IOŚ-PIB

Centre for Climate and Energy Analyses

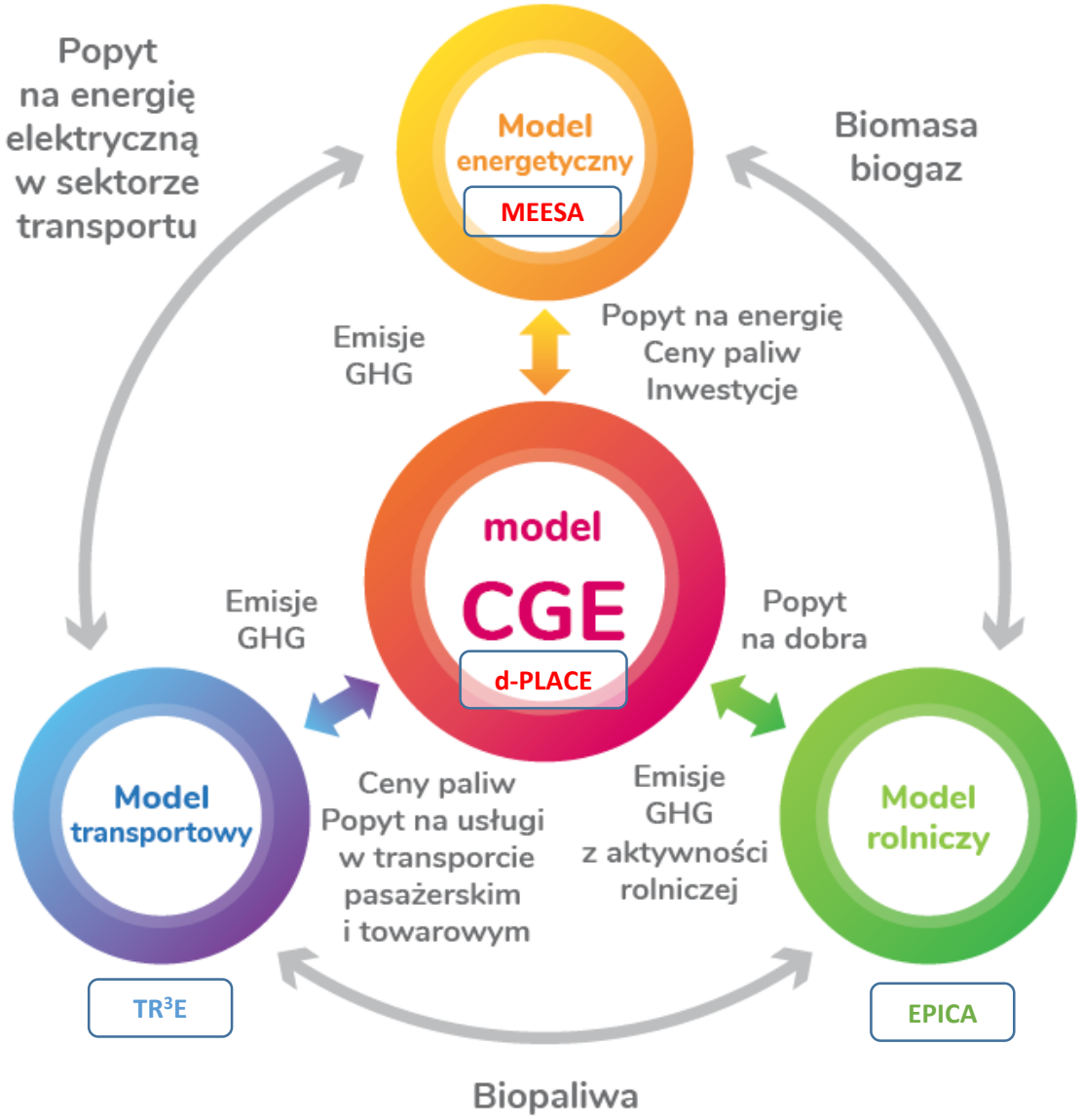
KOBiZE

Możliwości wykorzystania modelu EPICA do określenia skutków ograniczenia emisji GHG w sektorze rolnictwa

15 lipca 2020

Project LIFE16 GIC/PL/000031 is co-financed from EU funds from the LIFE program and from the funds of the National Fund for Environmental Protection and Water Management.

MIEJSCE MODELU ROLNICTWA



MODEL EPICA

EPICA – EVALUATION OF POLICY IMPACTS – CLIMATE AND AGRICULTURE

- **Cel:** dezagregacja zmian w sektorze rolnictwa wskazanych w modelu **d-PLACE,** testowanie skali zmian w sektorze gospodarstw rolniczych wynikających z wdrożenia instrumentów polityki klimatycznej.
- **Metodyka:**
  - **Model podaży:**
    - Modele optymalizacyjne dla 19 typów gospodarstw rolnych
    - Funkcja celu: Maksymalizacja dochodu rolniczego
    - Modelowane parametry: struktura działalności produkcyjnych w gospodarstwach rolniczych:17 działalności roślinnych, 6 działalności zwierzęcych
  - **Model rynku (w opracowaniu):**
    - Model częściowej równowagi
    - Modelowane parametry: zmiany cen produktów rolnych wynikające ze zmian podaży
- **Zakres geograficzny: Polska**
- **Horyzont czasowy:** 2050

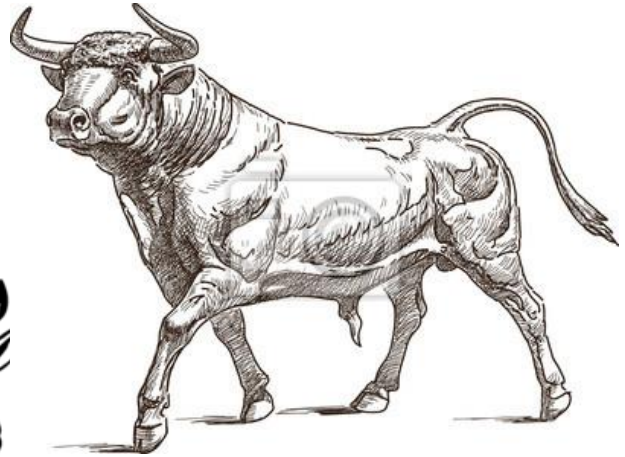
DZIAŁALNOŚCI ROŚLINNE

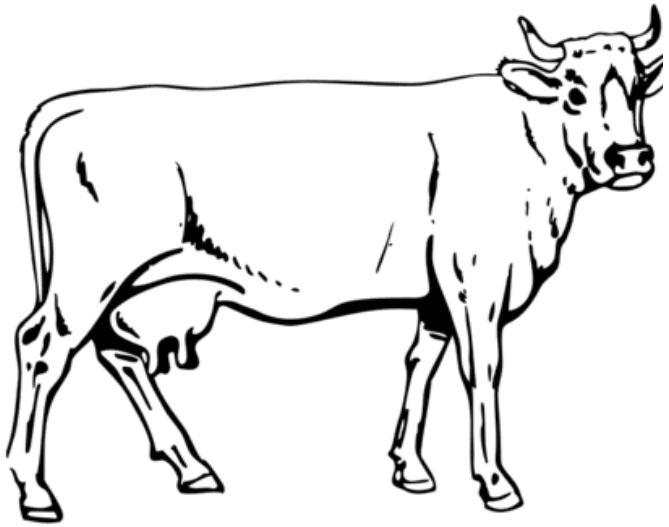
1) Pszenica
2) Pozostałe zboża
3) Oleiste
4) Buraki cukrowe
5) Ziemniaki
6) Strączkowe (na ziarno)
7) Kukurydza (na ziarno)
8) Owoce (na gruntach ornych)
9) Warzywa
10) Sady i uprawy trwałe
11) Rośliny energetyczne

