NBP Narodowy Bank Polski

Zespół Analiz Sfery Realnej

Model strukturalny polskiej gospodarki $MOST_{PL}$

Autorzy:
Michał Gradzewicz
Janusz Jabłonowski
Michał Sasiela
Zbigniew Żółkiewski

Redakcja:
Michał Gradzewicz

Akceptacja:
Jarosław Jakubik

Departament Analiz Ekonomicznych

Zespół Analiz Sfery Realnej

Raport został przygotowany w Departamencie Analiz Ekonomicznych NBP, w Zespole Analiz Sfery Realnej (ZAR) na potrzeby organów NBP. Raport wyraża opinie zespołu autorskiego i nie powinien być traktowany jako stanowisko NBP, jako materiał o charakterze doradczym ani jako podstawa do podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Wstęp

Przyczyny podjęcia prac nad modelem $MOST_{PL}$

- Niniejsze opracowanie prezentuje najważniejsze cechy $MOST_{PL}$ - modelu ekonomicznego klasy *Computable General Equlibrium*, który powstał w Narodowym Banku Polskim, w Departamencie Analiz Ekonomicznych.
- $MOST_{PL}$ jest modelem sektorowym, umożliwiającym kwantyfikację ekonomicznych skutków zmian strukturalnych zachodzących w polskiej gospodarce, mających swoje źródła zarówno w zmianach polityki gospodarczej czy sektorowej, jak i w zmieniającym się otoczeniu gospodarczym.
- Jednym z ważniejszych źródeł przyszłych zmian w sposobie funkcjonowania gospodarki polskiej są, m.in.: zmiany demograficzne i imigracja, zmiany w systemie emerytalnym, potencjalne zmiany systemu podatkowego, a także dostosowania polityki gospodarczej i sektorowej związane z prowadzoną w UE polityką klimatyczną. Wywołują one szereg ryzyk transformacyjnych, związanych z adaptacją gospodarki do zmieniającego się otoczenia regulacyjnego.
- W zakresie wpływu polityki klimatycznej UE na polską gospodarkę szczególne znaczenie ma konieczność istotnej zmiany tzw. miksu energetycznego, w celu ograniczania emisyjności gospodarki. Wymusi to zmiany nie tylko w sektorze energetycznym, gdyż procesy dostosowawcze obejmą też rolnictwo, transport czy mieszkalnictwo.
- Postępujące zmiany strukturalne wpływać będą na sposób funkcjonowania gospodarki, w tym także procesy cenotwórcze. Tym samym modelowanie tych zmian może stanowić istotny wkład analityczny w procesie projektowania i prowadzenia polityki pieniężnej.
- W opracowaniu przedstawiono ilustracyjnie m.in.:
  - symulację ekonomicznych skutków napływu migracyjnego do Polski, w skali odpowiadającej szacowanym napływom w okresie 2015-2018;
  - symulacje historyczne związane z funkcjonowaniem europejskiego systemu handlu uprawnieniami do emisji (EU-ETS) w zakresie ważnych jego cech, takich jak wolumen darmowych uprawnień do emisji oraz ich cen. W szczególności oceniono przez pryzmat modelu skutki historycznego spadku liczby darmowych uprawnień i wzrostu ich cen w horyzoncie lat 2013-2019;
  - symulacje skutków zmian technologicznych związanych z wytwarzaniem energii lub jej używaniem przez sektory energochłonne, które mogą pokazywać kierunki dostosowania się innych sektorów gospodarki do wzrostów cen energii i ich skutki ekonomiczne;
  - symulację potencjalnych skutków wprowadzenia podatku węglowego na granicach Unii Europejskiej;

NBP Narodowy Bank Polski

Spis treści

Wprowadzenie - Wykorzystanie modeli CGE do analiz gospodarczych

1. Specyfikacja modelu $MOST_{PL}$
2. Dane i kalibracja $MOST_{PL}$
3. Elastyczności substytucji do modelu $MOST_{PL}$
4. Symulacje efektów systemu ETS
    a) Unijny system handlu uprawnieniami do emisji EU ETS
        i. Symulacja I – brak darmowych pozwoleń na emisję
        ii. Symulacja II – brak zmian cen uprawnień do emisji
        iii. Symulacja III – ceny stałe i bezpłatne uprawnienia
5. Wzrost efektywności energetycznej w gospodarce
        i. Symulacja IV – 10% wzrostu TFP, któremu towarzyszy spadek emisyjności
        ii. Symulacja V – wzrost efektywności w energetyce i sektorach energochłonnych
6. Ekonomiczne skutki wprowadzenia granicznego podatku węglowego (CBAM)
    a) Podatek węglowy jako scenariusz w modelu $MOST_{PL}$
        i. Symulacja VI – wprowadzenie podatku granicznego od emisji GHG
7. Symulacja wzrostu podaży pracy niewykwalifikowanej
    a) Wzrost podaży pracy niewykwalifikowanej siły roboczej
        i. Symulacja VII – wzrost podaży pracy niewykwalifikowanej o 1,1 mln
8. Plany rozwojowe modelu
9. Literatura

Wykorzystanie modeli CGE do analiz gospodarczych

Zarys historii wykorzystywania modeli CGE do oceny skutków polityki klimatycznej

Stosowane modele równowagi ogólnej (*CGE – Computable General Equilibrium*) maja długą tradycję ich wykorzystywania do analiz ekonomicznych skutków różnych polityk sektorowych, w tym polityk klimatycznych.

- W przypadku prac akademickich, pierwsze zrealizowane badania można datować na lata osiemdziesiąte XX wieku (Bergman, 1988), zaś od lat dziewięćdziesiątych następowało coraz bardziej powszechne wykorzystanie tych modeli jako wsparcie działań polityki gospodarczej i klimatycznej. W szczególności, w raporcie IPCC z 1996 roku wykorzystano wyniki symulacji z modeli CGE dla Szwecji, Norwegii, Belgii i Niemiec, dotyczące wpływu polityki klimatycznej (głównie narzędzi podatkowych) na wzrost gospodarczy (por. IPCC, 1996),
- Komisja Europejska zaczęła uwzględniać modele CGE w swoich analizach polityki energetycznej i klimatycznej w połowie lat dziewięćdziesiątych, kiedy to został opracowany i użyty do pierwszych analiz model GEM-E3 (Capros *et. al.*, 1997). Model GEM-E3 jest systematycznie rozwijany i pozostaje podstawowym narzędziem analiz ekonomicznych skutków polityki klimatycznej w Unii Europejskiej (np. wykorzystany do analiz ekonomicznych skutków polityk zmierzających do zmniejszenia zanieczyszczeń atmosferycznych, por. EC, 2018).
- OECD stosuje modele równowagi ogólnej do analiz polityki energetycznej i klimatycznej od początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku, kiedy to został opracowany model GREEN (Burniaux *et al.*, 1992). Model ten był w kolejnych latach istotnie modyfikowany i został przekształcony w model ENV-Linkages, który jest obecnie głównym modelem równowagi ogólnej w OECD dla potrzeb analiz polityki klimatycznej (Chateau *et al.*, 2014).
- W Polsce, wyspecjalizowanym modelem do analiz polityki klimatyczno-energetycznej i jej wpływu na różne sektory polskiej gospodarki (Gąska *et al.*, 2020) posługuje się Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych (CAKE), będące częścią Instytutu Ochrony Środowiska. Model D-Place jest systematycznie wykorzystywany do różnych analiz, jak np. ryzyko ucieczki emisji (Gąska *et al.*, 2019) czy też skutki wprowadzenia podatku granicznego od emisji (Pyrka *et al.*, 2020). Model równowagi ogólnej CGE (ROCA) był wykorzystany przez Bank Światowy do analizy skutków transformacji energetycznej w Polsce (World Bank, 2011).
- W Narodowym Banku Polskim został również zbudowany model równowagi ogólnej, który był stosowany do oceny skutków makroekonomicznych różnych polityk gospodarczych, w tym tzw. pakietu energetyczno-klimatycznego (czyli zbioru działań w zakresie polityki klimatycznej Unii Europejskiej w horyzoncie do 2020 roku, przewidzianych dla Polski, por. NBP, 2012).

Rozdział 1

Specyfikacja modelu $MOST_{PL}$

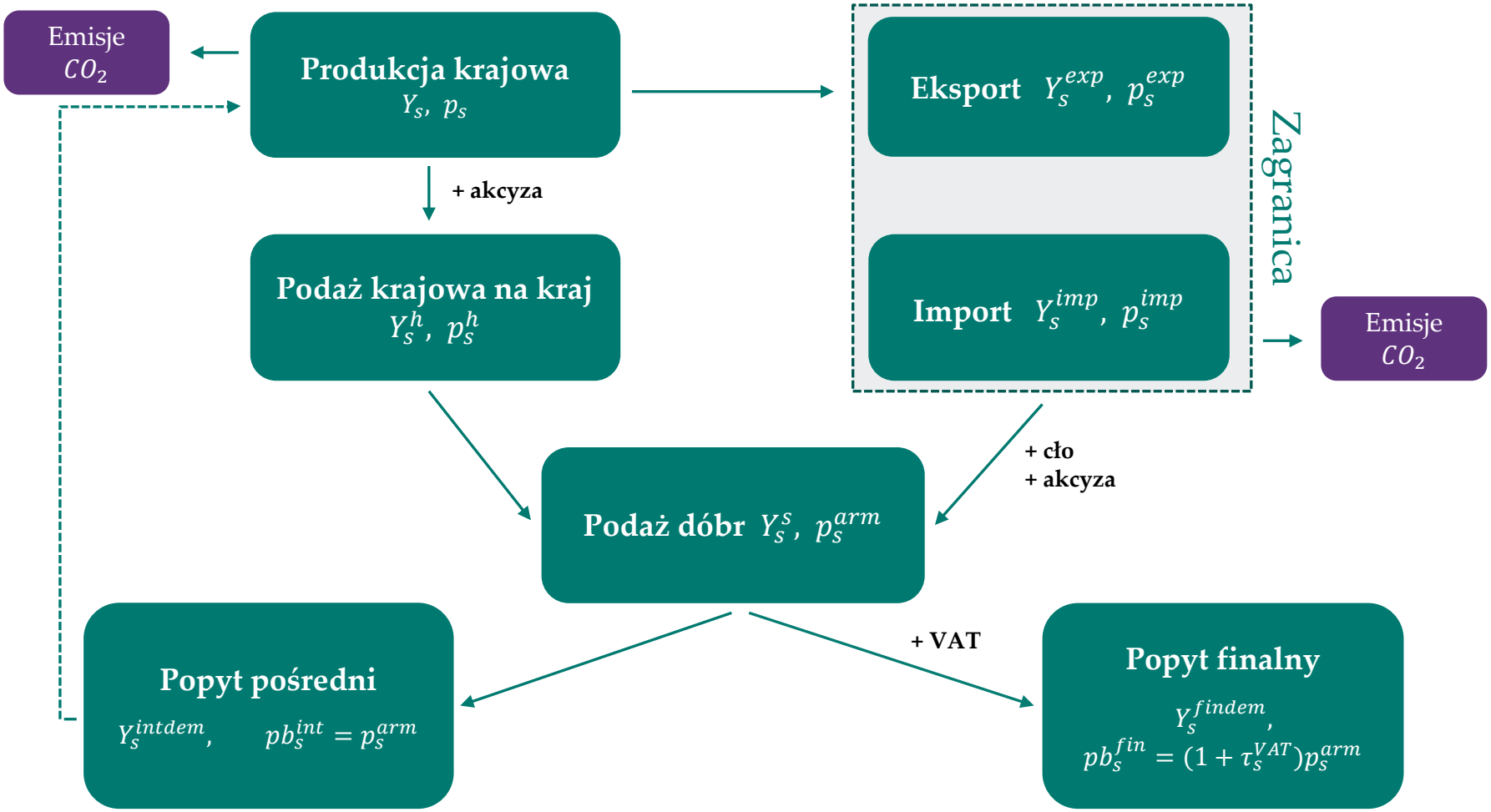
1.1 Schemat działania modelu $MOST_{PL}$
1.2 Ogólny schemat strukturalny modelu
1.3 Sektor przedsiębiorstw
1.4 Gospodarstwa domowe
1.5 Eksport i import
1.6 Sektor instytucjonalny przedsiębiorstw (i banków)
1.7 Sektor rządowy
1.8 Bilans płatniczy oraz bilans inwestycji i oszczędności
1.9 Warunki równowagi ogólnej
1.10 Domknięcie modelu

1.1 Schemat działania modelu $MOST_{PL}$

$MOST_{PL}$ jest modelem klasy CGE (*Computable General Equilibrium)*

- **$MOST_{PL}$ – (*MO*)del (*ST*)rukturalny polskiej gospodarki**
- $MOST_{PL}$ jest modelem klasy CGE (*Computable General Equilibrium),* czyli stosowanym modelem równowagi ogólnej.
- Jest to model wielosektorowy:
  - 26 sektorów produkcyjnych, 26 typów dóbr produkowanych i handlowanych;
  - Jest wyprowadzony przy założeniu małej gospodarki otwartej – sektor zewnętrzny składa się z 2 obszarów handlowych: krajów UE oraz pozostałych krajów świata – z tą rozdzielczością modelowana jest wymiana handlowa oraz transfery;
  - Pierwotne czynniki produkcji to: kapitał oraz 2 typy pracy (wykwalifikowanej – SKILL i niewykwalifikowanej – UNSKILL);
  - Wydzielono 6 typów gospodarstwa domowych – ze względu na dominujący typ źródła zarobkowania oraz miejsce zamieszkania.
  - Wydzielono sektor korporacyjny (obejmujący sektor instytucjonalny przedsiębiorstw niefinansowych i finansowych).
- $MOST_{PL}$ jest modelem statycznym - wszystkie wyodrębnione podmioty rozwiązują swoje problemy optymalizacyjne i podejmują decyzje odnośnie alokacji swoich zasobów w danym okresie.
  - W obecnej wersji modelu istnieje możliwość wprowadzenia prostej dynamiki rekurencyjnej, kiedy inwestycje zwiększają podaż kapitału.
- $MOST_{PL}$ jest modelem kalibrowanym. Ważnymi źródłami danych są:
  - Dane makroekonomiczne i strukturalne, dane z rachunków narodowych (w szczególności tablicy przepływów międzygałęziowych, tablic podaży i wykorzystania, rachunków sektorowych);
  - Mikrodane, niezbędne do wyznaczenia charakterystyk dezagregacji zdefiniowanych w modelu;
  - Istotną kwestią jest zapewnienie spójności między z jednej strony danymi mikro, a danymi sektorowymi, a z drugiej – z danymi makroekonomicznymi z rachunków narodowych – narzędziem zapewniającym taką spójność jest macierz rachunkowości społecznej SAM (*Social Accounting Matrix*);
  - Literatura, która pomaga skalibrować konieczne elastyczności substytucji w modelu;
- $MOST_{PL}$ zawiera blok emisji CO_2
  - Obejmuje on informacje o emisyjności poszczególnych wyodrębnionych sektorów wytwórczych w zakresie zarówno produkcji krajowej, jak i towarów i usług importowanych z krajów UE i spoza-UE;
  - Pozwala on na śledzenie wpływu symulowanych zmian w systemie gospodarczym na emisje oraz ich uciekania do reszty świata (tzw. „*carbon leakage*");
  - W obecnej wersji modelu emisje nie wpływają na inne aspekty funkcjonowania przedsiębiorstw.
- Model $MOST_{PL}$ został zaimplementowany w pakiecie gEcon (Klima G., Podemski K., Retkiewicz-Wijtiwiak K. (2019), gEcon: *General Equilibrium Economic Modelling Language and Solution Framework", R package version 1.2.0.*). Autorzy $MOST_{PL}$ chcieliby podziękować twórcom pakietu.

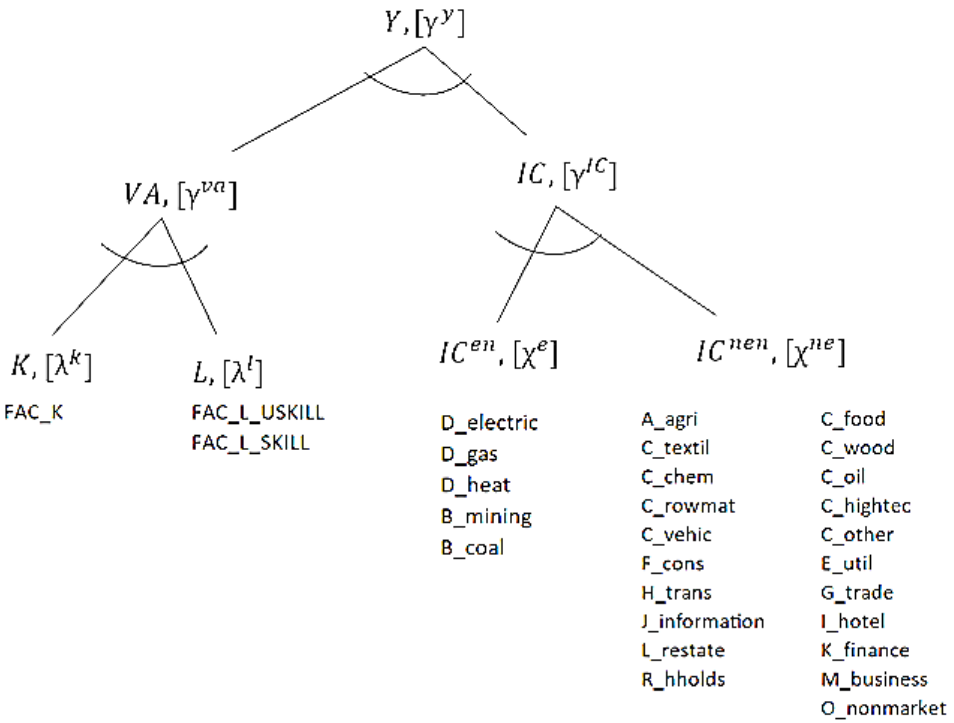
1.2 Ogólny schemat zależności w modelu $MOST_{PL}$



1.3 Struktura modelu – sektor przedsiębiorstw

Graficzna struktura produkcji w $MOST_{PL}$

- Procesy produkcyjne modelowane są przy założeniu istnienia wiązek czynników produkcji o zbliżonej funkcji w przedsiębiorstwie i zbliżonej skali substytucyjności. Wydzielono kilka poziomów zagnieżdżeń, każdy modelowany przy założeniu stałej dla danego zagnieżdżenia elastyczności substytucji (CES);
- Produkcja globalna modelowana jest jako złożenie agregatu kosztów materiałowych i wartości dodanej;
- Na wartość dodaną składa się agregat czynnika pracy i kapitału. Czynnik praca jest z kolei złożeniem typów pracy: 1) wykwalifikowanej (determinowany przez poziom wykształcenia co najmniej policealny, wg klasyfikacji ISCED) oraz 2) niewykwalifikowanej;
- Koszty materiałowe obejmują koszty 1) nośników energii (zarówno surowców, jak i produktów energetycznych różnego typu) oraz 2) koszty materiałowe nieenergetyczne.



1.3 Firmy

Rynki konkurencyjne, przedsiębiorstwa maksymalizują zysk przy ograniczeniach

$$max\ \pi_s = p_s Y_s - Costs_s\left(1 + \tau_s^{f_{env}} + \tau_s^{f_{sub}}\right)$$

p.w.:

$$Y_s = tfp_s\left(\beta_s^{va} VA_s^{\frac{(\gamma^y-1)}{\gamma^y}} + \beta_s^{ic} IC_s^{\frac{(\gamma^y-1)}{\gamma^y}}\right)^{\frac{\gamma^y}{(\gamma^y-1)}}$$

$$VA_s = tfp_{va}\left(\beta_s^k K_s^{\frac{(\gamma^{va}-1)}{\gamma^{va}}} + \beta_s^l L_s^{\frac{(\gamma^{va}-1)}{\gamma^{va}}}\right)^{\frac{\gamma^{va}}{(\gamma^{va}-1)}}$$

$$L_s = \left(\sum_{l\in LAB} \lambda_{l,s}\, L_{s,l}^{d\,\frac{(\gamma^l-1)}{\gamma^l}}\right)^{\frac{\gamma^l}{(\gamma^l-1)}}$$

$$IC_s = \left(\chi_s^{ic^{en}} IC_s^{en\,\frac{(\gamma^{ic}-1)}{\gamma^{ic}}} + \chi_s^{ic^{nen}} IC_s^{nen\,\frac{(\gamma^{ic}-1)}{\gamma^{ic}}}\right)^{\frac{\gamma^{ic}}{(\gamma^{ic}-1)}}$$

$$IC_s^{en} = \left(\chi_{si,s}^{ic^{en}} X_{si,s}^{\frac{(\gamma^e-1)}{\gamma^e}}\right)^{\frac{\gamma^e}{(\gamma^e-1)}}$$

$$IC_s^{nen} = \left(\chi_{si,s}^{ic^{nen}} X_{si,s}^{\frac{(\gamma^{ne}-1)}{\gamma^{ne}}}\right)^{\frac{\gamma^{ne}}{(\gamma^{ne}-1)}}$$

$$Costs_s = pb_s^{\,k} K_s^s + \sum_{l\in LAB} pb_l^l\, L_{s,l}^l + \sum_{si\in SEC} pb_{si}^{int}\, X_{si,s}$$

$$pb^k = p^k\left(1 + \tau^k\right)$$

$$\forall_{l\in LAB}:\ pb_l^l = p_l^l\left(1 + \tau_l^l\right)$$

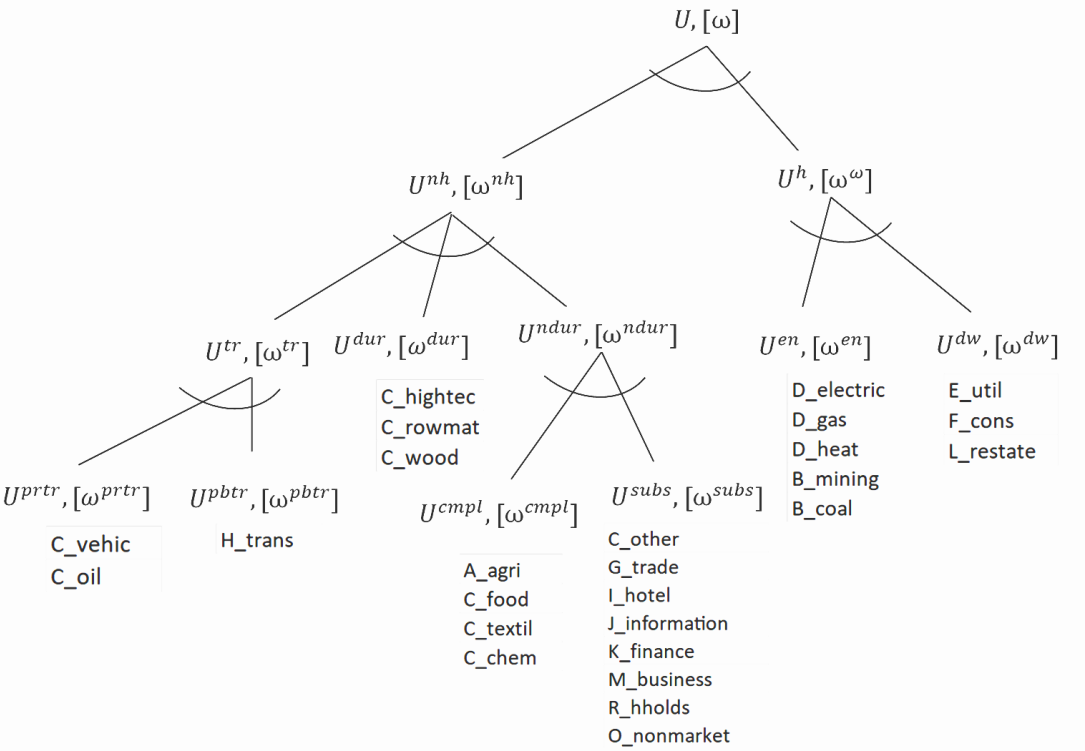
- Przedsiębiorstwa działają na rynkach doskonale konkurencyjnych, maksymalizują zysk, a koszty obciążają dodatkowo podatki środowiskowe $\tau_s^{f_{env}}$ (przedsiębiorstwa są dodatkowo wspierane przez subsydia $\tau_s^{f_{sub}}$);
- Produkcja jest złożeniem CES wartości dodanej VA_s oraz kosztów materiałowych IC_s (zużycia pośredniego). Obydwie te kategorie ekonomiczne podlegają egzogenicznemu wpływowi TFP;
- Wartość dodana wytwarzana jest przez dwa typy pracy $L_{s,l}^d$, gdzie $l \in \{SKILL, USKILL\}$ i kapitałowi K_s^d;
- Na koszty materiałowe składają się koszty: 1) nośników energii oraz 2) pozostałe;
- Przedsiębiorstwa kupują usługi pracy po cenach uwzględniających składki na ubezpieczenia społeczne (płacone przez pracodawcę i pracownika) i zdrowotne τ^l;
- Przedsiębiorstwa kupują usługi kapitału po cenach obejmujących podatek kapitałowy τ^k;
- Materiały, produkowane przez różne sektory, nabywane są po cenach bazowych (uwzględniających podatki pośrednie, z wyłączeniem podatku VAT, który płacony jest jedynie przez nabywców produktów finalnych).

