



Partnership | Progress | Prosperity

UABIO

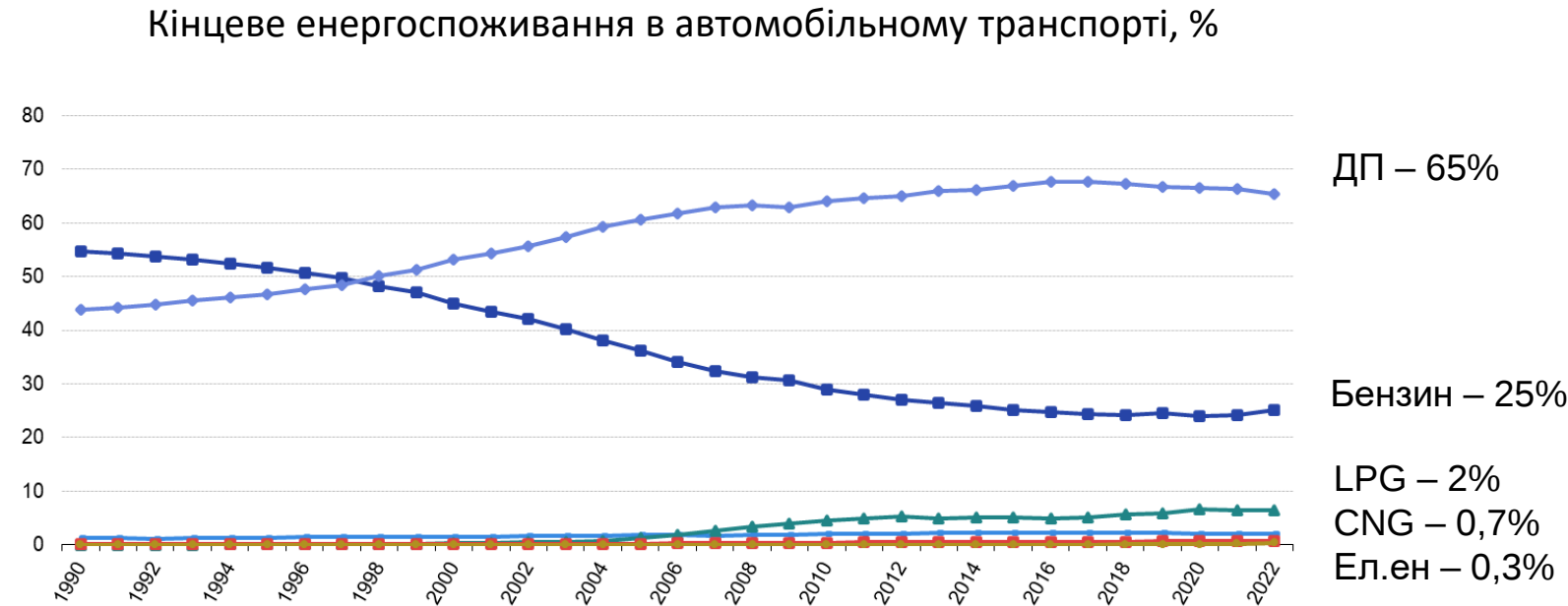


Біометан як моторне паливо у стиснутому [CNG/bio-CNG] або скрапленому [LNG/bio-LNG] вигляді для дорожнього транспорту та сільськогосподарської техніки

Євген Олійник, Семен Драгнєв
Біоенергетична асоціація України (UABIO), експерти

Загальна інформація в автомобільному транспорті ЄС

- У 2022 році 31% кінцевого споживання енергії в ЄС припадало на сферу транспорту в т.ч.:
 - на автомобільний транспорт припадало - 73,6%
 - водний транспорт - 13,0%
 - повітряний транспорт - 11,4%
 - залізничний транспорт - 1,4%
- У 2022 році автомобільний бензин та газойль/дизельне паливо разом становили 90,6% споживання енергії в автомобільному транспорті в ЄС, що значно випереджає відновлювані джерела енергії та біопаливо з 6,4%.
- У 2022 році найвищі частки використання ВДЕ та біопалива в ЄС були зареєстровані в таких країнах:
 - Швеція - 24,6%
 - Бельгія - 10,4%
 - Люксембург - 8,5%

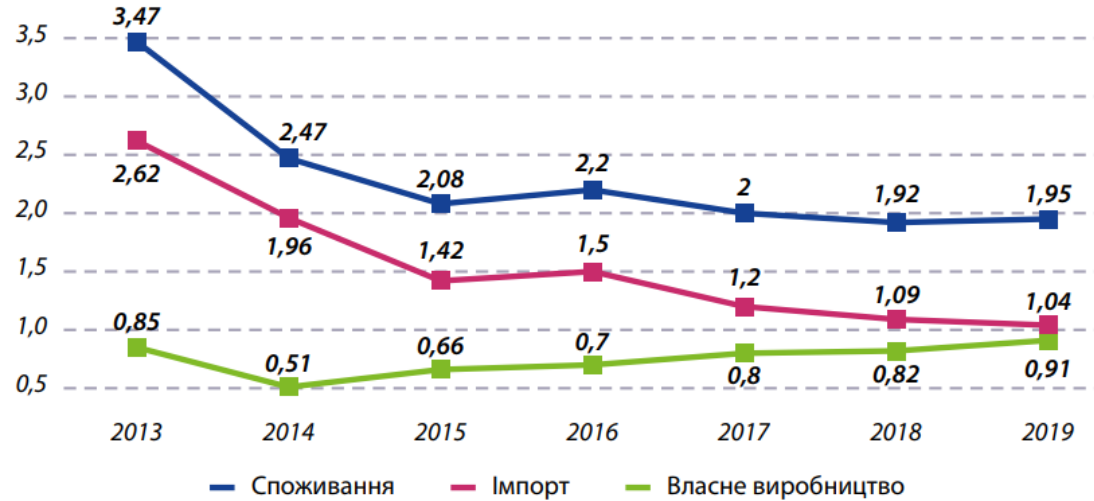


Структура споживання палив в автомобільному транспорті ЄС, %

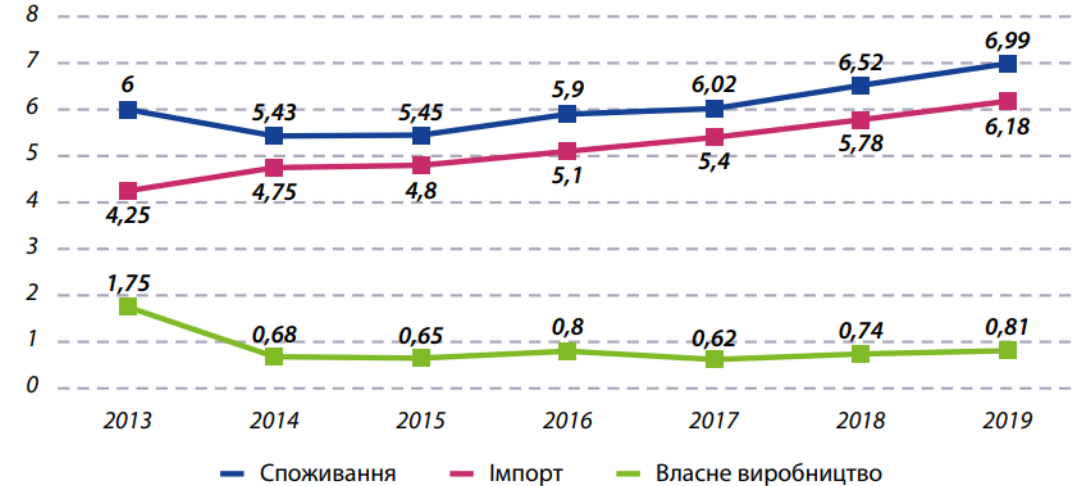
Паливо	Легкові	Вантажний	Міський	Інший
ДП	58%	90%	85%	33%
Бензин	32%	0,5%	1,4%	61%
Природний газ (CNG/LNG)	0,5%	1,5%	6%	0,01%

