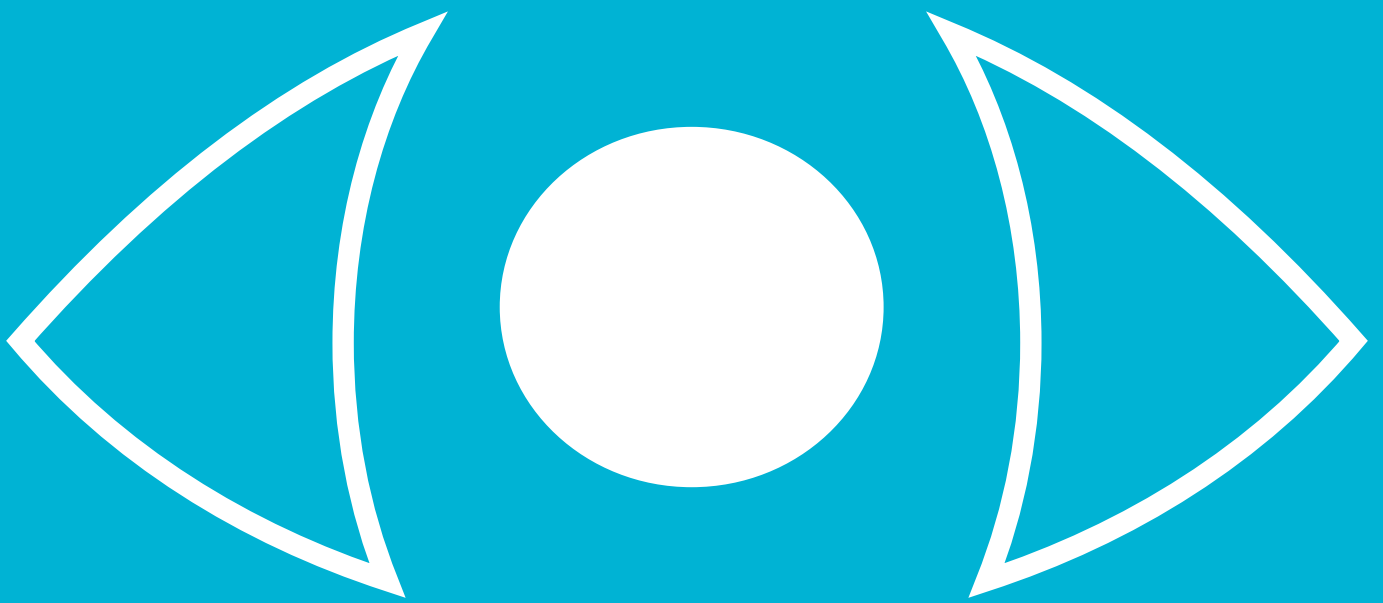


vol. 7(2)/2022

Tutoring Gedanensis

Czasopismo Tutees i Tutorów



ISSN 2451-1862

Tutoring Gedanensis

Czasopismo Tutees i Tutorów

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny

dr Ewa Szymczak (WOiG)

dr hab. Lucyna Przybylska, prof. UG (WNS)

dr Beata Karpińska-Musiał (WF)

Recenzenci

dr hab. Magdalena Bęłdowska prof. UG

dr hab. Urszula Janas prof. UG

dr prof. UAM Agnieszka Knopik-Skrodzka

dr hab. Lucyna Przybylska prof. UG

dr Wojciech Glac prof. UG

dr Marcin Szulc prof. UG

dr Ewa Kotlarska

dr Iwona Pawliczka vel Pawlik

dr Olga Śniadach

dr Ilona Złoch

dr Marcin Paszkuta

dr Radosław Wróblewski

Projekt okładki i znaku graficznego

Agata Janas

Kontakt

Wydział Oceanografii i Geografii

al. Marszałka Piłsudskiego 46

81-378 Gdynia

e-mail: tutee@ug.edu.pl

www.tutee.ug.edu.pl

<https://cddit.ug.edu.pl/zeszyt/>

Spis treści

Projekt WILK Wsparcie i Lokowanie Kompetencji jako oferta edukacji spersonalizowanej dla studentów Wydziału Biologii UAM w Poznaniu <i>Agnieszka Cieszyńska, Agnieszka Knopik-Skrocka, Ewa Sobieszczuk-Nowicka, Anita Szwed</i>	4
Molekularny system kontroli jakości, czyli jak białka wychodzą na prostą (zwiniętą)? <i>Karolina Matulewska</i>	13
Zastosowanie alg z rodzaju <i>Laminaria</i> w kosmetykach naturalnych <i>Agata Tarczyńska</i>	23
Wiele „twarzy” bakterii z rodzaju <i>Vibrio</i> <i>Martyna Zakrzewska</i>	27
Antarktyczne pingwiny <i>Pygoscelis</i> jako wektory zanieczyszczeń antropogenicznych, na przykładzie metali ciężkich <i>Kinga Hoszek</i>	31
Delfin na pilota <i>Magdalena Socha</i>	40
Drugie życie platformy wiertniczej <i>Adam Makatun</i>	45
Czy osuwiska są zagrożeniem dla przestrzeni i życia człowieka - problem lokalny, regionalny i globalny? <i>Aleksandra Sałek</i>	52
„Droga do ocalenia – wodna gra edukacyjna”, czyli jak przy wykorzystaniu gier przekonać do ochrony zasobów wodnych <i>Weronika Walkowiak</i>	59
Załącznik 1 - Opis gry „DROGA DO OCALENIA – wodna gra edukacyjna”	66
Czy powinniśmy martwić się zanieczyszczeniem światłem? <i>Adrian Joswowitz-Niemierski</i>	79
ACTA – spór między prawem a ideą <i>Weronika Rydelek</i>	89
Czy te oczy mogą kłamać? O sygnałach kłamstwa i możliwości ich rozpoznawania <i>Klaudia Kozak</i>	98

Projekt WILK Wsparcie i Lokowanie Kompetencji jako oferta edukacji spersonalizowanej dla studentów Wydziału Biologii UAM w Poznaniu

Agnieszka Cieszyńska

*Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii,
Laboratorium Dydaktyki i ochrony Przyrody,
e-mail: agnieszka.cieszynska@amu.edu.pl*

Agnieszka Knopik-Skrocka

*Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, Zakład Biologii Komórki,
e-mail: agnieszka.knopik-skrocka@amu.edu.pl*

Ewa Sobieszczuk-Nowicka

*Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii, Zakład Fizjologii Roślin,
e-mail: ewa.sobieszczuk-nowicka@amu.edu.pl*

Anita Szwed

*Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Biologii,
Instytut Biologii i Ewolucji Człowieka,
e-mail: anita.szwed@amu.edu.pl*

Słowa kluczowe: tutoring, mentoring, projekt, kompetencje, rozwój

Tytułem wstępu

Edukacja była i jest przedmiotem społecznej dyskusji. Praca szkół jest bacznie obserwowana przez organy finansujące, ale nade wszystko przez uczących się i ich rodziny. Wiele głosów w przestrzeni publicznej dotyczy szkół podstawowych i ponadpodstawowych. Nie mniej ważny jednak jest etap szkolnictwa wyższego. Odeszliśmy od elitaryzmu uniwersytetów w kierunku egalitaryzmu, nie musi to jednak oznaczać obniżenia jakości kształcenia. Tak jak w szkołach niższego szczebla zmienia się sposób patrzenia na rolę nauczyciela, nie jako "podawcę wiedzy", a osobę stwarzającą warunki do uczenia

się, tak też na szczeblu szkoły wyższej zachodzą podobne przemiany. Takiemu podejściu sprzyja w sposób niezwykle edukacja spersonalizowana, w której nauczyciel akademicki to nie „dostawca” informacji a mistrz, którego warto podpatrywać, z którym warto rozmawiać, dociekać, czasem wątpić, a czasem tworzyć nowe idee. Równocześnie pytania stawiane przez studenta, jego ciekawość świata nauki, wykraczanie poza schematy standardowych zajęć dydaktycznych, mocno motywują nauczyciela do ciągłych poszukiwań, zdobywania nowej wiedzy, co nadaje wielkie poczucie sensu jego pracy. Dzięki edukacji spersonalizowanej możliwe jest poszerzenie własnych zainteresowań oraz zgłębianie wiedzy wykraczającej poza program nauczania.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie tytułowego projektu WILK jako sposobu wdrożenia na Wydziale Biologii UAM w Poznaniu tutoring i mentoringu. W opozycji do całej formalnej strony funkcjonowania szkół wyższych, trudności z rozliczeniem w pensum indywidualnej pracy ze studentem, położyliśmy szczególny nacisk na relacyjność, co w naszym przekonaniu służy obu stronom procesu. Czy nie zataczamy koła, wracając do początków, do Sokratesa?

Pomysł na projekt

Początki edukacji spersonalizowanej w formie tutoring na Wydziale Biologii UAM w Poznaniu sięgają roku 2017, gdy grupa tutorów zorganizowała dla studentów I roku studiów I stopnia program KRAB (Kierowanie Rozwojem Aktywności Badawczej). Program ten rozpoczął się jako rezultat wygranego konkursu projektowego ogłoszonego przez Prorektor UAM ds. kształcenia. Zainteresowanie studentów udziałem w programie było bardzo duże, a efektem nawiązanej współpracy z tutorami były opublikowane prace naukowe, projekty naukowe w ramach BestStudentGrant, eseje naukowe, wykłady i warsztaty podczas przedsięwzięć popularyzujących naukę takich jak: Noc Biologów, Festiwal Nauki i Sztuki, Noc Naukowców, czy podcasty o tematyce biologicznej. Ciągły rozwój idei tutoring na Wydziale Biologii poprzez kolejne edycje KRABa doprowadził również do uzyskania Akredytacji Tutorowskiej w ramach programu realizowanego przez *Collegium Wratislaviense*.

W toku realizacji KRABa wyłoniła się potrzeba rozszerzenia tutoring również na starsze lata studiów oraz wsparcia merytorycznego dla realizacji własnych pomysłów badawczych studentów. W ten sposób zrodził się pomysł na projekt WILK (Wsparcie i Lokowanie Kompetencji), z programem tutoring i mentoring dla studentów wszystkich lat, z wyjąt-

kiem I roku studiów I stopnia (ci studenci mieli okazję wziąć udział w kolejnej edycji KRABa). Projekt został zgłoszony na konkurs projektowy Prorektor UAM ds. kształcenia w roku 2021, po czym znalazł się w gronie nagrodzonych inicjatyw. Głównym celem projektu stało się wzmocnienie konkurencyjności absolwentów Wydziału Biologii na rynku pracy poprzez rozwój ich kompetencji miękkich i zawodowych w trakcie studiów. Wydaje się to niezbędne w kontekście dynamicznie zmieniającego się rynku pracy. Do kluczowych umiejętności, wskazywanych przez pracodawców, należą kreatywność, innowacyjność, ciekawość świata i umiejętność uczenia się przez całe życie [1, 2]. Dobrym sposobem na rozwijanie w/w umiejętności jest na przykład angażowanie studentów w inicjatywy naukowe, dydaktyczne i społeczne. Przykładem może być działalność studentów w ramach sekcji koła naukowego Wydziału Biologii UAM (Morańska i in., 2021). Niektórzy spośród członków tej sekcji wcześniej uczestniczyli w programie tutoringowym KRAB.

Realizacja projektu WILK

Projekt został uruchomiony w roku akademickim 2021/22 (semestr zimowy) i trwał do połowy semestru letniego. Na zakończenie wspólnych działań studentów i ich opiekunów zorganizowana została konferencja dydaktyczna „Wilczy apetyt na rozwój”, podczas której podsumowano efekty zrealizowanych procesów tutorskich i mentorskich, a także zaproszono gości będących specjalistami z zakresu edukacji spersonalizowanej, którzy przygotowali dla uczestników konferencji wykłady lub/i warsztaty.

Projekt WILK obejmował 4 główne zadania:

Zadanie 1. Opieka nad realizacją projektu

Zadanie 2. Rekrutacja do projektu

Zadanie 3. Realizacja procesów tutorskich i mentorskich

Zadanie 4. Organizacja konferencji podsumowującej realizację projektu

Zadanie 1 Opieka nad realizacją projektu

Zadanie to obejmowało m.in. prace związane z promocją, realizacją i podsumowaniem projektu. Podstawowym elementem promocji projektu były informacje podane na stronie Wydziałowej oraz podczas inauguracji roku akademickiego 2021/2022. Bezpośrednio osobami zaangażowanymi w opiekę nad projektem byli członkowie powołanej na Wydziale Biologii Rady ds. tutoring i mentoringu (autorki niniejszej pracy) wraz z Dziekan ds. studenckich prof. dr hab. Małgorzatą Garnczarską, która brała także udział w przygotowaniu wniosku na opisany wcześniej konkurs projakościowy Rektor UAM ds. studentów i kształcenia.

Zadanie 2 Rekrutacja do projektu

W celu przeprowadzenia rekrutacji opracowano na stronie Wydziału Biologii zakładkę WILK (Ryc. 1), w której studenci zainteresowani udziałem mogli znaleźć informacje dotyczące założeń projektu oraz wyboru ścieżki tutoringowej/mentoringowej.

Osoby, które nie były zdecydowane, którą ścieżkę wybrać, miały możliwość skorzystania z opcji „Nie mogę się zdecydować” i korzystając z formularza zgłoszeniowego mogli wysłać do Rady ds. tutoring i mentoringu krótki list o sobie, swoich zainteresowaniach naukowych, podzielić się swoją niepewnością w kwestii wyboru formy pracy. Na jego podstawie możliwe było zorganizowanie spotkania w celu podjęcia decyzji. Studenci od początku zdecydowani na daną ścieżkę edukacji spersonalizowanej, za pośrednictwem zakładki przesyłali listy motywacyjne oraz wskazywali 3 potencjalnych nauczycieli, z którymi chcieliby podjąć współpracę, wskazując na pierwszym miejscu tutora/mentora, którego zainteresowania i działalność naukowa/dydaktyczna jest najbliższa oczekiwaniom studenta. Informacje na ten temat studenci mogli uzyskać na podstawie dostępnych w zakładce WILK biogramów przygotowanych przez nauczycieli, którzy wykazali chęć przystąpienia do projektu i objęcia opieką studentów. Ostatecznie, zrekrutowano 36 studentów głównie kierunku Biologia i Biotechnologia, w tym 10 w ramach tutoring i 26 realizujących ścieżkę mentoringową. Opiekę nad studentami pełniło 10 certyfikowanych tutorów i 20 mentorów. Zgodnie z regulaminem pro-

The screenshot shows the title page of the WILK website. At the top left is the WILK logo with the text 'Wsparcie i Lokowanie Kompetencji'. Below it is a 'MENU' section with links for 'PROJEKCIJE WILK', 'TUTORING', 'MENTORING', 'NIE MOGĘ SIĘ ZDECYDOWAĆ...', 'FILM', and 'KONTAKT Z KOORDYNATOREM'. There are also social media icons for Facebook, Instagram, YouTube, and LinkedIn, and the UAM logo. The main content area has a header 'Tutoring i mentoring na Wydziale Biologii' with a paw print icon and the text 'Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, rok akademicki 2021/22'. Below the header is a section 'O projekcie WILK' with a photo of students and text describing the project's goals: 'wzmacnianie rozwoju naukowego i kompetencji miękkich studenta poprzez spersonalizowaną ścieżkę edukacyjną w ramach tutoring lub mentoringu'. It also mentions that the project is for students in the 2nd and 3rd years of the first degree and 1st and 2nd years of the second degree. A paragraph below describes the educational approach: 'W edukacji spersonalizowanej student i nauczyciel wspólnie odpowiadają za proces oparty na relacji. W niej ważne jest wzajemne zaufanie, otwartość i autentyczność. Dzięki temu edukacja spersonalizowana staje się przestrzenią, w której może rozwinąć się pasja, kreatywność studenta, chęć wytyczania celów i ich realizacji. Wprowadzenie tutoring oraz mentoringu na Wydziale Biologii UAM ma za zadanie przede wszystkim wspierać i dynamizować proces kształcenia, ale także przygotować studenta do przyszłej pracy zawodowej, tym samym zwiększyć jego konkurencyjność na rynku pracy.' A final paragraph mentions resources like literature, podcasts, and articles.

Ryc.1. Strona tytułowa zakładki WILK na stronie Wydziału Biologii UAM
[3] <https://wilkwb.web.amu.edu.pl/index.php>



PCT-A - Profi Competence Test for Adults

Test PCT-A (Profi Competence Test for Adults) to najbardziej kompleksowy test badający potencjał, samoocenę, emocje, mocne strony i obszary do rozwoju osoby dorosłej. Jest wielowymiarowym narzędziem wykorzystywanym w badaniach osobowości w kontekście wielu obszarów życia prywatnego jak i zawodowego.

PCT-A jest narzędziem wspierającym proces poznania samego siebie oraz proces rozwoju zawodowego. Zalecany do budowania świadomości swoich zasobów oraz podczas budowania ścieżki kariery.

JA W RELACJI Życzliwość Chęć przebywania z ludźmi Kontakty interpersonalne Asertywność Szukanie wzajemności	JA WE WSPÓLPRACY Podjęzliwość Szczerość Egoizm Rywalizacja Pokora	JA W PRACY Skuteczność Liderstwo Kontrola siebie Dążenie do celu Sława
JA I MOJE EMOCJE Niepokój Poczucie niższości Bezradność Depresyjność Wrogie zachowania	JA I MOJA SAMOOCENA Zgodność z samym sobą Ogólne postrzeganie siebie Tożsamość Poczucie bliskości Atrakcyjność	JA W DZIAŁANIU Zorganizowanie Uporządkowanie Sumienność Ostrożność Wytrzymłość Wewnętrzsterowność

Ryc.2. Wymiary i podwymiary badane w ramach testu Profi Competence Test for Adults
[4] <https://proficompetence.com/pl/personality-test/show/17>

jektu dla tutoringu i dla mentoringu, chętni studenci mogli przystąpić do testów online badania osobowości, predyspozycji i kompetencji zawodowych - Profi Competence Education Tests (Ryc. 2). Było to możliwe dzięki nawiązaniu współpracy między Wydziałem Biologii a Profi Competence. Na potrzeby realizacji tego punktu projektu, członkowie Rady ds. tutoringu i mentoringu uczestniczyli w specjalistycznym kursie i uzyskali międzynarodowy certyfikat PROFICI COMPETENCE TEST.

Zadanie 3. Realizacja procesów tutorskich i mentorskich

Po zakończonej rekrutacji zostały uruchomione procesy tutorskie/mentorskie. Zgodnie z zapisami regulaminowymi, każdy proces obejmował 8 godzin lekcyjnych oraz pracę własną studenta pomiędzy spotkaniami z opiekunem (a przynajmniej tak było założenie, bo w praktyce

czas wzajemnej współpracy za obopólną zgodą wykraczał poza te ramy). Od strony formalnej, student realizował tutoring lub mentoring jako dodatkowy przedmiot za 1 pkt ECTS. Informacja o zrealizowanym tutoringu/mentoringu wpisana zostanie w suplemencie do dyplomu ukończenia studiów. W ramach tego zadania dokonano także zakupów materiałów do pracy ze studentami (tablica flipchart, karty Points of You), jak również książek/podręczników z zakresu tutoringu i mentoringu. Udało się ponadto stworzyć pokój tutora/mentora, w którym mogły się odbywać spotkania studentów z opiekunami zgodnie z ustalonym grafikiem.

Do najważniejszych efektów pracy tutorskiej/mentorskiej jakie osiągnęli studenci w ramach tegorocznej edycji WILKa należały:

1. przygotowanie dwóch wniosków grantowych Perły Nauki 2022,

2. przygotowanie projektów w ramach Konkursu ID-UB nr 034 Study@research,
3. artykuły przeglądowe oraz badawcze,
4. wystąpienia ustne i posterowe podczas konferencji naukowych, przygotowanie wystąpień konferencyjnych oraz kolejnych artykułów naukowych,
5. przygotowanie cyklu warsztatów dla uczniów szkół średnich.

Podczas tutoringu/mentoringu student miał możliwość rozwoju swoich kompetencji językowych (praca z literaturą anglojęzyczną), komunikacyjnych (nawiązanie relacji z opiekunem, prezentowania wyników swojej pracy), kompetencji informacyjnych (np. wyszukiwanie informacji), czy w zakresie przedsiębiorczości (planowanie ścieżki rozwoju zawodowego).

Zad. 4. Organizacja konferencji podsumowującej realizację projektu

Zgodnie z założeniami projektu punktem kończącym WILKa była konferencja zorganizowana w dniach 4–5 kwietnia 2022 na Wydziale Biologii UAM. Konferencja zatytułowana „WILCZY apetyt na rozwój” połączona była z warsztatami dydaktycznymi dla wydziałowych nauczycieli akademickich, które miały na celu podniesienie jakości kształcenia oraz wzmocnienie kompetencji dydaktycznych nauczycieli, zwłaszcza w wymiarze edukacji spersonalizowanej. Poszerzenie konferencji o warsztaty było możliwe dzięki wsparciu Pani Dziekan Wydziału Biologii prof. UAM dr hab. Beaty Messyasz oraz Prodziekana ds. studentów prof. dr hab. Małgorzaty Garnczarskiej. Szczegółowy program konferencji przedstawiono na rycinie 3.

Wśród gości zaproszonych na konferencję, którzy wygłosili wykłady lub/i przeprowadzili warsztaty były: dr hab. Joanna Mytnik, Anna Kaczalska, Sylwia Petryna oraz Eliza Szewc.

Warto dodać, iż nauczyciele Wydziału Biologii UAM mieli także okazję wziąć

udział w warsztatach z kolejnymi specjalistami z zakresu edukacji spersonalizowanej, które odbyły się w późniejszych terminach, a stanowiły kontynuację założeń projektu WILK. Doktor Beata Master przeprowadziła warsztaty Feedback – o informacji, która „karmi” (maj 2022), a Prof. UŚ dr Marek Kaczmarzyk, wygłosił wykład z elementami warsztatu pt: „Dobrostan nauczyciela. O trudnościach, potrzebach i dbaniu o siebie” (czerwiec 2022).

WILK w opiniach studentów

Bardzo cennym dla nas jako pomysłodawczyń i organizatorek projektu było uzyskanie opinii na jego temat od uczestników. Przeprowadzono wśród nich ankietę, a jej wyniki zostały zaprezentowane podczas kwietniowej konferencji. Ankietę wypełniło 50% studentów biorących udział w WILKu. Studenci bardzo wysoko ocenili zarówno przyrost wiedzy z wybranej tematyki, jak i rozwój swoich kompetencji personalnych i interpersonalnych. Wszyscy ankietowani studenci uważają uczestnictwo w projekcie za godne polecenia koleżankom i kolegom, którzy jeszcze się nie zdecydowali na edukację spersonalizowaną jaką jest tutoring/mentoring. Kilku uczestników projektu zadeklarowało swój udział także w konferencji podsumowującej WILK-a, która odbyła się na Wydziale Biologii UAM w dniu 5 kwietnia br. Ich udział w konferencji, a zwłaszcza w panelu dyskusyjnym wniósł niezwykle ważne spojrzenie na projekt ze strony studenta. Ponad 90% ankietowanych wskazało na chęć skorzystania z oferty jaką przygotowaliśmy dodatkowo w ramach projektu – wykonanie testu osobowości PCT-A Profi Competence badającego potencjał, samoocenę, mocne strony, obszary do rozwoju u osoby dorosłej. Wyniki testu oraz zawarte w nim rekomendacje mogą być bardzo pomocne także w kreowaniu ścieżki zawodowej, już na etapie studiowania.



**Konferencja Dydaktyczna podsumowująca projekt WILK (Wspieranie
i Lokowanie Kompetencji) połączona z warsztatami dydaktycznymi
dla nauczycieli akademickich Wydziału Biologii UAM
4-5 kwietnia 2022 r.**

WILCZY apetyt na rozwój

4 kwietnia 2022 r.

- 13.00-16.00 - warsztaty stacjonarne – Planowanie i realizacja – narzędzia do pracy indywidualnej oraz grupowej - Anna Kaczalska – psycholog, akredytowany coach ICF - Międzynarodowej Federacji Coachingu na poziomie PCC (PCC – Professional Certified Coach), akredytowany mentor i trener rozwoju osobistego, a także wykładowca akademicki
- 17.00-20.00 - warsztaty online (platforma Teams) - Small teaching, czyli małe wielkie zmiany. Jak wspierać motywację i koncentrację studentów? Dr hab. Joanna Mytnik, prof. PG - Dyrektorka Centrum Nowoczesnej Edukacji Politechniki Gdańskiej, pasjonatka projektowania procesów uczenia się za pomocą niestandardowych metod i narzędzi

5 kwietnia 2022 r.

- 9.00-9.15 - otwarcie konferencji, powitanie gości i uczestników - prof. dr hab. Joanna Wójcik, prorektor UAM ds. studenckich i kształcenia, i prof. UAM dr hab. Beata Messyasz, dziekan Wydziału Biologii
- 9.15-9.30 - wprowadzenie do tematyki konferencji - prof. dr hab. Małgorzata Garnczarska, prodzikan ds. Studenckich WB, i prof. UAM dr hab. Anita Szwed, przewodnicząca Rady ds. Tutoringu i Mentoringu WB
- 9.30-10.30 - Mentoring – odkrywanie i rozwijanie potencjału osobistego i zawodowego - wykład wygłosi Sylwia Petryna - autorka Szkoły Mentorów i Trenerów, certyfikowany Coach ICF - Międzynarodowej Federacji Coachingu na poziomie ACC (ACC - Associate Certified Coach), praktyk

Ryc.3. Szczegółowy program konferencji „Wilczy apetyt na rozwój”

Poniżej przedstawiono przykładowe pytania z ankiety wraz z odpowiedziami studentów:

Na ile ocenia Pani/Pan przyrost wiedzy z wybranej tematyki dzięki udziałowi w projekcie WILK (skala od 1 do 10)?

Wynik: średnia 8,94

Na ile ocenia Pani/Pan rozwój w zakresie swoich kompetencji personalnych, interpersonalnych (skala od 1 do 10)?

Wynik: średnia 8,56

Prosimy o podanie kilku kompetencji, w zakresie których nastąpił największy rozwój w Pani/Pana ocenie

Poniżej kompetencje wskazane najczęściej przez studentów:

- kreatywność,
- radzenie sobie ze stresem,
- nabycie umiejętności przygotowywania wystąpień
- podniesienie pewności siebie podczas wygłaszania wystąpień,
- nabycie umiejętności przygotowywania stanowiska w laboratorium,
- umiejętność pracy w laboratorium,
- lepsza organizacja pracy, większa wiedza na temat możliwych dalszych ścieżek rozwoju,
- lepsza umiejętność pozyskiwania informacji, lepsze rozeznanie w obszarze prowadzenia badań,
- zdolność do wyszukiwania literatury naukowej i pisanie artykułów naukowych,
- wiedza merytoryczna z zakresie pracy naukowej, przygotowanie do przyszłej pracy zawodowej.

Jakie elementy pracy tutorskiej/mentorskiej podobały się Pani/Panu najbardziej?

Studenci na tak postawione pytanie otwarte wskazywali m.in. na rangę rozmowy opartej na otwartości, współpracę z tutorem/mentorem, uzyskiwanie od niego wsparcia merytorycznego. Doceniali brak

barier formalnych, co sprzyjało zadawaniu pytań i dyskusji (przykłady opinii poniżej):

- możliwość pracy w dwie osoby, cudowna atmosfera,
- możliwość autorskiego tworzenia materiałów przy ogromnym wsparciu zarówno merytorycznym, jak i motywacyjnym tutora; dało mi to poczucie sprawczości i autonomii,
- dostarczanie przez tutora wielu źródeł informacji, uczestnictwo w webinarach i spotkaniach rozwijających moje kompetencje,
- podobała mi się możliwość bezpośredniego kontaktu z opiekunem. Dodatkowo, bardzo doceniam fakt, iż w ramach jakiegokolwiek wątpliwości mogłam zwrócić się do opiekuna o pomoc lub o zapytanie. Bardzo doceniam każdą wskazówkę, uwagę, a także duże oparcie jakie miałam ze strony opiekuna.

Co było największą trudnością w trakcie realizacji tutoringu/mentoringu?

Odpowiadając na pytanie otwarte największa liczba studentów zadeklarowała, że nie napotkali żadnych trudności. Inne wymieniane to konieczność wyjścia ze swojej strefy komfortu, gospodarowanie czasem i wykonywanie wielu nowych zadań, które trzeba było łączyć ze studiami oraz zbyt mała liczba godzin przeznaczona na program mentoringowy/tutoringowy.

Co zdaniem Pani/Pana stanowi najważniejszy efekt zrealizowanej ścieżki?

Wielu studentów wskazało na następujące efekty:

- dzięki programowi mentoringu pozyskałam wiele informacji, które na pewno przydadzą mi się w dalszej karierze naukowej, ale również wiele umiejętności,
- najważniejszym dla mnie efektem jest fakt pozyskania przygotowania do dalszej kariery naukowej od strony praktycznej,
- świadomość o możliwościach własnego, dalszego rozwoju

Czy poleciliby Pani/poleciliby Pan udział w projekcie WILK innym studentom?

Wszyscy uczestnicy ankiety odpowiedzieli twierdząco.

Kilka słów podsumowania

Dzięki studentom, którzy postanowili wziąć udział w projekcie i pracować w formule spersonalizowanej oraz dużemu zaangażowaniu nauczycieli akademickich pełniących rolę tutora/mentora, udało się zorganizować i zrealizować I edycję WILKa. Jako pomysłodawczyni i organizatorki przedsięwzięcia mamy nadzieję na kolejne edycje. Naszym działaniom przyświecało przekonanie, iż nadrzędnym celem uniwersytetu jest stworzenie studentom warunków z dostępem do aktualnej wiedzy i praktyki w zakresie studiowanej dziedziny, ale równocześnie poza rozwojem kompetencji zawodowych (naukowych) także współbudowanie przestrzeni do rozwoju umiejętności miękkich studenta. Wreszcie, co zostało zaznaczone we Wstępie artykułu, tutorzy i mentorzy starali się otworzyć przestrzeń do nawiązania dobrych relacji między nauczycielem a studentem. Uzyskane w ankietach odpowiedzi uczestników projektu pozwalają sądzić, iż cel ten został osiągnięty. Bardzo cenne dla nas były wskazówki, uwagi studentów np. dotyczące wymiaru godzinowego realizowanych procesów tutorskich, czy mentorskich. Te informacje będą dla nas pomocne przy organizacji następnej edycji WILKa.

Z uzyskanych w rekrutacji danych wynika, iż studenci studiów licencjackich (II, III rok) chętniej wybierają ścieżkę tutoringową, podczas gdy studenci studiów magisterskich decydują się najczęściej na pracę w ramach mentoringu. Taka sytuacja wydaje się być całkowicie zrozumiała biorąc pod uwagę fakt, iż studenci starszych lat (niektórzy z nich wcześniej brali udział w tutoringach KRABa) na obecnym etapie ich edukacji potrzebują mentora, czyli specjalisty w danej dziedzi-

nie naukowej, który prowadzi badania, często także realizuje granty naukowe i może być bardzo pomocny w pokierowaniu studentem na drodze realizacji jego pomysłów badawczych lub włączyć studenta do grupy badawczej mentora. Równocześnie jesteśmy przekonane o dalszej potrzebie kontynuacji KRABa dedykowanego studentom I roku studiów I stopnia. Cenne byłyby także naszym zdaniem spotkania uczestników obu projektów jako czas wymiany swoich doświadczeń i zacieśnianie więzów studenckich na Wydziale Biologii.

Literatura:

Morańska, K., Gwit, M., Knopik-Skrocka, A. 2021. Od edukacji spersonalizowanej do edukacji społecznej, czyli od pasji naukowej do studenckich projektów dotyczących nowotworów złośliwych *Tutoring Gedanensis* 6(1), 13-19, <https://doi.org/10.26881/tutg.2021.1.02>

Źródła elektroniczne:

- [1] <https://businessinsider.com.pl/firmy/zarzadzanie/umiejetnosci-miekkie-w-pracy-najbardziej-doceniane-przez-prezesow-firm/c4w23dg> [dostęp 22.08.2022].
- [2] <https://businessinsider.com.pl/rozwoj-osobisty/kariera/dwie-umiejetnosci-przydatne-w-karierze-w-biznesie-wedlug-szefow-globalnych-firm/0bj5eyt> [dostęp 22.08.2022].
- [3] <https://wilkwb.web.amu.edu.pl/index.php> [dostęp 22.08.2022].
- [4] <https://proficompentence.com/pl/personality-test/show/17> [dostęp 22.08.2022].

Notka o Autorkach

dr, prof. UAM Agnieszka Cieszyńska, biolog, pedagog, nauczycielka akademicka Wydziału Biologii UAM, akredytowany praktyk tutoringowy, członek Rady ds. tutoringów i mentoringu Wydziału Biologii

UAM,

dr, prof. UAM Agnieszka Knopik-Skrocka, biolog, nauczycielka akademicka Wydziału Biologii UAM, akredytowany praktyk tutoringu, członek Rady ds. tutoringu i mentoringu Wydziału Biologii, pełnomocnik Dziekana Wydziału Biologii ds. studenckich praktyk i staży zawodowych, opiekun sekcji Badań Nowotworów Koła Naukowego Przyrodników,

dr hab., prof. UAM Ewa Sobieszczuk-Nowicka, biotechnolożka, fizjolożka molekularna i ekofizjolożka roślin. nauczycielka akademicka Wydziału Biologii UAM, akredytowany praktyk tutoringu, certyfikowany coach ICF, członek Rady ds. tutoringu i mentoringu Wydziału Biologii UAM,

dr hab. prof. UAM Anita Szwed, biolog człowieka, nauczycielka akademicka Wydziału Biologii UAM, członek Rady programowej grupy kierunków: biologia, biologia i zdrowie człowieka oraz neurobiologia Wydziału Biologii UAM, akredytowany praktyk tutoringu, pełnomocnik Dziekana Wydziału Biologii ds. tutoringu i mentoringu, przewodnicząca Rady ds. tutoringu i mentoringu Wydziału Biologii UAM.

Molekularny system kontroli jakości, czyli jak białka wychodzą na prostą (zwinęta)?

Karolina Matulewska

*Uniwersytet Gdański, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed
e-mail: karolinamatulewska@wp.pl*

dr Katarzyna Węgrzyn

Uniwersytet Gdański, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed, Instytut Biotechnologii UG, Zakład Biologii Molekularnej

dr hab. Szymon Ziętkiewicz

Uniwersytet Gdański, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed, Instytut Biotechnologii UG, Zakład Biochemii Białek

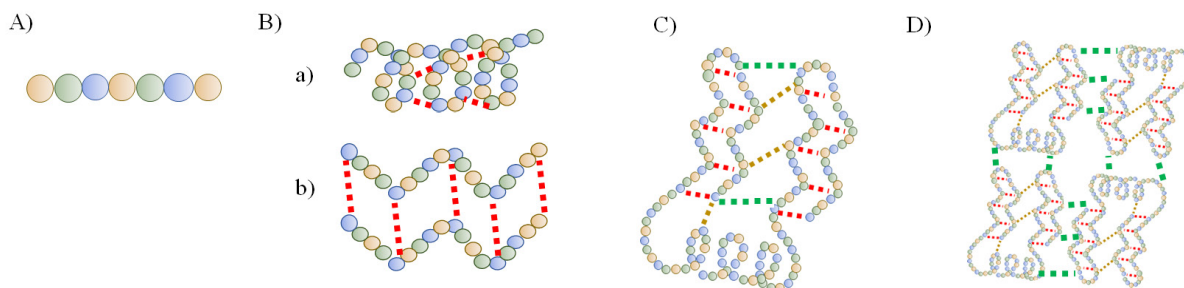
Słowa kluczowe: białka szoku termicznego, fałdowanie białek, choroby neurodegeneracyjne, nowotwory

Wstęp

Białka pełnią w organizmach żywych kluczową rolę. Odpowiadają między innymi za budowanie i wzmacnianie struktur komórkowych (np. kolagen wzmacniający chrząstki), pełnią rolę enzymów (np. laktaza rozkładający cukier w mleku – laktozę) i hormonów (np. insulina obniżająca poziom cukru we krwi). Jakiegokolwiek ich dysfunkcje mogą prowadzić do poważnych chorób. Zaburzenia polegające na nieprawidłowym ukształtowaniu białek oraz ich zlepianiu się w większe agregaty mogą być przyczyną m.in. choroby Alzheimer’a, Parkinson’a czy płasawica Huntingtona. Ponadto mechanizmy odpowiedzialne za prawidłowe kształtowanie białek mogą uczestniczyć w procesie nowotworzenia (Kumar i in., 2016). Prowadzone są liczne badania zarówno na poziomie badań podstawowych, jak

i klinicznych dotyczące przyczyny tych chorób, a także ich przebiegu, w tym roli czynników odpowiadających za strukturę białek funkcjonalnych i jej zmiany.

Budowę białka można porównać do fantazyjnej biżuterii ze sznura koralików (Ryc. 1). Każdy koralik to aminokwas. Ich kolejność nazywana jest przez biochemików strukturą pierwszorzędową białka. To, czy sznur zostanie ułożony w spiralę (helisę), czy harmonijkę stanowi natomiast o strukturze drugorzędowej (Voet i Voet, 2004). Ułożenie tychże sznurów względem siebie i połączenia między nimi to struktura trzeciorzędowa, a połączenie kilku sznurów to struktura czwartorzędowa. Ta ostatnia nie zawsze występuje, ponieważ niektóre białka składają się jedynie z jednego łańcucha. Każda ze struktur musi być poprawnie uformowana, aby białko mogło pełnić swoją rolę. Struktura pierwszorzędowa tj. kolejność aminokwasów, zapisana jest w DNA, jednak za kolejne etapy tworzenia funkcjonalnego białka odpowiadają bohaterowie



Ryc. 1. Struktura białek. (A) struktura pierwszorzędowa (B) struktura drugorzędowa a) alfa-helisa, b) beta-kartka, (C) struktura trzeciorzędowa z mostkami disiarczkowymi, (D) struktura czwartorzędowa. Czerwone przerywane linie reprezentują wiązania wodorowe, żółte mostki disiarczkowe, a zielone oddziaływania jonowe

tego artykułu – białka opiekuńcze (*ang. chaperone, heat shock proteins - Hsp*). Te molekularne opiekunki zapewniają łańcuchowi aminokwasów opuszczającemu rybosom prawidłowe zwinięcie (sfałdowanie) oraz ratują już istniejące, ale źle sfałdowane białka.

Od DNA do białka

DNA transkrybowany jest na mRNA w jądrze i następnie transportowany do cytoplazmy i rybosomu, gdzie następuje translacja. Rybosom potrafi odczytywać sekwencję nukleotydów, z których zbudowany jest RNA oraz przetłumaczyć ją na sekwencję połączonych ze sobą aminokwasów.

W ten sposób powstaje wcześniej wspomniany sznur koralików. To, czy zwinie się on tak jak trzeba zależy między innymi od struktury I – rzędowej. Występowanie poszczególnych aminokwasów w konkretnych miejscach w sekwencji z reguły wymusza odpowiednie zwinięcie. Odpowiadają za to oddziaływania między nimi takie jak wiązania wodorowe, czy oddziaływania van der Waalsa (odpowiadające za tworzenie się takich form przestrzennych jak alfa helisy i beta kartki) i hydrofobowe. Oddziaływania hydrofobowe występują pomiędzy hydrofobowymi aminokwasami powodując zwinięcie całego łańcucha, a także odpychają hydrofilowe cząsteczki wody nie dopuszczając ich do wnętrza struk-

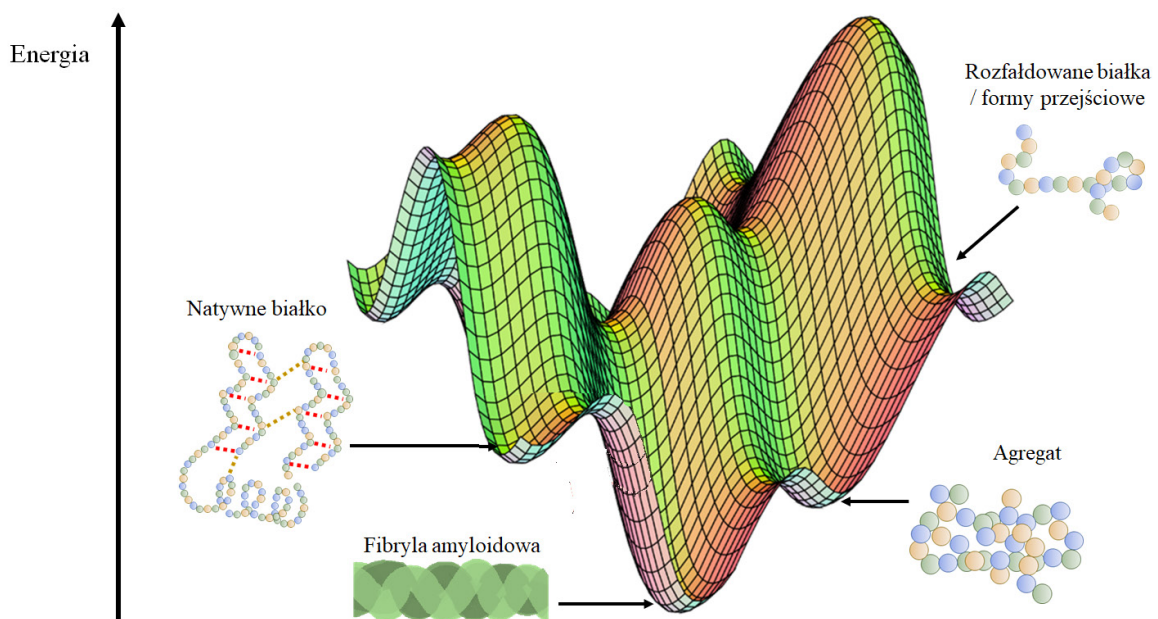
tury tworzonego białka. Jest to tak zwany efekt hydrofobowy, który jest jednym z najlepiej przebadanych procesów termodynamicznych dla procesu fałdowania białek. Aby wyobrazić sobie własności hydrofobowe możemy pomyśleć o okach w rosole. Hydrofobowe cząsteczki tłuszczu łączą się ze sobą tworząc swoiste micelle na powierzchni i odpychają hydrofilową część zupy.

Innym procesem w spontanicznym fałdowaniu białek wynikającym ze struktury I-rzędowej jest tworzenie się mostków disiarczkowych. Jest to wiązanie pomiędzy atomami siarki znajdującymi się w aminokwasie – cysteinie. Dzięki temu wiązaniu możliwe jest utrzymanie białka w odpowiedniej formie między innym poprzez zachowanie hydrofobowego rdzenia białka czy ograniczenie dostępności wody wokół cząsteczek białka.

