



Government of the Netherlands

UABIO

*Тренінг з питань скорочення викидів
парникових газів*

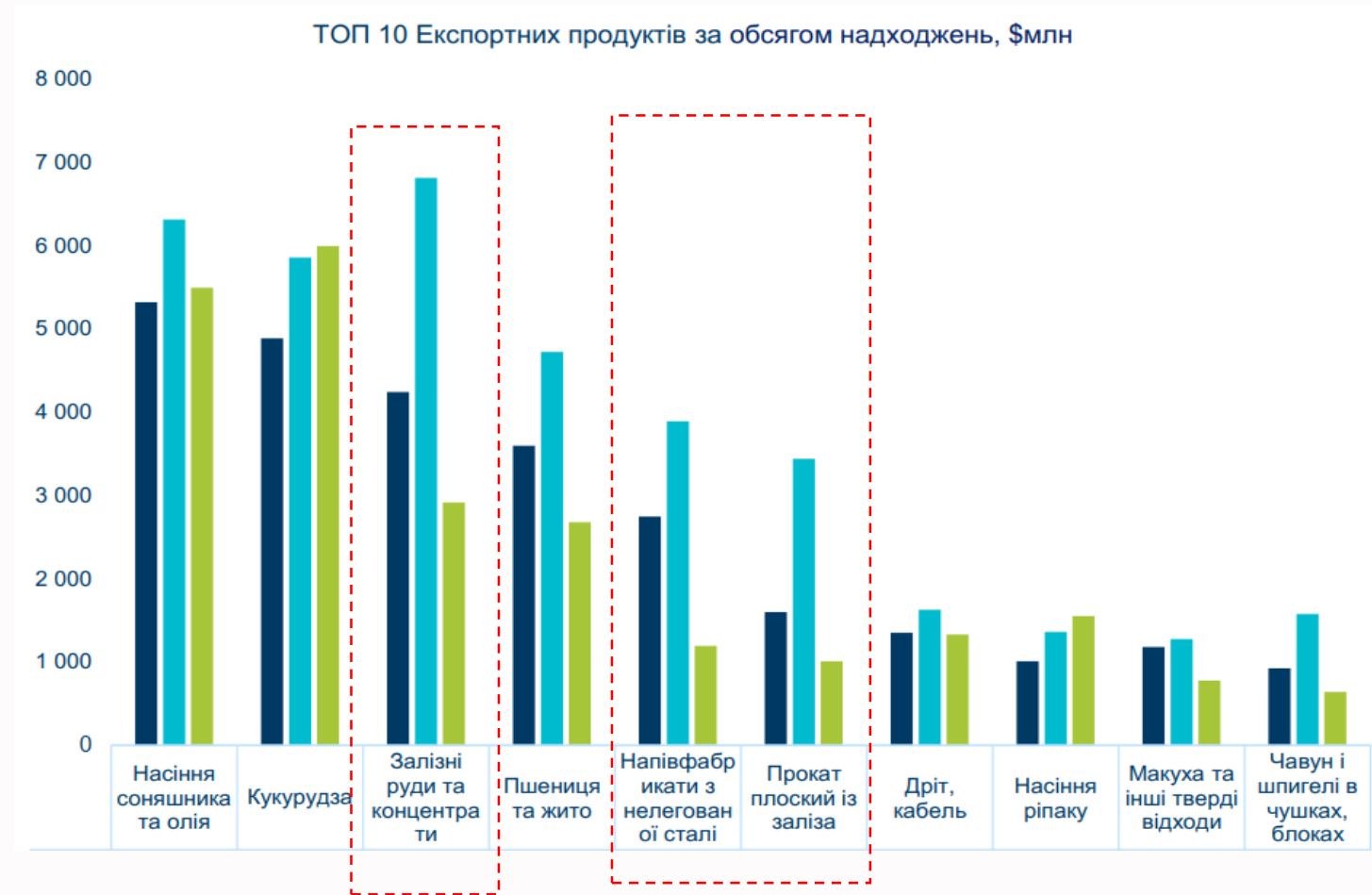
Декарбонізація в металургії і шляхи «зеленого» переходу.

Євген Олійник,
експерт ГС «Біоенергетична
асоціація України»