Споживання палива в автомобільному секторі України

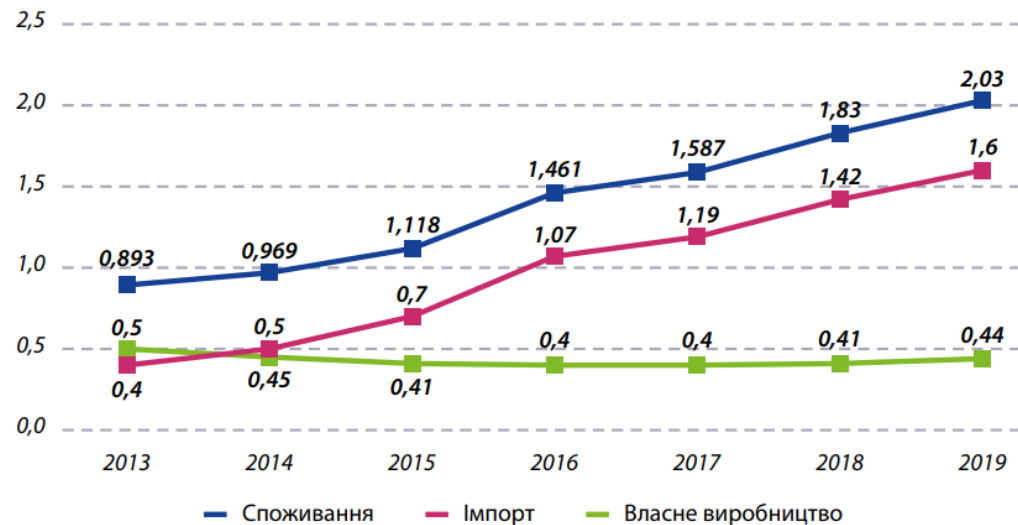
Динаміка ринку бензинів в Україні, млн т



Динаміка ринку ДП в Україні, млн т



Динаміка ринку СВГ в Україні, млн т



2020 рік

- Природний газ – 841 ТДж (24,7 млн м3 = 18,5 тис. т)
- LPG – 1,224 млн т
- Бензин – 1,691 млн т
- Газойль/ДП – 3,547 млн т
- Рідке біопаливо – 77 тис. т

Газові автозаправні станції та автотранспорт в ЄС

Кількість автотранспорту в ЄС:

- легкових автомобілів – 1,3 млн.
- автобусів – 17 000
- вантажівок – 9 000
- в т.ч. 15 тис. на LNG

Заправних станцій в ЄС:

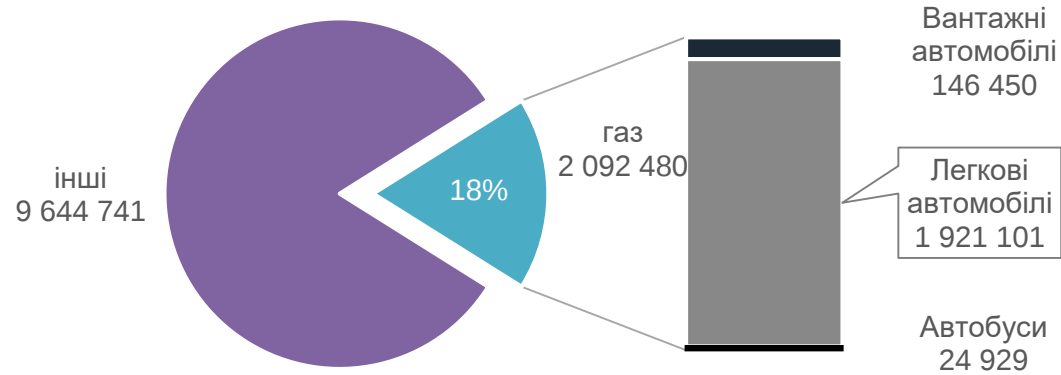
- CNG - 4175 од.
- LNG – 700 од.

Країна	% біометану на транспорті	Біо-CNG/біо-LNG Заправні станції	CNG і LNG заправні станції
Швеція	78%	263/20	Unavailable
Італія	100%	5/3	1672/166
Німеччина	11%	> 60/29	980/159
Норвегія	75%	29/8	Unavailable
Фінляндія	100%	67/11	70/14
Естонія	100%	29/2	Unavailable

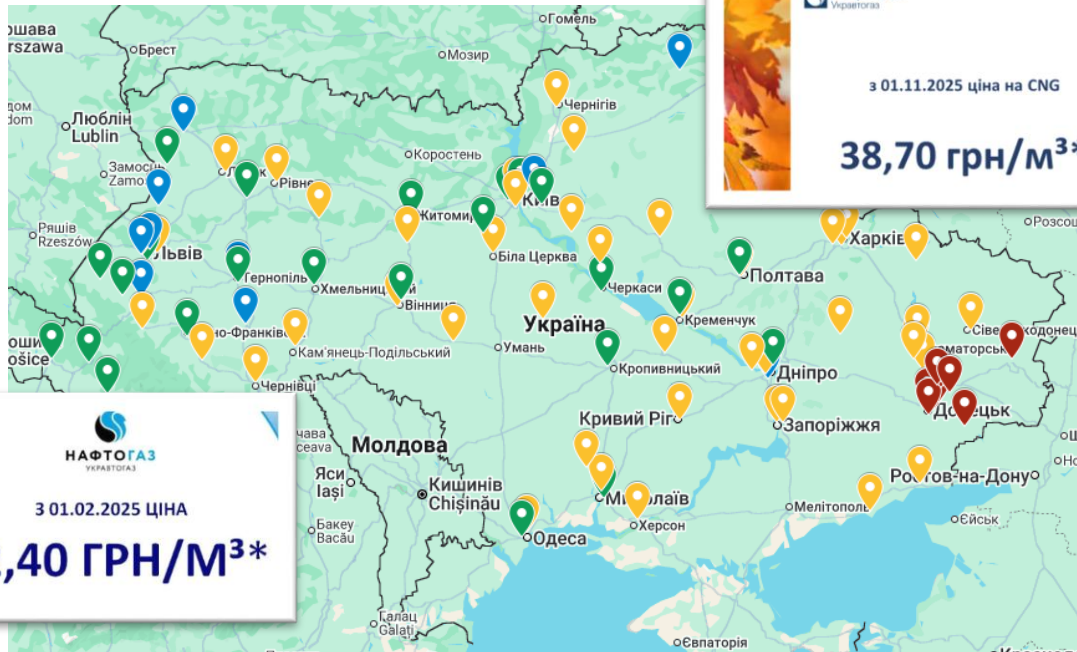
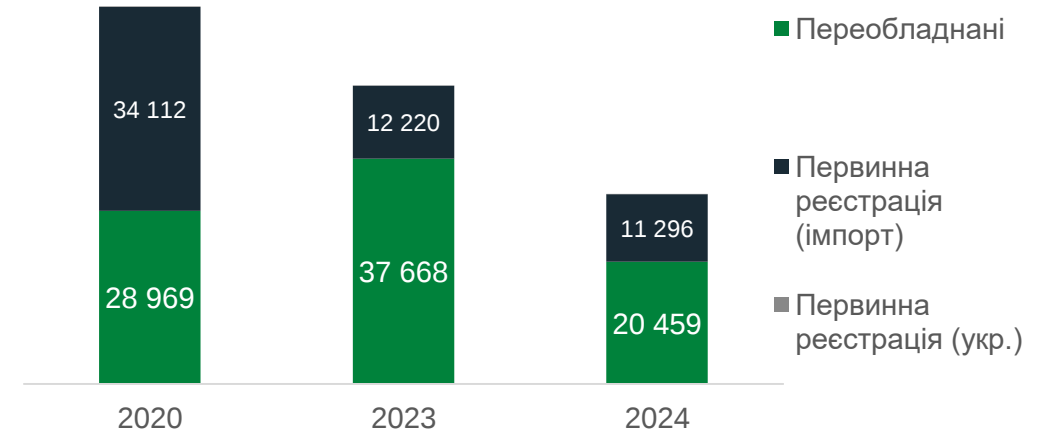


Газові автозаправні станції та автотранспорт в Україні

Структура автотранспорту в Україні (бер. 2025)



