



Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

# Виробництво теплової та електричної енергії з біомаси в ЄС

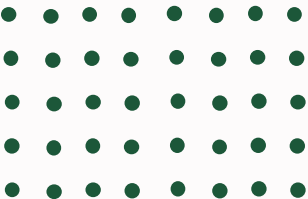


Гелетуха Георгій, д.т.н.,  
ТОВ «НТЦ «Біомаса»,  
директор;  
Біоенергетична асоціація  
України, голова правління

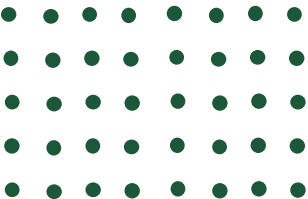


# Зміст

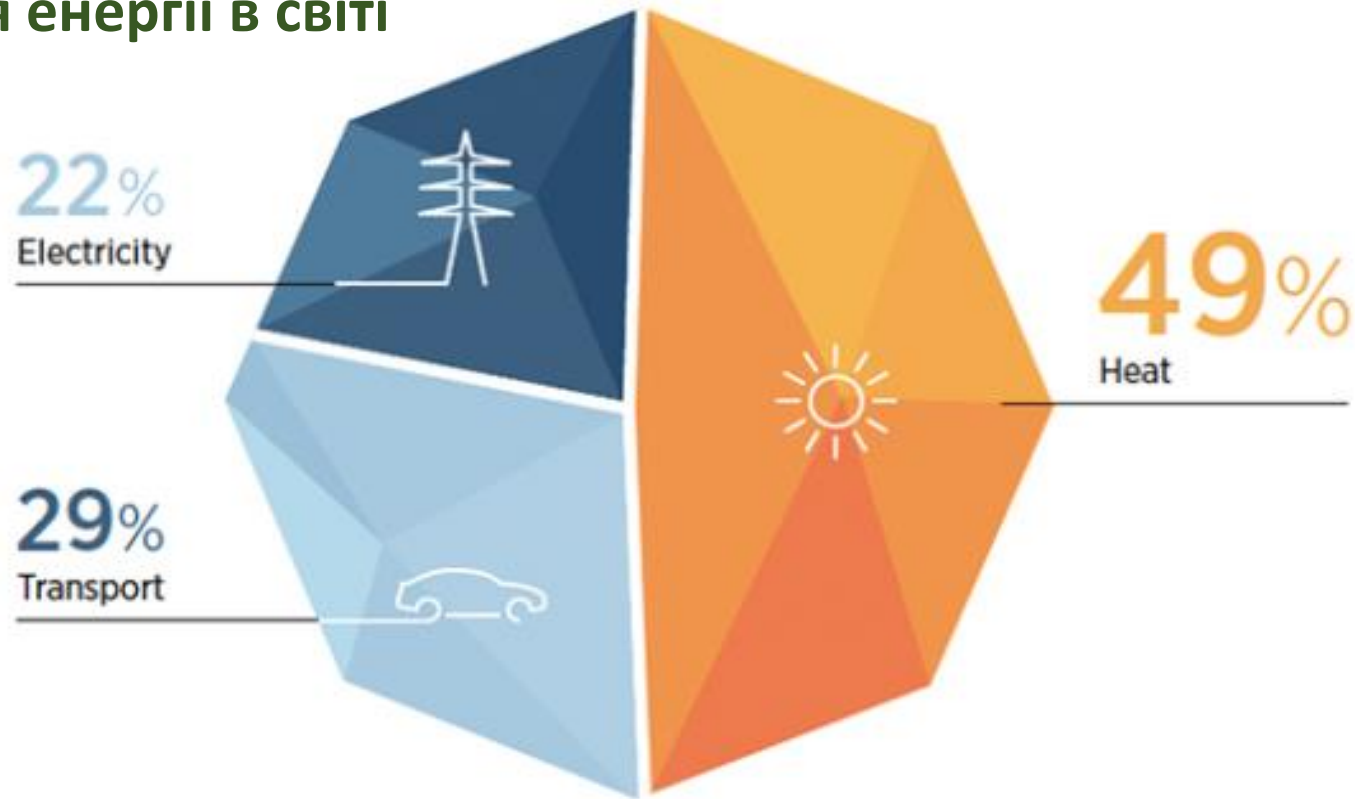
- 01** Статистика з розвитку ВДЕ в ЄС.
- 02** Виробництво електричної енергії з біомаси в ЄС.
- 03** Виробництво теплової енергії з біомаси в ЄС.
- 04** Успішні приклади виробництва електричної енергії з біомаси в ЄС.
- 05** Успішні приклади виробництва теплової енергії з біомаси в ЄС.
- 06** Перспективи біоенергетики в ЄС.



## Статистика з розвитку ВДЕ в ЄС



## Кінцеве споживання енергії в світі



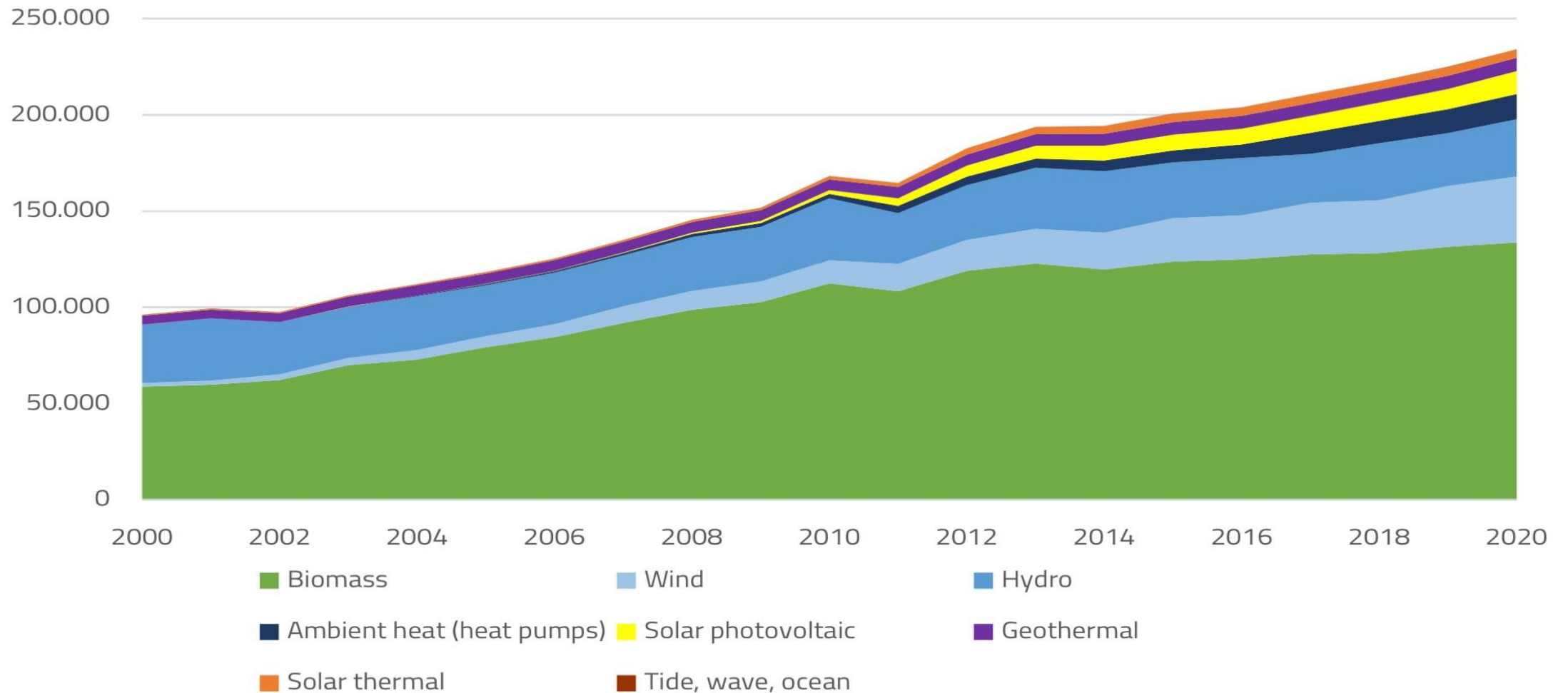
- ❖ На споживання теплової енергії припадає **40 %** світових викидів CO<sub>2</sub>
- ❖ **50%** теплової енергії використовується в промисловості;
- ❖ **46 %** теплової енергії використовується на опалення та гаряче водопостачання;
- ❖ Решта використовується в сільському господарстві (наприклад- опалювання теплиць)

<https://www.irena.org/>

[/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA IEA REN21 Policies Heating Cooling 2020.pdf](https://www.irena.org/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_IEA_REN21_Policies_Heating_Cooling_2020.pdf)

# Виробництво первинної енергії з ВДЕ у ЄС, тис. т н.е.

Figure 4 Evolution of primary production of renewable energy in EU27 (ktoe)



# Частка ВДЕ у країнах ЄС в 2021 р., %

## Overall share of energy from renewable sources in the EU, 2021

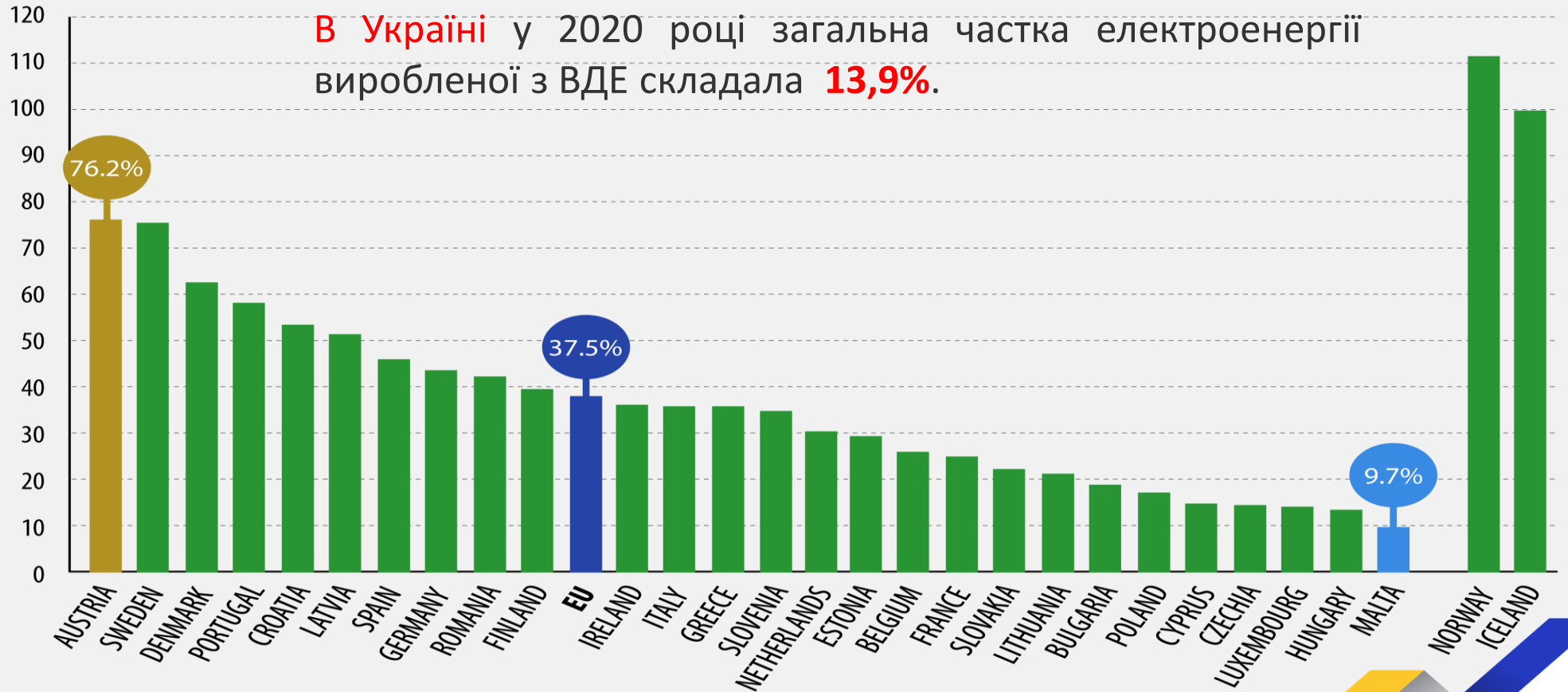
(% by country)



# Частка ВДЕ у валовому кінцевому споживанні електроенергії у країнах ЄС в 2021 р., %

## Share of energy from renewable sources in gross electricity consumption, EU, 2021

(% by country)



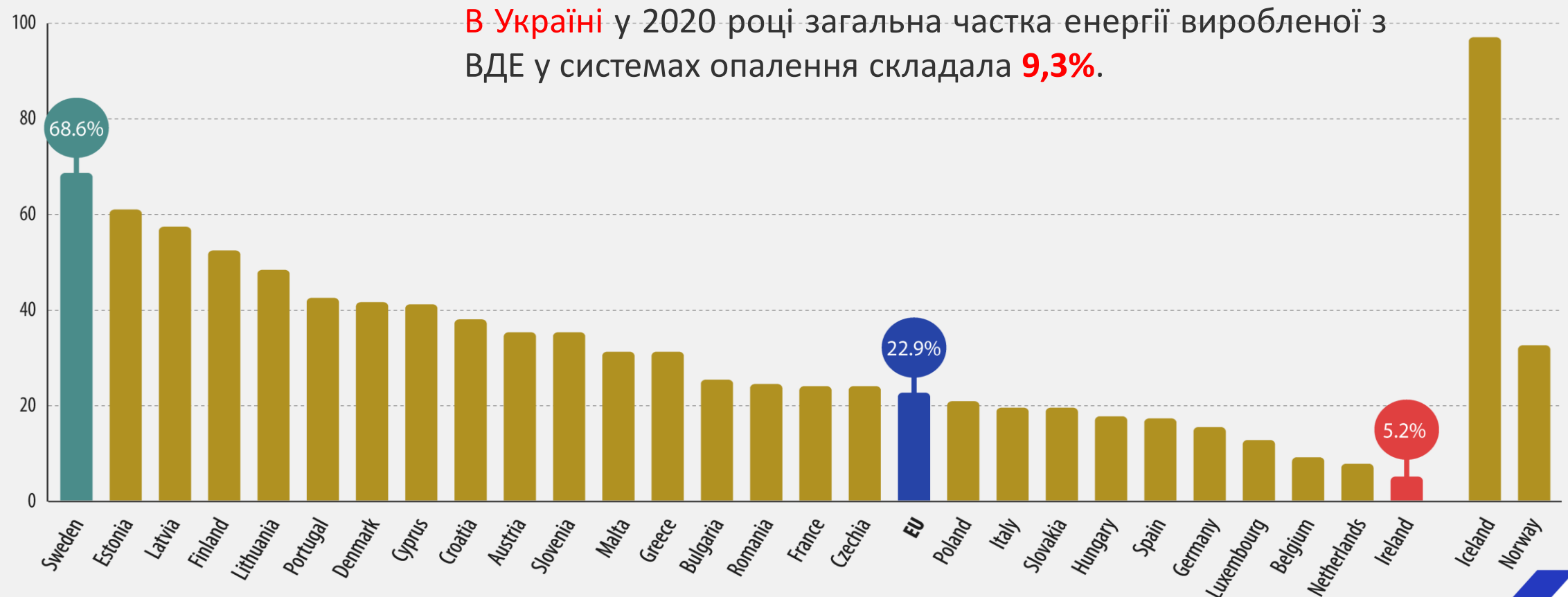
eurostat

<https://ec.europa.eu/eurostat/fr/web/products-eurostat-news/-/ddn-20230127-1>

# Частка ВДЕ в секторі тепло і холодопостачання у країнах ЄС в 2021 р., %

## Share of energy from renewable sources for heating and cooling, 2021

(%)





