

**Ilona Wrześniewska\***

**Dorota Ciołek\*\***

**Tomasz Zarzycki\*\*\***

## **Modelowanie ekonomicznej wartości denitryfikacji jako jednej z usług ekosystemowych Zatoki Gdańskiej z wykorzystaniem WTP**

### **Wstęp**

Coraz większa część PKB powstaje dzięki dynamicznie rozwijającej się szeroko pojętej gospodarce morskiej. Komisja Europejska mówi o „błękitnym wzroście” jako motorze rozwoju gospodarek regionów nadmorskich [COM, 2014, s. 2]. Wzrost intensywności eksploatacji zasobów morza (energii wiatru, falowania, minerałów, procesów) wiąże się z rosnącą potrzebą dogłębnego zidentyfikowania korzyści, jakie z niego czerpiemy. Szczególnie, że część z nich ma charakter pozytywnych efektów zewnętrznych. Ważną kategorią w tym zakresie są tzw. regulacyjne usługi ekosystemowe, na które składają się m.in. procesy równoważące skutki eutrofizacji, takie jak denitryfikacja. Wyceny ekonomiczne dotyczące usług regulacyjnych, wykonanych w kontekście określonych warunków środowiskowo-ekonomicznych to nowy obszar badań ekosystemów morskich. W artykule zaprezentowany został fragment wyników badań, których celem była ekonomiczna wycena usługi regulacyjnej ekosystemu Zatoki Gdańskiej. Należy przy tym zaznaczyć, że usługa ta została poddana analizie socjoekonomicznej po raz pierwszy.

Szacowanie ekonomicznej wartości procesów równoważenia skutków eutrofizacji wykonano metodą wyceny warunkowej (ang. *Contingen Valuation Method* – CVM), w której wykorzystano wyniki badania ankietowego. Zasadnicze badanie ankietowe przeprowadzono na reprezenta-

---

\* Mgr, Instytut Oceanografii, Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański, al. Marszałka Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia, oceika@ug.edu.pl

\*\* Dr, Katedra Ekonometrii, Wydział Zarządzania, Uniwersytet Gdański, ul. Armii Krajowej 101, 81-824 Sopot, dorota.ciolek@ug.edu.pl

\*\*\* Dr, Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański, al. Marszałka Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia, tomasz.zarzycki@ug.edu.pl

tywnej grupie 1000 dorosłych Polaków<sup>1</sup>. Głównym celem projektu badawczego, w ramach którego prowadzono opisywane badanie, było określenie wartości spodziewanego WTP (*Willingness to Pay*) na bazie wartości zadeklarowanych przez respondentów. Jednakże uzyskany z badania ankietowego zasób informacji pozwolił także na znalezienie odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób zadeklarowane WTP zależy od różnych czynników socjologicznych, ekonomicznych i demograficznych.

Celem artykułu jest zaprezentowanie wyników modelowania ekonometrycznego zadeklarowanej w ankietach kwoty, jaką respondent był skłonny zapłacić w celu sfinansowania rozwiązań technologicznych zastępujących utracone naturalne funkcje samooczyszczania się Zatoki Gdańskiej. Takie kwoty określane są w literaturze jako gotowość do zapłaty WTP i są podstawą wyceny między innymi nierynkowych dóbr środowiskowych. Wykorzystując modele dla regresji przedziałowych i modele tobitowe dla zmiennych uciętych, zbadano wpływ na wartość WTP zmiennych socjologicznych, ekonomicznych i demograficznych. Ekonometryczna analiza związków przyczynowo-skutkowych pozwoliła na lepsze zrozumienie czynników kształtujących WTP, co w przyszłości może pomóc w dokładniejszej wycenie szerszego wachlarza usług ekosystemowych.

Prezentowane wyniki są częścią efektów realizacji projektu naukowego pt. „Szacowanie wartości ekonomicznej procesów równoważenia skutków eutrofizacji – regulacyjnych usług ekosystemowych Zatoki Gdańskiej, w kontekście promowania zrównoważonego rozwoju”, który został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2012/05/N/HS4/00960.

---

<sup>1</sup> Badana próba była reprezentatywną próbą losowo-kwotową, której skład odpowiadał składowi populacji ze względu na województwo i miejsce zamieszkania (miasto lub wieś) respondenta, płeć i wiek. Wielkości poszczególnych cech zostały obliczone na podstawie Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego. Zastosowano dobór próby warstwowy. Wyznaczono warstwy, dzieląc mieszkańców na województwa. W losowo wybranych miejscowościach (losowane były miejscowości z uwzględnieniem ich wielkości na poziomie wojewódzkim) ankieterzy dobierali rozmówców zgodnie ze szczegółową instrukcją zapewniającą ogólnopolską reprezentatywność próby ze względu na ww. cechy.

## 1. Równoważenie skutków eutrofizacji – regulacyjna usługa ekosystemowa

Idea podejścia ekosystemowego rekomenduje definiowanie i klasyfikację funkcji ekosystemów jako dóbr i usług czerpanych z morza. Dobra i usługi to pośrednie i bezpośrednie korzyści dostarczane ludziom przez ekosystemy [Beaumont i inni, 2007, s. 254]. Koncepcja usług ekosystemowych została opisana w wielu pracach, m.in. [Daily, 1997; Węśławski, 2006; Beaumont i inni, 2007; Turner, Daily, 2008; Silvestri, Kershaw, 2010; TEEB, 2010]. Przyjęta klasyfikacja [*Millennium Ecosystem Assessment* – MEA, 2005] dzieli usługi ekosystemowe na cztery kategorie: usługi produkcyjne, usługi regulacyjne, usługi kulturowe oraz usługi wspierające.