Wszystkie spontaniczne procesy chemiczne dążą do jak najmniejszej energii wewnętrznej cząsteczki. Gdy białko zostanie poprawnie zwinięte, tworzy się wiele korzystnych oddziaływań między aminokwasami, które powodują obniżenie (wydzielenie) energii wewnętrznej. W trakcie tego procesu bardzo mocno obniża się również entropia (miara nieuporządkowania) układu. Oznacza to, że w stanie rozwiniętym każda cząsteczka białka ma inny, przypadkowy, kształt, natomiast w trakcie zwijania wszystkie cząsteczki przybierają jednakowy kształt

– stają się uporządkowane. Jednak obarczone jest to kosztem energetycznym – na uporządkowanie układu "zużywa się" znaczna część energii wyzwolonej przez pojawienie się korzystnych oddziaływań. Ostatecznie bilans obu aspektów zwijania, delikatnie wypada na korzyść prawidłowo zwiniętego białka. W konsekwencji, stabilność prawidłowo zwiniętego białka jest najczęściej nieznaczna. W przypadku niektórych łańcuchów do odpowiedniego zwinięcia wystarcza struktura I – i II – rzędowa. Zdarzają się jednak sytuacje, w których nie są one wystarczające do uzyskania struktury III – rzędowej. W tym momencie nieustrukturyzowane łańcuchy potrzebują zewnętrznej pomocy w postaci białek opiekuńczych, które odpowiednio nimi pokierują, aby znalazły się w minimum energetycznym, w którym będą prawidłowo zwinięte (natywne) (Jahn i Radford, 2005). Różne formy jakie przybiera białko możemy rozmieścić na hiperpowierzchni energii potencjalnej. W uproszczeniu możemy przedstawić ją jako krajobraz składający się z gór i dolin. W najniższej

położonych dolinach plasują się formy białka o najniższej energii. Im wyżej doliny są położone względem siebie na tej powierzchni, tym energia rozmieszczonych na nich białek zwiększa się (Ryc. 2). Pojedyncza cząsteczka białka zwijając się, porusza się po zboczu swojej hiperprzeźstrzeni, szukając kształtu odpowiadającego minimum energii. Ale w komórce, w której obecne jest jednocześnie mnóstwo innych cząsteczek, w grę wchodzi także oddziaływanie między różnymi cząsteczkami, mogące np. prowadzić do agregacji, czy tworzenia fibryli amyloidowych (Abildgaard i in., 2020). Taki agregat plasuje się energetycznie niżej niż natywne, aktywne białko, a ponieważ ma chaotyczną strukturę to nie płaci ceny spadku entropii. Jednocześnie silne oddziaływania hydrofobowe, zlepiające razem rozwinięte łańcuchy, także uwalniają z układu dużo energii. Zarówno za niska, jak i za wysoka stabilność uniemożliwia większości białek pełnienie swoich funkcji. Dlatego tak ważne jest zaopiekowanie się nim na kolejnych etapach fałdowania.



Ryc. 2. Hiperpowierzchnia energii potencjalnej, krajobraz energetyczny. Rozmieszczenie poszczególnych form białek na powierzchni energii potencjalnej

Grono opiekunów

Gdy już znamy fizykę stojącą za fałdowaniem białka możemy wrócić do momentu, w którym wychodzi ono z rybosomu i ma się zwinąć.

Niekiedy zdarza się, że białko od razu po wyjściu z rybosomu (lub w trakcie wychodzenia) dobrze się sfałduje tworząc swoją natywną postać, ponieważ wymusza to jego struktura drugorzędowa (Fatima i in., 2021), (Anfinsen, 1972). Można powiedzieć, że białko zostało w pewien sposób nauczone jak się zachować i nie potrzebuje pomocy w wyjściu na prostą. Czasem jednak struktura drugorzędowa nie wystarcza, aby osiągnąć stan korzystny energetycznie. Wówczas do akcji wkraczają białka opiekuńcze i cały system kontroli jakości białek (ang. *PQC, protein quality control*).

Ze względu na mnogość i różnorodność obecnych w komórce białek opiekuńczych należy przed zagłębieniem się w los opuszczającego rybosom białka, poznać ich rodzaje i możliwości. Jednym z kryteriów podziału jest masa białka wyrażona w kilodaltonach. I tak mamy do czynienia z białkami Hsp25 (sHsp), Hsp40, Hsp60, Hsp70, Hsp90, czy Hsp100 (Wentink, Nussbaum-Krammer and Bukau, 2019), (Genest i in., 2019; Janowska i in., 2019). Inny podział mówi o funkcji pełnionej przez dane białko. Tutaj wyróżniamy białka o trzech podstawowych funkcjach – holdazy, foldazy i dezagregazy. Holdazy (ang. hold – przytrzymać, np. TF) stabilizują częściowo sfałdowane białko, aby umożliwić działanie foldazy (np. GroEL, DnaK, DnaJ), które zmieniają sfałdowanie lub całkowicie rozfałdowują białko. Ostatnia grupa, dezagregazy (np. ClpB) powodują częściowe rozwinięcie agregatów i przekazują je z powrotem do holdaz i foldaz (Tabela 1) (Fatima i in., 2021).

Wróćmy jednak do białka opuszczającego rybosom i zbaczającego z prawidłowej, natywnej ścieżki fałdowania. Sy-

gnałem alarmowym, że z białkiem dzieje się coś niedobrego, jest ułożenie hydrofobowych reszt aminokwasowych na zewnątrz struktury. Wówczas przyłącza się w takie miejsce pierwsze białko opiekuńcze z rodziny holdaz – TF (ang. *trigger factor*) (Chamera i in., 2019; Rosenzweig i in., 2019) (Ryc.3, I). Przytrzymuje ono źle zwijający się polipeptyd wychodzący z rybosomu spowalniając jego spontaniczne fałdowanie. W komórkach eukariotycznych podobną funkcję pełnią kompleksy RAC i NAC (Balchin i in., 2016). Następnie niesforne białko trafia pod opiekę białek Hsp70 (np. DnaK w komórkach bakteryjnych) i Hsp40 (np. DnaJ w komórkach bakteryjnych, DnaJ w komórkach rośliny *Arabidopsis thaliana*) (Ryc. 3, II). Jako pierwsze przyłącza się białko Hsp70, którego działanie regulują i wspomagają białka NEF (ang. *nucleotide exchange factor*, GrpE w komórkach bakteryjnych, komórki eukariotyczne posiadają bardzo dużo różnych białek pełniących tę funkcję np. BAG, HspBP1) oraz Hsp40 (DnaJ). Przyłączenie tego ostatniego powoduje hydrolizę związanego ATP do ADP, co stanowi swoistą „siłę napędową” dalszych procesów. Hydroliza powoduje zmiany konformacyjne białka opiekuńczego i schwytywanie źle sfałdowanego białka. Do takiego kompleksu przyłącza się GrpE (Ryc.3, III) uwalniając białko spod opieki Hsp70. Ta interwencja białka z rodzaju NEF może pomóc w prawidłowym sfałdowaniu się podopiecznego, lecz nie zawsze jest wystarczająca. Wówczas potrzebuje on większego wsparcia. W takim wypadku zaangażowane są kolejne białka opiekuńcze – GroES i GroEL (u eukariontów jest to kompleks TRiC) (Ryc.3, IV) Tworzą one swego rodzaju beczkę, w której „nicpoń” jest zamykany i ustawiany do pionu. Jest to szczególnie sprytne rozwiązanie ze względu na sprzyjające, hydrofilowe warunki w jej wnętrzu, dzięki którym nieprawidłowo zwinięte białko ma szansę pochować swoje hydrofobowe reszty do wewnątrz (Balchin i in., 2016).

Tabela 1. Funkcje poszczególnych klas białek opiekuńczych wraz z przykładami białek występujących w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych (Fatima i in., 2021; Joly i in., 1994; Zorzi i Bonvini, 2011)

Rodzina	Organizm	Przykłady	Lokalizacja
Hsp40	<i>E. coli</i> Drożdże człowiek	DnaJ Ydj1 Hdj1	Cytoplazma Cytoplazma Jądro komórkowe
Hsp60	<i>E. coli</i> Drożdże Człowiek	GroEL/ES Hsp60 TRiC	Cytoplazma Mitochondrium Cytoplazma i jądro komórkowe
Hsp70	<i>E. coli</i> Drożdże Człowiek	DnaK Ssa1 Hsp70, BIP	Cytoplazma Cytoplazma Cytoplazma
Hsp100	<i>E. coli</i> Drożdże	ClpB Hsp104	Cytoplazma Cytoplazma
sHsp	<i>E. coli</i> Człowiek	IbpA Hsp27, krystalina	Cytoplazma Cytoplazma

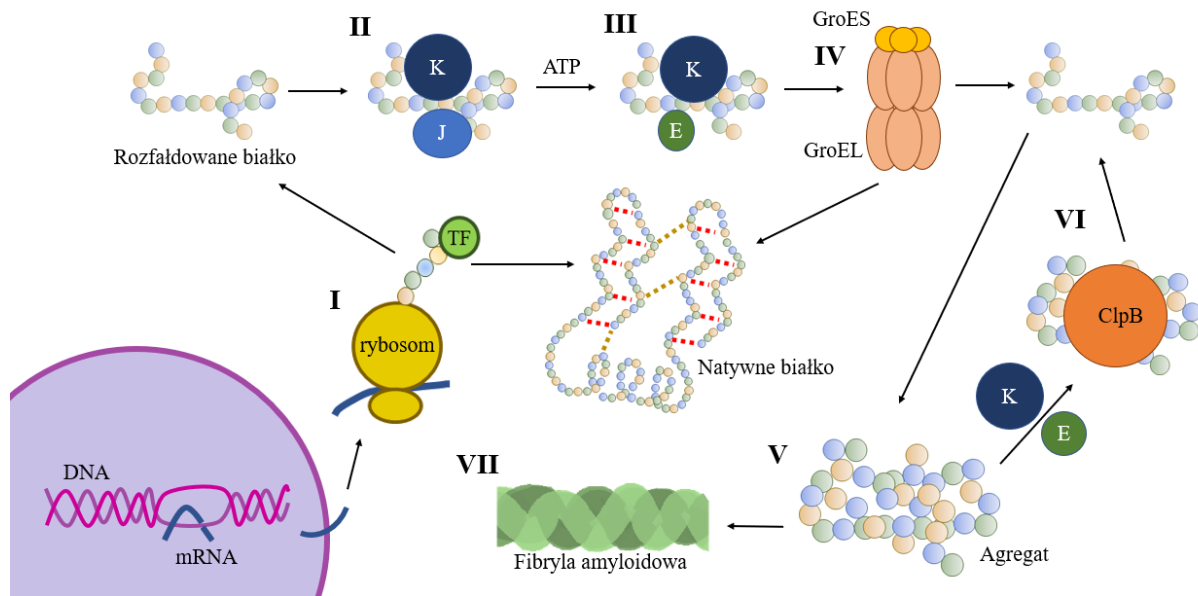
Może się jednak zdarzyć, że pomimo starań białek opiekuńczych nie uda się uratować buntowników. Wówczas powstaje zlepek (agregat) źle sfałdowanych białek, które nie dość, że nie pełnią swojej funkcji to dodatkowo są toksyczne dla komórki (Ryc.3, V) (Wentink i in., 2020). Tu pomóc mogą m.in. białka NEF czy białka opiekuńcze Hsp100 z rodziny dezagregaz (np. ClpB z rodziny AAA+ u bakterii) (Ryc.3, VI). ClpB wyciąga nieszczęśników z agregatu wykorzystując mechanizm oparty o hydrolizę ATP (Fatima i in., 2021). Gdy jednak on również poniesie klęskę, agregaty powiększają się o kolejne źle sfałdowane białka tworząc bardzo uporządkowaną (niska energia potencjalna, komfortowa dla struktury) formę zwaną fibrylą amyloidową (Ryc.3, VII). Może ona zostać jeszcze pocięta, a jej resztki są znakowane i kierowane do usunięcia. Natomiast jeśli te działania systemu kontroli jakości białek będą niewystarczające i agregaty gromadzą się w coraz większej

ilości prowadzi to do rozwoju wielu chorób, jak chociażby wymienione we wstępie choroby Alzheimer'a, Parkinson'a, płasawica Huntingtona, czy nowotwory (Wentink i in., 2019).

Białka nie w formie

Choć choroby wynikające z nagromadzenia się ciał amyloidowych są chorobami o wieloczynnikowej etiologii, to złogi amyloidowe są jednym z kluczowych wywołujących je elementów, a także wpływających na przebieg i dotkliwość schorzenia (Soto, 2003).

Dużą grupą chorób związanych z gromadzeniem się źle sfałdowanych białek są choroby neurodegeneracyjne takie jak choroba Alzheimera czy Parkinsona. Występujące zazwyczaj w podeszłym wieku nie bez przyczyny. Wraz z biegiem lat system kontroli jakości białek, w którego skład wchodzi między innymi białka opiekuńcze, zaczyna niedomagać podobnie jak inne elementy organizmu.



Ryc.3. Synteza i fałdowanie białek w komórce bakteryjnej. Oznaczenia: K – DnaK (Hsp70); J – DnaJ (Hsp40); E - GrpE; TF – trigger factor; ClpB – dezagregaza (Hsp100). (I) przyłączenie holdazy TF do opuszczającego rybosom białka; (II) przyłączenie białka DnaK i DnaJ; (III) przyłączenie białka GrpE; (IV) Zamknięcie białka w kompleksie GroES/GroEL; (V) powstanie agregatu; (VI) przyłączenie dezagregazy ClpB z udziałem DnaK i GrpE; (VII) powstanie fibryli amyloidowej

W przypadku choroby Alzheimer’a odkładanie się toksycznych fibryli amyloidowych A β prowadzi do śmierci komórki (apoptozy), a tym samym do dysfunkcji synaps nerwowych oraz postępującej neurodegeneracji. Objawia się ona poprzez demencję, problemy z orientacją przestrzenną i mową oraz zmiany zachowania i apatię. Zmiany obejmują przede wszystkim mózg i można je zobrazować m.in. za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI) i tomografii komputerowej (CT) i innych. Podobne objawy, ale także charakterystyczne drżenie rąk i problemy ruchowe występują w chorobie Parkinsona. W tym przypadku w mózgu odkłada się α – synukleina, co prowadzi do degeneracji neuronów dopaminergicznych (Wan i Chung, 2012).

Chorobą ujawniającą się szybciej, bo już między 30. a 50. rokiem życia jest płasawica Huntingtona. Polega ona na mutacji w genie kodującym huntingtynę, w wyniku której syntezowane biał-

ko jest wydłużone. Zmutowane białka często są celem białek opiekuńczych, jednak zmutowana huntingtyna (mHtt) jest przebiegła. Łączy się ona z czynnikiem transkrypcyjnym odpowiedzialnym za transkrypcję genu kodującego Hsp70 obniżając jego syntezę. W komórce pozbawionej opiekunów mHtt może do woli agregować, a do tego powoduje niemożność prawidłowego sfałdowania się wszystkich innych białek. To prowadzi do agregatowej katastrofy i śmierci komórki.(Reis, Pinho and Oliveira, 2017). W przypadku płasawicy Huntingtona potencjalna terapia nasuwa się jakby sama – zwiększenie ekspresji białek opiekuńczych z rodziny Hsp70. Niestety, choć badania *in vitro* wskazały na skuteczność takich działań już 20 lat temu, nie powstał oparty na tym mechanizmie lek ze względu na jego toksyczne działanie na komórki wątrobowe (hepatotoksyczność) (Sittler i in., 2001). Badania kliniczne skupiają się raczej na lekach „przechwytu-

jących” mRNA kodującego zmutowaną huntingtynę i unieszkodliwiających go (Tabrizi i in., 2019). I choć w tym przypadku użycie białek opiekuńczych w celach terapeutycznych nie jest takie proste, to możemy z powodzeniem wykorzystywać je w leczeniu innych chorób takich jak na przykład nowotwory.

Pomimo, że agregaty źle sfałdowanych białek, wydają się wyrokiem dla komórki, należy pamiętać, że życie nie jest tak czarno – białe. Otóż okazuje się, że niektóre agregaty pełnią ważną rolę w funkcjonowaniu komórki – są to funkcjonalne ciała amyloidowe. Jednym z ich zadań jest chociażby umożliwienie komórkom przylegania do podłoża; w przypadku bakterii pośredniczą one w formowaniu biofilmu. Dodatkowo często stanowią rusztowanie dla innych białek (Levkovich i in., 2021). U ludzi zaobserwowano między innymi, że odpowiednie fibryle amyloidowe pełnią rolę magazynu toksycznych produktów pośrednich syntezy melaniny. Ciekawym przykładem funkcji fibryl amyloidowych jest również tworzenie z nich kompleksów sygnalizacyjnych uruchamiających przeróżne mechanizmy komórkowe jak np. nekroza. Jest to rodzaj śmierci komórki, której jednym z inicjatorów jest pojawienie się funkcjonalnych zlepeków kinaz o jakże wymownych nazwach – RIP1 i RIP3. Kolejnym przykładem jest cała grupa związków o działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Jednym z elementów wrodzonego układu odpornościowego są tzw. peptydy przeciwdrobnoustrojowe (ang. *antimicrobial peptides*, AMPs), których część (np. LL-37, protegryna – 1) funkcjonuje właśnie pod postacią fibrylli (Jackson i Hewitt, 2017). Nawet tak kluczowe zjawisko jak wniknięcie plemnika do komórki jajowej możliwe jest dzięki obecności ciał amyloidowych. Zapewniają one stabilność akrosomu obecnego w główce plemnika, co jest niezwykle ważne, ponieważ obecne są w niej białka łączące się z komórką

jajową. Białka te ze względu na niestabilne warunki i pełne przygód życie plemników narażone są na zniszczenia (w tym denaturację i agregację), a amyloidy pełnią funkcję ich ochroniarzy (Guyonnet i in., 2014).

Białka opiekuńcze dbają też o nowotwory

Komórki nowotworowe charakteryzują się wzmożonym metabolizmem, ale także nieskończoną ilością możliwych podziałów oraz nieśmiertelnością, do czego wykorzystują m.in. białka z rodziny Hsp. W zdrowej komórce nagromadzenie źle sfałdowanych białek może prowadzić do apoptozy. To pozwala oczyścić organizm z nieprawidłowo funkcjonujących komórek. Białka opiekuńcze pracują do końca życia komórki; nie zważając na okoliczności koncentrują się na swoich źle sfałdowanych podopiecznych. Ten mechanizm wykorzystywany jest sprytnie przez komórki nowotworowe, które zwiększają produkcję białek opiekuńczych, aby te służyły kancerogenezie ze względu na swoje antyapoptotyczne właściwości (Kumar i in., 2016). Dodatkowo niektóre białka opiekuńcze mogą osłabiać działanie leków przeciwnowotworowych, promować migrację komórek (przerzuty), a tym samym obecność poszczególnych klas Hsp może służyć ocenie rokowania pacjenta (Yun i in., 2020). Nowotwory wykorzystują do swoich niecznych celów różne rodzaje białek opiekuńczych. Tak na przykład w komórkach nowotworowych piersi i macicy obserwujemy zwiększone stężenie białek Hsp70, podczas gdy w innych nowotworach nabłonkowych są to Hsp27 i Hsp70. Natomiast Hsp90 dominuje w komórkach raka piersi opornych na chemioterapię (Kumar i in., 2016).

Podobnie jak w przypadku płasawicy Huntingtona jednym z pomysłów leczenia nowotworów jest farmakologiczna zmiana stężenia białek opiekuńczych

(w tym przypadku zmniejszenie ich stężenia). Nie jest to jednak jedyna możliwość w przypadku walki z nowotworami. Ciekawym podejściem jest również wykorzystanie faktu, iż część białek opiekuńczych znajduje się w błonie komórki nowotworowej i może zostać wykryta przez przeciwciała monoklonalne. Potrafią one niezwykle specyficznie wiązać się do molekuł, przeciwko którym są skierowane. Zaaplikowanie przeciwciał skierowanych przeciwko błonowym białkom Hsp70, pozwala na zahamowanie wzrostu guza (na którym znajduje się więcej białek Hsp niż na zdrowych komórkach), a dodatkowo zwiększa ilość limfocytów i ich dostęp do zmienionej chorobowo tkanki. To jednak nie koniec potencjalnych celów terapeutycznych. Białka opiekuńcze mogą być wykorzystane w szczepionkach przeciwnowotworowych pozwalającymi walczyć z nowotworami mózgu, piersi, skóry, trzustki, mięśni i innych. Hsp tworzą kompleksy z peptydami antygenowymi, czyli unikalnymi dla każdego rodzaju komórek znacznikami, komórek nowotworowych. Zastosowanie takich kompleksów jako szczepionka ma na celu pobudzenie układu immunologicznego pacjenta (głównie limfocytów T cytotoksycznych) do walki przeciwko komórkom nowotworowym (Rappa i in., 2012). Przykładem zastosowania takowych szczepionek może być badanie kliniczne NCT00293423, w którym użyto kompleksów białek opiekuńczych i antygenów jako szczepionki przeciwko nawrotom glejaka wielopostaciowego (Bloch i in., 2014).

*

Jak widać zaburzenia procesu fałdowania białek odpowiadają za wiele problemów z jakimi zmagamy się jako ludzie. Dogłębne poznanie tego procesu najpierw na poziomie *in vitro*, a następnie na poziomie badań klinicznych może pozwolić na skuteczniejsze leczenie wielu chorób. Białka opiekuńcze pełnią kluczową rolę w molekularnym poprawczaku

utrzymując białka w ryzach i zachowując homeostazę całego organizmu.

Literatura:

- Abildgaard, A.B., Gersing, S.K., Larsen-Ledet, S., Nielsen, S.V., Stein, A., Lindorff-Larsen, K., Hartmann-Petersen, R., 2020. Co-chaperones in targeting and delivery of misfolded proteins to the 26s proteasome, *Biomolecules*, 10(8), pp. 1–24. doi: 10.3390/biom10081141.
- Anfinsen, C. B., 1972. The formation and stabilization of protein structure, *The Biochemical journal*, 128(4), pp. 737–749. doi: 10.1042/BJ1280737.
- Balchin, D., Hayer-Hartl, M., Hartl, F. U., 2016. In vivo aspects of protein folding and quality control, *Science*, 353(6294). doi: 10.1126/science.aac4354.
- Bloch, O., Crane, C.A., Fuks, Y., Kaur, R., Aghi, M.K., Berger, M.S., Butowski, N.A., Chang, S.M., Clarke, J.L., McDermott, M.W., Prados, M.D., Sloan, A.E., Bruce, J.N., Parsa, A.T., 2014. Heat-shock protein peptide complex-96 vaccination for recurrent glioblastoma: a phase II, single-arm trial, *Neuro-oncology*, 16(2), pp. 274–279. doi: 10.1093/neuonc/not203.
- Chamera, T., Kłosowska, A., Janta, A., Wyszowski, H., Obuchowski, I., Gumowski, K., Liberek, K., 2019. Selective Hsp70-Dependent Docking of Hsp104 to Protein Aggregates Protects the Cell from the Toxicity of the Disaggregase', *Journal of Molecular Biology*, 431(11), pp. 2180–2196. doi: 10.1016/j.jmb.2019.04.014.
- Fatima, K., Naqvi, F., Younas, H., 2021. A Review: Molecular Chaperone-mediated Folding, Unfolding and Disaggregation of Expressed Recombinant Proteins, *Cell Biochemistry and Biophysics*. Springer, 79(2), pp. 153–174. doi: 10.1007/S12013-021-00970-5.

- Genest, O., Wickner, S., Doyle, S. M., 2019. Hsp90 and Hsp70 chaperones: Collaborators in protein remodeling, *Journal of Biological Chemistry*. American Society for Biochemistry and Molecular Biology Inc., 294(6), pp. 2109–2120. doi: 10.1074/JBC.REV118.002806.
- Guyonnet, B., Egge, N. and Cornwall, G. A., 2014. Functional Amyloids in the Mouse Sperm Acrosome, *Molecular and Cellular Biology*. American Society for Microbiology, 34(14), pp. 2624–2634. doi: 10.1128/MCB.00073-14.
- Jackson, M. P., Hewitt, E. W., 2017. Why are functional amyloids non-toxic in humans?, *Biomolecules*. MDPI AG, 7(4). doi: 10.3390/BIOM7040071.
- Jahn, T. R., Radford, S. E., 2005. The Yin and Yang of protein folding, *FEBS Journal*, 272(23), pp. 5962–5970. doi: 10.1111/J.1742-4658.2005.05021.X.
- Janowska, M.K., Baughman, H. E.R., Woods, Ch.N, Klevit, R.E., 2019. Mechanisms of small heat shock proteins, *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 11(10). doi: 10.1101/CSHPERSPECT.A034025.
- Joly, E.C., Tremblay, E., Tanguay, R.M., Wu, Y., Bibor-Hardy, V., 1994. TRiC-P5, a novel TCP1-related protein, is localized in the cytoplasm and in the nuclear matrix, *Journal of cell science*, 107 (Pt 10), pp. 2851–2859. doi: 10.1242/jcs.107.10.2851.
- Kumar, S. J., Stokes, J., Singh, U. P., Scissum Gunn, K., Acharya, A., Manne, U., Mishra, M., 2016. Targeting Hsp70: A possible therapy for cancer, *Cancer Letters*. Elsevier Ireland Ltd, 374(1), pp. 156–166. doi: 10.1016/J.CANLET.2016.01.056.
- Levkovich, S. A., Gazit, E., Laor Bar-Yosef, D., 2021. Two Decades of Studying Functional Amyloids in Microorganisms, *Trends in Microbiology*, 29(3), pp. 251–265. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.09.005>.
- Rappa, F., Farina, F., Zummo, G., David, S., Campanella, C., Carini, F., Tomasello, G., Damiani, P., Cappello, F., Conway de Macario, E. and Macario, A.J.L., 2012. HSP-Molecular Chaperones in Cancer Biogenesis and Tumor Therapy: An Overview, *Anticancer Research*, 32(12), pp. 5139 LP – 5150. Available at: <http://ar.iiarjournals.org/content/32/12/5139.abstract>.
- Reis, S. D., Pinho, B. R., Oliveira, J. M. A., 2017. Modulation of Molecular Chaperones in Huntington’s Disease and Other Polyglutamine Disorders, *Molecular Neurobiology*. Molecular Neurobiology, 54(8), pp. 5829–5854. doi: 10.1007/s12035-016-0120-z.
- Rosenzweig, R., Nillegoda, N.B., Mayer, M.P., Bukau, B., 2019. The Hsp70 chaperone network, *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. Springer US, 20(11), pp. 665–680. doi: 10.1038/s41580-019-0133-3.
- Sittler, A., Lurz, R., Lueder, G., Priller, J., Lehrach, H., Hayer-Hartl, MK., Hartl, F.U., Wanker, E.E., 2001. Geldanamycin activates a heat shock response and inhibits huntingtin aggregation in a cell culture model of Huntington’s disease, *Human molecular genetics*. England, 10(12), pp. 1307–1315. doi: 10.1093/hmg/10.12.1307.
- Soto, C., 2003. Unfolding the role of protein misfolding in neurodegenerative diseases, *Nature Reviews Neuroscience*, 4(1), pp. 49–60. doi: 10.1038/nrn1007.
- Tabrizi, S. J. i in., 2019. Targeting Huntingtin Expression in Patients with Huntington’s Disease, *New England Journal of Medicine*. Massachusetts Medical Society, 380(24), pp. 2307–2316. doi: 10.1056/NEJMoa1900907.

- Voet, D., Voet, J. G., 2004. *Biochemistry*. 3rd edn. Edited by D. Harris and P. Fitzgerald. Wiley.
- Wan, O. W., Chung, K. K. K., 2012. The Role of Alpha-Synuclein Oligomerization and Aggregation in Cellular and Animal Models of Parkinson's Disease, *PLOS ONE*. Public Library of Science, 7(6), p. e38545. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038545>.
- Wentink, A., Nussbaum-Krammer, C., Bukau, B., 2019. Modulation of amyloid states by molecular chaperones, *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 11(7). doi: 10.1101/CSHPERSPECT.A033969.
- Wentink, A. S. i in., 2020. Molecular dissection of amyloid disaggregation by human HSP70', *Nature*, 587:483–488. doi: 10.1038/s41586-020-2904-6587.
- Yun, C.W., Kim, H.J., Lim, J.H., Lee, S.H., 2020. Heat Shock Proteins: Agents of Cancer Development and Therapeutic Targets in Anti-Cancer Therapy, *Cells* . doi: 10.3390/cells9010060.
- Zorzi, E., Bonvini, P., 2011. Inducible Hsp70 in the Regulation of Cancer Cell Survival: Analysis of Chaperone Induction, Expression and Activity, *Cancers*, 3, pp. 3921–3956. doi: 10.3390/cancers3043921.

Notka o Autorach

Karolina Matulewska – studentka III roku biotechnologii na Międzyuczelnianym Wydziale Biotechnologii UG i GUMed. Interesuje się szeroko pojętą biochemią białek, głównie białek opiekuńczych.

Dr Katarzyna Węgrzyn – nauczycielka akademicka, adiunkt w Zakładzie Biologii Molekularnej Międzyuczelnianego Wydziału Biotechnologii UG i GUMed.

Dr hab. Szymon Ziętkiewicz – nauczyciel

akademicki, adiunkt w Zakładzie Biochemii Białek Międzyuczelnianego Wydziału Biotechnologii UG i GUMed.

Artykuł stanowi efekt prowadzonego programu tutorskiego „Mistrzowie dydaktyki”, zrealizowanego przez Panią Karolinę Matulewską pod opieką dr Katarzyny Węgrzyn w roku akademickim 2021/2022. Ze względu na tematykę artykułu dr hab. Szymon Ziętkiewicz włączył się w jego powstanie.

Zastosowanie alg z rodzaju *Laminaria* w kosmetykach naturalnych

Agata Tarczyńska

*Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii, Instytut Nauk o Środowisku
e-mail: agata.tarczynska@student.uj.edu.pl*

Tutor: dr Anna Toruńska-Sitarz

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii,
Zakład Biotechnologii Morskiej*

Słowa kluczowe: kosmetyki naturalne, kosmeceutyki, algi, sulfonowane polisacharydy, korzyści dla skóry

Mianem kosmetyków naturalnych określa się produkty, które wytwarzane są praktycznie całkowicie z substancji pochodzenia naturalnego. Pomimo wielu wymogów, jakie muszą one spełnić, regulacje prawne nie określają dokładnej zawartości procentowej surowców naturalnych w tych produktach (Fonseca-Santos i in., 2015). Jednym ze składników organicznych kosmetyków, cieszącym się dużą popularnością są glony (algi). Regulacje prawne dotyczące sposobu prowadzenia upraw makroglonów są rygorystyczne – dotyczą one obszaru wzrostu, pory zbioru i samego gospodarstwa, w którym odbywa się hodowla. Przykładem tego jest okres konwersji, jakim musi zostać poddana akwakultura przed rozpoczęciem hodowli alg. Ekstrakty pozyskiwane z upraw alg zyskują na popularności ze względu na szerokie spektrum możliwości ich wykorzystania. W gronie siedmiu najpopularniejszych glonów uprawianych na świecie znajduje się *Laminaria (Saccharina)*, znana również pod nazwą „glon kombu”. Jej największe hodowle mieszczą się u wybrzeży Chin,

Japonii, Indonezji i Filipin. Ekstrakty pozyskiwane z rodzaju tych glonów są wysoko cenione w przemyśle kosmetycznym ze względu na swoje potencjalne właściwości. Zagadnienie to zostało zilustrowane na załączonej infografice. Wspomniane makroglony zawierają metabolity bioaktywne takie jak związki fitochemiczne, witaminy, lipidy oraz polisacharydy. Grafika przedstawia również korzyści dla skóry, które wynikają z aktywności sulfonowanych polisacharydów produkowanych przez glony z rodzaju *Laminaria*. Są nimi m.in. nawilżenie, ochrona przed promieniowaniem UV, redukcja przebarwień, czy ochrona przed wolnymi rodnikami.

SWEET SIDE OF DEVIL'S APRON

- SKINCARE APPLICATIONS OF LAMINARIA

In recent years, the demand for natural cosmetics, including marine-based, has risen. This infographic describes the applications of *Laminaria* and its sulfated polysaccharides in skincare products. Benefits provided by these biomolecules are diverse, including antioxidant, anti-inflammatory, and moisturizing properties.

Key words: cosmetics, natural cosmetics, cosmeceuticals, algae, kelp, sulfated polysaccharides, skin benefits, antioxidative, whitening, UV - protective

LAMINARIANS

- commonly called "kelps" are brown algae from the genus *Laminaria*, which thrive in offshore waters worldwide.

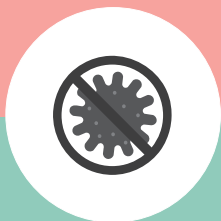


Genus *Laminaria* has been separated into two genera – *Laminaria* and *Saccharina*. Despite this division, cosmetics extracts derived from *Saccharina* are marketed under the *Laminaria* name. Among all of these, the most frequently used extracts in cosmetics come from *Saccharina japonica* and *Saccharina longissima*.

Laminarians contain a broad spectrum of active ingredients, including sulfated polysaccharides, omega fatty acids, alginates, zinc, and iodine. Fucoidans (sulfated polysaccharides) are the most abundant compounds. They are polymers of simple sugars linked by glycosidic bonds and mainly consist of fucose, mannose, galactose and glucose. They constitute up to 80% of *laminaria* extract present in cosmetics. However, this percentage may vary, as extraction yield differs with season of harvest, method of extraction and source species.

SKIN BENEFITS OF SULFATED POLYSACCHARIDES IN COSMETICS:

ANTIBACTERIAL



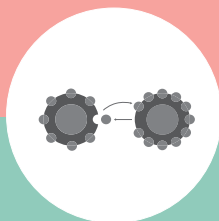
"Depolymerized fucoidans can inhibit growth of some bacterial species."

MOISTURISING



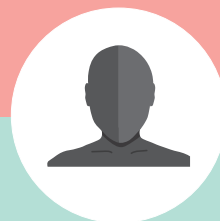
"Sulfated polysaccharides absorb water and act as moisturizing agents, hydrating the skin."

ANTIOXIDANT



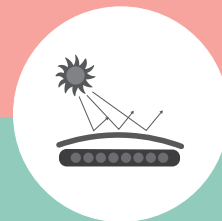
"Sulfated polysaccharides effectively scavenge free radicals."

WHITENING



"Due to their antityrosinase activity fucoidans provide whitening properties and reduce skin hyperpigmentation."

UV - PROTECTIVE



"Carrageenan shows significant protection against harmful effects of UVB-induced apoptosis."

WHAT'S ON THE MARKET?

With rising interest in natural cosmetics, consumers are becoming more conscious about the products they use. Cosmetics with natural ingredients are becoming highly desired products, so more research testing new extracts will be needed. Fortunately, conducting experiments on *Laminarians* is not complicated, as they are easy to harvest. Moreover, cultivation of algae is sustainable, even on a larger scale.

Author: Tarczńska Agata. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



Literatura:

Fonseca-Santos B., Corrêa M., Chorilli M., 2015. Sustainability, natural and Organic cosmetics: Consumer produktu, efficacy, toxicology and regulatory considerations. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Science*, 51 (1):17-26. DOI: 10.1590/S1984-82502015000100002

Literatura (infografika):

Choi J., Moon W., Choi J., Do K., Moon S., Cho K., Han C., Choi I., 2013. Effects of seaweed *Laminaria japonica* extracts on skin moisturizing activity in vivo. *Journal of Cosmetic Science*, 64(3): 193-205.

Cui C., Lu J., Sun-Waterhouse D., Mu L., Sun W., Zhao M., Zhao H., 2016. Polysaccharides from *Laminaria japonica*: Structural characteristics and antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 73. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.07.005

Holdt S., Kraan S., 2011. Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23 (3):543-597. DOI: 10.1007/s10811-010-9632-5

Pimentel F., Alves R., Rodrigues F., Oliviera M., 2017. Macroalgae-Derived Ingredients for Cosmetic Industry - An Update. *Cosmetics* 5(1):2. DOI: 10.3390/cosmetics5010002

Wang J., Zhang Q., Zhang Z., Li Z., 2008. Antioxidant activity of sulfated polysaccharide fractions extracted from *Laminaria japonica*. *International journal of biological macromolecules*, 42 (2), 127-132

Xue Ch., Fang Y., Lin H., Chen L., Li Z., Deng D., Lu Ch., 2001. Chemical characters and antioxidative properties of sulfated polysaccharides from *Laminaria japonica*. *Journal of Applied Phycology*, 13(1):67-70. DOI: 10.1023/A:1008103611522

Yang H., Mingyong Z., Dong S., Liu Z., Li R., 2010. Anti-proliferative activity of phlorotannin extracts from brown algae *Laminaria japonica* Aresch. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 28 (1): 122-130. DOI: 10.1007/s00343-010-9054-x

Zhao Xue, Xue C., Li B., 2008. Study of antioxidant activities of sulfated polysaccharides from *Laminaria japonica*. *Journal of Applied Phycology* 20 (4), 431-436.

Notka o Autorce

absolwentka kierunku Gospodarka Wodna i Ochrona Zasobów Wód na Uniwersytecie Gdańskim. Studentka drugiego roku studiów magisterskich na kierunku Environmental Protection and Management na Uniwersytecie Jagiellońskim.

Wiele „twarzy” bakterii z rodzaju *Vibrio*

Martyna Zakrzewska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii
e-mail: martynazakrzewska@onet.com.pl*

Tutor: dr Anna Toruńska-Sitarz

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii,
Zakład Biotechnologii Morskiej*

Słowa kluczowe: mikroorganizmy morskie, Vibrio, patogenność, probiotyki, biotechnologia

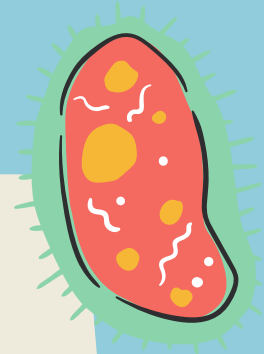
Przecinkowce z rodzaju *Vibrio* należą do bakterii zamieszkujących wody powierzchniowe na całym świecie [2]. Pomimo dużego zróżnicowania biologicznego kojarzone są głównie z gatunkami patogennymi, które stanowią zaledwie 10% wszystkich opisanych obecnie w obrębie rodzaju *Vibrio* [1]. Do tej grupy zalicza się m.in. *Vibrio cholerae*, *V. vulnificus* oraz *V. parahaemolyticus* [3,4]. Zakażenia wywołane przez te patogenne gatunki mogą doprowadzić do dolegliwości ze strony układu pokarmowego, m.in. biegunki, wymiotów oraz bóli brzucha. Powodują również zapalenie tkanek miękkich, co w konsekwencji skutkuje posocznicą, która może się skończyć zgonem zakażonego [4]. Bakterie z rodzaju *Vibrio* uznawane są za mikroorganizmy oportunistyczne, nie stanowią zagrożenia dla osób zdrowych, tylko dla osób w grupach ryzyka (osoby przewlekle chore lub z obniżoną odpornością). Pomimo braku dużego zagrożenia związanego z zakażeniem *Vibrio*, budzą one coraz to większe zainteresowanie. Jest to związane z tym, że przecinkowce te były

do niedawna masowo identyfikowane w ciepłych morzach, jednak w wyniku postępujących zmian klimatycznych bakterie te zaczęły pojawiać się w akwenach dotychczas uważanych za chłodne [2,5]. Przykładem takiego akwenu z pewnością jest Morze Bałtyckie, które z roku na rok staje się coraz cieplejsze i mniej zasolone, co sprzyja rozwojowi tych mikroorganizmów. Na przedstawionej infografice zostały pokrótce omówione „twarze” bakterii *Vibrio* z uwzględnieniem ogólnych informacji o tych mikroorganizmach, ich patogenności dla ludzi i zwierząt, ale także znaczenia w przyrodzie i potencjalnego, dobroczynnego wykorzystania przez człowieka [6-9].

Wiele "twarzy" bakterii z rodzaju Vibrio

Co to za bakterie?

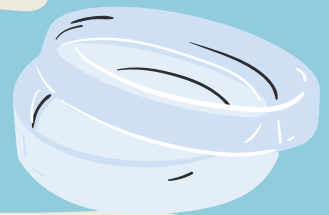
- mikroorganizmy o kształcie zakrzywionej pałeczki, stąd ich potoczna nazwa-**przecinkowce**
- powszechnie występują w środowisku wodnym, najczęściej spotykane w strefie przybrzeżnej mórz i estuariach
- w obrębie rodzaju *Vibrio* opisano ponad 100 gatunków^{1*}_{2*}
- tylko 12 gatunków jest patogennych dla ludzi i zwierząt
- bakterie te pełnią różnorodne funkcje ekologiczne w środowisku wodnym
- stosując tradycyjne metody hodowlane trudno jest zidentyfikować poszczególne gatunki *Vibrio*



Gatunki patogene dla ludzi i najczęściej odnotowywane choroby

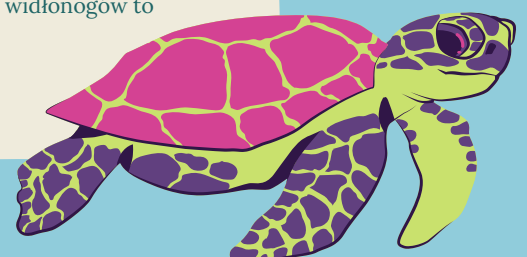
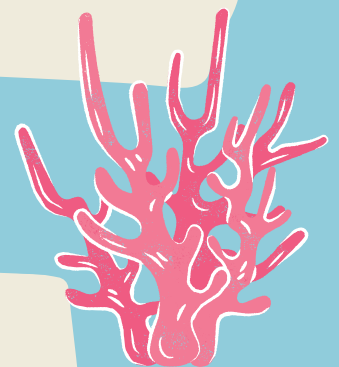
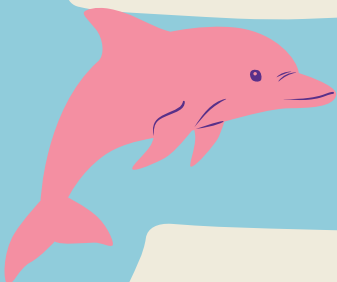
- *Vibrio cholerae* - ostra, zakaźna choroba przewodu pokarmowego^{3*}
- *V. parahaemolyticus*, *V. mimicus*, *V. fluvialis*, *V. vulnificus* - zapalenie jelit lub żołądka^{4*}
- *V. vulnificus*, *V. alginolyticus* - zapalenie tkanek miękkich, które w konsekwencji może prowadzić do posocznicy^{4*}
- *V. alginolyticus* - infekcje ucha^{4*}

UWAGA! patogenność jest cechą danego szczepu/serotypu, np. nie wszystkie *V. cholerae* będą wywoływały ostre zatrucia pokarmowe. Choć gatunek ten odnotowywany jest na polskich kąpieliskach i w piasku plażowym, do tej pory nie zidentyfikowano występowania epidemicznych serotypów O1 i O139

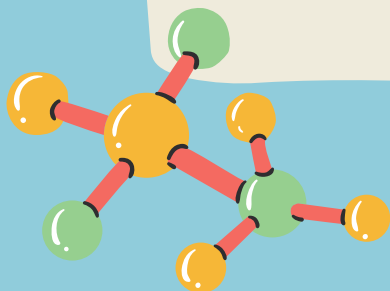


Gatunki patogene dla organizmów wodnych

- np. *V. corallilyticus* - zjadliwość dla *Paramurica clavata*, kluczowego gatunku tworzącego rafy koralowe^{5*}
- np. *V. mimicus*, *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus* - zanieczyszczenie jaj żółwi oliwkowych (*Lepidochelys olivacea*), zahamowanie ich rozrodu^{6*}
- zooplankton może być również wektorem, np. *V. cholerae*, egzoszkielet widłonogów to doskonałe środowisko życia dla tych bakterii^{2*}

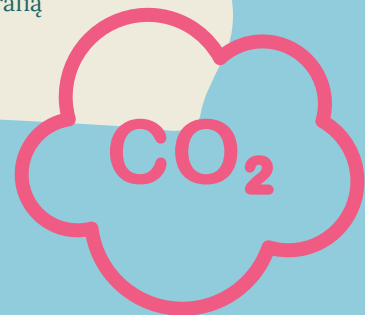
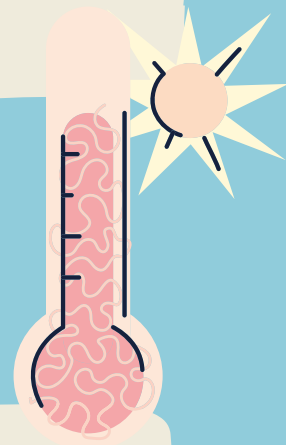


- "mięsożernym" gatunkiem *V. vulnificus* ludzie na świecie zarażają się głównie drogą pokarmową, spożywając surowe owoce morza. Do tej pory w rejonie Morza Bałtyckiego odnotowano tylko kilka przypadków martwiczych infekcji ran, które wyglądają właśnie tak, jakby bakteria "zjadała tkankę". Niezależnie od pory roku, do wody nie powinno wchodzić się gdy nasza skóra jest uszkodzona.
- przecinkowce to bakterie oportunistyczne; nie stanowią aż tak dużego zagrożenia dla osób zdrowych, tylko dla osób w grupach ryzyka (np. osoby przewlekle chore lub z obniżoną odpornością)
- coraz liczniejsze występowanie *Vibrio* oraz powiększenie zakresu geograficznego występowania tych bakterii może być związane z globalnym ociepleniem i wzrostem temperatury powierzchni morza



Czy istnieją "dobre" *Vibrio*?