# Частка ВДЕ в секторі транспорту у країнах ЄС в 2021 р., %

## Share of energy from renewable sources in transport, EU, 2021

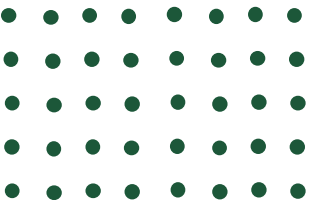
(% by country)



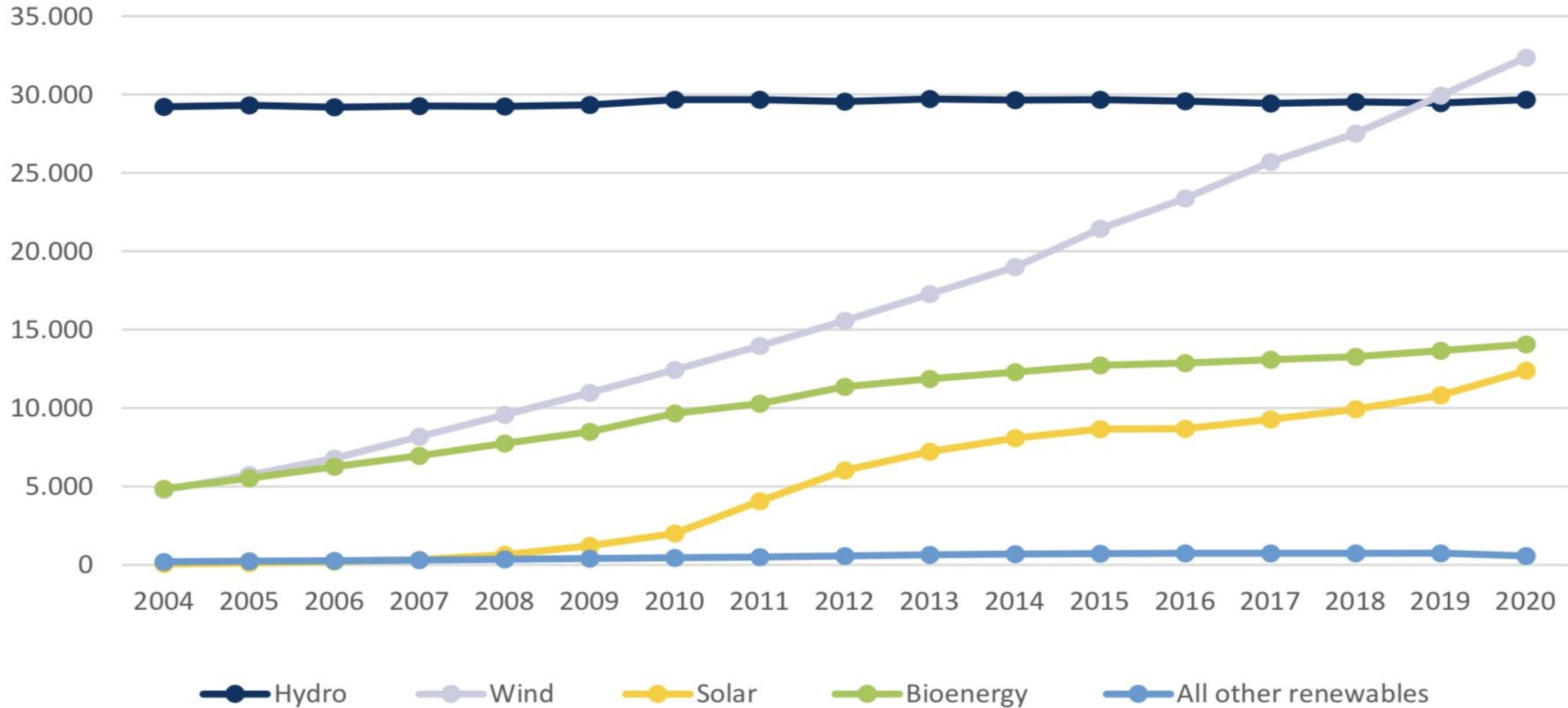
eurostat

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230123-2>

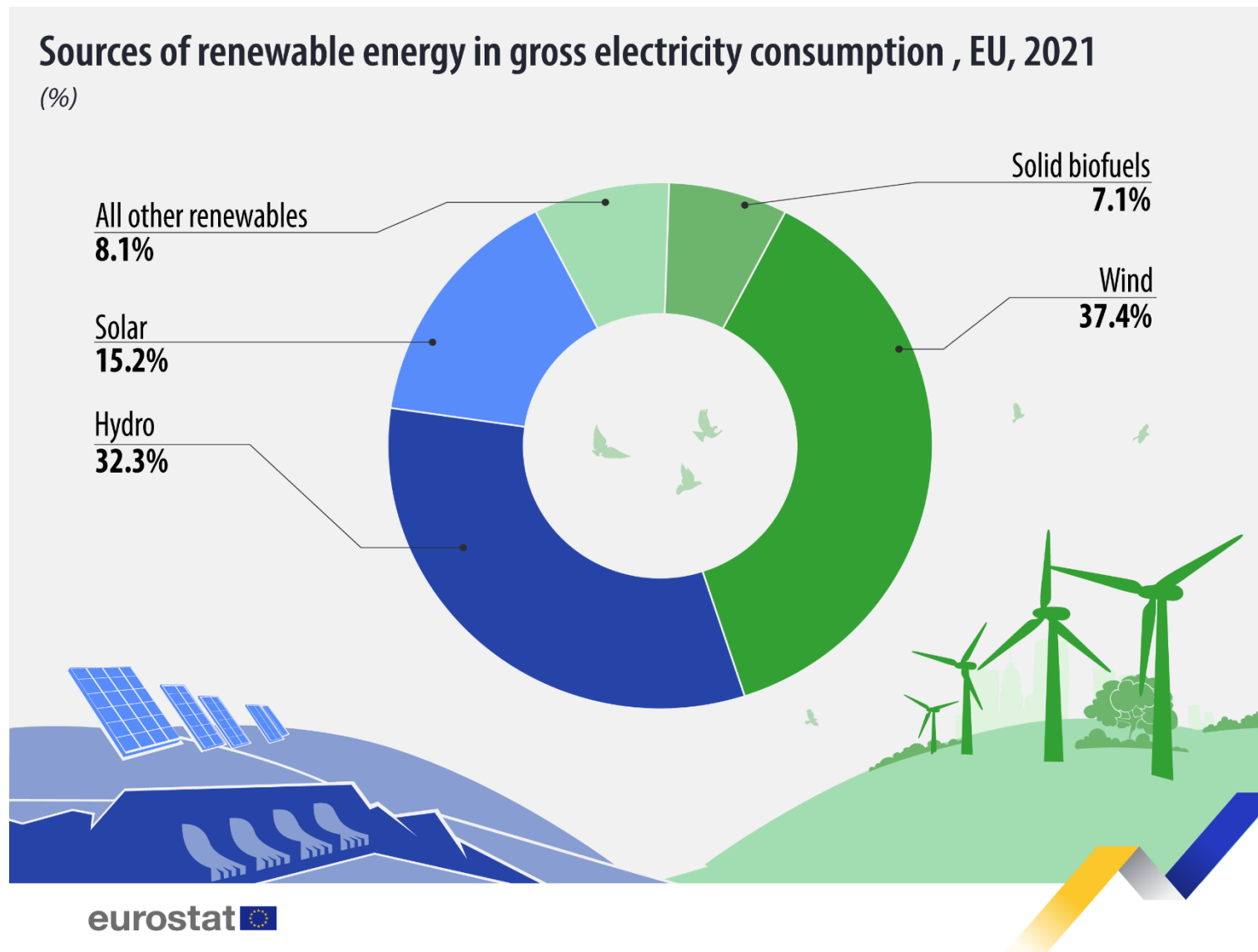
## Виробництво електричної енергії з біомаси в ЄС



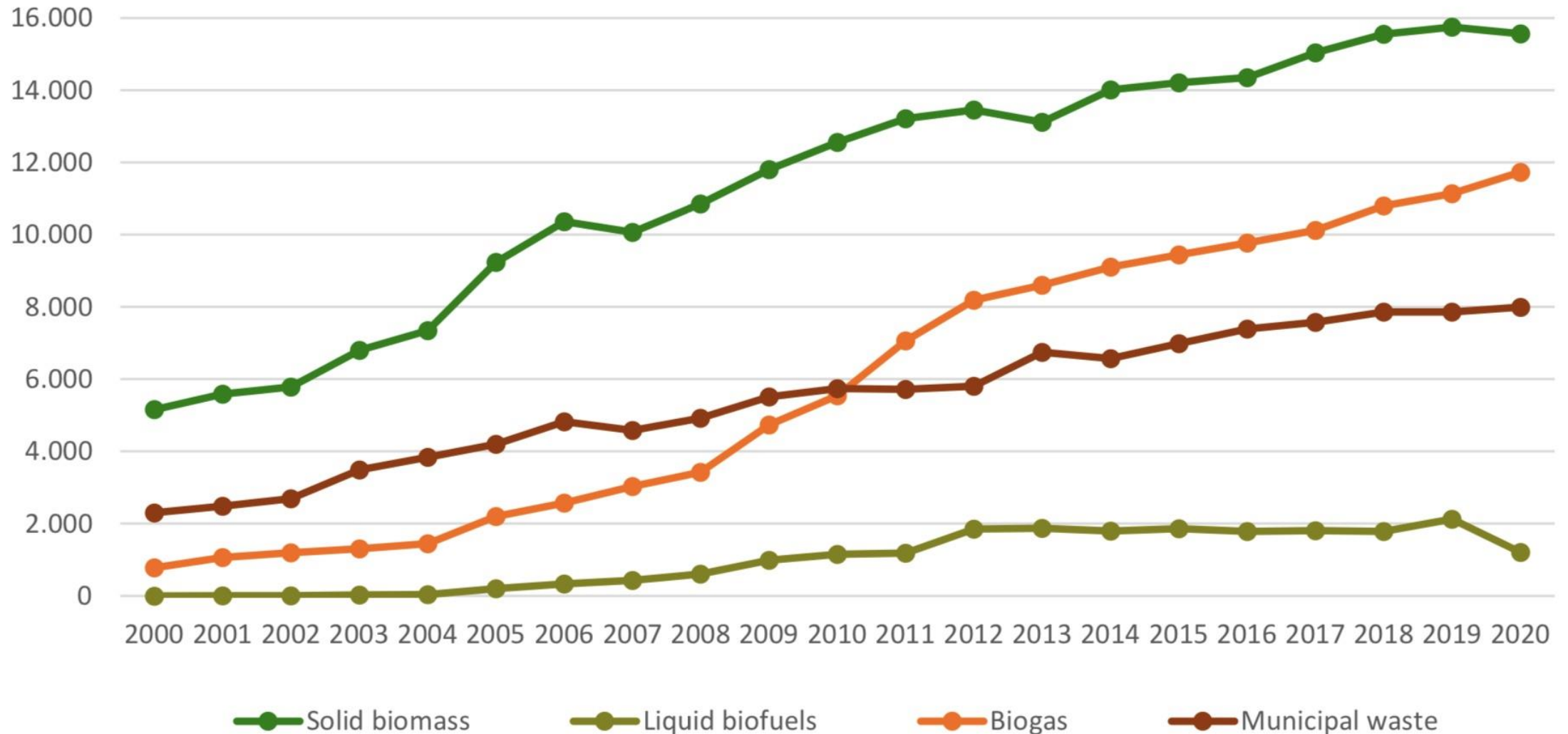
## Валове кінцеве споживання електроенергії з відновлюваних джерел у ЄС-27, 2004 - 2020 рр. (тис. т н.е.)



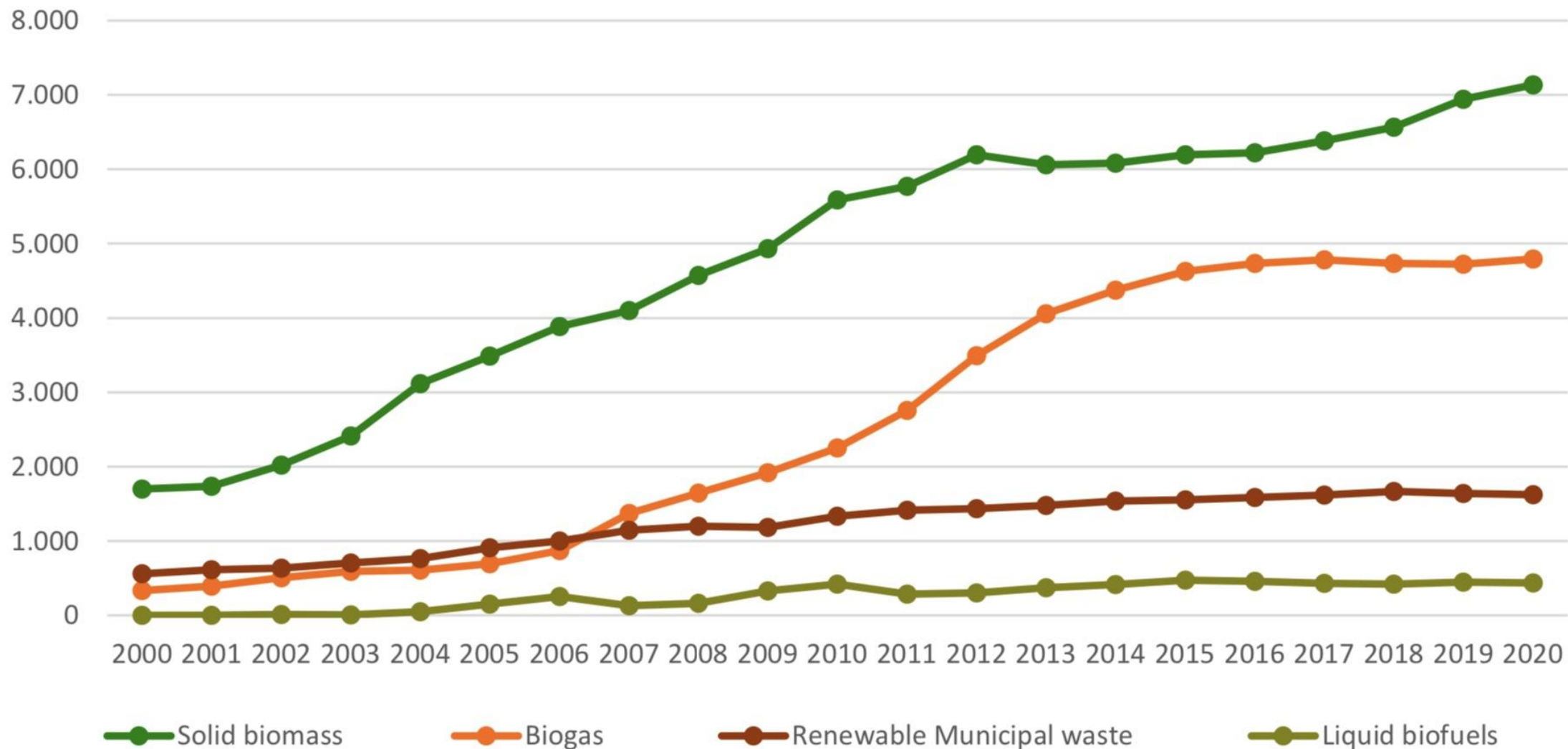
# Джерела відновлюваної енергії у валовому кінцевому споживанні електроенергії з у ЄС в 2021 р.