W badaniu prezentowanym w niniejszym artykule przedmiotem wyceny był proces denitryfikacji jako jednej z usług regulacyjnych Zatoki Gdańskiej. Procesy regulacyjne ekosystemów dostarczają społeczeństwu bezpośrednich oraz pośrednich korzyści, w tym: czystą wodę, powietrze, regulację klimatu, zapobieganie i tłumienie zaburzeń środowiskowych, utrzymanie bioróżnorodności oraz usuwanie zanieczyszczeń poprzez różnorodne procesy biologiczno-chemiczne [Beaumont i inni, 2007]. Środowisko ma możliwości samooczyszczania się, np. poprzez trwałe usunięcie azotu z ekosystemu w procesie denitryfikacji, przeprowadzanym przez bakterie zarówno w dnie morskim, jak i toni wodnej (końcowym produktem denitryfikacji jest azot cząsteczkowy). Usługa równoważenia skutków eutrofizacji to procesy związane z regulowaniem ilości związków azotu finalnie usuwanych z ekosystemu morskiego w procesie denitryfikacji [SEPA, 2008, s. 78]. Szacuje się, iż w wyniku denitryfikacji w osadach Zatoki Gdańskiej ilość azotu usunięta z obiegu w toni wodnej wynosi  $20,41 \cdot 10^3 \text{ t} \cdot \text{r}^{-1}$  (co odpowiada 15% zewnętrznej dostawy azotu do zatoki) [Graca, 2009].

Niekorzystny dla środowiska proces eutrofizacji polega na wzbogacaniu wód składnikami odżywczymi, głównie azotem i fosforem. Jest to proces naturalny, jednak jego zintensyfikowanie spowodowane działalnością człowieka (np. przedostającymi się do środowiska nadmiernymi ilościami zanieczyszczeń rolniczych/komunalnych/przemysłowych) wpływa na przyspieszony wzrost glonów oraz wyższych form życia roślinnego, a tym samym na sukcesywny wzrost materii organicznej w ekosystemie. W ciągu ostatnich 50 lat eutrofizacja stała się jednym z najbardziej dotkliwych negatywnych efektów zewnętrznych. Przyczy-

ny oraz skutki eutrofizacji Morza Bałtyckiego zostały dobrze rozpoznane i udokumentowane [HELCOM, 2003]. Konsekwencje występowania zjawiska eutrofizacji odnoszące się do wód słonawych, jakie reprezentuje Zatoka Gdańska, zostały zanalizowane i zaprezentowane w pracy [Lundberg, 2005].

Aktualnie obserwuje się wzrost społecznej i politycznej świadomości dotyczącej negatywnych skutków eutrofizacji Morza Bałtyckiego, co ma odzwierciedlenie w wielu publikacjach naukowych, raportach i sprawozdaniach rządowych [HELCOM BSAP, 2007; SEPA, 2008; UNEP-WCMC, 2011].

Niniejsze badanie wskazuje na preferencje społeczne w zakresie gotowości do zapłaty za usługi regulacyjne – naturalne procesy wpływające na regenerację morza, procesy zmniejszające skutki eutrofizacji. Zakłada się, że informacja o ekonomicznej wartości usług ekosystemu Zatoki Gdańskiej pozwoli zaistnieć funkcjom środowiskowym w procesach decyzyjnych dotyczących szeroko pojętej walki z eutrofizacją.

## 2. Metoda wyceny warunkowej

W celu oszacowania wysokości deklarowanej gotowości do zapłaty użyto metody wyceny warunkowej. Metoda ta stosowana jest do bardzo szerokiego spektrum problemów, gdyż dzięki niej można oszacować zarówno wartości użytkowe, jak i pozaużytkowe. Metoda próbuje przełożyć podejście i opinie ludzi na wartości pieniężne. Technika ta pozwala ustalić wartość, którą ludzie przypisują danym dobrom czy np. usługom środowiska. Drogą do realizacji tego celu jest badanie poglądów ludzi za pomocą wywiadów. Ankiety przeprowadzane są wśród reprezentatywnej grupy respondentów. Wycena jest wyrażana za pomocą gotowości do poniesienia wydatku – respondenci proszeni są bezpośrednio o określenie, ile są skłonni zapłacić za określone usługi ekosystemowe (ang. *Willingness To Pay* – WTP).

Scenariusz wyceny użyty podczas badania metodą CVM informuje ankietowanych o hipotetycznej, ale także czasem realnej sytuacji pogarszania się stanu środowiska. Zakłada się, że ankietowani zachowują się identycznie jak na prawdziwym rynku, są świadomi podejmowanych decyzji i liczą się z ich konsekwencjami oraz dostatecznie rozumieją przedstawianą im sytuację. Obecnie większość ekonomistów jest zgoda, że wyniki uzyskane tą metodą mogą być wiarygodne przy spełnieniu pewnych niezbędnych warunków [Arrow i inni, 1993]. Metoda ta, jak

każde narzędzie, musi być stosowana z pełną świadomością jej braków i ograniczeń.

### 3. Opis przeprowadzonego badania ankietowego

Długi, wieloetapowy i skomplikowany proces przygotowania odpowiedniego scenariusza sprawia, że metoda CVM jest kosztowna. Ankieta badania głównego zawiera wiele kluczowych informacji (opis wycenianego dobra, opis stanu środowiska – „tła”, prezentację hipotetycznej zmiany dobra środowiskowego, formę zapłaty), które muszą zostać jasno przekazane respondentom i zrozumiane przez nich, przy jednoczesnym uniknięciu wielu błędów, takich jak np. błąd systematyczny wynikający z „zakotwiczenia” czy problem „zanurzenia” (*embedding problem*) [Loomis i inni, 1993]. Dlatego przed rozpoczęciem głównego badania wyceny warunkowej zaplanowano i przeprowadzono badania wstępne – wywiady pogłębione IDI oraz badanie pilotażowe, podczas których kwestionariusz wyceny został przetestowany.

#### 3.1. Badanie wstępne – część I

W części I badania wstępnego wzięło udział 16 uczestników – dorosłych mieszkańców Polski. Każda z osób reprezentowała inne województwo. Zróżnicowanie geograficzne pozwoliło na uzyskanie reprezentatywności dla wszystkich regionów kraju. Badanie miało charakter bezpośredniego, indywidualnego wywiadu pogłębionego z respondentem. Ankieterzy prowadzili rozmowę zgodnie ze scenariuszem, jednak pozwalali na swobodę wypowiedzi wokół poruszanych wątków. Pytania miały charakter zarówno otwarte, jak i zamknięte. Wywiad pogłębiony pozwolił na łatwiejsze dotarcie do szczerych odpowiedzi, które nie są chętnie ujawniane podczas badań, prowadzonych innymi metodami. Celem tego etapu było oszacowanie poprawności zdefiniowania i sposobu poruszanych zagadnień oraz stopnia zrozumienia opisu badanego dobra środowiskowego. Pozwoliło to na opracowanie narzędzia badawczego koniecznego do realizacji dalszej części badania – 1000 wywiadów bezpośrednich.

