



European Bank
for Reconstruction and Development



IBBK
BIOGAS

Програма управління знаннями для розвитку сталої біоенергетики

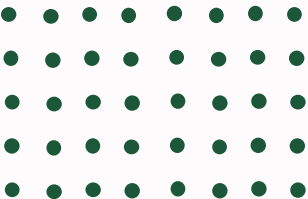
Стан та перспективи розвитку біогазових і біометанових технологій в ЄС

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

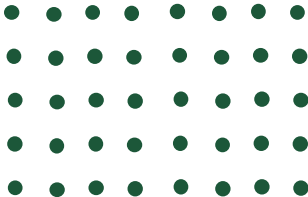


Зміст

- 01** Статистика з розвитку біогазових і біометанових технологій в ЄС.
- 02** Перспективи розвитку біогазових і біометанових технологій в ЄС.
- 03** Використання біометану на транспорті.
- 04** Кругообіг поживних речовин з дигестатом.
- 05** Успішні приклади біогазових і біометанових технологій в ЄС.



Статистика з розвитку біогазових і біометанових технологій в ЄС



Основні політичні документи ЄС, що стосуються біогазу і біометану

Кліматичні зміни та військова агресія росії спонукали до створення:

- **European Green Deal** (схвалений в 2020 році)

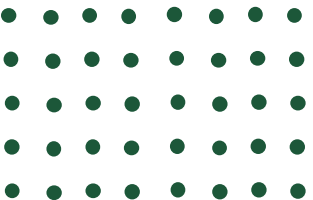
Скорочення рівня викидів парникових газів до нульового до 2050 року

- **Fit for 55** (схвалений в 2021 році)

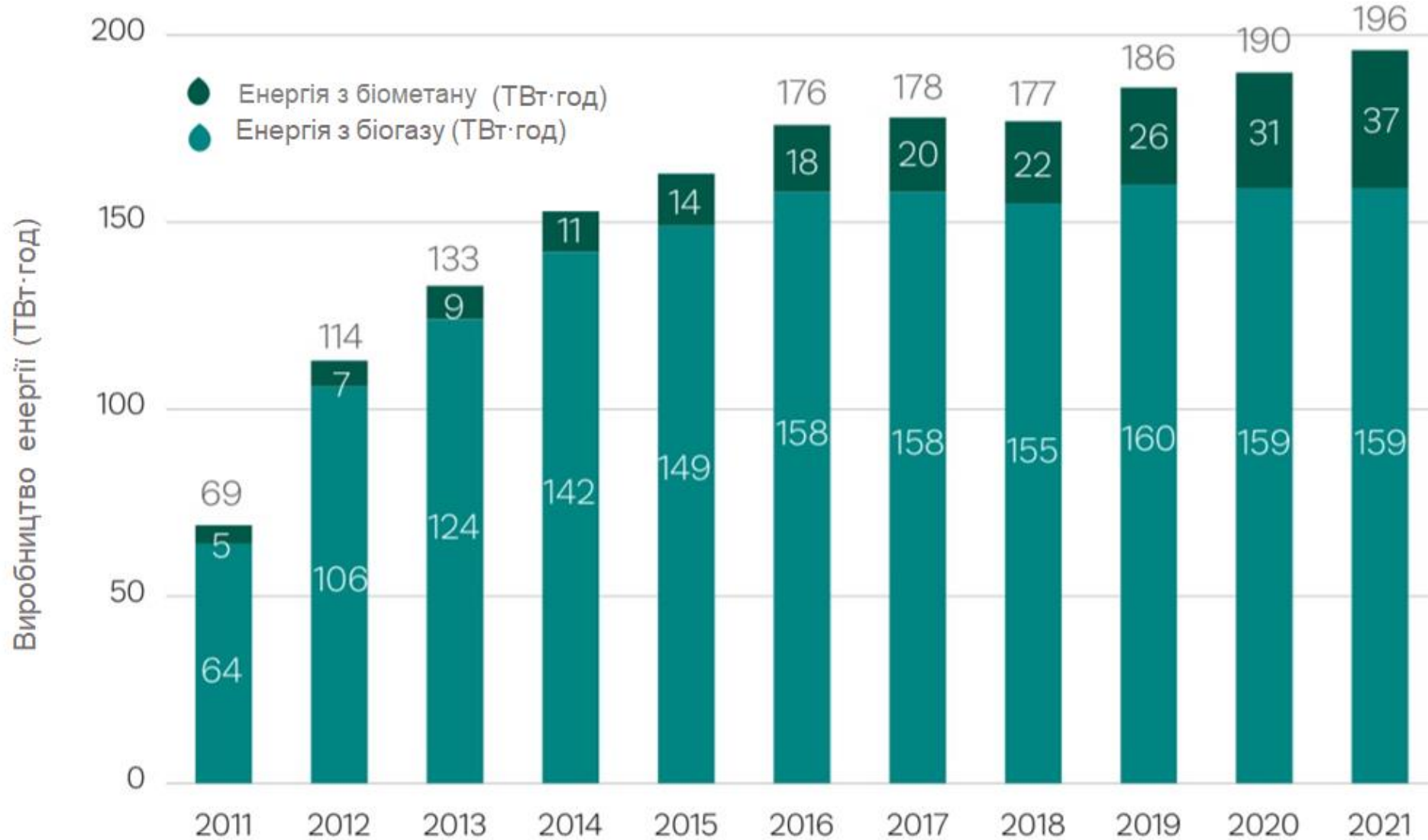
Містить пропозиції щодо зміни законодавства ЄС, спрямовані на скорочення рівня викидів парникових газів щонайменше на 55% до 2030 року порівняно з 1990 роком

- **REPowerEU** (схвалений у 2022 році)

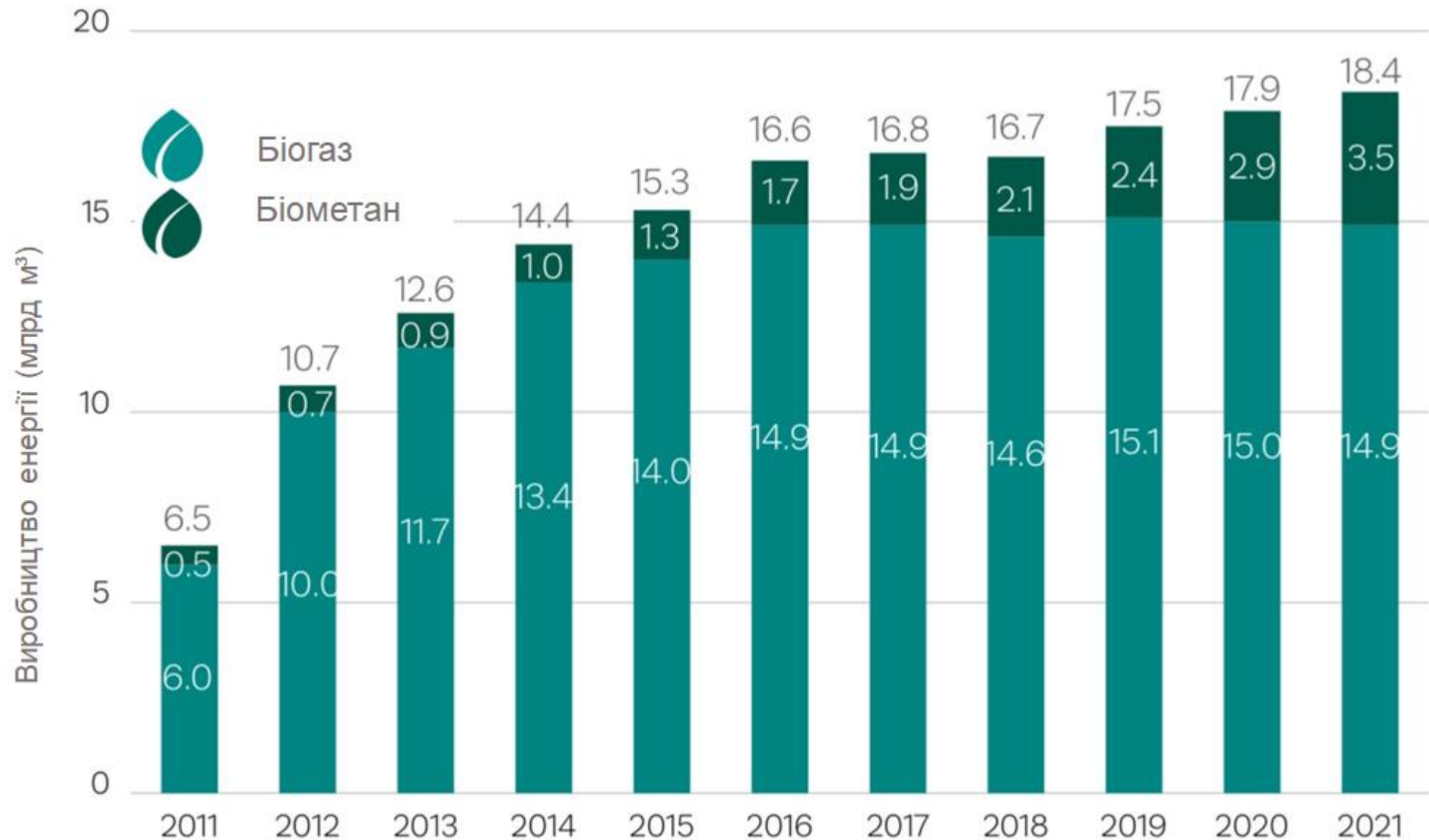
Містить пропозиції щодо того як позбавитись залежності від російських викопних палив до 2030 року, в тому числі **шляхом збільшення виробництва біометану до 35 млрд м³/рік до 2030 року**



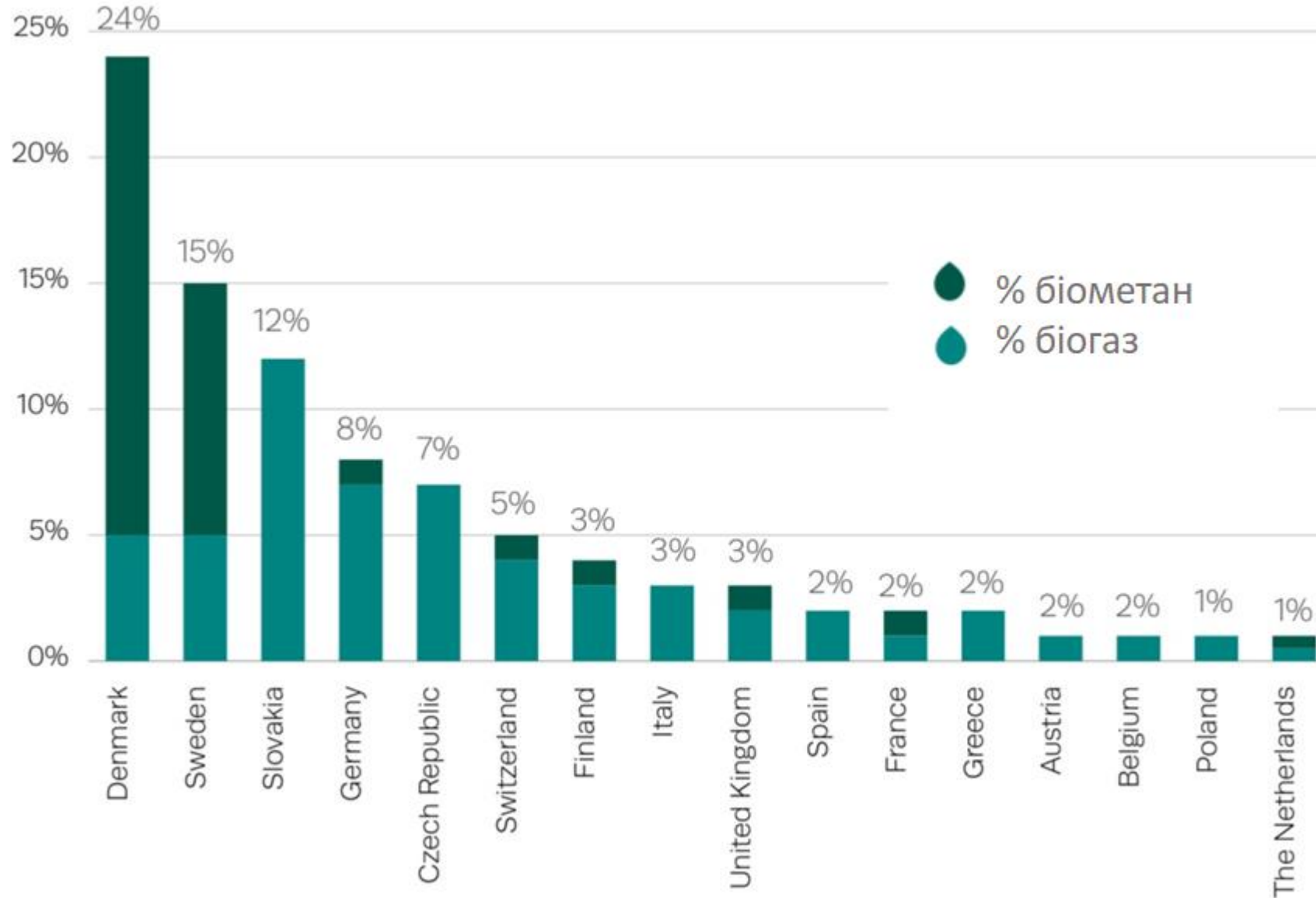
Виробництво біометану та біогазу в ЄС, ТВт·год/рік



