



Płoński Klaster Energii



# Szacowanie lokalnego zapotrzebowania na ciepło sieciowe oraz lokalnego potencjału OZE



**Jarosław Osiak**

Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania

# *Szacowanie lokalnego zapotrzebowania na ciepło*

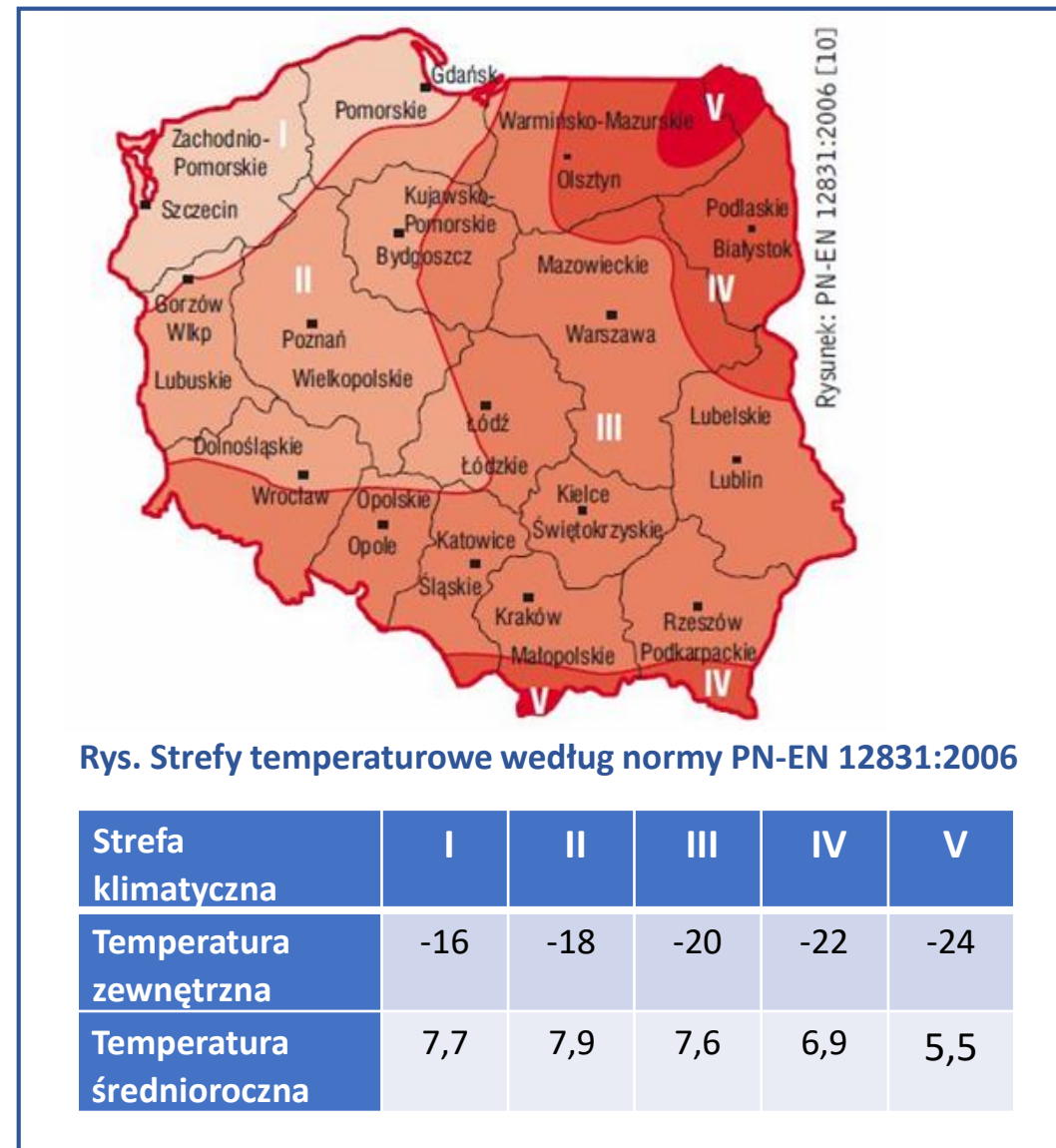
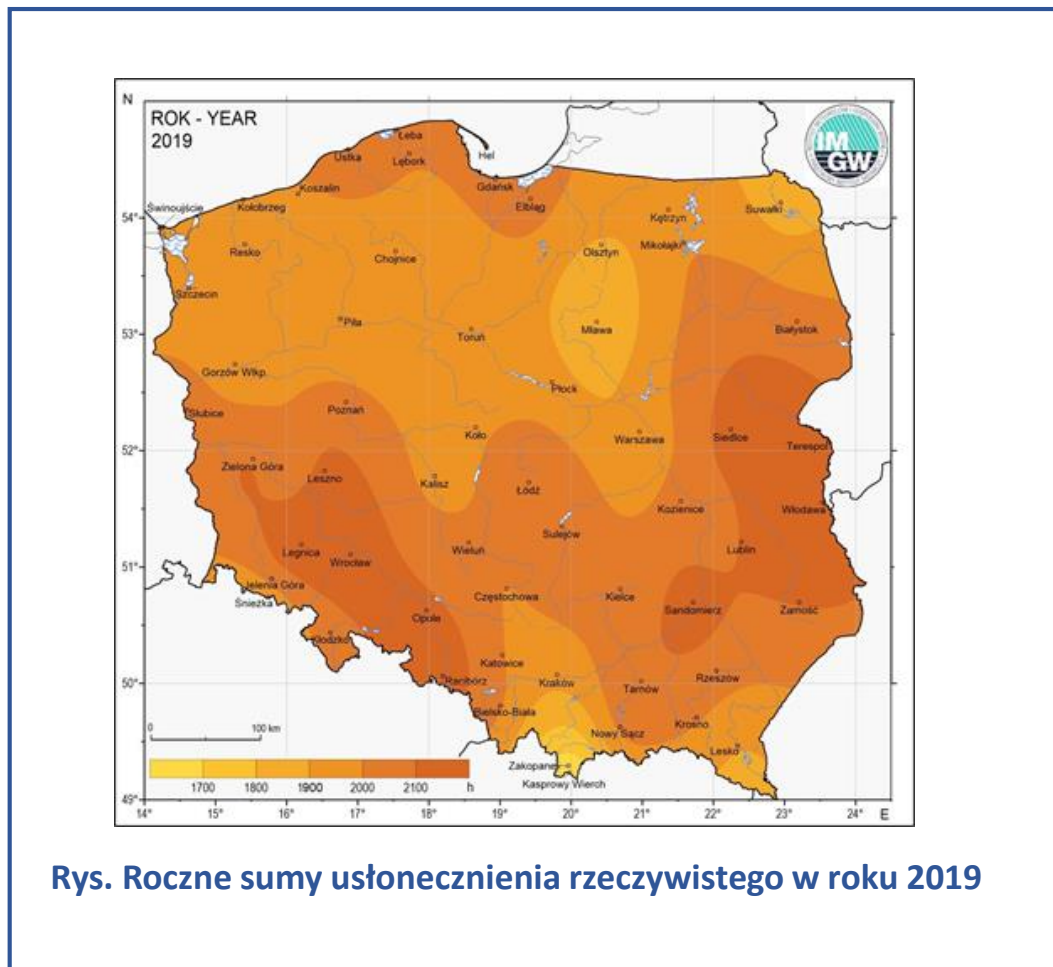
## *Rola gminy*

Zgodnie z Ustawą Prawo energetyczne **projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe opracowuje zarząd gminy** (art. 19). Projekt ten, sporządzany dla obszaru gminy lub jej części, powinien określać:

- 1) ocenę stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe,
- 2) przedsięwzięcia racjonalizujące użytkowanie ciepła, energii elektrycznej i paliw gazowych,
- 3) możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów paliw i energii z uwzględnieniem skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej oraz zagospodarowania ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych,
- 4) zakres współpracy z innymi gminami.