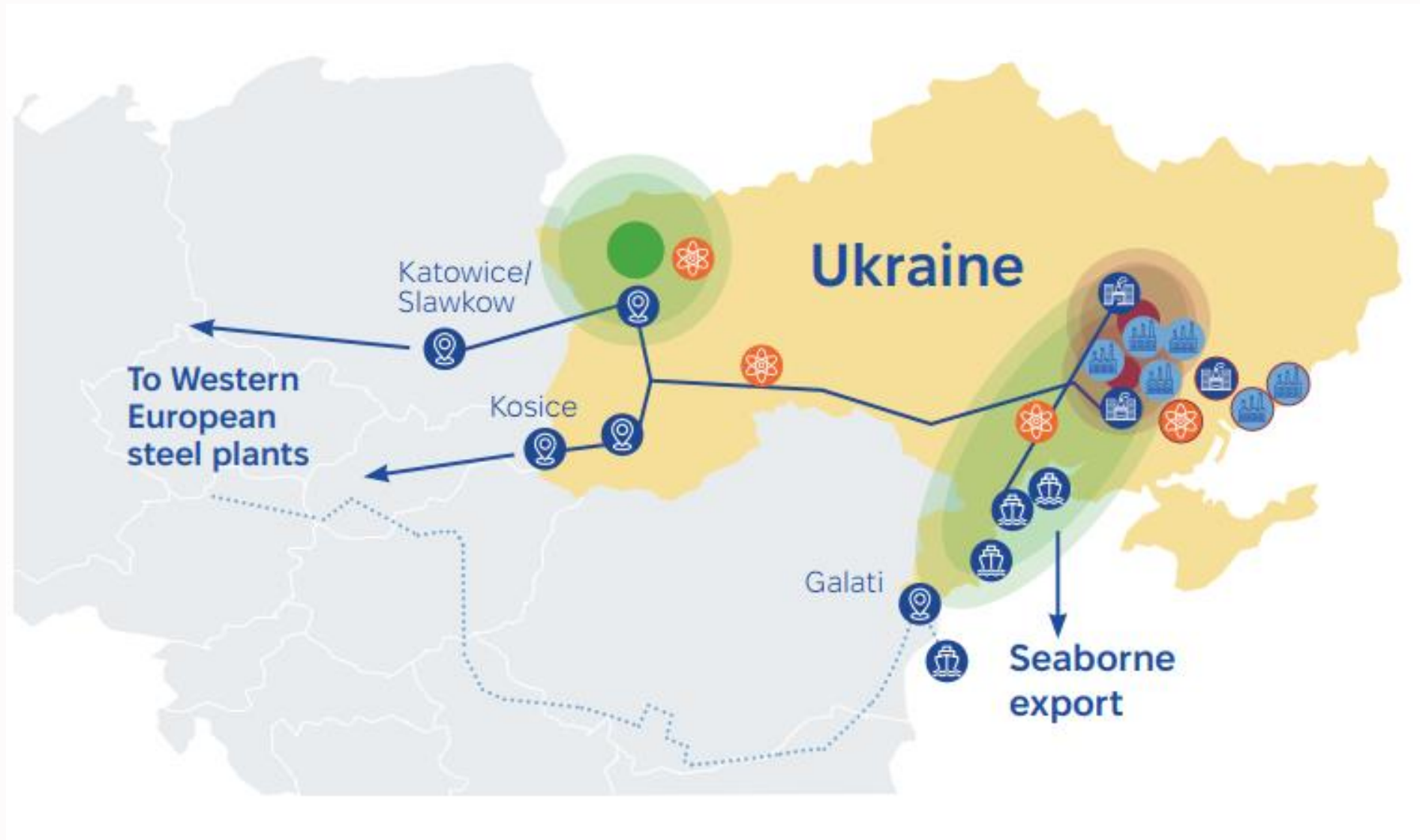


Металургійний сектор України

- Україна входила до числа 20 найбільших виробників металургійної продукції
- Україна входила в ТОП 15 країн експортерів металургійної продукції, сталі, чавуну та прокату
- Металургія займає одне із ключових місць в структурі економіки, 10% ВВП
- Чисельність працівників у 2021 році – 530 тис. чол.
- Частка національних викидів парникових газів – 15% у 2020 році



Металургійний сектор України. Ключові переваги



Металургія, виробництво чавуну і сталі

На території України сформувалося три райони чорної металургії:

Приазовський:

- Маріуполь

Донецький:

- Донецьк
- Макіївка
- Костянтинівка
- Краматорськ
- Єнакієво

Придніпровський:

- Дніпро
- Кам'янське
- Запоріжжя
- Кривий Ріг
- Нікополь
- Новомосковськ (Самар)

Типи металургійних заводів:

- інтегровані повного циклу (добича руди та її збагачення, виробництво коксу, виробництво чавуну-сталі, виробництво металопрокату)
- переробні підприємства з виробництва сталі з металобрухту і металопрокату
- переробні підприємства з виробництва електросталі
- прокатні і трубопрокатні заводи
- феросплавні заводи (виробництво розкислювачів)



Металургія, виробництво чавуну і сталі

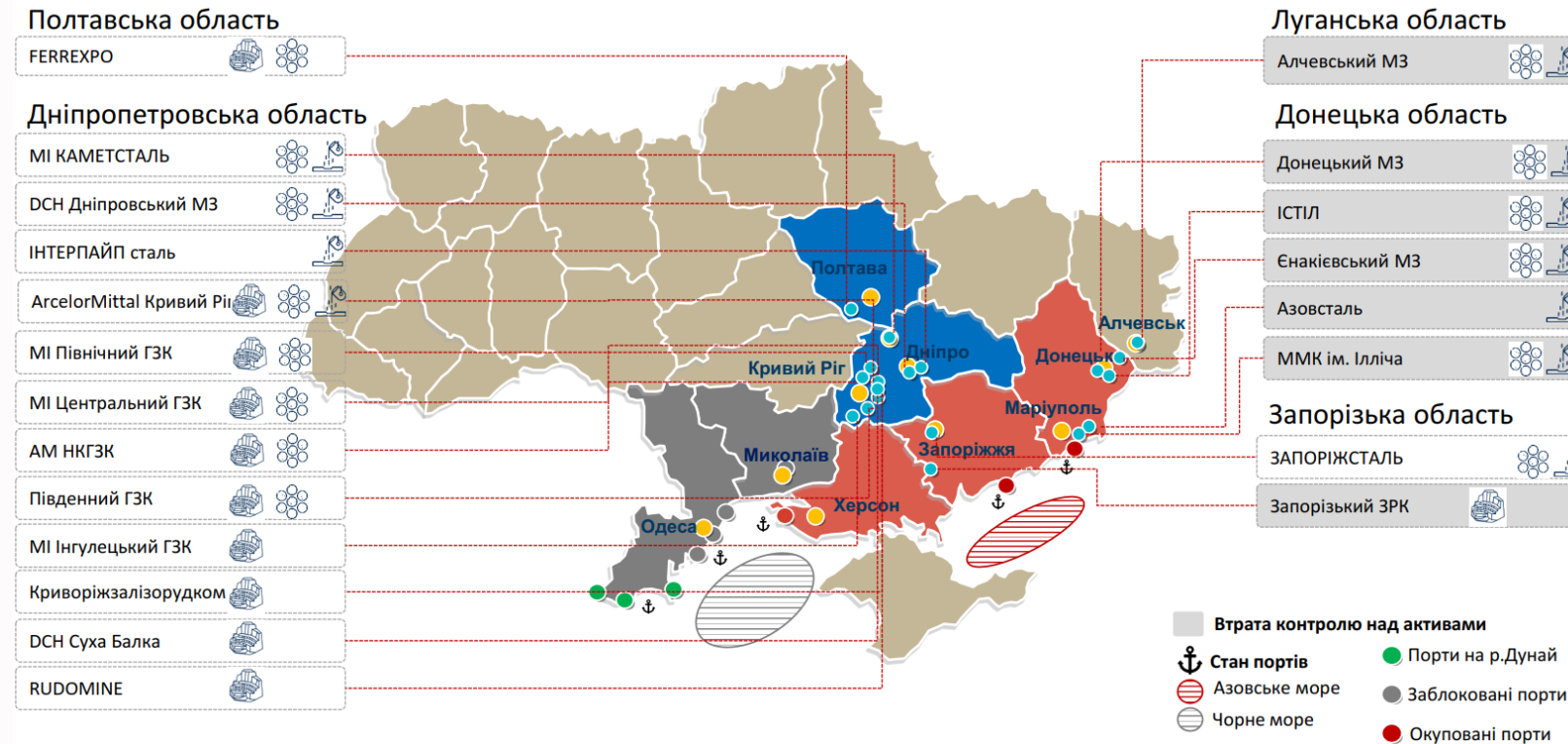
Україна втратила контроль над 50% потужностей виробництва сталі приблизно, та можливість виробляти широку номенклатуру продукції:
- сляби, чавун, тонколистий та товстолистий прокат, фасонний прокат, оцинкований прокат, холодно-катаний прокат та ін

Виробництво чавуну:

- 5.5 млн т (АЗСТ) + 4.3 млн т (ММКІ)

