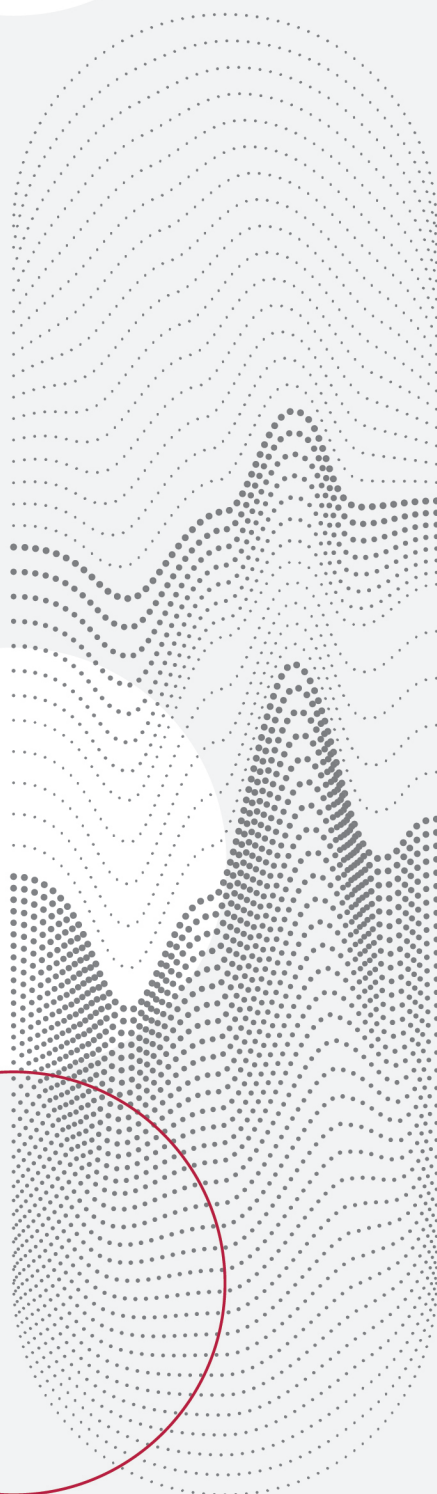
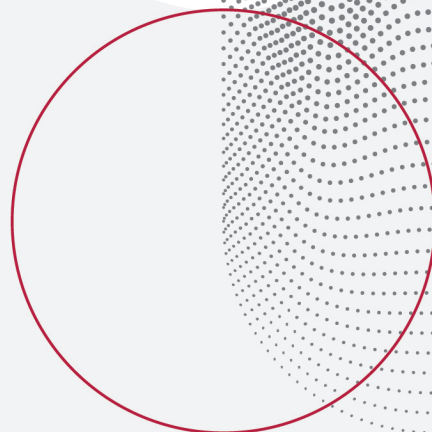
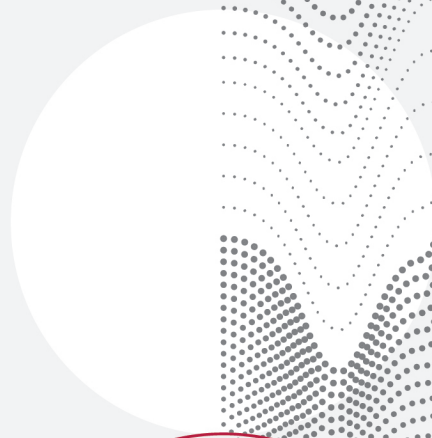


IBS Research Report 01/2016
Styczeń 2016

DYNAMICZNE WŁASNOŚCI MIAR UBÓSTWA ENERGETYCZNEGO

Maciej Lis
Michał Ramsza
Agata Miazga



DYNAMICZNE WŁASNOŚCI MIAR UBÓSTWA ENERGETYCZNEGO*

Maciej Lis[†]

Michał Ramsza[‡]

Agata Miazga[§]

Streszczenie

Celem niniejszej pracy jest zbadanie wpływu zmian w cenach, dochodach oraz strukturze gospodarstw domowych na zasięg ubóstwa energetycznego w Polsce do roku 2030. W tym celu zbudowane zostały scenariusze zmian w każdym wyróżnionym wymiarze (struktura demograficzna, poziom dochodów, struktura budynków oraz ceny energii). Następnie symulacyjnie wyznaczono, w jakim zakresie te scenariusze przełożą się na zakres ubóstwa energetycznego, mierzonego absolutnie, relatywnie oraz subiektywnie. Analizę przeprowadzamy za pomocą statyczno-dynamicznego modelu mikrosymulacyjnego opartego na populacji z Badania Budżetów Gospodarstw Domowych 2013. Na podstawie przeprowadzonych badań zauważamy, że wzrost cen energii o 1% przełoży się na wzrost wydatków na energię jedynie o 0,1-0,2%. Wzrost dochodów wpłynie na niewielki spadek wydatków energetycznych w strukturze konsumpcji. Do roku 2030 nie przewidujemy znaczących zmian w skali ubóstwa energetycznego w Polsce. Według miary relatywnej (LIHC) oraz miary subiektywnej skala zjawiska nieznacznie się zmniejszy, a według miary absolutnej „10% dochodów” – nieznacznie się powiększy.

Słowa kluczowe: ubóstwo energetyczne, wydatki energetyczne, QAIDS, system popytu, mikrosymulacje, BBGD.

Kody JEL: C53, D12, I32, Q41

*Publikacja powstała dzięki wsparciu ze środków European Climate Foundation. Do obliczeń wykorzystano jednostkowe dane z Badania Budżetów Gospodarstw Domowych za rok 2013, udostępnione przez Główny Urząd Statystyczny. Wszystkie błędy obciążają tylko autorów. Stosuje się zwyczajowe zastrzeżenia.

[†] Instytut Badań Strukturalnych (IBS), Warszawa. E-mail: maciej.lis@ibs.org.pl.

[‡] Instytut Badań Strukturalnych (IBS), Warszawa oraz Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.

E-mail: michal.ramsza@ibs.org.pl

[§] Instytut Badań Strukturalnych (IBS). E-mail: agata.miazga@ibs.org.pl

1 Wprowadzenie

Ubóstwo energetyczne nie posiada ogólnie uznanej definicji, mimo że początki badań dotyczących zjawiska sięgają lat 80-tych XX wieku. Według ogólnej definicji zaproponowanej przez Owczarka i Miazgę (2015) ubóstwo energetyczne to zjawisko, które „polega na doświadczeniu trudności w zaspokojeniu podstawowych potrzeb energetycznych w miejscu zamieszkania za rozsądną cenę (...) służących zaspokojeniu w adekwatny sposób podstawowych potrzeb funkcjonowania biologicznego i społecznego członków gospodarstwa domowego.” Niespełnienie podstawowych potrzeb energetycznych może prowadzić do pogorszenia stanu zdrowia, np. przez mieszkanie w niedogranych pomieszczeniach. Może wiązać się również z wykluczeniem cyfrowym, czyli ograniczonym dostępem do technologii informacyjnych, np. przez ograniczanie wydatków na energię elektryczną. Jest więc istotnym problemem z zakresu polityki społecznej.

Próby pomiaru zjawiska rozpoczęły się w Wielkiej Brytanii i zaowocowały absolutną miarą ubóstwa energetycznego rozumianego jako odsetek populacji żyjącej w gospodarstwach domowych, których wydatki na energię przewyższają 10% dochodów. Od 2012 roku w Wielkiej Brytanii stosowana jest nowa miara ubóstwa energetycznego, uwzględniająca relatywny wymiar zjawiska (względem poziomu dochodów i wydatków danego społeczeństwa). W konsekwencji, wraz z bogaceniem się ludności, zjawisko to nie znika, co ma miejsce w przypadku definicji absolutnej. Miara relatywna LIHC (ang. Low Income High Costs) opiera się na spełnieniu dwóch kryteriów: niskich dochodów (ang. Low Income) oraz wysokich wydatków energetycznych (ang. High Costs). Oba kryteria są wyznaczane względem przeciętnych (medianowych) poziomów w populacji. Ponadto w literaturze rozpatrywane jest trzecie podejście do ubóstwa energetycznego w postaci subiektywnych miar ubóstwa, tzn. jak duża część populacji uznaje, że żyje w niedogranych mieszkaniach.

W Polsce zjawisko ubóstwa energetycznego jest dość mało znane - dotychczas było przedmiotem jedynie kilku projektów badawczych (Frankowski i Tirado-Herrero, 2015; Miazga i Owczarek, 2015; Stępnik i Tomaszewska, 2014; Szamrej-Baran, 2014; Szamrej-Baran i Baran, 2014; Kurowski, 2012; Bildziukiewicz i Marcinkowska, 2011). Według najnowszych badań zjawisko ubóstwa energetycznego dotyczyło 17,1% populacji Polski w 2013 roku, czyli aż 6,4 mln osób – według definicji relatywnej LIHC (Miazga i Owczarek, 2015). Według miary absolutnej skala zjawiska jest jeszcze większa: w wersji oryginalnej “10% dochodów” – 44% populacji, a w wersji zmodyfikowanej “13% dochodów” – 34% populacji. Najbardziej narażeni są mieszkańcy domów jednorodzinnych, mieszkańcy wsi, utrzymujący się z niezarobkowych źródeł, samotni rodzice z dziećmi oraz rodzice z co najmniej dwójką dzieci. Niekiedy zjawisko to może być błędnie postrzegane jako pochodna ubóstwa dochodowego, podczas gdy Miazga i Owczarek (2015) wykazali że ubóstwo energetyczne i dochodowe pokrywają się w co najwyżej 30%. Przyczynami zjawiska mogą być zarówno problemy finansowe gospodarstw domowych, jak i nieracjonalne gospodarowanie energią oraz mieszkanie w nieefektywnych energetycznie budynkach. Przykładowo, odsetek ubogich energetycznie jest silnie zróżnicowany ze względu na typ zamieszkiwanego budynku lub jego wiek. Najbardziej narażeni są mieszkańcy starych budynków, wybudowanych w latach 1946-1960 (31,9% grupy), a najmniej mieszkańcy najnowszych budynków (7,4% grupy) - Miazga i Owczarek (2015).

Negatywne konsekwencje ubóstwa energetycznego dla gospodarstw domowych oraz znaczna skala problemu w Polsce powodują konieczność rozważenia różnych możliwości wsparcia dla grupy zagrożonej problemem. Efektywne instrumenty polityki społecznej muszą opierać się na pogłębionych analizach problemu. Dlatego celem niniejszej pracy jest przedstawienie wzajemnych relacji pomiędzy wielkością wydatków na energię, które są jedną z podstawowych determinant ubóstwa energetycznego, a dochodami gospodarstw domowych oraz cenami energii – czyli dynamicznych własności różnych miar ubóstwa ener-

getycznego. Drugim celem jest oszacowanie skali zjawiska w przyszłości: w krótkim (rok 2015), średnim (rok 2020) i długim okresie (rok 2030). Oszacowanie prognoz wymagało przeanalizowania prawdopodobnych zmian w czasie różnych grup czynników (wymiarów) wpływających na skalę ubóstwa energetycznego:

- dochodów gospodarstw domowych,
- cen energii,
- struktury demograficznej ludności – wiek członków gospodarstw domowych istotnie wpływa na ich zapotrzebowanie na energię (Lis i Miazga, 2015),
- powierzchni budynków różnego typu – budynki o różnych cechach charakteryzują się różną efektywnością energetyczną, co wpływa na różne zapotrzebowanie na energię gospodarstw domowych.

Dodatkowo przeprowadziliśmy symulację zmiany skali zjawiska ubóstwa energetycznego w Polsce w wyniku zaproponowanej polityki dotyczącej termomodernizacji budynków. Część badań dotycząca potencjalnych polityk przeciwdziałających ubóstwu energetycznemu ma charakter wstępny i będzie przedmiotem szczegółowych analiz Instytutu Badań Strukturalnych w roku 2016. Następnie za pomocą mikrosymulacyjnego modelu dynamiczno-statycznego (O'Donoghue i in., 2001; Zaidi i Rake, 2001) pokazujemy, jak zakładany scenariusz zmian każdego z czynników osobno przełoży się na kształtowanie się zakresu ubóstwa energetycznego. W ostatnim kroku pokazujemy w jaki sposób łączna oczekiwana zmiana we wszystkich wyróżnionych obszarach wpłynie na dynamikę kształtowania się ubóstwa energetycznego.

Niniejszy artykuł składa się z pięciu części. We wprowadzeniu przedstawione zostały podstawowe zagadnienia związane ze zjawiskiem ubóstwa energetycznego. W drugiej części opisujemy strukturę modelu mikrosymulacyjnego, metody wykorzystane do jego konstrukcji oraz bazy danych z których został zbudowany. Szczegółowe wyniki estymacji poszczególnych elementów znajdują się w załącznikach. Trzecia część zawiera założenia dotyczące scenariuszy zmian w zakresie demografii, powierzchni mieszkaniowej, dochodów i cen energii do roku 2030. W rozdziale czwartym przedstawiamy wyniki badań: elastyczności cenowe i dochodowe wydatków energetycznych oraz prognozy skali ubóstwa energetycznego w przyszłości. Ostatni rozdział zawiera wnioski wynikające z przeprowadzonych symulacji.

2 Metodologia i dane

2.1 Dynamiczno-statyczny model mikrosymulacyjny

Uwzględnienie pełnej różnorodności gospodarstw domowych i osób jest najsilniejszą stroną modeli mikrosymulacyjnych (O'Donoghue i in., 2001; Zaidi i Rake, 2001). Modele dynamiczno-statyczne polegają na tym, że modelowana nie jest dynamika każdej jednostki w modelu, a tylko zmiany łącznej struktury populacji, poprzez wykorzystanie odpowiednich mechanizmów przeważania próby. Jeśli, dla przykładu chcemy się dowiedzieć, jak będzie wyglądała liczba i struktura pracujących za lat 20 i dysponujemy prognozami demograficznymi dla takiego okresu, możemy obliczyć wagi, które będą odzwierciedlały zmienioną strukturę demograficzną, natomiast pozostałe charakterystyki populacji pozostaną niezmienione. Model dynamiczno-statyczny różni się od modelu statycznego tym, że pozwala na uwzględnienie przyszłych zmian populacji, a od czystego modelu dynamicznego tym, że nie jest modelowana pełna dynamika jednostek z okresu na okres, a tylko struktura populacji.

Populacją bazową modelu mikrosymulacyjnego jest reprezentatywna dla całego kraju próba z Badania Budżetów Gospodarstw Domowych (BBGD) z 2013 roku (38 181 gospodarstw domowych, 102 780 osób). BBGD jest badaniem reprezentatywnym dla populacji Polski, jest realizowane w sposób ciągły przez cały rok. Badanie zawiera dokładne informacje o strukturze gospodarstwa domowego (charakterystyki każdej z osób), podstawowe informacje o mieszkaniu i znajdujących się tam sprzętach oraz o dochodach i wydatkach każdego gospodarstwa w ciągu jednego miesiąca. Dodatkowo wykorzystano moduł BBGD z 2012 roku, który zawiera dokładniejszą charakterystykę budynków i mieszkań, ale obejmuje tylko 4,5 tys. gospodarstw domowych. Rokiem bazowym dla prognozy jest rok 2015, wyniki są prezentowane dla roku 2020 oraz 2030.

Model mikrosymulacyjny składa się z następujących modułów:

- M1:** kalibracja wag - pozwala dowarzać strukturę populacji do zadanych sum. Dla przykładu pozwala wyznaczyć nowe wagi, uwzględniające, że populacja Polski zmniejszy się o milion osób, a dodatkowo zwiększy się udział osób starszych, a zmniejszy udział osób młodszych w populacji.
- M2:** symulacja Monte Carlo - pozwala na zmianę wybranej cechy w subpopulacji, poprzez wykorzystanie generatora liczb losowych. W szczególności pozwala on na ocenę konsekwencji termomodernizacji obejmującej 1 mln m² powierzchni mieszkalnych rocznie.
- M3:** struktura wydatków (ang. system demand) - pozwala na określenie jak zakładane zmiany w dochodach oraz cenach dóbr przełożą się na wydatki gospodarstw domowych. Głównym elementem tego modułu jest model systemu popytu (ang. system demand).
- M4:** miary ubóstwa energetycznego - z wykorzystaniem wyników opisanych powyżej modułów oblicza wartości statystyk wynikowych, a w szczególności miary ubóstwa energetycznego.

Szczegóły konstrukcji każdego z modułów opisujemy poniżej.

2.2 Kalibracja wag

Uwzględnienie zmian w strukturze demograficznej oraz w strukturze budynków odbywa się za pomocą kalibracji wag BBGD. Jako rozkłady brzegowe dla nowych wag wykorzystano prognozę demograficzną GUS

oraz własną prognozę struktury powierzchni mieszkalnej (patrz sekcja 3.2). Kalibrację wag przeprowadzono zgodnie z metodą zaproponowaną przez Deville i Särndal (1992). Formalnie, problem znalezienia nowej wagi można zapisać jako problem minimalizacji:

$$\begin{aligned} \min_{w_k} \sum_k G(w_k, d_k) \\ \text{p.w. :} \\ \sum_{k \in K_s} w_k x_k = t_s \end{aligned} \tag{1}$$

gdzie: $k \in K$ jest indeksem obserwacji, w_k jest nową, skalibrowaną wagą, d_k jest oryginalną wagą populacji, x_k jest wartością wybranej zmiennej, K_s jest podzbiorem K , natomiast t_s jest zadaną z zewnątrz sumą dla obserwacji ze zbioru K_s .

Deville i Särndal (1992) zaproponowali funkcję $G(w_k, d_k)$ która zapewnia kluczowe własności wag: wagi istnieją prawie na pewno, wagi są dodatnie oraz można wprowadzić ograniczenie dla maksymalnej zmiany wartości wagi dla każdej obserwacji (Pacífico, 2014). W trakcie realizacji symulacji algorytm nie napotkał problemów ze zbieżnością do zakładanych rozkładów brzegowych.

2.3 Symulacja Monte Carlo

Symulacje losowe zostały wykorzystane do oceny skutków termomodernizacji. Założeniem symulacji jest liczba metrów kwadratowych powierzchni, która ma zostać ocieplona. Następnie, wykorzystując generator liczb losowych, losowano mieszkania, z puli mieszkań nieocieplonych. Losowanie wykonywano aż do momentu zwiększenia metrażu powierzchni ocieplonych o zadaną wielkość. Zakładany poziom termomodernizacji jest opisany w dalszej części artykułu (por. sekcja 3.5). Następnie w oparciu o wyniki modelu probitowego oceniano czy termomodernizacja wystarczy do zniknięcia problemu niedogrzanego mieszkania. Mianowicie, jeśli termomodernizacja danego budynku powoduje, że prawdopodobieństwo tego, iż mieszkanie jest niedogrzone spada z powyżej 30% do poniżej 30% to uznajemy, że gospodarstwo przestaje być niedogrzone. Prawdopodobieństwo pozostawania gospodarstwa niedogrzonego jest oszacowane na podstawie modelu probitowego. Taka konstrukcja powoduje, że nawet termomodernizacja wszystkich niedogranych mieszkań nie prowadzi do zlikwidowania tego zjawiska, ale do spadku odsetka mieszkań niedogranych z 13% do 5%. Jest to granica ograniczenia odsetka niedogranych mieszkań przez samą termomodernizację. Jednocześnie model pozwala stwierdzić, że gdyby żaden budynek nie był ocieplony, to odsetek osób mieszkających w niedogranych mieszkaniach wzrósłby z 13% do 21%.

2.4 System popytu

Zmiana wysokości dochodów przekłada się na zmianę struktury wydatków. Podobnie zakłócenia cen prowadzą do dostosowań w zachowaniach konsumentów. Ta reakcja zachowań konsumentów na zmianę wysokości dochodów jest estymowana za pomocą modelu popytu typu QUAIDS (ang. Quadratic Almost Ideal Demand System, por. Deaton i Muellbauer (1980); Banks i in. (1997); Ryan i Wales (1999); Cranfield i in. (2003)). Jest to model, który pozwala oszacować elastyczność popytu na dochód i ceny wszystkich wyróżnionych dóbr, czyli reakcję wielkości wydatków na poszczególne dobra w zależności od cen każdego z nich

oraz od poziomu dochodów. Kwadratowa funkcja popytu pozwala uwzględnić różne wybory konsumpcyjne gospodarstw bogatszych oraz uboższych.

Formalne wyprowadzenie wzorów do tego modelu oraz jego najważniejsze własności zostały opisane się w załączniku 1. Zgodnie ze specyfikacją Deaton i Muellbauer (1980); Banks i in. (1997) oraz rozszerzeniem o zmienne demograficzne (Poi i in., 2012) estymowana funkcja wydatków przyjmuje postać:

$$w_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^9 \gamma_{ij} \ln p_j + (\beta_j + \eta_j z) \ln \left(\frac{m}{m_0(z) a(p)} \right) + \frac{\gamma_i}{b(p) c(p, z)} \ln \left(\frac{m}{m_0(z) a(p)} \right)^2 \quad (2)$$

Ponadto uwzględniono zróżnicowanie parametrów modelu według typów gospodarstw domowych (grupa społeczno-ekonomiczna oraz wielkość miejsca zamieszkania) poprzez skale ekwiwalencji (Ray, 1983). Równanie zostało oszacowane za pomocą iteracyjnej, uogólnionej metody najmniejszych kwadratów, która jest równoważna metodzie największej wiarygodności w tym przypadku (Poi i in., 2012).

Ze względu na nacisk badania na wydatki energetyczne oraz odmienne koszyki konsumpcyjne gospodarstw ubogich zdecydowano się na wyróżnienie następujących grup dóbr konsumpcyjnych, zgodnie z klasyfikacją COICOP:

- G1:** elektryczność
- G2:** ogrzewanie i nośniki energii
- G3:** żywność
- G4:** transport
- G5:** mieszkanie i łączność
- G6:** opieka zdrowotna i leki
- G7:** dobra trwałego użytku
- G8:** rozrywka
- G9:** pozostałe

Do estymacji modelu wykorzystano dane o wydatkach gospodarstw domowych z BBGD. Na poziomie mikro nie dysponujemy danymi o cenach dóbr widzianych przez poszczególne gospodarstwa domowe. Dlatego zdecydowano się na sprawdzenie wyników w oparciu o trzy sposoby wyznaczania cen na poziomie mikro. Dwie pierwsze metody bazują na założeniu, że każda z powyższych grup dóbr jest agregatem dóbr bazowych, ceny dóbr bazowych są takie same dla wszystkich gospodarstw, natomiast różnice w cenach agregatów wynikają z różnego ich udziału w konsumpcji poszczególnych gospodarstw. Po pierwsze wykorzystano dane o cenach dóbr bazowych wyrażonych w złotych, na podstawie danych publikowanych przez GUS. W drugim podejściu wykorzystano indeksy cen z lat 2010-2013, wykorzystując również bazę BBGD z lat 2010-2013. Wreszcie skorzystano z metody Lewbel (1989), która pozwala wyznaczyć teoretyczne ceny dóbr tylko na podstawie danych o udziale dóbr bazowych w koszyku konsumpcyjnym każdego gospodarstwa.

Dane o cenach dóbr publikowane przez GUS wyrażone w PLN wydają się być na pierwszy rzut oka najlepszym źródłem danych o cenach. Jednak brakuje wiarygodnych danych o cenach wszystkich dóbr bazowych.

Co więcej, nie istnieje jedna cena żywności, ani nawet jedna cena chleba, gdyż nawet tak podstawowe dobra nie są jednorodne. Bogatsze gospodarstwo domowe kupując droższe dobro widzi inną cenę na pozór tego samego dobra niż mniej zamożne gospodarstwo. Na podstawie cen dostępnych z GUS oraz udziałów tych cen w strukturze poszczególnych agregatów obliczono indeks ceny każdego dobra jako geometryczną średnią cen składowych. Pomimo tych niedomagań, jest to jedyne źródło danych o wariacji cen pomiędzy gospodarstwami domowymi.

Dane o wskaźnikach cen są przez GUS publikowane na poziomie dóbr zagregowanych. Wykorzystano wskaźniki jedno-podstawowe cen. Dzięki temu problem braku jednorodności dóbr ma mniejsze znaczenie, ale brana jest pod uwagę tylko miesięczna dynamika cen. Dlatego wykorzystano dane o wskaźnikach cen i strukturze wydatków z lat 2010-2013. W roku 2010 wszystkie ceny zostały znormalizowane do 1.