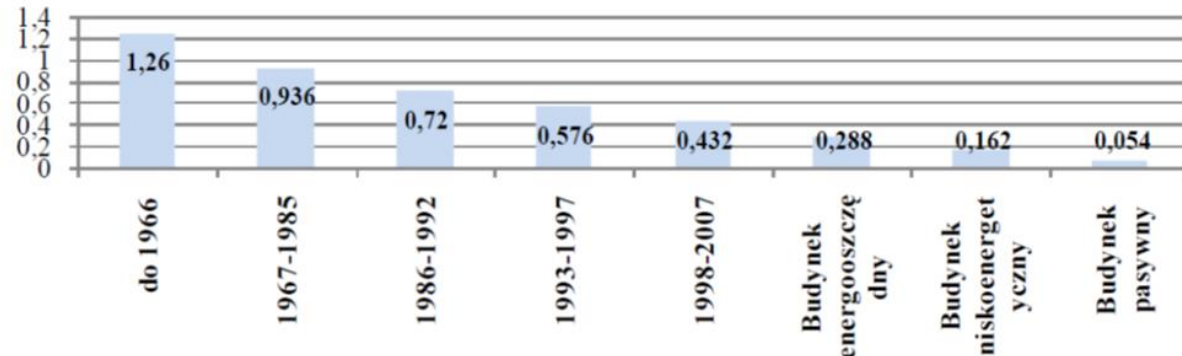
# Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania

Czynniki zewnętrzne wpływające na potrzeby energetyczne, to głównie temperatura powietrza zewnętrznego oraz nasłonecznienie.



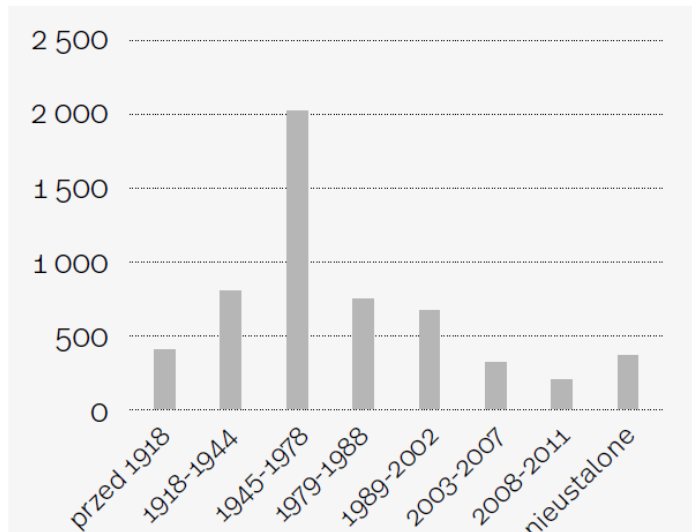
# Zapotrzebowanie na ciepła do ogrzewania

[GJ/m<sup>2</sup>]

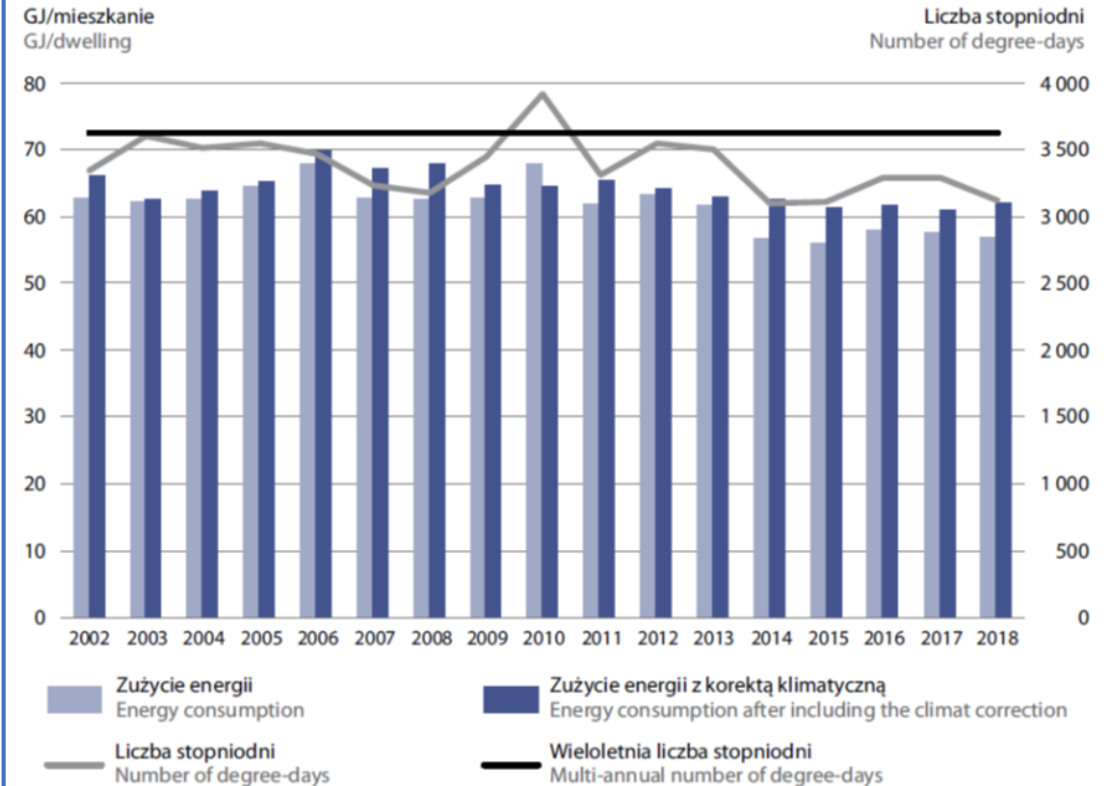


Rys. Zapotrzebowania ciepła w zależności od roku budowy

[tys. szt.]



Rys. Struktura wiekowa budynków mieszkalnych



Rys. Zużycie ciepła w gospodarstwach domowych w przeliczeniu na 1 mieszkanie

Źródło: GUS, Eurostat i Joint Research Center

# *Potencjał techniczny wykorzystania biomasy w ciepłownictwie*

## Potencjał

- słomy na cele energetyczne
- biomasy z wieloletnich roślin energetycznych
- biomasy odpadowej z sadów
- biomasy pozyskanej z pielęgnacji drzew przy drogach
- biomasy pozyskanej z lasów
- biomasy odpadowej z przetwórstwa drzewnego

# Potencjał techniczny słomy na cele energetyczne

Potencjał słomy, którą można pozyskać na cele energetyczne, określa się na podstawie poniższego wzoru:

$$N = P - (Z_s + Z_p + Z_n) \text{ [Mg]}$$

gdzie:

*N* – nadwyżka słomy do energetycznego wykorzystania [Mg],

*P* – produkcja słomy zbóż podstawowych oraz rzepaku i rzepiku [Mg],

*Z<sub>s</sub>* – zapotrzebowanie na słomę ściółkową [Mg],

*Z<sub>p</sub>* – zapotrzebowanie na słomę na pasze [Mg],

*Z<sub>n</sub>* – zapotrzebowanie na słomę do przyorania [Mg].