## Електрична потужність установок на біомасі за типом у ЄС-27, МВт ел.

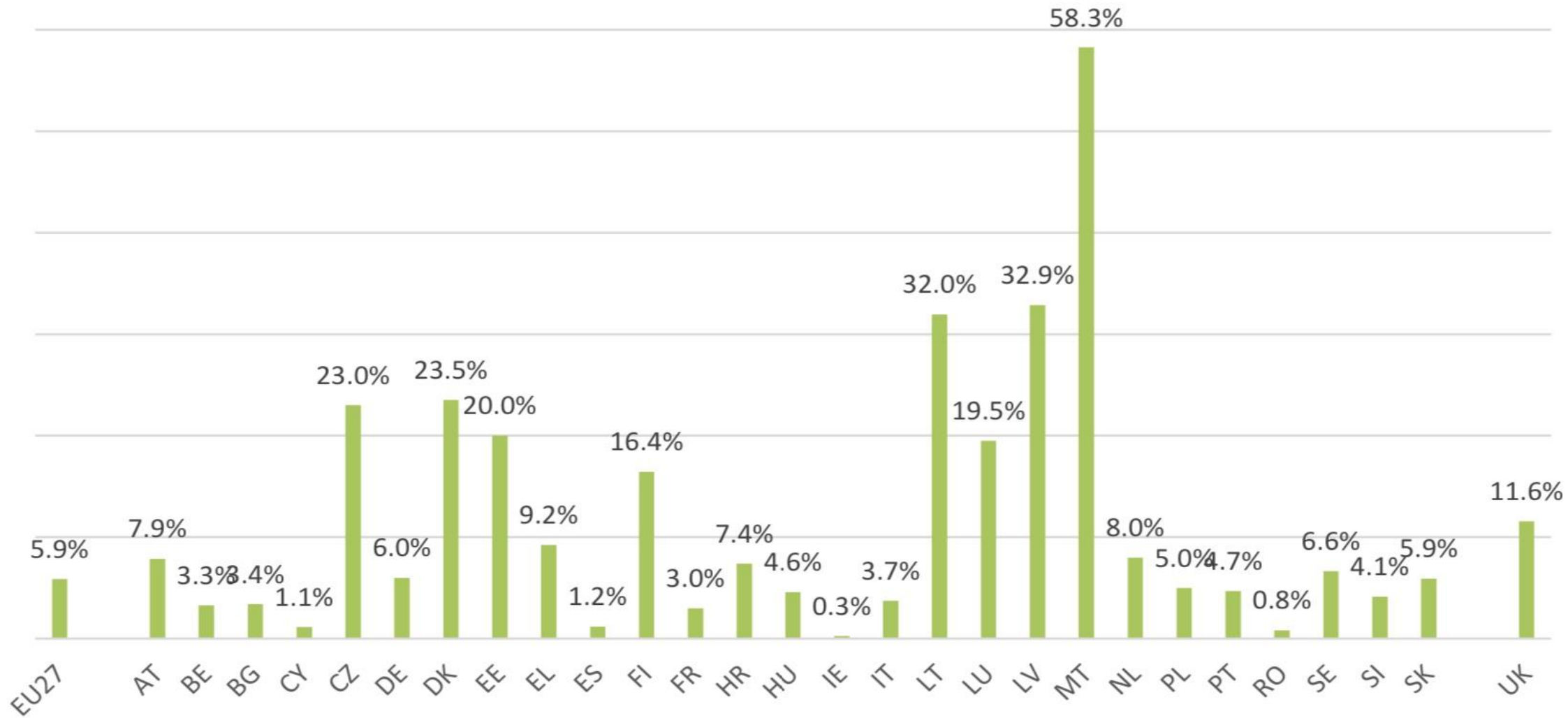


## Валове виробництво електроенергії з біомаси за типом у ЄС-27, тис. н.е.

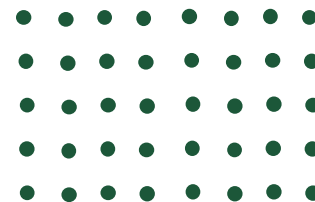


<https://bioenergyeurope.org/articles/366-bioelectricity-2022.html>

# Частка виробництва електроенергії з біомаси від загального валового виробництва електроенергії в країнах ЄС-27 і Великобританії у 2020 р., %

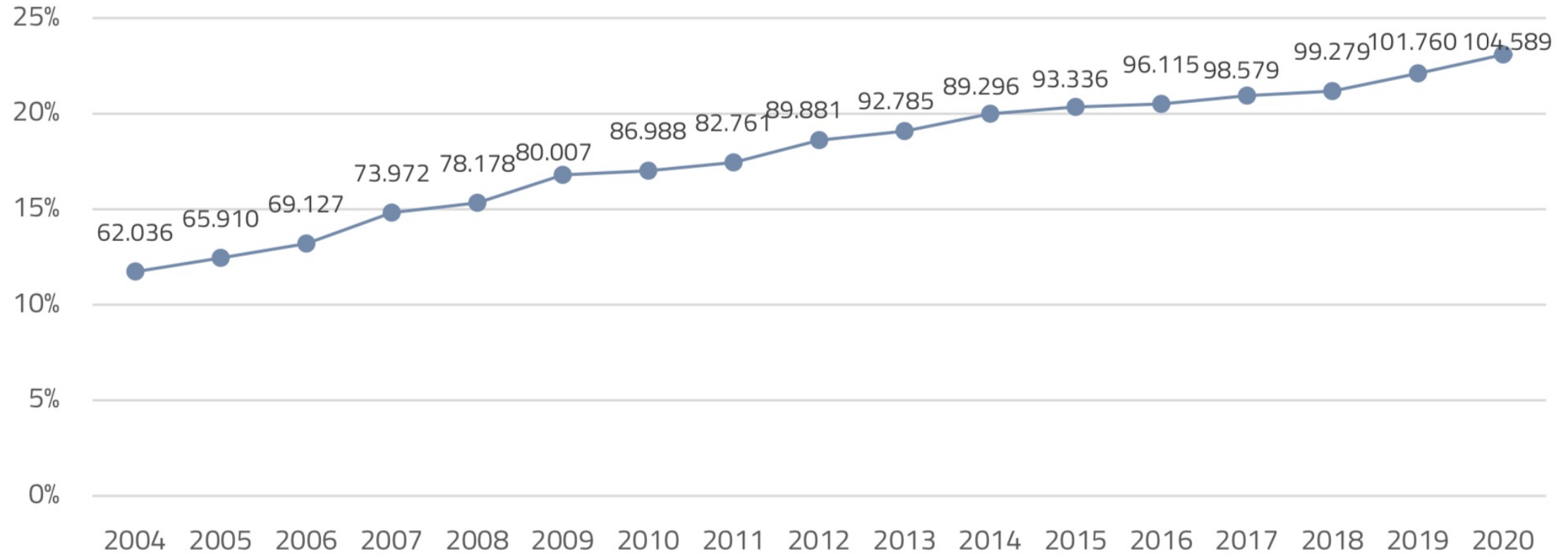


## Виробництво теплової енергії з біомаси в ЄС

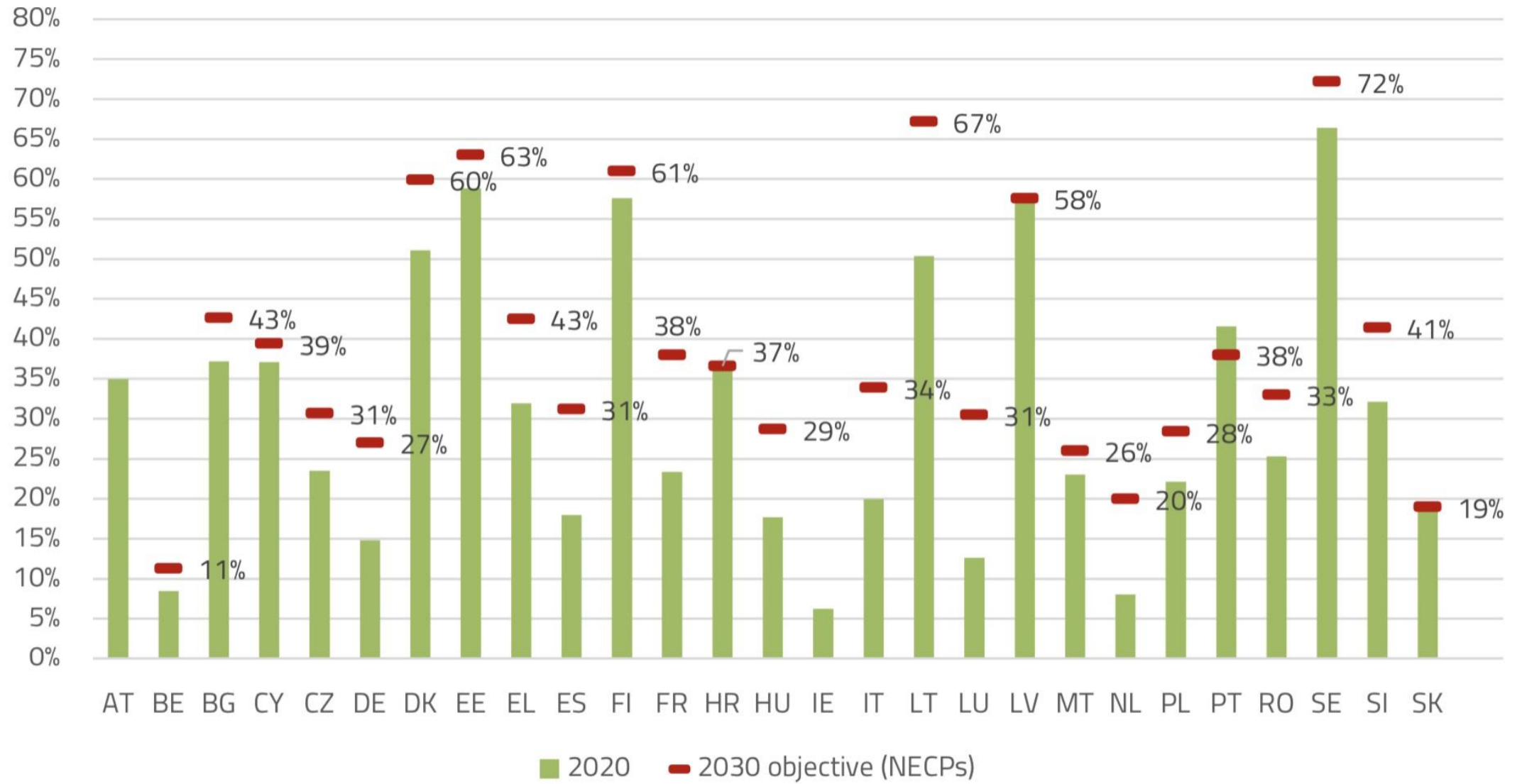




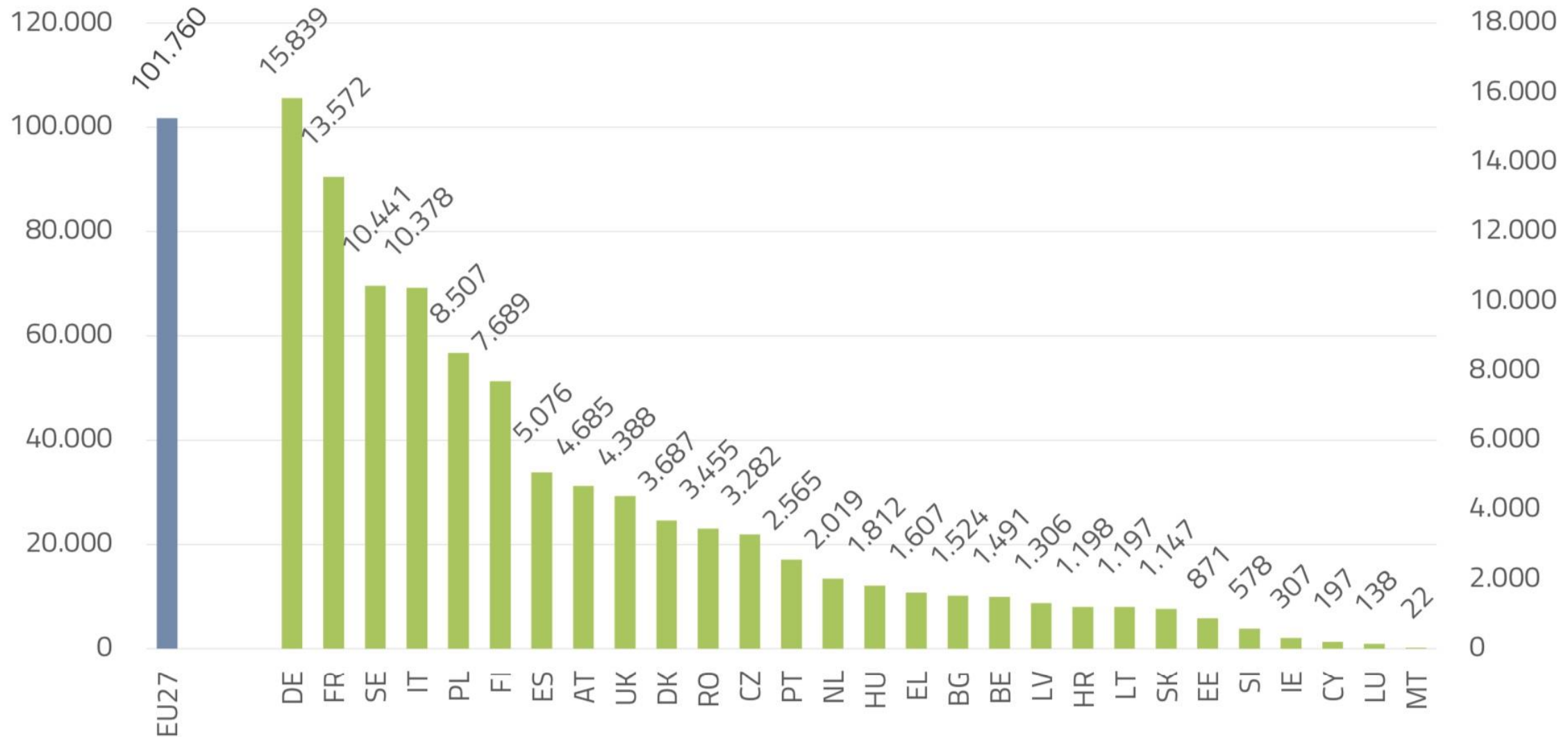
## Виробництво відновлюваної енергії в секторі тепло і холодопостачання ЄС-27, тис т н.е., %



