

Czy współpraca naprawdę się opłaca?

Michał Piotr Gintowt

Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii
gintowt.michal@gmail.com

Tutor: dr hab. Urszula Janas, profesor Uniwersytetu Gdańskiego
Uniwersytet Gdański Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii

Słowa kluczowe – współpraca, kooperacja, symbioza, korzyści, ryzyko, oceany

Ogólnie rzecz biorąc...

Współpraca w przyrodzie jest niezwykle powszechnym zjawiskiem. Czasami wydaje się być niemal oczywista, jednak w niektórych przypadkach, nikt nie wpadłby na to, że dwa diametralnie różne organizmy mogą czerpać wzajemne korzyści ze wspólnego bytowania. Dobrym przykładem takiej interakcji jest blazenek i ukwiał, często spotykane na rafach koralowych. Ukwiał żywi się cząsteczkami unoszącymi się w wodzie i daje schronienie blazenkowi, a ten wyjada resztki zalegające między parzydelkami. Ten interesujący przypadek współpracy przedstawia całkiem powszechne zjawisko, jednak w naturze nic nie jest idealne. Są na świecie zwierzęta korzystające ze współpracy kooperujących gatunków. Często są nimi drapieżniki, które podszywają się pod jednego z partnerów współpracy, aby ułatwić sobie zdobycie pożywienia. Aby ułatwić poruszanie się po zawilosciach interakcji pomiędzy zwierzętami przygotowano krótkie opisy poszczególnych rodzajów relacji w świecie przyrody (Tab. 1).

Podpłyn a będzie fajnie

Wargatek sanitarnik *Labroides dimidiatus* (Ryc. 1) powszechnie występuje od wschodnich wybrzeży Afryki, przez Morze Czerwone i Indo-Pacyfik aż do Wysp Japoń-



Ryc. 1. Wargatek sanitarnik *Labroides dimidiatus* czyszczący strzępiela *Epinephelus tukula* [2]

Tabela 1 Wybrane rodzaje współżycia organizmów (5 i 6)

Zależności międzygatunkowe

Konkurencja – relacja między współwystępującymi osobnikami tego samego gatunku lub różnych gatunków

Pasożytnictwo – forma współżycia 2 różnych gatunków organizmów mająca charakter antagonistyczny, z których jeden (pasożyt) żyje stale lub czasowo kosztem drugiego (żywiciela), wchodząc z nim we wzajemne oddziaływania metaboliczne i wykorzystując go jako środowisko życia i źródło pokarmu

Allelopatia – wydzielanie przez rośliny związków chemicznych, które sprzyjają lub odstraszaają pojawianiu się innych roślin i mikroorganizmów w pobliżu

Symbioza – stale lub czasowe współżycie 2 różnych gatunków (symbiontów) zwierząt, zwierzęcia i rośliny lub 2 gatunków roślin, korzystne, a często nieodzowne, dla jednego lub dla obu partnerów

Endosymbioza – szczególny rodzaj symbiozy pomiędzy dwoma organizmami, z których jeden (endobiotyczny organizm) żyje w organizmie drugiego

Mutualizm – jedna z form współżycia organizmów 2 gatunków, korzystna dla obu stron

Protokooperacja – luźna forma współżycia różnych gatunków, przynosząca obustronne korzyści

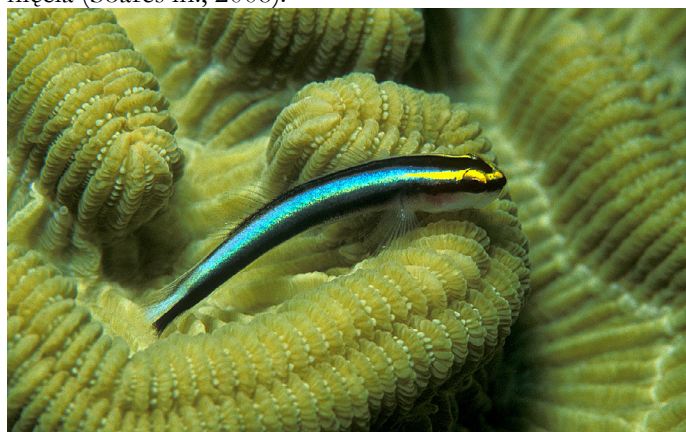
Komensalizm – Współżycie osobników z dwóch różnych gatunków, korzystne dla jednego, a obojętne dla drugiego