# Produkcja słomy

Produkcję słomy można oszacować na podstawie poniższej formuły matematycznej:

$$P = \sum_{i=1}^n A \cdot Y \cdot w_{zs} \text{ [Mg]}$$

gdzie:

$P$  – produkcja słomy zbóż podstawowych oraz rzepaku [Mg],

$A$  – powierzchnia  $i$ -tego gatunku rośliny [ha],

$Y$  – plon ziarna  $i$ -tego gatunku rośliny [Mg/ha],

$w_{zs}$  – stosunek plonu słomy do plonu ziarna.

	Reprezentatywny plon ziarna	Współczynnik plonu słomy do plonu ziarna
Gatunek	[Mg/ha]	$W_{sz}$
pszenica ozima	3,2	0,91
pszenica jara	3,2	0,94
żyto	2,3	1,45
jęczmień ozimy	2,9	0,94
jęczmień jary	2,9	0,78
Owies	2,3	1,05
pszenżyto ozime	2,7	1,18
pszenżyto jare	2,7	1,18
mieszanki zbożowe ozime	2,6	1,45
mieszanki zbożowe jare	2,6	1,05
rzepak ozimy	2,3	1
rzepak jary	2,3	1

# Zapotrzebowanie na słomę zużywaną w produkcji zwierzęcej (pasza i ściółka)

$$Z_s = \sum_{i=1}^n q_i s_i \text{ [Mg]} \quad Z_p = \sum_{i=1}^n q_i p_i \text{ [Mg]}$$

gdzie:

$Z_s$  - zapotrzebowanie słomy na ściółkę [ Mg],

$Z_p$  - zapotrzebowanie słomy na paszę [ Mg],

$q_i$  - pogłowie i-tego gatunku i grupy użytkowej [szt.],

$s_i$  - normatyw zapotrzebowania słomy na ściółkę i-tego gatunku i grupy użytkowej,

$p_i$  - normatyw zapotrzebowania słomy na paszę i-tego gatunku i grupy użytkowej.

Gatunek	Normatyw zapotrzebowania słomy na paszę [ $p_i$ ]	Normatyw zapotrzebowania słomy na ściółkę [ $s_i$ ]	Normatywy produkcji obornika [ $o_i$ ]
<b>Bydło</b>			
<b>Krowy</b>	1,2	1	2,5
<b>pozostałe</b>	0,6	0,5	1,6
<b>Trzoda chlewna</b>			
<b>lochy</b>	0	0,5	0,6
<b>pozostałe</b>	0	0,2	0,4
<b>Owce</b>	0,2	0,2	0,3
<b>Konie</b>	0,8	0,9	1,6



# Saldo substancji organicznej

Znając powierzchnię zasiewów poszczególnych grup roślin oraz ilość produkowanego obornika, którą obliczono na podstawie pogłowa zwierząt i odpowiednich normatywów ( $o_i$ ), określono saldo substancji organicznej wg następującej formuły:

$$S = \sum_{i=1}^n r_i w_{ri} + \sum_{i=1}^n d_i w_{di} + \sum_{i=1}^n q_i o_i$$

gdzie:

S - saldo substancji organicznej [t],

$r_i$  - powierzchnia grup roślin zwiększających zawartość substancji organicznej [ha],

$d_i$  - powierzchnia grup roślin zmniejszających zawartość substancji organicznej [ha],

$w_{ri}$  - współczynnik reprodukcji substancji organicznej dla danej grupy roślin,

$w_{di}$  - współczynnik degradacji substancji organicznej dla danej grupy roślin,

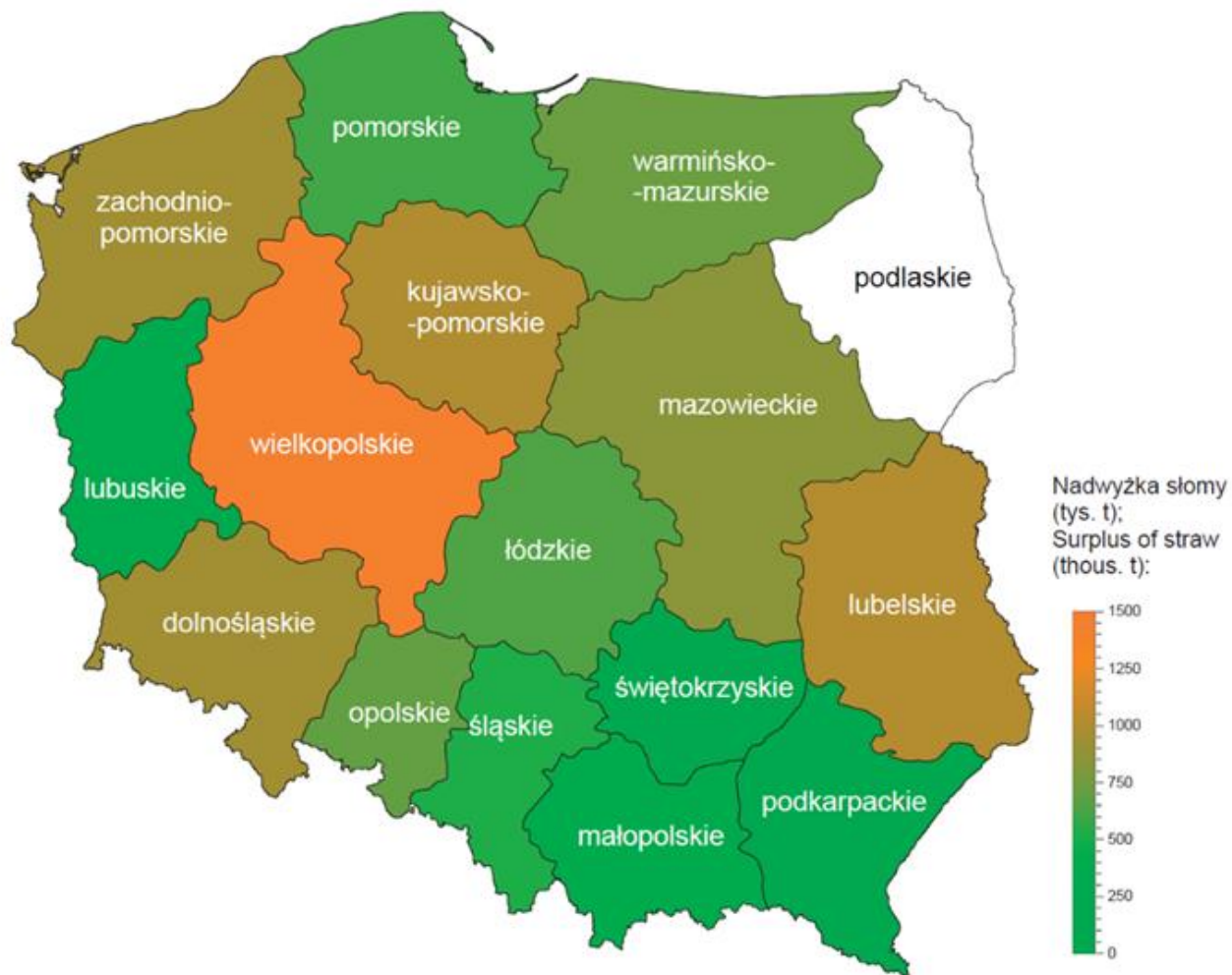
$q_i$  - pogłowie inwentarza żywego w sztukach fizycznych wg gatunków i grup wiekowych [szt.],