#### 3.2. Badanie wstępne – część II

Na podstawie wyników części I badania wstępnego (badanie jakościowe) przygotowano kwestionariusz badawczy do badania pilotażowego. Badanie pilotażowe przeprowadzono na grupie 50 dorosłych mieszkańców Polski. Zastosowano metodę wywiadów bezpośrednich (*face-to-face*). Kwestionariusz badania objął następujące elementy: defini-

cję eutrofizacji oraz opis jej skutków, funkcje regulacyjne z naciskiem na funkcję samooczyszczania się Zatoki Gdańskiej, scenariusz wyceny, dwie formy zapłaty do wyboru, pytania dotyczące postaw względem ochrony środowiska oraz metryczkę.

Ankieterzy zauważyli duże zainteresowanie i zaciekawienie badaniem. Respondentów szczególnie ciekawił fakt „zbawiennych” funkcji Zatoki Gdańskiej w odniesieniu do usuwania azotu. Ludzie chętnie odpowiadali na pytania, a generalne zrozumienie scenariusza szacującego przez respondenta było dobre. Scenariusz szacujący był postrzegany przez respondentów jako realistyczny. Na podstawie wyników z badania pilotażowego przygotowano ostateczną wersję kwestionariusza.

### **3.3. Badanie zasadnicze**

Kwestionariusz do badania zasadniczego metodą CVM przygotowano na podstawie wyników z wywiadów pogłębionych oraz badania pilotażowego. Badanie zostało przeprowadzone w okresie od marca do czerwca 2014 r. na reprezentatywnej grupie 1000 dorosłych Polaków o zróżnicowanym wykształceniu, wieku, stanie cywilnym, sytuacji materialnej, miejscu zamieszkania oraz wykonywanym zawodzie. Osoby realizujące wywiady z respondentami to przeszkoleni i doświadczeni ankieterzy, znający cel badania oraz poinstruowani o newralgicznych czy problematycznych punktach ankiety. Badanie realizowano na terenie całego kraju.

## **4. Modelowanie determinant deklarowanej WTP**

Wyniki badania ankietowego pozwoliły przede wszystkim na oszacowanie wartości ekonomicznej usługi ekosystemowej, jaką jest proces denitryfikacji zachodzący w ekosystemie Zatoki Gdańskiej. Jednakże uzyskany w badaniu szeroki zasób informacji umożliwił również znalezienie odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób zadeklarowane WTP zależy od różnych czynników socjologicznych, ekonomicznych i demograficznych.

W tym celu wykorzystano podejście zastosowane między innymi przez [Ressurreição i innych, 2012b]. Procedura polegała na estymacji i interpretacji modelu ekonometrycznego wyjaśniającego logarytm naturalny wysokości zadeklarowanego przez ankietowanych WTP. Należy jednak zauważyć, że zdefiniowana w ten sposób zmienna objaśniana powinna być traktowana jako tzw. zmienna ograniczona lub inaczej zmienna ucięta [Gruszczyński, 2010]. Jest to zmienna, która przyjmuje wartości rzeczywiste tylko z pewnego zakresu. W naszym przypadku

jest to zakres zdeterminowany przedziałami określonymi w ankiecie, z których ankietowani mogli wybierać, aby określić wysokość swojego WTP. Ekonometryczne modelowanie takiej zmiennej odbywa się poprzez wykorzystanie regresji przedziałowej lub regresji tobitowej. Do estymacji parametrów tego typu regresji wykorzystuje się metodę największej wiarygodności (MNW).

Aby odpowiedzieć na pytanie, od czego zależy wysokość zadeklarowanego WTP, w modelu regresji uwzględniono szereg zmiennych objaśniających zbudowanych na bazie informacji uzyskanych w badaniu ankietowym. Pełna lista zmiennych uwzględnionych w modelowaniu oraz sposoby ich wyznaczania zaprezentowane zostały w tabelicy 1.

**Tabela 1. Definicje zmiennych wykorzystanych w regresjach**

Nazwa zmiennej	Opis konstrukcji
ln(dochód)	logarytm naturalny z wartości dochodu w środku zadeklarowanego przedziału
Płeć	1 dla kobiet, 0 dla mężczyzn
Wykształcenie	zmienna skokowa przyjmująca następujące wartości: 1-podstawowe, 2-zasadnicze zawodowe, 3-niepełne średnie, 4-średnie, 5-niepełne wyższe, 6-wyższe 3-letnie, 7-wyższe (min. magisterskie)
Wiek	zmienna skokowa przyjmująca wartości od 21 do 91 lat
Liczba osób w rodzinie	zmienna skokowa przyjmująca wartości od 1 do 9 osób w rodzinie
Miasto	1 dla miast 0 dla wsi
Sytuacja zawodowa	zmienne zero-jedynkowe dla następujących kategorii: rolnik, rybak, pracownik sektora państwowego, pracownik sektora prywatnego, wolny zawód, student, emeryt, bezrobotny, prowadzenie gospodarstwa domowego
Liczba negatywnych skutków eutrofizacji, z którymi spotkał się respondent (Znaj_skutków)	zmienna skokowa przyjmująca wartości od 1 do 6

Nazwa zmiennej	Opis konstrukcji
Znajomość funkcji regulacyjnych Zatoki Gdańskiej (Znaj_funkcji)	zmienne zero-jedynkowe dla każdej z trzech następujących funkcji: – samooczyszczanie się wody, – utrzymywanie równowagi gazowej i klimatycznej, – naturalna ochrona przeciwpowodziowa i przeciwsztormowa
Zaangażowanie w aktywności proekologiczne (Zaang_ekolog)	zmienne zero-jedynkowe dla następujących kategorii (0 dla nie, 1 dla tak): czytanie/oglądanie o ochronie środowiska, recycling, prenumerata czasopism, produkty proekologicznych, dotacje, udział w kampaniach, członkostwo w organizacjach
Zmienne dla województw	zmienne zero-jedynkowe: 1 dla danego województwa 0 dla pozostałych województw (przekształcone do takiej postaci, aby odzwierciedlały odchylenia od wartości średniej dla całego kraju)

Źródło: Opracowanie własne.

