

Załącznik nr 2

dr inż. Elżbieta Broniewicz

Politechnika Białostocka

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Autoreferat

na temat dorobku i osiągnięć w pracy naukowo-badawczej

Białystok, 16.03.2016

1. Imię i nazwisko

Elżbieta Broniewicz

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

Dyplom ukończenia wyższych studiów magisterskich otrzymałam 4 lipca 1991 roku na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej. Na kierunku Inżynieria środowiska, specjalność wodociągi i kanalizacja przygotowałam pracę magisterską dotyczącą analizy procesu fermentacji gnojowicy, którą obroniłam z wynikiem bardzo dobrym.

Stopień doktora nauk ekonomicznych w zakresie ekonomii uzyskałam 29 września 1998 roku. Stopień został nadany przez Akademię Ekonomiczną im. Oskara Langego we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu), Wydział Gospodarki Regionalnej i Turystyki w Jeleniej Górze na podstawie dysertacji pt. *Koszty ochrony środowiska jako podstawa oceny skuteczności opłat ekologicznych*, przygotowanej pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Bazylego Poskrobki.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

Podczas całej kariery akademickiej byłam zatrudniona w jednej uczelni – Politechnice Białostockiej:

- w okresie od 1 października 2011 roku do dziś jestem zatrudniona na stanowisku adiunkta na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska,
- w okresie od 1 października 1998 roku do 30 września 2011 r. byłam zatrudniona na stanowisku adiunkta na Wydziale Zarządzania,
- w okresie od 1 października 1997 roku do 30 września 1998 roku byłam zatrudniona na stanowisku asystenta na Wydziale Zarządzania,
- w okresie od 1 października 1993 roku do 30 września 1997 roku pracowałam na stanowisku asystenta na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

Osiągnięcie, które zawiera się w monografii naukowej, określa się tytułem: *Analiza ex ante efektywności kosztowej polityki ekologicznej*, Wyd. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, s. 206.

Cel naukowy

Mimo że problematyka analizy efektywności kosztowej nie jest tematyką nową, wciąż jest to obszar, w którym występują potencjalne możliwości jej udoskonalenia. W tej metodzie oceny efektywności – w odniesieniu do polityki ekologicznej – korzyści środowiskowe występują w postaci konkretnego efektu ekologicznego wyrażonego w jednostkach naturalnych. Jest to duże uproszczenie w stosunku do analizy kosztów i korzyści, stąd też analiza efektywności kosztowej

jest częściej wykorzystywana w praktyce. Dotychczasowe analizy efektywności kosztowej polityki ekologicznej dokonywane na świecie dotyczyły głównie oceny polityk już funkcjonujących (analizy *ex post*). Przy tym, większość analiz miała charakter ogólny lub traktowała zagadnienie w sposób dość powierzchowny. Jednocześnie w wielu opracowaniach, a także aktach prawnych, związanych z ochroną środowiska, podkreśla się konieczność analizy *ex ante*, która pozwoliłaby na wybór najbardziej kosztowo efektywnych rozwiązań polityki ekologicznej, jeszcze przed ich wdrożeniem. Postulat ten pozostaje jednak ciągle w sferze zaleceń, przede wszystkim ze względu na brak metodyki wykonywania takiej analizy. Stąd też podjęłam próbę rozwiązania następującego problemu badawczego:

W jaki sposób należy przeprowadzać analizę efektywności kosztowej *ex ante* polityki ekologicznej? Stosowanie analizy efektywności kosztowej przed wdrożeniem określonych regulacji prawnych bądź administracyjnych pozwoliłoby na wybór wariantu najbardziej efektywnego kosztowo, jednocześnie przy założeniu, iż wszystkie warianty spełniają wymóg ustalonych efektów ekologicznych i społecznych. Konieczne jest więc opracowanie metody, która pozwoli na powszechne stosowanie analizy *ex ante* w procesie zarządzania środowiskiem.

Główną hipotezę badawczą sformułowałam następująco:

Analiza *ex post* efektywności kosztowej polityki ekologicznej nie jest wystarczająca do prowadzenia działań w sposób kosztowo efektywny. Konieczne jest stworzenie modelu analizy *ex ante* polityki ekologicznej, której stosowanie przyczyniłoby się do obniżenia kosztów osiągnięcia efektów ekologicznych.

Hipotezę główną uzupełniają hipotezy szczegółowe:

- H1: Właściwie zidentyfikowane koszty i efekty polityki ekologicznej oraz zależności pomiędzy nimi są warunkiem rzetelnej analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki.
- H2: Wyniki badań kosztów ochrony środowiska prowadzone w Polsce mogą być wykorzystane do analizy efektywności kosztowej.
- H3: Do analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej mogą być stosowane metody prognozowania ekonometrycznego.

Efektem prowadzonych rozważań było opracowanie modelu analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej. Obejmuje to zarówno wskazanie źródeł niezbędnych informacji, sposobów ustalania zależności między kosztami osiągnięcia celów a efektami ekologicznymi, jak i wskazanie narzędzi statystycznych prognozowania efektywności oraz interpretacji uzyskanych wyników.

Metodą badawczą zastosowaną w pracy jest rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne, w którym teoria poprzedza badania, te jednak – na zasadzie sprzężenia zwrotnego – prowadzą do korekty bądź udoskonalenia danej teorii. Zgodnie z rozumowaniem hipotetyczno-dedukcyjnym, rozwiązując dany problem należy koncentrować się na całości dotychczasowej wiedzy i w konfrontacji teorii z doświadczeniem. Stąd też, w pierwszym etapie pracy przeanalizowano teorię dotyczącą efektywności kosztowej w ogóle oraz efektywności kosztowej polityki ekologicznej. Następnie skonfrontowano teorię z istniejącą praktyką w zakresie analizy efektywności kosztowej. Przeanalizowano akty prawne, literaturę naukową oraz opracowania naukowe z zakresu efektywności kosztowej polityki ekologicznej. Wynika z nich, że nieliczne, teoretyczne modele analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej okazały się

zbyt mało precyzyjne i trudne do zastosowania w praktyce. Kolejnym etapem pracy było usystematyzowanie funkcjonujących pojęć związanych z kosztami i efektami polityki ekologicznej. Dokonując systematyzacji istniejących danych statystycznych, przeprowadzono analizę *ex post* efektywności kosztowej polityki ekologicznej w Polsce. W ostatnim etapie pracy w oparciu o zasady logiki dedukcyjnej, podjęto próbę stworzenia nowego modelu teoretycznego analizy *ex ante* efektywności kosztowej, który może również zostać wykorzystany w praktyce realizacji polityki ekologicznej.

Struktura pracy

Praca składa się z pięciu rozdziałów.

W rozdziale pierwszym przedstawiłam teoretyczne podstawy zagadnienia efektywności kosztowej, wychodząc od historycznego kształtowania się pojęcia efektywności w teorii ekonomii. Przeanalizowałam proces kształtowania się zagadnienia efektywności, począwszy od prac merkantylistów z XVIII wieku, poprzez ekonomię klasyczną i neoklasyczną, Szkołę Wiedeńską, ekonomię dobrobytu i behawioralną. Dokonałam także przeglądu podejścia do analizy efektywności w ekonomii środowiska i zasobów naturalnych, w której jednym z obszarów badań jest ekonomiczna teoria zanieczyszczenia i ochrony środowiska. Bada ona statyczne i dynamiczne warunki optymalności wykorzystania elementów środowiska przyrodniczego. Aspekty statyczne dotyczą poszukiwania optymalnego pod względem kosztowym wykorzystania środków ekonomicznych przeznaczonych na ochronę środowiska – w ujęciu mikro w przedsiębiorstwach oraz w ujęciu makro w skali kraju, jako wybór optymalnych strategii ochrony środowiska. Aspekty dynamiczne dotyczą wpływu skutków emisji do środowiska zanieczyszczeń oraz kosztów utrzymania pożądanego stanu środowiska na zrównoważony wzrost gospodarczy. Analiza efektywności kosztowej jest jednym z narzędzi tej właśnie teorii. Rozważania w tym rozdziale kończy przedstawienie istoty analizy efektywności kosztowej, zarówno w skali makro, jak i w stosunku do pojedynczych przedsięwzięć.

Celem drugiego rozdziału pracy było przedstawienie zasad i możliwości stosowania analizy *ex ante* efektywności kosztowej w odniesieniu do polityki ekologicznej. Rozważania rozpoczęłam od przedstawienia polityki ekologicznej w Polsce i instrumentów jej realizacji. Następnie ukazałam istotę analizy efektywności kosztowej polityki ekologicznej, przywołałam prawne wymogi stosowania analizy *ex ante* w polityce ekologicznej, jak też przytoczyłam przykłady stosowania analizy w praktyce wraz ze wskazaniem trudności i problemów metodologicznych. Podstawowym wyzwaniem związanym z analizą efektywności kosztowej polityki ekologicznej jest odkrycie związku przyczynowego między obserwowanymi skutkami i przyczynami oraz włączenie wszystkich niezbędnych elementów, a także oddzielenie wpływu innych czynników. W literaturze podkreśla się występowanie problemów z gromadzeniem danych do analizy – proces ten jest czasochłonny i kosztochłonny. Sygnalizowany jest również problem skali analizy. Tradycyjnie, analiza efektywności kosztowej była stosowana do oceny pojedynczych przedsięwzięć inwestycyjnych, czasem do oceny działań lokalnych. Przeniesienie analizy na poziom krajowy lub europejski może zwiększać jej niepewność. Poza wyżej wymienionymi problemami pojawia się również zagadnienie typu kosztów, które powinny być włączone do analizy. Według niektórych ekonomistów, tradycyjnie używane do analizy koszty finansowe (nakłady inwestycyjne, koszty bieżące) powinny być rozszerzone, na przykład o zamiany w dochodach producentów i konsumentów. Ostatnia kwestia dotyczy sposobu ujęcia efektów ekologicznych. Mogą być rozumiane jako efekty zmniejszenia presji na środowisko (np. liczba

ton zredukowanej emisji) lub jako efekty wpływu na środowisko (np. uniknione szkody w środowisku lub poprawa jakości środowiska). W praktyce, w większości przypadków, analizy koncentrują się na ocenie presji, ze względu na łatwość zmierzenia, a przede wszystkim z uwagi na to, iż związek przyczynowo-skutkowy między środkami i efektami jest bardziej oczywisty.

Rozdział trzeci poświęciłam głównym kategoriom związanym z analizą efektywności kosztowej, jakimi są koszty i efekty polityki ekologicznej. Pierwsza część rozdziału dotyczy zagadnienia kosztów, w której omówiłam sposoby ujęcia kosztów ochrony środowiska oraz metodykę badania kosztów ochrony środowiska w UE, jak i specyfikę badań prowadzonych w Polsce. W zakresie badania kosztów bieżących ochrony środowiska w Polsce oraz badania wydatków gospodarstw domowych na ochronę środowiska, zaprezentowana metodyka powstała przy moim istotnym udziale, co zostało zaprezentowane w 5 pkt. niniejszego Autoreferatu. W ostatnim podrozdziale skupiłam się na identyfikacji efektów polityki ekologicznej, analizując te, spośród wielu istniejących wskaźników, które są istotne z punktu widzenia analizy efektywności kosztowej.

