SONIA PAŻ-DYDERSKA¹, MARCIN K. DYDERSKI¹, ANDRZEJ M. JAGODZIŃSKI^{1,2}

¹*Instytut Dendrologii PAN
Parkowa 5, 62-035 Kórnik*

²*Katedra Łowiectwa i Ochrony Lasu
Wydział Leśny i Technologii Drewna
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wojska Polskiego 71D, 60-625 Poznań
E-mail: sdyderska@man.poznan.pl
mdyderski@man.poznan.pl
amj@man.poznan.pl*

OCHRONA KLIMATU KOSZTEM RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ? ŚRODOWISKOWE I SPOŁECZNE KONSEKWENCJE WYDOBYCIA LITU NA PUSTYNI ATAKAMA

WSTĘP

W obliczu nasilających się zmian klimatycznych na całym świecie organizowane są strajki klimatyczne. Wynika to z coraz dotkliwszych dla ludzi skutków tych zmian, takich jak coraz bardziej upalne lata czy częściej występujące ekstremalne zjawiska pogodowe. Jednocześnie wzrasta świadomość społeczeństwa dotycząca potrzeby natychmiastowych i skutecznych regulacji prawnych dotyczących ochrony klimatu. Jedną z naturalnych konsekwencji wzrostu świadomości jest zwiększone zapotrzebowanie na rozwiązania proekologiczne możliwe do zastosowania *ad hoc*, nawet na poziomie jednostki. Wśród możliwych rozwiązań pozwalających na ograniczenie emisji dwutlenku węgla pochodzącego ze spalania paliw kopalnych, gazu będącego jednym z najważniejszych gazów cieplarnianych, jest zamiana pojazdów spalinowych na elektryczne. Wykorzystanie energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł stanowi jedną z wielkich nadziei w walce ze zmianami klimatycznymi. Niestety, wyobrażenia dotyczące licznych korzyści wypływających z takich zmian uwzględniają głównie etap korzystania z pojazdu, nie skupiając się na procesie jego produkcji. Do budowy samochodów elektrycznych potrzebne są bowiem znaczne ilo-

ści litu, pierwiastka, którego największe na świecie rezerwuary znajdują się na pustyni Atakama w północnym Chile. Wpływ wydobycia litu na ten wrażliwy na zmiany obszar pozostaje słabo udokumentowany. Nie ulega jednak wątpliwości, że przemysł wydobywczy wywiera negatywny wpływ na ten ekosystem unikatowy w skali świata.

WYDOBYCIE LITU. CZY CHRONIĆ KLIMAT KOSZTEM RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ?

Chile jest w posiadaniu jednych z największych zasobów i zarazem największym producentem litu na świecie. Blisko połowa jego globalnych zasobów jest zlokalizowana na Salar de Atacama. Szacuje się, że zgromadzone tam zasoby litu mogą wynosić od 3 do nawet 35 megaton (VIKSTRÖM i współaut. 2013), podczas gdy, w zależności od przyjętej metodyki, światowe zasoby szacuje się na około 39 megaton (GRUBER i współaut. 2011). Należy jednak zauważyć, że wyniki poszczególnych predykcji znacząco się od siebie różnią. Scenariusz zakładający największy możliwy popyt na lit na świecie do 2100 r. nie przekracza 20 megaton i wielu naukowców (GRUBER i współaut. 2011, KESLER i współaut. 2012) zapewnia, że obawy dotyczące niewystarczających zasobów

Słowa kluczowe: Atakama, baterie, Chile, lit, samochody elektryczne

*Druk pracy był finansowany ze środków Instytutu Dendrologii Polskiej Akademii Nauk.

litu są nieuzasadnione. Biorąc jednak pod uwagę ponad dziesięciokrotne różnice między szacunkami w zasobach litu na samym tylko Salar de Atacama, zapewnienia te nie są w pełni przekonujące. Ponadto, prognozy nie uwzględniają środowiskowych kosztów wydobycia litu. Nie wiadomo też, na ile jego wydobycie z poszczególnych miejsc jest możliwe i opłacalne.

