

Agata Stanisz

Instytut Antropologii i Etnologii

Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

stanisz@amu.edu.pl

ORCID: 0000-0001-9649-1489

ISTOTY NIE-LUDZKIE JAKO INFRASTRUKTURY. PRZYPADEK *ANODONTA CYGNEA*

Non-human Beings as Infrastructures: The Case of *Anodonta cygnea*

Streszczenie. Artykuł analizuje rolę szczeżui wielkich (*Anodonta cygnea*) w systemach biomonitoringu jakości wody pitnej na przykładzie poznańskich wodociągów, traktując je jako istoty infrastrukturalne. Tekst wpisuje się w nurt etnografii wielogatunkowej oraz studiów nad ekologiami infrastrukturalnymi, podejmując refleksję nad statusem organizmów nie-ludzkich w systemach technologicznych związanych z zarządzaniem zasobami wodnymi. Szczeżuje wielkie, pełniące funkcję bioindykatorów, są jednym z elementów infrastruktury wodnej, a ich rola sprowadzana jest do dostarczania usług ekosystemowych w sposób podporządkowany ludzkim kategoriom użyteczności. Ich sprawczość jest trudna do uchwycenia, gdyż uzależniona jest od ludzkiej interpretacji ich zachowań i reakcji na zmiany środowiskowe. Analiza ukazuje biopolityczne konsekwencje infrastrukturalizacji organizmów nie-ludzkich oraz wpisanie ich pracy w kapitalistyczną logikę eksploatacji. Jednocześnie tekst problematyzuje możliwość uchwycenia nie-ludzkiej perspektywy w badaniach społecznych, wskazując na konieczność relacyjnego podejścia do infrastruktury wodnej. Wykorzystując ontologię infrastrukturalną, artykuł proponuje spojrzenie

na procesy technologiczne jako splątane z życiem biologicznym, redefiniując granice między technologią a naturą.

Słowa kluczowe: ekologia infrastrukturalna, istoty nie-ludzkie, (hydro)infrastruktury, małże śludkowodne, relacje międzygatunkowe, systemy społeczno-ekologiczne, usługi ekosystemowe

Abstract. The article examines the role of the freshwater mussel *Anodonta cygnea* in drinking water biomonitoring systems, using the case of Poznań's water infrastructure to conceptualize these organisms as infrastructural beings. It contributes to the fields of multispecies ethnography and infrastructural ecologies, engaging with the status of non-human organisms within technological systems and water resource management. As bioindicator species, *Anodonta cygnea* play a crucial role in water infrastructure; however, their function is reduced to the provision of ecosystem services in ways that are subordinated to human categories of utility. Their agency remains elusive, as it is contingent upon human interpretations of their behaviors and responses to environmental changes. The analysis highlights the biopolitical implications of the infrastructuralization of non-human organisms and the incorporation of their labor into the capitalist logic of extraction. At the same time, the text problematizes the possibility of capturing non-human perspectives in social research, advocating for a relational approach to water infrastructure. Drawing on infrastructural ontology, the article proposes an understanding of technological processes as entangled with biological life, thereby reconfiguring the boundaries between technology and nature.

Key words: infrastructural ecology, non-human beings, (hydro)infrastructures, freshwater mussels, multispecies relations, socio-ecological systems, ecosystem services

Relacje bez wzajemności i ich wodny kontekst (wstęp)

Anodonta cygnea to łacińska nazwa szczeżui wielkiej – gatunku małży słodkowodnych, który zanika pod presją działalności ludzkiej, prowadzącej do postępującego zanieczyszczenia wód śródlądowych oraz destrukcji naturalnych habitatów tych zwierząt (Zajac 2024). W Polsce szczeżuja wielka podlega jedynie częściowej ochronie gatunkowej. Oznacza to, że pod pewnymi warunkami oraz na ściśle określony i uargumentowany użytek dopuszczane jest jej pozyskiwanie i wykorzystywanie¹. Jej niezwykle cechy fizjologiczne² zadecydowały o tym, iż jest ona zaliczana do gatunków bioindykacyjnych, a więc takich, które posiadają wąski zakres tolerancji pewnych czynników ograniczających, głównie substancji chemicznych – zanieczyszczających i toksycznych (zob. Holt, Miller 2010; Vereycken, Aldridge 2023). Szczeżuje wielkie, o których opowiem w artykule, zostały wprzęgnięte w systemy biologicznego monitoringu jakości wody pitnej, stanowiąc jeden z elementów hydroinfrastruktury poznańskich i podpoznańskich wodociągów³.

Małże słodkowodne, w tym szczeżuje wielkie, pojawiły się w moim życiu naukowym jako pośrednia konsekwencja badań, w których skupiam

¹ Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Dz. U. z 2022 r. poz. 916; Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz. U. 2014 poz. 1348; Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz. U. z 2016 r., poz. 2183.

² W przypadku małży (*Bivalvia*) chodzi głównie o fizjologię metaboliczną, a więc procesy związane z filtracją wody, akumulacją zanieczyszczeń oraz reakcjami na stres środowiskowy. Fizjologia małży jest kluczowym obszarem badań, szczególnie w ekologii i biomonitoringu, gdzie analizuje się ich reakcje fizjologiczne na zanieczyszczenia, np. zmiany w aktywności serca, metabolizmie czy filtracji.

³ W artykule posługuję się sformułowaniami takimi jak wodociągi bądź przedsiębiorstwo wodociągowe na oznaczenie spółki Aquanet S.A., która dysponuje i zarządza hydroinfrastrukturą w Poznaniu oraz w jego okolicach. Aquanet należy do ścisłej czołówki firm z branży wodociągowo-kanalizacyjnej w Polsce. Jednocześnie jest to największa w Wielkopolsce firma zajmująca się poborem, uzdatnianiem i dostarczaniem zimnej wody, odbiorem i oczyszczaniem ścieków, a także świadczeniem usług z zakresu gospodarki wodno-ściekowej (zob. <https://www.aquanet.pl/>). Spółka ta nie jest przedmiotem moich dociekań, stąd też używanie jej nazwy w tekście uważam za niepotrzebne. Por. Aquanet 2017; Cwiertnia b.d.

się na społeczno-politycznych, naukowo-eksperymentalnych oraz oddolnych percepcjach kryzysu wodnego w mikroskali (Stanisz 2024). Prezentowany artykuł opiera się na materiałach wywołanych oraz zastanych pozyskanych w ramach badań antropologicznych stanowiących studium przypadku. Badania te to przede wszystkim współpraca z reprezentantami środowiska naukowego i eksperckiego, którzy są bezpośrednio powiązani z projektem, wykonawstwem oraz opieką nad systemem biomonitoringu jakości wody w Poznaniu. To również kwerendy źródeł, analiza narracji przyrodniczych oraz wstępne rozpoznanie terenów, które można określić jako naturalne habitaty szczężui wielkich⁴.

W celu wprowadzenia do niniejszej analizy muszę odwołać się do dwóch wyjściowych kategorii – relacji oraz wody. Pierwszą z nich przykładam do praktyk wplatania nie-ludzkich organizmów żywych w (hydro)infrastruktury, zastanawiając się nad zasadnością użycia tych koncepcji w przypadku małżowych systemów biomonitoringu wody pitnej. Systemy te wydają się w prosty sposób tworzyć połączenie między tym, co określamy jako naturę i kulturę. Jednak uwikłanie szczężui wielkich w technologię monitoringu jakości wody, stanowiącej substancję przeznaczoną do konsumpcji, a więc produkt⁵, to sytuacja, w której nie mają miejsca ani interakcja, ani wzajemność. Mamy tu do czynienia głównie z pobieraniem usług ekosystemowych przez ludzi. Czy zatem wprzęganie istot nie-ludzkich w systemy infrastrukturalne to przykład wytwarzania relacji? Zwłaszcza jeśli zastanowić się nad sprawstwem małży – istot nie-ludzkich, które w narracjach przyrodniczych są prezentowane jako

⁴ Realizację badań utrudnia ograniczenie możliwości odwiedzania obiektów Aquanetu, na które składa się kilka elementów. Po pierwsze system zaopatrzenia w wodę zalicza się do infrastruktury krytycznej podlegającej szczególnym regulacjom (art. 3 pkt 2 lit. f Ustawy z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym. Dz. U. 2007 nr 89 poz. 590). Wskazana ustawa o zarządzaniu kryzysowym określa też cztery stany alarmowe, które Prezes Rady Ministrów może ogłosić na terenie całego kraju lub jego części. Obecnie na terenie całej RP obowiązuje drugi stan alarmowy (zob. Rządowe Centrum Bezpieczeństwa 2025). Ostatnim elementem są wewnętrzne regulacje spółki uwzględniające powyższe uwarunkowania ustawowe.