- niektóre gatunki z rodzaju *Vibrio* są stosowane w akwakulturach jako probiotyki
- "nadzieja biotechnologii", np. *V. natriegens* to najszybciej dzieląca się, wolno żyjąca bakteria. Określana mianem "szybko rosnącego gospodarza dla biologii molekularnej". Być może kiedyś zastąpi modelową *Escherichia coli*? ^{8*}
- udział *Vibrio* w obiegu węgla w środowisku wodnym jest bardzo ważny, ponieważ potrafią wykorzystać wiele różnorodnych związków do swojego metabolizmu



*Cyferki są hiperłączem do odpowiedniej pozycji literaturowej

Literatura:

- [1] <https://lpsn.dsmz.de/genus/vibrio> (Dostęp: 21.10.2021 r.)
- [2] Vezzulli L., Colwell R. R., Pruzzo C. 2013. Ocean warming and spread of pathogenic vibrios in the aquatic environment. *Microb. Ecol.* 65(4), s. 817- 825. DOI: 10.1007/s00248-012-0163-2.
- [3] Stypułkowska- Misiurewicz H. 2010. Tajemnica chorobotwórczości *Vibrio cholerae* - przecinkowca cholery w sto lat po śmierci Roberta Kocha. *Post Mikrobiol.* 49(4), s. 317- 323.
- [4] Baker- Austin C., Oliver J. D., Alam M., Ali A., Waldor M. K., Qadri F., Martinez- Urtaza J. 2018. *Vibrio* spp. Infections. *Nature Reviews Disease.* 4(1). DOI: 10.1038/s41572-018-0005-8.
- [5] Vezzulli L., Previati M., Pruzzo C., Marchese A., Bourne G. D., Cerrano C. 2010. *Vibrio* infections triggering mass mortality events in a warming Mediterranean Sea. *Environ Microbiol.* 12(7) : 2007- 19. DOI : 10.1111/j.1462-2920.2010.02209.x.
- [6] Acuña M. T., Díaz G., Bolaños H., Barquero C., Sánchez O., Sánchez M. L., Mora G., Chaves A., Campos E. 1999. Sources of *Vibrio mimicus* contamination of Turtle Eggs. *Appl Environ Microbiol.* 65(1), s. 336- 338. DOI: 10.1128/AEM.65.1.336-338.1999.
- [7] Thompson J., Gregory S., Plummer S., Shields R. J., Rowley A. F. 2010. An in vitro and in vivo assessment of the potential of *Vibrio* spp. as probiotics for the Pacific White shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *J. Appl. Microbiol.* 109(4): 1177-87. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2010.04743.x.
- [8] Pfeifer E., Michniewski S., Gätgens C., Münch E., Müller F., Polen T., Millard A., Blombach B., Frunzke J. 2019. Generation of a Prophage-Free Variant of the Fast- Growing Bacterium *Vibrio natriegens*. *Appl*

Environ Microbiol. 85(17). DOI: 10.1128/AEM.00853-19.

- [9] Zhang X., Lin H., Wang X., Austin B. 2018. Significance of *Vibrio* species in the marine organic carbon cycle- A review. *Science China Earth Sciences.* 61, s. 1357- 1368. DOI: 10.1007/s11430-017-9229-x.

Notka o Autorce

Studentka pierwszego roku studiów magisterskich na kierunku Oceanografia, specjalność chemia morza i atmosfery. Zainteresowania naukowe to chemia oraz mikrobiologia. Naukowo zajmująca się badaniem rtęci oraz jej wpływem na organizmy morskie.

Antarktyczne pingwiny *Pygoscelis* jako wektory zanieczyszczeń antropogenicznych, na przykładzie metali ciężkich.

Kinga Hoszek

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii
e-mail: nanohoszek@gmail.com*

Tutor: dr Anna Panasiuk

*Uniwersytet Gdański
Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii,
Zakład Badań Planktonu Morskiego*

Słowa kluczowe: Antarktyka, fauna, pingwiny Pygoscelis, metale ciężkie

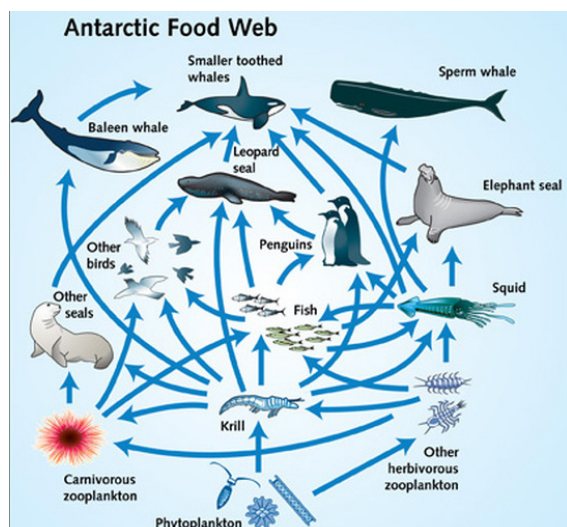
Wstęp

Środowisko Antarktyki jest uważane za dziewicze, nieskażone zanieczyszczeniami, szczególnie tymi o antropogenicznym źródle, jednakże już w 1966 roku odkryto tam obecność toksycznych substancji i od tego czasu obserwuje się rosnące zainteresowanie badaniem i monitorowaniem ich obecności w tym regionie świata (Corsolini, 2009). Prowadzone od kilku dekad analizy wykazały, że poziomy stężenia metali ciężkich mogą być znacznie podwyższone u wielu żyjących tam gatunków (Nygård i in., 2009). Zakłada się, że głównymi przyczynami tego stanu są rozwój badań naukowych, turystyki i rybołówstwa, które determinują wzrost obecności człowieka na Antarktydzie i Oceanie Południowym, a co za tym idzie obserwuje się również zwiększoną ilość związków chemicznych związanych chociażby z transportem bądź zrzutem ścieków (Bargagli, 2008). Nie należy również

zapomnieć o innych źródłach związków toksycznych, w tym topniejące wskutek zmian klimatycznych lodowce, z których potencjalnie mogą się uwalniać między innymi Pb, Cd, Cu, and Zn (Hong i in., 1998). Do równie istotnych przyczyn zaliczyć można transport atmosferyczny metali ciężkich takich jak Cu, Cr, Ni, As, Cd, Pb, Zn i Hg, który może indukować przenoszenie zanieczyszczeń na dalekie odległości (Wang i in., 2022).

Większość organizmów w Oceanie Południowym to gatunki endemiczne o unikalnych cechach ekofizjologicznych wynikających z długiej historii ewolucyjnej w izolacji w trudnych antarktycznych warunkach. Sprawia to niestety, iż organizmy te są dużo bardziej wrażliwe na toksyczne oddziaływanie zanieczyszczeń (Bargagli, 2008).

Antarktyczna sieć pokarmowa (Ryc. 1) jest stosunkowo prosta w porównaniu z ekosystemami w innych częściach świata (Nygård i in., 2001). Bazuje ona na krylu *Euphausia superba*, który jako gatunek kluczowy jest ważnym łącznikiem



Ryc. 1. Sieć troficzna Antarktyki [1]

troficznym w rejonie Oceanu Południowego, w tym będąc źródłem pożywienia drapieżników - wielorybów, fok i pingwinów (Wang i in., 2020).

Metale ciężkie w środowisku Antarktyki

Obecność metali ciężkich w ekosystemie antarktycznym może mieć podłoże naturalne, wynikające z procesów geochemicznych zachodzących w tym środowisku. Jednakże w ciągu ostatnich kilku dekad wzrasta również w tym rejonie ilość zanieczyszczeń antropogenicznych będących także źródłem związków toksycznych (Jerez, 2012). Stanowi to poważnie zagrożenie dla całego ekosystemu antarktycznego (Wang i Zhu, 2022). Pierwiastki śladowe występujące w ekosystemach morskich dzielimy na te, które są niezbędne dla funkcjonowania organizmów oraz te mniej istotne, a nawet stwarzające potencjalne zagrożenie dla nich. Wśród niezbędnych pierwiastków znajdują się chrom (Cr), miedź (Cu), kobalt (Co), żelazo (Fe), mangan (Mn), nikiel (Ni), selen (Se), cyna (Sn), wanad (V) i cynk (Zn) (Walker i in., 2002). Są one kluczowe w życiu organizmów, a co za tym idzie naturalnie występują w ich tkankach. Jednakże, w sytuacji gdy normy stężeń fizjologicznych tych pierwiastków zostaną przekroczone mogą mieć one

działanie toksyczne. „Mniej istotne” dla funkcjonowania organizmu pierwiastki śladowe obejmują arsen (As), kadm (Cd), rtęć (Hg) oraz ołów (Pb) (Walker i in., 2002). Te są tolerowane przez organizmy żywe na bardzo niskich poziomach, a ich bioakumulacja jest wysoce szkodliwa (Walker i in., 2002, Squadrone i in., 2018). Organizm, aby uchronić się przed negatywnym wpływem metali ciężkich wbudowuje je w białka, odkłada w granulach międzykomórkowych lub próbuje wydalzić (Walker i in., 2002). Akumulacja metali ciężkich w żywych organizmach ma wiele negatywnych skutków, takie jak zaburzenia wzrostu, rozmnażania, deformacje jaj, redukcje pazurów, nieprawidłowe formowanie kości, zahamowanie metabolizmu, a w ciężkich przypadkach śmierć organizmu (Burger i Gochfeld, 2000, Squadrone i in., 2018).

Rejestrowanie wartości stężeń metali ciężkich jest szeroko stosowane jako miara skażenia antropogenicznego, ze względu na ich powiązanie z działalnością człowieka oraz ich stabilność i trwałość w środowisku (Qibin i in., 2020). Antarktyka długo była nietknięta zanieczyszczeniami antropogenicznymi, lecz niestety nawet tam człowiek odcisnął swoje piętno (Nygård i in., 2001, Gray i in., 2008). Na początku XX wieku ludzie zaczęli eksplorować ten obszar, początkowo dla zysków z wielorybnictwa i rybactwa. W ciągu ostatnich 50 lat rozwój badań antarktycznych, turystyka i działalność rybacka spowodowały gwałtowny wzrost obecności człowieka w rejonie Antarktyki (Bargagli, 2008), która niesie za sobą zanieczyszczenia związane z rozwojem przemysłu, transportem i zrzućciem ścieków (Bargagli, 2008, Espejo i in., 2014). Co więcej, istnieją dowody wskazujące na to, że metale mogą być transportowane drogą powietrzną i wodną, a co za tym idzie zanieczyszczenia „produkowane” w rejonach zurbanizowanych mogą wpływać na najodleglejsze rejony

ziemi (Smichowski, 2006). Migrujące gatunki ptaków i ssaków morskich mogą także przyczynić się do przenoszenia zanieczyszczeń z bardziej uprzemysłowionej północy na południe (Bargagli, 2008).

Zanieczyszczenia, w tym metalami ciężkimi, mają zdolność "wędrowania" wzdłuż łańcucha troficznego, bioakumulując się na kolejnych jego ogniwach. Zwierzęta, poprzez swoje role w łańcuchu pokarmowym pełnią funkcję przenośnika dla różnych zanieczyszczeń, które są powiązane z działalnością człowieka (Qibin i in., 2020). Nygård i in. (2001) wykazali korelację między stężeniem metali w tkankach kryla a ich stężeniem w tkankach odżywiających się nim antarktycznych ptaków. Squadrone i in., (2019) obserwowali zaś, iż zanieczyszczenia Al, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Sn, Zn były wyższe w zbadanych piórach pingwinów Humbolta niż w tkankach ryb, którymi owe ptaki były karmione. Badania te są dowodem na bioakumulację metali ciężkich w antarktycznych łańcuchach troficznych. Co więcej, ze względu na ich zdolność do biomagnifikacji są one niezwykle niebezpieczne, szczególnie dla czołowych drapieżników. Ich stężenia zwiększają się wraz ze wzrostem poziomu troficznego, a wraz ze stężeniem ich toksyczność (Hammel, 2014).

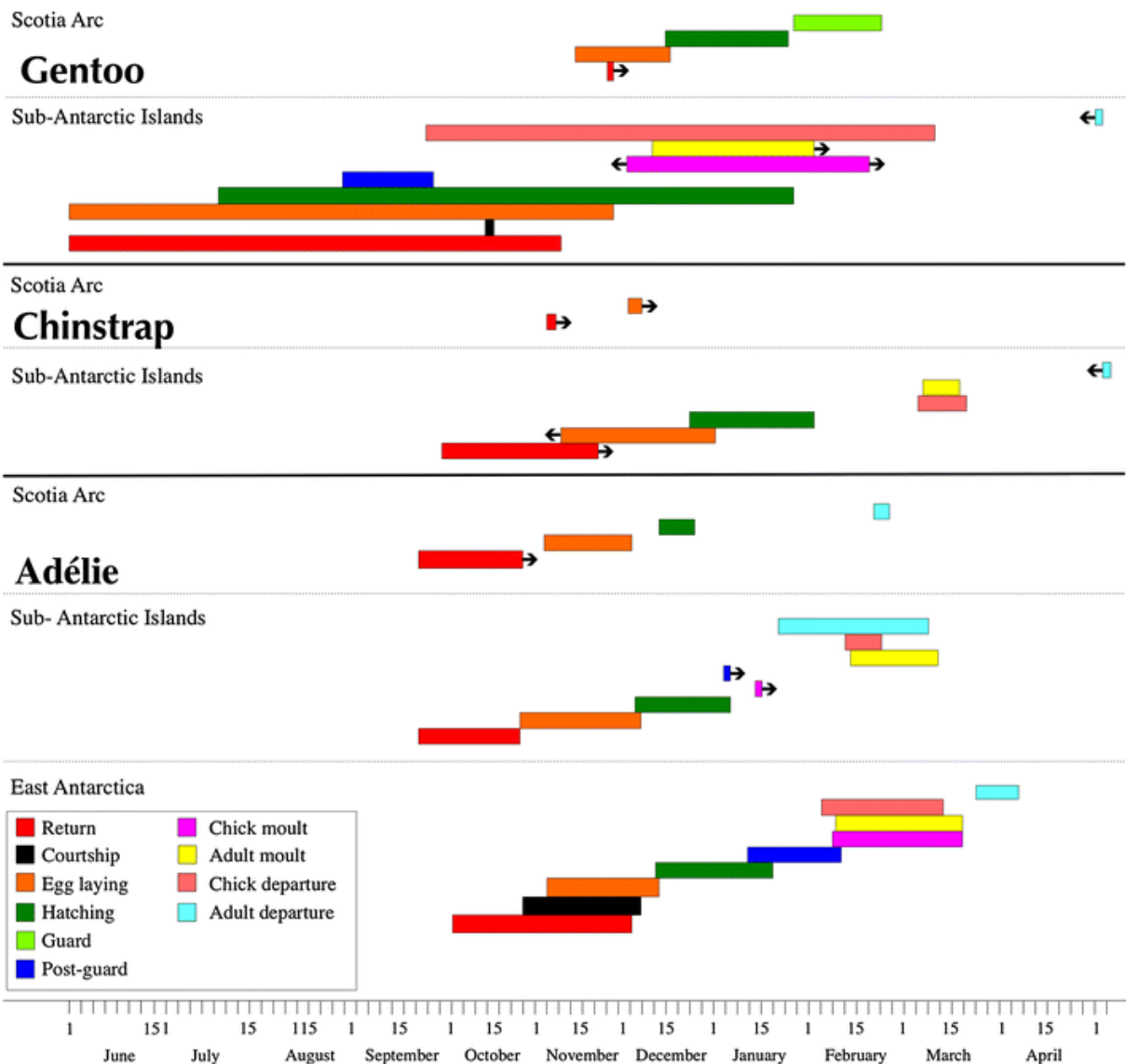
Pingwiny *Pygoscelis* jako wektory zanieczyszczeń metalami ciężkimi

Do rzędu *Pygoscelis* zaliczamy trzy gatunki pingwinów: pingwina białoookiego *Pygoscelis adeliae* (Ryc. 2A), pingwina białobrewego *Pygoscelis papua* (Ryc. 2B) oraz pingwina maskowego *Pygoscelis antarcticus* (Ryc. 2C) [2].

Przedstawiciele tychże trzech gatunków zasiedlają zarówno rejony antarktyczne, jak i subantarktyczne (Black, 2016). Pingwiny białobrewe zostają cały rok w okolicy swojej kolonii, pozostałe gatunki opuszczają zaś miejsca lęgu i żerują na morzu przez parę miesięcy [3].



Ryc. 2. A - Pingwin białoooki *Pygoscelis adeliae* [4], B - Pingwin białobrewy *Pygoscelis papua* [5], C - Pingwin maskowy *Pygoscelis antarcticus* [6]



Ryc. 4. Wykres Gannta przedstawiający różnice w okresach życia pingwinów z rzędu *Pygoscelis* na osi czasu, (Black, 2016)

Poszczególne gatunki *Pygoscelis* różnią się między sobą także okresem składania i wysiadywania jaj (Ryc. 4) (Black, 2016).

Ze względu na swój tryb życia, pingwiny są stale narażone na negatywny wpływ zanieczyszczeń, w tym metali ciężkich. Są czołowymi drapieżnikami oraz żyją stosunkowo długo, przez co w ich organizmach zachodzi jednocześnie bioakumulacja, jak i biomagnifikacja zanieczyszczeń (Jerez, 2012). Najwięcej metali ciężkich pingwiny pobierają wraz z trawionym pożywieniem, w tym dla przykładu badania Squadrone i in. (2018) wykazały, iż stężenie Me w tkankach pingwinów można powiązać ze stężeniem

tych związków w tkankach zjadanych przez nich organizmów. W diecie pingwinów antarktycznych dominuje kryl (Flores i in., 2012) oraz ryby z rodziny świetlikowatych (Niemandt i in., 2016). Yamamoto i in. (1987) w oparciu o wyniki prowadzonych badań wykazali bioakumulację metali ciężkich w tkankach kryla. Należy jednak podkreślić, że gdy porównamy wyniki sprzed ponad 20 lat z najnowszą literaturą, stężenie Me w tkankach kryla wzrosło nawet kilkukrotnie (Wang i Zhu, 2022). Pierwiastki te są odkładane w tkankach pingwinów, a w szczególności w wątrobie, nerkach, mięśniach, kościach oraz piórach (Tab. 1) (Jerez 2012, Smichowski 2006).

Tabela 1. Stężenia poszczególnych metali ($\mu\text{g g}^{-1}$) w tkankach pingwinów z rodzaju *Pygoscelis*; próbki pobrano od przedstawicieli gatunków: ^{1,2} Pingwin białobrewy (*Pygoscelis papua*), ³ Pingwin maskowy (*Pygoscelis antarcticus*) ^{4,5} Pingwin Adeli (*Pygoscelis adeliae*), (²Metchaeva i in., 2006, ⁴Smichowski i in., 2006, ⁵Jerez i in., 2012, ¹Merchaeva i in., 2012, ³Espejo i in., 2014)

Metal	Pióra		Odchody	Mięśnie		Wątroba	Nerki		Skorupki jaj
As	0,69 ¹	0,88 ²	0,33 ³	-	0,37 ⁵	-	-		<0,3 ¹
Cd	0,41 ¹	0,21 ²	2,51 ³	-	1,09 ⁵	-	-		<0,05 ¹
Cu	17 ¹	17 ²	199,95 ³	6,4 ⁴	7,43 ⁵	18 ⁴	1,6 ⁴	10,74 ⁵	1,24 ¹
Mn	1,7 ¹		1,5 ²	-		1,5 ⁴	0,63 ⁵		-
Se	-		3,1 ⁴	12,65 ⁵	8,4 ⁴	8,3 ⁴	3,78 ⁵		0,82 ¹
Pb	1.52 ¹		1,7 ²	2,89 ³	-	0,0008 ⁵	19,3 ⁵		-
Al	37 ¹	40 ²	-	3,27 ⁵	4,19 ⁵	0,74 ⁵	0,0008 ⁵		0,68 ¹
Cr	0,17 ¹	-	-	0,38 ⁵		0,26 ⁵	0,21 ⁵		28,96 ¹
Fe	47 ¹	56 ²	-	423,43 ⁵		2040,44 ⁵	531,94 ⁵		0,08 ¹
Ni	<0,05 ¹	0,84 ²	-	0,02 ⁵		0,01 ⁵	0,0004 ⁵		13,95 ¹
Zn	92 ¹	106 ²	379,9 ³	149,95 ⁵		136,30 ⁵	163,71 ⁵		<0,05 ¹

Wszystkie wyżej wymienione badania wykazały, iż stężenie metali w tkankach pingwinów jest wyższa niż ta wynikająca z naturalnej fizjologii tych zwierząt, co ma negatywny wpływ na ich zdrowie.

Ptaki mogą eliminować metale ciężkie z organizmu przez ekskrementy, rzucanie piór i składanie jaj (Mercheva i in., 2012). Ze względu na fizjologiczne mechanizmy samooczyszczania organizmu oraz mechanizmy homeostatyczne modulujące zawartość niektórych pierwiastków w organizmie, w większości przypadków odchody charakteryzują się najwyższą zawartością badanych pierwiastków (Yin i in., 2008, Merchaeva i in., 2012). Kolejnym efektywnym sposobem oczyszczania organizmu jest rzucanie piór - mają one mostki dwusiarczkowe w swoim białku strukturalnym - keratynie, do której wiele metali ciężkich ma wysokie powinowactwo (Metcheva i in., 2006, Squadrone, 2019). Podczas wzrostu (trwającego około 2-3 tygodni) pióra są perfundowane z naczyń krwionośnych, a metale zostają wbudowane do struktur keratynowych piór (Squadrone i in., 2018). W czasie corocznej zmiany opierzenia, pingwiny zrzucają zanieczyszczone metalami pióra dzięki czemu częściowo są w stanie pozbyć się zanieczyszczenia z organizmu (Metcheva i in., 2006, Squadrone, 2019). Co za tym idzie, można założyć, iż ilość metali zbadanych w piórach odzwierciedla 2-3 tygodniową akumulację metali w tkankach pingwinów (Mercheva i in., 2012).

Podsumowanie

Ekosystem Antarktyki jest wyjątkowy pod wieloma względami. Przez lata obszar ten był niedostępny dla ludzi. Organizmy tam żyjące wykształciły niezwykle przystosowania do życia w trudnych warunkach. Niestety, przez wzrastające zainteresowanie tym rejonem - zarówno badaczy jak i turystów, idące w parze z rozwojem techniki umożliwiającej eks-

plorację tego trudnego terenu, a także prądy morskie i zwierzęta migrujące niosące zanieczyszczenia z zurbanizowanych terenów na wiele tysięcy kilometrów, Antarktyka nie jest już tak nieskazitelnie „czystym” miejscem za które jest uważana. Przeprowadzane dotychczas badania dowodzą, że stężenia metali ciężkich w tkankach wielu organizmów jest wyższe niż te wykryte w środowisku ich życia. Rezultaty analiz prowadzonych przez wielu badaczy potwierdzają także zachodzenie zjawisk takich jak biomagnifikacja i bioakumulacja zanieczyszczeń w tkankach zwierząt zasiedlających omawiany rejon. Powyższe dywagacje skupiały się jedynie na pingwinach z rodzaju *Pygoscelis*, lecz nie tylko pingwiny są bezpośrednio narażone na bioakumulację i toksyczne działanie zanieczyszczeń. Badania nad zanieczyszczeniem tkanek innych gatunki antarktycznych ptaków, takich jak petrele antarktyczne (*Thalassoica antarctica*) czy też wydryki antarktyczne (*Stercorarius maccormicki*) także dają niepokojące wyniki (Tab. 2) (Nygård i in., 2001). Są to gatunki migrujące, wybierające na żer miejsca dużo silniej zurbanizowane niż Antarktyka, a co za tym idzie są jeszcze silniej narażone na bioakumulację zanieczyszczeń (Bargagli, 2008).

Obecność metali pochodzenia antropogenicznego obserwuje się również w organizmach ssaków morskich, które rozmnażają się lub żerują w Antarktyce w okresie letnim, po czym w zależności od gatunku spędzają resztę roku w tych wodach lub migrują na północ (Corsolini, 2009). Głównym źródłem pierwiastków śladowych u ssaków morskich jest ich dieta (Grey i in., 2008, Lehnert i in., 2017), która u wielu z nich, tak samo jak w przypadku pingwinów jest oparta na antarktycznym krylu (Nygård i in., 2001, Bargagli, 2008). Jako szczytowi drapieżcy w łańcuchu troficznym, są one szczególnie narażone na toksyczne skutki bioakumulacji zanieczyszczeń (Hammel,

Tabela 2. Stężenia metali ($\mu\text{g g}^{-1}$ suchej masy) w tkankach dorosłych osobników gatunków: petrel antarktyczny i wydrzyk polarny, (Nygård i in., 2001)

Metal	Petrel Antarktyczny				Wydrzyk Antarktyczny		
	Mięśnie	Nerki	Wątroba	Zawartość żołądka	Mięśnie	Nerki	Wątroba
Cd	2	61,8	10,2	10,2	0,441	68,3	10
Hg	0,45	1,2	2	2	1,01	3,83	5,08
Cu	23,6	20,1	21	21	19,3	10,9	10,8
Zn	52,9	131,1	104,9	104,9	50,9	105,5	66
Se	10,2	78,5	38,9	38,9	13,4	136	95,5

2014). Odkładają je w wątrobie, nerkach, kościach oraz włosach (Grey i in., 2008). Ekspozycja na zanieczyszczenia ma negatywny wpływ na fizjologię ssaków morskich (Lehnert i in., 2017), zaburza ich metabolizm oraz rozmnażanie (O'Shea i Brownell, 1994).

Podsumowując, efekty toksyczne akumulacji metali ciężkich mogą być szczególnie dotkliwe dla wszystkich antarktycznych organizmów, które choć wykształciły mechanizmy przystosowawcze do niezwykle trudnych warunków środowiska, gorzej radzą sobie ze skutkami działalności człowieka. Co więcej, wiedza w tym temacie nadal jest bardzo ograniczona. Dostępne dane bardzo często są sprzed lat, a biorąc pod uwagę szybkość zmian zachodzących w ekosystemach morskich i wzrost antarktycznej działalności człowieka w ostatniej dekadzie, mogą być już nieaktualne. Istnieje zatem ciągła potrzeba intensyfikacji dalszych badań w tym zakresie.

Literatura:

Bargagli, R., 2008. Environmental contamination in Antarctic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 400(1-3), 212-226.
Black, C. E., 2016. A comprehensive

review of the phenology of *Pygoscelis* penguins. *Polar Biology*, 39(3), 405-432.
Burger, J., 1993. Metals in avian feathers: bioindicator of environmental pollution. *Rev Environ Toxicol* 5:203-311.
Corsolini, S., 2009. Industrial contaminants in Antarctic biota. *Journal of Chromatography A*, 1216(3), 598-612.
Espejo, W., Celis, J. E., González-Acuña, D., Jara, S. Barra, R., 2014. Concentration of trace metals in excrements of two species of penguins from different locations of the Antarctic Peninsula. *Polar Biology*, 37(5), 675-683.
Flores, H., Atkinson, A., Kawaguchi, S., Krafft, B. A., Milinevsky, G., Nicol, S., Reiss, C., Tarling, G. A., Werner, R., Bravo Rebolledo, E., Cirelli, V., Cuzin-Roudy, J., Fielding, S., Groeneveld, J. J., Haraldsson, M., Lombana, A., Marschoff, E., Meyer, B., Pakhomov, E. Werner, T., 2012. Impact of climate change on Antarctic krill. *Marine Ecology Progress Series*, 458, 1-19
Gray, R., Canfield, P., Rogers, T., 2008. Trace element analysis in the serum and hair of Antarctic leopard seal, *Hydrurga leptonyx*, and Weddell seal, *Leptonychotes weddellii*. *Science of*

- the Total Environment*, 399(1–3), 202–215.
- Hamel, S., 2014. *Heavy metal concentrations in feathers of the Adélie Penguin and the South-Polar Skua from Cape Royds, Ross Island.*
- Hong, S., Boutron, C. F., Edwards, R., Morgan, V. I., 1998. Heavy Metals in Antarctic Ice from Law Dome: Initial Results. *Environmental Research*, 78(2), 94–103.
- Jerez S., Motas M., Benzal J., Diaz J., Vidal V., D'Amico V., Barbosa A., 2013. Distribution of metals and trace elements in adult and juvenile penguins from the Antarctic Peninsula area. *Environ Sci Pollut Res Int.*;20(5):3300-11.
- Lehnert, K., Weirup, L., Harding, K. C., Härkönen, T., Karlsson, O., Teilmann, J., 2017. Antarctic seals: Molecular biomarkers as indicators for pollutant exposure, health effects and diet. *Science of the Total Environment*, 599–600, 1693–1704.
- Metcheva R., Yurukova L., Teodorova S., Nikolova E., 2006. The penguin feathers as bioindicator of Antarctica environmental state. *Sci Total Environ.*;362(1-3):259-65.
- Metcheva, R., Yurukova, L., Teodorova, S. E., 2011. Biogenic and toxic elements in feathers, eggs, and excreta of Gentoo penguin (*Pygoscelis papua ellsworthii*) in the Antarctic. *Environmental Monitoring and Assessment*, 182(1–4), 571–585.
- Niemandt, C., Kovacs, K., Lydersen, C., Dyer, B., Isaksen, K., Hofmeyr, G., . . . De Bruyn, P., 2016. Chinstrap and macaroni penguin diet and demography at Nyrøysa, Bouvetøya. *Antarctic Science*, 28(2), 91-100.
- Nygård, T., Lie, E., Rov, N., Steinnes, E., 2001. Metal dynamics in an Antarctic food chain. *Marine Pollution Bulletin*, 42(7), 598–602.
- O'Shea, T. J., Brownell, R. L., 1994. Organochlorine and metal contaminants in baleen whales: a review and evaluation of conservation implications. *Science of the Total Environment*, The, 154(2–3), 179–200.
- Qibin, X., Zhuding, C., Yuesong, G., Yanjun, M., Zhongkang, Y., Yikang, H., Lianjiao, Y., Zhouqing, X. Liguang, S., 2020. Levels, sources and influence mechanisms of heavy metal contamination in topsoils in Mirror Peninsula, East Antarctica. *Environmental Pollution*, 257, 113552.
- Smichowski, P., Vodopivec, C., Munõz-Olivas, R., Gutierrez, A. 2006. Monitoring trace elements in selected organs of Antarctic penguin (*Pygoscelis adeliae*) by plasma-based techniques. *Microchem J* 82:1–7
- Squadrone, S., Abete, MC., Brizio, P., Pessani, D., Favaro, L., 2018. Metals in Feathers of African Penguins (*Spheniscus demersus*): Considerations for the Welfare and Management of Seabirds Under Human Care. *Bull Environ Contam Toxicol.*;100(4):465-471.
- Squadrone, S., Brizio, P., Favaro, L., Todino, G., Florio, D., Da Rugna, C., Abete, M.C., 2019. Humboldt penguins' feathers as bioindicators of metal exposure. *Sci Total Environ.*;650 (Pt 2):1734-1739.
- Walker, C.H, Hopkin, S.P., Sibly R.M. Peakall D.B., 2002. *Podstawy ekotoksykologii*. Wydawnictwo Naukowe PWN
- Wang, D., Zhu, G., 2022. Antarctic krill (*Euphausia superba*) as a bioindicator of trace elements reflects regional heterogeneity in marine environments in the northern Antarctic Peninsula, Antarctic. *Ecological Indicators*, 136, 108596.
- Wang, W., Ji, X., Abakumov, E., Polyakov, V., Li, G., Wang, D., 2022. Assessing Sources and Distribution of Heavy Metals in Environmental Media of

the Tibetan Plateau: A Critical Review. *Frontiers in Environmental Science*, 10 (April), 1–15.

Yamamoto Y., Honda K. Tatsukawa R., 1987. Heavy Metal Accumulation in Antarctic Krill, *Euphasia superba*. Proc. NIPR Symp. Polar Biol., 1, 198-204, 1987

Yin X., Xia, L., Sun, L., Luo, H., Wang, Y., 2008. Animal excrement: A potential biomonitor of heavy metal contamination in the marine environment. *Science of the Total Environment*, 399(1–3), 179–185.

[1] - underseaice.weebly.com/food-web.html (dostęp: 15.03.2022)

[2] - listaptakow.eko.uj.edu.pl/nonpasserines2.html#Spheniscidae (dostęp: 1.03.2022)

[3] - https://web.archive.org/web/20100501202914/http://www.pinguins.info/Engels/Pygoscelis_eng.html (dostęp: 1.03.2022)

[4] - observation.org/species/73562/ (dostęp: 31.05.2022)

[5] - grida.no/resources/3186 (dostęp: 31.05.2022)

[6] - observation.org/photos/8832346/ (dostęp: 31.05.2022)

Notka o Autorce

Kinga Hoszek jest absolwentką studiów II stopnia na kierunku Oceanografia, rozwija swoje zainteresowania kontynuując kształcenie w szkole doktorskiej. Jej wielką pasją są podróże, ale przede wszystkim morza i oceany – badania, jak również ich ochrona.

Delfin na pilota

Magdalena Socha

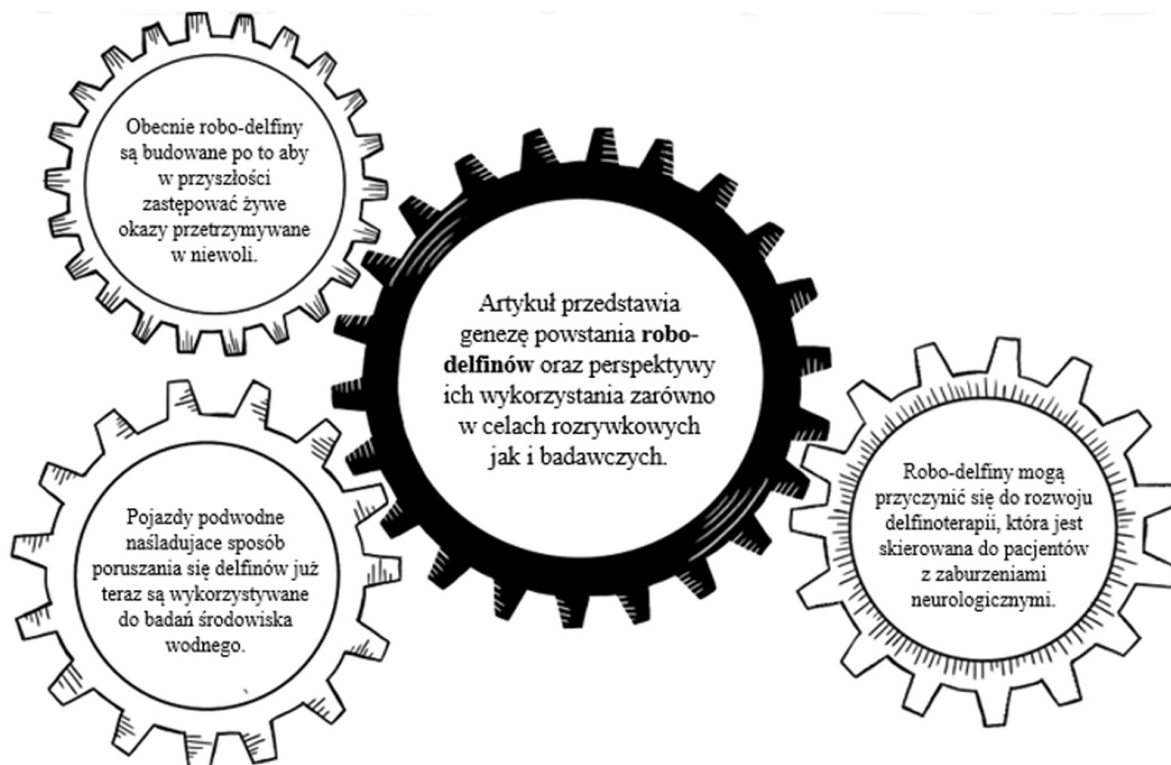
*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii
e-mail: m.socha.524@studms.ug.edu.pl*

Tutor: dr hab. Urszula Janas, prof. UG

Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii

Słowa kluczowe: robo-delfin, oceanaria, szybowce podwodne, delfinoterapia

Abstrakt



Wprowadzenie

Czym w przyszłości oceanaria będą różniły się od tych współczesnych? Jest to trudne pytanie mające wiele odpowiedzi. Zmianie mogą ulec zarówno budowa akwariów, sposoby zarządzania nimi, liczba odwiedzających, jak i dobór gatunków prezentowanych zwierząt. Szczególnie ostatnia z tych kwestii spędza sen z powiek wielu inwestorom. Po co budować

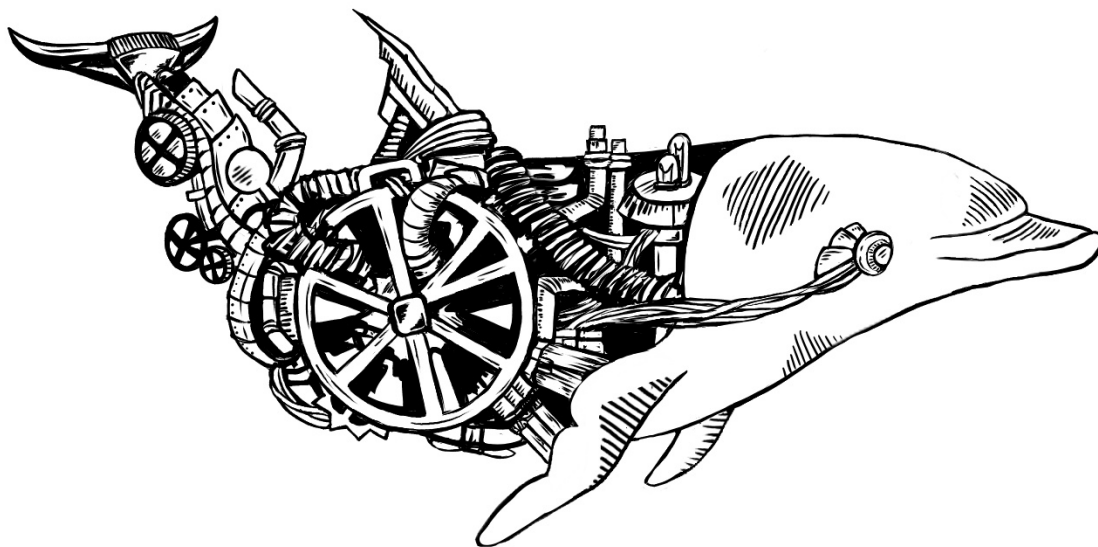
delfinaria bez delfinów? Co przyciągnie uwagę bardziej niż rekin podpływający do szyby? Jak zrezygnować z pokazów takich olbrzymów jak orki? Coraz więcej głosów przemawia za zaniechaniem utrzymywania dużych przedstawicieli fauny morskiej w niewoli, ale to wciąż zbyt mało, by wprowadzić realne zmiany we wszystkich oceanariach na świecie. W końcu do tego typu obiektów ludzie przychodzą,

aby obejrzeć żywe, inteligentne zwierzęta. Ale kto powiedział, że nie mogą być one zastąpione czymś co mogłoby je imitować? Na to pytanie odpowiedziała amerykańska firma Edge Innovations, tworząc nowy rozdział w historii robotyki, który może nie tylko przysłużyć się celom rozrywkowym ale również i nauce.

Edge Innovations – od filmu do rzeczywistości

Firma Edge Innovations została założona w 1991 roku w San Francisco przez Walta Conti (specjalistę od efektów specjalnych) z pomocą Rogera Holzberga (wiceprezesa Walt Disney Imagineering). Pierwszą inspiracją do stworzenia firmy Conti zaczerpnął z pracy na planie filmu „Star Trek IV”, gdzie został poproszony o stworzenie realistycznie wyglądających modeli wielorybów. Następnie nawiązał współpracę z Jamsem Cameronem przy produkcji filmu „Otchłań” (The Abyss), który wymagał makiet łodzi podwodnych (pełnowymiarowych oraz w mniejszej skali). Miały nie tylko wytrzymać kontakt z wodą, ale również różnego rodzaju uderzenia np. o dno. Nabyte doświadczenie pozwoliło Contiemu posunąć się o krok dalej i założyć firmę specjalizującą się

w tworzeniu technologii robotycznej do efektów specjalnych – *Edge Innovations*. Pierwszym wielkim zleceniem otrzymanym przez firmę była budowa pełnowymiarowego, wolnoptywającego modelu orki do filmu „Uwolnić orkę” (*Free Willy*). Projekt ten rozstawił Edge Innovations i pozwolił poszerzyć działalność o pracę nad efektami specjalnymi w parkach rozrywki (*Jurassic World-The Ride*, *Disney Animal Kingdom*) (Pockross, 2020). Firma jednak na tym nie poprzestała. Pod koniec lat 90. XX w. rozpoczęła pracę nad robo-delfinem 1.0. W projekt zaangażowano nie tylko robotyków, ale również artystów i biologów morza mających nadać maszynie realistyczny wygląd. Pierwszy prototyp powstał na bazie zdalnie kierowanego pojazdu podwodnego (ROV; ang. *Remotely Operated Vehicle*). Wymagał dwóch operatorów do sterowania oraz stale podłączonego przewodu zasilającego. Obecny model (robo-delfin 2.0) porusza się za sprawą sztucznej inteligencji i jest zasilany przez baterie bez przewodu zasilającego, dzięki czemu ma dużo większą zwrotność od swojego poprzednika (Kosowatz, 2020).