Тип реєстрації автотранспорту на газовому паливі



Компанія «Укравтогаз» (Нафтогаз) - 81 АГНКС та 9 станцій, що знаходяться на тимчасово непідконтрольних територіях

23 діючих станцій в 15 регіонах України

В Україні орієнтовно 20 тис. авто на CNG

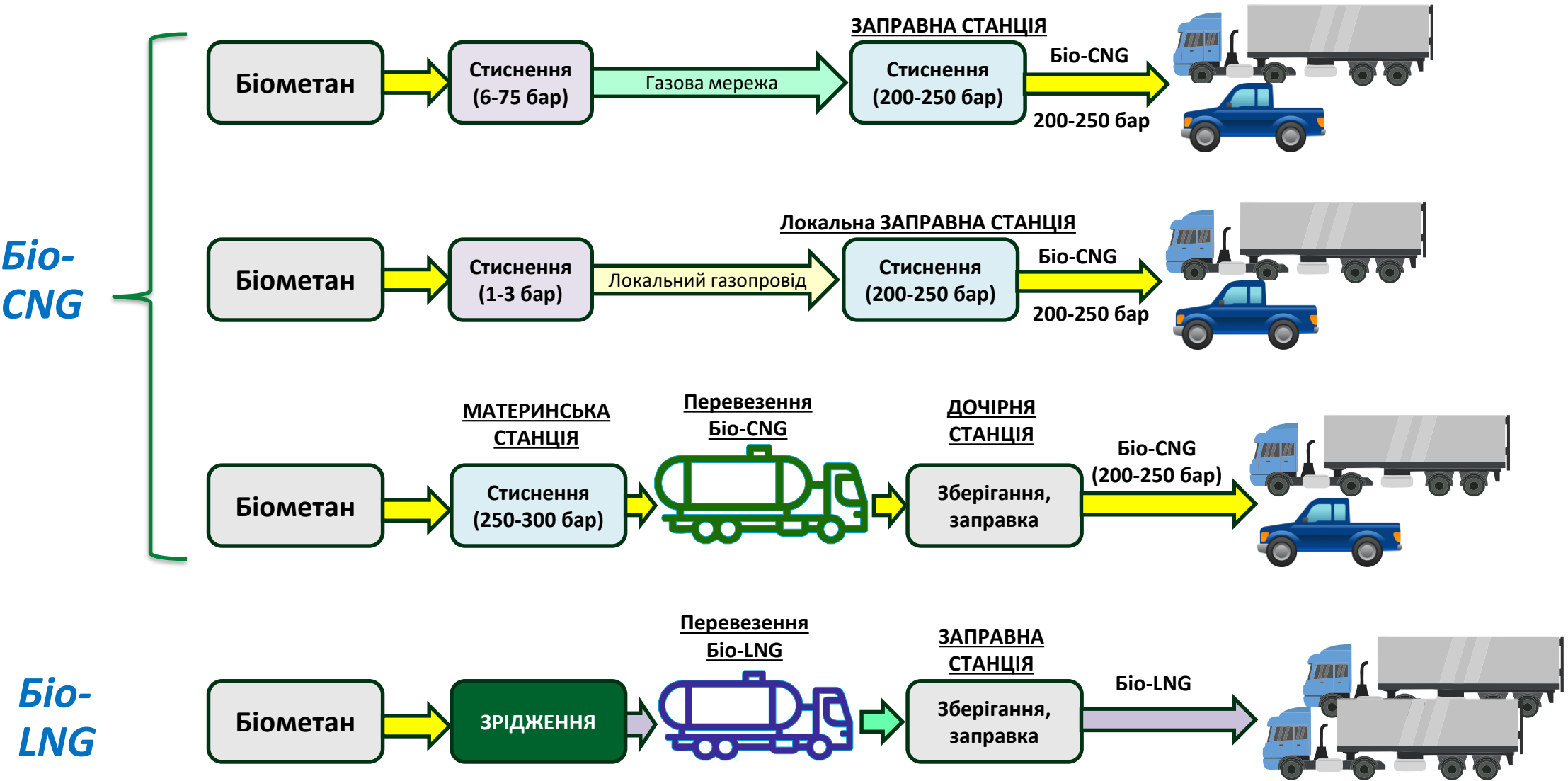


Біометан на транспорті

Характеристика	<i>CNG</i> (стиснений природний газ)	<i>LNG</i> (зріджений природний газ)
Фізичний стан	Газ (36 МДж/м.куб)	Рідина (50 МДж/кг)
Температура в паливній ємності	навк. серед.	-162 °C
Типовий тиск в ємності	170-250 бар	0,2 бар
Рівень стиснення	1:250	1:600
Типова густина, кг/л	0,13-0,19	0,42
Нижча теплота згоряння, МДж/л	8-10	20-22
Витрати на інфраструктуру	Відносно нижчі, потрібні компресорні заправки	Вищі – потрібна криогенна інфраструктура
Сфера застосування	Легкові авто, міські автобуси, комерційний транспорт на короткі відстані	Вантажівки далекобійні, міжміські автобуси,
Безпека	Високий тиск	Криогенна небезпека
Еквівалент 1 л ДП (36 МДж/л=43 МДж/кг)	1,2 м3 /л _{ДП}	0,7 кг/л _{ДП} (1,7 л _{LNG} /л _{ДП})
50-58 грн/л (1,05-1,2 євро/л)	Еквівалент ДП 1,2*37,8= 45,36 грн (0,94 євро/л ДП)	0,7-2,4 EUR/kg Bio -1,2 EUR/kg – Estonia 1,98 EUR/kg – Finland
	Мах еквівалентна ціна bio-CNG– 850-1000 євро/тис.м3	Мах еквівалентна ціна bio-LNG– 1500-1700 євро/т

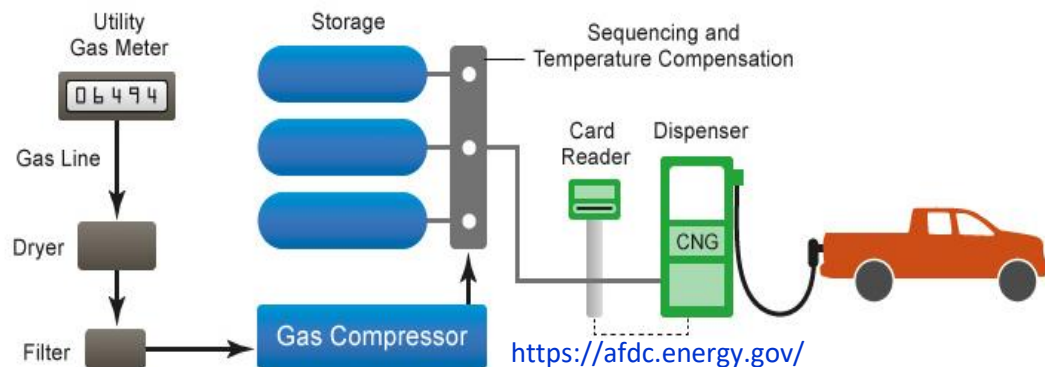


Ланцюги постачання біометану для дорожнього транспорту



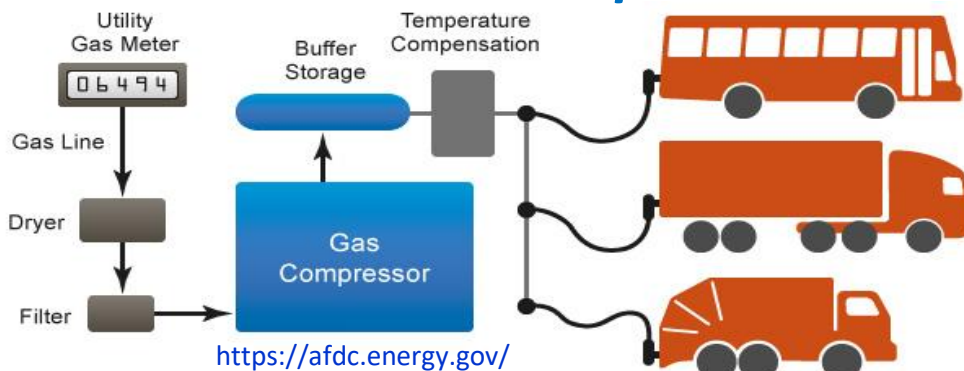
CNG, Bio-CNG, LNG – типи заправних станцій