- **Emisje związane z produkcją krajową** modelowane są w $MOST_{PL}$ przy założeniu stałej (specyficznej dla danego sektora) emisyjności produkcji i są proporcjonalne do realnej produkcji danego sektora Y_s.
- **Emisje importowane** (w tym „ucieczka emisji" – *carbon leakage*) modelowane są w $MOST_{PL}$ przy założeniu stałej (specyficznej dla danego sektora oraz obszaru handlowego) emisyjności przepływów importowych i są proporcjonalne do importu z danego obszaru handlowego $Imp_{r,s}$.

1.4 Struktura modelu – gospodarstwa domowe

Struktura graficzna systemu użyteczności gospodarstw domowych

- Użyteczność gospodarstw domowych (GD, dla każdego z 6 typów) modelowana jest jako kilkupoziomowy system zagnieżdżonych funkcji, o stałej na danym zagnieżdżeniu elastyczności substytucji (CES, z elastycznością ω);
- Konsumpcja obejmuje 26 grup produktów i usług, podstawowych dla modelu (zagregowanych z 77 agregatów PKD).
- Poziom I zagnieżdżenia: użyteczność końcowa, składająca się z dwóch grup obejmujących wydatki 1) mieszkaniowe i 2) niemieszkaniowe;
- Poziom II: wydatki mieszkaniowe obejmują wydatki 1) na surowce i produkty energetyczne oraz 2) pozostałe koszty utrzymania mieszkania. Natomiast wydatki inne niż mieszkaniowe dzielą się na 1) dobra trwałe, 2) nietrwałe i 3) wydatki związane z transportem;
- Poziom III: wydatki na transport dzielą się na środki transportu 1) publicznego i 2) prywatnego (samochody i zakup paliw). Natomiast dobra nietrwałe dzielą się ze względu na typ substytucyjności na 1) komplementarne i 2) substytucyjne;
- W ramach każdego zagnieżdżenia, zakładana jest stała (ale potencjalnie różna między typami GD) elastyczność substytucji pomiędzy elementami składowych zagnieżdżenia.



Gospodarstwa domowe: maksymalizacja użyteczności

$$\max U = A_u(\alpha_{unh}U_{nh}{}^{\eta} + \alpha_{uh}U_h{}^{\eta})^{1/\eta} = CES(U_{nh}, U_h), \text{ dla } \eta = \frac{\omega^u}{\omega^u - 1}$$

$U_{nh} = CES(U_{trans}, U_{dur}, U_{ndur})$ dla transportu, dóbr trwałych i nietrwałych

$U_{tr} = CES(U_{prtr}, U_{pbtr})$ dla transportu prywatnego i publicznego

$U_{ndur} = CES(U_{cmpl}, U_{subs})$ dla dóbr i usług nietrwałych

$U_{tr} = CES(U_{prtr}, U_{pbtr})$ dla środków transportu prywatnego i publicznego

$U_{prtr} = CES\left(U_{prtr^i}\right)$ dla środków transportu prywatnego

$U_{pbtr} = CES\left(U_{pbtr^i}\right)$ dla środków transportu publicznego

$U_{dur} = CES(U_{dur^i})$ dla i-tego dobra trwałego

$U_{cmpl} = CES\left(U_{cmpl^i}\right)$ dla dóbr komplementarnych

$U_{subs} = CES(U_{subs^i})$ dla dóbr substytucyjnych

$U_h = CES(U_{en}, U_{dw})$ dla nośników energii i kosztów mieszkaniowych

$U_{en} = CES(U_{en^i})$ dla nośników energii

$U_{dw} = CES(U_{dw^i})$ dla kosztów związanych z mieszkaniem

p.w.

$$H_h^{inc}(1 - \tau_h) = \sum_{s \in SEC} pb_s^{fin} C_{h,s} + H_h^{sav}$$

$$H_h^{inc} = \sum_{l \in LAB} p_l^l L_l^s + p_s^k K_h^s + Tr_h^{gh} + Tr_h^{ch} + \sum_{r \in ROW} \frac{Tr_{rh}}{Exr_r} + \pi_h^{rdst}\left(\sum_{s \in SEC} \pi_s\right)$$

$$H^{sav} = s^{rate} H^{inc} \qquad L^s = l^{supply} \qquad K^s = k^{supply}$$

W modelu występuje 6 (h) typów gospodarstw domowych, które otrzymują dochody z czynników pierwotnych, transfery rządowe (g) i z zagranicy (r) oraz konsumują dobra produkowane przez 26 sektorów (s).

- GD dzielą się na 3 typy: 1) pracownicze, 2) przedsiębiorców, samozatrudnionych i rolników oraz 3) emerytów i osób pozostających na utrzymaniu (x3);
- Każdy z ww. typów dzieli się terytorialnie na miasto i wieś (x2);
- Parametry elastyczności substytucji są odmienne dla każdego z typów wyróżnianych gospodarstw domowych (2 x 3).

Konsumpcja GD podlega ograniczeniu budżetowemu, gdzie na dochody H_h^{inc} składają się:

- $\sum_{l \in LAB} p_l^l L_l^s$- dochody z dwóch typów pracy;
- $p_s^k K_h^s$ - dochody z kapitału;
- Tr_h^{gh} - transfery rządowe;
- Tr_h^{ch} - transfery pozostałe;
- π_h^{rdst} - zyski dystrybuowane z przedsiębiorstw;
- $\frac{Tr_{rh}}{Exr_r}$ - transfery z zagranicy;
- Gospodarstwa domowe płacą od uzyskanych dochodów podatek PIT (razem z podatkami lokalnymi) τ_h;

Gospodarstwa domowe przeznaczają dochód netto na zakup towarów i usług konsumpcyjnych po cenach rynkowych (z VAT i innymi podatkami pośrednimi) $\sum_{s \in SEC} pb_s^{fin} C_{h,s}$, a resztę oszczędzają H_h^{sav}. Oszczędności H_h^{sav} stanowią stałą część dochodu, natomiast podaż pracy L^s i kapitału K^s są egzogeniczne.

1.5 Eksport i import

Eksport odbywa się do dwóch obszarów handlowych: (1) kraje UE oraz (2) pozostałe kraje

- $MOST_{PL}$ zawiera osobny blok optymalizujący podział wartości produkcji na rynek krajowy $p_s^h {Y_s}^h$ i na eksport $p_s^{exp} Y_s^{exp}$;
- Zdolność zmiany podaży między rynkami (krajowym i zagranicznym) modelowany jest funkcją stałej elastyczności transformacji (*Constant Elasticity of Transformation – CET*);
- Ceny relatywne (krajowe i zagraniczne) są głównym wyznacznikiem opłacalności produkcji na danym rynku.

$$\max_{Y_s\ ,{Y_s}^h,Y_s^{exp}} \Pi_s^{fin} = p_s^h {Y_s}^h + p_s^{exp} Y_s^{exp} - p_s Y_s$$

$$p.w.: Y_s = \left({\kappa_s}^h {Y_s}^{h\frac{(1+\sigma)}{\sigma}} + {\kappa_s}^{\exp} {Y_s}^{\exp\frac{(1+\sigma)}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{(1+\sigma)}}$$

- $MOST_{PL}$ rozróżnia 2 rynki eksportowe: UE i spoza UE;
- Ograniczone możliwości substytucji między tymi rynkami (modelowane funkcją postaci CET) wyznaczają optymalny podział eksportu;
- Ceny relatywne (na obu rynkach zagranicznych) są głównym wyznacznikiem opłacalności produkcji na dany rynek;
- Założenie modelowe – odbiorcy na poszczególnych rynkach nabywają całą oferowaną podaż przy danej cenie (dostosowują się do podaży).

$$\max_{Y_s^{\exp},(Exp_{r,s})_{r\in ROW}} \Pi_s^{\exp} = \sum_{r\in ROW} p_{r,s}^{ext}\, Exp_{r,s} - p_s^{\exp} Y_s^{\exp}$$

$$p.w.: Y_s^{\exp} = \left(\sum_{r\in ROW} \kappa_{r,s}^{\exp}\, Exp_{r,s}^{\frac{(1+\sigma)}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{(1+\sigma)}}$$

1.5 Eksport i import

Import modelowany jest analogicznie – obejmuje dwa obszary handlowe

- **Import** przeznaczony jest na zaspokojenie krajowego popytu, zarówno pośredniego, jak i finalnego;
- Na produkcję krajową i importową nakładana jest akcyza $\tau_{s,i}^{exc}$ oraz podatki produktowe środowiskowe $\tau_{s,i}^{env}$. Wspierane są one potencjalnie dotacjami $\tau_{s,i}^{sub}$ (gdzie $i \in \{DOMESTIC, EU, NonEU\}$);
- Import z reszty świata obłożony jest dodatkowo cłem $\tau_{s,r}^{cust}$;
- Ograniczona substytucja między podażą krajową a importową (tzw. mechanizm Armingtona) modelowana jest za pomocą funkcji CES;
- Wyróżnione są dwa poziomy funkcji Armingtona (podaż krajowa i importowa):

$$\max_{Y_s^s, Y_s^h, Y_s^{imp}} \Pi_s^{arm} = p_s^{arm} Y_s^s - p_s^{imp} Y_s^{imp} - p_s^h \left(1 + \tau_{s,h}^{exc} + \tau_{s,h}^{env} + \tau_{s,h}^{sub}\right) Y_s^h,$$

$$p.w.: {Y_s}^s = \left(\kappa_{s,h}^{arm} {Y_s}^{h\,\frac{(\sigma-1)}{\sigma}} + \kappa_{s,imp}^{arm} {Y_s}^{imp\,\frac{(\sigma-1)}{\sigma}}\right)^{\frac{\sigma}{(\sigma-1)}}$$

- II poziom agregacji – podaż importowa z krajów UE i spoza UE:

$$\max_{Y_s^{imp}, (Imp_{r,s})_{r \in ROW}} \Pi_s^{imp} = p_s^{imp} Y_s^{imp} - \sum_{r \in ROW} {p_{r,s}^{ext_{imp}}} \left(1 + \tau_{s,r}^{cust} + \tau_{s,r}^{exc} + \tau_{s,r}^{env} + \tau_{s,r}^{sub}\right) Imp_{r,s}$$

$$p.w.: {Y_s}^{imp} = \left(\kappa_{r,s}^{imp} {Imp_{r,s}}^{\frac{(\sigma-1)}{\sigma}}\right)^{\frac{\sigma}{(\sigma-1)}}$$

- Założenie modelowe – podaż dóbr i usług z obu obszarów handlowych jest w całości dostarczana przy danej cenie (dostosowuje się do popytu).

1.6 Sektor instytucjonalny przedsiębiorstw i banków

W $MOST_{PL}$ wyodrębniono osobny sektor korporacyjny

$$C^{inc} = Tr^{gc} + p^k K_c^s (1 - \tau^c)$$

$$C^{inc} = \sum_{h \in HH} Tr_h^{ch} + \sum_{r \in REG^{ROW}} Tr_r^{cr} + C^{sav}$$

$$K_c^s = k_c^{supply}$$

$$h \in HH: \quad Tr_h^{ch} = trans_h^{ch^{dist}} C^{inc}$$

- W celu zachowania spójności z rachunkami narodowymi wyodrębniono osobny sektor korporacyjny, na który składają się sektory instytucjonalne przedsiębiorstw i instytucji finansowych;
- Sektor korporacyjny jest właścicielem (obok GD) części kapitału;
- Dochodami sektora korporacyjnego są dochody z kapitału $p^k K_c^s (1 - \tau^c)$ pomniejszone o płacony przez niego CIT oraz transfery netto z sektora rządowego Tr^{gc};
- Dochody te są przeznaczane na transfery do gospodarstw domowych Tr_h^{ch} i zagranicy Tr_r^{cr} oraz oszczędności C^{sav} wchodzące w skład oszczędności krajowych;
- Transfery traktowane są jako zmienne egzogeniczne.

1.7 Sektor rządowy

SFP w $MOST_{PL}$ cechuje się rozbudowanym systemem podatkowym i wydatkowym

- Dochody SFP, G^{inc} przeznaczane są na jego wydatki $G^{\exp}$ i równoważone przez oszczędności G^{sav}

$$G^{inc} = G^{\exp} + G^{sav}$$

$$G^{\exp} = G^{cons} + Tr^{gc} + \sum_{h \in HH} Tr_h^{gh} + \sum_{r \in REG^{ROW}} Tr_r^{gr}$$

- Na **wydatki** składa się konsumpcja rządowa G^{cons} oraz transfery do sektora korporacyjnego Tr_c^{gc} , gospodarstw domowych Tr_h^{gh} oraz transfery netto z zagranicą Tr_r^{gr}.
- Transfery do reszty świata (UE i spoza UE) i sektora korporacyjnego są egzogeniczne, z kolei transfery do gospodarstw domowych (w dużej mierze emerytury) modelowane są jako proporcjonalne do wynagrodzenia pracy ($\sum_{l \in LAB,h} p_l^l L_{h,l}^s$).
- Zagregowana konsumpcja rządowa G^{cons} tworzy popyt na dobra finalne obecne na rynku. Zakładany jest brak możliwości substytucji przez SFP pomiędzy dobrami finalnymi (innymi słowy, utrzymywana jest stała struktura produktowa spożycia zbiorowego w cenach stałych, co odpowiada agregatorowi Leontiefa). Konsumpcja SFP wyceniana jest po cenach rynkowych.

$$s \in SEC: \quad G_s = g_s^{share} G^{cons} / P_{def}^G$$

- Na **dochody** sektora składają się podatki i daniny bezpośrednie, pośrednie i transfery z zagranicy:

$$G^{inc} = T^{hh} + T^{imp} + T^h + T^{vat} + T^f + T^l + T^k + T^c + \sum_{r \in REG^{ROW}} Tr_r^{rg} / Exr_r$$

- Do podatków i danin bezpośrednich zaliczane są: składki na ubezpieczenia społeczne i zdrowotne, T^l, PIT i daniny lokalne (np. podatki od nieruchomości, rolny etc.) płacone przez GD, T^h, podatki płacone przez producentów (np. środowiskowe) T^f, narzuty na kapitał T^k, płacone przez GD oraz CIT, T^c, płacony przez sektor korporacyjny.

$$T^{hh} = \sum_{h \in HH} adj^{PIT} \tau_h^h H_h^{inc} \qquad T^l = \sum_{l \in LAB} \tau_l^l p_l^l \left(\sum_{s \in SEC} L_{s,l}^d \right) \qquad T^k = \tau^k p^k \left(\sum_{h \in HH} K_h^s \right) \qquad T^c = \tau^c p^k \left(\sum_{c \in CORP} K_c^s \right)$$

- T^{imp} to podatki produktowe (cło, akcyza, subsydia, bez VAT) nałożone na podaż importową, T_h to podatki produktowe (akcyza, subsydia, bez VAT) nałożone na podaż krajową, podatek VAT i wpływy z nim związane (T^{vat}) nakładany jest na zakup produktów finalnych przez podmioty krajowe (popyt konsumpcyjny, rządowy i inwestycyjny).
- W modelu istnieje możliwość zmiany dostosowania (**domknięcia**) SFP do symulowanych zmian otoczenia. Można założyć, że wynik SFP nie ulegnie zmianie, a dostosowanie ograniczenia budżetowego SFP nastąpi przez wybrany typ wydatków lub podatków. Bilansowanie następuje poprzez endogenizację współczynnika adj^{PIT} w wyrażeniu: $\sum_{h \in HH} \boldsymbol{adj^{PIT}} \tau_h^h H_h^{inc}$.

1.8 Bilans płatniczy oraz bilans inwestycji i oszczędności

Bilanse: zagraniczne i oszczędnościowo-inwestycyjne

Bilans płatniczy

- Bilans przepływów z resztą świata (ROW), wyrażony w walucie danego regionu, obejmuje z jednej strony import dóbr i usług $Imports_r$, transfery (netto) z sektora korporacyjnego, Tr_r^{cr} oraz transfery z SFP, Tr_r^{gr} (głównie obsługa zadłużenia):

$$\forall_{r\in\{EU,nonEU\}} Imports_r + Exr_r Tr_r^{cr} + Exr_r Tr_r^{gr} = Exports_r + F_r^{sav} + Tr_r^{rg} + \sum_{h\in HH} Tr_{r,h}^{rh}$$

- Z drugiej strony bilans domykają: eksport $Exports_r$, transfery zagranicy do SFP Tr_r^{rg} (głównie transfery z instytucji UE), transfery (netto) z zagranicy do krajowych gospodarstw domowych $Tr_{r,h}^{rh}$ i oszczędności reszty świata F_r^{sav};
- Transfery w równaniach bilansu płatniczego są egzogeniczne;
- Ceny eksportu i importu w walucie zagranicznej (np. $p_{s,imp}^{frgn}$) są egzogeniczne (dla danego dobra s obowiązuje prawo jednej ceny na rynkach zagranicznych). Krajowe ceny importu (np. $p_{s,imp}^{ext}$) uwzględniają kurs walutowy Exr_r:

$$\forall_{s\in SEC} \quad p_{r,s,exp}^{ext} = p_{s,exp}^{frgn}/Exr_r \qquad Exports_r = \sum_{s\in SEC} p_{s,exp}^{frgn}\, Export_{r,s}$$

$$\forall_{s\in SEC} \quad p_{r,s,imp}^{ext} = p_{s,imp}^{frgn}/Exr_r \qquad Imports_r = \sum_{s\in SEC} p_{s,imp}^{frgn}\, Import_{r,s}$$

Bilans oszczędności i inwestycji

- Oszczędności zagregowane $Savings$ stanowią sumę oszczędności krajowych sektorów instytucjonalnych i zagranicy:

$$Savings = C^{sav} + G^{sav} + \sum_{h\in HH} H_h^{sav} + \sum_{r\in ROW} F_r^{sav}/Exr_r$$

- Z oszczędności finansowane są zapasy $Inven$ oraz inwestycje $Invest$. Suma obu kategorii wyznacza popyt na różne produkty będące w obrocie na rynku wewnętrznym;
- W przypadku inwestycji zakłada się stałą strukturę produktów składających się na dobro inwestycyjne (w ujęciu nominalnym, co jest spójne ze stosowaniem agregatora typu Cobba-Douglasa);
- Popyt sektora na zapasy jest z kolei proporcjonalny do wartości produkcji tego sektora:

$$Savings = Invest + \sum_{s\in SEC} pb_s^{fin}\, Inven_s \qquad s\in SEC: \quad pb_s^{fin} Inven_s = inven_s^{share} p_s Y_s$$

$$s\in SEC: \quad pb_s^{fin} I_s = i_s^{share} Invest$$

1.9 Warunki równowagi ogólnej

W modelu, co do zasady, ceny „czyszczą" wszystkie rynki

Równowaga na poszczególnych rynkach

- Popyt finalny Y_s^{findem} w sektorze s obejmuje konsumpcję gospodarstw domowych $C_{h,s}$, konsumpcję rządową G_s i inwestycje I_s oraz przyrost zapasów $Inven_s$, natomiast produkt globalny Y_s^s dodatkowo popyt pośredni $\sum_{si \in SEC} X_{s,si}$:

$$\forall_{s \in SEC}: \quad Y_s^s = Y_s^{findem} + Y_s^{intdem}$$

$$Y_s^{intdem} = \sum_{si \in SEC} X_{s,si}$$

$$Y_s^{findem} = G_s + I_s + Inven_s + \sum_{h \in HH} C_{h,s}$$

- Ceny zapewniają czyszczenie się wszystkich rynków (dóbr, czynników produkcji, etc). Ceny na rynkach dóbr pośrednich zawierają jedynie akcyzę i cło, ceny na rynkach dóbr finalnych zawierają dodatkowo podatek VAT:

$$\forall_{s \in SEC}: \quad pb_s^{fin} = p_s^{arm}(1 + \tau_s^{vat})$$

$$\forall_{s \in SEC}: \quad pb_s^{int} = p_s^{arm}$$

Rynki czynników produkcji

- Podaż pracy różnego typu oraz kapitału jest egzogeniczna;
- Właścicielami czynnika pracy są gospodarstwa domowe, natomiast właścicielami kapitału: gospodarstwa domowe i sektor korporacyjny;
- Równanie czyszczące rynek kapitału: $\sum_{h \in HH} K_h^s + K_{corp}^s = \sum_{s \in SEC} K_s$ jest opuszczone ze względu na spełnienie warunku równowagi ogólnej;
- Zachowanie rynku pracy jest zależne od domknięcia modelu:
  - W domknięciu długookresowym spełniony jest warunek $\forall_{l \in LAB} \ \sum_{h \in HH} L_{h,l}^s = \sum_{s \in SEC} L_{h,l}^s$;
  - W domknięciu krótkookresowym płaca jest egzogeniczna;

PKB i *numéraire*

- Realny PKB wyznaczany jest od strony popytowej (jako suma realnego popytu na dobra finalne różnego typu);
- Nominalny PKB wyznaczany jest od strony tworzenia, jako suma nominalnych dochodów z czynników produkcji, powiększonych o podatki od produkcji i o podatki produktowe (VAT, cło, akcyzę);
- Ogólny poziom cen jest nieokreślony, więc zmiany cen są mierzone względem ceny odniesienia (tzw. *numéraire*). W modelu $MOST_{PL}$ deflator PKB wyznacza *numéraire*.

1.10 Domknięcie modelu

$MOST_{PL}$ ma dwa podstawowe domknięcia – krótko- i długookresowe (*short run & long run*)

Domknięcie krótkookresowe modelu „*short run*"

- Bilans płatniczy w cenach zagranicznych jest egzogeniczny, pozwalając realnym kursom walutowym zbilansować wymianę handlową;
- Inwestycje realne są proporcjonalne do realnego PKB (co oznacza, że krajowe oszczędności (głównie poprzez dostosowanie spożycia zbiorowego a poprzez to oszczędności SFP) dostosowują się, aby zachować bilans oszczędności i inwestycji w gospodarce narodowej:

$$\sum_{s \in SEC} I_s = inv_{share} * GDP_{real}$$

- Płace na rynkach pracy różnych typów są egzogeniczne, zatem nie zachodzi warunek czyszczenia się rynków:

$$\forall_{l \in LAB} \sum_{h \in HH} L^s_{h,l} \neq \sum_{s \in SEC} L^d_{s,l}$$

  Oznacza to, że w krótkim okresie przy egzogenicznej podaży pracy powstaje zjawisko niewykorzystanych zasobów pracy – popyt na pracę może być niższy od podaży. Rozdysponowanie popytu na pracę (i dochodów z niej) między gospodarstwa domowe zachodzi wg. schematu:

$$\forall_{l \in LAB} L^s_{h,l} = l^{dist}_{h,l} \sum_{s \in SEC} L^d_{s,l}$$

- Wszystkie elastyczności są obniżone w stosunku do swoich bazowych wartości o 25% (z zachowaniem założeń odnośnie komplementarności/substytucyjności) ze względu na mniejsze możliwości substytucji w krótkim okresie.

Domknięcie długookresowe modelu „*long run*"

- Kursy walutowe są egzogeniczne, a oszczędności zagraniczne dostosowują się swobodnie, bilansując wymianę handlową. Oznacza to, że w długim okresie działa teoria względnego parytetu siły nabywczej (PPP);
- Deficyt SFP jest egzogeniczny (ograniczony w długim okresie przez restrykcje – krajowe i unijne – nałożone na dług publiczny), a spożycie zbiorowe dostosowuje się, zapewniając bilansowanie rachunków SFP;
- Inwestycje są określone przez możliwości gospodarki krajowej (i zagranicznej) do generowania oszczędności;
- Płace są zmienną czyszczącą rynek pracy (przy pionowej krzywej podaży pracy), a zatem zachodzi:

$$\forall_{l \in LAB} \sum_{h \in HH} L^s_{h,l} = \sum_{s \in SEC} L^d_{s,l}$$

  Innymi słowy, płace dostosowują się do zmian w popycie na pracę;
- Wszystkie elastyczności przyjmowane są na poziomie bazowym.

- W $MOST_{PL}$ istnieje możliwość zmiany domknięć, w szczególności możliwe jest inne dostosowanie fiskalne;
- Przykładowo: takie dostosowanie stawek podatkowych określonego typu opodatkowania lub określonych wydatków rządu (w szczególności transferów do biedniejszych gospodarstw domowych), aby oszczędności SFP pozostały niezmienne względem rozwiązania bazowego (zasada neutralności budżetowej);
- Dodatkowo, opisywane powyżej dwie wersje modelu, choć traktowane jako podstawowe, mogą również być modyfikowane, pozwalając na elastyczne dopasowanie sposobu domknięcia makroekonomicznego do konkretnych potrzeb symulacyjnych.