skich. Żyje na głębokościach do 40 metrów, zazwyczaj na rafach. Odżywia się pasożytami innych ryb, zjada również ich śluz [1]. Bytuje w miejscach łatwo dostępnych dla innych ryb, które przyplływają do niego, aby pozbyć się pasożytów. Wydawałoby się, że jest to przykład idealnej współpracy, jak w restauracji, do której przychodzi klient. Jednak w tym przypadku sytuacja się odwraca, ponieważ „restauracją” jest ryba przyplływająca, natomiast klientem jest wargatek sanitarnik, który czeka aż jedzenie do niego przyplynie. Wargatek sanitarnik żywi się pasożytami żyjącymi na ciele ryby przyplływającej. Robi to bardzo efektywnie, gdyż może zjeść nawet do 1 200 pasożytów dziennie, stanowi to 99% jego diety. Aby proces ten przebiegał sprawnie czasami pod-

gryza swoich klientów dając im znak do zmiany pozycji. Potrafi także wykonywać specjalne ruchy zachęcające inne ryby do podplłynięcia (Poulin i Grutter, 1996; Soares i in., 2008). Pomimo tego ryby korzystają z jego usług nieprzerwanie. Co ciekawe ryba ta pracuje efektywniej, gdy jest obserwowana, dowodzą tego badania Pinto i współpracowników (2005). W momencie, gdy wargatek sanitarnik jest sam na sam z rybą, która przyplłynęła na czyszczenie, zostawia kilka pasożytów na ciele pływającej restauracji. Jednak, gdy obok niej znajduje się jakaś inna ryba, niekoniecznie nawet będąca potencjalnym dostawcą jedzenia, zjada wszystkie i robi to szybciej niż normalnie. Ten przypadek współpracy możemy nazwać mutualizmem.

Nie tylko wargatek sanitarnik

Karaibskie babki czyszczące *Elacatinus evelynae* (Ryc. 2) zajmują się tym samym co wargatek sanitarnik – zjadają pasożyty z innych ryb. Jednak nie jest to ich jedyna dieta, a około 85% ich pożywienia. Różnią się także w sposobie czyszczenia przyplływających restauracji. Dodatkowo nie posiadają specjalnych technik zachęcających większe ryby do podplłynięcia (Soares in., 2008).



Ryc.2. Karaibska babka czyszcząca z rodzaju *Elacatinus* [2]

Zwyczaje żywieniowe tych ryb są zadziwiająco podobne do tych obserwowanych u wargatka sanitarnika, co ciekawe, oba te gatunki żyją w dwóch różnych częściach świata. Babki z rodzaju *Elacatinus* można obserwować na wybrzeżach Wysp Karaibskich i Zatoki Meksykańskiej [1]. W porównaniu z zasięgiem występowania wargatka sanitarnika jest on znacznie mniejszy, jednak warto zaznaczyć, że oba gatunki ryb żyją bez jakiegokolwiek kontaktu ze sobą. Pozwala to stwierdzić, że podobnie wykształcone zwyczaje żywieniowe są oplacalne. Podobnie jak w przypadku wargatka również tutaj mamy do czynienia z mutualizmem.

Jakby to wykorzystać?

Kiedy współpraca układa się bardzo dobrze, czujność niektórych zwierząt jest usypiana, pojawiają się wtedy takie gatunki, które z chęcią to wykorzystują. Rybą, która robi to z przyjemnością jest z wyglądu bardzo podobny do wargatka sanitarnika aspidont szablozębny *Aspidontus taeniatus* (Ryc. 3). Można je odróżnić od siebie na podstawie pozycji otworu gębowego. Wargatek posiada otwór centralnie z przodu głowy, natomiast u aspidonta jest zwrócony ku dołowi. Zamieszkuje prawie ten sam obszar co wargatek sanitarnik. Nawet zachowuje się w podobny do niego sposób, aby sprawić, żeby jego ofiara bliżej podplłynęła [1].

