

Perspektywy wykorzystania biomasy leśnej na potrzeby bioenergii w warunkach zmieniającego się otoczenia geopolitycznego UE

Dr inż. Anna Kożuch
Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi
Wydział Leśny
UR Kraków

NOWOCZESNE ZARZĄDZANIE GOSPODARKĄ LEŚNĄ W ŚWIETLE KRYZYSU ENERGETYCZNEGO

20-22.11.2024 r., Kołobrzeg

Wprowadzenie

- ▶ Leśnictwo i przemysł drzewny mają kluczowy wkład w produkcję bioenergii. W obliczu globalnych działań na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz promowania odnawialnych źródeł energii, bioenergia staje się kluczowym elementem zrównoważonej transformacji energetycznej.
- ▶ W 2020 roku biomasa ogółem zajmowała czwarte miejsce w globalnej produkcji energii elektrycznej (685 TWh) i dostarczała 96% ciepła odnawialnego, a produkcja biopaliw płynnych i biogazu wyniosła odpowiednio 146 mld litrów i 38 mld m³ (WBA 2023).
- ▶ Na całym świecie rośnie produkcja energii z biomasy, przy czym poza drewnem opałowym znaczenie ma także biodiesel, biogasoline and charcoal. Według FAO najwyższa podaż bioenergii w 2022 r. dotyczyła drewna opałowego i wynosiła 30 mln TJ.
- ▶ Analizy potencjału energii biomasy różnią się w zależności od dostępności gruntów i polityk rządowych. Maksymalny potencjał bioenergii w 2050 roku szacuje się na: 10–20 EJ/rok biopaliw, 20–40 EJ/rok energii elektrycznej oraz 10–30 EJ/rok ogrzewania (Searle S., Malins Ch. 2015).



Cel

- ◆ **Próba identyfikacji i kategoryzacji wybranych czynników politycznych, ekonomicznych, społeczno-ekologicznych i technologicznych stanowiących możliwości i ograniczenia stosowania biomasy drzewnej na cele energetyczne w Europie.**

METODYKA

4

Metoda oceny sytuacji strategicznej firmy **SWOT**, pozwala na ocenę i identyfikację czynników wewnętrznych (silne strony, słabe strony) i zewnętrznych (szanse, zagrożenia) oraz oceny ich wpływu na rozwój rynku, produktu, strategii, firmy (Lisiński 2009).



Czynniki zewnętrzne

Czynniki wewnętrzne

Analiza PEST – służy do badania czynników zewnętrznych

P-polityczne,
E-ekonomiczne,
S-społeczne,
T-technologiczne)
E- ekologiczne



Polityczne

ANALIZA PEST BIOENERGIA

Stabilność polityki rządu

System prawny

System sędowniczy

Grupy nacisku (lobbying)

Społeczno-ekologiczne

Stopień zanieczyszczenia środowiska

Infrastruktura ochrony środowiska

Wykorzystanie zasobów naturalnych

Wpływ środowiska na zdrowie

Ekonomiczne

Poziom i dynamika wzrostu PKB, PNB

Cykle koniunkturalne

Stopa inwestycji, kapitał

Stopa konsumpcji

Poziom inflacji

Nakłady na B+R
(badania i rozwój)

Wynalazki, patenty

Transfer technologii, tempo wdrożeń

Produkt, Infrastruktura techniczna

Technologiczne



Przedmiotem badań jest biomasa leśna/drzewna: pierwotna (drewno pochodzące z lasów – opałowe (fuel wood FW)) i wtórna (pozostałości przemysłu drzewnego).

- **Źródłem danych były zasoby: FAO database, EUROSTAT, akty normatywne, literatura.**
- **Obszar badań: kraje UE oraz Anglia, Szwecja i Szwajcaria.**

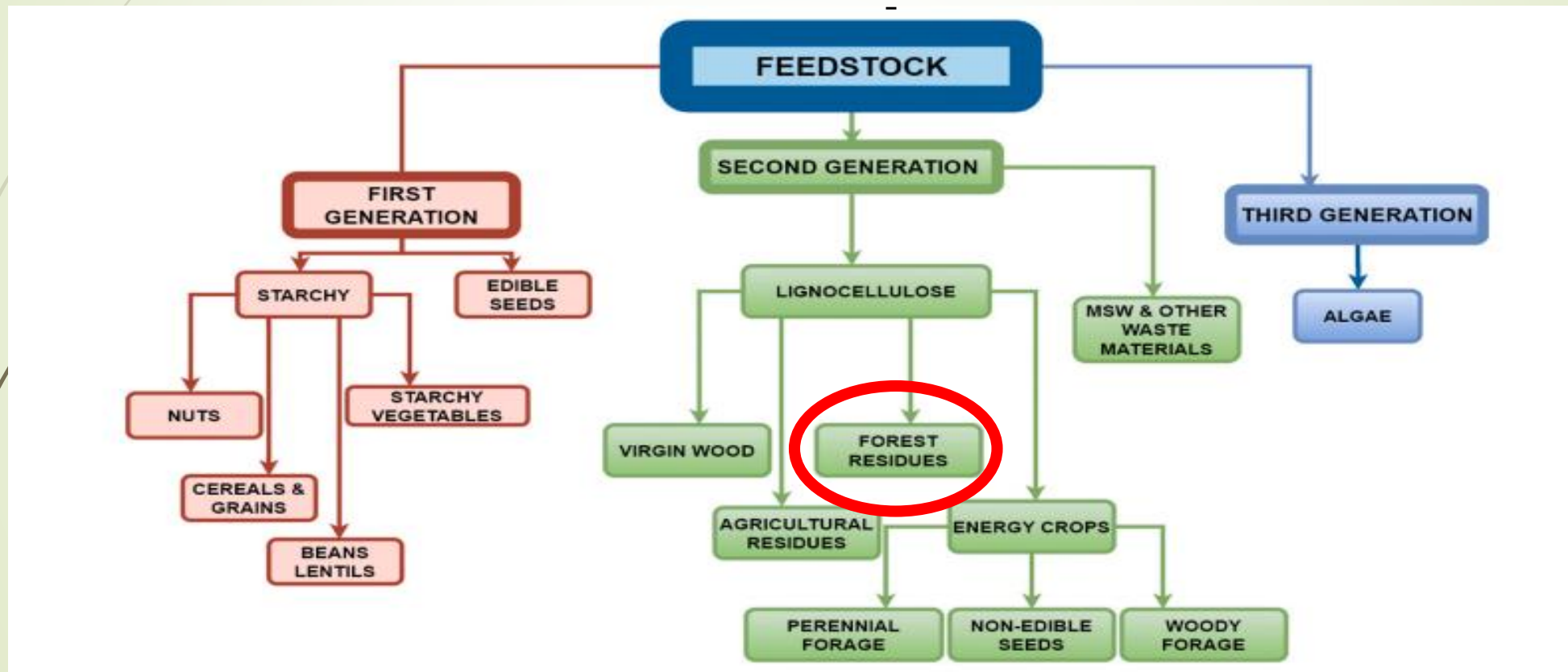
Biomasa drzewna na cele energetyczne - nomenklatura