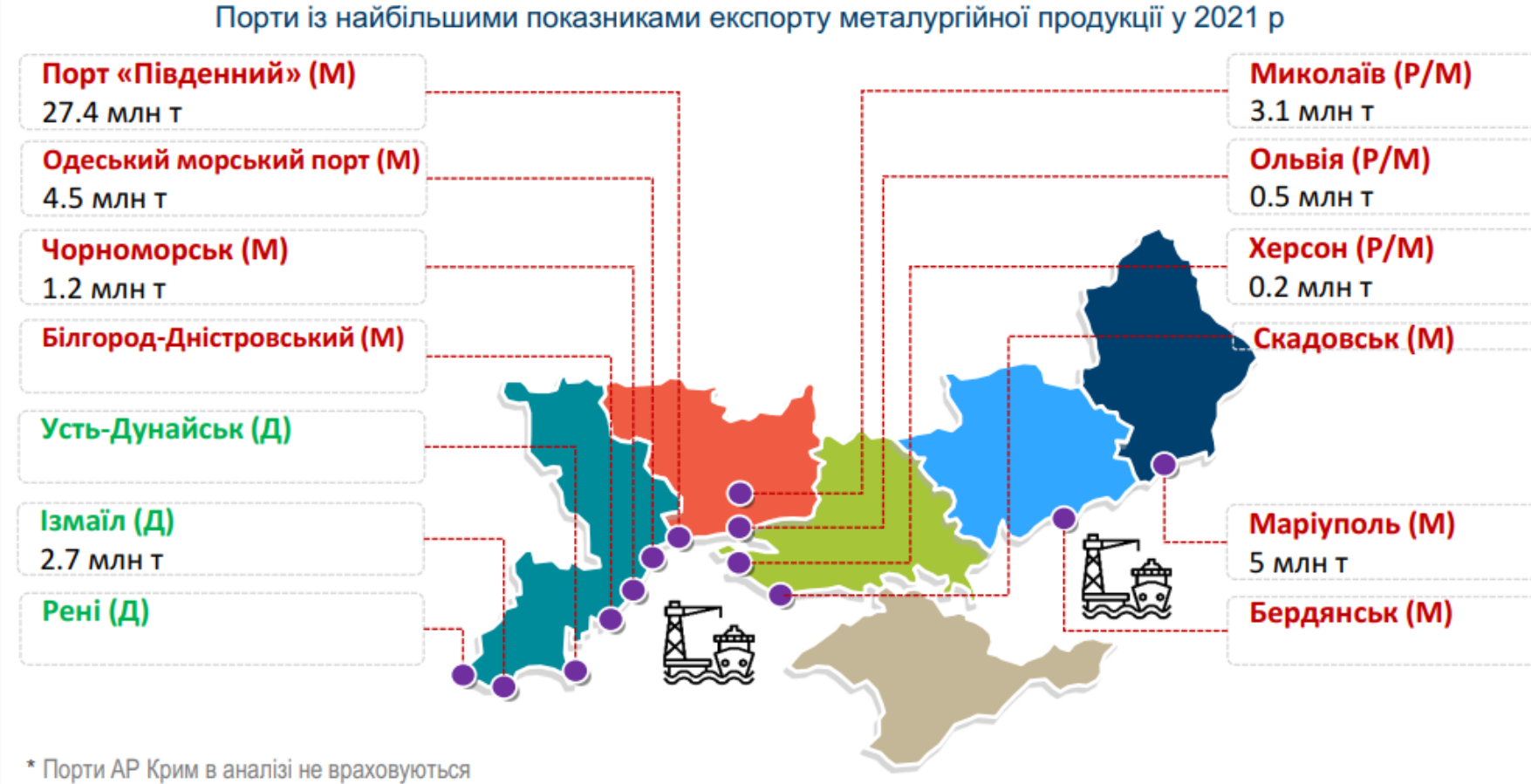
Виробництво сталі :

- 6.6 млн т (АЗСТ) + 3.7 млн.т (ММКІ)



Вплив блокади морських шляхів на експорт-імпорт

- Перевезення морським транспортом складало 60% залізної руди і 80% чавуну та сталі
- Блокування портів Азовського та Чорного морів
- Щомісячні втрати від заблокованих портів складають приблизно \$700 млн



Товари металургії, охоплені СВАМ

Категорія товарів	Код КН	Опис
Агломерова на руда	2601 12 00	Агломеровані залізні руди та концентрати: - 2601 12 00 10 котуни з руди залізної - 2601 12 00 90 інші
Чавун	7201	Чавун та дзеркальний чавун у чушках, блоках або інших первинних формах: - - - [7201 10 1] з масовою часткою марганцю не менш як 0,4 %: - - - - 7201 10 11 00 з масовою часткою кремнію 1 % або менше - - - - 7201 10 19 00 з масовою часткою кремнію понад 1 % - - - 7201 10 30 00 з масовою часткою марганцю понад 0,1 %, але не більш як 0,4 % - - - 7201 10 90 00 з масовою часткою марганцю менш як 0,1 % - 7201 20 00 00 чавун переробний нелегований з масовою часткою фосфору понад 0,5 % - 7201 50 чавун переробний легований; чавун дзеркальний: - 7201 50 10 00 чавун переробний легований з масовою часткою титану понад 0,3 %, але не більш як 1 %, і ванадію понад 0,5 %, але не більш як 1 % - 7201 50 90 00 інший
	7205	Гранули та порошки з переробного та дзеркального чавуну, чорних металів: 7205 10 00 00 гранули [7205 2] порошки: 7205 21 00 00 з легованої сталі 7205 29 00 00 інші

Товари металургії, охоплені СВAM

Категорія товарів	Код КН	Опис
Феросплави	7202 1 7202 4 7202 6	Феромарганець (FeMn) Ферохром (FeCr) Феронікель (FeNi)
Залізо прямого відновлення (DRI)	7203	Продукти прямого відновлення залізної руди та інші губчасті залізні матеріали у шматках, котунах або подібних формах; залізо, яке має мінімальну чистоту за масою 99,94 % у шматках, котунах або подібних формах: 7203 10 00 00 продукти прямого відновлення залізної руди 7203 90 00 00 інші
Нерафінована сталь	7206 7207 7218 7224	Залізо та нелегована сталь у зливках або інших первинних формах (за винятком заліза товарної позиції 7203) Напівфабрикати із заліза або нелегованої сталі Неіржавна сталь у зливках або інших первинних формах; напівфабрикати з неіржавної сталі Інша легована сталь у зливках або інших первинних формах; напівфабрикати з іншої легованої сталі