Podobieństwo do wargatka sanitarnika jest tak duże, że na-

wet starsze osobniki nie od razu zorientują się, że to nie jest ryba, która pozbawi ich pasożytów, jednak zanim to nastąpi podplyną i zostaną ugryzione przez aspidonta. Zaufanie

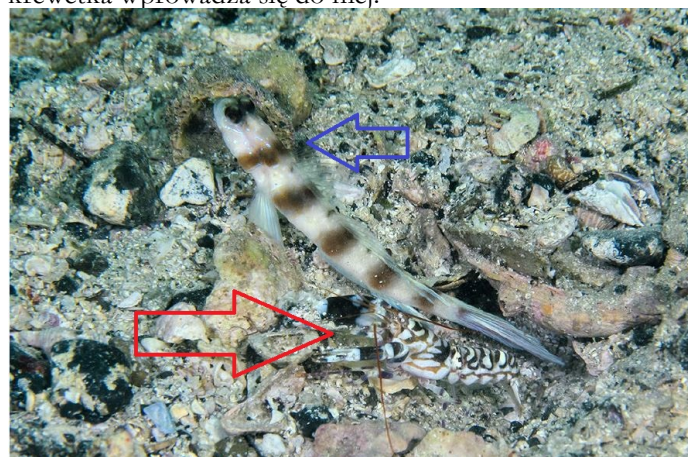


Ryc. 3. Aspidont szablozębny *Aspidontus taeniatus* z charakterystycznie umiejscowionym otworem gębowym [2]

w świecie przyrody jest bardzo ryzykowne, a zbyt duża ufność może okazać się zgubna. Jednak trzeba pamiętać o tym, że aspidont szablozębny oraz wargatek sanitarnik są zwykle dużo mniejsze od ryb, na których żerują. Jeśli „pływająca restauracja” zorientuje się, że to nie jest jej czyszczący znajomy szybko go przegoni (Losey, 1974). Podszycanie się pod inną rybę, w tym wypadku można nazwać pasożytnictwem, ponieważ *aspidont* wcale nie chce żywić się pasożytami, tylko często podgryza skrzela przyplływających ryb.

Żyć jak ryba z krewetką

Babka *Amblyeleotris japonica* oraz krewetka pistoletowa *Alpheus bellulus* (Ryc. 4) żyją w zachodniej części Indo-Pacyfiku na głębokościach nie przekraczających 20 metrów. Babka wykopuje gniazdo najczęściej w piaszczystym podłożu, a krewetka wprowadza się do niej.



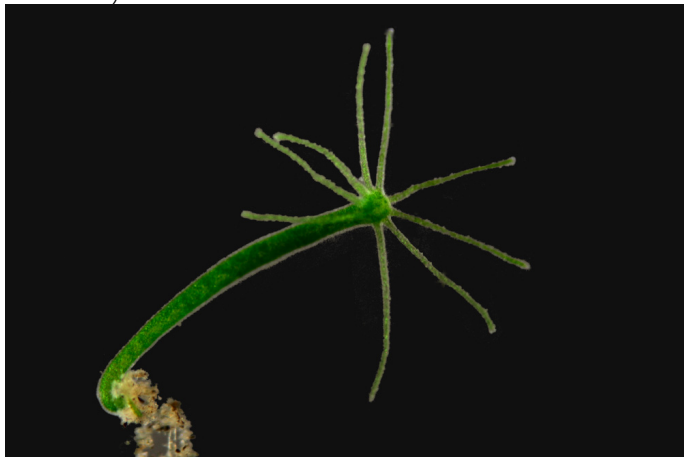
Ryc. 4. Krewetka pistoletowa *Alpheus bellulus* (czerwona strzałka) w towarzystwie babki *Amblyeleotris japonica* (niebieska strzałka) (Kohda i in. 2017)

Są one przykładem wzorowego dbania o swój dom. Babka pełni rolę dominującą, jest głową rodziny, która dba o bezpieczeństwo gniazda. Krewetka natomiast pilnuje porządku w domu zjadając resztki pożywienia oraz to co ryba wydali (Yasuhiko i Sadayoshi., 1969; Kohda i in., 2017). Współpraca ta opiera się na zasadzie mogę, ale nie muszę. Wynika raczej z profitów jakie za sobą niesie, aniżeli zagrożenia życia jednego czy drugiego. Tak naprawdę, oba te zwierzęta mogłyby

równie dobrze poradzić sobie samodzielnie. Oznacza to, że mamy tutaj do czynienia z protokooperacją.