Prognozowany wzrost zużycia tego pierwiastka w najbliższych dekadach stanowi silny bodziec dla zagranicznych inwestorów, na przykład korporacji ze Stanów Zjednoczonych, Chin czy Rosji. Lit wykorzystywany jest bowiem nie tylko w produkcji samochodów elektrycznych, które nie są jeszcze szeroko rozpowszechnione, ale również w bateriach komputerów, telefonów komórkowych, a w przemyśle farmaceutycznym przy produkcji antydepresantów. Ponadto, w ostatnich latach baterie litowe znalazły nowe zastosowania, m.in. w produkcji zabawek, papierosów elektronicznych, urządzeń medycznych, narzędzi ogrodniczych, rowerów elektrycznych i innych przenośnych urządzeń elektrycznych (BLOMGREN 2016). Jakkolwiek zastosowania te są liczne, to dotyczą jednak najczęściej urządzeń niewielkich rozmiarów. W przypadku samochodów wykorzystanie litu jest oczywiście dużo wyższe. Przykładowo, produkowane i sprzedawane obecnie modele Tesla S i Tesla X mają baterie rozmiarów 60-100 kWh, które umożliwiają przebycie od 334 do 508 kilometrów. Zestawienie BLOMGRENA (2016) uwzględnia również samochody z bateriami mniejszych rozmiarów (np. Mitsubishi I – 16 kWh, Smart Fortwo EV – 17,6 kWh, Chevrolet Spark – 19 kWh). Wiąże się to jednak w naturalny sposób z dużo mniejszym zasięgiem tych pojazdów (odpowiednio: 100 km, 109 km, 132 km). Można przyjąć, że aby samochód był funkcjonalny, wymagana jest bateria o rozmiarach powyżej 30 kWh. Umożliwia to przebycie około 150 kilometrów (np. Mercedes B-Class Electric z baterią 28 kWh – 137 km, Ford Focus EV z baterią 35,5 kWh – 160 km). Na 1 kWh przypada od 1,4 do 1,5 kg węgla litu (Li_2CO_3), co daje ponad 42 kilogramy litu na jeden samochód elektryczny. Na świecie jest około pięciu milionów samochodów elektrycznych, co stanowi nieco ponad 2% wszystkich samochodów, ale ich liczba rośnie. W tym kontekście wyobrażenia dotyczące łagodzenia zmian klimatycznych przez promowanie i wykorzystanie samochodów elektrycznych muszą zostać zweryfikowane. Wydobycie koniecznego do ich budowy litu nie pozostaje bowiem bez wpływu na środowisko przyrodnicze.

RÓŻNORODNOŚĆ PUSTYNI

Choć mogłoby się wydawać, że w kontekście potencjalnych zysków środowiskowych (znaczne ograniczenie zużycia paliw kopalnych) warto poświęcić ten obszar, odbierany nierzadko jako miejsce cechujące się niską różnorodnością biologiczną (np. w porównaniu z lasami tropikalnymi), w istocie jest wręcz przeciwnie. Charakterystyka Atakamy sprawia, że jest to obszar wyjątkowy.

Średnie roczne opady atmosferyczne na pustyni Atakama różnią się w zależności od lokalizacji (HOUSTON 2006). Najniższą średnią roczną ilość opadów z 24 kolejnych lat pomiarów w stacjach meteorologicznych odnotowano w Quillagua (0,15 mm) i Coya Sur (0,4 mm). Szczególny wpływ na panujące warunki ma Prąd Peruwiański, który przyczynia się do schładzania wilgotnych mas powietrza i powstawania mgieł – stąd określanie Atakamy pustynią mglistą (HOUSTON 2006). Drugim czynnikiem determinującym panujący tu klimat jest lokalizacja w strefie zwrotnikowej. Niskie opady to również efekt występowania naturalnych barier otaczających Atakamę: Andów od wschodu i Gór Domeyki od zachodu. Dodatkowo, lokalizacja na dużej wysokości (np. miejscowość San Pedro de Atacama – 2400 m n.p.m., gejzery El Tatio – 4320 m n.p.m.) czyni Atakamę miejscem niezwykle pod wieloma względami (Ryc. 1).

Płaskowyż, na którym znajduje się pustynia, powstał w wyniku kilku zdarzeń w historii Ziemi (FLINT i współaut. 1993). Skorupa ziemską składa się z będących w ciągłym ruchu płyt tektonicznych. Raz na miliony lat płyty tektoniczne zderzają się ze sobą, tworząc nowe pasma górskie. Chile znajduje się na pograniczu kilku płyt: kontynent położony jest na płycie południowoamerykańskiej, natomiast od strony Pacyfiku znajdują się płyty Nazca, kokosowa i pacyficzna (JORDAN i współaut. 1983). Najstarsze góry w Chile znajdują się na wybrzeżu Pacyfiku. Pod dłu-

Ryc. 1. Gejzery El Tatio, położone na wysokości 4320 m n.p.m., stanowią cenny element georóżnorodności. Fot. S. Paż-Dyderska.

gotrwałym wpływem wiatru i deszczu, ostre i wysokie skały erodowały w pył, który częściowo trafił do oceanu, a częściowo w głąb kontynentu (MORTIMER 1973). Kolejne zderzenie płyt tektonicznych przyczyniło się do wyniesienia Gór Domeyki, nazwanych tak na cześć inżyniera Ignacego Domeyki (1802-1889), polskiego geologa i wieloletniego rektora uniwersytetu w Santiago de Chile (PAULO 2002). Góry te również zaczęły erodować i są obecnie dość łagodne, do czego przyczyniły się silne wiatry znad Atlantyku, niehamowane jeszcze wówczas przez mające dopiero powstać Andy. Są one efektem ostatnich ruchów górotwórczych, tych samych, w trakcie których powstały Alpy, Himalaje czy Tatry. Są stosunkowo młode, stąd są ostro zakończone nagimi szczytami. W tym czasie na skutek wypiętrzenia Andów doszło do wyniesienia osadów morskich, które wcześniej tworzyły góry nadbrzeżne i Góry Domeyki. W ten sposób powstały Góry Słone, w których znajduje się Dolina Księżycowa (Valle de la Luna). Z tego samego powodu na tym obszarze tak licznie występują zróżnicowane minerały, w tym również sole (m.in. azotanowe i siarczanowe).