Rozdział 2

Dane i kalibracja $MOST_{PL}$

2.1 Macierz Rachunkowości Społecznej (SAM)

2.2 Adaptacja tablicy przepływów międzygałęziowych

2.3 Dostosowanie typów gospodarstw domowych

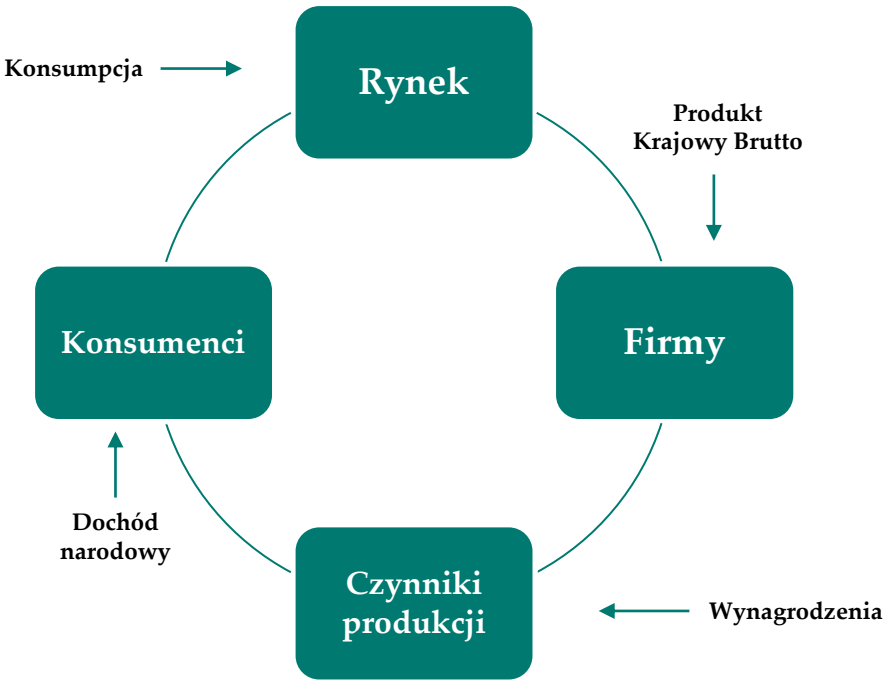
2.4 Emisyjność polskiej gospodarki

2.1 Macierz Rachunkowości Społecznej (SAM)

Zagregowana macierz rachunkowości społecznej – opis techniczny

- Podstawowym źródłem danych niezbędnym do kalibracji modelu $MOST_{PL}$, jak i innych modeli klasy CGE, jest macierz rachunkowości społecznej (SAM).
- **Macierz rachunkowości społecznej SAM** (*Social Accounting Matrix*) stanowi, z definicji, macierzowy zapis transakcji pomiędzy różnymi grupami podmiotów gospodarczych, według definicji i klasyfikacji rachunków narodowych. Dla poszczególnych grup podmiotów elementy przypisanego im wiersza stanowią ich przychody, zaś kolumny opisują rozchody danej grupy podmiotów. **Macierz SAM jest kompletnym opisem gospodarki**, włącznie z transakcjami krajowych podmiotów z zagranicą, gdzie suma przychodów (suma w wierszu) jest równa sumie rozchodów (suma w kolumnie).
- Formalnie, grupowanie podmiotów w macierzy SAM może być dowolnie szczegółowe (gałęzie przemysłu, wiązki towarów i usług konsumpcyjnych, grupy dochodowe gospodarstw domowych etc.) choć dostępność danych statystycznych nakłada co do zasady istotne ograniczenia na stopień szczegółowości poszczególnych rachunków.
- Ze względu na przeznaczenie macierzy SAM do analiz polityki energetyczno-klimatycznej, w macierzy uwzględniono tzw. podatki środowiskowe. Na podatki środowiskowe składają się: podatki energetyczne, podatki transportowe, podatki od zasobów naturalnych, podatki od zanieczyszczeń, które w macierzy SAM zagregowano do łącznej kategorii podatków środowiskowych. Podatki środowiskowe obciążają zarówno firmy produkcyjne oraz gospodarstwa domowe. W przypadku firm, podatki środowiskowe zostały ujęte w ramach agregatu 'pozostałe podatki związane z produkcją', zaś podatki środowiskowe obciążające konsumentów przypisano do 'pozostałych podatków od produktów'.

Przepływy dochodów i wydatków



Literatura i schemat: Blait, Miller (2009)

2.1 Macierz Rachunkowości Społecznej (SAM)

Schemat zagregowanej macierzy SAM

	Rynek	Produkcja	Czynniki produkcji	Gospodarstwa domowe	Firmy, banki	Rząd	Kapitałowy	Zagranica	RAZEM
Rynek		Zużycie pośrednie		Spożycie prywatne		Spożycie publiczne	Akumulacja		Popyt krajowy
Produkcja	Sprzedaż krajowa							Eksport	Produkcja globalna
Czynniki produkcji		Wartość dodana							Dochody z czynników produkcji
Gospodarstwa domowe			Dochód z czynników produkcji		Dywidendy, transfery	Transfery		Transfery	Przychody
Firmy, banki			Dochód z czynników produkcji	Transfery	Dywidendy, transfery	Transfery		Transfery	Przychody
Rząd	VAT, akcyza, cło, podatki środowisko we **minus** dotacje	Podatki od produkcji (+środ.) **minus** dotacje	Składki na ub. społeczne i inne	PIT i inne podatki dochodowe	CIT, dywidendy			Transfery	Przychody
Kapitałowy				Oszczędności	Oszczędn.	Oszczędn.		Oszczędn.	Oszczędn.
Zagranica	Import			Transfery	Dywidendy	Transfery			Rozchody
RAZEM	Podaż krajowa	Produkcja globalna	Dochody z czynników produkcji	Rozchody	Rozchody	Rozchody	Akumulacja	Rozchody	

2.2 Adaptacja tablicy przepływów międzygałęziowych

Dostosowanie sektora energetycznego

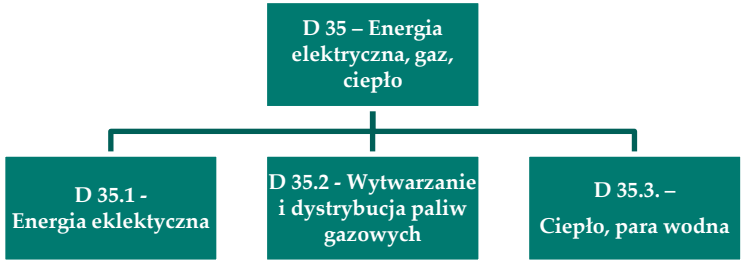
Modele CGE charakteryzują się zapotrzebowaniem na obszerną ilość danych używanych w obliczeniach i kalibracji modelu, a szczegółowa informacja co do struktury różnych agregatów wymaga wykorzystania wielu źródeł danych.

W niniejszym przypadku zostały użyte następujące źródła:

Źródła danych:

- Tablica przepływów międzygałęziowych za 2015 r. (GUS);
- Rachunek podaży i wykorzystania wyrobów i usług w 2015 r. (GUS);
- Podaż i wykorzystanie Energii w 2015 r. w podziale na sektory (Eurostat);
- Sprawozdania F-01, F-02 i Z-12 (GUS);
- Rachunki ekonomiczne środowiska 2018 r. (GUS);
- Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2014-2015 (GUS);
- Sprawozdanie z działalności prezesa Urzędu Regulacji Energetyki w 2015 r. (URE);
- Rachunki narodowe według sektorów i podsektorów instytucjonalnych w latach 2014-2017 (GUS);
- Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2015 r. (GUS);

- W celu dostosowania tablicy *Input – Output* (tablicy przepływów międzygałęziowych) na potrzeby modelu, który uwypukla znaczenie sektora energetycznego, dokonano jego dezagregacji wg poniższego schematu:



- Tablica przepływów międzygałęziowych została zredukowana z początkowych 77 sektorów (PKD) do 61 w celu dostosowania do informacji strukturalnej o sektorowym zużyciu poszczególnych rodzajów energii;
- W kolejnym kroku z sektora energetycznego D35 wyodrębniono 3 podsektory (energię elektryczną – D35.1, gazownictwo – D35.2 i ciepłownictwo D35.3), uzyskując tablicę dla 63 sektorów. Na tym poziomie dezagreacji dokonano dalszych przekształceń i dostosowań danych.
- Finalnie, model operuje na 26 sektorach zagregowanych wg obszarów o zbliżonym profilu działalności.

2.2 Adaptacja tablicy przepływów międzygałęziowych

Tablica finalnej agregacji sektorów w modelu $MOST_{PL}$

	Agregat	Opis sekcji	PKD
1.	A_agri	Rolnictwo	A01, A02, A03
2.	B_coal	Górnictwo węgla	B05
3.	B_mining	Górnictwo ropy i gazy	B06-B09
4.	C_food	Żywność i tytoń	C10-C12
5.	C_textil	Tekstylia	C13-C15
6.	C_wood	Wyroby z drewna	C16-C18, C31-C32
7.	C_oil	Rafinacja ropy	C19
8.	C_chem	Chemia	C20, C22
9.	C_hightech	Farmaceutyki i elektronika	C21, C26-C27
10.	C_rowmat	Metale i wyroby z surowców niemetalicznych	C23-C24
11.	C_other	Wyroby gotowe, naprawa	C25, C33
12.	C_vehic	Maszyny i pojazdy	C28-C30
13.	D_electric	Elektryczność	D35.1
14.	D_gas	Gazownictwo	D35.2
15.	D_heat	Ciepłownictwo	D35.3
16.	E_util	Dostawa wody, gospodarowanie odpadami	E
17.	F_cons	Budownictwo	F
18.	G_trade	Handel hurtowy i detaliczny	G45-G47
19.	H_trans	Transport	H49-H53
20.	I_hotel	Zakwaterowanie i gastronomia	I
21.	J_information	Informacja i telekomunikacja	J58-J63
22.	K_finance	Finanse	K64-K66
23.	L_restate	Nieruchomości	L
24.	M_business	Usługi dla biznesu	M69-M75, N77-N78, N80N82
25.	O_nonmarket	Usługi publiczne, edukacja	O, P, Q86-Q88
26.	R_hholds	Usługi dla gospodarstw domowych	N79, R90-R93, S94-S96, T

2.2 Adaptacja tablicy przepływów międzygałęziowych

Dezagregacja sektora energetycznego oraz dostosowanie pozostałych sekcji gospodarki

Zużycie pośrednie

- Wykorzystanie produktów sektora energetycznego we wszystkich, poza górnictwem i rolnictwem, gałęziach gospodarki zostało przeprowadzone na podstawie zużycia przez nie poszczególnych produktów energetycznych (prądu, gazu i ciepła) wyrażonych w wielkościach fizycznych (TJ) w oparciu o dane Eurostatu;
- Na podstawie danych GUS o bilansie energetycznym została naniesiona korekta w zużyciu produktów z sekcji B-05 (wydobywanie węgla kamiennego i węgla brunatnego), mająca na celu zwiększenie wykorzystania węgla na rzecz energetyki (D35.1) oraz zwiększenie zużycia produktów sekcji B-06_09 (górnictwo ropy naftowej, gazu ziemnego, rud metali) na rzecz subagregatu D35.2. Podobnie skorygowano zużycie wyrobów z sektora rolniczego (A01 i A02), zaopatrujące energetykę w biomasę i drewno.

Wartość dodana

- Wartość dodana w subagregatach energetyki oraz jej elementy składowe zostały wyznaczone na podstawie informacji z mikrodanych sektora przedsiębiorstw (F01 i F02). W analogiczny sposób obliczono wartość podatków od produktów oraz wielkość importu poszczególnych podsektorów z sekcji D;
- Podział pracy na pracowników wykwalifikowanych i niewykwalifikowanych (*skilled* i *unskilled*) we wszystkich sektorach został przeprowadzony na podstawie mikrodanych z badań struktury wynagrodzeń (Z-12 – Sprawozdanie o strukturze wynagrodzeń według zawodów);
- Opłaty od produkcji, takie jak akcyza i podatki środowiskowe oraz subsydia, zostały podzielone na krajowe, zagraniczne – UE i zagraniczne – poza UE. Wartości zostały wyznaczone na podstawie proporcji produkcji krajowej oraz importu do UE i poza UE. Rozbicie na import UE i poza UE zostało przeprowadzone na podstawie rachunku podaży i wykorzystania wyrobów i usług.

Spożycie finalne

- Podział konsumpcji finalnej gospodarstw domowych (w tym, instytucji *non-profit*) oraz rządu na prąd, gaz i ciepło został przeprowadzony na podstawie strukturalnej informacji o wykorzystaniu poszczególnych produktów energetycznych przez gospodarstwa domowe wycenionych średnią ceną za dany produkt energetyczny (dane GUS);
- Nakłady na inwestycje, środki trwałe i zapasy dla gałęzi energetycznych zostały wyznaczone na podstawie struktury zużycia pośredniego energii firm z sekcji C (przetwórstwo przemysłowe), natomiast podział eksportu dokonano na podstawie mikrodanych F01, przyjmując jednocześnie jednakowe struktury podziału na eksport UE – poza-UE, jak w całym agregacie energetycznym.

2.2 Adaptacja tablicy przepływów międzygałęziowych

Korekta danych z rachunków narodowych – dochód mieszany

Dane z rachunków narodowych (rachunki narodowe według sektorów i tablice przepływów międzygałęziowych) zostały skorygowane w odniesieniu do dochodów z pracy i z kapitału**.** W rachunkach narodowych dochody z kapitału zawierają między innymi tzw. **dochód mieszany**. Dochód mieszany to dochód wynikający z prowadzenia działalności gospodarczej w sektorze gospodarstw domowych (np. firmy rodzinne), który zawiera w sobie elementy wynagrodzenia za pracę wykonywaną przez właściciela oraz innych członków gospodarstwa domowego.

W celu wyznaczenia poprawnych, skorygowanych dochodów z pracy i z kapitału dla poszczególnych sektorów, wykorzystano dane z badania mikro-przedsiębiorstw SP-3 (o liczbie pracujących do 9 osób), zawierające informacje o wynagrodzeniach właścicieli i nadwyżce przychodów nad kosztami, przypadających na pojedyncze mikro-przedsiębiorstwo (przybliżenie nadwyżki operacyjnej). Dane te wykorzystano w następujący sposób:

- Dochód mieszany na szczeblu gospodarki został zdefiniowany jako nadwyżka operacyjna brutto w sektorze gospodarstw domowych, pomniejszona o czynsze umowne (z tytułu użytkowania lokali mieszkalnych przez właścicieli);
- Udział wynagrodzeń w dochodzie mieszanym wyznaczono jako relację wynagrodzeń właścicieli przypadających na pojedynczą mikro-firmę w danym sektorze do nadwyżki przychodów nad kosztami na mikro-firmę.
- Wyznaczone w ten sposób proporcje wynagrodzeń z pracy właścicieli mikro-firm i kapitału zastosowano do podziału dochodu mieszanego na poziomie sekcji PKB na właściwe dochody z pracy i dochody z kapitału. Tych samych proporcji użyto do korekty dochodu mieszanego dla gałęzi PKD (poziom 2-cyfrowy) wchodzących w skład danej sekcji;
- Ostatecznie, skorygowane dochody z pracy wyznaczono poprzez dodanie wynagrodzeń z pracy właścicieli mikro-firm do dochodów z pracy (tzn. kosztów związanych z zatrudnieniem) z rachunków narodowych.
- Odpowiednio skorygowane dochody z kapitału uzyskano przez odjęcie od nadwyżki operacyjnej z rachunków narodowych, wynagrodzeń z pracy właścicieli mikro-firm;
- W efekcie, opisana wyżej korekta spowodowała wzrost wynagrodzenia pracy w skali gospodarki o ok. 20% w stosunku do danych z rachunków narodowych i odpowiednio, spadek wynagrodzenia kapitału o ok. 14%.

2.2 Adaptacja tablicy przepływów międzygałęziowych

Podatki dla produkcji, popytu finalnego i handlu zagranicznego, emisyjność gospodarki

W modelu $MOST_{PL}$, analogicznie jak w wielu modelach CGE budowanych dla celów analiz polityki gospodarczej, została odwzorowana szczegółowo struktura systemu podatkowego w Polsce, uwzględniająca podatki i dotacje odnoszące się do produkcji (w szczególności podatki środowiskowe), produktów, popytu finalnego i handlu zagranicznego:

- Podatki i dotacje związane z produkcją, w tym:
  - Podatki z tytułu użytkowania zasobów naturalnych, nakładane na producentów (podatki środowiskowe);
- Podatki i dotacje związane z produktami, w tym:
  - Podatek od wartości dodanej (VAT);
  - Cła i inne opłaty importowe;
  - Podatek akcyzowy;
  - Podatki z tytułu użytkowania zasobów naturalnych nakładane na gospodarstw domowe;
  - Dotacje do produktów.

- Podstawowe źródła danych, wykorzystanych na potrzeby modelu $MOST_{PL}$, tj. rachunki narodowe według sektorów i podsektorów instytucjonalnych, tablice przepływów międzygałęziowych oraz rachunek podaży i wykorzystania wyrobów i usług, nie dostarczają wystarczająco szczegółowego ujęcia podatków, które są wymagane w modelu. Niezbędne było więc skorzystanie z dodatkowych źródeł danych, a następnie ich dostosowanie do bilansów podaży i wykorzystania dóbr, zdefiniowanych w rachunkach narodowych.

Podatki i dotacje związane z produkcją

- Tablice podaży i wykorzystania wyrobów i usług (*Supply and Use Tables, SUT*) oraz bilans przepływów międzygałęziowych (*Input-Output Tables, IO*) uwzględniają jedynie podatki netto (podatki pomniejszone o dotacje). Wektory podatków i dotacji związanych z produkcją uzyskano w następujący sposób:
  - Zagregowane wartości podatków i dotacji zaczerpnięto z publikacji *Rachunki narodowe według sektorów i podsektorów*;
  - Sektorowe wartości podatków od producentów wyznaczono na podstawie *Rachunków ekonomicznych środowiska*, przyjmując, że kategoria podatków związanych z produkcją odpowiada w przybliżeniu podatkom środowiskowym, płaconym przez producentów – podatki środowiskowe są klasyfikowane jako tzw. pozostałe podatki i dotacje związane z produkcją (Rozporządzenie PE i Rady (UE) nr 549/2013 z 21.05.2013 r. ws. europejskiego systemu rachunków narodowych i regionalnych w UE);
- Wielkości dotacji do produkcji dla poszczególnych sekcji wyznaczono na podstawie *Rocznika Statystycznego Przemysłu*, a dotacje do produkcji dla gałęzi innych niż przemysł wyznaczono na podstawie założeń eksperckich.

Podatki i dotacje związane z produktami

- Cła oraz pozostałe opłaty importowe zostały wyznaczone z wykorzystaniem stawek celnych pochodzących z bazy o cłach importowych UE TARIC, które zastosowano w imporcie cif spoza UE według sektorów na podstawie SUT;
- Podatek akcyzowy wyznaczono na podstawie publikacji Wernik A., „Budżet państwa i finanse publiczne w 2015 r.";
- Podatek z tytułu użytkowania zasobów naturalnych, nakładany na gospodarstwa domowe, oszacowano ekspercko na podstawie „Rachunków ekonomicznych środowiska 2018", wykorzystując rozbicie podatków środowiskowych nakładanych na gospodarstwa domowe, transport, energię, zanieczyszczenia i użytkownie zasobów;
- Dotacje do produktów obliczono na podstawie danych o dotacjach przedmiotowych zawartych w „Sprawozdaniu z wykonania budżetu państwa za okres od 1 stycznia do 31 grudnia 2015 r."

2.2 Adaptacja tablicy przepływów międzygałęziowych

Rozwiązania podatkowe w modelu

Podatki w modelu są nakładane w sposób odzwierciedlający funkcje, które pełnią one w odniesieniu do wytwórców dóbr i usług z jednej strony oraz z drugiej strony konsumentów dóbr i usług, włączając w to gospodarstwa domowe, firmy, jednostki sektora finansów publicznych oraz łącznie potraktowanych inwestorów.

- **Podatki i dotacje związane z produkcją** są nakładane na wartość zużytych czynników produkcji (pracy, kapitału, materiałów i surowców). W szczególności, do kategorii tej zaliczają się podatki z tytułu użytkowania zasobów naturalnych. Wartość wytworzonej produkcji jest więc wyceniana w cenach producenta;
- **Podatki i dotacje związane z produktami** (w tym, podatek od wartości dodanej [VAT], cła i inne opłaty importowe, podatek akcyzowy) są nakładane na wyroby i usługi w momencie ich sprzedaży na rynku. Wyroby i usługi, które znalazły się na rynku, są wyceniane w cenach rynkowych (tj. w cenach nabycia);
- W dwóch przypadkach rozwiązania zastosowane w modelu $MOST_{PL}$ różnią się od dość powszechnej praktyki w zakresie modeli CGE:
  - Podatek od wartości dodanej [VAT] jest nakładany wyłącznie na krajowy popyt finalny (spożycie gospodarstw domowych, spożycie sektora finansów publicznych, inwestycje i przyrost zapasów). Unika się w ten sposób stosowanego niekiedy uproszczenia, w którym wszystkie kategorie popytu, w tym zużycia pośredniego, są objęte tymi samymi podatkami pośrednimi, w tym VAT;
  - Marże transportowe i handlowe są ujęte zbiorczo w rachunku przychodów sektorów, odpowiednio, transportu i handlu. W odróżnieniu od alternatywnego rozwiązania, gdy marże te są przypisane do poszczególnych transakcji, pozwala to – zdaniem autorów – lepiej odzwierciedlić skalę obu sektorów w gospodarce, jak również ich znaczenie w propagacji zaburzeń w sieci powiązań międzysektorowych.

Wycena transakcji w tablicy *Input-Output*

- Tablice IO są publikowane przez GUS wyłącznie w cenach bazowych. Dostosowując transakcje do wymagań modelu $MOST_{PL}$, VAT nałożono wyłącznie na elementy krajowego popytu finalnego, natomiast cła i akcyzę nałożono na popyt finalny i pośredni (w przypadku ceł, jedynie na macierz importu). Ponadto, jak wspomniano, przy przejściu na ceny rynkowe nie dokonano redystrybucji sektorowej o marże handlowe i transportowe.

Korekta o reeksport

- Wielkości importu oraz eksportu skorygowane są o tzw. reeksport, czyli pomniejszone o wartości wykorzystania wyrobów i usług pochodzących z importu.

Pozostałe sekcje - bilansowanie tablicy *Input-Output* – algorytm *RAS*

- Głównym celem zastosowania iteracyjnego algorytmu RAS jest zbilansowanie wierszy i kolumn tablicy *Input-Output* w przypadku kiedy poszczególne wartości w komórkach zostały zaktualizowane bądź zmienione (Blait, Miller, 2009);
- Oprócz zastosowania standardowego mechanizmu RAS, dane zostały poddane także bilansowaniu metodą przedstawioną przez D. Friedlandera (1961). Jest ona bardzo podobna do wspomnianej powyżej procedury RAS, przy czym zakłada pewien poziom wiedzy *a priori* o wartościach w poszczególnych komórkach (heterogenicznego poziomu ufności względem jakości oszacowań). Dzięki temu pozwala ona pozostawić niezmienione wartości, co do których pewność oszacowań jest względnie wysoka, a bilansować istniejące różnice, używając głownie transakcji, dla których poziom ufności jest niższy.

2.3 Dostosowanie typów gospodarstw domowych

Typy GD odzwierciedlają m.in. zróżnicowany udział energii w konsumpcji

Dane dla GD opracowano na podst. badań ankietowych z zastosowaniem 3 grup korekt

- Do opracowania danych dla heterogenicznych GD zastosowano dane z Badania Budżetów Gospodarstw Domowych (BBGD, rok 2015) dla konsumpcji oraz Badania Zasobności Gospodarstw Domowych (BZGD, rok 2016) dla dochodów GD;
- Urealnione do 2015 r. dane BZGD charakteryzują się wyższą jakością danych o dochodach netto GD: uwzględniają nadpróbkowanie bogatszych GD, są edytowane dla wątpliwych przypadków, imputowane o brakujące dane oraz zbieżne z faktyczną strukturą demograficzną. Wymagały jednak **1)** imputacji klina podatkowego brutto-brutto, **2)** wyodrębnienia wynagrodzenia pracy przedsiębiorców z uzyskanego dochodu mieszanego (NOB) oraz **3)** przeskalowania do agregatów rachunków narodowych (RN);
- Klin podatkowy obejmujący składki pracownika i pracodawcy oszacowany został przy użyciu funkcji składkowo-podatkowej wyliczającej dla każdej zarobkującej samodzielnie osoby w GD z różnych źródeł indywidualne rodzaje składek oraz podatku PIT oparte o zadeklarowany dochód netto. Wyliczenie podatku PIT uwzględnia dodatkowo wspólne rozliczenie małżonków w oparciu o przepisy podatkowe z 2015 r. W ten sposób oszacowany klin brutto-brutto był zbliżony dla GD pracowniczych do efektywnej stawki z RN sięgającej w 2015 r. 47%;
- Korekta danych z rachunków narodowych dotycząca proporcji podziału dochodów z pracy i z kapitału w rachunku tworzenia dochodów (patrz: *Korekta danych z rachunków narodowych – dochód mieszany*), wpłynęła na rozkład dochodów gospodarstw domowych według źródeł. W efekcie, wynagrodzenia z pracy właścicieli mikro-firm, wydzielone z dochodu mieszanego, zwiększyły dochody z pracy w poszczególnych grupach gospodarstw domowych, głównie samozatrudnionych, zaś o tę samą kwotę zmniejszyły się dochody z kapitału różnych grup gospodarstw domowych. W konsekwencji, efektywne stawki klina podatkowego dla wynagrodzeń uległy wyrównaniu między typami GD;
- Przeskalowanie do agregatów RN oparte było o proporcje dla podsektorów GD z RN przy zachowaniu udziału miasto-wieś.