Jeśli na podstawie obliczeń stwierdzi się ujemne salda substancji organicznej zostanie obliczone zapotrzebowanie słomy na przyoranie według poniższego wzoru:

$$Z_n = 1,54 \cdot S$$

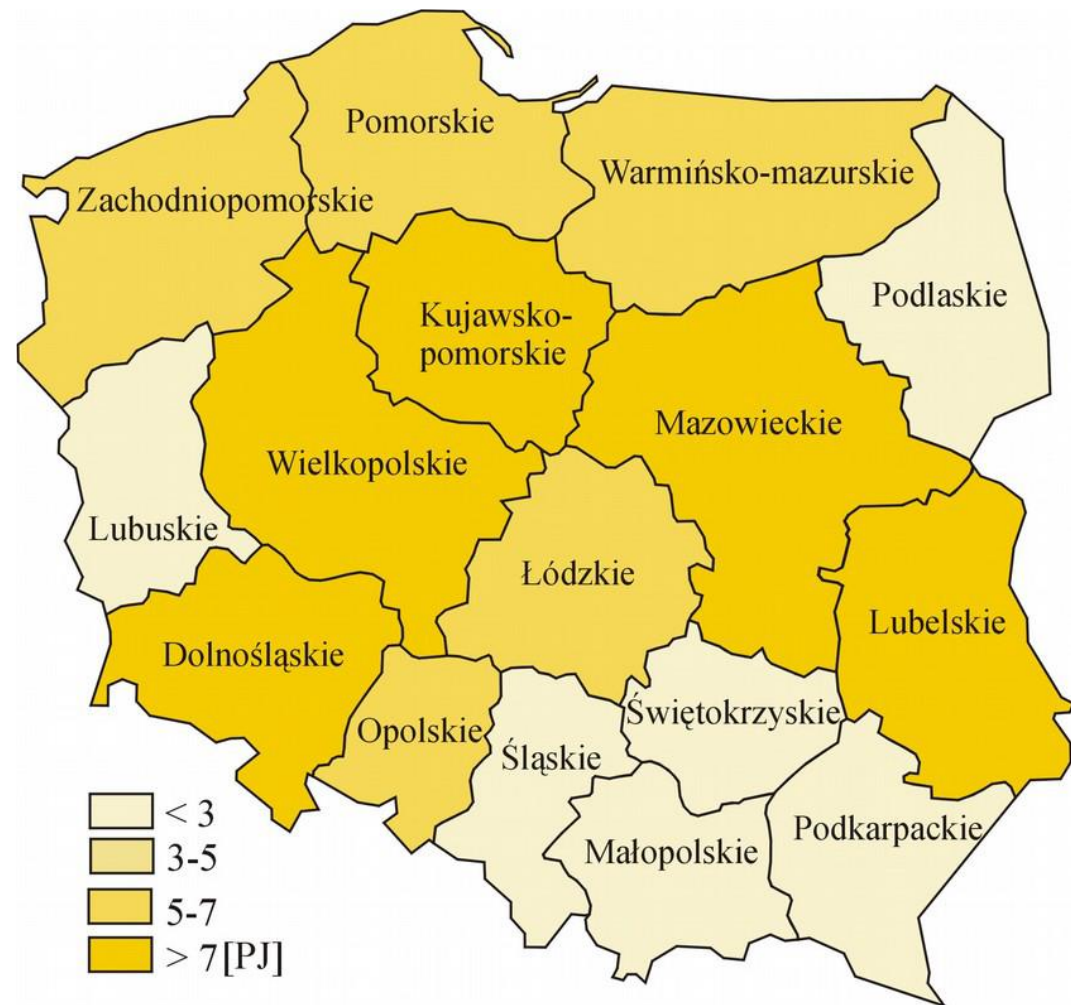
Gatunek	Współczynnik reprodukcji i degradacji substancji organicznej
	$w_{di}$ i $w_{ri}$
pszenica ozima	-1,5
pszenica jara	-1,5
Żyto	-1,5
jęczmień ozimy	-1,5
jęczmień jary	-1,5
owies	-1,5
pszenżyto ozime	-1,5
pszenżyto jare	-1,5
mieszanki zbożowe ozime	-1,5
mieszanki zbożowe jare	-1,5
gryka, proso i inne zbożowe	-1,5
kukurydza na ziarno	-3
kukurydza na zielonkę	-3
strączkowe jadalne	1
ziemniaki	-4
buraki cukrowe	-4
rzepak ozimy	-1,5
rzepak jary	-1,5
okopowe pastewne	-4
warzywa gruntowe	-3
truskawki	-3

# Potencjał słomy na cele energetyczne



Średnioroczna nadwyżka słomy w układzie wojewódzkim w latach 1999 – 2013

Źródło: Piotr Gradziuk „Gospodarcze znaczenie i możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w Polsce”, Puławy 2015



Energia możliwa do pozyskania rocznie z nadwyżek słomy w Polsce

Źródło: IGLIŃSKI B., i in. Potencjał techniczny odpadowej biomasy stałej na cele energetyczne w Polsce Inżynieria i Ochrona Środowiska 2018, 22(1), 109-118

# Inwentaryzacja zasobów biomasy roślin uprawianych na cele energetyczne

Potencjał roślin energetycznych:

$$P_{re} = [A_{re} + (A_m \cdot w_{re})] \cdot Y_{re} \text{ [Mg/rok]}$$

gdzie:

$P_{re}$  – potencjał wieloletnich roślin energetycznych [Mg/rok]

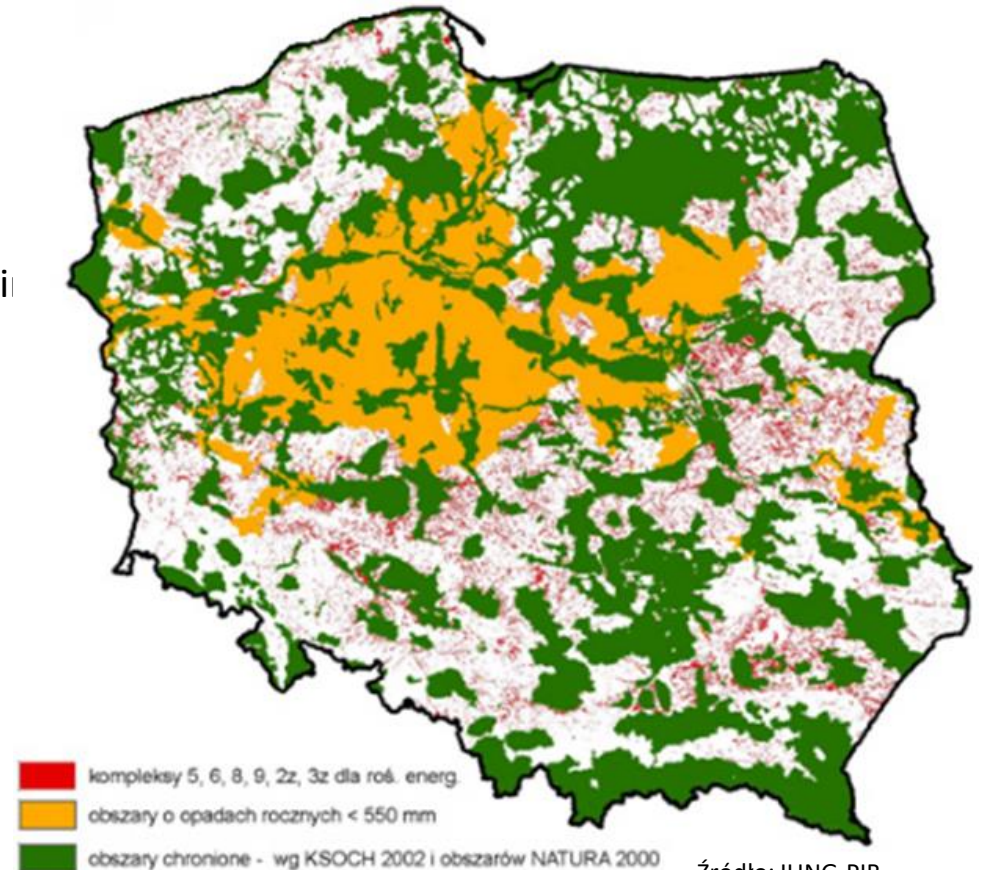
$A_{re}$  – powierzchnia istniejących plantacji wieloletnich roślin energetycznych [ha]