⁵ Warto podkreślić, że osoby bezpośrednio związane z poznańskimi wodociągami, m.in. ich obecni i byli pracownicy, z którymi miałam okazję prowadzić rozmowy, proces uzdatniania wody określają jako produkcję, a samo przedsiębiorstwo jako fabrykę.

organizmy raczej proste i to właśnie ta prostota decyduje o ich bioindykacyjnych właściwościach. Jednocześnie za niezbędne przyjmuję sformułowanie kwestii związanych z wodą, rozumianą jako substancja chemiczna i społeczno-kulturowa. Przykładem są wielkie to nie tylko ich infrastrukturalne powiązania z jej jakością, ale również zagrożenia dla ich przetrwania wynikające z zanieczyszczeń wody. W konsekwencji w grę wchodzi polityka ochrony wody, które w istocie służą przede wszystkim zachowaniu i poprawie jakości publicznych zasobów wodnych oraz utrzymaniu usług ekosystemowych zapewniających dobrostan ludzi (zob. Bakshi, Bouchard, Dietz, Hornbach, Monson, Sietman, Wasley 2023).

Relacje ludzi z wodą są oczywiste: bez niej nie byłoby życia. W tym sensie pojęcie relacji odsyła nie tylko do uwikłań społecznych i kulturowych, lecz także do podstawowej, biologicznej współzależności wszystkich istot. Jesteśmy międzygatkowo zanurzeni w sieci wodnych powiązań (Strang 2010, 2019). Nie dziwi więc, że woda stała się także przedmiotem refleksji antropologicznej. W obrębie tej dyscypliny istotne miejsce zajmują debaty o własności wody i prawie dostępu do niej oraz analizy ukazujące, jak sposoby zarządzania zasobami wodnymi odzwierciedlają relacje społeczne, polityczne i ekonomiczne (Orlove 2015). Przekłada się to na rosnące zainteresowanie infrastrukturą wodną w kontekście kryzysu ekologicznego – zmian klimatycznych, niestabilności przepływów hydrologicznych i postępującego utowarowienia wody. Coraz częściej postuluje się traktowanie jej jako dobra wspólnego (Strang 2019; Worster 2009; Wutich, Beresford 2019).

Poznańska kranówka to woda z rzeki, która staje się zdatna do picia dzięki procesom infrastrukturalnym. Tatiana Acevedo Guerrero w artykule „Water infrastructure” (2018) podkreśla, że infrastruktura wodna jest nie tylko systemem technologicznym, ale także przestrzenią, w której spletały się ludzkie i pozaludzkie siły, byty żywe i nieżywe. Woda nie jest bierna – jej właściwości fizyczne i chemiczne współkształtują sieci miejskie, wpływając na materialność i społeczne praktyki życia codziennego. Dzięki infrastrukturze woda staje się pitna, użytkowa lub odpadowa – zmienia funkcję i tożsamość, przyjmując postać hybrydy łączącej ciała, miasta i systemy biologiczne.

Matthew Gandy (2004) i Erik Swyngedouw (2004) podkreślają sprawczość wody: jej biochemiczne cechy determinują nie tylko konstrukcję infrastruktury, ale i biurokratyczne praktyki zarządzania. Woda wnika w porowate materiały, transportuje mikroorganizmy, zmienia stan skupienia – a jej ciężar czyni jej przesył kosztownym. Infrastruktura nie jest więc wyłącznie systemem technicznym, lecz także polem napięć pomiędzy właściwościami fizycznymi a społeczno-ekonomicznymi mechanizmami kontroli.

W kontekście badań nad infrastrukturą wodną często pomija się rolę elementów nie-ludzkich. Bruce Braun zwraca uwagę na to, że choć wśród badaczy społecznych panuje zgoda, co do znaczenia nie-ludzkich komponentów w miastach, ich analizy wciąż koncentrują się na społecznych aspektach władzy i obywatelstwa, marginalizując biogeofizyczne cechy środowiska oraz wplatanie organizmów żywych w procesy infrastrukturalne (Braun 2005).

Woda przepływa przez wiele sfer życia społecznego, stając się punktem odniesienia dla licznych praktyk i wartości. W kontekście małżowego systemu biomonitoringu umożliwia ona nowy sposób myślenia o relacjach społecznych, politycznych i ekonomicznych, które materializują się w infrastrukturze. Materialność poznańskiego systemu uzdatniania wody jest złożona i międzygatunkowa – składają się na nią ciała małży, bakterie, sama woda oraz komponenty elektroniczne. Reżimy kontroli kształtowane są przez fizyczne właściwości wody: jej płynność, nieuchwytność, zmienność przepływów. To one podważają stabilność pojęć własności i kontroli. Veronica Strang (2016) interpretuje te cechy jako przejaw wodnej sprawczości. Podobnie materiały i organizmy w infrastrukturze wodnej wykazują właściwości, które zarówno umożliwiają, jak i ograniczają ich projektowanie i użytkowanie.

Systemy zarządzania wodą to negocjacje między reżimami społecznymi, infrastrukturą a nieprzewidywalnością procesów hydrologicznych i biologicznych. Podejście to współgra z teorią aktora-sieci (Latour 2010), w której relacje między ludźmi a środowiskiem są konfigurowane przez liczne ludzkie i nie-ludzkie aktanty, oraz z koncepcją infrastruktury jako relacyjnej i ekologicznej (Niewöhner 2015; Star 1999).

Sprawczość małży w „fabrykach wody” nie jest jednak jednoznaczna. Są uprzedmiotowione: wprowadzane i usuwane z systemu w wyznaczonym rytmie. Ich wymienialna obecność w infrastrukturze wodociągowej skłania do pytania, czy – i jakiego rodzaju – relację można tu w ogóle rozpoznać.

Istota – *Anodonta cygnea* (ujęcie wielogatunkowe)

Dwie dekady temu projekt „antropologii życia” Eduardo Kohna przyczynił się do intensyfikacji badań w nurcie etnografii wielogatunkowej eksplorującej kształtowane przez siły polityczne, ekonomiczne i kulturowe powiązania ludzi z innymi rodzajami istot żyjących (Kohn 2007). Etnografia ta bada pogranicza naturo-kulturowe, angażuje się w pracę z różnorodnymi organizmami nie-ludzkimi, szeroko uwzględnia konteksty problemów ekologicznych. W artykule „The emergence of multispecies ethnography” Eben Kirksey oraz Stefan Helmreich (2010) w sposób chronologiczny i szczegółowy śledzą proces wyłaniania się podejścia wielogatunkowego w antropologii. Sygnalizują nawet, że już pod koniec XIX wieku wielu współczesnych Lewisowi H. Morganowi badaczy zajmowało się tym, co można by określić mianem porównawczej etnologii wielogatunkowej. Za Danielem Clementem powołują się na przykład francuskiego przyrodnika Alphonse’a A. T. de Rochebrune’a, który w latach 80. XIX wieku zapoczątkował dziedzinę „etnologii konchologicznej”⁶ poświęconej sposobom, w jakie muszle były wykorzystywane w starożytnych i współczesnych mu społeczeństwach. Alphonse A. T. de Rochebrune badał muszle nie tylko jako przedmioty ozdobne, ale także jako pokarm oraz elementy stosowane w produkcji barwników i tkanin

⁶ Konchologia jest nauką zajmującą się badaniem muszli mięczaków. Stanowi subdyscyplinę malakologii, czyli nauki o mięczakach, jednak w odróżnieniu od malakologii, która bada te organizmy jako całość, konchologia koncentruje się wyłącznie na ich muszlach. Obejmuje analizę muszli mięczaków zarówno lądowych, jak i słodkowodnych oraz morskich. Współcześnie konchologia bywa postrzegana jako dyscyplina o charakterze archaicznym, gdyż ograniczenie badań jedynie do jednego aspektu morfologii organizmów może prowadzić do błędnych interpretacji.