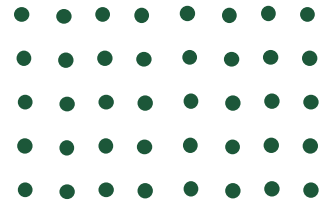
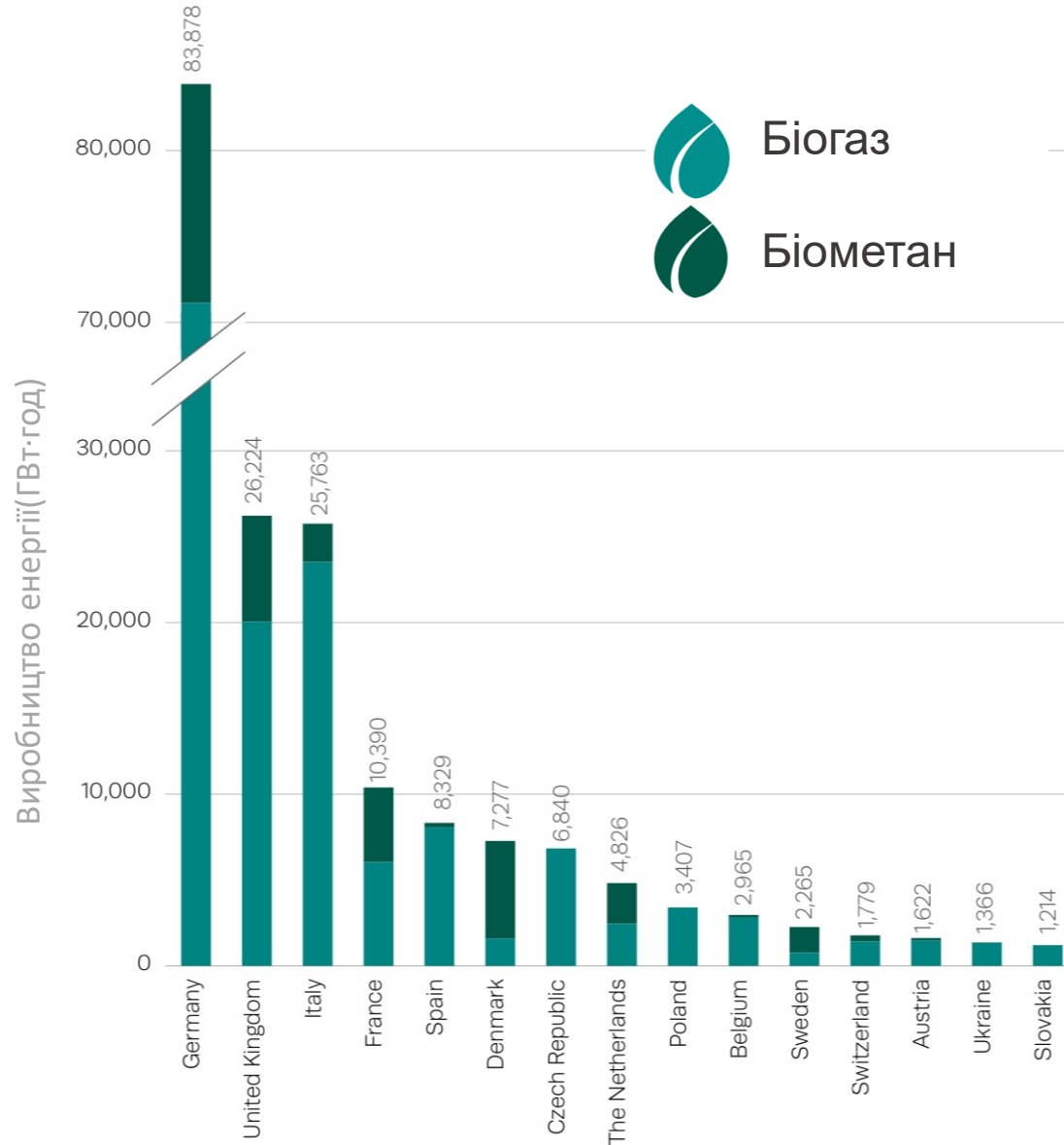
Виробництво біометану та біогазу в ЄС, млрд м³/рік



Виробництво біометану та біогазу відносно загального споживання газу в 2021 році, 16 найбільших країн ЄС

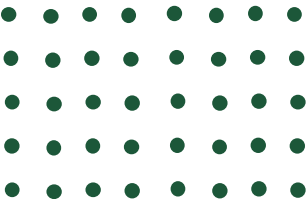


Виробництво біометану та біогазу в топ-15 країн ЄС в порядку спадання, ГВт·год/рік



Виробництво біогазу та біометану в Європі

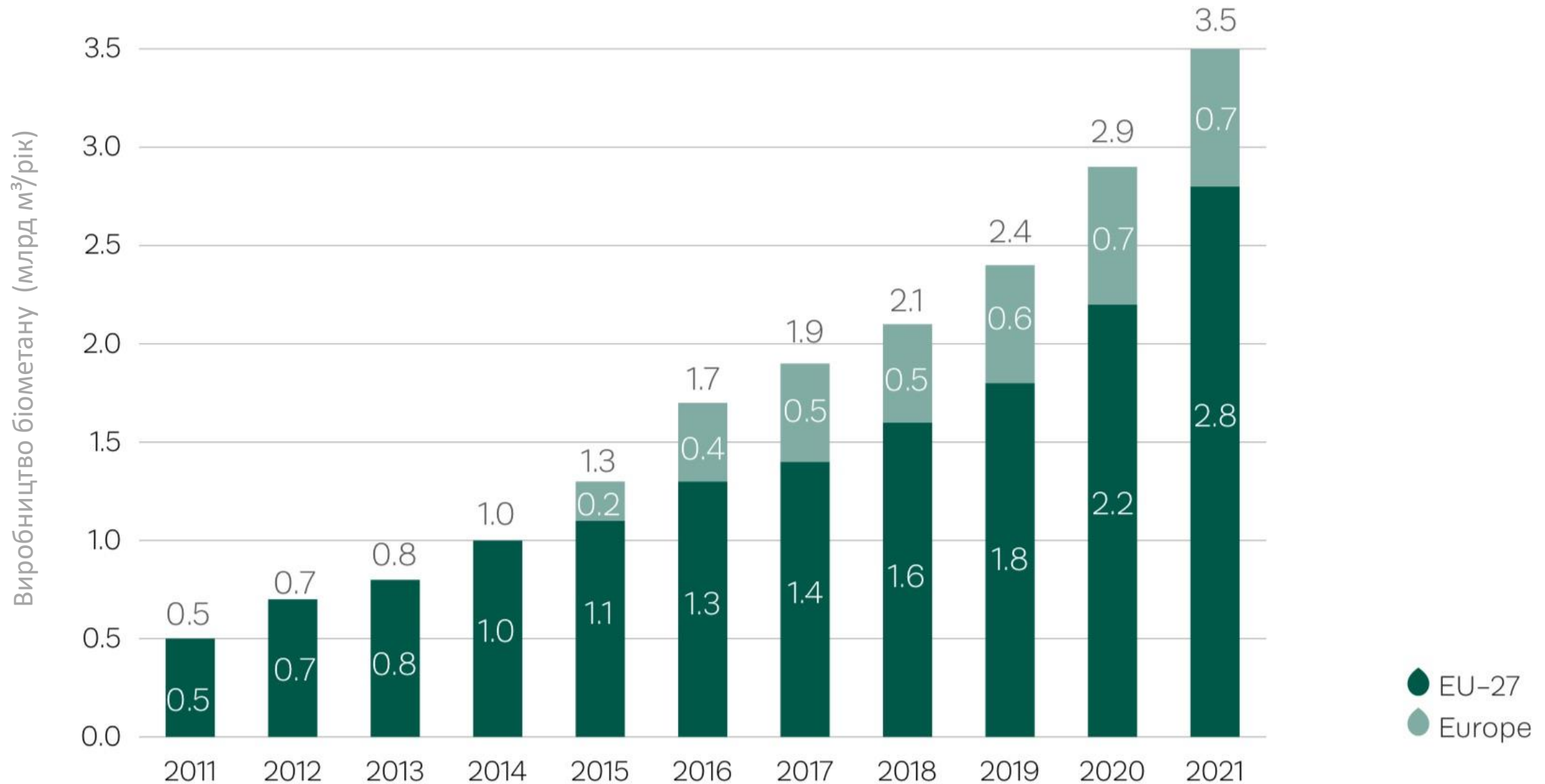
- В 2021 році: **18 843 біогазових** та **1 067 біометанових установок**
- Перехід від базово-орієнтовної до маневреної електрогенерації та виробництва біометану
- Сукупне виробництво біогазу та біометану = **196 ТВт·год енергії**
Становить **4.5% рівня споживання природного газу в ЄС в 2021 році**
- Середні значення виробництва енергії:
біогазовими комплексами = 8 ГВт·год/рік
біометановими установками = 35 ГВт·год/рік
- Німеччина – лідер серед країн Європи за рівнем виробництва біогазу та біометану
- Високі показники приросту **виробництва біометану** в 2021 році показали:
 - Франція: +2 130 ГВт·год
 - Данія: +1 642 ГВт·год
 - Німеччина: +1 553 ГВт·год
- Данія, Швеція, Норвегія та Естонія виробляють більше біометану ніж біогазу



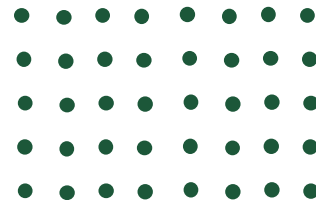
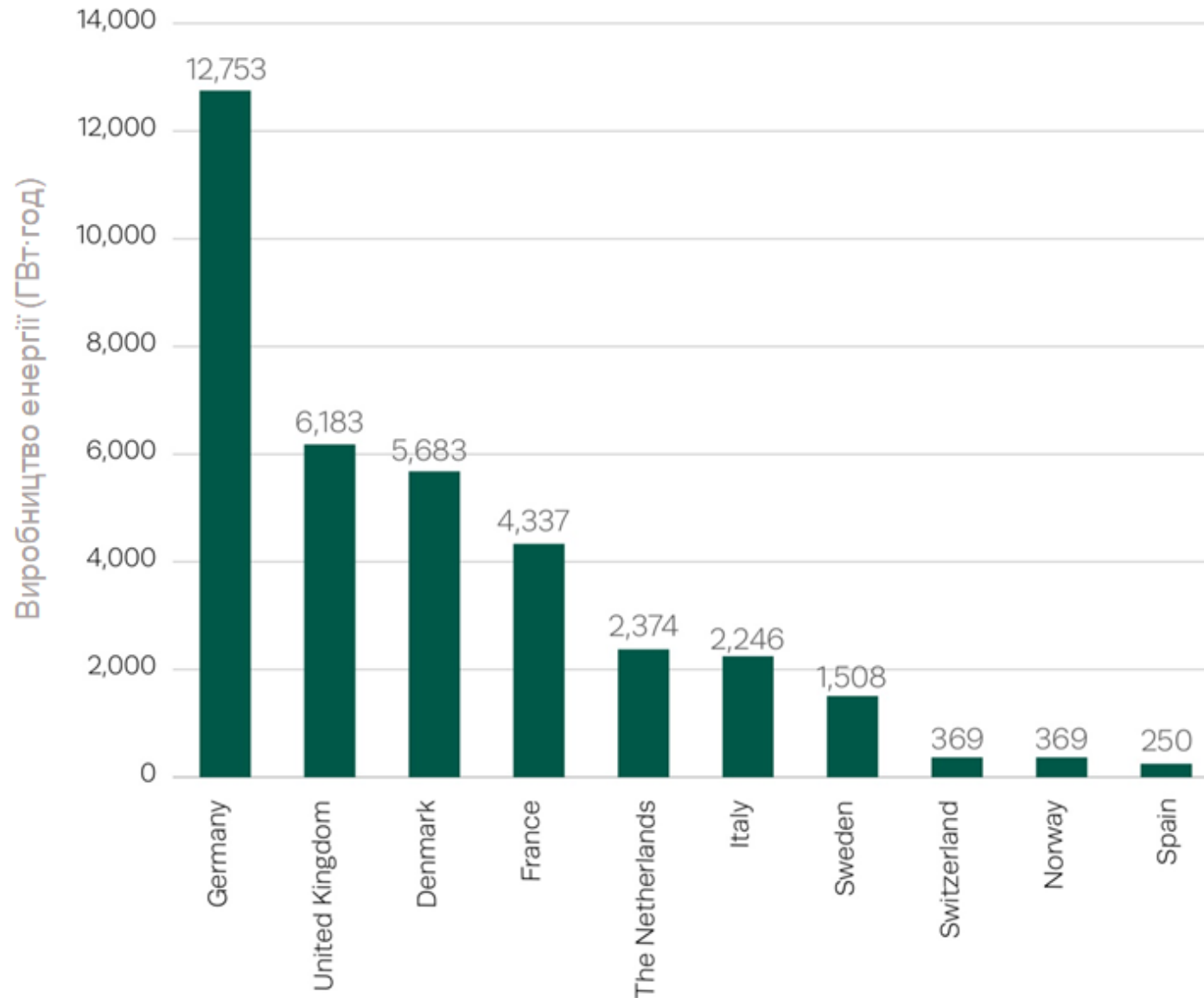
Виробництво біометану в Європі, млрд м³/рік



Виробництво біометану в ЄС-27 та Європі, млрд м³/рік



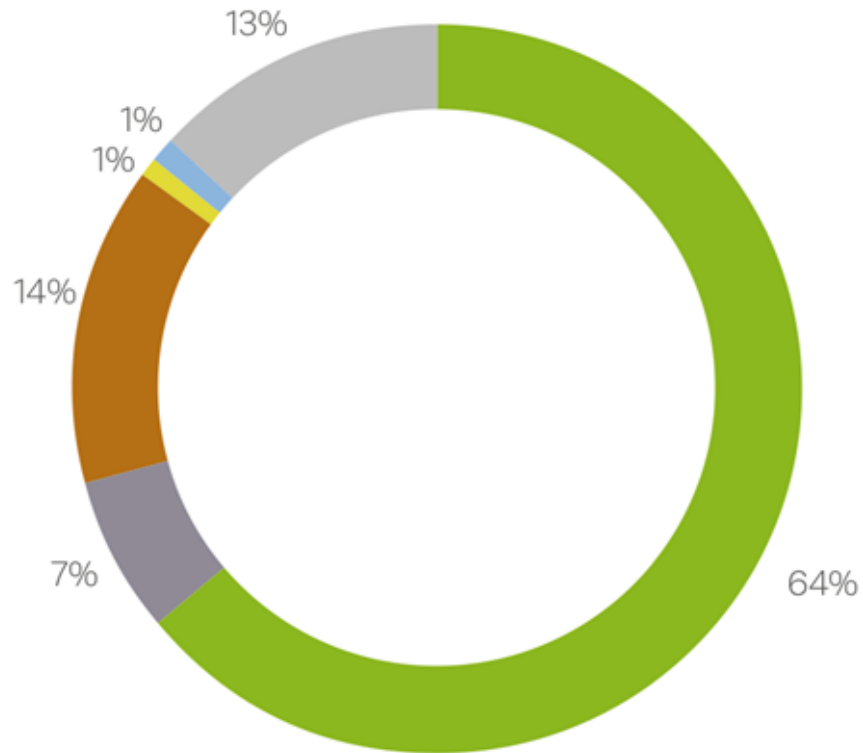
Виробництво біометану в топ-10 країн ЄС у порядку спадання, ГВт·год/рік