W $MOST_{PL}$ wyodrębniono 6 typów GD, jako złożenie 2 podziałów: 1) pracownicze, samozatrudnione (w tym samozatrudnienie rolnicze) i pozostałe oraz 2) zamieszkujące miasto (tj. >20tyś. mieszk.) i wieś. Podział terytorialny odzwierciedla różne możliwości dostosowań i substytucji GD, w szczególności między nośnikami energetycznymi.

Konsumpcja gospodarstw domowych oparta o most przejścia między klasyfikacjami oraz przeskalowanie do agregatu

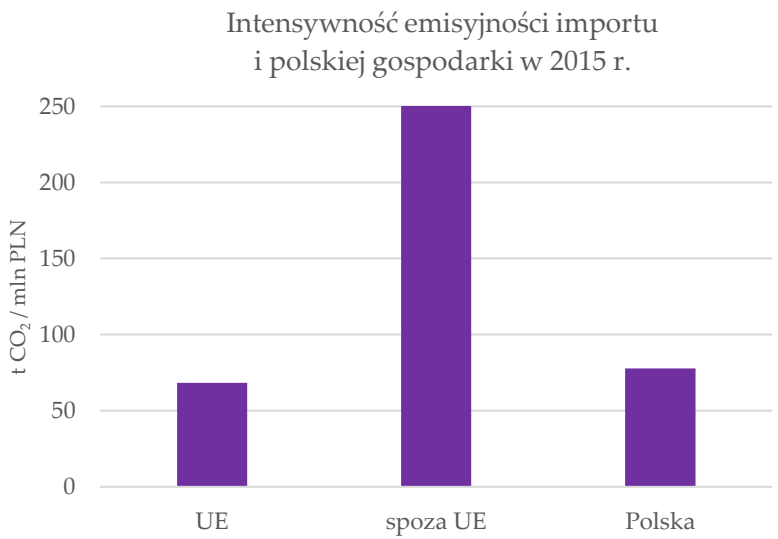
- Dane BBGD o bardziej wiarygodnej strukturze konsumpcji wymagały 1) utworzenia „mostu" przejścia z klasyfikacji konsumpcji COICOP na klasyfikację gałęziową NACE, 2) imputacji mnożników skalujących ankietowe wydatki wg 77 branż NACE do adekwatnych agregatów z RN;
- Most przejścia między klasyfikacjami COICOP oraz NACE opracowano na podstawie eksperckiego przyporządkowania kodów NACE do ok. 340 kategorii COICOP wyszczególnionych w rocznych danych o rozchodach BBGD, dostosowując je do definicji spożycia indywidualnego w rachunkach narodowych;
- Po dokonaniu korekt zagregowana wartość konsumpcji wg NACE z badania ankietowego wyniosła 47% agregatu RN przed imputacją mnożników skalujących mających na celu podniesienie agregatu do 100% RN;
- Większość kategorii stanowiących wysoki udział w konsumpcji GD albo została skorygowana o ujednolicony wskaźnik 1,1, albo mnożnik był względnie niewielki, tj. < 2, tzn. żywność, odzież i obuwie czy koszty mieszkania.

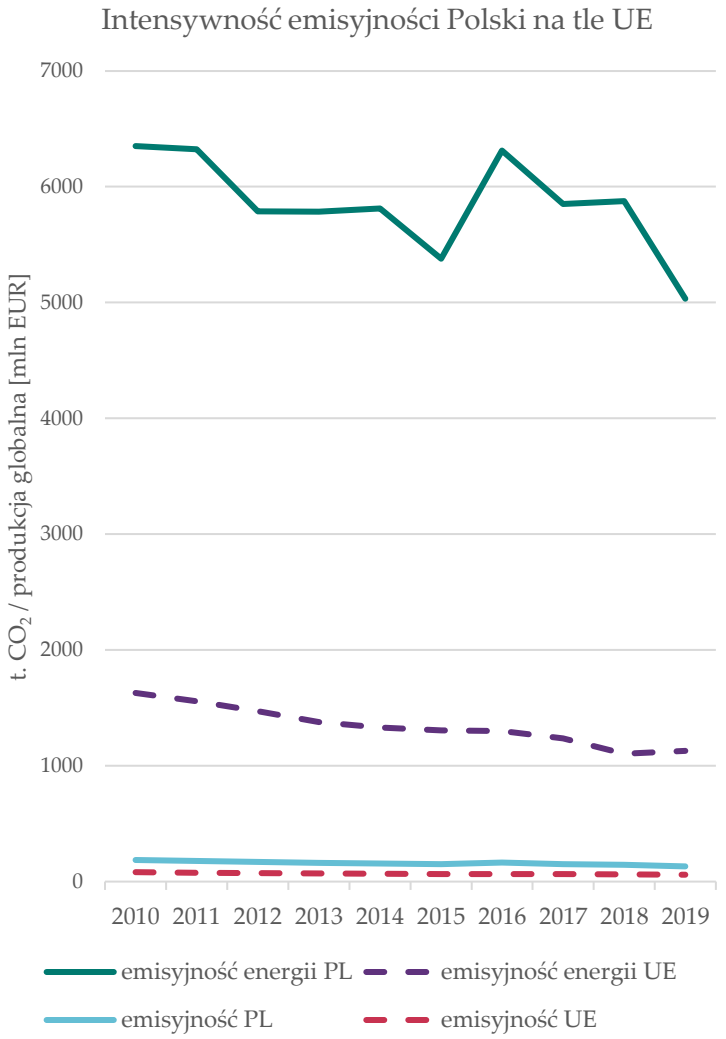
2.4 Emisyjność gospodarki

Emisje CO_2 w gospodarce krajowej i pochodzące z importu

Model $MOST_{PL}$ pozwala na analizę nie tylko ekonomicznych konsekwencji zmian różnego rodzaju polityk, ale również na ocenę efektów zewnętrznych, które wynikają z emisyjności GHG polskiej gospodarki. Model uwzględnienia zatem wielkości emisji dwutlenku węgla (CO_2) przez poszczególne gałęzie.

- Informacje o emisjach sektorowych w gospodarce krajowej oraz produkcji globalnej pochodzą z Eurostatu i zostały dostosowane do istniejącej agregacji w modelu $MOST_{PL}$;
- Intensywność emisyjności została obliczona na podstawie relacji emisji w tonach CO_2 do produkcji globalnej;
- Emisje, których źródłem jest import pochodzą z bazy danych OECD (*Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade*) dla 2015 r.;





$MOST_{PL}$ – ZAR/Departament Analiz Ekonomicznych/NBP

Rozdział 3

Elastyczności substytucji do modelu $MOST_{PL}$

3.1 Elastyczności dla produkcji i handlu zagranicznego

3.2 Wyznaczenie elastyczności dla produkcji i handlu zagranicznego do modelu

3.3 Wyznaczenie elastyczności dla gospodarstw domowych

3.1 Elastyczności substytucji dla produkcji i handlu zagranicznego

Elastyczności substytucji dla produkcji i handlu zagranicznego w modelu $MOST_{PL}$ – ogólne informacje

Ważną cześć zbioru parametrów, wykorzystywanych w modelu $MOST_{PL}$, stanowią elastyczności substytucji, tj. parametry, których wartości wyrażają intensywność, z jaką modelowane kategorie ekonomiczne są wzajemnie zastępowalne, w reakcji na zmiany cen względnych.

Elastyczności substytucji występują w szeregu równań modelu, wykorzystujących funkcje produkcji, użyteczności etc., które w przypadku modelu $MOST_{PL}$ mają formalną postać funkcji CES.

Modelowanie procesów substytucji ma, charakter wzajemnie powiązanych i hierarchicznie zorganizowanych zależności (kolejne zagnieżdżenia funkcji CES). Dla każdego mechanizmu substytucji modelowanych za pomocą funkcji CES niezbędne jest zdefiniowanie wartości parametru elastyczności substytucji, który nie może być obliczony na podstawie innych elementów bazy danych do modelu (np. macierzy SAM).

Zwykle wartości parametrów elastyczności substytucji do modeli CGE są ustalane na podstawie doświadczeń innych modeli tej klasy, specjalistycznych analiz (np. dotyczących wzajemnej substytucji nośników energii) czy też – raczej rzadko – estymacji ekonometrycznej wartości tych parametrów na potrzeby konkretnego modelu CGE.

W modelu $MOST_{PL}$ wykorzystuje się elastyczności substytucji w ramach zagnieżdżonej funkcji produkcji (potencjalnie odmienne dla 26 sektorów):

- wartością dodaną a zużyciem pośrednim;
- nakładami pracy a nakładami kapitału;
- nakładami pracy wysoko- a nakładami pracy niskokwalifikowanej;
- nakładami energii a nakładami materiałów nieenergetycznych;
- nakładami materiałów nieenergetycznych (wzajemna substytucja);
- nakładami nośników energii (wzajemna substytucja).

Podobnie w równaniach wymiany handlowej (importu – Armington, oraz eksportu – CET, potencjalnie odmienne dla 26 produktów) pomiędzy:

- produkcją przeznaczoną na rynek krajowy a importem;
- importem z Unii Europejskiej (UE) a importem spoza UE;
- produkcją przeznaczoną na rynek krajowy a eksportem;
- eksportem do Unii Europejskiej (UE) a eksportem poza UE.

3.2 Wyznaczenie elastyczności dla produkcji i handlu zagranicznego

Wyznaczenie elastyczności dla produkcji i handlu zagranicznego - metodyka

Zgodnie z podejściem dominującym w nurcie zastosowań modeli CGE, wartości parametrów elastyczności substytucji do modelu $MOST_{PL}$ zostały ustalone na podstawie wielu źródeł, a w szczególności opisanych w literaturze doświadczeń innych modeli CGE, jak również prac przeglądowych, zwłaszcza o charakterze metaanaliz i badań innych autorów, przeprowadzonych z wykorzystaniem specjalistycznych baz danych.

Dobór wartości parametrów elastyczności substytucji (*Elasticity of Substitution* - EoS) ma więc z natury charakter eklektyczny, co odzwierciedla obecne w literaturze dotyczącej zastosowań modeli CGE:

- znaczne różnice wartości liczbowych oszacowanych współczynników elastyczności substytucji (EoS) i często słabe ich własności statystyczne (jeśli pochodzą z estymacji ekonometrycznej);
- istotne zróżnicowanie struktury zagnieżdżeń (ang. *nests*) w bloku produkcji w poszczególnych modelach CGE;
- krótko- lub długookresowy charakter używanych w literaturze CGE elastyczności substytucji, co nie zawsze jest w sposób jawny komunikowane.

Jednocześnie w literaturze (np. Hillberry i Hummels, 2013, McDaniel *et al.*, 2002) przeważa pogląd, że konstrukcja i koncepcja działania modeli CGE wymaga długookresowych EoS. Oznacza to zwykle większe (*ceteris paribus*) wartości elastyczności substytucji, co odpowiada rosnącym wraz z wydłużaniem horyzontu czasu możliwościom podmiotów gospodarczych, by dostosowywać popyty na dobra lub podaże różnych dóbr do zmian ich cen względnych (np. w przypadku producentów – zmiany proporcji nakładów czynników produkcji, w przypadku konsumentów – zmiany koszyka spożywanych towarów i usług). Pomimo staranności w doborze parametrów elastyczności substytucji są one obarczone istotną niepewnością.

Wartości parametrów elastyczności substytucji do modelu $MOST_{PL}$ dla poszczególnych kategorii ekonomicznych zostały ustalone w następujący sposób:

Elastyczności substytucji między nakładami pracy a nakładami kapitału

- Przyjęto za pracami przeglądowymi np. Sue Wing (2013), Knoblach *et al.* (2016), Shen i Whalley (2013) i Muck (2017), że przeciętna EoS dla pracy i kapitału powinna być mniejsza od 1 i mieścić się orientacyjnie w przedziale 0,6 – 0,9;
- Sektorowe wartości EoS krajów dla przemysłu przetwórczego zostały wyznaczone z wykorzystaniem wyników przedstawionych w pracy przeglądowej Claro (2012);
- Elastyczności dla pozostałych gałęzi gospodarki wyznaczono ekspercko.

Elastyczności substytucji między wartością dodaną a zużyciem pośrednim

- Wyznaczono ekspercko, trzymając się praktycznej reguły, zaczerpniętej z literatury Lee et al. (1994), Burniaux i Truong (2002), że EoS przyjmują zwykle wyższe wartości dla kolejnych (bardziej zdezagregowanych) poziomów zagnieżdżenia funkcji CES;
- W przypadku modelu $MOST_{PL}$ założono, że EoS między wartością dodaną a zużyciem pośrednim stanowią 30% – 50% poziomów przyjętych w przypadku EoS dla nakładów pracy a nakładów kapitału.

Wyznaczenie elastyczności dla produkcji – metodyka cd.

Elastyczności substytucji między nakładami energii a nakładami materiałów nieenergetycznych

- Za pracą: Deininger *et al.* (2018) założono gałęziowe zróżnicowanie EoS w zależności od energochłonności gałęzi produkcji, od wartości najniższych dla sekcji mniej energochłonnych do najwyższych dla sekcji wysoko energochłonnych.

Elastyczności substytucji między nakładami pracy wysoko- a nakładami pracy niskokwalifikowanej

- Za metaanalizą badań substytucji pracy o różnym stopniu wykwalifikowania (Havranek *et al.*, 2020) przyjęto, że przeciętna EoS wynosi ok. 0,7 (w przedziale 0,21-1,22, z prawdopodobieństwem 95%);
- EoS dla poszczególnych sektorów mają charakter ekspercki, z częściowym wykorzystaniem oszacowań z pracy Antoszewski (2019).

Elastyczności substytucji między nakładami materiałów nieenergetycznych

- EoS dla wzajemnej substytucji materiałów nieenergetycznych założono na poziomie 0,1 dla wszystkich gałęzi (co w przybliżeniu oznacza pełną komplementarność), co jest zgodne z wynikami estymacji mikroekonometrycznych (np. Atalay, 2017), a także z praktyką dość często stosowaną w modelach CGE (np. Ross *et al.*, 2005, HMRC, 2013, Christensen, 2015, Antoszewski *et al.*, 2015).

Elastyczności substytucji między nakładami nośników energii

- EoS dla wzajemnej substytucji nośników energii przyjęto za Stern (2012), uzupełniając o własny ekspercki szacunek dla wytwarzania ciepła, z korektą wartości poszczególnych EoS w górę, co obrazuje coraz większą substytucyjność źródeł energii w Polsce w ostatnich latach, w reakcji na zmiany cen ich wytwarzania;
- Dla gałęzi wytwarzających produkty inne niż nośniki energii, za podstawę EoS przyjęto elastyczności substytucji użyte w używanym przez *U.S. Environmental Protection Agency* modelu SAGE (Marten, *et al.*, 2019), gdzie z kolei wykorzystuje się często cytowaną pracę przeglądową Serletis *et al.* (2010).

Wyznaczenie elastyczności dla handlu zagranicznego – metodyka cd.

Elastyczności substytucji między produkcją przeznaczoną na rynek krajowy a importem

- Przyjęto za pracą przeglądową: Bajzik *et al.* (2019), że przeciętna EoS wynosi dla Polski 3 (1,7-4,3, z 95% przedziałem ufności);
- Do wyznaczenia gałęziowych EoS wykorzystano bazę różnych elastyczności dotyczących handlu zagranicznego wyestymowanych przez Columbia University dla wielu krajów świata, w tym Polski (3-cyfrowy poziom klasyfikacji handlu zagranicznego), zaś brakujące EoS wyznaczono ekspercko.

Elastyczności substytucji między importem z Unii Europejskiej (UE) a importem spoza UE

- Przyjęto za: Hillberry i Hummels (2013), że EoS na tym poziomie zagnieżdżenia są znacznie większe niż w przypadku substytucji produkcji przeznaczonej na rynek krajowy a importem;
- W przypadku modelu $MOST_{PL}$ przyjęto, że wszystkie gałęziowe EoS są podwojone w stosunku do elastyczności substytucji między produkcją przeznaczoną na rynek krajowy a importem, jak w znanych modelach GTAP czy MONASH, cytowanych w Hillberry i Hummels (2013).

Elastyczności transformacji między eksportem do Unii Europejskiej (UE) a eksportem poza UE

- Podobnie jak w przypadku funkcji Armingtona dla produkcji krajowej i importu, przyjęto, że EoT (*Elasticity of Transformation*) powinny być dla tego poziomu zagnieżdżenia znacznie wyższe niż dla wyboru między produkcją przeznaczoną na rynek krajowy a eksportem ogółem;
- Dla uproszczenia przyjęto dla wszystkich gałęzi mnożnik 2, jak w przypadku importu. Oznacza to przyjęcie założenia, że polscy eksporterzy silnie reagują na zmianę relacji cen UE vs spoza UE.

Elastyczności transformacji między produkcją przeznaczoną na rynek krajowy a eksportem

- Literatura podpowiada zbliżone wartości EoT w stosunku do EoS dla funkcji Armingtona (np. Marten, *et al.*, 2019 dla modelu SAGE, Duarte *et al.*, 2016 w modelu dla Hiszpanii);
- Biorąc pod uwagę dodatnie saldo handlowe Polski w ostatnich latach i raczej cenowy charakter przewag konkurencyjnych Polski, przyjęto, że przeciętne EoT powinno być zbliżone do przeciętnego EoS;
- Wartości EoT dla poszczególnych sektorów wyznaczono ekspercko, w szczególności zakładając relatywnie wysokie wartości dla tych sektorów, gdzie Polska notuje znaczne nadwyżki handlowe.

3.3 Wyznaczenie elastyczności dla gospodarstw domowych

Wyznaczenie elastyczności dla gospodarstw domowych - metodyka

Substytucyjność na najniższych poziomach agregacji CES

- **Elastyczności substytucji między dobrami i usługami substytucyjnymi a komplementarnymi**
  - EoS dla konsumpcji dóbr i usług z poszczególnych sektorów oparte są o ocenę ekspercką, z dodatkowym wykorzystaniem oszacowań z pracy Ho (2019) oraz Gohin (2005);
  - Założono elastyczności substytucji bliskie 1, na co mogą wskazywać względnie stałe relacje wydatków na wyszczególnione grupy dóbr i usług w BBGD w decylowych grupach dochodowych od 1 do 9;
  - Zróżnicowano typ substytucji (pomiędzy subagregatem dóbr komplementarnych i substytucyjnych) dla dóbr nietrwałych (za Ho, 2019 oraz na podstawie eksperckiego oszacowania), przyjmując substytucyjność dla GD samozatrudnionych oraz komplementarność dla pozostałych GD;
  - Dla grupy przedsiębiorców i rolników, ze względu na wysoce prawdopodobne połączenie konsumpcji prywatnej z kosztami działalności gospodarczej, założono ekspercko substytucyjność;
  - Przyjęto eksperckie, generalne założenie, że poza miastem substytucyjność jest mniejsza, a komplementarność jest wyższa.
- **Elastyczności substytucji między publicznymi a prywatnymi środkami transportu**
  - Za pracą Ho (2019) przyjęto komplementarność dla GD pracowników i pozostałych na poziomie ok 0,5;
  - Na podst. oceny eksperckiej przyjęto substytucyjność dla GD przedsiębiorców i rolników, przy założeniu realnie niewielkiego wykorzystania środków transportu publicznego przez tę grupę. Założono większą substytucyjność w miastach niż na wsiach z racji szerszego zakresu środków transportu i sieci dróg.

Substytucyjność na pośrednich poziomach agregacji CES

- **Elastyczności substytucji między wydatkami na energię a kosztami mieszkania**
  - Za pracą Ho (2019) przyjęto komplementarność: wysoką dla GD pracowników oraz pozostałych (na poz. 0,1-0,3) oraz mniejszą dla GD przedsiębiorców i rolników (0,6-0,8) - tę ostatnią na podstawie oszacowania eksperckiego;
  - Oszacowanie eksperckie zakłada większą substytucyjność różnych typów technologii dla wykorzystania nośników energii przez GD samozatrudnionych, szczególnie na terenach wiejskich.
- **Elastyczności substytucji między wydatkami na dobra konsumpcyjne trwałe, nietrwałe i wydatkami na środki transportu (tj. niezwiązane z mieszkaniem)**
  - EoS przyjęto na poziomie między słabą komplementarnością a słabą substytucyjnością, częściowo za pracą Ho (2019), a częściowo na podstawie oszacowania eksperckiego.

Substytucyjność na najwyższym poziomie agregacji CES

- **Elastyczności substytucji między wydatkami związanymi z mieszkaniem a pozostałymi**
  - Za pracą Ho (2019) oraz Gohin (2005) przyjęto komplementarność: na podstawie oszacowania eksperckiego nieco wyższą w miastach i odpowiednio niższą na terenach pozamiejskich.

Rozdział 4

Symulacje efektów systemu ETS

4.1 Unijny system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS)

4.2 Symulacja I – brak darmowych pozwoleń na emisję

4.3 Symulacja II – brak zmian cen uprawnień do emisji

4.4 Symulacja III – ceny stałe i bezpłatne uprawnienia

4.1 Unijny system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS)

Syntetyczny opis systemu ETS

Unijny system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS, ang. *Emissions Trading System***)** został opracowany w odpowiedzi na potrzeby zredukowania emisji gazów cieplarnianych (ang. *greenhouse gases*) do atmosfery przez sektory charakteryzujące się wysoką emisją zanieczyszczeń w procesie produkcyjnym.

- ETS jest podstawowym narzędziem UE do redukcji emisji gazów cieplarnianych pochodzących głównie z sektora energetycznego i przemysłu, poprzez ograniczenie bezpłatnych uprawnień do emisji oraz handel nimi. Powinien on mobilizować pośrednio firmy do inwestycji w niskoemisyjne rozwiązania, kiedy nowe technologie, gwarantujące zredukowane emisje stają się bardziej opłacalne niż zakupy kolejnych pozwoleń;
- Firmy mogą nabywać uprawnienia do emisji bezpośrednio lub handlować nimi na rynku wtórnym. Uprawnienia EUA – dla instalacji naziemnych i EUAA – dla statków powietrznych (ang. *European Union Allowances* i *European Union Aviation Allowances*) firmy mogą zakupywać na rynku pierwotnym m. in. na unijnej platformie EEX, a także odkupywać bądź odsprzedawać je innym podmiotom;
- Więcej na temat Europejskiego Systemu Handlu Emisjami można znaleźć pod adresami:
  - Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE)
  - *EU ETS Handbook*
  - *EU Emission Trading System* – informacja ogólna

Skrótowy opis instalacji i przyporządkowanie ich do odpowiednich sekcji obrazuje tabela obok.