(Clement 1998; zob. de Rochebrune 1883–1884; Sterns 1887). To szerokie podejście pozwala, według E. Kirksey’a i S. Helmreicha, łączyć konchologię z badaniami antropologicznymi i etnograficznymi dotyczącymi tego, jak społeczeństwa wykorzystywały zasoby naturalne w różnych kontekstach kulturowych, gospodarczych i codziennych (Kirksey, Helmreich 2010).

Zainteresowanie A. A. T. de Rochebrune’a muszlami przytaczam jednak na zasadzie punktu wyjścia dla zasygnalizowania antropologicznej refleksji nad powiązaniami ludzi z małżami. Do tych, które przyjmuję za ważne dla mojej analizy, zaliczam artykuł „Mussels and Megaprojects” autorstwa Kirsten Keller (2023). Bazuje on na badaniach etnograficznych realizowanych na wybrzeżach Muara Turun w północnej Dżakarcie, gdzie K. Keller przyglądała się temu, w jaki sposób projekty inżynieryjne i infrastrukturalne generują nierówności w lokalnych społecznościach. Jej badania uwzględniają historię wykraczającą poza ludzki wymiar – historię małży *Perna viridis*, znanych jako azjatyckie małże zielone. Jest to gatunek inwazyjny, ale posiadający duże znaczenie ekonomiczne – zbierany jest przede wszystkim na cele spożywcze, ale wiadomo również, że może gromadzić toksyny i powodować uszkodzenia zanurzonych elementów przybrzeżnych infrastruktur. Kirsten Keller nie obiera samych małży za obiekty badań – służą jej bardziej jako swoiste „etnograficzne bioindykatory”. Antropolożka stosuje takie podejście w celu umiejscowienia swoich badań w kontekście studiów wielogatunkowych. Wskazuje, że małże często pełnią funkcję właśnie bioindykatorów – ich ciała służą do identyfikowania i monitorowania zanieczyszczeń. Jednocześnie ujawniają relacje, które w innych okolicznościach mogłyby pozostać niewidoczne. Dla naukowców przyrodniczych małże mogą być mediatorami, umożliwiającymi zrozumienie choćby geografii zanieczyszczeń. Dają sposobność poznawania obiektów badawczych, które niekoniecznie muszą obejmować je same. Małże są więc niezbędne dla stawiania pytań i doboru metod, ale nie muszą stanowić głównego obiektu badań. W konsekwencji K. Keller proponuje, aby istoty te wykorzystać w podobny sposób w analizie etnograficznej, traktując je jako narzędzia diagnostyczne w badaniu sieci (nie) sprawiedliwości społecznych, które wykraczają poza perspektywę ludzką.

Takie myślenie „z małżami” umożliwia refleksję nad szeroko rozumianymi relacjami (Keller 2023).

Eben Kirksey i Stefan Helmreich dostrzegli, że choć „człowiek” przesuwają się w badaniach wielogatunkowych nieco na margines, to dyskusje naukowe wciąż dotyczą pytań o relacyjność, wymianę, (eko)razdomyślność i znaczenie. Etnograficzne badania biokapitału, bioróżnorodności i biospołeczności, te, które opierają się na jakichś formach zaangażowania w relacje z istotami nie-ludzkimi, wciąż mierzą się z problemami reprezentacji. Wciąż otwarte pozostają pytania o to, jak antropolodzy mogą czy powinni przemawiać lub faktycznie przemawiają w imieniu nie-ludzkich innych; czy badając nie-ludzi, mogą unikać antropocentryzmu, a ich narracje są w stanie uchwycić perspektywę innych gatunków bez redukcji ich do metafor czy zasobów. Wyzwaniem jest wypracowanie metodologii, która nie tylko opowiada o nie-ludziach, ale także tworzy przestrzeń dla ich sprawstwa, nie wyklucza ich różnorodności, nie instrumentalizuje ich istnienia i nie zamienia ich w wyłącznie ludzkie konstrukty (Kirksey, Helmreich 2010). W moim odczuciu jest to wyzwanie skazane na niepowodzenie. Twierdzenie, że antropologia może przemawiać w imieniu istot innych niż ludzie oraz wytwarzać wyłącznie sprawiedliwe reprezentacje samo w sobie pozostaje wyrazem antropocentryzmu. Przykładem pewnego rodzaju porażki jest choćby niniejszy artykuł. Używam w nim określonych informacji, posługuję się wiedzą, którą przyswoiłam i zawłaszczyłam od innych badaczy w celu opowiedzenia z ludzkiej perspektywy o szczeżujach i infrastrukturze. Nie mogę jednak powiedzieć niczego w imieniu tych małży. Szczężui, które w obecnej chwili stanowią część systemu biomonitoringu jakości wody w Poznaniu, nawet nie spotkałam. Nie mam i nie będę mieć z nimi zmysłowego kontaktu. Ten kontakt i ten rodzaj relacji (bez wzajemności) jest jedynie świadomościowy i mentalny, opiera się na wiedzy o tym, że coś i w jakiś sposób ma miejsce.

Problem z odmiennością nie-ludzką próbuje się rozwiązać, poddając krytyce koncepcję bytów gatunkowych, która ujmuje nie-ludzkie istoty jako homogeniczne, ignorując ich złożone relacje z ludźmi i ze światem. Kluczowe pytanie dotyczy tego, jak dostrzegać nie-ludzką odmienną bez redukcji jej do ludzkich kategorii użyteczności i znaczenia.

Pełne poznanie nie-ludzkiej sprawczości i doświadczenia pozostaje dla nas nieosiągalne. Nie oznacza to jednak, że brak dostępu do nie-ludzkiej perspektywy uniemożliwia uznanie jej istnienia. Jak zauważa Mathieu Dubeau (2018), brak możliwości doświadczenia świata orki nie oznacza, że orka nie doświadcza życia w istotny sposób. Podobne argumenty podnosi Barbara Noske w *Beyond Boundaries: Humans and Animals* (1997), dowodząc, że zwierzęta mogą posiadać własne formy świadomości i społeczeństw, które nie muszą być zrozumiałe dla ludzi.