«Швидка» заправка



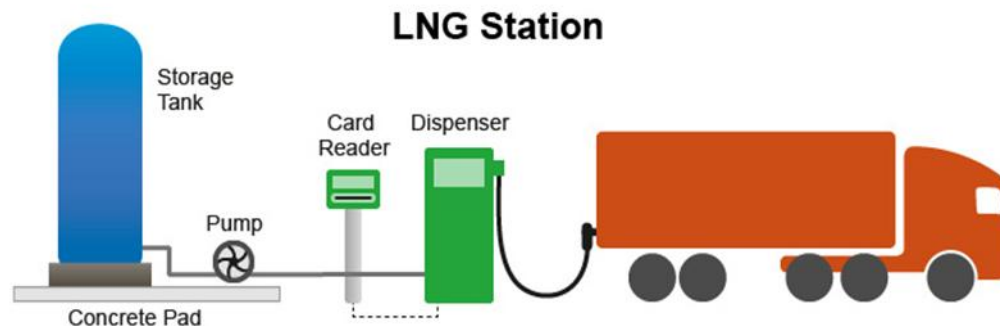
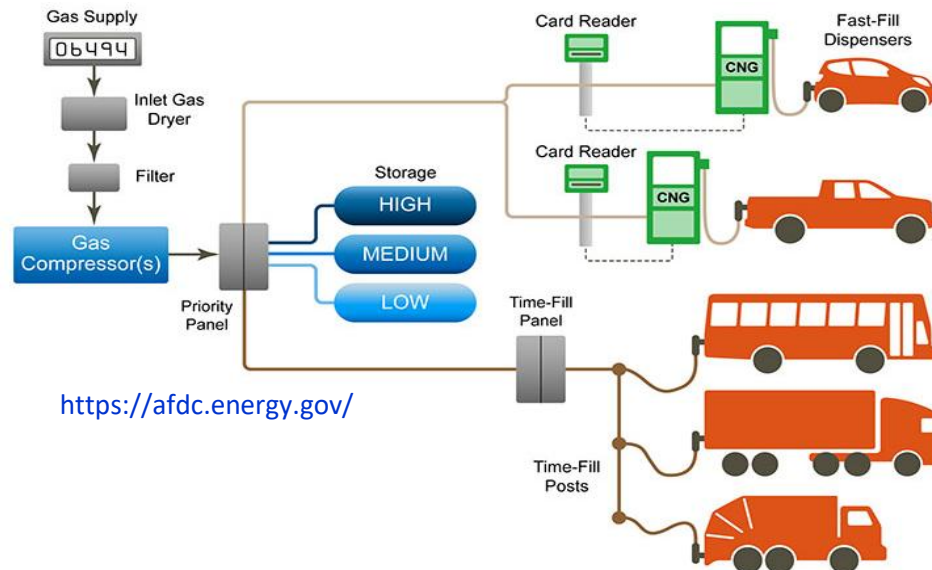
Готовий CNG зберігається в резервуарах під високим робочим тиском (30 МПа). Заправка- з резервуарів

«Повільна» заправка



Транспорт заправляється безпосередньо від компресора, а не від резервуарів високого тиску

Комбінована заправка



Автотранспорт, що працює на CNG та LNG



MANUFACTURER	IVECO	IVECO	IVECO
MODEL	DAILY	EUROCARGO	S-WAY
RANGE	350+1500 KM (CNG+PETROL)	400 KM (CNG)	600 KM (CNG) 1600 KM (LNG)
EFFECT	136 HP (350 NM)	204 HP (750 NM)	340-460 HP (1500-2000 NM)
MAX LOAD	2700 KG	9-16 TONS	18-32 TONS
NO OF PASSENGERS	2	1-2	1-2



MANUFACTURER	SCANIA	VOLVO	VOLVO
MODEL	R-SERIES	FE CNG	FM LNG
RANGE	800 KM (CNG) 1600 KM (LNG)	400 KM (CNG)	1000 KM (LNG)
EFFECT	280-460 HP (1350-2300 NM)	320 HP (1350 NM)	420-500 HP (2100-2500 NM)
MAX LOAD	16-74 TONS	18-32 TONS	18-74 TONS
NO OF PASSENGERS	1-2	2	1-2



Photo:Gustav Lindh.



Photo:Dan Boman.

MANUFACTURER	SCANIA	SCANIA	SCANIA
MODEL	G-SERIES	L-SERIES	P-SERIES
RANGE	800 KM (CNG) 1600 KM (LNG)	800 KM (CNG) 1600 KM (LNG)	800 KM (CNG) 1600 KM (LNG)
EFFECT	280-460 HP (1350-2300 NM)	280-410 HP (1350-2000 NM)	280-340 HP (1350-1600 NM)
MAX LOAD	16-74 TONS	16-32 TONS	16-32 TONS
NO OF PASSENGERS	1-2	1-2	1-2



Легкові автомобілі на метані

ŠKODA OCTAVIA G-TEC

Двигун 1.5 TSI потужністю 96 кВт (130 к.с.)

Витрата палива (за циклом WLTP):

Газ (CNG): 3,4–3,6 кг на 100 км

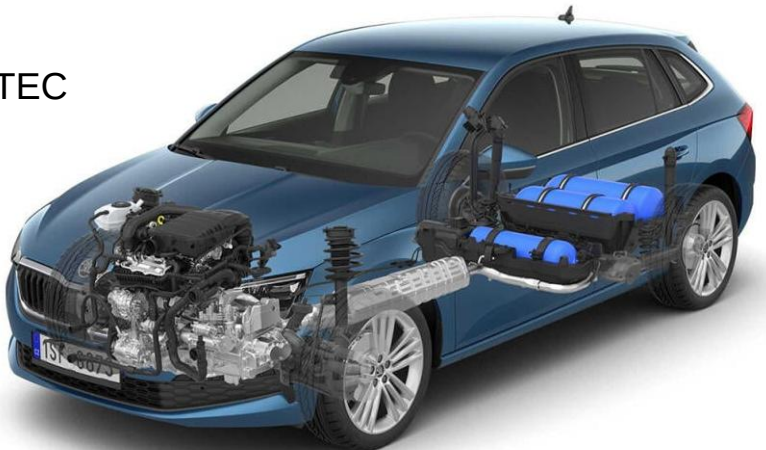
Бензин: 4,6 л на 100 км

Екологічність: Газове паливо згорає чистіше, що забезпечує зниження викидів CO₂ приблизно на **25%** у режимі CNG порівняно з бензином. Крім того, значно зменшуються викиди оксидів азоту (NOx) і повністю відсутня сажа.

Джерело: https://www.skoda-storyboard.com/en/press-releases/virtual-premiere-of-octavia-rs-and-octavia-scout/attachment/2-octavia_g-tec/



Škoda Kamiq G-TEC



Opel Combo Van
1.4 CNG Turbo

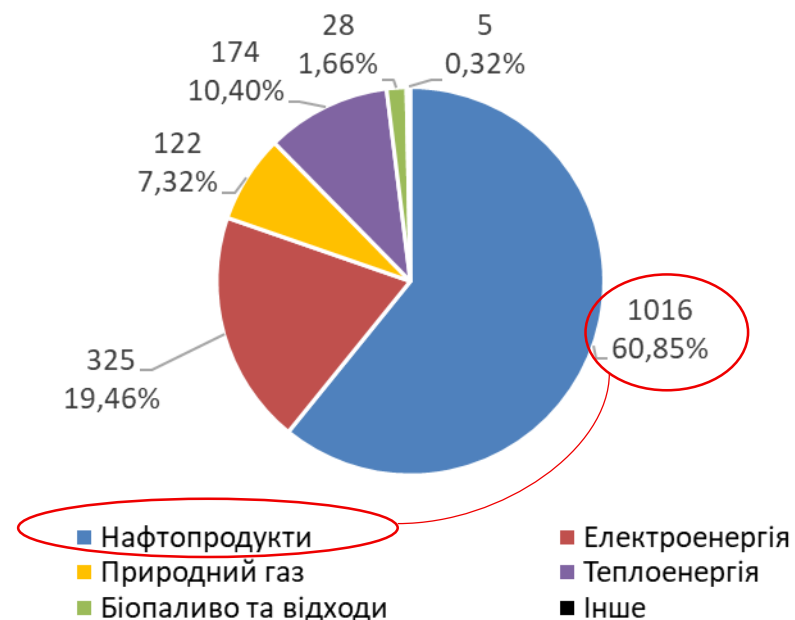


Кінцеве споживання палива та енергії в сільському господарстві України

У 2020 р. в Україні кінцеве споживання моторних палив склало **5156 тис. т дизельного палива**, із яких 3547 тис. т використано автомобільним транспортом, та **1691 тис. т бензину**. При цьому сільське господарство було одним із найбільших споживачів (понад 19% від загального обсягу дизпалива та 5% бензину).

