje wystarczająca wiedza naukowa, odpowiadająca na pytanie postawione w Aneksie dla oszacowania konsekwencji zrzucania odpadów, rozważając zmiany związane z porami roku.

C. Uwagi i warunki ogólne

1. Prawdopodobny wpływ na stronę widokową (obecność substancji pływających po powierzchni, zmętnienie, odrażający zapach, zabarwienie, powstawanie piany).
2. Prawdopodobne skutki dla życia morskiego, społeczności ryb i skorupiaków, zasobów ryb oraz ich hodowli, kultur glonów morskich i ich zbiorów.
3. Prawdopodobny wpływ na użytkowanie morza (zmniejszenie jakości wody dla celów przemysłowych, podwodna korozja budowli, przeszkody nawigacyjne w postaci pływających materiałów, przeszkody dla rybołówstwa lub nawigacji poprzez zaleganie odpadów lub przedmiotów na dnie morskim, oraz ochrona obszarów szczególnie ważnych dla celów ochrony lub badawczych).
4. Praktyczna możliwość wykorzystania metod obróbki, usuwania lub eliminacji, lub uzdatniania na lądzie w celu zmniejszenia szkodliwości substancji przed zrzuceniem do morza.

Załącznik B

Okólnik Nr 1 (styczeń 1986)

Pytania wspomagające prace Zespołu Ekspertów SCAR d/s Usuwania Odpadów

Odpowiadając na poniższe pytania prosimy podać szczegóły dotyczące wszystkich rodzajów stacji, obozów i statków, w których powstają odpady, rozróżniając stacje przybrzeżne i położone w głębi łądu. Zdajemy sobie sprawę, iż niektóre potrzebne nam informacje są niedostępne.

1. Jakie metody wykorzystuje się przy usuwaniu płynnych odpadów bytowych (fekalii, moczu, odpadów kuchennych, wody z pralni i kąpieli, itp.) ze stacji i obozów? Prosimy podać szczegóły metod utylizacji, jeśli jest stosowana.

2. Jeśli istnieje praktyka wypuszczania ścieków do środowiska morskiego, prosimy podać szczegóły ich lokalizacji oraz problemy rozpatrywane przy wyborze danej lokalizacji, jak i zawartość zanieczyszczeń.

3. Jakie metody są używane przy usuwaniu innych odpadów płynnych, tj. chemikaliów (włącznie z chemikaliami fotograficznymi), smarów i paliw?

4. Jakich metod używa się przy usuwaniu materiałów stałych (drewno, metale, materiały pakunkowe, materiały budowlane itp.) ze stacji i obozów? Prosimy podać szczegóły obróbki (np. ubijanie lub częściowe spalanie), jeśli jest stosowana oraz czy stosuje się sortowanie odpadów i według jakich kategorii.

5. Jeśli odpady usuwane są ze stacji lub obozu metodą spalania, prosimy podać szczegóły stosowanej metody (palenie na otwartej przestrzeni itp.), stosowane metody kontroli emisji oraz metody usuwania spoielin.

6. Czy powstały zwałowiska w stacji lub w okolicy stacji lub obozowiska? Jeśli tak, jakiego rodzaju odpady były tam składowane? Jak długo zwałowisko było używane? Czy nadal jest wykorzystywane? Jeśli tak, jakiego rodzaju odpady są tam obecnie zwałowane? Jeśli nie, jakim czynnościom zabezpieczającym poddano zwałowisko przed zamknięciem (zasypano ziemią, spalono, usunięto, zostawiono nieruszane)?

7. Czy odpady są zrzucane do morza? Jeśli tak, jakiego rodzaju odpady i w jakich miejscach są zrzucane?

8. Czy prowadzono badania kontrolujące wpływ na środowisko zanieczyszczeń ze stacji lub obozowisk? Jeśli tak, prosimy podać szczegóły.

9. Jakiego rodzaju paliwo i ile z danego rodzaju — w przybliżeniu — jest wykorzystywane w celach:

a) transportu na kontynent i z kontynentu antarktycznego (na południe od 60-go równoleżnika),

b) działalności w obrębie stacji; oraz

c) prac w terenie i transportu po kontynencie.

10. Czy obecnie wykorzystywane metody usuwania odpadów uważane są za zadowalające?

11. Czy istnieją plany mające na celu udoskonalenie metod usuwania odpadów ze stacji i obozowisk? Jeśli tak, prosimy podać szczegóły.

12. Prosimy podać wszelkie inne informacje, które mogą być pomocne przy pracy Zespołu Ekspertów.

Okólnik Nr 2 (Październik 1987)

Pytania wspomagające prace Zespołu Ekspertów SCAR d/s Usuwania Odpadów

Pytania dla narodowych użytkowników Antarktydy. Narodowe Komitety SCAR proszone są o pomoc przy opracowywaniu informacji i o udzielenie odpowiedzi na poniżej zadane pytania oraz o pomoc w ocenianiu wpływu na środowisko oraz w badaniach kontrolnych stosownych do niniejszego raportu.