Поширені у ЄС схеми підтримки розвитку ВДЕ

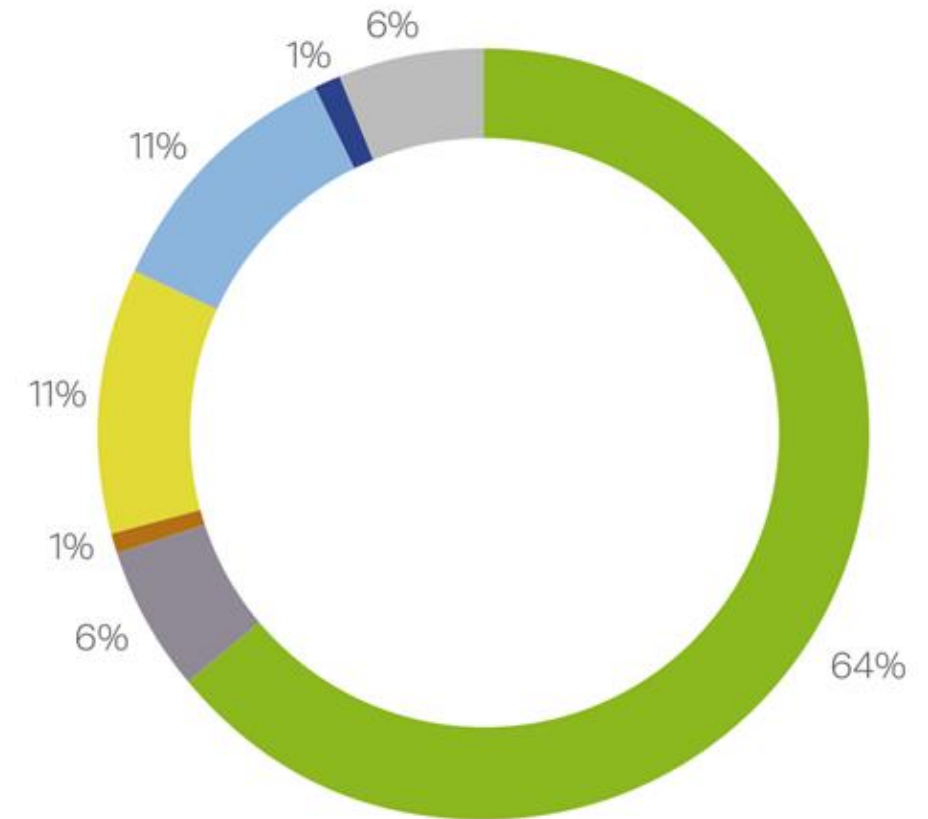
Гарантований фіксований тариф (FiT)	<ul style="list-style-type: none">• Компенсація за одиницю відпущеної електроенергії, згенерованої установками ВДЕ• Прив'язаний до технології, масштабу проекту, якості енергії та локації установки• З часом ставка тарифу знижується• Встановлюється довгостроковий контракт з виробником енергії (строком 10-20 років)• Незалежний від поточної ринкової ціни
Премія до ринкової ціни (FiP)	<ul style="list-style-type: none">• Прив'язана до технології• Надбавка виплачується понад ринкової ціни• Виплачується за одиницю відновлюваної енергії за встановленою фіксованою або плаваючою ставкою
Система квотування	<ul style="list-style-type: none">• Встановлюється конкретна ціль щодо кількості згенерованої відновлюваної енергії яка повинна бути досягнена• Частіше за все досягається шляхом торгівлі сертифікатами відновлюваної енергії, що приносить додатковий прибуток
Податкові пільги	<ul style="list-style-type: none">• Є зниженням задекларованих податків за використання відновлюваної енергії
Тендери	<ul style="list-style-type: none">• Є процедурою торгів згенерованою електроенергією установками ВДЕ, зазвичай у вигляді аукціону• Для виділення коштів застосовується механізм конкурсного (конкурентного) відбору• Формується на основі тарифу на згенеровану електроенергію• Підтримка виграних тендерів може здійснюватися за системами FiT, FiP, сертифікатами, доплатами за встановлену потужність або інвестиційним субсидюванням

Відсоток виробництва біогазу в Європі в установках різного типу у 2021 році.



- Сільське господарство
- Осад муніципальних СВ
- Полігони ТПВ
- Тверді органічні побутові відходи
- Промислові
- Інші
- Невідомо

Відсоток виробництва біометану в Європі в установках різного типу у 2021 р.



- Сільське господарство
- Осад муніципальних СВ
- Полігони ТПВ
- Тверді органічні побутові відходи
- Промислові
- Інші
- Невідомо

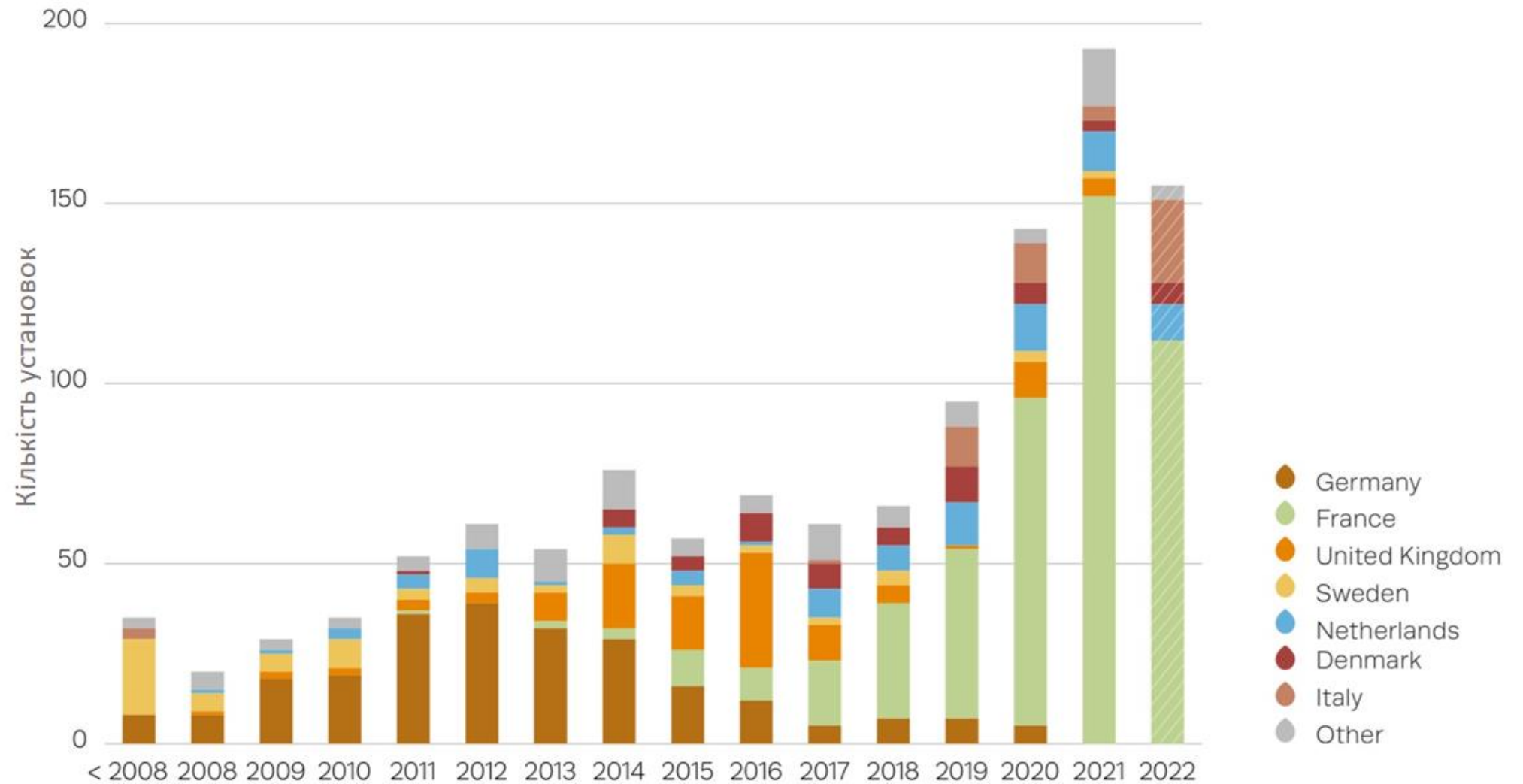
Загальна кількість біометанових і біогазових установок у Європі



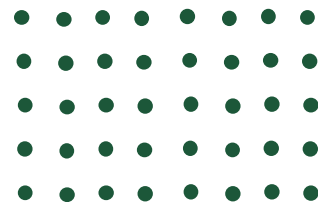
Зростання кількості біометанових заводів у Європі



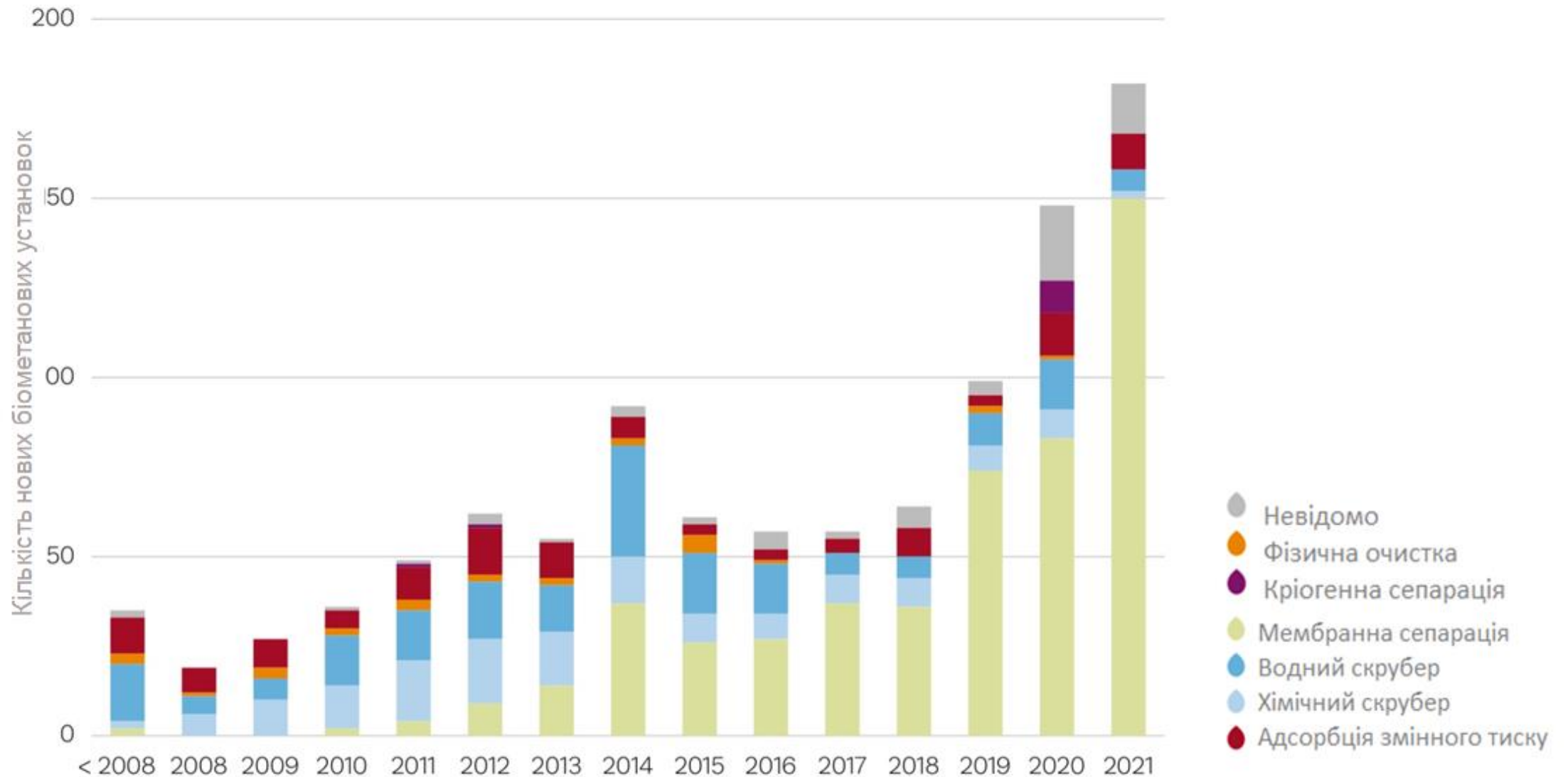
Кількість нових біометанових заводів у Європі щороку, 2008–2022 рр., загалом та по країнах



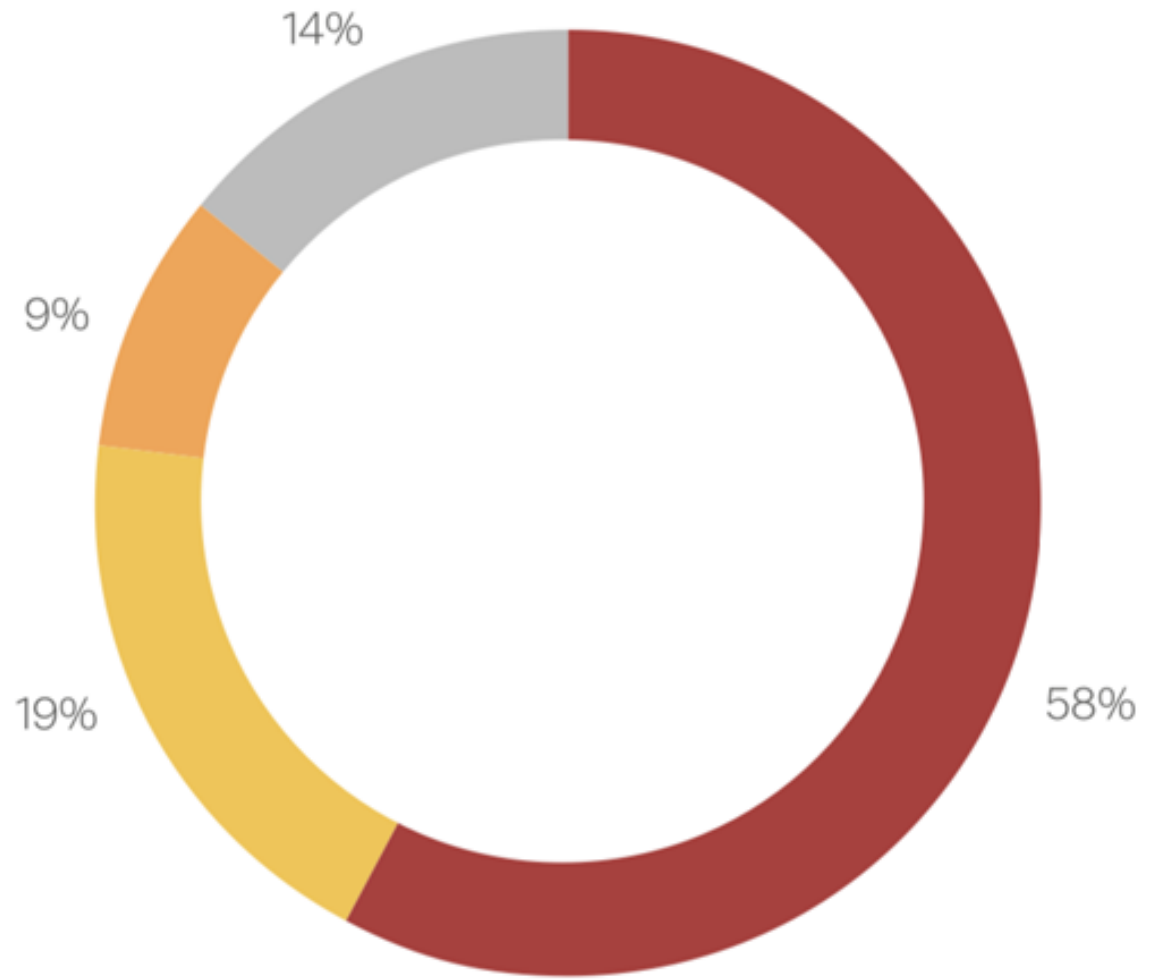
Використання різних технологій збагачення біогазу у Європі в 2021 році



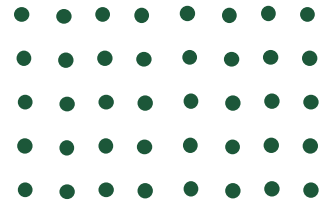
Кількість нових біометанових заводів у Європі за технологіями збагачення біогазу, 2008–2021 рр.