- Biomasa leśna pierwotna (fuel wood (FW) – drewno opałowe), pochodząca bezpośrednio z lasu obejmuje drewno okrągłe iglaste, liściaste pozyskane z pni, gałęzi i innych części drzewa z przeznaczeniem na opał oraz do produkcji węgla drzewnego, pelletu i innych aglomeratów (nie obejmuje węgla drzewnego, peletów i innych aglomeratów).
- Pozostałości przetwarzania przemysłowego drewna opałowego na cele energetyczne: (1) zrębki i pozostałości drzewne (ta kategoria produktów to kruszywo obejmujące zrębki, cząstki i pozostałości drzewne, jest to objętość drewna okrągłego, która pozostaje po produkcji produktów leśnych w przemyśle przetwórstwa drewna), (2) pelety drzewne i inne aglomeraty (FAO).

SPECYFIKA PRODUKTU

Biomasa jako odnawialne źródło energii, może być przekształcona w trzy różne formy: ciało stałe, ciecz i gaz (metanol, bioolej, biowęgiel, biogaz), z zastosowaniem w:

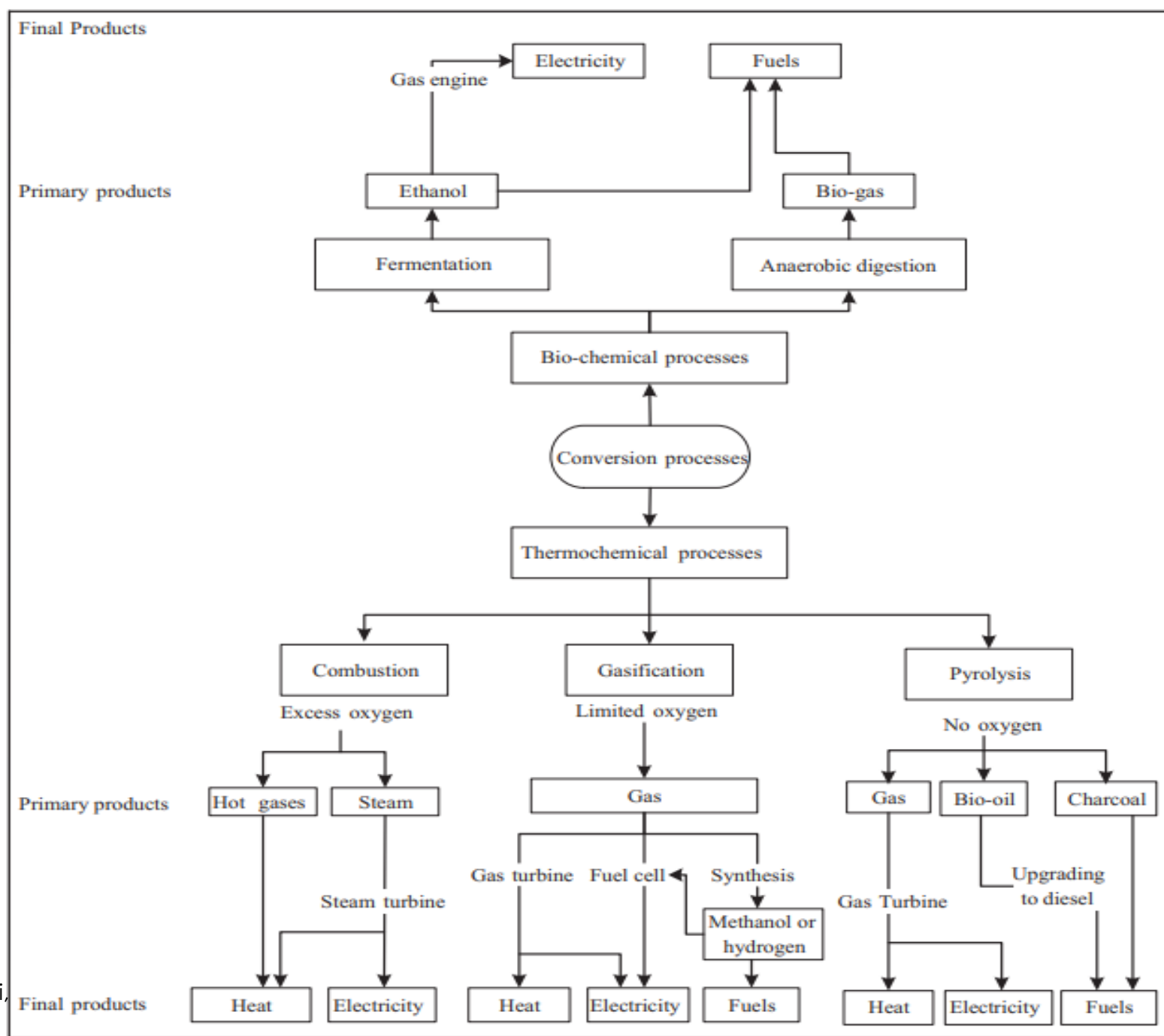
- transporcie,
- ogrzewaniu,
- produkcji energii elektrycznej.



Źródło: "Drop-in" fuel production from biomass: Critical review on techno-economic feasibility and sustainability Hannah Kargbo, Jonathan Stuart Harris, Anh N. Phan. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

1. Bioenergia powstaje na skutek konwersji biomasy w różnych procesach technologicznych. W drodze spalania oraz termochemicznych i chemicznych metodach konwersji.