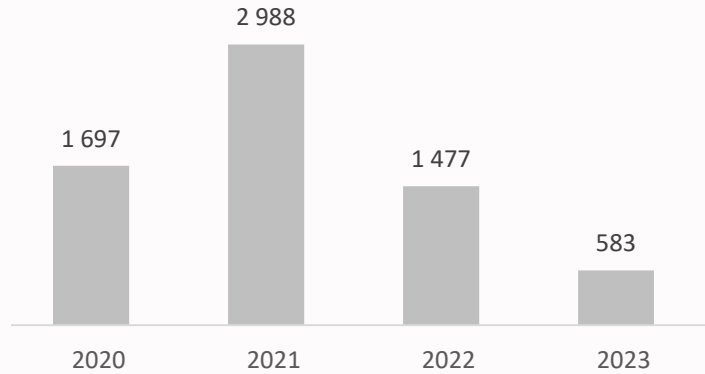
Товари металургії, охоплені СВАМ

Категорія товарів	Код КН	Опис
Вироби із заліза або сталі	7205, 7208—7217 7219—7223 7225—7229 7301—7311 7318 і 7326	<ul style="list-style-type: none"> - гранули та порошки із чавуну, дзеркального чавуну, заліза або сталі (якщо не охоплені категорією чавуну) - плоский прокат із заліза або нелегованої сталі, із покриттям або без покриття - прутки та стрижні із заліза або нелегованої сталі - кутники, профілі та відрізки із заліза або нелегованої сталі - дріт із заліза або нелегованої сталі - шпунтові палі - рейки залізничні - труби сталеві і чавунні - фітинги для труб (наприклад, муфти, коліна, втулки) - конструкції із заліза або сталі - резервуари, цистерни, баки та подібні ємності для будь-яких матеріалів (крім стисненого або зрідженого газу) з заліза або сталі місткістю понад 300 л - цистерни, баки, бочки, бідони, ящики та подібні ємності для будь-яких матеріалів (крім стисненого або зрідженого газу) з заліза або сталі місткістю не більше 300 л, - контейнери для стисненого або зрідженого газу з заліза або сталі - гвинти, болти, гайки, шурупи, гвинтові гаки, заклепки, шплінти, шпильки, шайби (включаючи пружинні шайби) та подібні вироби із заліза або сталі - інші вироби з заліза або сталі

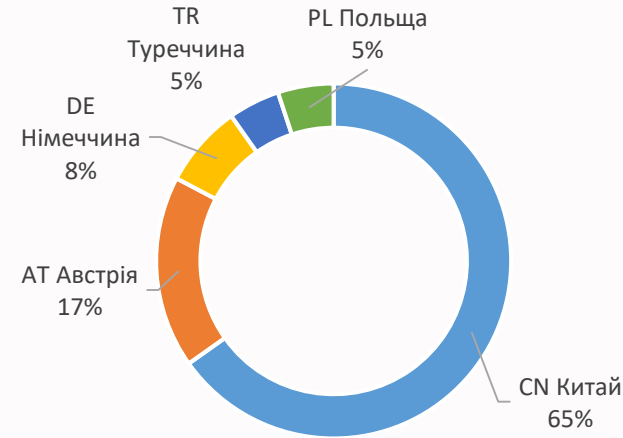
Експорт агломерованої руди

ТОП 5

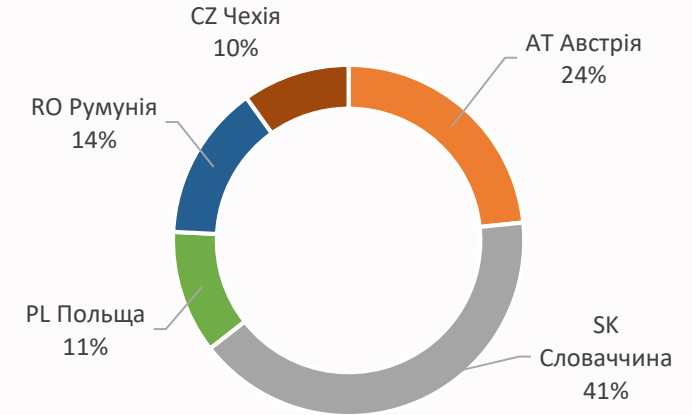
Обсяг експорту, млн USD



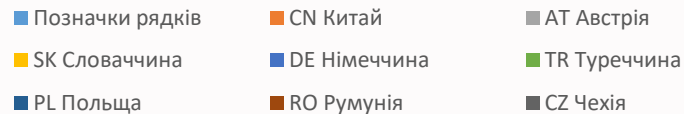
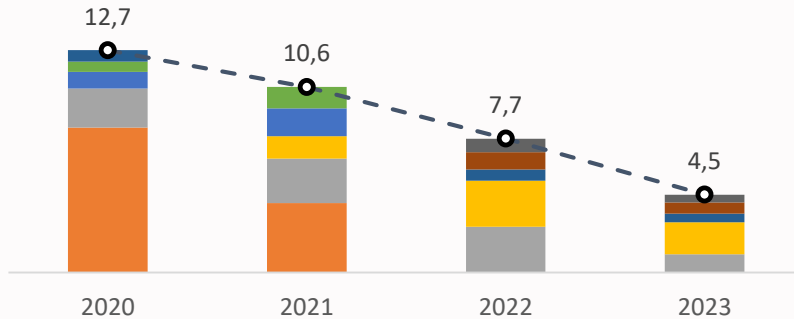
Структура експорту 2020, %