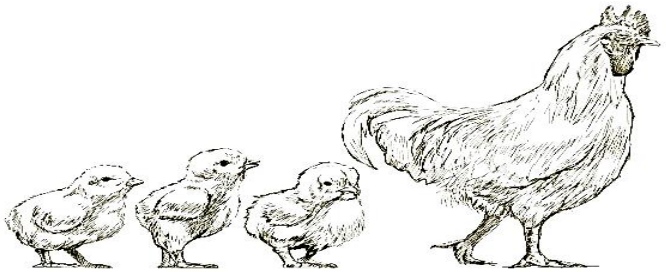
12) Strączkowe (na zielonkę)
13) Kukurydza (na zielonkę)
14) Trwałe użytki zielone (TUZ)
15) Trawy w uprawie polowej i inne rośliny pastewne
16) Pozostałe rośliny uprawne
17) Grunty ugorowane – EFA

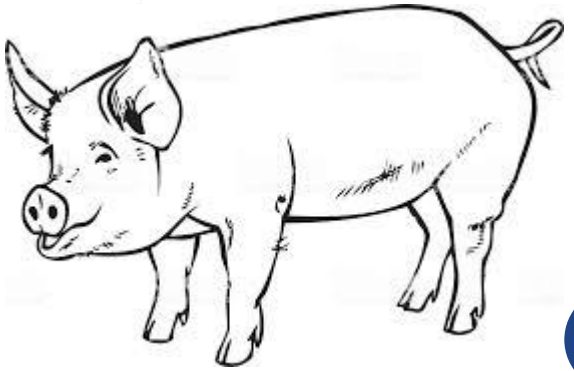
Działalności zwierzęce

1) Bydło mięsne
2) Bydło mleczne
3) Trzoda chlewna
4) Drób (mięso)
5) Drób (jaja)
6) Pozostałe zwierzęta









Poziom plonów/wydajności

Wszystkie działalności produkcyjne występują w dwóch technologiach:

- **Intensywnej**
  - wysokonakładowej
- **Ekstensywnej**
  - niskonakładowej

Zmiana relacji udziałów działalności intensywnych do ekstensywnych pozwala na modelowanie zmian wydajności.

SCHEMAT IDEOWY MODELU EPICA
MODUŁ GOSPODARSTW

Model podaży

Relacje produkt/nakład

Ceny produktów i nakładów

Instrumenty polityki rolnej/klimatycznej

Max. Dochód = Przychody- Koszty

Bilanse:

Żywienia zwierząt
Nawożenia roślin
Wykorzystania UR
Bilanse dóbr nietowarowych,
Ograniczenia środowiskowe.

Wielkość podaży

Zapotrzebowanie na pasze treściwe,
Powierzchnia upraw,
Pogłowie zwierząt,
Poziom plonów,
Poziom nakładów,
Emisja GHG,
Dochód

EMISJE GHG Z ROLNICTWA

Emisje CH_4 z fermentacji jelitowej (10.20 IPCC Tier 1+2):

$$EF = \left[\frac{GE \times \left(\frac{Y_m}{100}\right) \times 365}{55.65}\right]$$

Gospodarka nawozami naturalnymi – CH_4 (10.23 IPCC):

$$EF_{(T)} = (VS_{(T)} \times 365) \times \left[B_{o(T)} \times 0.67\ kg/m^3 \times \sum_{S,k} \frac{MCF_{S,k}}{100} \times MS_{(T,S,k)}\right]$$

Gospodarka nawozami naturalnymi – emisje bezpośrednie N_2O (10.25 IPCC):

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T \left(N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)}\right)\right] \times EF_{3(S)}\right] \times \frac{44}{28}$$

Gospodarowanie nawozami – pośrednie straty N poprzez ulatnianie (10.26 IPCC):

$$N_{volatiiization\ -MMS} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)}\right) \times \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100}\right)_{(T,S)}\right]\right]$$

Gospodarowanie nawozami – pośrednie straty N poprzez wypłukiwanie (10.28):

$$N_{leac\,hing\,-MMS} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times MS_{(T,S)}\right) \times \left(\frac{Frac_{leac\,hMS}}{100}\right)_{(T,S)}\right]\right]$$

Emisje N_2O z resztek pożniwnych (mod. 11.6 IPCC):

$$\boldsymbol{F_{CR} = \sum_T \left\{Crop_{(T)} \times Area_{(T)} \times Frac_{Renew(T)} \times \left[R_{AG(T)} \times N_{AG(T)} \times \left(1 - Frac_{Burn(T)} - Frac_{Remove(T)}\right) + R_{BG(T)} \times N_{BG(T)}\right]\right\}}$$

Emisje z wapnowania (11.12 IPCC):

$$\boldsymbol{CO_2C\ Emission = (M_{limestone} \times EF_{limestone}) + (M_{dolomite} \times EF_{dolomite})}$$

Emisje ze stosowania mocznika (10.28 IPCC):

$$\boldsymbol{CO_2C\ Emission = M \times EF}$$

Emisje N_2O gleb organicznych: na podstawie NIR 2015

SCENARIUSZE ANALITYCZNE

GŁÓWNE ZAŁOŻENIA - SCENARIUSZE ANALITYCZNE

- **Redukcja emisji w stosunku do roku 2015**
  - **5%, 10% , 20%** bazowej emisji (**RE5, RE10, RE20**)

- **Opodatkowanie nawozów azotowych**
  - **10%, 20%** ceny (**N10, N20**)
- **Wprowadzenie opłat od emisji GHG wg cen uprawnień w EU ETS**
  - Ceny niskie (ok.**30 zł/t CO_2ekw**) (**ETS15**)
  - Ceny wysokie (ok. **100 zł/t CO_2ekw**) (**ETS20**)

ANALIZOWANE TYPY GOSPODARSTW

Liczba gospodarstw reprezentowanych w modelu

Wartość SO*	Zbożowe	Roślinne	Bydlęce	Mieszane	Ziarnożercy**	Pozostałe
Niskotowarowe (< 4 tys. EUR)	689110					
Małe (4-25 tys. EUR)	55136	95719	140049	195451	42321	51715
Średnie (25-100 tys. EUR)	8309	12892	55074	23023	18986	13730
Duże (> 100 tys. EUR SO)	2693	1548	1989	2660	6442	3149