A zatem, czy możliwe jest zrozumienie koncepcji istot nie-ludzkich, które stają się infrastrukturami? Czy jesteśmy w stanie zrozumieć te ostatnie bez jakiegokolwiek rozpoznania tego, czym są wprzęgnięte w ich funkcjonowanie, odmienne od nas, organizmy żywe? Wydaje się, że nie. Jednak, czy jeśli w tym fragmencie artykułu wprowadziłabym rozbudowany opis biologii szczeżui wielkich lub odwrotnie, dokonałabym jego de-biologizacji, stosując narrację antropomorfizującą, to czy nadałabym mu bardziej adekwatnego charakteru? Jako antropolożka społeczna jestem niekompetentna w zakresie nauk przyrodniczych. Moja aktualna wiedza na temat *Anodonta cygnea* pozostaje wiedzą terenową – jest rozproszona, bazując na wyrywkowej literaturze przedmiotu z zakresu (archeo)malakologii, częściowo również limnologii i potamologii, rozmowach z naukowcami reprezentującymi wymienione dyscypliny, materiałach prasowych, audiowizualnych, obserwacjach. Możliwa do dostarczenia reprezentacja szczeżui wielkich byłaby więc rodzajem opisu etnograficznego, w którym prawdopodobnie powinienam uwypuklić cechy wyglądu jej muszli, wskazać na fascynujący sposób rozmnażania oraz złożony cykl życiowy, opowiedzieć o innych sposobach ich wykorzystania przez ludzi, zreferować mniej lub bardziej czułe opowieści na ich temat, które usłyszałam od moich rozmówców, czy moje własne wrażenia. Próbuując przyjąć perspektywę pogłębioną, powinienam wskazać także na liczne, złożone relacje międzygatunkowe, w które szczeżuje wielkie są uwikłane: na relacje z rybami żywicielami ich larw, z różanką, która składa jaja do jamy skrzelowej tego małża, ze sporocystami i rediami określonych gatunków przywr, różnorodnymi wodopójkami, które na nich pasożytują, osiedlającymi się na ich muszlach innymi małutkami małżami (zob. Gartkiewicz 1928; Lopes-Lima 2014; Zajac 2004).

Istotniejsze dla mojej analizy pozostają jednak ściśle określone biologiczne i ekologiczne cechy szczeżui, które decydują o ich funkcji bioindykacyjnej. To one pomagają zarówno w ocenie jakości ekosystemów wodnych i wykrywaniu długoterminowych skutków zanieczyszczeń, jak i w ocenie jakości wody uzdatnianej w przedsiębiorstwach wodociągowych. Szczeżuje wielkie są małżami filtrującymi duże ilości wody (nawet kilkanaście litrów dziennie), co powoduje, że kumulują w swoich tkankach różne substancje chemiczne obecne w środowisku wodnym. Mogą żyć nawet kilkadziesiąt lat, co pozwala na długoterminowe monitorowanie zmian środowiskowych, a ponieważ nie migrują na duże odległości, stan ich zdrowia i poziom zanieczyszczeń w ich ciałach odzwierciedlają jakość wody w danym miejscu przez dłuższy czas. Reagują na zmiany parametrów wody, takie jak poziom tlenu, temperatura, co pozwala na szybkie wykrywanie problemów ekologicznych. Wreszcie, mimo iż zaliczane są do gatunku zagrożonego wyginięciem, to są stosunkowo łatwe do odławiania, następnie badania i/lub użytkowania w systemach biomonitoringowych⁷.

Idea biomonitoringu wód i poznański system małżowy⁸

Biomonitoring może być rozumiany jako praktyka społeczna, kształtowana przez relacje między nauką, polityką, technologią i lokalnymi społecznościami. Jego funkcjonowanie wykracza poza sferę czysto naukową, ponieważ decyzje dotyczące wdrażania systemów biomonitoringowych, interpretacji uzyskiwanych danych oraz ich regulacyjnych konsekwencji są zawsze podejmowane w określonym kontekście społeczno-kulturowym.

⁷ Przedstawiony opis sformułowany został w oparciu o rozmowy z naukowcami, którzy prowadzili badania laboratoryjne nad wykorzystaniem szczeżui wielkich w systemie biomonitoringu jakości wody w strukturach UAM w Poznaniu oraz w oparciu o powstającą od końca lat 50. XX wieku literaturę przedmiotu (np. Barnes 1955; Salánki 1979, 1989; Salánki, Varanka 1978). Por. Holt, Miller 2010.

⁸ W artykule używam określenia „poznański system małżowy” w odniesieniu do systemu biomonitoringu jakości wody pitnej zarządzanego przez spółkę Aquanet. Termin ten ma charakter oddolny i pochodzi od moich rozmówców.

To praktyka, która opiera się na wykorzystaniu zdolności organizmów nie-ludzkich do poszerzania ludzkich możliwości poznawczych i operacyjnych. Tą perspektywą zajmuje się między innymi Elizabeth R. Johnson, która w artykule „At the Limits of Species Being” (2017) posługuje się pojęciem biosensingu. Rozszerza ona jego techniczne znaczenie – związane z użyciem biosensorów do analizy parametrów środowiskowych – utożsamiając je z szeroko pojętą eksploatacją organizmów nie-ludzkich w celu pozyskiwania danych.

Nawet jeśli zaakceptujemy istnienie różnic między biosensingu a biomonitoringiem, w obu przypadkach mamy do czynienia z systemami, które generują wiedzę umożliwiającą wyznaczanie granic pomiędzy warunkami sprzyjającymi życiu a tymi, które mu zagrażają. Oba systemy służą identyfikacji materii niedostrzegalnej lub potencjalnie niebezpiecznej – takiej, która może wpływać na jakość życia lub jego możliwość w ogóle. Dzięki nim możliwe staje się precyzyjniejsze redefiniowanie norm ekologicznych. W tym ujęciu życie nie-ludzkie zyskuje nową wartość – jako medium poznawcze, źródło danych, a zarazem współuczestnik procesów epistemicznych.

Biomonitoring, który szczególnie mnie interesuje, jest procesem monitorowania stanu środowiska za pomocą spełniających określone wymagania organizmów żywych, których zachowania mogą wskazywać na obecność substancji określanych jako zanieczyszczenia. Innymi słowy, polega na analizie tzw. odpowiedzi biologicznych nie-ludzkich innych (por. Oertel, Salánki 2003; Holt, Miller 2010). Systemy małżowe stosowane w przedsiębiorstwach wodociągowych należą do biologicznych systemów wczesnego ostrzegania, które uzupełniają tradycyjne techniki fizyczne i chemiczne, oferując ciągłe i szybkie wykrywanie substancji toksycznych. Małże, ale także inne organizmy żywe, wplecione w takie rozwiązania hydroinfrastrukturalne, pełnią więc funkcję wrażliwych na szeroki zakres zanieczyszczeń sygnalistów, którzy dają znać o potencjalnym skażeniu. Nie oferują jednak możliwości zdefiniowania ani jego rodzaju, ani źródła pochodzenia (Borcherding 2006; Vereycken, Aldridge 2023).

W Polsce wykorzystuje się kilka rodzajów bioindykatorów – nie tylko małże z rodziny skójkowatych (Unionidae), do których należą szczególnie

wielkie⁹ – ale także ryby i bakterie¹⁰. Systemy małżowego biomonitoringu funkcjonują w 51 punktach wodociągowych i są to miejsca ujęć wody pitnej. System stosowany w Poznaniu jest najstarszy i znajduje zastosowanie w trzech stacjach uzdatniania wody – w samym Poznaniu oraz w pobliskich mu Mosinie i Gruszczyńskim koło Swarzędza. Jego stworzenie było możliwe dzięki projektowi badawczemu realizowanemu od 1991 roku w przejętym przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza Instytucie Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej. Projekt był finansowany przez Fundację Marii Skłodowskiej-Curie przy wsparciu amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (EPA)¹¹. Grant był realizowany do 1995 roku, ale rok wcześniej, jesienią, system biomonitoringu został komercyjnie zaimplementowany w Poznaniu¹². Pomysłodawcą pierwowzoru tego rozwiązania był profesor Janos Salánki z Balaton Limnological Research Institute of the Hungarian Academy of Science w Tihany (Salánki 1979, 1989; Oertel, Salánki 2003). Jest to koncepcja, która narodziła w drugiej połowie lat 60. XX wieku, pod wpływem przełomowej książki *Silent Spring* (1962) autorstwa Rachel Carson, w której autorka ujawniła negatywne skutki stosowania pestycydów, zwłaszcza DDT, dla środowiska i zdrowia organizmów żywych¹³.

⁹ Szczeżuje wielkie wykorzystywane są wyłącznie w systemie biomonitoringu w Poznaniu. W pozostałych są to skójki zaostrome.