Ceny syntetyczne wyznaczono za pomocą metody zaproponowanej przez Lewbel (1989). Polega ona na sztucznym obliczeniu elementów podkategorii wyróżnionych 9 grup produktów, przy założeniu że funkcja popytu na poszczególne dobra przybiera postać funkcji Cobb-Douglas-a. To restrykcyjne założenie o postaci funkcyjnej preferencji dotyczy tylko preferencji wewnątrz każdego wyróżnionego agregatu, zależność między agregatami nie podlega tym restrykcyjnym założeniom. Na podstawie różnic wewnętrznej struktury każdej z 9 kategorii obliczane są agregaty cenowe dla każdej z nich. Szczegóły teoretyczne tego wyprowadzenia znajdują się w załączniku 2.

Dla każdego rodzaju cen osobno oszacowano model systemu popytu. Szczegółowe wartości oszacowanych parametrów znajdują się w załączniku 3. Na ich podstawie wyznaczono elastyczności cenowe i dochodowe popytu na poszczególne dobra. Wartości średnich elastyczności dochodowych oraz wykresy rozkładów tych elastyczności znajdują się w załączniku 4. Natomiast w załączniku 5 zawarto średnie wartości oraz wykresy rozkładów skompensowanych elastyczności cenowych. Warto zaznaczyć, że wykorzystano modele ściśle nieliniowe, przez co każde gospodarstwo w próbie może mieć różne elastyczności cenowe oraz dochodowe.

2.5 Miary ubóstwa energetycznego

Finalnym etapem każdej symulacji było obliczenie miar ubóstwa energetycznego oraz ubóstwa dochodowego. Wykorzystano następujące miary ubóstwa energetycznego:

- relatywna LIHC - niskie dochody, wysokie wydatki na energię;
- absolutna "10% dochodów" - odsetek gospodarstw, w których koszyku konsumpcyjnym energia stanowi więcej niż 10% dochodów;
- subiektywna - odsetek gospodarstw deklarujących, że mieszkają w niedogranych mieszkaniach.

Podstawowa *miara LIHC* jest miarą względną i bazuje na dorobku naukowym z tego zakresu z ostatnich lat (Hills, 2012; Schuessler, 2014; Li i in., 2014). Bazuje na koncepcji niskich dochodów i wysokich wydatków (modelowych) na energię. W obu wymiarach określenie "wysokie" i "niskie" pozostają zależne od rozkładu dochodów i wydatków w populacji. Technicznie, polegają na odniesieniu się do poziomu mediany: gospodarstwo posiadające dochody ekwiwalentne niższe niż 60% mediany oraz wydatki na energię powyżej wydatków medianowego gospodarstwa. Dodatkowo na poziomie wydatków energetycznych oraz dochodów wykorzystywane są skale ekwiwalencji, a od dochodów odejmowane są wydatki mieszkaniowe.

Szczegóły konstrukcji tej miary dostępne są w Miazga i Owczarek (2015). Kluczową cechą tej miary jest jej relatywność - podwojenie cen energii lub dochodów w niewielkim stopniu przełoży się na zakres wydatków energetycznych.

W konstrukcji ubóstwa energetycznego zarówno relatywnego jak i absolutnego wykorzystuje się kategorię wydatków hipotetycznych (modelowych). Są one obliczane z wykorzystaniem oszacowań wydatków koniecznych do utrzymania określonego standardu ciepła w pomieszczeniach (21°C), wynikających z cech budynku - ocieplenie, rok budowy, typ budynku, rodzaj ogrzewania, powierzchnia mieszkalna, jak również z wykorzystaniem medianowych wydatków energetycznych w danej grupie gospodarstw domowych. Wartości nakładów koniecznych do utrzymania temperatury w pomieszczeniach oraz wydatki na energię elektryczną zostały obliczone zgodnie z metodą przedstawioną w Miazga i Owczarek (2015). Dzięki temu zabiegowi unikamy zakwalifikowania do grupy ubogich energetycznie gospodarstw, które mieszkają w przegrzanych pomieszczeniach i przez to ponoszą zbyt wysokie wydatki na energię. Jednocześnie uwzględniamy tych, którzy utrzymują odpowiednią temperaturę w pomieszczeniach, ale muszą ograniczać wydatki na inne dobra. W przypadku definicji absolutnej dla porównania obliczono skalę ubóstwa energetycznego zarówno z wykorzystaniem wydatków hipotetycznych jak i wydatków rzeczywistych na energię.

W przeciwieństwie do Miazga i Owczarek (2015) uwzględniamy podział na budynki ocieplone i nieocieplone. Taka informacja nie jest dostępna w BBGD i została rozszerzona z wykorzystaniem badania uzupełniającego do BBGD z 2012 roku: Badanie zużycia paliw i energii w gospodarstwach domowych. Na podstawie dostępnych danych oszacowano model dyskryminacji logistycznej, pozwalający dokonać klasyfikacji budynków jako ocieplonych bądź nieocieplonych. Za podstawę imputacji danych o ociepleniu budynków wykorzystano logitowy model prawdopodobieństwa. Uwzględniono w nim szeroki zakres zmiennych, opisujących zarówno cechy budynku jak i gospodarstwa domowego. Oszacowania tego modelu znajdują się w załączniku 7. W konsekwencji imputowana zmienna, opisująca czy dane mieszkanie jest ocieplone czy nie, uwzględnia pełną strukturę korelacji między ociepleniem mieszkania, a innymi cechami budynku i gospodarstwa domowego. Ta zmienna służyła do wyznaczania modelowych wydatków energetycznych z większą precyzją oraz umożliwiła ocenę, w jakim zakresie termomodernizacja budynków może przyczynić się do ograniczenia ubóstwa energetycznego.

Miara ubóstwa subiektywnego odnosi się do odsetka populacji, który stwierdził, że żyje w mieszkaniach, które są nieogrzone w zimie. Przełożenie wpływu termomodernizacji budynku oraz zmiany dochodów na subiektywne ubóstwo energetyczne zostało dokonane za pomocą probitowego modelu ze zmiennymi instrumentalnymi. Za instrument dla wpływu termomodernizacji na ubóstwo subiektywne przyjęto okres w którym budynek powstał. Okres powstania budynku oddziałuje na komfort użytkowania przez jakość budynku, a nie przez rok powstania per se. Dzięki temu oszacowano wpływ termomodernizacji na subiektywną ocenę komfortu cieplnego, wynikający ze stanu budynku a nie z preferencji, co do ogrzewania. Za taką identyfikacją modelu przemawia również fakt, że wiek budynku nie ma znaczenia dla braku zaspokojenia potrzeb cieplnych, gdy oceniamy to zjawisko tylko wśród budynków ocieplonych. Zgodnie z wynikami modelu ocieplenie budynku zmniejsza średnio o 40% ryzyko braku odczuwania komfortu cieplnego. Warto zaznaczyć, że model uwzględnia fakt, że ten efekt może zależeć od typu budynku. Oszacowania tego modelu znajdują się w załączniku 6.

Poza ubóstwem energetycznym dla każdego scenariusza obliczany jest też zakres ubóstwa dochodowego według miary absolutnej (stały próg) oraz relatywnej (60% mediany dochodów ekwiwalentnych).

3 Założenia symulacji

Na kształtowanie się ubóstwa energetycznego wpływają zmiany demograficzno-ekonomiczne. Poniżej wyróżniono najważniejsze wymiary tych zmian:

- W1:** starzenie się ludności: wielkość populacji względem wieku, płci, miejsca zamieszkania, województwa;
- W2:** zmiana tkanki mieszkaniowej: powierzchnia mieszkalna względem typu budynku i wielkości mieszkania;
- W3:** wzrost gospodarczy: zmiana dochodów gospodarstw domowych dla każdej z kategorii (wynagrodzenia, dochody z własności, emerytury, inne świadczenia z tytułu ubezpieczeń społecznych, inne świadczenia społeczne, dochody z gospodarstwa rolnego, innego dochody);
- W4:** zmiana cen: energii elektrycznej, energii cieplnej oraz opłat mieszkaniowych.

Dodatkowo przeprowadzono symulację zmiany skali zjawiska ubóstwa energetycznego w Polsce w wyniku zaproponowanej polityki dotyczącej termomodernizacji budynków. W dalszej części opisano scenariusze kształtowania się każdego z tych wymiarów w przyszłości.

3.1 Starzenie się ludności

Starzenie się ludności wynika z wydłużania się trwania życia oraz spadku dzietności. Skutkiem jest spadek liczebności populacji oraz zmiana struktury demograficznej: wzrost odsetka osób starszych i spadek odsetka osób młodych w populacji. Zgodnie z prognozami GUS dla Polski (GUS, 2014) populacja Polski zmniejszy się z 38,4 mln osób w 2015 roku do 37,2 mln osób w roku 2030. Jednocześnie odsetek osób w wieku produkcyjnym (16-64 lata) zmniejszy się z 69% do 64%, a odsetek osób starszych niż 74 lata wzrośnie z 7% do 11%. Cały spadek liczby ludności będzie miał miejsce w miastach, natomiast populacja obszarów wiejskich pozostanie prawie nie zmieniona. Szersze omówienie zakładanych zmian w strukturze populacji jest dostępne w GUS (2014).

3.2 Powierzchnia mieszkalna

Dla kwestii ubóstwa energetycznego kluczowe jest uwzględnienie zmian w tkance mieszkaniowej. Oczekiwane zmiany w strukturze budynków otrzymano metodą ekstrapolacji trendów w powierzchni w poszczególnych typach mieszkań. Mieszkania wyróżniono ze względu na łączny rozkład względem następujących charakterystyk:

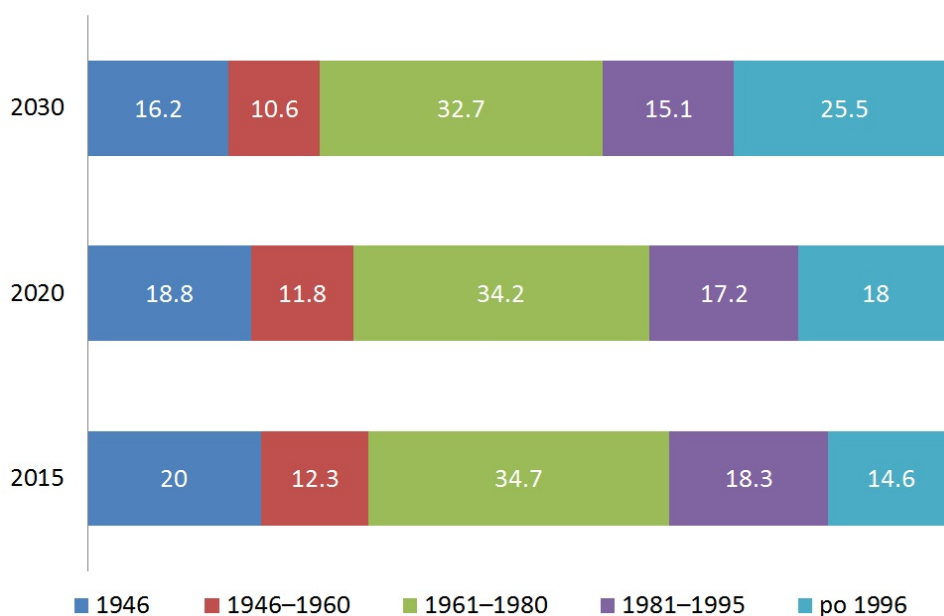
- okres powstania budynku (przed 1946, 1946–1960, 1961–1980, 1981–1995, 1996+)
- rodzaj budynku (budynek wielorodzinny, zabudowa szeregowa, dom wolnostojący)
- powierzchnia mieszkania, na podstawie rozkładów empirycznych wyróżniono następujące klasy (m²):
 - dla budynków wielorodzinnych (<30, 30-49, 50-64, 65-79, 80-99, 101+)

- dla domów wolnostojących (<80, 80-99, 100-139, 140-189, 190+)
- dla zabudowy szeregowej (<65, 65-99, 100-139, 140-189, 190+)

Trendy oszacowano z wykorzystaniem danych miesięcznych z BBGD z lat 2002-2013. Dla każdej wyróżnionej klasy oszacowano trendy powierzchni mieszkań za pomocą metody Holta-Woltersa uwzględniającej sezonowość, a w przypadku braku zbieżności - nieuwzględniającej sezonowości. Ze względu na trudną do wyjaśnienia falę w liczebności metrów w niektórych kategoriach w latach 2002-2005 osobno oszacowano modele dla próby tylko z lat 2006-2013. W oparciu o ekspercką ocenę trendów w każdej kategorii wybrano najbardziej konserwatywny trend dla każdej z nich. W przypadku braku zadowalających oszacowań w poprzednich krokach wykorzystano średnią wartość za lata 2010-2013. Ocena jakości trendów uwzględniała m. in. brak możliwości wzrostu powierzchni w mieszkaniach starszych oraz konieczność utrzymania dodatkowej powierzchni w każdej kategorii. Szczegółowe wykresy oszacowań trendów w poszczególnych kategoriach znajdują się w załączniku 8. W większości przypadków mieszkań wybudowanych przed 1995 rokiem obserwujemy utrzymywanie się lub lekki spadek łącznej powierzchni mieszkań, natomiast w przypadku mieszkań zbudowanych po roku 1995 obserwowany jest wyraźny trend rosnący.

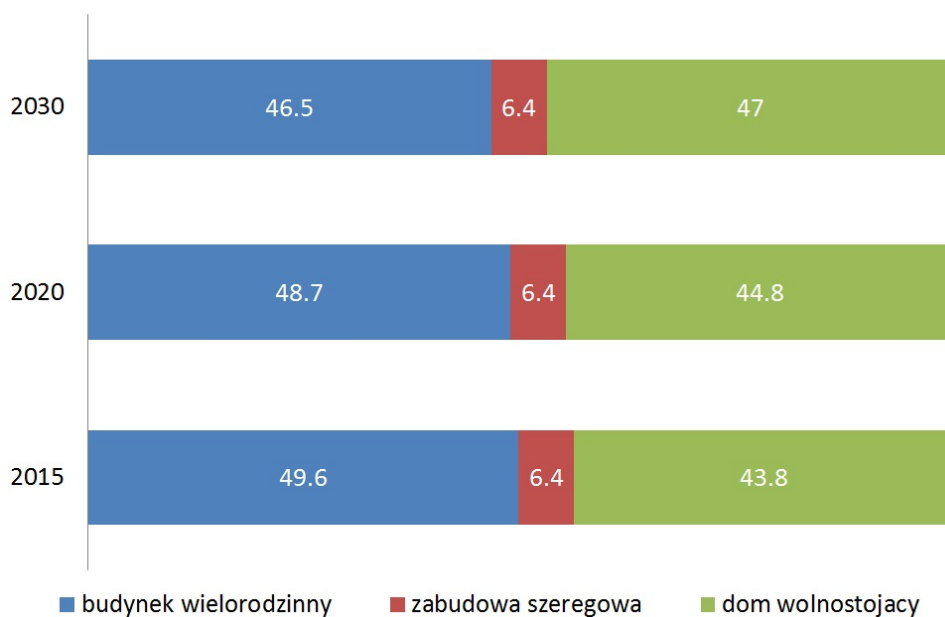
Zmiany struktury mieszkań w najważniejszych wymiarach przedstawiają wykresy 1, 2 i 3. Zgodnie z wynikami powierzchnia mieszkalna wzrośnie do 2030 o 10% czyli ok. 110 mln m². Jednocześnie wzrośnie odsetek domów wolnostojących (o 3,3 pkt. proc.), a spadnie budynków wielorodzinnych. Jest to zgodne z prognozowanym przez GUS rosnącym udziałem populacji wiejskiej. Przybędzie mieszkań i domów większych a ubędzie tych najmniejszych. Nowsze budynki są wykonane w nowocześniejszej technologii i w konsekwencji tych zmian odsetek ocieplonych powierzchni mieszkalnych zwiększy się z 61% do 69%.

Rysunek 1: Prognozowana struktura powierzchni mieszkalnej według okresu budowy mieszkania



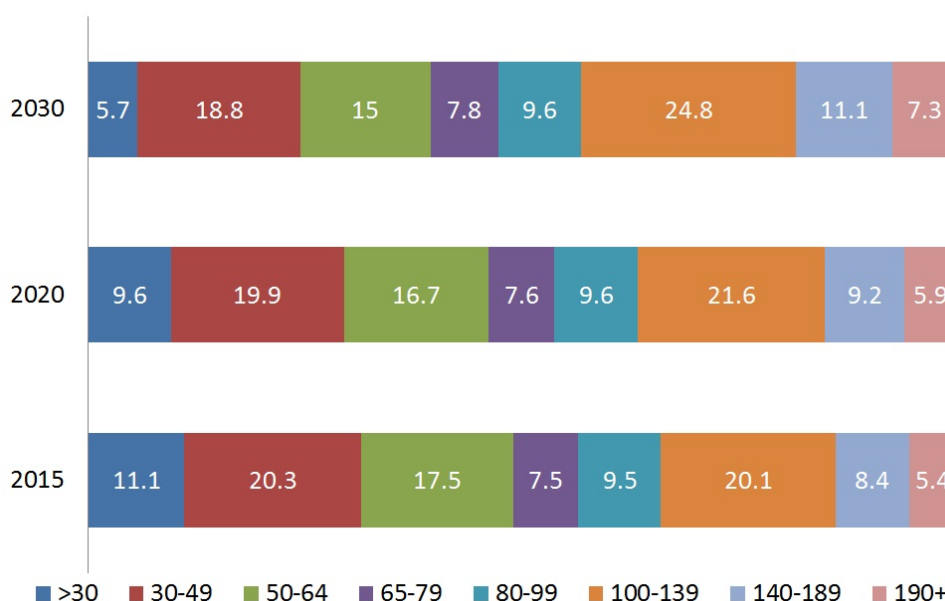
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BBGD

Rysunek 2: Prognozowana struktura powierzchni mieszkalnej według typu budynku



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BBGD

Rysunek 3: Prognozowana struktura powierzchni mieszkalnej według wielkości mieszkania



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BBGD

3.3 Wzrost dochodów

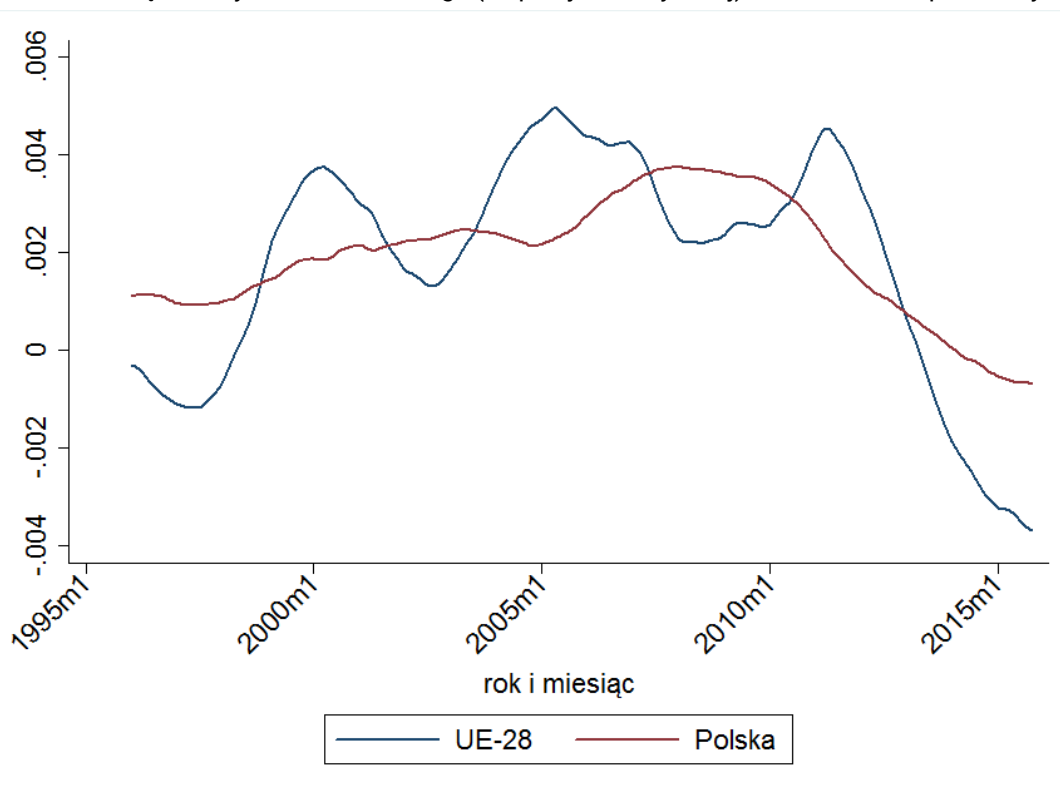
Do symulacji wykorzystano dane o dochodach gospodarstw domowych z podziałem na dochody z pracy, emerytury, oraz dochody ze świadczeń społecznych. Zgodnie z prognozami ZUS założono, że dochody z pracy będą rosły w tempie 3,1% rocznie. Natomiast świadczenia, w tym emerytury, będą rosły o połowę

wolniej (1,6%, por. ZUS (2013)). Kluczowym elementem prognoz ZUS jest założenie o utrzymaniu tempa wzrostu gospodarczego w Polsce na poziomie przekraczającym 3% rocznie oraz spadającej stopy zastąpienia, czyli wysokości emerytury do ostatniej pensji. Ze względu na brak dokładniejszych danych przyjmujemy, że wzrost dochodów będzie równomierny - dochody z pracy wszystkich pracujących wzrosną o 3,1%. Dodatkowo zakładamy, że łączne wydatki poszczególnych gospodarstw będą rosły w takim samym tempie jak ich dochody.

3.4 Ceny energii

Kluczowym i najtrudniejszym w prognozie elementem symulacji jest scenariusz kształtowania się cen energii cieplnej. Analiza danych historycznych pokazuje, że od 1995 ceny energii i surowców energetycznych rosły szybciej niż pozostałe ceny (por. rysunek 4). Po kryzysie finansowym z 2008 roku nastąpiło załamanie cen surowców. Trudno jednak wyciągać wnioski na ile to załamanie jest trwałe, a na ile prawdopodobne jest odbicie do poziomu cen sprzed kryzysu lub kontynuacja trendów przedkryzysowych. Dlatego przyjmujemy założenie, że tempo wzrostu cen będzie takie jak w ostatnich 20 latach, czyli ceny energii i surowców energetycznych będą rosły o 2 pkt. proc. szybciej niż pozostałe ceny.

Rysunek 4: Miesięczna dynamika cen energii (cieplnej i elektrycznej) w stosunku do pozostałych cen



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat

3.5 Termomodernizacja

Opisany powyżej proces zastępowania starych budynków przez nowe i zwiększanie powierzchni mieszkalnej zakłada kontynuację obecnych trendów i nie uwzględnia prowadzenia dodatkowych polityk. W tym miej-

scu rozszerzamy tę analizę o przykład szeroko zakrojonej i powszechnej polityki termomodernizacyjnej. W tym celu wykorzystujemy model symulacji Monte Carlo.

Szczegóły analizowanej interwencji są następujące. Zakładamy wydanie kwoty 2,5 mld złotych rocznie na termomodernizację, co jest połową oczekiwanych wpływów z pozwoleń na emisję (ETS). 2,5 mld złotych pozwala na termomodernizację 4,4 mln m^2 przy założeniu kosztu modernizacji 1 m^2 na poziomie 570 zł (najtańszy wariant termomodernizacji według ekspertów KAPE - Krajowej Agencji Poszanowania Energii). Przeprowadzenie termomodernizacji ogranicza koszty ogrzania tej samej powierzchni średnio o połowę, choć w zależności od typu budynku i rodzaju ogrzewania ta oszczędność może wynieść pomiędzy 40% a 87%. Nie bierzemy pod uwagę potencjalnej zmiany źródła ogrzewania powiązanego z termomodernizacją (np. zastąpienie pieca węglowego piecem gazowym). Rozważamy najłagodniejszą wersję termomodernizacji, ale warto pamiętać, że głębsza termomodernizacja objęłaby mniejszą powierzchnię mieszkalną, przy większym spadku kosztów. Zgodnie z danymi BBGD w Polsce w 2013 roku było 1,04 mld m^2 użytkowanych powierzchni mieszkalnych. Oznacza to, że w ciągu roku modernizacji poddana zostanie 0,4% powierzchni mieszkalnych. Do roku 2030 zostanie zmodernizowane 6,7% powierzchni mieszkalnych. W 2015 roku 60% powierzchni mieszkalnych było w budynkach ocieplonych więc tylko na skutek termomodernizacji ten odsetek wzrośnie do 67%, czyli nieco mniej niż wzrost wynikający z budowy nowych mieszkań (do 69%).