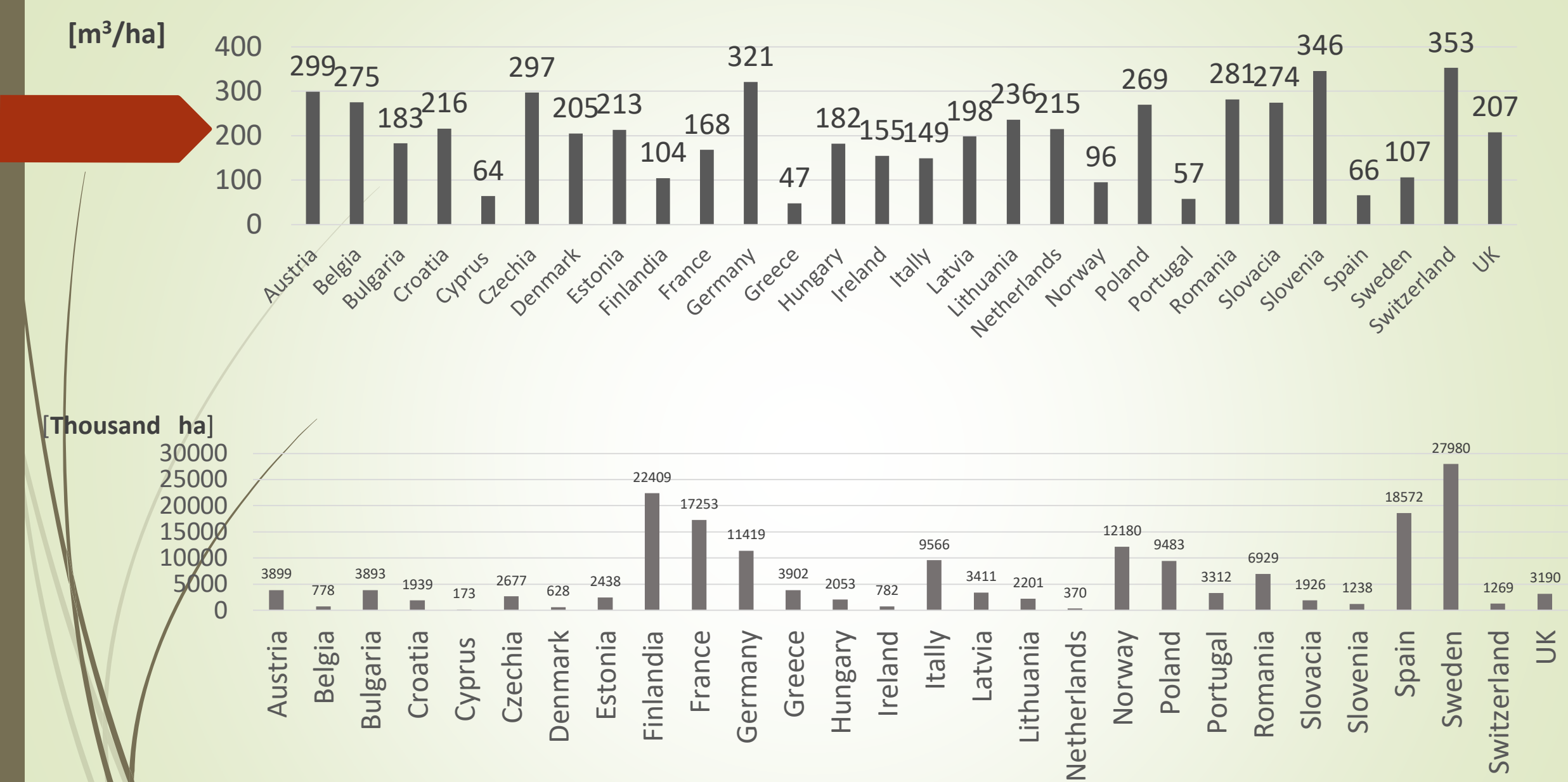
2. Biomasa drzewna charakteryzuje się niejednorodnym składem chemicznym.