Zapraszam, zapraszam

Współpracują ze sobą nie tylko zwierzęta, ale także zwierzęta z roślinami. Co więcej zwierzęta pozwalają żyć w sobie tym roślinom. Tak jest w przypadku zielenic z rodzaju *Chlorella*, które żyją w stulbi *Hydra viridis* (Ryc. 5) (Habetha i in. 2003).



Ryc. 5. Stulbia zielona *Hydra viridis* (3)

Co więcej, stulbia ta, potrafi doskonale sobie radzić bez glonów, jednak pomagają jej one przetrwać w okresach, gdy pozbawiona jest pożywienia. Wtedy właśnie najmocniej korzysta z produktów fotosyntezy swoich gości (Habetha i in., 2003). Ten rodzaj symbiozy nazywa się endosymbiozą.

Jak to nie moje? Im więcej tym lepiej

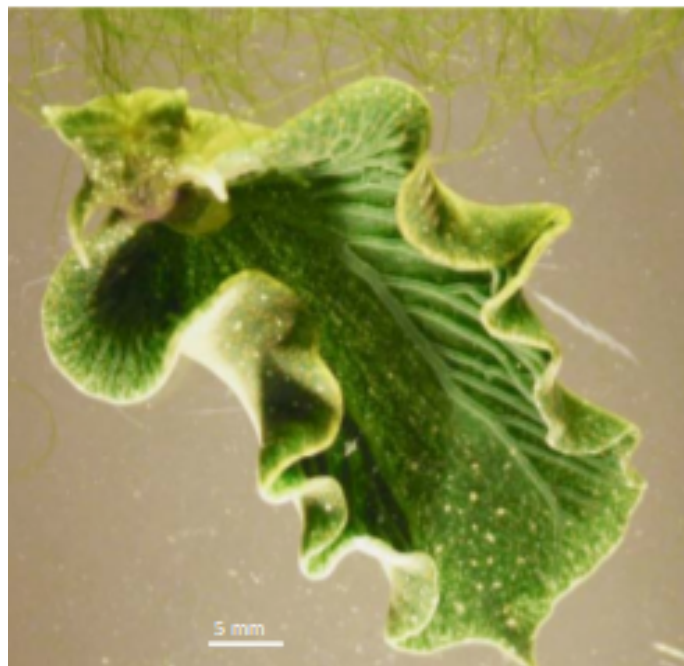
Ciekawym zwierzęciem, które wykorzystuje to co natura ma do zaoferowania jest ślimak morski *Elysia chlorotica* (Ryc. 6). Nie trawi on wszystkiego czym się pożywi, lecz zachowuje niektóre elementy swojego pożywienia na dłużej. Gdy zjada glony z gatunku *Vaucheria litorea* część z chloroplastów wchłania do specjalnych komórek magazynowych umieszczonych wzdłuż przewodu pokarmowego. W ten sposób pozyskane chloroplasty nazywamy kleptoplastami. Ślimak ten potrafi utrzymywać je przy życiu nawet do 12 miesięcy, je czerpiąc z nich substancje odżywcze (Pelletreau i in., 2011).

Głęboko i gorąco... nie da się?

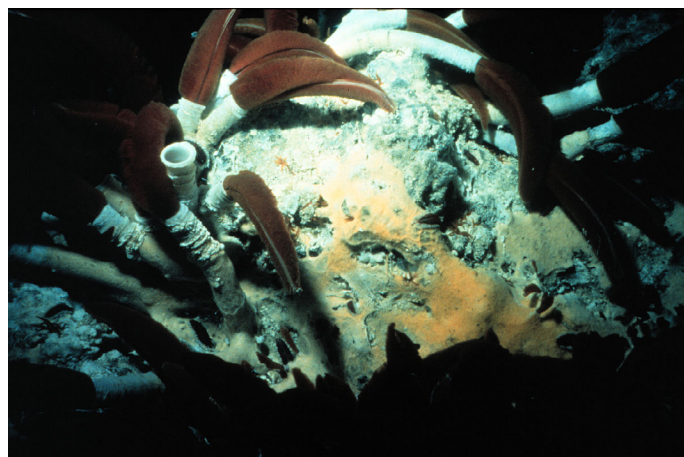
Wokół kominów hydrotermalnych panują ekstremalne temperatury sięgające nawet kilkuset stopni. W niewielkiej odległości od nich, gdzie temperatura poddawana jest dosyć dużym wahaniom od 2°C do 30°C, żyje jedno z najbardziej niezwykłych zwierząt morskich, rurkoczulkowiec nazwany *Ryftia pachyptyla* (Ryc. 7).