Celem rozdziału czwartego była ocena *ex post* efektywności kosztowej polityki ekologicznej w Polsce. Po przedstawieniu kosztów i efektów polityki ekologicznej w ostatnim dziesięcioleciu, zaprezentowałam kształtowanie się wskaźników efektywności kosztowej w trzech głównych dziedzinach ochrony środowiska: ochrona powietrza atmosferycznego i klimatu, gospodarka ściekowa oraz gospodarka odpadami. Dokonałam również porównań międzynarodowych w tym zakresie. Ze względu na dość wysoki poziom ogólności zaprezentowanych analiz, w końcowej części rozdziału przedstawiłam analizę *ex post* efektywności kosztowej jednego z instrumentów polityki ekologicznej, opierając się na systemie handlu uprawnieniami do emisji zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza. Do analizy wybrano jednostki prowadzące działalność, zakwalifikowaną według PKD 2007 do Sekcji D, dział 35 – Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną, gorącą wodę i powietrze do układów klimatyzacyjnych, ze względu na najwyższy udział w emisji dwutlenku węgla wśród wszystkich rodzajów instalacji objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych.

Najbardziej miarodajnym efektem funkcjonowania systemu handlu uprawnieniami na emisję dwutlenku węgla jest wielkość redukcji tego gazu z procesów spalania paliw. Niestety, ani na poziomie kraju, ani Unii Europejskiej takie informacje nie są dostępne. Za efekt ekologiczny przyjąłm więc procentową redukcję dwutlenku węgla, odniesioną do poziomu emisji z roku 1988, który jest rokiem bazowym dla celu redukcji gazów cieplarnianych ratyfikowanego przez Polskę Protokołu z Kioto, według wzoru:

$$E_t = \frac{Em_{1988} - Em_t}{Em_{1988}} \times 100\%,$$

gdzie:

- E_t – efekt ekologiczny w roku t wyrażony w procentach,
- Em_{1988} – wielkość emisji CO₂ jednostek PKD35 w roku 1988 w mln t CO₂,
- Em_t – wielkość emisji CO₂ jednostek PKD35 w roku t w mln t CO₂.

Jako koszty, przyjęto sumę kosztów bezpośrednich:

- kosztów amortyzacji środków trwałych służących ochronie powietrza atmosferycznego i klimatu w jednostkach PKD35,

- kosztów bieżących na działalność związaną z ochroną powietrza atmosferycznego i klimatu w jednostkach PKD35,
- kosztów bieżących w sektorze publicznym, które zostały ograniczone do kosztów zarządzania, monitorowania i kontroli w dziedzinie ochrona powietrza atmosferycznego i klimatu.

Efektywność kosztowa działań w dziedzinie ochrony powietrza atmosferycznego i klimatu została policzona według wzoru:

$$Ek = \frac{K}{E},$$

gdzie:

Ek – efektywność kosztowa [mln zł/% redukcji zanieczyszczeń],

K – koszty osiągnięcia efektu ekologicznego, będące sumą kosztów amortyzacji i kosztów bieżących netto w jednostkach PKD35 oraz kosztów bieżących netto w sektorze publicznym [mln zł],

E – efekt ekologiczny [%].

Analizując osobno:

I okres – 2002-2007, w którym nie funkcjonował system handlu uprawnieniami do emisji zanieczyszczeń,

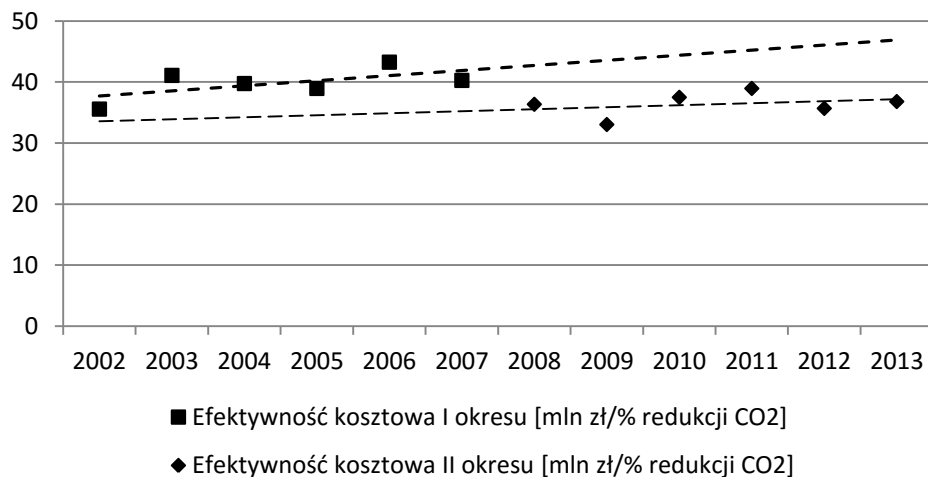
II okres – 2008-2013, w którym system już funkcjonował, można zauważyć, iż wskaźniki efektywności kosztowej w obu przypadkach wykazywały tendencję rosnącą, a wskaźniki I okresu były wyższe, niż wskaźniki efektywności kosztowej okresu II (rysunek 1).

Średnioroczne wskaźniki efektywności kosztowej wyniosły:

I okres – 40,536 mln zł na każdy procent redukcji emisji CO₂ w stosunku do roku bazowego 1988,

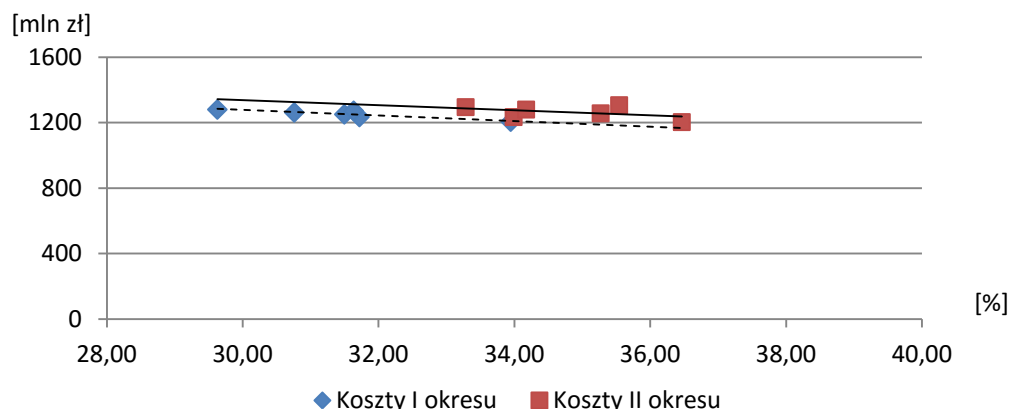
II okres – 36,367 mln zł/% redukcji CO₂.

Rysunek 1. Porównanie efektywności kosztowej polityki ekologicznej państwa w sferze ochrony powietrza atmosferycznego i klimatu jednostek PKD35 w okresie I (2002-2007) oraz okresie II (2008-2013) [mln zł/procent redukcji emisji w stosunku do roku bazowego 1998], ceny stałe roku 2013



Wzrostowi efektu ekologicznego towarzyszył niewielki spadek kosztów, zarówno w I, jak i II okresie analizy (rysunek 2).

Rysunek 2. Stosunek kosztów (mln zł) do efektów (%) w I i II okresie analizy



Na podstawie przeprowadzonej analizy *ex post* efektywności kosztowej systemu handlu uprawnieniami do emisji zanieczyszczeń stwierdziłam, iż istotnie, zgodnie z podstawą teoretyczną – instrument ten przyczynia się do obniżenia kosztów osiągnięcia celu ekologicznego. Wskaźniki wyrażone jako stosunek kosztów do efektu ekologicznego w II okresie przyjmowały niższe wartości, niż w okresie I, kiedy nie funkcjonował analizowany instrument (rysunek 1). Można też zauważyć, iż porównywalne koszty w II okresie analizy przyczyniały się do powstania wyższych wartości efektu ekologicznego (rysunek 2).

Przeprowadzona analiza *ex post* efektywności kosztowej polityki ekologicznej dowiodła, iż w przypadku kosztów ochrony środowiska, najpewniejszym źródłem informacji są dane o kosztach bezpośrednich. Brak dostępnych danych na temat kosztów pośrednich wymusza dodatkowe ich szacowanie oraz zwiększa poziom niepewności analizy. W odniesieniu do efektów ekologicznych – brak możliwości uzyskania odpowiednich danych wymusza budowanie indywidualnych wskaźników efektu ekologicznego.

Analiza *ex post* pozwala jedynie na stwierdzenie, który z zastosowanych instrumentów okazał się mniej lub bardziej efektywny kosztowo. Stosując się jednak do jednej z zasad polityki ekologicznej – zasady skuteczności ekologicznej i efektywności ekonomicznej, należy wdrażać instrumenty, które zapewnią najlepszy efekt jak najniższym kosztem. Konieczne więc jest prowadzenie analiz efektywności kosztowej jeszcze przed pojęciem decyzji o wyborze konkretnego rozwiązania, a więc analizy *ex ante*.

Autorska propozycja modelu analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej została zaprezentowana w rozdziale piątym. W pierwszej części rozdziału przedstawiono teoretyczne założenia modelu, składającego się z trzech modułów: przygotowanie zbioru danych wejściowych, prognozowanie efektywności kosztowej oraz interpretację zbioru danych wyjściowych (rysunek 3).