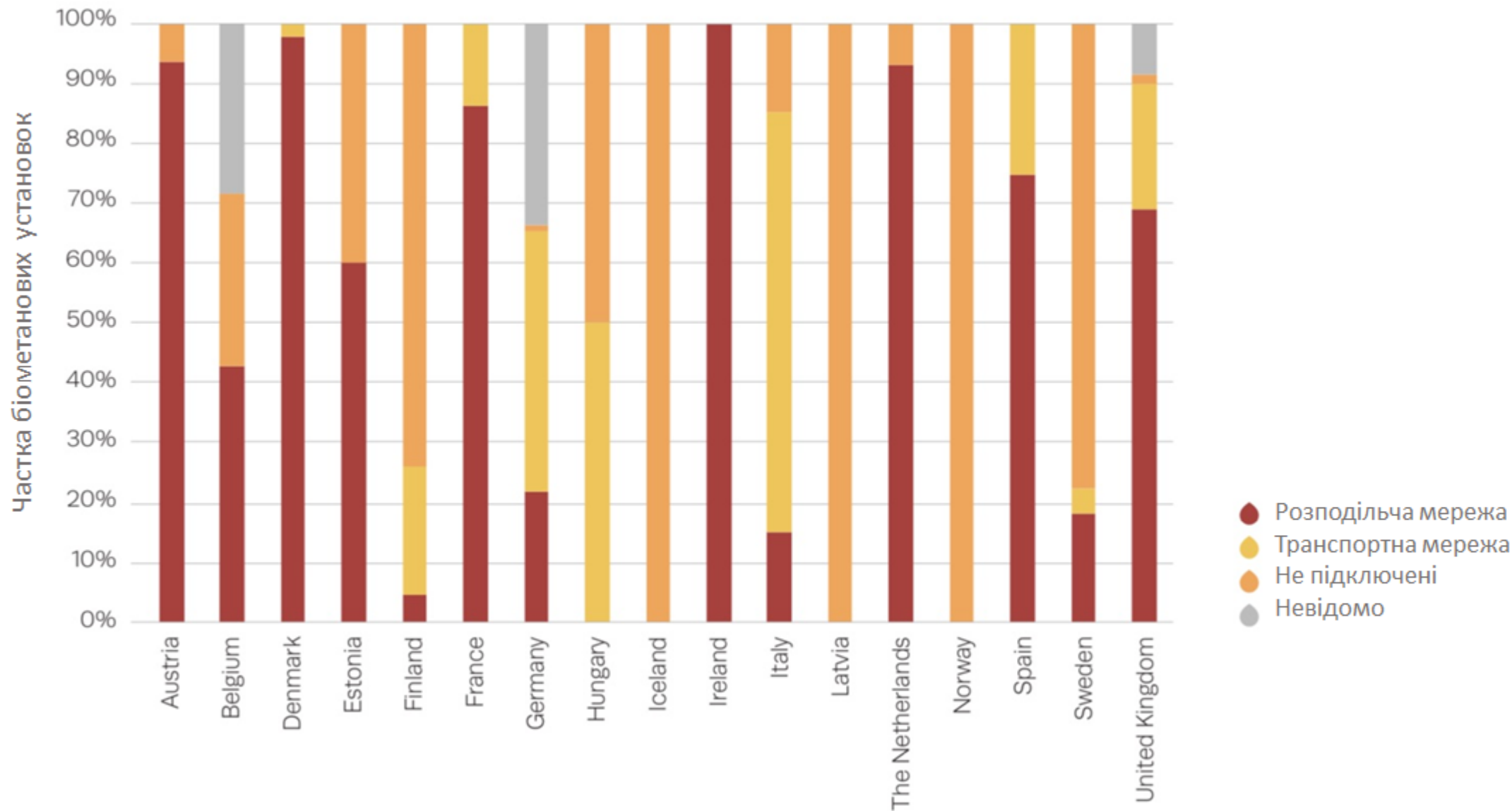
Відсоток біометанових установок, підключених до розподільних і газотранспортних мереж у Європі у 2021 році



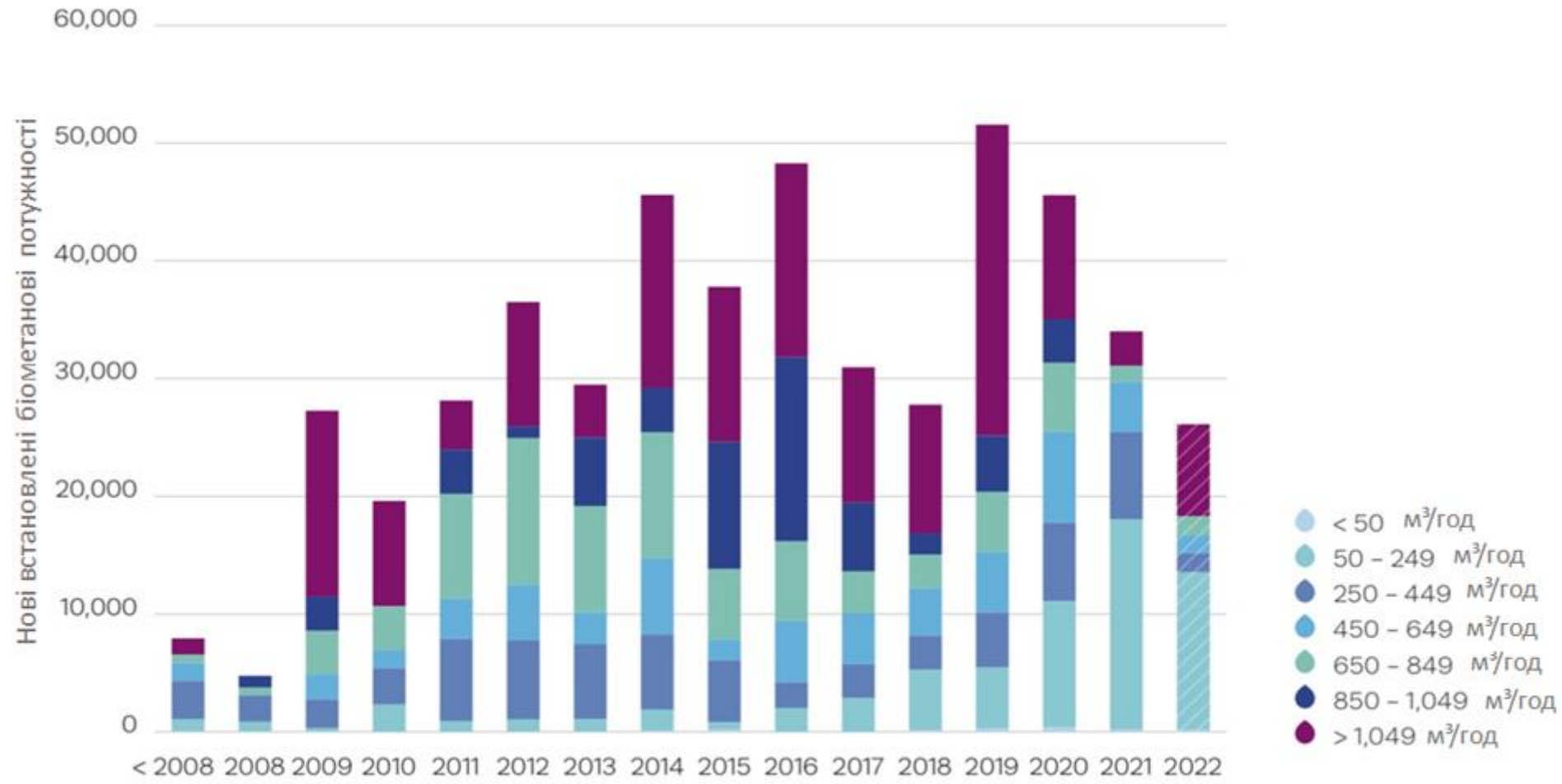
- Розподільча мережа
- Газотранспортна мережа
- Не підключені
- Невідомо



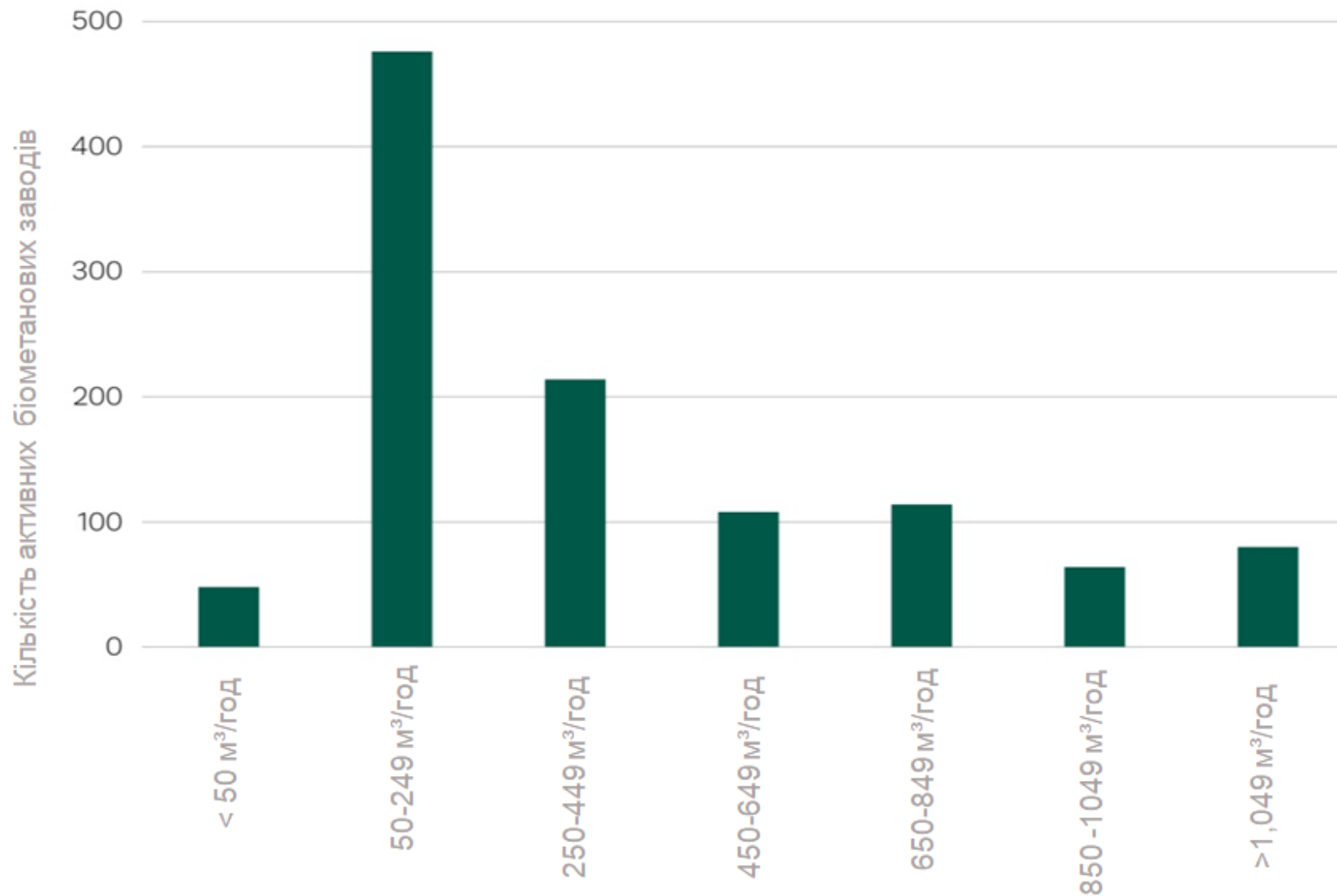
Відсоток біометанових установок, підключених до розподільних і газотранспортних мереж у європейських країнах у 2021 році