Przyzwyczajony jest do ekstremalnych warunków jak mało które zwierzę. Obudowuje się w charakterystyczną chitynową tubę, nie jest zaopatrzony we własny układ pokarmowy. Jednak posiada pewnego „asa w rękawie”, mianowicie bakterie należące do grupy chemoautotroficznych. Oznacza to, że potrafią wytworzyć energię, w procesie chemosyntezy potrzebną do funkcjonowania ze związków chemicznych (głównie siarki) wydostających się z kominów hydrotermalnych. Żyjąc w ciele tego rurkoczulkowca, bezpośrednio przekazują zwierzęciu związki organiczne. Dzięki takiemu rozwiązaniu *R. pachyptyla* jest w stanie pozyskać

energię potrzebną do życia, a bakterie mają schronienie (Giovannelli i in., 2016; Klose i in., 2016). Podobnie jak w przypadku *H. viridis* i *E. chlorotica* mamy tutaj do czynienia z endosymbiozą.



Ryc. 6. Ślimak *Elysia chlorotica* wraz z glonami *Vaucheria litorea* (Pelletreau i in., 2011 - zmienione)



Ryc. 7. Rurkoczulkowiec *Ryftia pachyptyla* w naturalnym środowisku [2] Przyzwyczajony jest do ekstremalnych warunków jak mało które zwierzę. Obudowuje się w charakterystyczną chitynową tubę, nie jest zaopatrzony we własny układ pokarmowy. Jednak posiada pewnego „asa w rękawie”, mianowicie bakterie należące do grupy chemoautotroficznych. Oznacza to, że potrafią wytworzyć energię, w procesie chemosyntezy potrzebną do funkcjonowania ze związków chemicznych (głównie siarki) wydostających się z kominów hydrotermalnych. Żyjąc w ciele tego rurkoczulkowca, bezpośrednio przekazują zwierzęciu związki organiczne. Dzięki takiemu rozwiązaniu *R. pachyptyla* jest w stanie pozyskać energię potrzebną do życia, a bakterie mają schronienie (Giovannelli i in., 2016; Klose i in., 2016). Podobnie jak w przypadku *H. viridis* i *E. chlorotica* mamy tutaj do czynienia z endosymbiozą.

W lewo! W prawo! A jednak nie!

Współpracować można w wielu płaszczyznach. Można razem jeść, polować, mieszkać, można również razem uciekać przed drapieżnikami. Idealnym przykładem takich zach-

wań są lawice ryb, które „tańczą” w toni wodnej, aby zmylić drapieżniki. Dla nas ten taniec jest czymś niesamowitym, natomiast dla śledzi *Clupea harengus* (Ryc. 8) jest to wręcz codzienność. Ryby te szeroko rozpowszechnione, zamieszkują wody od północnej części Atlantyku do kanału La Manche [2].

Mogą się rozdzielać na mniejsze grupki, układać w kształt klepsydry, gwałtownie nurkować kilkadziesiąt metrów w głąb morza lub pleść węzeł w toni wodnej. Wszystko po to by zwiększyć szansę na przeżycie i uciec przed takimi drapieżnikami jak orki *Orcinus orca* (Ryc. 9).

Wszystkie te manewry odbywają się z niesamowitą dynamiką i zazwyczaj trwają 10 sekund (Nøttestad i Axelsen, 1999). Oznacza to, że każdy atak drapieżnika jest inaczej traktowany, nie dając mu szansy na przewidzenie kolejnego ruchu lawicy.



Ryc. 8. Lawica śledzi *Clupea harengus* (5)



Ryc. 9. Orka *Orcinus orca* w toni wodnej [2]

Współpracować czy nie współpracować?