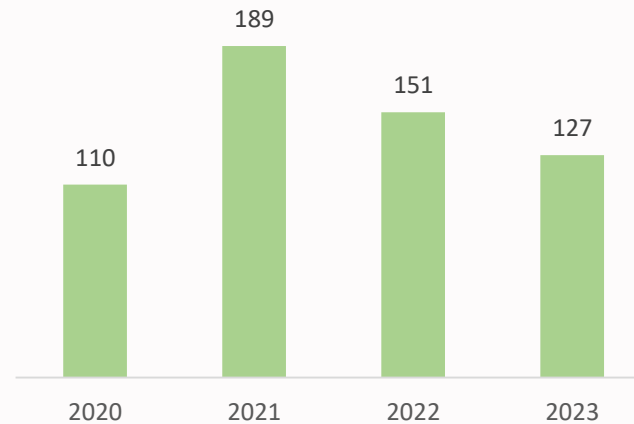
Структура експорту 2023, %



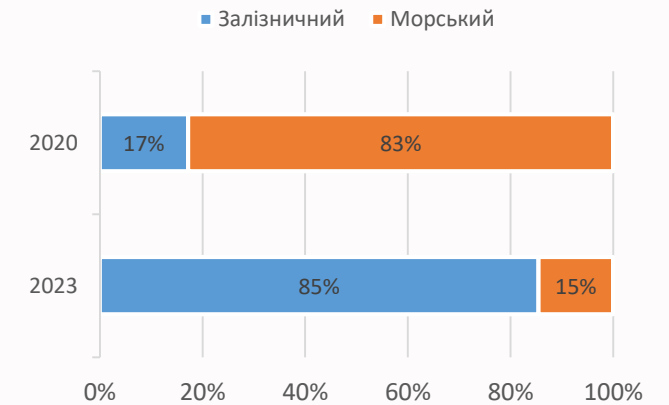
Експорт руди, млн. т



Митна вартість, USD/т

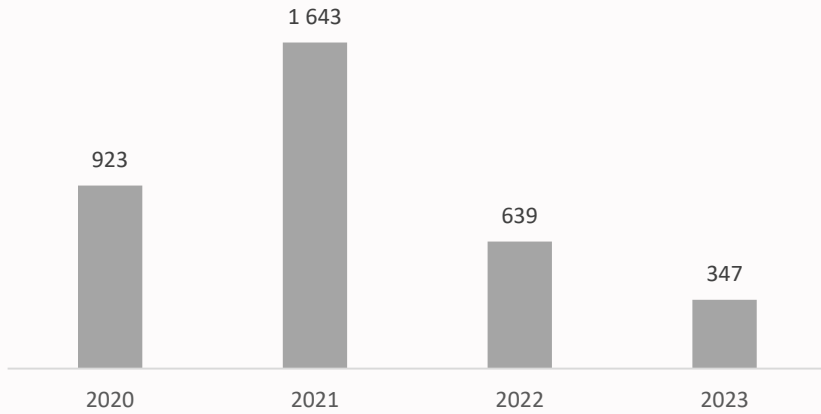


Транспорт

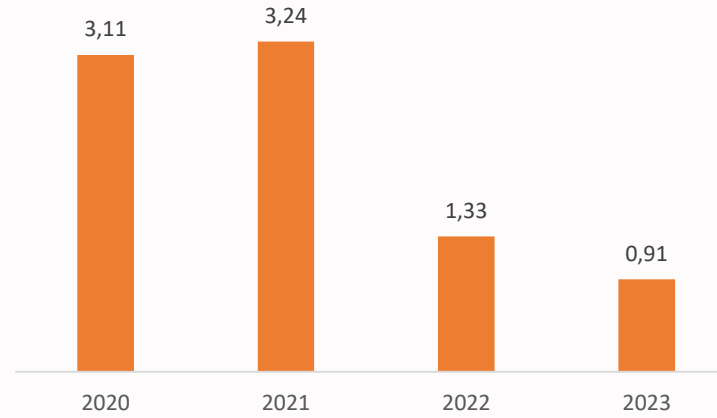


Експорт чавуну

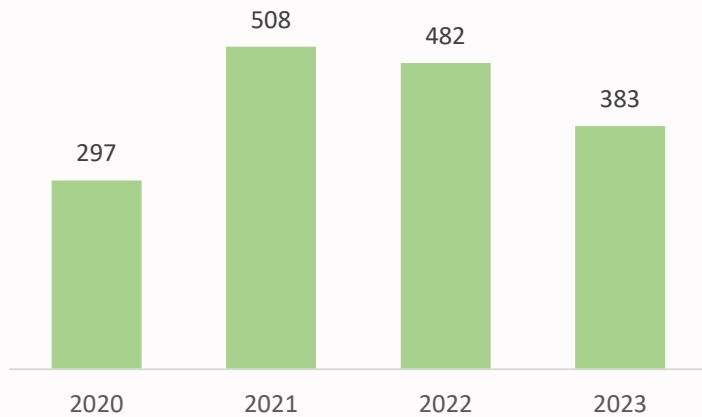
Обсяг експорту, млн USD



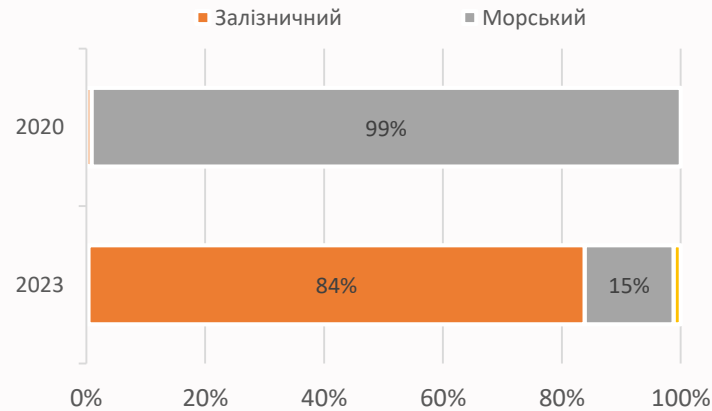
Експорт чавуну, млн т



Митна вартість, USD/т

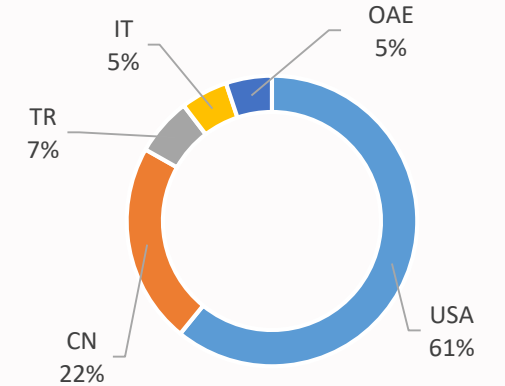


Транспорт