Ukazane na rysunku 3 szare pola dotyczą sytuacji obecnej – funkcjonującej polityki ekologicznej państwa z jej instrumentami, środkami, procedurami itp. Przystępując do analizy efektywności

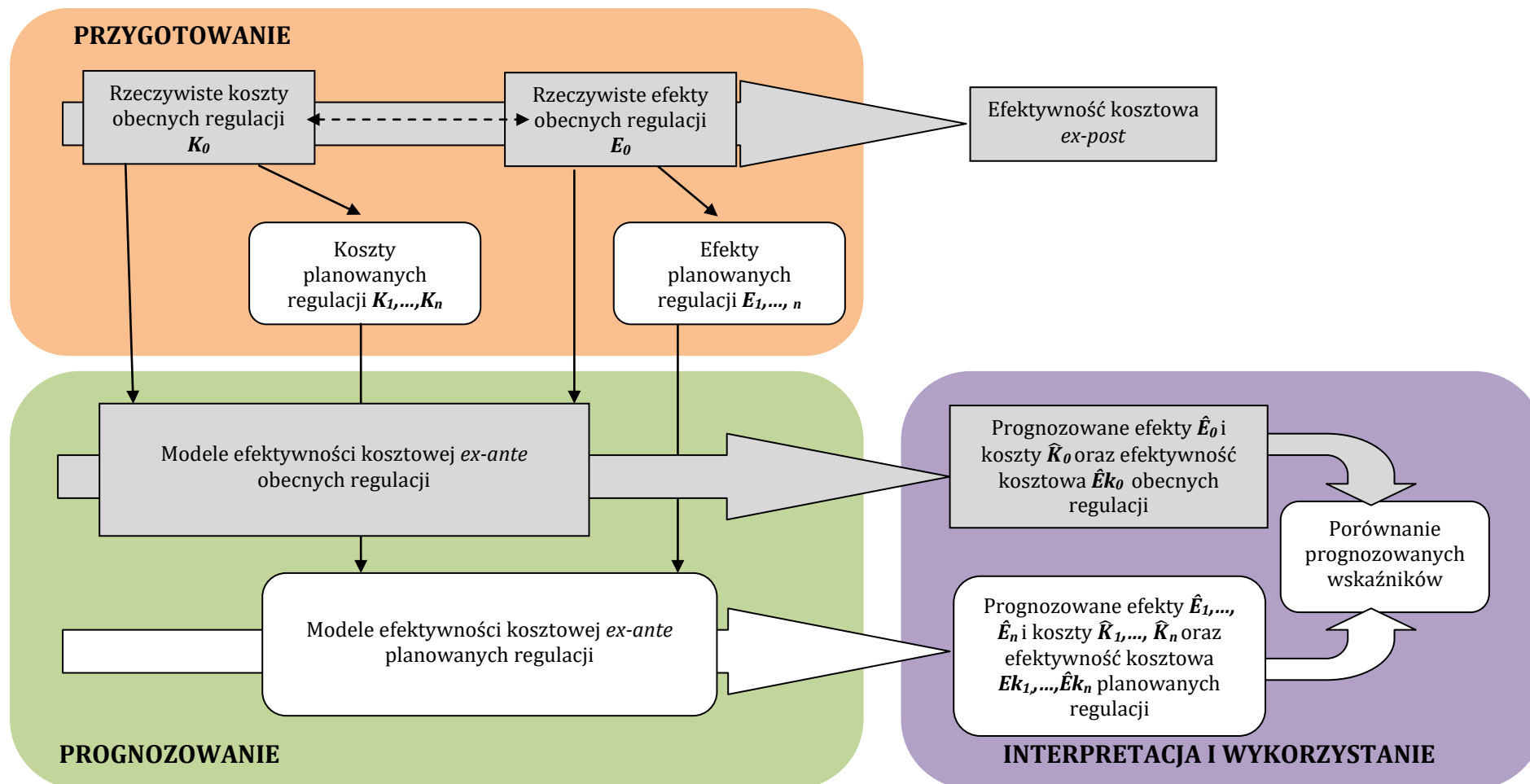
kosztowej konieczne jest ustalenie historycznych wartości rzeczywistych kosztów obecnych regulacji (K_0) oraz rzeczywistych efektów obecnych regulacji (E_0). Na ich podstawie określa się możliwe zmiany w kosztach i efektach, które wystąpiłyby po wdrożeniu nowych regulacji oraz ustala możliwe kształtowanie się kosztów planowanych regulacji i efektów (K_1, \dots, K_n oraz E_1, \dots, E_n). Następnie, zarówno dla sytuacji rzeczywistej, jak i dla wszystkich wariantów nowych regulacji, buduje się modele ekonometryczne opisujące relacje między efektami, kosztami, czy też ich zmianami w czasie. Na podstawie pozytywnie zweryfikowanych modeli wyznacza się:

- dla obecnych regulacji – prognozowane efekty \hat{E}_0 , koszty \hat{K}_0 i efektywność kosztową $\hat{E}k_0$,
- dla planowanych regulacji – prognozowane efekty $\hat{E}_1, \dots, \hat{E}_n$, koszty $\hat{K}_1, \dots, \hat{K}_n$ i efektywność kosztową $\hat{E}k_1, \dots, \hat{E}k_n$.

Ostatnim działaniem w ramach modelu analizy *ex ante* efektywności kosztowej jest porównanie otrzymanych wyników i wybór wariantu o najniższych kosztach osiągnięcia celu ekologicznego.

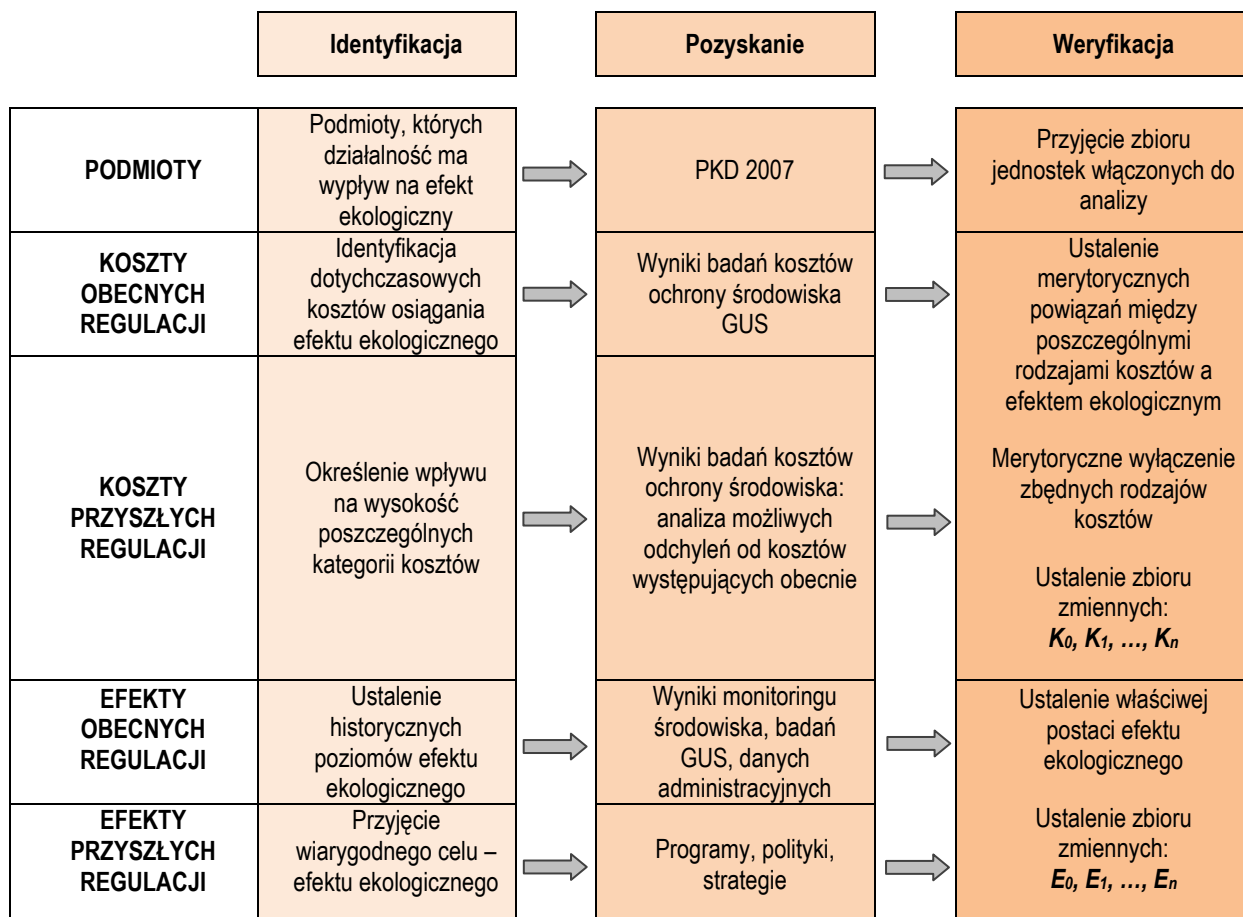
Model zawiera również pozycję typowej analizy *ex post* efektywności kosztowej, która jest wynikiem porównania rzeczywistych kosztów obecnych regulacji (K_0) oraz rzeczywistych efektów obecnych regulacji (E_0) polityki ekologicznej. Po upływie czasu, na który prognozowano efektywność kosztową polityki ekologicznej należy ponownie przeprowadzić analizę *ex post* efektywności kosztowej i dokonać porównania z otrzymanymi wynikami prognoz.

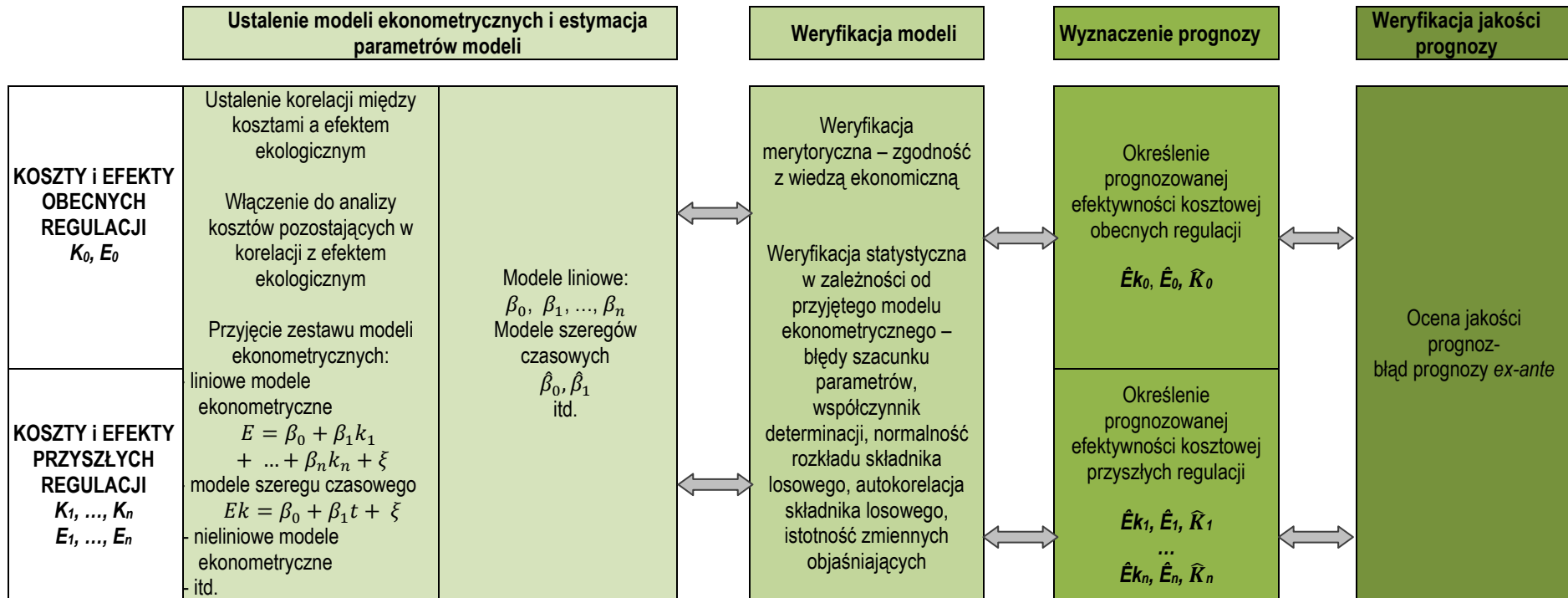
Rysunek 3. Zaproponowany model analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej



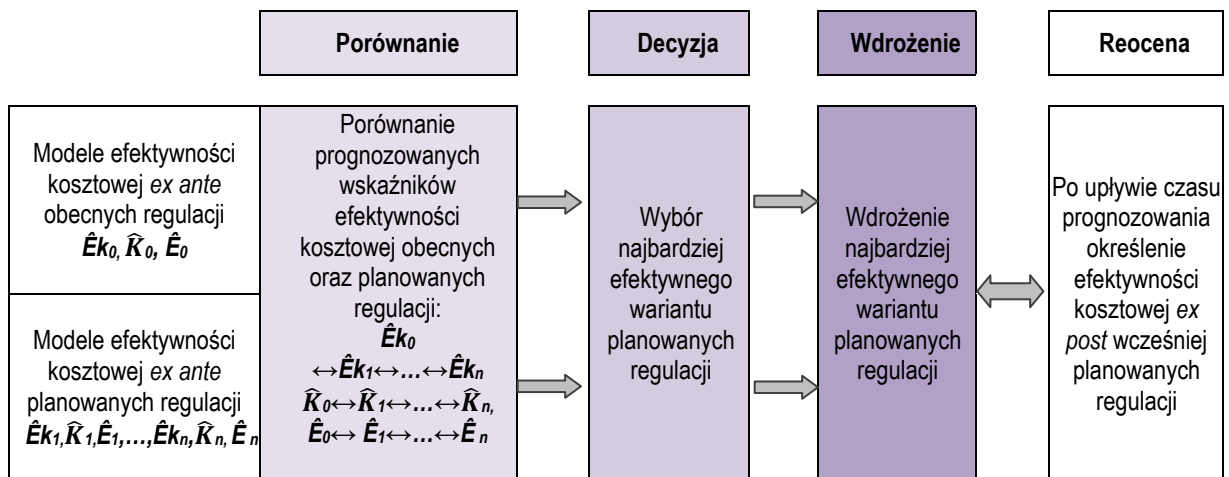
Każdy z przedstawionych na rysunku 3 modułów został szczegółowo opisany:

Moduł: *Przygotowanie zbioru danych wejściowych*





Moduł: *Interpretacja i wykorzystanie*



Model teoretyczny został następnie zweryfikowany przeze mnie na przykładzie instrumentu polityki ekologicznej analizowanego w poprzednim rozdziale.

Poszukiwałam modelu dobrze opisującego trend efektywności kosztowej w latach 2002-2007 (I okres analizy) oraz 2008-2013 (II okres analizy), ale również korelacji między wielkością efektu ekologicznego a wysokością kosztów jego osiągnięcia. Przeanalizowałam:

- model szeregu czasowego efektywności kosztowej,
- linearyzowany model nieliniowy efektywności kosztowej,
- model regresji liniowej kosztów osiągnięcia efektu ekologicznego,
- jednorównaniowy liniowy model wielu zmiennych dla efektu ekologicznego.

Niestety, nie udało się zbudować wiarygodnego modelu szeregu czasowego oraz modelu regresji liniowej. Weryfikacja tych modeli wykazała, iż nie można ocenić ich pozytywnie.

Dobierając postać funkcyjną linearyzowanego modelu nieliniowego efektywności kosztowej ustalono, że funkcją najlepiej opisującą zależność $Ek = f(t) + \xi$, jest funkcja hiperboliczna o postaci:

$$Ek_i = \alpha + \beta \frac{1}{t_i} + \xi_i,$$

gdzie:

Ek_i – zmienna objaśniana – efektywność kosztowa,

t_i – zmienna objaśniająca – kolejne lata obserwacji,

ξ_i – składnik losowy.

Podstawiając za zmienną $\frac{1}{t_i}$ zastępczą zmienną z , model staje się modelem liniowym i jako taki może być szacowany metodą najmniejszych kwadratów. Oszacowane funkcje dla analizowanych okresów przyjęły postać:

Efektywność kosztowa liczona względem kosztów brutto:

$$\text{I okres:} \quad \hat{E}k_{brI} = 42,52497 - 6,02251 z_I$$

(1,37985) (2,76766)

$$\text{II okres} \quad \hat{E}k_{brII} = 41,7622 - 5,84628 z_{II}$$

(1,31695) (2,64149)

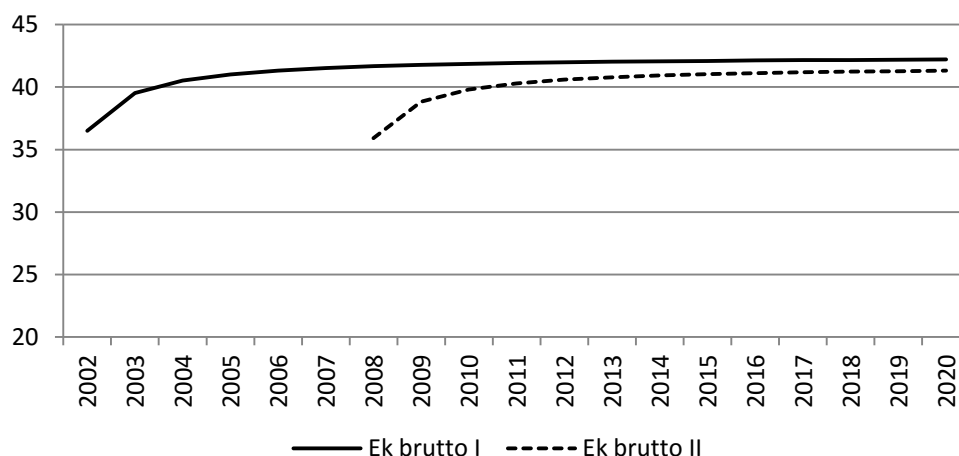
Modele efektywności kosztowej brutto obu okresów zostały zweryfikowane pozytywnie, użyto więc ich do prognozowania. Interesującym z punktu widzenia efektywności kosztowej rynku zbywalnych uprawnień do emisji gazów cieplarnianych jest rok 2020. Po podstawieniu wartości zmiennych objaśniających do modeli obu analizowanych okresów otrzymano prognozę wartości Ek^* w roku 2020:

I okres: $Ek^*_{I2020} = 42,208$ mln zł/% redukcji emisji CO₂ w stosunku do roku bazowego 1988, prognoza przedziałowa przy poziomie ufności dla 0,95 wynosi (38,70 ; 45,72), względny błąd *ex ante* = 5,48%,

II okres: $Ek^*_{II2020} = 41,312$ mln zł/% redukcji emisji CO₂ w stosunku do roku bazowego 1988, prognoza przedziałowa przy poziomie ufności dla 0,95 wynosi (38,10 ; 44,52), względny błąd *ex ante* = 5,28%.

Zgodnie z przedstawioną prognozą, polityka ekologiczna państwa przy wdrożeniu systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych jest bardziej efektywna kosztowo, niż w sytuacji, gdyby instrument ten nie został wdrożony. Według modelu hiperbolicznego, różnica w efektywności kosztowej w 2020 r. wyniosłaby 896 tys. zł/% redukcji emisji CO₂ w stosunku do roku bazowego 1988 – rysunek 4.

Rysunek 4. Prognozowana wartość efektywności kosztowej brutto w roku 2020 w jednostkach PKD35 w okresie I (2002-2007) oraz okresie II (2008-2013) [mln zł/% redukcji emisji w stosunku do roku bazowego 1998], koszty stałe roku 2013



W jednorównaniowym modelu wielu zmiennych, parametry liniowe oszacowano metodą najmniejszych kwadratów. Jako zmienną objaśniającą przyjęto efekt ekologiczny, zaś za zmienne objaśniane – następujące zmienne:

- KFU_D – koszty funkcjonowania urzędów ochronnych w jednostkach PKD35,
- AMORT_D – amortyzację w jednostkach PKD35,
- OPŁ_D – opłaty ekologiczne w jednostkach PKD35,
- KDW+ZPub – koszty sektora publicznego, rozumiane jako suma kosztów działań podejmowanych we własnym zakresie oraz kosztów działań świadczonych przez podmioty zewnętrzne.

Metodą regresji krokowej wyeliminowano z modelu zmienne objaśniające nieistotne. Do zmiennych istotnych włączonych do modelu zakwalifikowano zmienne, które są silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą oraz słabo skorelowane między sobą. Są to zmienne KFU_D, AMORT_D oraz OPŁ_D. Na oszacowany model nie mają więc wpływu zmienne występujące w sektorze publicznym.

Oszacowane funkcje dla analizowanych okresów przyjęły postać:

$$\text{I okres: } \hat{E}_I = 126,8821 - 0,1142\text{KFU_D} - 0,1606\text{AMORT_D}$$

(10,4614) (0,0125) (0,0177)

$$\text{II okres: } \hat{E}_{II} = 455,8563 + 0,0267\text{KFU_D} - 0,301\text{OPŁ_D} - 1,43\text{AMORT_D}$$

(53,5714) (0,0062) (0,0373) (0,1882)

Modele obu okresów zostały zweryfikowane pozytywnie, zastosowano je więc do prognozowania. W przypadku jednorównaniowych modeli regresji, w celu prognozy zmiennej objaśnianej, w analizowanym przypadku – prognozy efektu ekologicznego E^* , w pierwszej kolejności oszacowano wartości zmiennych objaśniających. Skorzystano z liniowej oraz logarytmicznej funkcji trendów (wybrano modele najlepiej dopasowane do danych rzeczywistych) i wyznaczono prawdopodobne wartości zmiennych w roku 2020 (w cenach roku 2013):

- $\text{KFU_D}_{12020} = 861,006$ mln zł,
- $\text{AMORT_D}_{12020} = 24,475$ mln zł,
- $\text{KFU_D}_{II2020} = 1107,123$ mln zł,
- $\text{OPŁ_D}_{II2020} = 76,228$ mln zł
- $\text{AMORT_DI}_{12020} = 298,89$ mln zł.