$A_m$  – powierzchnia marginalnych gruntów rolnych [ha]

$w_{re}$  – współczynnik wykorzystania gruntów pod uprawę wieloletnich roślin energetycznych

$Y_{re}$  – przeciętny plon wieloletnich roślin energetycznych [Mg/ha/rok]

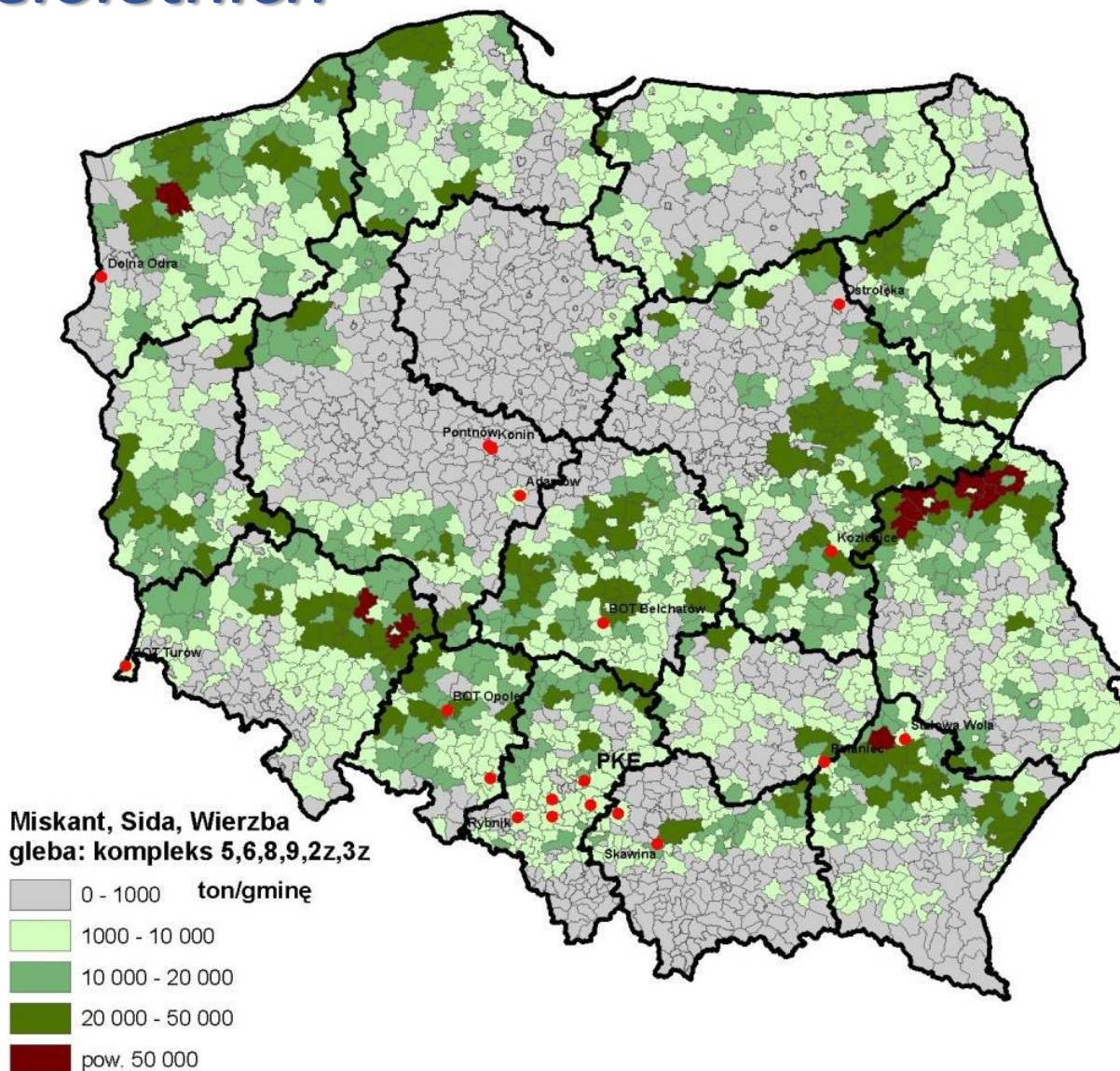
*Gleby dopuszczone do lokalizacji wieloletnich roślin energetycznych oraz rejony, w których plantacji nie należy lokalizować*



# Potencjał techniczny biomasy z plantacji wieloletnich

Uprawy	Gleby	Powierzchnia	Biomasa
		tys. ha	mln t s.m.
Miskant	Kompleks 5	133	1,9
Ślazieriec	Kompleks 6	841	8,4
Wierzba	Kompleks 8	70	0,8
Wierzba	Kompleks 9	39	0,5
Wierzba	Kompleks 2z	401	2,8
Wierzba	Kompleks 3z	110	0,7
<b>RAZEM</b>		<b>1595</b>	<b>15,1</b>

Możliwości rozwoju produkcji biomasy na plantacjach trwałych są niskie ze względu na niskie ceny biomasy i długi okres zwrotu inwestycji w plantacje.