Działalność	PKD	Agregat
Spalanie paliw	D 35.1	D_energy
	D35.2	D_gas
	D35.3	D_heat
Rafinacja oleju mineralnego	C 19.2	C_oil
Produkcja koksu	C 19.1	C_oil
Produkcja lub obróbka metali nieżelaznych	C 24.1 / C 24.5 / C 24.54	C_rowmat
Produkcja wełny mineralnej	C 23.99	C_rowmat
Produkcja papieru i kartonu	C 17.1 / C 17.12	C_wood
Produkcja chemikaliów na skalę masową	C 20.14/ C 20.16 / C 20.17	C_chem
Lotnictwo	H51	H_trans
Produkcja oraz przetwarzanie metali żelaznych	C 24.1 / C 24.2 / C 24.3	C_rowmat
Produkcja szkła	C 23.1	C_rowmat
Produkcja gipsu lub płyt gipsowo-kartonowych	C 23.2	C_rowmat
Produkcja kwasu azotowego	C 20.15	C_chem
Prod. sody kalcynowanej i wodorowęglan sodu	C 20.13	C_chem
Prażenie lub spiekanie rud metali	C 24.1	C_rowmat
Produkcja surówki żelaza lub stali	C 24.1	C_rowmat
Produkcja klinkieru cementowego	C 23.51	C_rowmat
Prod. wapna lub kalcynacja dolomitu/magnezytu	C 23.52	C_rowmat
Produkcja ceramiki	C 23.31	C_rowmat
Produkcja sadzy	C 20.13	C_chem
Produkcja amoniaku	C 20.15	C_chem

4.1 Unijny system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS)

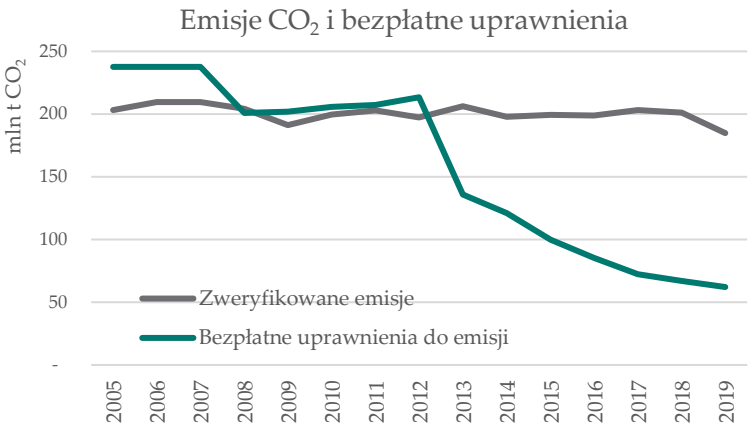
Dane o emisyjności i ceny uprawnień

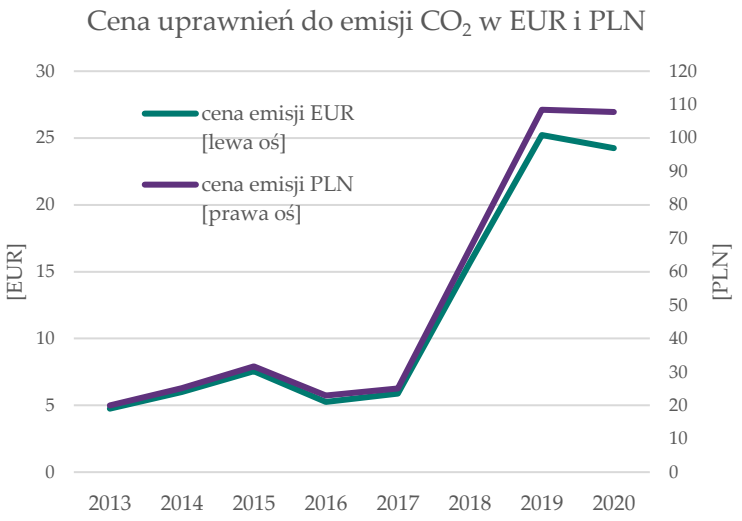
Dane o emisyjności polskiej gospodarki pochodzą z Europejskiej Agencji Środowiska (*European Environmental Agency*). Baza zawiera szczegółowe informacje dotyczące emisji pochodzących z instalacji objętych systemem EU ETS w latach 2005-2019. Zbiór zawiera także informacje o przyznanych bezpłatnych emisjach z tytułu:

- Art. 10c dyrektywy EU ETS, który przewiduje przyznawanie bezpłatnych uprawnień do emisji dla sektora elektroenergetycznego (derogacje dla elektroenergetyki) w latach 2013-2020 w systemie spadkowym od 70% do 0% w 2020 r., pomimo, iż co do zasady nie przydziela się bezpłatnych emisji wytwórcom energii. W ten sposób zaoszczędzone środki powinny trafić na modernizację instalacji w celu redukcji przyszłych emisji GHG.
- Na podstawie art. 10a dyrektywy EU ETS firmom przemysłowym objętych systemem ETS przysługują bezpłatne udziały na podstawie *benchmarków*, które określane są na podstawie 10% najbardziej efektywnych instalacji. Taki system z założenia ma premiować produkcję niskoemisyjną oraz zachęcać do inwestowania w nowe, niskoemisyjne technologie.
- Art. 10a pkt. 7 przewiduje zwolnienia dla firm przemysłowych, które są nowymi uczestnikami systemu.

Wycena emisji oparta jest o dane pochodzące z European Energy Exchange. Przyjmowana jest średnia cena emisji tony CO_2 dla całego roku na polskich aukcjach (w EUR), a następnie przeliczana po średnim rocznym kursie NBP dla pary EUR/PLN.

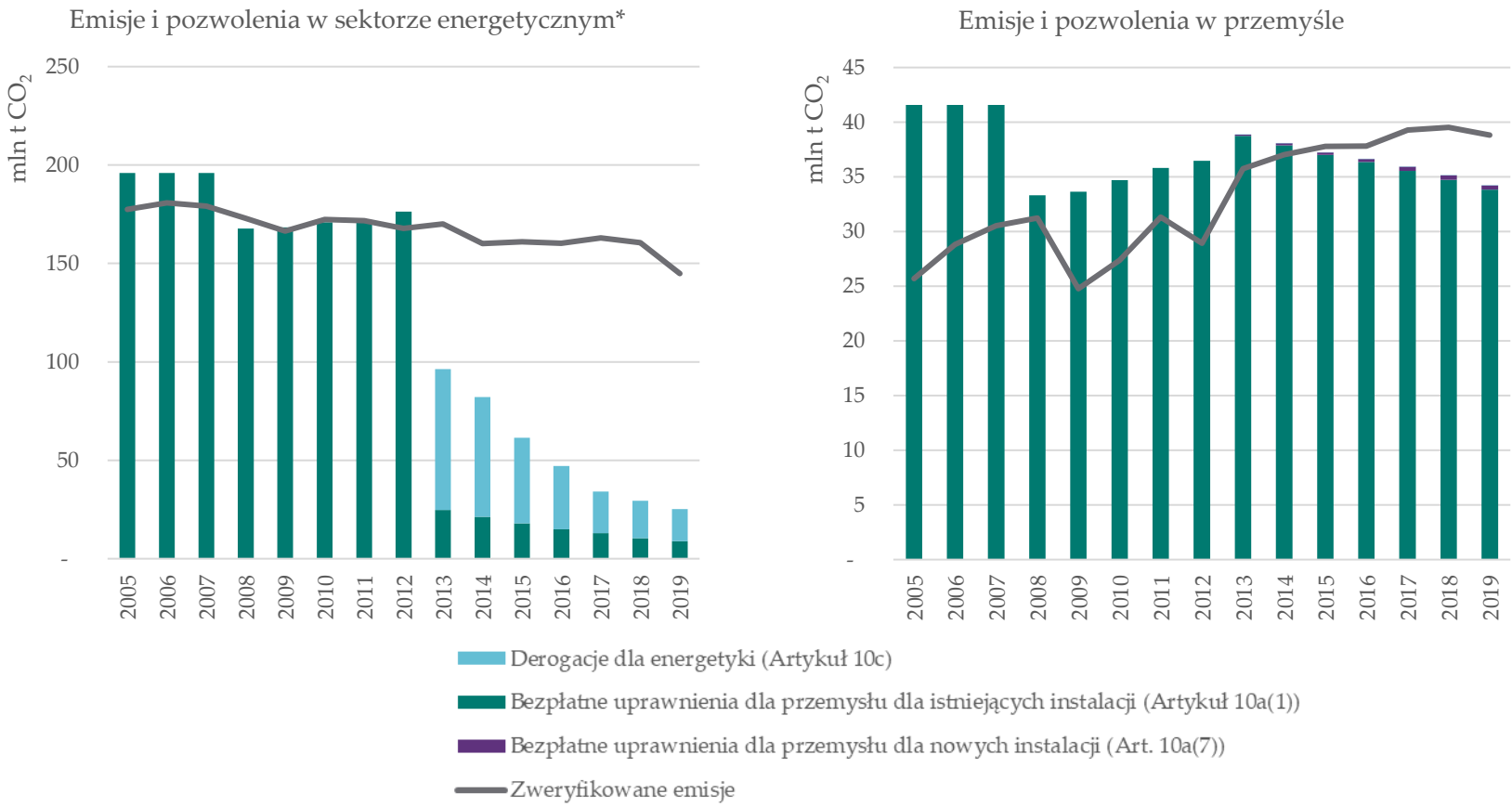
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kurs EUR/PLN	4,20	4,19	4,18	4,36	4,26	4,26	4,30
Cena EUA (w EUR)	4,76	6,01	7,56	5,25	5,88	15,66	25,22





4.1 Unijny system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS)

Emisje CO_2 w energetyce oraz sektorach objętych systemem ETS



*Uwaga: emisje zaprezentowane na wykresie dot. sektora energetycznego zaliczają się do kategorii *spalanie paliw*, które w całości zostały przypisane temu sektorowi (D) ze względu na większościowy udział w tej kategorii.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Europejskiej Agencji Środowiska

4.1 Unijny system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS)

Scenariusze symulacji ETS

W modelu $MOST_{PL}$ wykonano symulacje trzech scenariuszy kontrfaktycznych zmian zachodzących w systemie ETS. Dla zaprezentowanych poniżej szoków przyjęto wspólne założenia:

- Dane o emisjach CO_2 pochodzą z Europejskiej Agencji Środowiska. Jako emisję sektora przyjęto emisje CO_2 zweryfikowane przez niezależne źródła (alternatywą jest przyjęcie emisji raportowanych przez same podmioty);
- Darmowe / umorzone pozwolenia dotyczą energetyki (derogacje, art. 10c), bezpłatne pozwolenia wg *benchmarków* dla przemysłu (art. 10a) oraz bezpłatne umorzenia dla nowych uczestników systemu (art. 10a pkt. 7);
- Kategoria *spalanie paliw*, która jest objęta systemem ETS została w całości przypisana do sektora energetycznego (D);
- Wycena umorzonych i zapłaconych emisji została przeprowadzona na podstawie średnich cen pozwoleń w danym roku na giełdzie EEX na aukcjach organizowanych przez Polskę. Ceny pozwoleń na emisję przeliczono natomiast po średnim kursie NBP dla pary walutowej EUR/PLN w danym roku;
- Ceny pozwoleń na emisje zostały urealnione tj. przeliczone na ceny stałe, dla których bazowym rokiem był 2015;
- Produkcja globalna danego sektora, do której szok bezpośrednio się odnosi również została wyceniona w cenach stałych dla 2015 r.;
- Jako początek symulacji wybrano rok 2013, kiedy system ETS zaczął generować efektywne koszty dla objętych nim gałęzi polskiej gospodarki. W konsekwencji na model nakładano skumulowane szoki, narastające addytywnie w latach 2013-2019.

Scenariusz I

W scenariuszu pierwszym przyjęto założenie, że firmy będące uczestnikami systemu ETS są zobowiązane do opłacenia całej wielkości emisji, jaką wyemitowały w latach 2013-2019. Część pozostającą do zapłaty, która jest *de facto* szokiem w niniejszym scenariuszu obliczono poprzez wycenę całości emisji w danym roku dla każdego sektora (po bieżącej średniej cenie emisji za dany rok) i odejmując od nich wielkości faktycznie opłaconych emisji. Firmy zatem muszą dopłacić za pozostałe emisje, które zostały im umorzone, bądź na które posiadały darmowe certyfikaty. Symulacja ta odpowiada na pytanie, jak duże znaczenie ekonomiczne mają darmowe pozwolenia na emisje.

Scenariusz II

Scenariusz drugi zakłada, że ceny uprawnień do emisji w systemie ETS pozostają niezmienne przez cały okres 2013-2019 na poziomie z 2013 r. Ustaleniu ulega cena emisji w EUR, zatem efektywnie będzie się ona nieznacznie zmieniać ze względu na (niewielkie w tym okresie) zmiany kursu walutowego i deflatora PKB. Dodatkowo, usztywnienie cen pozwoleń ETS oznacza, że zmianie ulegają również ceny dóbr sektorów ETS importowanych z UE. Aproksymowane są one przez symulowany w modelu wzrost cen analogicznych sektorów w Polsce skorygowany o relacje emisyjności sektora energetycznego UE i Polski. W scenariuszu tym firmy nie muszą opłacać dodatkowych emisji, zmienia się jedynie wartość księgowa pozwoleń faktycznie zapłaconych. W dalszej części prezentowane są odwrócone wyniki symulacji odpowiadające na pytanie, jakie są ekonomiczne skutki wzrostu cen uprawnień ETS, który miał miejsce faktycznie w okresie 2013-2019 w porównaniu do sytuacji bez takiego wzrostu cen.

Scenariusz III

Scenariusz trzeci polega na ustaleniu cen emisji w systemie ETS na poziomie z 2013 r. (Scenariusz II) przy jednoczesnym pozostawianiu darmowych uprawnień do emisji na poziomie z 2013 r. (czyli nie uwzględniając ich spadku, który faktycznie miał miejsce w okresie 2013-2019). Symulacja pozwala otrzymać odpowiedź na pytanie, jakie są ekonomiczne skutki jednoczesnego wzrostu cen uprawnień ETS i spadku darmowych uprawnień do emisji w okresie 2013-2019.

4.2 Symulacja I – brak darmowych pozwoleń na emisję

Wyniki symulacji kontrfaktycznej, skumulowane dla okresu 2013-2019

type	GDP	C	Investment	G	Export	Import
real	-0.14	-1.06	4.26	5.53	-3.23	-0.22
def	0.00	0.22	0.05	-0.13	0.00	0.00

grouping	Y	p_prod	Import	p	VA	L	K	C	I	Export	co2_dom	co2_imp
total	-0.9	0.3	-0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	-1.1	4.3	-3.2	-13.3	0.7
agriculture	0.3	-0.5	-0.9	-0.4	0.5	0.2	0.7	-0.7	4.8	1.2	0.3	-0.9
industry	-3.8	1.6	-0.1	1.5	-3.3	-3.8	-2.8	-1.6	3.9	-5.0	-17.1	1.0
market	0.3	-0.4	-0.6	-0.5	0.3	-0.3	0.7	-0.6	4.5	0.5	-0.3	-1.0
non-market	3.5	-0.2	0.9	-0.2	3.7	3.6	3.9	-1.0	4.6	2.6	2.8	0.1
ets	-5.3	2.5	0.5	2.3	-4.2	-4.7	-3.9	-2.9	4.2	-8.6	-16.6	2.3
en-intense	-2.5	1.5	-0.4	1.1	-0.5	0.5	-1.7	-1.8	4.4	-10.9	-16.7	1.4
coal	-6.4	0.2	-6.2	0.2	-6.0	-6.5	-4.5	2.1	0.0	-6.6	-6.4	-6.2
electric	-7.8	14.4	17.6	14.5	-7.4	-9.0	-7.0	-7.8	0.0	-15.7	-20.0	17.6
gas	-0.7	0.7	0.6	0.7	-0.6	-1.0	-0.4	1.1	0.0	-1.3	-1.6	0.6

type	C	energy	H_inc	p
total	-1.1	-4.2	-0.8	0.22
EMP	-0.7	-3.1	-0.5	0.22
OTH	-0.9	-2.3	-0.5	0.43
SELF	-1.7	-7.5	-1.6	0.08
NURB	-1.3	-5.1	-1.1	0.23
URB	-0.8	-3.3	-0.6	0.21

skill	wages	employment
UNSKILL	-1.1	0.0
SKILL	0.4	0.0

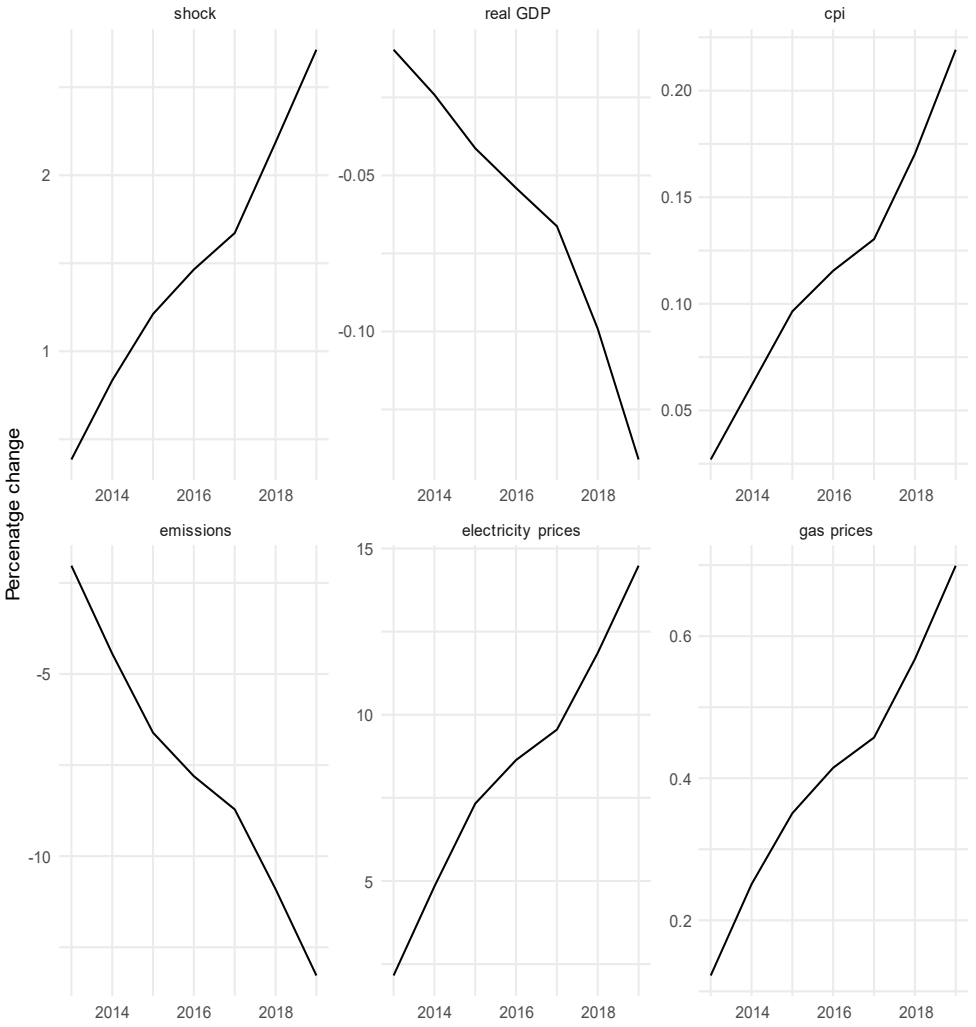
region	Exr	Exports	Imports	NX
ROW_EU	0.0	-3.3	0.1	-21.3
ROE_NEU	0.0	-3.0	-1.0	6.2

- Domknięcie modelu – długookresowe;
- Symulacja oznacza wzrost kosztów produkcji sektorów ETS;
- Efekty makroekonomiczne są względnie niewielkie – niższa konsumpcja i eksport, ale środki z pozwoleń zwiększają G, a zwiększone oszczędności (głównie zagranicy) – inwestycje, co łącznie przekłada się na nieznacznie niższy PKB;
- Efekty sektorowe są znaczne – produkcja w sektorach ETS i sektorach z wysokim użyciem energii spada, czemu towarzyszy silny wzrost cen i wzrost importu (spadek importu dotyczy głownie obszaru spoza UE, częściowo dzięki surowcom energetycznym);
- Następuje realokacja czynników produkcji w stronę usług nierynkowych, w konsekwencji wynagrodzenie pracy wysokokwalifikowanej rośnie, a niskokwalifikowanej maleje;
- Zwiększone koszty produkcji w przemyśle prowadzą do spadku eksportu dóbr przemysłowych;
- Mimo znacznych wzrostów cen w przemyśle, w szczególności w działach ETS, wzrost cen konsumpcyjnych jest nieznacznie powyżej (0,22 pp.) wzrostu ogólnego poziomu cen. Jest on najsilniej odczuwany w gospodarstwach pozostałych (w dużej mierze emeryckich);
- Konsekwencją konieczności opłacenia przez sektory ETS pełnych kosztów emisji CO_2 jest ich spadek o 13,3%, czemu towarzyszy nieznaczne „wypchnięcie" części emisji poza granice kraju.

4.2 Symulacja I – brak darmowych pozwoleń na emisję

Wyniki symulacji kontrfaktycznej dla głównych zmiennych, dla okresu 2013-2019 (skumulowane)

- Hipotetyczne koszty związane z rezygnacją z darmowych pozwoleń na emisje są w miarę równomiernie rozłożone w czasie (ich znaczenie nieco rośnie pod koniec okresu symulacji);
- W podobny sposób kształtuje się rozkład w czasie głównych efektów wzrostu obciążeń systemem ETS dla sektora przedsiębiorstw.
- Skutki gospodarcze:
  - Silny wzrost cen produkcji energii elektrycznej i ciepła (łącznie o ok. 11%-14%), jak również w nieco mniejszym stopniu w innych gałęziach ETS;
  - Efekty dla cen konsumpcyjnych (CPI) są ograniczone (uwaga – model nie uwzględnia potencjalnego wzrostu ogólnego poziomu cen nie wynikającego ze zmiany cen relatywnych);
  - Ograniczenie krajowej aktywności gospodarczej sektorów ETS powoduje wzrost importu produktów tych sektorów oraz przeniesienie się popytu na inne sektory. W konsekwencji ścieżka PKB jest nieznacznie niższa, niż w rozwiązaniu bazowym;
  - Następuje wyraźny spadek emisji, wskutek ograniczenia aktywności wysokoemisyjnych sektorów.



4.2 $MOST_{PL}$ vs. model cenowy Leontiefa

Porównanie efektów cenowych symulacji braku darmowych pozwoleń na emisje (scenariusz I)

- Istnieje możliwość porównania wyników (w zakresie zmian cen) modelu $MOST_{PL}$ z dużo prostszym modelem cenowym Leontiefa. Porównanie to pokazuje znaczenie mechanizmów modelowych na tle prostego modelu kształtowania się cen relatywnych w gospodarce.
- Model cenowy Leontiefa (zwany modelem dualnym do modelu Leontiefa, por. np. Blait, Miller, 2009) wychodzi od równania kosztów dla danego sektora:

$$X_j p_j = x_{1j} p_1 + x_{2j} p_2 + \cdots + x_{nj} p_n + v_j$$

gdzie: X_j to produkcja globalna sektora j, p_j to ceny produktów sektora j, x_{ij} to produkcja sektora i wykorzystywana w sektorze j, a v_j to wartość dodana generowana w j-tym sektorze. Dzieląc przez X_j i uwzględniając definicję współczynników materiałochłonności $a_{ij} = \frac{x_{ij} p_i}{X_j}$ otrzymujemy równanie cen w j-tej gałęzi:

$$p_j = a_{ij} p_1 + a_{2j} p_2 + \cdots + a_{nj} p_n + \frac{v_j}{X_j}$$

- Zbierając współczynniki a_{ij} w macierz $A = [a_{ij}]_{n\,x\,n}$ i definiując $v_c = \left[\frac{v_j}{X_j}\right]_{nx1}$ model ten można zapisać macierzowo jako: $p = A'p + v_c$, który ma rozwiązanie postaci:

$$p = (I - A')^{-1} v_c$$

- Należy zaznaczyć, że cenowy model Leontiefa ma następujące cechy:
  - przewiduje stałą proporcję zużycia pośredniego w poszczególnych sektorach (nie uwzględnia efektów substytucji w procesie produkcyjnym);
  - szok ma efekty jedynie cenowe (brak zmian realnych);
  - funkcjonuje w ramach gospodarki zamkniętej;
  - może generować wyłącznie zmiany cen o wspólnym znaku.
- Przeprowadzono porównanie wyników obu modeli ($MOST_{PL}$ i modelu cenowego Leontiefa) w zakresie zmian cen w oparciu o symulację braku darmowych pozwoleń na emisję (scenariusz I), skumulowanych w okresie 2013-2019:
  - efekty cenowe generowane przez $MOST_{PL}$ dla sektorów dotkniętych bezpośrednio szokiem są porównywalne i jedynie nieznacznie niższe;
  - efekty cenowe dla pozostałych sektorów są znacznie niższe – przesunięcia popytu od drożejących sektorów i wzrost (względnie tańszego) importu moderują „czyste" efekty cenowe, dane przez rozwiązanie modelu Leontiefa.