Pustynia zadziwia swoją różnorodnością (Ryc. 2). W zależności od wysokości, ukształtowania terenu i chemizmu gleby poszczególne obszary znacząco się różnią. W Dolinie Tęczowej (Valle del Arcoiris), ułożone warstwowo wielobarwne skały związane z działaniem różnych czynników, stanowią znakomity przykład złożoności i zmienności procesów kształtujących ten niezwykle obszar (Ryc. 3). Najstarsze, występujące u podnóża gór frakcje czerwone to gliny powstałe ze skał osadowych z czasów formowania się Gór Domeyki. Szare skały to nagromadzone pyły wulkaniczne. Występujące zaś na szczytach formacji skalnych frakcje zielone to efekt aktywności wód geotermalnych i osadzania się złożonych pod wzglę-

Ryc. 2. Pustynia Atakama jest bardzo zróżnicowana pod względem ukształtowania terenu – przykładem jest Dolina Księżycowa (Valle de la Luna). Fot. S. Paż-Dyderska.

Ryc. 3. Warstwowy układ skał w Dolinie Tęczowej (Valle del Arcoiris). Fot. M. K. Dyderski.

dem budowy chemicznej minerałów. Występuje tam od kilku do kilkunastu gatunków roślin, głównie przystosowanych do suszy i nasłonecznienia krzewów, np. *Acantholippia deserticola* (powszechnie używa się nazwy *Rica rica* pochodzącej z języka keczua, nawiązującej do przyjemnego smaku i aromatu jej liści) (Ryc. 4). Rośliny Atakamy charak-

Ryc. 4. *Acantholippia deserticola* to gatunek szeroko wykorzystywany ze względu na smaczny, orzeźwiający smak i aromat liści. Fot. M. K. Dyderski.

teryzuje powolne tempo wzrostu oraz małe, grube i pokryte woskiem liście lub kolce uniemożliwiające nadmierną transpirację (Ryc. 5). Regiony Altiplano (płaskowyżu) i El Tatio (gejzerów) również charakteryzują się dużym zagęszczeniem roślinności. Można tu zaobserwować wiele okazów rzadkich, ściśle wyspecjalizowanych gatunków obejmujących m.in. rodzaje *Festuca*, *Stipa* czy *Azorella*. Bogactwo gatunkowe roślin jest jednak stosunkowo niskie. Dostęp do wody i obecność roślin na powierzchni pustyni umożliwia na-

Ryc. 5. *Opuntia conoidea* stanowi przykład gatunku wysoce wyspecjalizowanego do życia w pustynnych warunkach. Fot. S. Paż-Dyderska.

tomia występowanie w tym regionie wielu gatunków zwierząt.

Najłatwiej zaobserwować tu wikunię andyjską (hiszp. *Vicuña*, łac. *Vicugna vicugna*), gatunek roślinożernego ssaka z rodziny wielbłądowatych, ważącego około 40 kilogramów (Ryc. 6). Wikunie są dzikimi przodkami udomowionych alpак (Ryc. 7). Często stanowią cel kłusowników ze względu na właściwości swojego futra. Jego włókna są niezwykle cienkie i delikatne, mają średnicę 12 μm (dla porównania średnica włókien kóz kaszmirowych wynosi od 14 do 19 μm , a polskiej owcy nizinnej od 24 do 37 μm). Wikunia produkuje jednak tylko około 0,5 kg wełny rocznie. Z tych względów wełna wikuni jest jedną z najdroższych na świecie: szalik z jej wełny może kosztować nawet ponad 2000 USD. Niestety, ze względu na długą ciążę (11 miesięcy), kłusownictwo i drapieżnictwo, wzrost liczebności populacji wikuni jest ograniczony i zachodzi bardzo wolno. Innym gatunkiem, który stosunkowo łatwo zobaczyć, jest nibylis andyjski (hiszp. *Zorro culpeo*, łac. *Pseudalopex culpaeus*). Jest nie-

Ryc. 6. Wikunie andyjskie w regionie Lagunas Altiplánicas. Fot. M. K. Dyderski.

Ryc. 7. Populacje wielbłądowatych (dzikich wikuni i gwanako oraz udomowionych alpак i lam) są bardzo liczne. Fot. S. Paż-Dyderska.

co większy od lisa rudego: mierzy do 115 cm długości i waży do 12 kg. Zamieszkuje zróżnicowane środowiska, przez co można go obserwować zarówno w górach, na otwartej pustyni, jak i w zaroślach. Nieco trudniej dojrzeć kryjące się w norach wśród skalistych terenów płaskowyżu wiskacze górskie (hiszp. *Vizcacha*, łac. *Lagidium viscacia*). Są to gryzonie nieco przypominające króliki (o wysokości do 40 cm), jednak bezpośrednio z nimi niespokrewnione. Dzięki prowadzonym zabiegom ochronnym, liczba osobników tego rzadkiego gatunku wciąż rośnie. Nie można tego niestety powiedzieć o najrzadszym gatunku płaskowyżu, nandui płamistym (hiszp. *Suri* albo *Nandú*, łac. *Pterocnemia pennata*). Ten niemal metrowej wysokości nielot może w biegu osiągać prędkość nawet 60 km/h. Zamieszkuje tereny otwarte, np. murawy wysokogórskie położone ponad 3000 m n.p.m. Niestety, jest to gatunek występujący nielicznie, zagrożony wyginięciem. Mimo tego, obszar płaskowyżu charakteryzuje się stosunkowo dużą różnorodnością biologiczną na tle pustynnego krajobrazu. Przykładowo, w Dolinie Księżycowej położonej w Górach Słonnych krajobraz zdecydowanie się różni. Występują tam jedynie pojedyncze okazy kilku gatunków roślin niewielkich rozmiarów, dominują bowiem charakterystyczne dla tego

regionu układy piasku, surowych skał i osadzającej się soli.