*SO – Standard Output – przeciętna wartość produkcji; ** trzoda i drób

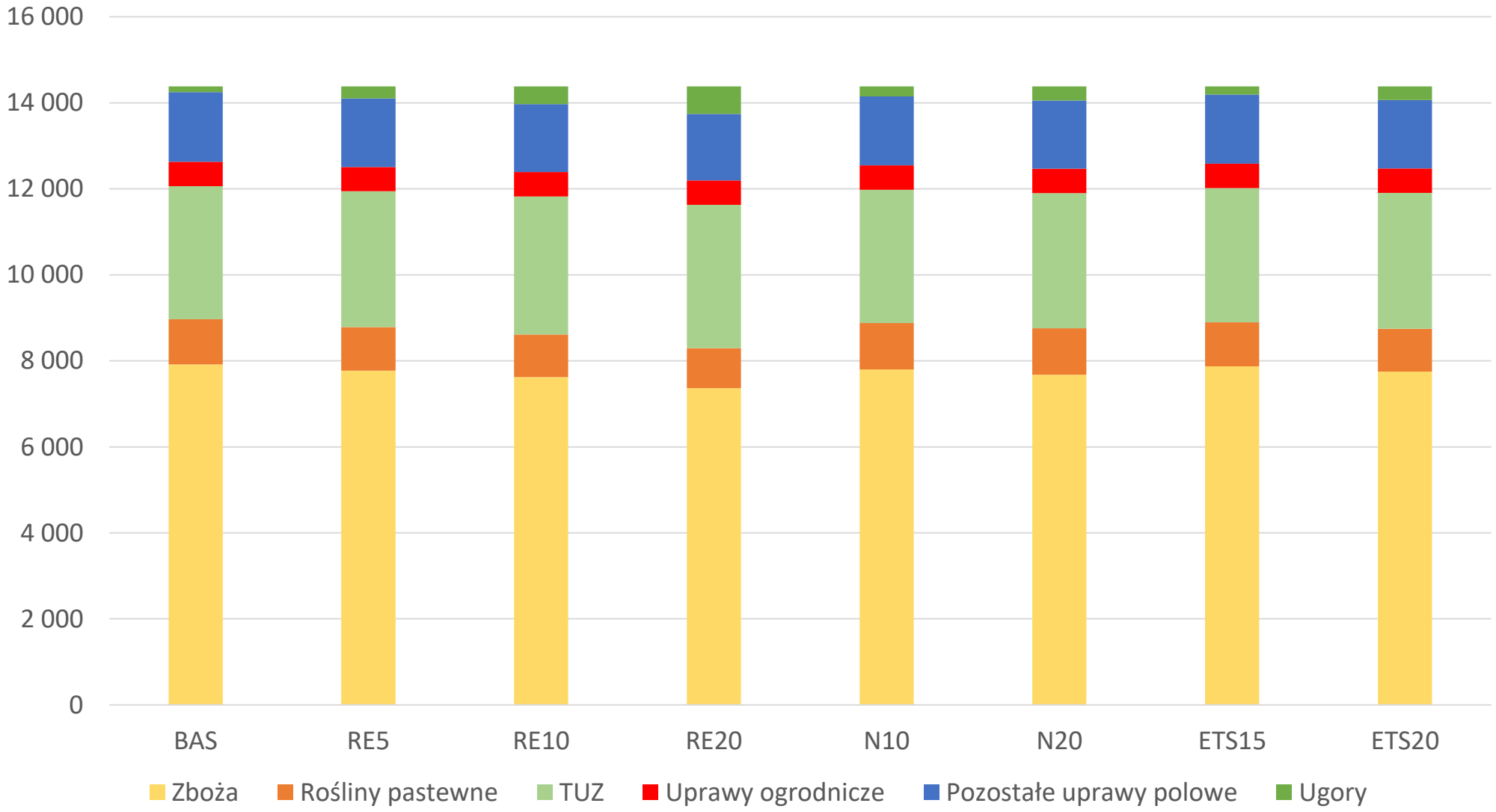
CHARAKTERYSTYKA ANALIZOWANYCH TYPÓW GOSPODARSTW

	Produkcja roślinna [ha]						Produkcja zwierzęca [LU]				
	Zboża	Pozostałe uprawy polowe	Uprawy ogrodnicze	Rośliny pastewne	TUZ	UPRAWY RAZEM	Bydło mięsne	Krowy mleczne	Trzoda	Drób	ZWIERZĘTA RAZEM
Bydlęce duże	27.58	8.18	0.02	35.82	36.48	**108.07**	44.10	76.40	7.35	0.00	**127.86**
Bydlęce średnie	8.46	0.58	0.05	6.90	12.24	**28.23**	10.65	19.73	1.87	0.04	**32.28**
Bydlęce małe	4.03	0.23	0.03	1.48	5.16	**10.93**	3.99	4.05	1.04	0.15	**9.24**
Zbożowe duże	273.95	111.37	0.12	3.63	14.20	**403.27**	5.83	3.87	3.42	0.00	**13.13**
Zbożowe średnie	44.04	15.62	0.12	0.44	1.87	**62.09**	0.80	0.08	1.22	0.06	**2.16**
Zbożowe małe	11.24	2.14	0.04	0.08	0.84	**14.34**	0.16	0.03	0.20	0.06	**0.44**
Roślinne duże	68.42	42.60	15.55	3.49	7.67	**137.73**	2.67	0.89	6.09	0.32	**9.97**
Roślinne średnie	16.66	8.05	4.97	1.11	2.65	**33.44**	1.41	0.30	1.25	0.12	**3.08**
Roślinne małe	5.17	1.57	1.16	0.30	0.87	**9.07**	0.28	0.10	0.50	0.07	**0.94**
Mieszane duże	195.76	73.15	2.54	23.81	63.43	**358.70**	54.45	76.12	82.92	0.00	**213.50**
Mieszane średnie	19.60	5.20	0.35	2.18	4.38	**31.71**	6.44	3.71	12.23	0.22	**22.60**
Mieszane małe	6.09	0.66	0.13	0.42	2.23	**9.52**	1.86	0.89	2.33	0.17	**5.25**
Pozostałe duże	6.60	1.97	12.79	0.11	0.37	**21.85**	0.18	0.02	0.30	0.00	**0.50**
Pozostałe średnie	2.68	0.68	5.33	0.14	1.64	**10.47**	0.56	0.13	0.13	0.05	**0.87**
Pozostałe małe	1.00	0.29	3.30	0.09	1.02	**5.70**	0.40	0.04	0.02	0.00	**0.47**
Ziarnożercy duże	34.11	4.42	0.03	1.84	2.54	**42.95**	1.53	0.49	80.45	221.84	**304.31**
Ziarnożercy średnie	13.91	1.13	0.05	0.95	2.25	**18.30**	3.17	0.87	30.98	4.86	**39.88**
Ziarnożercy małe	5.24	0.19	0.02	0.23	1.71	**7.39**	1.42	0.48	7.86	0.71	**10.47**
Niskotowarowe	1.91	0.21	0.04	0.13	0.70	**2.98**	0.13	0.06	0.17	0.01	**0.37**