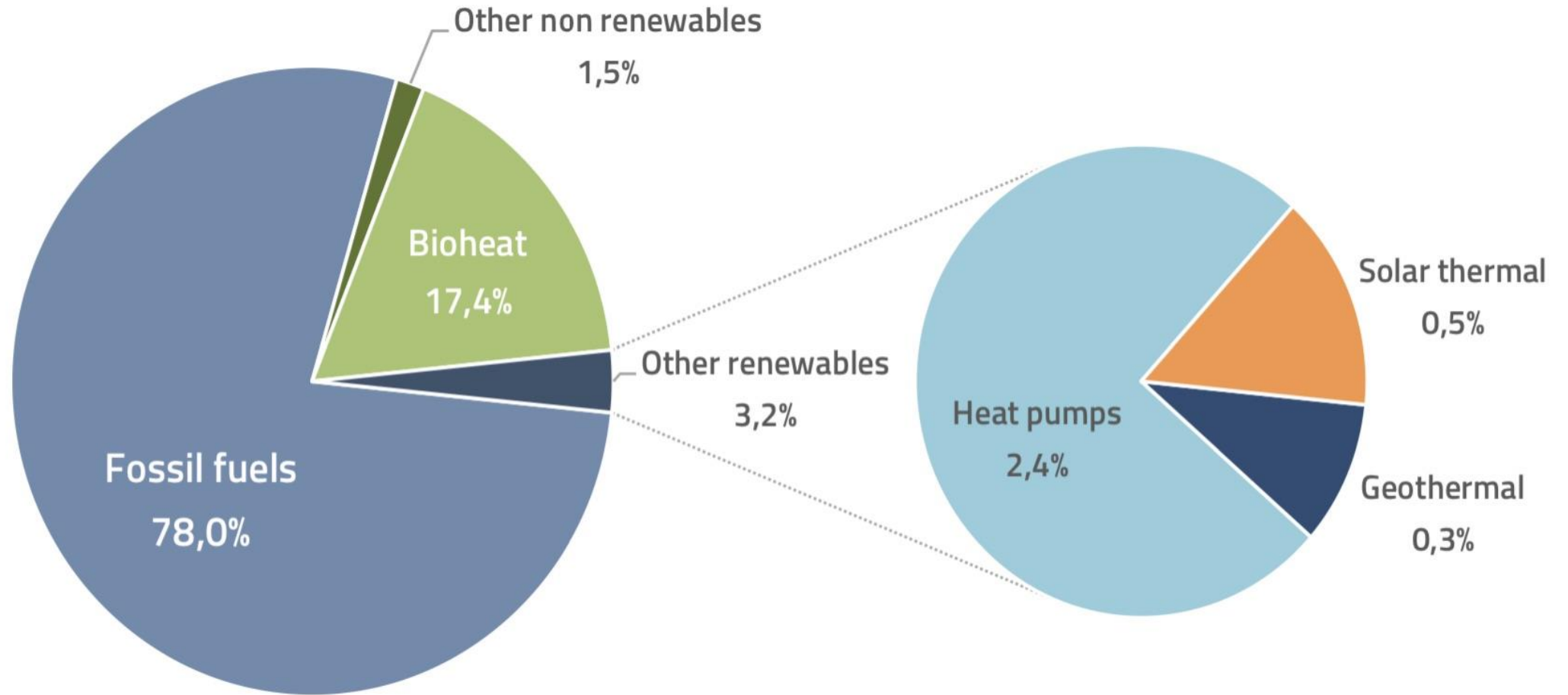
## Частка ВДЕ в секторі тепло і холодопостачання у 2020 р. та цілі на 2030 р., %



# Споживання ВДЕ в секторі тепло і холодопостачання у ЄС-27 та Великобританії у 2020 р., тис. т н.е.

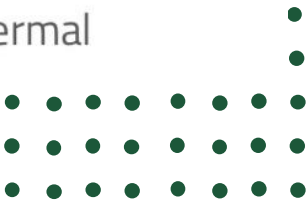


# Внесок різних джерел енергії в опалення та охолодження в ЄС-27 у 2020 р., %

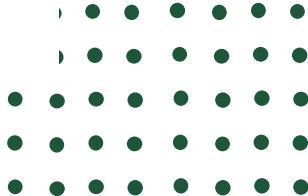
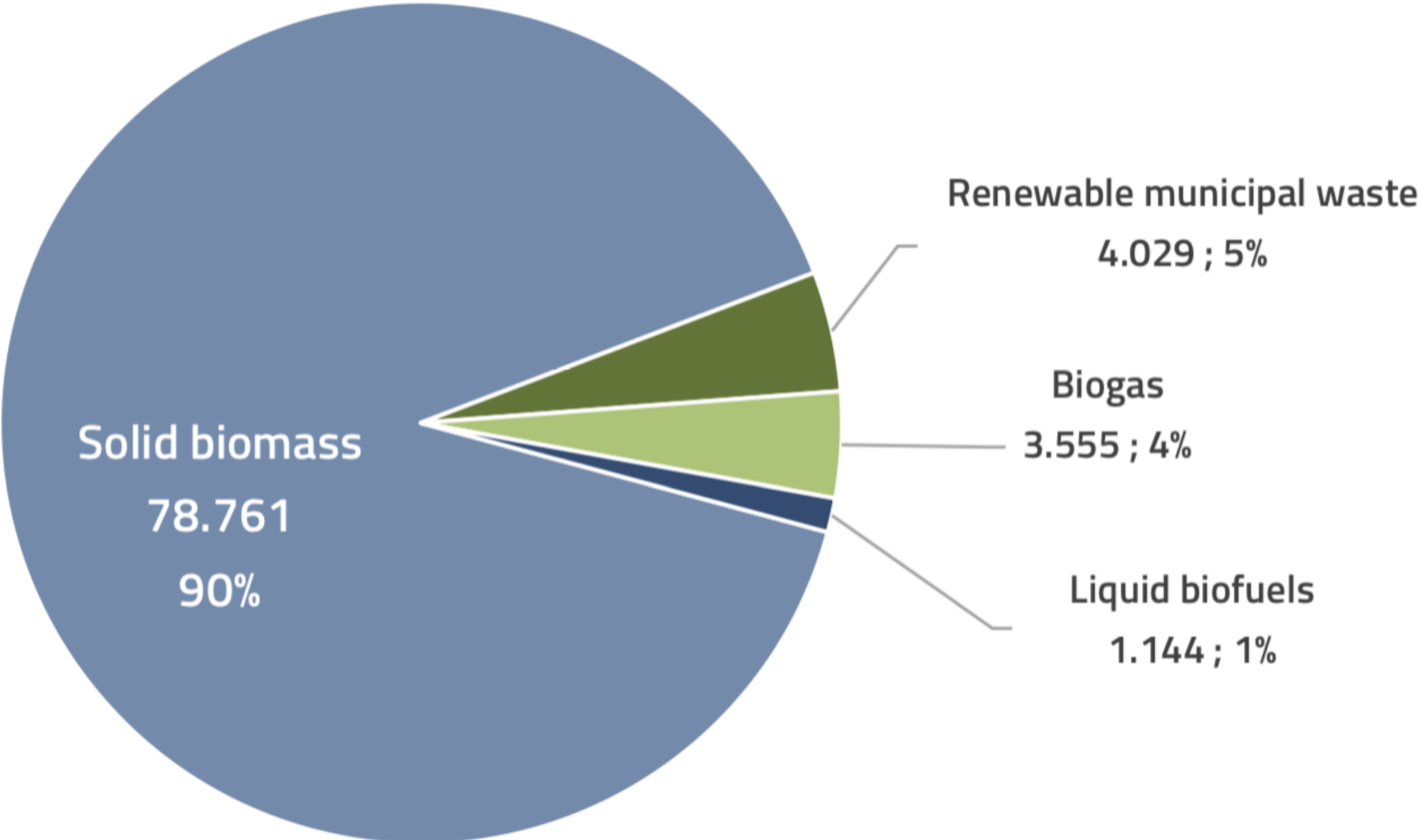


■ Fossil fuels ■ Other non renewables ■ Bioheat ■ Geothermal ■ Heat pumps ■ Solar thermal

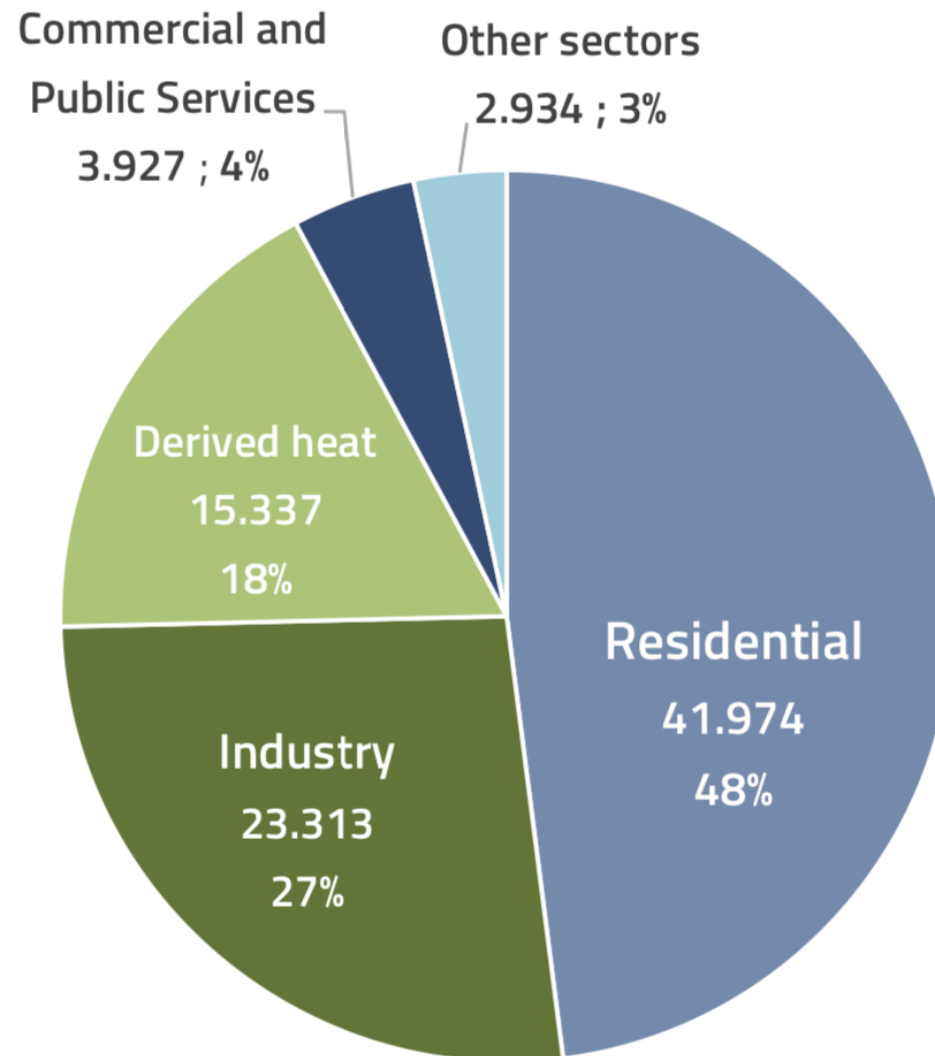
<https://bioenergyeurope.org/article/429-bioheat-4.html>



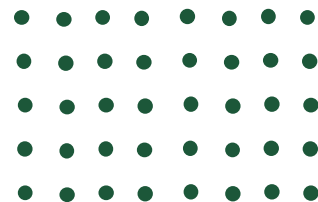
# Тип біомаси, що використовується для опалення на біомасі в ЄС-27 у 2020 р., тис. т н.е., %



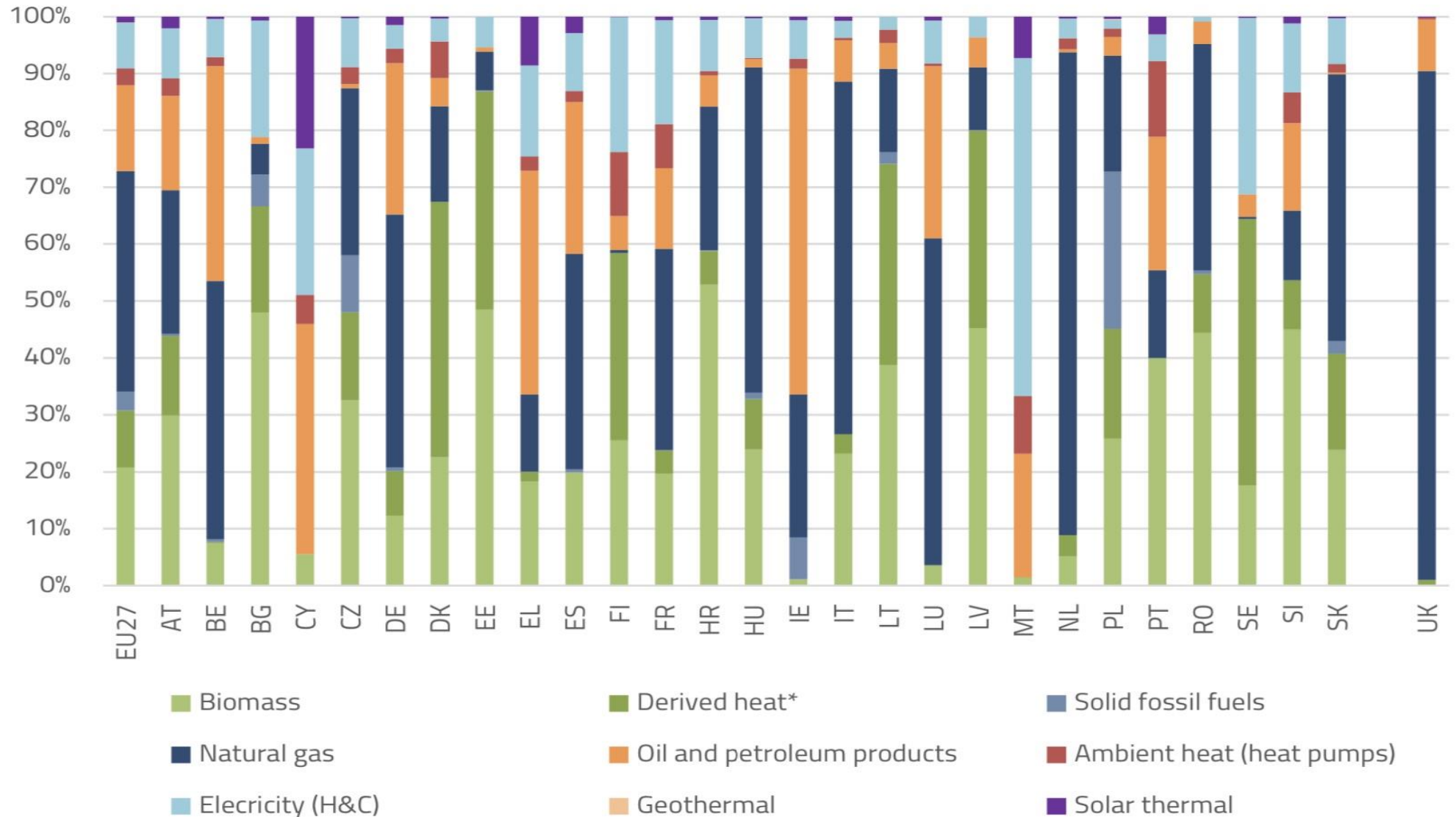
## Загальне споживання тепла з біомаси у різних секторах у ЄС-27 у 2020 р., тис. т н.е., %