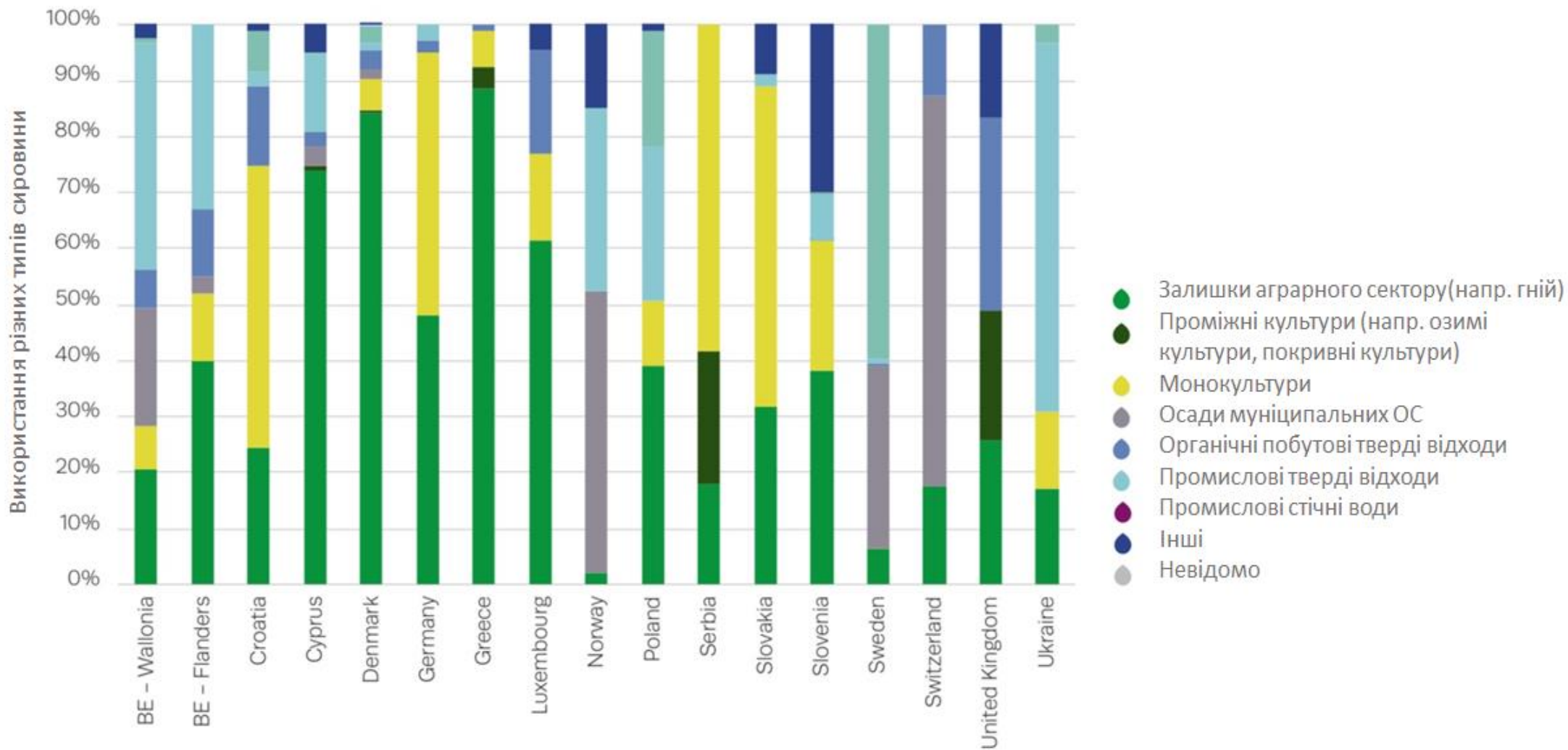
Загальна кількість нових потужностей з виробництва біометану в Європі по роках з розбивкою за розмірами заводів



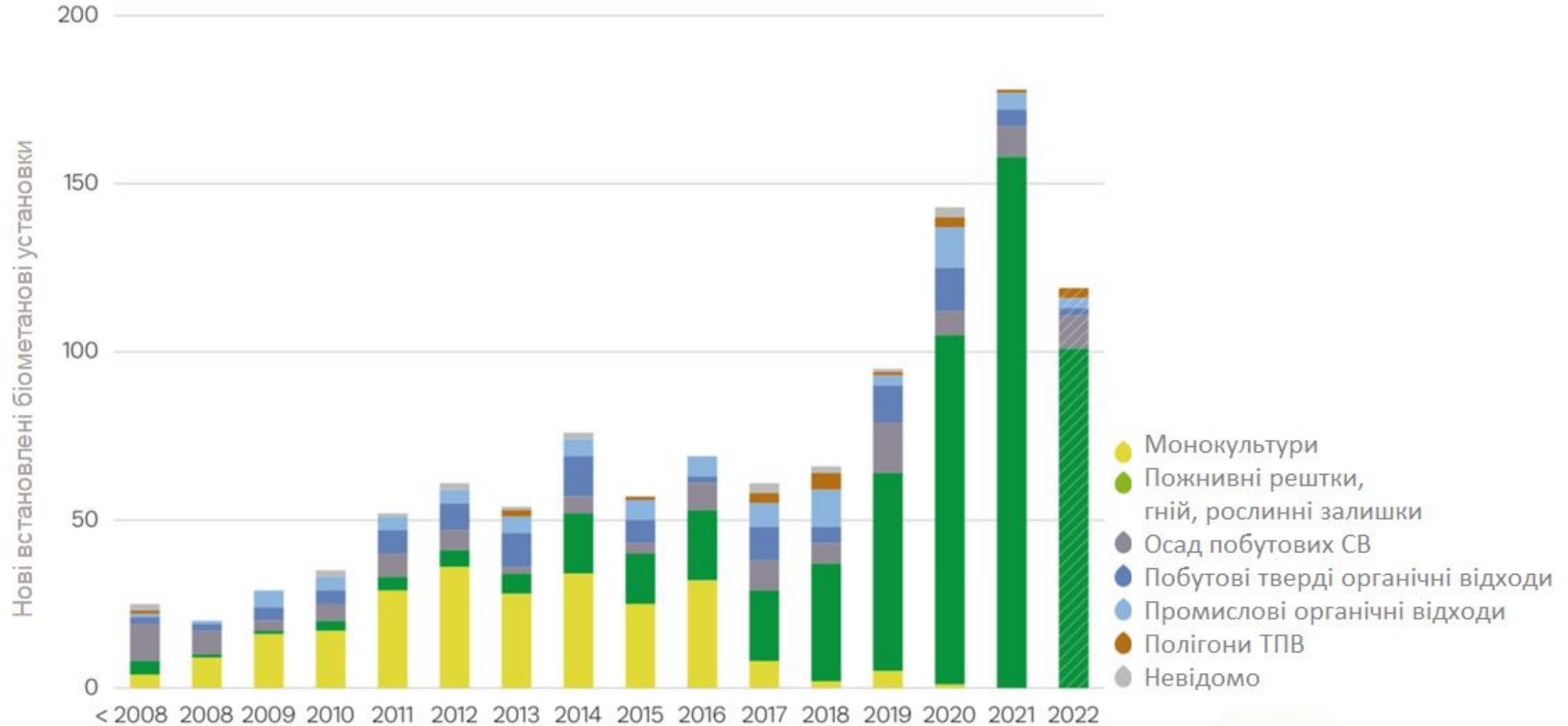
Загальна кількість діючих біометанових установок у Європі за розмірами установок



Використання різних типів сировини для виробництва біогазу в окремих європейських країнах у 2021 році



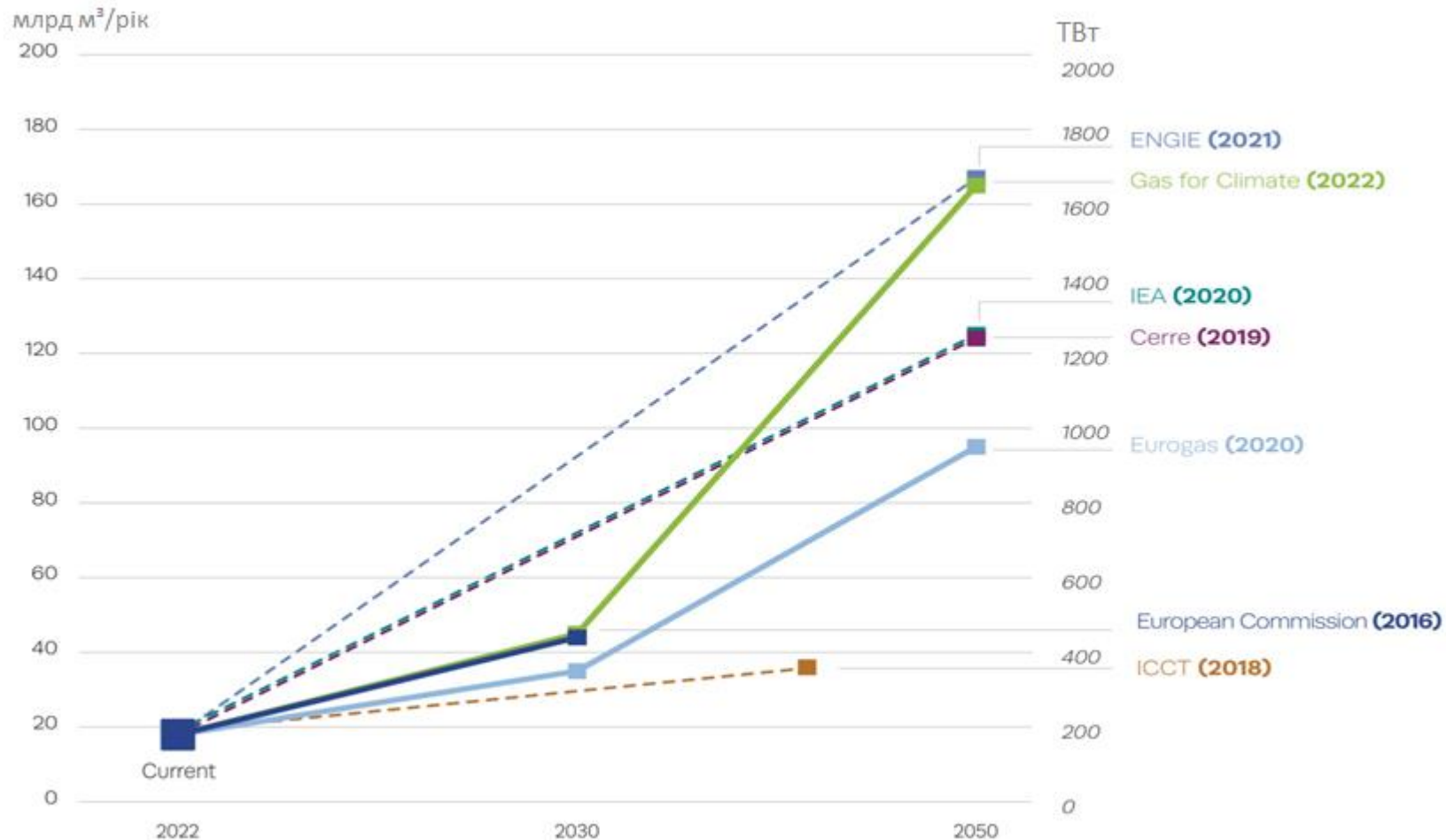
Загальна кількість нових установок з виробництва біометану в Європі щороку, 2008-2022 рр., загалом і за типом сировини



Перспективи розвитку біогазових і біометанових технологій в ЄС



Потенціал виробництва біогазу та біометану в Європі на 2030 та 2050 роки, млрд м³/рік, ТВт*год/рік



Потенціал виробництва біогазу та біометану в Європі на 2030 та 2050 роки, згідно з підрахунками різних досліджень

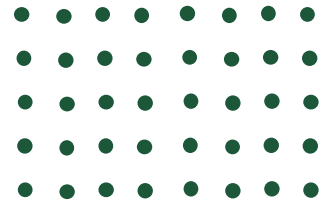
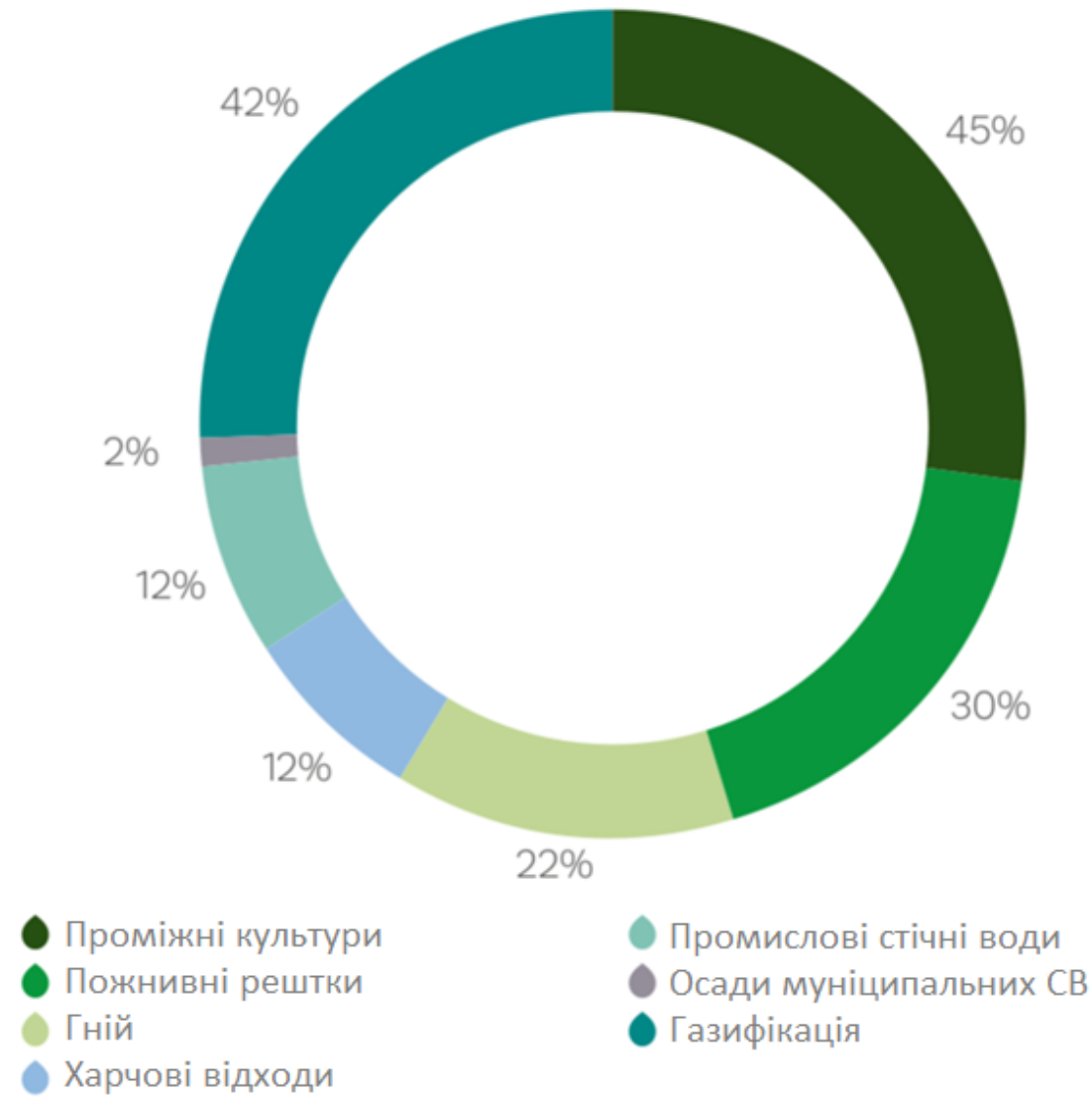
Дослідження	Потенціал виробництво біогазу та біометану (млрд м.куб)	Потенціал виробництва біогазу та біометану (ТВт*год)
Поточне виробництво		
	18.4	196
2030		
European Commission	44	467
Eurogas	35	375
Gas for Climate	45	479
Загальний потенціал (2050)		
ICCT	36	382
Cerre	124	1,316
Eurogas	95	1,008
IEA ¹⁷	125	1,326
ENGIE	167	1,767
Gas for Climate	165	1,751