Rys. 1. Artystyczne wyobrażenie robo-delfina od środka (rysunek autorski)

Bionika - od akwariów po oceany

Robo-delfiny mogą niedługo zastąpić żywe zwierzęta w oceanariach. Jednak ich budowa może posłużyć również do celów naukowych. Szczegóły konstrukcji maszyn tworzonych przez firmę *Edge Innovations* nie są jednak w pełni dostępne. Wiemy, że ich najnowsza generacja zasilana jest przez baterię, dzięki czemu można było zrezygnować z zasilania za pomocą przewodu elektrycznego, w który był wyposażony prototyp. Robot skrywa w sobie metalowy szkielet wzorowany na anatomii prawdziwego delfina, ale znacznie uproszczony. Naśladownictwo ruchów zwierzęcia umożliwia sterowalne płetwy zapewniające napęd (płetwa ogonowa) oraz zwrotność (płetwy piersiowe). Realistyczny wygląd osiągnięto dzięki pokryciu maszyny imitacją skóry wykonaną ze specjalnego, opracowanego i zastrzeżonego przez firmę *Edge Innovations* uszczelnacza zawierającego silikon. Obecnie maszynę można odróżnić od prawdziwego delfina jedynie po nieruchomych nozdrzach i oczach, ale na ogół nikt poza naukowcami badającymi te zwierzęta nie dostrzega tych szczegółów. Niedługo ma powstać trzecia generacja robo-delfinów z działającymi nozdrzami oraz szerszym zastosowaniem sztucznej inteligencji (Kosowatz, 2020).

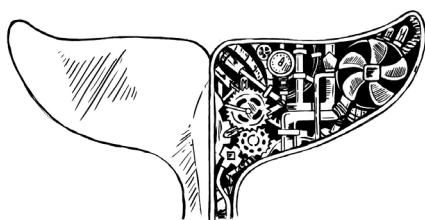
Niektóre mechanizmy wykorzystane w robo-delfinie firmy *Edge Innovations* zostały także wykorzystane w podwodnym szybowcu (pojeździe napędzanym wypornością i siłą nośną), który odwzorowuje mechanizm pływania delfinów. W odróżnieniu od tradycyjnych szybowców podwodnych ma on sterowalne płetwy, które pozwalają przyjąć mu odpowiednią pozycję podczas przemieszczania się w wodzie w sposób podobny do tego, jak to robią delfiny. Przekłada się to na znaczącą poprawę lokomocji oraz manewrowości pojazdu. Ponadto maszyna potrafi zanurzać się na głąbo-

kość 300 m dzięki czemu w przyszłości może posłużyć do badania strefy głębinowej (Yuan i in., 2017).

Szybowce podwodne mają zdecydowaną przewagę nad innymi pojazdami podwodnymi głównie za sprawą większej wytrzymałości i zasięgu oraz dłuższego czasu pracy – są w stanie szybować przez tysiące kilometrów, kilka miesięcy, a nawet lat bez ładowania (Eriksen i in., 2001; Schofield i in., 2007; Leonard i in., 2010). Tak wysoką efektywność energetyczną osiągają dzięki mechanizmowi napędzanemu pływalnością, a nie pracą śrub powszechnie stosowanych w innych pojazdach podwodnych. W idealnych warunkach energia jest zużywana jedynie przy zmianie głębokości podczas zanurzenia i wynurzenia. Z kolei dzięki zwiększeniu zwrotności i wytrzymałości mechanizmu napędowego poprzez upodobnienie go budową do delfina pojazd ma większą swobodę w przechodzeniu z trybu szybowania w tryb pływania. Dodatkowo konstrukcję wyposażono w różnorodne czujniki pokładowe takie jak sonar, GPS, czujnik rejestrujący głębokość zanurzenia oraz czujnik AHRS (ang. *Attitude and Heading Reference System*), rejestrujący położenie i kurs, na którym znajduje się maszyna (Yuan i in., 2017). Wszystko to sprawia, że szybowce podwodne wykorzystujące mechanizmy stosowane do budowy robo-delfinów mogą niedługo znaleźć szersze zastosowanie w badaniach oceanograficznych, a nawet stanowić konkurencję dla innych pojazdów podwodnych.

Robo-terapia

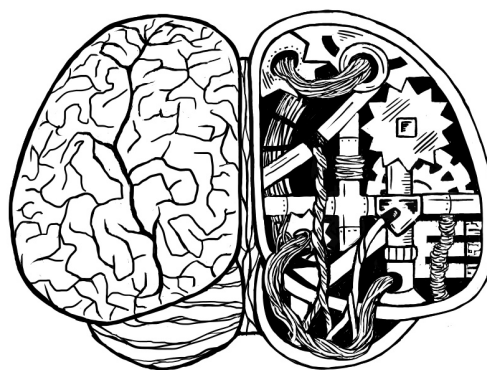
Okazuje się, że robo-delfiny mogą w przyszłości mieć zastosowanie nie tylko w celach rozrywkowych czy badawczych, ale również terapeutycznych. Od dawna delfiny są wykorzystywane do delfinoterapii mającej pozytywnie wpływać na ludzi z zaburzeniami i chorobami neurologicznymi. Jest to jeden z argumentów przy-



Rys. 2. Artystyczne wyobrażenie płetwy ogonowej robo-delfina od środka (rysunek autorski)

taczanych przez zwolenników tworzenia delfinariów oferujących taki rodzaj wykorzystania zwierząt. Jednak mimo pozytywnych efektów terapii (MdYusof i Chia, 2012; Nathanson, 2015a) brak jednoznacznych dowodów, na to który czynnik podczas leczenia był najistotniejszy – sam kontakt ze zwierzęciem, otoczenie w którym była prowadzona terapia czy podatność pacjenta na stosowaną metodę (Burton, 2013; Maron, 2021). Pozytywne skutki delfinoterapii są zauważane na ogół tylko u niewielkiej liczby pacjentów. Istnieją też doniesienia o możliwości odniesienia obrażeń w związku z nieprzewidywalnym zachowaniem delfinów (Maron, 2021).

Dobrą alternatywą może okazać się zastąpienie zwierząt ich robotycznymi imitacjami. Obecnie przeprowadzono testy z użyciem tzw. delfinów TAD (ang. Test Animatronic Dolphins), które okazały się równie skuteczne lub skuteczniejsze od żywych zwierząt podczas terapii osób chorych m.in na depresję czy schizofrenię lub z zaburzeniami takimi jak autyzm (Nathanson, 2015b). Dodatkowo wykorzystanie robotów eliminuje u pacjentów stres związany ze śmiercią zwierząt, a dzięki pełnej programowalności robo-delfiny nie stwarzają zagrożenia przez nieprzewidywalne zachowanie. Nietrudno zauważyć drzemiący w nich potencjał oraz związane z tym korzyści nie tylko dla pacjentów, ale też i żywych zwierząt, które nie będą dłużej angażowane do terapii.



Rys. 3. Artystyczne wyobrażenie mózgu robo-delfina od środka (rysunek autorski)

Podsumowanie

Budowa robotów imitujących delfiny jest ważnym przedsięwzięciem, które wbrew pozorom może mieć kluczowe znaczenie w wielu istotnych obszarach. Poczynając od ochrony zwierząt i dawania im prawa do wolności, poprzez utrzymywanie oceanariów w humanitarny sposób, a kończąc na eksploracji oceanów oraz terapii osób z zaburzeniami i chorobami neurologicznymi. Robo-delfiny mogą stać się symbolem tego jak ludzka inwencja w połączeniu z inspiracją z natury może zmienić świat na lepsze. Istotne jest tylko to czy uda nam się dostrzec wszystkie możliwości i w pełni je wykorzystać, otwierając się na to co nowe.

Esej powstał we współpracy z tutorką prof. UG dr hab. Urszulą Janas, recenzentką tekstu była dr Iwony Pawliczki vel Pawlik, wobec których autorka wyraża wdzięczność za pomoc i poświęcony czas.

Literatura:

- Burton, A., 2013. Dolphins, dogs, and robot seals for the treatment of neurological disease, *The Lancet Neurology*, 12 (9), 851-852. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70206-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70206-0)
- Kosowatz, J., 2020. Robotic dolphin changes aquatics; <https://www.asme.org/topics-resources/content/robotic-dolphin-changes-aquatics>
- Maron, D. F., 2021. Inside the murky world of dolphin therapy. *National Geographic* <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/inside-the-murky-world-of-dolphin-therapy>
- MdYusof, M. S. B., Chia, N. K. H., 2012. Dolphin Encounter for Special Children (DESC) Program: Effectiveness of Dolphin-Assisted Therapy for Children with Autism, *International Journal of Special Education*, 27 (3), 54-67; <https://eric.ed.gov/?id=EJ1001059>
- Nathanson, D. E. , 2015a. Long-Term Effectiveness of Dolphin-Assisted Therapy for Children with Severe Disabilities, *Anthrozoös*, 11 (1), 22-32. DOI: <https://doi.org/10.1080/08927936.1998.11425084>
- Nathanson, D. E. , 2015b. Reinforcement Effectiveness of Animatronic and Real Dolphins, *Anthrozoös*, 20 (2), 181-194. DOI: <https://doi.org/10.2752/175303707X207963>
- Pockross, A., 2020. Robot dolphins are here to free Willy and revolutionize marine theme parks, <https://www.syfy.com/syfy-wire/robot-dolphins-ai-android-animals-theme-parks-aquariums>
- Yuan, J., Wu, Z., Yu, J., Zhou, C., MinTan, 2017. Design and 3D Motion Modeling of a 300-m Gliding Robotic Dolphin". *IFAC-PapersOnLine*, 50 (1), 12685-12690. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2251>

Notka o Autorce

Obecnie studentka I roku studiów II stopnia Oceanografii na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego. Jej zainteresowania koncentrują się wokół ssaków morskich, mikrobiologii oraz biotechnologii morskiej, które autorka ma nadzieję pogodzić ze sobą w przyszłości. Na II i III roku studiów licencjackich uczestniczyła w tutorialach prowadzonych na Wydziale Oceanografii i Geografii w ramach projektu Mistrzowie Dydaktyki – wdrożenie.

Drugie życie platformy wiertniczej

Adam Makatun

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii
e-mail: adam.makatun@gmail.com*

Tutor: dr Ewa Szymczak

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii,
Zakład Geologii Morza*

Słowa kluczowe: platforma wiertnicza, sztuczne rafy koralowe, ponowne wykorzystanie budowli morskich

Morze platform

Wraz z rozwojem cywilizacyjnym stale wzrasta zapotrzebowanie na energię. Rosnąca liczba ludności, ogrzewanie domów, produkcja dóbr, transport na małą i dużą skalę – wszystko to wymaga ogromnych, coraz to większych nakładów paliw kopalnych, na których nadal opiera się większość z wymienionych elementów naszego świata. Jednym z surowców kluczowych do wytwarzania energii jest ropa naftowa [1].

Położenie wielu złóż ropy pod dnem morskim sprawiło, że ostatnie ponad 100 lat jest historią rozwoju konstruowania i unowocześniania platform wydobywczych. Te stale lub tylko czasowo połączone z dnem mórz konstrukcje w wielu obszarach świata, takich jak na przykład Zatoka Meksykańska, Morze Północne czy wybrzeża Kalifornii, na dobre stały się rzucającym się w oczy elementem morskiego krajobrazu.

Przez lata prac nad innowacjami dotyczącymi platform powstało wiele różnych typów ich konstrukcji. Wyróżnić można przede wszystkim jednostki na stałe przytwierdzone do dna morskiego oraz takie,

które nad złożem zostają umieszczone tylko na okres prowadzonego przez nie wydobywania (Ryc. 1). Te drugie można podzielić na wiele rodzajów. Wartą wymienienia może być na przykład platforma typu *jack-up* (tłumaczona na polski jako platforma samopodnośna). To mobilna konstrukcja, która po podniesieniu nóg konstrukcji, mogących niejako zostać wysunięte ponad powierzchnię wody, unosi się na wodzie i istnieje możliwość przetransportowania jej w inne miejsce. Innymi mobilnymi platformami mogą być konstrukcje, które swoją stabilność w miejscu pracy zawdzięczają zastosowaniu systemów kotwic oraz odciągów. Takie platformy, tak samo jak platformy typu *jack-up*, mogą zostać użyte wielokrotnie na różnych złożach. Z uwagi na powstawanie nowszych projektów oraz z powodu wyczerpywania się starych złóż jak i zużycia platform, wiele takich konstrukcji prędzej lub później skazanych jest na wyłączenie z eksploatacji.

Platformy na stałe montowane na dnie po zakończeniu wydobywania pozostają tam, gdzie zostały umieszczone. Często zdarza się, że po długim czasie przebywania w danym miejscu stają się one sztucznymi rafami – zasiedlane są przez wiele organizmów osiadłych oraz mobilnych. Platformy te mogą stać się



Ryc. 1. – a - przykład mobilnej platformy wydobywczej typu *jack-up* [2], b - platforma na stałe osadzona na betonowych fundamentach [3]

w pełni funkcjonującymi ekosystemami, nieraz bardzo cennymi dla środowiska. Jeśli dodać do tego fakt, iż zwykle najbliższe otoczenie platform wiertniczych wyłączone jest z możliwości połowu ryb, to takie sztuczne rafy mają potencjał jako ostoje i tarliska dla ryb czy też „morskie sanktuaria”.

Rafa pełna życia

Oczywiście, aby taki ekosystem mógł powstać, musi zostać podjęta decyzja o pozostawieniu konstrukcji platformy na miejscu. Zdarzają się przypadki, gdy platformy zostają demontowane – wiąże się to zwykle z bardzo kosztownym procesem, który wymaga zaangażowania specjalnie przystosowanych do tego typu prac jednostek. Platformy mogą być demontowane w całości, lub tylko częściowo. Pozostawienie platformy w miejscu wydobywania może być mniej kosztowną decyzją, a nawet korzystną dla bioróżnorodności jeżeli doda się do tego fakt utworzenia sztucznej rafy koralowej (Ryc. 2). Ekosystemy tworzone przez organizmy poroślowe oraz związane z nimi zwierzęta wolnożyjące często produktywnością dorównują naturalnym rafom. Szacuje się, że głębokowodne platformy porasta średnio aż około 500 000 osobników koralowców (Kolian i in., 2018). Mając na uwadze fakt, iż podwodna część platformy zajmuje stosunkowo niewielki frag-

ment dna w porównaniu z powierzchnią wszystkich jej elementów konstrukcyjnych zanurzonych w wodzie, pozostawienie platformy do zasiedlenia przez organizmy może spowodować utworzenie dużych kompleksów rafowych. Jako przykład można podać, że powierzchnia dostępna dla organizmów poroślowych dla typowej platformy wiertniczej w Zatoce Meksykańskiej może wynosić do 12 000 m². Dla wód wokół takich platform notuje się nawet dziesięciokrotnie wyższe zagęszczenie oraz biomasę ryb w porównaniu z wodami otwartego morza w większej odległości od platformy [4]. W ciepłych wodach ryby silnie związane z ekosystemami raf koralowych chętnie przebywają przy platformach (Love i in., 2020). Takie wyłączone z rybołówstwa „sanktuaria” mogą znacząco poprawić stan zagrożonych populacji związanych z rafami na danym terenie.

Należy jednak pamiętać o wszystkich konsekwencjach pozostawienia platformy na morzu, także o tych negatywnych. Konstrukcje pozostawione same sobie po latach mogą ulec zniszczeniu i stać się zagrożeniem na przykład dla transportu morskiego. Dodatkowo, pozostawienie twardego podłoża na stosunkowo niewielkich głębokościach w miejscu, gdzie wcześniej nie było raf ani podobnych struktur może sprzyjać ekspansji gatunków inwazyjnych związanych z tego

rodzaju ekosystemami. Sztuczne rafy daleko od brzegu mogą być punktami przejściowymi, umożliwiającymi takim organizmom dalsze rozprzestrzenianie na nowe akweny. Warto również dodać, iż powierzchnie platform, o których zdecydowano, że zostaną podzielone na części i zatopione, narażone są na nagłe zmiany warunków, co może prowadzić do unicestwienia wcześniej wykształconych na nich ekosystemów (Kolian i in., 2019).

Potrzeba matką wynalazków

Naukowcy prowadzący badania oceanograficzne dążą do ciągłego pogłębiania wiedzy dotyczącej mórz i oceanów. Część zagadnień fizycznych, chemicznych, biologicznych czy geologicznych nadal pozostają nieznane. Prowadzenie bezinwazyjnych oraz inwazyjnych badań bezpośrednio w środowisku morskim pozwala na najdokładniejsze poznanie akwenu oraz życia w nim występującego. Duże koszty operowania jednostkami badawczymi na morzu są jednym z czynników ograniczających postęp w oceanografii. W wielu miejscach na świecie, aby w pełni poznać i zrozumieć funkcjonowanie środowiska morskiego oraz dynamikę wód, najlepiej jest regularnie powtarzać pomiary – stosując szeroko pojęty monitoring. Wiele obszarów wartych monitorowania, pośrednio lub bezpośrednio



Ryc. 2. Pod wodą platforma może stać się zróżnicowanym i cennym ekosystemem tętniącym życiem [5]

nie podatnych na działalność człowieka środowisk, występuje w obrębie szelfu kontynentalnego.

Znając potrzeby świata nauki oraz problematykę związaną z wychodzącymi z eksploatacji platformami wiertniczymi, przyjść mogą na myśl rozwiązania łączące te dwie sprawy, pozwalające na prowadzenie szerszych badań oceanograficznych oraz dające drugie życie platformom wiertniczym.

Koncept „Platforma badawcza” - dawna platforma wiertnicza jako stacjonarna/mobilna stacja naukowo-badawcza

Koncepcje można podzielić na dwa osobne założenia:

- platforma na stałe przytwierdzona do dna, jako miejsce prowadzenia wieloletniego monitoringu środowiskowego połączonego z prowadzeniem eksperymentalnych badań z wykorzystaniem środowiska naturalnego,
- platforma mobilna (na przykład typu *jack-up*), jako terenowa stacja badawcza umożliwiająca prowadzenie długo i krótkoterminowych badań oceanograficznych w rejonach przybrzeżnych (do głębokości, na której możliwe jest bezpieczne zamocowanie/zacumowanie platformy na dnie).

Po usunięciu elementów technicznych związanych z wydobywaniem ropy naftowej oraz gazu ziemnego, platformy wiertnicze w dużym stopniu nadają się do przekształcenia w jednostki badawcze. Zaplecze sanitarno-mieszkalne zazwyczaj jest już obecne na platformach, więc po odpowiednim przystosowaniu, można by było uczynić z niego miejsce zakwaterowania pracowników naukowych oraz technicznych (niezbędnych do utrzymania funkcjonalności stacji). Dodatkowe przestrzenie uzyskane po usunięciu sprzętu wydobywczego mogą zostać przekształcone w powierzchnie laboratoryjne. Innym atutem jest możli-

wość wykorzystania przestrzeni dookoła platformy na przykład w celu prowadzenia eksperymentalnej akwakultury, czy umiejscowienia dodatkowej aparatury pomiarowej. Sama platforma, zarówno w wariacie stałym, jak i mobilnym mogłaby zostać wyposażona w szereg przyrządów pomiarowych nieprzerwanie badających parametry fizykochemiczne wody oraz w stację meteorologiczną. Laboratoria mogą być dostosowane do przeprowadzania specyficznych analiz biologicznych, chemicznych, fizycznych oraz geologicznych. W razie konieczności wysłania próby do analizy wykraczającej poza możliwości takiej stacji, możliwe będzie chwilowe przybicie do stacji statku, na którym próby będą mogły dostać się na ląd do instytutów badawczych. W ten sam sposób załoga będzie mogła powracać na ląd, jak również otrzymywać zaopatrzenie w żywność oraz materiały niezbędne do prowadzenia obserwacji i badań. Na konstrukcji platformy będą mogły zostać zamontowane źródła energii odnawialnej takie jak turbiny wiatrowe czy panele fotowoltaiczne, jak również może być ona miejscem do przeprowadzania badań nad nowymi urządzeniami wykorzystującymi energię na przykład falowania morskiego do tworzenia energii elektrycznej. Stacje badawcze tego typu pozwoliłyby na dokładne zbadanie jaki wpływ miała na środowisko platforma w miejscu jej użytkowania, czy też jakie jest tempo powrotu okolicznych ekosystemów do stanu pierwotnego. Platformy mobilne mogłyby dodatkowo być umieszczone w miejscach o kluczowej wartości, na przykład ze względu na organizmy w nim występujące, aby badać je mając do nich względnie stały i nieograniczony dostęp. Potrzeby rozwoju monitoringu środowiskowego oraz możliwości związane z ponownym wykorzystaniem platform wiertniczych zostały dostrzeżone przez organizacje takie jak *Gulf Offshore Research* [6]. Może to świadczyć o re-

alnych szansach na powodzenie takiego przedsięwzięcia. Wiele korzyści dla świata nauki, które mogłoby przynieść założenie takich stacji również może sprawić, że koncepty tego typu będą coraz częściej rozważane. Możliwe, że w przyszłości pojawią się tego typu „platformy badawcze”.

Morze możliwości

Po przetestowaniu różnych rozwiązań, dzięki przeznaczeniu platform dla celów badawczych możliwe będzie wdrażanie nowych zastosowań dla wychodzących z użytku jednostek.

Jednym z nich może być stanowienie zaplecza dla generowania energii ze źródeł naturalnych – wiatru, słońca, falowania czy też przepływu prądów morskich. Platforma taka może stanowić zaplecze techniczne zarówno dla załogi technicznej, jak i dla urządzeń niezbędnych do przekierowywania utworzonej energii w stronę lądu lub też magazynowania jej na przykład przy wykorzystaniu wytwarzania wodoru. W przypadku, gdy wychodząca z użytku jednostka sąsiadowałaby z platformami będącymi dalej w użyciu, montaż urządzeń służących do generowania energii ze źródeł takich jak słońce, wiatr czy woda, mógłby zapewnić energię niezbędną do użytkowania pobliskich platform. Sprawiłoby to, że platformy nie musiałyby zużywać paliw do produkcji własnej energii, co obniżyłoby stanowczo ich emisję CO₂ do atmosfery. Ciekawą alternatywą dla zużytkowania uzyskanej energii jest wykorzystanie jej do wychwytywania z powietrza CO₂ i magazynowania go lub do sekwestracji. Koncept takiego działania mógłby okazać się wielce korzystny dla walki z globalnym ociepleniem jeżeli takie zastosowanie platform zostałoby szeroko rozpowszechnione (Kolian i in., 2019; [4]).

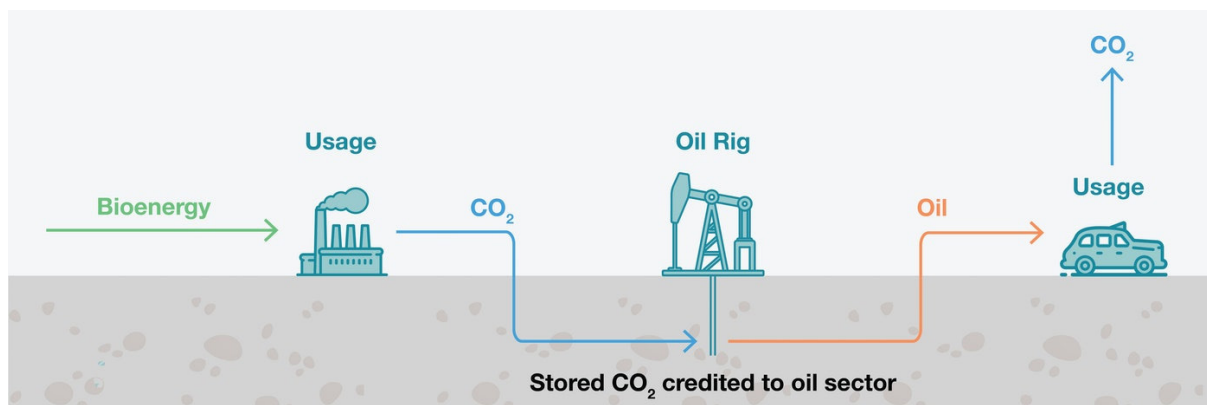
Przechwytywanie i transport dwutlenku węgla może mieć jeszcze jedną zaletę – tak zwany CO₂ EOR - technika,

znana jako carbon dioxide Enhanced Oil Recovery [7], już zaczyna rewolucjonizować branżę związaną z wydobywaniem ropy naftowej. Polega ona na wtłaczaniu CO_2 bezpośrednio do złoża, co znacznie usprawnia wydobywanie surowca. Wtłoczony gaz zwiększa ciśnienie wewnątrz złoża, co przyspiesza pobieranie ropy. Dodatkowo, dwutlenek węgla zmieszany z wydobywanymi paliwami polepsza „mobilność złoża”, co pozwala na łatwiejszy przepływ do studni wydobywczych. Ogromną zaletą takiego rozwiązania dla środowiska jest możliwość wtłaczania (przy zapewnieniu, iż użyty CO_2 nie dostanie się na powrót do atmosfery) dwutlenku węgla w ilości mogącej nawet przewyższać jego ilość dostającą się do atmosfery przez produkcję oraz spalanie równowartości wydobytych w ten sposób paliw [7]. Projekty połączenia takich systemów z produkcją energii pochodzącej na przykład z biopaliw umożliwiłoby, poza produkcją odnawialnej energii, produkcję neutralnych węglowo paliw (Ryc. 4). Wychodzące z użytku platformy wiertnicze mogłyby przyczynić się do rozwinięcia tej technologii, która w tym momencie używana jest głównie dla lądowych jednostek wydobywczych.

Dokładne przebadanie prototypowych hodowli organizmów wodnych na pełnomorskich stacjach badawczych jakimi mogą zostać platformy wiertnicze

umożliwiłoby również zakładanie akwakultur na lub w bezpośrednim otoczeniu konstrukcji platform. Odpowiednie baseny, klatki lub liny przymocowane do platform mogą umożliwić hodowle makroglonów, bezkręgowców oraz ryb. Nadwodna część platformy może służyć jako miejsce pracy osób nadzorujących hodowle, jak również jako magazyn pokarmu oraz laboratoria hodowlane do uzyskiwania młodocianych organizmów.

Platforma taka może również służyć jako ciekawe centrum turystyczno-wędkarskie (www 8). Wykorzystywanie powstałych na platformach sztucznych raf może przyczyniać się nie tylko do rozwoju akwakultur związanych z przemysłem spożywczym, ale również może być to krok w stronę zrównoważonego pozyskiwania ryb ozdobnych. Ekosystemy powstałe na konstrukcjach platform mogą przyczynić się również do rozwoju błękitnej biotechnologii poprzez ułatwienie pobierania i potencjalnego pozyskiwania na szeroką skalę organizmów mogących produkować związki o potencjalnym użyciu na przykład w medycynie. Pobieranie takich organizmów ze sztucznych raf nie narusza naturalnych raf występujących w strefach przybrzeżnych, więc takie postępowanie mogłoby również przyczynić się do niepogarszania stanu raf naturalnych. Dodatkowe umieszczenie urządzeń umożliwiających wytwarzanie energii



Ryc. 3. Schemat ukazujący równowagę uwalniania CO_2 z zastosowaniem techniki EOR połączonej z wykorzystaniem biopaliw [7]

w sposób nieemisyjny (ogniwa fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe, etc.) pozwoliłoby na zasilanie całej stacji hodowlanej. Takie wykorzystanie morskich konstrukcji przy zapewnionym stałym połączeniu transportowym z lądem mogłoby stanowić ważny element rynku związanego z akwakulturą (Kolian i in., 2018; Kolian i in., 2019; [4]).

Platformy ulokowane w odosobnionych miejscach, lub też w miejscach atrakcyjnych turystycznie poza potencjałem naukowo-technicznym stanowią również bazę pod rozwinięcie nowej gałęzi turystyki morskiej, która ma swoje początki w mini hotelach i stacjach nurkowych wybudowanych bezpośrednio na platformach, które wyszły z użytku. Taki rodzaj spędzania urlopu może stać się popularny biorąc pod uwagę nowatorskie projekty architektoniczne (Ryc. 4). Hotele na środku morza mogą stać się alternatywą dla na przykład rejsów wycieczkowcami po otwartym morzu. Unikalne ekosystemy tworzące się pod wodą na platformach są dodatkowym atutem, szczególnie w przypadku turystyki podwodnej [9, 10]. Bazy nurkowe utworzone z platform już istnieją, na przykład *Seadventures Dive Rig* [11], lecz nie jest to jeszcze rozwiązanie stosowane w szerszej skali. Komercyjne rozwiązania umożliwiłoby zapewne zdobywanie większych liczby środków na utrzymanie platformy w dobrym stanie technicznym, ale też wymagałyby dużego nakładu finansowego na początku.

Początki drugiego życia platform

Stale rośnie liczba starzejących się platform wydobywczych, które stopniowo przestają umożliwiać dalszą eksploatację. Istnieją jednak różne pomysły, które przy odpowiednim wcieleniu w życie pozwoliłyby nie tylko na ominięcie kosztownego demontażu i rozbiórki platformy, ale również mogłyby wpłynąć korzystnie na środowisko, przyczynić się do rozwo-



Ryc. 4. Wizualizacja futurystycznego hotelu zbudowanego na bazie dawnej platformy wiertniczej [12]

ju nauki, przemysłu czy też turystyki. Pojawiające się w Internecie coraz to nowsze artykuły dotyczące alternatywnych zastosowań platform wiertniczych niosą nadzieję, że zastosowanie tego typu, jak te wyżej wymienione mogą wejść w życie. Przyszłość pokaże jaki los czeka obecne platformy, a rozwój technologii może sprawić, że staną się one ważnymi elementami przyszłej nauki i gospodarki światowej.

Literatura:

- Kolian, S.R., Godec, M., Sammarco, P.W., 2019. Alternate uses for retired oil and gas platforms in the Gulf of Mexico, *Ocean and Coastal Management* 169, 52–59
- Kolian, S.R., Sammarco, P.W., Porter, S.A., 2018. Use of retired oil and gas platforms for fisheries in the Gulf of Mexico, *Environment Systems and Decisions* 38, 501–507
- Love, M.S., Clark, S., McCrea, M., Seeto, K., Jainese, C., Nishimoto, M., Bull, A.S., Kui, L., 2020. The role of Oil and Gas Conductors as Fish Habitat at Two Southern California Offshore Platforms, *Bulletin of Southern California Academy of Sciences* 119 (3), 68–77

Źródła internetowe:

- [1] – British Petroleum, 2021. BP stats review 2021 [online] <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf#page13>; (dostęp: 20.04.2022)
- [2] – grafika [online] reph.ru/en/production/type/341/1424/; (dostęp: 07.08.2022)
- [3] – grafika [online] <https://www.drillingformulas.com/you-can-travel-to-north-seas-oil-platform-as-tourists/>; (dostęp: 07.08.2022)
- [4] – Alternative Energy Programmatic EIS, 2007, 6 Alternate uses of existing oil and natural gas platforms on the OCS [online]; https://www.boem.gov/sites/default/files/renewable-energy-program/Regulatory-Information/Alt_Energy_FPEIS_Chapter6.pdf; (dostęp: 07.08.2022)
- [5] – grafika [online] <https://www.nytimes.com/2016/03/08/science/marine-life-thrives-in-unlikely-place-offshore-oil-rigs.html>; (dostęp:

07.08.2022)

- [6] – <https://www.gulfoffshorereseach.com/>; (dostęp: 07.08.2022)
- [7] – International Energy Agency, 2019. Can CO2-EOR really provide carbon-negative oil?; <https://www.iea.org/commentaries/can-co2-eor-really-provide-carbon-negative-oil/>; (dostęp:07.08.2022)
- [8] – <https://fptower.org/>; (dostęp: 07.08.2022)
- [9] – <https://www.marineinsight.com/cruise/an-oil-rig-converted-into-a-hotel-a-novel-idea/>; (dostęp: 07.08.2022)
- [10] – <https://dornob.com/4000-abandoned-oil-rigs-as-luxury-hotels/>; (dostęp: 07.08.2022)
- [11] – <https://seaventuresdive.com/>; (dostęp: 07.08.2022)
- [12] – grafika [online]; <https://pl.pinterest.com/pin/488359153313979173/>; (dostęp: 07.08.2022)

Notka o Autorze

Student I roku studiów magisterskich na kierunku Oceanografia, specjalność biologia morza na Uniwersytecie Gdańskim. Na II i III roku studiów licencjackich uczestniczył w tutorialach prowadzonych na Wydziale Oceanografii i Geografii w ramach projektu Mistrzowie Dydaktyki – wdrożenie.

Czy osuwiska są zagrożeniem dla przestrzeni i życia człowieka - problem lokalny, regionalny i globalny?

Aleksandra Sałek

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii
e-mail: a.salek.941@studms.ug.edu.pl*

Tutor: dr Katarzyna Jereczek - Korzeniewska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii,
Zakład Hydrologii*

Słowa kluczowe: osuwiska, procesy stokowe, ruchy masowe, zjawiska ekstremalne, antropopresja

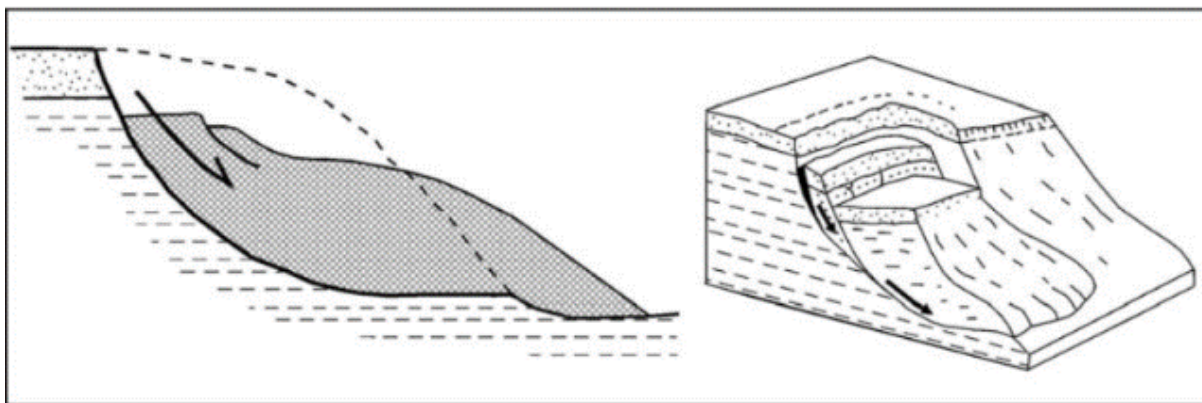
Wprowadzenie

Osuwiska to jedno z najbardziej powszechnych zagrożeń na całym świecie. Ich geneza, lokalizacja oraz częstotliwość występowania są determinowane wieloma czynnikami. W niniejszym artykule scharakteryzowano wybrane osuwiska zarówno w skali lokalnej, jak i regionalnej. Ukazano także globalny wpływ człowieka na rozwój tego typu procesów. Przedstawiając je, opisano genezę zagrożeń związaną z czynnikami naturalnymi, jak również działalnością człowieka. Skupiono się na negatywnym wpływie działalności antropogenicznej. Antropopresja coraz częściej w sposób pośredni oraz bezpośredni przyczynia się do potęgowania tego typu zagrożeń, a tym samym skutkuje zagrożeniem dla zdrowia, życia człowieka oraz jego przestrzeni.

W niniejszej pracy ukazano, iż właśnie czynnik antropogeniczny może powodować pojawianie się procesów osuwiskowych nie tylko w skali lokalnej. Może tym samym przyjmować coraz większy

zasięg i rozpowszechniać się na większe obszary, po skalę regionalną, a ingerencja człowieka może mieć charakter globalny. Przedstawione w tekście przykłady wystąpienia osuwisk pochodzą z różnych części świata. Pierwszą, omówioną katastrofą jest osuwisko w Tarnowie, zlokalizowane w Karpatach. Kolejny przykład obejmuje niewielką miejscowość w północno – wschodniej części Włoch – Longarone, w paśmie górskim - Dolomity. Dwa pozostałe przypadki odnoszą się do obszaru strefy tropikalnej. Należą to kraj leżący w Azji Południowo – Wschodniej. Jest to strefa występowania cyrkulacji monsunowej. Miasto Rio de Janeiro i jego okolice także są regionem występowania ekstremalnych zjawisk osuwiskowych. Wymienione wyżej przypadki obrazują wielkość katastrofalnych wydarzeń w skali lokalnej i regionalnej. Nieprzemysłane zachowania i działania społeczeństw na całym świecie coraz częściej przyczyniają się do uruchamiania ruchów masowych.

Zasadna zdaje się być reakcja krajów na takie zagrożenia. Jest ona niezbędna i wymaga opracowania systemów zapobiegających osuwiskom i naprawiających szkody, jakie za sobą niosą.



Ryc.1. Przekrój osuwiska i jego fazy rozwoju [1]

Czym są osuwiska?

Jednym z powierzchniowych ruchów masowych są osuwiska. Najprościej są definiowane jako przemieszczenia i deformacje struktury gruntu poprzez siłę ciężkości, wzdłuż powierzchni poślizgu (Mizerski i Graniczny, 2017) (Ryc. 1).

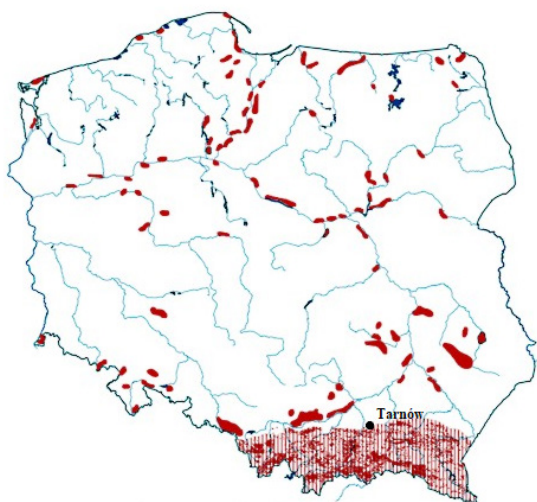
Czynnikami naturalnymi, powodującymi występowanie osuwisk, są: trzęsienia ziemi i wybuchy wulkanów, budowa geologiczna czy charakter rzeźby (znaczne deniwelacje, naprzemienny układ warstw osadów podatnych na osunięcia), warunki hydrologiczne oraz meteorologiczne (opady atmosferyczne, podcięcia skarp przez rzeki) (Cała 2009, Mizerski i Graniczny, 2017). Czynniki antropogeniczne są zarówno bezpośrednią, jak i pośrednią przyczyną tego typu zagrożeń. Prace budowlane, podcinanie stoków przez budowę dróg i nie tylko, obciążanie stoków, niszczenie roślinności (karczowanie, wypalanie), zmiany stosunków wodnych to niektóre z nich (Bardel, 2012).

Osuwisko w skali lokalnej obejmuje stosunkowo niewielki obszar. Przykładem może być osunięcie gruntu w sąsiedztwie wyrobiska eksploatacyjnego. Region Karpat w Polsce, gdzie występuje ponad 90% [2] wszystkich osuwisk jest przykładem skali regionalnej (Ryc. 2). Globalny wpływ człowieka na rozwój tego typu zjawisk obejmuje natomiast całą powierzchnię Ziemi.

Osuwisko w Tarnowie

Na terenie byłej kopalni odkrywkowej iłów w Tarnowie powstało głębokie wyrobisko, w którym przeprowadzono rekultywację wodną. Kopalnię zamknięto w 1980 roku. Jeden ze stoków został przykryty pozostałościami z tego wyrobiska. Po wielu latach rozpoczęto budowę osiedla mieszkaniowego i ponownie nasypało w tym miejscu kolejny materiał skalny. W 2006 roku wystąpiły intensywne opady atmosferyczne oraz wiosenne roztopy. W tym samym roku osuwisko uaktywniło się. Można twierdzić, iż opady atmosferyczne były właśnie głównym czynnikiem uaktywniającym. Plastyczne podłoże iltaste zostało nasycone wodą. Badania podłoża, jego struktury i wytrzymałości wykazały jednak, iż punktem zwrotnym było przeciążenie gruntu przez nasypy z budowy bloków (Bardel, 2012).

Powyższy opis jest przykładem na nieodpowiedzialne i bezmyślne postępowanie inżynierów. Od zakończenia eksploatacji iłów zmieniały się warunki hydrologiczne i meteorologiczne bezpośredniego otoczenia. Pomimo tego, zbocze zachowało stabilność, aż do momentu ponownych obciążeń gruntu. W tym przypadku intensywne opady deszczu i roztopy przyczyniły się do aktywacji osunięcia warstw skalnych. Przyjmuje się (Bardel, 2012), iż jednak większy wpływ miała działalność człowieka. Wydarzenie miało miejsce w pobliżu zabudowy mieszkalnej. Ingerencja człowieka w stosunki



Ryc.2. Rozmieszczenie obszarów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w Polsce. Opracowanie wg wyników rejestracji z lat 1968–1970 dla Polski pozakarpackiej oraz materiałów Oddziału Karpackiego PIG [2], zmienione

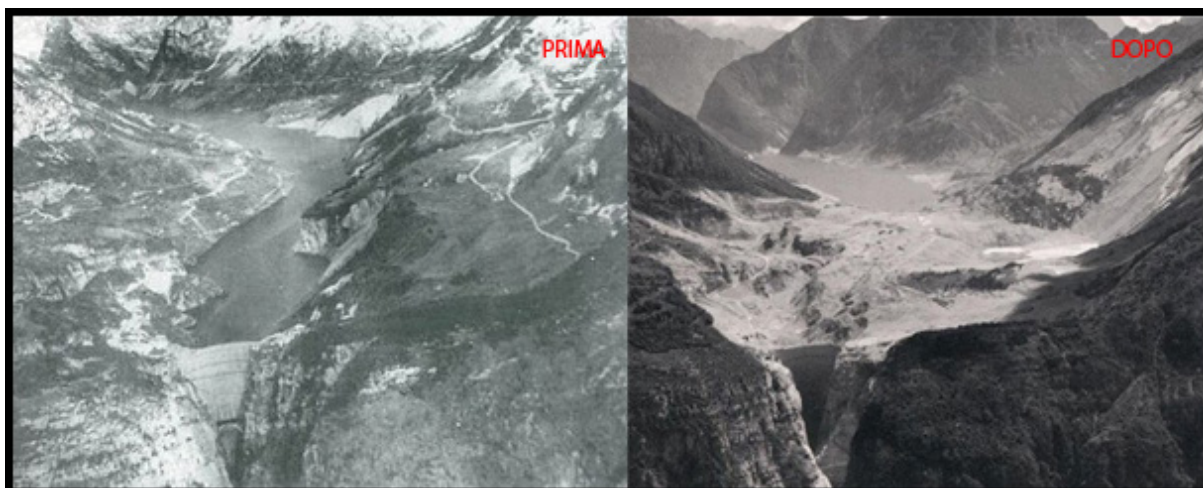
wodne oraz obciążenia gruntu w jej okolicy powinny być jak najmniejsze. Tarnobrzeg leżący w regionie Karpat, jest wysoce narażony na wystąpienie osuwisk. Jak widać na mapie, obszar ten jest w szczególności monitorowany (Ryc. 2). Pod względem zagrożenia ruchami masowymi istnieje wyraźna przewaga obszaru południowej Polski, w porównaniu z resztą kraju. Wynika to ze znacznych deniwelacji terenu oraz naprzemiennie ułożonych warstw łupkowo - piaskowcowych o wysokiej plastyczności - tzw. flisz karpacki (Gaszyńska-Freiwald, 2012). Czynnikiem potęgującym zjawisko ruchów masowych są dodatkowo: podcinanie stoków, zabudowywanie ich czy budowa dróg przecinających osuwiska nieaktywne (Gaszyńska-Freiwald, 2012).