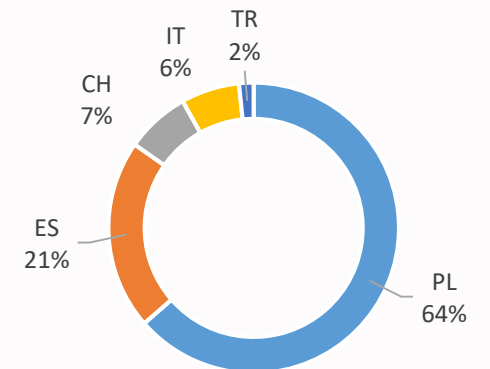


ТОП 5

Структура експорту чавуну 2020, %

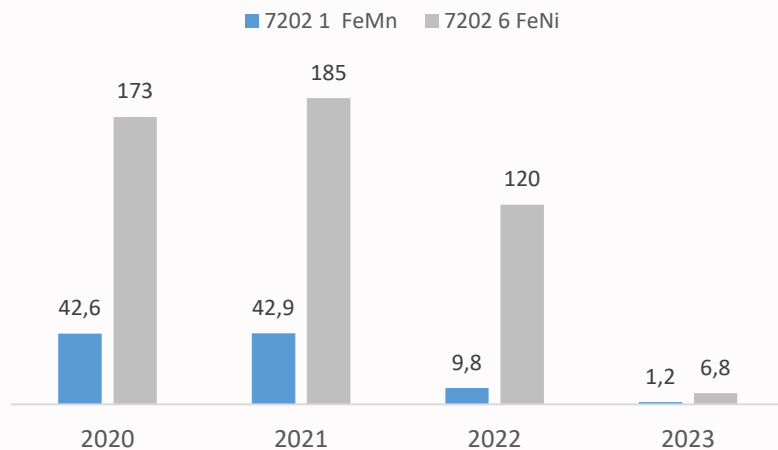


Структура експорту чавуну 2023, %

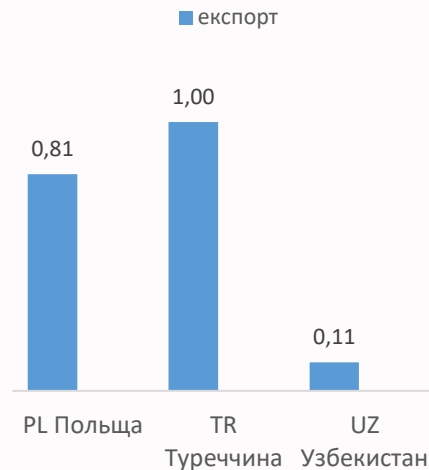


Експорт-імпорт феросплавів за 2023 р

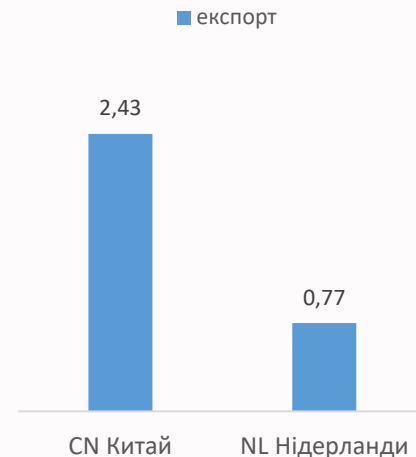
Обсяг експорту, млн USD



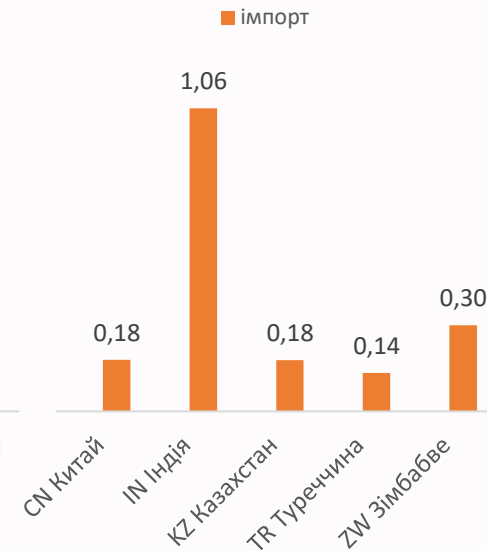
FeMn, тис. т



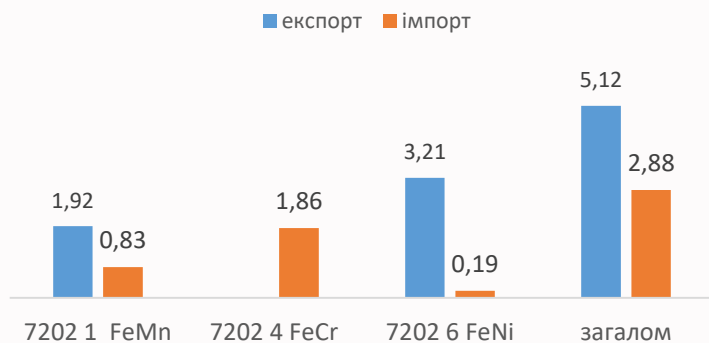
FeNi, тис. т



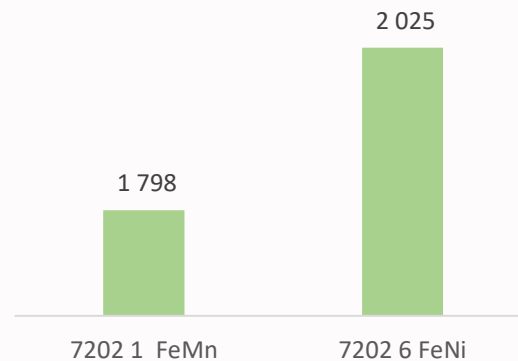
FeCr, тис. т