Потенціал виробництва біогазу та біометану в Європі розрахований за типом сировини в різних дослідженнях, млрд м3/рік

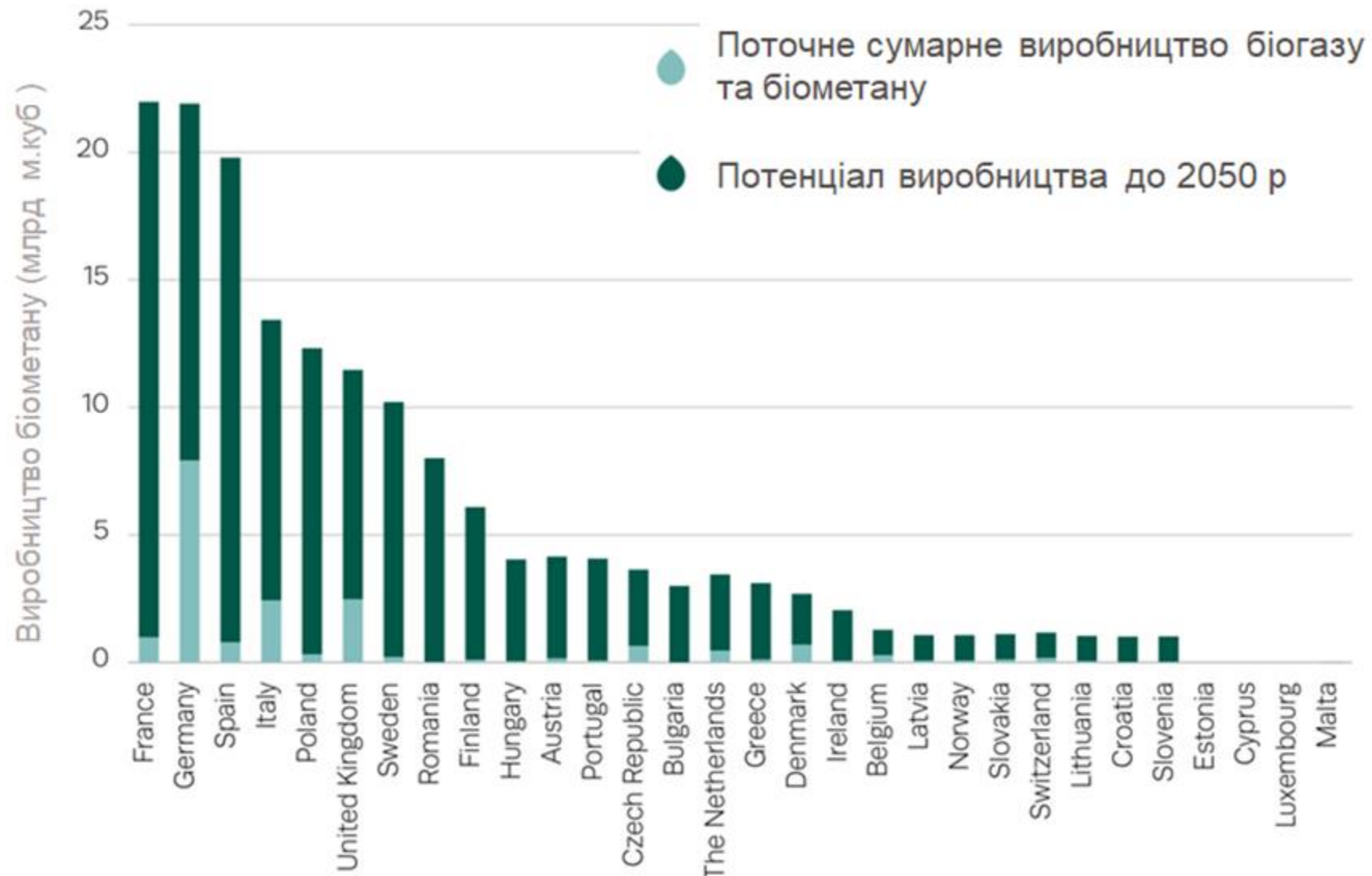
Потенціал виробництва з різної сировини розрахований різними дослідженнями (млрд м.куб)

	ICCT	Cerre	IEA	ENGIE	GfC	UGhent	EBA WG wastewater	Середнє
Проміжні культури	n/a	n/a		44	46	46	n/a	45
Пожнивні рештки	n/a	51	43	22	17	n/a	n/a	30
Гній	19	17	37	20	19	n/a	n/a	22
Харчові відходи	n/a	n/a	20	14	2	n/a	n/a	12
Промислові відходи	n/a	n/a	n/a	n/a	11	n/a	13	12
Осад побутових СВ	1	n/a	5	n/a	1	n/a	n/a	2
Газифікація	11	56	19	56	67	n/a	n/a	42
ВЬОГО	31	124	125	155	162	487	13	165

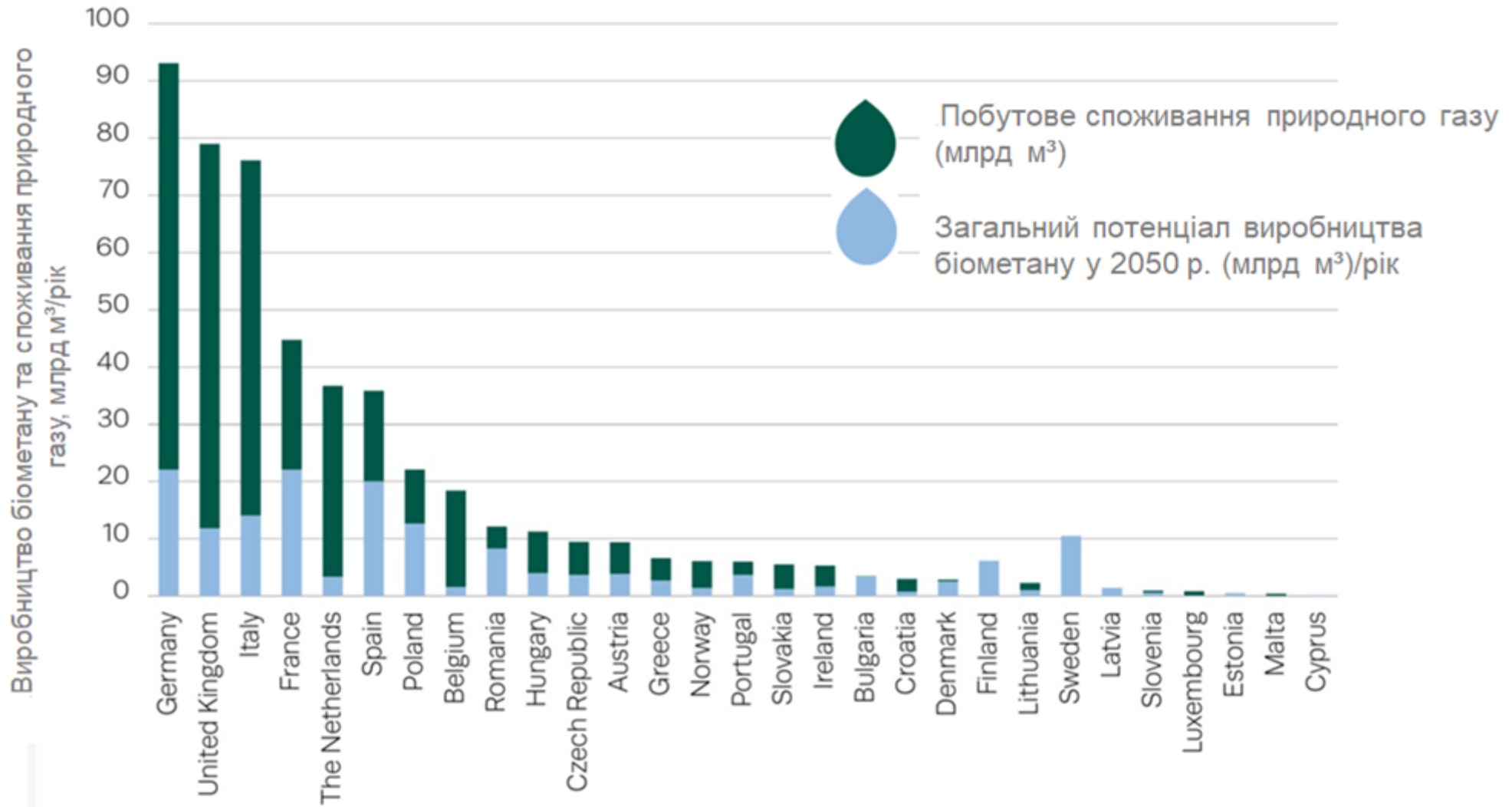
Потенціал загального виробництва біометану в Європі за типом сировини, млрд м3/рік



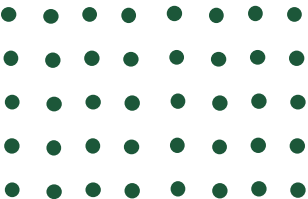
Потенціал виробництва біометану в 2050 році порівняно з сумарним виробництвом біогазу та біометану в 2021 році у європейських країнах



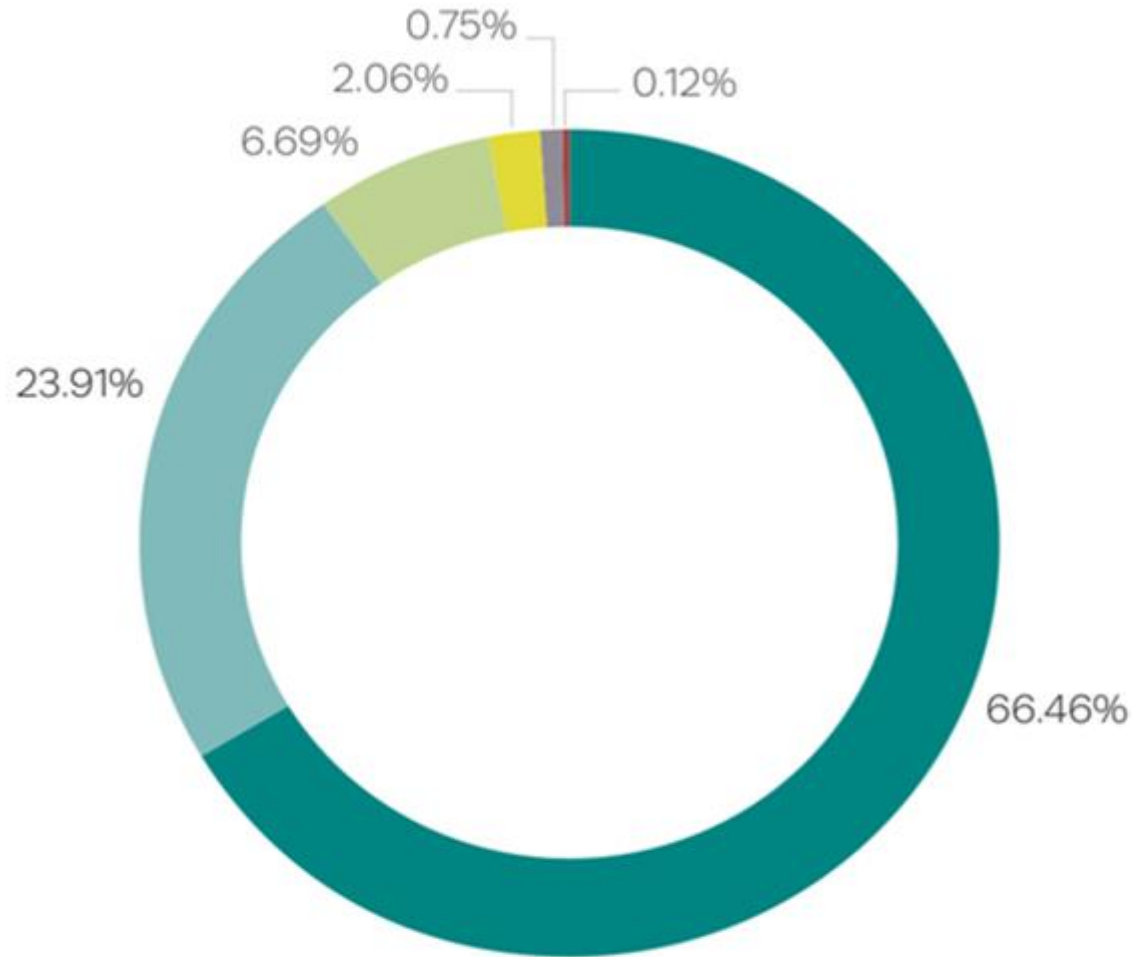
Внутрішнє споживання природного газу у 2021 р. порівняно з потенціалом виробництва біометану в 2050 р у європейських країнах