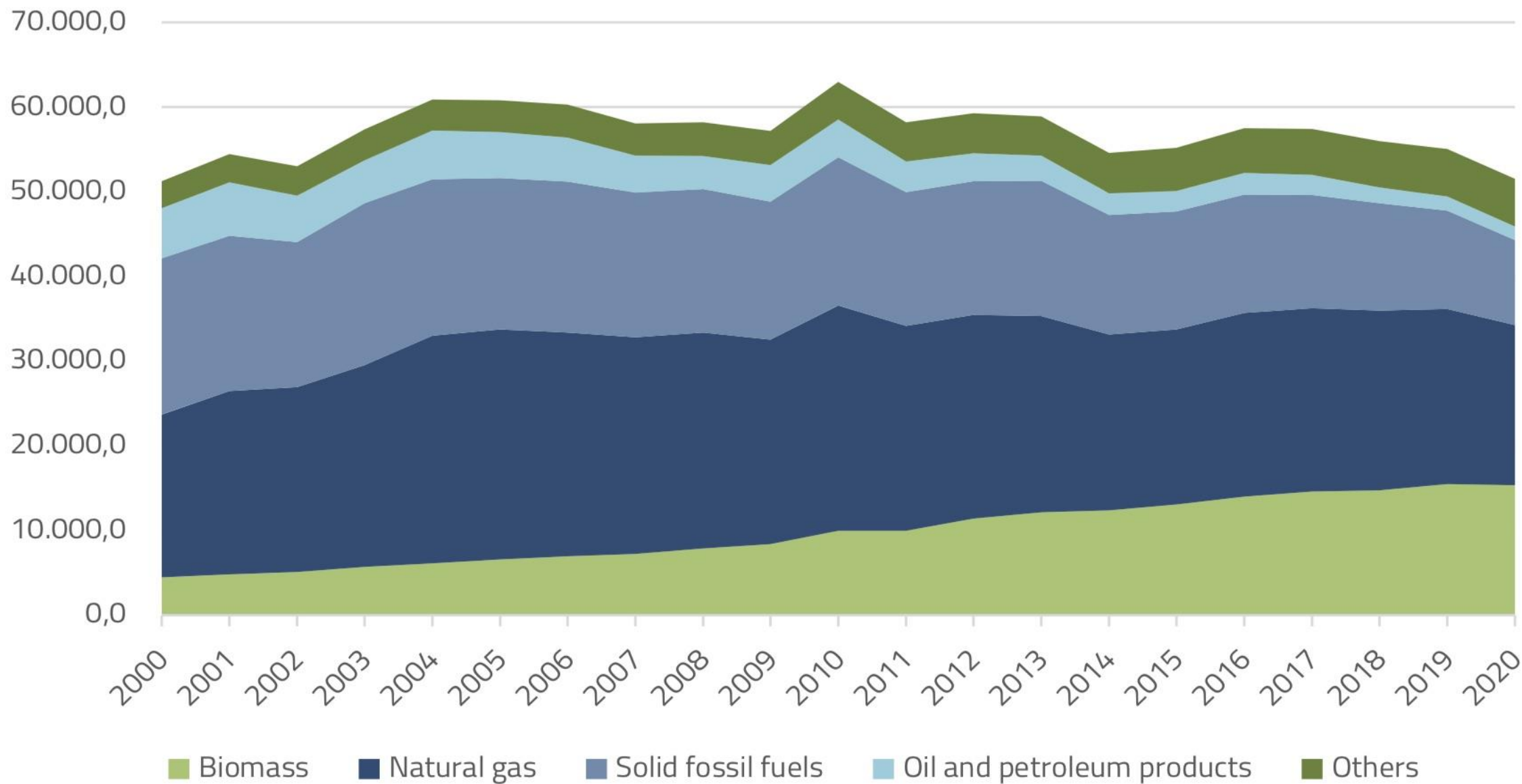
<https://bioenergyeurope.org/article/429-bioheat-4.html>



# Структура загального споживання тепла в країнах ЄС-27 та Великобританії у 2020 р., %



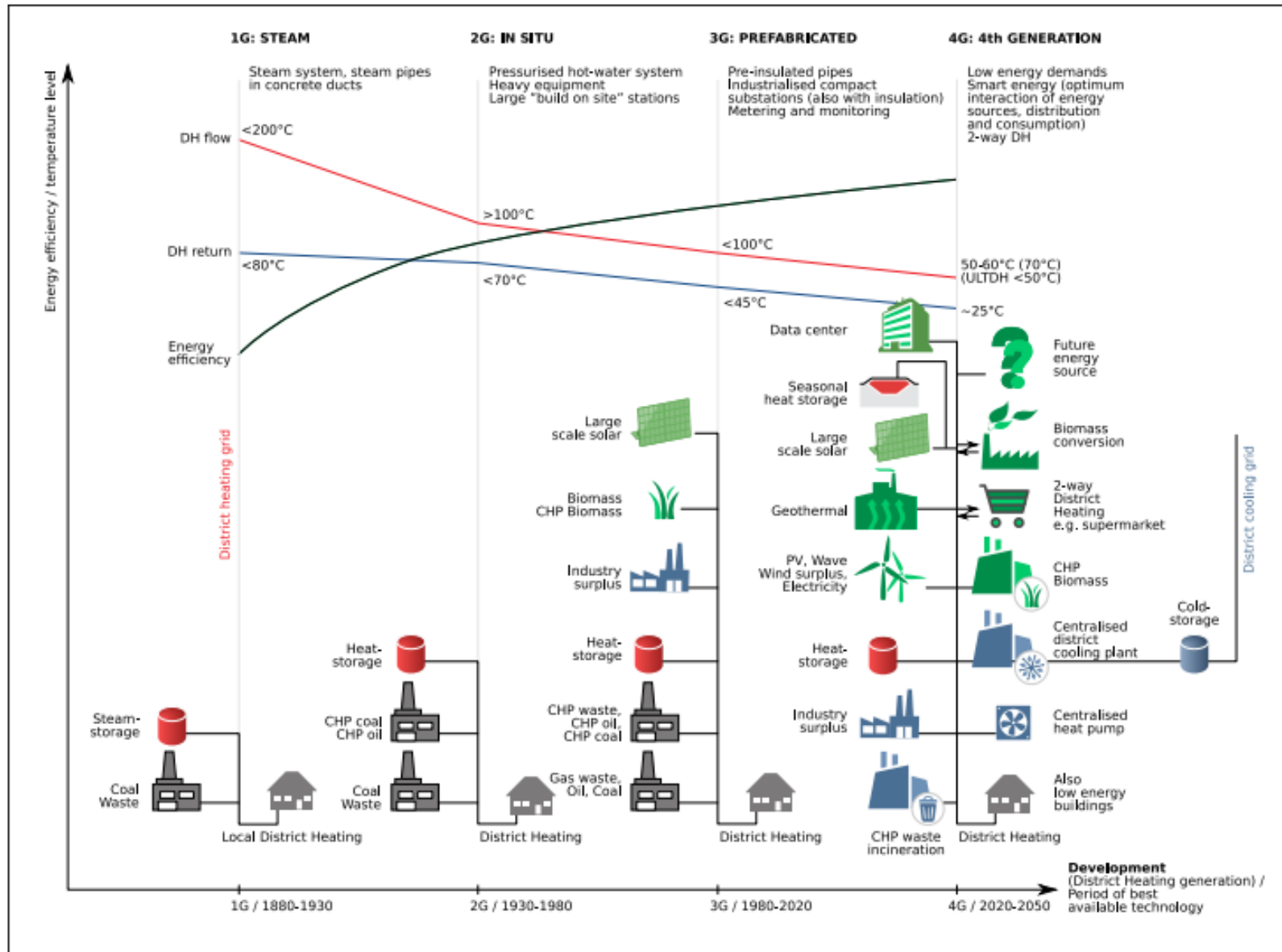
## Структура палив в централізованому теплопостачанні ЄС-27, тис. т н.е.



<https://bioenergyeurope.org/article/429-bioheat-4.html>

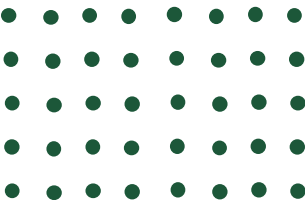


# Централізоване тепlopостачання



- ❖ **Перше покоління:** парові системи, парові труби в бетонних лотках
- ❖ **Друге покоління:** водяні системи, труби в бетонних лотках, великі котельні
- ❖ **Третє покоління:** попередньо ізольовані трубопроводи, прокладені без лотків, зниження температури теплоносія, застосування ІТП, вимірювання та моніторинг параметрів, використання ВДЕ
- ❖ **Четверте покоління:** зменшені потреби споживачів в тепловій енергії, низькотемпературні мережі, більш широке залучення ВДЕ та скидного тепла, оптимальна комбінація різних джерел енергії. Концепція «smart energy»

## Успішні приклади виробництва електричної енергії з біомаси в ЄС



## ТОП-3 найбільші електростанції на біомасі в світі



**IRONBRIDGE**  
(Великобританія), Северн-Гордж

**740 МВт ел.** Найбільша у світі електростанція на біомасі. Основне паливо - деревні гранули.



**ALHOLMENS KRAFT**  
(Фінляндія)

**265 МВт ел.**, на паперовій фабриці UPM-Кутмене в Альхольмені. Постачає 100 МВт тепла на паперову фабрику та 60 МВт для ЦТ.



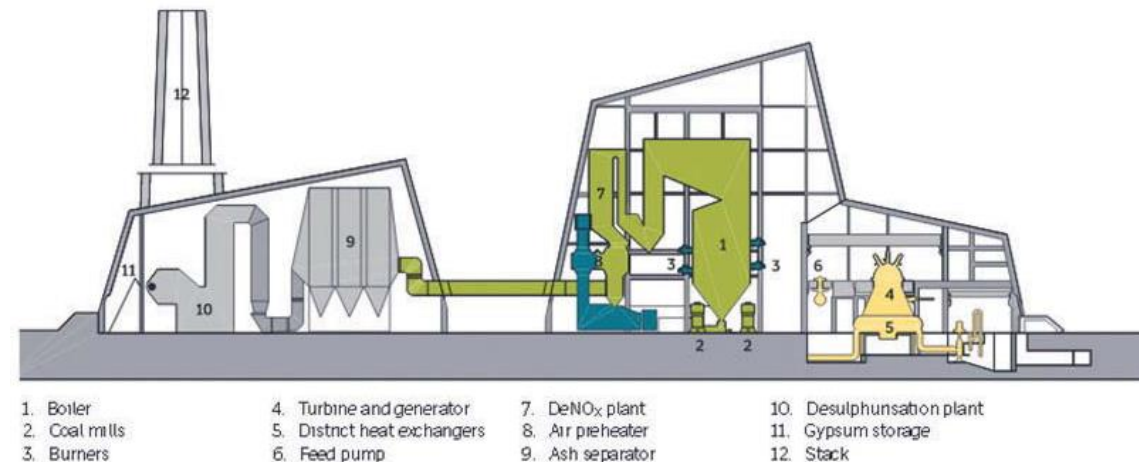
**КУМИЯРВИ (Фінляндія), Латі**

**160 МВт ел.** Використовує технологію газифікації біомаси. Сировина: папір, картон і деревина. Виробляє 300 ГВт•год електроенергії та 600 ГВт•год централізованого опалення

# ТЕЦ Avedøre 1, Copenhagen, Denmark

ТЕЦ Avedøre розпочала роботу в 1990 році. Станція складається з двох блоків (блок 1 і блок 2) з загальною потужністю **801 МВт ел** та **915 МВт тепла**.

Блок 1 був введений в експлуатацію в 1990 році потужністю 250 МВт ел, що працював на вугіллі та мазуті. У 2015 рік блок 1 був переобладнаний з вугілля на деревні гранули. Після реконструкції блок має електричну потужність **258 МВт ел** та **теплову - 370 МВт тепл**. Блок на 100 % працює на деревних гранулах. Блок 1 спалює близько **350 тис. т біомаси на рік**. До 2023 року підприємство планує повністю зупинити використання вугілля.



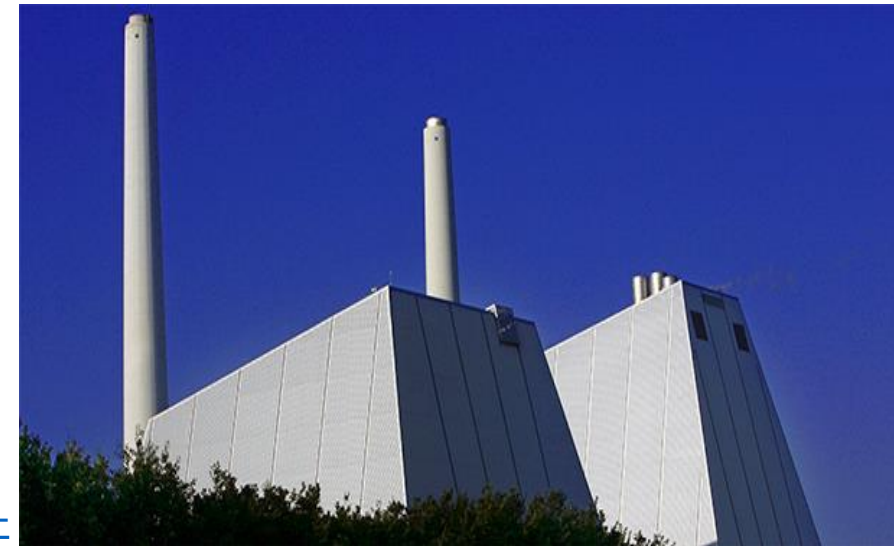
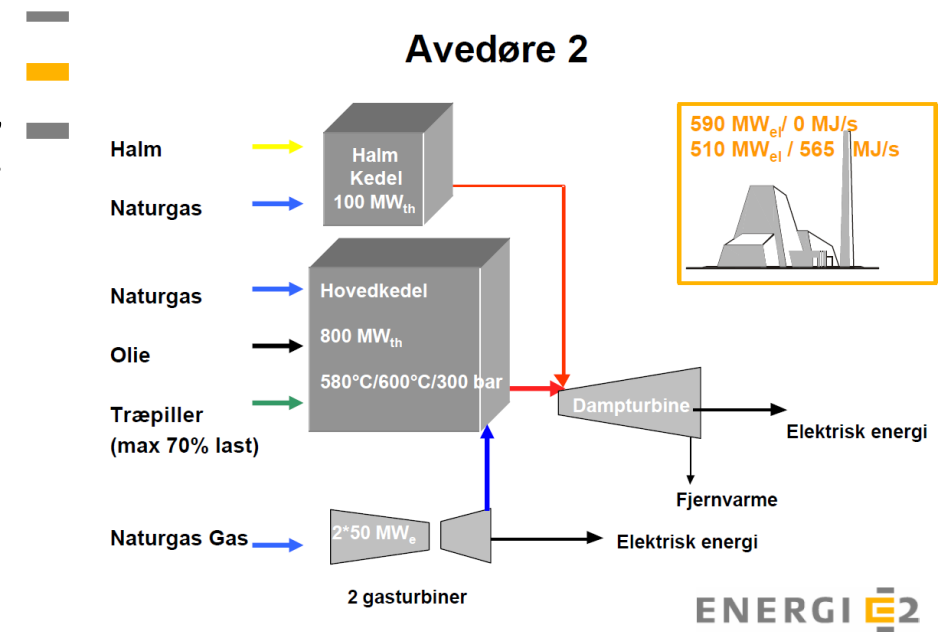
## ТЕЦ Avedøre 2, Copenhagen, Denmark

Блок 2 побудований у 2001 році як багатопаливний завод, що забезпечує гнучку роботу на природному газі, мазуті або деревних гранулах та соломі. Потужність:

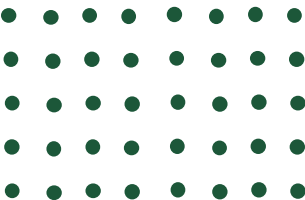
**365 МВт ел та 475 МВт тепл** без газових турбін

**505 МВт ел та 565 МВт тепл** з газовими турбінами

Ультра-надкритичний котел був спроектований для спалювання природного газу та важкого мазуту. У 2002 році котел був модернізований для спалювання 300 тис т деревної гранули щорічно, як додаткового палива. Найбільший у світі котел на соломі може спалювати **150 тис т соломи щорічно (25 т/годину)**, що становить близько 10% витрат палива Avedøre 2. ТЕЦ Avedøre (блоки 1 та 2) забезпечує ЦТ на основі біомаси приблизно для **215 тис.** домогосподарств та електроенергії - понад **600 тис.** домогосподарств.