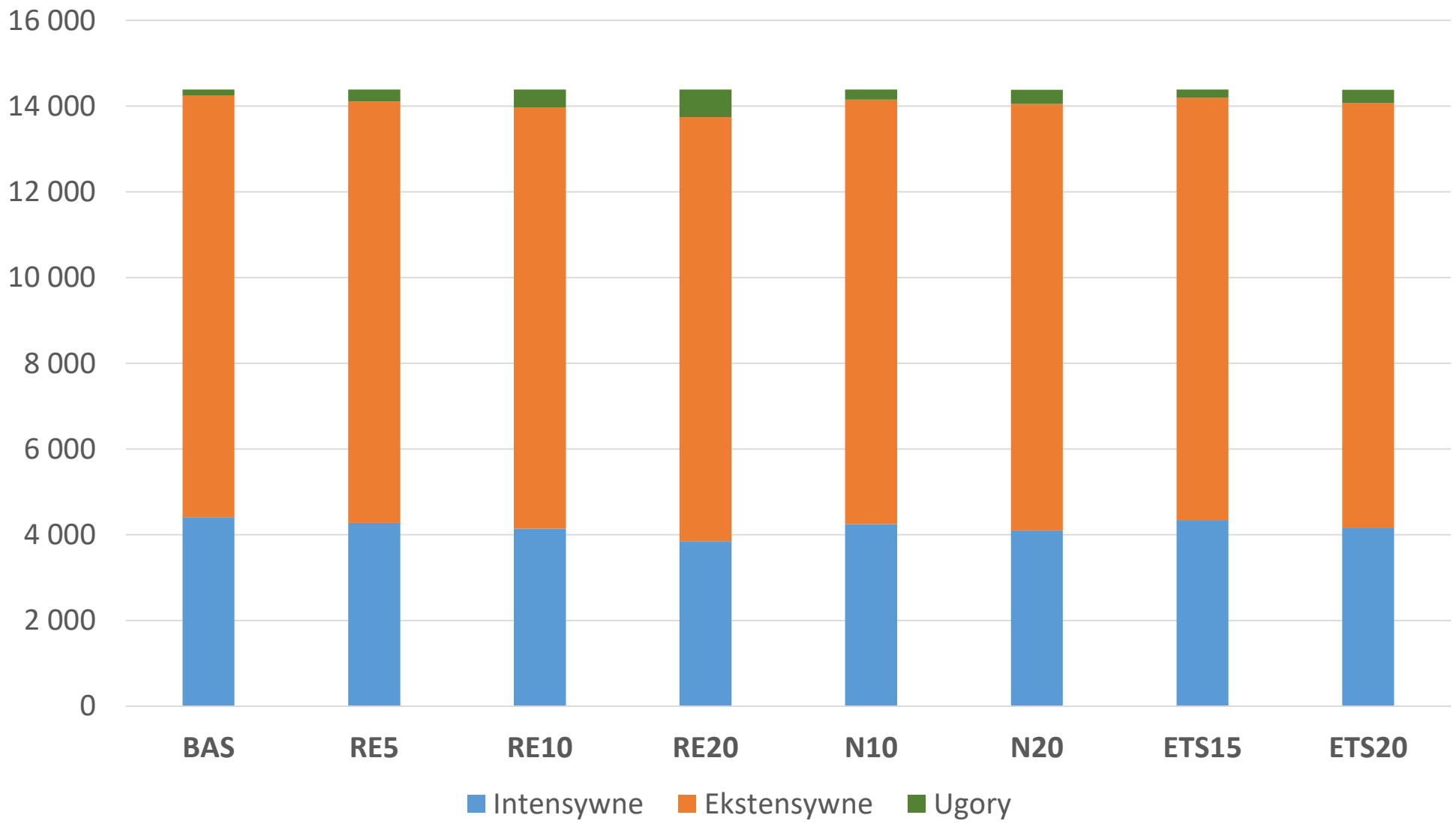
WYNIKI

MODELU PODAŻY

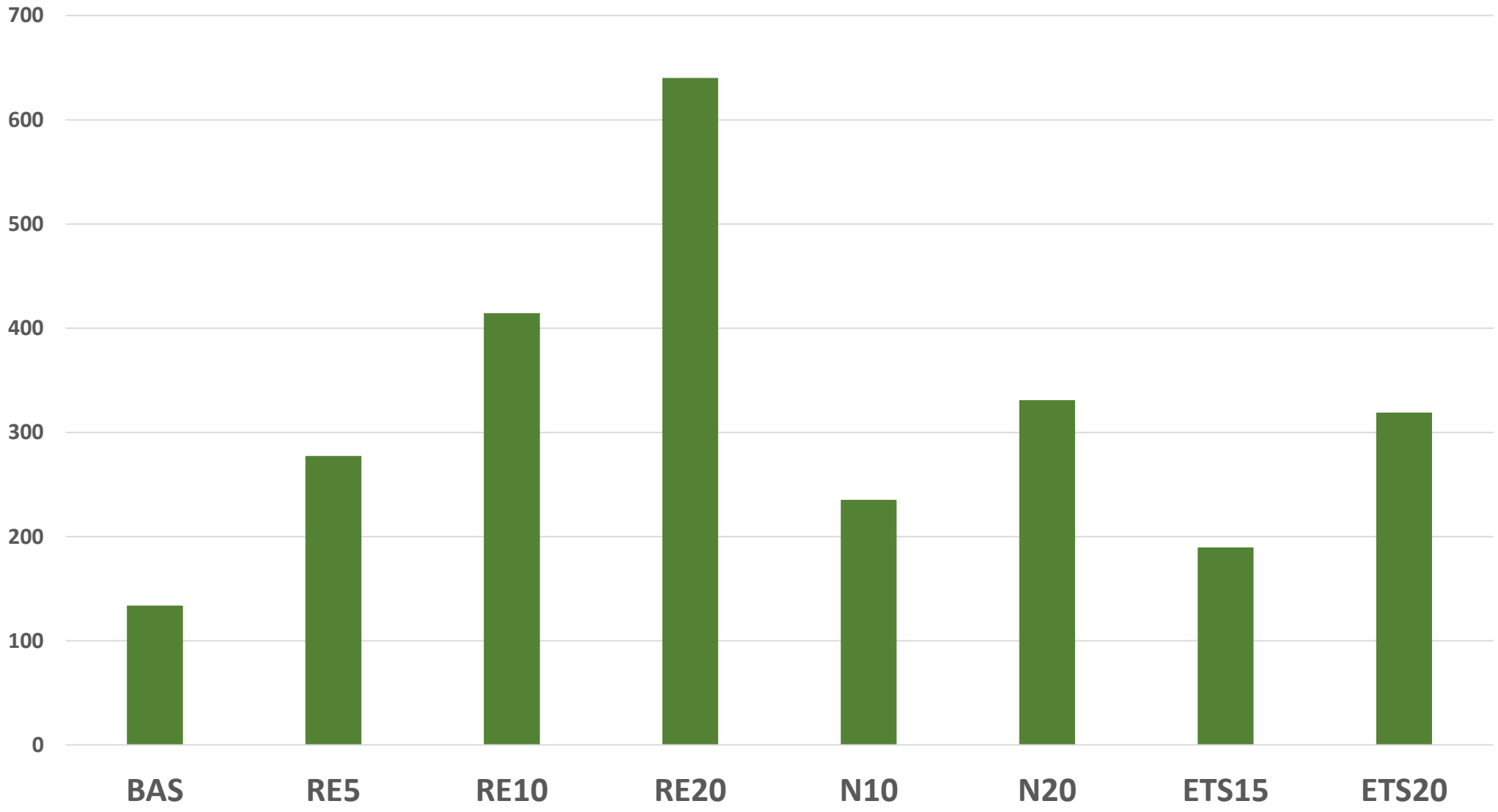
ZMIANY STRUKTURY UPRAW [TYS. HA]



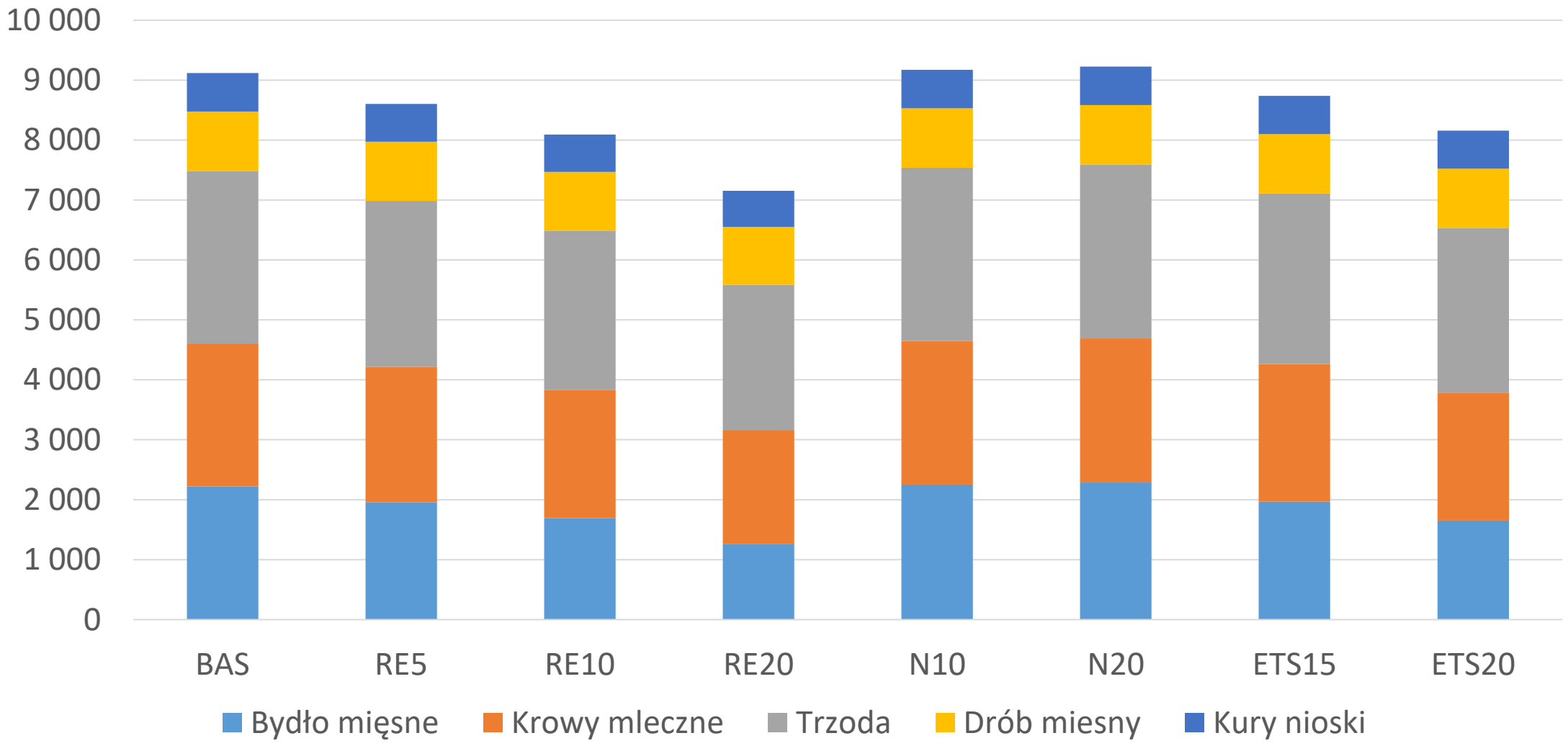
ZMIANY INTENSYWNOŚCI UPRAW [TYS. HA]