Źródło: Pudełko i in. IUNG-PIB, 2011

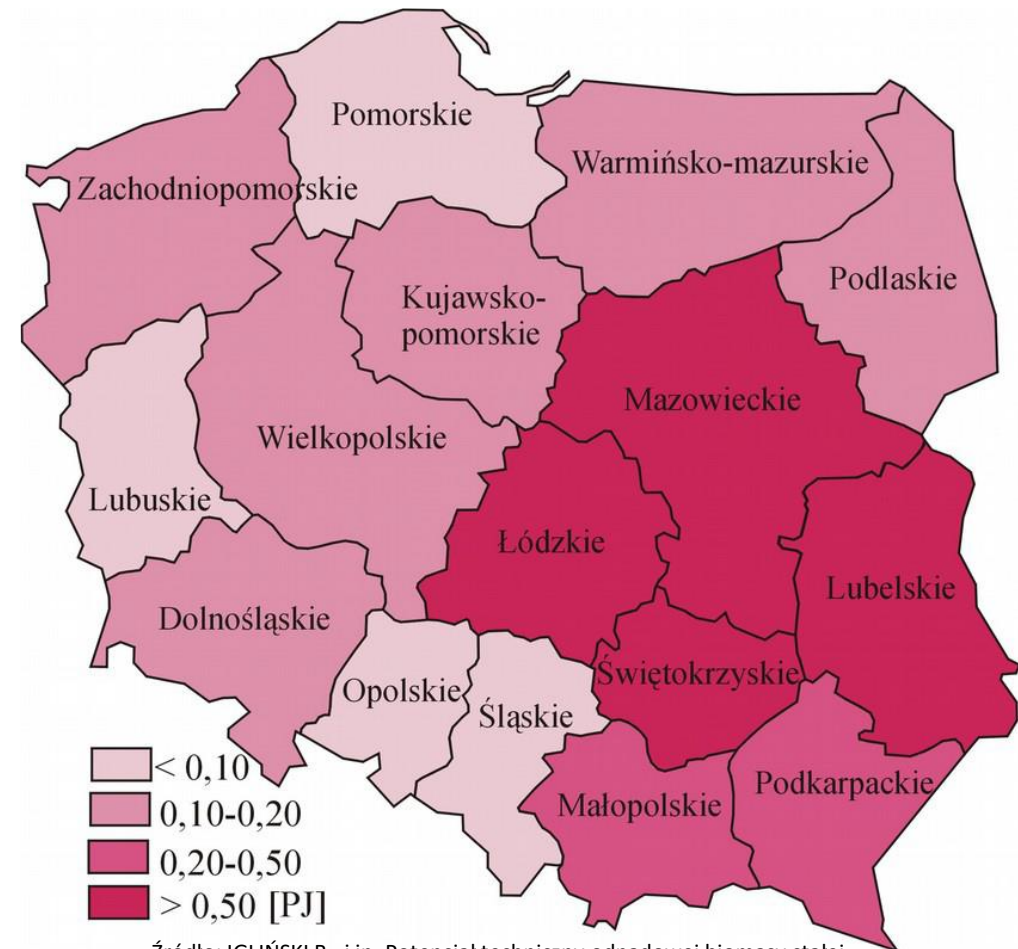
# Potencjał techniczny energii z odpadowego drewna z sadów

Roczną ilość energii, którą można pozyskać z odpadowego drewna z sadów:

$$E_s = 0,3 \cdot 0,8 \cdot (K_k + K_p) \cdot P_s \cdot W_s$$

- $E_s$  - roczna energia z odpadowego drewna z sadów, PJ/rok,  
 $K_k$  - ilość drewna pozyskiwanego rocznie w wyniku karczowania hektara sadu (3,5 Mg/(ha·rok)),  
 $K_p$  - ilość drewna pozyskiwanego rocznie w wyniku prac pielęgnacyjnych na hektarze sadu (7 Mg/(ha·rok)),  
 $P_s$  - powierzchnia sadów, mln ha,  
 $W_s$  - wartość opałowa drewna z sadów (11,5 GJ/Mg).

30% drewna pozyskiwanego w sadach można wykorzystać na cele energetyczne



Źródło: IGLIŃSKI B., i in. Potencjał techniczny odpadowej biomasy stałej na cele energetyczne w Polsce Inżynieria i Ochrona Środowiska 2018, 22(1), 109-118

# Potencjał techniczny energii z odpadowego drewna z dróg

Roczna ilość energii, którą można pozyskać z odpadowego drewna z dróg:

$$E_d = 0,8 \cdot I_d \cdot L_d \cdot W_d$$

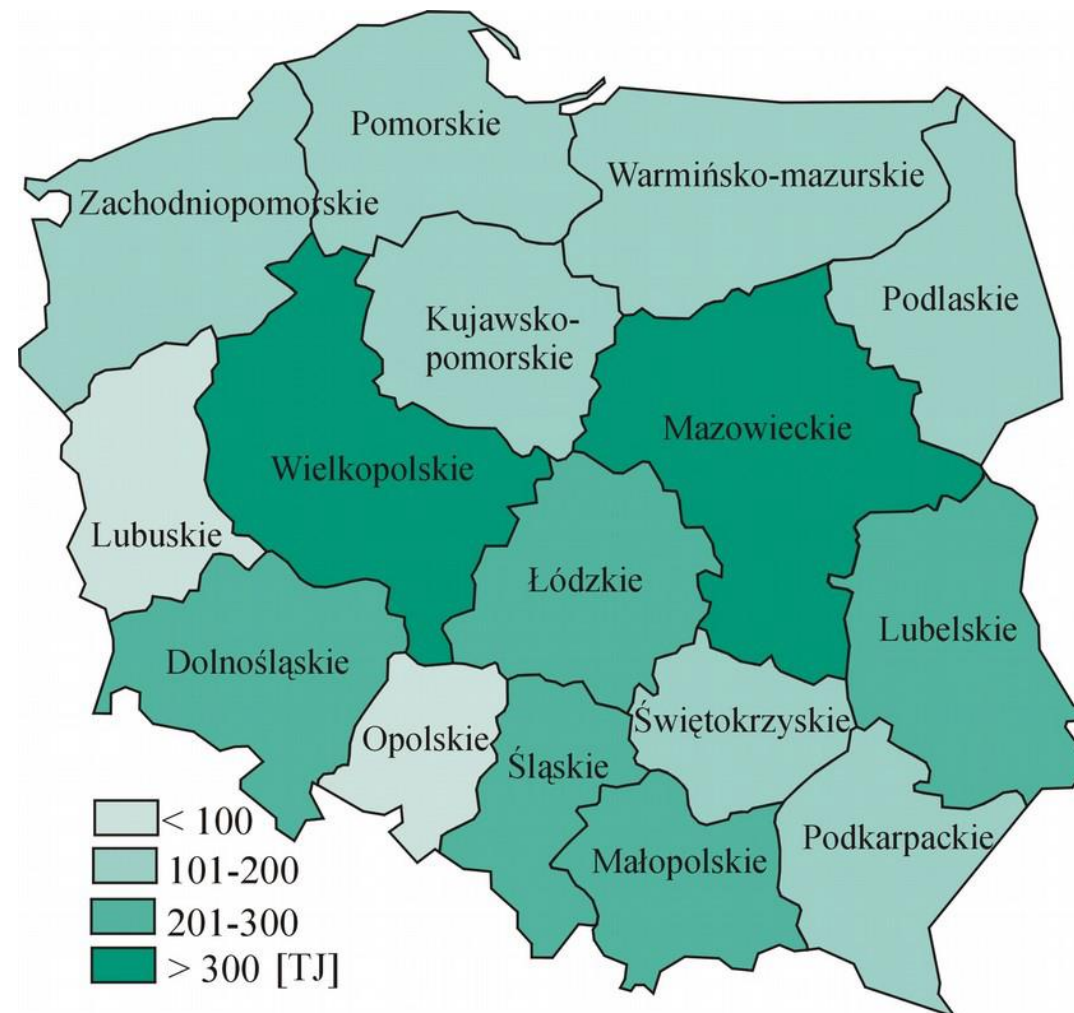
gdzie:

$E_d$  - roczna energia z drewna odpadowego z dróg, [GJ/rok],

$I_d$  - ilość drewna pozyskiwanego rocznie z kilometra drogi (1,5 m<sup>3</sup>/(km·rok)),