W Polsce systemem mającym na celu zmniejszanie ryzyka osuwiskowego jest SOPO (System Osłony Przeciwosuwiskowej). Za pomocą monitorowania oraz inwentaryzacji osuwisk, sporządzane są dokumenty, które pomagają lepiej zarządzać infrastrukturą kraju. Powstają mapy w skali 1:10000, przedstawiające wszyst-

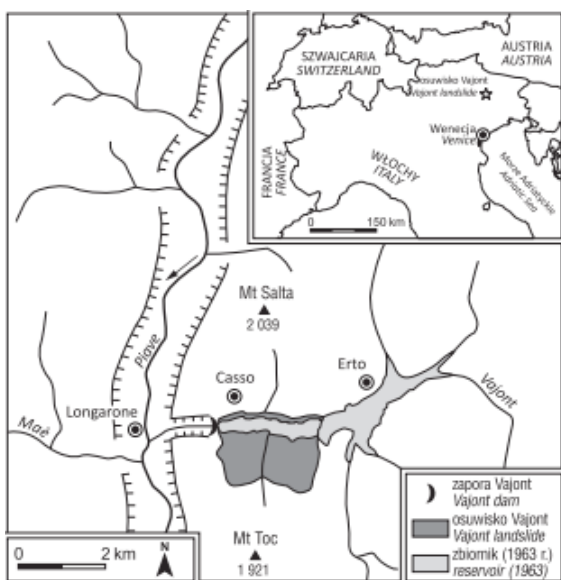
kie osuwiska, a także tereny zagrożone ruchami masowymi. Głównym zadaniem projektu jest łagodzenie szkód po wystąpieniu zjawisk tego typu, poprzez ograniczanie budownictwa mieszkaniowego i drogowego na obszarze aktywnym, okresowo aktywnym, a także nieaktywnym osuwiskowo. Osuwiska nieaktywne to miejsca, na których w przeciągu ostatnich 50-ciu lat nie udokumentowano pojawienia się ruchów masowych [2]. Błędny jest jednak przekonanie, że podobne zjawisko nie będzie mieć miejsca w tym samym obszarze. Miejsca nieaktywne osuwiskowo także należy kontrolować i zabezpieczyć tak, aby uniknąć ich ponownemu powstawaniu. Od 2010 roku na terenie Tarnobrzega jest prowadzony monitoring zarówno powierzchniowy, jak i wgłębny [2].

Osuwisko Vajont (Włochy)

W 1957 roku zdecydowano o wybudowaniu zapory zamykającej dolinę, u wylotu dopływu do rzeki Piave (Ryc. 3). Teren jest położony na wapieniach, iłach i marglach oraz osadach pochodzących z poprzednich osunięć (Różycka i in., 2017). Badania eksperckie wykazały, że południowy stok góry Monte Toc (1921 m n.p.m.), która znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie doliny Vajont, nie jest stabilny (Różycka i in., 2017). Pomimo ostrzeżeń geologów prace budowlane rozpoczęto i zaczęto napełniać zbiornik wodą. Grunt stawał się coraz bardziej niestabilny, pojawiło się pęknięcie na stoku góry. Po kilku latach doszło do osunięcia części materiału skalnego. Poziom wody w zbiorniku zaczęto obniżać oraz wybudowano kanał odprowadzający część wody, na wypadek wystąpienia kolejnych osunięć. Niewielkie osunięcia gruntu można było dostrzec na zboczach góry Monte Toc, jak i na obszarach sąsiednich. Nie przeszkodziło to jednak w dalszej ingerencji człowieka w stosunki wodne tego obszaru. Po sześciu latach



Ryc.3. Dolina Vajont przed i po wystąpieniu osuwiska [5]



Ryc.4. Szkic sytuacyjny okolic osuwiska Vajont (Różycka i in., 2017)

od rozpoczęcia budowy nastąpiła ogromna katastrofa. Osuwisko ze zbocza Monte Toc wypełniło zbiornik, a woda przelała się przez zaporę (Ryc. 4). Pobliskie tereny, w tym wioska Longarone, zostały dotknięte powodzią. Materiał zawieszony oraz skalny był niesiony z prędkością 70–100 km/h (Różycka i in., 2017). Podczas tej tragedii zginęło ponad 2 tys. osób (Mizerski i Graniczny, 2017).

Zdaniem Różyckiej i in. (2017), uwzględniając tak dogodne warunki do wystąpienia ruchów masowych, budowa

najwyższej wówczas inwestycji na świecie (261,5 m) była niezwykle ryzykowna oraz bezmyślna. Skalę zagrożenia nasiliły regulacje poziomu wód w zbiorniku. Po wystąpieniu katastrofy budowla przetrwała i nie uległa żadnym deformacjom, natomiast nie funkcjonuje po dziś dzień.

Osuwiska w Malezji

Półwysep Malajski leży w obszarze klimatów tropikalnych, monsunowych. Dla tego regionu charakterystyczne są wysokie opady atmosferyczne. Średnia roczna suma opadów na stacji reprezentatywnej w Singapurze wynosi ponad 2 000 mm [3]. W połączeniu z wysokimi temperaturami powietrza stwarza to idealne warunki do degradacji przypowierzchniowej warstwy gleby (Rahman i Mapjabil, 2017).

Osuwiska, obok powodzi, to jedne z najbardziej katastrofalnych zagrożeń, które nawiedzają ten region świata. Szczególnie uaktywniają się po intensywnych, nawalnych opadach atmosferycznych. Dominuje tu płaska powierzchnia terenu. Góry i wzgórza zajmują niemal 25% całkowitej powierzchni tego państwa (Rahman i Mapjabil, 2017). W związku z coraz większym rozwojem cywilizacyjnym, stale następuje rozwój infrastruktury technicznej. Zabudowywane są tereny wyżej położone, a także usypywane

są sztuczne zbocza (Dorairaj i Osman, 2021). Ok. 88% występujących osuwisk w Malezji ma miejsce na zboczach usypanych przez człowieka. główną tego przyczyną jest nieodpowiednio przeprowadzony drenaż stoków (Abd Majid i in., 2020). Przykładem jednej z największych tragedii był upadek apartamentowca Highland Towers w Kuala Lumpur, w 1993 roku. W wyniku tragedii śmierć poniosło 48 osób (Kazmi i in., 2017). Przyczyną była nie tylko intensywne ulewa trwająca kilka dni, ale przede wszystkim nieprawidłowa ocena nośności gruntu i lokalizacja wieżowca na zboczu wzgórza. Co więcej, budowa wiązała się z wycinką drzew, która znacznie poddała glebę erozji i zmieniła układ stosunków wodnych.

Biorąc pod uwagę ilość osuwisk, jakie są spowodowane ingerencją człowieka w Malezji, najrozsądniejszym byłoby ograniczenie rozwoju infrastruktury technicznej i mieszkalnej na zboczach. Aktualnie wdrażany jest system wczesnego ostrzegania w wypadku zagrożenia osuwiskiem. Wprowadzono go już w kilku stanach Malezji (Abdullah, 2013).

Osuwiska Brazylii

Podobnym regionem, w kontekście wystąpienia zjawisk ekstremalnych, jest obszar południowo - wschodniej Brazylii. Z powodu coraz intensywniejszego wkraczania ludności na obszary górskie, zjawisko uaktywniania i podcinania stoków również jest częstsze. Ludność mniej zamieszkała, zmuszona jest do osiedlania się w miejscach, które są mniej atrakcyjne dla „klas wyższych” (Smyth i Royle, 2000). Są to zazwyczaj tereny mniej bezpieczne, bardziej strome, najczęściej w górach. Osiedlanie się w tych rejonach jest ryzykowne ze względu na zagrożenie osuwaniem się ziemi. Ruchom masowym w obszarach tropikalnych sprzyjają ponadto warunki klimatyczne. Wysokie roczne sumy opadów atmosferycznych skutkują uruchamianiem mas skalnych.

W dniach 11–12 stycznia w roku 2011, w stanie Rio de Janeiro, na terenach górzystych wystąpiło ponad 3,5 tys. osuwisk (Avelar i in., 2013). Katastrofa w ciągu zaledwie dwóch dni spowodowała śmierć 1,5 tys. osób oraz uszkodziła zabudowę techniczną. Przyczyną były intensywne opady atmosferyczne. Region ten w pewnym stopniu pokrywały lasy, jednak były one w stanie sukcesji wtórnej, czyli ponownej odbudowy do stanu sprzed ich zniszczenia. Rekonstrukcja zniszczonego lasu wiąże się z bardzo płytkim systemem korzeniowym i słabo wykształconymi glebami (Netto i in., 2013). Jest więc bardziej podatna na erozję.

W związku z występującymi wysokimi opadami atmosferycznymi, które przyczyniają się do powstawania osuwisk, na terenie Rio de Janeiro prowadzony jest monitoring. Po katastrofalnych wydarzeniach w 2011 roku wprowadzono system, mający na celu łagodzenie i zapobieganie osuwiskom. Projekt uwzględnia kartowanie obszarów ryzyka. Wykorzystywane są także narzędzia do monitoringu (np. deszczomierze, barometry, drony), a nawet alarmy dźwiękowe. W całym kraju monitoringiem objęto ok. 958 gmin, w odniesieniu do klęsk żywiołowych [4]. Szczegółową kontrolą w tym zakresie zajmują się dwie instytucje: Brazylijski Instytut Geografii i Statystyki oraz Krajowe Centrum Monitorowania i Alarmowania o Katastrofach Naturalnych.

Podsumowanie

Wymienione wyżej przypadki są dowodem nieprzemyślanej ingerencji człowieka w środowisko naturalne. Mimo tego, iż katastrofy osuwiskowe są zjawiskiem naturalnym, człowiek znacznie się do nich przyczynia. Opisane katastrofy są zaliczane do ekstremalnych zjawisk przyrodniczych oddziałujących na szeroko rozumiane środowisko geograficzne. Wynika to z rzeźby terenu, budowy geologicznej, warunków klimatycznych,

bliskiego sąsiedztwa z obszarami aktywnymi sejsmicznie, a przede wszystkim z zagospodarowania terenu przez człowieka. Jeden czynnik może wywołać katastrofę osuwiskową w jednym miejscu, ta z kolei pociągnąć za sobą szereg innych. Istotnym zagrożeniem jest stale rosnąca liczba ludności, co z kolei zmusza społeczeństwo do pozyskiwania nowych terenów. Działalność człowieka zaburza strukturę stoków poprzez ich zabudowywanie.

W związku z tak ekstremalnymi zjawiskami osuwiskowymi, do których przyczynił się człowiek, w wielu państwach na całym świecie wprowadzane są metody wczesnego ostrzegania. Takie systemy mają na celu informowanie społeczeństwa o nadchodzącym zagrożeniu. Dzięki temu można zapobiec wielu - katastrofom. Zintegrowane plany czy systemy wczesno-ostrzegawcze są ważne. Istotniejszym jednak jest stałe uświadamianie społeczeństw na całym świecie o niezwykle ryzykownym osiedlaniu się na obszarach zagrożonych ruchami masowymi. Każda ingerencja niesie za sobą poważne konsekwencje. Efekty ruchów masowych można zaobserwować na ścianach budynków, pękniętych drogach itp. Niestety, niektóre z nich postępują latami, bez wyraźnych znaków, a skutki dla życia i przestrzeni społeczeństwa mogą być tragiczne i nieodwracalne.

Literatura:

- Abd Majid, N., Taha, M. R., Selamat, S. N., 2020. Historical landslide events in Malaysia 1993-2019, *Indian Journal of Science and Technology*, s. 3387–3399
- Abdullah, C. H., 2013. Landslide risk management in Malaysia, *WIT Transactions on The Built Environment*, 133, s. 255–265
- Avelar, A. S., Netto, A. L. C., Lacerda, W. A., Becker, L. B., Mendonca, M. B., 2013. Mechanisms of the Recent Catastrophic Landslides in the Mountainous Range of Rio de Janeiro, Brazil, *Landslide Science and Practice*, s. 265–270
- Bardel, T., 2012. O antropogenicznych przyczynach powstania osuwiska na zboczu byłej kopalni iłów „Kantoria” w Tarnowie, *Górnictwo i Geologia*, 7, s. 35–47
- Cała, M., 2009. Geotechnika szuka sposobów przeciwdziałania szkodliwym skutkom przemieszczeń zboczy - Osuwiska w Polsce i na świecie, *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*
- Dorairaj, D., Osman, N., 2021. Present practices and emerging opportunities in bioengineering for slope stabilization in Malaysia: An overview. *PeerJ*, 9
- Gaszyńska-Freiwald G., 2012. Wpływ tekstury iłóupków fliszu karpackiego na parametry deformacji, *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, 1, s. 61–71
- Kazmi, D., Qasim, S., Harahap, I. S. H., Baharom, S., 2017. Landslide of Highland Towers 1993: a case study of Malaysia, *Innovative Infrastructure Solutions*, 2
- Mizerski, W., Graniczny, M., 2017. *Geozagrożenia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Netto, A. L. C., Sato, A. M., Avelar, A. S., Vianna, L. G. G., Araujo, I. S., Ferreira, D. L. C., Lima, P. H., Silva, A. P. A., Silva, R. P., 2013. January 2011: The Extreme Landslide Disaster in Brazil, *Landslide Science and Practice*, s. 377–384
- Rahman, A. H., Mapjabil, J., 2017. Landslides disaster in Malaysia: an Overview, *Health and the Environment Journal*, 8, s. 58–71
- Różycka, M., Duszyński, F., Michniewicz, A., 2017. Osuwisko Vajont (Włochy) – przykład katastrofy przyrodniczej wywołanej działaniami człowieka, *Przegląd Geologiczny*, 65, s. 560–563
- Smyth, C. G., Royle, S. A., 2000. Urban

landslide hazards: incidence and causative factors in Niteroi, Rio de Janeiro State, Brazil, *Applied Geography*, 20, s. 95–117

Źródła internetowe:

- [1] – www.ggsprojekt.pl (dostęp: 25.05.2022)
- [2] – www.pgi.gov.pl (dostęp: 25.05.2022)
- [3] – www.climate.data.org (dostęp: 25.05.2022)
- [4] – www.rioonwatch.org (dostęp: 25.05.2022)
- [5] – <http://www.mountainblog.it/redazionale/la-tragedia-del-vajont-streaming-non-dimenticare/> (dostęp: 25.05.2022)

Notka o Autorce

Studentka pierwszego roku studiów magisterskich Uniwersytetu Gdańskiego, na kierunku Geografia fizyczna z geoinformacją. W roku 2021 ukończyła studia na poziomie licencjackim na kierunku Geografia. Zainteresowania autorki związane są z geomorfologią, zagrożeniami naturalnymi, jak i dotyczącymi działalności człowieka.

„Droga do ocalenia – wodna gra edukacyjna”, czyli jak przy wykorzystaniu gier przekonać do ochrony zasobów wodnych

Weronika Walkowiak

Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii

e-mail: weronika.walkowiak02@gmail.com

Tutorzy:

dr hab. Joanna Fac-Beneda, prof. UG

Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii, Zakład Hydrologii

dr Krzysztof Kopec

Uniwersytet Gdański, Wydział Nauk Społecznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Rozwoju Regionalnego

Słowa kluczowe: grywalizacja, edukacja ekologiczna, ochrona środowiska, zasoby wodne

Wprowadzenie

Potrzeba ochrony środowiska oraz zachowanie dziedzictwa naturalnego jest istotnym problemem współczesnego świata. Wiele znanych osobistości świata nauki, w tym m.in. David Attenborough (znany biolog oraz popularyzator wiedzy przyrodniczej), podkreśla, że jeżeli w tym momencie historii ludzie nie zaczną dbać o wspólne dobro, którym jest środowisko naturalne, konsekwencje tego mogą być katastrofalne (Attenborough, 2021). Wskazuje się, że uratować sytuację można poprzez m.in. racjonalny rozwój i wspieranie polityki chroniącej środowisko oraz bioróżnorodność. Te zagadnienia są jednak bliżej znane ograniczonej grupie społeczeństwa. Nie da się realizować wymienionych założeń bez wszechstronnej edukacji, zwłaszcza

ekologicznej w zakresie adaptacji do zmiany klimatu, ochrony powietrza atmosferycznego i krajobrazu, gospodarki odpadami, racjonalnego gospodarowania zasobami oraz zarządzania terenami zurbanizowanymi. W niniejszym artykule zostanie wyodrębniony aspekt edukacji ekologicznej, dotyczący gospodarki wodnej i ochrony zasobów wód. Celem pracy jest przedstawienie wagi edukacji ekologicznej w dziedzinie ochrony i gospodarowania wodą oraz ukazanie, że pomocne w tym okazuje się wykorzystanie gier. Artykuł bazuje na autorskim projekcie wodnej gry edukacyjnej pt. „Droga do ocalenia”. Gra i metoda w niej wykorzystana umożliwi zapoznanie grających w nią osób z bardzo ważnym tematem zasobów wodnych, w sposób ciekawy i zabawny. Ma to na celu zachęcić do zgłębiania tego zagadnienia.

Ogólnym celem edukacji ekologicznej jest rozbudzanie ciekawości badawczej i zainteresowania przyrodą. Ma również

budować świadomość ekologiczną, aby młodzi ludzie doceniali wartości przyrodnicze i wpływ jaki mają one np. na zdrowie czy działalność człowieka. Poprzez takie podejście będą bardziej uwrażliwieni na problemy otaczającej ich przyrody. Sposób w jaki ludzie będą dbali o przyrodę wpłynie na to w jakiej przyszłości będą żyć. To skłania do przemyśleń nad zagrożeniami związanymi z bezrefleksyjną eksploatacją zasobów naturalnych (zwłaszcza wody). Świadomość tego, że człowiek odgrywa ważną rolę w przekształcaniu środowiska może spowodować, że młode pokolenie będzie bardziej skłonne do kształtowania przyszłości w zgodzie z naturą, aby następne pokolenia mogły również z niej korzystać. Ważne jest również upowszechnianie wiedzy o istotnej roli środowiska oraz aktywizacja społeczeństwa w zakresie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju. Może to prowadzić do budowania szacunku i pozytywnego nastawienia do środowiska oraz kształtowania w społeczeństwie postaw i zachowań proekologicznych. Można się jednak spotkać z opiniami, że problemy środowiskowe są zbyt złożone, aby każdy mógł je zrozumieć. Rozwój edukacji ekologicznej powinien doprowadzić do tego, aby każdy mógł zrozumieć z czym wiążą się wyzwania i problemy związane z wodą na świecie. Edukacja ekologiczna może utrwaląc od najmłodszych lat korzystne nawyki. Ich przykładami są umiejętności odpowiedniego zachowania się nad wodą, oszczędzanie wody (nie tylko ze względów finansowych), wykorzystywanie sposobów ograniczania zanieczyszczenia wody czy znajomość sposobów redukcji swojego śladu wodnego. Nawyki te mogą stać się podstawą do dalszego zagłębiania się w tematykę ochrony ekosystemów wodnych.

Panuje przekonanie, że dostęp do wody pitnej jest powszechny. Należy jednak pamiętać, że tylko ok. 3% wody na świecie to woda słodka. To pokazuje

jak ważne jest właściwe gospodarowanie nią. Problemy związane z zasobami wodnymi pojawiały się już w przeszłości, jednak są one wciąż mało powszechnie znane. Należy zwracać na to uwagę, zwłaszcza gdy pojawiają się takie doniesienia jak raport OECD (OECD Environmental Outlook..., 2012). Mówi on, że do 2050 r. wzrośnie zapotrzebowanie na wodę pitną na świecie o 55%, a 40% światowej populacji może odczuć jej niedobór. Dla Polski oznaczać to może pogorszenie już i tak niewielkich zasobów wodnych. Pojawiają się także doniesienia, o tym, że realizowany jest 7. Milewijnny Cel Rozwoju, w którym jest mowa m.in. o ograniczeniu o połowę liczby ludzi żyjących bez stałego dostępu do źródeł wody pitnej. Trzeba jednak pamiętać, że po osiągnięciu tego celu, nadal 800 milionów osób nie będzie miało dostępu do czystej wody. To oznacza, że około 11% ludności świata nadal będzie korzystać z wody, która jest zanieczyszczona. Dla tej ludności oznacza to m.in. konflikty lub migracje środowiskowe (Świderek i Kamińska-Bużalek, 2013).

Wiedza na temat problemów związanych z wodą oraz analiza ich przyczyn i skutków może pomóc w zapobieganiu ich występowaniu w przyszłości. Przyczynić do tego mogą się takie działania jak zaprzestanie degradacji środowiska w wyniku urbanizacji oraz ochrona jego komponentów, czyli organizmów żywych i ich siedlisk. Skutki zmiany klimatu mogą prowadzić do zmian w obiegu wody i obniżania poziomów przepływów nienaruszalnych. To może spowodować z kolei obniżenie zwierciadła wód podziemnych i w konsekwencji suszę hydrogeologiczną. Najlepiej już od początku edukacji wprowadzać te zagadnienia w sposób dopasowany do odbiorcy. Jeżeli młode pokolenie od najmłodszych lat, będzie świadome tego, że problem degradacji środowiska istnieje, będzie miało czas na przyswojenie i analizę tych informacji.

Możliwe, że dzięki temu ludzie już w młodości będą się angażować w rozwiązywanie problemów środowiskowych. W ten sposób może się okazać, że rozwój młodych ludzi w tym kierunku może przynieść niebywałe korzyści dla środowiska.

Skuteczną metodą przekazywania wiedzy, również tej związanej ze środowiskiem, jest wykorzystanie gier. Jak pisze Hemmerling (1990) „zastosowanie gier i zabaw dydaktycznych w edukacji środowiskowej sprzyja spostrzeganiu cech, właściwości różnych zjawisk i procesów, utrwalaniu nazw roślin, zwierząt, a także prawidłowości związanych z funkcjonowaniem organizmów w określonym ekosystemach. [...] Łączenie w nauczaniu początkowym wielostronnego uczenia się z różnymi grami i zabawami dydaktycznymi, umożliwia nie tylko gromadzenie doświadczeń, samodzielne dochodzenie do wiedzy, jej weryfikację, ale także daje możliwość samodzielnego myślenia, osiągania sukcesu oraz przygotowują do samokształcenia”. Gry budują bezpieczną i przyjazną atmosferę, którą dzieci kojarzą z pozytywnymi emocjami (np. radość z wygranej, zaskoczenie lub podniecenie). Kiedy nauka sprawia radość, wtedy jest najbardziej efektywna (Dryden i Vos, 2003). Pisarski (2017) podkreśla, że gry w edukacji mają stworzyć bezpieczne środowisko do uczenia się funkcjonowania w rzeczywistych sytuacjach. Ma to być swego rodzaju symulacja z wykorzystaniem elementów, które kojarzą się z zabawą, aby poznać konsekwencje swoich działań w bezpieczny sposób. Podczas tych symulacji zdobywa się nową wiedzę, a także doskonali umiejętności praktyczne i kształtuje postawy szeroko użyteczne i stosowane w różnych sytuacjach (Bartolucci i in., 2019). Jest to szansa praktycznego rozwiązania problemu w warunkach, które pozwalają na wykorzystanie metody prób i błędów. W tym środowisku nie karze się za porażkę, co motywuje do jeszcze jednego

podejścia do problemu i naprawienia błędu. Podczas takiej zabawy nie wpaja się jednego tylko sposobu rozwiązania problemu, ale daje się graczom pole do popisu i rozwiązania problemu na różne sposoby.

Gry mają pomóc w zwiększaniu zaangażowania ludzi w działanie oraz motywować do wysiłku i pracy, aby osiągnąć oczekiwany cel w formie zabawy i rozrywki. Takim celem może być np. cel edukacyjny, czyli opanowanie wiedzy oraz umiejętność jej praktycznego wykorzystania. Nauka powinna być pretekstem do zagrania w przyjemną grę (nie kojarzącą się z męczącą pracą), aby nastawienie do nauki było pozytywne, co ułatwia proces zdobywania i utrwalania wiedzy. Uczenie się poprzez działanie jest szybkie i efektywne, wydajniej przyswaja się nowe rzeczy, które zostają na dłużej, a jeżeli doda się do tego systematyczne powtarzanie pewnych elementów, możliwe jest utrwalanie dobrych nawyków czy zachowań. Gdy dzieciom pomoże się odkrywać podstawowe zasady samodzielnie, ich nauka będzie wtedy najlepsza (Dryden i Vos, 2003).

Nie trzeba bazować tylko i wyłącznie na gotowych grach czy scenariuszach. Można zaczerpnąć z idei grywalizacji. Według Tkaczyka (2012) grywalizacja jest to wykorzystanie pewnych elementów, które składają się na mechanizm gry, w dziedzinach życia, które nie mają nic wspólnego z grami. Jest to zaaranżowanie rzeczywistości lub zmodyfikowanie jakiegoś zagadnienia w taki sposób, aby podejmowane działania przypominały przechodzenie gry. Takimi komponentami gier są jasno określone cele, zasady, limit czasowy i fabuła, w której mogą występować elementy zaskoczenia. Ważne są również elementy, które najbardziej motywują, czyli nagrody, a także kooperacja czy rywalizacja. Definicja grywalizacji, inaczej nazywanej gamifikacją (ang. *gamification*), została użyta po raz

pierwszy w 2002 r. przez Nicka Pellinga (2012) - brytyjskiego twórcę gier komputerowych. Od tego czasu można zauważyć ciągły wzrost jej popularności. Trend na wykorzystanie gier, również w edukacji, był szczególnie zauważalny w trakcie pandemii COVID-19. Zmieniono wtedy formę zajęć na zdalną i doceniono gry, które stanowią szybkie i elastyczne narzędzie technologiczne, które daje możliwość kontynuacji rozpoczętej gry podczas zajęć stacjonarnych. Gry współcześnie cieszą się ogromną popularnością wśród wszystkich grup wiekowych. Wykorzystanie elementów gier uatrakcyjnia naukę lub inne rutynowe czynności, które mogą zazwyczaj wydawać się mało atrakcyjne, żmudne lub wręcz nudne – takie, do których trzeba się zmusić. U podstaw grywalizacji leży to, że podczas procesu (np. nauki) ma zmieniać się podejście, by czynności obowiązkowe lub przymusowe były postrzegane jako przyjemność. Ta zmiana podejścia maksymalizuje potencjał i aktywizuje do uczenia się w działaniu. Jednak, żeby to osiągnąć gra musi być całkowicie dostosowana do graczy, aby ci nie zniechęcili się przez np. dyskomfort wywołany zbyt trudnymi zadaniami lub zbyt łatwymi, które mogą frustrować, że marnuje się czas, a nie odnosi się żadnej korzyści.

Przed młodym pokoleniem oraz ich edukacją stoi nie lada wyzwanie, ponieważ na rynku pracy, panuje globalna konkurencja. Coraz częściej szuka się osób ciekawych świata, umiejących interpretować zachodzące zjawiska i szybko dostosowujących się do zmian, myślących oryginalnie, otwartych i aktywnie uczestniczących w działaniu zespołowym oraz gotowych do podejmowania wyzwań i ryzyka. Świadczy o tym m.in. „Mapa umiejętności XXI wieku”, przygotowana przez Partnerstwo na rzecz Umiejętności XXI Wieku i Narodową Radę ds. Studiów Społecznych, która przedstawia niezbędne umiejętności, aby móc w pełni funkcyj-

nować w XXI wieku (Leśniewska, 2017). Krokiem w stronę wypracowania pożądanych cech jest zamiana uczniów w graczy, co potwierdza podejście Jane McGonigal (2010). Określiła ona graczy jako osoby charakteryzujące się łatwością nawiązywania współpracy, optymizmem oraz chęcią do pracy i natychmiastowego działania połączoną z przekonaniem dużej szansy na zwycięstwo, a także wiarą, że swoimi działaniami zmienia się świat. Gry w edukacji mają również swój aspekt wychowawczy. Promują samodzielny rozwój i zdobywanie wiedzy oraz nabywanie umiejętności poprzez eksplorowanie świata, poznawanie mechanizmów różnych procesów i zachęcanie do formułowania własnych wniosków. Aby dodatkowo uatrakcyjnić rozgrywkę możliwe jest skorzystanie z pomocy technologii (Białomyzy, 2017). Gry również rozwijają umiejętności rozumienia i rozwiązywania problemów w twórczy, taktyczny i nowatorski sposób, poprzez bezpośredni kontakt z problemem – pobudzanie myślenia logicznego i krytycznego. Podczas gry stymulowana jest spostrzegawczość, kreatywność, wyobraźnia oraz systematyczność i samozaparcie. Wspierane jest poczucie własnej wartości poprzez indywidualne podejście i nagradzanie starań. Rozgrywka tworzy możliwość do wykazania się różnymi talentami oraz zainteresowaniami oraz daje możliwość pracy nad spontanicznością, szybkością reakcji oraz podejmowania decyzji. Doskonali się pracę i uczenie w grupie poprzez rozwijanie umiejętności zarządzania ludźmi, negocjacji, empatii, współpracy oraz zdrowej i uczciwej rywalizacji. Wspomaga się komunikację i buduje poczucie wspólnoty (Sousa, 2021). Wspomagany jest również rozwój psychoruchowy, koordynacja, wytrzymałość i elastyczność.

Rozwinięcie

„Droga do ocalenia – wodna gra edukacyjna” to gra stworzona przez autorkę

(Załącznik 1). Jest to gra logiczna inspirowana grą „Detektyw: Kryminalna Gra Planszowa” (Trzewiczek i in., 2018), w której istotna jest kooperacja i dedukcja. Pozostałe źródła materiałów i inspiracji to „Woda – podstawa życia. Podręcznik dla nauczyciela (szkoła podstawowa, klasy 1-3)” (Dulińska i in. (red.), 2010), „H2O Woda nas uwodzi: pakiet edukacyjny dla nauczycieli i nauczycielek: klasy IV-VI szkół podstawowych” (Świderek i Kamińska-Bużałek, 2013), „Instrukcja obsługi Bałtyku – Morski Poradnik WWF” (Sergot i Selin, 2017) oraz „Karty edukacyjne Strażników Rzek WWF” (2021).

Zespół swoimi decyzjami i wyborami kieruje losami jednego głównego bohatera. Bohater jest współpracownikiem i przyjacielem profesora, który stał na straży bezpieczeństwa wodnego miasta, w którym dzieje się akcja. Profesor jednak zaginął i należy go odnaleźć. Gra jest jednorazowa – jeżeli przeszło się grę raz, to przy kolejnych rozgrywkach zna się już fabułę i atrakcyjność gry nie jest już taka jak za pierwszym razem. Celem gry jest rozwój intelektu i umiejętności pracy w grupie oraz pobudzenie kreatywności i ciekawości badawczej. Poprzez zabawę zapoznaje się graczy z nowym materiałem, który dotyczy gospodarowania zasobami wodnymi i związanych z tym problemów. Gra ma także zainteresować tematem ochrony środowiska. Celami edukacyjnymi jest m.in. rozbudzenie świadomości edukacyjnej i uświadomienie roli wody dla ludzi i środowiska. Zwrócona została także uwaga na problem niedoboru i zanieczyszczenia wody oraz istota praw człowieka do wody. Podczas rozgrywki gracze zastanawiają się nad tymi problemami.

Docelowa grupa odbiorców to dzieci i młodzież w wieku od 10 do 16 lat. Grę można wykorzystać podczas omawiania tematu związanego z ochroną środowiska i zasobami wodnymi. Mogą również w tę grę grać osoby starsze, lecz dla

osób młodszych gra może być za trudna. Oprócz samych graczy potrzebna jest także osoba, która poprowadzi rozgrywkę i będzie koordynować pracę zespołu. W grze wykorzystano różne techniki i formy pracy oraz środki służące dydaktyce, w tym m.in. możliwość szukania informacji w Internecie, książkach i innych materiałach. Wprowadzono także nowe pojęcia, które poznaje się również w języku angielskim. Motywacją w grze jest zmaganie się z czasem oraz zadaniami, które po rozwiązaniu dają kolejne hasła potrzebne do zakończenia gry.

Gra została przeprowadzona w dwóch turach po 90 minut, w grupach po 5 osób (wiek 11–12 lat) i 6 osób (wiek 13–17 lat). Żadnej z grup nie udało się dotrzeć do końca gry w wyznaczonym czasie. Po rozegraniu gry przeprowadzono ankietę wśród wszystkich uczestników (Załącznik 2) w celu dowiedzenia się czy gra uatrakcyjniła przyswajanie nowego materiału związanego z ochroną środowiska wodnego.

Uczestnicy w młodszej grupie wskazywali, że dowiedzieli się czegoś na temat m.in. potrzeby oszczędzania wody, zanieczyszczenia środowiska wodnego, problemów z wodą pitną w niektórych regionach świata. Dzieci chwaliły również to, że podczas gry mogły ze sobą rozmawiać i integrować się, a także korzystać z ciekawych i różnorodnych materiałów i form zabawy (dostęp do komputera, wycinanie i wyklejanie, kolorowanki, grafiki, krzyżówka, eksperymenty z wodą itp.). Rozczarowaniem jednak było dla nich to, że nie dokończyły gry, ponieważ zabrakło czasu. Starsza grupa działała bardziej konstruktywnie i lepiej współpracowała ze sobą. Prowadziła solidne notatki, lecz widoczny był podział na osoby bardzo aktywne i zaangażowane oraz osoby niekoniecznie zainteresowane tematem. Nie przeszkadzały one jednak w przebiegu gry (według niektórych liczba graczy była za duża). Podczas gry dowiedzieli się cie-

kawych rzeczy np. o potrzebie oszczędzania wody, o śladzie wodnym i deficycie wody słodkiej, o organizmach wodnych, jak i o Morzu Bałtyckim. Starsza grupa również oceniła grę jako atrakcyjną, zrozumiałą i przystępną. Doceniono możliwość integracji, współpracy oraz nauczenia się czegoś interesującego m.in. na temat ochrony środowiska. Grę zostaby polecona innym.

Podsumowując obie rozgrywki oraz wyniki ankiet, drużyny współpracowały ze sobą i o ile w młodszej grupie panował lekki chaos (ze względu, iż gra mogła być dla nich za długa), w ich opinii gra się podobała. Dzieci chciały być aktywne i twierdziły, że nauczyły się rzeczy interesujących. Doceniły fabułę i polecilyby tę grę innym. Część wykazała zainteresowanie tematem ochrony przyrody. Jednak mała liczba uczestników gry nie generuje niekwestionowanych wyników, dlatego powinno się grę dalej badać i rozwijać. Powinna również zostać przeprowadzona dla większej ilości graczy w różnych zakresach wiekowych, aby dowiedzieć się, czy wyżej opisane wyniki potwierdzą się w szerszej próbie graczy.

Zakończenie

Z doświadczenia autorki artykułu wynika to, że tworzenie swojej własnej gry edukacyjnej może wydawać się trudne. Przy początkowej fazie modyfikowania treści, które chce się dzięki niej przekazać, dużo czasu poświęca się przy poznawaniu gier fabularnych, planszowych, karcianych, komputerowych i sportowych. Następnie należy przeanalizować mechanizm, który w tych grach wykorzystano i spróbować zmodyfikować go na własne potrzeby. W dalszej kolejności należy opracować cel i plan działania, sformułować problem, obmyślić scenariusz, określić rodzaj przepływu informacji, określić zasady i fabułę oraz przygotować materiały potrzebne do gry.

Możliwe, że zapoznanie się z listą tych czynności może być zniechęcające do stworzenia własnej gry. Jednak cały ogrom pracy jest wynagradzany, gdy jako moderator, przeprowadzi się próbne rozegranie, które sprawdza reakcję graczy. Mogą pojawić się rzeczy do poprawy, jednak, gdy gra jest dobrze przygotowana, to radość jaką daje zadowolenie graczy z udziału w grze wynagradza całą pracę nad nią. Jest tak tym bardziej gdy założony cel gry został zrealizowany. Jest to źródłem dodatkowej satysfakcji. Gra „Droga do ocalenia” stanowi dopiero prototyp i jest pierwszym krokiem autorki w stronę tworzenia gier edukacyjnych, opierając się na dostępnych materiałach i przykładowych konspektach zajęć. Uznaje ją jednak za swój sukces. Dzięki przeprowadzeniu gry ma ona świadomość, że dzięki modyfikacji treści udało się graczom w ciekawy sposób zasygnalizować, że środowisko, zwłaszcza ekosystemy wodne, borykają się z problemami i że ludzkość ma wpływ na to czy te problemy zostaną zażegnane.

Literatura:

- Attenborough, D., 2021. *Życie na naszej planecie. Moja historia, wasza przyszłość*, Poznań, Wydawnictwo Poznańskie.
- Bartolucci, M., Mattioli, F., Batini, F., 2019. Do Board Games Make People Smarter? Two Initial Exploratory Studies, *International Journal of Game-Based Learning* 9(4), s. 1–14.
- Białomyzy, J., 2017. *Gry jako nowa forma edukacji*, [w:] Andruczyk K., Gorlewska E., Korotkich K. (red.), *Logos - filozofia słowa. Szkice o pograniczach języka, filozofii i literatury*, Instytut Filologii Polskiej UwB, Wydział Filologiczny, Uniwersytet w Białymstoku, Białystok, s. 241–248.
- Dryden, G., Vos J., 2003. *Rewolucja w uczeniu* - wydanie II, Poznań, Wydawnictwo Zysk i S-ka.

- Dulińska, K., Jarocińska, A., Niewolewska, J., Szczypek, M., Mileszyk, N., (red.), 2010. *Woda – podstawa życia. Podręcznik dla nauczyciela* (szkoła podstawowa, klasy 1-3), Warszawa, Fundacja Nasza Ziemia.
- Hemmerling, W., 1990. *Zabawy w nauczaniu początkowym*, Warszawa, WSiP, s. 37.
- Karty edukacyjne Strażników Rzek WWF, 2021. Fundacja WWF Polska [online], https://www.wwf.pl/sites/default/files/inline-files/WWF_-_KARTY_PRACY_FINAL__2021.pdf (dostęp: 22.03.2021).
- Leśniewska, G., 2017. Gry jako narzędzia wspierające proces edukacji, Uniwersytet Szczeciński, *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania* 49/1, s. 65-75.
- McGonigal, J., 2010. *Gaming can make a better world* [online], https://www.ted.com/talks/jane_mcgonigal_gaming_can_make_a_better_world [Dostęp: 21.04.2022].
- OECD *Environmental Outlook to 2050, The Consequences of Inaction*, 2012, OECD Publishing.
- Pelling, N., 2012. *The (Short) Prehistory of 'Gamification'...*, Funding Startups (& Other Impossibilities) [online], <https://nanodome.wordpress.com/2011/08/09/the-short-prehistory-of-gamification/> (dostęp 21.04.2022).
- Pisarski, M., 2017, Jak wykorzystać gry dydaktyczne w edukacji matematycznej dzieci? - Zeszyt 2, Warszawa, Ośrodek Rozwoju Edukacji.
- Sergot, K., Selin, M., 2017. *Instrukcja obsługi Bałtyku – Morski Poradnik WWF*, Fundacja WWF Polska i Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego [online], https://www.wwf.pl/sites/default/files/2017-07/Instrukcja%20obs%C5%82ugi%20Ba%C5%82tyku_1.pdf (dostęp: 23.06.2021).
- Sousa, M., 2021, Serious board games: modding existing games for collaborative ideation processes, *International Journal of Serious Games*, 8(2), s. 129–146.
- Świderek, G., Kamińska-Bużałek, E. (red.), 2013. *H2O Woda nas uwodzi: pakiet edukacyjny dla nauczycieli i nauczycielek: klasy IV-VI szkół podstawowych*; Łódź, Ośrodek Działań Ekologicznych „Źródła”.
- Tkaczyk, P., 2012. *Grywalizacja. Jak zastosować mechanizmy gier w działaniach marketingowych*, Wydawnictwo Onepress.
- Trzewiczek, I., Rymer, P., Łopot, J., 2018. *Detektyw: Kryminalna Gra Planszowa*, Portal Games.

Notka o Autorce

Weronika Walkowiak, absolwentka studiów licencjackich na kierunku Gospodarka Wodna i Ochrona Zasobów Wód. Interesuje się zagadnieniami związanymi z wodą, do czego nawiązuje jedna z jej pasji, żeglarstwo. Jest również instruktorem Związku Harcerstwa Polskiego. W wolnym czasie interesuje się też muzyką w różnej formie – od gry na instrumentach po śpiewanie i taniec. Na II i III roku studiów uczestniczyła w tutorialach prowadzonych na Wydziale Oceanografii i Geografii w ramach projektu Mistrzowie Dydaktyki – wdrożenie.

Załącznik 1 - OPIS GRY

„DROGA DO OCALENIA – wodna gra edukacyjna”

Liczba graczy (uczestników gry):

„Droga do ocalenia” jest to gra wieloosobowa, w której jeden zespół poprzez wspólne decyzje przechodzi przez fabułę gry jako jeden główny bohater. Proponowana liczba graczy to grupa do 5 osób, ale jeżeli grupa jest w stanie sprawnie ze sobą współpracować nie ma przeciwwskazań do rozgrywki w większą ilość graczy. Grę można również rozegrać samemu, ale praca zespołowa jest jedną z ważnych aspektów tej gry.

Cele kształcenia realizowane podczas gry:

Gra ma na celu rozwój intelektualny dzieci i młodzieży, rozwój umiejętności pracy w grupie (poprzez np. wprowadzenie metody burzy mózgów) oraz zapoznanie z nowym materiałem dotyczącym gospodarowania zasobami wodnymi oraz problemów z tym związanych. Rozgrywka ma mieć charakter uczenia się przez zabawę oraz ma zachęcić do samodzielnego zgłębiania tematu ochrony środowiska w przyszłości. Gra ma za zadanie rozbudzić kreatywność i ciekawość badawczą otaczającym światem. Wykorzystuje ona różne techniki i formy pracy oraz środki służące dydaktyce. Są to m.in.:

- korzystanie ze zdjęć, map i filmów (również w Internecie),
- czynienie własnych obserwacji i umiejętne notowanie ich w postaci m.in. map myśli, tabel, osi czasu (kształtowanie umiejętności gromadzenia i segregowania istotnych informacji),
- tworzenie hipotez i teorii na podstawie notatek i zadań,
- wykonywanie eksperymentów oraz wyciąganie z nich wniosków,

- nauka języka angielskiego.

Głównymi celami edukacyjnymi gry są m.in. rozbudzenie świadomości ekologicznej i uświadomienie roli wody w życiu każdego człowieka oraz jak wpływa ona na ludzi, którzy codziennie z niej korzystają. Szczególny nacisk jest położony na znaczenie wody w mieście i jej wpływ na jakość życia w nim (nawiązanie do rozwijającej się współcześnie urbanizacji). Woda jest także potrzebna środowisku naturalnemu, dlatego gra zwraca uwagę również na aspekt organizmów, które korzystają z wody i które nie mogą bez niej żyć (budowanie pozytywnego nastawienia do organizmów wodnych, które przyczyniają się do podtrzymywania bioróżnorodności). Gra ma również na celu zasygnalizowanie problemu zanieczyszczenia wody (poruszenie tematu skutków zanieczyszczenia, jak również sposobów zapobiegania im) oraz przedstawienie właściwości wody, które zmieniają się podczas zanieczyszczenia. Kolejnym aspektem gry jest podkreślenie istoty prawa człowieka do wody oraz ukazanie problemów z jej niedostatkami, spowodowanych m.in. przez zmianę klimatu i nieracjonalny rozwój. Odpowiedzią na te problemy w grze będzie m.in. dyskusja o koncepcji śladu wodnego i sposobach oszczędzania wody oraz ochrony środowiska naturalnego i zasobów wodnych.