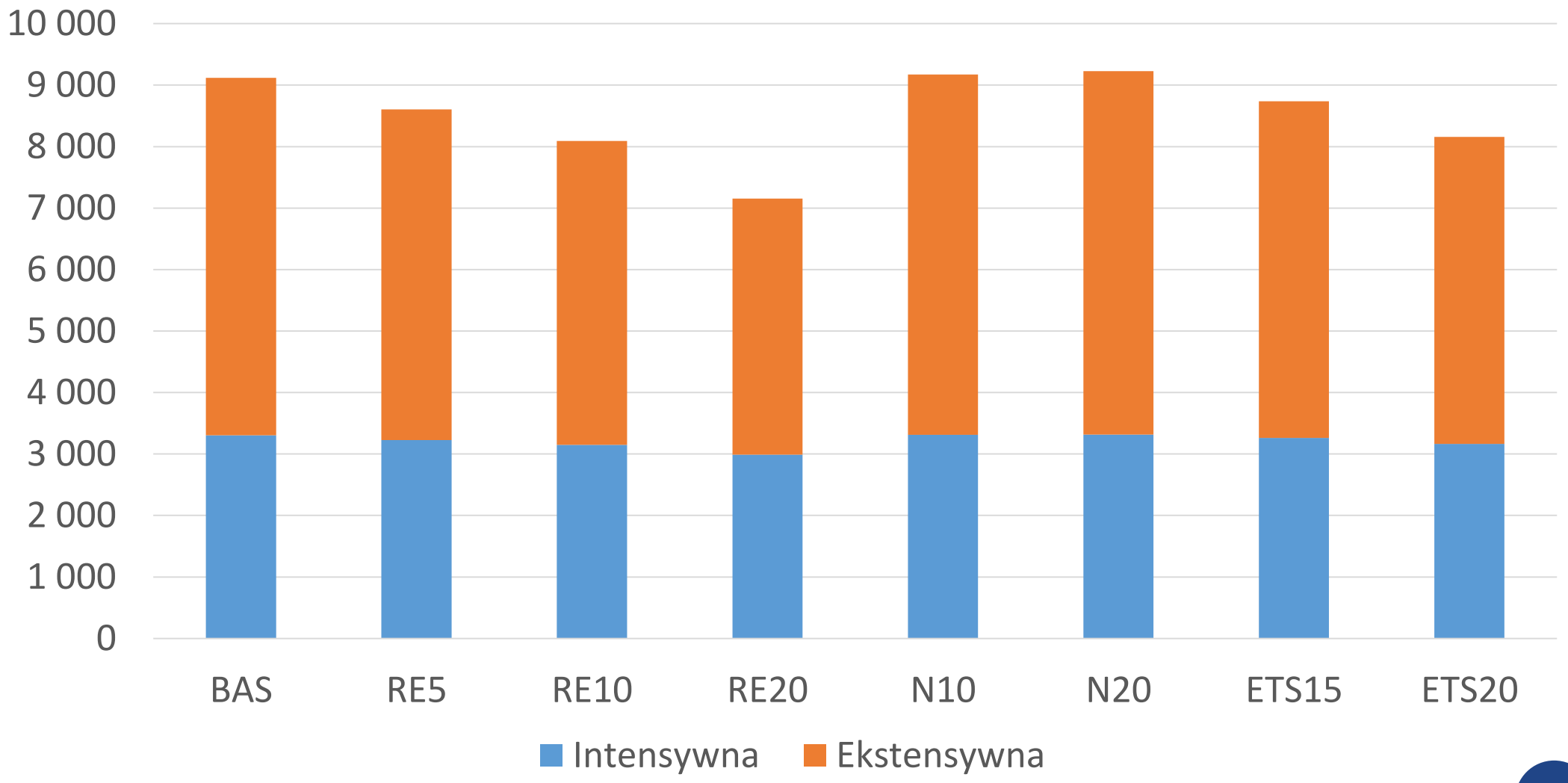
POWIERZCHNIA UGORÓW [TYS.HA]



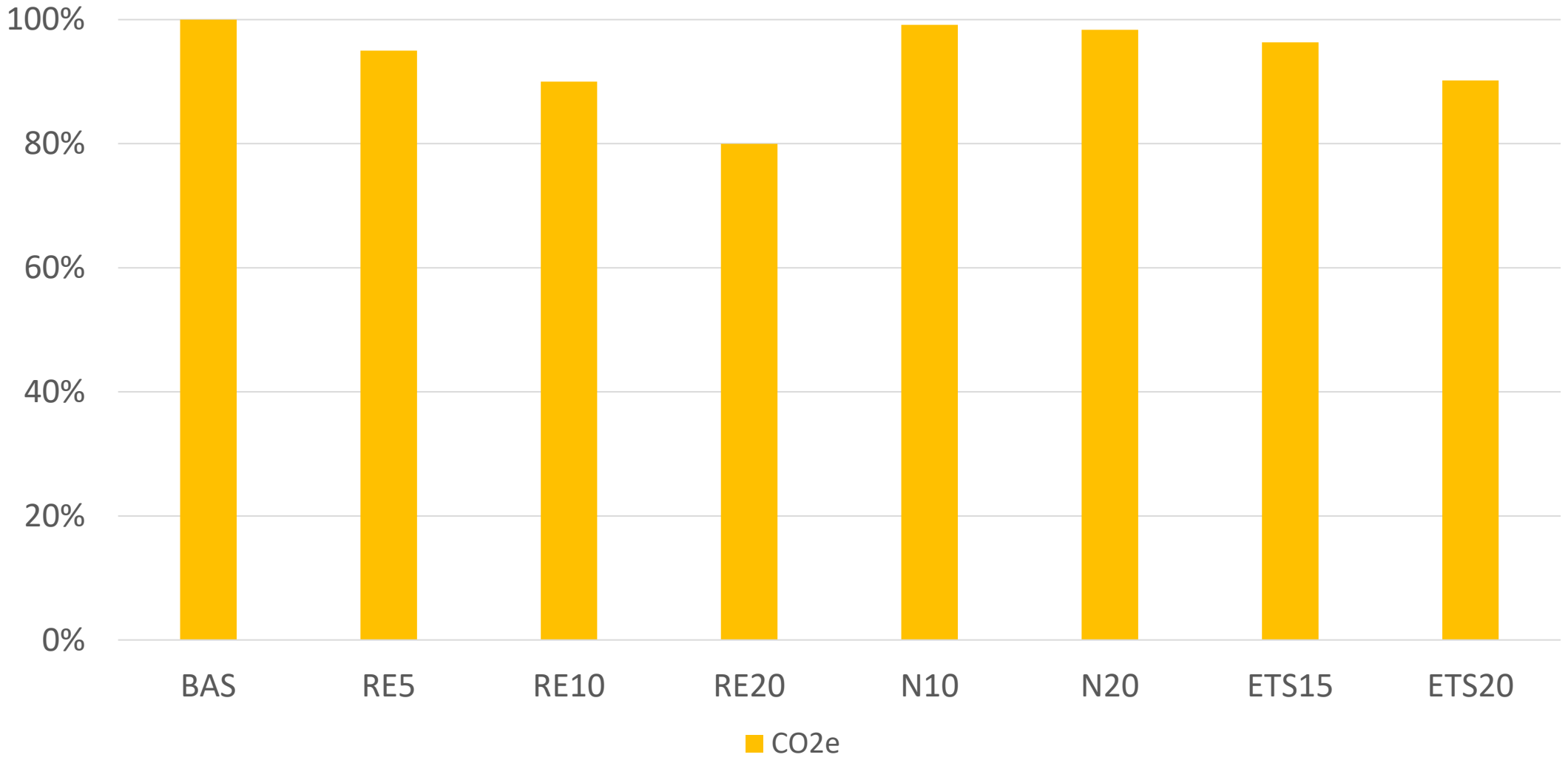
ZMIANY STRUKTURY POGŁOWIA [TYS. LU]