Найменування	Од.	2016	2017	2018	2019	2020
Природний газ	ТДж	6449	6115	5684	4443	5682
Вугілля	тис. т	13	13	12	11	8
Брикети вугільні, торф	тис. т	1	1	1	2	2
Зріджений нафтовий газ (пропан, бутан)	тис. т	19	21	15	17	14
Газойль/дизель	тис. т	1378	1108	1130	1216	983
Мазути топкові	тис. т	1	1	2	-	0
Інші нафтопродукти	тис. т	3	1	2	-	-
Тверде біопаливо	ТДж	825	1063	1538	1156	1158
Електроенергія	ГВт·год	3513	3642	3868	3675	3777
Тепло	ТДж	10210	9114	9150	7854	7270

Структура споживання енергоресурсів, тис. т н.е.



Джерело: Енергетичні баланси України. Державна служба статистики України

Згідно даних Енергетичного балансу України за 2020 рік кінцеве річне споживання палива та енергії в сільському господарстві України склало **1669 тис. т н.е.**, у тому числі споживання нафтопродуктів – **1016 тис. т н.е.** (≈61%)

Викиди ПГ у транспортному секторі України у 2021 р.

МЛН Т CO_{2екв.}

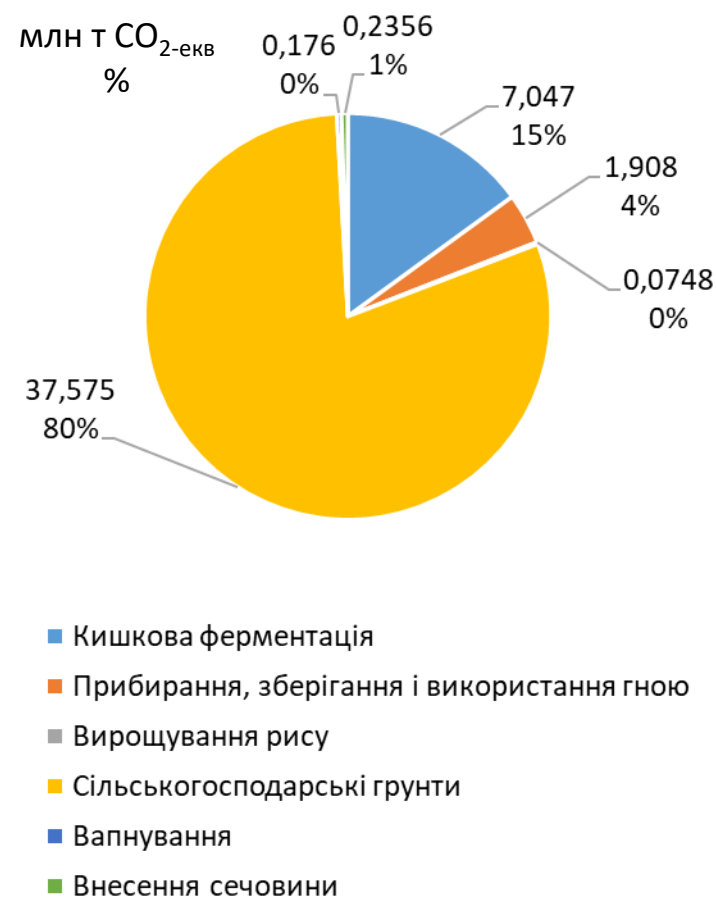
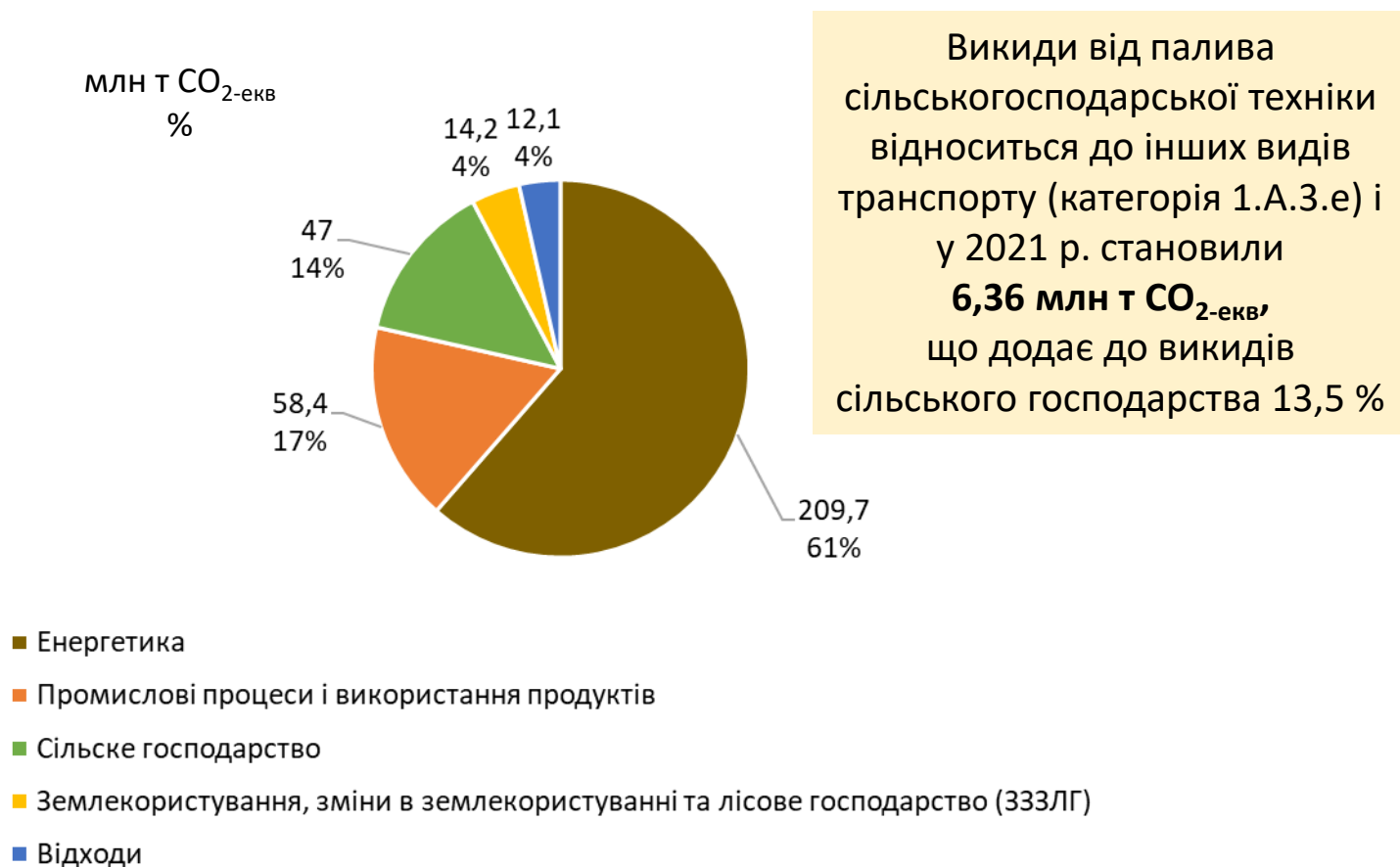
Категорія викидів	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>1.A.3 Загальний обсяг викидів від транспорту, включаючи:</i>	111,79	49,22	34,55	39,19	40,2	39,36	35,89	32,89	34,94	34,96	37,73	31,81	33,67
1.A.3.a Цивільна авіація	0,68	0,11	0,07	0,2	0,17	0,2	0,09	0,13	0,17	0,17	0,18	0,16	0,19
1.A.3.b Автомобільний транспорт	61,37	20,73	15,78	22,16	28,89	29.Січ	26,73	23,96	24,68	24,72	26,65	23,37	24,98
1.A.3.c Залізничний транспорт	3,83	1,32	1,39	0,88	0,55	0,38	0,45	0,47	0,56	0,57	0,59	0,42	0,42
1.A.3.d Водний транспорт	3,27	0,43	0,2	0,2	0,1	0,08	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
1.A.3.e Інші види транспорту	42,64	26,63	17,12	15,75	10,49	9,6	8,55	8,24	9,45	9,41	10,23	7,78	7,99