Zespół podczas gry wciela się w rolę jednego bohatera, którego działania i dalsze poczynania zależą od wyborów i decyzji podejmowanych przez zespół. Zespół wspólnie uczestniczy w rozwiązywaniu zagadki biorąc udział w opowieści i tworzeniu historii. Sama zagadka wyma-

ga zagłębienia się w wydarzenia z przeszłości, jednak podkreśleniem, że gra jest umiejscowiona we współczesnym świecie, jest wprowadzenie możliwości szukania informacji w Internecie, a także w książkach i innych materiałach, co ułatwia prowadzenie sprawy. W grze wykorzystano odnośniki do wiedzy ogólnej oraz faktów, a także wpleciono poznawanie nowych pojęć (również w języku angielskim), co ma na celu zapoczątkować zainteresowanie graczy i zachęcić do pogłębiania wiedzy. Jest to połączenie gry planszowej ze współczesną technologią.

Projekt gry:

Fabula gry jest prowadzona poprzez wykorzystanie kart i odkrywanie treści na nich zapisanych. Karty wciągają graczy w historię zaginięcia założyciela organizacji zajmującej się walką o prawa człowieka o dostęp do wody - profesora Dawida Wodnika. Zespół graczy wciela się w jednego bohatera - współpracownika, a zarazem przyjaciela profesora Wodnika, którego zadaniem jest odnalezienie go zanim w mieście zabraknie wody. Wiąże się to ze współczesnymi problemami z wodą m.in. walką z niedoborem i zanieczyszczeniem wody oraz konsekwencjami tego. Pojawiają się różnego rodzaju wydarzenia (m.in. obchodzenie Światowego Dnia Wody) jak i incydenty, których wspólnym mianownikiem jest woda.

Dzięki kartom oraz potrzebie wymiany zdań i tworzenia własnych notatek budowany jest klimat kryminału, który trzyma w napięciu. Historia jest złożona i rozbita na kolejne etapy, ale również nieoczywista, przez co każdy zespół może w inny sposób dojść do zakończenia, tworząc swoją własną historię. Celem gry jest to, aby przechodząc przez kolejne etapy gry wypracować jako zespół spójną teorię na temat problemu, który pojawia się w fabule i odnaleźć odpowiedzi, które zostaną wykorzystane przy zakończeniu gry. Od tego czy rozwiąże się końcową

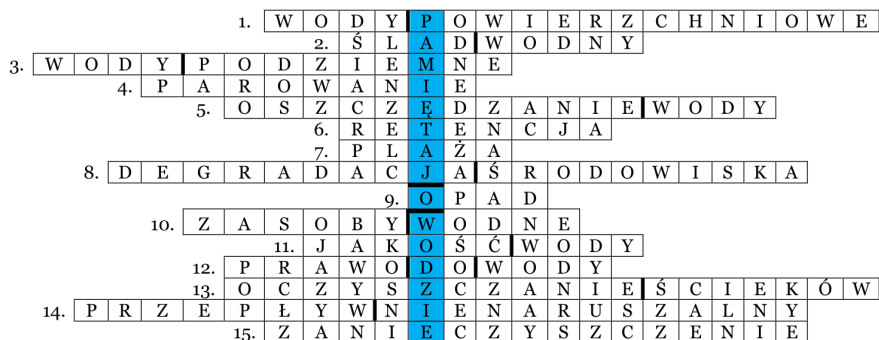
zagadkę – krzyżówkę (Ryc. 1) będzie zależało, czy fabuła dojdzie do końca, a sprawa zostanie rozwiązana.

Jednym z zadań jest również odnalezienie odpowiedzi na niewiadome, jakie się pojawiają podczas zagłębienia się w przeszłość sprawy. Najważniejsze jest wzmacnianie w graczach umiejętności konstruktywnej współpracy i komunikowania się. Przez wspólną wygraną lub przegraną gracze traktują grę jako zabawę i wspólne spędzanie czasu. Gra ma również pobudzać ich umysł na polu tworzenia związków przyczynowo-skutkowych, szukania zależności i łączenia wątków pod presją czasu, prowadzących do rozwiązania sprawy.

Gra polega na odkrywaniu kolejnych kart opowieści, która stanowi fabułę. Historia umieszczona na kartach jest jednak rozproszona i podzielona na etapy, miejsca, zdarzenia i zadania do wykonania. Podczas okrywania kolejnych kart poznaje się kolejne osoby i miejsca oraz to co jest z nimi związane (najczęściej kolejne zdarzenia, które mogą stanowić poszlaki). Po odczytaniu treści karty stoi przed graczami zadanie wybrania dalszej drogi – co dalej zrobić jest decyzją zespołową i prowadzi do kolejnej karty, do której można później wrócić. Karty jednak nie dają jednoznacznych odpowiedzi. Mogą posiadać kluczowe informacje jak i ślepe zaułki, które do niczego nie prowadzą, a tylko zabierają cenny czas, którego konkretna ilość jest wyznaczona na rozgrywkę. Należy więc dokonywać odpowiednich wyborów, aby oszczędzać czas i nie zabrnąć za daleko w pozory lub zgubić dobry trop. Czas został ograniczony, przez co nie można zapoznać się z całą talią, więc jeżeli nie wybierze się właściwej ścieżki można nie dojść do rozwiązania sprawy. Zadaniem graczy jest znajdowanie wskazówek, tropów i poszlak jak i gromadzenie informacji niezbędnych do rozwiązania sprawy – ważne jest więc prowadzenie rzetelnych notatek, które

UCZESTNICY WYPEŁNIAJĄ KRZYŻÓWKĘ KIERUJĄC SIĘ TŁUMACZENIAMI, JAKIE ZDOBYLI PODCZAS GRY.

KAŻDA ZDOBYTA RZECZ (np. deszczomierz) MOŻE DAWAĆ SZANSĘ DO WYKORZYSTANIA PODPOWIEDZI, JEŻELI JAKIEŚ TŁUMACZENIE NIE ZOSTAŁO ZDOBYTE.



1. **SURFACE WATER** (wody występujące na powierzchni ziemi – stojące i płynące)
2. **WATER FOOTPRINT** (suma zużycia wody przez ludzi – pośrednie i bezpośrednie)
3. **GROUND WATER** (wody występujące pod powierzchnią ziemi w porach i szczelinach skał skorupy ziemskiej)
4. **EVAPORATION** (zmiana stanu skupienia z fazy ciekłej w gazową).
5. **SAVING WATER** (działania mające na celu ograniczenie zużycia wody)
6. **STORAGE** (zatrzymywanie wody przez dłuższy czas w środowisku)
7. **BEACH** (miejsce znajdujące się na styku lądu i morza)
8. **ENVIRONMENTAL DEGRADATION** (pogorszenie stanu środowiska)
9. **PRECIPITATION** (woda spadająca na ziemię – np. deszcz i śnieg)
10. **WATER RESOURCES** (ogół zasobów wód powierzchniowych i podziemnych)
11. **WATER QUALITY** (charakterystyka właściwości wody pod kątem jej użytkowania)
12. **RIGHT TO WATER** (zapewnienie dostępu wody zdanej do picia)
13. **WASTEWATER TREATMENT** (proces usuwania zanieczyszczeń i innych niepożądanych substancji ze ścieków)
14. **BASEFLOW** (przepływ, który gwarantuje podtrzymanie życia biologicznego w cieku)
15. **CONTAMINATION** (zmiany powodujące szkody w środowisku np. chemikalia czy hałas)

Ryc. 1 Wypełniona krzyżówka, stanowiąca końcową część gry

zebrane w całość przydadzą się podczas końcowej części gry.

Docelową grupą odbiorców gry edukacyjnej są dzieci i młodzież w wieku od 10 do 16 lat (najlepiej osoby w klasach IV – VIII szkoły podstawowej podczas omawiania tematu związanego z ochroną środowiska i zasobami wodnymi), ale mogą grać w to również osoby starsze. Gra mogłaby być za trudna do rozegrania przez młodsze dzieci m.in. przez narzucenie zależności językowej i dość długi czas gry, ale poza tym nie ma innych przeciwwskazań. Najważniejsze, by w zespole była osoba, która będzie w stanie poprowadzić rozgrywkę i koordynować pracę zespołu.

Miasto, w którym dzieje się fabuła, podzielone jest na kilka lokalizacji, po których zespół porusza się zgodnie ze wskazówkami na kartach i decyzjami graczy. Początek akcji jest umiejscowiony w domach bohaterów oraz w siedzibie głównej organizacji Neptunium. Następnie w miarę postępu sprawy odkrywane są nowe miejsca, które nawiązują do miejsc związanych z działaniami związanymi z wodą:

- Hydrologia i Meteorologia – poruszane tematy: obieg wody (głównie zjawisko opadu) oraz jej niedobory, pojęcie zasobów wodnych, stanów wody w cieku oraz przepływu nienaruszalnego,
- Ochrona Środowiska – poruszane tematy: deficyty i zanieczyszczenie wody, organizmy występujące w środowisku wodnym,
- Zarządzanie Zasobami Wodnymi – poruszane tematy: walka z niedoborem wody i zanieczyszczeniem, regulacja rzek, potrzeba oszczędzania wody,
- Praca w terenie - poruszane tematy: prawo człowieka do wody, traktowanie wody jako towar, deficyty i zła jakość zasobów wodnych w środowisku naturalnym, antropopresja i degradacja środowiska, zachowanie nad morzem oraz zwrócenie uwagi na żyjące tam organizmy,
- Oczyszczanie Ścieków – poruszane tematy: zanieczyszczenia w środowisku m.in. detergenty oraz sposoby oczyszczania wody,
- Zarządzanie przestrzenne – poruszane tematy: działania projektowe mające na celu zwiększenie retencji wody w mieście.

Głównym bohaterem gry jest sam zespół, który ma możliwość wymyślenia sobie nazwiska. Bohater jest współpracownikiem i przyjacielem profesora Dawida Wodnika, który stał na straży bezpieczeństwa wodnego miasta, lecz zaginął i należy go odnaleźć. W grze pojawia się też wiele spotykanych osób na „drodze do ocalenia” m.in. pracownicy Neptunium oraz specjaliści w innych instytucjach.

Zespół można wewnątrznie podzielić na osobę prowadzącą grę (odczytującą kolejne karty), osobę zapisującą najważniejsze rzeczy i prowadzącą notatki oraz osobę szukającą informacji poza grą (np. Internet lub książki), ale te zadania mogą być także realizowane przez wiele osób – zespół ma pełną dowolność w tej sprawie.

Mechanika gry:

Zasady gry są proste – należy przygotować niezbędne materiały i odmierzać czas. Podczas gry należy podążać za instrukcjami i wybranymi odnośnikami zawartymi na kartach (numery kart) i odczytywać następne etapy opowieści. Zadaniem graczy jest zbadanie okoliczności zaginięcia profesora Dawida Wodnika i w określonym czasie znalezienie sprawcy porwania, zanim w mieście wybuchnie skandal. Osiągnąć cel można poprzez kooperacje (wspólne podejmowanie decyzji jako zespół) i dedukcję.

Gra rozpoczyna się od karty wprowadzającej do całej historii i przedstawiającej zarys fabuły, która usadawia zespół w konkretnym czasie i przestrzeni. Dzięki niej można dowiedzieć się co się wydarzyło, jakie jest zadanie graczy oraz podane są pierwsze wskazówki. Następne karty to kolejne kroki, które zawierają zadania prowadzące do zakończenia. Zespół ma wolną rękę i pełną swobodę w kwestii podejmowania decyzji. Gra zmusza do rozmawiania, wymieniania się własnymi poglądami i wiedzą oraz do wspólnego porządkowania wypracowanych wnio-

sków. Jednak do rozwiązania sprawy jest potrzebne wpasowanie się w szablon, który prowadzi do rozwiązania zagadki.

Na ostatnich kartach gry zostaje zweryfikowane co zebrał zespół, ponieważ informacje (hasła zdobywane podczas gry – angielskie tłumaczenia definicji związanych z gospodarowaniem wodą), staną się gotowym rozwiązaniem zagadki, która kończy grę. Odpowiedzi na zagadkę powinny być wypracowane przez graczy na drodze wspólnych dyskusji i przemyśleń podczas całej gry. To czy zespół rozwiąże zagadkę będzie rozstrzygało czy udało się doprowadzić sprawę do końca. Gra przewiduje, że prowadzący grę może udzielić podpowiedzi podczas rozwiązywania przez zespół zagadki (krzyżówki), na zasadzie: jedna podpowiedź (podpowiedź jednego hasła, którego zespół nie zdobył podczas gry) za jeden przedmiot, który zebrali gracze podczas rozwiązywania zadań np. deszczomierz.

Grywalizacja:

Przechodzenie przez kolejne elementy świata, w którym należy rozwiązać sprawę poprzez zdobywanie wiedzy i cennych informacji w nietypowy sposób, wymaga większego zaangażowania od graczy, niż podczas uczestniczenia w innych (bardziej konwencjonalnych) formach przekazywania wiedzy. Motywacją jest zmaganie się z czasem i zadaniami, które po rozwiązaniu dają kolejne hasła potrzebne do zakończenia gry.

W grze liczy się bystrość i zdolność dedukowania, aby badać, podążać i gromadzić cenne informacje, tropy, poszlaki i wskazówki. Gracze podczas tego procesu spotykają ciekawe osoby oraz odkrywają nowe miejsca, w których rozwiązują kolejne zadania i zdobywają kolejne hasła potrzebne do ukończenia gry. Przykuwanie uwagi do detali i myślenie wielotorowe może okazać się kluczowe, ponieważ, nawet jeżeli trop wydaje się chybiony, zawsze może przydać się w przyszłości, co

motywuje graczy do czujnego uczestniczenia w grze.

Gracze, podczas gry zmagają się z ograniczonym czasem oraz przebiegłością domniemanego sprawcy, którego próbują dopaść i pokrzyżować mu plany. Po swojej stronie mają spostrzegawczość, umiejętności (m.in. dedukcja i wyobraźnia), wiedzę swoją oraz osób spotykanych podczas gry, jak i możliwość korzystania z materiałów poza grą (Internet, książki itp.). Prowadzenie skrupulatnych notatek jest ułatwieniem w gromadzeniu istotnych informacji, ponieważ sprawa jest wielowątkowa, a aby najszybciej rozwiązać sprawę należy śledzić te wątki, które najlepiej prowadzą do celu.

Dodatki do gry:

Część graficzną stanowi okładka gry (Ryc. 2). Dodatkiem do gry są również oznaczenia miejsc akcji (Ryc. 3), które gracze będą odwiedzać. Można je umieścić na planszy, czyli mapie miasta. Może być to wydrukowane zdjęcie satelitarne (w formacie A3) miasta, z którego pochodzą gracze.

Karty organizacji mogą zostać stworzone przez zespół. Karty te są logami organizacji pojawiających się w fabule – postaci Neptuna i Oceanusa (starożytni bogowie związani z wodą). Są to organizacje Neptunium, której gracze są częścią, oraz organizacja Oceanusium, której szkodliwe działania trzeba powstrzymać.

Podstawą gry jest 20 kart (Ryc. 4), na których znajduje się fabuła gry, razem z zadaniami do wykonania.

Do gry potrzebne jest także przygotowanie rekwizytów:

- Plakaty zwracające uwagę na ślad wodny oraz potrzebę oszczędzania wody,
- Rysunek przedstawiający obieg wody z miejscami do wypisania procesów stanowiących obieg,
- Deszczomierz (do jego stworzenia wystarczy niski słoik i flamaster),
- Wydrukowane przykłady organizmów

wodnych,

- Próbką wody pobrana np. z jeziora, rzeki lub ewentualnie kałuża, kubek i filtr (np. do kawy),
- Farba lub bibuła do zabarwienia wody z kranu, filtry (tkanina, piasek, chusteczka)
- Żyletka (OSTROŻNIE – pokaz wykonuje jedynie osoba dorosła), kubek, woda z kranu oraz mydło w płynie,
- Morski Poradnik WWF, który można znaleźć w Internecie,
- Krzyżówka – zakończenie gry.

Dodatkowe uwagi:

Przewidywany czas gry: około 90 minut na rozwiązanie zagadki (dwie godziny lekcyjne).

Materiały przedstawiane w grze są fikcyjne. Wszelakie podobieństwo do osób prawdziwych jest niezamierzone i przypadkowe.

Niniejsza gra przeznaczona jest wyłącznie do użytku osobistego i nie może być rozpowszechniana ani wykorzystywana do innych celów w całości lub w części bez zgody autora.

OPIS GRY STWORZONO NA PODSTAWIE:
mlodzi.pti.org.pl/wp-content/uploads/2020/11/Projekt-Gry-Edukacyjnej-1.pdf



DROGA DO OCALENIA





ZARZĄDZANIE ZASOBAMI WODNYMI
Water Resources Management



OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW
Wastewater Treatment



OCHRONA ŚRODOWISKA
Environmental Protection



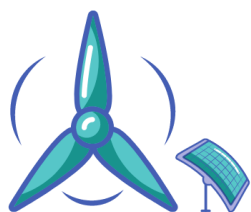
PRACA W TERENIE
Field Work



HYDROLOGIA I METEOROLOGIA
Hydrology & Meteorology



LABORATORIUM
Lab



ZARZĄDZANIE PRZESTRZENNE
Spatial Management



SIEDZIBA GŁÓWNA
NEPTUNIUM

WPROWADZENIE

Jest godzina 23:34. Budzi cię telefon dzwoniący w środku nocy. To żona założyciela organizacji, dla której pracujesz (NEPTUNIUM - organizacja zajmująca się walką o prawa człowieka o dostęp do wody).

Amelia Wodnik informuje cię, że Dawid (założyciel organizacji) ostatnio coraz częściej znika w niewyjaśnionych okolicznościach i zdarza się, że nie wraca do domu, gdy jednak wraca tłumaczy swoje zniknięcia potrzebą zostania po godzinach w pracy - nic więcej jednak nie da się z niego wydusić. Amelię martwi również fakt, że Dawid stał się również dość tajemniczy, a ty jako jego współpracownik i długoletni przyjaciel możesz coś o tym wiedzieć.

Od dłuższego czasu jednak nie było Cię w organizacji i nie miałeś z nim kontaktu, ponieważ propagowałeś działania organizacji i szukałeś jej zwolenników w innych miastach.

Niemniej jednak, martwi cię to, że Dawid (bez którego nie wyobrażasz sobie prowadzenia organizacji - to on stworzył ją od podstaw i to on tak naprawdę tworzy jej działanie) znika co jakiś czas i zamierzasz dowiedzieć się o co chodzi. Uspokajasz Amelię, że postarasz się przemówić Dawidowi do rozumu i idziesz spać, bo przecież nie ma się co spieszyć - w końcu Dawid zawsze odnajdywał się po jakimś czasie. Nie ma pośpiechu...

Nazajutrz rano, przy porannej kawie, postanawiasz przejrzeć poranne wiadomości. Wciąż zaspany jednak nie zwracasz na nie większej uwagi. Do czasu... Gdy na ekranie pojawia się twarz Dawida i prezenterka obwieszcza całemu miastu, że zaginięcie Dawida zostało zgłoszone do miejscowych władz. Był to człowiek wpływowy, więc wszystkie media zainteresowały się tą sprawą... Ale co, gdzie, dlaczego??? Spanikowany nie kończysz śniadania, zabierasz tylko niezbędne rzeczy i jedziesz do siedziby głównej Neptunium...

Podczas całego zamieszania nie zauważasz, że dzwoni twój telefon. Podczas drogi do pracy masz pogoń myśli, co mogło doprowadzić do tej sytuacji?

MUSISZ ZDĄŻYĆ ODNALEŹĆ PROF. DAWIDA WODNIKA ZANIM W MIEŚCIE ZABRAKNIĘ WODY PITNEJ (1,5 GODZINY NA ROZWIĄZANIE ZAGADKI)

#1

Dojeżdżasz do siedziby głównej organizacji, jednak nie możesz się do niej dostać, ponieważ przed wejściem widzisz tłum dziennikarzy. Wśród nich dostrzegasz rzecznika prasowego Neptunium, który próbuje uspokoić poruszony tłum... Szybko parkujesz samochód i biegniesz uratować rzecznika od napastliwych dziennikarzy. W końcu po zaginięciu właściciela, to ty teraz masz władzę nad organizacją. Kiedy zbliżasz się do wejścia, wszystkie oczy zwracają się na ciebie...

CO ROBISZ?

Postanawiasz sam porozmawiać z dziennikarzami - #2

Kontaktujesz się z miejscową policją i postanawiasz im powierzyć odnalezienie Dawida - #4

Przechodzisz niewzruszony przez tłum, zabierasz rzecznika ze sobą i postanawiasz zebrać cały personel - #5

#3

Myślisz jak wybrnąć z sytuacji. Insynuacja była nie po twojej myśli, ale z tłumy wychodzi Amelia, żona prof. Wodnika i bez słowa zabiera ciebie i rzecznika do środka siedziby głównej.

- Dlaczego nie odbierasz mojego telefonu - pyta Amelia - chciałam żebyś od razu podjechał do tylnego wejścia, żeby unikać niepotrzebnych pytań. No już nie ważne, kazałam wszystkim zgromadzić się w sali konferencyjnej, chodźmy.

PRZEJŚCIE DO #4

#2

- Wiem, że zaistniała sytuacja wywołała wiele emocji, prosilibym jednak o spokój. - zwracasz się do dziennikarzy, pragnących jak najszybciej wyciągnąć z ciebie sensację dnia.

- Czy wiadomo już stało się z prof. Wodnikiem? Myślę, że pan jako jego najbliższy współpracownik może coś więcej powiedzieć na ten temat? - pyta jeden z dziennikarzy.

- Niestety, jest to dość świeża sprawa i nie chciałbym podawać błędnych informacji. Jeżeli coś zostanie ustalone wydamy stosowne oświadczenie.

- Pytanie do rzecznika: czy ufa pan swojemu nowemu szefowi, który przejął organizację w dość nietypowy sposób?

Patrzysz na rzecznika, który zaniemówił - domyślasz się, że to insynuacja, że to ty możesz być odpowiedzialny za zniknięcie prof. Dawida, aby przejąć firmę.

CO ROBISZ?

Patrzysz na telefon, żeby zobaczyć po co ktoś próbował się z tobą skontaktować - #3

Zdenerwowany wchodzisz do firmy bez słowa i zwalujesz personel na spotkanie - #4

#4

Mimo zgromadzonych dziennikarzy, postanawiasz nie zwracać na nich uwagi, wchodzisz do siedziby głównej.

Myślisz, że sam nie poradzisz sobie z tą sytuacją, dlatego prosisz sekretarkę, aby skontaktowała się z policją.

Po dwóch godzinach udało jej się skontaktować z policją, która nalegała (ze względu na natłok spraw), aby rozmowa odbyła się telefonicznie.

- Dzień dobry, z tej strony komendant policji. - słyszysz głos w słuchawce.

- Witam, czy wiadomo już coś w sprawie zaginięcia prof. Dawida Wodnika? Prosiłbym o każdą informację, która pozwoli nam na wdrożenie potrzebnych procedur i działań stosownych do sytuacji.

- Jak już mówiłem pańskiej sekretarce, czas od zgłoszenia zaginięcia jest na tyle krótki, że - nie widzę powodu do niepokoju. Z tego co wiem, profesor lubił często znikać, więc już tym bardziej nie przejmowałbym się zbytnio zgłoszeniem spanikowanej żony.

- Jednak rozumie pan powagę sytuacji? Całe miasto oczekuje na informacje o profesorze, muszę tym ludziom coś powiedzieć, w końcu to jedyna osoba, która stała na straży tego, by bezpieczeństwo wodne miasta wciąż trwało.

- Rozumiem pańskie obawy, jednak mamy kilka ważniejszych spraw na głowie, takie jak morderstwo w nadmorskiej dzielnicy. Jak będę miał jakieś informacje to dam znać. Do widzenia.

- Trzymam pana za słowo. Do widzenia.

W rozmowie policja nie wykazała zaangażowania w sprawie tak jak oczekiwałeś. Postanawiasz sam zająć się tą sprawą i odnaleźć profesora. Postanawiasz zebrać wszystkich i ustalić czy ktoś coś wie o zaginięciu.

PRZEJŚCIE DO #4

#5

Witasz wszystkim i dziękujesz za przybycie całej załogi. Widzisz, że są poruszeni zniknięciem profesora.

- Do wszystkich dotarła już wiadomość, że Dawid zniknął. Mam nadzieję, że nie macie mnie za wariatkę, że to zgłosiłam.
- zaczyna Amelia.

- Spokojnie, wszyscy wiedzą, że ostatnio działo się z nim coś dziwnego - jego podejrzone spotkania i poszukiwanie czegoś... Wydawało się to nie groźne, ale jednak coś musiało cię zmusić do tego, żeby to zgłosić - odpowiada jeden z pracowników biura profesora.

Zamierzasz przejąć inicjatywę: -
Niestety, nie wiem co działo się w organizacji ostatnio, może ktoś wie o czymś, co mogłoby nam ułatwić poszukiwania? Jakież podejrzone dokumenty, prace czy spotkania?

Cisza.

CO ROBISZ?

Postanawiasz przeszukać dom Amelii i Dawida - #6

Bierzesz najbliższych współpracowników profesora i przeprowadzasz z nimi rozmowę - #7

Udajesz się na przeszukiwanie gabinetu profesora - #8

#7

- Czy wiadomo wam o jakichś ostatnich działaniach profesora? - pierwszy zadajesz pytanie.

- Pojawiał się w siedzibie głównej dość rzadko, a jak poruszano się ten temat to zawsze się denerwował i zamykał w gabinecie, nie nikomu nie mówił - powiedział jeden z bliźszych współpracowników.

- Jaki temat? O czym mówisz? - pytasz.

- Dostawał anonimowe listy od osoby podpisującej się jako O. Zawsze po przekazaniu mu informacji o wiadomości czy przesyłce, denerwował się, że są to jego prywatne sprawy i nie powinniśmy się nimi interesować. - powiedział jeden ze współpracowników.

Drugi ze współpracowników powiedział tak: - Przez cały czas przypominał nam tylko o tym, że w tym roku nie może osobiście zająć się organizacją przyjęcia związanego ze Światowym Dniem Wody (22 marca) i że my mamy się tym zająć. Jest to ważne ze względu na konieczność zwracania uwagi społeczeństwa na to, że woda jest dla nas niezbędna i to do nas należy obowiązek o nią dbać. W tym roku profesor chciał szczególnie zwrócić uwagę na motyw **ŚLADU WODNEGO (WATER FOOTPRINT)** (<https://www.youtube.com/watch?v=w-F9OND0pUk&t=4s>) oraz wartości wody. To wszystko co wiemy.

- Na dobrze, a czy coś z tych listów zachowało się, bym mógł to przyjrzeć? - zadajesz kolejne pytanie.

Odpowiedź pracowników jednak nie pozostawia złudzeń, że Dawid bardzo chciał zatrustować tajemnicze wiadomości i nie zostawił ani jednej rzeczy, która mogłaby ci pomóc.

CO ROBISZ?

Chcesz zobaczyć czy w domu profesora niego nie znajdziesz - #8

Teraz twój cel to gabinet profesora - #8

#6

Udajesz się z Amelią do domu profesora.

Nie udaje ci się znaleźć nic, co byłoby związane z jego pracą. Postanawiasz porozmawiać z Amelią jak wyglądały ich ostatnie dni razem.

Dowiadujesz się, że nie było go przez dłuższy czas i nie byłoby to nic niezwykłego, gdyby nie jeden fakt:

- Prawda jest taka, że nie zgłosiłabym zaginięcia, gdyby nie SMS z nieznanego numeru, który dostałam w nocy. - mówi Amelia.

**MAMY WODNIKA!!!
MASZ DOSTARCZYĆ WYNIKI JEGO PRACY
W WYZNACZONYM MIEJSCU!!!
MASZ CZAS DO KOŃCA TYGODNIA,
JEŻELI CHCIESZ GO JESZCZE ZOBACZYĆ.**

- Rzecz w tym, że nie mam pojęcia nad czym pracował, odkąd zaczął być taki tajemniczy. - dodaje Amelia.

Postanawiasz pomóc jej w odnalezieniu czym zajmował się profesora, aby go odnaleźć - musisz zdobywać dużo informacji, by zadowolić szantażystów.

CO ROBISZ?

Postanawiasz porozmawiać z współpracownikami profesora - #7

Zamierzasz sprawdzić, czy nie znajdziesz czegoś interesującego w gabinecie profesora - #8

#8

W drodze do gabinetu Dawida widzisz wychodzącą sprzątaczkę. Mijas ją i zaczynasz przeszukiwać pokój.

Jednak nie udaje ci się odnaleźć nic interesującego. Wychodzisz z gabinetu i doganiasz sprzątaczkę.

- Dzień dobry, czy podczas sprzątnięcia gabinetu profesora natknęła się pani na coś interesującego? - pytasz.

- Dzień dobry, mój drogi od dawna nie było tam nic co zwróciłoby moją uwagę. Słyszałam co się stało, wielka tragedia...

- Tak, wszystkim jest ciężko. Naprawdę nie znalazła pani żadnej wskazówki, która mogłaby nam pomóc w poszukiwaniach?

- A wiesz, że jakiś czas temu znalazłam jedynie kartkę, na której było zapisane przypomnienie o jednym spotkaniu. - odpowiada i zaczyna szukać kartki po kieszeniach. - Proszę, to jedyna jego rzecz jaką znalazłam.

Na kartce widnieje czas spotkania i adnotacja HYDROLOG!!!

PRZEJŚCIE DO #9

#9

Udajesz się do miejsca Hydrologia i Meteorologia, mając nadzieję, że zobaczę tralilola.

Jednak gdy rozpytasz pracownika, czy ktoś miał ostatnio kontakt z prof. Wodnikiem, wszyscy sprzeciwiają.

Zrozumiany już miałś wychodzić, gdy w ostatniej chwili fakty się pod namił jakiś człowiek i ciągnie do swojego gabinetu. Próbujeś dowiedzieć się o co chodzi, on jednak nadal idzie przed siebie.

Dochodzicie do pokoju, on zamyka drzwi i pyta: - Ty w sprawie Dawida? Kiwasz twierdząco ziewasz.

On mówi dalej: - Jeżeli chceś się dowiedzieć czegoś więcej musisz powiedzieć mi jakie i do czego wody zwoyczący używasz [woda słodka - 15 cali] wody na świecie, może więc czy solukwariani spolety, gdzie można ją znaleźć (kren, żywność, deszcz, akwrium, rzeki, jeziora, morza, śnieg, organizmy itd.) oraz czy nasz kraj w skali europejskiej ma duże zasoby wody pitnej czy nie, koniecznie [Europa 4 500 m3/rok, Polska 1 400 m3/rok]? Muszę sprawdzić, czy jesteś w temacie czy nie.

KRÓTKA DYSKUSJA I WYSZUKANIE INFORMACJI W INTERNIE
(https://www.youtube.com/watch?v=nl1_jyh0q4)

Na podstawie pytania stwierdzasz, że adolozłeś hydrologa, którego szukałeś. Po udzieleniu mu odpowiedzi on zwraca się do ciebie: - Ogólnie rzecz biorąc nasz kraj ma dość małe zasoby w porównaniu do innych państw, mimo przez naszą polozenie i zarządzenie przyrocznąj mamy niskie opady deszczu, a woda, która spadnie i tak szybko odpływa do morza. Dochodzi też sprawa coraz częstszych susz...

Zwracasz się do niego: - No ale nie po to tutaj przyszedłem...

- Jeżeli chodzi o Dawida to ostatnio prosił mnie o udzielenie mu informacji na temat niskich stanów wody w rzeczo, która przepływa przez nasze miasto. Nie ma to żadnego związku z naturalnym procesami, dlatego Dawid od razu zabrał się o wyzyskanie dostępnego tak często w niektórych dzielnicach dochodzi do niedoboru wody. Powiedz mi czy wybrałeś sobie co by się dzieło jakby zabrakło wody w mieście? I najważniejsze pytanie - co należy zrobić, aby te wody nie zabrakło (sposoby oszczędzania i ochrony wody)?

KRÓTKA DYSKUSJA

Hydrolog zwraca się ponownie do ciebie: - Wahania stanów wody są normalne, jednak jeżeli woda znajduje się na granicy **PRZEZRYWALNOŚCI NIEKONSERWACYJNEGO (BASEFLOW)**, może dojść do zakłócenia życia biologicznego - zaburzenie działania ekosystemu i katastrofa ekologiczna. Dawid podejrzewa, że ktoś manipuluje przy miejscowej wodzie. Woda może zniknąć poprzez zbyt duży pobór przez firmy, które wykorzystują wodę do różnych procesów. Niestety, nie więcej nie wiem. Jeżeli miałbyś jakieś pytanie - co należy zrobić, aby te wody nie zabrakło, która jest Meteorologiem - też znają Wodnika, pracuje w jego biurze.

CO ROBISZ?

Postanawiasz spojrzeć z Meteorologiem - #10

Po udzieleniu o zaburzeniu działania ekosystemu wodnego udajesz się do organizacji Ochrona Środowiska - #11

#11

Trafiasz do miejsca o nazwie Ochrona Środowiska. W świątku z niepozornymi dostępnymi o tym, że coś niedobrego dzieje się z miejscową wodą postanawiasz zabrać czy profesor również tutaj trafił podczas swojego dochodzenia.

Osoba, która może udzielić ci informacji o stanie środowiska wodnego jest Hydrobiolog.

- Słyszałem o zniknięciu pana profesora, niestety dawno go u mnie nie było... - mówi Hydrobiolog.

- Oznacza to, że wcześniej był u pana? - pytasz.

On odpowiada: - Oczywiście, profesor zajmował się ochroną wody na wszelkie możliwe sposoby... Nie więc dziwnego, że gdy zorientował się, że ktoś manipuluje zasobami wodnymi zgłosił się do mnie. Jestem wybitnym specjalistą w dziedzinie biologii wody.

- Mogę wiedzieć, w jakiej konkretno sprawie Dawid zwrócił się do pana?

Hydrobiolog zastanawia się chwilę i mówi: - Uwaga! - że gdy dochodzi do deficytów lub **ZAMIECZYSZCZENIA (CONTAMINATION)** wody, obserwacja środowiska bardzo szybko jest w stanie to zasygnalizować. Wadnik zgłosił się do mnie jedynie raz po wyniki moich badań monitorujących miejscowej rzeki. Zauważyłem, że przez zły stan wody organizmy żywe straciły kondycję lub wręcz zaczęły zanikać.

- Mogę zobaczyć te badania? - nieśmiało zwracasz się do swojej próba.

- Naturalnie, tylko będziesz musiał mi pomóc. Podczas moich obserwacji znalazłem wiele ciekawych organizmów, będziesz miał je rozpoznać?

KRÓTKA DYSKUSJA JAKIE ORGANIZMY SĄ ZWIĄZANE Z ŚRODOWISKIEM WODNYM I CO MOŻE IM ZAGRAZAĆ (zamieczyszczenia i niedobór wody, bliskość człowieka - samochody, zabudowania, kalafasy, mieszczące grzyby itd.) ROZPOZNANIE ZDZIAŁ GATUNKOWY ROŚLIN I ZWIERZĄT I GDZIE KONKRETNE ŻYJĄ - CZY SA WŚROD NICH JAKIEŚ GATUNKI CHRONIONE?

- Środowiska wodne jest tak bardzo różnorodne i ciekawe, że aż chciałbym tam żyć... Niestety, my ludzie nie jesteśmy przystosowani do tego - brak nam umiejętności oddychania pod wodą i byłoby dla nas zbyt wilgotno, nie wiem czy to jest możliwe, ale nie mam pojęcia jak trudno byłoby nam znaleźć pokarm czy schronienie. No ale to tylko moje fantazje... To byłoby wszystko z mojej strony.

- Dziękuję bardzo za spotkanie, - uścisnąwszy rękę Hydrobiologowi i wychodzisz.

CO ROBISZ?

Zamierzasz wrócić do swojej organizacji i przemyśleć parę spraw - #12

Chcesz pomyśleć, dlatego wybierasz się na plażę (może profesor również tam czegoś szukał)? - #17

#10

Pozostajesz w siedzibie Hydrologia i Meteorologia. Odnajdujesz Meteorologa i pytasz go o jakiegoś wieści od profesora.

Niestety, Dawid nie odwiedził jej ostatnio, jednak jeżeli już tutaj jesteś to możesz jej pomóc przy pracy. Jednak najpierw trzeba sprawdzić twoją umiejętności - musisz przedstawić jak wygląda obieg wody w przyrodzie.

OBEJRZENIE FILMU (<https://www.youtube.com/watch?v=JLlC0SwB1f8&ch=channel=Ck0plq4k0t0z11>)

NARYSOWANIE PROCESÓW SKŁADAJĄCYCH SIĘ NA OBIĘG WODY (np. oceanaj > parowanie > kondensacja > deszcz/śnieg > jeziora i rzeki > wody gruntowe).

Meteorolog zwraca się do ciebie: - Mając schemat obiegu wody, powiedz mi, które z procesów najłatwiej jest nam obserwować (opad)? Możesz powiedzieć mi, jak powstaje deszcz/śnieg?

KRÓTKA DYSKUSJA (powtarzająca się droga: krople wody spadają z chmur na ziemię > parowanie wody z powierzchni > powstawanie chmury > śnieg - zamrażanie wody pod wpływem temperatury i topnienie na powierzchni podczas wzrostu temperatury).

Spisałeś się w odpowiedzi na pytanie, dlatego Meteorolog zdradzi ci jak można w prosty sposób zaobserwować obieg wody. Wystarczy tylko stać i miejsce, gdzie możemy umieścić nasz DESZCZOMIERNY, a zarazem EWAPORIMETR - badania **OPADU (PRECIPITATION)** i **PAROWANIA (EVAPORATION)**.

Do pustego słoika można wlać określoną ilość wody i zaznaczyć jej poziom za pomocą flamastra. Codziennie można wykonywać pomiary czy woda ubyła czy przybyła i prowadzić dziennik. Można również zwrócić uwagę na stopień zamurzenia niebo, aby zauważyć zależność między zamurzeniem, opadem i parowaniem.

CO ROBISZ?

Zamierzasz wrócić do swojej organizacji i przemyśleć parę spraw - #12

Chcesz spokojnie pomyśleć, dlatego wybierasz się na plażę (może profesor również tam czegoś szukał)? - #17

#12

Podczas drogi zbawiasz grupę ludzi, która manifestuje w centrum miasta. Okazuje się, że są to osoby, które przejęły się sprawą zagnięcia profesora Dawida Wodnika. Na boiskach manifestantów widzisz napisy:

WODA DLA LUDZI - NIE DLA ZYSKU

Widzisz na podwyższeniu osobę, która nawołuje społeczeństwo do zwrócenia uwagi na to, że przez zniknięcie profesora ludzie stracili ostatniego obrońcę ich **PRAWA DO WODY (RIGHT TO WATER)** (czyli i towa, dostępne).

Ze złośliwością wystąpienia Przywódca zgromadzenia schodzi z podwyższenia, postanawiasz wystrząsnąć strach i dotrzeć się do niego. Przechodzisz się przez tłum, żeby z nim porozmawiać.

Zaczynasz krzyknąć: - Przepraszam, jestem z organizacji Neptunium, w której pracował profesor Wadnik. Moglibyśmy chwilę porozmawiać w spokoju?

Przywódca zgromadzenia kiva głową i próbuje wydostać się spod ręki stróżującego go tłum.

Zaczynasz rozmowę: - Wita mi państwo, widzę, że profesor stał się waszym bohaterem. Czy mogłyby mi powiedzieć, czemu tak bardzo zależy wam na wodzie?

Podaj odpowiedź na pytanie: - Nprawdę nie wiem co się tutaj dzieje? Nie słyszałem, że sytuacja jest tak dramatyczna. Że w biedniejszych dzielnicach dochodzi już do konfliktów o dostęp do wody?

Od dłuższego czasu przebywałem poza miastem i nie do końca wiem jaka jest obecna sytuacja w mieście. Zawsze nad tym czuwał Dawid.

Przywódca patrzy chwilę na ciebie i mówi: - Posłuchaj, mój, jako pracownik Neptunium musisz wiedzieć takie rzeczy... Jakiś czas temu do miasta przyjechał mężczyzna, nie wiadomo skąd. Wiemy tylko, że zaproponował włódcem bardzo korzystny układ. Odnajdył ich o problemie, jakim było zarządzanie zasobami wodnymi, bo były świetnie się na tym znał.

Nie możesz w to uwierzyć: - Dlaczego nikt nie o tym nie poinformował, przecież sprawy wodne to nasza sprawa.

Nie wiem jaki układ im zaproferował, ale od razu się zgodziłem, gdy tylko dowiedziałem się co planuje zrobić. Postanowiłem odciążyć miejscowe instytucje, i sam włączyć środki finansowe na rzecz organizacji Oceanium. Jest to organizacja, która miała podnieść wydajność i poprawić jakość zarządzania **ZASOBAMI WODNYMI (WATER RESOURCES)**, aby móc cenny czas zarządzać w **WYKONAWCZYM** oraz rozwijać sieć wodną.

Przywódca patrzy na ciebie pobłażliwie: - Ale skoro o niczym nie wiesz, to poinformujcie, że wyniki działań tej organizacji są zupełnie odwrotne. Oceanium było tak bardzo nastawione na zysk, że zapomniało o swoim zadaniu - dostarczaniu potrzeb ludności.

Z falsem odpowiada: dowiadujesz się, że jakość wody spadła (dotychczas 5 śnieg wraz z niewyuczczonymi ściekami, wylatywanymi do rzeki, oraz wariacja o śmiecie inwestycje nie zostały spełnione. Wiesz jakie to działania mają wpływ na społeczeństwo i środowisko?

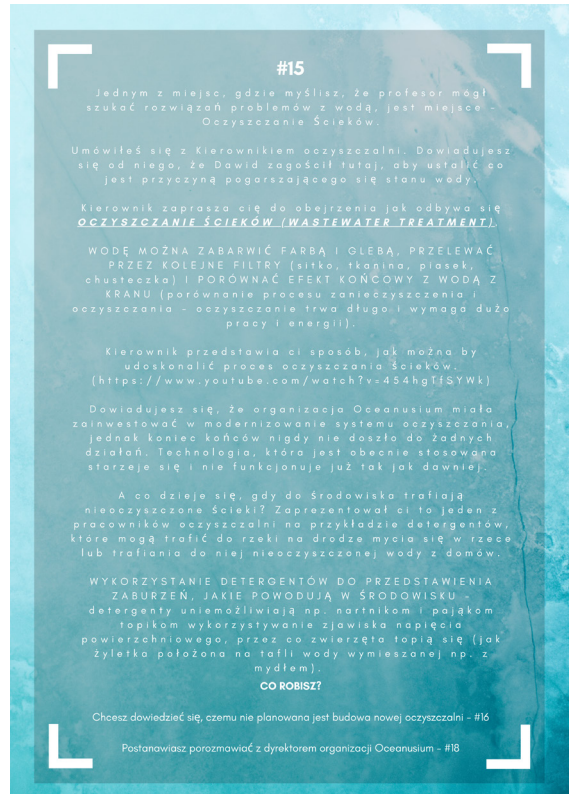
KRÓTKA DYSKUSJA (leżąc leżąc, jest zanieczyszczone, nie można jej pić, nie w niej można, ani sobie jak również nie można korzystać z niej jako wody pitnej) - <https://www.youtube.com/watch?v=0pns2UkyUg>

- Ja muszę iść, bo nie tylko ty przyszedłeś, żeby ze mną porozmawiać, do zobaczenia. - Reagasz się i odchodzisz.