Agregat	$MOST_{PL}$	Leontief
A_agri	-0,5%	1,09%
B_coal	0,2%	1,24%
B_mining	-0,2%	1,06%
C_food	-0,5%	1,06%
C_textil	-0,4%	1,06%
C_wood	**0,1%**	**1,61%**
C_oil	**2,5%**	**4,14%**
C_chem	**1,5%**	**3,43%**
C_hightech	0,3%	1,94%
C_rowmat	**7,1%**	**8,99%**
C_other	0,5%	2,08%
C_vehic	0,4%	1,93%
D_electric	**14,4%**	**11,76%**
D_gas	**0,7%**	**11,76%**
D_heat	**11,4%**	**11,76%**
E_util	0,3%	1,63%
F_cons	0,1%	1,62%
G_trade	-0,8%	0,64%
H_trans	**-0,1%**	**1,11%**
I_hotel	-0,4%	0,92%
J_information	-0,7%	0,51%
K_finance	-0,8%	0,37%
L_restate	0,0%	1,74%
M_business	-0,7%	0,49%
O_nonmarket	-0,1%	0,70%
R_hholds	-0,4%	0,48%

4.3 Symulacja II – brak zmian cen uprawnień do emisji

Wyniki symulacji kontrfaktycznej, skumulowane dla okresu 2013-2019

type	GDP	C	Investment	G	Export	Import
real	0.00	-1.05	-5.38	4.80	0.79	-1.08
def	0.00	0.30	-0.59	-0.17	0.00	0.00

grouping	Y	p_prod	Import	p	VA	L	K	C	I	Export	co2_dom	co2_imp
total	-0.2	0.0	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-5.4	0.8	-18.4	-0.6
agriculture	0.4	-0.6	-0.9	-0.5	0.6	0.3	0.8	-0.7	-5.4	1.6	0.4	-0.9
industry	-0.5	1.0	-1.1	1.1	-0.9	-1.2	-0.6	-1.6	-5.6	0.9	-22.5	-0.6
market	-0.8	-0.6	-1.1	-0.7	-0.6	-1.1	-0.1	-0.7	-5.2	0.4	0.1	-0.7
non-market	2.9	-0.1	0.5	-0.2	3.1	3.0	3.3	-1.1	-5.7	2.1	2.3	-0.1
ets	-1.0	1.9	-0.5	1.9	-1.3	-1.3	-1.3	-3.0	-5.5	-0.2	-22.0	0.2
en-intense	0.0	1.3	-0.2	1.4	0.6	1.3	-0.3	-2.1	-5.7	-0.5	-22.4	0.4
coal	-4.7	0.7	-4.0	0.7	-4.1	-4.6	-2.6	4.4	0.0	-5.1	-4.7	-4.0
electric	-11.7	26.7	25.2	27.2	-11.4	-12.8	-10.9	-13.0	0.0	-24.5	-30.8	25.2
gas	3.2	0.9	4.5	0.9	3.3	2.9	3.4	2.8	0.0	2.4	1.8	4.5

type	C	energy	H_inc	p
total	-1.0	-7.1	-0.7	0.30
EMP	-0.6	-5.2	-0.4	0.24
OTH	-0.9	-3.7	-0.4	0.52
SELF	-1.7	-12.5	-1.5	0.23
NURB	-1.3	-8.8	-1.0	0.29
URB	-0.8	-5.4	-0.5	0.31

skill	wages	employment
UNSKILL	-0.7	0.0
SKILL	0.2	0.0

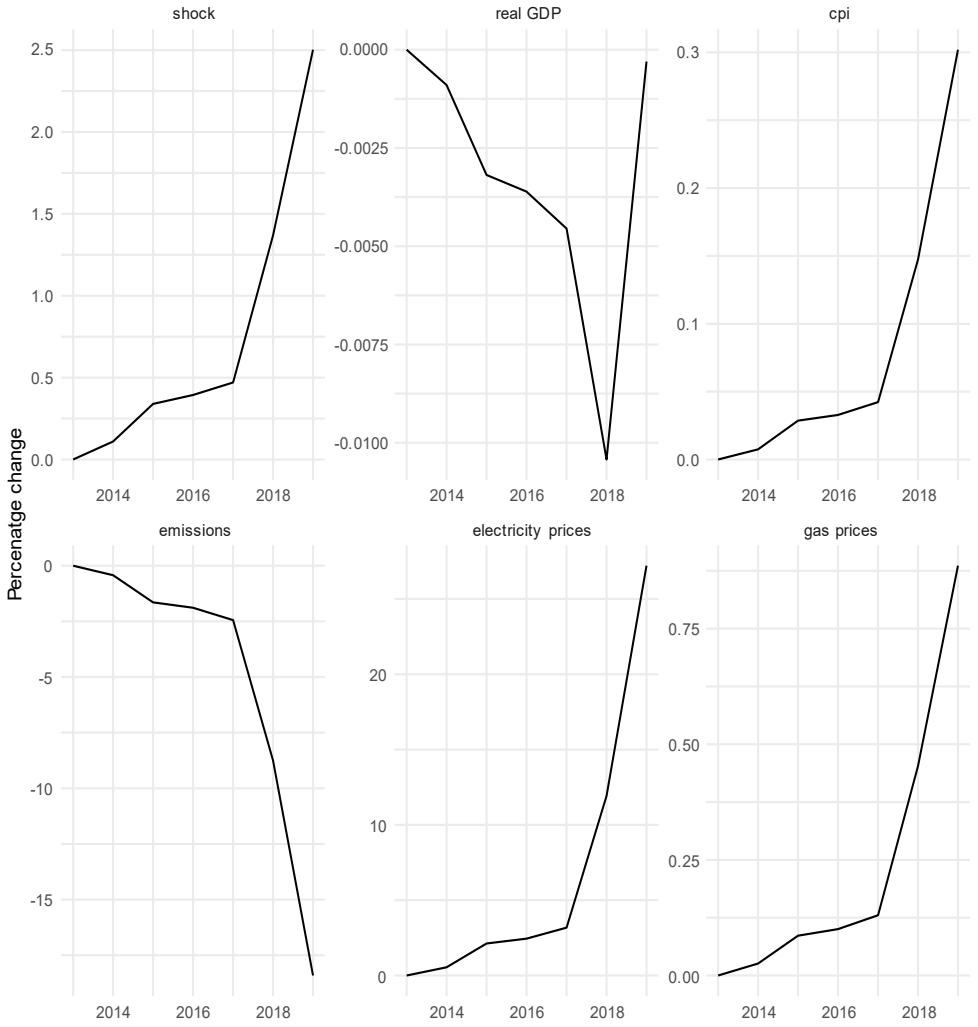
type	G_sav	G_cons	G_inc	T_custom	T_vat	T_environment	T_labor	T_PIT
pchange	0	4.6	2.2	-0.8	-1.3	167.4	-0.2	-0.7
change	0	14322	13726	-86	-1614	18323	-613	-496

- Domknięcie modelu – długookresowe
- Typ szoku i jego mechanizm jest zbliżony do szoku pozwoleń na emisje, jest on jednak inaczej rozłożony w czasie (o czym na kolejnej stronie) i miedzy sektorami;
- Ponadto, skala szoku dla cen pozwoleń handlowanych w systemie ETS jest bardzo duża – wzrosły one w okresie 2013-2019 o 430%, a prezentacja wyników symulacji pozwala porównać zmienne w sytuacji wyższych cen w stosunku do sytuacji z cenami ustalonymi na poziomie z 2013 r.;
- Ponownie, efekty makroekonomiczne są niewielkie – niższa konsumpcja i inwestycje (ostatnie wskutek zmniejszonych oszczędności zagranicy – następuje spadek importu – i sektora korporacyjnego). Ponadto, zwiększone środki ze sprzedaży pozwoleń zwiększają *G*, co łącznie przekłada się na brak zmian PKB. Następuje wzrost cen dóbr konsumpcyjnych powyżej ogólnego poziom cen.
- Efekty sektorowe są ponownie znaczne – produkcja w sektorach ETS spada, a ceny rosną, czemu towarzyszą odwrotne procesy w usługach nierynkowych, związane z realokacją popytu i czynników produkcji. Następuje spadek eksportu sektorów EST, jednak ich znaczenie w całym eksporcie jest niskie i łączny eksport rośnie.
- Realokacja czynników produkcji dalej od sektora ETS (głownie do usług nierynkowych) prowadzi do spadku płacy UNSKILL i wzrostu płacy SKILL, co skutkuje silniejszym spadkiem dochodów w gospodarstwach domowych pozamiejskich. Koszty utrzymanie najsilniej rosną w pozostałych GD.
- Skutkiem spadku kosztów emisji i przeniesienia się zasobów w gospodarce do sektorów ETS jest spadek emisji CO_2 o 18% oraz nieznaczny spadek emisji reszty świata.

4.3 Symulacja II – brak zmian cen uprawnień do emisji

Wyniki symulacji kontrfaktycznej dla głównych zmiennych, dla okresu 2013-2019 (skumulowane)

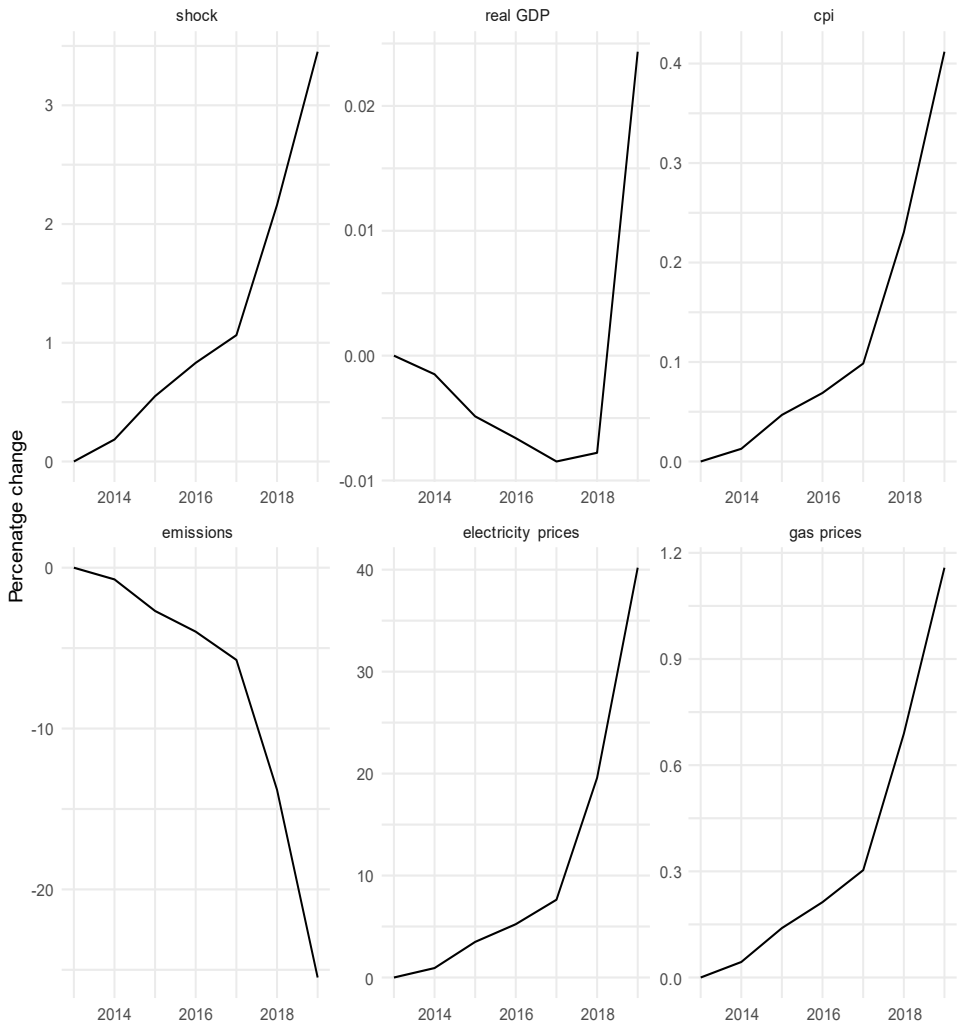
- Ponieważ wzrost cen uprawnień ETS był niewielki do 2017 r. i przyspieszył gwałtownie w latach 2018-2019, to wyniki symulacji porównującej rzeczywisty przebieg procesów względem symulowanej sytuacji przy cenach pozwoleń ustalonych na poziomie z 2013 r., są nierównomiernie rozłożone w czasie, a ich skala rośnie pod koniec okresu symulacji;
- Skutki gospodarcze:
  - Silny wzrost cen produkcji energii elektrycznej i ciepła (łącznie o ponad 26% i 19% odpowiednio), jak również w dużo mniejszym stopniu w innych gałęziach ETS i sektorów energo-intensywnych;
  - Efekty zmian cen uprawnień do emisji dla cen konsumpcyjnych (CPI) są ograniczone i wynoszą ok. 0,3 pp. łącznie w całym okresie symulacji (uwaga – model nie uwzględnia wzrostu ogólnego poziomu cen);
  - PKB w zasadzie nie zmienia się wskutek różnokierunkowych zmian jego komponentów – spadku konsumpcji, inwestycji, wzrostu wydatków rządowych i eksportu netto;
  - W konsekwencji następuje wyraźny spadek emisji CO_2, szczególnie w latach 2018-2019 (kiedy gospodarka doznała silnego wzrostu cen uprawnień), wskutek spadku aktywności wysokoemisyjnych sektorów.



4.4 Symulacja III – stałe ceny i bezpłatne uprawnienia

Wyniki symulacji kontrfaktycznej dla głównych zmiennych, dla okresu 2013-2019 (skumulowane)

- Symulacja kontrfaktyczna zakłada stałe ceny uprawnień do emisji i brak zmian darmowych uprawnień do emisji (obie wielkości utrzymane na poziomie z roku 2013). Oba impulsy działają jednokierunkowo – zwiększają koszty przedsiębiorstw.
- Porównywana jest rzeczywista sytuacja w stosunku do rozwiązania symulowanego – prezentowane są zatem konsekwencje ekonomiczne wzrostu cen i spadku darmowych uprawnień do emisji.
- Skutki gospodarcze:
  - Silny wzrost cen produkcji energii elektrycznej i ciepła (o niemal 40% i 27% odpowiednio), jak również w dużo mniejszym stopniu w innych gałęziach ETS i sektorów energo-intensywnych;
  - Efekty dla cen konsumpcyjnych (CPI) są względnie nieduże i wynoszą ok. 0,4 pp. łącznie w całym okresie symulacji (uwaga – model nie uwzględnia wzrostu ogólnego poziomu cen);
  - Symulacja jest w zasadzie neutralna dla PKB wskutek różnokierunkowych zmian jego komponentów – spadku konsumpcji i inwestycji, wzrostu wydatków rządowych i eksportu netto;
  - W konsekwencji wzrostu cen emisji i spadku darmowych pozwoleń następuje wyraźny spadek emisji (łącznie o 25%), szczególnie w latach 2018-2019, skoncentrowany w wysokoemisyjnych sektorach.



4.4 Symulacja III – stałe ceny i bezpłatne uprawnienia

Wyniki symulacji kontrfaktycznej, skumulowane dla okresu 2013-2019

type	GDP	C	Investment	G	Export	Import
real	0.02	-1.44	-7.46	6.84	1.17	-1.51
def	0.00	0.41	-0.83	-0.25	0.00	0.00

grouping	Y	p_prod	Import	p	VA	L	K	C	I	Export	co2_dom	co2_imp
total	-0.3	0.1	-1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.4	-7.5	1.2	-25.5	-0.9
agriculture	0.7	-0.8	-1.3	-0.7	0.9	0.5	1.2	-0.9	-7.5	2.3	0.7	-1.3
industry	-0.7	1.4	-1.5	1.5	-1.3	-1.7	-0.9	-2.2	-7.7	1.4	-30.5	-0.9
market	-1.1	-0.9	-1.6	-1.0	-0.8	-1.6	-0.2	-0.9	-7.3	0.6	0.2	-1.0
non-market	4.1	-0.2	0.8	-0.3	4.4	4.3	4.7	-1.4	-7.8	3.0	3.2	-0.1
ets	-1.4	2.6	-0.7	2.7	-1.8	-1.8	-1.8	-4.2	-7.6	-0.1	-29.9	0.4
en-intense	0.1	1.9	-0.3	1.9	0.8	1.9	-0.5	-3.0	-7.8	-0.6	-30.5	0.6
coal	-6.6	1.0	-5.8	0.9	-5.9	-6.6	-3.8	6.3	0.0	-7.2	-6.6	-5.8
electric	-16.1	39.2	41.7	40.2	-15.8	-17.7	-15.2	-17.8	0.0	-32.7	-40.4	41.7
gas	4.5	1.2	6.4	1.2	4.7	4.1	4.9	4.0	0.0	3.5	2.7	6.4
heat	-8.1	27.3	6.4	27.5	-8.0	-8.6	-7.7	-8.6	0.0	-21.8	-28.4	6.4

type	C	energy	H_inc	p
total	-1.4	-10.0	-1.0	0.41
EMP	-0.8	-7.2	-0.5	0.31
OTH	-1.2	-5.1	-0.5	0.70
SELF	-2.4	-17.4	-2.0	0.34
NURB	-1.7	-12.3	-1.3	0.41
URB	-1.1	-7.5	-0.7	0.41

skill	wages	employment
UNSKILL	-1.0	0.0
SKILL	0.4	0.0

- Model przewiduje spadek emisji z tytułu wzrostu cen uprawnień i spadku liczby darmowych uprawnień o 25% w PL oraz o 30% w sektorach ETS, w rzeczywistości w tym okresie emisje w sektorach ETS spadły o 10,4% i o 2,2% w całej gospodarce;
- Przy interpretacji skali spadku emisji należy mieć na uwadze, że symulacja nie uwzględnia innych procesów dziejących się równolegle w tym okresie, w szczególności wzrostu gospodarczego (o 35% w okresie 2013-2019), który pociąga za sobą wzrost emisji;
- Dodatkowo, warto mieć na uwadze, że w okresie 2013-2019 nastąpił skumulowany spadek produkcji globalnej energii elektrycznej o 5,7% oraz wzrost cen energii elektrycznej (na giełdzie TGE) o 48% (niemal całościowo skoncentrowany w latach 2018-2019).

- Domknięcie modelu – długookresowe;
- Dostosowania są zbliżone do dyskutowanych w symulacji II, różnią się głównie skalą (silniejszą w symulacji III) oraz w mniejszym stopniu rozłożeniem sektorowym szoku;
- Wyniki symulacji są kierunkowo zbliżone – następuje wzrost kosztów i cen w sektorach ETS, szczególnie energetycznych, spadek produkcji tamże i przesunięcie poza sektory ETS popytu (krajowego i zagranicznego) i czynników produkcji;
- Wzrost cen w sektorach energetycznych jest znaczny – sięga niemal 40% w produkcji elektryczności i rzutuje na wyższe ceny w przemyśle, jednakże poza przemysłem ceny obniżają się (ze względu na niższe płace i niższy popyt konsumpcyjny i inwestycyjny), a efekt dla ogólnego poziomu cen jest względnie niewielki – CPI jest wyższy o 0,4pp. (powyżej ewentualnego wzrostu ogólnego poziomu cen, który nie jest modelowany);
- Wskutek rozpatrywanego łączonego szoku spadają płace osób niewykwalifikowanych i dochody wszystkich typów gospodarstw domowych, co przy wzroście kosztów utrzymania, prowadzi do spadku konsumpcji;
- Rosnące wpływy ze sprzedaży uprawnień do emisji pozwalają na wyższą konsumpcję rządową, natomiast spadek oszczędności krajowych i zagranicznych prowadzi do spadku popytu inwestycyjnego. Łącznie, nie następują wyraźne efekty dla PKB;
- Skutkiem wzrostu kosztów emisji i przeniesienia się zasobów w gospodarce z dala od sektorów ETS jest znaczny spadek krajowych emisji CO_2, o 25%, oraz dodatkowo spadek emisji związanych z importem, niemal o 1%.

Rozdział 5

Wzrost efektywności energetycznej w gospodarce

5.1 Symulacja IV – 10% wzrost TFP, któremu towarzyszy spadek emisyjności

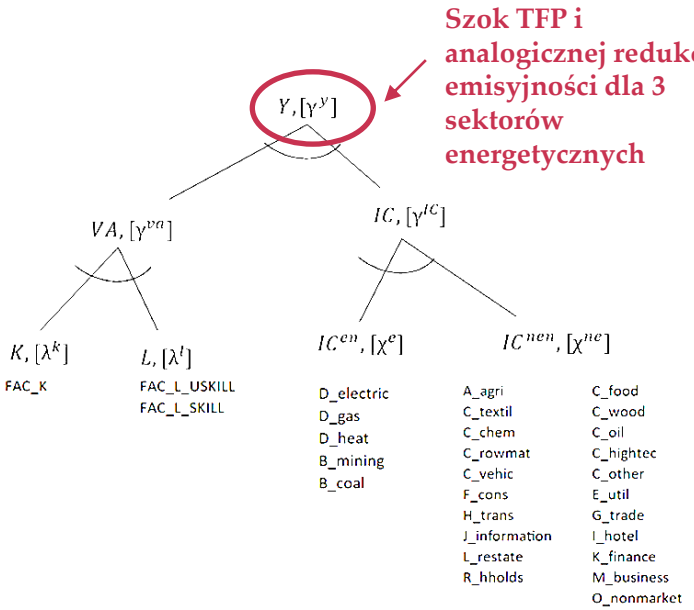
5.2 Znaczenie nieliniowości reakcji modelu (na podstawie symulacji IV)

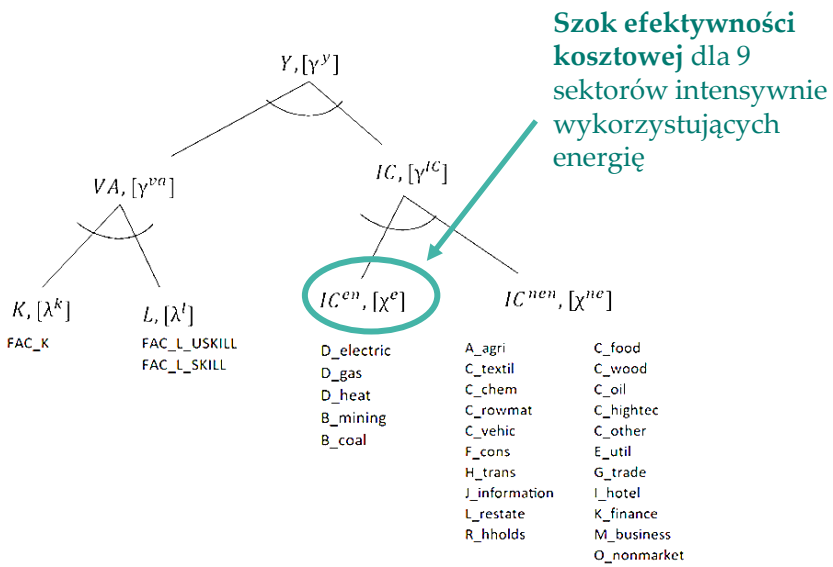
5.3 Symulacja V – wzrost efektywności w energetyce i sektorach energochłonnych

Opis symulacji

Skutki dostosowań w energetyce oraz w sektorach wykorzystujących dobra energetyczne

- Przedstawione w tej części symulacje dotyczą oceny skutków potencjalnych dostosowań różnych gałęzi do wzrostu kosztów surowców energetycznych:
  - Z jednej strony – dostosowania w samych sektorach energetycznych i wzrostu efektywności ich procesów produkcyjnych;
  - Z drugiej strony – dostosowania efektywności wykorzystania dóbr energetycznych w gałęziach, które intensywnie ich używają.





- Szok wzrostu efektywności (10% wzrost TFP), której towarzyszy spadek emisyjności w identycznej skali dotyczy 3 sektorów energetycznych: energii elektrycznej, gazu oraz ciepłownictwa. Sumarycznie ich udział w produkcji globalnej wynosi 3%;
- Założono, że poprawa efektywności nie dotyczy przemysłów surowcowo – wydobywczych (w szczególności gazu) oraz węglowego;
- W celu porównania konsekwencji różnych założeń (domknięć makroekonomicznych) przeprowadzono symulacje w scenariuszu krótko- i długookresowym.

- Symulacja oznacza 10% wzrost efektywności wykorzystania dóbr energetycznych dla sektorów intensywnie z nich korzystających: chemicznego, surowcowego, produkcji energii elektrycznej, gazu, ciepłownictwa, usług komunalnych (tzw. *utilities*), gałęzi transportowych, usług hotelarskich, usług obsługi nieruchomości oraz usług nierynkowych (ze względu na wysokie koszty energii m.in. w edukacji). Sumarycznie ich udział w produkcji globalnej wynosi 30%;
- Pominięto 2 sektory wydobywcze intensywnie wykorzystujące energię: górnictwo węgla i kopalnictwo;
- Symulację przeprowadzono dla scenariusza długookresowego.