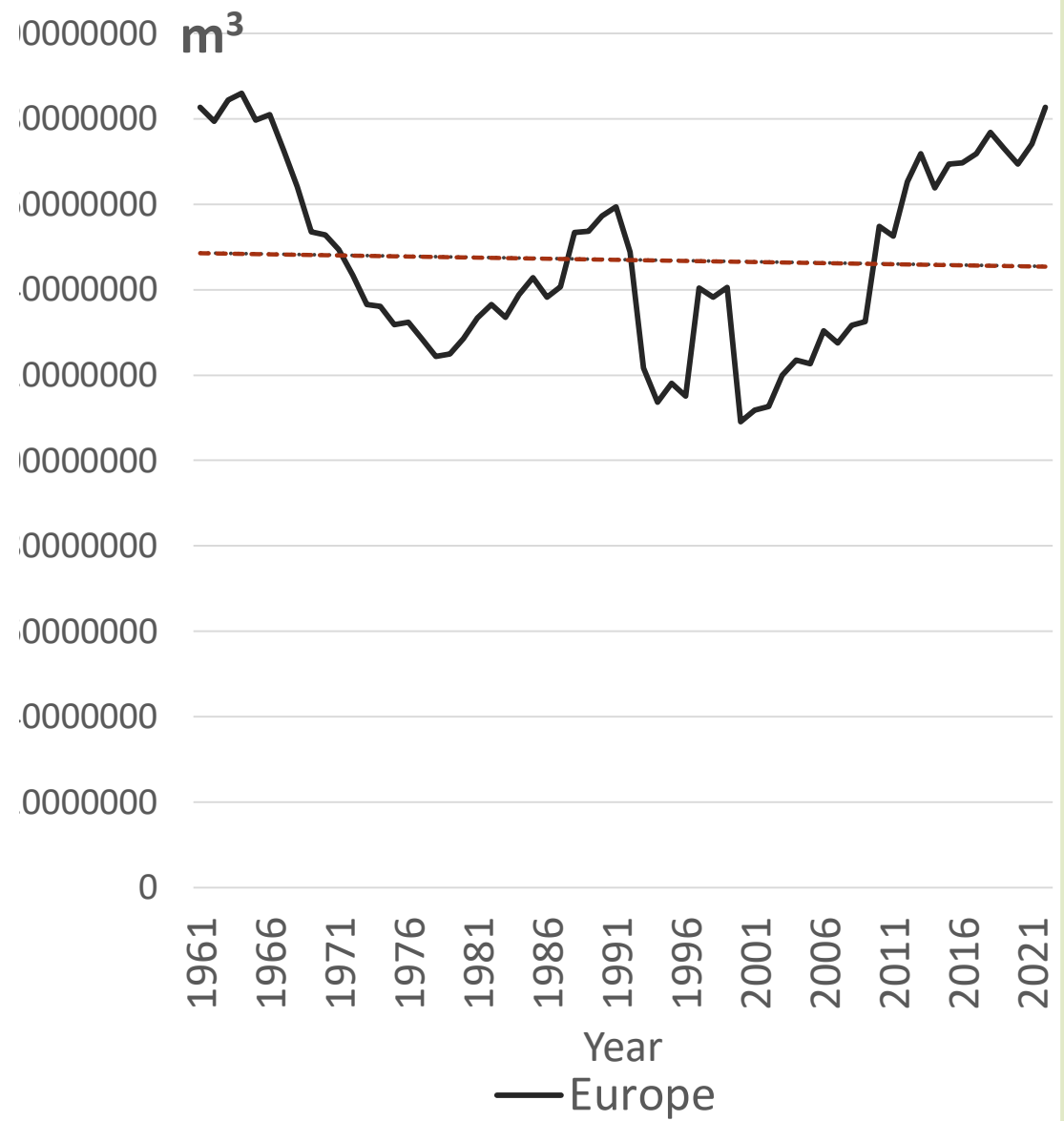
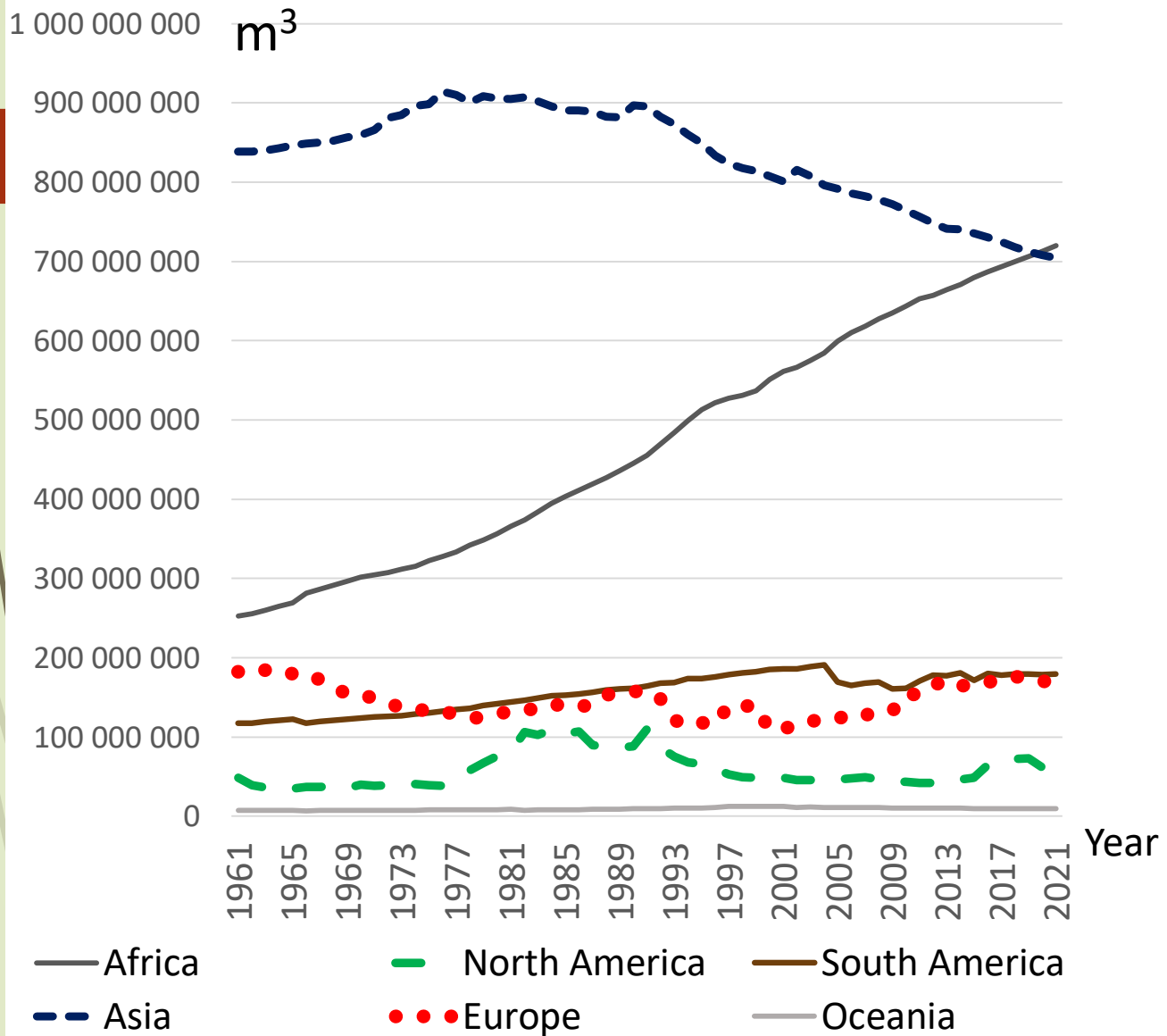
Potencjał teoretyczny produkcji