¹⁰ Aquanet jest pierwszym i jedynym przedsiębiorstwem wodociagowym w Polsce oraz drugim w Europie, które wykorzystuje mikroorganizmy do ochrony ujęć wody przed skażeniami. Firma stosuje dwa systemy oparte na bakterii luminescencyjnych *Vibrio fischeri* — w ujęciu Dębina (SUW Poznań) oraz w ujęciu Krajkowo (SUW Mosina). Jednak tylko w Poznaniu system ten działa na wodzie powierzchniowej; w pozostałych przypadkach wykorzystywane są wody podziemne lub wstępnie uzdatnione.

¹¹ U.S. Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/>.

¹² System małżowy zainstalowany w poznańskich wodociągach powstał dzięki współpracy naukowców z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza oraz Politechniki Poznańskiej, gdzie opracowano automatykę i rozwiązania komputerowe. System ten działał bezawaryjnie do 2013 roku. Następnie został zrewitalizowany i udoskonalony, choć wyłącznie w zakresie elektroniki.

¹³ Publikacja ta zapoczątkowała debatę publiczną na temat odpowiedzialności człowieka za stan środowiska, przyczyniła się do zaostrzenia regulacji dotyczących pestycydów i odegrała kluczową rolę w powstaniu nowoczesnego ruchu ekologicznego. Doprowadziła również do wprowadzenia zakazu stosowania DDT w wielu krajach oraz do powstania wspomnianej Agencji Ochrony Środowiska w USA (zob. Carson 2002).

Przez trzydzieści lat poznańskim systemem małżowym, na miejscu, opiekowała się ta sama osoba, która go wdrażała. Podobnie jest w przypadku jego logistycznej i „bio-technicznej” obsługi – nadal leży w gestii pracowników od samego początku zaangażowanych w projekt. System ten w dużej mierze pozostaje niezmienny – wymianie podlegają jedynie osobniki *Anodonta cygnea*. Przekształceniom, modernizacjom i ulepszeniom poddaje się natomiast pozostałe elementy całej infrastruktury wodociągowej. W narracjach przeznaczonych dla odbiorców produktu końcowego jakim jest woda pitna system biomonitoringu jest prezentowany jako wprzęgający do pracy małże określane strażnikami. Są to szczeżuje, które były i są pozyskiwane z różnych akwenów wodnych – z takich, które spełniały odpowiednie warunki, by organizmy te mogły w nich zamieszkiwać i trwać. Były to (i pozostają) zarówno zbiorniki o pochodzeniu naturalnym, jak i antropogenicznym. Co około dwa i pół miesiąca szczeżuje są odławiane, czym zajmuje się stale jedna osoba. Transportuje się je do stacji uzdatniania wody, gdzie przez dwa tygodnie, w akwarium przejściowym, przechodzą aklimatyzację. Przez ten czas przebywają w dobrze natlenionej wodzie i są karmione. Następnie zostają „zaprzężnięte do pracy” i umieszczone w akwarium docelowym, w którym podpinane są do systemu, i przez które przepływa monitorowana woda. Biomonitoring oparty jest na analizie aktywności fizjologicznej małży i polega na całodobowej rejestracji oraz analizie dynamiki otwierania i zamykania się ich muszli. Woda przepływająca przez ciała szczeżui to woda rzeczna, w przypadku części Poznania pobierana z ujęcia na Dębinie. Jest ona poddawana wstępnej filtracji w celu usunięcia zawiesin żelaza i manganu. Każdy małż jest mocowany w akwarium do podłoża za pomocą nietoksycznego kleju, przy czym do jednej z połówek muszli przymocowany zostaje magnes, który współpracuje z czujnikiem hallotronowym. Czujnik rejestruje zmiany natężenia pola magnetycznego, które są bezpośrednio związane z ruchem muszli, a pozyskane dane są przesyłane do wzmacniacza oraz sterownika systemu, gdzie podlegają cyfrowej konwersji, następnie są transmitowane do komputera i, między innymi, wizualizowane (Domek 2002; Domek, Piotrowicz, Klimaszyk, Kraska 1994; Podolski b.d.). Poza wprowadzaniem małż do systemu i ich

wyprowadzaniem człowiek nie bierze udziału w procesie kontroli jakości wody do momentu, kiedy nie zostanie wykazany stan alarmowy.

Istoty nie-ludzkie jako infrastruktury (zakończenie)

Proponuję przyjrzeć się szczerzujom wielkim w ujęciu ontologii infrastrukturalnej. Przyjmuję, że jest to odpowiedź na stapianie się ekosystemów z infrastrukturami, w których życie istot nie-ludzkich ulega infrastrukturalizacji z wszelkimi możliwymi biopolitycznymi implikacjami tego procesu (Barua 2020, 2021).

Jeśli biopolityczne aspekty powiązań między infrastrukturą a życiem stają się widoczne w projektach inżynieryjnych, uwzględniających organizmy inne niż ludzkie, to tym wyraźniejsze stają wówczas, gdy organizmy te są wprężane w systemy infrastrukturalne. Bez wątpienia mamy dziś do czynienia z procesami przekształcania zarówno całych ekosystemów, jak i ich elementów w infrastrukturę. To zaś wiąże się z ekonomiczną życia pozaludzkiego, w której bio- i anatomo- polityka integrowane są z mechanizmami rozwoju współczesnego kapitalizmu. W tym kontekście życie zostaje podporządkowane logice produktywności, a same akty ekologicznego istnienia i działania zostają włączone w proces akumulacji kapitału. Wytwarzanie infrastruktury nie-ludzkiej nadal pełni funkcję narzędzia zarządzania i kontroli nad życiem ludzkim, zwłaszcza w obliczu przyszłości postrzeganej jako niepewna i niestabilna (Barua 2021).

Postępujące uwikłanie światów infrastrukturalnych i nie-ludzkich czyni ontologiczne rozróżnienia między nimi trudnymi, a niekiedy niemożliwymi do utrzymania. Tu można odwołać się do idei naturokultury Donny Haraway (2003) czy medianatury Jussiego Parikki (2018), które wyjaśniają coraz bardziej wyraźne i złożone powiązania między organicznymi ciałami a ich nieorganicznym otoczeniem. Lisa Krieg, Maan Barua i Josh Fisher odczytują je jako ekologizację infrastruktury (2020). Szczerzuje wielkie w poznańskich wodociągach są dostawcami usług ekosystemowych i wykonują pracę metaboliczną. Ich ciała stanowią element

rozbudowanej hydroinfrastruktury, której celem jest produkcja zdatnej do spożycia wody. Ich sprzężenie z prostym w działaniu systemem biomonitoringu to przykład wykorzystania nie-ludzkiego potencjału w celu zabezpieczania ludzkiego życia. Poza tym, że z *Anodonta cygnea* łączy nas woda, to nasza pośrednia relacja z nimi tkwi także w biopolityce zarządzania życiem w ogóle – naszym, ludzkim, za pośrednictwem istot innych niż my.

Infrastruktura obejmuje nie tylko materialne obiekty, lecz także relacje między nimi (Larkin 2013). Jej funkcjonowanie opiera się na złożonych interakcjach między elementami społecznymi i naturalnymi, prowadząc do powstawania nowych powiązań (Harvey, Jensen, Morita 2017; Ragavan, Srivastava 2020). Susan L. Star wyjaśnia, że infrastruktura jest ściśle związana ze środowiskiem i stanowi część większych struktur. Zwraca również uwagę, że jej funkcjonowanie jest przyswajane głównie w praktykach społecznych, a poprzez nie naturalizuje się w społeczności, która codziennie z niej korzysta. Infrastruktura jest więc znaczeniowo przezroczysta i nie myślimy o niej, gdy z niej korzystamy. W codziennym życiu dla jej użytkowników staje się tak naturalna, że często pozostaje niezauważalna, a wręcz banalna. W ten sposób „stabilizuje się” i zazwyczaj dostrzega się ją dopiero w momencie awarii (Star 1999). Małżowy system biomonitoringu jakości wody jest tego doskonałym przykładem. Można raczej zakładać, że zdecydowana większość osób zamieszkujących Poznań i jego okolice nie ma żywej świadomości tego, że, pijąc herbatę, myjąc ręce czy podlewając kwiaty doniczkowe, korzysta z wody, która *de facto* przepłynęła przez ciała szezęui wielkich. Nawet dla osób pracujących w przedsiębiorstwie wodociągowym (opiekujących się systemem), które mają bezpośredni i/lub zdalny kontakt ze szezęujami, relacja z nimi nie ma znaczenia do momentu, kiedy ich zachowanie nie wykaże odstępstwa od ustalonej, statystycznej normy. Dopiero stan alarmowy wzmaga zainteresowanie nimi oraz intensyfikuje obserwację i analizę wszystkich, pozostałych elementów składających się na całość hydrainfrastruktury uzdatniającej wodę.