## Успішні приклади виробництва теплової енергії з біомаси в ЄС



# Біоенергетика у містах ЄС

## Стокгольм

Населення: 2.3 млн.

Біомаса:

80% тепла

20% транспорту



**Värtan CHP Urban Design – 130 МВт ел + 280 МВт т одна з найбільших в світі ТЕЦ на біомасі в центрі міста**

**Плани до 2030 – 100% всієї енергії з ВДЕ**

## Вільнюс

Населення: 550 000

Біомаса:

85% тепла

25% електрики

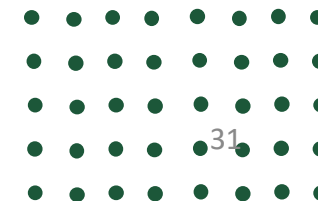


**Vilnius CHP – 100 МВт ел + 240 МВт т – найбільша ТЕЦ на біомасі у Східній Європі**

**Плани до 2040 – 100% ВДЕ у теплі.**

<https://ignitisgrupe.lt/en/vilnius-cogeneration-power-plant-has-launched-hot-testing>

[https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20Report\\_Bioenergy%20in%20European%20Cities\\_lowres.pdf](https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20Report_Bioenergy%20in%20European%20Cities_lowres.pdf)



## Біоенергетика у містах ЄС

### Копенгаген

Населення: 1.4 млн.

Біомаса:

90% в теплі

20% в транспорті

98% житлового фонду підключено до ЦТ (+приватний сектор)

Система ЦТ – повністю конкурентна

У місті декілька великих ТЕЦ на біомасі, загальна теплова потужність 1300 МВт

Плани до 2040 – 100% всієї енергії з ВДЕ



Avedøre Coal to biomass conversion



Amager Bakke Wte

### Париж

Населення: 10 млн.

Біомаса:

40% в теплі

50% житлового фонду підключено до ЦТ

Загальна теплова потужність на біомасі: 800 МВт



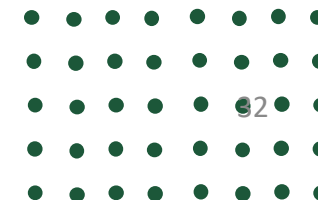
ISSY-Les-Moulineaux



Saint Queen

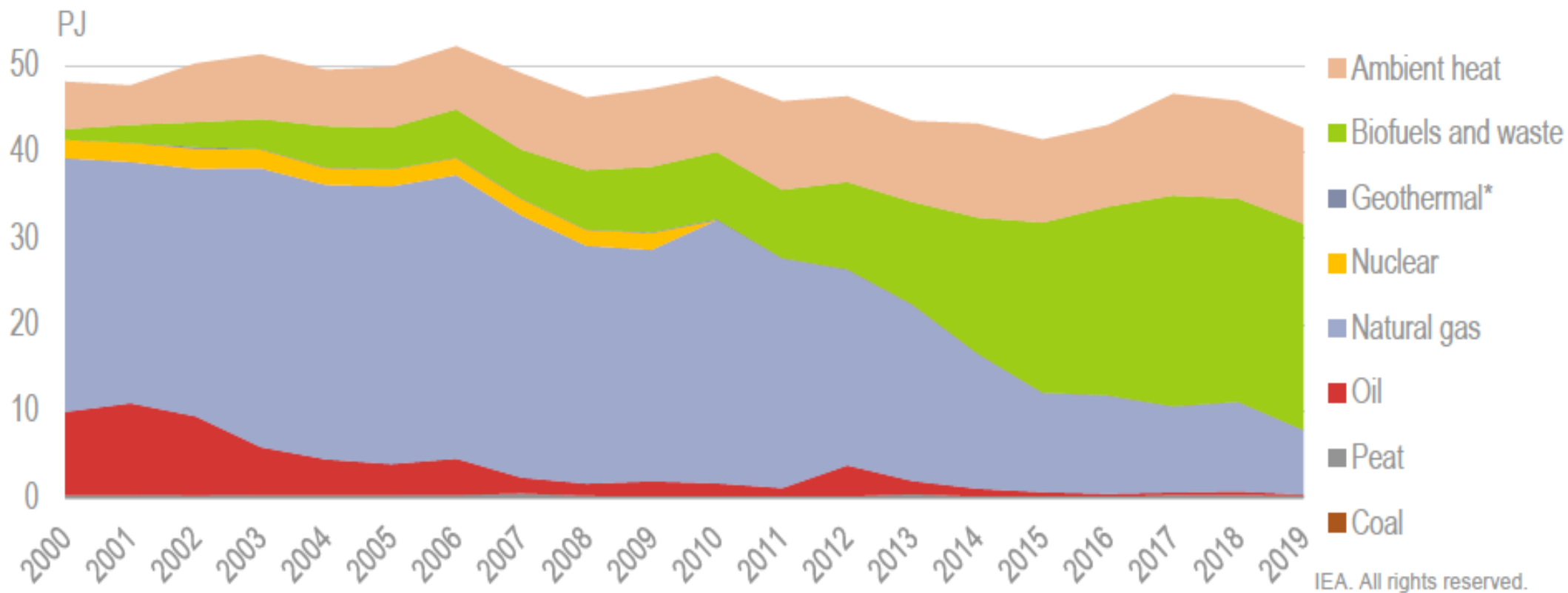


IVRY Sur Seine





## Виробництво тепла у Литві, 2000-2019 роки



Частка відновлюваних джерел енергії та побутових відходів у ЦТ подвоїлася, з 43% (2012) до 82% (2019), тоді як роль природного газу значно зменшилася. У 2000 році найбільше тепла було вироблено з природного газу (61%) та нафти (20%), і лише 3% з біоенергії та відходів. Останнім часом ролі змінилися, і біоенергетика та відходи стали головними джерело тепла (56%) у 2019 році, тоді як частка природного газу та нафти зменшилася значно до 18% та 0,4% відповідно.

## Енергетичні громади: енергія біомаси

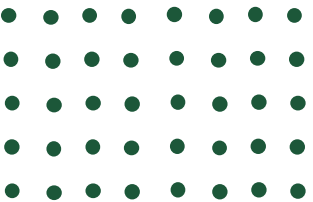


- ❖ Чехія: Біоенергетичне селище Kněžice, залучено 150 домогосподарств
- ❖ Енергетичний комплекс включає біогазову установку, когенераційну установку, мережу централізованого тепlopостачання (6 км), до якої підключено 90% жителів, котельню на деревній трісці та соломі.



- ❖ Фінляндія: Біоенергетичний кооператив Ено
- ❖ Дванадцять місцевих власників лісів об'єдналися для забезпечення теплом громадських будівель з використанням місцевої біомаси. Зараз кооператив виріс до п'ятдесяти п'яти власників лісів, котрі володіють і експлуатують три системи тепlopостачання сумарною потужністю близько **5 МВт** з розподільчою мережею близько 11 кілометрів. Члени кооперативу можуть забезпечити приблизно 30% своїх потреб у деревному паливі, а решту - від інших місцевих постачальників.

## Перспективи біоенергетики в ЄС



## Оцінка глобального потенціалу первинної енергії з біомаси у 2030 та 2050 роках (ЕДж)

Вид біомаси	Потенціал у 2030 р., ЕДж		Потенціал у 2050 р., ЕДж	
	Технічний	Сталий	Технічний	Сталий
Енергетичні культури	25...90	25...40	25...330	25...110
Сільськогосподарські відходи та залишки	25...190	10...65	25...560	10...65
Лісові продукти та залишки	30...70	25...40	45...265	25...40
Водна біомаса (водорості)	50...100	50...100	1000...2000	750...1500
<b>Разом з водною біомасою</b>	130...450	110...245	1095...3155	<b>810...1715</b>
<b>Разом без водної біомаси</b>	80...350	60...145	95...1155	<b>60...215</b>

За оцінкою незалежної консультаційної компанії CE Delft (Нідерланди), у 2050 р. максимальний сталий потенціал біоенергетики в світі (**1715 ЕДж**) **у три рази** перевищуватиме ЗПРЕ 2015 року (**571 ЕДж**). Глобальне виробництво енергії з біомаси у 2050 р. може бути збільшено майже у 35 разів порівняно з 2015 р. (**50 ЕДж**).

*D. Nelissen, J. Faber, R. van der Veen et al. Availability and costs of liquefied bio- and synthetic methane. CE Delft, Delft, 2020. <https://bit.ly/3zqURGL>*

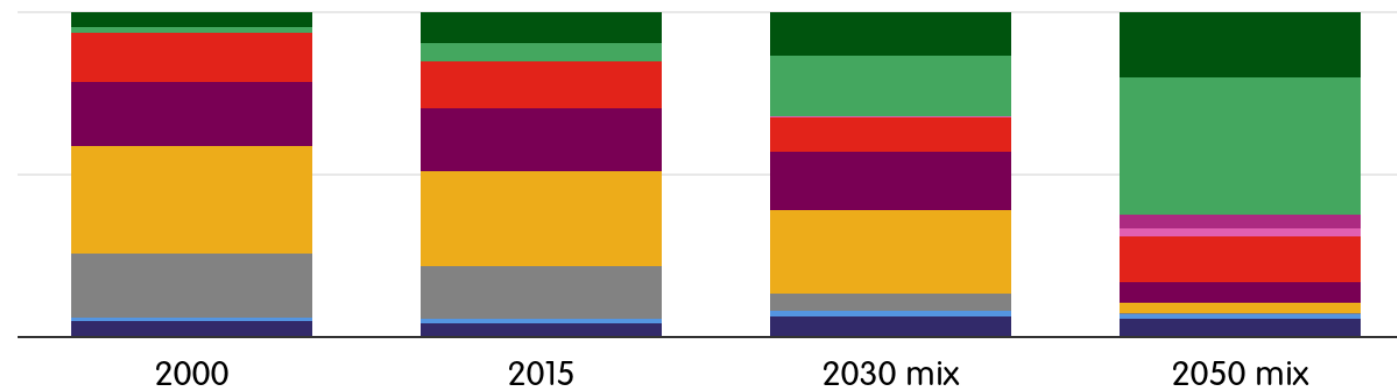
## Внесок біоенергетики у боротьбу зі зміною клімату

**Погляди IRENA:** Без подвоєння виробництва енергії з біомаси до 2050 р. неможливо утримати підвищення глобальної температури в межах 2 °С. Біоенергетика складатиме майже **половину** у 2030 р. і **40%** у 2050 р.

**Погляди Єврокомісії:** **25%** – мінімальна частка біоенергетики від всієї енергії для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 р.

**EU energy mix evolution** 55 percent lower emissions in 2030 compared to 1990 and climate neutrality in 2050

■ Non-energy use (oil) ■ Non-energy use (gas) ■ Coal\* ■ Oil ■ Natural gas ■ Nuclear  
■ e-liquids ■ e-gas ■ Other renewables ■ Bioenergy\*\*



У **сценарії компанії Ecofys** (Нідерланди) близько **40%** всієї відновлюваної енергії в ЄС в 2050 р. буде забезпечено за рахунок біомаси.

<https://www.irena.org/climatechange/Renewable-Energy-Key-climate-solution>

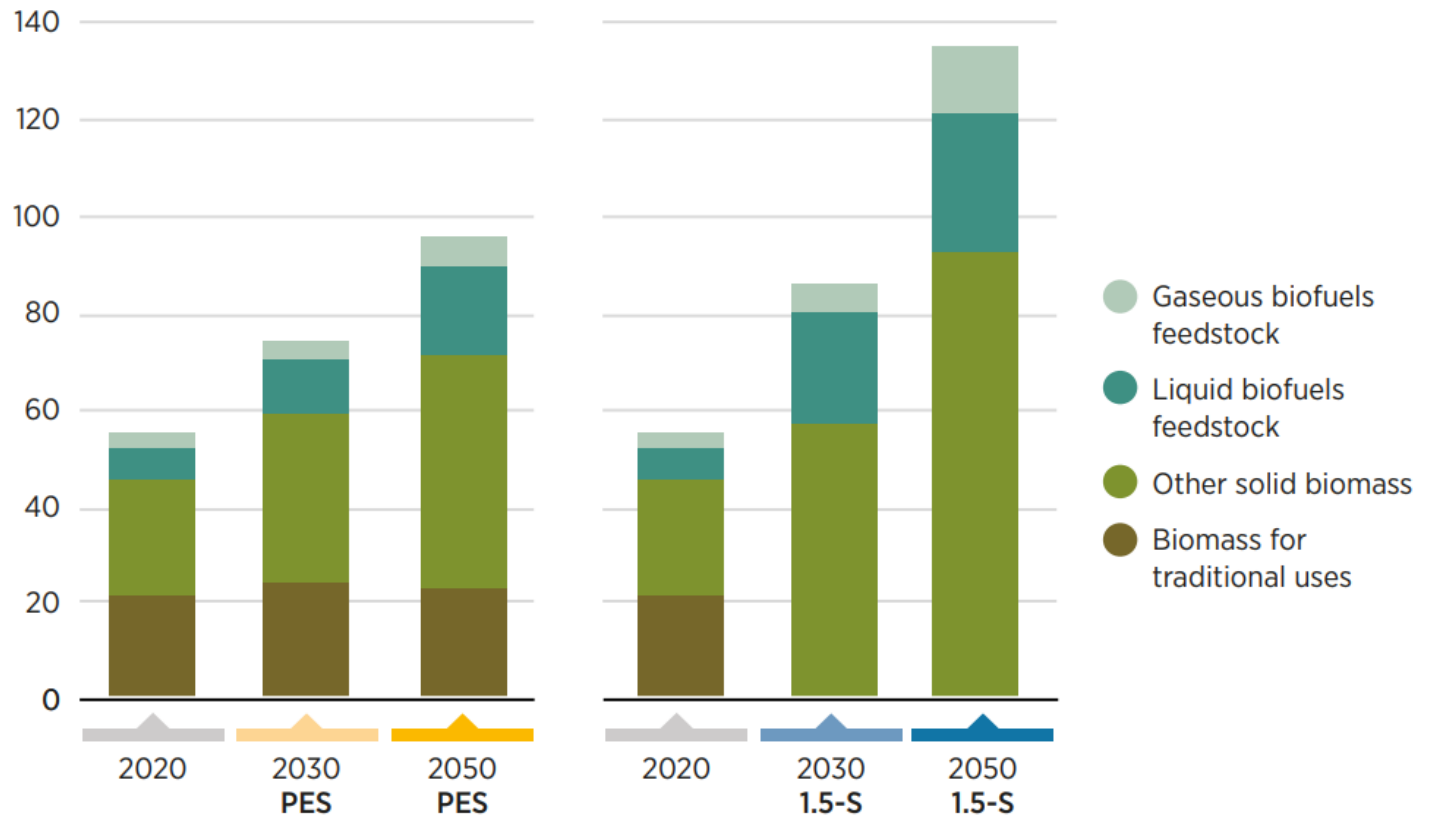
<https://ecfr.eu/publication/the-geopolitics-of-the-european-green-deal/>

# Прогноз глобального постачання первинної енергії з біомаси за сценарієм IRENA

За сценарієм 1,5°C постачання біомаси має зрости з 56 ЕДж у 2020 р. до 86 ЕДж у 2030 р. та 135 ЕДж у 2050 р.