ZAGROŻENIA

Sole i inne minerały z Gór Słonych już w czasach sprzed Imperium Inków stanowiły środek płatniczy dla ludów osiedlających się na tym nieprzyjaznym obszarze. Również obecnie surowce mineralne stanowią jeden z ważnych elementów gospodarki regionu, szczególnie lit i miedź. Wydobycie litu związane jest z wypompowywaniem wód głębinowych i odparowywaniem ich w osadnikach. Stanowi to znaczne zagrożenie dla tego niezwykłego ekosystemu. Szczególnie narażone są nieliczne mokradła górskie, solniska i podziemne jeziora determinujące występowanie flory i fauny, w 60% endemicznej. Przykładowo, na solnisku Laguna Chaxa występują trzy gatunki flamingów: flaming krótkodzioby (*Phoenicoparrus jamesi*), chilijski (*P. chilensis*) i andyjski (*P. andinus*). Miejsce to stanowi jedną z głównych atrakcji turystycznych regionu (Ryc. 8). Flamingi giną jednak wskutek zatrucia, żerując w przemysłowych osadnikach, które mylą z naturalnymi solniskami. Coraz częściej też opuszczają Atakamę. Jest to niechlubny przykład bezpośredniego negatywnego wpływu wydobycia minerałów na lokalną przyrodę. Biorąc jednak pod uwagę fakt, jak złożone powiązania i mechanizmy determinują funkcjonowanie ekosystemów, wpływ pośredni przemysłu wydobywczego na ten cenny region jest dalekosiężny i trudny do zrekompensowania. Dodatkowy problem stanowi jego bardzo słabe rozpoznanie.

Kolejny dowód na dużą wartość przyrodniczą i naukową, ale również na wrażliwość ekosystemu Atakamy, stanowi jej specyficzna, halofilna flora (związana ze środowiskiem zasolonym). Pustynne siedliska zostały zajęte przez silnie wyspecjalizowane rośliny, co umożliwiło wykształcenie i trwanie różnorodnych typów roślinności (PRADO i współaut.

Ryc. 8. Flamingi żerujące w jeziorze Laguna Chaxa. Fot. S. Paż-Dyderska.

Ryc. 9. Na pierwszym planie charakterystyczna *Festuca ortophylla*, na drugim jeden z nielicznych zbiorników wodnych na chilijskim płaskowyżu – Jezioro Miscanti w regionie Lagunas Altiplánicas. Fot. S. Paż-Dyderska.

1993). Na niższych wysokościach występują ziołorośla i krzewinki przystosowane do słonych gleb i suszy. Wyżej przeważają niskie krzewy, najwyżej zaś puna – wysokogórska murawa, z dominacją charakterystycznej żółtobarwnej kostrzewy *Festuca ortophylla* (Ryc. 9), tworzącej widoczny z daleka element krajobrazu (GĘBICA 2010). W poszczególnych miejscach można odnaleźć rzadkie gatunki, których niska liczebność często jest wynikiem nie zrównoważonego wykorzystania przez człowieka. Przykładowo, pokrywającą niegdyś całe zbocza gór *Azorella compacta* można zaobserwować obecnie jedynie na nielicznych, oddalonych od szlaków turystycznych stanowiskach (WICKENS 1995). Ta przypominająca stos poduszek roślina jest długowieczna (wiek niektórych okazów szacuje się na ponad 3000 lat), ale rośnie bardzo powoli, od 1 do 5 mm rocznie (Ryc. 10). Rdzenni mieszkańcy Andów wykorzystywali tę roślinę do przygotowywania naparów i nalewek stosowanych w leczeniu m.in.

Ryc. 10. Jedno z nielicznych stanowisk *Azorella compacta*. Fot. M. K. Dyderski.

Ryc. 11. Drewno kaktusa dawniej było wykorzystywane m.in. w budownictwie oraz do produkcji mebli. Na zdjęciu drzwi z *Echinopsis atacamensis* w zabytkowym kościele w miejscowości Toconao. Fot. M. K. Dyderski.

chorób żołądka, bóli menstruacyjnych czy obrzęku prostaty. W przeszłości była również wykorzystywana jako rozpałka i wysokoenergetyczny opał. Innym, nadmiernie eksploatowanym gatunkiem był *cardón* (*Echinopsis atacamensis*), wysoki kolumnowy kaktus o charakterystycznie włóknistym, atrakcyjnym drewnie (Ryc. 11) wykorzystywanym w budownictwie oraz do produkcji mebli i ozdób (ORTEGA-BAES i współaut. 2010). Z tego powodu dziś występuje rzadko, w najbardziej niedostępnych obszarach Atakamy. Choć nietrudno zrozumieć, że w przeszłości osadnicy tego nieprzyjaznego regionu wykorzystywali wszystkie dostępne zasoby naturalne, to dzisiejsze dalsze korzystanie z tak rzadkich gatunków, np. do produkcji pamiątek, stanowi duży problem. Na szczęście zarówno wśród mieszkańców regionu, jak i turystów, wzrasta poziom świadomości ekologicznej, co może stanowić kolejny krok w kierunku zrównoważonego wykorzystania tego cennego ekosystemu.