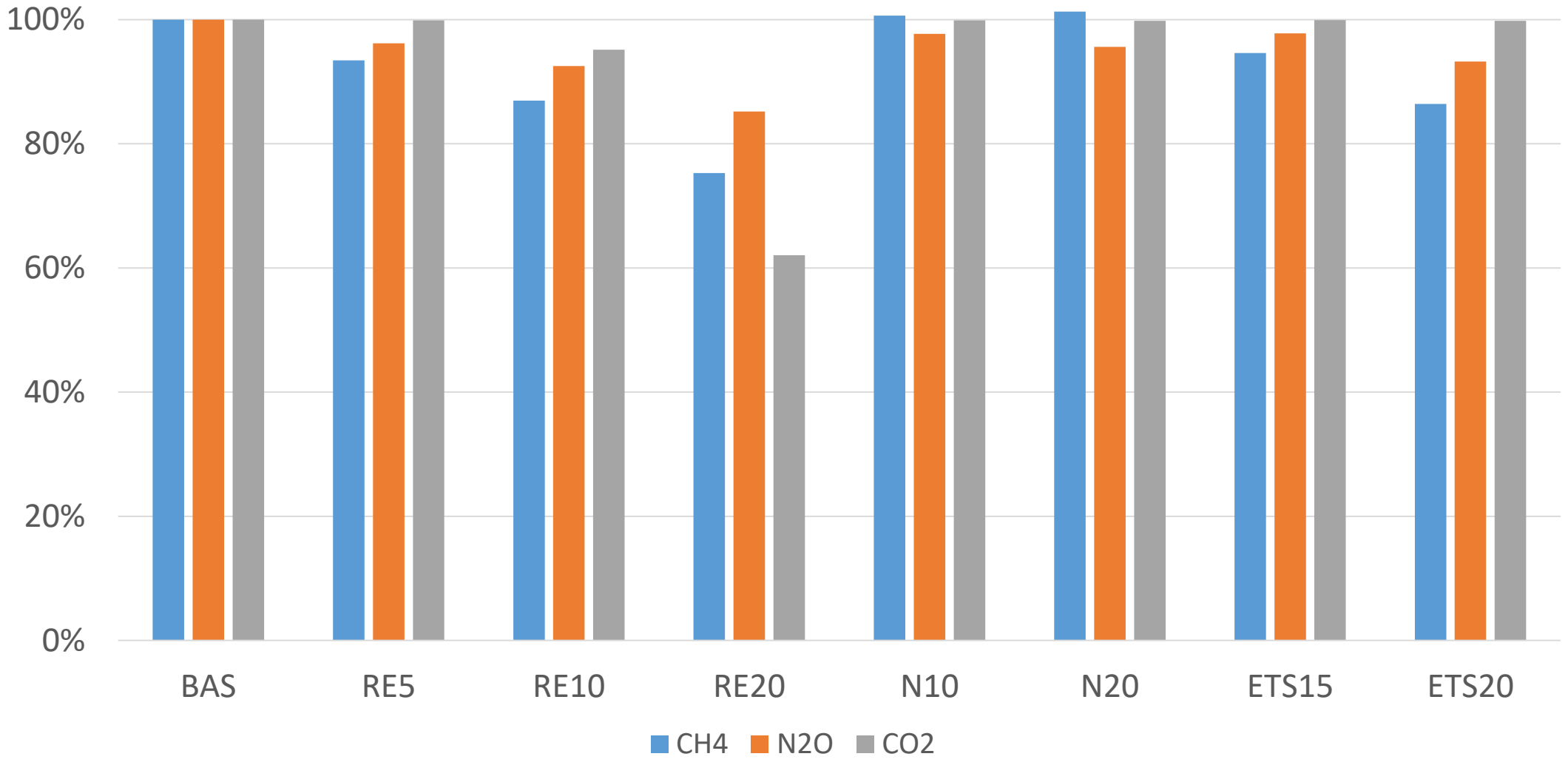
ZMIANY INTENSYWNOŚCI PROD. ZWIERZĘCEJ[TYS. LU]



Zmiany Poziomu emisji GHG z Rolnictwa wg GHG



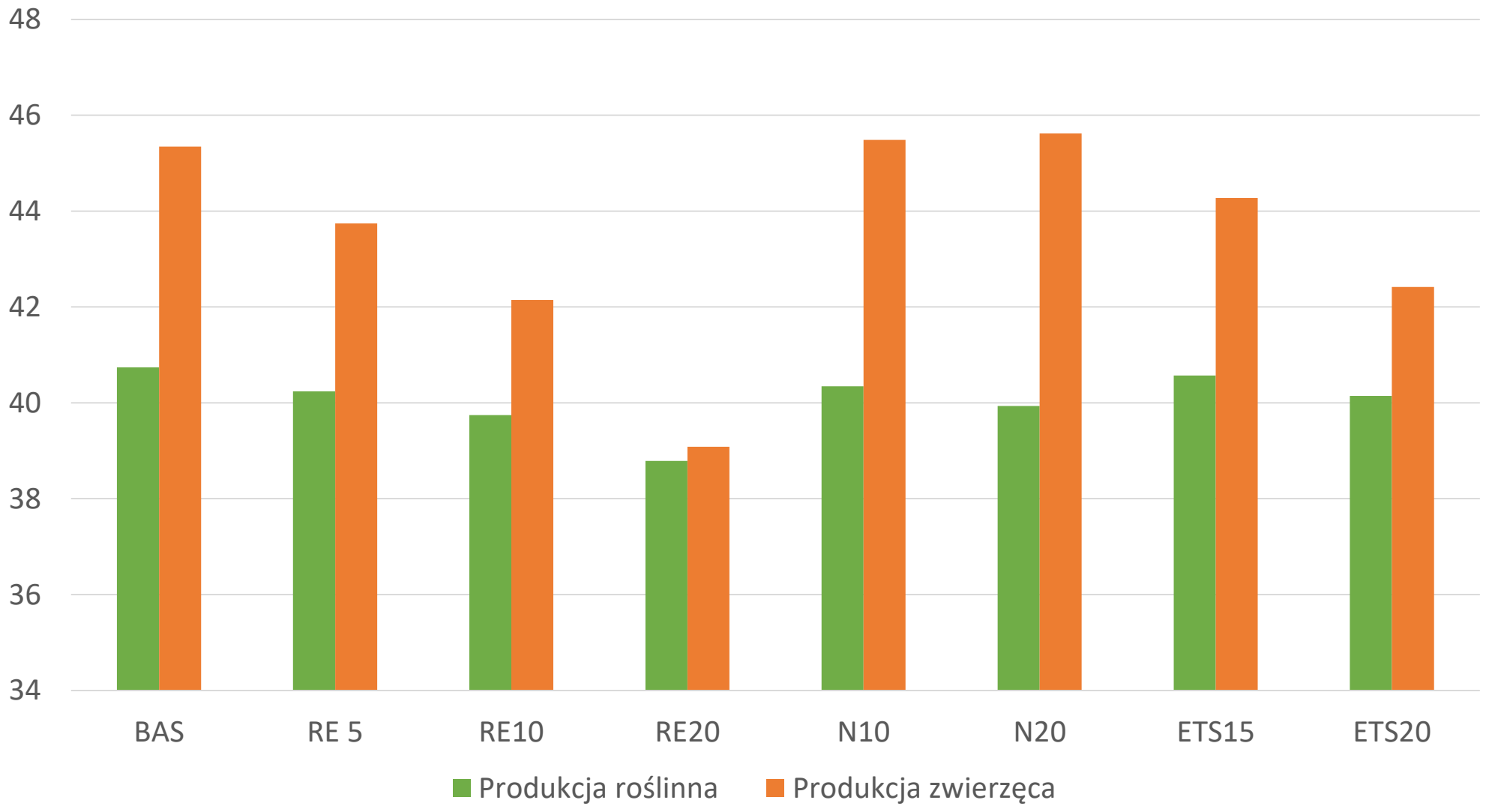
Zmiany Poziomu emisji GHG z Rolnictwa wg GHG