Informacje o dochodzie badanych osób zbierane były w postaci przedziałów dochodowych. Ze względu na potrzebę znalezienia logli-niowej zależności między dochodem a deklarowanym WTP, zmienna w postaci przedziałów sprowadzona została do zmiennej skokowej poprzez przypisanie poszczególnym respondentom wartości środkowej zadeklarowanego przez nich przedziału dochodów. Dzięki temu uzyskana ocena parametru może być interpretowana jako elastyczność WTP na zmiany dochodu ludności.

Zmienne demograficzne, jak płeć i sytuacja zawodowa, zostały w modelu uwzględnione w postaci zmiennych zero-jedynkowych. Ze względu na ograniczoność modelu co do liczby szacowanych parametrów, zmienna dotycząca wykształcenia przekształcona została do postaci zmiennej skokowej: od 1 (dla podstawowego) – do 7 (dla wyższego min. magisterskiego). Wiek oraz liczba osób w rodzinie wprowadzone zostały do modelu również jako zmienne skokowe. Poprzez uwzględnienie zarówno poziomów, jak i kwadratów zmiennych podjęta została również próba weryfikacji „U-kształtnego” (odwrotnego U) wpływu wieku oraz liczby osób w rodzinie na wartość deklarowanego WTP. Uzyskanie istotnych ocen parametrów przy zmiennych podniesionych



do kwadratu świadczy o tym, że wpływ tych zmiennych jest pozytywny do pewnej wartości (maksimum funkcji kwadratowej) natomiast po osiągnięciu tego poziomu zmienia się na ujemny. Dla zbadania ewentualnego wpływu wprowadzono także zmienną zero-jedynkową dla mieszkańców miast, odróżniającą ich od mieszkańców wsi. Ocena wpływu na WTP opisanych powyżej zmiennych dokonana została w pierwszej specyfikacji modelu (Model 1).

W modelowaniu uwzględniono również wpływ na wartość WTP zadeklarowanej świadomości problemów związanych z zanieczyszczeniem Zatoki Gdańskiej oraz ogólny stosunek do spraw związanych z ochroną środowiska. I tak dla pytania 1 w ankiecie wprowadzono zmienną skokową przyjmującą wartości z przedziału od 1–6, która informuje, z iloma negatywnymi skutkami eutrofizacji spotkał się respondent (Znaj\_skutków). Dla pytania 2 o znane naturalne funkcje regulacyjne Zatoki Gdańskiej uwzględniono trzy zmienne zero-jedynkowe dla każdego wariantu odpowiedzi (Znaj\_funkcji). Również dla pytania 10 o formy aktywności związanej z ochroną środowiska wprowadzono 7 oddzielnych zmiennych zero-jedynkowych. Ze względu na wysoką korelację (mierzoną współczynnikiem rang Spearmana) zmiennych świadomości ekologicznej zostały one wprowadzone do modelu w trzech różnych specyfikacjach (Model 2–Model 4). W ten sposób można było zinterpretować oddzielnie wpływ każdej tej zmiennej na wartość zadeklarowanego WTP przy założeniu stałych wartości zmiennych socjoekonomicznych.

Z uwagi na fakt, że ankieta przeprowadzana była wśród mieszkańców różnych regionów Polski, w kolejnej specyfikacji (Model 5) uwzględniono także potencjalny wpływ miejsca zamieszkania respondenta na deklarowaną wartość WTP. Zdefiniowano 16 zmiennych zerojedynkowych reprezentujących województwa, z których pochodzą badani. Ze względu na dokładną współliniowość tych zmiennych, do modelu wprowadzonych zostało tylko 15 zmiennych, które przekształcono w taki sposób, że oceny parametrów przy tych zmiennych pokazują odchylenie dla danego województwa od średniej krajowej.

Procedurę zastosowaną w prezentowanej analizie ekonometrycznej określa się mianem modelowania od szczegółu do ogółu [Charemza, Deadman, 1997]. W kolejnych etapach szacowane były modele z różnymi zestawami zmiennych objaśniających. Końcowy wybór najlepszych modeli dokonany został przy uwzględnieniu istotności zmiennych

w poszczególnych wersjach oraz wartości kryterium Akaike'a. Zmienne, które reprezentowały ten sam czynnik, były usuwane lub pozostawiane w modelu jako cała grupa, np. zmienne zero-jedynkowe dla sytuacji zawodowej respondentów. W procesie weryfikacji stochastycznej modeli, ze względu na odrzucenie hipotezy o normalności rozkładu zakłóceń losowych, do oceny istotności oszacowanych parametrów wykorzystano tzw. odporne błędy szacunku wyznaczone metodą Hubera-White'a.

Należy zaznaczyć, że pierwotnie próba składała się z 1000 dobrych w sposób reprezentatywny respondentów. Wartość WTP określona została dla tych osób, które zadeklarowały chęć wzięcia udziału w finansowaniu opisanych w ankiecie działań zaradczych poprzez dokonanie jednorazowej wpłaty na specjalny fundusz (odp. Tak na pytanie 4 ankiety). W modelu uwzględniono również osoby, które zadeklarowały swoją niechęć poniesienia własnego wkładu w finansowanie projektu, ale w kolejnym pytaniu wyjaśniły, że nie są przeciwne takiemu rozwiązaniu (nie uznano ich za „protestujących”), ale albo nie są osobiście zainteresowani problemem, albo nie mogą pozwolić sobie na taki wydatek. Dla takich osób przyjęto wartość WTP minimalnie większą od zera. Ostatecznie liczba respondentów uwzględnionych w modelowaniu wyniosła 698 osób.