OCZY ZIEMI, CZYLI ASTRONOMIA NA ATAKAMIE

Unikatowe warunki przyrodnicze panujące na Atakamie są atrakcyjne nie tylko dla turystów. Jest to także najważniejszy na świecie obszar umożliwiający prowadzenie zaawansowanych badań astronomicznych. Ponad 300 bezchmurnych nocy w roku i

nieprzeciętnie przejrzysta atmosfera stanowią o doskonałych warunkach do prowadzenia badań. Już teraz na Atakamie znajduje się największy teleskop do badania fal milimetrowych i submilimetrowych na świecie, z czułością i rozdzielczością dotąd niemożliwą do uzyskania. Ten teleskop jest znany jako ALMA (ang. Atacama Large Millimeter/submillimeter Array). Dzięki niezwykłym możliwościom poznawczym ALMA nazywany jest oczyma Planety, a Chile – astronomiczną stolicą świata. Nie bez przyczyny! Szacuje się, że w 2022 r. w Chile zlokalizowane będzie 70% światowej infrastruktury astronomicznej. Ponadto, Atakama jest jednym z niewielu obszarów na świecie umożliwiających symulację warunków panujących na Marsie (QUINN i współaut. 2005, PARRO i współaut. 2011). Przykładowo, NASA wykorzystuje Atakamę do testowania Mars Rovera, pojazdu mającego znaleźć zastosowanie w badaniach kosmicznych. Ekstremalnie niska wilgotność powietrza i wysokie temperatury stanowią znakomite warunki dla wielu naukowców próbujących odtworzyć warunki panujące na Marsie. Prowadzi się tu również liczne badania archeologiczne. Atakama jest zatem miejscem cennym naukowo, przyrodniczo i turystycznie. Należy podkreślić, że te trzy aspekty wartości Atakamy przenikają się i uzupełniają. Tymczasem, ingerujący w chwiejną równowagę pustynnego ekosystemu przemysł wydobywczy w znacznym stopniu zagraża poszczególnym gatunkom, i tak już narażonym, choćby ze względu na postępujące zmiany klimatyczne. Co więcej, naraża na niebezpieczeństwo również całą sieć powiązań rządzących tym ekosystemem.

OCHRONA PRZYRODY A POLITYKA W CHILE

Problematyka wydobywania litu w miejscu tak cennym nie dotyczy jednak wyłącznie kwestii ochrony klimatu i różnorodności biologicznej. Ważny jest również aspekt społeczno-ekonomiczny. Czymś, co w dużej mierze może wpłynąć na dalsze losy chilijskiego przemysłu wydobywczego są protesty Chilijszczyków, które wybuchły w stolicy Chile w październiku 2019 r. i błyskawicznie objęły cały kraj. Choć wiele mediów jako powód krwawo tłumionych protestów podawało podwyżkę cen biletów metra, to przyczyna protestów była dużo bardziej złożona.

Chilijszczyki wyszli na ulice zmęczeni trzydziestoma latami rosnących nierówności społecznych. Zdecydowana większość obywateli jest zmuszona utrzymywać się z niewystarczającej do zaspokojenia podstawowych potrzeb pensji minimalnej. Jest ona niższa niż w Polsce (301 tys. CLP, ~1494 PLN),

natomiast ceny produktów są tam około półtora raza wyższe. Chile jest też jedynym krajem na świecie, w którym woda pitna jest własnością prywatnej spółki. Ponadto, opieka zdrowotna i szkolnictwo wyższe są niemal całkowicie sprywatyzowane. Obecny prezydent Chile, Sebastián Piñera z majątkiem wartym 2,7 miliarda USD, jest jednym z jego pięciu najbogatszych obywateli, a różnica między pensją minimalną a pensją parlamentarzystów (ponad 9349 tys. CLP, ~46400 PLN) jest ponad 30-krotna. Poza postulatami socjalnymi, przedstawiano również oburzenie wobec nadal silnie zakorzenionego w społeczeństwie patriarchy oraz braku poszanowania praw mniejszości seksualnych i etnicznych. Podnoszono także kwestie związane z ochroną środowiska, w tym nadmierny rozwój inwestycji w górnictwie, nieprzekładający się na poprawę warunków życia większości obywateli.