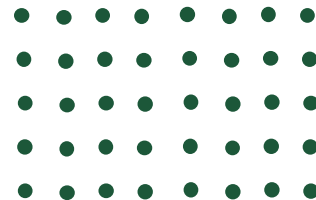
Використання біометану на транспорті



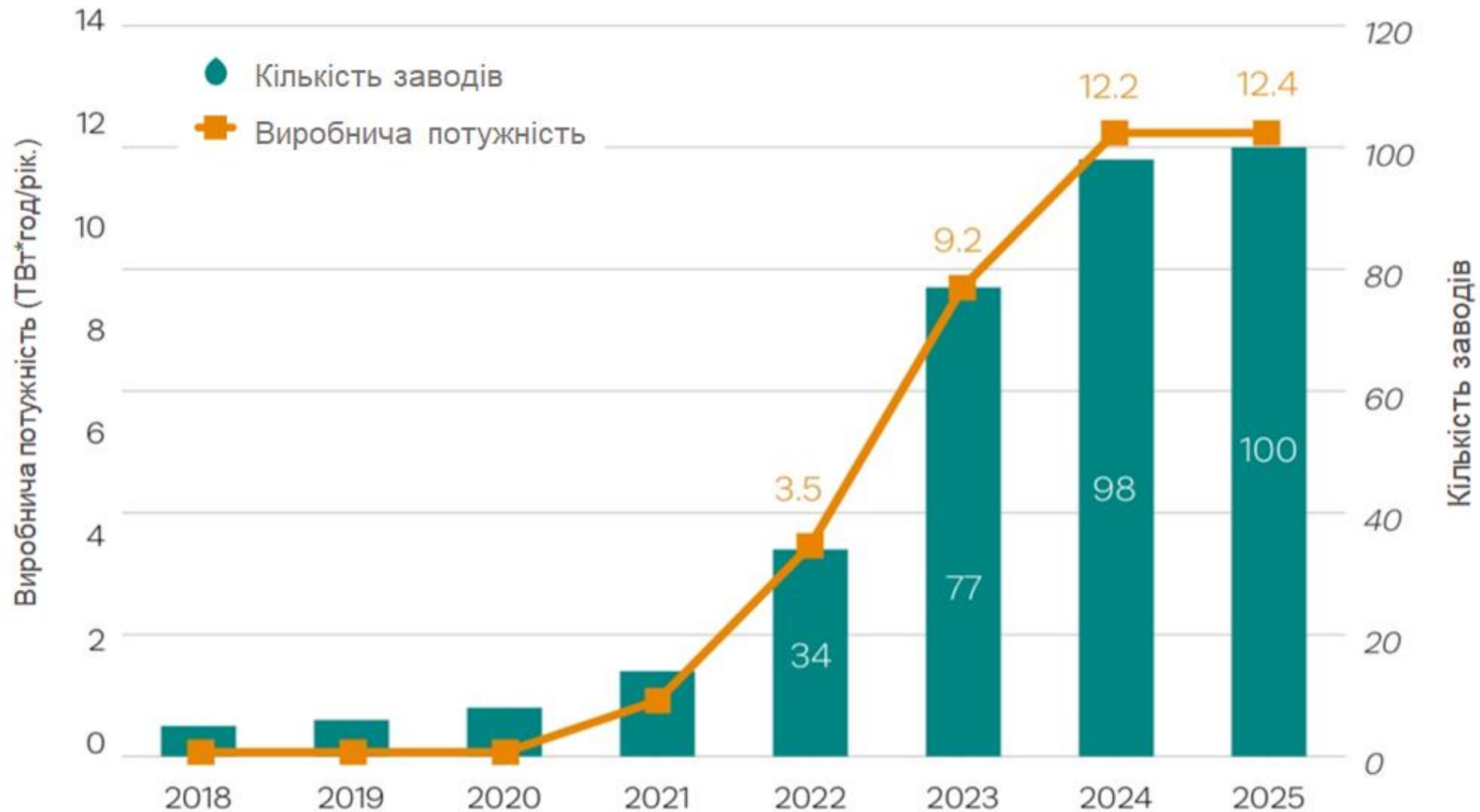
Використання палива в автомобільному транспорті ЄС у 2020 році в Європі



- Дизельне паливо
- Скrapлений нафтовий газ
- Моторний бензин
- Природний газ
- Відновлювані біопалива
- Електрика



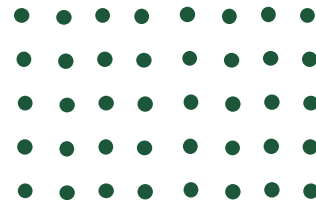
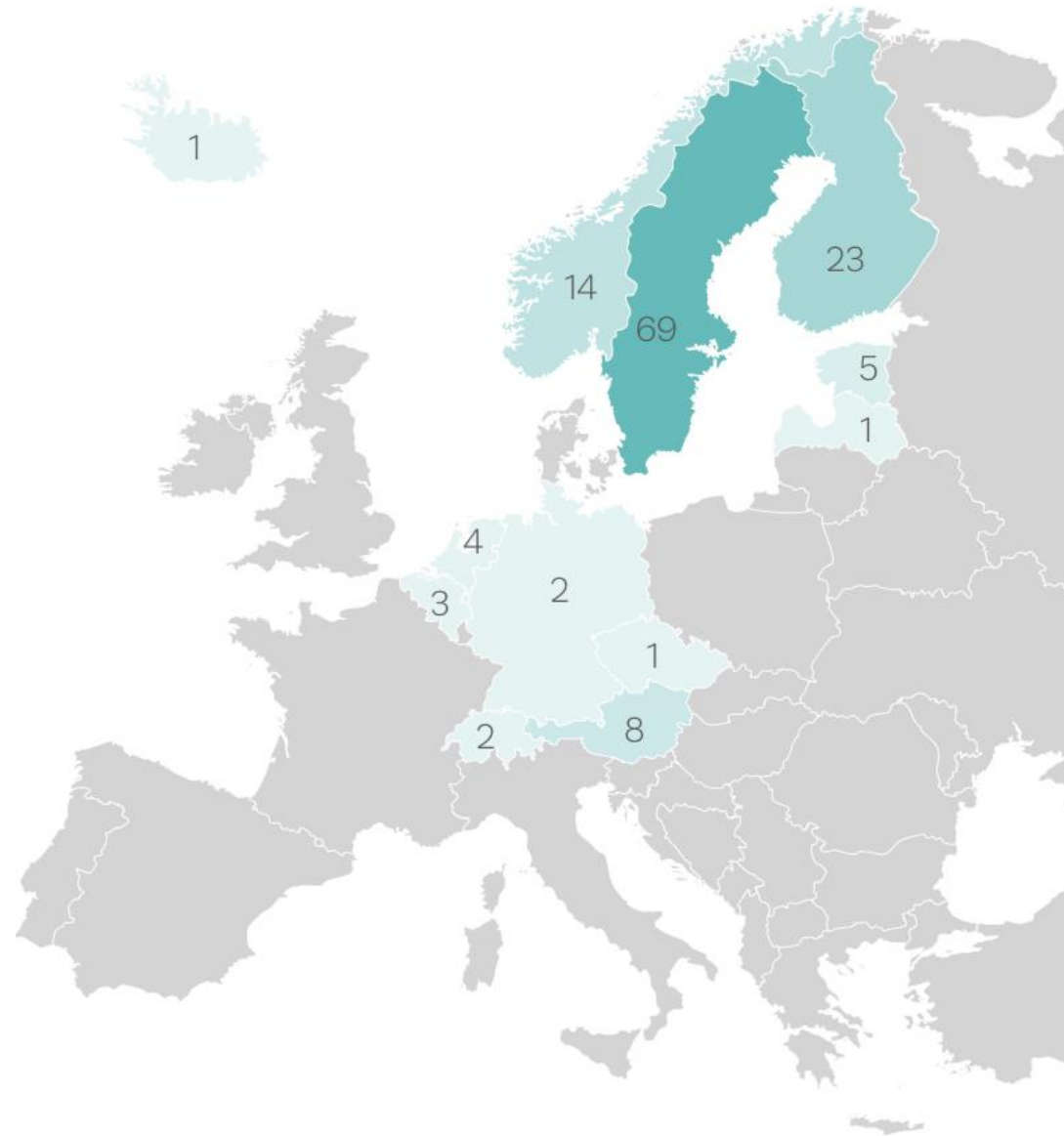
Поточний і прогностичний розвиток кількості Біо-LNG заводів і їх потужностей у Європі в 2018-2025 рр., ТВт·год/рік



Розвиток виробництва Біо-CNG на біометанових заводах у Європі



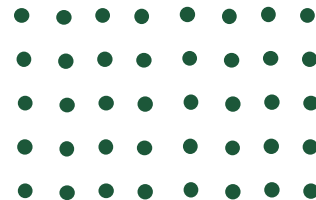
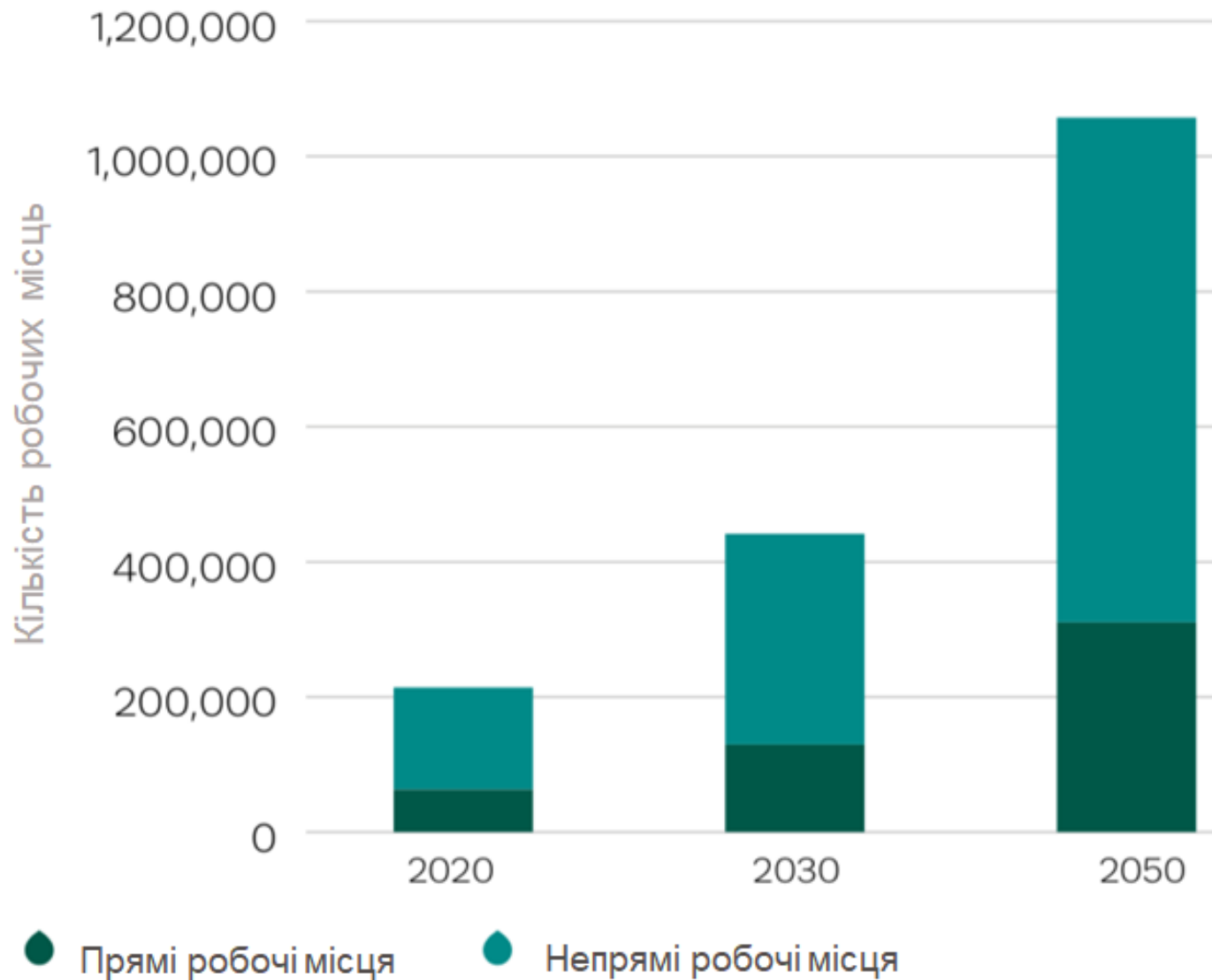
Кількість локальних виробництв Біо-CNG до середини 2022 року в Європі



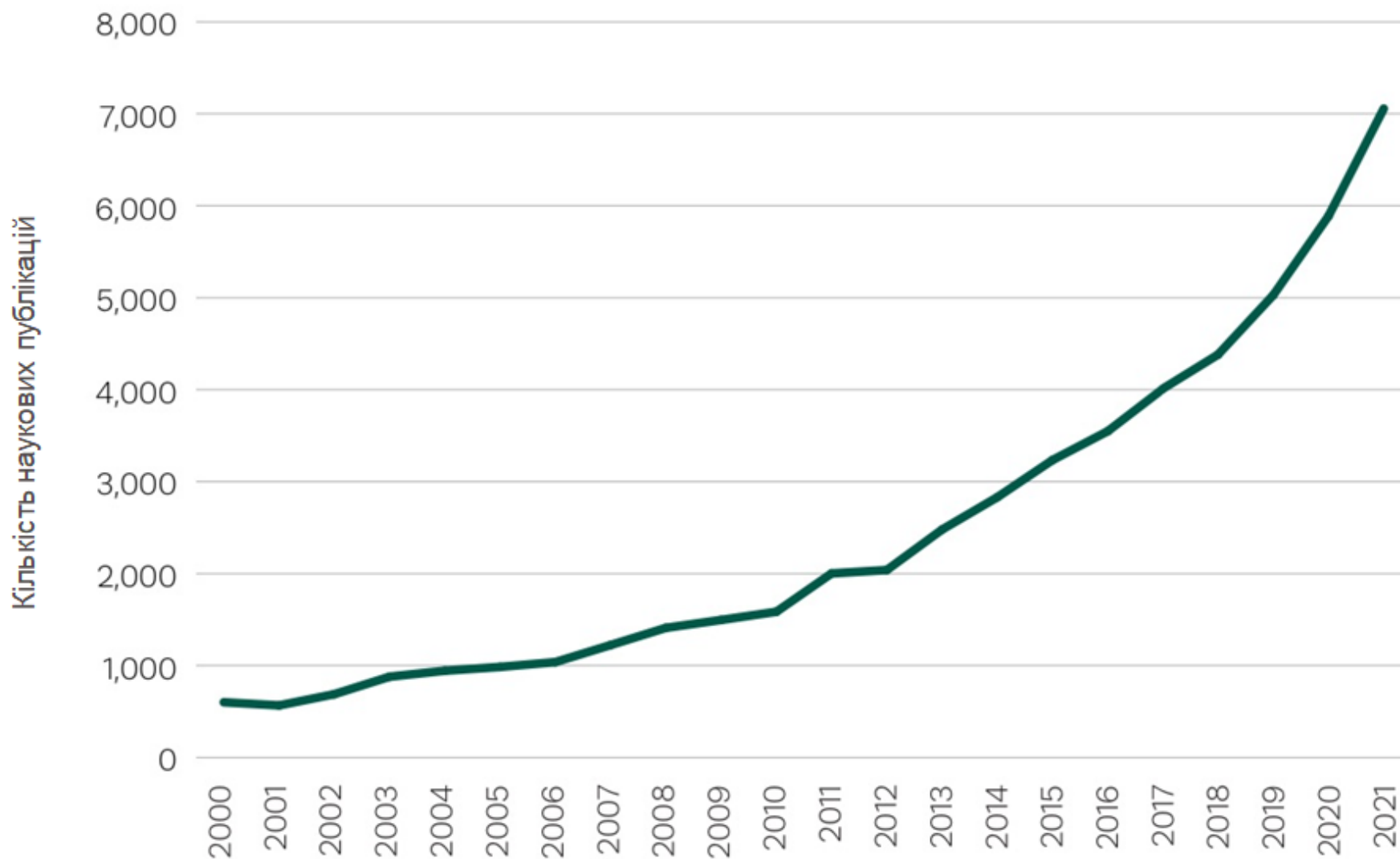
Основні показники використання Біо-CNG і Біо-LNG у країнах Європи