## 5. Wyniki modelowania i ich interpretacja

Wyniki oszacowania poszczególnych opisanych powyżej modeli zamieszczone zostały w tablicach. W tablicy 2 zaprezentowano modele, których celem była identyfikacja wpływu zmiennych demograficznych i społeczno-ekonomicznych. Istotność znaczenia tych zmiennych dla wartości WTP zaznaczono za pomocą gwiazdek: trzy i dwie gwiazdki oznaczają statystyczną istotność na standardowo przyjmowanych poziomach istotności. Należy zaznaczyć, że uzyskane niskie wartości współczynnika determinacji  $R^2$  we wszystkich modelach są typowym wynikiem w modelowaniu ekonometrycznym na danych ankietowych<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Szersze wyjaśnienie znaleźć można w książce [Gruszczyński, 2010, s. 62].

**Tablica 2. Oszacowanie modelu wpływu zmiennych demograficznych i społeczno-ekonomicznych oraz świadomości ekologicznej na wysokość WTP**

Zmienna objaśniana: ln(WTP)				
Zmienna objaśniająca:	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Wyraz wolny	-16,153 *** (1,876)	-20,083 *** (1,928)	-17,931 *** (1,815)	-22,477 *** (1,875)
ln(dochód)	1,166 *** (0,243)	1,374 *** (0,246)	0,881 *** (0,248)	1,785 *** (0,244)
Płeć	0,078 (0,318)	0,021 (0,307)	0,045 (0,289)	0,099 (0,286)
Wykształcenie	0,482 *** (0,089)	0,307 *** (0,093)	0,563 *** (0,083)	0,263 *** (0,083)
Wiek	0,389 *** (0,075)	0,351 *** (0,073)	0,335 *** (0,073)	0,319 *** (0,068)
Wiek^2	-0,004 *** (0,001)	-0,004 *** (0,001)	-0,004 *** (0,001)	-0,004 *** (0,001)
Liczba os. w rodzinie	-0,893 *** (0,132)	-0,763 *** (0,134)	-0,567 *** (0,135)	-0,630 *** (0,134)
Miasto	-0,848 ** (0,319)	-0,635 ** (0,319)	-0,315 (0,296)	-0,391 (0,284)
Znaj_skutków	-	0,792 *** (0,109)	-	-
Znaj_funkcji 1	-	-	0,984 ** (0,393)	-
Znaj_funkcji 2	-	-	2,216 *** (0,411)	-
Znaj_funkcji 3	-	-	1,495 *** (0,411)	-
Książki/Programy	-	-	-	1,483 *** (0,513)
Recykling	-	-	-	0,531 (0,575)
Prenumerata	-	-	-	-0,309 (0,517)
Produkty ekologiczne	-	-	-	0,828 (0,508)
Dotacje	-	-	-	3,128 *** (0,335)
Kampanie	-	-	-	0,033 (0,684)

Zmienna objaśniana: ln(WTP)				
Zmienna objaśniająca:	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Członkostwo	–	–	–	1,345 * (0,753)
Liczba obserwacji	698	698	698	698
Kryt. Akaike'a	3969,1	3911,5	3833,4	3820,2
Log wiarygodności	– 1975,56	–1945,79	–1904,73	–1894,12
Ch-kwadrat	145,77	218,17	371,31	487,22
[wartość p]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]
Pseudo R <sup>2</sup>	17,32	23,07	31,52	33,57

Uwagi:

- 1) Pod parametrami w nawiasach zwykłych zamieszczono błędy szacunku parametrów odporne na niespełnienie założeń stochastycznych.
- 2) Istotność: \*\*\* na poziomie < 0,001, \*\* na poziomie 0,05, \* na poziomie 0,1, brak gwiazdek = nieistotność statystyczna.
- 3) Pseudo R<sup>2</sup> wyznaczone zostało jako kwadrat współczynnika korelacji liniowej Pearsona między rzeczywistą wartością zadeklarowanego WTP a wartością teoretyczną wyznaczoną z modelu.

Źródło: Opracowanie własne z wykorzystaniem pakietu STATA 12.

Interpretując uzyskane wyniki oszacowania, należy stwierdzić, że wysokość dochodu respondentów miała wysoki dodatni wpływ na deklarowaną wartość WTP, wpływ jest statystycznie istotny na najniższym poziomie istotności niezależnie od specyfikacji modelu. Oznacza to, że osoby o wyższych dochodach są bardziej skłonne włączyć się w finansowanie analizowanego projektu. Wynik taki zgodny jest z wynikami innych tego typu badań prowadzonych na świecie, np. [Ressurreição i inni, 2012b]. Wysoki dodatni oraz istotny statystycznie wpływ wysokości dochodu na WTP wskazuje na zbieżność ze standardową teorią wyboru konsumenta [Hanemann, 1995]. Wynik ten pokrywa się również z tendencją zaobserwowaną przez Jacobsena i Hanleya [2008], którzy w przeprowadzonej meta-analizie kilkunastu publikacji, w których zastosowano metodę CVM, stwierdzili dodatni wpływ rosnących dochodów na deklarowane WTP na cele związane z ochrony przyrody.

Uzyskany wynik może również oznaczać, że skłonność do ponoszenia kosztów odbudowy środowiska naturalnego będzie wzrastać wraz z rozwojem gospodarczym i wzrostem zamożności społeczeństwa.

Kolejnym wnioskiem jest to, że płeć respondenta nie miała statystycznie istotnego wpływu na wartość WTP. Wykazano natomiast dodatni statystycznie istotny wpływ poziomu wykształcenia. Osoby z wyższym wykształceniem są bardziej skłonne do ponoszenia kosztów związa-

nych z ochroną Zatoki Gdańskiej. Wynik ten jest częsty w badaniach wykorzystujących metodę CVM do szacowania wartości dóbr środowiskowych [Hadker i inni, 1997; Jin i inni, 2010; Surendran i Sekar, 2010]. Jest to uzasadnione większą świadomością i ogólnym zaangażowaniem osób wykształconych w porównaniu z osobami słabiej wykształconymi, które najczęściej są skupione przede wszystkim na zaspakajaniu potrzeb podstawowych.