Świat wodny potrafi być niezwykle nieprzyjazny nawet dla zwierząt, które są stworzone do życia w nim. Tu nie ma taryfy ulgowej albo jest się zjada albo jest się zjadany. Dlatego samotne życie wśród wodnej otchłani nie zawsze jest dobrym rozwiązaniem, a nawiązanie współpracy bywa kluczem do przeżycia. Wszystkie przywołane przykłady organizmów wykształciły odpowiednie przystosowania, wchodząc tym samym w niecodzienne relacje, często międzygatunkowe. Jednak nic nie jest tak idealne jak się wydaje. Czasami zbyt ufną współpracę można prowadzić do nieprzyjemnych konsekwencji, a przyzwyczajenie może okazać

się zgubne. Niezależnie od tego czy zwierzęta współpracują w obrębie gatunku, rafy koralowej czy łąki podwodnej, przeważnie każda ze stron czerpie z takiej relacji jakieś korzyści. Przykładów współpracy w przyrodzie można by wymieniać bez końca, dlatego pomimo pewnych wad niektórych rozwiązań można z całą pewnością stwierdzić, że współpraca się oplaca.

Literatura

- Giovannelli, D., Chung, M., Staley, J., Starovoytov, V., Bris, L., N., Vetriani, C., 2016. Sulfurovum riftiae sp. Nov., a mesophilic, thiosulfate-oxidizing, nitrate-reducing chemolithoautotrophic epsilonproteobacterium isolated from the tube of the deep-sea hydrothermal vent polychaete Riftia pachyptila. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66, 2697–2701.
- Habetha M., Anton-Erxleben A., Neumann K., Bosch C. G. T., 2003. The Hydra viridis/Chlorella symbiosis. Growth and sexual differentiation in polyps without symbionts. *Zoology* 106, 101–108.
- Klose, J., Aistleitner, K., Horn, M., Krenn, L., Dirsch, V., Zehl, M., Bright, M., 2016. Trophosome of the Deep-Sea Tubeworm Riftia pachyptila Inhibits Bacterial Growth. *PLoS ONE* 11(1).
- Kohda, M., Yamanouchi, H., Hirata, T., Satoh, S., Ota, K., 2017. A novel aspect of goby-shrimp symbiosis: gobies provide droppings in their burrows as vital food for their partner shrimps. *Marine Biology* 164, 22.
- Losey, Jr., S., G., 1974. *Aspidontus taeniatus*: Effects of increased Abundance on Cleaning Symbiosis with Notes on Pelagic Dispersion and *A. filamentosus* (Pisces, Blenniidae). *Z. Tierpsychol*, 34, 430–435.
- Nøttestad, L., Axelsen, B., E., 1999. Herring schooling manoeuvres in response to killer whale attacks. *Canadian Journal of Zoology*, 77(10), 1540–1546.
- Pelletreau, N., K., Bhattacharya, D., Price, C., D., Worful, M., J., Moustafa, A., Rumpho, E., M., 2011. Sea Slug Kleptoplasty and Plastid Maintenance in a Metazoan. *Plant Physiology*, 155(4), 1561–1565.
- Pinto A., Oates J., Grutter A., Bshary R., 2005. Cleaner Wrasses *Labroides dimidiatus* Are more Cooperative in the Presence of an Audience. *Current Biology* 21, 1140–1144.
- Poulin, R., Grutter, S., A., 1996. Cleaning Symbioses: Proximate and Adaptive Explanations. *BioScience*, Vol 46, No 7, 512–517.
- Soares, C., M., Côté, M., I., Cardoso, C., S., Bshary, R., 2008. The cleaning goby mutualism: a system without punishment, partner switching or tactile stimulation. *Journal of Zoology* 276, 306–312.
- Yasuhiko, M., Sadayoshi, M., 1969. Description of *Alpheus Bellulus* Sp. NOV. Associated with gobies from Japan (Crustacea, Decapoda, Alpheidae). *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 16(5), 307–314.

[1] – www.fischbase.org [dostęp 2.12.2018]

[2] – pl.wikipedia.org [dostęp 10.03.2019]

[3] – <https://www.treehugger.com/natural-sciences/little-animal-doesnt-die-old-age.html> [dostęp 3.01.2018]

[4] – <https://www.flickr.com/photos/jakecaptive/885981258> [dostęp 10.03.2019]

[5] – Internetowa encyklopedia PWN - <https://encyklopedia.pwn.pl/> [dostęp 10.03.2019]

[6] – <https://www.ekologia.pl/wiedza/slovniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/protokooperacja> [dostęp 10.08.2019]

Notatka o Autorze

Student oceanografii pierwszego stopnia na specjalizacji biologicznej. Swoje zainteresowania kieruje w stronę ekologii organizmów morskich, a pracę dyplomową skupia na organizmach bentosonnych żyjących na twardym podłożu.