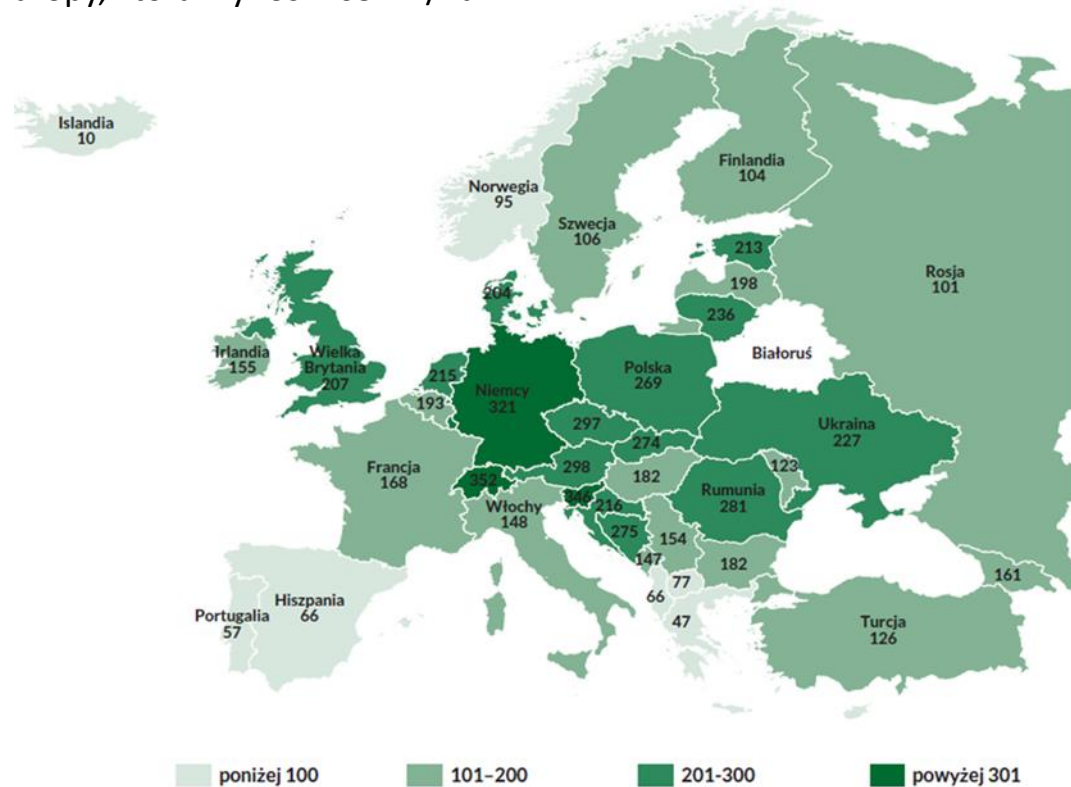
$L_d$  - długość dróg [km],

$W_d$  - wartość opałowa drewna z dróg (8,5 GJ/m<sup>3</sup>).



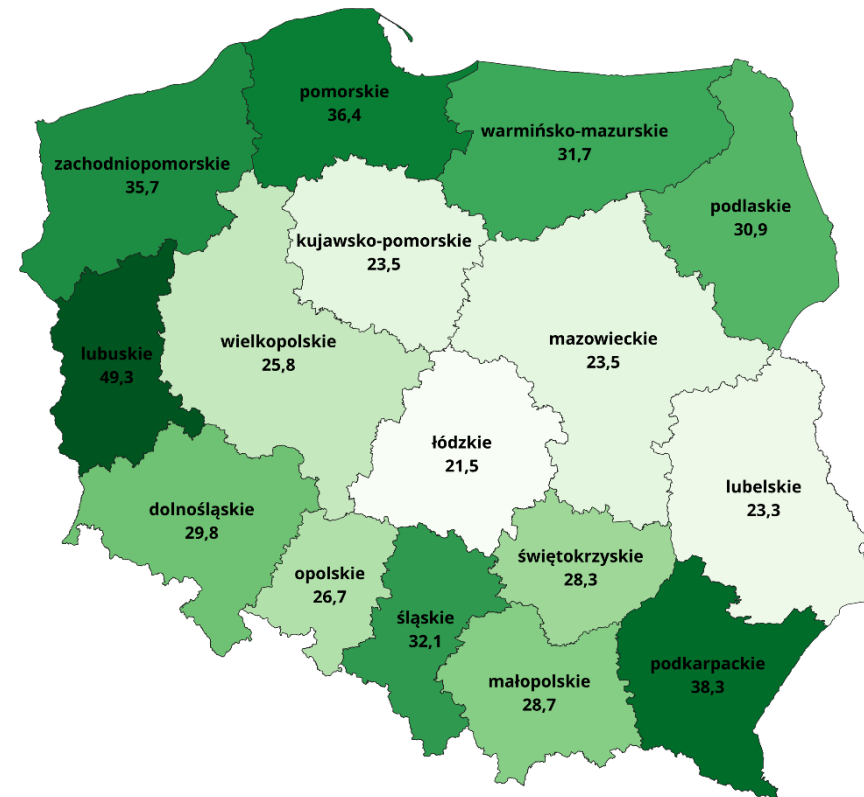
# Inwentaryzacja zasobów biomasy możliwej do pozyskania z lasów

Polskie lasy zaliczają się do czołówki europejskiej pod względem zasobności. Średnia dla Polski to 269 m<sup>3</sup>/ha jest znacząco wyższa od przeciętnej dla całej Europy, która wynosi 163 m<sup>3</sup>/ha.



Zasobność lasów w poszczególnych krajach

Źródło: SoEF 2015



Lesistość Polski według województw (%)

Źródło: (GUS, 2020)

# Inwentaryzacja zasobów drewna z lasów na cele energetyczne

## **Biomasa drzewna z lasów**

Zasoby drewna na cele energetyczne:

$$Z_{dl} = A \cdot I \cdot F_w \cdot F_e \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

gdzie:

$Z_{dl}$  – zasoby drewna z lasów na cele energetyczne [m<sup>3</sup>/rok]

$A$  – powierzchnia lasów [ha]

$I$  – przyrost bieżący miąższości [m<sup>3</sup>/ha/rok]