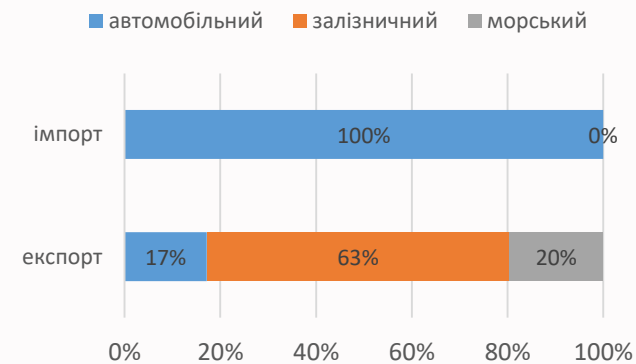
Експорт-імпорт феросплавів, тис. т



Митна вартість, USD/т



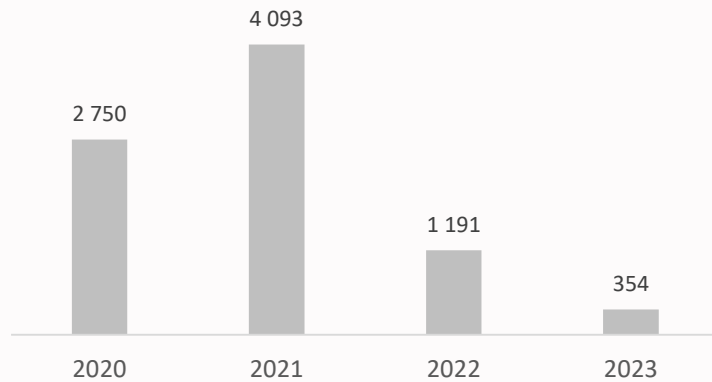
Транспорт



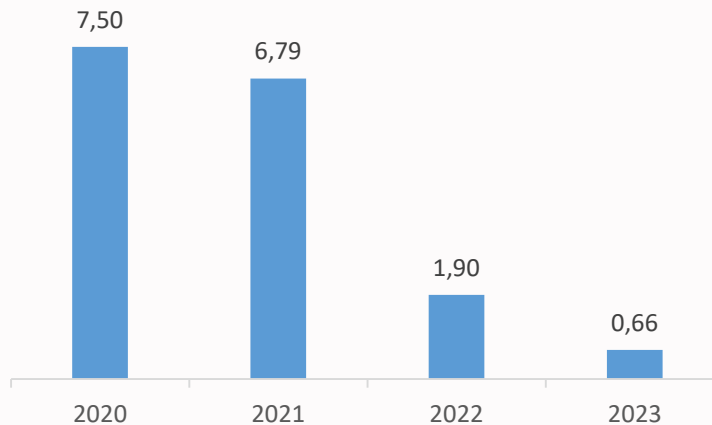
Експорт сталі нерафінованої

7207 — напівфабрикати із заліза або нелегованої сталі

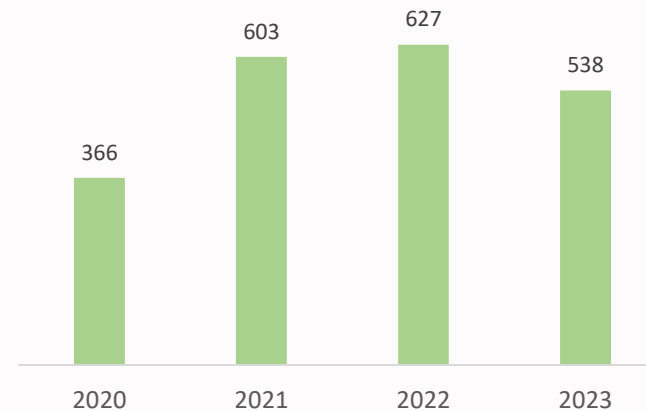
Обсяг експорту, млн USD



Експорт, млн т

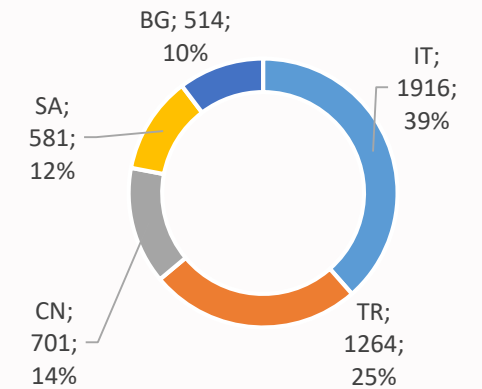


Митна вартість, USD/т

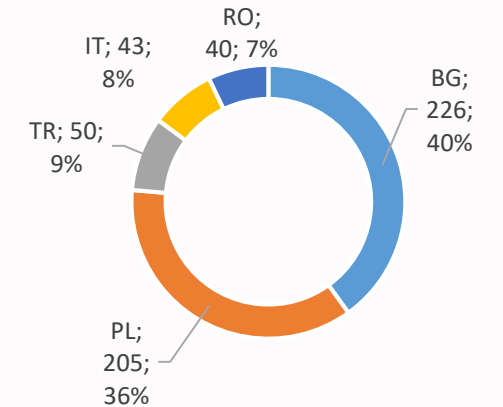


ТОП 5 по 7207