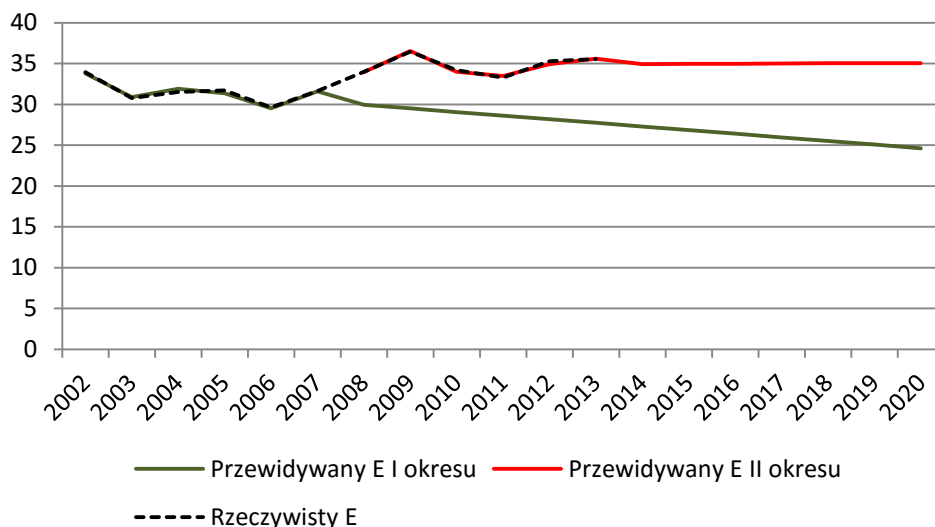
Po podstawieniu wartości zmiennych objaśniających do modeli obu analizowanych okresów otrzymano prognozę wartości E^* w roku 2020 (rysunek 5):

I okres: $E^*_{12020} = 24,66\%$ redukcji emisji CO_2 w stosunku do roku bazowego 1988, prognoza przedziałowa przy poziomie ufności dla 0,95 wynosi (21,00%; 28,32%), względny błąd *ex ante* = 7,20%,

II okres: $E^*_{II2020} = 35,12\%$ redukcji emisji CO_2 w stosunku do roku bazowego 1988, prognoza przedziałowa przy poziomie ufności dla 0,95 wynosi (33,83%; 36,40%), względny błąd *ex ante* = 4,91%.

Wdrożenie w 2008 roku handlu pozwoleniami na emisje zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza pozwala na utrzymanie efektu ekologicznego w 2020 roku na dotychczasowym (wysokim) poziomie. W przypadku, gdyby instrument ten nie został wprowadzony, efekt ekologiczny, wyrażony jako procent redukcji CO_2 w stosunku do roku 1988 mógłby ulec zmniejszeniu.

Rysunek 5. Rzeczywista i prognozowana wartość efektu ekologicznego w roku 2020 w jednostkach PKD35 w okresie I (2002-2007) oraz okresie II (2008-2013) [procent redukcji emisji w stosunku do roku bazowego 1998]



Oba modele ekonometryczne potwierdziły zatem lepszą efektywność kosztową polityki ekologicznej państwa w zakresie ochrony powietrza atmosferycznego i klimatu w przypadku wprowadzenia analizowanego instrumentu polityki ekologicznej. Prognozowane na 2020 roku wskaźniki efektywności kosztowej – zarówno typowy wskaźnik efektywności kosztowej (nakłady/efekty), jak i prognozowany efekt ekologiczny, przyjmują bardziej korzystne wartości w przypadku zastosowania systemu handlu pozwoleniami na emisję gazów cieplarnianych, w stosunku do dotychczas stosowanych mechanizmów. Analizę wiarygodności uzyskanych prognoz będzie można przeprowadzić ich po wygaśnięciu, czyli po 2020 roku.

Zaprezentowany przykład analizy *ex ante* efektywności kosztowej był specyficzny. Ze względu na stosunkowo krótki okres funkcjonowania systemu handlu pozwoleniami na emisję gazów cieplarnianych w Polsce, możliwe było przeprowadzenia zarówno analizy *ex post*, jak i *ex ante* tego instrumentu. W przypadku nowo projektowanych mechanizmów polityki ekologicznej konieczne będzie szacowanie przyszłych kosztów i przyszłych efektów, bez istniejącej podstawy w postaci strumieni wielkości z lat poprzednich. Jednak opisane w teoretycznej części modelu analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej metody (przykładowo metoda wpływów krzyżowych z wykorzystaniem metody delfickiej, powinny sprostać temu zadaniu.

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza *ex post* efektywności kosztowej polityki ekologicznej w Polsce umożliwiła wyciągnięcie wniosków niezbędnych do opracowania modelu analizy *ex ante*. Po pierwsze, analiza efektywności kosztowej powinna być raczej prowadzona na poziomie instrumentów polityki ekologicznej, nie zaś oceniać kompleksowe działania w danej dziedzinie ochrony środowiska. Zastosowanie analizy efektywności kosztowej na wysokim poziomie ogólności przydatne jest głównie przy porównaniach międzynarodowych. Dlatego też, przeprowadzono analizę instrumentów stosowanych w Polsce w dziedzinie ochrony powietrza atmosferycznego i klimatu. Było to możliwe dzięki wprowadzeniu, w 2008 roku w Polsce, nowej regulacji – systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych. Kolejny wniosek wynikający z przeprowadzonej

analizy *ex post* dotyczy jakości prowadzonej analizy. Odpowiedni poziom merytoryczny analizy zapewnia stosowanie danych z wiarygodnych źródeł informacji. W odniesieniu do kosztów, przy istniejącym dostępie do informacji, oznacza to ograniczenie rozważań do kosztów bezpośrednich. Oczywiście w przypadku, kiedy określony instrument polityki ekologicznej będzie generował stosunkowo wysokie koszty pośrednie i będą one znacznie różniły się w porównaniu z innymi analizowanymi wariantami, niezbędne będzie przeprowadzenie dodatkowych szacunków kosztów pośrednich. Ponadto stwierdzono, że w każdym przypadku analizy efektywności kosztowej instrumentu polityki ekologicznej konieczna jest identyfikacja efektu ekologicznego, jaki może być wywołany funkcjonowaniem danego instrumentu, a następnie określenie właściwej postaci tego efektu. Można tu skorzystać z szerokiego wachlarza wskaźników efektów polityki ekologicznej istniejących w literaturze, bądź też stworzyć nową postać wskaźnika na potrzeby prowadzonej analizy, tak, jak uczyniono to w niniejszej pracy. Wyznacznikiem postępowania jest w tym przypadku dostępność danych statystycznych opisujących efekt ekologiczny.

Hipoteza, iż wyniki badań kosztów ochrony środowiska prowadzone w Polsce mogą być wykorzystane do analizy efektywności kosztowej została zweryfikowana pozytywnie. Niestety, nie dostarczają one kompletnych danych do modelu analizy *ex ante* efektywności kosztowej. Dane te dotyczą wyłącznie kosztów bezpośrednich, a i te są agregowane na dość wysokim poziomie ogólności. Stąd też, podczas analizy bardziej szczegółowych przypadków, konieczne jest sięganie do zasobów GUS, które nie są publikowane, ale mogą być udostępnione. Nie istnieją natomiast dane dotyczące kosztów zewnętrznych prowadzonej polityki ekologicznej. W każdym przypadku użycia modelu do analizy *ex ante* efektywności kosztowej konieczne jest albo ograniczenie analizy wyłącznie do kosztów bezpośrednich, bądź szacowanie kosztów pośrednich (kosztów efektów zewnętrznych) dostępnymi metodami wyceny. Problemem pozostaje jednak wiarygodność owych szacunków, a także ich kosztochłonność i czasochłonność.

Decyzja o rodzaju kosztów włączonych do analizy jest kluczowa z punktu widzenia wiarygodności całego modelu analizy *ex ante* efektywności kosztowej. Dodatkowo, należy zwrócić szczególną uwagę na kwestię powiązania przyjętych do analizy kosztów z efektem ekologicznym. Efekt ekologiczny jest przyjmowany w analizie efektywności kosztowej jako wiarygodny, ustanowiony na podstawie merytorycznych i politycznych przesłanek, jednak zidentyfikowanie kosztów powiązanych z tym efektem należy już do wykonującego analizę. Należy dążyć do jak najlepszego „dopasowania” kosztów osiągnięcia efektu ekologicznego i jak najbardziej precyzyjnego wyłonienia wyłącznie tych kosztów, które pozostają w ścisłej relacji z efektem.

Zastosowanie metod prognozowania ekonometrycznego do modelowania analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej dało bardzo dobre rezultaty. Moduł prognozowania w modelu analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej skupia się na poszukiwaniu właściwej postaci modelu ekonometrycznego, najlepiej opisującej występujące między zmiennymi zależności. Mnogość modeli statystycznych daje pewność, iż zależności między wielkością efektu ekologicznego a wysokością kosztów, niezbędnych do osiągnięcia tego efektu, dadzą się ująć w postaci funkcji matematycznej. Niezmiernie ważnym etapem jest weryfikacja każdego z oszacowanych modeli i wybór modelu w największym stopniu wyjaśniającego rzeczywiste zależności. Wyłącznie model pozytywnie zweryfikowany może być zastosowany do prognozowania efektywności kosztowej instrumentów polityki ekologicznej.

Przedstawiony model polityki ekologicznej państwa jest modelem uniwersalnym i może służyć do analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki w różnych dziedzinach ochrony środowiska. Najprostszym wydaje się stosowanie go w tych dziedzinach, w których istnieją wymierne i

mierzalne efekty ekologiczne, rozumiane jako zmniejszenie presji na środowisko – redukcja zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza, zwiększenie ilości lub stopnia oczyszczanych ścieków, unieszkodliwianie większej ilości odpadów i temu podobne. Model może być również przydatny do analizy efektywności kosztowej działań, gdzie efekty mierzone są jako stan środowiska w jednostkach naturalnych, przykładowo emisja zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym, parametry jakości wód czy ilość zanieczyszczeń w glebie. Oczywiście, zarówno w przypadku wskaźników presji, czy też wskaźników stanu, konieczna jest wiarygodna informacja o ich poziomach. Modelowanie efektywności kosztowej jest natomiast utrudnione, jeśli dotyczy niewymiernych lub trudno mierzalnych efektów ekologicznych, np. efektów w środowisku przyrodniczym.

Zaprezentowany model analizy *ex ante* efektywności kosztowej może być stosowany do oceny działań w sferze ochrony środowiska głównie na poziomie kraju. Jest to uwarunkowane poziomem agregacji dostępnych danych dotyczących wysokości kosztów osiągnięcia efektów ekologicznych. Istnieją jednak również informacje o wysokości kosztów ochrony środowiska w poszczególnych województwach: w odniesieniu do nakładów inwestycyjnych – publikowane przez GUS, w odniesieniu do kosztów bieżących – możliwe do uzyskania również w statystyce publicznej. Stąd też, w przypadku planowania regulacji o charakterze regionalnym, z ustalonym na poziomie regionalnym efektem ekologicznym, możliwe jest również wykorzystanie przedstawionego w pracy modelu do oceny *ex ante* efektywności kosztowej przyszłych regulacji.