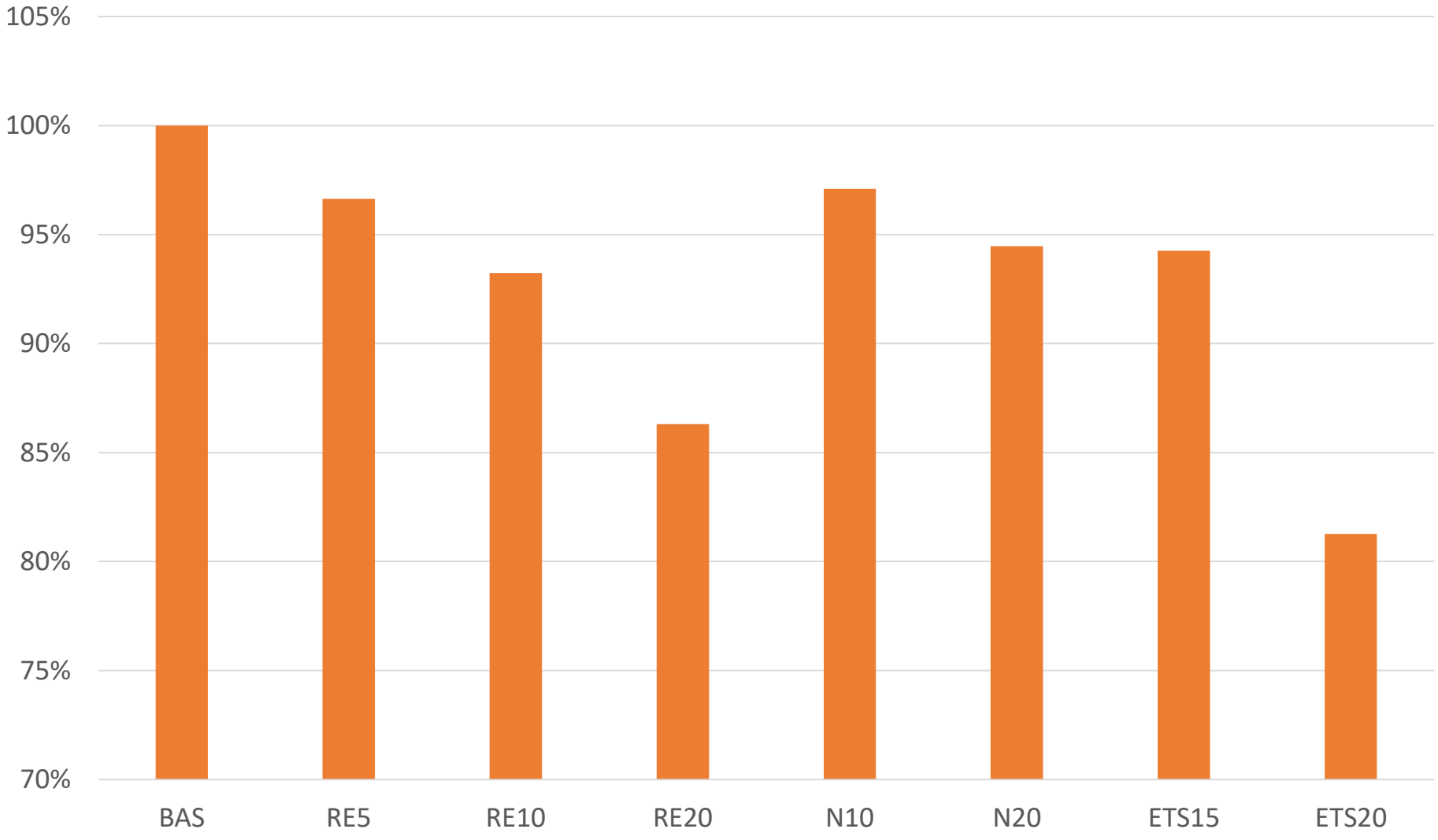
ZMIANY POZIOMU WYDAJNOŚCI [BAS=0%]

	BAS	RE20	N20	ETS20
Poziom emisji GHG [kT CO2e]	29540.1	-20%	-1.62%	-9.79%
Wydajność mleczna [hl/LU]	53.95	5.50%	-0.34%	2.30%
Wydajność mięsna bydła [kg/LU]	441.53	16.03%	-0.76%	8.03%
Plon pszenicy [dt/ha]	45.7	-0.99%	-0.29%	-0.25%
Plon buraka cukrowego [dt/ha]	520.00	-2.79%	-0.97%	-0.80%
Plon strączkowych [dt/ha]	17.7	-0.72%	-0.18%	-0.27%
Plon kukurydzy [dt/ha]	47.1	-3.42%	-0.94%	-0.95%

ZMIANY WARTOŚCI PRODUKCJI [MLD PLN]



ZMIANY DOCHODÓW ROLNIKÓW [% BAS]



ZMIANY DOCHODÓW ROLNIKÓW [%BAS]

Typ gospodarstwa	BAS [tys. PLN]	RE5	RE10	RE20	N10	N20	ETS15	ETS20
Bydlęce duże	138.4	97.9%	95.7%	87.7%	92.9%	86.8%	81.7%	46.8%
Bydlęce średnie	40.0	91.2%	82.5%	65.9%	95.0%	91.1%	84.9%	50.7%
Bydlęce małe	6.4	90.1%	80.2%	59.7%	93.4%	87.9%	78.3%	29.7%
Zbożowe duże	297.9	96.3%	93.3%	82.3%	91.9%	84.0%	94.5%	81.7%
Zbożowe średnie	61.2	95.6%	91.3%	84.2%	93.2%	86.8%	95.4%	84.6%
Zbożowe małe	3.9	87.1%	74.3%	54.7%	81.2%	63.6%	86.4%	54.8%
Roślinne duże	450.7	98.6%	97.3%	94.0%	97.6%	95.3%	98.4%	94.6%
Roślinne średnie	120.9	98.6%	97.2%	94.8%	98.1%	96.2%	98.5%	95.2%
Roślinne małe	16.6	97.7%	95.4%	91.9%	97.4%	95.0%	97.8%	92.8%
Mieszane duże	234.6	97.9%	95.8%	86.6%	90.5%	81.7%	84.0%	52.2%
Mieszane średnie	24.0	93.6%	87.2%	75.1%	94.1%	88.5%	88.7%	62.9%
Mieszane małe	5.0	94.1%	86.8%	73.6%	95.9%	91.7%	88.2%	59.6%
Pozostałe duże	128.5	98.6%	97.7%	93.7%	99.0%	97.9%	99.3%	97.5%
Pozostałe średnie	26.2	99.2%	98.0%	96.2%	99.1%	98.1%	99.0%	96.2%
Pozostałe małe	9.4	99.0%	97.9%	95.2%	99.3%	98.7%	98.5%	95.2%
Ziarnożercy duże	1004.5	98.9%	97.7%	95.4%	100.0%	100.0%	99.1%	97.1%
Ziarnożercy średnie	52.0	97.5%	95.0%	88.2%	99.3%	98.6%	96.2%	87.5%
Ziarnożercy małe	6.6	95.3%	90.7%	78.5%	97.8%	95.8%	90.5%	69.5%
Niskotowarowe	1.7	96.3%	92.5%	86.7%	96.8%	93.7%	95.1%	83.4%
POLSKA	100%	96.6%	93.2%	86.3%	97.1%	94.5%	94.3%	81.3%