4 Wyniki

Przedstawione powyżej założenia przekładają się na skalę ubóstwa energetycznego. Analizę wyników rozpoczynamy od przedstawienia otrzymanych elastyczności dochodowych i cenowych wydatków energetycznych. Potem kolejno pokazujemy jak przyjęte założenia poszczególnych symulacji (por. część 3.) przekładają się na zasięg ubóstwa energetycznego. Prognozy zasięgu ubóstwa energetycznego prezentujemy dla lat: 2015, 2020, 2030. Za rok bazowy przyjęto rok 2015. Najpierw przedstawiamy wpływ pojedynczych czynników na ubóstwo energetyczne, a następnie wyniki uwzględniające łączną realizację wszystkich scenariuszy.

4.1 Elastyczność cenowa i dochodowa wydatków na energię

Elastyczność cenowa mówi nam jak popyt na dane dobro reaguje na zmiany cen tego dobra jak również innych dóbr. Elastyczność dochodowa mówi jak zmienia się popyt na dobro w zależności od poziomu dochodu. Elastyczności cenowe i dochodowe są najważniejszym wynikiem estymacji modelu popytu (por. część 2.4). Wyniki dotyczą lat 2010-2013. Wyniki wyraźnie wskazują, że wydatki na energię elektryczną oraz na nośniki ciepła rosną wolniej niż dochód, natomiast wzrost cen prowadzi do niewielkiego wzrostu wydatków na energię elektryczną i ciepło.

Wyniki estymacji wyraźnie zależą od rodzaju wykorzystanych cen. Porównanie tych elastyczności między rodzajami cen pozwala wyciągnąć szerokie wnioski dotyczące obserwowanych zależności. Elektryczność i nośniki energii są dobrami normalnymi, a wraz ze wzrostem dochodu maleje udział nakładów na nie w strukturze konsumpcji. Jest to wynik wyraźnie odstający od pojawiającej się tezy o znacznie silniejszym wzroście wydatków na energię elektryczną niż na nośniki energii wraz ze wzrostem dochodu. Wynika to częściowo z faktu, że to wraz ze wzrostem zamożności korzystamy z wygodniejszych, ale droższych źródeł energii cieplnej - piece gazowe lub elektryczne zamiast pieców opalanych węglem.

Oszacowane elastyczności dochodowe różnią się znacznie w zależności od wykorzystanych cen. Wszystkie modele wskazują na podobne elastyczności ciepła i energii elektrycznej. Dane oparte o ceny empiryczne wykazują największą elastyczność dochodową: wzrost dochodu o 1% przekłada się na wzrost wydatków na energię o 1,2%. Modele oparte o ceny syntetyczne wskazują na elastyczności dochodowe nieco niższe od jedności (0,8 i 0,9 dla energii elektrycznej oraz ciepła) natomiast te bazujące na indeksach cen istotnie niższe od 1 (odpowiednio 0,5 oraz 0,7). Oznacza to, że wzrost dochodu o 1% powoduje wzrost wydatków o mniej niż 1%. W przypadku pozostałych dóbr warto zwrócić uwagę, że żywność charakteryzuje się najniższą elastycznością dochodową - udział wydatków na żywność najszybciej spada, wraz ze wzrostem dochodów. Natomiast zdrowie i rozrywka wskazują na wyraźny efekt dochodowy. Najsilniej rosną wydatki na opiekę zdrowotną i ich udział systematycznie rośnie. Wydatki na rozrywkę również są wyraźnie wyższe wśród osób z wyższymi zarobkami.

Elastyczność cenowa dostarcza dodatkowych wyników. Skompensowana bierze pod uwagę efekt dochodowy a nieskompensowana ignoruje efekt spadku dochodu przy zmianie cen. Elastyczności cenowe różnią się jeszcze istotniej między modelami. Model oparty o ceny empiryczne pokazuje silnie ujemne elastyczności cenowe na energii elektrycznej (-3), model z cenami syntetycznymi wskazuje na ujemne elastyczności cenowe nieco większe od -1, natomiast model oparty o indeks cen wskazuje silnie dodatnie wartości. Takie oszacowania są podstawą do odrzucenia modeli opartych o ceny empiryczne oraz o indeks cen. Elastyczności cenowe na poziomie -3 lub 3 są trudne do przyjęcia na podstawie wyników z literatury: oznaczałyby, że

wzrost cen energii lub ciepła o 1% powoduje wzrost lub spadek popytu na dobro o 3%. Popyt na energię jest stabilny we wszystkich badaniach empirycznych, co oznacza, że modele z takimi elastycznościami muszą zostać uznane za niewiarygodne. Natomiast wartości otrzymane z wykorzystaniem cen syntetycznych, uzyskanych metodą Lewbel (1989), dają satysfakcjonujące wyniki. Wzrost cen energii o 1% prowadzi do spadku popytu o 0,8-0,9%, czyli wzrostu wydatków o 0,1-0,2%. Są to wartości zbliżone z tymi otrzymanymi w literaturze dla innych krajów. Dlatego też w symulacjach wykorzystujemy oszacowania otrzymane na podstawie cen syntetycznych (Lewbel, 1989)). Zużycie energii spada słabiej niż zmiana cen - spadek cen o 1% powoduje spadek wydatków o mniej niż 1%. Na zmiany cen energii stosunkowo silnie reaguje konsumpcja żywności i zdrowia - wydatki na oba dobra rosną w wyniku wzrostu cen energii. Względny spadek cen pozostałych dóbr powoduje, że konsumujemy je w większym stopniu. Oznacza to również, że rosnące ceny energii elektrycznej przełożą się na wzrost konsumpcji żywności i opieki zdrowotnej w największym stopniu.

4.2 Starzenie się ludności

Konsekwencje zmian demograficznych dla różnych miar ubóstwa zawiera tabela 1. Przy założeniu, że zmienia się tylko struktura demograficzna społeczeństwa, a wszystkie inne parametry pozostają bez zmian, w szczególności wysokość płac i emerytur, ubóstwo energetyczne LIHC wzrośnie z 15% w 2015 roku do 15,8% w roku 2030. Podobnie w przypadku miary absolutnej odnotujemy wzrost odsetka osób, które powinny wydawać przynajmniej 10% dochodów w celu zapewnienia komfortu cieplnego z 38,8% do 42,1%. Dzieje się tak pomimo niewielkiego spadku relatywnego ubóstwa dochodowego z 16% do 15,9% oraz niewielkiej redukcji subiektywnego ubóstwa cieplnego. Jest to skutkiem faktu, że osoby starsze często żyją w stosunkowo dużych mieszkaniach, które wymagają znacznych nakładów na ogrzanie, ale relacja emerytur do płac jest stosunkowo wysoka, a wzrost odsetka emerytów prowadzi do zmniejszenia rozwarstwienia dochodów. Ubóstwo subiektywne dotyczy w największym stopniu dzieci i osób po 75 roku życia i spadek liczby dzieci do 2030 roku jest w największym stopniu odpowiedzialny za spadek ubóstwa subiektywnego.

Tablica 1: Starzenie się ludności - wyniki symulacji

rok	LIHC (%)	10% wydatki modelowe (%)	10% wydatki rzeczywiste (%)	ubóstwo relatywne (ekonomiczne,%)	ubóstwo skrajne (ekonomiczne,%)	ubóstwo subiektywne (%)
2015	15,3	38,8	55	16	5,8	11,6
2020	15,4	39,7	55	16	5,7	11,5
2030	15,8	42,1	55	15,9	5,5	11,4

Źródło: Opracowanie własne.

4.3 Zmiana tkanki mieszkaniowej

Wzrost powierzchni mieszkalnych spowoduje wzrost modelowych wydatków energetycznych. W konsekwencji możemy oczekiwać niewielkiego wzrostu ubóstwa energetycznego - z 15,3% do 15,6% (LIHC) oraz z 38,8% do 39,3% (miara absolutna). Wzrost odsetka populacji żyjącej w większych mieszkaniach i domach jednorodzinnych powoduje wzrost relatywnego ubóstwa dochodowego, ale spadek ubóstwa skrajnego. Zmiany w ubóstwie dochodowym są konsekwencją większej wagi przypisanej osobom mieszkającym w większych mieszkaniach, czyli osobom bogatszym. Oczekiwany spadek subiektywnego ubóstwa cieplnego o 1 pkt. proc. jest skutkiem lepszej izolacji cieplnej nowych budynków.

Tablica 2: Zmiana powierzchni mieszkalnej - wyniki symulacji

rok	LIHC (%)	10% wydatki modelowe (%)	10% wydatki rzeczywiste (%)	ubóstwo relatywne (ekonomiczne,%)	ubóstwo skrajne (ekonomiczne,%)	ubóstwo subiektywne (%)
2015	15,3	38,8	55	16,0	5,8	11,6
2020	15,3	38,9	55	16,3	5,7	11,3
2030	15,6	39,3	55	17,2	5,5	10,6

Źródło: Opracowanie własne.

4.4 Wzrost dochodów ludności

Jak pokazują wyniki symulacji, oczekiwany wzrost dochodów w dużym stopniu ograniczy zjawisko ubóstwa energetycznego. Ubóstwo według miary LIHC zmniejszy się o 1,9 pkt. proc., a według miary absolutnej o 11,3 pkt. proc. (por. Tabela 3). Sam wzrost dochodów w niewielkim stopniu przekłada się na subiektywne ubóstwo energetyczne (spadek o 0,2 pkt. proc., por. Tabela 3). Jednocześnie warto zauważyć, że sam wzrost dochodów w niewielkim stopniu wpływa na zmianę relatywnego ubóstwa ekonomicznego. Przejściowy spadek a potem wzrost wynika ze względnej poprawy sytuacji osób pracujących, a następnie wzrost nierówności pomiędzy pracującymi i emerytami. Warto również podkreślić, że taki wzrost dochodów praktycznie eliminuje ubóstwo skrajne według dzisiejszego progu dochodowego (spadek poniżej 1%).

Tablica 3: Wzrost dochodów - wyniki symulacji

rok	LIHC (%)	10% wydatki modelowe (%)	10% wydatki rzeczywiste (%)	ubóstwo relatywne (ekonomiczne,%)	ubóstwo skrajne (ekonomiczne,%)	ubóstwo subiektywne (%)
2015	15,3	38,8	55,0	16,0	5,8	11,6
2020	14,6	34,9	55,0	15,5	3,0	11,5
2030	13,4	27,5	53,5	16,3	0,9	11,4

Źródło: Opracowanie własne.

4.5 Zmiana cen energii

Wzrost cen energii doprowadzi do wzrostu zasięgu ubóstwa energetycznego - o 2,3 pkt. proc. w przypadku miary względnej (LIHC) oraz o 15 pkt. proc. w przypadku absolutnego ubóstwa energetycznego. Wzrost cen energii powoduje z jednej strony, że większa część gospodarstw domowych przekracza granicę wysokich wydatków energetycznych, a z drugiej strony rosną wydatki związane z utrzymaniem mieszkania, pomniejszając dochód pozostający do dyspozycji po odjęciu tych kosztów. Warto zauważyć, że wzrost cen nie przekłada się na faktycznie ponoszone wydatki. Wynika to z oszacowanych elastyczności cenowych bliskich -1. Oznaczają one, że wzrost cen o 1% zmniejsza popyt ilościowy w takim samym zakresie i łączne wydatki ponoszone na ten cel zmieniają się w niewielkim stopniu.

Tablica 4: Wzrost cen - wyniki symulacji

rok	LIHC (%)	10% wydatki modelowe (%)	10% wydatki rzeczywiste (%)	ubóstwo relatywne (ekonomiczne,%)	ubóstwo skrajne (ekonomiczne,%)	ubóstwo subiektywne (%)
2015	15,3	38,8	55,0	16,0	5,8	11,6
2020	16,0	43,4	55,0	16,0	5,8	11,6
2030	17,6	53,5	55,0	16,0	5,8	11,6

Źródło: Opracowanie własne.

4.6 Termomodernizacja

Przeprowadzenie powszechnej termomodernizacji spowoduje ograniczenie ubóstwa energetycznego według miary względnej o 0,5 pkt. proc., według miary absolutnej o 2,3 pkt. proc. natomiast ubóstwa subiektywnego o 0,5 pkt. proc. (por. Tabela 5). Termomodernizacja nie wiąże się ze wzrostem powierzchni mieszkalnej a tylko z poprawą efektywności energetycznej i spadkiem nakładów koniecznych do utrzymania komfortu cieplnego. Ograniczony wpływ na ubóstwo cieplne wynika z termomodernizacji wszystkich mieszkań, a nie tylko wśród gospodarstw ubogich energetycznie. W konsekwencji zmienia się również rozkład modelowych wydatków energetycznych, a więc również przesuwają się granice kryterium wysokich wydatków energetycznych (ang. high cost).

Tablica 5: Termomodernizacja - wyniki symulacji

rok	LIHC (%)	10% wydatki modelowe (%)	10% wydatki rzeczywiste (%)	ubóstwo relatywne (ekonomiczne,%)	ubóstwo skrajne (ekonomiczne,%)	ubóstwo subiektywne (%)
2015	15,3	38,7	55	16,0	5,8	11,6
2020	15,1	38,1	55	16,0	5,8	11,4
2030	14,8	36,4	55	16,0	5,8	11,1

Źródło: Opracowanie własne.

4.7 Realizacja wszystkich scenariuszy

Łączna realizacja scenariuszy w zakresie zmiany struktury demograficznej, budowy nowych budynków, wzrostu dochodów oraz cen prowadzi do wniosku, że ubóstwo energetyczne według miary względnej (LIHC) zmniejszy się z 15,3% w 2015 roku do 14,9% w roku 2030, a według miary subiektywnej zostanie ograniczone z 11,6% do 10%. Jednocześnie ubóstwo według miary absolutnej zwiększy się z 38,8% do 42,9% (por. tabela 6). Spadek ubóstwa relatywnego oraz wzrost ubóstwa absolutnego jest głównie efektem złożenia efektu cenowego oraz dochodowego. Wzrost cen przeważa w przypadku ubóstwa absolutnego a wzrost dochodów w przypadku ubóstwa relatywnego.

Tablica 6: Łączna realizacja wszystkich scenariuszy (bez termomodernizacji)

rok	LIHC (%)	10% wydatki modelowe (%)	10% wydatki rzeczywiste (%)	ubóstwo relatywne (ekonomiczne,%)	ubóstwo skrajne (ekonomiczne,%)	ubóstwo subiektywne (%)
2015	15,3	38,8	55,0	16,0	5,8	11,6
2020	15,0	39,8	55,0	15,9	2,9	11,1
2030	14,9	42,9	50,0	17,1	0,9	10,0

Źródło: Opracowanie własne.

Dodatkowo przeznaczanie 2,5 mld zł rocznie na termomodernizację pozwala obniżyć względne ubóstwo energetyczne o dodatkowe 0,6 pkt. proc., absolutne ubóstwo energetyczne o 2,4 pkt. proc., a subiektywne ubóstwo energetyczne o 0,5 pkt. proc. do roku 2030 (por. tabela 7). Termomodernizacja nieukierunkowana na gospodarstwa ubogie ma ograniczony wpływ na redukcję ubóstwa energetycznego. Dalsze badania nad ukierunkowaniem tej polityki na konkretne grupy gospodarstw mogą prowadzić do zwiększenia jej efektywności z punktu widzenia redukcji ubóstwa energetycznego.

Tablica 7: Łączna realizacja wszystkich scenariuszy wraz z termomodernizacją

rok	LIHC (%)	10% wydatki modelowe (%)	10% wydatki rzeczywiste (%)	ubóstwo relatywne (ekonomiczne,%)	ubóstwo skrajne (ekonomiczne,%)	ubóstwo subiektywne (%)
2015	15,3	38,8	55,0	16,0	5,8	11,6
2020	14,8	38,9	55,0	15,9	2,9	10,9
2030	14,3	40,5	50,0	17,1	0,9	9,5

Źródło: Opracowanie własne.

5 Podsumowanie

Niniejszy artykuł pokazuje dynamiczne własności miar ubóstwa energetycznego w odniesieniu do struktury populacji, struktury budynków, zmian dochodów oraz cen energii. Jest to pierwsza znana autorom analiza elastyczności miar ubóstwa energetycznego na zmiany społeczno-ekonomiczne. Z wykorzystaniem statyczno-dynamicznego modelu mikrosymulacyjnego bazującego na badaniu budżetów gospodarstw domowych w Polsce pokazujemy, jak będzie się kształtować zasięg ubóstwa energetycznego do roku 2030 w zależności od przyjętych scenariuszy zmiany demograficznej, tkanki mieszkaniowej oraz dochodów i cen. Uwzględniamy zarówno relatywną miarę ubóstwa energetycznego (LIHC), miarę absolutną (wydatki na energię przekraczające 10% dochodu) oraz miarę subiektywną (brak komfortu cieplnego w mieszkaniu w zimie).

Z analizy elastyczności reakcji wydatków na energię na zmianę cen i dochodów wynika, że elektryczność i nośniki energii są dobrami normalnymi, a wraz ze wzrostem dochodu maleje ich udział w strukturze konsumpcji. Zużycie energii spada słabiej niż zmiana cen - wzrost cen o 1% powoduje wzrost wydatków o mniej niż 1%. Na zmiany cen energii stosunkowo silnie reaguje konsumpcja żywności i zdrowia - wydatki na oba dobra rosną w wyniku wzrostu cen energii. Oznacza to również, że rosnące ceny energii elektrycznej przełożą się na wzrost konsumpcji żywności i opieki zdrowotnej w największym stopniu.

Ubóstwo energetyczne silnie zależy od cen, dochodów i tkanki mieszkaniowej, a słabiej od starzenia się ludności. W perspektywie 2030 roku oczekujemy w Polsce niewielkiego spadku zakresu ubóstwa energetycznego według miary względnej oraz subiektywnej oraz wzrostu według miary absolutnej. Ubóstwo energetyczne może być dodatkowo ograniczone przez politykę wspierającą termomodernizację budynków. Dalszych badań wymaga odpowiedź na pytanie, jak powinna wyglądać polityka termomodernizacyjna, żeby prowadziła do najskuteczniejszego ograniczenia zjawiska ubóstwa energetycznego.

Literatura

- James Banks, Richard Blundell, i Arthur Lewbel. Quadratic engel curves and consumer demand. *Review of Economics and Statistics*, 79(4):527–539, 1997.
- Martyna Bildziukiewicz i Magdalena Marcinkowska. Ubóstwo energetyczne – nowa kategoria biedy. W: Monika Popow, red., *Oblicza biedy we współczesnej Polsce*. DKN Na Styku, 2011.
- John AL Cranfield, James S Eales, Thomas W Hertel, i Paul V Preckel. Model selection when estimating and predicting consumer demands using international, cross section data. *Empirical Economics*, 28(2): 353–364, 2003.
- Angus Deaton i John Muellbauer. An almost ideal demand system. *The American economic review*, pages 312–326, 1980.
- Jean-Claude Deville i Carl-Erik Särndal. Calibration estimators in survey sampling. *Journal of the American statistical Association*, 87(418):376–382, 1992.
- Jan Frankowski i Sergio Tirado-Herrero. Energy vulnerability of the urban areas in Gdańsk. First results of the evaluate project. *Prezentacja przedstawiona podczas konferencji „Wrażliwość energetyczna obszarów miejskich”*, 2015.
- GUS. Prognoza ludności na lata 2014-2050 (opracowana 2014 r.). 2014.
- John Hills. Getting the measure of fuel poverty: Final report of the fuel poverty review. 2012.
- Donald W. Katzner. *Static demand theory*. Macmillan, Ney York, 1970.
- Piotr Kurowski. Zagrożenie ubóstwem energetycznym: próba ustalenia zjawiska (na podstawie danych gus). *Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki*, (1):3–8, 2012.
- Arthur Lewbel. Identification and estimation of equivalence scales under weak separability. *The Review of Economic Studies*, 56(2):311–316, 1989.
- Kang Li, Bob Lloyd, Xiao-Jie Liang, i Yi-Ming Wei. Energy poor or fuel poor: What are the differences? *Energy Policy*, 68:476–481, 2014.
- Maciej Lis i Agata Miazga. Who will be affected by rising energy prices? Map of energy expenditures of poles. Technical report, Instytut Badań Strukturalnych, 2015.
- Agata Miazga i Dominik Owczarek. Dom zimny, dom ciemny–czyli ubóstwo energetyczne w polsce. 2015.
- Cathal O’Donoghue i in. Dynamic microsimulation: A methodological survey. *Brazilian Electronic Journal of Economics*, 4(2):77, 2001.
- Daniele Pacifico. Reweight: a stata module to reweight survey data to external totals. Technical report, 2014.
- Brian P Poi i in. Demand-system estimation: Update. *Stata Journal*, 8(4):554–556, 2008.
- Brian P Poi i in. Easy demand-system estimation with quads. *Stata Journal*, 12(3):433–446, 2012.

- Ranjan Ray. Measuring the costs of children: an alternative approach. *Journal of Public Economics*, 22(1): 89–102, 1983.
- David L Ryan i Terence J Wales. Flexible and semiflexible consumer demands with quadratic engel curves. *Review of Economics and Statistics*, 81(2):277–287, 1999.
- Rudolf Schuessler. Energy poverty indicators: Conceptual issues-part i: The ten-percent-rule and double median/mean indicators. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, (14-037), 2014.
- Aleksandra Stępnia i Agnieszka Tomaszewska. Ubóstwo energetyczne a efektywność energetyczna. Analiza problemu i rekomendacje. 2014.
- Izabela Szamrej-Baran. Identyfikacja przyczyn ubóstwa energetycznego w polsce przy wykorzystaniu modelowania miękkiego. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (328):343–352, 2014.
- Izabela Szamrej-Baran i Paweł Baran. Subiektywne i obiektywne mierniki ubóstwa energetycznego. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, (367 Gospodarka przestrzenna Aktualne aspekty polityki społeczno-gospodarczej i przestrzennej):332–339, 2014.
- Asghar Zaidi i Katherine Rake. Dynamic microsimulation models: a review and some lessons for sage. *Simulating Social Policy in an Ageing Society (SAGE) discussion paper*, (2), 2001.
- ZUS. Prognoza wpływów i wydatków funduszu emerytalnego do 2060 roku. 2013.

Załącznik 1 - Formalne ujęcie modelu systemu popytu

Jeden z najszerzej stosowanych praktycznie systemów popytowych, tzw. system AIDS (ang. Almost Ideal Demand System), został wprowadzony w Deaton i Muellbauer (1980). System wprowadza się wychodząc od funkcji wydatków. Zakłada się, że preferencje potencjalnego gospodarstwa domowego mają tzw. postać PIGLOG, co wyraża się w założeniu, że logarytm funkcji wydatków jest następującej postaci

$$\log e(p, u) = (1 - u) \log a(p) + u \log b(p), \quad (3)$$

gdzie $a(p)$ i $b(p)$ mają odpowiednią formę. Powyższe założenie oznacza, że funkcja wydatków jest postaci

$$e(p, u) = a(p)^{1-u} b(p)^u.$$

W powyższej definicji zakłada się, że poziom użyteczności jest wystandaryzowany, tj. $u \in (0, 1)$, gdzie poziom zerowy jest poziomem przetrwania (ang. subsistence) a poziom jedynki to poziom pełnego zadowolenia (ang. bliss). Przy takich oznaczeniach wydatki zadane przez $a(p)$ są wydatkami na poziomie przetrwania, a wydatki zadane przez $b(p)$ to wydatki w stanie pełnego zadowolenia.

W pracy Deaton i Muellbauer (1980) proponuje się następujące postacie obu funkcji wydatków

$$\log a(p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \log p_k \log p_j \quad (4)$$

oraz

$$\log b(p) = \log a(p) + \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k}, \quad (5)$$

gdzie k jest indeksem numerującym dobra.