W kulminacyjnym momencie protestów na ulice Santiago wyszło ponad 1,5 miliona osób. Zdecydowana większość manifestacji miała charakter pokojowy, lecz ze względu na brutalność chilijskiej policji i służb specjalnych wysłanych do tłumienia protestów zginęło co najmniej 26 osób, a ponad 4900 osób zostało rannych. W tej sprawie przeprowadzono specjalny Raport Biura Wysokiego Komisarza Narodów Zjednoczonych ds. praw człowieka. Udokumentowanych zostało ponad 350 przypadków uszkodzeń wzroku, w tym wiele przypadków utraty oczu z powodu wykorzystania przez mundurowych gumowych kul zawierających ołowiane rdzenie (w rzeczywistości jedynie 20% gumy). Ponad 28 000 osób zostało zatrzymanych. Łamano prawa człowieka – policja i wojsko torturowały i gwałciły zatrzymanych. W miastach wznoszono barykady. Doszło również do podpalenia i licznych niszczeń lokali i budynków należących do wielkich korporacji – był to wyraz sprzeciwu wobec gromadzenia ogromnego kapitału w rękach nielicznych, często zagranicznych firm, podczas gdy zdecydowana większość społeczeństwa nie dysponuje środkami koniecznymi do zaspokojenia podstawowych potrzeb. Dezinformacja medialna i rozpowszechnianie przez partię rządzącą nieprawdziwego obrazu demonstracji, wprowadzenie przez prezydenta stanu wyjątkowego, brak woli rozmowy z protestującymi z jego strony czy wprowadzenie godziny policyjnej, przyczyniły się do nasilenia protestów. Szczególnym rodzajem manifestacji sprzeciwu Chilijczyków wobec obecnej sytuacji w kraju był protest typu *cacerolazo* – w trakcie godziny policyjnej, nie mogąc protestować na ulicach, mieszkańcy stawali na balkonach czy w oknach mieszkań i rytmicznie uderzali łyżkami w garnki i patelnie,

powodując ogromny, słyszalny z dużej odległości hałas: „nie uciszycie nas”.

Momentem zwrotnym okazało się wywalczone przez protestujących referendum konstytucyjne przeprowadzone w październiku ubiegłego roku. Biorąc pod uwagę, że jednym z głównych celów opracowywanej konstytucji jest nacjonalizacja górnictwa i ulepszenie systemu ochrony środowiska, być może wydobywanie litu zostanie ograniczone ze względu na walory przyrodnicze i naukowe pustyni Atakama. Stanowiłoby to przełom w ochronie przyrodniczych, kulturowych i naukowych walorów pustyni, ale również w walce o godne warunki życia dla rdzennych mieszkańców tego obszaru.

GŁOS MIESZKAŃCÓW ATAKAMY

Mieszkańcy Atakamy aktywnie brali udział w protestach, m.in. blokując drogi dojazdowe do miejsc wydobywania litu. Już od lat sprzeciwiają się niszczeniu swojego regionu. Osoby wychowane na pustyni bardzo szanują wodę jako źródło życia nie tylko własnego, ale również roślin i zwierząt (BABIDGE 2016). Biorąc pod uwagę trudne warunki panujące na pustyni nietrudno sobie wyobrazić, że ich dalsze pogarszanie, związane ze zmniejszaniem dostępności wody, będzie stopniowo uniemożliwiało zamieszkiwanie tego obszaru nie tylko roślinom i zwierzętom, ale przede wszystkim ludziom, często pochodzącym z rdzennych plemion zasiedlających te obszary od stuleci. Nietetyczne wykorzystanie wody przez przemysł wydobywczy prowadzi do niesprawiedliwości środowiskowej, jako że niezbędne do życia zasoby o silnie ograniczonej dostępności wykorzystywane są w celach przemysłowych na wielką skalę (ROMERO i współaut. 2012). Nie dziwi zatem, że każda dostrzegana zmiana w krajobrazie, np. zanikanie i tak nielicznych solnisk czy trawistych zarośli, jest boleśnie odczuwana i stanowi powód do sprzeciwu wobec przemysłu wydobywczego. Co gorsza, choć zgodnie z prawem przemysł nie może być zlokalizowany na obszarach chronionych, to i tak silnie na nie wpływa w sposób pośredni, przyczyniając się do degradacji unikatowych ekosystemów (ROMERO i współaut. 2012). Choć ogromny chilijski i międzynarodowy kapitał jest inwestowany w przemysł wydobywczy na Atakamie, głos osób, które doskonale ją znają i mogłyby się w znacznym stopniu przyczynić do bardziej zrównoważonego rozwoju regionu, jest uciszany i ignorowany (BABIDGE 2016).

Obecnie większość mieszkańców San Pedro de Atacama utrzymuje się z turystyki (Ryc. 12). Ruch turystyczny jest jednak niewspółmierny do stopnia atrakcyjności regio-

Ryc. 12. Warsztat rzemieślniczy w San Pedro de Atacama. Rzemieślnik na zdjęciu tworzy pamiątki z miedzi z recyklingu i lapis lazuli. Turystyka pozostaje głównym źródłem utrzymania dla wielu mieszkańców regionu. Fot. S. Paż-Dyderska.

nu, być może ze względu na niedostatecznie rozwiniętą infrastrukturę turystyczną (GEBICA 2010). Zyski z turystyki nie stanowią więc konkurencji wobec zysków pochodzących z przemysłu wydobywczego. Z drugiej strony, przyjeżdżający z całego świata turyści i naukowcy pełnią niejako rolę obserwatorów i kontrolerów. Gdyby Atakama nie stanowiła legendarnego wręcz celu turystycznego i nie charakteryzowałyby ją niespotykane gdzie indziej warunki do uprawiania nauki, pewnie wiele cennych miejsc i gatunków nie miałoby żadnych szans na przetrwanie. Należy jednak wziąć pod uwagę, że zmiany klimatyczne będą potęgowały i przyspieszały przewidywane zmiany, np. przez potęgowanie susz i przyspieszanie ewapotranspiracji (parowania wody) na obszarze Atakamy (DUARTE i współaut. 2019).