1. Jaka jest wasza strategia operacyjna odnośnie usuwania odpadów powstających na statkach, stacjach oraz podczas działalności w terenie?

2. Jaka jest szacunkowa roczna ilość i koncentracja odpadów powstających w waszych stacjach i obozach?

3. Jakie są procedury usuwania odpadów dla każdej kategorii odpadów (ścieki i odpady bytowe, chemikalia i paliwa, odpady palne i niepalne)? W celu uzupełnienia odpowiedzi narodowi użytkownicy mogą wypełnić załączoną tabelę podsumowującą procedury usuwania odpadów w poszczególnych stacjach i obozach.

4. Czy statki ekspedycyjne i badawcze wyposażone są w urządzenia do spalania bądź składowania odpadów? Jeśli odpady powstające na łodzi usuwa się ze statków do morza, jakie rodzaje odpadów są zrzucane i jakie kryteria stosowane są przy wyborze rejonów zrzucania?

5. Odnośnie odpadów nieusuwanych z Antarktydy, jaka jest szacunkowa objętość oraz rodzaje odpadów akumulowanych w ciągu roku na stacjach i obozach? Podać ilość rodzajów i koncentracji odpadów, które są użyteczne przy naukowym określeniu trwałości, skali i zasięgu skutków dla antarktycznego środowiska morskiego i lądowego oraz procedurę ich usuwania.

6. Jeśli nadal wykorzystuje się zwałowiska na stacjach i obozowiskach:

a) jaką zajmują powierzchnię (w hektarach)?

b) czy odpady są sortowane przed zwałowaniem i jakie rodzaje odpadów są zwałowane?

c) czy zwałowane odpady są scalane w celu późniejszego usunięcia z Antarktydy?

d) czy zwałowanie ma być kontynuowane?

7. Jakie normy środowiskowe są wykorzystywane w celu ustalenia dopuszczalnych granic usuwania odpadów np. biochemiczne zapotrzebowanie na tlen dla organicznych odpadów w lądowych środowiskach? Podać dodatkowe informacje, czy procedury usuwania odpadów któregoś z użytkowników narodowych są zgodne z ustawodawstwem narodowym?

8. Narodowi użytkownicy proszeni są o wypełnienie załączonych tabel dotyczących rocznego zużycia paliw kopalnych w Antarktydzie. Liczby te pozwolą na obliczenie rocznej ilości emisji gazów i cząstek stałych do atmosfery w rejonie Układu Antarktycznego.

9. Jakie badania są prowadzone bądź planowane w stacjach i obozowiskach w celu kontroli procedur usuwania odpadów? Proponujemy, aby ostateczny Raport zawierał wykaz obecnych i przyszłych usprawnień planowanych w ciągu najbliższych 5 lat w dziedzinie usuwania odpadów w Antarktydzie. Zespół Ekspertów będzie wdzięczny za informacje dotyczące nowych lub planowanych systemów usuwania odpadów.

10. W jakim zakresie stosuje się obecnie powtórne wykorzystywanie odpadów?

11. Narodowi użytkownicy proszeni są o wypełnienie załączonej tabeli dotyczącej usytuowania stacji, baz i obozowisk oraz oszacowania działalności ludzkiej.

12. Które z aspektów Zasad Postępowania dla Wypraw Antarktycznych i Działalności Stacji Polarnych (Aneks, Zalecenia Układu Antarktycznego VIII—11) narodowi użytkownicy i narodowe Komitety SCAR uważają za wymagające rewizji?

Załącznik C

Istniejące Zasady Postępowania Wypraw Antarktycznych i Działalności Stacji Polarnych

1. Usuwanie odpadów

Zalecane są poniższe procedury:

A. Odpady stałe

- (a) niepalne, w tym chemikalia (za wyjątkiem akumulatorów). Materiały te można usuwać na głębiny morskie, lub kiedy nie ma możliwości — w oznaczonych miejscach na wodzie płytkiej.
- (b) Akumulatory należy usunąć z rejonu Układu Antarktycznego.
- (c) Palne
 - drewno, produkty drewniane oraz papier powinny być palone, a popiół usuwany do morza
 - smary można spalać, za wyjątkiem smarów zawierających szkodliwe dodatki, które należy usunąć z rejonu Układu Antarktycznego
 - zwłoki oraz materiały związane z przywozonymi dla celów naukowych zwierzętami powinny być palone
 - wszelkie plastiki oraz wyroby z gumy powinny być usunięte z rejonu Układu Antarktycznego.