Джерело: Ukraine. 2023 National Inventory Report (NIR)

Викиди ПГ у сільському господарстві України у 2021 р.

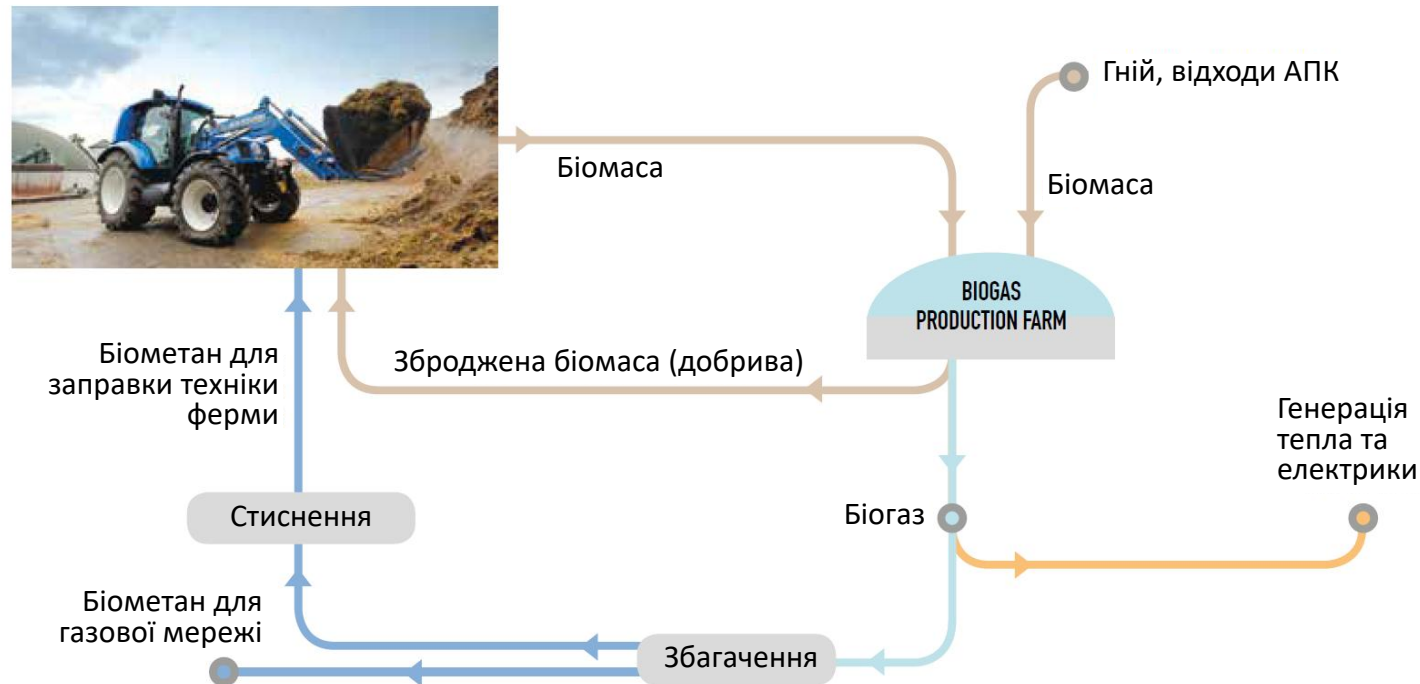
Всього у 2021 р. викидів ПГ із 333ЛГ 341,5 млн т CO_{2-екв},
із яких 58,4 млн т CO_{2-екв} (14%) сільське господарство

Всього у сільському господарстві у 2021 р.
уторено 47,0 млн т CO_{2-екв} викидів ПГ



Джерело: Ukraine. 2023 National Inventory Report (NIR)

Концепція виробництва і використання біометану на фермі



Джерело:

<https://www.consorziobiogas.it/wp-content/uploads/2018/04/T6-METHANE-POWER.pdf>



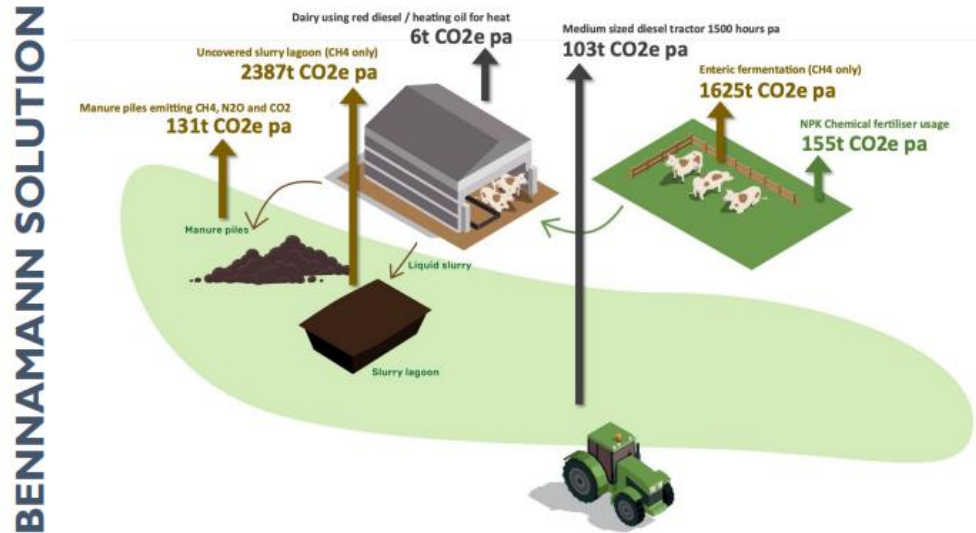
Компанія *Waitrose* використовує для заправки своїх тракторів біометан, вироблений з гною власної ферми на 500 корів у Leckford Estate у Великобританії. Система була створена енергетичною компанією *Bennamann* і допоможе *Waitrose* скоротити викиди вуглецю до 1300 т/рік, що є частиною **цілі з досягнення нульових викидів парникових газів до 2035 року.**



Джерело: <https://leckfordestate.co.uk/the-leckford-estate-on-the-journey-to-net-zero>

Негативний вуглецевий слід ферми

Емісія CO_{2екв} з Молочної ферми на 150 корів у Великобританії - **ДО**



Емісія CO_{2екв} з ферми
≈ 4400 т CO_{2екв}/рік

FARM CO_{2e} OUTPUT (kg CH ₄ GWP20 86kg CO _{2e})	~4400 tCO _{2e} pa
---	--------------------------------------



Скорочення емісій метану у CO_{2екв}
≈ 2500 т CO_{2екв}/рік

TOTAL METHANE CO_{2e} REDUCTION (86kg CO _{2e})	~2500 tCO _{2e} pa
--	--------------------------------------