PODSUMOWANIE

Chcąc zachować bogactwo regionu Atakamy dla przyszłych pokoleń należy dbać o rozpowszechnianie wiedzy i podnoszenie świadomości społecznej dotyczącej baterii litowych. Biorąc pod uwagę fakt, że niemal każdy z nas korzysta z nich na co dzień (a popyt na urządzenia nadal rośnie), również na nas jako konsumentach ciąży odpowiedzialność. Warto zdawać sobie sprawę ze złożoności procesu produkcji baterii litowych i jego wpływu na środowisko, preferować produkty bardziej trwałe, wydłużać czas użytkowania poszczególnych urządzeń i pojazdów, przedkładać jakość nad ilość. Przede wszystkim nie należy jednak ulegać modom i zmieniać urządzeń tylko dlatego, że na rynku pojawił się nowy model telefonu. Częste wymienianie telefonów i innych urządzeń przyczynia się bowiem do degradacji cennych ekosystemów i do narażania rzadkich gatunków, np. flamingów, na wy-

mieranie. Wymienione propozycje działań nie stanowią jednak rozwiązania opisanego tu złożonego problemu, a jedynie sposób na złagodzenie negatywnych skutków zmian w środowisku. Prowadzone są badania nad opracowaniem technologii ponownego wpompowywania użytej wody do podziemnych zbiorników. Powoduje ona jednak drastyczny wzrost cen wydobycia litu i z tego powodu nie jest obecnie wykorzystywana w przemyśle. Należałoby kontynuować prace nad zwiększeniem efektywności metodyki zwrotu wykorzystanej wody w celu zmniejszenia negatywnych skutków eksploatacji złóż, a także nad zwiększeniem możliwości recyklingu baterii litowych.

Można dojść do wniosku, że złoty środek pozwalający na zachowanie walorów Atakamy przy jednoczesnym ograniczeniu spalania paliw kopalnych nie istnieje. Podobnie jak w wielu innych przypadkach, bezpośrednia ochrona klimatu i różnorodności biologicznej nie zawsze idą ze sobą w parze. Z drugiej strony, elementy te są od siebie zależne i aby chronić jedno, nie możemy pozostawiać obojętni wobec drugiego. Czy warto poświęcać przyrodnicze i kulturowe dziedzictwo dla wydobycia pierwiastka, którego wykorzystanie może potencjalnie złagodzić negatywne skutki zmian klimatycznych, czy też należy szukać dalszych rozwiązań? Być może szkodliwa środowiskowo ingerencja w ekosystem Atakamy to cena, jaką musimy zapłacić, by zapobiec jeszcze bardziej szkodliwym zmianom w skali globalnej. Może jednak okazać się, że to po prostu tymczasowe rozwiązanie już dawno zdiagnozowanego i długo ignorowanego problemu klimatycznego, które przyczyni się wyłącznie do doraźnego zakamuflowania objawów, kosztem kolejnego elementu naturalnego i kulturowego dziedzictwa ludzkości. Należy zatem szukać bardziej holistycznych rozwiązań, które pozwolą w efektywny sposób chronić zarówno klimat, jak i różnorodność biologiczną. Stanowi to duże wyzwanie, ale jest to również szansa na zrównoważony rozwój biznesu, turystyki, nauki i nowych technologii, tym razem przy poszanowaniu przyrody i rządzących nią praw.

Streszczenie

Wykorzystanie energii elektrycznej w transporcie stanowi jedną z wielkich nadziei w walce ze zmianami klimatycznymi. Budowa samochodów elektrycznych wymaga jednak znacznych ilości litu, pierwiastka, którego największe na świecie rezerwuary znajdują się na pustyni Atakama w północnym Chile. Wpływ górnictwa na ten obszar pozostaje słabo udokumentowany. Biorąc pod uwagę przyrodniczą, kulturową i naukową wartość Atakamy należy zredefiniować dotychczasowe podejście do potencjalnych korzyści i zagrożeń wynikających z eksploatacji chilijskich złóż litu. Walory florystyczne,

faunistyczne i geologiczne Atakamy współtworzą bowiem wrażliwy na ingerencję ekosystem, który w obliczu postępujących zmian klimatycznych powinien być otoczony szczególną troską. Do tej pory jednak polityka i gospodarka marginalizowały działania związane z ochroną przyrody. Wzrost świadomości społecznej związanej z procesem produkcji baterii litowych powinien iść w parze z intensyfikacją prac nad szerokim zakresem działań kompensacyjnych oraz zwiększeniem możliwości recyklingu baterii litowych.