B. Odpady płynne

- (a) odpady pochodzenia ludzkiego, śmieci oraz ścieki z pralni powinny być, tam gdzie to możliwe, rozdrabniane i usuwane do morza
- (b) duże ilości zużytych chemikaliów fotograficznych powinny być poddane obróbce w celu odzysku srebra, pozostałość wypuszczona do morza.

C. Powyższe procedury zalecane są w stacjach przybrzeżnych. Obozowiska wspierane przez stacje przybrzeżne powinny, tam gdzie jest to możliwe, korzystać z urządzeń wspierających stację. Stacje w głębi lądu powinny akumulować wszelkie odpady w sztolniach lodowych. Za wyjątkiem stacji w głębi lądu (patrz wyżej), odpady nie powinny być zakopywane.

D. Odpady zawierające izotopy promieniotwórcze powinny być usuwane z obszaru Układu Antarktycznego.

E. Należy przedsięwziąć wszelkie starania, by ograniczyć plastikowe opakowania wyrobów przywożonych do rejonu Układu Antarktycznego.

F. O ile to jest możliwe, należy unikać korzystania z paliw ołowiowych bądź zawierających bromek etylenu lub chlorek etylenu.

G. Tam, gdzie stosowane są piece do spalania, wskazana jest kontrola emisji.

2. Wprowadzenie zwierząt nieendemicznych

Procedury chroniące przed sprowadzaniem zwierząt nieendemicznych zawarte są w Artykule IX Wspólnych Ustaleń dotyczących Ochrony Antarktycznej Fauny i Flory.

3. Zakłócenia w koloniach hodowlanych oraz koncentracji ptaków i ssaków

Procedury zmierzające do zminimalizowania takich zakłóceń zawarte są w Artykule VII Wspólnych Ustaleń dotyczących Ochrony Antarktycznej Fauny i Flory.

4. Wytoczne dla organizacji działających na Antarktydzie i planujących poważne przedsięwzięcia antarktyczne

A. Planując poważne operacje w rejonie Układu Antarktycznego należy przeprowadzić ocenę wpływu proponowanego przedsięwzięcia na środowisko. Taka ocena powinna zawierać:

- a) Opis proponowanego przedsięwzięcia oraz oszacowanie jego potencjalnych korzyści oraz możliwych skutków dla odpowiednich ekosystemów.
- b) Rozpatrzenie przedsięwzięć alternatywnych, być może bardziej korzystnych, nie powodujących ujemnych skutków w środowisku.

- B. Oceny te można rozpowszechniać w celach informacyjnych poprzez SCAR we wszystkich państwach zaangażowanych w przedsięwzięcia antarktyczne.

Załącznik D

Zalecenia 4-te XIII-ego Spotkania Konsultacyjnego Układu Antarktycznego

Wpływ człowieka na środowisko Antarktydy:

Zasady Postępowania dla Wypraw Antarktycznych i Działalności Stacji Polarnych:

Usuwanie odpadów

Mandatariusze,

Powołując się na Zalecenia VI—4, VIII—11 oraz XVI—4:

Uznając, iż Antarktyda, będąc obszarem nieskażonym, stanowi ważny teren badań naukowych, oraz akceptując wynikające z tego działania mające na celu ograniczenie do minimum rozprzestrzeniania się wszelkich zanieczyszczeń sprowadzanych przez człowieka do rejonu Układu Antarktycznego;

Odnotowując z uznaniem wstępne opracowanie Naukowego Komitetu Badań Antarktycznych (SCAR) dotyczące spraw usuwania odpadów w Aneksie do Zalecenia VIII—11;

Zalecają odpowiednim władzom, aby:

poprzez swoje Narodowe Komitety Antarktyczne zaprosili SCAR, wykorzystując wszelkie dostępne im środki, do podjęcia się rozległego przeglądu spraw dotyczących usuwania odpadów w Aneksie do Zalecenia VIII—11, oraz biorąc pod uwagę konieczność zapobiegania niekorzystnym skutkom na sąsiadujące bądź powiązane ekosystemy poza rejonem Antarktyki oraz biorąc pod uwagę realne koszty oraz efektywność, zaproponowali:

- a) naukową pomoc odnośnie wykorzystywania metod usuwania odpadów oraz wzorów i standardów, które należy osiągać w stacjach przybrzeżnych, w głębi lądu i w obozach;
- b) pomoc w logistycznym wykonywaniu zalecanych procedur, pamiętając o warunkach operacyjnych w Antarktydzie, włącznie ze zmienną liczbą personelu na różnych stacjach, trudnościami operacyjnymi i logistycznymi oraz warunkami lokalnymi; oraz
- c) każdą inną radę, która według SCAR-u jest ważna przy rozpatrywaniu metod usuwania odpadów.