Wstawiając (4) i (5) do (3) otrzymujemy

$$\begin{aligned} \log e(p, u) &= (1 - u) \log a(p) + u \left(\log a(p) + \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k} \right) \\ &= \log a(p) + u \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k} \\ &= \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \log p_k \log p_j + u \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k}. \end{aligned}$$

Pełna funkcyjna postać logarytmu funkcji wydatków jest zatem postaci

$$\log e(p, u) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \log p_k \log p_j + u \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k}. \quad (6)$$

W powyższych formułach przyjmuje się następujące założenia

$$\sum_k \alpha_k = 1 \quad (7)$$

$$\sum_k \gamma_{kj}^* = \sum_j \gamma_{kj}^* = \sum_k \beta_k = 0. \quad (8)$$

Powyższe założenia gwarantują, że funkcja wydatków zadana przez (6) jest jednorodna stopnia 1 ze względu na p .

Funkcja wydatków zadana przez (6) może zostać zapisana w nieco inny sposób

$$\begin{aligned}\log e(p, u) &= \log \left(e^{\alpha_0} \prod_k p_k^{\alpha_k} \right) + \log \left(e^{\frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \log p_k \log p_j} \right) + \log \left(e^{u\beta_0} \prod_k p_k^{\beta_k} \right) \\ &= \log \left(e^{\alpha_0} \prod_k p_k^{\alpha_k} \cdot e^{\frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \log p_k \log p_j} \cdot e^{u\beta_0} \prod_k p_k^{\beta_k} \right)\end{aligned}$$

skąd otrzymujemy

$$e(p, u) = e^{\alpha_0} \prod_k p_k^{\alpha_k} \cdot e^{\frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \log p_k \log p_j} \cdot e^{u\beta_0} \prod_k p_k^{\beta_k}.$$

Pierwszy składnik powyższego iloczynu ma dokładnie taką postać jak funkcja wydatków dla funkcji Cobb-Douglasa, gdzie $\kappa = e^{\alpha_0}$. Poziom użyteczności u jest wprowadzony jedynie przez ostatni czynnik, a więc w funkcji wydatków dla funkcji użyteczności Cobb-Douglasa poziom użyteczności jest w stosunku do (6) wprowadzony w sposób logarytmiczny. Warto również zauważyć, że funkcja wydatków zadana przez (6) nie jest jednorodna stopnia 1 ze względu na poziom użyteczności. Powyższą postać funkcji wydatków można wygodniej zapisać jako

$$e(p, u) = e^{\alpha_0 + u\beta_0} \sum_k p_k^{\beta_k} \cdot \prod_k p_k^{\alpha_k + \frac{1}{2} \sum_j \gamma_{jk}^* \log(p_j)}.$$

Można zatem przyjąć, że wprowadzona funkcja wydatków bazuje na funkcji wydatków wyprowadzonej dla użyteczności Cobb-Douglasa z tym zastrzeżeniem, że parametr κ jest zależny od cen i dodatkowo parametry α_k są zniekształcane przez odpowiednią funkcję wektora cen.

Udziały wydatków na poszczególne dobra

Aby wyprowadzić formuły opisujące zachowanie się udziałów można zauważyć, że tzw. pochodna logarytmiczna funkcji wydatków jest dokładnie udziałem wydatków. Mamy następujące obliczenia

$$\frac{\partial \log e(p, u)}{\partial \log p_k} = \frac{\partial \log e(p, u)}{\partial p_k} \frac{\partial p_k}{\partial \log p_k} = \frac{1}{e(p, u)} \frac{\partial e(p, u)}{\partial p_k} p_k = \frac{p_k h_k(p, u)}{e(p, u)}, \quad (9)$$

gdzie $p_k h_k(p, u)$ jest kwotą wydaną na k -te dobro. Udział ten będziemy oznaczali przez w_i . Mamy zatem

$$\frac{\partial \log e(p, u)}{\partial \log p_k} = w_k.$$

Obliczając pochodną logarytmiczną funkcji wydatków otrzymujemy

$$w_k = \alpha_k + \sum_j \gamma_{kj} \log p_j + u\beta_0 \beta_k \prod_j p_j^{\beta_j}, \quad (10)$$

gdzie $\gamma_{kj} = (\gamma_{kj}^* + \gamma_{jk}^*) / 2$.

Oczywiście równania (10) zawierają nieobserwowany poziomo użyteczności. Jeżeli jednak znamy postać funkcji wydatków oraz obserwujemy całkowite wydatki, które oznaczmy przez w , to z równania $w = e(p, u)$

możemy uzyskać niejawną funkcję użyteczności $u = v(p, w)$. Dokonując tych obliczeń i wstawiając do (10) otrzymujemy ostatecznie typowy system popytowy AIDS

$$w_k = \alpha_k + \sum_j \gamma_{kj} \log p_j + \beta_k \log \frac{w}{P} \quad (11)$$

$$\log P = \alpha_0 + \sum_j \alpha_j \log p_j + \frac{1}{2} \sum_j \sum_l \gamma_{jl} \log p_j \log p_l. \quad (12)$$

Wstawiając równanie (12) do równania (11) otrzymujemy następującą postać systemu popytowego

$$w_k = \alpha_k + \sum_j \gamma_{kj} \log p_j + \beta_k \left(\log w - \left(\alpha_0 + \sum_j \alpha_j \log p_j + \frac{1}{2} \sum_j \sum_l \gamma_{jl} \log p_j \log p_l \right) \right).$$

System (11)–(12) jest uzupełniony przez ograniczenia nałożone na parametry, które wynikają z oryginalnych ograniczeń. Są to następujące ograniczenia

$$\sum_k \alpha_k = 1, \quad \sum_k \gamma_{kj} = 0 \quad \text{dla każdego } j \text{ oraz} \quad \sum_k \beta_k = 0, \quad (13)$$

$$\sum_j \gamma_{kj} = 0 \quad \text{dla każdego } k, \quad (14)$$

$$\gamma_{kj} = \gamma_{jk} \quad \text{dla } k, j. \quad (15)$$

System (11)–(12) razem z ograniczeniami (13)–(15) stanowi standardowy, szeroko stosowany system popytowy.

W podanym powyżej systemie popytowym elastyczności cenowe (udziałów) są zadane wzorami

$$\epsilon_{kj} = \frac{\gamma_{kj}}{w_k} - \frac{\beta_k}{w_k} \frac{\log P}{P} \left(\alpha_j + \sum_s \gamma_{js} \log p_s \right). \quad (16)$$

Elastyczność dochodowa (udziałów) jest postaci

$$e_k = \frac{\beta_k}{w_k}. \quad (17)$$

Powyższy układ razem z elastycznościami odpowiada na typowe pytania stawiane w ramach estymacji systemów popytowych.

Rozszerzenia modelu AIDS

Podany powyżej model jest standardowo rozszerzany do modelu z funkcjami kwadratowymi względem dochodu. Przedstawiony w pracy Poi i in. (2012), model bazuje na następującej niejawnej funkcji użyteczności

$$\ln v(p, w) = \left(\left(\frac{\log(w) - \log(a(p))}{b(p)} \right)^{-1} + \lambda(p) \right)^{-1}, \quad (18)$$

gdzie $\log(a(p))$ podobnie jak poprzednio jest zadane równaniem (4). Czynniki $b(p)$ zmienia swoją formę, jest teraz jedynie agregatorem cen postaci

$$b(p) = \prod_k p_k^{\beta_k}. \quad (19)$$

Ostatecznie składnik $\lambda(p)$ jest postaci

$$\lambda(p) = \sum_k \lambda_k \log(p_k). \quad (20)$$

Podobnie jak w przypadku standardowego modelu AIDS, model QUAIDS uzupełnia się o restrykcje postaci

$$\sum_k \alpha_k = 1, \quad \sum_k \beta_k = 0, \quad \sum_j \gamma_{kj} = 0, \quad \sum_k \lambda_k = 0, \quad (21)$$

oraz dla dowolnych k i j zakłada się symetrię $\gamma_{kj} = \gamma_{jk}$. Restrykcje te zapewniają jednorodność oraz symetrię macierzy Słuckiego.

Równanie (18) można zapisać w terminach udziału wydatków w_k na dane dobro. Równania te mają postać

$$w_k = \alpha_k + \sum_j \gamma_{kj} \log p_j + \beta_k \log \left(\frac{w}{a(p)} \right) + \frac{\lambda_k}{b(p)} \left(\log \left(\frac{w}{a(p)} \right) \right)^2 \quad (22)$$

Warto zauważyć, że w stosunku do standardowego modelu AIDS zadanego równaniami (11)–(12), równanie (22) różni się jedynie dodatnie składników kwadratowych. Jeżeli dla dowolnego k przyjmiemy $\lambda_k = 0$ to równanie (22), definiujące model QUAIDS, zredukuje się do standardowego modelu AIDS.

Do modelu QUAIDS zadanego równaniem (22) można wprowadzić elementy mające uwzględnić elementy charakterystyczne do gospodarstwa domowego takie jak jego wielkość. Standardowa metoda bazuje na technice skalowania wprowadzonej w Ray (1983) i zastosowanej do modelu QUAIDS w pracy Poi i in. (2008). Przez z będziemy oznaczali s -wymiarowy wektor charakterystycznych cech gospodarstwa domowego.

Standardowa technika skalowania wprowadzona w Ray (1983) startuje od wprowadzenia referencyjnego gospodarstwa domowego, którego funkcja wydatków jest oznaczona przez $e^R(p, u)$. Każde inne gospodarstwo domowe posiada funkcję wydatków postaci

$$e(p, u, z) = m_0(p, u, z) \cdot e^R(p, u),$$

gdzie funkcja $m_0(p, u, z)$ jest funkcją skalującą, której zadanie to uchwycenie wpływu charakterystycznych cech gospodarstwa domowego na wydatki. Funkcja ta, jest dalej dekomponowana do iloczynu u

$$m_0(p, u, z) = \bar{m}_0(z) \cdot \phi(p, u, z).$$

Pierwszy składnik powyższego iloczynu określa wpływ charakterystycznych cech gospodarstwa domowego na wielkość wydatków ale nie odzwierciedla możliwych zmian w strukturze konsumpcji. Drugi składnik powyższego iloczynu ma na celu kontrolę relacji cen oraz struktury konsumpcji.

Powyższe funkcje skalujące w modelu ekonometrycznym mogą być parametryzowane na wiele sposobów. W pracy Ray (1983) proponowana jest następująca parametryzacja funkcji skalującej \bar{m}_0

$$\bar{m}_0(z) = 1 + \langle \rho | z \rangle,$$

gdzie ρ jest wektorem parametrów, które są estymowane. Parametryzacja funkcji $\phi(p, u, z)$ jest przyjęta za pracę [2]

$$\log \phi(p, u, z) = \frac{\prod_k p_k^{\beta_k} \left(\prod_k p_k^{\langle \eta_k | z \rangle} - 1 \right)}{1/u - \sum_k \lambda_k \log p_k},$$

gdzie η_k to k -ta kolumna macierzy parametrów, które są estymowane.

Równanie wydatków, po uwzględnieniu elementów zawierających charakterystyczne cechy gospodarstw domowych, ma postać

$$\begin{aligned}
 w_k &= \alpha_k + \sum_j \gamma_{kj} \log p_j \\
 &+ (\beta_k + \langle \eta_k | z \rangle) \log \left(\frac{w}{\bar{m}_0(z) a(p)} \right) \\
 &+ \frac{\lambda_k}{b(p)c(p, z)} \left(\log \left(\frac{w}{\bar{m}_0(z) a(p)} \right) \right)^2,
 \end{aligned} \tag{23}$$

gdzie

$$c(p, z) = \prod_k p_k^{\langle \eta_k | z \rangle}.$$

Wprowadzone powyżej restrykcje uzupełniają się o warunek $\sum_j \eta_{kj} = 0$ dla dowolnego k .

Dla wprowadzonego powyżej modelu QUAIDS z dodanymi cechami gospodarstw domowych elastyczności cenowe (nieskompensowane) wynoszą

$$\begin{aligned}
 \epsilon_{ij} &= -\delta_{ij} + \frac{1}{w_i} \left[\gamma_{ij} - \left(\beta_i + \langle \eta_i | z \rangle + \frac{2\lambda_i}{b(p)c(p, z)} \log \left(\frac{w}{\bar{m}_0(z) a(p)} \right) \right) \right. \\
 &= \times \left. \left(\alpha_j + \sum_\ell \gamma_{j\ell} \log p_\ell \right) - \frac{(\beta_j + \langle \eta_j | z \rangle) \lambda_i}{b(p)c(p, z)} \left(\frac{w}{\bar{m}_0(z) a(p)} \right)^2 \right].
 \end{aligned}$$

Elastyczności dochodowe są zadane wzorami postaci

$$\mu_i = 1 + \frac{1}{w_i} \left(\beta_i + \langle \eta_i | z \rangle + \frac{2\lambda_i}{b(p)c(p, z)} \log \left(\frac{w}{\bar{m}_0(z) a(p)} \right) \right)$$

Elastyczności skompensowane uzyskujemy tak jak poprzednio przez równanie Slutskiego.

Załącznik 2 - Estymacja cen zgodnie z metodą Lewbel

Jedną z technik przydatnych przy modelowaniu systemów popytowych jest zastosowanie tzw. skal ekwiwalentności (ang. equivalence scales) wprowadzonych w pracy Lewbel (1989).

W ramach tego podejścia zakłada się, że każda z rozpatrywanych L grup dóbr dalej dzieli się na podgrupy z licznosciami L_k . Przez x_{kj} oznacza się ilość kupowanych dóbr z grupy k i podgrupy j . Cena dóbr w grupie k i podgrupie j jest zadana jako p_{kj} . Dodatkowo przez \mathcal{W}_k oznaczone zostaną całkowite wydatki w grupie k . Korzystając z tak wprowadzonych oznaczeń definiowane są udziały wydatków na grupę k -tą jako $w_k = \mathcal{W}_k/\omega$ oraz udziały wydatków w ramach podgrupy zdefiniowane jako

$$w_{kj} = \frac{p_{kj}x_{kj}}{\mathcal{W}_k}.$$

W ramach modelu przyjmuje się, że rozpatrywane gospodarstwa domowe mogą zostać opisane wybranymi charakterystykami, które ogólnie zawarte są w zmiennej α . Wśród wszystkich gospodarstw domowych przyjmuje się pewne, wybrane i ustalone gospodarstwo domowe, które jest gospodarstwem referencyjnym a jego wektor cech charakterystycznych jest oznaczony jako α^* .

Podstawowym założeniem, które jest podstawą techniki wprowadzonej w Lewbel (1989) jest założenie słabej separowalności funkcji użyteczności U (ang. weak separability). Oznacza to, że funkcja ta może zostać zapisana w formie

$$U(u_1(x_1, \alpha), \dots, u_L(x_L, \alpha)),$$

gdzie funkcje użyteczności u_k są dowolne, ale, zgodnie z Katzner (1970), funkcje takie, jeżeli są dodatkowo homotetyczne muszą być albo postaci funkcji Cobba-Douglasa albo logarytmu z tej funkcji.

Wprowadzamy następnie dwa rodzaje wskaźników. Przez $Q_k = u_k(x_k, \alpha^*)$ definiujemy użyteczności gospodarstwa referencyjnego dla koszyka x_k w podgrupie k . Następnie definiujemy stosunek użyteczności gospodarstwa referencyjnego do zadanego gospodarstwa

$$M_k(x_k, \alpha) = \frac{u_k(x_k, \alpha^*)}{u_k(x_k, \alpha)}.$$

Dla tak zadanej definicji otrzymujemy oczywiście $Q_k/M_k = u_k(x_k, \alpha)$ a stąd użyteczność całkowitą możemy zapisać jako

$$U(Q_1/M_1, \dots, Q_L/M_L).$$

Wprowadza się również indeks cenowy $P_k = \mathcal{W}_k^*/Q_k$, gdzie \mathcal{W}_k^* to wydatki gospodarstwa referencyjnego w grupie k .

Jeżeli funkcja użyteczności jest homotetycznie separowalna to musi być postaci funkcji Cobba-Douglasa. Przyjmijmy zatem, że funkcje użyteczności w grupach są postaci

$$u_k(x_k, \alpha) = \kappa_k \prod_j x_{kj}^{m_{kj}(\alpha)},$$

gdzie charakterystyki gospodarstw domowych w sposób dowolny są wprowadzone do wykładników zakładając, że $\sum_j m_{kj}(\alpha) = 1$ dla dowolnego k . Wtedy jednak wiemy, że udziały wydatków w danych podgrupach j są stałe i wynoszą $w_{kj} = m_{kj}(\alpha)$. Biorąc pod uwagę wcześniejsze definicje otrzymujemy, że indeksy cenowe w grupach k muszą być wprost proporcjonalne do wyrażenia

$$P_k \sim \prod_j w_{kj}^{-w_{kj}}. \quad (24)$$

Korzystając z (24) można uzyskać indeksy cenowe również dla grup, w których nie ma raportowanej konsumpcji poprzez połączenie ich z inną grupą.

Załącznik 3 - Wyniki estymacji modeli systemu popytu

		Wyniki estymacji modeli		
		Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
α	α_1	0.048 (0.002)**	0.106 (0.006)**	-0.093 (0.012)**
	α_2	0.253 (0.009)**	-0.596 (0.019)**	0.216 (0.011)**
	α_3	0.187 (0.007)**	1.511 (0.021)**	1.321 (0.013)**
	α_4	0.064 (0.005)**	-0.243 (0.010)**	0.105 (0.006)**
	α_5	0.039 (0.005)**	-0.126 (0.012)**	0.156 (0.004)**
	α_6	0.082 (0.009)**	0.351 (0.014)**	0.032 (0.002)**
	α_7	0.059 (0.004)**	-0.041 (0.008)**	0.028 (0.002)**
	α_8	0.169 (0.004)**	0.176 (0.012)**	-0.785 (0.011)**
	α_9	0.100 (0.008)**	-0.138 (0.010)**	0.019 (0.002)**
β	β_1	0.006 (0.001)**	0.002 (0.002)	-0.113 (0.005)**
	β_2	-0.004 (0.003)	0.256 (0.006)**	-0.023 (0.004)**
	β_3	0.022 (0.004)**	-0.337 (0.006)**	-0.091 (0.004)**
	β_4	0.013 (0.001)**	0.088 (0.004)**	-0.017 (0.002)**
	β_5	0.035 (0.002)**	0.139 (0.004)**	-0.015 (0.001)**
	β_6	-0.074 (0.004)**	-0.182 (0.005)**	-0.004 (0.001)**
	β_7	0.007 (0.001)**	0.032 (0.003)**	0.000 (0.001)
	β_8	0.006 (0.002)**	-0.042 (0.005)**	0.264 (0.002)**
	β_9	-0.010	0.044	-0.002

		Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
		(0.002)**	(0.004)**	(0.001)**
γ	γ11	0.001	0.131	-0.438
		(0.000)**	(0.013)**	(0.004)**
	γ21	-0.008	-0.080	0.065
		(0.001)**	(0.010)**	(0.002)**
	γ31	0.000	-0.060	0.243
		(0.000)	(0.010)**	(0.002)**
	γ41	0.001	0.023	-0.001
		(0.000)**	(0.008)**	(0.001)
	γ51	-0.001	-0.033	0.016
		(0.000)**	(0.012)**	(0.001)**
	γ61	0.004	0.023	0.001
		(0.001)**	(0.007)**	(0.000)**
	γ71	0.001	0.133	0.003
		(0.000)**	(0.014)**	(0.000)**
	γ81	-0.000	-0.019	0.110
		(0.000)*	(0.014)	(0.004)**
	γ91	0.003	-0.118	-0.001
		(0.000)**	(0.020)**	(0.000)**
	γ22	0.015	0.129	-0.063
		(0.002)**	(0.021)**	(0.002)**
	γ32	0.002	0.119	-0.002
		(0.001)**	(0.016)**	(0.002)
	γ42	-0.001	-0.190	-0.014
		(0.001)	(0.012)**	(0.001)**
	γ52	-0.005	-0.182	-0.003
		(0.001)**	(0.016)**	(0.000)**
	γ62	-0.008	0.130	-0.002
		(0.002)**	(0.011)**	(0.000)**
	γ72	0.003	-0.071	-0.002
		(0.001)**	(0.016)**	(0.000)**
	γ82	-0.002	0.044	0.024
		(0.001)**	(0.017)**	(0.003)**
	γ92	0.004	0.101	-0.002
		(0.002)**	(0.018)**	(0.000)**
	γ33	-0.007	-0.167	-0.323
		(0.001)**	(0.021)**	(0.003)**
	γ43	0.001	0.148	-0.032
		(0.001)**	(0.010)**	(0.001)**

	Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
γ_{53}	-0.006 (0.001)**	0.164 (0.015)**	-0.006 (0.001)**
γ_{63}	0.010 (0.001)**	-0.136 (0.010)**	-0.003 (0.000)**
γ_{73}	-0.002 (0.000)**	0.080 (0.013)**	-0.004 (0.000)**
γ_{83}	-0.003 (0.000)**	-0.303 (0.016)**	0.130 (0.003)**
γ_{93}	0.004 (0.001)**	0.156 (0.016)**	-0.003 (0.000)**
γ_{44}	0.000 (0.001)	0.082 (0.011)**	0.027 (0.001)**
γ_{54}	0.003 (0.001)**	-0.012 (0.011)	-0.001 (0.000)**
γ_{64}	0.001 (0.001)	0.048 (0.007)**	-0.001 (0.000)**
γ_{74}	-0.002 (0.001)**	-0.035 (0.010)**	-0.002 (0.000)**
γ_{84}	-0.002 (0.000)**	0.110 (0.012)**	0.024 (0.002)**
γ_{94}	-0.001 (0.001)	-0.173 (0.013)**	-0.001 (0.000)**
γ_{55}	-0.007 (0.001)**	-0.137 (0.025)**	-0.023 (0.000)**
γ_{65}	0.035 (0.001)**	-0.078 (0.011)**	-0.001 (0.000)**
γ_{75}	-0.004 (0.000)**	0.024 (0.017)	-0.002 (0.000)**
γ_{85}	-0.006 (0.000)**	0.302 (0.021)**	0.019 (0.001)**
γ_{95}	-0.007 (0.001)**	-0.048 (0.021)**	-0.001 (0.000)**
γ_{66}	-0.030 (0.003)**	0.095 (0.010)**	-0.000 (0.000)**
γ_{76}	0.003 (0.001)**	0.058 (0.010)**	-0.000 (0.000)
γ_{86}	-0.001 (0.001)	0.009 (0.012)	0.006 (0.000)**
γ_{96}	-0.013	-0.149	0.001

		Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
		(0.001)**	(0.016)**	(0.000)**
	γ_{77}	-0.001 (0.001)	0.027 (0.029)	0.004 (0.000)**
	γ_{87}	0.003 (0.000)**	-0.044 (0.022)**	0.002 (0.001)**
	γ_{97}	-0.002 (0.001)*	-0.172 (0.028)**	0.000 (0.000)*
	γ_{88}	-0.001 (0.001)*	-0.019 (0.029)	-0.320 (0.003)**
	γ_{98}	0.013 (0.001)**	-0.079 (0.027)**	0.005 (0.000)**
	γ_{99}	-0.001 (0.002)	0.483 (0.051)**	0.002 (0.000)**
λ	λ_1	-0.002 (0.000)**	-0.002 (0.000)**	0.012 (0.001)**
	λ_2	-0.001 (0.000)**	-0.024 (0.001)**	0.006 (0.000)**
	λ_3	-0.010 (0.001)**	0.019 (0.000)**	-0.006 (0.000)**
	λ_4	-0.002 (0.000)**	-0.006 (0.000)**	0.003 (0.000)**
	λ_5	-0.006 (0.000)**	-0.015 (0.000)**	0.002 (0.000)**
	λ_6	0.021 (0.001)**	0.024 (0.000)**	0.001 (0.000)**
	λ_7	-0.002 (0.000)**	-0.003 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
	λ_8	0.000 (0.000)	0.008 (0.000)**	-0.017 (0.000)**
	λ_9	0.003 (0.000)**	-0.002 (0.000)**	0.000 (0.000)**
η	η_{klm21}	0.001 (0.000)**	0.000 (0.000)**	-0.001 (0.001)
	η_{klm22}	0.001 (0.001)*	0.001 (0.000)**	-0.006 (0.001)**
	η_{klm23}	0.003 (0.001)**	0.001 (0.000)**	0.014 (0.001)**
	η_{klm24}	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.001 (0.000)

	Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
η_{klm25}	0.000 (0.000)	-0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)
η_{klm26}	-0.001 (0.001)	0.003 (0.000)**	-0.000 (0.000)
η_{klm27}	-0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**	0.000 (0.000)
η_{klm28}	-0.003 (0.000)**	-0.003 (0.000)**	-0.006 (0.001)**
η_{klm29}	-0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)	-0.001 (0.000)**
η_{klm31}	0.001 (0.000)**	0.000 (0.000)**	0.005 (0.001)**
η_{klm32}	0.002 (0.001)**	0.002 (0.000)**	-0.004 (0.001)**
η_{klm33}	0.004 (0.001)**	0.001 (0.000)**	0.010 (0.001)**
η_{klm34}	0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)	-0.002 (0.000)**
η_{klm35}	-0.001 (0.000)**	-0.002 (0.000)**	-0.002 (0.000)**
η_{klm36}	-0.002 (0.001)**	0.003 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
η_{klm37}	-0.000 (0.000)*	-0.002 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
η_{klm38}	-0.003 (0.000)**	-0.003 (0.000)**	-0.006 (0.001)**
η_{klm39}	-0.001 (0.000)**	0.000 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{klm41}	0.000 (0.000)**	0.000 (0.000)	0.006 (0.001)**
η_{klm42}	0.003 (0.000)**	0.003 (0.000)**	-0.003 (0.001)**
η_{klm43}	0.005 (0.001)**	0.001 (0.000)**	0.008 (0.001)**
η_{klm44}	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.002 (0.000)**
η_{klm45}	-0.003 (0.000)**	-0.004 (0.000)**	-0.002 (0.000)**
η_{klm46}	-0.001	0.005	-0.000

	Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
	(0.001)	(0.000)**	(0.000)**
η_{klm47}	-0.000 (0.000)*	-0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{klm48}	-0.003 (0.000)**	-0.004 (0.000)**	-0.005 (0.001)**
η_{klm49}	-0.001 (0.000)**	0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{klm51}	0.001 (0.000)**	0.001 (0.000)**	0.008 (0.001)**
η_{klm52}	0.004 (0.001)**	0.004 (0.000)**	-0.002 (0.001)**
η_{klm53}	0.006 (0.001)**	0.001 (0.000)	0.005 (0.001)**
η_{klm54}	0.001 (0.000)**	0.001 (0.000)**	-0.003 (0.000)**
η_{klm55}	-0.004 (0.000)**	-0.007 (0.000)**	-0.002 (0.000)**
η_{klm56}	-0.002 (0.001)**	0.006 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
η_{klm57}	-0.000 (0.000)*	-0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{klm58}	-0.003 (0.000)**	-0.005 (0.000)**	-0.004 (0.001)**
η_{klm59}	-0.002 (0.000)**	0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{klm61}	0.002 (0.000)**	-0.000 (0.000)	0.011 (0.001)**
η_{klm62}	0.004 (0.000)**	0.006 (0.000)**	-0.003 (0.001)**
η_{klm63}	0.007 (0.000)**	-0.004 (0.000)**	0.006 (0.001)**
η_{klm64}	0.002 (0.000)**	0.006 (0.000)**	-0.002 (0.000)**
η_{klm65}	-0.008 (0.000)**	-0.014 (0.000)**	-0.004 (0.000)**
η_{klm66}	-0.002 (0.001)*	0.010 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{klm67}	-0.000 (0.000)*	-0.000 (0.000)**	-0.001 (0.000)**

	Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
η_{klm68}	-0.003 (0.000)**	-0.006 (0.000)**	-0.005 (0.001)**
η_{klm69}	-0.002 (0.000)**	0.002 (0.000)**	-0.002 (0.000)**
η_{grs21}	-0.002 (0.001)**	-0.001 (0.000)**	0.005 (0.001)**
η_{grs22}	-0.021 (0.002)**	0.001 (0.000)**	0.001 (0.001)
η_{grs23}	0.008 (0.001)**	0.005 (0.001)**	0.001 (0.002)
η_{grs24}	-0.004 (0.001)**	0.000 (0.000)	-0.005 (0.000)**
η_{grs25}	-0.007 (0.001)**	-0.002 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{grs26}	0.037 (0.004)**	0.003 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{grs27}	-0.005 (0.001)**	0.001 (0.000)**	0.000 (0.000)
η_{grs28}	-0.008 (0.001)**	-0.005 (0.000)**	-0.000 (0.001)
η_{grs29}	0.002 (0.001)	-0.002 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{grs31}	0.001 (0.000)**	0.001 (0.000)**	-0.000 (0.001)
η_{grs32}	-0.002 (0.001)**	-0.000 (0.000)*	-0.003 (0.001)**
η_{grs33}	-0.004 (0.001)**	-0.001 (0.000)**	0.001 (0.001)
η_{grs34}	-0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)**	0.003 (0.000)**
η_{grs35}	-0.002 (0.000)**	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
η_{grs36}	0.006 (0.002)**	-0.000 (0.000)	0.000 (0.000)**
η_{grs37}	-0.001 (0.000)**	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)*
η_{grs38}	0.002 (0.000)**	0.002 (0.000)**	-0.001 (0.001)
η_{grs39}	0.001	-0.001	0.000

	Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
	(0.000)	(0.000)**	(0.000)**
η_{grs41}	0.001 (0.000)**	0.001 (0.000)**	0.004 (0.000)**
η_{grs42}	0.002 (0.000)**	0.006 (0.000)**	0.006 (0.000)**
η_{grs43}	0.007 (0.000)**	0.006 (0.000)**	0.003 (0.001)**
η_{grs44}	-0.001 (0.000)**	-0.007 (0.000)**	-0.007 (0.000)**
η_{grs45}	-0.000 (0.000)	-0.002 (0.000)**	-0.003 (0.000)**
η_{grs46}	-0.010 (0.001)**	-0.003 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{grs47}	0.005 (0.000)**	0.009 (0.000)**	0.002 (0.000)**
η_{grs48}	-0.001 (0.000)**	-0.007 (0.000)**	-0.003 (0.001)**
η_{grs49}	-0.004 (0.000)**	-0.002 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{grs51}	0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)**	0.008 (0.001)**
η_{grs52}	0.002 (0.001)**	0.002 (0.000)**	-0.002 (0.001)**
η_{grs53}	-0.003 (0.001)**	-0.001 (0.000)**	0.006 (0.001)**
η_{grs54}	0.000 (0.000)	-0.004 (0.000)**	-0.009 (0.000)**
η_{grs55}	0.001 (0.000)**	0.006 (0.000)**	0.005 (0.000)**
η_{grs56}	-0.003 (0.001)**	-0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{grs57}	0.003 (0.000)**	-0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
η_{grs58}	0.001 (0.000)**	0.003 (0.000)**	-0.005 (0.001)**
η_{grs59}	-0.003 (0.000)**	-0.002 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{IOS1}	-0.000 (0.000)**	-0.000 (0.000)**	0.000 (0.000)**

	Ceny syntetyczne (Lewbel)	Indeks cen	Agregat cen jednostkowych
η_{1OS2}	-0.002 (0.000)**	-0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**
η_{1OS3}	0.002 (0.000)**	-0.000 (0.000)**	0.001 (0.000)**
η_{1OS4}	-0.001 (0.000)**	0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
η_{1OS5}	-0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
η_{1OS6}	0.003 (0.000)**	0.002 (0.000)**	-0.000 (0.000)
η_{1OS7}	-0.001 (0.000)**	-0.001 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
η_{1OS8}	-0.002 (0.000)**	-0.000 (0.000)**	0.001 (0.000)**
η_{1OS9}	0.002 (0.000)**	0.002 (0.000)**	-0.000 (0.000)**
ρ			
ρ_{klm2}	-0.307 (0.088)**	0.009 (0.053)	-0.631 (0.045)**
ρ_{klm3}	-0.285 (0.088)**	0.117 (0.061)*	-0.615 (0.046)**
ρ_{klm4}	-0.259 (0.085)**	0.269 (0.056)**	-0.483 (0.051)**
ρ_{klm5}	-0.307 (0.088)**	0.540 (0.072)**	-0.340 (0.067)**
ρ_{klm6}	-0.273 (0.080)**	2.170 (0.131)**	-0.400 (0.052)**
ρ_{grs2}	44.867 (6.775)**	1.930 (0.199)**	0.178 (0.120)
ρ_{grs3}	1.343 (0.397)**	0.333 (0.081)**	0.077 (0.081)
ρ_{grs4}	-0.960 (0.082)**	-0.131 (0.033)**	-0.082 (0.036)**
ρ_{grs5}	-0.876 (0.101)**	-0.259 (0.053)**	-0.456 (0.045)**
ρ_{los}	1.215 (0.138)**	1.332 (0.070)**	0.358 (0.034)**
N	36,463	147,168	36,752

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$

dobra: 1. elektryczność, 2. ogrzewanie, 3. żywność, 4. transport, 5. mieszkania i łączność, 6. opieka zdrowotna i leki, 7. dobra trwałego użytku, 8. rozrywka, 9. pozostałe; grs - gospodarstwa: 1. pracowników 2. rolników 3. pracujących na własny rachunek 4. emerytów i rencistów 5. utrzymujących się z niezarobkowych źródeł; klm - klasa miejscowości zamieszkania: 1. 500 tys. mieszkańców i więcej 2. 200 - 499 tys. mieszkańców 3. 100 - 199 tys. mieszkańców 4. 20 - 99 tys. mieszkańców 5. poniżej 20 tys. mieszkańców 6. wieś; los - liczba osób w gospodarstwie domowym.

Załącznik 4 - Elastyczności dochodowe w zależności od cen w modelu popytu

Średnie elastyczności dochodowe

Oznaczenia (por. rozdział 2.4):

- elektr - elektryczność
- ciepło - energia i surowce cieplne
- żywn - żywność
- trans - transport
- mieszk - koszty mieszkania i wynajmu
- trwal - dobra trwałego użytku
- rozr - rozrywka
- inne - pozostałe dobra

Tablica 9: Agregat cen jednostkowych: elastyczność dochodowa

	elektr	ciepło	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
	1.236	1.277	0.625	1.189	1.034	1.117	0.726	1.477	1.088

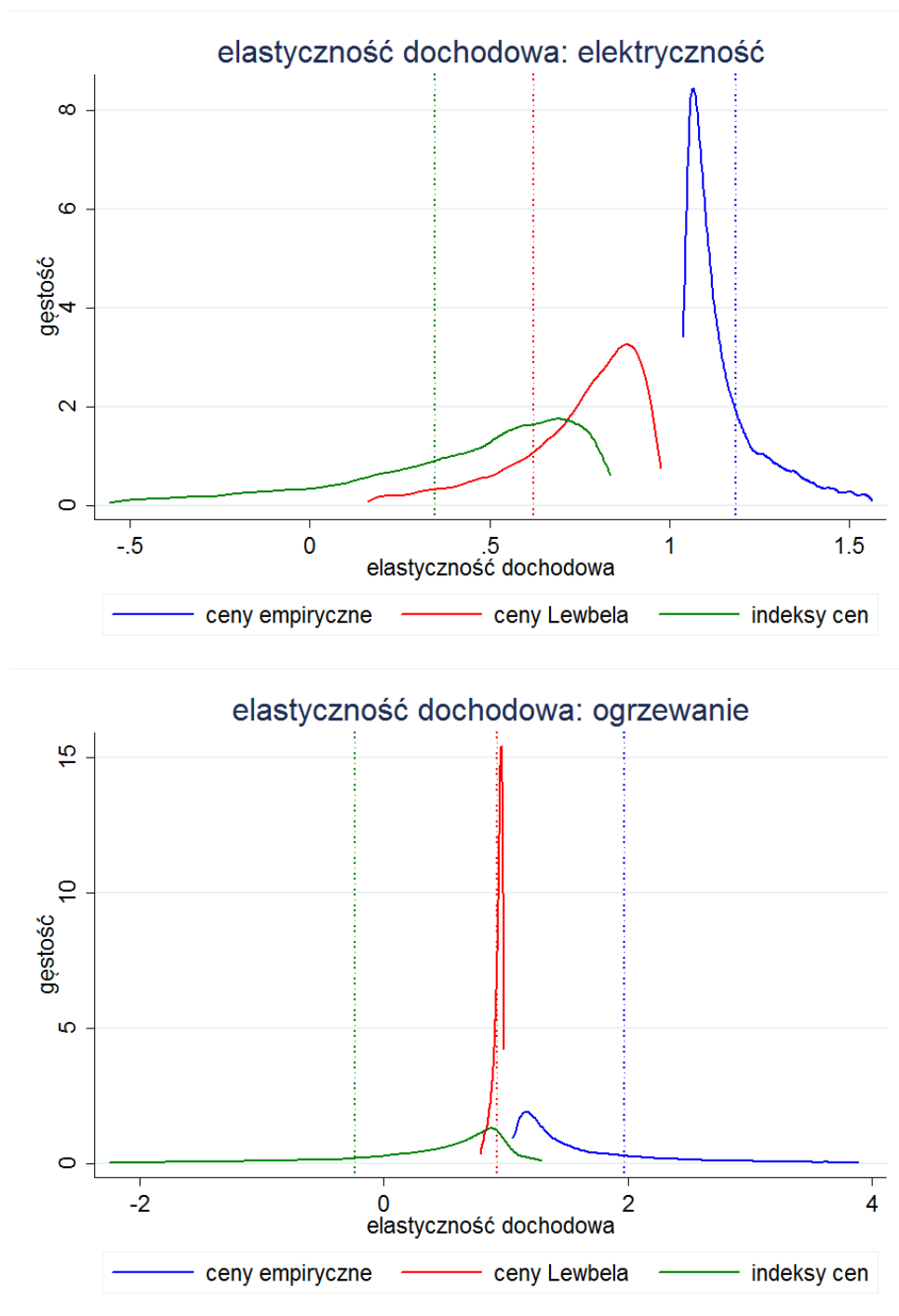
Tablica 10: Ceny syntetyczne (Lewbel): elastyczność dochodowa

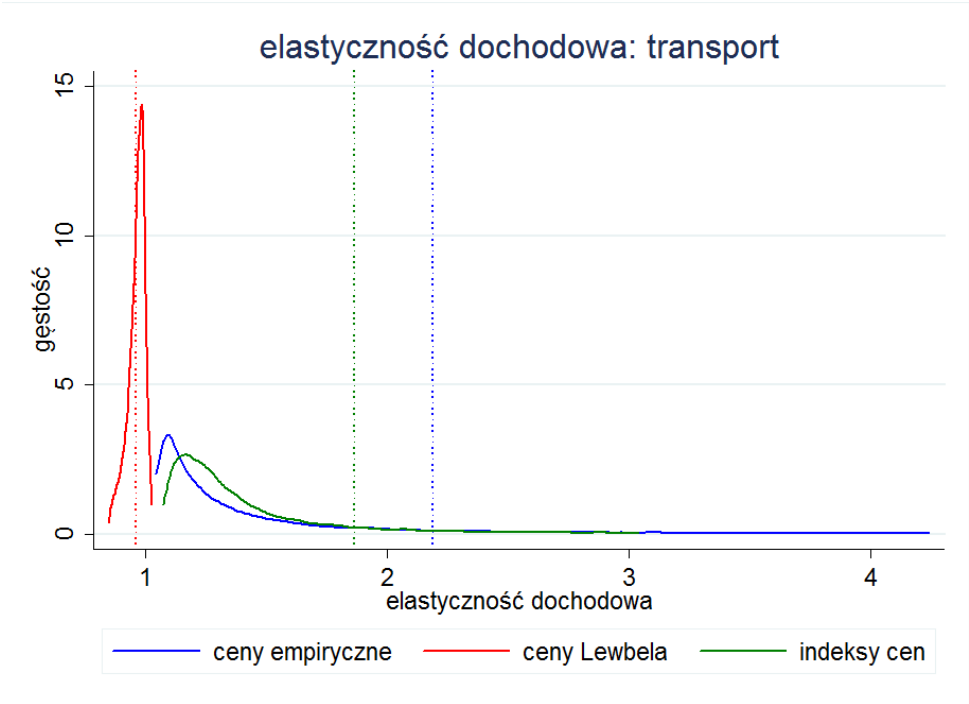
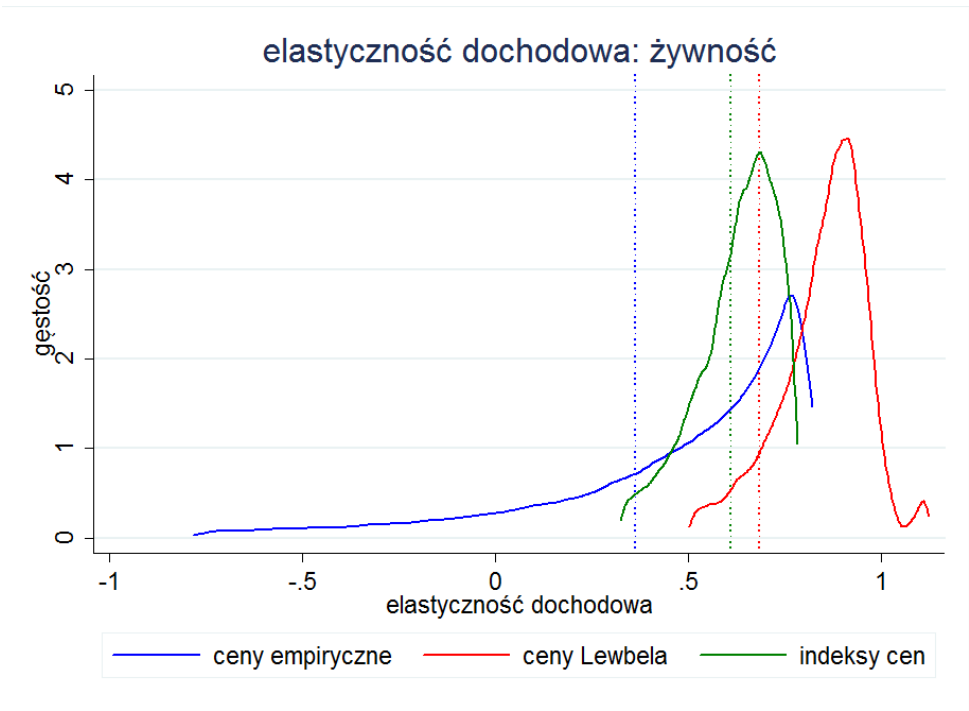
	elektr	ciepło	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
	0.783	0.953	0.819	0.968	0.891	1.228	0.893	0.997	1.101

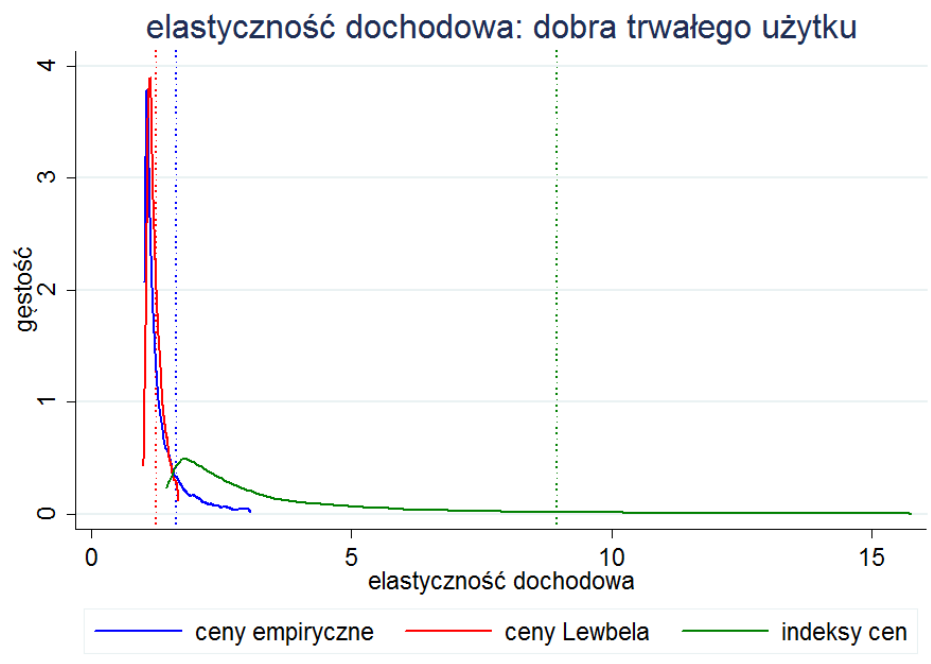
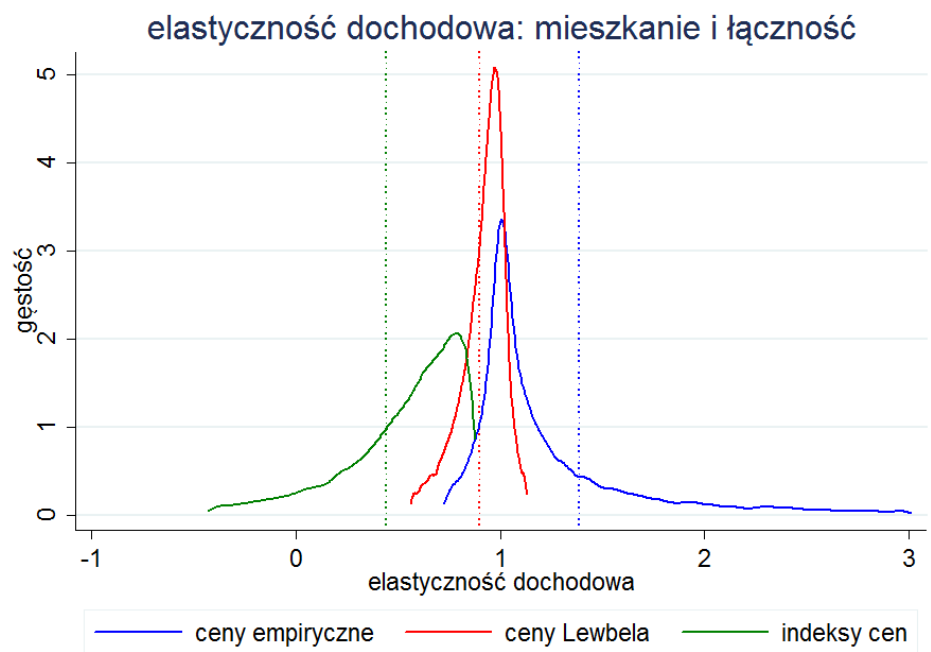
Tablica 11: Indeks cen: elastyczność dochodowa