Okazuje się, że wiek ma również istotny wpływ na analizowaną zmienną. Nie jest on jednak liniowy, punktem zmiany kierunku wpływu jest wiek około 43 lat. Oznacza to, że przed 43 rokiem życia im starsza osoba, tym większą kwotę deklarowała, natomiast powyżej tego wieku im starsza osoba, tym deklarowana przez nią wartość WTP była niższa. Warto przy tym zauważyć, że bardzo podobne prawidłowości zaobserwowano w innych krajach europejskich. Był to wiek około 40 lat dla badania przeprowadzonego jednocześnie dla Portugalii, Wielkiej Brytanii i Polski [Ressurreição i inni, 2012a].

Zgodnie z intuicyjnymi przypuszczeniami autorów oraz przykładami znalezionymi w literaturze przedmiotu, m.in. w [Susaeta i inni, 2010], liczba członków w rodzinie okazała się także istotnym czynnikiem wpływającym na WTP – im większa liczba osób w rodzinie, tym niższe wartości WTP. Relacja „U-kształtna” nie występuje w tym przypadku.

Wynikiem, który może być nieco zaskakujący, jest to, że wśród ankietowanych osób mieszkańcy miast deklarowali mniejsze kwoty niż mieszkańcy wsi. W tym momencie należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że interpretując uzyskane oceny parametrów możemy mówić o zależności z uwzględnieniem *ceteris paribus*, czyli przy założeniu stałości pozostałych czynników. Oznacza to zatem, że osoba mieszkająca na wsi deklaruje wyższą kwotę niż osoba mieszkająca w mieście przy założeniu tego samego przedziału dochodów, wykształcenia, wieku i liczby członków w rodzinie. Z innej strony, wynik taki może świadczyć o większej świadomości znaczenia środowiska naturalnego wśród osób mieszkających na wsi.

W tabelicy 2 nie wyszczególniono zmiennych opisujących sytuację zawodową, ponieważ okazały się nie mieć statystycznie istotnego wpływu na wartość WTP (żadna z wymienianych w ankiecie kategorii).

Analizując wpływ świadomości ekologicznej respondentów (Modele 2–4), daje się zauważyć, że z im większą liczbą negatywnych skutków spotkała się ankietowana osoba, tym większą kwotę była skłonna zade-

klarować. Również znajomość każdej z naturalnych funkcji regulacyjnych Zatoki Gdańskiej przyczyniała się do większej skłonności do współfinansowania – największe znaczenie okazała się mieć funkcja druga. Wiedza na temat negatywnych skutków eutrofizacji czy też na temat usług ekosystemowych świadczonych przez ekosystemy morskie nie jest niestety wiedzą powszechną, obecną w podręcznikach szkolnych czy medialnym mainstreamie. Tym bardziej cieszy fakt, że osoby świadome zagrożeń i wartości środowiska morskiego uważają za istotne wsparcie działań ochronnych. Dodatni wpływ większej świadomości ekologicznej na deklarowane wartości WTP jest obserwowany w wielu pracach, w tym, w badaniach paneuropejskich [Ressurreição i inni, 2012a].

Na podstawie modelu relacji postawa-zachowanie opisanego w [Ajzen, Fishbein, 1977] postawy proekologiczne prowadzą do konkretnych zachowań czy wyborów, tj. członkostwo w organizacjach ekologicznych, działalność charytatywna, wybór produktów proekologicznych itp. Można więc zakładać, że badane zachowania wynikające z postaw proekologicznych również będą wpływały na deklarowane wartości WTP. Wśród nich istotne okazały się przede wszystkim dotychczas dokonane dotacje działań związanych z ochroną środowiska. W tej kategorii również czytanie książek i oglądanie programów związanych z ochroną środowiska, czyli bardzo ogólna świadomość ekologiczna, miała znacznie dla wartości WTP. Pewną istotność wykazano również dla członkostwa w organizacjach ekologicznych, lecz wpływ tego czynnika może być zaniżony zbyt małym udziałem osób deklarujących takie członkostwo wśród wszystkich respondentów.

W tabelicy 3 zamieszczono wyniki estymacji Modelu 5, w którym podjęto próbę sprawdzenia, czy miejsce zamieszkania, dokładniej województwo, ma wpływ na wysokość deklarowanego WTP.

**Tablica 3. Oszacowanie modelu wpływu miejsca zamieszkania na wartość zadeklarowanego WTP**

Zmienna objaśniana: ln(WTP)	
Zmienna objaśniana:	Model 5
Stała	-14,228 (2,077) ***
ln(dochód)	1,013 (0,308) ***
Płeć	0,017 (0,266)
Wykształcenie	0,816 (0,102) ***
Wiek	0,189 (0,069) ***
Wiek <sup>2</sup>	-0,002 (0,000) **
Liczba os. w rodzinie	-0,915 (0,494) *
Miasto	-0,268 (0,270)
dolnośląskie	0,844 (0,377) **
kujawsko-pomorskie	2,740 (0,353) ***
łódzkie	3,018 (0,475) ***
lubelskie	1,763 (0,425) ***
małopolskie	0,775 (0,352) **
mazowieckie	-3,203 (0,533) ***
opolskie	3,470 (0,316) ***
podkarpackie	3,538 (0,277) ***
podlaskie	-1,844 (0,872) **
pomorskie	1,834 (0,425) ***
śląskie	-3,234 (0,554) ***
świętokrzyskie	-0,585 (0,799)
warmińsko-mazurskie	-2,442 (0,893) ***
wielkopolskie	-2,772 (0,675) ***
zachodniopomorskie	-0,921 (0,697)
lubuskie	-2,985 (0,543) ***
Liczba obserwacji	698
Kryt. Akaike'a	3756,3
Log wiarygodności	-1853,16
Ch-kwadrat (8)	684,92
[wartość p]	[0,000]
Pseudo R <sup>2</sup>	41,73

Uwagi:

- 1) Obok parametrów w nawiasach zwykłych zamieszczono błędy szacunku parametrów odporne na niespełnienie założeń stochastycznych.
- 2) Istotność: \*\*\* na poziomie < 0,001, \*\* na poziomie 0,05, \* na poziomie 0,1, brak gwiazdek = nieistotność statystyczna.
- 3) Pseudo R<sup>2</sup> wyznaczone tak jak w tablicy 2.