Dalsze prace nad doskonaleniem analizy efektywności kosztowej polityki ekologicznej – zarówno w ujęciu *ex post*, jak i *ex ante* – powinny skupiać się nad rozszerzeniem zakresu kosztów włączanych do analizy. Z pewnością, analiza efektywności kosztowej byłaby bardziej wartościowa i bliższa prawdzie, gdyby możliwe było włączenie do obliczeń środowiskowych kosztów zewnętrznych. W pewnych przypadkach mogą być one wyższe niż włączone do analizy koszty bezpośrednie i ich uwzględnienie, mogłoby mieć wpływ na prognozowane wskaźniki efektywności kosztowej poszczególnych wariantów regulacji środowiskowych. Wycena środowiskowych kosztów zewnętrznych od lat jest przedmiotem badań ekonomistów. Jednak do chwili obecnej problem nie został rozwiązany w stopniu umożliwiającym wykorzystanie wiedzy o wysokości środowiskowych kosztów zewnętrznych w praktyce podejmowania decyzji polityki ekologicznej.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Podejmowane przeze mnie rozważania można zaklasyfikować do następujących obszarów:

- Koszty ochrony środowiska,
- Efektywność ekologiczno-ekonomiczna,
- Systemy zarządzania środowiskowego,
- Oceny oddziaływania na środowisko.

5.1. Koszty ochrony środowiska

Niewątpliwie, najważniejszym obszarem badawczym, który umożliwił rozwiązanie problemu analizy *ex ante* efektywności kosztowej polityki ekologicznej państwa, było zagadnienie związane z kosztami ochrony środowiska. Badania dotyczące kosztów ochrony środowiska realizowałam początkowo (od 1995 roku) głównie z profesorem Bazylim Poskrobko, zaś w okresie od 2000 roku – samodzielnie. Efektem tych badań jest szereg publikacji krajowych i zagranicznych, w tym

publikacja książkowa wydana we współautorstwie. W opublikowanych pracach rozwinęliśmy oryginalne podejście, w odniesieniu do:

- a) modyfikacji metodyki badania nakładów inwestycyjnych ochrony środowiska,
- b) opracowania metodyki identyfikacji i badania kosztów bieżących ochrony środowiska,
- c) opracowania metodyki identyfikacji i badania wydatków na ochronę środowiska ponoszonych przez gospodarstwa domowe.

a. Modyfikacja metodyki badania nakładów inwestycyjnych ochrony środowiska

W efekcie badań, podejmowanych przez zespół badawczy, w którym miałam możliwość uczestniczyć jeszcze przed obroną pracy doktorskiej rozszerzono w polskiej statystyce publicznej pojęcie nakładów inwestycyjnych o nakłady na inwestycje zintegrowane. Przeprowadzona analiza metodyki identyfikacji nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska występującej w Polsce pozwoliła na dostosowanie jej do propozycji europejskich. Dodano nową dziedzinę ochrony środowiska – ochronę przed promieniowaniem, poszerzono zakres inwestycji w istniejących dziedzinach ochrony środowiska. Wprowadzono również (w każdej dziedzinie środowiska) kategorię nakładów na prace badawczo-rozwojowe i wdrożeniowe oraz szkolenia. Uporządkowania wymagało także zagadnienie źródeł finansowania inwestycji w ochronie środowiska. Środki budżetowe podzielono na środki z budżetu centralnego oraz z budżetu gminy, dodano dodatkowe źródła: kredyty i pożyczki krajowe, a także fundusze celowe. Postulowano rozszerzenie zakresu badanych podmiotów. Dzięki temu, od 1996 roku dane o nakładach i efektach rzeczowych inwestycji w ochronie środowiska zostały w całości dostosowane do standardów i klasyfikacji EKG/ONZ, UE-Eurostat oraz OECD. Po kilku latach funkcjonowania tej metodyki badania nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska i coraz liczniejszymi doświadczeniami w tym zakresie, ale również wobec zmieniającego się prawa ochrony środowiska związanego głównie z akcesją Polski do Unii Europejskiej, w 2002 roku przeanalizowaliśmy podmiotowy i przedmiotowy zakres prowadzonych badań. Jednak wprowadzone do metodyki badania nakładów inwestycyjnych poprawki miały wyłącznie charakter porządkowy. Z uwagi na fakt, iż w 1999 roku ukazała się Polska Klasyfikacja Statystyczna Dotycząca Działalności i Urzędzeń Związanych z Ochroną Środowiska oraz uaktualniona w 2000 roku Międzynarodowa Standardowa Klasyfikacja Statystyczna Działalności i Urzędzeń Związanych z Ochroną Środowiska, zakres przedmiotowy badanych nakładów został uszczegółowiony. Dotyczyło to głównie dziedziny CEPA 4: *Ochrona gleb, wód powierzchniowych i podziemnych*. Wyłączono również z nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska nakłady na działania mające na celu oszczędzanie energii. Powszechność badań, w większym niż dotychczas zakresie, zapewniło dołączenie *Załącznika* do sprawozdań *F-03* oraz *SP*, które obejmują wszystkie rodzaje działalności według Polskiej Klasyfikacji Działalności.

Można przyjąć, iż od 2002 roku metodyka badania nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska w Polsce pozostała niezmienną i nadal jest stosowana.

Efekty prowadzonych prac zostały opublikowane jako:

1. E. Broniewicz, B. Fiedor, B. Poskrobko i inni, *Metodyka określania nakładów na ochronę środowiska w ramach ogólnego systemu statystyki ekonomicznej*. Raport z badań zrealizowanych na zlecenie Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Biuro Badań i Wdrożeń Ekologicznych, Białystok 1995.
2. E. Broniewicz, B. Poskrobko, Z. Sieradzki, *Problemy określenia nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska*, „*Ekonomia i Środowisko*” 1995 nr 1(6), s.115-134.

3. E. Broniewicz, J. Ejdys, B. Poskrobko, *Analiza i modyfikacja istniejącej metodyki badania wielkości nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska w Polsce*, Praca wykonana na zlecenie Ministerstwa Środowiska, Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych w Białymstoku, Białystok 2002.
4. E. Broniewicz, *Metodyka badania nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska w Polsce i Unii Europejskiej*, „*Ekonomia i Środowisko*” 2003 nr 1(23), s. 32-44.

b. Identyfikacja i badanie kosztów bieżących ochrony środowiska

Prace nad metodyką identyfikacji i badania kosztów bieżących ochrony środowiska rozpoczęłam w zespole Prof. B. Poskrobki w 1996 r. Zgodnie z zaleceniami Eurostatu, zawartymi w SERIEE wyróżniliśmy następujące sektory gospodarki: sektor gospodarczy, "innych usług", publiczny oraz gospodarstw domowych. Zaadoptowaliśmy definicje i klasyfikacje kosztów ochrony środowiska. Eurostat nie opracował jednak jednolitej metodyki badania wysokości kosztów. Jako możliwe rozwiązania wskazywano wykorzystanie istniejących źródeł informacji statystycznej lub urzędowej, bądź też wprowadzenie nowych badań statystycznych, realizowanych za pomocą kwestionariusza badawczego. W Polsce nie istniały w ówczesnym czasie żadne wiarygodne źródła informacji o wysokości kosztów bieżących ochrony środowiska. Badania kosztów ochrony środowiska w przedsiębiorstwach, które były prowadzone w ośrodku białostockim, czy krakowskim, nie były badaniami reprezentacyjnymi i mogły posłużyć jedynie jako podstawa nowej metodyki. Opracowaliśmy zatem nową metodykę badania kosztów bieżących ochrony środowiska w Polsce. Zaproponowaliśmy badania reprezentacyjne z wykorzystaniem kwestionariusza badawczego. W ramach metodyki opracowaliśmy:

1. Zakres badania – zgodny z metodyką Eurostatu, zarówno w odniesieniu do dziedzin ochrony środowiska, jak i zakresu kosztów bieżących rozumianych jako suma kosztów funkcjonowania urzędów końca rury, kosztów funkcjonowania zintegrowanych urzędów ochronnych, kosztów innych działań ochronnych (monitoringu, działalności laboratorium, utrzymania strefy ochronnej), kosztów ogólnych (koszty badań i rozwoju, koszty edukacji, szkoleń i informacji oraz koszty zarządzania) oraz opłat ekologicznych.
2. Sposób doboru próby – za pomocą losowania nieograniczonego bez zwracania w dwóch grupach o różnej liczbie zatrudnionych (6-100 osób, powyżej 100 osób), w warstwach reprezentujących różne rodzaje działalności gospodarczej (wówczas według Europejskiej Klasyfikacji Działalności) oraz w trzech typach obszarów (woj. katowickie, obszary szczególnej ochrony, pozostałe obszary).
3. Sposób określania minimalnej liczebności próby – na podstawie wskaźników zmienności kosztów bieżących ochrony środowiska w poszczególnych warstwach i grupach zatrudnionych występujących w roku poprzedzającym badanie.
4. Częstotliwość badań – co 4 lata.
5. Sposób estymacji wyników badania na zbiorowość generalną – za pomocą estymatora średniej arytmetycznej.
6. Kwestionariusze badawcze – osobno dla każdego sektora

Zgodnie z opracowaną metodyką, w kolejnych latach prowadzono z moim wiodącym udziałem badania kosztów bieżących ochrony środowiska w gospodarce narodowej. Po raz pierwszy, wyniki badań kosztów bieżących za 1996 rok opublikowano w periodyku GUS w 1999 roku. Zaprezentowano koszty bieżące w układzie trzech dziedzin środowiska: ochrony wód, ochrony powietrza oraz ochrony powierzchni ziemi. W każdej z dziedzin wyodrębniono koszty funkcjonowania urzędów ochronnych (głównie końca rury) oraz opłaty za korzystanie ze

środowiska (opłaty za pobór wód, odprowadzanie ścieków, emisje pyłów i gazów, za składowanie odpadów, opłaty eksploatacyjne oraz opłaty za wyłączenie gruntów z produkcji rolnej i leśnej). Po raz pierwszy również przedstawiono relację nakładów inwestycyjnych i kosztów bieżących ochrony środowiska w układzie tych trzech dziedzin ochrony środowiska. W 1996 roku w przypadku dziedzin ochrona wód (rozumianych wówczas jako gospodarka ściekowa) i ochrony powietrza atmosferycznego, stosunek nakładów inwestycyjnych do kosztów bieżących wyniósł około 1:1, co odpowiadało szacunkom prowadzonym przez ekspertów Eurostatu. W dziedzinie ochrona powierzchni ziemi, koszty bieżące stanowiły zaś około 95% całkowitych kosztów. Potwierdziło to konieczność gromadzenia informacji o wysokości kosztów bieżących ochrony środowiska dla celów polityki ekologicznej państwa. Badanie kosztów bieżących w gospodarce narodowej wpisano na stałe do Programu Badań Statystycznych Statystyki Publicznej GUS. Za badania odpowiedzialne było Ministerstwo Środowiska, finansowanie odbywało się ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, zaś prowadzenie badań powierzono Fundacji Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych w Białymstoku. Od 2000 roku badania kosztów bieżących ochrony środowiska w gospodarce narodowej były prowadzone pod moim kierunkiem (wykaz badań w załączniku 5).