5.1 Symulacja IV – wzrost TFP, któremu towarzyszy spadek emisyjności

Wzrost TFP o 10% w sektorze energii elektrycznej, gazu oraz ciepłowniczym

type	GDP	C	Investment	G	Export	Import
real	1,1	1,2	1,1	1,0	0,5	0,6
def	0,0	-0,2	0,3	0,1	0,1	0,1

grouping	Y	p_prod	Import	p	VA	L	K	C	I	Export	Dom_co2	Imp_co2
total	0,8	-0,1	0,6	-0,1	0,7	0,8	0,0	1,2	1,1	0,5	-7,8	0,4
agriculture	0,7	0,3	1,1	0,3	0,6	0,9	0,5	1,1	1,1	0,4	1,0	1,2
industry	0,9	-0,7	0,5	-0,7	0,8	0,4	-1,1	1,4	1,2	0,6	-10,3	0,3
market	0,6	0,3	0,9	0,4	0,6	0,9	0,4	1,0	1,0	0,4	0,9	0,9
non-market	1,0	0,1	1,1	0,1	1,0	1,1	0,6	1,2	1,2	1,0	1,2	1,1
ets	1,3	-1,2	0,5	-1,2	1,2	0,4	-1,1	2,0	1,2	1,2	-9,9	0,0
en-intense	1,2	-0,8	0,0	-0,9	1,0	0,8	-0,3	1,7	1,3	1,3	-10,3	-0,1
coal	-3,0	-0,3	-3,3	-0,3	-3,2	-2,8	-4,4	-1,6	0,0	-2,8	-3,3	-3,3
electric	3,6	-8,7	-10,8	-8,8	3,4	-4,8	-6,3	4,5	0,0	8,5	-14,9	-10,8
gas	4,0	-9,4	-11,4	-9,3	3,9	-5,3	-5,6	4,3	0,0	11,2	-15,2	-11,4
heat	3,0	-9,1	-2,2	-9,1	2,9	-6,2	-6,6	3,6	0,0	8,1	-15,7	-2,1
mining	-1,2	0,1	-1,2	0,1	-1,3	-0,7	-2,3	-2,1	1,3	-1,2	-1,1	-1,2

type	C	energy	H_inc	p
total	1,2	3,6	1,0	-0,2
EMP	1,1	3,0	0,9	-0,2
OTH	1,2	2,4	0,9	-0,4
SELF	1,3	5,7	1,2	-0,1
NURB	1,2	3,9	1,0	-0,1
URB	1,2	3,3	0,9	-0,2

skill	wages	employment
USKILL	0,0	0,8
SKILL	0,0	0,9

- Domknięcie modelu - krótkookresowe
- Symulacja oznacza 10% wzrost TFP przy analogicznej redukcji emisji CO_2 w sektorze energii elektrycznej, gazu oraz ciepłowniczym (stanowiące 3,3% produkcji globalnej);
- Efekty makroekonomiczne są znaczne względem skali szoku – rośnie konsumpcja gospodarstw domowych oraz sektora rządowego. Rosną oszczędności, gównie firm, co implikuje wyższe inwestycje. W efekcie powyższych zmian PKB jest wyższy o ok. 1%.
- Efekty sektorowe są również znaczne, tzn. produkcja i eksport w sektorach doświadczających wzrostu efektywności istotnie rośnie, czemu towarzyszy spadek cen i importu. Wzrost popytu na produkcję sektorów energetycznych jest niższy od wzrostu ich efektywności kosztowej i następuje w nich obniżenie popytu na wszystkie czynniki produkcji.
- W szczególności maleje zapotrzebowanie na produkcję sektorów wydobywczych (razem z importem tych produktów);
- Następuje przesunięcie zapotrzebowania na pracę do sektorów nierynkowych (ze względu na wzrost konsumpcji rządowej) oraz intensywnie wykorzystujących (taniejącą) energię, co implikuje niemal równomierny wzrost zatrudnienia pracowników o różnych kwalifikacjach;
- Spadek kosztów produkcji energii powoduje wzrost popytu GD na energię oraz wzrost eksportu dóbr energetycznych;
- Spadek indeksu cen konsumpcji jest względnie niewielki, a w największym stopniu jest odczuwany przez emeryckie GD
- Konsekwencją wzrostu efektywności produkcji energii (nakierowanym również na spadek emisyjności) jest istotny spadek emisji CO_2, ale jednocześnie nieznaczny wzrost emisji zagranicą.

5.1 Symulacja IV – wzrost TFP, któremu towarzyszy spadek emisyjności

Wzrost TFP o 10% w trzech sektorach energetycznych

type	GDP	C	Investment	G	Export	Import
real	0,7	1,0	1,2	0,6	-0,2	0,3
def	0,0	-0,2	0,3	0,4	0,0	0,0

grouping	Y	p_prod	Import	p	VA	L	K	C	I	Export	Dom_co2	Imp_co2
total	0,4	-0,1	0,3	-0,1	0,3	0,1	0,0	1,0	1,2	-0,2	-7,8	0,0
agriculture	0,4	0,2	0,9	0,2	0,3	0,3	0,3	0,9	1,2	-0,1	0,6	0,9
industry	0,3	-0,7	0,2	-0,7	0,2	-0,8	-1,0	1,3	1,3	-0,3	-10,2	-0,1
market	0,4	0,3	0,7	0,3	0,3	0,2	0,4	0,9	1,1	-0,1	0,5	0,6
non-market	0,6	0,4	1,0	0,4	0,6	0,5	0,6	0,7	1,1	0,3	1,0	1,0
ets	1,0	-1,3	0,1	-1,3	0,8	-0,5	-1,0	2,1	1,2	0,6	-9,9	-0,4
en-intense	0,9	-0,8	-0,4	-0,9	0,7	0,1	-0,3	1,6	1,2	0,8	-10,2	-0,6
coal	-3,4	-0,1	-3,4	-0,1	-3,7	-3,7	-3,6	-2,1	0,0	-3,3	-3,4	-3,4
electric	4,2	-8,9	-12,1	-9,0	4,0	-5,5	-5,4	5,4	0,0	10,9	-14,6	-12,1
gas	4,7	-9,5	-12,6	-9,4	4,6	-4,9	-4,9	5,2	0,0	14,5	-14,7	-12,6
heat	3,5	-9,2	-3,3	-9,2	3,4	-6,0	-6,0	4,3	0,0	10,4	-15,4	-3,3
mining	-1,8	0,2	-1,5	0,0	-2,0	-2,1	-1,9	-2,0	1,4	-2,1	-1,7	-1,5

type	C	energy	H_inc	p
total	1,0	4,3	0,8	-0,2
EMP	1,0	3,7	0,8	-0,2
OTH	1,2	2,8	0,8	-0,4
SELF	0,8	6,7	0,7	-0,2
NURB	0,9	4,7	0,7	-0,2
URB	1,1	4,0	0,8	-0,3

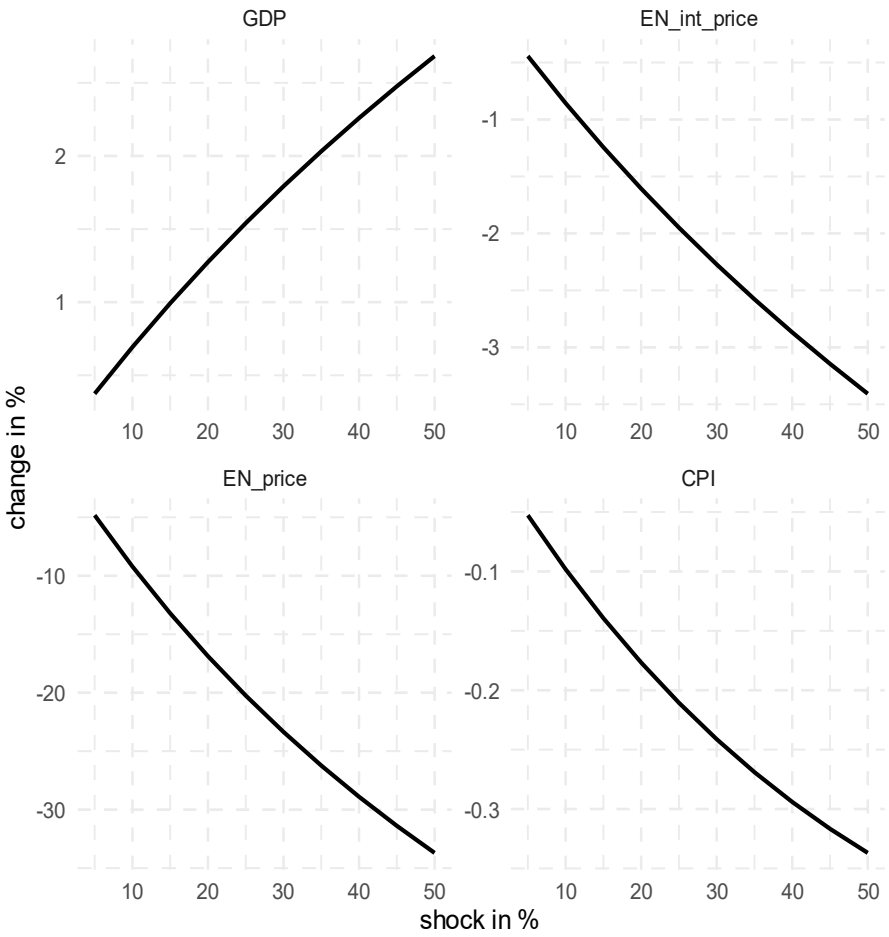
skill	wages	employment	industry	market	non-market
USKILL	0,7	0,0	-0,7	0,2	0,6
SKILL	0,8	0,1	-1,0	0,1	0,5

- Domknięcie modelu – długookresowe;
- Symulacja oznacza 10% wzrost TFP przy analogicznej redukcji emisji CO_2 w sektorze energii elektrycznej, gazu oraz ciepłowniczym (stanowiące 3,3% produkcji globalnej);
- Efekty makroekonomiczne są inaczej rozłożone niż w scenariuszu krótkookresowym – słabiej rośnie konsumpcja gospodarstw domowych oraz sektora rządowego. Rosną oszczędności reszty świata oraz firm, co implikuje wyższy wzrost inwestycji. Wzrost poziomu PKB jest jednak niższy w konsekwencji silniejszego obniżenia się eksportu netto;
- Efekty sektorowe są podobne do scenariusza krótkookresowego, a produkcja w sektorach doświadczających wzrostu efektywności rośnie w większym stopniu;
- Obniżenie popytu, a poprzez to produkcji i importu w sektorach wydobywczych jest głębsze niż w scenariuszu krótkookresowym;
- Rosnąca absorpcja krajowa pociąga za sobą wzrosty produkcji w innych częściach gospodarki – następuje realokacja pracowników z sektorów przemysłowych do poza-przemysłowych;
- Zmniejsza się też zapotrzebowanie energetyki na surowce energetyczne, w szczególności na węgiel;
- Skala spadku cen konsumpcyjnych jest zbliżona do uzyskanej w symulacji krótkookresowej;
- Spadek emisji CO_2 następujący w konsekwencji opisywanych zmian jest zbliżony w krótkim i w długim okresie.

5.2 Znaczenie nieliniowości reakcji modelu (na podstawie symulacji IV)

Zależność wielkości obserwowanych skutków od skali impulsu – domknięcie długookresowe

- Domknięcie modelu – długookresowe;
- Dokonano szeregu symulacji wzrostu TFP w zakresie 5% - 50%, przy identycznej redukcji emisyjności CO_2, w produkcji energii elektrycznej, gazu i ciepła (stanowią one łącznie 3,3% produkcji globalnej);
- Odpowiedź kluczowych agregatów na liniowo rosnącą efektywność jest niemal skalowalna i zbliżona do liniowej;
- Pomimo nieliniowości w dostosowaniach w modelu, jest to skutkiem w szczególności braku założonych mechanizmów, które zmieniałyby charakter i siłę reakcji modelu na zmiany po przekroczeniu określonych wartości progowych;
- W modelu używane są głównie funkcje postaci CES. W konsekwencji zwiększanie szoku w skali procentowej przekłada się na niemal liniową procentową reakcję zmiennych w modelu.



5.3 Symulacja V – wzrost efektywności w energetyce i sektorach energochłonnych

Symulacja dotyczy 9 sektorów intensywnie wykorzystujących energię

type	GDP	C	Investment	G	Export	Import
real	0,5	0,6	-2,2	0,5	0,8	-0,3
def	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,0

grouping	Y	p_prod	Import	p	VA	L	K	C	I	Export	Dom_co2	Imp_co2
total	0,2	-0,1	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,6	-2,2	0,8	-1,4	-0,5
agriculture	0,1	0,2	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	-2,3	-0,3	0,3	0,6
industry	0,6	-0,4	-0,4	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	-2,1	1,2	-1,9	-0,7
market	-0,1	0,1	0,3	0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,6	-2,2	-0,1	0,3	0,4
non-market	0,5	0,2	0,6	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	-2,3	0,3	0,7	0,7
ets	1,4	-0,6	-0,2	-0,6	0,7	0,9	0,5	1,0	-2,2	3,0	-1,8	-0,8
en-intense	1,1	-0,6	-0,8	-0,5	0,5	0,5	0,6	1,0	-2,0	4,0	-1,9	-0,9
coal	-4,5	0,2	-4,3	0,2	-4,6	-4,6	-4,6	-0,1	0,0	-4,6	-4,3	-4,3
electric	-1,7	-1,5	-4,4	-1,5	-2,4	-2,4	-2,4	1,2	0,0	-0,7	-3,2	-4,4
gas	-1,6	-3,2	-7,2	-3,2	-1,9	-1,9	-1,9	2,3	0,0	1,4	-4,7	-7,2
heat	-1,6	-1,5	-2,6	-1,5	-1,8	-1,8	-1,8	1,2	0,0	-0,6	-3,0	-2,6
mining	-2,4	0,1	-2,1	0,0	-2,5	-2,5	-2,5	0,0	-2,2	-2,6	-2,3	-2,1

type	C	energy	H_inc	p
total	0,6	1,3	0,5	-0,1
EMP	0,6	1,3	0,5	-0,1
OTH	0,7	1,1	0,5	-0,1
SELF	0,6	1,6	0,5	0,0
NURB	0,6	1,2	0,5	0,0
URB	0,7	1,4	0,5	-0,1

skill	wages	employment	industry	non-market
USKILL	0,5	0,0	0,1	0,4
SKILL	0,5	0,1	-0,1	0,4

- Domknięcie modelu – długookresowe;
- Symulacja oznacza wzrost o 10% efektywności energetycznej dla sektorów o dużym znaczeniu kosztów energii (oprócz węgla i kopalnictwa). Udział tych sektorów w produkcji globalnej wynosi ok. 30%;
- Efekty makroekonomiczne są relatywnie silne w stosunku do skali szoku (co wynika z centralnego rozmieszczenia sektorów poddanych szokowi w sieci powiązań międzysektorowych) – rośnie konsumpcja sektora rządowego oraz gospodarstw domowych, a także eksport. Inwestycje są z kolei niższe ze względu na wzrost eksportu netto i związany z nim spadek oszczędności zagranicy. Łącznie PKB wzrasta o 0,5%.
- Efekty sektorowe są względnie silne. Wzrost efektywności energetycznej pociąga za sobą spadek popytu zarówno na produkty, jak i (w większym stopniu) na surowce energetyczne (np. węgiel), spadek ich cen i spadek importu tych produktów;
- Z kolei produkcja w sektorach *energy-intensive* (poza energetycznymi) rośnie, gdyż spadek cen produkcji tych sektorów zwiększa popyt, zarówno krajowy (pomimo hamującego efektu ze strony niskiego popytu inwestycyjnego), jak i zagraniczny;
- Zapotrzebowanie na produkcję sektorów wydobywczych (również importowanych) istotnie maleje, a towarzyszący temu spadek cen nie powstrzymuje spadku eksportu;
- Wzrost spożycia ogółem powoduje również przesunięcie popytu i zasobów czynników produkcji w stronę usług nierynkowych, czemu towarzyszą wyższe ceny tamże. Powoduje to ponadto względnie równomierną realokacje różnych typów pracy.
- Różnorodne zmiany cen przekładają się łącznie na nieznaczny spadek kosztów utrzymania i wzrost popytu konsumpcyjnego równomiernie rozłożonego po typach GD. Popyt na dobra energetyczne w największym stopniu wzrasta wśród samozatrudnionych i rolników.
- Konsekwencją wzrostu efektywności energetycznej jest silny spadek emisji CO_2, któremu towarzyszy spadek emisji zagranicznych (związany z niższym importem, w szczególności dóbr wysokoemisyjnych).

Rozdział 6

Ekonomiczne skutki wprowadzenia granicznego podatku węglowego (*CBAM*)

6.1 Podatek węglowy jako scenariusz w modelu $MOST_{PL}$

6.2 Symulacja VI – wprowadzenie podatku granicznego od emisji GHG

6.1 Podatek węglowy jako scenariusz w modelu $MOST_{PL}$

Zjawisko ucieczki emisji gazów cieplarnianych poza Unię Europejską

Tło problemu

Różne modele polityki klimatycznej w poszczególnych krajach i obszarach gospodarczych (np. UE) powodują zróżnicowanie warunków konkurencji (np. różna wycena kosztów emisji gazów cieplarnianych). W efekcie, stanowi to bodziec do przenoszenia produkcji związanej z wysoką emisją gazów cieplarnianych (GHG) do krajów, gdzie opłaty emisyjne są najniższe lub nie występują wcale (proces ten nazywany jest *carbon leakage*), w szczególności poza Unię Europejską. Zjawisko *carbon leakage* obniża też skuteczność polityki klimatycznej w skali globalnej.

Skalę zjawiska szacuje się w literaturze na 5 – 30% wzrostu emisji w krajach niebędących uczestnikami systemu redukcji emisji (100 jednostek redukcji CO_2 w krajach z restrykcyjną polityką klimatyczną wiąże się ze wzrostem emisji o 5 – 30 jednostek w pozostałych krajach - Böhringer *et al.*, 2012, Branger *et al.*, 2014).

Stosowane metody wyrównywania różnic pomiędzy kosztami polityk klimatycznych partnerów handlowych:

- bezpłatne przydziały uprawnień do emisji (dla UE w ramach systemu ETS);
- podatek graniczny od emisji GHG na import do UE z sektorów przemysłowych należących do EU ETS (CBAM – *Carbon Border Adjustment Mechanism*);
- włączenie importerów do systemu EU ETS;
- podatki od konsumpcji produktów, nakładane na podstawie ich śladu węglowego;
- rabaty (zwolnienia z podatku węglowego) dla eksporterów w krajach prowadzących restrykcyjną politykę klimatyczną, dla sprzedaży do pozostałych krajów (dotyczy zwykle tzw. gałęzi energochłonnych i zorientowanych na handel międzynarodowy (ang. *EITE: Energy-Intensive and Trade-Exposed Sectors*).

CBAM - Carbon Border Adjustment Mechanism

Dyskusja w UE

- Przeciwdziałanie ryzyku ucieczki emisji za pomocą bezpłatnych uprawnień do emisji istnieje od wielu lat;
- Wzmocnienie tego mechanizmu poprzez wprowadzenie podatku granicznego uwzględnione zostało w dokumencie: Europejski Zielony Ład (2019), do wprowadzenia w 2021 r.
  - rozważane też objęcie systemem EU ETS producentów dóbr z krajów z niską wyceną emisji CO_2 i/lub importerów tych dóbr;

Symulacja:

- Nałożenie podatku granicznego od emisji GHG na import spoza Unii europejskiej w wysokości cen uprawnień do emisji w systemie EU ETS

Dodatkowe kwestie związane z wprowadzeniem podatku granicznego od emisji CO_2

- Wykorzystanie przez rząd wpływów z podatku na łagodzenie negatywnych efektów polityki klimatycznej (przy założeniu neutralności budżetowej) dla różnych typów podmiotów (potencjalne symulacje na $MOST_{PL}$):
  - firm (w szczególności eksportowych) – dotacje;
  - gospodarstw domowych: obniżkę podatku PIT, transfery do zagrożonych ubóstwem energetycznym (najbiedniejszych) GD;
  - rynku pracy: obniżek stopy opodatkowania pracy.

6.2 Symulacja VI – wprowadzenie podatku granicznego od emisji GHG

Symulacja dotyczy importu produktów gałęzi wysoko emisyjnych (narażonych na ryzyko ucieczki) spoza EU

- Symulacja polega na nałożeniu podatku granicznego na import produktów gałęzi wysoko emisyjnych (narażonych na tzw. ryzyko ucieczki emisji GHG) spoza UE. Podatek ustalono w wysokości cen uprawnień do emisji w gałęziach EU ETS w Polsce;
- Emisje zawarte w imporcie gałęzi wysoko emisyjnych stanowią ponad 45% emisji łącznego importu spoza UE. Przeciętna emisyjność importu produktów gałęzi wysoko emisyjnych spoza UE jest niemal dwukrotnie wyższa od emisyjności produktów wytworzonych w Polsce. W przypadku importu z UE, produkty gałęzi wysoko emisyjnych wytwarzane w Polsce są o ok. 60% bardziej emisyjne od importu z UE;
- Spośród gałęzi wysoko emisyjnych, największych ślad węglowy zawiera w sobie import spoza EU produktów przemysłów:
  - produktów nisko przetworzonych (ok. 6,7 mln t CO_2);
  - chemicznego (6,1 mln t CO_2);
  - transportu (ok. 4 mln t CO_2).
- Znaczny ślad węglowy dotyczy też importu spoza UE produktów górnictwa (innego niż wydobycie węgla), ale w przypadku tej gałęzi różnice emisyjności w stosunku do produkcji krajowej są niewielkie.
- Podatek graniczny nałożono przez odpowiednie zwiększenie ceł na import spoza UE. Spośród gałęzi o największym śladzie węglowym, najsilniejszy szok (odpowiadający zwiększeniu stawki celnej) dotyczył przemysłów: chemicznego (z 2,8% do 19,5%) i produktów nisko przetworzonych (z 5,2% do 10,2%);
- Wprowadzenie podatku granicznego w postaci szczególnego rodzaju cła na import spoza UE oznacza, że jego efekty będą analogiczne do zwiększenia protekcji celnej gospodarki krajowej. Jest to negatywny szok podażowy, który powoduje w długim okresie zmniejszenie produktu potencjalnego;
- Główne kanały oddziaływania:
  - Ograniczenie wzrostu produkcji, w tym przeznaczonej na eksport, w gałęziach zależnych od importu spoza UE, z tytułu wzrostu kosztów produkcji (oraz aprecjacji kursu lub ograniczonego zakresu zmian bilansu płatniczego, które wymuszają jednoczesne obniżenie eksportu);
  - Podtrzymywanie nieefektywnych przedsiębiorstw krajowych w gałęziach objętych podatkiem granicznym (nieefektywność alokacyjna), która jest często podkreślana w literaturze, ale nie jest uwzględniana w $MOST_{PL}$.
- Na kolejnej stronie opisane zostanie jedynie domknięcie długookresowe modelu, z egzogenicznymi (i ustalonymi) kursami walutowymi. Jakościowo zbliżone wyniki otrzymano w modelu z domknięciem krótkookresowym.

6.2 Symulacja VI – wprowadzenie podatku granicznego od emisji GHG

Symulacja dotyczy importu produktów gałęzi wysokoemisyjnych (narażonych na ryzyko ucieczki) spoza UE

type	GDP	C	Investment	G	Export	Import
real	0,0	-0,1	0,5	0,5	-0,6	-0,2
def	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0

grouping	Y	p_prod	Import	p	VA	L	K	C	I	Export	co2_dom	co2_imp	co2_eu	co2_neu
total	-0.1	0.1	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.5	-0.6	-0.1	-1.7	1.1	-3.6
agriculture	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.6	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
industry	-0.4	0.1	-0.2	0.2	-0.3	-0.4	-0.2	-0.2	0.5	-0.8	-0.1	-1.5	1.1	-3.2
market	0.0	0.0	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.5	-0.1	0.0	-3.1	1.0	-7.0
non-market	0.3	0.0	0.1	0.0	0.4	0.4	0.4	-0.1	0.6	0.2	0.3	0.1	0.1	0.0
ets	-0.3	0.2	-0.4	0.3	-0.1	-0.2	-0.1	-0.3	0.5	-0.6	-0.1	-3.3	1.8	-9.3
en-intense	0.0	0.1	-0.6	0.2	0.1	0.2	0.1	-0.1	0.4	-0.6	-0.1	-3.4	2.0	-7.9
coal	0.0	0.1	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	-0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.3	0.3	-0.3
electric	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.1	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	-4.7	0.4	-91.1
gas	-0.2	0.3	0.3	0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.0	-0.5	-0.2	-0.5	0.4	-16.9
trans	0.0	0.1	-1.4	1.6	0.3	0.1	**0.0**	0.1	0.3	-0.2	0.0	-4.9	1.9	-11.1

grouping	co2_total	co2_dom	co2_eu	co2_neu
total	-1800	-304	399	-1894
agriculture	-28	-27	0	0
industry	-1387	-290	336	-1434
market	-405	-7	62	-460
non-market	20	19	0	0
ets	-1638	-277	394	-1756
en-intense	-1646	-161	400	-1885
coal	0	0	0	0
electric	-89	-17	5	-77
gas	-10	-9	0	-1
trans	-346	1	64	-411

region	Exr	Exports	Imports	NX	BOP
ROW_EU	0,0	-0,6	0,4	-5,6	-11,1
ROE_NEU	0,0	-0,5	-1,8	-6,3	-6,0

- Podatek graniczny ma charakter negatywnego szoku podażowego – zwiększa koszty produkcji w gospodarce. W efekcie, spada nieznacznie poziom aktywności (o 0,1% dla produkcji globalnej). Wzrost kosztów produkcji osłabia konkurencyjność eksportu, który spada łącznie (o 0,5%), bardziej niż import (o 0,2%). W konsekwencji pogarsza się bilans handlowy, co oznacza import kapitału, finansujący wzrost inwestycji (o 0,5%). W efekcie niższego poziomu aktywności obniżają się wynagrodzenia pracowników niżej wykwalifikowanych, co powoduje niewielkie obniżenie konsumpcji GD. Rosną wydatki rządowe (na co pozwala napływ środków z podatku granicznego), co wpływa na realokację zasobów do sektora usług nierynkowych. PKB nie ulega zmianie.
- Główny efekt sektorowy to zmniejszenie udziału sektora dóbr handlowalnych (w tym, spadek produkcji globalnej przemysłu o 0,4%) w produkcie globalnym i wzrost udziału sektora dóbr nie podlegających wymianie handlowej z zagranicą (wzrost produkcji globalnej usług nierynkowych o 0,3%). W objętych podatkiem granicznym gałęziach energochłonnych rośnie udział produkcji krajowej w podaży ogółem względem importu spoza UE (spadek o 74,2%);
- Wprowadzenie podatku granicznego powoduje obniżenie emisji CO_2 zawartych w imporcie o 1,7%, w największym stopniu dla transportu (4,9%) i sektorów energochłonnych (3,4%). Spadek emisji dotyczy importu spoza UE (o 3,6%), pewnym wzrostem emisji z UE (o 1,1%), w ślad za niewielkim wzrostem importu z tego obszaru (ok. 0,4%).
- Wzrost importu z UE, a co za tym idzie emisji CO_2 zawartych w imporcie, wynika ze zwiększonego popytu krajowego na substytuty w reakcji na wzrost cen importu spoza UE. Import z UE zawiera znacznie mniej śladu węglowego niż spoza UE (przeciętnie o ok. 70%), stąd dodatkowy CO_2 zawarty w zwiększonym imporcie z UE jest stosunkowo niewielki;
- Wzrost cen konsumentów z tytułu nowego podatku jest niewielki (0,1%).