Można zastanowić się nad tym, czy termin „infrastruktura” jest w ogóle pomocny w ujmowaniu różnorodnych relacji i działań wykraczających

poza człowieka. Przyjmuję, że jest to lepsze narzędzie analityczne, pozwalające na głębsze zrozumienie czasowości, polityki i ekonomii systemów naturokulturowych, niż konwencjonalne antropocentryczne ujęcia oferowane na przykład przez ekologię polityczną. Przyjrzyjmy się szczeżuom z perspektywy wspominanych już usług ekosystemowych. W wielu artykułach prasowych i innych doniesieniach medialnych informujących społeczność o zastosowaniu systemów biomonitorujących jakość wód w lokalnych przedsiębiorstwach wodociągowych mamy do czynienia z naturalizacją pracy nie-ludzkiej. Nagłówki tych zazwyczaj zdawkowych artykułów formułowane są następująco:

Małże i ryby testerami wody / Oto... najmniejsi pracownicy wodociągów / Małże w wielkim mieście. „Pracują w wodociągach” / Biomonitoring łódzkiej wody, czyli małże na straży wody / Osiem małży „pracuje” dla Warszawy / Małże w służbie monitorowania zdatności wody / Bioindykacja, czyli małże na etacie / Małże dbają o kranówkę. Będą robić to lepiej / Wodociągi strzeżone przez... małże / Małże na straży dobrej wody / Strzeleckie wodociągi zatrudniają... mięczaki. Małże czuwają nad jakością wody¹⁴.

Małże przede wszystkim pełnią funkcję służebną, a ich praca ujmowana jest w cudzysłowie. Jocelyne Porcher pisze wprost, że taki rodzaj naturalizacji pracy wykonywanej przez organizmy nie-ludzkie to wykorzystywanie procesów naturalnych bez uznania ich za faktyczną pracę. Traktowanie pracy zwierząt, roślin czy innych istot jako „naturalnej”, a więc niewynagradzanej oraz nieidentyfikowanej politycznie, umożliwia kapitalizmowi jej wyzysk, przy jednoczesnym przenoszeniu kosztów na środowisko i dobrostan nie-ludzi. Naturalizacja ta prowadzi do utowarowienia niewidocznej pracy zwierząt, które funkcjonują jako „pracownicy w cieniu” wykonujący usługi ekologiczne (Porcher 2014, 2015; por. Barron, Hess 2020). Rozmywanie się granic między pracą

¹⁴ Zob. *Małże i ryby testerami wody* 2019; Szarafin 2019; *Małże w wielkim mieście* 2021; *Biomonitoring łódzkiej wody* 2021; Luc-Lepianka 2024; *Małże w służbie* b.d.; *Bioindykacja, czyli małże na etacie* 2022; *Małże dbają o kranówkę* 2022; Stynkiewicz 2017; *Małże na straży dobrej wody* 2016; Waloszyński 2024.

a naturą bez wątpienia staje się widoczne w infrastrukturach wodnych wykorzystujących filtracyjno-bioindykacyjne zdolności małży różnego gatunku. Jednakże, jak pokazuje M. Barua, procesy sprzęgania organizmów nie-ludzkich z infrastrukturami należy postrzegać jako bardziej złożone. W artykule „Animal Work: Metabolic, Ecological, Affective” (2018) badacz ten opisuje wykorzystanie małży w tak zwanych infrastrukturach ekologicznych (sztuczne zbiorniki wodne, kanały), w których nie tylko filtrują wodę, usuwając cząstki zanieczyszczeń i nadmiar składników odżywczych, ale także przyczyniają się do ich niszczenia. W tym sensie małże stają się częścią systemu zarządzania, który musi ulegać przeformułowaniu i uwzględniać ich obecność i bio-sprawstwo wpływające na funkcjonowanie systemów wodnych. Krytyczna analiza infrastruktury zwierzęcej sugeruje, że zwierzęta nie są jedynie „naturalnymi zasobami”, ale częścią politycznych i ekonomicznych strategii zarządzania środowiskiem. Włączenie ich do kapitalistycznych systemów eksploatacji oznacza, że ich praca – choć często niewidoczna – staje się kluczowa dla utrzymania obecnego modelu gospodarczego. Jednak jej niewidoczność nie powinna prowadzić do naturalizacji i dalszego pogłębiania nierówności, ale raczej do refleksji nad etycznymi i społecznymi konsekwencjami wykorzystywania życia nie-ludzkiego jako infrastruktury (Barua 2021).

Sprawstwo szczeżui wielkich w systemie biomonitoringu jakości wody odczytuję jako relacyjnie zniuansowane. W dużej mierze siła jego oddziaływania zależna jest od interpretacji ich zachowań przez osoby obserwujące je długoterminowo, będące z nimi oraz z całym systemem w pewnego rodzaju relacji, które potrafią jednoznacznie stwierdzić, czy nienormatywnie dłużej trwające zamknięcie muszli to kaprys szczeżui, ich przerwa, efekt stresu, czy też stanowi reakcję na rzeczywiste zanieczyszczenie, a jeśli tak, to na jakie i skąd pochodzące. Relacje między kapitałem a życiem nie są tu deterministycznie uwarunkowane, a w przypadku szczeżui wielkich, wraz z innymi gatunkami małży wykonującymi pracę bioindykacyjną, wymykają się systemowi choćby dlatego, że nie są certyfikowane, a po wykonaniu pracy w przedsiębiorstwach wodociągowych wracają do naturalnych siedlisk.

Postrzeganie infrastruktury z perspektywy bytów nie-ludzkich generuje istotne konsekwencje epistemologiczne i polityczne, kwestionując antropocentryczne rozumienie infrastruktury jako wyłącznie materialnych konstrukcji lub systemów wiedzy. Infrastruktura stanowi proces negocjowania granic pomiędzy naturą a technologią, w ramach którego dochodzi do wzajemnego przenikania się ekosystemów naturalnych i infrastrukturalnych. W tym kontekście modernistyczne narracje dotyczące infrastruktury (Gandy 2014) zostają odwrócone – infrastruktura nie tyle projektuje i konstruuje przyszłość, ile utrzymuje ją w zawieszeniu. Jednocześnie, w warunkach niepewności, codzienne funkcjonowanie jest podtrzymywane przez improwizację infrastrukturalną obejmującą również współdziałanie z bytami nie-ludzkimi (Simone 2013). Takie poszerzone ujęcie ontologii infrastruktury prowadzi do jej redefinicji, podważając dominujące w naukach społecznych modele analityczne. Tym samym otwiera ono przestrzeń dla nowych, bardziej inkluzywnych podejść badawczych uwzględniających relacyjność infrastruktury oraz jej wielogatunkowy i procesualny charakter.