Źródło: Opracowanie własne z wykorzystaniem pakietu STATA 12.

Wykazano, że obok czynników typowo demograficznych lub społeczno-ekonomicznych również region zamieszkania osoby ankietowanej miał istotne znaczenie dla deklarowanych przez nią kwot WTP. Nie znaleziono jednoznacznego wytłumaczenia tej obserwacji. Wymagana jest dalsza analiza uzyskanych wyników pod kątem różnic pomiędzy mieszkańcami województw, które wskazywałyby na różnice w deklarowanych przez respondentów wartościach WTP.

## Zakończenie

Antropocentryczny pogląd na ekosystemy morskie uznaje jej ekonomiczne znaczenie dla społeczeństwa. Większość metod wyceny nierynkowych dóbr publicznych nie jest w stanie uchwycić komponentu pośredniej użytkowej wartości ekonomicznej. Dlatego, aby oszacować wartość ekonomiczną usługi regulacyjnej, jaką jest równoważenie skutków eutrofizacji Zatoki Gdańskiej, użyto metody CVM. Końcowym wynikiem przeprowadzonych badań jest wartość WTP, na którą wpływ mają różne czynniki: socjodemograficzne, społeczne czy psychologiczne, związane z postawami. Autorzy przeprowadzili analizy ekonometryczne nad siłą i kierunkiem oddziaływania poszczególnych zmiennych na wysokość WTP.

Wykazano między innymi, że wysokość dochodów ma kluczowe znaczenie dla deklarowanych kwot WTP. Wysoki dodatni oraz istotny statystycznie wpływ wysokości dochodu respondentów na WTP wskazuje na zbieżność ze standardową teorią wyboru konsumenta oraz jest obserwowany w wielu pracach szacujących ekonomiczną wartość ochrony przyrody z pomocą CVM. Tego typu wynik jest oczekiwany przez różnych autorów i jest swego rodzaju testem weryfikującym poprawność badań przeprowadzanych tą metodą. Wynik taki wskazuje na zrozumienie i zaakceptowanie przez respondentów scenariusza wyceny, co jest warunkiem koniecznym, który znalazł się wśród rekomendacji panelistów NOAA [Arrow i inni, 1993]. Na podstawie siły oddziaływania tej zmiennej można dodatkowo przypuszczać, że wartość wyceny usług ekosystemowych świadczonych przez ekosystemy morskie będzie wzrastać wraz ze wzrostem zamożności polskiego społeczeństwa. Idąc dalej tym tropem, można postawić tezę, że zapewnienie niezakłóconego przepływu usług ekosystemowych z morza do społeczeństwa stanie się jednym z bardziej istotnych priorytetów społecznych.



Oszacowania wartości ekonomicznej usług świadczonych przez ekosystemy morskie mogą być zaimplementowane jako narzędzia wspierania decyzji dla zarządzania opartego na ekosystemie (*Ecosystem Approach*) oraz w ochronie przyrody. Wykorzystanie wyników niniejszych badań daje szereg zastosowań, np. jako narzędzie wspierające podejmowanie decyzji, projektów i polityk, których celem jest zrównoważone użytkowanie zasobów morskich. Wartości WTP po ich odpowiedniej agregacji mogą stanowić naukowe podstawy do priorytetyzacji problemów środowiskowych oraz późniejszej alokacji środków budżetowych przeznaczonych na ochronę środowiska.

## Literatura

1. Ajzen I., Fishbein M. (1977), *Attitude-behavior relations: A theoretical analysis and review of empirical research*, „Psychological Bulletin”, Vol. 84.
2. Arrow K., Solow R., Portney P., Leamer E., Radner R., Schuman H. (1993), *Report of the NOAA panel on contingent valuation*, Fed. Regist. No. 58 (10).
3. Beaumont N. J., Austen M. C., Atkins J., Burdon D., Degraer S., Dentinho T. P., Derosus S., Holm P., Horton T., van Ierland E., Marboe A. H., Starkey D. J., Townsend M., Zarzycki T. (2007), *Identification, Definition and Quantification of Goods and Services provided by Marine Biodiversity: Implications for the Ecosystem Approach*, „Marine Pollution Bulletin”, Vol. 54.
4. Charemza W. W., Deadman D. F. (1997), *Nowa ekonometria*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
5. COM (2014), *Communication From the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Innovation in the Blue Economy: realising the potential of our seas and oceans for jobs and growth*, Brussels, COM(2014) 254 final/2, 13.5.2014.
6. Graca B. (2009), *Dynamika przemian azotu i fosforu w strefie kontaktu wody z osadem dennym w Zatoce Gdańskiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
7. Gruszczyński M. (red.) (2010), *Mikroekonometria, Modele i metody analizy danych indywidualnych*, Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa.
8. Hadker N., Sharma S., David A., Muraleedharan T. R. D. A. (1997), *Willingness to Pay for Borivali National Park: Evidence from a Contingent Valuation*, „Ecological Economics”, Vol. 21.