Країна	Кількість біометану який використовується на транспорті (ГВт*год)	Використання біометану на транспорті (%)	Біо-CNG та Біо-LNG заправні станції	CNG та LNG заправні станції
Швеція	1,509	73 %	272 Біо-CNG станцій 26 Біо-LNG станцій	272 CNG станцій 26 LNG станцій
Італія	2,246	100 %	Невідомо	1,493 CNG станцій 124 LNG станцій
Німеччина	985	8 %	980 Біо-CNG станцій 29 Біо-LNG станцій	980 CNG станцій 147 LNG станцій
Норвегія	359	97%	9 Біо-CNG станцій 1 Біо-LNG станцій	27 CNG станцій 4 LNG станцій
Фінляндія	156	Майже повністю	67 Біо-CNG станцій 11 Біо-LNG станцій	67 CNG станцій 15 LNG станцій
Естонія	152	100 %	26 Біо-CNG станцій no Біо-LNG станцій	26 CNG станцій 1 LNG станція

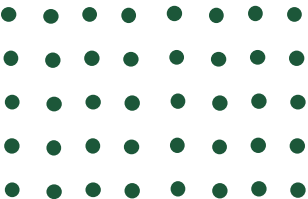
Кількість робочих місць у секторі Біо-CNG і Біо-LNG у Європі



Кількість наукових публікацій із ключовим словом "анаеробне зброджування" (Elsevier)



Кругообіг поживних речовин з дигестатом

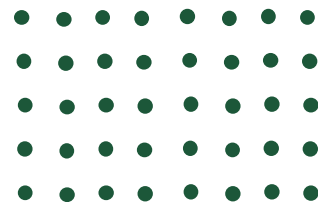


Коефіцієнт перетворення (млн т сухої речовини дигестату/ГВт*год виробництва біогазу та біометану) для вибраних європейських країн на основі доступних даних

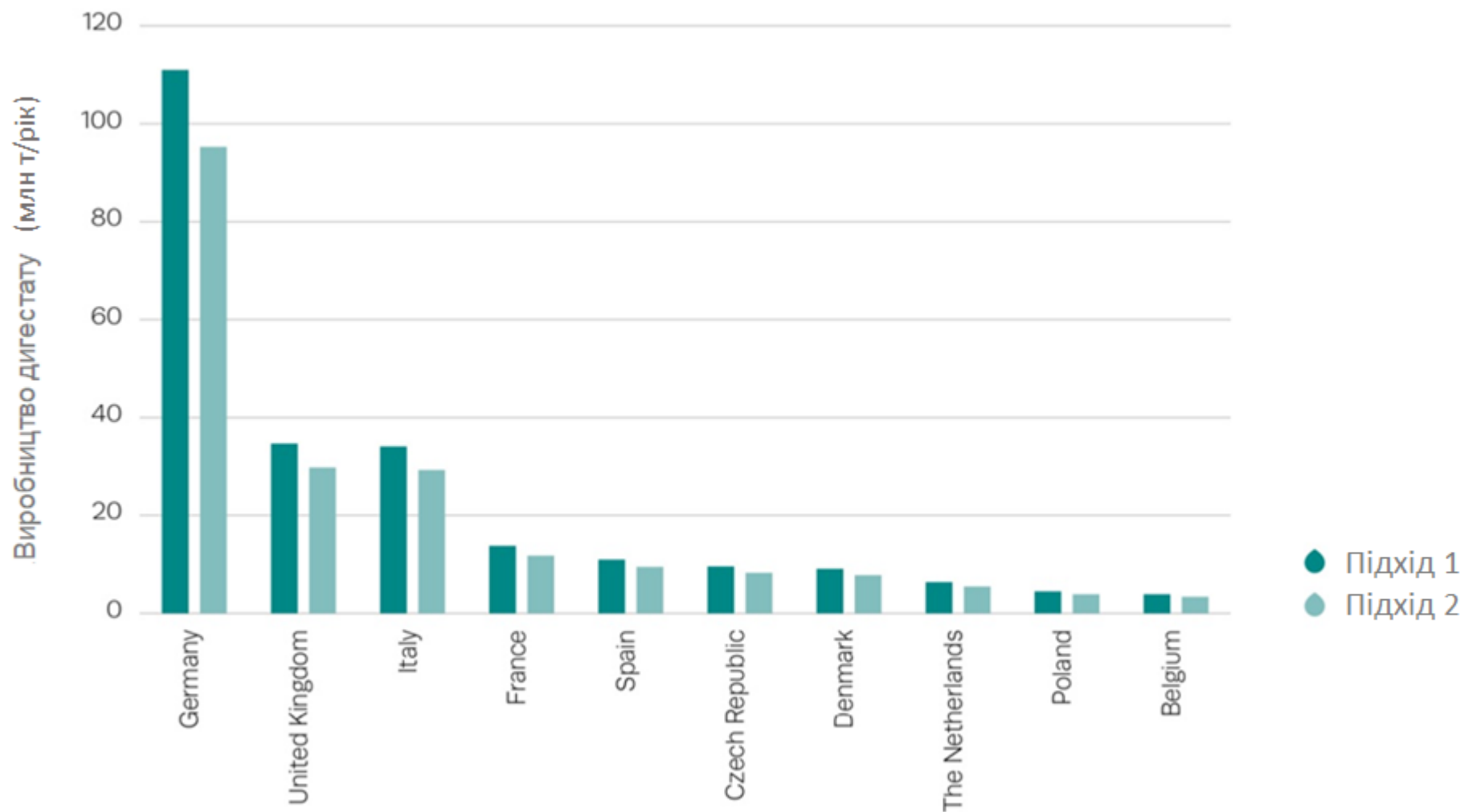
Країни	Коефіцієнт перетворення (млн т сухої речовини дигестату/ГВт*год виробництва біогазу та біометану)
Austria	80
Belgium – Flanders	82
Germany	35
Serbia	67
Slovakia	81
Sweden	156
United Kingdom	27
Ukraine	76
Середнє	75

Виробництво дигестату млн т (свіжа речовина) у 2021, 2030 та 2050 роках в Європі

	млн т дигестату (сирої маси)	
	Підхід 1	Підхід 2
2021	258	222
2030	492	455
2050	1,334	1,145

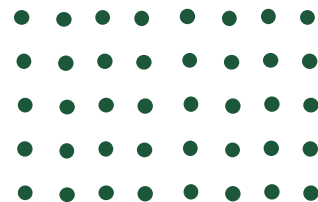


Розрахункове виробництво дигестату на основі виробництва біогазу та біометану в 2021 році у кількох європейських країнах, млн т/рік



Оцінка поживних речовин і вуглецю, які містяться у 180 млн т/рік дигестату, що оціночно утворюється в Європі

Параметр	180 (млн т СМ/рік) Дигестату		
	(млн т/рік) Еквівалент		
	10-й Процентиль	Середнє значення	90-й Процентиль
СР	5.0	9.5	16.5
ОР	2.8	6.7	13.6
СОР	1.5	3.7	7.5
Н заг.	0.2	0.8	2.9
Nmin (NH ₄ -N)	0.1	0.4	2.1
K ₂ O	0.1	0.5	1.5
P ₂ O ₅	0.1	0.3	0.9



Розрахункові обсяги мінерального азоту та фосфору, що містяться в загальній кількості дигестату в Європі

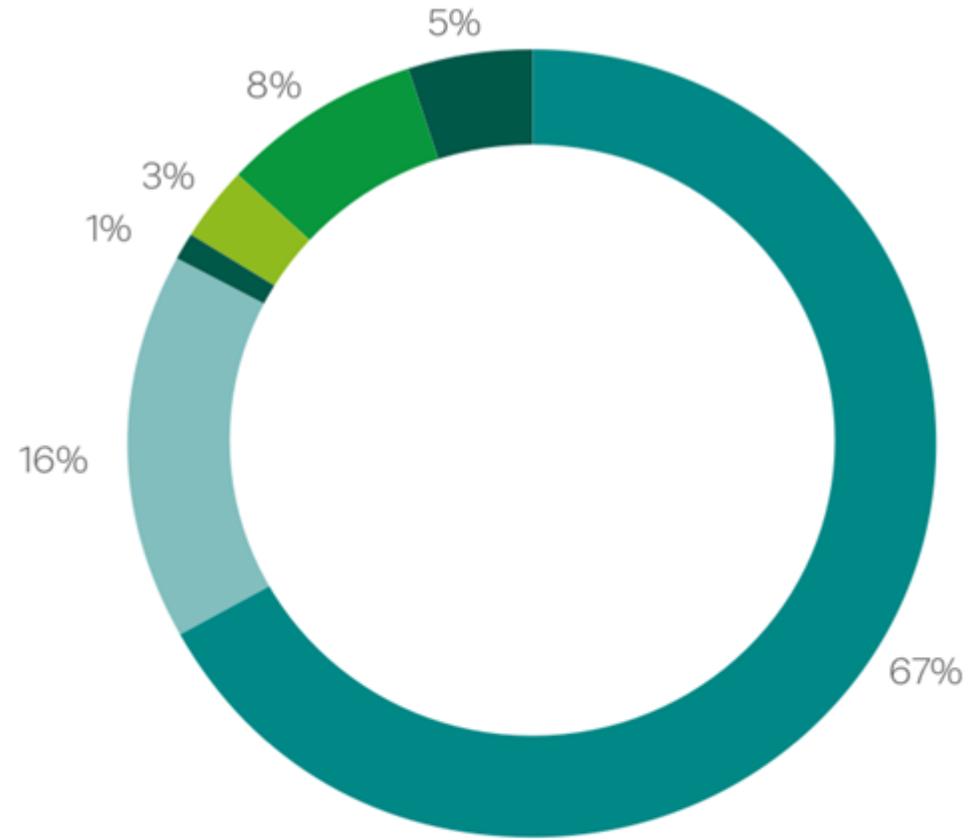
млн т N _{min} (NH ₄ -N)		
	Підхід 1	Підхід 2
2021	0.6	0.5
2030	1.1	1.0
2050	3.1	2.6

млн т P ₂ O ₅		
	Підхід 1	Підхід 2
2021	0.5	0.4
2030	0.9	0.7
2050	2.3	2.0

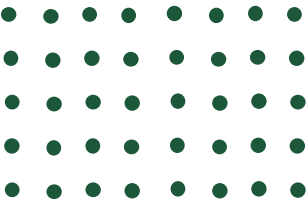
У 2018 році в ЄС-28 було спожито 10,3 млн. тонн синтетичних азотних добрив. Наведені вище розрахунки показують, що дигестат вже може замінити **5–6%** хімічних добрив на основі азоту. До 2030 року можна буде замінити **10–11%**, а до 2050 року потенціал заміни синтетичних добрив зросте до **26–31%**.

Результати показують, що фосфор (P) із дигестату, виробленого у 2021 році, відповідатиме приблизно від 0,15 до 0,18 млн т P (перераховано на елементарний P). Виходячи з 1,1 млн т P, спожитого в ЄС-28 у 2018 р., в середньому **17%** P заощадження. До 2030 року можна буде замінити в середньому **32%**, а до 2050 року потенціал заміни синтетичних фосфорних добрив зросте в середньому до **86%**.

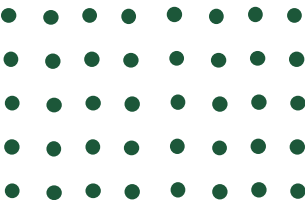
Кінцеве використання дигестату в Європі



- Використання як біодобриво (пряме)
- Використання як біодобриво (після збагачення)
- Біологічна переробка (нітрифікація/денітрифікація)
- Експорт
- Інше використання
- Невідомо



Успішні приклади біогазових і біометанових технологій в ЄС



Біогазовий/Біометановий завод Beerfelde/ Gölsdorf (Німеччина)

Тип ферментації:

мезофільний/термофільний, суха
безперервна ферментація та волога
ферментація

Технологія збагачення: водний скруббер

Сировина: 68,000 т (енергетичні
культури(70%), гній худоби сухий(28%),
рідкий коров'ячий гній(2%)

Продукти: біометан, електроенергія

Потужність газоочистки: 1400 нм³/год

Дігестат: внесення в якості добрива

Інвестиції: 15,1 млн €

Введення в експлуатацію: 2016 р



Біометановий завод Meden Vale (Великобританія)

Тип ферментації: мезофільна
волога ферментація

Технологія збагачення: мембранна
сепарація

Сировина: 49,000 т енергетичні
культури (70%), гній худоби(14%),
стічні води (11%), овочеві побічні
продукти(5%)

Продукти: біометан,
електроенергія, тепло

Потужність газоочистки: 800
нм³/год

Дігестат: внесення в якості добрива



Heinfelder Bioenergie GmbH & Co. KG (Німеччина)

Тип ферментації: мезофільна

Технологія збагачення: амінний скруббер

Сировина: ~ 52,000 т відходи тваринництва, осадки флотації (40%), неперетравлений вміст шлунку худоби (10%), оброблені стічні води (10%), промислові та комерційні стоки (35%), відходи овочівництва (5%)

Продукти: біометан, електроенергія, тепло

Потужність газоочистки: 600 нм³/год сирий біогаз, біометан 400 нм³/год

Дігестат: внесення в якості добрива

Інвестиції: ~ 8 млн €

Введення в експлуатацію: 2006 р





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

<https://uabio.org>

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