Bibliografia

- Acevedo Guerrero, T. (2018). Water infrastructure: A terrain for studying nonhuman agency, power relations, and socioeconomic change. *WIREs Water*, 5 (5). doi: 10.1002/wat2.1298
- Aquanet S.A. (b.d.). <https://www.aquanet.pl/>
- Aquanet S.A. (2017). A woda była z Warty... Historia wodociągów Poznania. Kierunek WodKan.pl. Pozyskano z <https://www.kierunek-wodkan.pl/arttykul,35642,a-woda-byla-z-warty-historia-wodociagow-poznania.html>
- Bakshi, B., Bouchard Jr., W., Dietz, R., Hornbach, D., Monson, Ph., Sietman, B. & Wasley, D. (2023). Freshwater Mussels, Ecosystem Services, and Clean Water Regulation in Minnesota: Formulating an Effective Conservation Strategy. *Water*, 15 (14), 2560. doi: 10.3390/w15142560

- Barron, E. & Hess, J. (2020). Non-Human Labour: The Work of Earth Others. In: J. Gibson-Graham, K. Dombroski (eds.), *The Handbook of Diverse Economies* (p. 163–169). Cheltenham, Northampton: Edward Elgar Publishing.
- Borcherding, J. (2006). Ten years of practical experience with the Dreissena-Monitor, a biological early warning system for continuous water quality monitoring. *Hydrobiologia*, 556, 417–426. doi: 10.1007/s10750-005-1203-4
- Barua, M. (2018). *Animal Work: Metabolic, Ecological, Affective. Cultural Anthropology. Fieldsights Series*. Pozyskano z <https://culanth.org/fieldsights/animal-work-metabolic-ecological-affective>
- Barua, M. (2020). Nonhuman life as infrastructure. *Society and Space. Forum: Ecologizing Infrastructure: Infrastructural Ecologies*. doi: 10.17863/CAM.65171
- Barua, M. (2021). Infrastructure and non-human life: A wider ontology. *Progress in Human Geography*, 45 (6), 1467–1489. doi: 10.1177/0309132521991220
- Bioindykacja, czyli małże na etacie. (2022). *Wody Miejskie Stargard*. Pozyskano z <https://wodymiejskie.stargard.pl/bioindykacja-czyli-malze-na-etacie/>
- Biomonitoring łódzkiej wody, czyli małże na straży wody. (2021). *Sozosfera.pl*. Pozyskano z <https://sozosfera.pl/woda/biomonitoring-lodzkiej-wody-czyli-malze-na-strazy-jakosci-wody/>
- Braun, B. (2005). Environmental issues: writing a more-than-human urban geography. *Progress in Human Geography*, 29 (5), 635–650. doi: 10.1191/0309132505ph574pr
- Barnes, G. E. (1955). The behaviour of *Anodonta cygnea* L., and its neurophysiological basis. *The Journal of Experimental Biology*, 32, 158–174. doi: 10.1242/jeb.32.1.158
- Carson, R. (2002). *Silent Spring*. Boston. New York: Mariner Books. Pozyskano z https://www.fao.org/fileadmin/templates/library/pdf/Silent_spring.pdf
- Clement, D. (1998). The Historical Foundations of Ethnobiology. *Journal of Ethnobiology*, 18 (2), 161–187. Pozyskano z <https://ethnobiology.org/sites/default/files/pdfs/JoE/18-2/Clement.pdf>

- Ćwiertnia, R. (b. d.). Początki poznańskich wodociągów i kanalizacji. Blog Traktu Królewsko-Cesarskiego. Pozyskano z https://trakt.poznan.pl/blog_article/195/pocz-ty-pozna-skich-wodoci-g-lw-i-kanalizacji
- Domek, P. (2002). System biomonitoringu jakości wody oparty o krajowe małże słodkowodne. W: J. A. Oleszkiewicz, M. M. Sozański (red.), *Zaopatrzenie w wodę i jakość wód: materiały konferencyjne : V Międzynarodowa Konferencja, XVII Krajowa Konferencja*, Gdańsk – Poznań, Polska, 2002 r. (s. 1–4). Poznań: Politechnika Poznańska.
- Domek P., Piotrowicz, R., Klimaszyk, P. i Kraska, M. (1994). Małże jako wskaźniki incydentalnych zanieczyszczeń wód powierzchniowych, XVI Zjazd Hydrobiologów Polskich. Wrocław: Wydawnictwo Polskiego Towarzystwa Hydrobiologów.
- Dubeau, M. (2018). Reclaiming Species-Being: Toward an Interspecies Historical Materialism. *Rethinking Marxism*, 30 (2), 186–207. doi: 10.1080/08935696.2018.1502307
- Gandy, M. (2004). Rethinking Urban Metabolism: Water, Space and the Modern City. *City*, 8 (3), 363–379. doi: 10.1080/1360481042000313509
- Gartkiewicz, S. (1928). *Szczężuja*. Biblioteka Biologiczna pod redakcją prof. dr. J. Wilczyńskiego, No. 5. Warszawa, Kraków, Lublin, Łódź, Paryż, Poznań, Wilno, Zakopane: Nakład Gebethnera i Wolffa. Pozyskano z https://rcin.org.pl/Content/48047/PDF/WA448_2892_150_Gartkiewicz.pdf
- Haraway, D. (2003). *The Companion Species Manifesto: Dogs, People, and Significant Otherness*. Chicago: Prickly Paradigm Press. Pozyskano z https://xenopraxis.net/readings/haraway_companion.pdf
- Harvey, P., Jensen, C. B. & Morita, A. (eds.). (2017). *Infrastructures and Social Complexity: A Companion*. London: Routledge.
- Holt, E. A. & Miller, S. W. (2010). Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. *Nature. Education. Knowledge*, 3 (10). Pozyskano z <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310/>
- Johnson, E. R. (2017). At the Limits of Species Being: Sensing the Anthropocene. *South Atlantic Quarterly*, 116 (2), 275–292. doi: 10.1215/00382876-382940

- Keller, K. (2023). Mussels and Megaprojects. Landscape Structure and Structural Inequality at Jakarta's Coast. *Social Anthropology*, 31 (4), 76–94. doi: 10.3167/saas.2023.310406
- Kirksey, S. E. & Helmreich, S. (2010). The emergence of multispecies ethnography. *Cultural Anthropology*, 25 (4), 545–576. doi: 10.1111/j.1548-1360.2010.01069.x
- Kohn, E. (2007). How Dogs Dream: Amazonian Natures and the Politics of Transspecies Engagement. *American Ethnologist*, 34 (1), 3–24. doi: 10.1525/ae.2007.34.1.3
- Krieg, L., Barua, M. & Fisher, M. (2020). Society and Space. Forum: Ecologizing Infrastructure: Infrastructural Ecologies. Pozyskano z <https://www.societyandspace.org/forums/ecologizing-infrastructure-infrastructural-ecologies>
- Larkin, B. (2013). The politics and poetics of infrastructure. *Annual Review of Anthropology*, 42, 327–343. doi: 10.1146/annurev-anthro-092412-155522
- Latour, B. (2010). *Splatając na nowo to, co społeczne: wprowadzenie do teorii aktora-sieci* (przeł. A. Derra). Kraków: Universitas.
- Lopes-Lima, M. (2014). *Anodonta cygnea*, The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T156066A21400900. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T156066A21400900.en>
- Luc-Lepianka, S. (2024). Osiem małży „pracuje” dla Warszawy. Inn:Poland.pl. Pozyskano z <https://innpoland.pl/208382,malze-dbaja-o-czystosc-wody-w-Polsce-jak-dziala-biomonitoring>
- Małże w wielkim mieście. „Pracują w wodociągach”. (2021). Polskie Radio Czwórka. Pozyskano z <https://www.polskieradio.pl/10/5366/artykul/2763979,malze-w-wielkim-miescie-pracuja-w-wodociagach>
- Małże dbają o kranówkę. Będą robić to lepiej. (2022). Polskie Radio Czwórka. Pozyskano z <https://www.polskieradio.pl/10/5366/artykul/2991030,malze-dbaja-o-kranowke-beda-robic-to-lepiej>
- Małże i ryby testerami wody. (2019). Wodociągi Warszawskie. Pozyskano z <https://www.mpwik.com.pl/view/malze-i-ryby-testerami-wody&i=678>