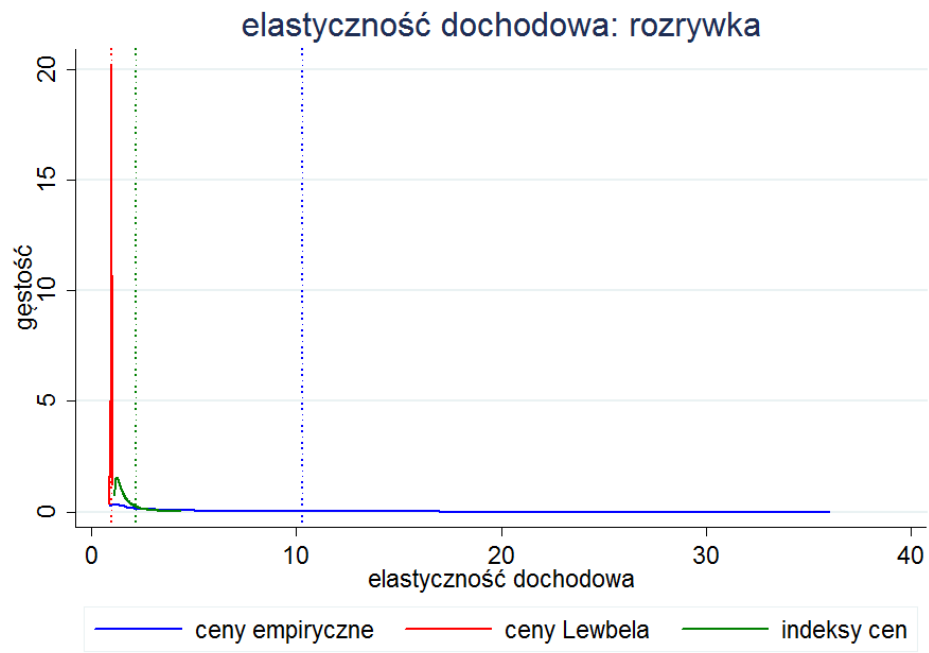
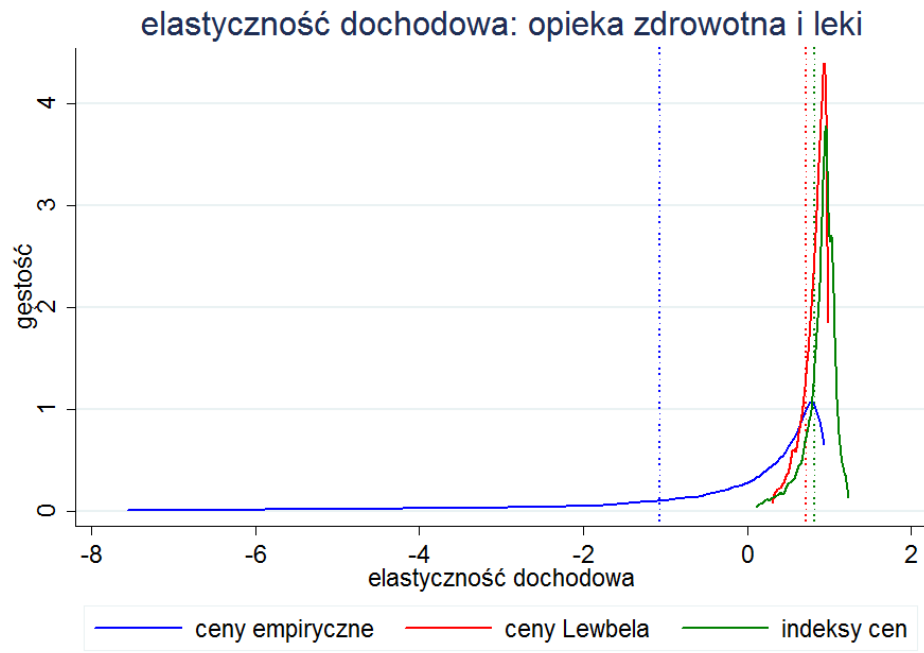
	elektr	ciepło	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
	0.487	0.744	0.648	1.337	0.664	2.187	1.015	1.336	1.435

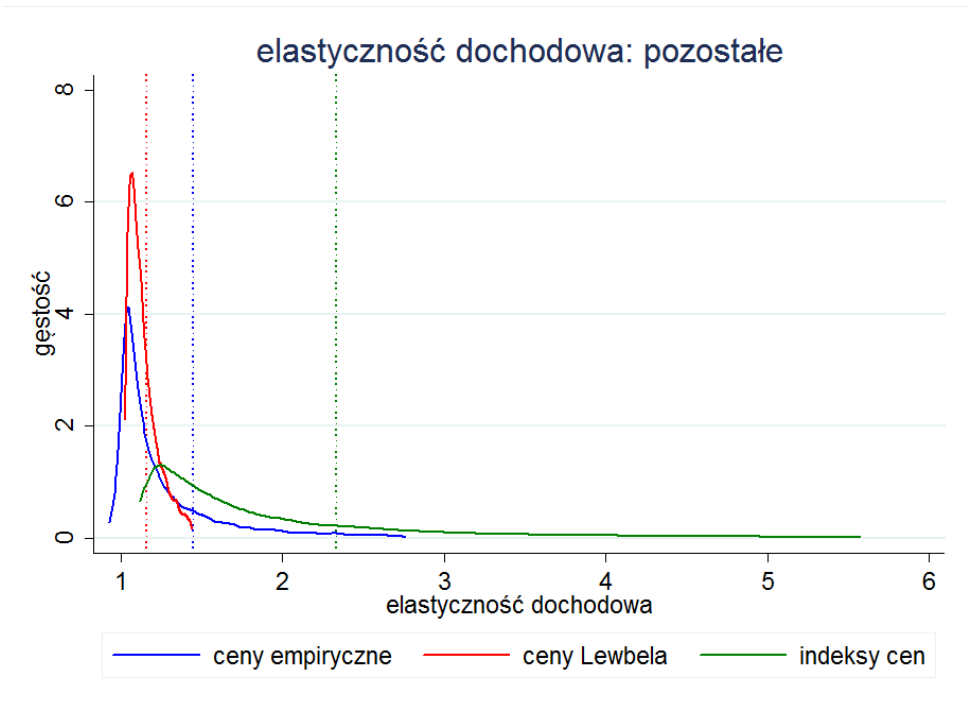
Rozkłady elastyczności dochodowych











Załącznik 5 - Elastyczności cenowe modelu popytu

Średnie elastyczności cenowe

Oznaczenia (por. rozdział 2.4):

- elektr - elektryczność
- ciepło - energia i surowce cieplne
- żywn - żywność
- trans - transport
- mieszk - koszty mieszkania i wynajmu
- trwał - dobra trwałego użytku
- rozr - rozrywka
- inne - pozostałe dobra

Tablica 12: Agregat cen jednostkowych: skompensowana elastyczność cenowa

	elektr	cieplo	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
elektr	-3.217	0.623	1.953	0.122	0.166	0.038	0.036	0.302	0.018
cieplo	0.662	-1.204	0.348	0.002	0.028	0.007	0.002	0.174	0.002
żywn	0.803	0.131	-1.205	-0.003	0.030	0.012	0.011	0.205	0.007
trans	0.279	0.005	-0.004	-0.521	0.043	0.006	-0.012	0.222	0.008
mieszk	0.843	0.134	0.378	0.094	-1.616	0.007	-0.031	0.224	-0.004
zdrow	0.342	0.063	0.283	0.023	0.013	-1.004	0.011	0.238	0.050
trwal	0.363	0.019	0.266	-0.054	-0.064	0.011	-0.736	0.163	0.021
rozr	0.409	0.213	0.695	0.128	0.060	0.035	0.022	-1.676	0.026
inne	0.219	0.019	0.226	0.042	-0.011	0.066	0.025	0.235	-0.803

Tablica 13: Ceny syntetyczne (Lewbel): skompensowana elastyczność cenowa

	elektr	cieplo	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
elektr	-0.880	0.227	0.282	0.093	0.098	0.043	0.064	0.074	0.068
cieplo	0.042	-0.909	0.210	0.098	0.095	0.186	0.063	0.125	0.094
żywn	0.066	0.266	-0.649	0.089	0.068	0.027	0.073	0.058	0.069
trans	0.039	0.223	0.158	-0.851	0.104	0.107	0.059	0.101	0.083
mieszk	0.043	0.228	0.128	0.109	-0.600	0.064	0.031	0.055	0.026
zdrow	0.001	0.130	-0.009	0.028	0.007	-0.319	0.008	0.017	0.040
trwal	0.045	0.239	0.221	0.099	0.048	0.066	-0.847	0.082	0.092
rozr	0.024	0.225	0.077	0.080	0.038	0.062	0.038	-0.597	0.061
inne	0.027	0.210	0.113	0.080	0.017	0.133	0.054	0.074	-0.737

Tablica 14: Indeks cen: skompensowana elastyczność cenowa

	elektr	cieplo	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
elektr	1.546	-1.449	-0.903	0.433	-0.345	0.559	2.531	-0.259	-2.113
cieplo	-0.893	3.009	-1.580	-1.129	-0.910	0.002	-0.438	0.212	1.728
żywn	-0.153	-0.436	-0.272	0.221	0.285	0.318	0.210	-0.633	0.461
trans	0.319	-1.388	0.946	0.710	0.323	0.087	-0.290	1.428	-2.134
mieszk	-0.136	-0.570	0.620	0.173	-1.431	-0.987	0.305	2.162	-0.136
zdrow	0.331	-0.025	1.129	0.053	-1.487	0.993	0.487	0.446	-1.925
trwal	2.408	-0.684	1.147	-0.370	0.747	0.802	-0.427	-0.737	-2.886
rozr	-0.115	0.149	-1.631	0.859	2.510	0.344	-0.350	-1.044	-0.722
inne	-1.593	2.115	2.010	-2.160	-0.272	-2.471	-2.283	-1.201	5.854

Tablica 15: Agregat cen jednostkowych: nieskompensowana elastyczność cenowa

	elektr	cieplo	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
elektr	-3.424	0.429	1.452	0.032	0.125	0.015	0.016	0.159	0.001
cieplo	0.448	-1.405	-0.169	-0.090	-0.014	-0.016	-0.018	0.026	-0.016
żywn	0.698	0.033	-1.458	-0.048	0.009	0.001	0.001	0.132	-0.001
trans	0.079	-0.181	-0.486	-0.607	0.004	-0.016	-0.031	0.083	-0.008
mieszk	0.669	-0.029	-0.041	0.019	-1.650	-0.012	-0.048	0.104	-0.019
zdrow	0.154	-0.112	-0.169	-0.058	-0.024	-1.024	-0.008	0.108	0.035
trwal	0.241	-0.095	-0.028	-0.107	-0.088	-0.002	-0.748	0.078	0.011
rozr	0.161	-0.019	0.097	0.022	0.011	0.008	-0.002	-1.847	0.006
inne	0.037	-0.152	-0.214	-0.037	-0.047	0.046	0.007	0.108	-0.818

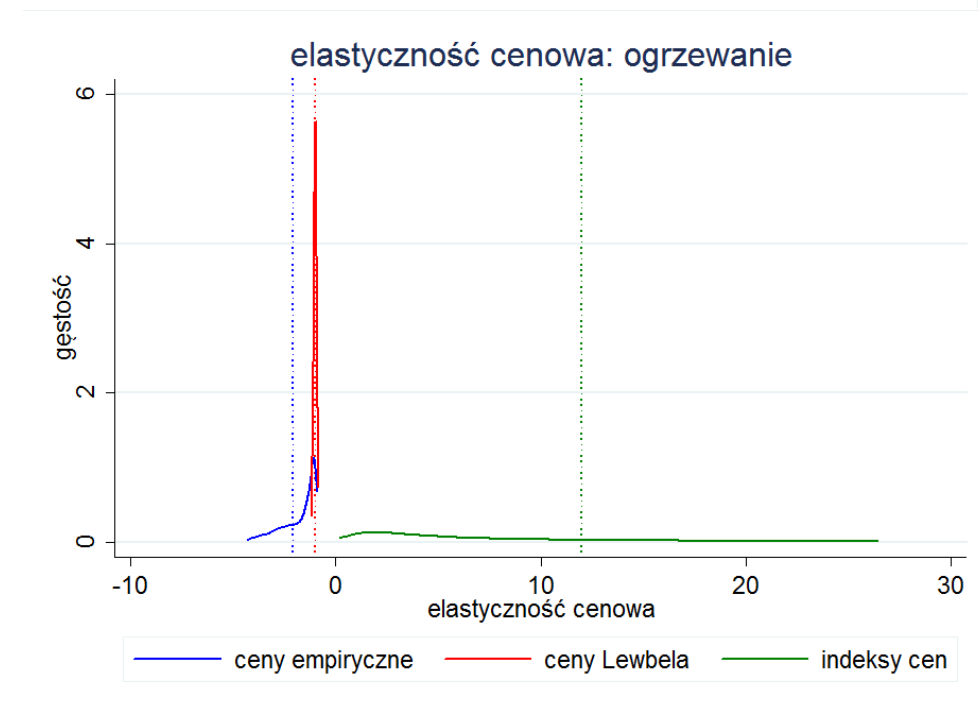
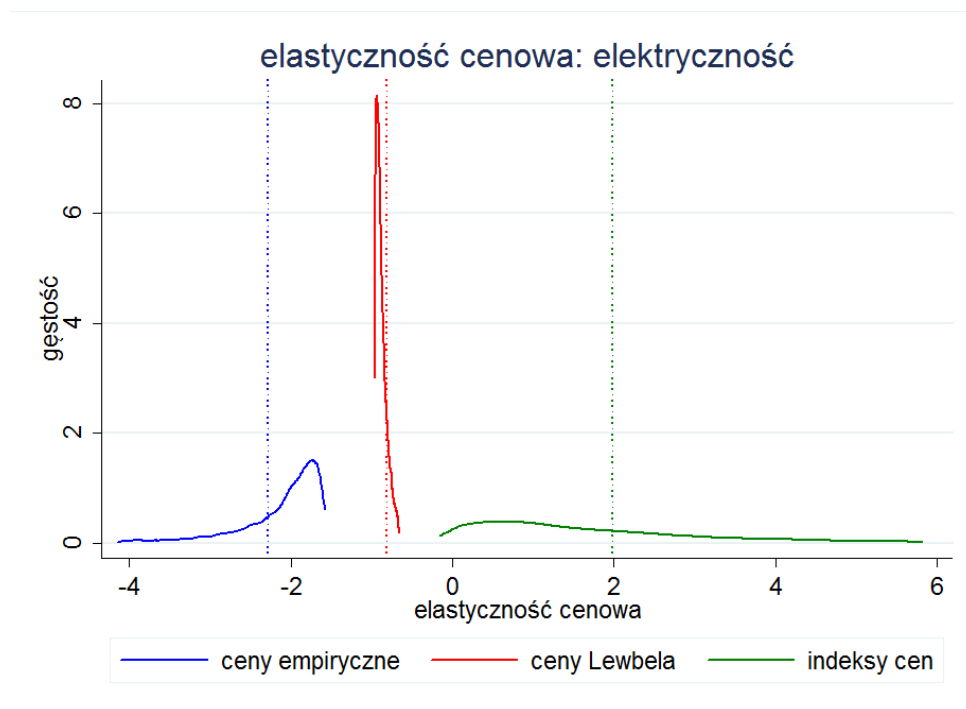
Tablica 16: Ceny syntetyczne (Lewbel): nieskompensowana elastyczność cenowa

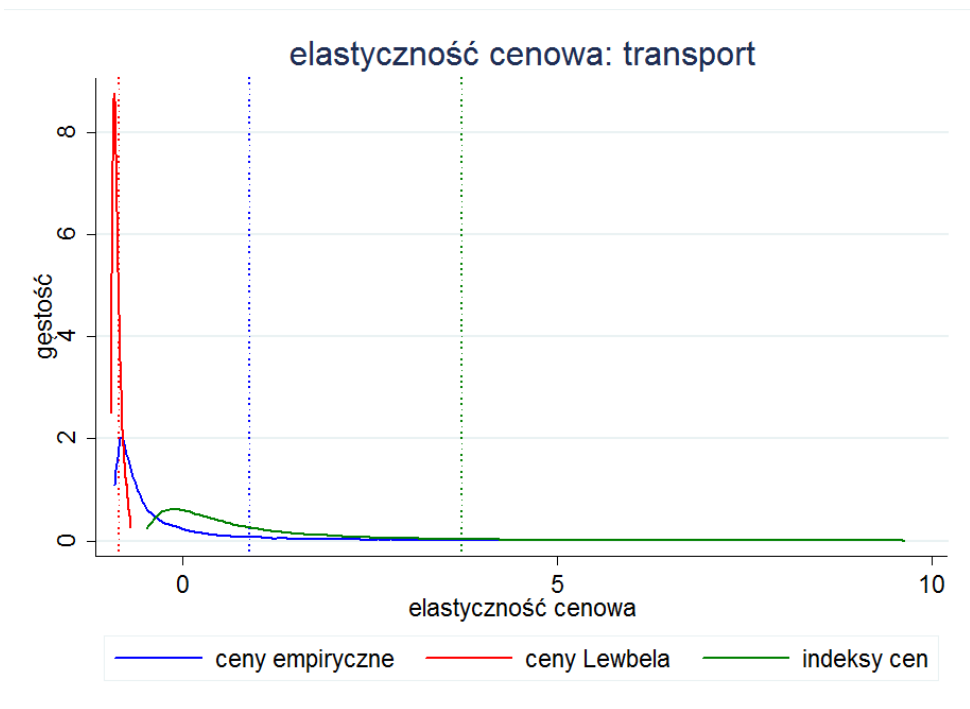
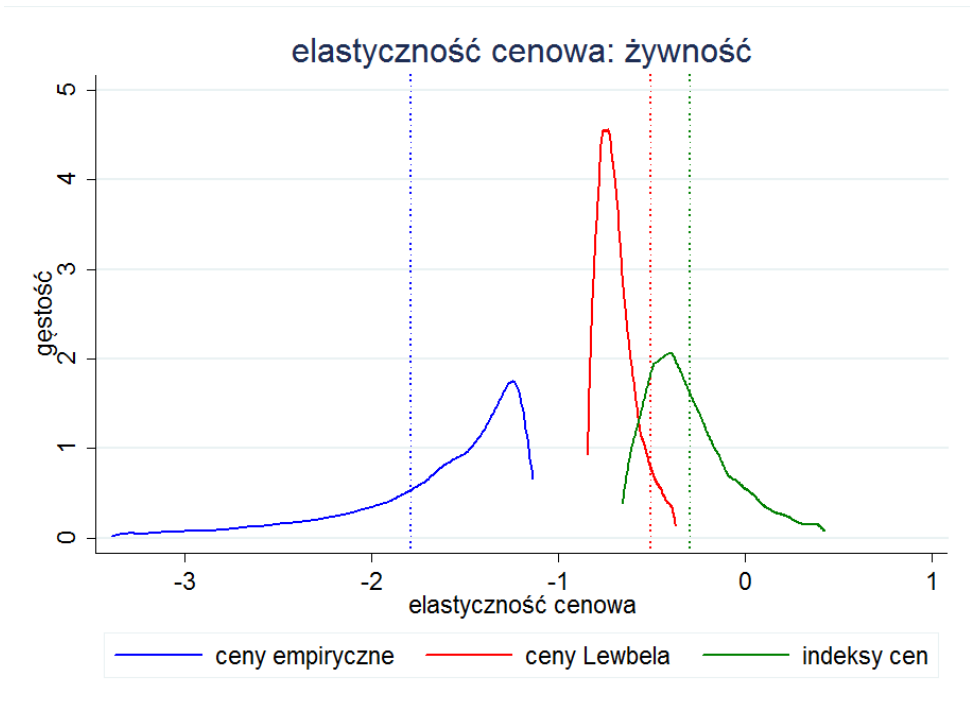
	elektr	cieplo	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
elektr	-0.908	0.083	0.164	0.029	0.034	-0.139	0.025	-0.007	0.005
cieplo	0.008	-1.084	0.066	0.020	0.017	-0.036	0.015	0.027	0.018
żywn	0.037	0.115	-0.772	0.022	0.001	-0.164	0.033	-0.026	0.003
trans	0.004	0.045	0.012	-0.930	0.025	-0.118	0.011	0.002	0.005
mieszk	0.011	0.064	-0.007	0.036	-0.673	-0.143	-0.014	-0.036	-0.046
zdrow	-0.043	-0.096	-0.195	-0.073	-0.093	-0.604	-0.054	-0.109	-0.059
trwal	0.013	0.075	0.086	0.026	-0.025	-0.141	-0.892	-0.010	0.020
rozr	-0.012	0.041	-0.074	-0.002	-0.044	-0.170	-0.012	-0.700	-0.019
inne	-0.013	0.008	-0.053	-0.010	-0.073	-0.123	-0.001	-0.039	-0.826

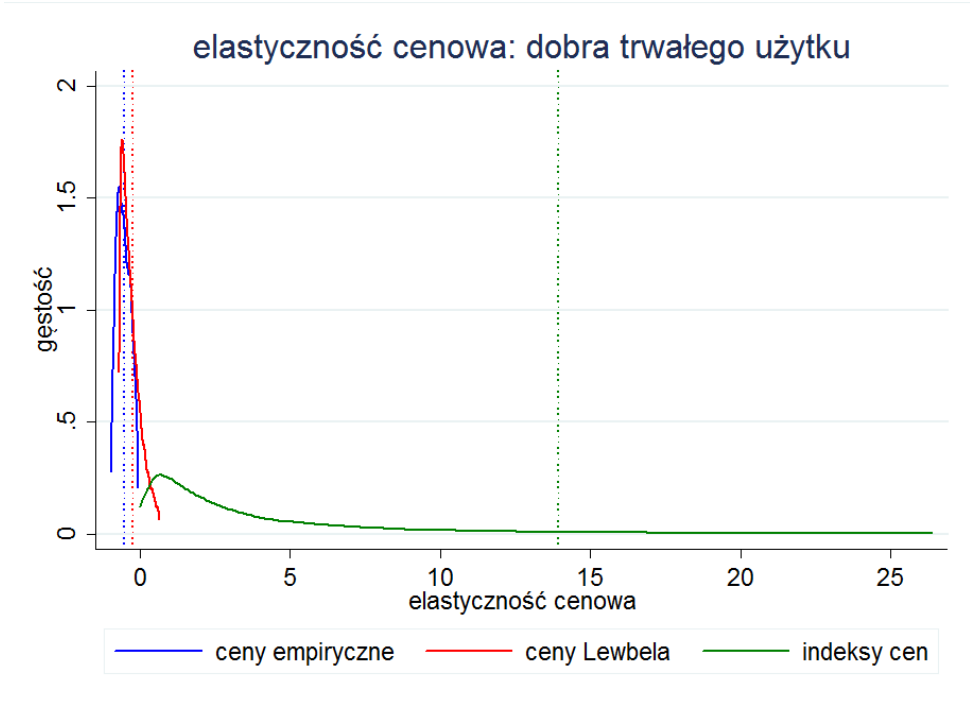
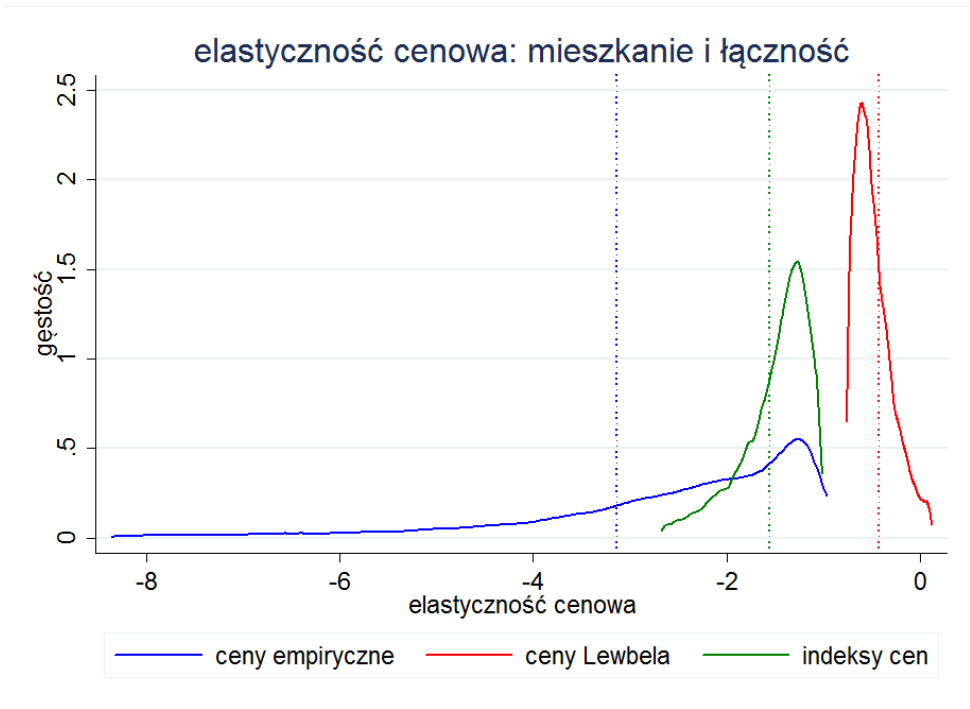
Tablica 17: Indeks cen: nieskompensowana elastyczność cenowa

	elektr	cieplo	żywn	trans	mieszk	zdrow	trwal	rozr	inne
elektr	1.520	-1.492	-1.054	0.398	-0.413	0.514	2.503	-0.317	-2.148
cieplo	-0.933	2.944	-1.810	-1.183	-1.013	-0.067	-0.480	0.123	1.675
żywn	-0.188	-0.493	-0.473	0.174	0.196	0.259	0.173	-0.710	0.415
trans	0.247	-1.505	0.531	0.613	0.138	-0.036	-0.366	1.269	-2.230
mieszk	-0.171	-0.629	0.414	0.125	-1.523	-1.048	0.268	2.083	-0.183
zdrow	0.213	-0.217	0.452	-0.105	-1.790	0.792	0.363	0.185	-2.081
trwal	2.353	-0.773	0.833	-0.443	0.606	0.708	-0.484	-0.858	-2.958
rozr	-0.187	0.031	-2.044	0.763	2.325	0.221	-0.425	-1.204	-0.817
inne	-1.669	1.990	1.565	-2.263	-0.470	-2.603	-2.364	-1.372	5.752