Сучасна біоенергетика повинна буде зростати з 33 ЕДж (поточний рівень) приблизно в **2,5 рази до 2030 року і вчетверо до 2050 року.**

Primary bioenergy supply (EJ)



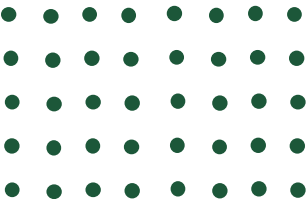
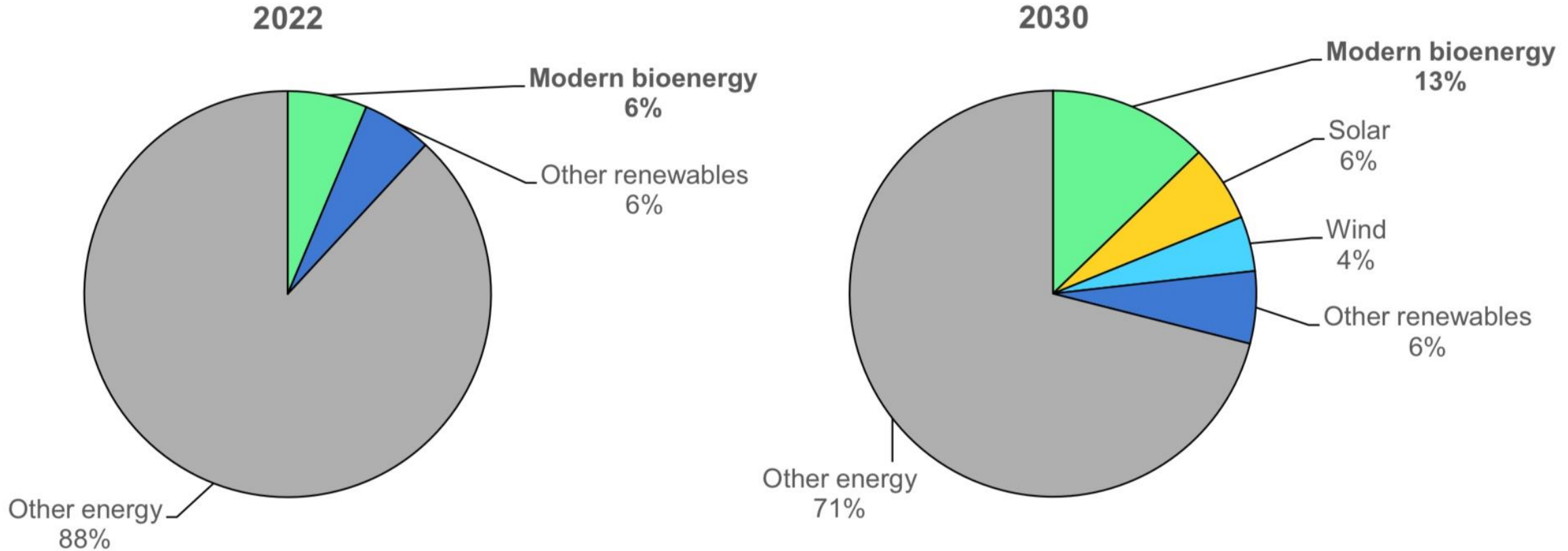
**Notes:** 1.5-S = 1.5°C Scenario; EJ = exajoule; PES = Planned Energy Scenario.

**PES** – сценарій, розроблений на основі енергетичних планів урядів та інших цілей і політик з акцентом на країни G20.  
**1.5-S** - сценарій 1,5°C.

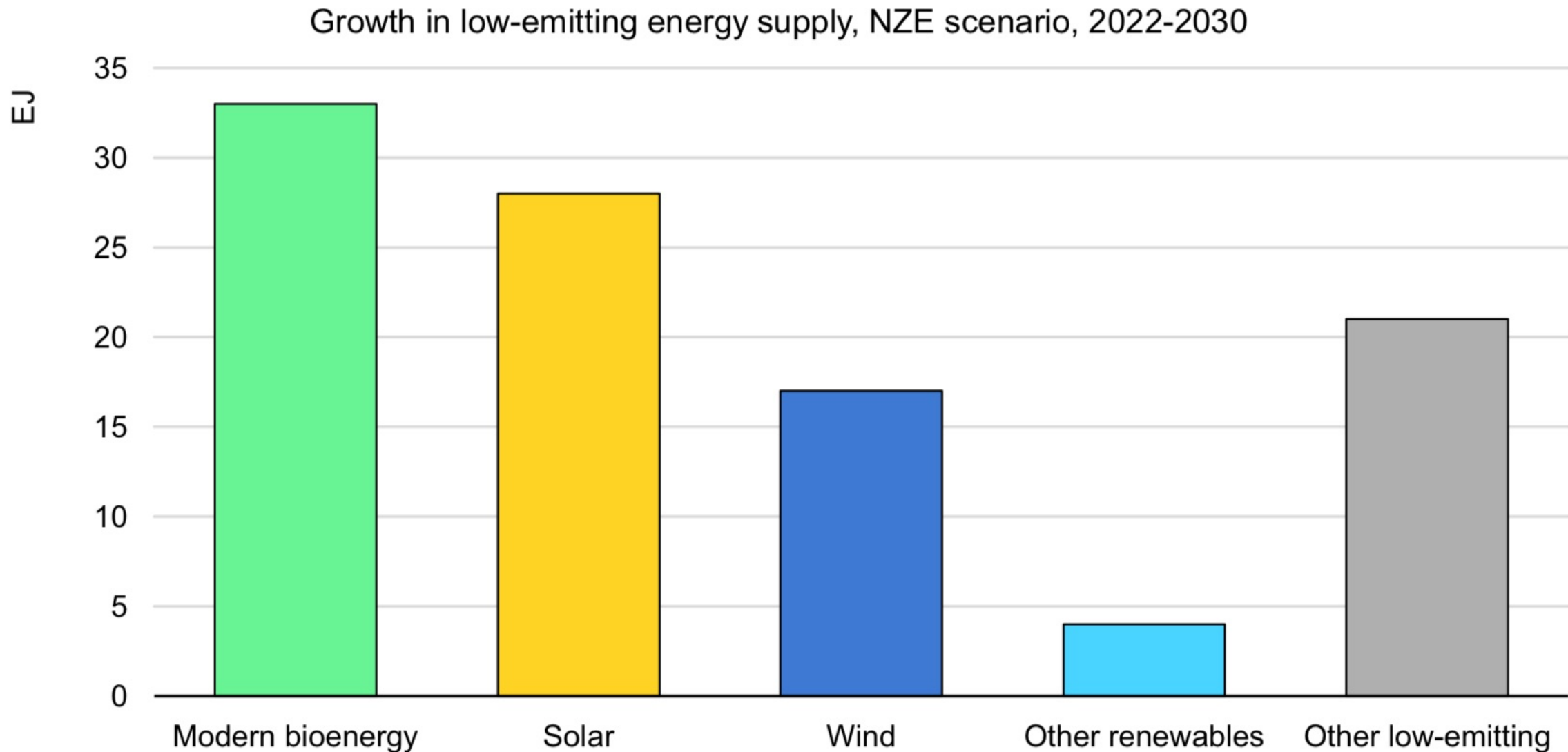
<https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

# Частка глобального постачання енергії, сценарій NZE MEA

Share of total energy supply, NZE scenario, 2022-2030



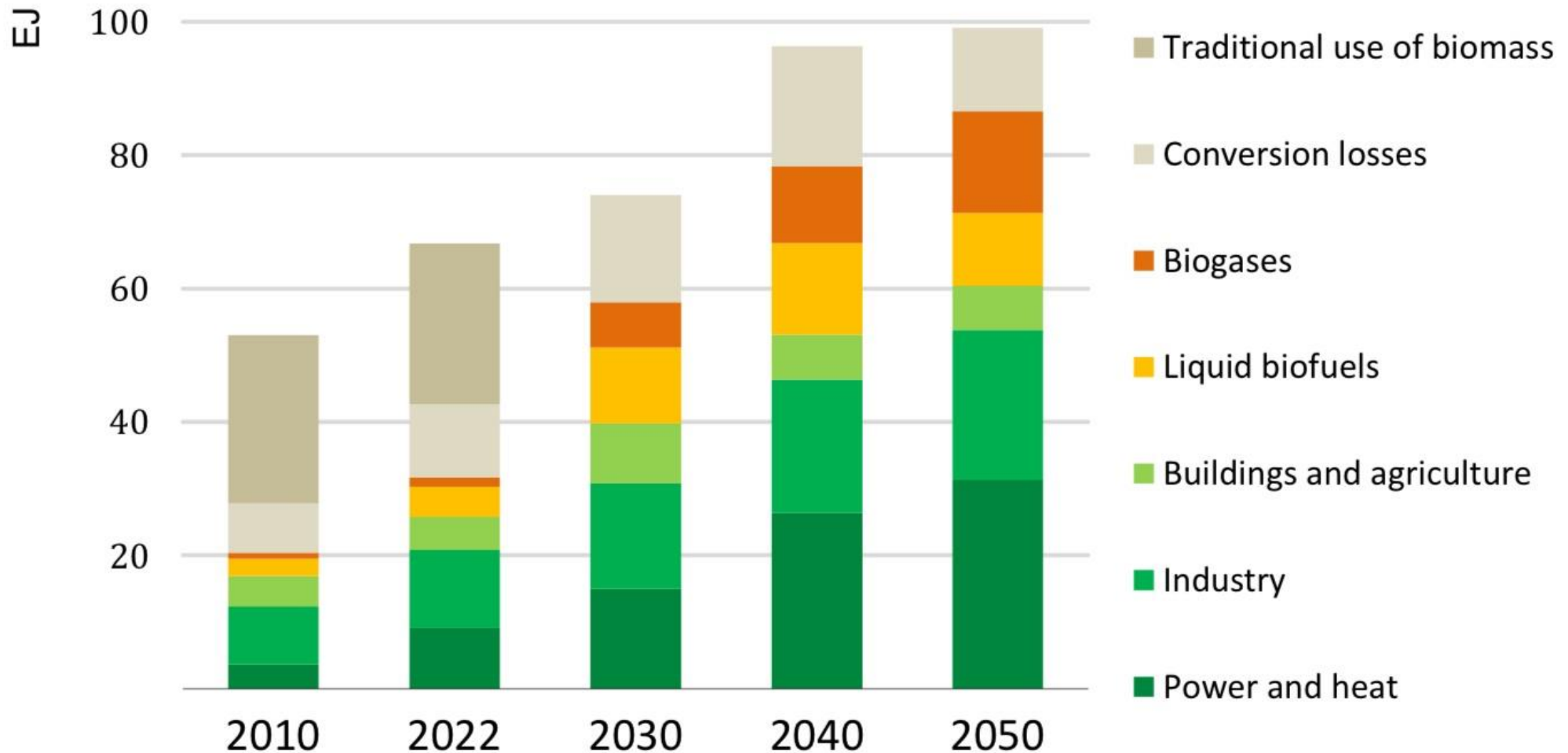
## Зростання у низьковуглецевому постачанні енергії, сценарій NZE МЕА





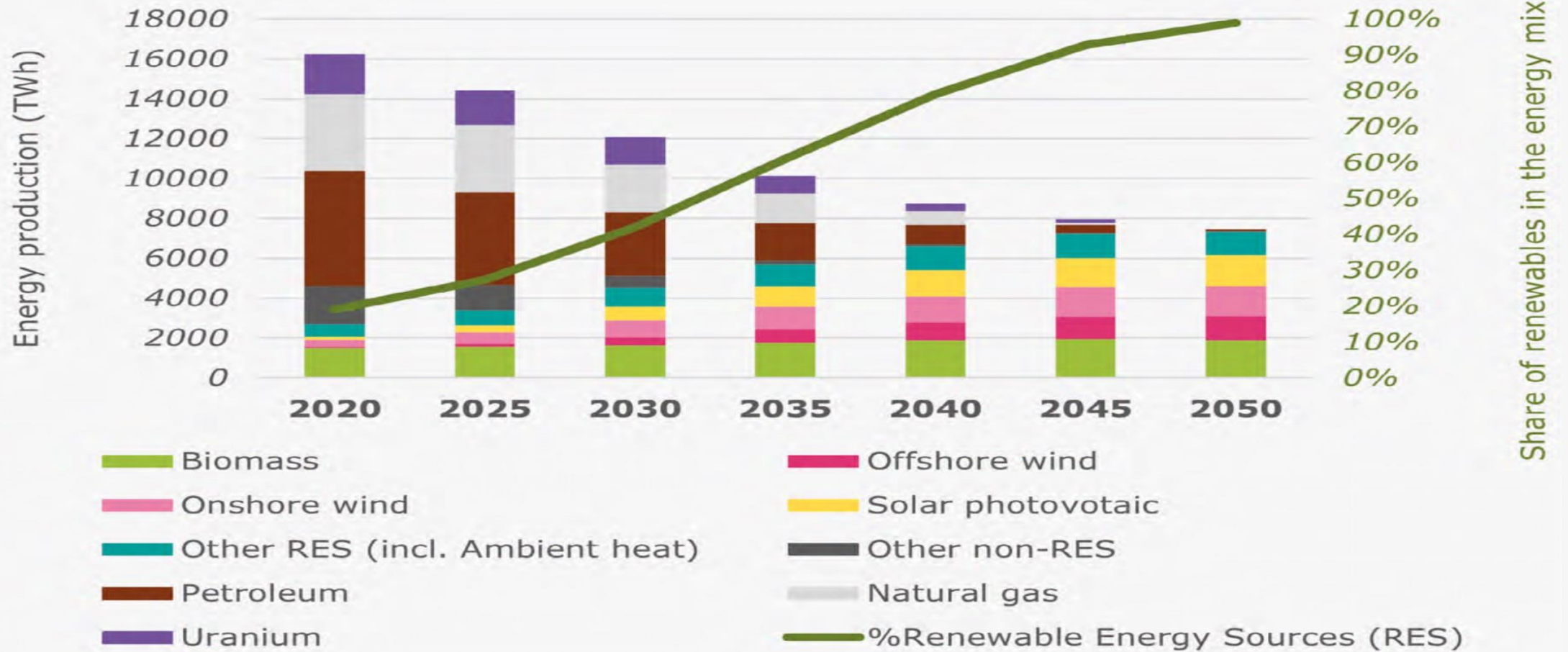
# Первинне використання біоенергії по секторах і економічних групах, сценарій NZE MEA

Primary bioenergy use by sector and economic grouping in the NZE Scenario, 2010-2050.