POZOSTAŁE EFEKTY EKONOMICZNE

	Ilość azotu zakupionego w nawozach mineralnych			Wartość azotu zakupionego w nawozach mineralnych			Expenditures on emission allowances	
Scenariusz	BAS	N10	N20	BAS	N10	N20	ETS15	ETS20
Typ gospodarstwa	kg/gosp.	BAS=100%		tys PLN/gosp.	BAS=100%		tys PLN/gosp.	
Bydlęce duże	17000	93.40%	88.20%	71.09	102.74%	105.72%	17.19	52.67
Bydlęce średnie	3715	93.90%	90.00%	15.51	103.29%	107.88%	4.2	13.45
Bydlęce małe	863	91.50%	82.90%	3.58	100.43%	99.12%	1	3.15
Zbożowe duże	44424	98.10%	96.20%	185.15	107.91%	115.32%	13.69	45.54
Zbożowe średnie	5991	95.30%	90.70%	24.93	104.72%	108.72%	1.87	6.12
Zbożowe małe	1022	94.70%	89.50%	4.23	104.06%	107.16%	0.35	1.15
Roślinne duże	19404	97.40%	94.80%	81.06	107.14%	113.76%	5.65	18.75
Roślinne średnie	3402	95.80%	91.60%	14.16	105.27%	109.80%	1.16	3.81
Roślinne małe	577	95.50%	91.10%	2.39	104.94%	109.08%	0.24	0.78
Mieszane duże	40829	95.00%	89.90%	170.23	104.39%	107.76%	26.55	82.47
Mieszane średnie	2763	96.20%	92.30%	11.48	105.71%	110.64%	2.03	6.56
Mieszane małe	474	93.50%	87.30%	1.95	102.63%	104.40%	0.46	1.47
Pozostałe duże	2016	96.80%	95.20%	8.38	106.48%	114.12%	0.64	2.16
Pozostałe średnie	369	92.90%	89.10%	1.5	101.97%	106.44%	0.22	0.72
Pozostałe małe	38	74.60%	57.50%	0.15	82.06%	69.00%	0.09	0.27
Ziarnożercy duże	-	-	-	-	-	-	5.99	19.89
Ziarnożercy średnie	413	86.50%	72.90%	1.65	94.27%	85.68%	1.33	4.26
Ziarnożercy małe	156	87.80%	75.50%	0.62	95.81%	88.92%	0.41	1.29
Niskotowarowe	101	94.70%	89.50%	0.41	103.95%	106.92%	0.07	0.22

PODSUMOWANIE (1)

- Standardowa metodyka IPCC użyta do określania emisji w rolnictwie uwzględnia głównie skalę i strukturę prowadzonych działalności.
- Przy założeniu wykorzystania dzisiaj stosowanych technologii produkcji osiąganie ambitnych celów redukcyjnych w rolnictwie jest trudne. Uwzględnienie nowych technologii wymaga opracowania współczynników emisji GHG.
- Uwzględnienie w modelu poszczególnych typów gospodarstw pozwala na uchwycenie heterogeniczności w sektorze gospodarstw w odniesieniu do problemów wynikających z redukcji emisji GHG cieplarnianych.

PODSUMOWANIE (2)

- Wymuszenie redukcji emisji o **20%** (przy innych czynnikach stałych) prowadzi do zmniejszenia wartości produkcji towarowej ok. **9,5%** i dochodów rolników ok. **14%** (~200zł/ha/rok, 2,8 mld zł w skali kraju).
- Spadek dochodów w poszczególnych typach gospodarstw może jednak wynosić się od 5% w dużych gospodarstwach ziarnożerców do nawet 70% w przypadku małych gospodarstw utrzymujących bydło.
- Spadek produkcji indukowany ograniczeniami emisji (**RE20**) w największym stopniu dotyczy produkcji :
  - bydła mięsnego - **35%** , mleka - **16%** , trzody chlewnej - **25%** , kukurydzy na ziarno - **21%** , buraków cukrowych - **21%**, zbóż- **8%.**
- Taki spadek produkcji zapewne doprowadziłby do wzrostu cen produktów rolnych (obecnie trwają prace nad ustaleniem skali możliwych zmian).

PODSUMOWANIE (3)

- Podobne efekty do wymuszonej redukcji emisji GHG można osiągnąć instrumentami „fiskalnymi”:
  - Podniesienie cen nawozów azotowych o **20%** prowadzi do spadku emisji GHG z rolnictwa o ok. **1,6% (dochodów rolników o 5,6%)**
  - Wprowadzenie opłat za emisję GHG w cenach równych z EUA z roku:
    - 2015 zmniejszenie emisji GHG o **3,7% (dochodów o 5,7%)**
    - 2020 zmniejszenie emisji GHG o **9,8% (dochodów o 18,7%)**
  - Jednocześnie jest to najbardziej kosztowny dla rolników scenariusz (dodatkowe obciążenia 0,87 mld/rok i 2,78 mld/rok).
- Redukcja emisji GHG w niektórych przypadkach możliwa jest w wyniku intensyfikacji produkcji np. poprzez wykorzystanie pasz z zakupu, ale … „agricultural carbon leakage”.

PODSUMOWANIE (4)

- Relacja emisji do dochodu gospodarstwa wydaje się być kluczowym wskaźnikiem gdyż jednym z najstarszych, choć wciąż realizowanych celów wspólnej polityki rolnej UE, jest wspieranie rolników w utrzymaniu rentownego dochodu.
- Wyniki wskazują, na konieczność koordynacji działań w dziedzinie polityki rolnej i klimatycznej gdyż mocno wspierana, w ramach WPR, produkcja wołowiny i mleka, generuje najwyższe emisje gazów cieplarnianych na jednostkę dochodu z gospodarstwa. Jednocześnie słabo wspierana produkcja drobiu i trzody chlewnej jest w tym wymiarze bardziej efektywna z punktu widzenia klimatu.

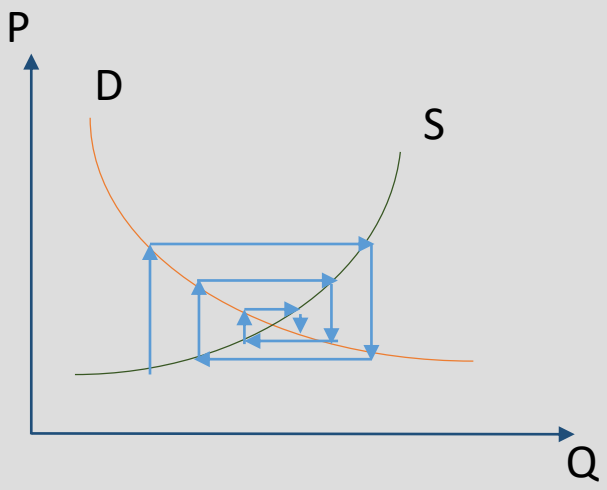
DALSZY ROZWÓJ MODELU EPICA
DODANIE MODUŁU RYNKOWEGO

Wielkość produkcji

MODEL PODAŻY

Maksymalizacja dochodów rolników

19 typów gospodarstw:
Struktura upraw
Pogłowie zwierząt
Plony i wydajności
=
Wielkość produkcji



MODEL RYNKU

Maksymalizacja użyteczności konsumentów

Zapotrzebowanie na produkty rolne,
Elastyczność popytu,
Poziom substytucji
=
Poziom cen

Poziom cen

IOŚ-PIB

Centre for Climate and Energy Analyses

KOBiZE

Dziękujemy!

LIFE Climate CAKE PL Team

The National Centre for Emissions Management (KOBiZE)/
Institute of Environmental Protection – National Research Institute (IOS-PIB)

e-mail: cake@kobize.pl

www.climatecake.pl

Project LIFE16 GIC/PL/000031 is co-financed from EU funds from the LIFE program and from the funds of the National Fund for Environmental Protection and Water Management.