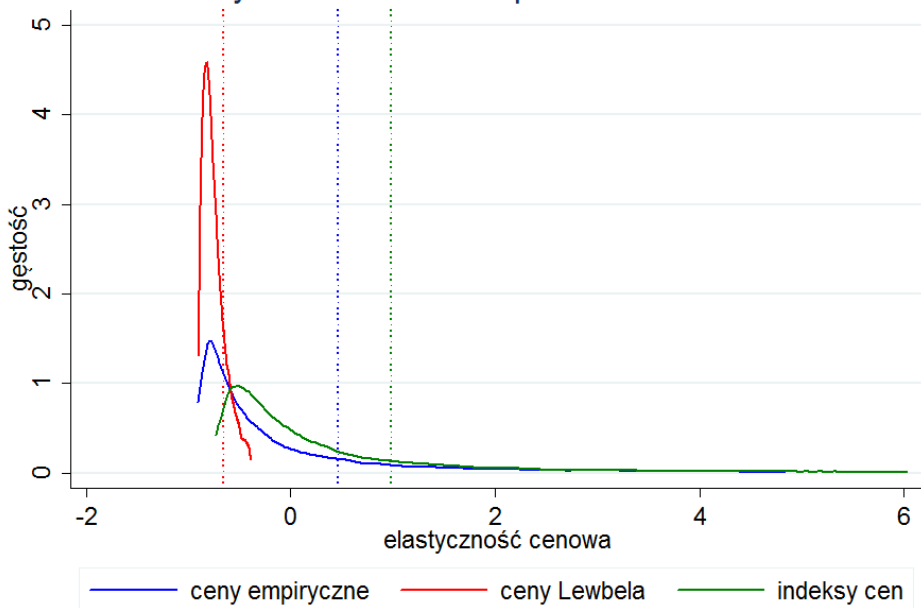
Rozkłady własnych elastyczności cenowych



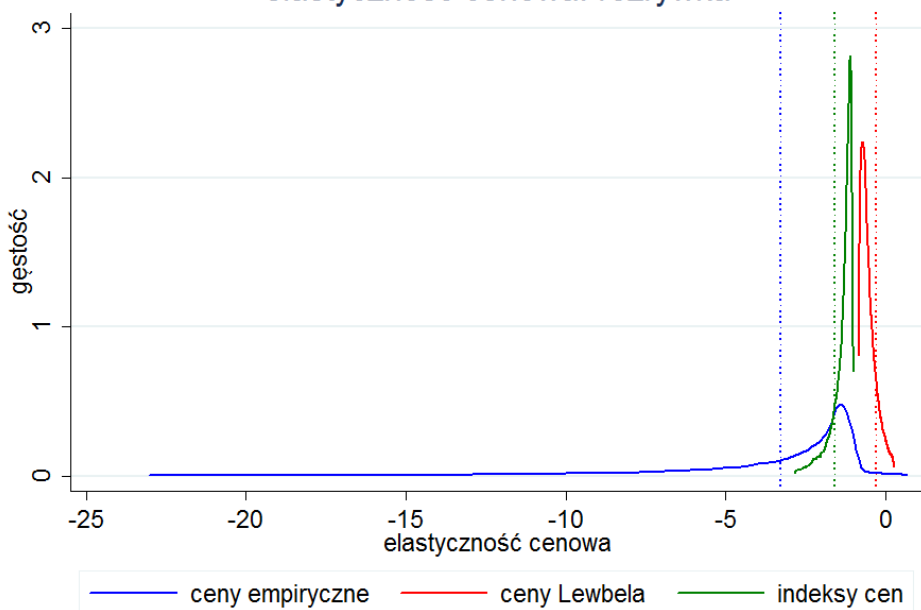


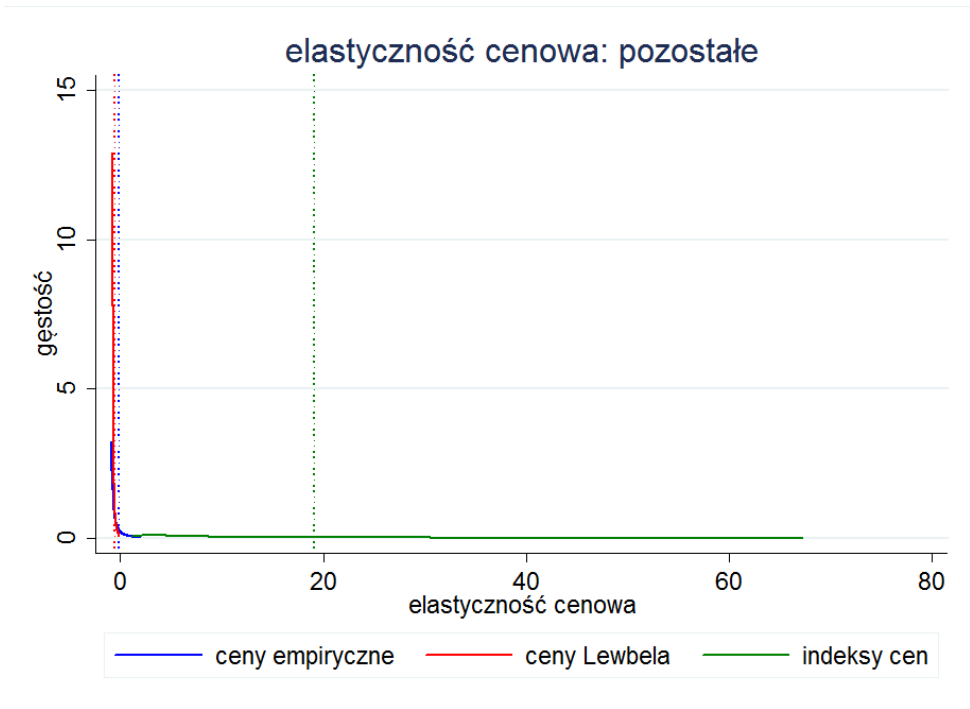


elastyczność cenowa: opieka zdrowotna i leki



elastyczność cenowa: rozrywka





Załącznik 6 - Wyniki estymacji modelu probitowego instrumentalnego dla występowania niezaspokojonych potrzeb energetycznych

Oszacowania modelu ubóstwa subiektywnego

	zmienna	oszacowanie
	ocieplenie	-0.845 (0.130)**
	liczba osób w gosp	0.181 (0.080)**
	liczba osób w gosp ²	-0.020 (0.008)**
typ gospodarstwa	2+0 (bazowy)	0.000 (0.000)
	2+1	-0.168 (0.079)**
	2+2	-0.142 (0.096)
	2+3	-0.169 (0.124)
	2+4(+)	-0.192 (0.162)
	matka+dzieci	-0.156 (0.126)
	ojciec+dzieci	0.603 (0.279)**
	2+dzieci+inni	-0.072 (0.105)
	matka+dziecko+inni	-0.011 (0.111)
	ojciec+dzieci+inni	0.715 (0.287)**
	inne z dziećmi	-0.192 (0.139)
	jednoosobowe	0.186 (0.088)**
	pozostałe	0.010 (0.067)
		wydatki (pln)
rodzaj budynku	wielorodzinny (bazowy)	0.000 (0.000)

	zmienna	oszacowanie
	szeregowy	-0.038 (0.077)
	jednorodzinny	-0.166 (0.053)**
	inny	0.347 (0.259)
rodzaj ogrzewania	centralne z sieci (bazowy)	0.000 (0.000)
	centralne lokalne	0.176 (0.071)**
	piec na opał	0.673 (0.097)**
	piec elektryczny (gazowy)	0.360 (0.099)**
	inny	0.441 (0.327)
grupy społeczno ekonomiczne	pracownicy (bazowy)	0.000 (0.000)
	rolnicy	-0.404 (0.079)**
	własna działalność	-0.139 (0.072)*
	emeryci i renciści	-0.039 (0.043)
	niezarobkowe źródła utrzymania	0.431 (0.070)**
klasa miejscowości zamieszkania	500 tys. + (bazowy)	0.000 (0.000)
	200-499 tys.	0.066 (0.072)
	100-199 tys.	-0.090 (0.076)
	20-99 tys.	-0.097 (0.063)
	<20 tys.	-0.485 (0.076)**
	wieś	-0.307 (0.066)**
	dochód(logarytm)	-0.076 (0.040)*

	zmienna	oszacowanie
	stała	-0.321 (0.317)
Insigma		-0.820 (0.006)**
Chi2		1,094.60

model probitowy ze zmiennymi instrumentalnymi * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$

Załącznik 7 - Wyniki estymacji modelu klasyfikacji budynków jako ocieplonych

Oszacowania modelu imputacji ocieplenie budynku

	zmienna	oszacowanie	
klasa miejscowości zamieszkania	500 tys.+ (bazowy)	0.000 (0.000)	
	200-499 tys.	0.002 (0.122)	
	100-199 tys.	-0.435 (0.122)**	
	20-99 tys.	-0.446 (0.096)**	
	<20 tys.	-0.419 (0.108)**	
	wieś	-0.816 (0.103)**	
	liczba osób	-0.033 (0.094)	
	liczba osób ²	0.000 (0.008)	
	grupa społeczno-ekonomiczna	pracownicy (bazowy)	0.000 (0.000)
		rolnicy	-0.163 (0.085)*
własny rachunek		0.390 (0.087)**	
emeryci i renciści		0.143 (0.058)**	
niezarobkowe utrzymanie		0.360 (0.122)**	
rodzaj budynku	wielorodzinny (bazowy)	0.000 (0.000)	
	szeregowy	0.617 (0.104)**	
	dom jednorodzinny	0.221 (0.080)**	
	inny	-0.162 (0.474)	
rodzaj ogrzewania	centralne z sieci (bazowy)	0.000 (0.000)	
	centralny lokalny	-0.997 (0.082)**	

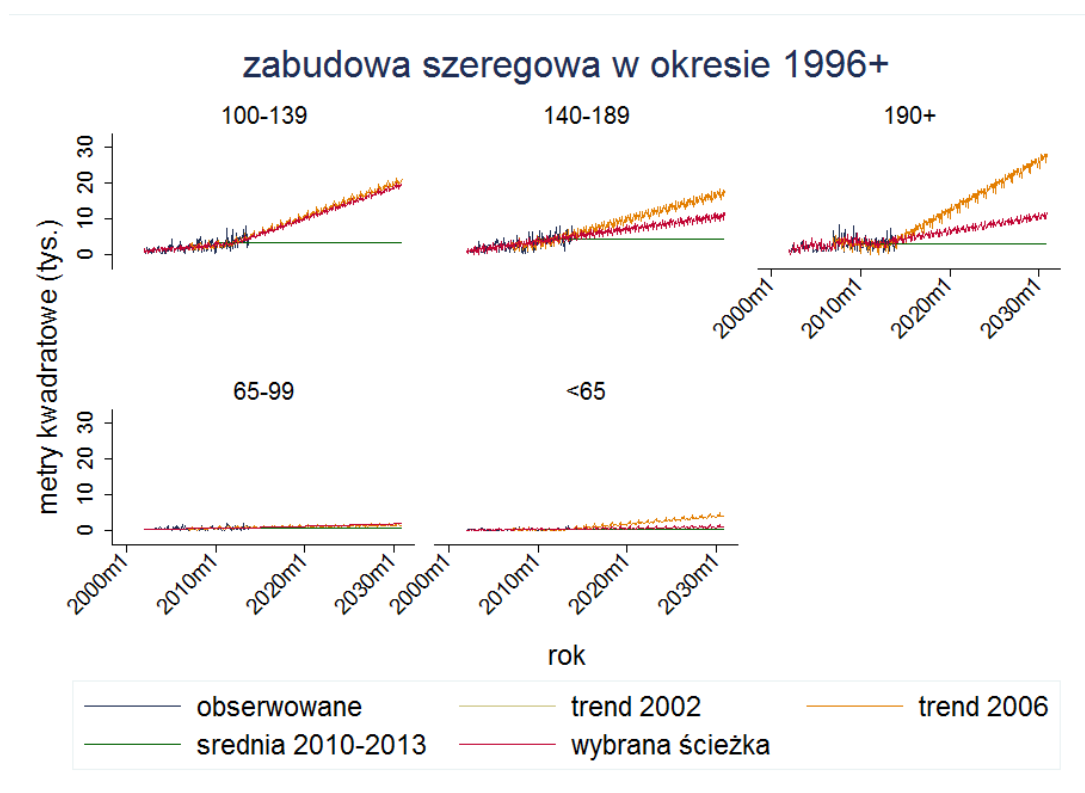
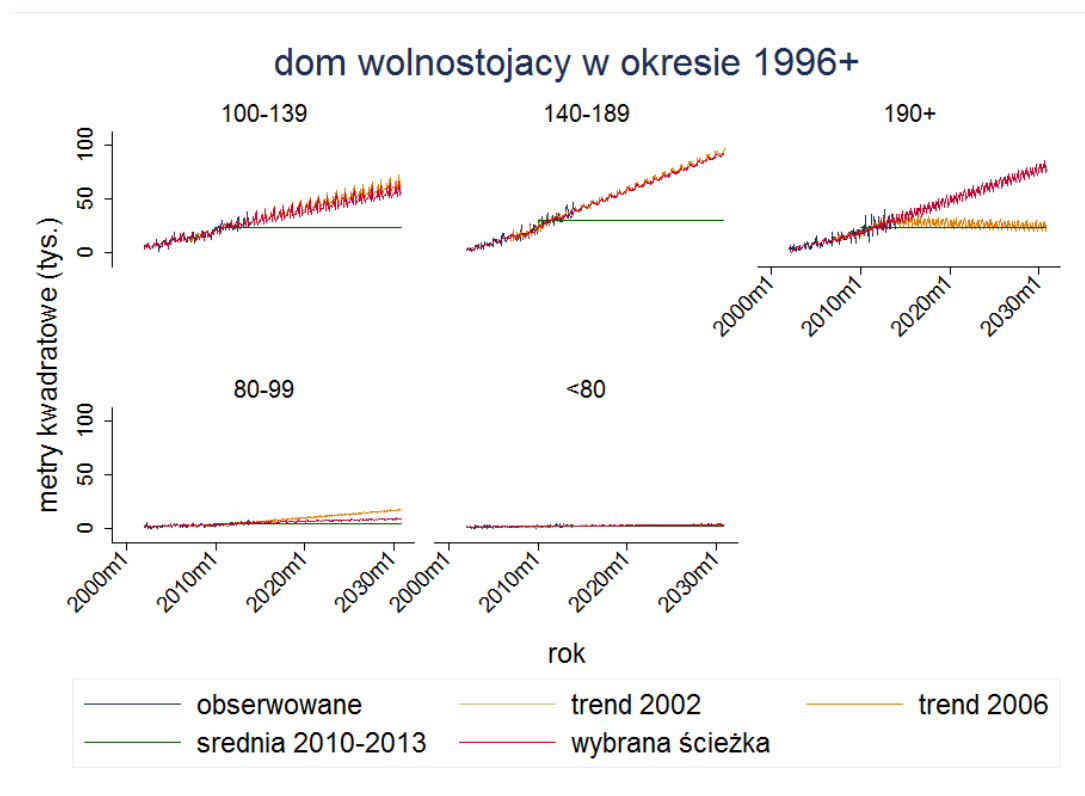
	zmienna	oszacowanie	
okres wybudowania	piece na opał	-1.505 (0.105)**	
	piece elektryczne (gazowe)	-1.239 (0.130)**	
	inne	-0.310 (0.524)	
	przed 1946	0.000 (0.000)	
	1946-1960	0.579 (0.080)**	
	1961-1980	0.973 (0.069)**	
	1981-1995	0.939 (0.077)**	
	1996-2006	2.234 (0.103)**	
	po 2006	2.779 (0.231)**	
	Ogólna powierzchnia mieszkania	0.003 (0.001)**	
	typ gospodarstwa	2+0 (bazowy)	0.000 (0.000)
		2+1	-0.041 (0.101)
		2+2	-0.096 (0.125)
2+3		-0.023 (0.164)	
2+4(+)		-0.354 (0.210)*	
matka+dzieci		-0.006 (0.186)	
ojciec+dzieci		-1.190 (0.587)**	
2+dzieci+inni		-0.429 (0.143)**	
matka+dzieci+inni		-0.235 (0.153)	
ojciec+dzieci+inni		-0.620 (0.511)	

	zmienna	oszacowanie
	inni+dzieci	-0.496 (0.193)**
	jednoosobowe	-0.153 (0.121)
	inne	-0.350 (0.089)**
	wydatki	0.000 (0.000)**
rodzaj kuchni	>4 m ² z oknem (bazowy)	0.000 (0.000)
	bez okna lub <4 m ²	0.149 (0.108)
	aneks	0.038 (0.122)
	brak	-0.038 (0.614)
województwo	dolnośląskie (bazowy)	0.000 (0.000)
	kujawsko-pomorskie	0.617 (0.128)**
	lubelskie	0.435 (0.123)**
	lubuskie	0.523 (0.163)**
	łódzkie	0.394 (0.121)**
	małopolskie	0.593 (0.115)**
	mazowieckie	0.364 (0.107)**
	opolskie	0.838 (0.150)**
	podkarpackie	0.663 (0.122)**
	podlaskie	0.696 (0.148)**
	pomorskie	0.522 (0.130)**
	śląskie	-0.138 (0.112)

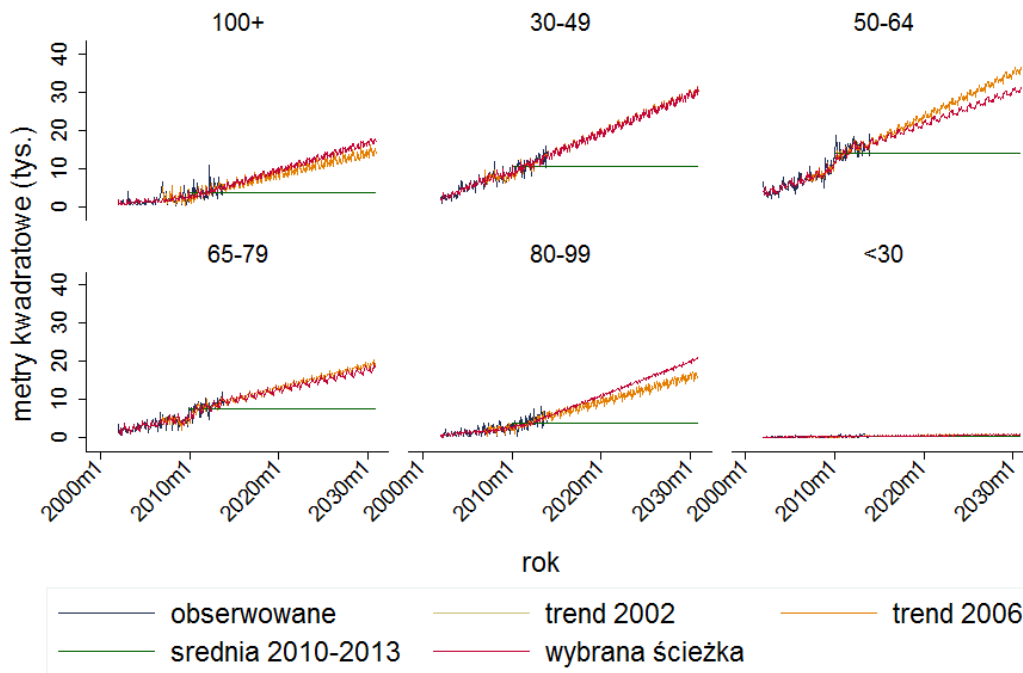
zmienna	oszacowanie
świętokrzyskie	0.653 (0.140)**
warmińsko-mazurskie	0.544 (0.142)**
wielkopolskie	0.221 (0.111)**
zachodniopomorskie	0.752 (0.139)**
dochód rozporządzalny gospodarstwa	0.000 (0.000)**
ciepłe w zimie (bazowy)	0.000 (0.000)
zimne w zimie	-0.799 (0.082)**
chłodne w lecie (bazowy)	0.000 (0.000)
przegrzane w lecie	-0.038 (0.065)
zła okolica (bazowy)	0.000 (0.000)
dobra okolica	-0.198 (0.118)*
uciążliwe otoczenie (bazowy)	0.000 (0.000)
nieuciążliwe otoczenia	-0.075 (0.084)
przeciekający dach (bazowy)	0.000 (0.000)
dobry dach	0.560 (0.083)**
zbyt ciemne (bazowy)	0.000 (0.000)
wystarczająco jasne	0.603 (0.113)**
stała	-1.416 (0.242)**
Chi2	3,806.04
R2_P	0.21

model logitowy * p < 0.1; ** p < 0.05

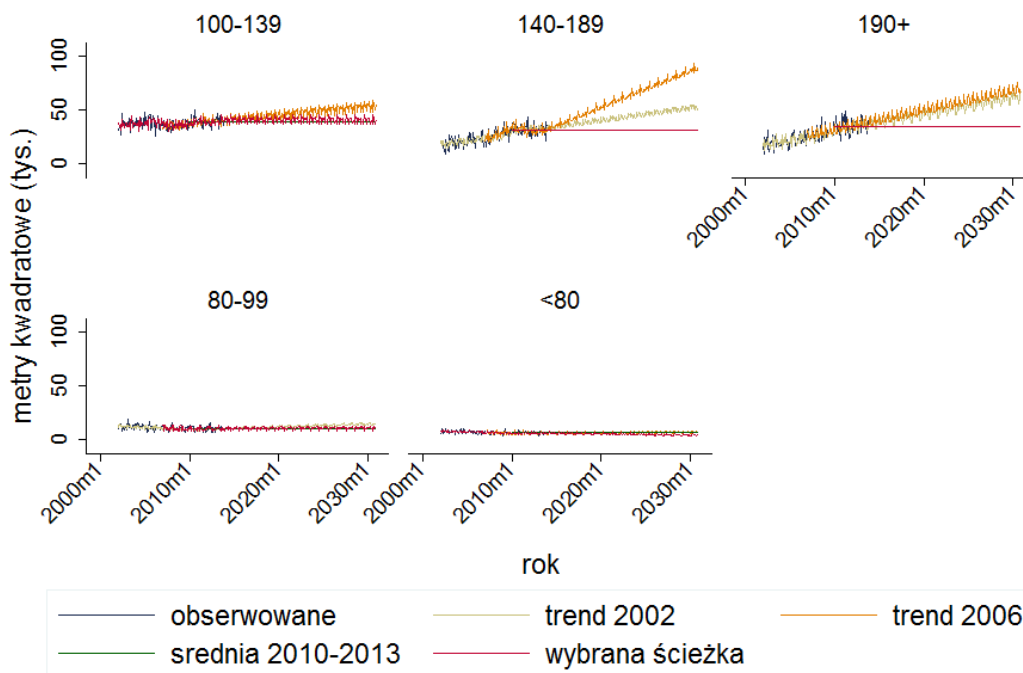
Załącznik 8 - Trendy w powierzchni mieszkań