CO ROBISZ?

Odwiedzasz miejsce Zarządzenie Zasobami Wodnymi, żeby dowiedzieć się dlaczego dopuszczają do takich zaniedbań - #15

Udajesz się nad rzekę, aby określić czy faktycznie jest z nią tak źle jak dyżurni - #14



#17

Na wypad w swoim czasie wolnym wybrałeś się w swoje ulubione miejsce - **PLAŻA (BEACH)**, nad morzem.

KRÓTKA DYSKUSJA CO KOJARZY SIĘ Z MORZEM (skojarzzenia/wspomnienia - woda morska jest słona: SZUKANIE W INTERNECIE LEGENDY, CZEMU WODA MORSKA JEST SŁONA).

Podczas spaceru wzdłuż plaży widzisz tabliczki z informacjami jak należy zachowywać się w tym pięknym miejscu, aby można było dalej z niego korzystać.

KRÓTKA DYSKUSJA (korzystanie z toalet przy wyjściach z plaży, kąpanie się przy ratowniku, wyrzucanie śmieci do kosza, nie zabieranie ze sobą "pamiątek" w postaci muszli czy żywych organizmów).

Podczas spaceru widzisz wiele ciekawych zwierząt i roślin nadmorskich. Czy umiałbyś wymienić kilka z nich?

WYKORZYSTANIE KSIĄŻKI LUB INNYCH MATERIAŁÓW DO ODNALEZIENIA PRZYKŁADÓW ORGANIZMÓW NADMORSKICH (np. Instrukcja obsługi Bałtyku. Morski Poradnik - WWF)

PRZEJŚCIE DO #POPZEDNIA KARTA

ZAKOŃCZENIE

po niefortunnej rozmowie z dyrektorem Oceanusium wiesz, że prof. Dawid Wodnik został uprowadzony przez Oceanusium - firmę, która próbowała sprywatyzować miejscową wodę (pozbawiania ludności, walnego dostępu do wody, aby móc się na niej, wzbogacić - bliższe źródło).

Jednak robili to tak nieumiejętnie, że w miejscach, gdzie prowadzili swoje działania doprowadzili do poważnych konsekwencji na skraju katastrofy (ograniczenie dostępu do wody i jej dystrybucji).

Profesor Dawid Wodnik - jako wybitny naukowiec, najlepiej znalazł się na zagadnieniu ochrony zasobów wodnych, miał pomóc naprawić im wyrządzone zniszczenie.

Podczas drogi do ocalenia profesora trafiliś do miejsc związanych z gospodarowaniem wodą, gdzie odnajdywałeś sposoby na walkę z niedoborami wody i ich konsekwencjami - czas sprawdzić, czego się nauczyłeś.

Ochrona organizacji Oceanusium prowadzi cię do pomieszczeń przypominających laboratoria. W jednym z nich, za szklaną szybą dostrzegasz prof. Dawida Wodnika.

Wyrwasz się z objęć ochroniarzy i dopadasz do drzwi, zaczynaś krzyżować - Profesorze, profesorze...

On odwraca się i uśmiecha na twój widok. Pokazuje ci, że obok drzwi znajduje się urządzenie do otwarcenia tych drzwi.

Potrzebujesz jednak znać hasło. Okazuje się, że ktoś chciał utrudnić dostanie się do laboratorium niepowołanym osobom. Aby uzyskać hasło należy rozwiązać pewne zadanie. To jest moment, aby wykorzystać swoją wiedzę, uratować profesora i wyostać go z zamkniętego laboratorium Oceanusium.

ROZWIĄZANIE KRZYWÓWKI

Ochroniarze widząc, że znasz hasło zostawiają cię w spokoju, a ty możesz wyprowadzić profesora na zewnątrz.

po ogólnej radzieci jako hasła po powrocie profesora, została podjęta ogólna dyskusja. Dotyczyła ona działań, które powinno wdrożyć Oceanusium, aby dalej móc zarządzać zasobami wodnymi miasta, jednak tym razem w sposób prawidłowy, nie zagrażającym miastu i okolicznej przyrodzie.

Jako, że podczas swojej przygody zdobyłeś wiele przydatnych informacji - zostałeś wybrany do zespołu, który zajmuje się doradzeniem w sprawie gospodarowania wodą.

Licz się to nie tylko z owaniem, ale co najważniejsze możesz realizować swoje powołanie w ochronie środowiska wraz ze wspaniałymi naukowcami, którzy stoją na straży tego by już nigdy nie zabrakło wody.

KONIEC

#18

Zebrałeś już dość doniesień o tym, że za problemy z wodą, które badał Dawid, może być odpowiedzialna organizacja Oceanusium. Miała poprawić dostępność i **ZAKOŚĆ WODY (WATER QUALITY)** w mieście, jednak jej działania tylko pogarszają sytuację.

Prosząc o spotkanie z Dyrektorem nie spodziewałeś się, że zaprowadzą cię do pustego gabinetu.

Oczekasz już 10 minut i wciąż nie możesz się go doczekać. Przechodzisz się po pokoju i na biurku znajdujesz warunki przyjęcia kontroli nad wodą. Obok widnieją fotogafie i miejsce, które przedstawiają zatrważające wręcz obrazy **DEGRADACJI ŚRODOWISKA (ENVIRONMENTAL DEGRADATION)**, wodnego, a obok pismo z szantażem do miejscowych władz.

Nagle słyszysz otwieranie drzwi i widzisz w nich niskiego mężczyznę, który pierwszy zabiera głos: - No prawdę, nie dadzą mi spokoju ci dziennikarz, no już... O co chodzi?

- Nie jestem żadnym dziennikarzem, ale zastępcą profesora Dawida Wodnika w organizacji Neptunium. Mam prawo podejrzewać, że gdy próbował on dotrzeć do źródła problemów z miejscową wodą trafił do was.

- Oczywiście, że tutaj trafił, bo sam go zaprosiłem jak również prowadziłem z nim listowną korespondencję. Chciałem zaproponować mu współpracę w tworzeniu tej wspaniałej organizacji, jednak po przedstawieniu mu warunków stwierdził, że wyczuwa się ze współpracy ze mną...

- Nie dziwne patrząc na to co wyrabiacie z miastem.

- Nie byłoby tego wszystkiego, gdyby Wodnik przystał na moją propozycję. Jestem tylko biznesmanem i znam się tylko na zarabaniu pieniędzy, a on miał być specjalistą od zasobów wodnych. Z jego pomocą miałem stworzyć organizację, która przyniesie miastu dobrobyt i rozwój. A on co zrobił? Po ustaleniu wszystkiego postanowił zrezygnować, jakby nigdy nic... Porzucił organizację i mnie na jej czole - więc nie pozostawił mi wyboru. Nie chciałem współpracować z własnej woli, to go do tego zmusiłem.

- Gadaj lepiej gdzie on jest!!!

- Już niedługo do niego dołączysz i przestaniesz węszyć. - Dyrektor sięga po słuchawkę. - Ochrona? Proszę odprowadzić pana do laboratorium, już zakończyliśmy rozmowę.

Do pokoju wpadają ochroniarze, łapią cię za rękę i wyprowadzają z gabinetu.

Czy powinniśmy martwić się zanieczyszczeniem światłem?

Adrian Joswowitz-Niemierski

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii
e-mail: adrianjos1995@gmail.com*

Tutor: dr Krzysztof Kopeć

*Uniwersytet Gdański, Wydział Nauk Społecznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej
i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Rozwoju Regionalnego*

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie światłem, oświetlenie miejskie, miejska łuna świetlna, iluminacje, smart lighting

Wprowadzenie

Sztuczne oświetlenie uważane jest za osiągnięcie cywilizacyjne, które znacząco wpłynęło na funkcjonowanie całej ludzkości (Pérez Vega i in., 2021). Umożliwia przedłużenie naszej dobowej aktywności, dając zarazem poczucie bezpieczeństwa. Sztuczne światło sprawia, iż przestrzeń, która do tej pory po zmroku nie była wykorzystywana, staje się widzialna i użytkowa. Wpływa to nie tylko na nasz odbiór przestrzeni, ale też na to, jak się w niej zachowujemy. Duża ilość światła zwiększa aktywność człowieka, natomiast mała prowadzi do zwiększenia intymności i wyciszenia (Saunders i in., 1974). Dawniej sztuczne źródła światła nie były tak łatwo dostępne oraz praktyczne w użyciu. Korzystano z nich oszczędnie i tylko gdy było to konieczne.

Pierwsze efektywne oświetlenie miejskie powstało w Amsterdamie w 1669 roku i było oparte na latarniach olejowych (Kosłofsky, 2011). Niestety latarnie generowały stosunkowo niewiele światła. Bardziej efektywnym źródłem energetycznym okazał się gaz świetlny, które-

go pierwszy raz użyto w Londynie w 1804 roku (Keirstead i Rutter, 2012). Zastosowanie gazu świetlnego w miastach wymagało utworzenia całego systemu infrastruktury oświetleniowej – gazowni oraz sieci przesyłowych. Wykorzystanie nowego źródła światła uznawane jest za siłę sprawczą jednej z najważniejszych transformacji miejskich systemów energetycznych w historii (Keirstead i Rutter, 2012). Niemniej okres świetności oświetlenia gazowego nie trwał długo. Już w 1882 roku Thomas Edison zaproponował pierwszy system oświetlenia publicznego opartego na energii elektrycznej (Belczewska i Frankowski, 2016). Na początku XX wieku oświetlenie elektryczne zdominowało krajobraz nocny większości miast Stanów Zjednoczonych oraz Europy Zachodniej. Jednakże wraz z upowszechnieniem oświetlenia publicznego zaczęto też dostrzegać jego negatywne skutki na otoczenie. W 1933 roku rozpoczęto debatę nad koniecznością przeniesienia Królewskiego Obserwatorium Astronomicznego w Greenwich (ang. *The Royal Greenwich Astronomical Observatory*). Jednym z powodów był wzrost ilości sztucznego światła, który uniemożliwiał prowadzenie dokładnych obserwacji obiektów astronomicznych (Jones, 1946).

Wskutek wszechobecności sztucznego światła coraz częściej mamy do czynienia z jego nadmiarem. Miejskie łuny światła rozjaśniają nocne niebo na wiele kilometrów od aglomeracji, tym samym wpływając na funkcjonowanie wielu ekosystemów, również tych znacznie oddalonych od ludzkich siedlisk. Pomimo rosnącej świadomości opinii publicznej i projektantów oświetlenia kwestia zanieczyszczenia światłem jest ciągle drugorzędna. Z marketingowego punktu widzenia, poruszanie tego tematu może być nieopłacalne dla wielu podmiotów. Aby zrozumieć dlaczego jesteśmy tak bardzo przywiązani do sztucznego światła, musimy poznać funkcje, które spełnia w naszej społeczności.

Funkcje oświetlenia zewnętrznego

Od początku swojej historii sztuczne światło służyło zapewnieniu porządku publicznego. W ankiecie przeprowadzonej w Stuttgarcie 80% użytkowników przestrzeni publicznej uważało, że światło zapewnia im bezpieczeństwo (Reis i in., 2001). Według autorów badania oświetlanie miejsc zaciemnionych zmniejsza przestępczość i podnosi poziom poczucia bezpieczeństwa u mieszkańców. Rośnie również szansa na rozpoznanie lub schwywanie potencjalnego przestępcy.

W wyniku większego poczucia bezpieczeństwa i komfortu wydłużeniu uległ okres, w którym przebywamy w przestrzeni publicznej. Miejsca oświetlone po zmroku cieszą się większą popularnością wśród spacerowiczów, którzy korzystają z ofert miejscowych restauratorów, sklepikarzy i usługodawców (Pérez Vega i in., 2021). Efekt ten może spotęgować interesująca i przemyślana iluminacja, która pozwala podkreślić walory pojedynczego obiektu, jak i zespołów budynków. Miejsca z atrakcyjną iluminacją lub dekoracjami świetlnymi mogą przyciągać więcej osób po zmroku, niż przebywa tam za dnia.

Na świecie pojawia się też coraz więcej ciekawych działań z zakresu sztuki w przestrzeni publicznej, które wykorzystują światło. Przykładem są festiwale świetlne, których celem jest promocja przestrzeni publicznej, zachęcenie do jej odwiedzania oraz uaktywnienie nocnej pory (Martyniuk-Pęczek, 2014). Natomiast w większej skali to udany marketing miasta. Przykładem takich działań jest festiwal świetlny odbywający się co roku 8 grudnia w Lyonie.

Sztuczne źródła światła wpłynęły również na inne gałęzie gospodarki. Podstawową zasadą marketingu jest to, aby zostać zauważonym (Martyniuk-Pęczek, 2014), a światło świetnie sprawdza się w przyciąganiu naszej uwagi. Przekaz musi docierać do odbiorcy zarówno w ciągu dnia, jak i po zapadnięciu zmroku. Dlatego rynek reklam i lokale znajdujące się przy ulicach szybko odkryły zalety nocnego podświetlania swych banerów. Z czasem rozwój technologii powodował powstanie coraz bardziej wyrafinowanych form wyróżnienia reklam za pomocą światła. W pewnych miejscach wpływ na krajobraz był tak duży, że wręcz doszło do wykreowania jego unikalnego charakteru. Świetnym tego przykładem jest słynny nowojorski Times Square, którego wielkie ekrany reklamowe stały się rozpoznawalną wizytówką. Niemniej w wielu miejscach odczuwa się negatywne skutki nadmiernej luminacji¹. Dodając do tego irytujące migoczące i stroboskopowe światło, które w jeszcze większym stopniu zwraca na siebie uwagę, dochodzi do sytuacji, gdzie wiele walorów miejsca po-

1 Umowna miara intensywności wrażeń świetlnych określanych jako ilość światła, która trafia do oka obserwatora (Bartnicka, 2015). Luminacja powierzchni uzależniona jest od poziomu natężenia oświetlenia oraz od właściwości samej powierzchni (zdolność pochłaniania/odbicia światła). Luminancja wyrażana jest w cd/m^2 .

zostaje przyćmionych i niezauważonych. Nadmiar światła reklamowego usuwa w cień historyczną fasadę i oświetla przeciwną pierzeję. Dzieje się tak również z większością drobnych lokali otoczonych sieciowymi sklepami (Suchowiak, 2015). Spacerując wieczorną porą historycznymi ulicami, często nawet nie dostrzegamy zabytkowej zabudowy przyćmionej silnie oświetlonymi sklepami.

Skala tego zjawiska jest tak duża, że powinny istnieć regulacje prawne, dzięki którym byłoby możliwe uporządkowanie wszelkich form reklamy świetlnej. Martyniuk-Pęczek (2014) zaznacza, iż takie regulacje powinny brać pod uwagę spójność reklam, czyli dobór takich elementów jak: (1) wymiar, (2) forma, (3) kolor, (4) luminacja (jaskrawość), (5) ruch, (6) wzajemny stosunek. Bez takowego uregulowania prawnego w dalszym ciągu specjaliści od reklamy będą się prześcigać w zdobywaniu naszej uwagi natrętnymi, migoczącymi lub powodującymi olśnienie², elementami świetlnymi.

Regulacje prawne

Sztuczne światło jest także istotne dla bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego. W XX wieku za sprawą wzrostu znaczenia transportu kołowego oświetlenie ulic zdominowało nocną przestrzeń publiczną. Wszystkie normy projektowania światła w mieście podporządkowane zostały zasadom bezpieczeństwa ruchu samochodowego (Martyniuk-Pęczek, 2014). Ma to swoje odzwierciedlenie m.in. w przepisach polskiego prawa.

Analizując regulacje prawne dotyczące oświetlenia miast i przestrzeni publicznej, w pierwszej kolejności natrafimy

na ustawę z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (DzU 1997 nr 54, poz. 348.). Nadaje ona lokalnym samorządom obowiązki polegające m.in. na planowaniu oświetlenia znajdujących się na jej terenie miejsc publicznych; dróg gminnych, powiatowych, wojewódzkich oraz wybranych fragmentów dróg krajowych (art. 17 ust. 1 pkt 2). Co więcej, ustawa zobowiązuje lokalny samorząd do finansowania instalacji oświetleniowych.

Niemniej w owej ustawie nie ma indywidualnego opracowania dotyczącego norm oświetlenia przestrzeni publicznych w miastach. Jedyne wytyczne do projektowania oświetlenia w obszarach zewnętrznych znajdziemy w normie, która odnosi się wyłącznie do oświetlenia dróg. Norma PN 13201-1:2016-02 Oświetlenie dróg – Część 1–5, o której mowa to dokument, który dzieli drogi na klasy pod względem rodzaju wybranej jezdni, ścieżki rowerowej lub chodnika. Na klasę drogi wpływa ograniczenie prędkości, liczba stref konfliktów (skrzyżowania) i przejść dla pieszych. Do każdej klasy przyporządkowane są wymagania, które musi spełniać instalacja świetlna. Czynniki brane pod uwagę to: (1) poziom luminancji, (2) równomierność luminancji, (3) ograniczenie olśnienia, (4) prowadzenie wzrokowe.

Norma ta wskazuje na ograniczenie światła przeszkadzającego i określa maksymalne dopuszczalne poziomy natężenia oświetlenia dla zewnętrznych instalacji oświetleniowych. Niemniej jednak Ratajkiewicz i Michalak (2020) zaznaczają, że wymagania dotyczą jedynie światła rozproszonego, będącego pochodną oświetlenia celowego. Wartości wskazane w normie nie są wyznacznikiem maksymalnej wartości natężenia światła przy celowej luminacji ulic czy obiektów.

Okazuje się zatem, iż w polskim prawodawstwie nie ma żadnych zapisów ograniczających parametry oświetlenia w montowanych oprawach świetlnych.

2 Olśnienie (ang. glare) jest przebiegiem procesu widzenia, przy którym występuje odczucie niewygodny, zmniejszenia zdolności rozpoznawania przedmiotów lub podrażnienia oczu w wyniku oddziaływania światła o wysokim natężeniu (Zielińska-Dąbkowska, 2014).

Potwierdzenie tego faktu można znaleźć, analizując program dofinansowania i modernizacji oświetlenia zewnętrznego na terenie jednostek samorządowych finansowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Celem programu „SOWA – oświetlenie zewnętrzne” [1] jest ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza oraz uzyskanie oszczędności energii elektrycznej poprzez dofinansowanie przedsięwzięć poprawiających efektywność energetyczną systemów oświetlenia zewnętrznego. Stopień realizacji celu programu mierzony jest za pomocą następujących wskaźników: zaoszczędzonej energii elektrycznej, ograniczenia emisji gazów CO₂, SO₂, NO_x oraz pyłów zawieszonych. Jak można zauważyć, program nie zakłada ograniczenia emisji światła, które w nadmiarze również jest klasyfikowane jako zanieczyszczenie. Niestety w polskim prawodawstwie nie istnieje takie pojęcie jak zanieczyszczenie światłem. W konsekwencji nie ma programów rządowych, które uniemożliwiłyby wzrost jego poziomu, nie mówiąc już o działaniach związanych z jego ograniczeniem. Aby zrozumieć powagę problemu należy odpowiedzieć na pytanie:

Czym jest zanieczyszczenie światłem i jaki ma wpływ na środowisko?

Nadmierny rozsył światła emitowany przez latarnie uliczne prześwietla elewacje sąsiadujących budynków, które zwiększają średni poziom luminancji otoczenia. Pozostałe obiekty, by się wyróżnić muszą zostać oświetlone za pomocą jeszcze większego natężenia światła. Ten niekończący się wyścig doprowadził ludzkość do momentu, w którym w wielkich metropoliach dochodzi do zatarcia granicy między dniem a nocą. W wyniku tego w literaturze zaczęło pojawiać się określenie zanieczyszczenia światłem (Verheijen, 1985).

Longcore i Rich (2004) wyróżniają astronomiczne i ekologiczne zanieczyszczenie światłem. O pierwszym z nich mówimy, gdy sztuczne światło przesłania widok nocnego nieba w wyniku czego część ciał niebieskich pozostaje niewidoczna dla ludzkiego oka. Natomiast ekologiczne zanieczyszczenie światłem występuje, gdy wpływ światła jest na tyle duży, że zaburzeniu ulega naturalny cykl dnia i nocy w ekosystemie. Ci sami autorzy wyróżniają również typy tymczasowego zanieczyszczenia światłem takie jak bezpośrednio oślepiające światło i nieprzewidywalne fluktuacje w natężeniu światła.

Najbardziej powszechnym rodzajem zanieczyszczenia światłem, mającym istotny wpływ na ekosystemy, jest miejska łuna świetlna. Cyunel wraz ze współautorami (2015) definiują ją jako rozjaśnienie nocnego nieba w skupiskach ludności wskutek bezpośredniego i pośredniego odbicia promieniowania świetlnego rozproszonego na składnikach atmosfery (cząstkach gazu, pary wodnej, aerozolu i cząstkach stałych). Zachmurzone niebo powoduje około 10-krotne zwiększenie intensywności łuny świetlnej w centrach dużych miast, a natężenie światła jest wówczas około 4-krotnie większe niż w czasie jasnych, księżycowych nocy na terenach wiejskich (Kyba i in., 2011). Pojazdy zmechanizowane, przemysł i inne składowe niskiej emisji zlokalizowane na terenach miast zwiększają ilość pyłów zawieszonych w powietrzu, tym samym potęgują efekt nocnej łuny świetlnej (Cyunel i in., 2015).

Nadmierne i niewłaściwe użycie światła wpływa na środowisko w skali globalnej poprzez zaburzenie zegarów biologicznych i zachowania zwierząt nocnych. Pod wpływem zwiększonej luminancji dochodzi może do zaburzenia naturalnych relacji w ekosystemach, co w konsekwencji może doprowadzić do zachwiania równowagi w środowisku, którego to

skutków długoterminowych nie jesteśmy w stanie przewidzieć. Nauce znanych jest wiele przykładów wpływu sztucznego oświetlenia na środowisko o różnicowanej skali. Począwszy od bezpośredniego wpływu na insekty, które przyciągane przez światło giną od samego kontaktu z lampą lub w wyniku wycieńczenia po ciągłym okrażaniu źródła światła (Rydell, 1992), po bardziej złożone zmiany w relacjach międzygatunkowych. Ich przykładem jest wydłużenie aktywności dziennych drapieżników (Kaleta, 2007). Wysoki poziom rozjaśnienia nocnego nieba jest przez nich wykorzystywany do wydłużenia pory, w której aktywnie polują. Z kolei ich ofiary, które wcześniej pod osłoną nocy bezpiecznie żerowały, są bardziej narażone na ataki. W ten sposób zostaje zachwiana równowaga na linii drapieżnik-ofiara. Sztuczne światło niekiedy może mieć wpływ na właściwości samego ekosystemu jak chociażby zmiana trofizmu zbiorników wodnych. W ekosystemach wodnych zlokalizowanych w niewielkiej odległości od dużych aglomeracji w wyniku większego dopływu sztucznego światła glony zwiększają produkcję biomasy (Czaplicka-Kotas i Ladowska, 2014). Konsekwencją tego jest wzrost troficzności wód, co powoduje uszczuplenie się zasobów tlenu w zbiorniku wodnym (Kubiak i Tórz, 2005). Przyspieszona eutrofizacja jest dużym zagrożeniem dla żyjących w nim organizmów tlenowych.

Mimo wielu badań globalny wpływ zanieczyszczenia światłem na całe ekosystemy jest wciąż słabo poznany. Wynika to z faktu, iż jest to bardzo złożony problem. Analizując dotychczasowe odkrycia, możemy zauważyć, że każdy organizm może w inny sposób reagować na światło o różnych parametrach. W swoich badaniach Marcinkowska i Tęgowska (2015) sprawdziły, w jaki sposób kilka gatunków bezkręgowców reaguje na różne typy światła. Z ich badań wynika, że światło

o skrajnych długościach fal (czerwone i niebieskie), może zarówno pobudzać, jak i hamować aktywność ruchową bezkręgowców. Z kolei barwy o pośrednich długościach fal nie mają istotnego wpływu na większość badanych bezkręgowców. Jednakże najciekawszym wynikiem jest fakt, iż światło stroboskopowe w znacznym stopniu zwiększa aktywność wszystkich badanych bezkręgowców.

Przykładem różnych reakcji na światło wśród gatunków jest fakt gromadzenia się po zmroku nietoperzy przy źródłach światła (Frank, 1988). Wydaje się to być logiczne, ponieważ sztuczne światło przyciąga owady, które są podstawą pożywienia wielu gatunków nietoperzy. Jednakże Rydell i Baagoe (1996) wykazali, że nie dotyczy to wszystkich owadożernych gatunków nietoperzy. Według wyżej wymienionych badaczy jedynie szybko latające gatunki gromadzą się przy źródłach sztucznego światła, aby szukać pożywienia. Gatunki, które osiągają mniejsze prędkości podczas lotu, unikają takiego żerowiska.

Światło może też być bezpośrednim zagrożeniem dla życia zwierząt. Niekiedy przy okazji ważnych wydarzeń sportowych lub kulturowych umieszczane są skierowane do góry reflektory, które tworzą efektowne snopy światła przecinające nocne niebo. Ponadto niektóre budynki (np. kominy elektrowni) są iluminowane w taki właśnie sposób. Światło skierowane bezpośrednio do góry nie tylko znacząco przyczynia się do zasilenia miejskiej łuny świetlnej, ale jednocześnie może być ogromnym zagrożeniem dla ptaków. Zwłaszcza nieruchome strumienie światła, stwarzają śmiertelnie niebezpieczną pułapkę, ponieważ ptaki, które wlecą w świetlną smugę, zwykle nie potrafią się z niej wydostać (Bartnicka, 2015). Dla zminimalizowania zagrożenia takie struktury świetlne powinny mieć charakter okazjonalny i być włączane jedynie na krótki okres. Zdecydowanie nie powinny pozostawać włączone przez całą noc.

Powyższe przykłady pokazują, że problem zanieczyszczenia światłem nie jest zero-jedynkowy i potrzebne jest wiele badań, które dadzą nam szerszy obraz tego jak wpływa ono na całe ekosystemy. Niemniej nie ulega wątpliwości, że sztuczne światło ma wpływ na środowisko naturalne i należy przedsięwziąć kroki w celu redukcji jego ilości.

Ograniczenie emisji (i wydatków)

Ważne jest, aby zanieczyszczenie światłem rozumieć w szerszym kontekście niż tylko jako sztuczne światło zakłócające nocną ciemność. Należy pamiętać, że aby oprawy oświetleniowe mogły emitować światło, potrzebna jest energia elektryczna. Raport *International Energy Agency* (IEA) *Light's, Labour's Lost. Policies for Energy-Efficient Lighting* (2006) podaje, że sztuczne oświetlenie pochłania 9% światowej konsumpcji energii elektrycznej i odpowiada za 6% wyemitowanych gazów cieplarnianych. Istnieją duże szanse na to, że wyliczenia kosztów poniesionych w wyniku zbędnego i nadmiernego oświetlenia przestrzeni będą w stanie dotrzeć do świadomości społeczeństwa w większym stopniu niż ogólnikowe komunikaty o ważnym, choć wciąż niszowym temacie, jakim jest wpływ sztucznego światła na środowisko. Świetnym przykładem obrazującym jak wysokie są koszty funkcjonowania publicznego oświetlenia, była próba ich ograniczenia przez miasto Kraków. W trakcie pandemii, jak w większości polskich miast, doszło tam do znacznego spadku nocnego przemieszczania się mieszkańców. Ratusz miasta zdecydował, że od 13 kwietnia 2020 r., latarnie uliczne będą do odwołania wyłączone między 0 a 4 rano [2]. Według krakowskich urzędników wyłączenie latarni ulicznych na cztery godziny wiąże się z oszczędnościami rzędu 20 tys. zł.

Niemniej, aby chronić środowisko i ograniczyć wydatki, wcale nie musimy

żyć w ciemności. Częściowe rozwiązanie problemu mogą przynieść nowe technologie. Coraz większą popularność zdobywają diody LED (ang. *light emitting diode*). Zaletą tej technologii jest dużo mniejszy pobór energii w porównaniu do tradycyjnych żarówek. Jak wielką stanowi to różnicę można zauważyć na przykładzie Warszawy, gdzie do końca 2022 roku zostanie przeprowadzona modernizacja oświetlenia zewnętrznego. Zużycie energetyczne nowej infrastruktury opraw oświetleniowych LED będzie trzykrotnie mniejsze, co w ciągu roku da oszczędność ok. 38 GWh, czyli ok. 16 mln zł [2].

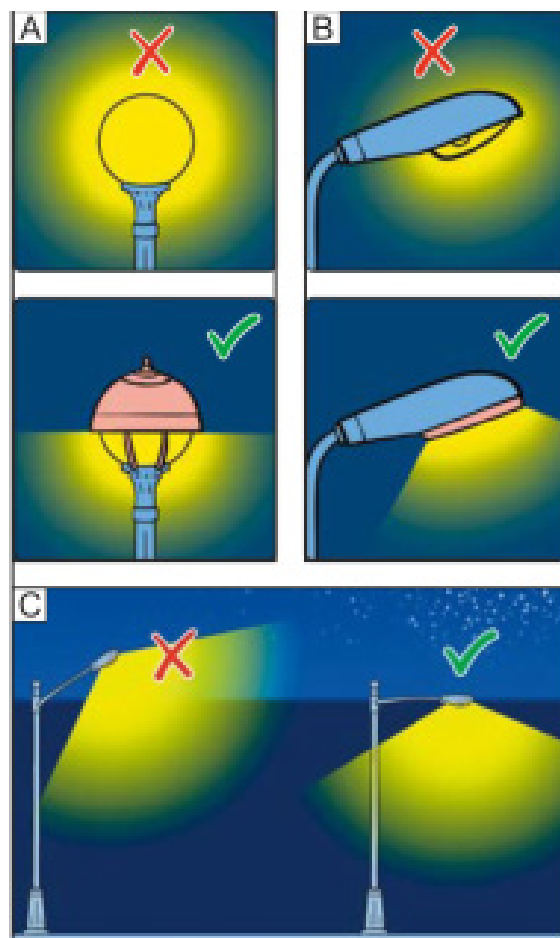
Ponadto lampy LED minimalizują zużycie energii przez niewielki kąt rozsyłu światła (Ścieżor i Kubala, 2012). Ograniczone zostają tym samym straty energii w kierunkach, które nie muszą lub nie powinny być oświetlane. Ma to istotne znaczenie nie tylko w kontekście ekonomicznym, ale może przyczynić się również do ograniczenia zanieczyszczenia świetlnego poprzez lepszą koncentrację strumienia światła. Kolejną ważną cechą tej technologii jest niski poziom emisji promieniowania ultrafioletowego (UV) oraz podczerwonego (IR), które są szkodliwe dla wzroku człowieka (Szczepanek, 2015). Dzięki temu, że energia nie jest marnowana na pasma niewidzialne dla człowieka, wydajność lamp LED jest zdecydowanie wyższa od tradycyjnych żarówek.

Większa składowa światła niebieskiego w diodach LED powoduje, że świetnie nadają się do oświetlenia arterii i ciągów komunikacyjnych ruchu pieszego. Duży udział światła niebieskiego zapewnia wierne odwzorowanie

kolorów³ (Kurkowski i in., 2014), dzięki czemu piesi są lepiej widoczni. Niestety nie wszystko to, co jest korzystne dla naszego bezpieczeństwa, jest też dobre dla środowiska. Krótsze fale ulegają silniejszemu rozproszeniu niż fale dłuższe. Przykładowo fale o długości 440 nm są ponad dwukrotnie bardziej rozpraszane niż te o długości 550 nm (Jakubowski, 2015). W wyniku tego pozytywne dla redukcji zanieczyszczenia światłem cechy opraw LED-owych są częściowo niwelowane. Rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie bursztynowej diody LED z luminoforem. Emitują one znacznie mniej światła niebieskiego, a zarazem oferują stosunkowo wysoki poziom oddawania barw. Jednakże ta technologia jest wciąż droższa od klasycznej diody LED, przez co jest rzadko stosowana.

Niemniej jednak rozwój technologiczny przynosi nam inne metody ograniczenia emisji światła. W tym zakresie pomocne stają się inteligentne systemy monitoringu i sterowania oświetleniem (ang. *smart lighting*). Systemy te składają się z oprogramowania i sterowników, dzięki którym można regulować natężenie światła. Dzięki synchronizacji zegara z danymi pozyskanymi przez czujniki ruchu i natężenia światła, system sam dopasowuje ilość światła do danej sytuacji i warunków. Przykładem zastosowania inteligentnych systemów sterowania oświetleniem mogą być parkingi miejskie, które oświetlone są najmoc-

3 Zdolność do wiernego odwzorowania kolorów opisywana jest za pomocą wskaźnika oddawania barw. Oznaczany jest za pomocą skrótu Ra lub CRI (Color Rendering Index). Miara ta określa zdolność ukazania rzeczywistego koloru oświetlanego obiektu przez źródło światła. Za barwę rzeczywistą uznaje się tę uzyskiwaną przy oświetleniu słonecznym. CRI jest liczbą niemianowaną, w skali od 0 do 100 (Bartnicka, 2015).



Ryc. 1. Przykłady rozwiązań ograniczających zanieczyszczenie światłem emitowanym przez latarnie uliczne (*Administration de la nature et des forêts, 2021*)

niej w godzinach największego ruchu, a po godzinie 20 natężenie światła jest zmniejszane (Belczewska i Frankowski, 2016). Podobna procedura stosowana jest podczas świąt oraz weekendów, kiedy przestrzeń publiczna wykorzystywana jest w mniejszym stopniu.

Niestety nowoczesne diody emitujące światło i systemy ich sterowania nie dokonają rewolucji w walce z zanieczyszczeniem światłem, jeśli projektanci infrastruktury oświetleniowej nie będą uwzględniać kwestii ograniczenia emisji światła w swoich projektach. Przed zaprojektowaniem każdej instalacji oświetleniowej należy odpowiedzieć na pytania: Co chcę oświetlić? Czy oświetlenie tego miejsca jest konieczne? Jakie natężenie światła będzie odpowiednie? Do-

piero po tym można wybrać i dopasować odpowiednie modele opraw oświetleniowych i określić ich rozmieszczenie. Przykładem nieodpowiednich latarni są m.in. kuliste lampy, które emitują światło w każdym kierunku (Ryc. 1A) oraz oprawy z półokrągłą szybą ochronną, która dodatkowo rozprasza światło (Ryc. 1B). Ponadto dla lepszej koncentracji światła oprawy powinny być skierowane równolegle do podłoża (Ryc. 1C). Montaż przemysłowych opraw pozwoliłoby na znaczne ograniczenie zbędnego rozsyłu bocznego, aby oświetleniu podlegał tylko obszar, na którym nam zależy.

Podsumowanie i wnioski

Powyższa analiza ukazuje, że dla ochrony środowiska i nas samych niezbędne jest stworzenie egzekwowanych regulacji prawnych zapobiegających zanieczyszczeniu światłem. Przede wszystkim należy uregulować te formy światła, które niepodważalnie mają największy wpływ na środowisko. Zakazem (lub specjalnymi tymczasowymi pozwoleniami) powinny być objęte źródła światła emitowanego bezpośrednio w górę, które w pochmurne i mgliste noce znacząco przyczyniają się do powstania miejskiej łuny światła. Dodatkowo całkowitemu zakazowi powinno zostać objęte światło stroboskopowe, które w największym stopniu wpływa na zachowania organizmów żywych.

Należałoby prawnie wyznaczyć strefy ciemnego nieba w celu ochrony ważnych, z punktu widzenia ochrony środowiska, ekosystemów o szczególnych wartościach przyrodniczych lub ważnych tras migracyjnych zwierząt (np. parki narodowe, rezerваты przyrody, korytarze ekologiczne). Przykładem takich działań może być ograniczenie funkcjonowania oświetlenia stoków narciarskich w pobliżu parków narodowych.

Niestety aktualnie w Polsce nie toczą się prace nad wyżej zaproponowanymi regulacjami. Jednakże optymizmem na-

pawa fakt, iż z biegiem czasu częściowo ograniczymy naszą emisję sztucznego światła. Nie stanie się tak z uwagi na troskę ludzkości o środowisko. Dokona się to z uwagi na oszczędności energetyczne, które niesie za sobą popularyzacja opraw LED oraz inteligentnych systemów sterowania oświetleniem. Z czasem nowoczesne technologie wyprą nierentowne instalacje, a skutkiem ubocznym będzie zmniejszenie zanieczyszczenia światłem.

Niemniej istotne jest, aby w dalszym ciągu prowadzone były szczegółowe badania wpływu sztucznego światła na środowisko. Przede wszystkim należy zbadać, w jaki sposób światło o różnych parametrach (natężenie, kolor, jasność etc.) wpływa na poszczególne gatunki. Zdobyta wiedza pomoże nam zrozumieć jakie zmiany wywołuje sztuczne światło w funkcjonowaniu całych ekosystemów. Dzięki temu będziemy mogli przedstawić argumenty nakłaniające do ograniczenia zanieczyszczenia i lepiej nagłaśniać problem wśród władz i opinii publicznej, a tym samym będziemy w stanie lepiej chronić naszą planetę.

Jeśli w przyszłości okaże się, że długofalowe oddziaływanie sztucznego światła ma destrukcyjny wpływ na organizmy żywe, to my jako gatunek ludzki odczujemy to jako pierwsi. I to właśnie człowiek, którego życie stało się nierozzerwalnie ze sztucznym oświetleniem, poniesie największe konsekwencje.

Literatura:

- Administration de la nature et des forêts, 2021. *Pollution lumineuse préserver l'environnement nocturne pour la biodiversité*. Luxembourg.
- Bartnicka, M., 2015. Podwójne zanieczyszczenie. *Kosmos*, 64(4), 525–536.
- Belczewska, W., Frankowski, J., 2016. Administrowanie czy zarządzanie światłem? O polityce miejskiej względem oświetlenia na przykładzie

- Trójmiasta. *Problemy Rozwoju Miast*, 13(3).
- Cyuel, M., Czaplicka, A., Stochel-Cyuel, J., 2015. Oświetlenie miejskie w kontekście zanieczyszczenia światłem. *Kosmos*, 64(4), 537–544.
- Czaplicka-Kotas, A., Lodowska, J., 2014. Biomonitoring of surface water by synchronous culture of *Chlorella vulgaris* algae. *Environment Protection Engineering*, 40, 29–40.
- Frank, K. D., 1988. Impact of outdoor lighting on moths: an assessment. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 42: 63–93.
- International Energy Agency, 2006. *Light's labour's lost: Policies for Energy-Efficient Lighting*. Energy Efficiency Policy Profiles, OECD Publishing, Paris,
- Jakubowski, P., 2015. Wpływ rozkładu widmowego mocy promienistej ulicznych opraw oświetleniowych typu led na zanieczyszczanie światłem otoczenia. *Kosmos*, 64(4), 643–653.
- Jones, H. S., 1946. The Royal Greenwich Observatory. *Nature*, 158(4003), 80–81.
- Kaleta, T., 2007. Wpływ niektórych antropogenicznych zmian środowiskowych na zachowanie się zwierząt. *Życie Weterynaryjne*, 85, 375–379.
- Keirstead, J., Rutter P., 2012. *A brief history and the possible future of urban energy systems*. Energy Policy, 50, 72–80.
- Koslofsky, C., 2011. *Evening's empire: A history of the night in early modern Europe*. Cambridge University Press, New York.
- Kubiak, J., Tórz, A., 2005. Eutrofizacja. Podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na Pomorzu Zachodnim. *Słupskie Prace Biologiczne*, 2, 17–36.
- Kurkowski, M., Chlewicka, M., Krawczyk, A., Kurkowska, K., Witkowski, P., 2014. Analiza możliwości aplikacji oświetlenia LED w aspekcie bezpieczeństwa pieszych użytkowników dróg. *Przegląd Elektrotechniczny*, 90, 237–239.
- Kyba, C. C., Ruhtz, T., Fischer, J., Hölker, F., 2011. Cloud coverage acts as an amplifier for ecological light pollution in urban ecosystems. *PLoS ONE*, 6(3), e17307.
- Longcore, T., Rich, C., 2004. *Ecological light pollution*. Frontiers in Ecology and the Environment, 2(4), 191–198.
- Marcinkowska, S., Tęgowska, E., 2015. Oddziaływanie światła o różnym spektrum na bezkręgowce zmierzchu i pełnego dnia. *Kosmos*, 64(4), 589–597.
- Martyniuk-Pęczek, J., 2014. *Światła miasta* (pp. 1-211). Wydawnictwo Marina.
- Pérez Vega, C., Zielinska-Dabkowska, K. M., Hölker, F., 2021. Urban lighting research transdisciplinary framework—A collaborative process with lighting professionals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 624.
- Ratajkiewicz, P., Michalak, H., 2020. Minimalizacja ilości parametrów oświetleniowych przyczyną zubożenia nocnego krajobrazu miast. *Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering*.
- Reis, P., Koitz, M., Bohnenberger, W., 2001. *Nacht. Kartographie des öffentlichen Raums*. Städtebau-Institut Universität Stuttgart.
- Rydell, J., 1992. Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Functional Ecology*, 744–750.
- Rydell, J., Baagoe, H. J., 1996. Street lamps increase bat predation on moths. *Entomologisk Tidskrift*, 117(4), 129–135.
- Saunders, M., Gustanski, J., Lawton, M., 1974. Effect of ambient illumination on noise levels of groups. *Journal of Applied Psychology*, 59, 527–528.

Suchowiak, J., 2015. Symfonia światel-identyfikacja wizualna i reklama w kontekście wnętrz architektonicznych. *Kosmos*, 4(64), 563–578.

Szczepanek, R., 2015. Blaski i cienie oświetlenia ulicznego led, na przykładzie modernizacji ulicy Bałuckiego w Krakowie. *Kosmos*, 64(4), 663–667.

Ścieżor, T., Kubala, M., 2012. Wpływ chmur niskich i wysokich na bliskie i dalekie zanieczyszczenie świetlne. *Czasopismo Techniczne*, 23, 253–260.

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne, DzU 1997 nr 54, poz. 348.

Verheijen, F. J., 1985. Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies. *Experimental Biology*, 44: 1–18.

Zielińska-Dąbkowska, K. M. 2014. Masterplan świetlny dla projektu Porto Montenegro, jako rozwiązanie minimalizujące negatywne skutki oświetlenia dla środowiska naturalnego. *XXIII Krajowa Konferencja Oświetleniowa*, Technika Świetlna, Politechnika Warszawska, Warszawa.

w biurze planistycznym rozwoju miast i krajobrazu. Prywatnie zapalony kolarz, podróżnik i czytelnik reportaży.