Zasoby drewna oraz podaż drewna opałowego
w Europie





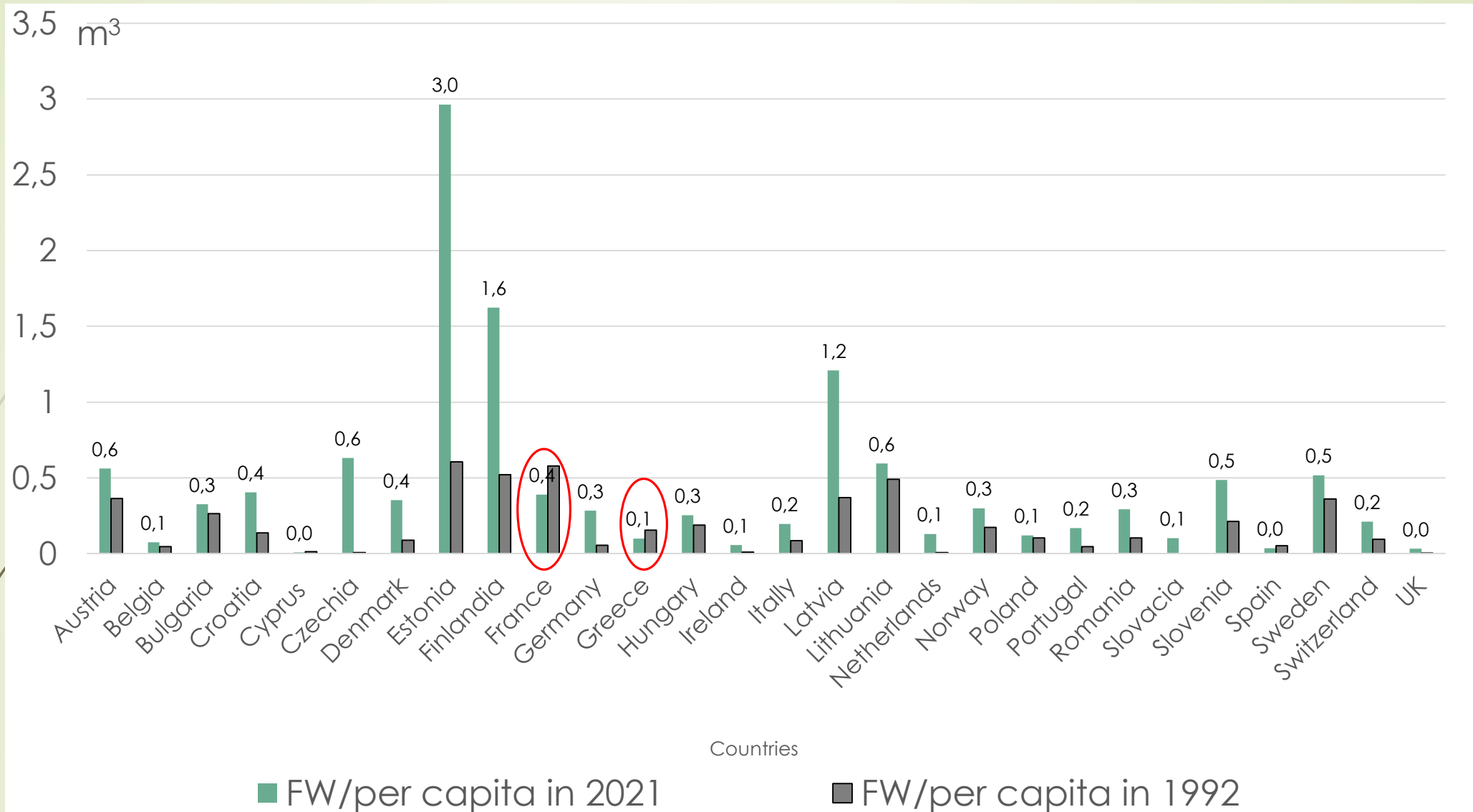
Ryc. 1. Zasobność i powierzchnia lasów w Europie (wg. krajów EUROSTAT 2021)



Ryc. 2. Podaż drewna opałowego (FW) wg kontynentów oraz w Europie w latach 1961-2021 (Kożuch et al. 2024)

Konsumpcja, zużycie drewna opałowego w UE





Ryc. 3. Zużycie drewna FW na cele energetyczne w Europie (m³/mieszkańca) w 1992 i 2021 roku (Kožuch et al. 2024)

m^3/km^2

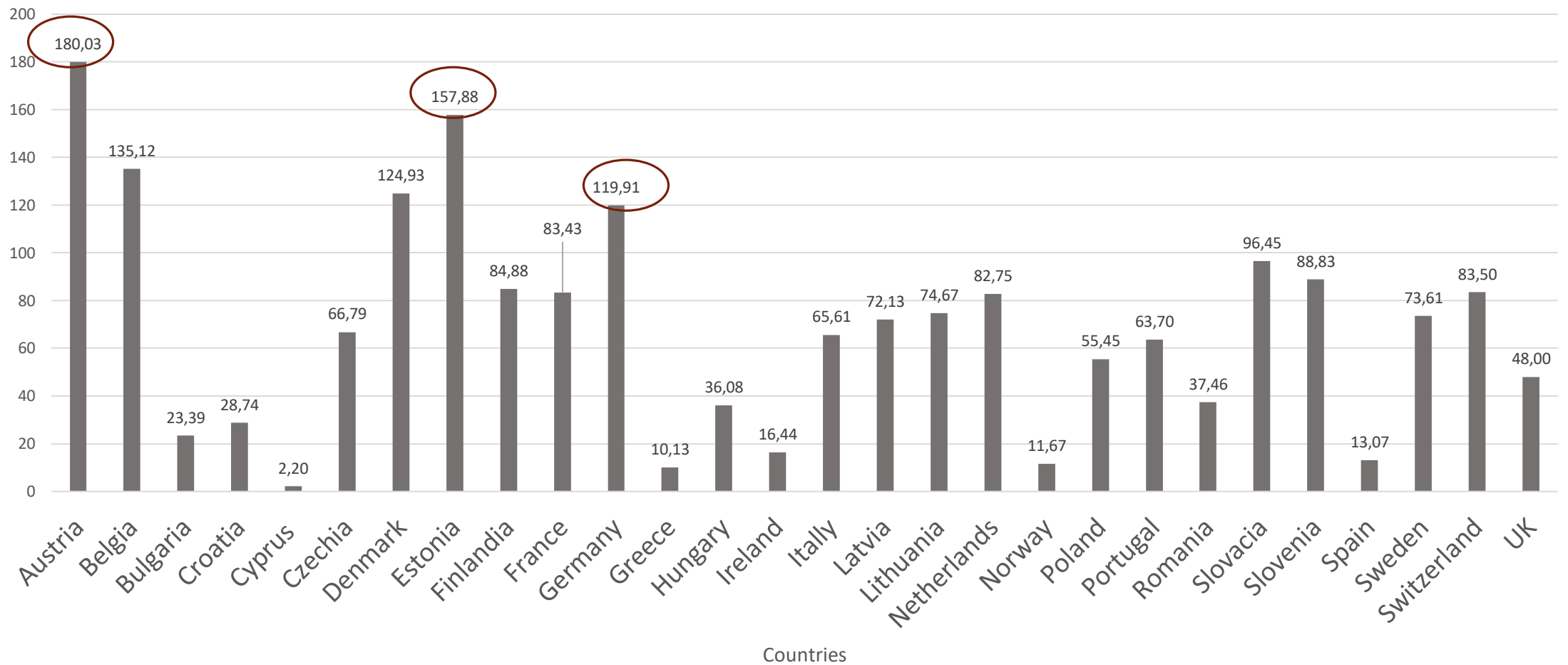
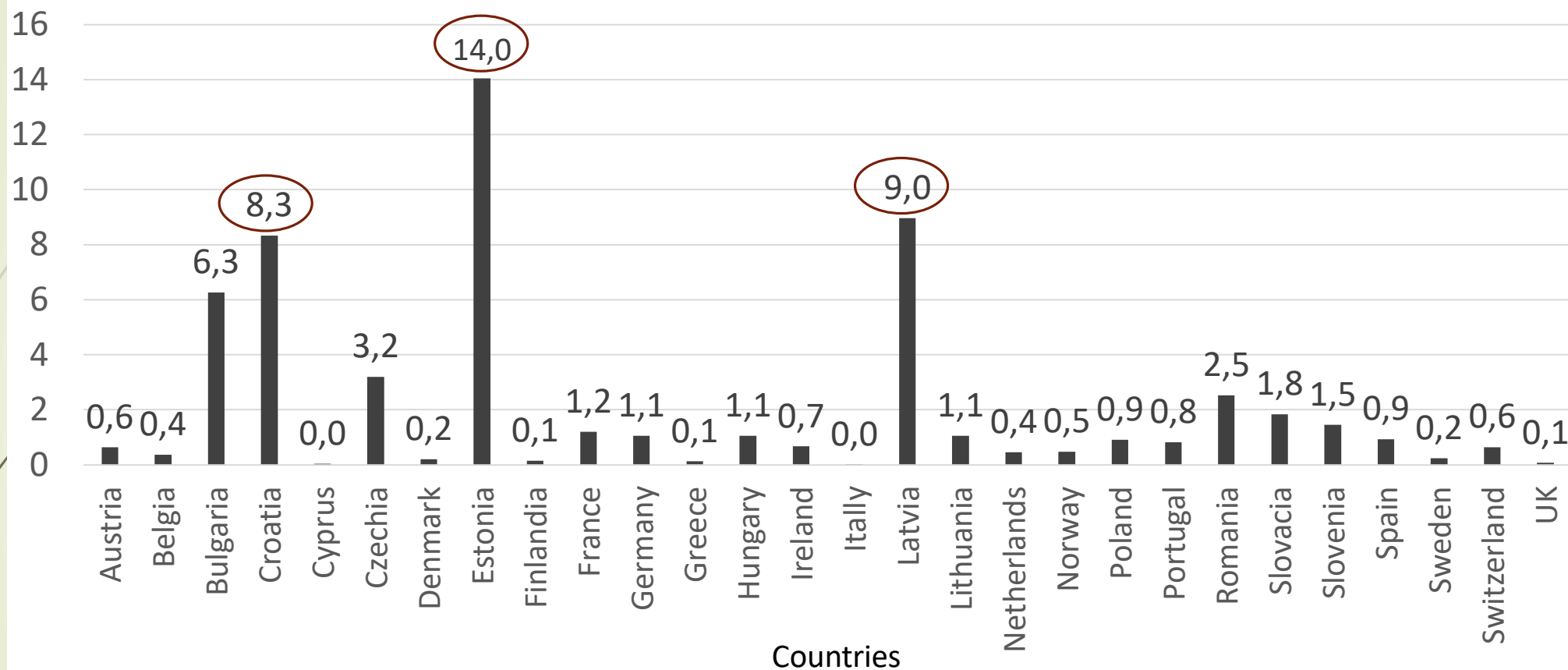