- Małże na straży dobrej wody. (2016). Koscian.net. Pozyskano z https://www.koscian.net/Malze_na_strazy_dobrej_wody,27526.html
- Małże w służbie monitorowania zdatności wody. (b.d.). JBZD.pl. Pozyskano z <https://jbzd.com.pl/obr/2779327/malzewy-biomonitoring-malze-w-sluzbie-monitorowania-zdatnosci-wody>
- Nad jakością wody do picia czuwają małże. (2016). Marathon Poznań.pl. Pozyskano z https://marathon.poznan.pl/img_9821/
- Niewöhner, J. (2015). Anthropology of infrastructures of society. In: J. D. Wright (ed.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* 2nd edition, Vol. 12 (p. 119–125). Amsterdam: Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-08-097086-8.12201-9
- Noske, B. (1997). *Beyond Boundaries: Humans and Animals*. Montreal: Black Rose Books. Pozyskano z <https://www.scribd.com/document/776336732/Beyond-Boundaries-Humans-and-Animals>
- Od 26 lat czuwają nad czystością wody. Nie da się ich oszukać. (2020). TVN 24.pl. Pozyskano z <https://tvn24.pl/poznan/poznan-malze-filtruja-wode-sprawdzaja-czy-woda-jest-zanieczyszczona-czy-czysta-st4690274>
- Oertel, N. & Salánki, J. (2003). Biomonitoring and Bioindicators in Aquatic Ecosystems. In: R. S. Ambasht, N. K. Ambasht (eds.), *Modern Trends in Applied Aquatic Ecology* (p. 219 – 246). New York: Springer Science, Business Media.
- Orlove, B. (2015). Anthropologists Exploring Water in Social and Cultural Life: Introduction. *American Anthropologist*. Virtual Issue. Pozyskano z <https://anthrosource.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/15481433/exploring-water>
- Parikka, J. (2018). Medianatures. *ZMK Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung*. *Mediocene*, 9 (1), 103–106. doi: <https://doi.org/10.25969/mediarep/18701>
- Podolski, G. (b.d.). Biomonitoring w Aquanet. Aquanet.pl. Pozyskano z <https://www.aquanet.pl/strefa-wiedzy/biomonitoring-w-aquanet/#biomonitoring-ma%C5%82%C5%BCe>
- Porcher, J. (2015). Animal Work. In: L. Kalof (ed.), *The Oxford Handbook of Animal Studies* (p. 302–318). Oxford: Oxford University Press.

- Porcher, J. (2014). The work of animals: a challenge for social sciences. *Humanimalia*, 6 (1). doi: 10.52537/humanimalia.9925
- de Rochebrune, A. T. (1883–1884). De l'emploi des mollusques chez les peuples anciens et modems. Paris: E. Leroux. Pozyskano z <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6219269f/f46.item>
- Rządowe Centrum Bezpieczeństwa. (2025). Przedłużenie obowiązywania stopni alarmowych do 28 lutego 2025 r. Pozyskano z <https://www.gov.pl/web/rcb/przedluzenie-obowiazywania-stopni-alarmowych-do-28-lutego-2025-r>
- Ragavan, S. & Srivastava, S. (2020). Commoning Infrastructures. Society and Space. Forum: Ecologizing Infrastructure: Infrastructural Ecologies. Pozyskano z <https://www.societyandspace.org/articles/commoning-infrastructures>
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz. U. 2014 poz. 1348. Pozyskano z <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=w-du20140001348>
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 grudnia 2016 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Dz. U. z 2016 r., poz. 2183.
- Salánki, J. (1979). Behavioural studies on mussels under changing environmental conditions. *Symposia Biologica Hungarica*, 19, 169–176.
- Salánki, J. (1989). New avenues in the biological indication of environmental pollution. *Acta Biologica Hungarica*, 40, 295–328.
- Salánki, J. & Varanka, L. (1978). Effect of some insecticides on the periodic activity of the fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.). *Acta Biologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 29, 173–180.
- Simone, A. (2013). People as Infrastructure: Intersecting Fragments in Johannesburg. *Public Culture*, 16 (3), 407–429.
- Sterns, R. E. C. (1887). Ethnoconchology. A study of primitive money. In: Report of the United States National Museum for the year ending June 30, 1887 (Pt. 2 of the Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution for the year ending June 30, 1887) (p. 297–334). United States National Museum Staff Publications.

- Pozyskano z https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/29851/Stearns_1887_297-334.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Swyngedouw, E. (2004). *Social power and the urbanization of water*. Oxford: Oxford University Press. doi: 10.1093/oso/978s0198233916.001.0001
- Stanisz, A. (2024). Ekologie infrastrukturalne – między road studies a antropologią środowiskową. „Nie patrz w górę” w gminie Rogoźno. W: R. Kleśta-Nawrocki, P. Oliński, W. Piasek (red.), *Badanie środowiska przyrodniczego w naukach humanistycznych, społecznych i przyrodniczych* (s. 93–110). Toruń: Uniwersytet im. Mikołaja Kopernika.
- Star, S. L. (1999). The ethnography of infrastructure. *American Behavioral Scientist*, 43 (3), 377–391. doi: 10.7551/mitpress/10113.003.0030
- Strang, V. (2010). Water, Culture and Power: Anthropological Perspectives from “Down Under”. *Insights. Journal of the Institute of Advanced Study*, 3 (14), 2–26. Pozyskano z https://www.iasdurham.org/wp-content/uploads/2021/03/Strang_Water-Culture-and-Power-Antropological-Perspectives-from-Down-Under.pdf
- Strang, V. (2016). Infrastructural Relations: Water, Political Power and the Rise of a New “Despotic Regime”. *Water Alternatives. Special issue: Water, infrastructure and political rule*, 9 (2), 292–318. doi: 10.22380/2539472X.575
- Strang, V. (2019). Water. In: F. Stein (ed.), *The Open Encyclopedia of Anthropology*. Cambridge: Open Knowledge Press. doi: 10.29164/19water
- Stynkiewicz, D. (2017). Wodociągi strzeżone przez... małże. *Radio Poznań*. Pozyskano z <https://radiopoznan.fm/informacje/pozostale/wodociagi-strzezone-przez-malze>
- Szarafin, B. (2019). Oto... najmniejsi pracownicy wodociągów. *Radio Wrocław*. Pozyskano z <https://www.radiowroclaw.pl/articles/view/90797/Oto-najmniejsi-pracownicy-wodociagow>
- U.S. Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/>.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Dz. U. z 2022 r. poz. 916. Pozyskano z <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20040920880>

- Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym. Dz. U. 2007 nr 89 poz. 590. Pozyskano z <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20070890590>
- Vereycken, J. E. & Aldridge, D. C. (2023). Bivalve molluscs as biosensors of water quality: state of the art and future directions. *Hydrobiologia*, 850, 231–256. doi: 10.17863/CAM.92352
- Waloszyński, M. (2024). Strzeleckie wodociągi zatrudnią... mięczaki. Małże czuwają nad jakością wody. Radio Opole. Pozyskano z <https://radio.opole.pl/100,788056,strzeleckie-wodociagi-zatrudnia-mieczaki-malze-c>
- Worster, D. (2009). Water in the age of imperialism and beyond. In: T. Tvedt, T. Oestigaard (eds.), *A history of water*, series 2, vol. 1: The ideas of water from antiquity to modern times (p. 5–17), London: I.B. Tauris.
- Wutich, A. & Beresford, M. (2019). The economic anthropology of water. *Economic Anthropology*, 6 (2), 168–182. doi: 10.1002/sea2.12153
- Zajac, K. (2004). *Anodonta cygnea*. W: Z. Głowaciński, J. Nowacki (red.), *Polska Czerwona Księga Zwierząt. Bezkręgowce*. Kraków: Instytut Ochrony Przyrody PAN w Krakowie, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu. Pozyskano z <https://www.iop.krakow.pl/pckz/opis8ec2.html?id=128&je=pl>