+

Скорочення CO_{2екв} за рахунок використання метану
≈ 290 т CO_{2екв}/рік

CO_{2e} REDUCTION REUSING METHANE	~290 tCO _{2e} pa
--	-------------------------------------

Скорочення емісії CO_{2екв} з ферми на
≈ 65% (≈ 2800 т CO_{2екв}/рік)

TOTAL CO_{2e} REDUCTION (86kg CO _{2e})	~2800 tCO _{2e} pa
--	--------------------------------------



Вуглецевий слід
140 домогосподарств

Емісія CO_{2екв} з Молочної ферми на 150 корів у Великобританії - **ПІСЛЯ**



Скорочення CO_{2екв} за рахунок використання метану
≈ 290 т CO_{2екв}/рік

CO_{2e} REDUCTION REUSING METHANE	~290 tCO _{2e} pa
--	-------------------------------------

Скорочення емісії CO_{2екв} з ферми на
≈ 65% (≈ 2800 т CO_{2екв}/рік)

TOTAL CO_{2e} REDUCTION (86kg CO _{2e})	~2800 tCO _{2e} pa
--	--------------------------------------



Вуглецевий слід
140 домогосподарств

Джерело: <https://www.biogastradeshows.com/wp-content/uploads/2022/06/BENAMANN-GAS-UPGRADING-FOR-TRANSPORT-FINAL-14062022.pdf>

Трактор на стисненому метані (bio-CNG) New Holland T6.180 Methane Power

Компанія *New Holland* представила **серійний трактор Т6 з двигуном, який працює на 100% метані**, на виставці Agritechnica-2019.

Цей трактор має такі ж самі робочі характеристики, що й аналогічні трактори з дизельним двигуном: потужність у 180 к. с., крутний момент у 740 Нм і таку ж високу надійність, але його додатковою перевагою є 30% зниження експлуатаційних витрат.



Порівняння тракторів

Стандартний дизельний трактор

Потужність 180 к.с.

Крутний момент 740 Нм

Сервісні інтервали 750

FPT 6 Cylinder Engine

EC Transmission

Експлуатаційні витрати

Колісна база

Трактор на метані

Теж саме

Теж саме

600

Теж саме

Теж саме

Економія 30%

Теж саме

Модель	T6.180
New Holland двигун, розроблений FPT Industrial	6 циліндрів Nef, 6728 cm ³
Відповідає нормам щодо викидів двигунів	Stage V
Макс. ЕРМ потужність	129 кВт / 175 к.с.
Номінальна потужність	110 кВт / 150 к.с.
Номінальна частота обертання двигуна	2200 об/хв
Ємність баків метану (основний/допоміжний)	185 л / 270 л
Інтервал обслуговування	600 годин
Типова робоча вага	6290 кг / 6540 кг
Макс. допустима вага	10500 кг

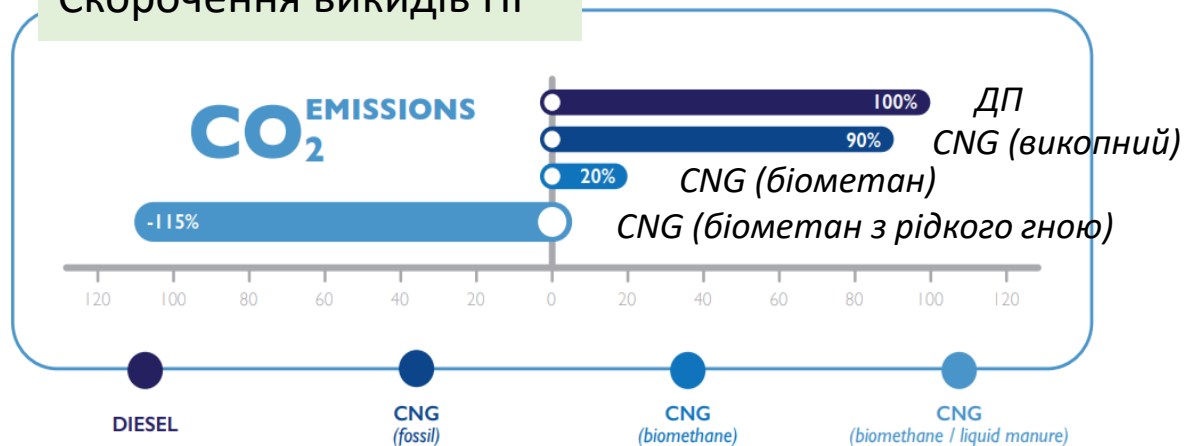
Джерело: <https://assets.cnhindustrial.com/nhag/eu/en-uk/assets/pdf/agricultural-tractors/t6-180-brochure-uk-en.pdf>

Трактор на метані New Holland T7.270 Methane Power

Модель	T7.270 Methane Power (CNG)
New Holland двигун, розроблений FPT Industrial	6 циліндрів Nef,
Відповідає нормам щодо викидів двигунів	Stage V з 3-компонентним каталізатором
Макс. ЕРМ потужність	199 кВт / 270 к.с.
Макс. крутний момент	1148 Нм@1500 об/хв
Номінальна частота обертання двигуна	2200 об/хв
Ємність баків метану	660 л
Інтервал обслуговування	750 годин
Макс. допустима вага	15000 кг



Скорочення викидів ПГ



New Holland представив на Agritechnica 2023 новий метановий трактор **T7.270 Methane Power (LNG)**, що працює і на **зрідженому природному газі (bio-LNG)**, потужністю 270 к. с. Цей трактор має подвоєну автономність порівняно з конструкцією T6 Methane Power CNG. Із додатковим баком Range Extender загальний об'єм становить до 1106 л (204,1 кг), що забезпечує до 11 годин роботи в транспортному режимі. Поставки перших серійних T7.270 Methane Power у Європі заплановані на весну 2026 року.

Джерело: <https://agriculture.newholland.com/en-gb/europe/products/agricultural-tractors/t7-270-methane-power-with-plm-intelligence>

Трактор на біометані Auga M1 Hybrid tractor

Auga M1 Hybrid tractor розроблено і зібрано у Литві агрокомпанією AUGA Group, що обробляє 38000 га с.-г. угідь. Цей трактор потужністю 500 к.с. з чотирма великими колесами оснащений двигуном на метані і електроприводом. Auga M1 Hybrid tractor здатний безперервно працювати до 12 годин. У порівнянні з дизельними аналогами один такий трактор зменшує викиди вуглекислого газу до 114 тонн на рік, свідчать дані AUGA Group.



Джерело: <https://auga.lt/en/media/auga-group-presents-the-first-batch-of-the-auga-m1-hybrid-tractor/>

Посилання на відео: <https://youtu.be/nV--oKGwEU>

Комплекти для переобладнання техніки на газ

Способи перевodu дизельних двигунів на газове паливо:

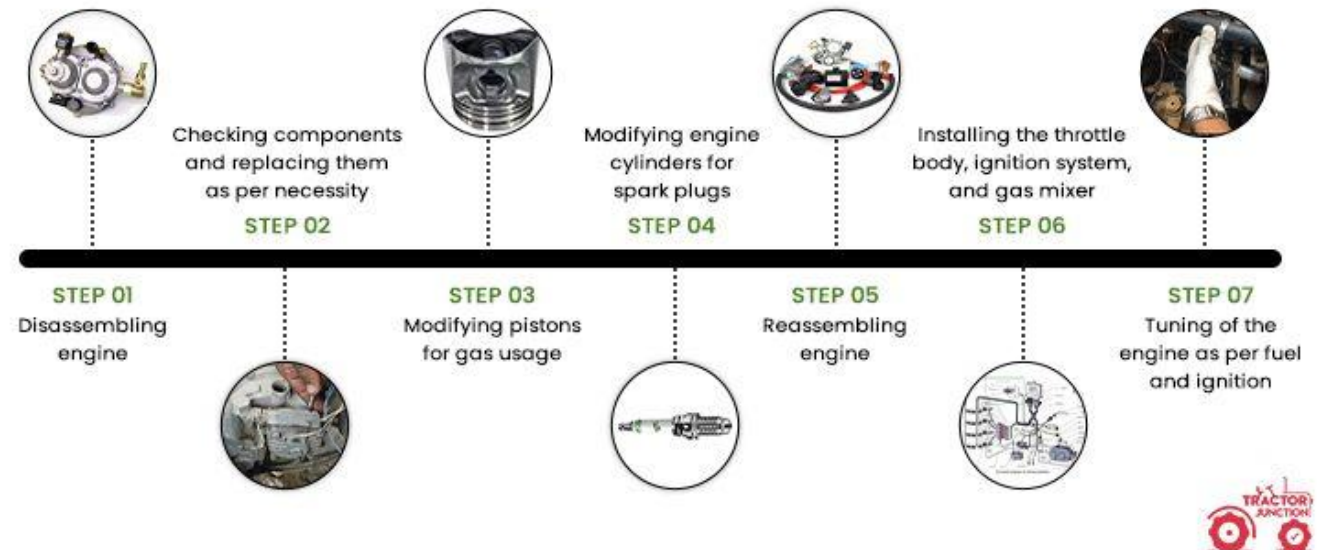
1. Конвертація дизельного двигуна в двигун внутрішнього згорання із займанням газоповітряної суміші від іскри (повне заміщення палива). Цей спосіб досить радикальний і пов'язаний зі значною зміною конструкції базового двигуна. При цьому з двигуна демонтують дизельну паливну апаратуру, зменшують ступінь стискування до 11-14 одиниць, встановлюють систему запалення, подачі газу і газові балони.
2. Використання газодизельного режиму, в якому у двигун подають два палива - основне дизельне (але в меншій кількості, ніж у базовому), додаткове - газове (паливо для заміщення). На двигун встановлюється система подачі газу, монтуються необхідні датчики, встановлюються вприскуючий редуктор, газові електромагнітні форсунки. Для нових тракторів співвідношення витрат палива становить приблизно 20% дизпаливо і 80% газ; для вживаних - 30% і 70% відповідно.

Джерела:

https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%95%D0%A0%D0%A2%D0%97/Gazodizel_0.pdf; <https://www.tractorjunction.com/blog/cng-kit-in-tractors/>



Етапи встановлення комплектів CNG на тракторах



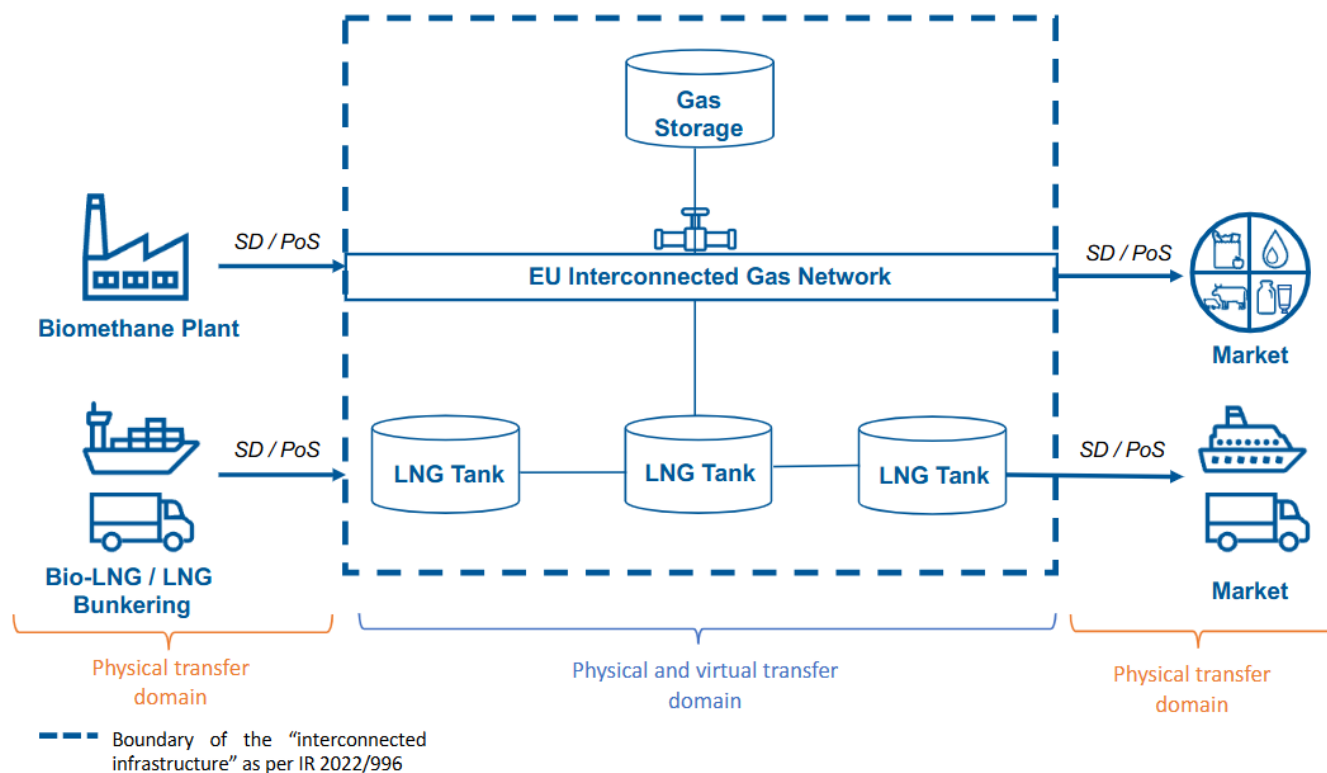
ТЕО впровадження тракторів на Bio-CNG та Bio-LNG

Найменування параметру	Од. вимір.	CNG Ukravtogaz	ПГ у CNG	Bio-CNG
Річне завантаження трактора	год/рік	1500		
Трактор на дизпаливі				
Питоме споживання дизпалива	л/год	17,5		
AdBlue	л/год	1,2		
Ціна дизпалива	євро/л без ПДВ	0,96		
Ціна AdBlue	євро/л без ПДВ	0,52		
Річне споживання дизельного палива	л/рік	26250,0		
Річна вартість палива + AdBlue	євро	26192,3		
Трактор на метані				
Питоме споживання СПГ	кг/год	13,5		13,69
Річне споживання СПГ	кг	20250,0		20532,3
Ціна метану	євро/тис. м³ без ПДВ	651,5	449,8	750,0
Ціна CNG	євро/кг без ПДВ	0,91	0,63	1,02
Додаткові витрати на CNG	євро/кг без ПДВ	-	0,10	
Річна вартість CNG	євро	18400,1	14781,0	23071,6
Скорочення витрат на СПГ порівняно із дизпаливом	євро	7792,2	11411,3	3120,7
Розмір скорочення у %	%	29,8%	43,6%	11,9%

Джерело: New Holland T6.180 Dynamic Command. DLG test report

https://pruefberichte.dlg.org/filestorage/PowerMix_Datenblatt_NH_T6_180_Dynamic_Command_EN_V3.pdf

Принцип масового балансу для біометану



Європейський Союз має взаємопов'язану газову мережу, що функціонує як єдина **система масового балансу**, відповідно до Імплементаційного Регламенту 2022/996 (ІР, Стаття 19, 2.(d)). Вона охоплює газопроводи низького та високого тиску, термінали **LNG** та сховища, і все це перебуває під регуляторним наглядом.

Межі масового балансу взаємопов'язаної газової мережі ЄС охоплюють як **фізичний**, так і **віртуальний домен передачі**. **Фізичний домен передачі** включає всі обліковані точки закачування та відбору, де **біометан**, у газоподібній або рідкій формі, входить або виходить із взаємопов'язаної інфраструктури. У цих точках можна спостерігати **фізичний потік сталих молекул**. Щойно **біометан** фізично надходить до мережі, він вважається частиною спільного сховища взаємопов'язаної газової мережі ЄС і може **віртуально продаватися** в межах **доміну передачі**. Право власності на біометан передається на **віртуальній основі** і має завжди супроводжуватися відповідним **Підтвердженням сталості (PoS)** для забезпечення **відстежуваності**.

UABIO

Дякую за увагу!

Біоенергетична асоціація України
uabio.org

e-mail: oliinyk@uabio.org
dragnev@uabio.org