9. Hanemann W. M. (1995), *Contingent Valuation and Economics*, w: *Environmental Valuation New Perspectives*, Willis K. G. i Corkindale J. T., CAB International, Oxon.
10. HELCOM (2003), *The 2002 oxygen depletion event in the Kattegat, Belt Sea and Western Baltic*, *Baltic Sea Environ. Proc.*, 90: 64.
11. HELCOM BSAP (2007), *Helcom Baltic Sea Action Plan*, Krakow, Poland, 15.11.2007 <http://helcom.fi/baltic-sea-action-plan>, data dostępu 6.05.2015.
12. Jacobsen J. B., Hanley N. (2009), *Are There Income Effects on Global Willingness to Pay for Biodiversity Conservation?*, „*Environmental Resource Economics*”, Vol. 43.
13. Jin J., Indab A., Nabangchang O., Thuy T. D., Harder D., Subade F. R. (2010), *Valuing marine turtle conservation: A cross-country study in Asian cities*, „*Ecological Economics*”, Vol. 69.
14. Loomis J., Lockwood M., DeLacy T. (1993), *Some Empirical Evidence on Embedding Effects in Contingent Valuation of Forest Protection*, „*Journal of Environmental Economics and Management*”, Elsevier, Vol. 25, No. 1.
15. Lundberg C. (2005), *Eutrophication in the Baltic Sea from area-specific biological effects to interdisciplinary consequences*, Åbo Akademis tryckeri.
16. Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and human well-being: current state and trends assessment*, Washington: Island Press. s. 838. [www.maweb.org/en/condition.aspx](http://www.maweb.org/en/condition.aspx), data dostępu 6.05.2015.
17. Ressurreição A., Gibbons J., Kaiser M., Dantinho T. P., Zarzycki T., Bentley C., Austen M., Burdon D., Atkins J., Santos R. S., Edwards-Jones G. (2012a), *Different cultures, different values: The role of cultural variation in public's WTP for marine species conservation*, „*Biological Conservation*”, Vol. 145.
18. Ressurreição A., Zarzycki T., Kaiser M., Edwards-Jones G., Dantinho T. P., Santos R. S., Gibbons J. (2012b), *Towards an ecosystem approach for understanding public values concerning marine biodiversity loss*, „*Marine Ecology Progress Series*”, 467.
19. SEPA (2008), *The economic value of ecosystem services provided by the Baltic Sea and Skagerrak – Existing information and gaps of knowledge*, Swedish Environmental Protection Agency, Report 5874, Economic Marine Information.

20. Surendran A., Sekar C. (2010), *An economic analysis of willingness to pay (WTP) for conserving the biodiversity*, „International Journal of Social Economics”, Vol. 37, Issue 8.
21. Susaeta A., Alavalapati J., Lal P., Matta J. R., Mercer E. (2010), *Assessing public preferences for forest biomass based energy in the southern United States*, „Journal of Environmental Management”, Vol. 45, No. 4.
22. TEEB (2010), *The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*, [www.teebweb.com](http://www.teebweb.com), data dostępu 6.05.2015.
23. Turner R. K., Daily G. (2008), *The ecosystem services framework and natural capital conservation*, „Environmental and Resource Economics”, Vol. 39.
24. UNEP-WCMC (2011), *Marine and coastal ecosystem services: Valuation methods and their application*, „UNEP-WCMC Biodiversity Series” No. 33: 46.
25. Wesławski J. M., Andrulowicz E., Kotwicki L., Kuzebski E., Lewandowski A., Linkowski T., Massel S. R., Musielak S., Olanczuk-Neyman K., Pempkowiak J., Piekarek-Jankowska H., Radziejewska T., Rozynski G., Sagan I., Skora K. E., Szeffler K., Urbanski J., Witek Z., Wolowicz M., Zachowicz J., Zarzycki T. (2006), *Basis for a valuation of the Polish Exclusive Economic Zone of the Baltic Sea: Rationale and quest for tools*, „Oceanologia”, nr 48 (1).
26. Zarzycki T. (2012), *Ecological and Socio-Economic Valuation of Marine Biodiversity of the Gulf of Gdańsk*, praca doktorska na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego.
27. Żylicz T. (1989), *Ekonomia wobec problemów środowiska przyrodniczego*, PWN, Warszawa.

## Podziękowania

Autorzy artykułu dziękują za wszystkie wskazówki i pomoc Prof. dr hab. Annie Szaniawskiej oraz Prof. UG, dr. hab. Jackowi Zausze.

## Streszczenie

Artykuł ukazuje fragment wyników badań, których celem była ekonomiczna wycena usługi regulacyjnej ekosystemu Zatoki Gdańskiej. Szacowanie ekonomicznej wartości procesów równoważenia skutków eutrofizacji wykonano metodą wyceny warunkowej (CVM). Główne badanie CVM przeprowadzono na reprezentatywnej grupie 1000 dorosłych Polaków. Zaprezentowano wyniki modelowania ekonometrycznego zadeklarowanej w ankietach kwoty,

jaką respondent był skłonny zapłacić (WTP) w celu sfinansowania rozwiązań technologicznych zastępujących utracone naturalne funkcje samooczyszczania się Zatoki Gdańskiej. Wykorzystując modele dla regresji przedziałowych i modele tobitowe dla zmiennych uciętych, zbadano wpływ na wartość WTP zmiennych socjologicznych, ekonomicznych i demograficznych. Wykazano między innymi wpływ poziomu dochodów, wykształcenia, wieku i poziomu świadomości ekologicznej na analizowaną zmienną.

Ekonometryczna analiza związków przyczynowo-skutkowych pozwoliła na lepsze zrozumienie czynników kształtujących WTP, co w przyszłości może pomóc w dokładniejszej wycenie szerszego wachlarza usług ekosystemowych.

### **Słowa kluczowe**

WTP, ekonomiczna wartość środowiska, usługi regulacyjne, model tobitowy

### **Modelling of the economic value of denitrification as one of the ecosystem services provided by the Gulf of Gdansk using the WTP (Summary)**

The article shows a part of the research which aimed at the economic valuation of regulatory ecosystem services provided by the Gulf of Gdansk. The assessment of the economic value of balancing the effects of eutrophication processes was performed by adopting the Contingent Valuation Method (CVM). The main CVM survey was conducted on a representative group of 1,000 adult Poles. The article presents the results of the econometric modelling of declared amounts that the respondents were willing to pay (WTP – (Willingness to Pay) in order to finance technological solutions for the replacement of the potentially lost natural self-cleaning abilities of the Gulf of Gdansk ecosystem. The effect of sociological, economic and demographic variables on the WTP values was assessed by using interval and tobit regression models. The results revealed the significant impact of the level of income, education, age and environmental awareness on the analysed variable.

The econometric analysis of the relationships between variables allowed for better understanding of factors influencing the WTP, which may help in future in more accurate valuation of a wider range of ecosystem services.

### **Keywords**

WTP, economic valuation of environment, regulating services, tobit regression model