Rozdział 7

Symulacja wzrostu podaży pracy niewykwalifikowanej

7.1 Wzrost podaży pracy niewykwalifikowanej siły roboczej

7.2 Symulacja VII – wzrost podaży pracy niewykwalifikowanej o 1,1 mln

7.3 Wpływ imigracji na PKB i dochody podmiotów krajowych

7.1 Wzrost podaży pracy niewykwalifikowanej siły roboczej

Wzrost podaży pracowników niewykwalifikowanych o 10,1%

- Symulacja przewiduje napływ 1,1 mln pracowników niewykwalifikowanych, co stanowi ok. 10% zasobu UNSKILLED i 6,7% ogółu pracujących wg BAEL w 2015 r.
- Skala impulsu wzrostu podaży pracy została skalibrowana tak, aby odzwierciedlić napływ imigrantów zarobkowych, głównie z Ukrainy, w latach 2015-2018;
- Założono upraszczająco, że niezależnie od formalnego wykształcenia, wzrost podaży dotyczy wyłącznie pracy niewykwalifikowanej;
- Wzrost podaży pracy przypisano w równych proporcjach między wszystkie typy GD. Wg danych BAEL proporcje pracujących są następujące: 75% to pracownicy najemni, 19% samozatrudnieni i rolnicy oraz 6% - pozostałe GD. Wobec braku wiarygodnych danych szok procentowy rozłożono równomiernie w miastach i na terenach wiejskich;
- Ze względu na założenia symulacji została ona przeliczona jedynie dla długookresowej wersji modelu;
- Warto mieć na uwadze, że w modelu podaż pracy świadczona jest przez rezydentów i przepływy wynagrodzenia pracy trafiają do gospodarstw domowych rezydentów, którzy decydują o sposobach ich wydatkowania. Jest to bardzo niedoskonałe przybliżenie przebiegu rzeczywistych przepływów finansowych związanych z migracjami, które w dużej mierze nie mają charakteru trwałego, gdzie ponadproporcjonalna (w stosunku do gospodarstw domowych rezydentów) część dochodów jest transferowana za granicę, a struktura wydatków może być istotnie inna niż krajowych GD;
- Dane ZUS (2018) wskazują, że po stronie rozkładu podaży imigranci niemal w całości (ponad 96%) zasilili zasób pracowników, zatrudnionych na umowę o pracę lub na podstawie umowy zlecenia lub umowy agencyjnej. Strzelecki *et al.* (2020) oraz ZUS (2018) podkreślają, że popyt na nowych pracowników i samozatrudnionych pojawił się zasadniczo w sektorach: budownictwa, przemysłu, transportu, usług rynkowych oraz rolnictwa. Pomimo napływu pracowników wykwalifikowanych (ponad 50%) i niewykwalifikowanych, zatrudnienie znajdowali oni w ponad 90% jako niewykwalifikowani;
- W modelu trudno jest odzwierciedlić rzeczywisty rozkład zatrudnienia migrantów w różnych sektorach gospodarki, ponieważ z założenia imigranci mają identyczne charakterystyki (np. produktywność) jak krajowi pracownicy niewykwalifikowani. Wzrost popytu na dodatkową pracę w modelu będzie wynikiem: znaczenia pracy niewykwalifikowanej w procesach produkcyjnych poszczególnych sektorów, stopnia ich substytucyjności względem innych czynników produkcji oraz cen relatywnych;
- W symulacji przyjęto, że w wyniku napływu imigrantów nie następuje dodatkowa zmiana podaży pracy rezydentów i kapitału, co jest zgodne z założeniami przyjętymi przez Strzelecki, *et.al.* (2020).

7. 1 Symulacja VII – wzrost podaży pracy niewykwalifikowanej o 1,1 mln

Wynik – wyższy poziom aktywności przy niższych cenach i zmianie płac relatywnych

type	GDP	C	Investment	G	Export	Import
real	2,4	1,5	1,2	3,0	3,5	2,2
def	0,0	0,1	-0,1	-0,4	0,0	0,0

skill	wages	employment	industry	market	non-market
USKILL	-8,9	10,1	12,0	7,9	14,1
SKILL	1,1	0,0	2,0	0,0	-0,8

grouping	Y	p_prod	Import	p	VA	L	K	C	I	Export	co2_dom	co2_imp
total	2,5	0,0	2,2	0,0	2,4	4,9	0,0	1,5	1,2	3,5	2,2	2,2
agriculture	2,9	-0,5	1,5	-0,5	3,0	5,5	1,2	1,9	1,6	4,0	2,9	1,5
industry	3,3	-0,3	2,2	-0,3	3,5	8,5	-0,7	1,8	1,4	4,2	2,2	2,2
market	1,8	0,4	2,3	0,4	1,7	3,9	0,1	1,2	1,0	1,9	2,2	2,3
non-market	2,7	-0,5	2,0	-0,5	2,8	3,3	0,7	2,3	1,5	2,9	2,6	1,9
ets	2,9	-0,1	2,4	-0,2	2,9	7,3	-0,1	1,6	1,7	3,6	2,2	2,4
en-intense	2,6	-0,1	2,4	-0,1	2,6	4,6	0,0	1,6	1,3	3,2	2,2	2,3
coal	4,1	-2,2	1,9	-2,1	4,7	8,4	-5,2	3,3	0,0	5,6	4,1	1,9
electric	1,7	0,8	3,2	0,8	1,3	9,5	-1,1	1,1	0,0	1,2	1,7	3,2
gas	1,8	0,5	2,7	0,5	1,7	3,5	1,1	1,1	0,0	1,4	1,8	2,7
heat	1,9	0,0	2,0	0,0	1,9	4,3	0,5	0,9	0,0	1,9	1,9	2,0
mining	2,6	-0,2	2,2	0,0	2,7	6,6	-3,0	2,2	1,1	2,9	2,6	2,2

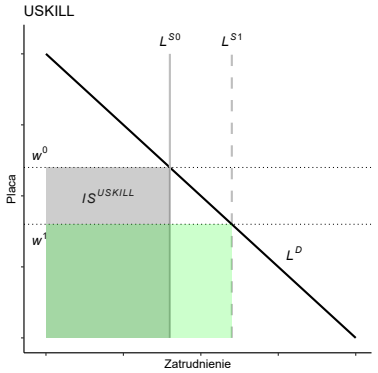
type	C	H_inc	p
total	1,5	1,7	0,1
EMP	0,9	1,0	0,1
OTH	0,9	1,0	0,1
SELF	2,8	3,0	0,2
NURB	1,8	1,9	0,1
URB	1,2	1,4	0,2

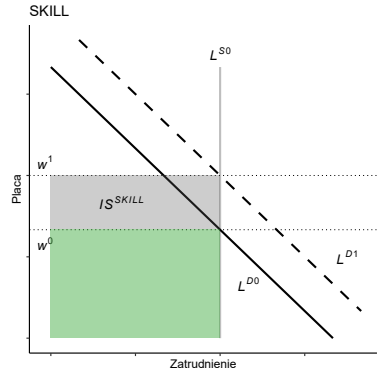
- Domknięcie modelu – długookresowe;
- Silny dodatni szok podażowy na rynku pracy powoduje wyraźny wzrost PKB (o 2,4%), ale też istotnie zmienia strukturę PKB. Konsumpcja prywatna rośnie (o 1,5%) z powodu wzrostu zatrudnienia, ale znacznie wolniej niż PKB. Wynika to z silnego spadku wynagrodzeń pracowników niekwalifikowanych (o 8,9%), co jest niezbędne dla zapewnienia równowagi w tym segmencie rynku pracy. Rośnie też popyt na pracowników wykwalifikowanych i usługi kapitału, co przy ich ustalonej podaży podnosi ceny tych czynników produkcji (odpowiednio, o 1,1% i 4%), podtrzymując wzrost konsumpcji;
- Pozytywny szok podażowy na rynku pracy generuje dodatkowe wpływy podatkowe (głównie z opodatkowania pracy). Przy założonym w modelu długookresowym niezmiennym deficycie SFP powoduje to absorpcję części szoku przez wzrost konsumpcji rządowej (o 3%);
- Spadek kosztów pracy powoduje spadek cen produktów większości sektorów, co w konsekwencji zwiększa na nie popyt krajowy i polepsza konkurencyjność eksportu. W przypadku przemysłu, produkcja rośnie o 3,3%, zaś eksport o 4,2%. Rosnący popyt wewnętrzny i eksport, przy stałym kursie wymiany generują dodatkowy import. Następuje wzrost eksportu netto i w konsekwencji spadek oszczędności zagranicy, jednak oszczędności krajowe rosną, co pozwala na wzrost inwestycji (1,2%);
- Wyższy poziom aktywności gospodarki powoduje wzrost emisji CO_2, zarówno krajowej, jak i zawartej w imporcie;
- Otrzymany łączny efekt napływu imigracji dla PKB jest spójny z wynikami w Strzelecki *et. al.* 2020, którzy szacują go średniorocznie na 0,5 pp. wyższy wzrost PKB w okresie 2013-2018.

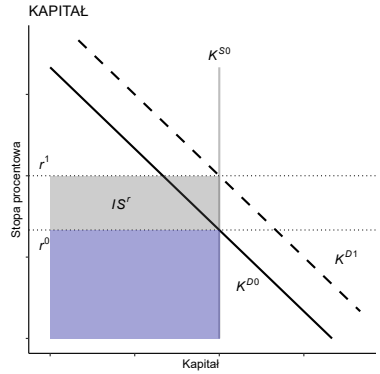
7.3 Wpływ imigracji na PKB i dochody podmiotów krajowych

Szacunek nadwyżki z tytułu imigracji (*Immigration Surplus*)

- Dla oceny wpływu imigracji na gospodarkę, a w szczególności w celu oszacowania, jaka część przyrostu PKB przypada podmiotom krajowym, oszacowano wielkość tzw. nadwyżki z tytułu imigracji (*Immigration Surplus - IS*);
- IS zostało wyznaczone jako łączna zmiana dochodów z pracy i kapitału, składających się na PKB, spowodowana napływem imigrantów, pomniejszona o wynagrodzenia imigrantów, wyrażona w relacji do wyjściowego PKB;
- Napływ imigrantów ma zróżnicowany wpływ na dochody różnych grup podmiotów w gospodarce (pracowników o różnych kwalifikacjach, przedsiębiorstwa), wobec tego zdekomponowano IS na dochody poszczególnych rodzajów pracy (*skilled/unskilled*) oraz dochody kapitału;
- W symulacji zakłada się, że wszyscy imigranci są pracownikami niewykwalifikowanymi i w całości zwiększają zasób tego rodzaju pracy. Napływ imigrantów o takiej charakterystyce powoduje następujące efekty:
  - Popyt na pracowników niewykwalifikowanych dostosowuje się do ich zwiększonej podaży, przy jednoczesnym spadku ich wynagrodzeń (o 8,9%);
  - Wraz ze wzrostem zatrudnienia pracowników niewykwalifikowanych rośnie popyt na pracowników wykwalifikowanych i kapitał (zgodnie z założoną niepełną substytucją czynników produkcji). Ponieważ założono, że napływ migrantów nie ma bezpośredniego wpływu na podaż pracowników wykwalifikowanych i kapitału, zwiększony popyt realizuje się poprzez wzrost wynagrodzeń tych czynników produkcji, odpowiednio, o 1,1% i 4%.
- W efekcie znacząco zwiększa się PKB (o 2,4%), przy czym dochody podmiotów krajowych z tego tytułu (IS) rosną o ok. 0,9% PKB, zaś dochody imigrantów rosną o 1,5% PKB;
- Wzrost dochodów podmiotów krajowych jest nierównomiernie rozłożony między poszczególne grupy podmiotów, wywołując efekty redystrybucyjne:
  - Wynagrodzenia pracowników spadają, łącznie o 1,2% PKB, na co składa się ich spadek dla pracowników niewykwalifikowanych (o -1,4% PKB) i wzrost dochodów pracowników wykwalifikowanych (o 0,2% PKB);
  - Rosną też dochody z kapitału, o 0,7% PKB oraz inne składowe PKB (o 1,4% PKB, głownie podatkowe).
- Nieliczne szacunki nadwyżki z tytułu imigracji dla innych krajów są bardzo zróżnicowane i wskazują na wyraźnie niższe wartości IS niż dla Polski, jak np. 0,1% PKB dla Holandii (przy 5% szoku podaży pracy, Roodenburg *et al.*, 2003), 0,2% PKB dla USA (przy 16,6% szoku podaży pracy, Borjas, 2019) i 0,04% PKB dla Hiszpanii (przy 11% szoku podaży pracy, Amuedo-Dorantes, de la Rica, 2009). Różnice mogą wynikać z jednej strony z charakteru imigracji i aktywności zawodowej samych imigrantów, różnic w strukturze gospodarek, istniejących nierówności płacowych, ale z drugiej – z pewnych rozwiązań i upraszczających założeń przyjętych tutaj:
  - Wszystkie dochody imigrantów są w symulacji oskładkowane i opodatkowane, co zawyża wielkość spożycia rządowego i wtórnie – transferów do gospodarstw domowych;
  - Imigranci wydają dochody w Polsce, zgodnie ze skłonnością do konsumpcji dla krajowych GD, co przeszacowuje wielkość spożycia indywidualnego;
  - Brak decyzji o podaży pracy (w szczególności w ujęciu ekstensywnym) oznacza względnie silny spadek płacy UNSKILL, gdyż nie towarzyszy mu potencjalny wzrost bezrobocia; choć oba efekty działają różnokierunkowo na dochody z pracy podmiotów krajowych, to łącznie przekłada się na przeszacowanie spadku dochodów z pracy UNSKILL.







Plany rozwojowe modelu

Plany rozwojowe modelu

Plany krótko- i średniookresowe

- Prace krótkookresowe:
  - endogenizacja podaży kapitału inwestycjami z bieżącego rozwiązania (w ramach rozwiązania długookresowego);
  - intensywność emisji - agregacja emisji importowanej z pozostałych krajów UE wg struktury importu;
  - włączenie formalne do modelu systemu ETS (feedback loop od krajowych emisji);
  - włączenie formalne do modelu systemu CBAM;
  - rozbicie sektora górniczego (osobny sektor wydobycia i handel gazem);
  - rozbicie sektora energii elektrycznej - wydzielenie OZE (i ciepła - kogeneracja?);
  - odmienne modelowanie sektora produkcji energii - uwzględnienie w drzewkach produkcji w energetyce surowców energetycznych.
- Prace średniookresowe
  - endogenizacja podaży pracy – albo zgodnie z modelem klasycznym albo ze statycznym modelem typu *search;*
  - uwzględnieniem czasu w problemach decyzyjnych podmiotów – pełna dynamizacja modelu;
  - wprowadzenie sztywności cenowych lub innego źródła braku naturalności pieniądza, a zarazem źródła zmian ogólnego poziomu cen;
  - zamiana funkcji popytu GD z CES na LES (*Linear Demand System*) w celu wprowadzenia minimalnych kosztów egzystencji i złagodzenia skutków szoków podaży pracy.

9. Literatura

- Amuedo-Dorantes C., De La, Rica S., (2013) *The immigration surplus and the substitutability of immigrant and native labor: evidence from Spain*, Empirical Economics volume 44, pages 945 – 958.
- Antoszewski M., Boratyński J., Zachłod-Jelec M., Wójtowicz K., Cygler M., Jeszke R., Pyrka M., Sikora P., Böhringer C., Gąska J., Jorgensen E., Kąsek L., Kiuila O., Malarski R., Rabiega W., *CGE model PLACE*, MF Working Paper Series, No 22-2015
- Antoszewski M., (2019), *Panel estimation of sectoral substitution elasticities for CES production functions*, Energy Economics 83, 272-289.
- Atalay E., (2017), *How Important Are Sectoral Shocks?*, American Economic Journal: Macroeconomics 9(4): 254–280.
- Bajzik J., Havranek T., Irsova Z., Schwarz J., (2019), *The Elasticity of Substitution between Domestic and Foreign Goods: A Quantitative Survey*, EconStor Preprints 200207, ZBW - Leibniz Information Centre for Economics.
- Bergman L., (1988), *Energy Policy Modeling: A survey of general equilibrium approaches*, Journal of Policy Modeling, Volume 10, Issue 3, Pages 377-399.
- Blait P., Miller E., (2009), *Input-Output Analysis Foundations and Extensions*, Cambridge University Press, New York.
- Borjas G., (2019), *Immigration and Economic Growth*, Working Paper 25836, NBER .
- Böhringer Ch., Balistreri E. J., Rutherford, T.F., (2012), *The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an Energy Modeling Forum study*, Energy Economics, Elsevier, vol. 34(S2), pages 97-110.
- Branger F., Quirion P., (2014), *Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies*, Ecological Economics, Volume 992014, Pages 29-39.
- Burniaux J-M., Truong T.P., (2002), *GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model* ,GTAP Technical Paper No. 16 (Revised).
- Burniaux, J.M., G. Nicoletti and J. Oliveira Martins, (1992), *GREEN: A Global Model for Quantifying the Costs of Policies to Curb CO2 Emissions*, OECD Economic Studies.
- Capros P., T. Georgakopoulos, D. Van Regemorter, S. Proost, T.F.N. Schmidt and K. Conrad, (1997), *European Union: the GEM-E3 General Equilibrium Model*, Economic & Financial Modelling, Special Double Issue, Vol. 4, No. 2&3, pp. 51-160.
- Chateau J., Dellink R., Lanzi E, (2014), *An Overview of the OECD ENV-linkages Model: Version 3* ,OECD Environment Working Papers No. 65.
- Christensen M.A., (2015), *A CGE Model with ICT and R&D-driven Endogenous Growth: A Detailed Model Description*, Joint Research Centre, European Commission.
- Claro S., (2003), *Cross-Country Estimation of the Elasticity of Substitution Between Labor and Capital in Manufacturing Industries*, Cuadernos de Economía Año 40, No. 120, pp. 239-257.
- *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*, (1995), Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, red. James P. Bruce Hoesung Lee Erik F. Haites, Press Syndicate of the University of Cambridge.

9. Literatura

- *Cudzoziemcy w polskim systemie ubezpieczeń społecznych*, (2019), Departament Statystyki i Prognoz Aktuarialnych, ZUS.
- Deininger S. M. , Mohler L., Mueller D., (2018), *Factor substitution in Swiss manufacturing: empirical evidence using micro panel data*, Swiss Journal of Economics and Statistics.
- Delzeit, F., Ho, M., Leblanc, F., Schuenemann, F., Weitzel, M., *Modelling consumption and constructing long-term baselines in final demand*, Modelling Long-term Baselines volume, (eds.) Dellink and van der Mensburgghe.
- Duarte R., Langarita R., Sánchez-Chóliz J., (2016), *A CGE model for Spain focusing on the electricity sector*, International Conference of Regional Science, Santiago de Compostela.
- Europejski Zielony Ład, (2019), Komisja Europejska
- Friedlander D., (1961), *A Technique for Estimating a Contingency Table, Given the Marginal Totals and Some Supplementary Data*, Journal of the Royal Statistical Society.
- Gąska J., Pyrka M., Jeszke R., Mraz M., Rabiega W., Sekuła M., (2019), *The Risk of Carbon Leakage in the Context of Increasing the EU Greenhouse Gas Emission Reduction Target* , CAKE IOŚ – PIB.
- Gąska J., Pyrka M., Rabiega W., Jeszke R., (2020), *The CGE Model D-place Technical Documentation For The Model Version 1.0*, CAKE IOŚ – PIB.
- Gohin A., (2005), *The specification of price and income elasticities in computable general equilibrium models: An application of latent separability*, Economic Modelling, Elsevier, vol. 22(5), pages 905-925.
- Havranek T. , Irsova Z., Laslopova L. Zeynalova O., *The Elasticity of Substitution between Skilled and Unskilled Labor: A Meta-Analysis*, MPRA Paper 102598, University Library of Munich, Germany.
- Hillberry R., Hummels D., (2013), *Trade Elasticity Parameters for a CGE Model*, (Chapter 18 in: Handbook of Computable General Equilibrium Modeling), Handbook of Computable General Equilibrium Modeling Volume 1, Pages 1213-1269.
- *HMRC's CGE model documentation*, (2013), HM Revenue and Customs, UK, London.
- Hu, Wenhao & Ho, Mun S. & Cao, Jing, (2019), *Energy consumption of urban households in China*, China Economic Review, Elsevier, vol. 58(C).
- Knoblach M. , Rößler M., Zwerschke P., (2016), *The Elasticity of Factor Substitution Between Capital and Labor In the U.S. Economy: A Meta-Regression Analysis*, CEPIE Working Paper No. 03/16 Center of Public and International Economics, Technische Universität Dresden.
- *Krótkookresowe skutki makroekonomiczne pakietu energetyczno-klimatycznego w gospodarce Polski. Wnioski dla polityki pieniężnej*, Narodowy Bank Polski, (2012), Instytut Ekonomiczny.

9. Literatura

- Lee H., Oliveira-Martins J., van der Mensbrugghe D., (1994), *The OECD Green Model: An Updated Overview*, Working Paper No. 97, OECD Development Centre.
- Marten A., Schreiber A., Wolverton A., (2019), *SAGE Model Documentation (1.2.0),* U.S. Environmental Protection Agency.
- McDaniel C.A, Balistreri E.J., (2002), *A Discussion on Armington Trade Substitution Elasticities,* Office Of Economics Working Paper, U.S. International Trade Commission.
- Mućk J. , *Elasticity of substitution between labor and capital: robust evidence from developed economies*, (2017), NBP Working Paper No. 271, Narodowy Bank Polski.
- Pyrka M, Boratyński J., Tobiasz I., Jeszke R., Sekuła M, (2020), *Skutki wprowadzenia podatku granicznego od emisji GHG w warunkach zaostrzenia polityki klimatycznej UE*, CAKE IOŚ – PIB.
- Roodenburg H., Euwals R., Rele H., (2003), *Immigration and the Dutch economy*, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.
- Ross M.T., Beach R.H. , Depro B.M., Murray B.C., (2005), *EMPAX-CGE Model Documentation*.
- Serletis A., Timilsina G. R., Vasetsky O., (2010), *International evidence on sectoral interfuel substitution,* The Energy Journal, 31(4):1–29.
- Shen K., Whalley J., (2013), *Capital-Labor-Energy Substitution in Nested CES Production Functions for China,* Working Paper 19104, NBER Working Paper Series.
- Stern D. I., (2012) *Interfuel Substitution: A Meta-Analysis*, Journal of Economic Surveys, Vol. 26, Issue 2, pp. 307-331.
- Strzelecki P., Growiec J., Wyszyński R., (2020), *The contribution of immigration from Ukraine to economic growth in Poland*, NBP Working Papers 322, Narodowy Bank Polski.
- Sue Wing I, *Induced Technical Change and the Cost of Climate Policy,* MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 102, Cambridge MA (USA).
- *The First Clean Air Outlook, Report From The Commission To The European Parliament*, (2018), The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions, European Commission.
- *Transition to a Low-Emissions Economy in Poland*, (2011), World Bank.