Fig. 4. Consumption of fuelwood, chips and pellets and other agglomerates per km^2 of the country in the years 2012-2021 (Kozuch et al. 2024)

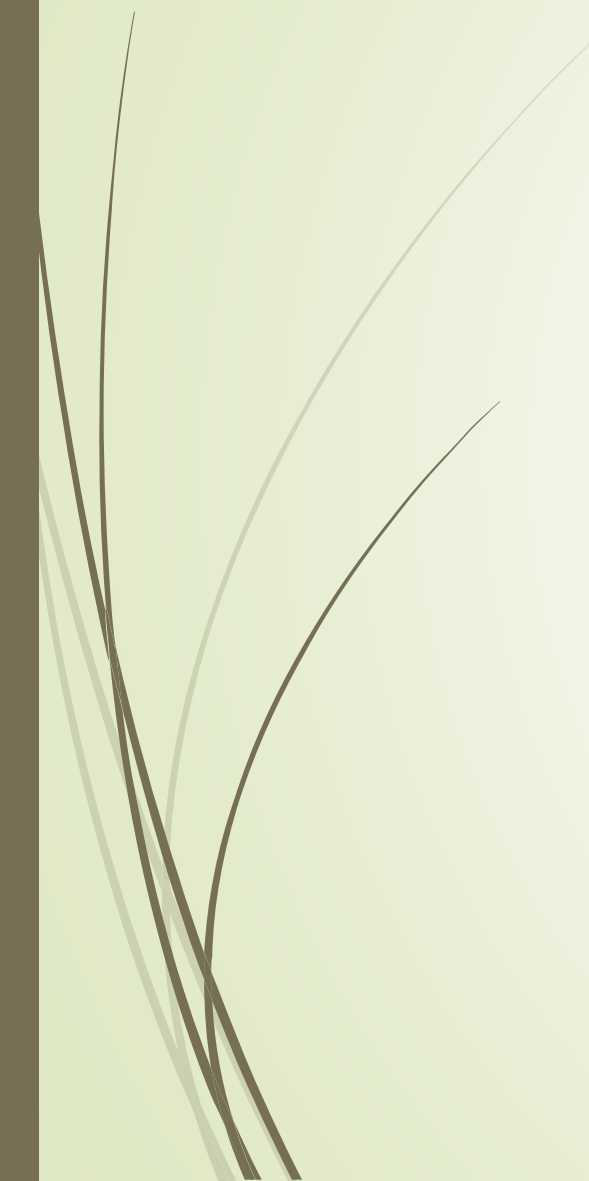
Export/Import



Ryc. 5. Forests biomass (FW, forest residues) export to import ratio in 2012-2021 (Kožuch et al. 2024, *Energies*)



PEST



Czynniki Polityczne/Prawne

Czynniki polityczne stymulujące rozwój rynku bioenergii w Europie:

- **Międzynarodowe porozumienia klimatyczne** (m.in. Protokół z Kioto (1997), Porozumienie Paryskie (2015))
- **Polityka i cele klimatyczne UE** (m.in. Traktat TFUE 2004 r., Dyrektywy RED II i RED III)
- **Dekarbonizacja sektora energetycznego -system Handlu Emisjami (EU ETS).**
- **Bezpieczeństwo energetyczne.**
- **Stabilne polityczne wsparcie dla sektora bioenergii.**
- **Rządowe programy wsparcia, polityki promujące wykorzystanie biomasy.**

Czynniki Polityczne/Prawne

Czynniki polityczne ograniczające rozwój rynku bioenergii i wykorzystanie biomasy leśnej:

- Ograniczenia w nowej wersji RED III.
- Brak spójności polityk UE.
- Polityka ekologiczna i ochrona bioróżnorodności.
- Brak wsparcia politycznego dla sektora bioenergii.
- Krytyka w kontekście bilansu węglowego.
- Różnice w politykach krajowych i nierówne podejście do bioenergii w poszczególnych państwach członkowskich.