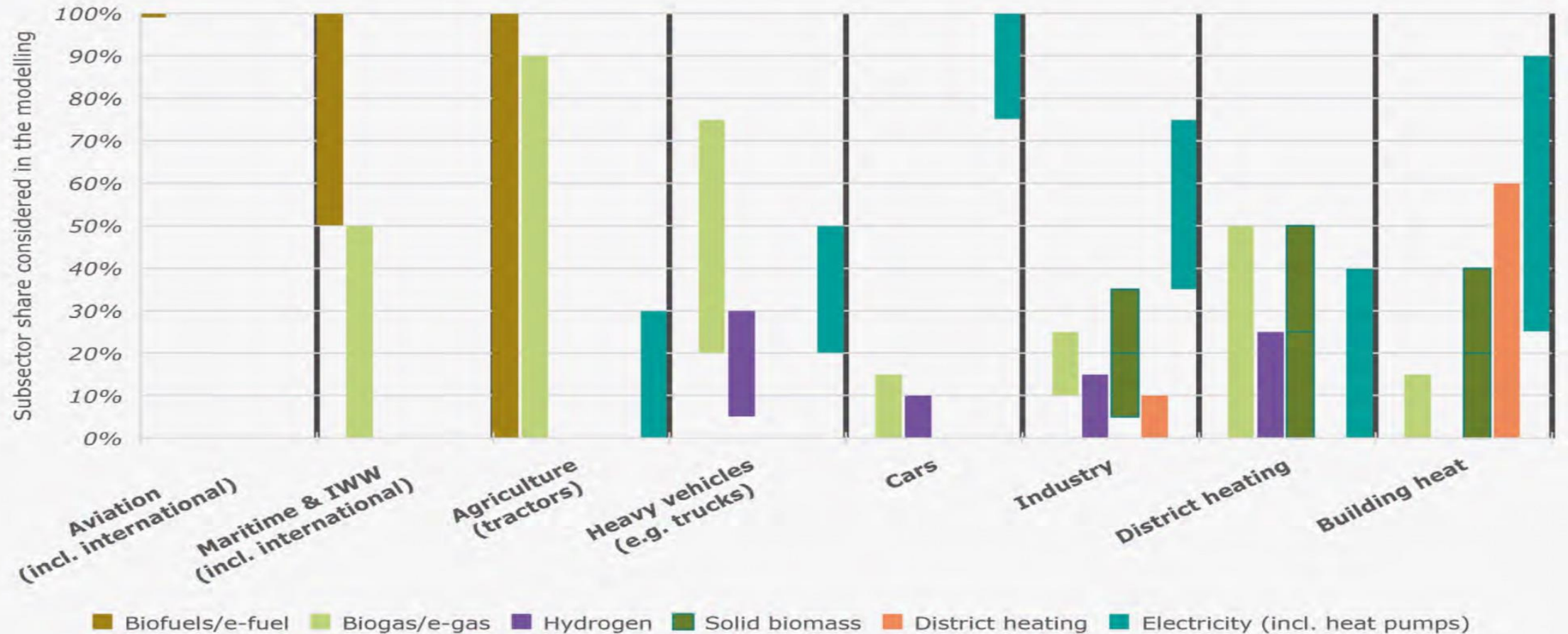
# Clever Energy Scenario прогноз постачання первинної енергії в ЄС

Figure 31: Evolution of primary energy production by source and share of renewables in final energy consumption for the EU27 in the CLEVER scenario



# Декарбонізація по секторах в ЄС згідно Clever Energy Scenario

Figure 32: Main corridors for the share of a carrier in a subsector in 2050 (eg for electricity in cars the corridor is between 60 and 100%)



## Біоенергетика в ЄС згідно Clever Energy Scenario

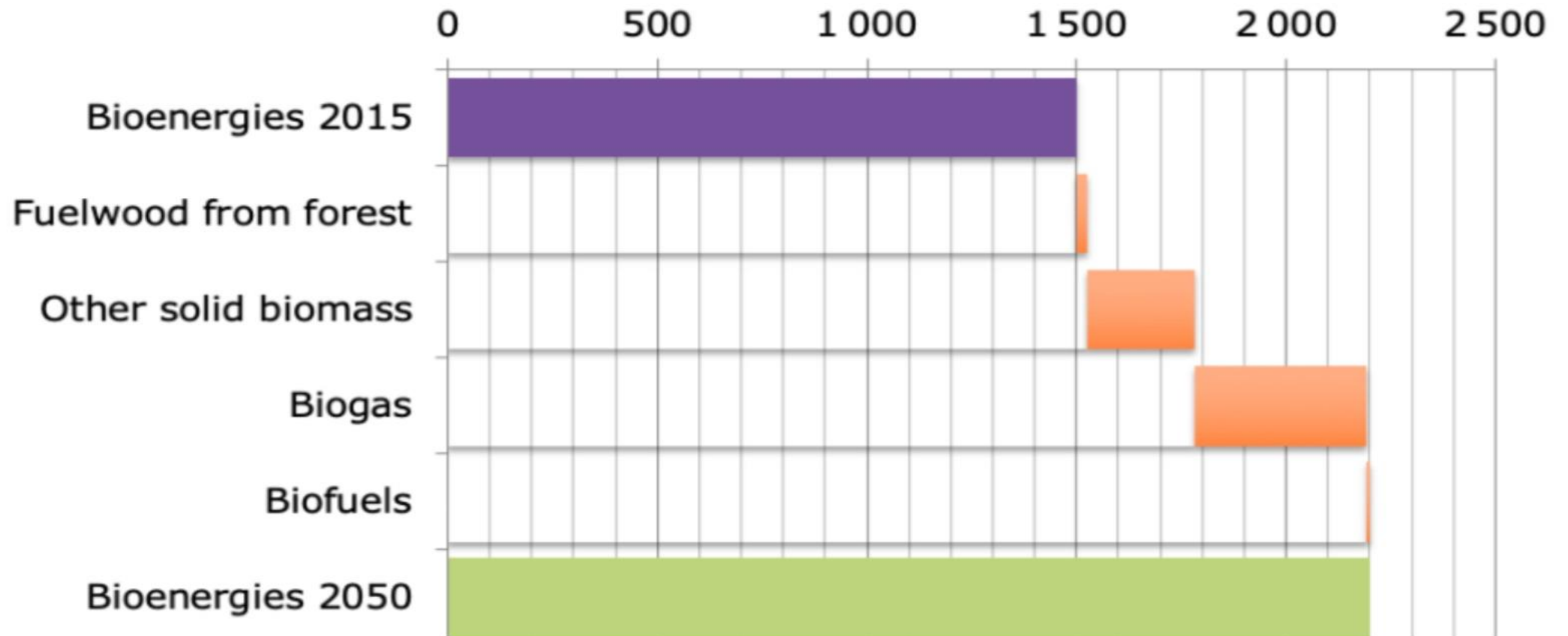


Figure 15: Overall change in bioenergy production (EU28, TWh)

# Біоенергетика в ЄС згідно Clever Energy Scenario

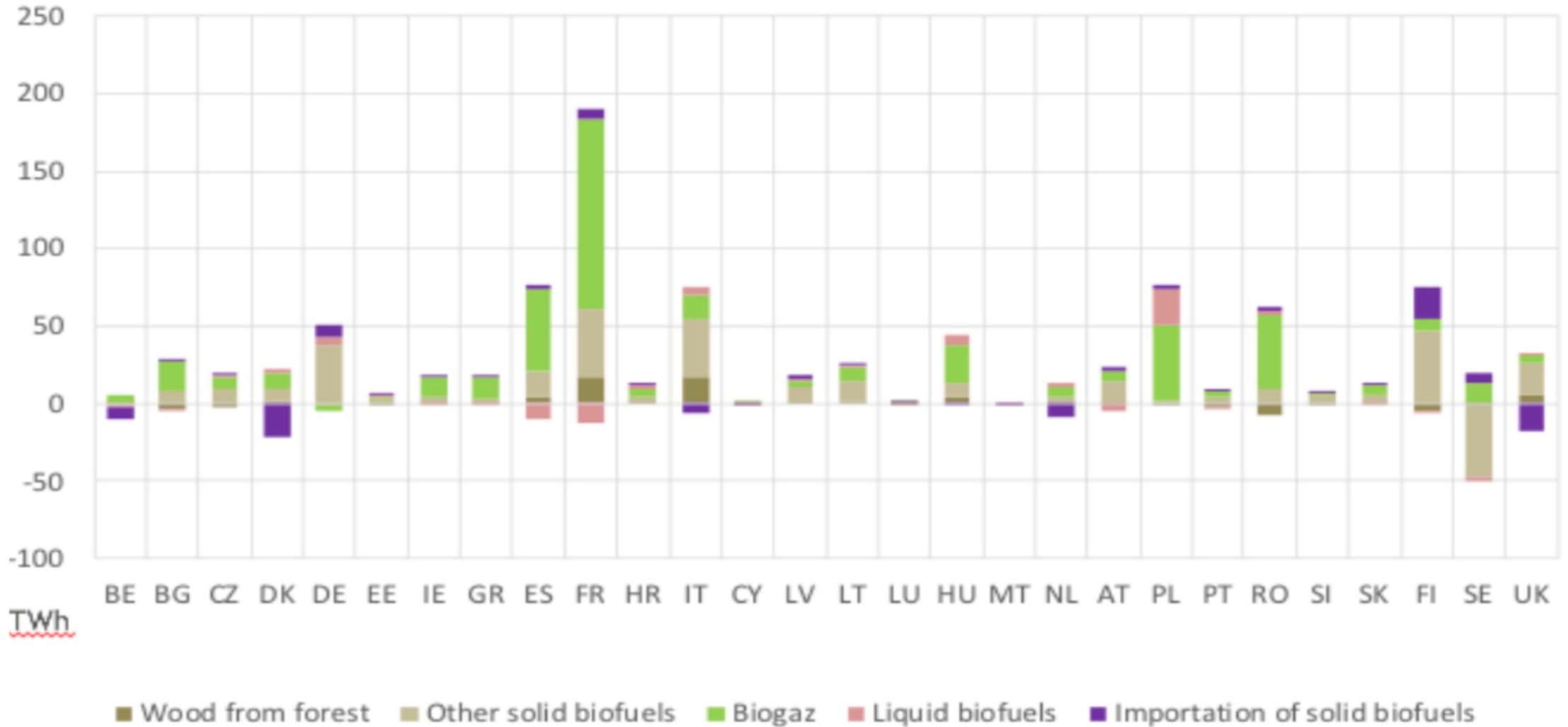


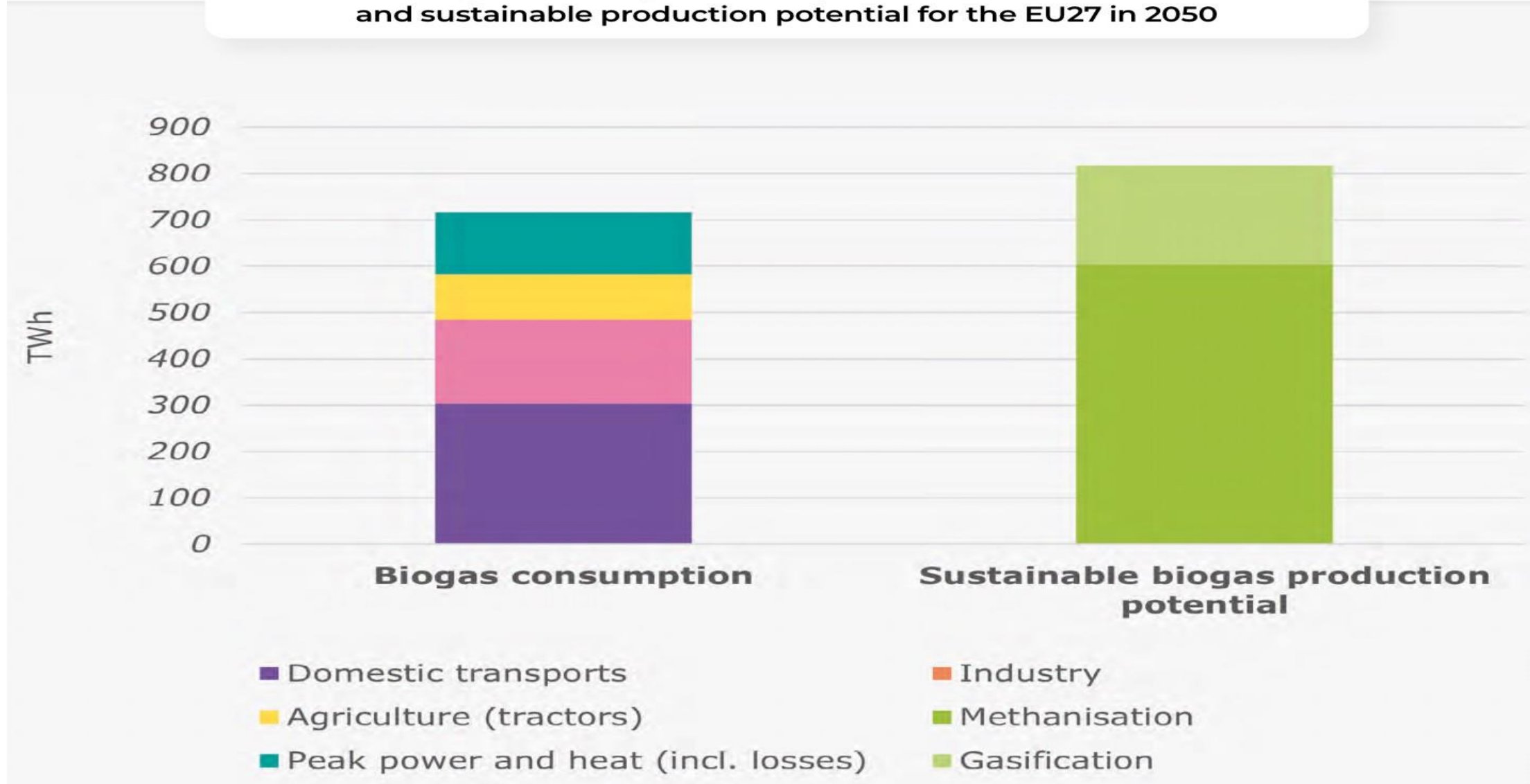
Figure 16: Country by country bioenergy production and imports breakdown in 2050 (TWh)

<https://clever-energy-scenario.eu/#launch-event>



# Біогаз в ЄС згідно Clever Energy Scenario

Figure 39: **Biogas consumption level in CLEVER and sustainable production potential for the EU27 in 2050**





European Bank  
for Reconstruction and Development



Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

# Дякую!

**Георгій Гелетуха, д.т.н.,**  
Голова правління, Біоенергетична  
асоціація України (UABIO)

[geletukha@uabio.org](mailto:geletukha@uabio.org)

<https://uabio.org>

<https://www.facebook.com/uabio>