Źródła internetowe:

[1] SOWA – oświetlenie zewnętrzne. <https://www.gov.pl/web/nfosigw/sowa--oswietlenie-zewnetrzne> (dostęp: 17.02.2022)

[2] Świetlna rewolucja. Koronawirus wyłącza niektóre latarnie. <https://regiony.rp.pl/finanse-w-regionach/art17667781-swietlna-rewolucja-koronawirus-wylacza-niektore-latarnie> (dostęp: 17.02.2022)

Notka o Autorze

Student drugiego roku studiów magisterskich na kierunku Geografia fizyczna z geoinformacją na Uniwersytecie Gdańskim. Zawodowo zajmuje się analizą GIS

ACTA – spór między prawem a ideą

Weronika Rydelek

Uniwersytet Gdański, Wydział Prawa i Administracji

e-mail: w.rydelek404@studms.ug.edu.pl

Tutor: dr Helena Draganik

Uniwersytet Gdański, Wydział Filologiczny, Katedra Kulturoznawstwa

Słowa kluczowe: ACTA, wolność słowa, protest, negocjacje

Za popularnym w przekazach medialnych skrótem ACTA kryje się umowa w sprawie zwalczania obrotu towarami podrabianymi (ang. *Anti-Counterfeiting Trade Agreement*). Pomysł wprowadzenia regulacji w przedmiocie zapobiegania naruszeniom praw autorskich w Internecie pojawił się prawdopodobnie między 2006 a 2007 r. w rozmowach między USA a Japonią, następnie do negocjacji zaproszono Szwajcarię, Kanadę i Unię Europejską (poprzez Komisję Europejską), w latach 2008-2010 przystąpiły do nich również Australia, Korea Południowa, Maroko, Meksyk, Nowa Zelandia, Singapur i Zjednoczone Emiraty Arabskie. Opinia publiczna przyjęła go jednak z rezerwą, wskazując tym samym na ważne zagadnienie, którego nie wzięli wystarczająco pod uwagę twórcy projektu porozumienia. Internet, od początku postrzegany jako przestrzeń otwartej debaty i swobodnego przepływu treści, trudno obwarować ograniczeniami z pominięciem stanowiska jego użytkowników.

Pierwsze nieoficjalne informacje o ACTA upublicznił w 2008 r. portal WikiLeaks, publikując stanowisko negocjacyjne pełnomocnika ds. handlu w administracji prezydenta Stanów Zjednoczonych. Nie pociągnęło to za sobą praktycznie żadnej

reakcji ze strony negocjujących porozumienie państw, co z kolei doprowadziło ostatecznie do rosnącego niezadowolenia społecznego, które swoją ostateczną postać przybrało w roku 2012, kiedy to odbyły się liczne protesty i manifestacje przeciwko wprowadzeniu postanowień projektu, przeprowadzane zarówno w formie tradycyjnej, jak i internetowo – poprzez ataki hackerskie i blokady stron internetowych. Przeciwko ACTA protestowano w wielu krajach świata, warto też zauważyć, że pierwsi na ulicę wyszli mieszkańcy polskich miast – najpierw 24 stycznia 2012 r. Warszawy (pod siedzibą biura Parlamentu Europejskiego, zaś już dzień później, nieco mniej liczni mieszkańcy Wrocławia i Włocławka).

Kilka słów o historii ACTA

Protesty przeciwko wprowadzeniu w życie traktatu związane były przede wszystkim z kwestią niejawności negocjacji jego postanowień. Mimo zapewnień, że treść traktatu odnosić ma się przede wszystkim do działalności komercyjnej i nie ingeruje zbyt w sytuację konsumentów, państwa uczestniczące w dyskusji nad projektem traktatu długo uchylały się od publikacji jakichkolwiek informacji dotyczących jego proponowanego kształtu i zakresu normowania. Do przestrzeni publicznej przedostawały się jedynie relacje urywkowe, przypadkowo udostępnio-

ne przez negocjujące strony albo osoby, które powzięły o nich informacje drogą nieoficjalną. Wszystko to wzmagało tylko zainteresowanie przebiegiem negocjacji, a później nasilało oburzenie po publikacji oficjalnego projektu tekstu porozumienia, który został zaprezentowany po raz pierwszy 15 listopada 2010 r.

Ciekawym zagadnieniem jest kwestia podniesiona przez Huberta Bielenię¹. W swojej analizie wśród przyczyn społecznej niezgody na wprowadzenie projektu wymienia pojęcie prania „polityki”, odnoszące się do szerzej znanego zjawiska prania pieniędzy. Zasadniczo pojęcie to oznacza używanie przez władze państwowe instrumentów polityki międzynarodowej – organizacji, umów etc. – do wprowadzenia w życie przepisów, które byłyby bardzo trudne do wprowadzenia demokratyczną procedurą legislacyjną. Na ten aspekt zwracają uwagę przede wszystkim informacje upubliczniane przez źródła nieoficjalne, jeszcze w czasie negocjacji, oraz towarzysząca im narracja podmiotów zaangażowanych w powstawanie aktu² – zwłaszcza zaś tłumaczenie odmowy dostępu do informacji na temat kształtu porozumienia, argumentowane ryzykiem osłabienia pozycji negocjacyjnej oraz utraty zaufania pozostałych uczestników rozmów.

Prób pozyskania oficjalnych informacji na temat ACTA zresztą nie brakowało. Między innymi w maju 2008 r. Michael Geist, profesor prawa na Uniwersytecie

1 Hubert Bielenia, *Protesty przeciwko ACTA jako reakcja na niejawność dyplomacji*, „Studia Podlaskie”, T. XXI, Białystok 2013, s. 282, https://repozytorium.uwb.edu.pl/jspui/bitstream/11320/2690/1/Studia_Podlaskie_21_Bielenia.pdf, (dostęp: 10.11.2021)

2 Michelle Limenta, *Open trade negotiations as opposed to secret trade negotiations: from transparency to public participation*, <http://www.austlii.edu.au/nz/journals/NZYb-IntLaw/2012/3.pdf>, (dostęp: 30.07.2022)

w Ottawie i kierownik Zakładu Badań nad Prawem Internetu i E-handlu, złożył wniosek o udostępnienie informacji publicznej na temat rozmów. W odpowiedzi otrzymał dokument, w którym cała treść oprócz nazwy ACTA została zamazana na czarno. Niedługo później podobny wniosek w Departamencie Stanu złożyła Fundacja Elektronicznego Pogranicza (ang. *Electronic Frontier Foundation, EFF*), która nie otrzymała żadnej odpowiedzi³.

Tymczasem, jak wynika z dostępnych obecnie opracowań i relacji, faktyczne powody ograniczenia dostępu do informacji o treści negocjowanego aktu były zbliżone do tych, których obawiało się społeczeństwo. Jak stwierdził przedstawiciel USA Stan McCoy, porozumienie miało ustalić "złoty standard" ochrony praw własności intelektualnej między krajami o podobnych poglądach, do którego jednak mogłyby dołączyć inne kraje. Chodziło o to, aby pominąć międzynarodowe organizacje, takie jak WIPO⁴ lub WTO⁵, w których istniała opozycja w postaci krajów rozwijających się⁶. Do grona tych krajów zaliczyć można Polskę, dla której lata dwutysięczne były okresem intensywnego „doganiania” krajów Europy Zachodniej – wejście do Unii Europejskiej pociągnęło za sobą wiele korzyści, a jednocześnie uświadomiło obywatelom Polski na większą skalę przepaść ekonomiczną i kulturową, jaka dzieliła ich od zachodnich sąsiadów. W przypadku tej drugiej właśnie rozwój Internetu doraźnie rozwiązał problem dostępu do dóbr kultury. Nie da się jednak ukryć, że rząd-

3 Ibidem, s. 284.

4 Światowa Organizacja Własności Intelektualnej

5 Światowa Organizacja Handlu

6 Marcin Maj, Wikileaks: ACTA miała wywierać nacisk na inne państwa, „Dziennik Internautów”, <https://di.com.pl/wikileaks-acta-miala-wywierac-nacisk-na-inne-panstwa-35736>, (dostęp: 10.11.2021)

ko pochodziły one z legalnego, płatnego źródła. Wraz z powstaniem platform umożliwiających przekazywanie wideoklipów i filmów upowszechniła się wymiana nagrań między użytkownikami Internetu. Powstawało zatem pytanie, jak ocenić ewentualne straty twórców, których dzieła padły ofiarą tego nieoficjalnego handlu wymiennego. Straty te są do dziś zresztą aktualnym problemem, podnoszonym w kontekście ewolucji prawa autorskiego.

Protesty przeciwko ACTA

Aż do roku 2012 ostateczna wersja postanowień traktatu ACTA były przedmiotem co najwyżej spekulacji. Ich treść, nieznaną wcześniej szerszej publice, została ujawniona ostatecznie po kilku latach negocjacji, w momencie gdy państwa-strony były już praktycznie gotowe do ratyfikacji i wprowadzania w życie ustalonych postanowień. W Polsce rząd ogłosił gotowość podpisania umowy 19 stycznia 2012 r., zaś niecały tydzień później w wyniku akcji informacyjnych i rozpowszechniania się w Internecie informacji o charakterze regulacji wprowadzanych przez ACTA, rozpoczęły się masowe protesty.

Bunt pociągnął za sobą zresztą kilka ciekawych reakcji społecznych – powstała choćby piosenka zatytułowana nie dla ACTA, wykonywana przez polski zespół V-Unit, tworzący muzykę typu „comedy rap”⁷. O sprawie pisał również popularny magazyn plotkarski „Pudelek”, wdając się przy tym w polemikę z „Gazetą Wyborczą” i piętnując brak zaangażowa-

7 Tekst piosenki dostępny na stronie https://www.tekstowo.pl/piosenka,v_unit,v_nie_dla_acta.html (dostęp: 10.11.2021) oraz na stronie serwisu internetowego YouTube, wraz z teledyskiem zespołu V-Unit – V nie dla ACTA (Kradziony bit) Official video, opublikowanym w serwisie 1.02.2012, <https://www.youtube.com/watch?v=3nj9YN3dyrA&t=8s>, (dostęp: 10.11.2021)

nia koncernów medialnych w protesty i przekazywania informacji o ich przebiegu⁸. Artykuły zamieszczone na łamach Pudelka wyraźnie rozgraniczały dwa punkty widzenia, na tle których zaistniał konflikt o ACTA; różnice dotyczyły przedstawicieli „elity” i młodego pokolenia. Elita, definiowana przez magazyn jako wszyscy dobrze zarabiający mieszkańcy wielkich miast, koniecznie ze starszego pokolenia. Mocny nacisk postawiony był na fakt, że młodzi ludzie nie mają przed sobą perspektyw – a przynajmniej czują, że nie ich nie mają – na dobre zarobki, przyszłą karierę zawodową i usamodzielnienie na tyle skuteczne, by faktycznie móc dysponować środkami zbliżonymi do tych przedstawicieli starszego pokolenia, którzy obecnie popierają wprowadzenie ACTA. Reakcje z pogranicza świata biznesu i kultury pokazują dobitnie, że protesty były pośrednim wyrazem frustracji wobec nierówności społecznych i obaw przed ich pogłębieniem, zwłaszcza w dziedzinie dostępu do kultury i rozrywki.

Protesty przeciwko ACTA miały charakter spontaniczny, uczestniczyły w nich zresztą różne grupy społeczne, które porozumienie dotykało bezpośrednio. Znikomy był udział środowisk politycznych i, co zresztą widać po opisanym wyżej sporze między redakcją „Gazety Wyborczej” i „Pudełka”, relacja największych koncernów medialnych okazała się relatywnie skąpa. Nie można jednak w żadnym razie stwierdzić, że rzeczony bunt miał charakter jednolity. Obecnie, po prawie 10 latach, kiedy możemy już krytycznym okiem spojrzeć na jego strukturę i organizację, nie można odmówić mu pewnej wielopłaszczyznowości. Oczywiście, pro-

8 „Gazeta Wyborcza” wyśmiewa nasz tekst o ACTA, pudelek.pl, 12.02.2021, https://www.pudelek.pl/artukul/38212/gazeta_wyborcza_wysmiewa_nasz_tekst_o_acta/, (dostęp: 10.11.2021)

test był skierowany przeciwko ACTA, a raczej tego, jaki kształt porozumienie przyjęło w oczach szerszej publiki (albo raczej jakiego oczy te nie miały okazji dostrzec, zanim zorientowały się, że postawiono je przed faktem niejako dokonany). Przy ruchach społecznych na taką skalę trudno jednak precyzyjnie określić jeden jedy-ny powód do wyjścia na ulice. Omawiając historię protestów, należy oddać sprawiedliwość organizacji internetowych hakerów-aktywistów znanych jako Anonymous, której działania zmobilizowały pierwszych protestujących. Organizacja ta nie tylko publikowała informacje dotyczące porozumienia, ale również w ramach protestu wirtualnego przypuściła atak na polskie strony rządowe. Pierwszego dnia protestów na prowadzonym przez nią koncie Twitter AnonymousWiki pojawił się wpis TANGO DOWN - <http://sejm.gov.pl/>, który był zapowiedzią i jednocześnie początkiem ataku hackerskiego z rodzaju DDoS na oficjalną stronę polskiego sejmu, która 21 stycznia przed godziną 19tą przestała działać (prawdopodobnie została wyłączona)⁹. *Distributed Denial of Service* (DDoS) jest atakiem opartym na przeciążeniu serwera poprzez wygenerowanie na stronie nadmiernego, sztucznego ruchu, który ostatecznie przekracza możliwości bieżącego prze-robu poleceń danego serwera i powoduje jego blokadę. W następnych dniach lista stron, które zostały dotknięte atakiem, systematycznie rosła – ostatecznie z użytku wyłączono m.in. oficjalne strony Sejmu, Prezydenta, Kancelarii Premiera, Parlamentu Europejskiego, Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej, Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego, Ministerstwa Obrony Narodowej i Komii

9 Hakerzy z Anonymous zaatakowali strony sejmu, forbes.pl, 22.01.2012, <https://www.forbes.pl/wiadomosci/hakerzy-z-anonymous-zaatakowali-strony-sejmu-akcja-stop-acta/c2njq87>, (dostęp: 10.11.2021)

sji Nadzoru Finansowego, policji, ABW, BOR i CBŚ, oraz, co ciekawe, Platformy Obywatelskiej oraz domeny tusk.pl i pawelgras.pl, a także, idąc za ciosem, blog Kasi Tusk, który najwyraźniej za bardzo przypominał internautom o deklaracji podpisania porozumienia, złożonej przez jej ojca-polityka¹⁰.

Sam akt, chociaż stanowił niewątpliwie czynnik zapalny, nie wyjaśnia jednak całej specyfiki protestów. Jak bardzo duże rozbieżności można było w nich było zaobserwować? Trudno to ocenić z powodu nadzwyczaj skąpej relacji medialnej, można jednak znaleźć wskazówki w relacjach „nieoficjalnych”, przede wszystkim na prywatnych kontaktach internetowych i forach. Obrona „wolnego internetu” jest czołowym z postulatów, na pewno nie jedynym, ale warunkującym realny powód do zjednoczenia. Jak pisze w swoim analitycznym opracowaniu Maria Świetlik, skupiając się na socjologicznej stronie protestów:

Dzięki ubraniu postulatów w hasła wolności protesty ACTA odniosły frekwencyjny i medialny sukces. Nic też dziwnego, że ruch ACTA był koalicją różnych światopoglądów – od kibiców, korwinistów i narodowców po anarchosyndykalistów, a przede wszystkim indyferentnych politycznie obywateli. W tak szerokim haśle jak wolność – i tak specyficznym w Polsce rozumianym – każdy mógł znaleźć coś dla siebie¹¹.

10 Jan Bolanowski, Protest przeciw ACTA, atak hakerów Anonymous, czyli powstanie styczniowe w internecie, forsal.pl, 23.01.2012, <https://forsal.pl/artykuly/586784,protest-przeciw-acta-atak-hakerow-anonymous-czyli-powstanie-styczniowe-w-internecie.html>, (dostęp: 10.11.2021)

11 Maria Świetlik, ACTA — polityka i emocje, [w:] *My, dzieci sieci: wokół manifestu*, Fundacja Nowoczesna Polska, Warszawa 2012, s. 45., <https://prawokultury.pl/media/entry/attach/my-dzieci-sieci-wok%C3%B3%C5%82-manifestu.pdf>, (dostęp: 10.11.2021)

Czym było wspomniane przez Autorkę „coś dla siebie”, które każdy mógł znaleźć w idei wolności, manifestowanej podczas protestów? Z perspektywy lat i pewnego dystansu emocjonalnego, pewnym idealistycznym przekonaniem – raczej złudnym, nietrwałym, wytworzonym poprzez przyzwyczajenie do zachowania anonimowości w sieci. Sieć powstała jako przestrzeń bez barier, strefa sztucznej bezkarności i swobody. Jej fenomen rozpoczął się od ponownego uzyskania prawa do stworzenia dla siebie nowej tożsamości, której przyznać można było prawo do naruszania strefy tabu, swobodnego wyrażania poglądów (tych kontrowersyjnych w powszechnym rozumieniu, ale też takich, które mogłyby zaszkodzić z jakiegoś powodu mówiącemu albo dla których poszukiwał poparcia, jakie dużo łatwiej uzyskać w szerokim gronie odbiorców internetowych), integracji międzyludzkich, zdobywania wiadomości ze źródeł tak licznych, że przez to najbliższych pojęciu niezależności, jakie od wieków chcieliśmy osiągnąć.

Negocjacje a społeczeństwo demokratyczne

David Martin, odnosząc się do nauki płynącej z odbioru społecznego, z jakim spotkał się traktat, skonstatował, że [n]egocjacje powinny być jak najbardziej otwarte. Prawo negocjowane i przeformowane w tajemnicy to na ogół złe prawo¹². Powyższe słowa ilustrują problem, który znacznie przyczynił się do upadku idei międzynarodowego porozumienia w kwestii ACTA i znacznie zaognił nastroje wśród protestujących, a mianowicie problem niejawności negocjacji.

Omawiając ten aspekt dyskusji nad

12 David Martin: „Nie trzeba było negocjować ACTA w tajemnicy”, [<https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/world/20120618STO47110/david-martin-nie-trzeba-bylo->

umową warto chyba odwołać się do perspektywy międzynarodowej. Parlament Europejski 4 lipca 2012 r. nie wyraził zgody na podpisanie umowy ACTA przez Unię Europejską¹³. W wyniku tej decyzji przepisy umowy nie mogą zatem obowiązywać na terytorium UE. Był to zarazem był to pierwszy przypadek wykorzystania przez Parlament Europejski przyznanego mu w Traktacie z Lizbony uprawnienia do odrzucenia międzynarodowej umowy handlowej¹⁴. Wcześniej Unia Europejska była jednak czynną stroną w pertraktacjach nad kształtem porozumienia, wyraziła również za pośrednictwem Komisji Europejskiej wstępne zadowolenie z kształtu projektu.

Nie oznacza to, że żadne z państw będących stronami porozumienia nie zdecydowało się na wprowadzenie go w życie, jak mogłoby się wydawać biorąc pod uwagę skalę protestów towarzyszących debacie nad jego ratyfikacją. Z modelu kontroli użytkowników, wypracowanego podczas negocjacji traktatu ACTA, skorzystała Japonia, w której istniał ogromny problem z nielegalnym pobieraniem plików objętych prawami autorskimi z sieci (co, nawiasem mówiąc dobrze ilustruje fakt, że zasoby internetowe nie są jedynie dogodnym źródłem kultury dla krajów rozwijających się, gdzie sytuacja ekonomiczna nie pozwala na korzystanie z legalnych, powszechnie przyjętych sposobów obcowania ze sztuką i z życiem kulturalnym). Za takim rygorystycznym prawem optowało przede wszystkim The Recording Industry Association of Japan, wg którego danych Japończycy pobierają aż 10 raz więcej nielegalnych treści niż

13 <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/press-room/20120217BKG38488/acta-before-the-european-parliament>

14 <https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM-PRESS+20120220F-CS38611+0+DOC+XML+V0//PL>

schodzi na rynku legalnych odpowiedników (4,36 miliardów nielegalnej muzyki i filmów versus 440 milionów sprzedanych płyt)¹⁵. W katalogu kar wprowadzonych przez japońskie ustawodawstwo znalazły się obwarowania dotyczące właśnie pobierania i nielegalnego udostępniania w sieci materiałów objętych prawami autorskimi – za to pierwsze grozi kara do dwóch lat pozbawienia wolności oraz grzywna, sięgająca nawet 2 mln jenów. Z kolei dla osób, które udostępniają rzeczony materiał przewidziano karę do 10 lat więzienia i grzywnę sięgającą 10 milionów jenów¹⁶.

Potencjalne zmiany w kształcie prawa autorskiego, które mogły być wprowadzone w poszczególnych państwach na skutek podpisania przez nie traktatu ACTA wywołały zresztą kontrowersje publiczne nie bez powodu. Jak wynika z ujawnionych treści, w czasie negocjacji pojawił się m.in. pomysł wprowadzenia reguły potrójnego ostrzeżenia (wprowadzonej już we Francji 13.05.2009 r. – funkcjonowała przez 4 lata), która wbrew wcześniejszym zapewnieniom twórców traktatu ingeruje bezpośrednio w sytuację konsumenta treści.

ACTA a obecna perspektywa użytkowników Internetu

Koniec mitu wolności w Internecie zbliża się już od dłuższego czasu, obnażając naiwność pierwotnych wyobrażeń. Wiemy już, że Internet można wykorzystywać w sposób nieetyczny, czego dowodem jest choćby niedawna afera zwią-

zana z posiadaniem przez Facebooka informacji o tym, że na jego serwerach w państwach rozwijających się można natknąć się na grupy parające się handlem ludźmi. Konflikt etyczny istnieje również na płaszczyznach nieco mniej drastycznych – nie tak dawno temu udało mi się wziąć udział w dość burzliwej dyskusji o wykorzystywaniu popularnych niegdyś torrentów (znanych też jako system *peer-to-peer*, P2P), które wciąż, jak się okazuje, są aktualnym problemem branży produkcji filmowej. Wspominam o tych konfliktach w kontekście protestów sprzed 10 lat, aby pokazać, jak elastyczna jest granica między działaniem legalnym a nielegalnym w dziedzinie kultury w dobie Internetu – pierwotne kopie filmów, używane później jako materiał do dalszego udostępniania, są niejednokrotnie pozyskiwane bezpośrednio ze studiów filmowych albo seansów w kinach, czyli mówiąc wprost zwyczajnie wykradane właścicielowi. Niewielu protestujących chciałoby natomiast przyznać, że bronią swojego prawa do kradzieży czyjeś dobra – przekonanie o tym, że treści udostępnione w sieci są własnością ogółu jest wciąż silne i argumenty za oraz przeciw płatności za korzystanie z tych materiałów są wciąż bardzo liczne. Pokutuje również przekonanie o anonimowości w sieci – obecnie możemy stwierdzić, że uległo ono znacznej weryfikacji. Obecnie panuje pogląd, że anonimowości tej zachować nie sposób, co więcej, Internet wkraść się do naszej prywatności na tyle skutecznie, że powstają obawy przed jej ostatecznym zlikwidowaniem.

Co ciekawe, mimo upływu lat powstało stosunkowo niewiele opracowań naukowych stricte na temat nastrojów społecznych i protestów towarzyszących negocjacjom dotyczącym przyjęcia traktatu. Obecnie większość źródeł internetowych, na których bazują istniejące opracowania, zostało już usuniętych lub zarchiwizowanych, dane dostępne

15 Przemysław Garczyński, Japończycy mają od października własne ACTA, a my..., ittechblog.pl <https://itechblog.pl/2012/10/02/japonczycy-maja-od-pazdziernika-wlasne-acta-a-my/?fbclid=IwAR1wGUOJyfc4TvPNV-0tjQ8zcnwKSUM9p1dLbVFscSeejN3lv2U8uzymuow>, (dostęp: 10.11.2021)

16 <https://itechblog.pl/2012/10/02/japonczycy-maja-od-pazdziernika-wlasne-acta-a-my/?fbclid=IwAR1wGUOJyfc4TvPNV-0tjQ8zcnwKSUM9p1dLbVFscSeejN3lv2U8uzymuow> (dostęp: 5.12.2021)

dla szukających są przekazywane zatem niejako „z drugiej ręki”, a śladów relacji z protestów można szukać ewentualnie na forach internetowych i w kilkunastu dostępnych jeszcze artykułach.

Nie rozstrzygając kwestii ostatecznego wpływu protestów sprzed dekad na kształt obecnie obowiązujących przepisów IPR, warto jednak nadmienić, że w 2019 r. Parlament Europejski przegłosował przyjęcie tzw. ACTA 2¹⁷. Mimo że nie wzbudził tym samym protestów podobnych do tych towarzyszących pierwszemu projektowi traktatu, treść dokumentu wciąż budzi pewne, niemałe zresztą kontrowersje¹⁸. O faktycznym kształcie nowych unormowań i ich wpływie na sytuację jednostki przekonamy się zapewne w najbliższych latach, kiedy dyrektywa wejdzie w życie w Polsce. Wraz z pojawieniem się ACTA 2 odżyła dyskusja nad kształtem Internetu i ograniczeniami, jakie prawo powinno wprowadzać dla jego użytkowników. Można zauważyć pojawiające się na nowo fora internetowe (choćby grupy na popularnym portalu Facebook np. #StopACTA2 – NIE dla cenzury Internetu, mediów – TV, radia i prasy!¹⁹), artykuły prasowe a nawet debaty – 23 listopada 2021 r. odbyła się debata dostępna wciąż na youtube pod wdzięcznym tytułem *Byliśmy głupi 2.0 – czy internet dało się urządzić lepiej? Debata 10 lat po ACTA*²⁰,

17 <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20190321IPR32110/european-parliament-approves-new-copyright-rules-for-the-internet> (dostęp: 26.07.2022)

18 Joanna Skornowicz, ACTA 2 – co to jest? Na czym polega? Od kiedy obowiązuje?, *komputronik.pl*, 08.04.2019 [<https://www.komputronik.pl/informacje/acta-2-co-to-jest/>], (dostęp: 10.11.2021)

19 Grupa ma status publiczny [<https://www.facebook.com/groups/stopacta2/>], (dostęp: 10.11.2021)

20 Dostępna pod linkiem https://www.youtube.com/watch?v=IKg_kEgskzw

w której udział biorą m.in. organizatorzy protestów sprzed dziesięciu lat.

Inicjatorzy powstania ww. grupy protestującej przeciwko wprowadzeniu ACTA 2 odwołują się do roli Internetu dla społeczeństwa. Jak piszą:

Internet jest ostatnią ostoją sprawiedliwości. Daje każdemu z nas równe szanse. Jest miejscem, w którym post jednego szarego człowieka, może zyskać popularność większą niż promowana reklama rządów, korporacji i medialnych gigantów. To sprawia, że Internet stanowi ogromne zagrożenie dla interesów tych, którzy dotychczas mieli monopol na informację.

Nie sposób odmówić autorowi tego wpisu pewnego idealizmu, biorąc pod uwagę fakt, że został zamieszczony w sieci przy wykorzystaniu serwisu społecznościowego monopolizującego rynek na tyle skutecznie, że potwierdzony został chociażby jego wpływ na wyniki wyborów w Stanach Zjednoczonych, a przy tym skutecznie zbierającego dane wrażliwe o swoich użytkownikach. Czy walka przeciwko wprowadzeniu w życie ACTA nie była jednak również potyczką idealistyczną, opartą na donkiszoterii poszukiwaczy wolności w sieci, wierzących w efektywność działań przeciwko publicznej cenzurze? Częściowo na pewno, jednak udało się jej realnie odsunąć w czasie radykalne wprowadzenie zmian za pomocą międzynarodowego porozumienia. Internet zdążył w tym czasie jeszcze silniej się sprywatyzować, a rolę cenzora, przypisywaną pierwotnie międzynarodowej regulacji, przejęły częściowo regulaminy wewnętrzne, tworzone przez administratorów. Nie jest to jednak kompletna klęska zwolenników wolności w sieci – jak nie tak dawno temu napisał były Rzecznik Praw Obywatelskich, Adam Bodnar, odnosząc się do tej sprawy:

Protesty ACTA uświadomiły, że kluczową wartością dla komunikacji społecznej i rozwoju demokracji będzie miała zasada wolności w internecie. Wszelkie zakusy państw

na ograniczenie autonomii internetu będą spotykały się z intensywnym protestem społecznym²¹.

Zasada wolności w Internecie przetrwała zatem w społecznej świadomości, być może dzięki burzliwym protestom przeciwników traktatu ACTA. Wydaje się jednak, że będzie wymagać dalszego przededefiniowania, aby dopasować się do podwójnych ograniczeń, jakie mogą jej zagrozić. Z jednej strony – aparatu państwowego, zaś z drugiej – koncernów prywatnych, poszerzających coraz szybciej swój wpływ na obecny kształt Internetu. Rozmiar protestów ilustruje natomiast kwestię postrzegania Internetu przez społeczeństwa na całym świecie – istnieje powszechna zgoda co do tego, że może posłużyć jako narzędzie propagandowe i świadomość, że ograniczanie praw zwykłego użytkownika może prowadzić do ograniczenia prywatności, której integralną część obecnie stanowi „egzystencja wirtualna”. Kolejne regulacje będą zatem wymagać ostrożności legislatorów – Internet zbyt mocno zakorzenił się w kulturze, by debatę nad jego kształtem dało się przeprowadzić i sfinalizować bez udziału obywateli.

Literatura:

Bielenia H., Protesty przeciwko

ACTA jako reakcja na niejawność dyplomacji, *Studia Podlaskie*, T. XXI, Białystok 2013, s. 279–299; https://repozytorium.uwb.edu.pl/jspui/bitstream/11320/2690/1/Studia_Podlaskie_21_Bielenia.pdf, (dostęp: 12.10.2021)

Bodnar A., Bodnar: *ACTA upadła, ale dużo zmieniła w naszej świadomości*, natemat.pl, 23.11.2021; <https://natemat.pl/385299,bodnar-acta-10->

21 Adam Bodnar, Bodnar: ACTA upadła, ale dużo zmieniła w naszej świadomości, natemat.pl, 23.11.2021, <https://natemat.pl/385299,bodnar-acta-10-lat-minelo>, (dostęp: 10.11.2021)

lat-minelo, (dostęp: 5.12.2021)
Bolanowski J., *Protest przeciw ACTA, atak hakerów Anonymous, czyli powstanie styczniowe w internecie*, forsal.pl, 23.01.2012; <https://forsal.pl/artykuly/586784,protest-przeciw-acta-atak-hakerow-anonymous-czyli-powstanie-styczniowe-w-internecie.html>, (dostęp: 11.11.2021)

Byliśmy głupi 2.0 – czy internet dało się urządzić lepiej? Debata 10 lat po ACTA. Dyskusja panelowa, 23.11.2021, YouTube, kanał Wolne Lektury;; https://www.youtube.com/watch?v=IKg_kEgSKzw, (dostęp 5.12.2021)

Garczyński P, *Japończycy mają od października własne ACTA, a my...*, ittechblog.pl; <https://ittechblog.pl/2012/10/02/japonczycy-maja-od-pazdziernika-wlasne-acta-a-my/?fbclid=IwAR1wGUOJyfc4TvPNV-0tjQ8zcwnKSUM9p1dLbVFscSeejN3lv2U8uzymuow>, (dostęp: 5.12.2021)

„Gazeta Wyborcza” wysmiewa nasz tekst o ACTA, [pudelek.pl](https://www.pudelek.pl), 12.02.2021, https://www.pudelek.pl/artykul/38212/gazeta_wyborcza_wysmiewa_nasz_tekst_o_acta/, (dostęp: 20.11.2021)

Hakerzy z Anonymous zaatakowali strony sejmu, [forbes.pl](https://www.forbes.pl), 22.01.2012; <https://www.forbes.pl/wiadomosci/hakerzy-z-anonymous-zaatakowali-strony-sejmu-akcja-stop-acta/c2njq87>, (dostęp: 20.11.2021)

Skornowicz J., *ACTA 2 – co to jest? Na czym polega? Od kiedy obowiązuje?*, [komputronik.pl](https://www.komputronik.pl), 08.04.2019; <https://www.komputronik.pl/informacje/acta-2-co-to-jest/>, (dostęp: 27.11.2021)

Świetlik M., *ACTA – polityka i emocje*, [w:] *My, dzieci sieci: wokół manifestu*, Fundacja Nowoczesna Polska, Warszawa 2012, s. 45. [<https://prawokultury.pl/media/entry/attach/my-dzieci-sieci-wok%C3%B3%C5%82-manifestu.pdf>], (dostęp: 20.11.2021)

V nie dla ACTA (Kradziony bit),
V-Unit, [https://www.tekstowo.pl/
piosenka,v_unit,v_nie_dla_acta.html](https://www.tekstowo.pl/piosenka,v_unit,v_nie_dla_acta.html);
(dostęp:15.11.2021)
V-Unit - V nie dla ACTA (Kradziony
bit) Official video, 1.02.2012;
[https://www.youtube.com/
watch?v=3nJ9YN3dyrA&t=8s](https://www.youtube.com/watch?v=3nJ9YN3dyrA&t=8s), (dostęp:
15.11.2021)

Notka o Autorce

Weronika Rydelek – studentka III roku prawa i II roku filologii romańskiej na Uniwersytecie Gdańskim, uczestniczka cyklu tutoringowego (pod opieką Pani doktor Heleny Draganik). Zainteresowana filozofią i historią prawa, a także zagadnieniami z zakresu odzyskiwania dóbr kultury i własności intelektualnej. Wolontariuszka na festiwalach filmowych i literackich.

Czy te oczy mogą kłamać? O sygnałach kłamstwa i możliwości ich rozpoznawania

Klaudia Kozak

*Uniwersytet Gdański, Wydział Nauk Społecznych, Instytut Pedagogiki
e-mail: k.kozak.304@studms.ug.edu.pl*

Tutor: dr Dorota Godlewska-Werner

Uniwersytet Gdański, Wydział Nauk Społecznych, Instytut Psychologii

Słowa kluczowe: kłamstwo, mikromimika, błąd Otella

Chcesz wiedzieć kiedy ktoś Cię okłamuje? Czy wszyscy są wobec Ciebie uczciwi? Z pewnością nie uzyskasz tych informacji z tego artykułu. Pomoże Ci on jednak odkryć prawidłowości rządzące kłamstwem i udowodni, że nigdy nie możemy być pewni, czy ktoś kłamie.

Kłamstwo co to takiego?

Możemy wyróżnić dwa rodzaje kłamstwa, polegające na podawaniu nieprawdziwych informacji tzw. fałszowanie oraz ukrywanie, czyli nie podawanie pewnych części informacji. Ukrywanie jest prostsze, gdyż nie trzeba specjalnie się do niego przygotowywać. Poza tym jest pasywne, a nie aktywne. Dodatkowo ukrywanie budzi mniejsze poczucie winy niż fałszowanie, podajemy, wszakże prawdziwe informacje pomijając pewne elementy (Ekman, 2012). Być może to okłamany powinien domyślić się i dopowiedzieć sobie resztę? To przecież nie nasza wina, że nie mówimy wszystkiego, jak w sprawozdaniu. Kłamstwo nie jest emocją, a działaniem. Nie wykryjemy go więc bezpośrednio poprzez mimikę, a poprzez dogłębną analizę i powiązanie

jej z sytuacją (Widacki i in., 2012). Kłamstwo budzi w nas negatywne doznania, kłamiąc staramy się je ukryć wkładając „maski” innych emocji. Ze względu na to, że uśmiech jest przeciwieństwem wszystkich negatywnych emocji, najczęstszą techniką ukrywania kłamstwa jest właśnie ten grymas. Jest to wręcz naturalna reakcja. Zwróćmy uwagę, że często przyłapujemy dzieci na kłamstwie dzięki temu, że nie potrafią powstrzymać się od śmiechu. Używamy tej ekspresji również dlatego, że jest ona najprostsza do wzbudzenia dowolnego. Niuansów zdradzających kłamstwo jest wiele. Może to być brak spójności w opowiedanej przez kłamcę historii lub fatalne udawanie innych emocji niż w istocie występują, tę technikę zdradzają objawy fizjologiczne i mikromimika. Jednym z najciekawszych przypadków jest często przywoływana przez Paula Ekmana, badacza emocji, historia Marii. Była ona kobietą w średnim wieku po próbie samobójczej. Ze względu na stwierdzenie przez lekarzy i psychologów poprawy stanu psychicznego pacjentka mogła starać się o przepustkę do domu. Maria wyznała lekarzowi, że czuje się dużo lepiej, a ten zgodził się na wydanie jej przepustki, jednak zanim to nastąpiło pacjentka przyznała się do

ciągłych myśli samobójczych. Ekman wraz z zespołem analizował film z tej wizyty, spędził nad tym setki godzin. Dopiero po odtworzeniu filmu w zwolnionym tempie dostrzegł grymas rozpaczony w momencie, gdy padło pytanie o plany na przyszłość pacjentki. Na tej podstawie znaleziono więcej tych wyrazów twarzy, a co ciekawe, każdy z nich był szybko maskowany przy użyciu uśmiechu. Czasem w trakcie konwersacji Maria w subtelny sposób, niemal niezauważalny, wzruszała ramionami, nie był to cały gest, lecz jego fragment. Podsumowując można zauważyć, że rozpoznanie kłamstwa odbywa się przez wykrycie sprzeczności pomiędzy komunikatami werbalnymi i niewerbalnymi (Ekman, 2012). Jak widać w przytoczonej historii kłamstwo bywa subtelne i miewa różne oznaki u każdego z nas, nie ma jego uniwersalnych sposobów ekspresji, są natomiast te częstsze, jak np. uśmiech i rzadsze, jak np. wzruszanie ramionami.

Trochę o ekspresjach mimicznych

Ekspresje mimiczne, możemy podzielić na: mikroekspresje, częściowe ekspresje oraz nieznaczne ekspresje. Skupimy się na tych pierwszych, gdyż są one uniwersalne, analiza pozostałych może być mylna, ponieważ powodują one tylko częściową reakcję na naszych twarzach. Mikroekspresje są w stanie zdradzić nasze emocje pod warunkiem, że obserwator będzie nad wyraz uważny. Czas ich trwania to zaledwie ułamek sekundy, jednak w tym czasie aktywują się wszystkie mięśnie twarzy odpowiedzialne za daną emocję. Oznacza to, że w tak krótkim czasie wszyscy przyjmujemy podręcznikową, uniwersalną „maskę” danej emocji. Należy dodać, że owszem mikroekspresje są uniwersalne, jednak same emocje w powiązaniu z sytuacją już nie (Laszczak, 2015). Jak głosi teoria Lazarusa (za: Stre lau, 2000) fizyczne reakcje na bodziec poprzedza analiza poznawcza danej sytu-

acji. Wyobraźmy sobie, że przez park idą dwie koleżanki, a na ich drodze pojawia się ogromny pies. Jedna z nich posiada podobnego psa w domu, a druga została pogryziona przez psa w dzieciństwie. Czy na twarzach obu koleżanek pojawi się ta sama emocja? Logika nakazuje sądzić, że nie. Oczywiście jest to dość oczywisty przykład, ma on na celu ukazać różnicę w naszym postrzeganiu rzeczywistości, a co za tym idzie przeżywania różnych emocji w identycznych sytuacjach.

Kiedy podejrzewać kłamstwo?

Badania nad uśmiechem wskazują, że za tą mimowolną reakcją np. w czasie oglądania komedii, odpowiedzialny jest układ pozapiramidowy, a za wymuszenie uśmiechu układ piramidowy, w skrócie ten kontrolujący ruchy dowolne. Ponieważ układ pozapiramidowy działa automatycznie, w większości przypadków nasza mimowolna mimika „zlewa” się z dowolną, tworząc nietypowy wyraz twarzy, jak uśmiech podczas strachu. Ratunkiem w wykrywaniu kłamstwa jest to, że stłumione ekspresje trwają dłużej, przez co ich przerwanie jest wyraźniejsze. Należy jednak pamiętać, że oznaki te są bardzo indywidualne i nie zawsze oznaczają kłamstwo. Profesjonalistom takim jak policjanci często towarzyszy tak zwany błąd Otella (Ekman, 2012). Jest to uznanie osoby niewinnej za winną, ponieważ jest ona tak zestresowana samym przesłuchaniem lub tym, że to co powie zostanie uznane za kłamstwo, że wywołuje to u podejrzanego reakcję stresową. Możliwe jest jednak wymienienie najczęstszych niewerbalnych oznak kłamstwa, jednak kolejny raz należy podkreślić, że nie są one uniwersalne i mogą być one mylnie interpretowane. Można zaliczyć do nich: zakrywanie jakiejś części ciała, zabawa odzieżą lub biżuterią, odwracanie wzroku, asymetria w mimice twarzy, zmiana tonu głosu, zbyt długie pauzy lub szybsze mówienie, tyrada

czy jąkanie się. Jednak nawet laik w tym zakresie zgodzi się, że są to również typowe objawy stresu. Należy więc pamiętać, aby brać pod uwagę więcej aspektów niż same niewerbalne sygnały rozmówcy (Horzyk, online).

Czy badanie wariograficzne jest nadal metodą wykrywania kłamstwa?

Ze względu na dużą zawodność tej metody sądy powoli przestają załączać wyniki badań wariograficznych do materiału dowodowego. Nie ma uniwersalnej reakcja fizjologicznej, która jednoznacznie może wskazać kłamstwo (Lilienfeld i in., 2011). Istnieje zatem dość duże prawdopodobieństwo popełnienia błędu Otella i w tym przypadku. Wystarczy, że badany będzie obawiał się, że jego szczerą wypowiedź zostanie zinterpretowana jako kłamstwo (Ekman, 2012). Należy również dodać, że istnieje już wiele sposobów na oszukanie "wykrywacza kłamstw", jak gryzienie się w język przy pytaniach kontrolnych, co zwiększa pobudzenie fizjologiczne lub odejmowanie dużych liczb w pamięci, kiedy mamy zamiar skłamać. Można także wspomóc się farmakologicznie, a to wszystko sprawia, że tam metoda przyłapania kłamcy powoli odchodzi w zapomnienie (Lilienfeld i in., 2011).

Podsumowując, nigdy nie możemy być pewni kłamstwa. Nie jest to jedno zachowanie, a suma nakładających się na siebie subtelnych i indywidualnych elementów. Oczywiście nie są więc „zwierciadłem” kłamstwa, a jego wykrycie wymaga umiejętności syntezy różnego rodzaju reakcji fizjologicznych, mimicznych i werbalnych.

Literatura:

- Ekman, P., 2012. *Kłamstwo i jego wykrywanie w biznesie, polityce i małżeństwie*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Strelau, J., 2000. *Psychologia podręcznik akademicki*, tom 2, Gdańsk, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Lilienfeld, S., Lynn, S.J., Ruscio, J., Beyerstein, L., 2011. *50 wielkich mitów psychologii popularnej*, Warszawa, Wydawnictwo CiS.
- Widacki, J., Mirska, N., Wrońska, M., 2012. Werbalne i niewerbalne symptomy kłamstwa w oczach policjantów oraz psychologów. *Przegląd bezpieczeństwa wewnętrznego*, 7, 19-30.
- Laszczak B., 2015. Umiejętność deszyfracji mimiki twarzy- studium przypadku. *Internetowy przegląd prawniczy TBSP UJ*, 5, 63-115.
- Horzyk, A., *Kłamstwo i jego wykrywanie* [on-line] <https://home.agh.edu.pl/~horzyk/lectures/pniz/ahdydpnizwykl8.html>, (dostęp: 22.05.2022)

Notka o Autorce

Klaudia Kozak - studentka III roku pedagogiki przedszkolnej i wczesnoszkolnej oraz II roku psychologii w Gdańsku. Głównym zainteresowaniem autorki są zachowania nieprzystosowawcze oraz to, co je wywołuje.