PEST - EKONOMICZNE



Czynniki Ekonomiczne

Ekonomiczne czynniki stymulujące wykorzystanie biomasy leśnej na cele energetyczne:

- Rosnące zasoby leśne w UE.
- Rosnąca efektywność ekonomiczna technologii konwersji biomasy na bioenergię.
- Korzyści związane z handlem międzynarodowym.
- Zróżnicowane koszty produkcji.
- Dotacje rządowe programy wsparcia, polityki promujące wykorzystanie biomasy.
- Wzrost wydajności systemów logistycznych.

Czynniki Ekonomiczne

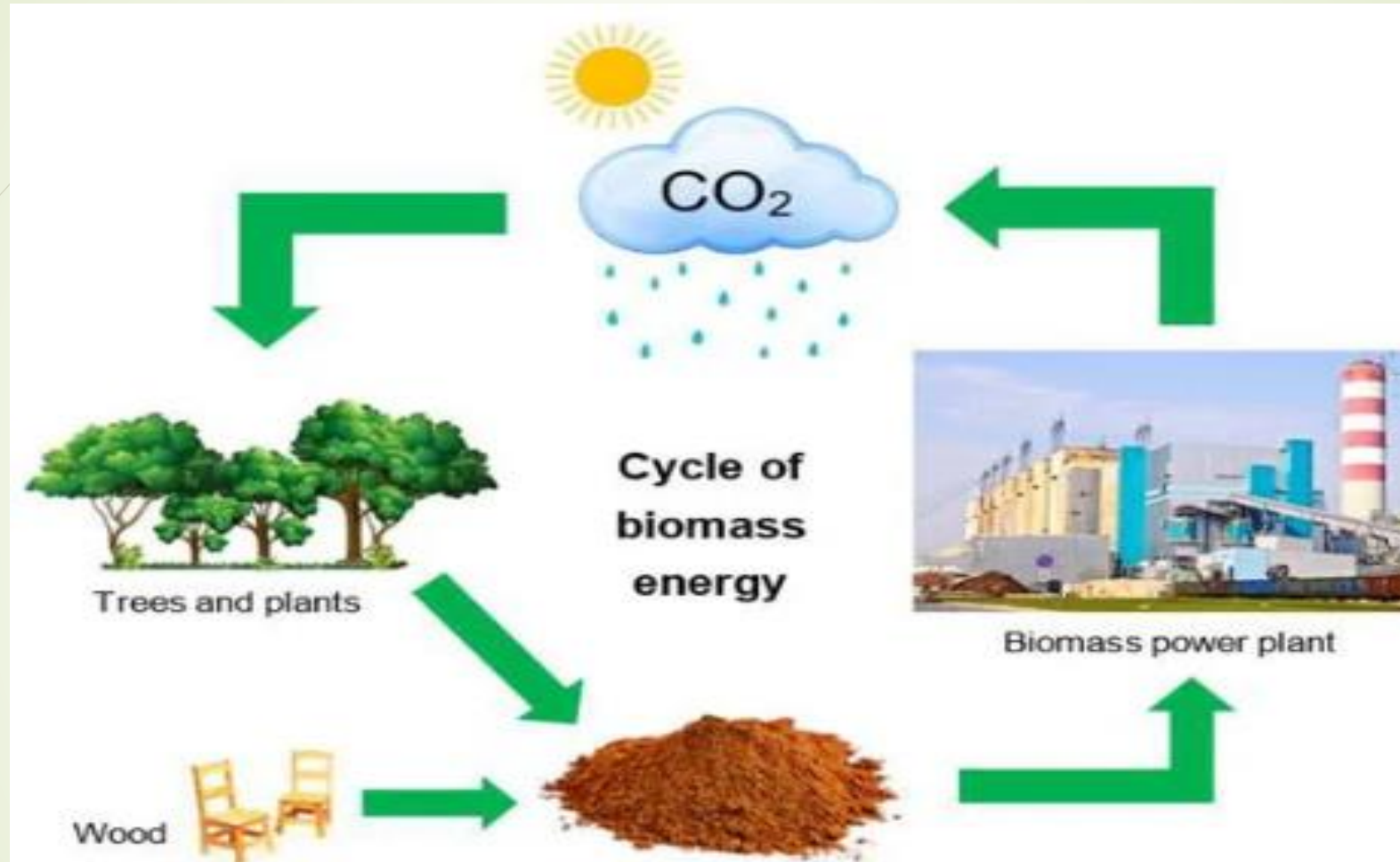
Ekonomiczne czynniki ograniczające wykorzystanie biomasy leśnej na cele energetyczne:

- **Konkurencja o grunty.** Produkcja biomasy może prowadzić do konfliktu między wykorzystaniem gruntów pod uprawy energetyczne a innymi sektorami: rolnictwem i produkcją żywności (Paschalidou, 2016).
- **Koszty pozyskania i transportu.**
- **Niestabilność dostaw.**
- **Wpływ rynku międzynarodowego.**
- **Wysokie koszty inwestycyjne.**
- **Niepewność dotacji.**

PEST Ekologiczno-Społeczne



Biomasa magazynuje węgiel i przyjmuje się, że jego utlenianie jest potencjalnie neutralne pod względem emisji CO₂ (Asaad et al. 2024).



Ryc. 1. The general cycle of biomass energy.

Kalak T. Potential Use of Industrial Biomass Waste as a Sustainable Energy Source in the Future. *Energies*. 2023; 16(4):1783. <https://doi.org/10.3390/en16041783>

Czynniki społeczno-ekologiczne (szanse)

- Lokalne znaczenie biomasy.
- Ekologiczne technologie.
- Sekwestracja węgla.** Biomasa jest uznawana za neutralną pod względem emisji CO₂, ponieważ proces spalania równoważy emisję węgla sekwestrowanego podczas wzrostu roślin.
- Wzrost zapotrzebowania na biomasę – zwiększenie lesistości.**
- Ochrona klimatu.
- Zrównoważone wykorzystanie zasobów.

Czynniki społeczno-ekonomiczne (zagrożenia)

- Kontrowersje związane z pozyskiwaniem biomasy.
- Niejasności związane z definicją neutralności węglowej prowadzą do nieporozumień i niejednoznacznych regulacji.
- **Zdrowie publiczne** (zanieczyszczenie atmosfery).
- **Ochrona różnorodności biologicznej:** Nadmierne usuwanie martwego drewna i pozostałości leśnych prowadzi do zmniejszenia bioróżnorodności, wpływając na ekosystem leśny.
- **Degradacja gleby:** Intensywne usuwanie biomasy może prowadzić do zmiany właściwości gleby, w tym jej zagęszczenia i zakłóceń chemicznych, co wpływa negatywnie na stabilność ekosystemów.