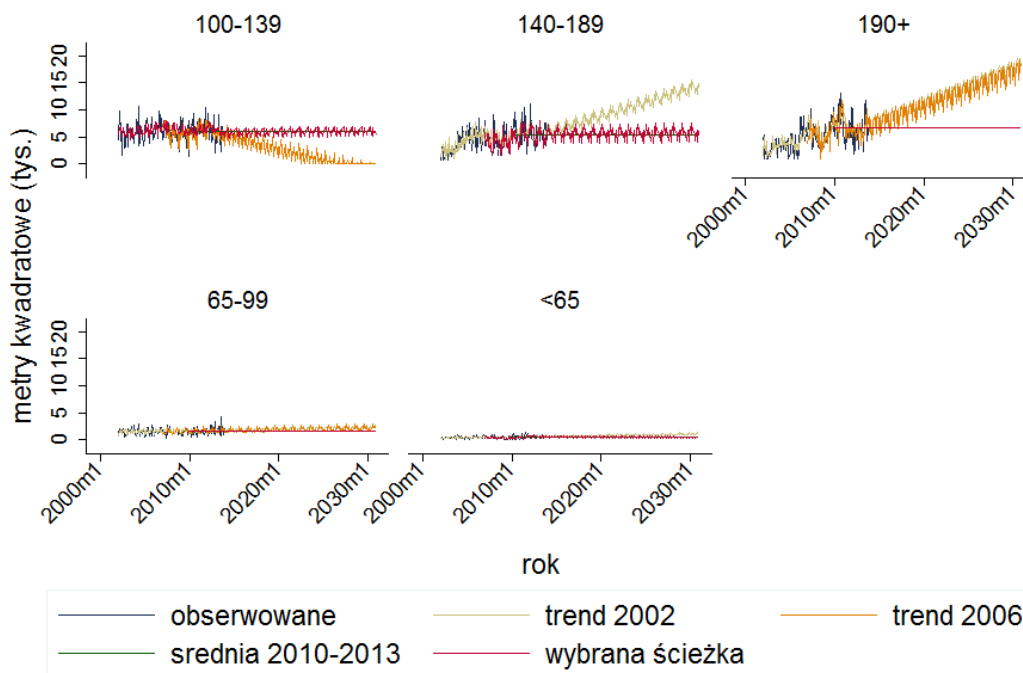
budynek wielorodzinny w okresie 1996+



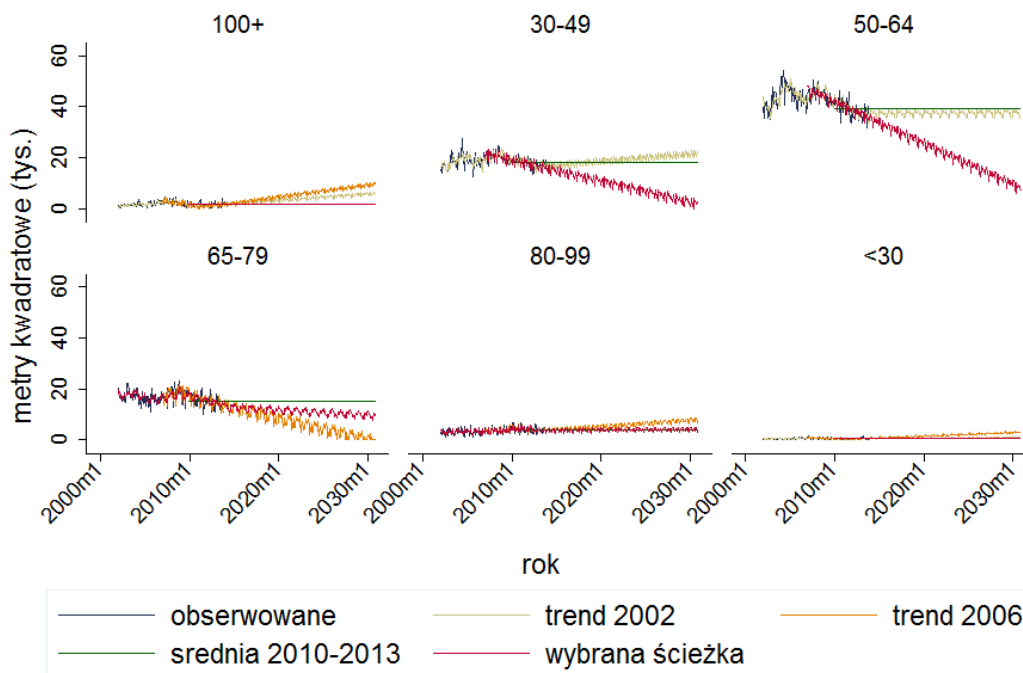
dom wolnostojący w okresie 1981–1995



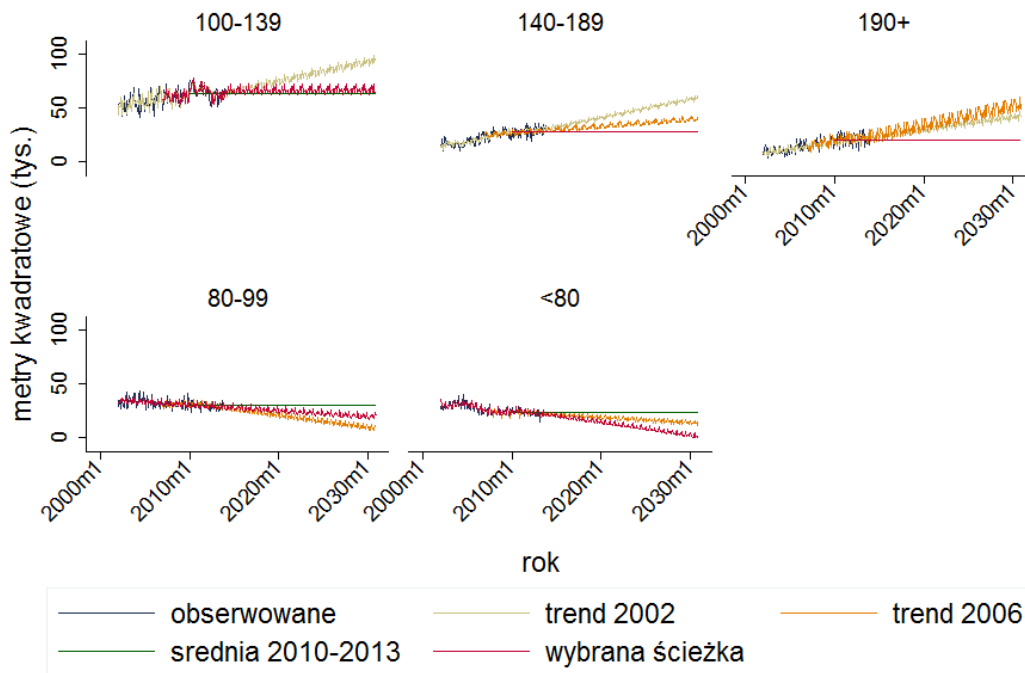
zabudowa szeregowa w okresie 1981–1995



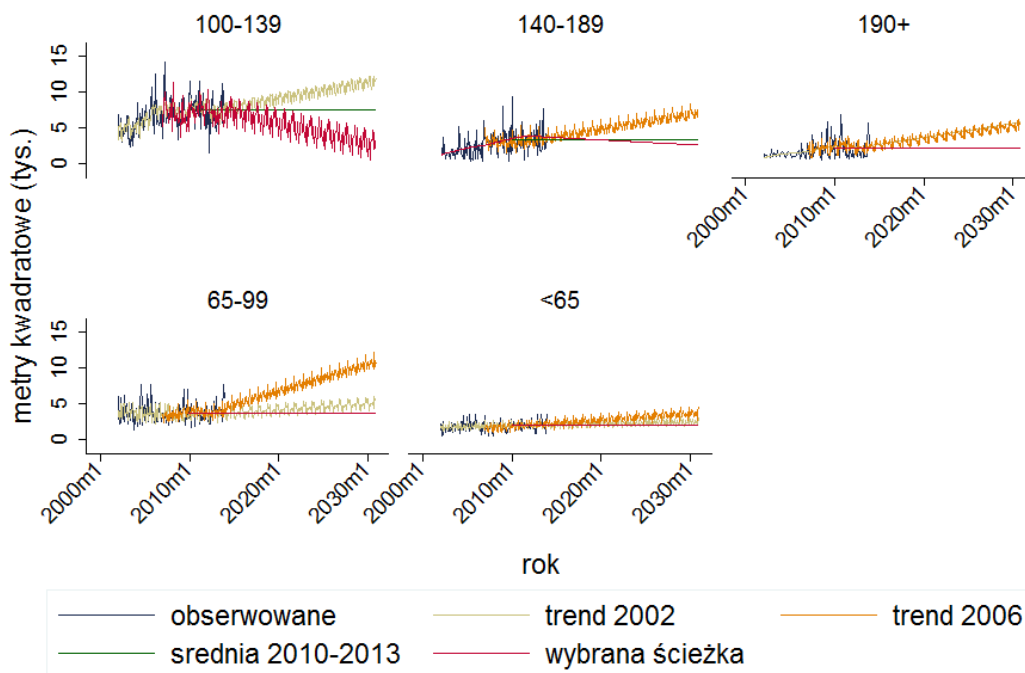
budynek wielorodzinny w okresie 1981–1995



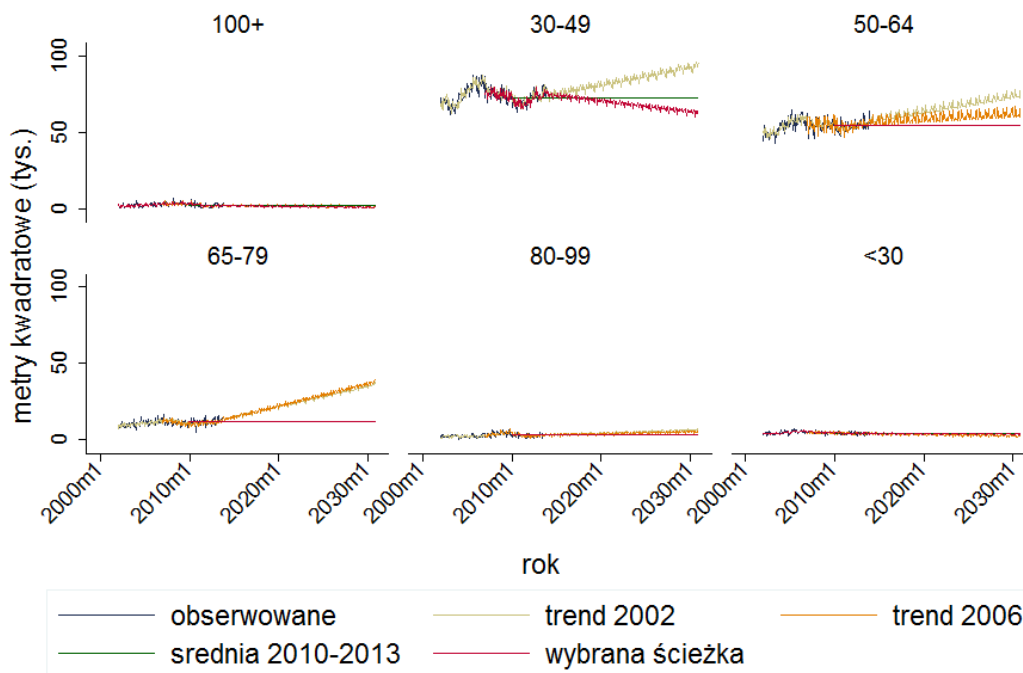
dom wolnostojący w okresie 1961–1980



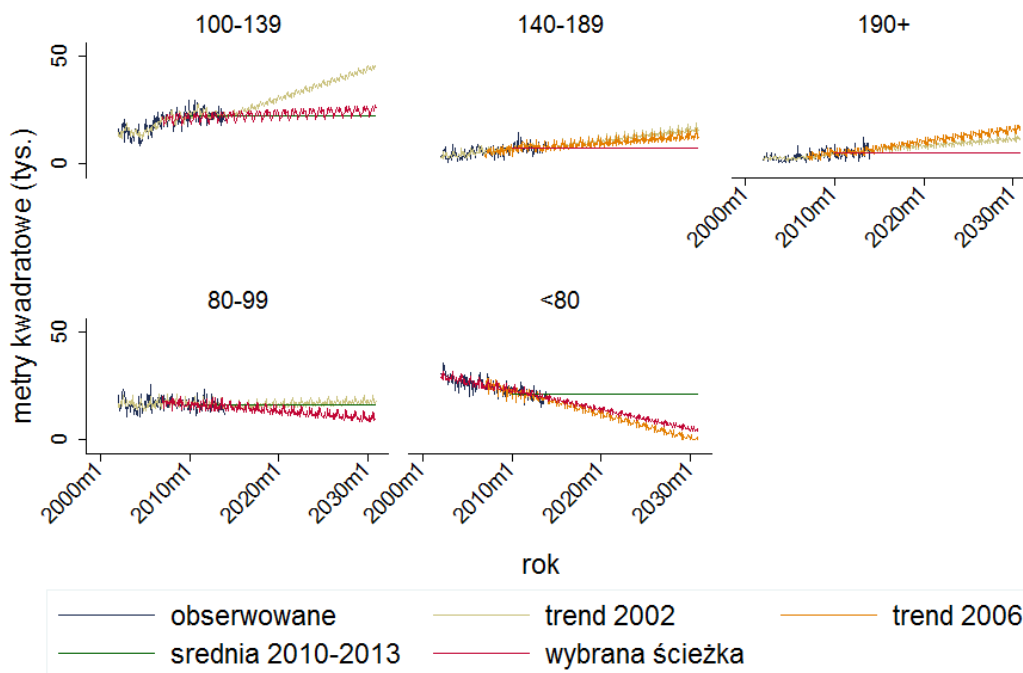
zabudowa szeregowa w okresie 1961–1980



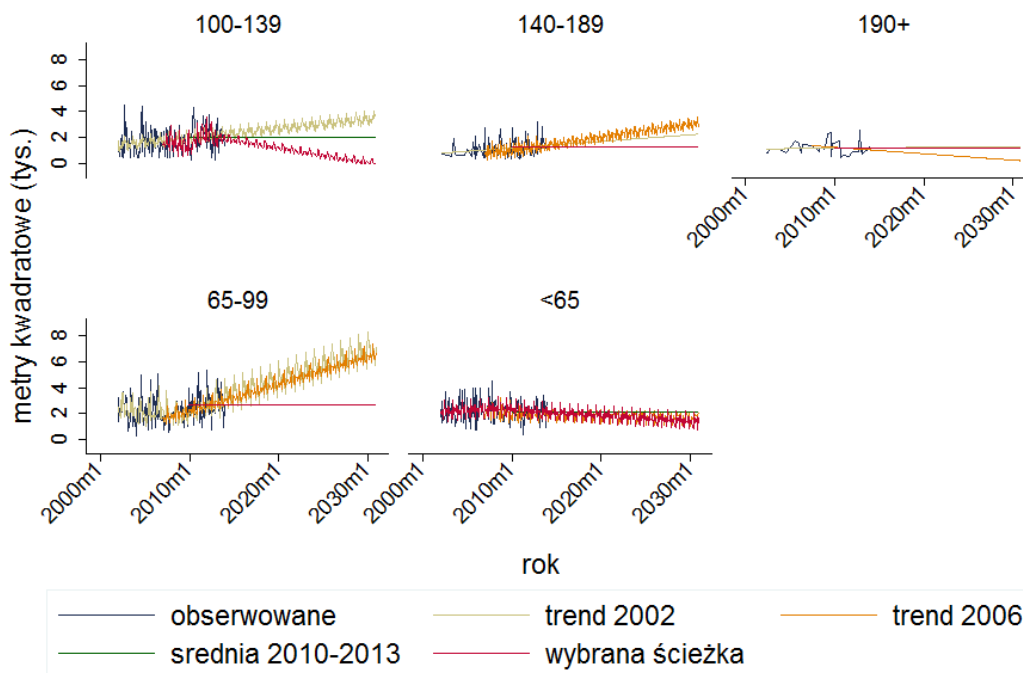
budynek wielorodzinny w okresie 1961–1980



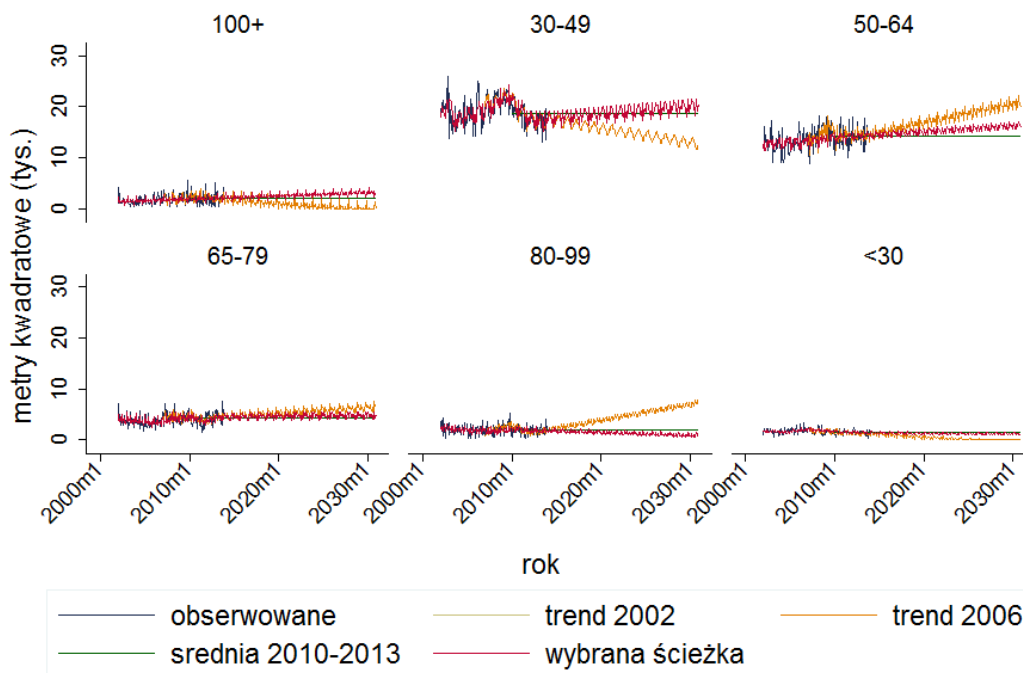
dom wolnostojący w okresie 1946–1960



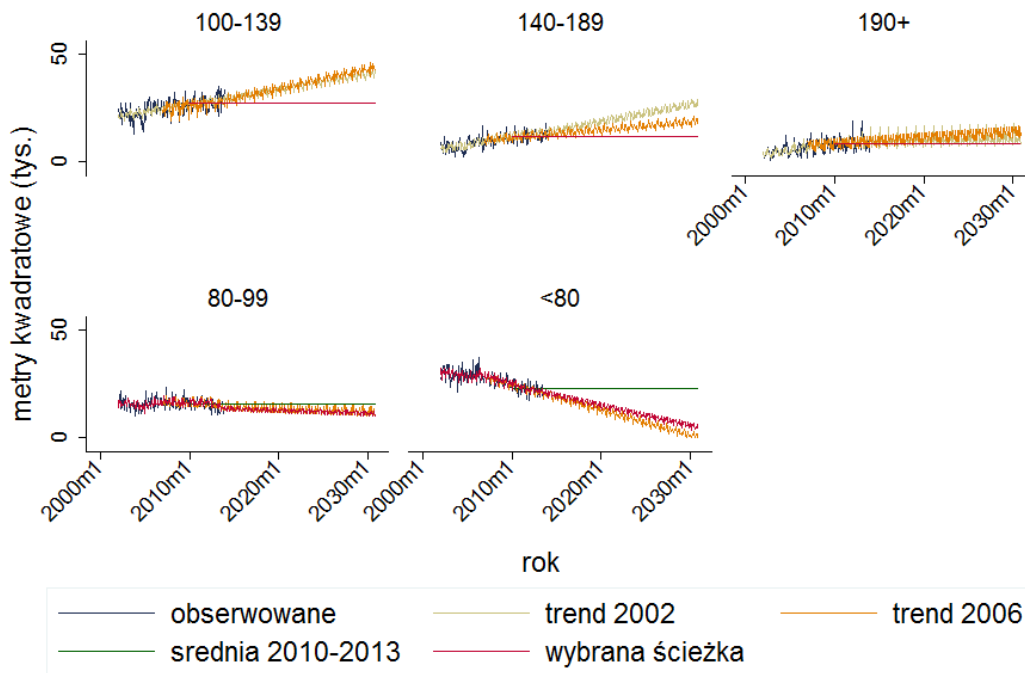
zabudowa szeregowa w okresie 1946–1960



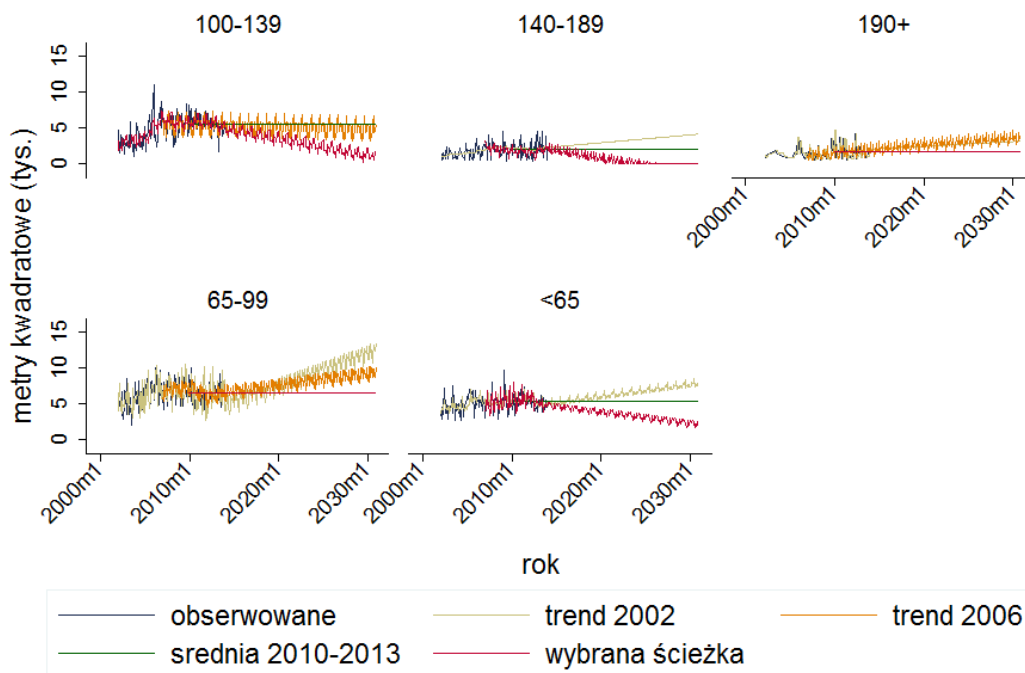
budynek wielorodzinny w okresie 1946–1960



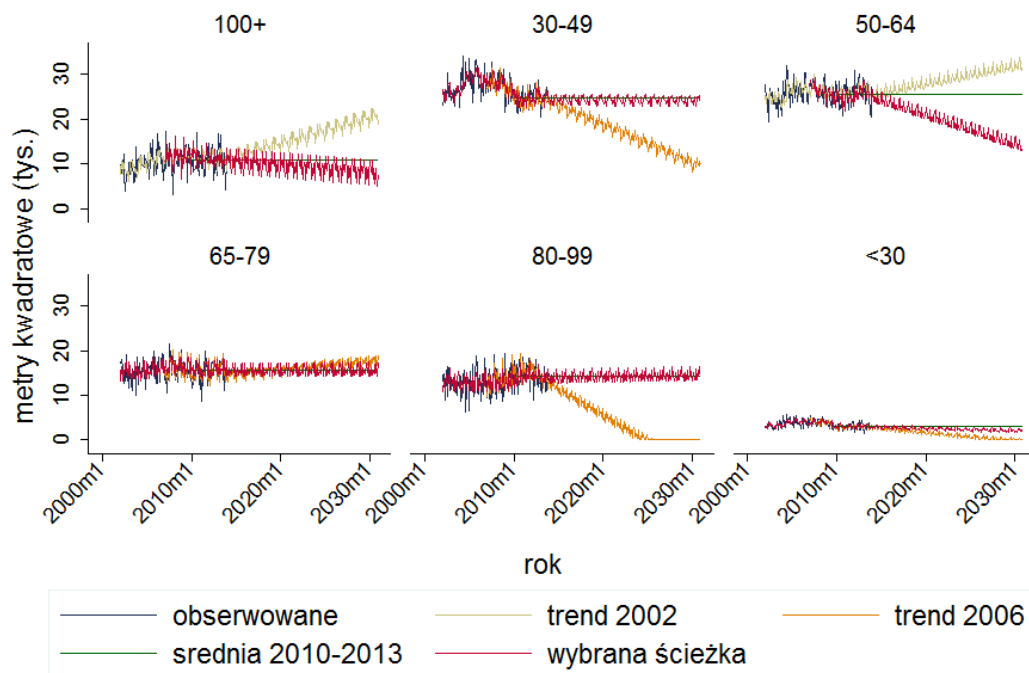
dom wolnostojący w okresie przed 1946



zabudowa szeregowa w okresie przed 1946



budynek wielorodzinny w okresie przed 1946





www.ibs.org.pl