Prowadzenie badań kosztów bieżących ochrony środowiska w latach 1998-2003 pozwoliło na gromadzenie cennych doświadczeń, zdobywanych głównie w bezpośrednich kontaktach z respondentami, jak również podczas analizy wyników prowadzonych badań. W rezultacie, znacznie uprościliśmy opracowaną wcześniej metodykę. Między innymi:

- opracowano formularz kwestionariusza badawczego jednakowy dla wszystkich badanych sektorów w bardziej przyjaznej respondentom szacie graficznej;
- rozwinęto i uszczegółowiono objaśnienia do kwestionariusza, bazując na najczęściej zadawanych pytaniach i pojawiających się wątpliwościach wśród respondentów;
- zrezygnowano z losowania próby w układzie terytorialnym, co pozwoliło na znaczną redukcję liczby badanych podmiotów – w tym celu przeprowadzono analizę statystyczną wpływu lokalizacji jednostki na poziom udziału kosztów ochrony środowiska w kosztach funkcjonowania jednostki. W wyniku analizy stwierdzono, że lokalizacja nie ma żadnego wpływu na poziom udziału kosztów ochrony środowiska w kosztach funkcjonowania jednostek;
- wprowadzono losowanie w układzie 3 grup wielkości zatrudnienia: 10-49 osób, 50-249 osób oraz 250 i więcej osób;
- dopracowano metodę szacowania kosztów w latach między kolejnymi badaniami:
 - w sektorze gospodarczym oraz sektorze usług ochrony środowiska – w dziedzinach: Ochrona powietrza atmosferycznego i klimatu, Gospodarka ściekowa, Gospodarka odpadami, wysokość kosztów działań własnych i działań świadczonych przez podmioty zewnętrzne jest szacowana z uwzględnieniem ilości redukowanych zanieczyszczeń, zaś wysokość opłat ekologicznych – z uwzględnieniem ilości wytworzonych zanieczyszczeń w poszczególnych działach według PKD. Pozostałe zmienne kosztów w tych dziedzinach oraz wszystkie zmienne kosztów w pozostałych dziedzinach ochrony środowiska, ze względu na brak informacji statystycznych dotyczących wielkości zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska i redukowanych, są szacowane z wykorzystaniem współczynnika zmiany cen towarów i usług konsumpcyjnych;
 - koszty w sektorze publicznym oraz pozostałe zmienne kosztów w trzech głównych dziedzinach i wszystkie zmienne kosztów w pozostałych dziedzinach ochrony środowiska

sektora gospodarczego i sektora usług ochrony środowiska, ze względu na brak informacji statystycznych dotyczących wielkości zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska i redukowanych, są szacowane z wykorzystaniem współczynnika zmiany cen towarów i usług konsumpcyjnych.

Poza tym, istotną zmianę wprowadziliśmy w sektorze „inne usługi”. Zmieniono nazwę sektora na „sektor usług ochrony środowiska” oraz rozpoczęto (od 2002 roku) gromadzić informacje o wysokości przychodów za usługi ochrony środowiska (głównie usługi odprowadzania i oczyszczania ścieków, wywozu i unieszkodliwiania odpadów). Od 2002 roku prezentowane corocznie w publikacji GUS dane na temat nakładów na ochronę środowiska są porównywalne.

Poprawiona i uzupełniona metodyka badania kosztów bieżących ochrony środowiska została opublikowana w 2003 roku w książce *Nakłady na ochronę środowiska. Metodyka i wyniki badań*. Przez kolejne 10 lat byłam zaangażowana w badanie kosztów bieżących ochrony środowiska w gospodarce narodowej na zamówienie Ministerstwa Środowiska. W tym okresie dokonywałam jedynie drobnych korekt opracowanej wcześniej metodyki. W 2013 roku dokonałam niewielkiej modyfikacji sposobu szacowania kosztów na całą zbiorowość generalną - ze względu na to, iż podczas badania kosztów bieżących pozyskuje się informację dotyczącą wielkości wynagrodzeń, należy je wyłączyć przy szacowaniu kosztów działań prowadzonych we własnym zakresie. Wynagrodzenia należą do kategorii kosztów stałych względem zmieniającej się wielkości redukcji zanieczyszczeń, w porównaniu do innych składników kosztów: energia, materiały, surowce itp.

Prace w zakresie badania kosztów bieżących ochrony środowiska pod moim kierunkiem zakończyły się w roku 2013, kiedy prowadzenie badań przejął Główny Urząd Statystyczny. Badania są prowadzone według opracowanych przeze mnie i prof. B. Poskrobko: metodyki i kwestionariusza badawczego.

Efekty prowadzonych prac zostały opublikowane jako:

1. E. Broniewicz, B. Poskrobko, *Ocena kosztów eksploatacyjnych ochrony środowiska w Polsce w 1996 roku*, Białystok 1998;
2. E. Broniewicz, B. Poskrobko, *Ile łożymy – co zyskujemy. Koszty funkcjonowania urzędzeń ochronnych „końca rury”*, EKOPROFIT, nr 9 z 1998 r., s. 15-20.
3. E. Broniewicz, *Bieżące koszty ochrony środowiska w sektorze gospodarczym w Polsce*, Zeszyty Naukowe PB. Ekonomia i Zarządzanie - Z.4 z 1999 r., s.7-35.
4. E. Broniewicz, *Metodyka badania bieżących kosztów ochrony środowiska w Polsce w świetle wskazań Eurostat w: Ekonomiczne aspekty dostosowania polskiego prawa, regulacji i instytucji w ochronie środowiska do rozwiązań Unii Europejskiej*, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 1999, s. 128-141.
5. E. Broniewicz, *Koszty ochrony środowiska w przedsiębiorstwie*, w: *Proekologiczne zarządzanie przedsiębiorstwem*, red. G. Kobyłko, Wyd. Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 2000, s. 45-55.
6. E. Broniewicz, *Badania wydatków na ochronę środowiska w Polsce w: Aplikacyjne aspekty trwałego rozwoju*, red. G. Dobrzański, Wyd. Politechniki Białostockiej, 2002, s. 73-87.
7. E. Broniewicz, *Nakłady inwestycyjne i koszty bieżące. Ochrona środowiska w Polsce w: Zarządzanie środowiskiem. Teraźniejszość i przyszłość*, red. B. Poskrobko, Rozprawy Naukowe PB nr 106, Białystok 2003, s. 107-121.
8. E. Broniewicz, B. Poskrobko, *Nakłady na ochronę środowiska. Metodyka i wyniki badań*. Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 2003.
9. E. Broniewicz, *Environmental protection expenditure in Poland in comparison with European Union countries*, Business strategy and the environment, conference proceedings Leeds 2004, s.58-66
10. E. Broniewicz, *Environmental protection expenditure account in countries of North-Eastern Europe* [w:] *Zrównoważony rozwój i ochrona środowiska w gospodarce*, red. D. Kiełczewski, B. Dobrzańska, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok, 2007, s. 107-115.

11. E. Broniewicz, *Nakłady na ochronę środowiska w Polsce i źródła ich finansowania w: Problemy naukowo-badawcze budownictwa*, T.1: Problemy budownictwa na terenach ekologicznie cennych, red. M. Broniewicz, J. A. Prusiel, Wyd. Politechniki Białostockiej, 2007, s. 111-128.
12. E. Broniewicz, R. Miłaszewski *Koszty użytkowania i ochrony środowiska w: Ekonomia i zarządzanie ochroną środowiska dla inżynierów*, red. E. Broniewicz, J. Godlewska, R. Miłaszewski, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 2010, s. 116-128.
13. E. Broniewicz, *Environmental Protection Expenditure in European Union w: Environmental Management in Practice* ed. by E. Broniewicz, Intech, Rijeka 2011, s.161-181.
14. E. Broniewicz, *Metodyka badania kosztów bieżących ochrony środowiska stosowana w Polsce od 2002 roku*, Białystok 2013, dokument elektroniczny, https://www.researchgate.net/publication/288669616_Metodyka_badania_kosztow_biezacych_ochrony_srodowiska?ev=prf_pub, 29.12.2015.

c. Identyfikacja i badanie wydatków na ochronę środowiska w gospodarstwach domowych

Potrzebę zajęcia się problemem badania kosztów ochrony środowiska występujących w gospodarstwach domowych zgłosiliśmy wspólnie z prof. B. Poskrobko w 1995 roku na forum Ministerstwa Środowiska i Głównego Urzędu Statystycznego. Nie została jeszcze wówczas opracowana europejska procedura badania tych kosztów. Niemniej jednak, w niektórych krajach UE – Niemczech, czy Holandii podjęto pewne próby ich zdefiniowania i oszacowania. Napotkano tam jednak na wiele problemów teoretycznych i praktycznych, na przykład wynikających z przepisów prawnych i na wiele lat badania w tym sektorze przerwano.

Rok później zaproponowaliśmy metodykę badania wydatków na ochronę środowiska w gospodarstwach domowych. Wykorzystując europejskie podejście do wydatków gospodarstw domowych związanych z ochroną środowiska (opłaty usługowe za oczyszczanie ścieków oraz wywóz odpadów, zakup produktów powiązanych (bezpośrednio służących ochronie środowiska) oraz dostosowanych („ekologicznych”), opracowaliśmy autorską metodykę badań. Założono, że badania będą prowadzone na reprezentacyjnej próbie gospodarstw domowych, łącznie z prowadzonymi przez GUS badaniami budżetów gospodarstw domowych. Przeszkoleni ankieterzy wojewódzkich urzędów statystycznych mieli za zadanie wypełnić, wraz z respondentami, kwestionariusz badawczy. Wyniki badań miały być prezentowane w układzie sześciu grup społeczno-ekonomicznych ludności.

Pierwsze badania wydatków gospodarstw domowych na ochronę środowiska w Polsce przeprowadziliśmy w 2000 roku, zaś wyniki badań za rok 1999 i 2000 zostały zaprezentowane rok później w publikacji GUS. Mimo sugestii ekspertów Unii Europejskiej, by badaniami statystycznymi w sektorze gospodarstw domowych objąć jedynie opłaty za usługi związane z ochroną środowiska, ze względu na praco- i kosztochłonność gromadzenia danych o wydatkach na zakup urządzeń służących ochronie środowiska, zdecydowaliśmy się jednak na utrzymanie w kwestionariuszu tego rodzaju wydatków. Zrezygnowaliśmy jedynie ze zbierania informacji dotyczących wydatków na zakup produktów dostosowanych, głównie ze względu na brak istniejących uregulowań dotyczących oznakowania produktów przyjaznych środowisku. Na przełomie XX i XXI wieku Polska była jedynym, oprócz Węgier, krajem, posiadającym informacje o wydatkach gospodarstw domowych na ochronę środowiska w tak szerokim zakresie. Badania prowadziłam co kilka lat, na zlecenie Ministerstwa Środowiska, zaś w latach między kolejnymi badaniami dane szacowałam w oparciu o liczbę gospodarstw domowych w Polsce oraz wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych. Informacja o wysokości wydatków jest corocznie prezentowana w publikacji GUS.

Według opracowanej metodyki, badania w zakresie wydatków na ochronę środowiska w gospodarstwach domowych prowadziłam do 2012 roku (wykaz badań w Załączniku 5). Podobnie, jak w przypadku badania kosztów bieżących ochrony środowiska, obecnie obowiązek ten przejął Główny Urząd Statystyczny, posługując się opracowaną przeze mnie i Prof. B. Poskrobkę metodyką i kwestionariuszem badawczym.