Czynniki technologiczne - stymulanty

- ▶ Postęp w zakresie innowacji technologicznych.
- ▶ Rozwój systemów pozyskiwania i transportu biomasy.
- ▶ Energooszczędne technologie przetwarzania biomasy na energię.
- ▶ Technologie redukcji emisji.
- ▶ Inwestycje w badania i rozwój bioenergii wspierające rozwój bardziej zaawansowanych technologii.

Czynniki technologiczne - destymulanty

- **Zmienna dostępność i nieprzewidywalna jakość surowca.**
- **Trudności logistyczne.**
- **Ograniczenia technologiczne:** niski współczynnik konwersji energii w niektórych technologiach bezpośredniego spalania biomasy.
- **Optymalizacja systemów:** konieczność przeprowadzania złożonych analiz efektywności energetycznej i ekonomicznej systemów, co zwiększa czas i koszty implementacji.
- **Niska świadomość i adaptacja nowych technologii.**



Wnioski

Cele dekarbonizacji przyspieszają transformację energetyczną, z biomasą leśną jako potencjalnym źródłem odnawialnej energii, szczególnie dla krajów o dużych zasobach leśnych. Ponadto kryzys energetyczny stał się impulsem do rozwoju czystych technologii i alternatywnych źródeł energii, w tym bioenergii, co zwiększa potencjał rynku biomasy w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego.

Biomasa leśna sprzyja rozwojowi obszarów wiejskich i ochronie środowiska, ale konieczne jest wyważenie korzyści ekologicznych i gospodarczych z potencjalnymi konsekwencjami dla ekosystemów.

Strategie zrównoważonego zarządzania zasobami leśnymi muszą uwzględniać nowe technologie oraz analizy kosztów i korzyści, aby optymalizować pozyskiwanie biomasy przy minimalnym wpływie na społeczeństwo i środowisko.

Stabilność polityki i regulacji oraz standardy certyfikacji są kluczowe dla zrównoważonego rozwoju rynku bioenergii, w tym dla zapewnienia odpowiedniej podaży drewna i lepszej ochrony ekosystemów leśnych.



Dziękuję za uwagę 😊

Bibliografia

1. Scarpalà, N.; Dallemand, J.-F.; Monforti-Ferrario, F.; Nita, V. The role of biomass and bioenergy in a future bio-economy: Policies and facts. *Environmental Development* 2015, 15, 3–34, doi:10.1016/j.envdev.2015.03.006.
2. Ciocia, A.; Amato, A.; Di Leo, P.; Fichera, S.; Malgaroli, G.; Spertino, F.; Tzanova, S. Self-Consumption and Self-Sufficiency in Photovoltaic Systems: Effect of Grid Limitation and Storage Installation. *Energies* 2021, 14, 1591. <https://doi.org/10.3390/en14061591>
3. Bowman, G.; Burg, V.; Erni, M.; Lemm, R.; Thees, O.; Björnsen Gurung, A. How much land does bioenergy require? An assessment for land-scarce Switzerland. *GCB Bioenergy* 2021, 13, 1466–1480, doi:10.1111/gcbb.12869.
4. Van Holsbeeck, S.; Brown, M.; Srivastava, S.K.; Ghaffariyan, M.R. A Review on the Potential of Forest Biomass for Bioenergy in Australia. *Energies* 2020, 13, 1147, doi:10.3390/en13051147.
5. Wieruszewski, M.; Mydlarz, K. The Potential of the Bioenergy Market in the European Union—An Overview of Energy Biomass Resources. *Energies* 2022, 15, 9601, doi:10.3390/en15249601.
6. Silveira, S.; Khatiwada, D.; Leduc, S.; Kraxner, F.; Venkata, B.K.; Tilvikine, V.; Gaubye. Opportunities for bio-energy in The Baltic Sea Region. *Energy Procedia* 2017, 128, 157–164.
7. Khanam, T.; Rahman, A.; Mola-Yudego, B. Renewable energy and wood fuel productions in the Nordic region: Can it be changed? *Journal of Cleaner Production* 2020, 276, 123547, doi:10.1016/j.jclepro.2020.123547.
8. Suttles, S.A.; Tyner, W.E.; Shively, G.; Sands, R.D.; Sohngen, B. Economic effects of bioenergy policy in the United States and Europe: A general equilibrium approach focusing on forest biomass. *Renewable Energy* 2014, 69, 428–436, doi:10.1016/j.renene.2014.03.067.
9. Wieruszewski, M.; Górna, A.; Mydlarz, K.; Adamowicz, K. Wood Biomass Resources in Poland Depending on Forest Structure and Industrial Processing of Wood Raw Material. *Energies* 2022, 15, 4897, doi:10.3390/en15134897.
10. European Commission. 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2021) 550 final, Brussels. 2021.
11. European Commission. Directive of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652 In, Brussels. 2023.
12. Mandley, S.J.; Daioglou, V.; Junginger, H.M.; van Vuuren, D.P.; Wicke, B. EU bioenergy development to 2050. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2020, 127, 109858, doi:10.1016/j.rser.2020.109858.
13. Mather-Gratton, Z.J.; Larsen, S.; Bentsen, N.S. Understanding the sustainability debate on forest biomass for energy in Europe: A discourse analysis. *PLoS One* 2021, 16, e0246873, doi:10.1371/journal.pone.0246873.
14. Mandley, S.; Wicke, B.; Junginger, H.; Vuuren, D.; Daioglou, V. Integrated assessment of the role of bioenergy within the EU energy transition targets to 2050. *GCB Bioenergy* 2022, 14, 157–172, doi:10.1111/gcbb.12908.
15. IEA-Bioenergy Annual Report 2021. Available online: <https://www.ieabioenergy.com/blog/publications/iea-bioenergy-annual-report-2021> (accessed on 4 September 2023).
16. Renewable Energy in Europe 2016. EEA Report. Available online: <https://www.eea.europa.eu> (accessed on 21 September 2023).
17. Shabani, N.; Akhtari, S.; Sowlati, T. Value chain optimization of forest biomass for bioenergy production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2013, 23, 299–311, doi:10.1016/j.rser.2013.03.005.
18. Chudy-Laskowska, K.; Pisula, T. An Analysis of the Use of Energy from Conventional Fossil Fuels and Green Renewable Energy in the Context of the European Union's Planned Energy Transformation. *Energies* 2022, 15, 7369. <https://doi.org/10.3390/en15197369>
19. Lauri, P.; Havlík, P.; Kindermann, G.; Forsell, N.; Böttcher, H.; Obersteiner, M. Woody biomass energy potential in 2050. *Energy Policy* 2014, 66, 1931.