LITERATURA

- BABIDGE S., 2016. *Contested value and an ethics of resources: Water, mining and indigenous people in the Atacama Desert, Chile*. Austral. J. Anthropol. 27, 84-103.
- BLOMGREN G. E., 2016. *The development and future of lithium ion batteries*. J. Electrochem. Soc. 164, <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/2.0251701jes/meta>.
- DUARTE M., GUERRERO P. C., ARROYO M. T. K., BUSTAMANTE R. O., 2019. *Niches and climate-change refugia in hundreds of species from one of the most arid places on Earth*. PeerJ 7, <https://peerj.com/articles/7409>.
- FLINT S., TURNER P., JOLLEY E. J., HARTLEY A. J., 1993. *Extensional tectonics in convergent margin basins: An example from the Salar de Atacama, Chilean Andes*. GSA Bulletin 105, 603-617.
- GEBICA P., 2010. *Walory krajobrazowe Andów i ich wykorzystanie w turystyce, na przykładzie Peru, Chile i Boliwii*. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego 14, 74-90.
- GRUBER P. W., MEDINA P. A., KEOLEIAN G. A., KESLER S. E., EVERSON M. P., WALLINGTON T. J., 2011. *Global lithium availability*. J. Industr. Ecol. 15, 760-775.
- HOUSTON J., 2006. *Variability of precipitation in the Atacama Desert: its causes and hydrological impact*. Int. J. Climatol. 26, 2181-2198.
- JORDAN T. E., ISACKS B. L., ALLMENDINGER R. W., BREWER J. A., RAMOS V. A., ANDO C. J., 1983. *Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate*. GSA Bulletin 94, 341-361.
- KESLER S. E., GRUBER P. W., MEDINA P. A., KEOLEIAN G. A., EVERSON M. P., WALLINGTON T. J., 2012. *Global lithium resources: Relative importance of pegmatite, brine and other deposits*. Ore Geol. Rev. 48, 55-69.
- MORTIMER C., 1973. *The Cenozoic history of the southern Atacama Desert, Chile*. J. Geol. Soc. 129, 505-526.
- ORTEGA-BAES P., SÜHRING S., SAJAMA J., SOTOLA E., ALONSO-PEDANO M., BRAVO S., GODÍNEZ-ALVAREZ H., 2010. *Diversity and conservation in the cactus family*. [W:] *Desert Plants: Biology and Biotechnology*. RAMAWAT K. G. (red.). Springer, Berlin, Heidelberg, 157-173.
- PARRO V., DE DIEGO-CASTILLA G., MORENO-PAZ M., BLANCO Y., CRUZ-GIL P., RODRÍGUEZ-MANFREDI J. A., FERNÁNDEZ-REMOLAR D., GÓMEZ F., GÓMEZ M. J., RIVAS L. A., DEMERGASSO C., ECHEVERRÍA A., URTUVIA V. N., RUIZ-BERMEJO M., GARCÍA-VILLADANGOS M., POSTIGO M., SÁNCHEZ-ROMÁN M., CHONG-DÍAZ G., GÓMEZ-ELVIRA J., 2011. *A microbial oasis in the hypersaline Atacama subsurface discovered by a life detector chip: implications for the search for life on Mars*. Astrobiology 11, 969-996.
- PAULO A., 2002. *Chañarillo (Puna de Atacama, Chile) jako geologiczne stanowisko dokumentacyjne i zabytek górnictwa związany z Domeyką*. Przegląd Geologiczny 50, 496-505.
- PRADO B., DEL MORAL A., CAMPOS V., 1993. *Distribution and types of heterotrophic halophilic flora from Salar de Atacama, Chile*. Toxicol. Environ. Chem. 38, 163-166.
- QUINN R. C., ZENT A. P., GRUNTHANER F. J., EHRENFREUND P., TAYLOR C. L., GARRY J. R. C., 2005. *Detection and characterization of oxidizing acids in the Atacama Desert using the Mars Oxidation Instrument*. Planet. Space Sci. 53, 1376-1388.
- ROMERO H., MÉNDEZ M., SMITH P., 2012. *Mining development and environmental injustice in the Atacama Desert of Northern Chile*. Environ. Justice 5, 70-76.
- VIKSTRÖM H., DAVIDSSON S., HÖÖK M., 2013. *Lithium availability and future production outlooks*. Appl. Energy 110, 252-266.
- WICKENS G. E., 1995. *Llaretia (Azorella Compacta, Umbelliferae): A review*. Econ. Bot. 49, 207-212.

KOSMOS Vol. 70, 1, 9–18, 2021

SONIA PAŻ-DYDERSKA¹, MARCIN K. DYDERSKI¹, ANDRZEJ M. JAGODZIŃSKI^{1,2}

¹*Institute of Dendrology PAS, 5 Parkowa Str., 62-035 Kórnik, ²Department of Game Management and Forest Protection, Faculty of Forestry and Wood Technology, Poznań University of Life Sciences, 71D Wojska Polskiego Str., 60-625 Poznań, E-mail: sdyderska@man.poznan.pl, mdyerski@man.poznan.pl, amj@man.poznan.pl*

CLIMATE PROTECTION OVER BIODIVERSITY CONSERVATION? ENVIRONMENTAL AND SOCIAL
CONSEQUENCES OF LITHIUM MINING IN THE ATACAMA DESERT

Summary

The use of electricity in transport is one of the great hopes in the fight against climate change. However, electric cars require significant amounts of lithium, an element which the world's largest reservoirs are in the Atacama Desert in northern Chile. The impact of mining in this area remains poorly recognized. Taking into account Atacama's natural, cultural and scientific value, it is crucial to redefine the current assessment of the potential benefits and threats resulting from the exploitation of lithium deposits. The Atacama's floristic, faunistic and geological values co-create an ecosystem sensitive to interference, which should be treated with special care under changing climate. Until now, however, politics and the economy have marginalized nature protection activities. Social awareness increase related to the lithium battery production should go hand in hand with the intensification of work on the wide use of compensation actions and increasing the recycling capacity of lithium batteries.

Key words: Atacama, batteries, Chile, electric cars, lithium