Efekty prowadzonych prac zostały opublikowane jako:

1. E. Broniewicz, *Wydatki gospodarstw domowych na ochronę środowiska w Polsce w 2000 roku*, „Ekonomia i Środowisko” 2000 nr 1(16), s. 113-127.
2. E. Broniewicz, *Expenditure on the environment by Polish Households in the Year 2000*, „Ekonomia i Środowisko”, 2001, Nr 3(18), s. 117-131.
3. E. Broniewicz, *Koszty ochrony środowiska w gospodarstwach domowych, Materiały konferencyjne XII Międzynarodowej Interdyscyplinarnej Otwartej Konferencji Nauczycielskiej na temat Zarządzanie środowiskiem*, Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych i Technicznych. Białystok 2002, s. 25.

Informacja o wysokości kosztów ochrony środowiska w Polsce jest corocznie raportowana do Eurostatu w formie wspólnego kwestionariusza OECD/Eurostat Environmental Protection Expenditure and Revenues (EPER). Stanowi również podstawę zintegrowanych rachunków ekonomicznych środowiska uzupełniających rachunki narodowe. Wśród kilku modułów rachunków, dwa z nich: *rachunki wydatków na ochronę środowiska (EPEA)* oraz *rachunki sektora towarów i usług związanych ze środowiskiem (EGSS)*, bazują na wielkości kosztów ochrony środowiska badanych przy pomocy metodyki opracowanej przy moim współudziale bądź przeze mnie modyfikowanej.

5.2. Efektywność ekologiczno-ekonomiczna

Efektywność ekologiczno-ekonomiczna od początku mojej pracy naukowej była, obok kosztów ochrony środowiska, jednym z ważniejszych obszarów zainteresowań. Zajmowałam się zarówno efektywnością przedsięwzięć inwestycyjnych, jak i efektywnością działalności bieżącej w skali mikro, jak też efektywnością i skutecznością instrumentów ekonomicznych ochrony środowiska.

Efekty prowadzonych prac zostały opublikowane jako:

1. E. Broniewicz, *Koszty ochrony środowiska jako podstawa oceny skuteczności opłat ekologicznych*, rozprawa doktorska, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, 1998.
2. E. Broniewicz, *Rachunkowość ekologiczno-ekonomiczna w przedsiębiorstwie w: Strategia zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwie i gminie*, red. R. Miłaszewski, PZITS, Poznań 1999, s. 157-170.
3. E. Broniewicz, *Internalizacja kosztów zewnętrznych a opłaty za emisję zanieczyszczeń*, w: *Ekonomiczne aspekty ekorozwoju*, red. H. Sasinowski, Wyd. PB, Białystok 2000, s. 35-47.
4. E. Broniewicz, *Internalizing of external costs in economic units in Poland*, Materiały konferencyjne Międzynarodowej Konferencji International Society of Ecological Economisc – ISEE, Canberra, Australia 2000.
5. E. Broniewicz, *Ocena bodźcowej funkcji opłat za emisję zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza*, Biblioteka „Ekonomia i Środowisko”, 2001, nr 28, s. 41-48.
6. E. Broniewicz, J. Famielec, *Odzwierciedlenie aspektów ochrony środowiska w sprawozdawczości małych i średnich przedsiębiorców w świetle ustawy o rachunkowości*. Ministerstwo Gospodarki, 2006, 166 stron.

7. E. Broniewicz, R. Miłaszewski, *Metody oceny efektywności przedsięwzięć ochronnych w: Ekonomika i zarządzanie ochroną środowiska dla inżynierów*, red. E. Broniewicz, J. Godlewska, R. Miłaszewski, Wydaw. Politechniki Białostockiej, 2009, s.151-170.
8. E. Broniewicz, *Efektywność kosztowa jako jedna z metod ekonomicznej oceny polityki ekologicznej*, „*Ekonomia i Środowisko*”, 2012, nr 3(43), s. 114-124.
9. E. Broniewicz, *Efektywność kosztowa polityki ekologicznej - identyfikacja kosztów*, „*Handel Wewnętrzny*”, 2013, nr 6-t.1, s. 94-102.
10. E. Broniewicz, *Analiza efektywności kosztowej polityki ekologicznej - przegląd teorii i doświadczeń*, „*Prace Naukowe UE*” Nr 318, Wrocław 2013, s. 139-146.
11. E. Broniewicz, *Ocena efektywności kosztowej polityki ochrony środowiska w Polsce na tle wybranych krajów Unii Europejskiej*, „*Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*”, nr 42/2015 tom 2, Szczecin, s. 21-34.

5.3. Systemy zarządzania środowiskowego

Pojawienie się w 1996 roku normy ISO 14001 oraz możliwość staży i szkoleń zagranicznych w tym zakresie (uczestnictwo w programie Tempus) spowodowało włączenie do obszarów moich zainteresowań również problematyki zarządzania środowiskowego w organizacjach. Oprócz opublikowanych prac (wymienionych niżej), swoją wiedzę wykorzystywałam podczas wdrażania systemów zarządzania środowiskowego w dwóch przedsiębiorstwach komercyjnych w Białymstoku.

1. E. Broniewicz, R. Miłaszewski, J. Ejdyś, *Zarządzanie środowiskowe w przedsiębiorstwie użyteczności publicznej w: Strategia zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwie i gminie*, red. R. Miłaszewski, PZITS, Poznań 1999, s. 102-115
2. E. Broniewicz, *Audit środowiskowy w: Zapobieganie stratom w przemyśle. Cz.1 : Zarządzanie środowiskowe w przedsiębiorstwie*, red. A. Cieślak i M. Cygler, Wyd. *Ekonomia i Środowisko*, Białystok, 1999, s. 1-23.
3. E. Broniewicz, *Reeniniering a zintegrowany system zarządzania przedsiębiorstwem*, w: *Przedsiębiorstwo w okresie kształtowania zrównoważonego rozwoju*, red. B. Poskrobko, Rozprawy naukowe PB Nr 78, Białystok 2001, s. 143-158.
4. E. Broniewicz, I. Januszewska, A. Mazur, R. Rudnicki, *Uwarunkowania wdrażania wzorców zrównoważonej produkcji w małych i średnich przedsiębiorstwach w: Przedsiębiorstwo w warunkach zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy*, red. B. Powichrowska, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011, s. 161-181.
5. *Environmental Management in Practice*, red. E. Broniewicz, Intech, Rijeka, Chorwacja 2011, 448 stron.

5.4. Oceny oddziaływania na środowisko

Działania w obszarze ocen oddziaływania na środowisko odbywały się głównie w sferze ekspertyz, realizowanych na potrzeby Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Doświadczenia zdobyte podczas tych prac zaowocowały artykułem w czasopiśmie bazy JCR:

- E. Broniewicz, J. Ejdyś, *Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na klimat akustyczny*, *Przegląd Elektrotechniczny*, 2012, R.88, nr 3a, s. 199-202.

6. Autorstwo publikacji naukowych

A. Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC) lub na liście European Reference Index for the Humanities (ERIH)

- Dotychczas opublikowałam współautorski 1 artykuł w czasopiśmie naukowym znajdującym się w bazie JCR:

E. Broniewicz, J. Ejdys, *Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na klimat akustyczny*, Przegląd Elektrotechniczny, 2012, R.88, nr 3a, s. 199-202.

Mój wkład pracy polegał na napisaniu rozdziału dotyczącego wpływu elektrowni wiatrowych na klimat akustyczny środowiska oraz przeprowadzeniu analiza propagacji hałasu elektrowni wiatrowej. Wymagało to przeprowadzenia obliczeń propagacji hałasu, których wyniki zostały zaprezentowane na rys. 4-5, a także analizy uzyskanych wyników – rys. 6. Mój udział procentowy szacuję na 50%.

- Opublikowałam również 1 autorski artykuł w czasopiśmie naukowym znajdującym się w bazie ERIH PLUS:

E. Broniewicz, *Podaż usług w rachunku wydatków na ochronę środowiska w Polsce*, „Ekonomia i Zarządzanie”, 2014, Vol. 6, nr 4, s. 217-229.

- Po pozytywnych recenzjach jest mój samodzielny referat nt. *Environmental Goods and Services Sector in EU countries*, który ma być opublikowany w Conference Proceedings „Business and Management”.
- W fazie recenzji znajduje się, od grudnia 2015 roku, samodzielny artykuł nt. *Environmental Goods and Services Sector in Poland* w czasopiśmie „Argumenta Oeconomica”.

B. Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w pkt II A

Łączna liczba przygotowanych, samodzielnie lub we współautorstwie, publikacji naukowych po uzyskaniu stopnia doktora (od 1998 roku) wynosi 86, z czego 14 w języku angielskim. Przygotowałam 4 publikacje książkowe, w tym jedną samodzielną monografię naukową, w której zaprezentowałam osiągnięcie naukowe będące przedmiotem niniejszego wniosku. Wśród wydawców publikujących moje prace książkowe i rozdziały znajdują się uznane krajowe wydawnictwa naukowe, takie jak PWN oraz jeden z największych europejskich wydawców typu *open access* - InTech. Artykuły naukowe mojego autorstwa były publikowane w krajowych wysoko punktowanych czasopismach naukowych z listy MNiSW. Z uwagi na specyfikę obszaru wiedzy, jakim jest ekonomia i środowisko, liczba uznanych czasopism zagranicznych jest ograniczona. Na podkreślenie zatem zasługuje fakt opublikowania jednego z artykułów w czasopiśmie „Management of Environmental Quality. An International Journal” wydawnictwa Emerald. Zestawienie liczby wszystkich publikacji z podziałem na rodzaje przedstawiono w tabeli 1. Pełna lista publikacji znajduje się w Załączniku nr 4.

Tabela 1. Liczba publikacji

Rodzaj publikacji	Liczba
Monografie	4
Rozdziały w monografii, podręczniku akademickim	27
Redakcja monografii	5
Redakcja czasopisma „Ekonomia i Środowisko”	25
Artykuły w czasopismach z JCR	1
Artykuły w czasopismach naukowych, poza JCR	12
Referaty w wydawnictwach konferencyjnych	12
Łącznie	86

C. Impact factor (IF) publikacji według listy JCR

Wartość IF mojej publikacji w czasopiśmie „Przegląd elektrotechniczny” wynosi 0,244 (uwzględniono IF za rok 2011, ponieważ w chwili składania aplikacji IF za 2012 r. nie był jeszcze dostępny).

D. Liczba cytowań publikacji

Po roku 1998 w bazie Web of Science nie odnotowano cytowania mojej publikacji, natomiast system Publish or Perish odnotowuje 82 cytowania publikacji mojego autorstwa, w tym 2 cytowania artykułu zamieszczonego w bazie JCR.

E. Indeks Hirscha

Indeks Hirscha według systemu Publish or Perish wynosi 5.

Białystok, 16.03.2016



Elżbieta Broniewicz