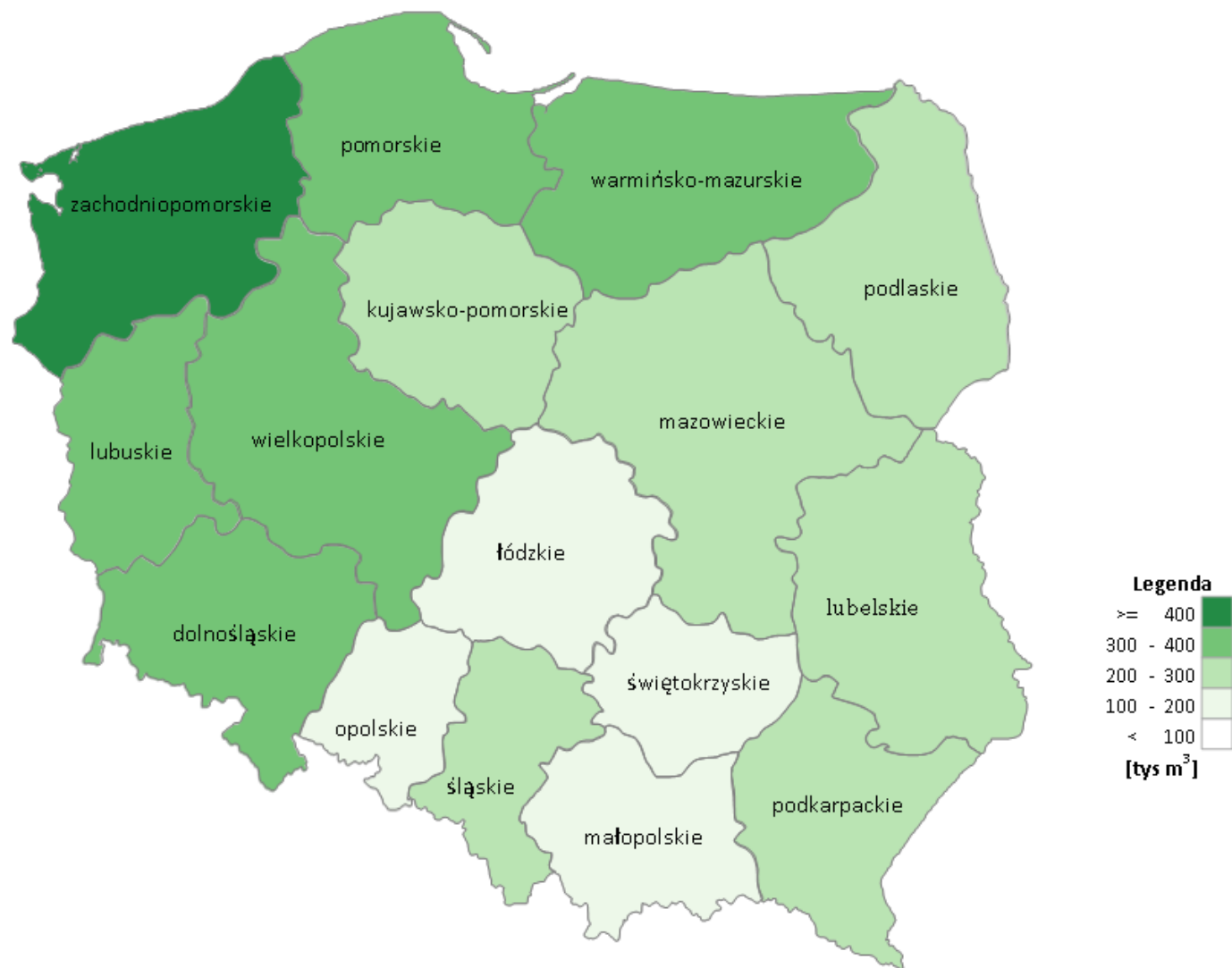
$F_w$  – wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze [%]

$F_e$  – wskaźnik pozyskania drewna na cele energetyczne [%]

Parametr	Jednostka	Uwagi
Powierzchnia lasów w gminie	[ha]	dane z Urzędu Gminy/ Nadleśnictwa
Przyrost bieżący miąższości	[m <sup>3</sup> /ha/rok]	dane dla kraju/ Nadleśnictwa
Wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze	[%]	dane z Nadleśnictwa
Roczne pozyskanie drewna	[m <sup>3</sup> /rok]	dane z Nadleśnictwa
Roczne pozyskanie drewna sortymentów S4, M1 i M2	[m <sup>3</sup> /rok]	dane z Nadleśnictwa
Wskaźnik wykorzystania drewna na cele energetyczne	[%]	dane z Nadleśnictwa



# *Potencjał techniczny biomasy pozyskanej z lasów*



# Potencjał techniczny drewna odpadowego z przetwórstwa drzewnego

Odpady drzewne (zrzyny, trociny, odłamki, wióry itp.), stanowią średnio 20% masy początkowej przeznaczanej do przerobu [Buczek, Kryńska 2007].

$$Z_{dt} = A \cdot I \cdot F_w \cdot F_p \cdot 0,20 \text{ [m}^3\text{/rok]}$$

gdzie:

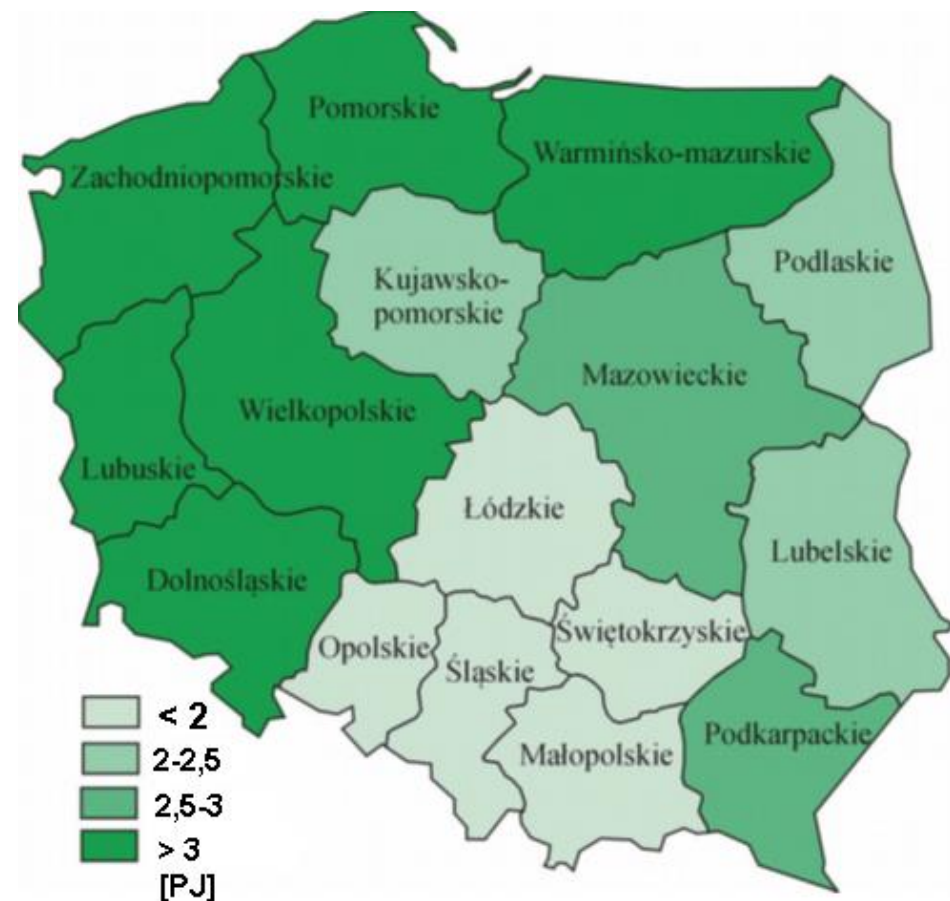
$Z_{dt}$  – zasoby drewna z przetwórstwa drzewnego na cele energetyczne [m<sup>3</sup>/rok] lub [t/rok]

A – powierzchnia lasów [ha]

I – przyrost bieżący miąższości [m<sup>3</sup>/ha/rok]

$F_w$  – wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze [%]

$F_p$  – wskaźnik pozyskania drewna na przemysłowe [%]



# *System dostaw biomasy*

Wybór systemu dostaw biomasy do obiektu energetycznego zależy od wielu czynników, m.in.:

- rodzaju biomasy,
- cech fizyczno-chemicznych i mechanicznych biomasy,
- dostępności danego surowca,
- liczby dostawców danego typu biomasy,
- możliwości technicznych transportu,
- możliwości magazynowania,
- możliwości obróbki wstępnej przed procesem konwersji,
- uwarunkowań ekonomicznych, prawnych, ochrony środowiska itp.

Dziękuję za uwagę