Структура експорту 2020, тис. т, %

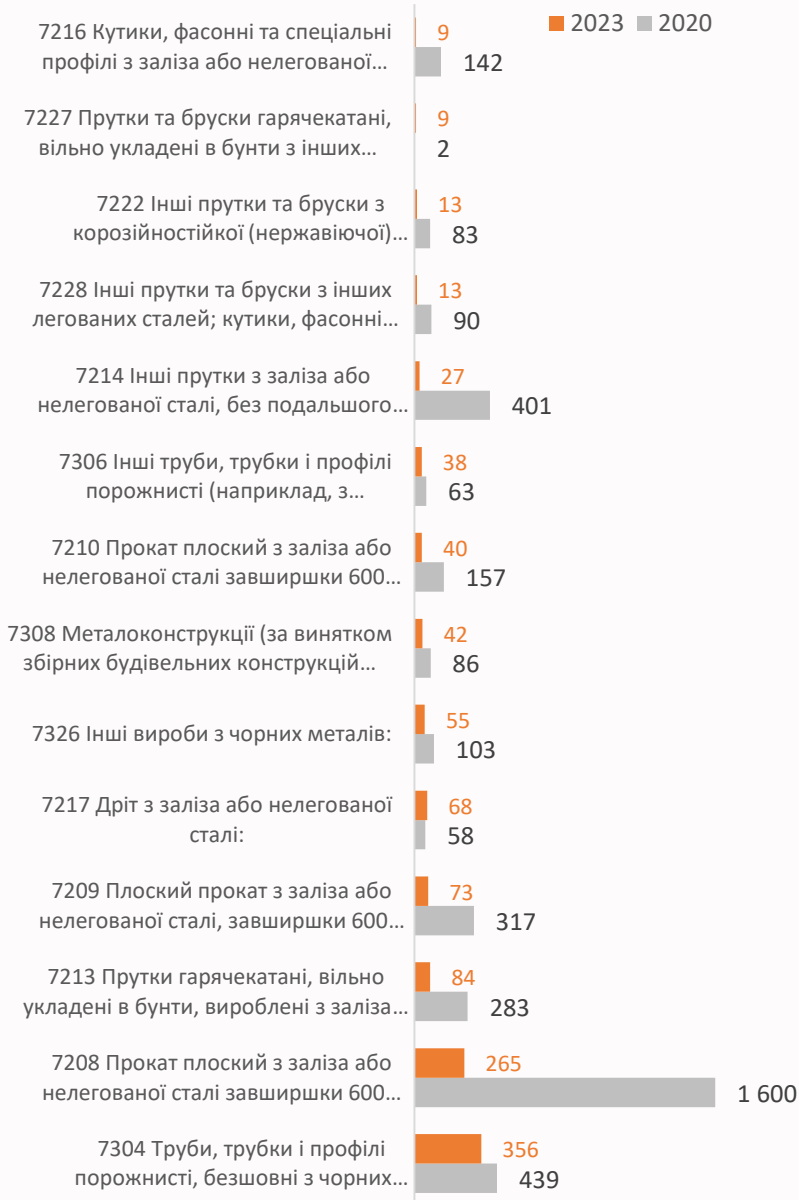


Структура експорту 2023, тис. т, %

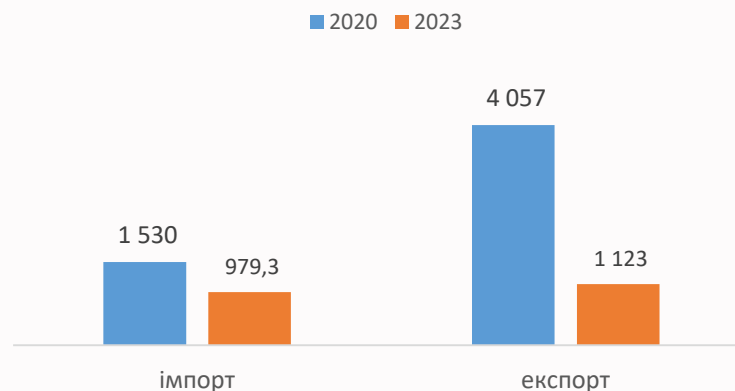


Експорт-імпорт виробів з заліза або сталі у 2023 р

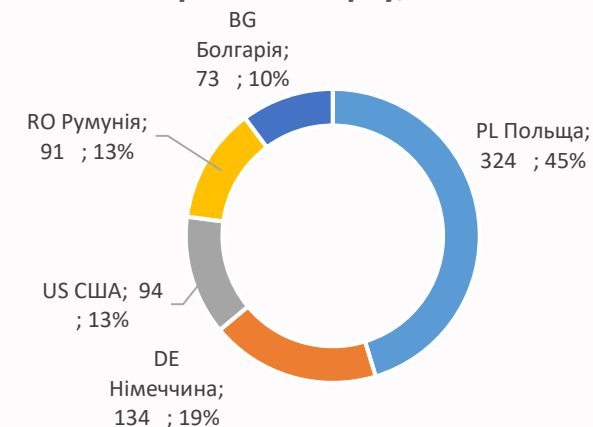
Обсяг експорту, млн USD



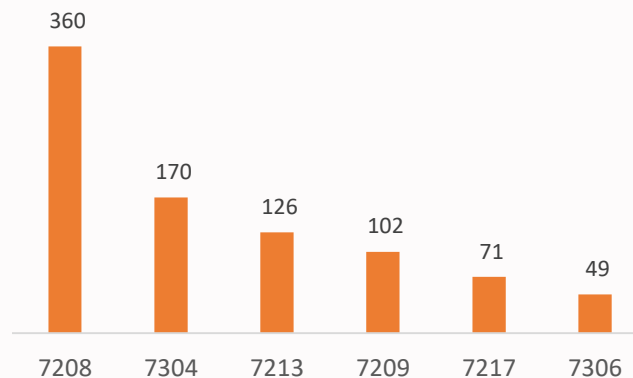
Обсяг імпорту-експорту, млн USD



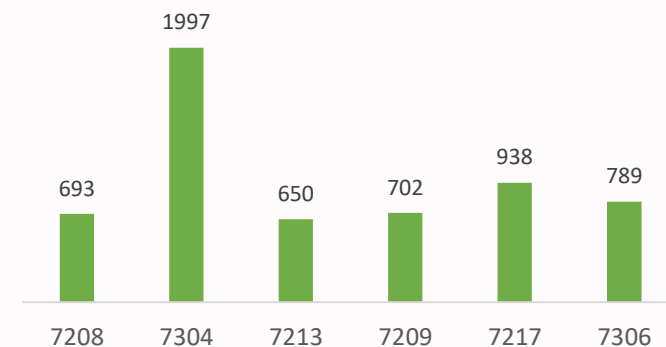
ТОП 5 країн експорту, млн USD



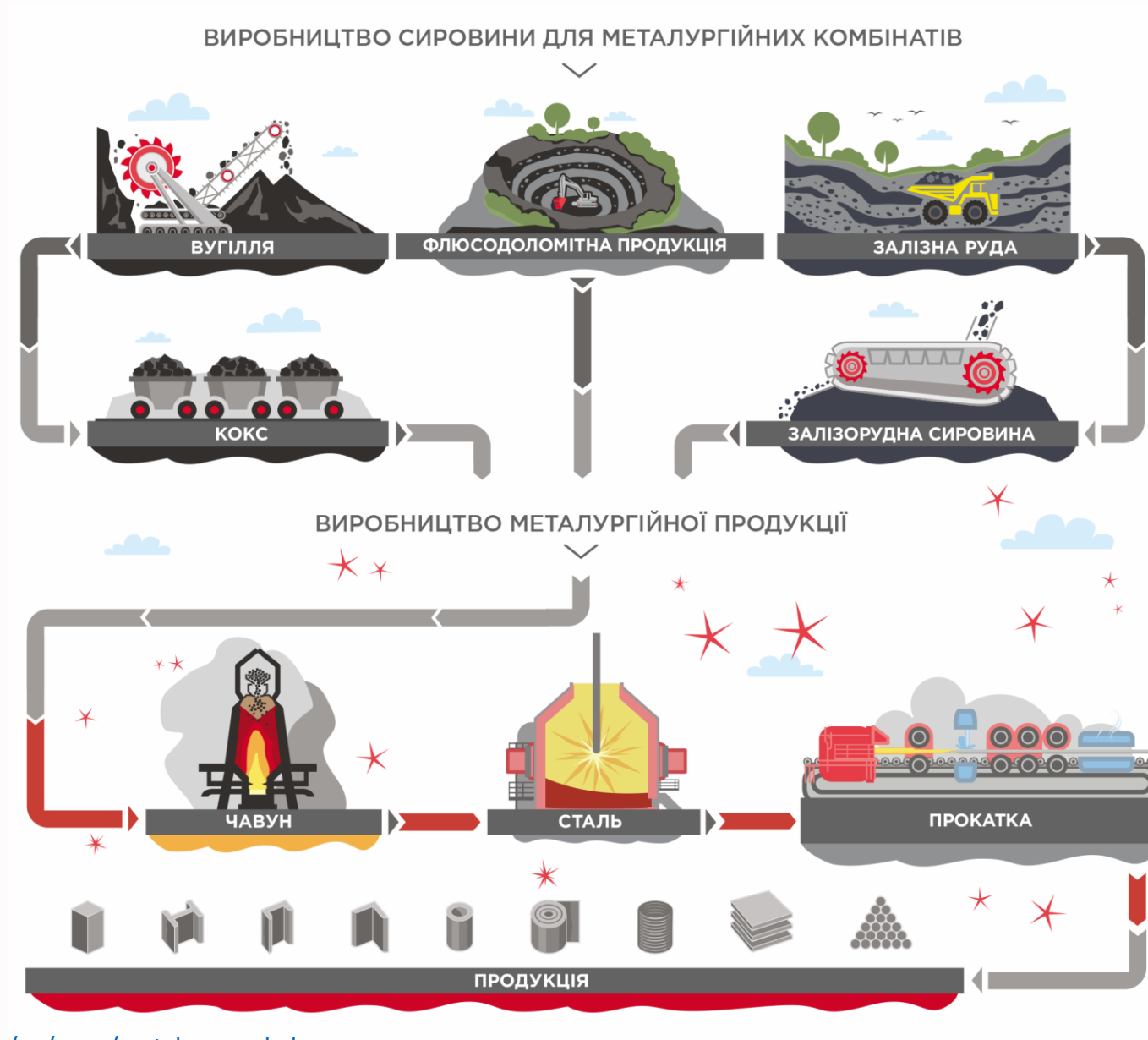
Експорт товарів у 2023 р, тис. т



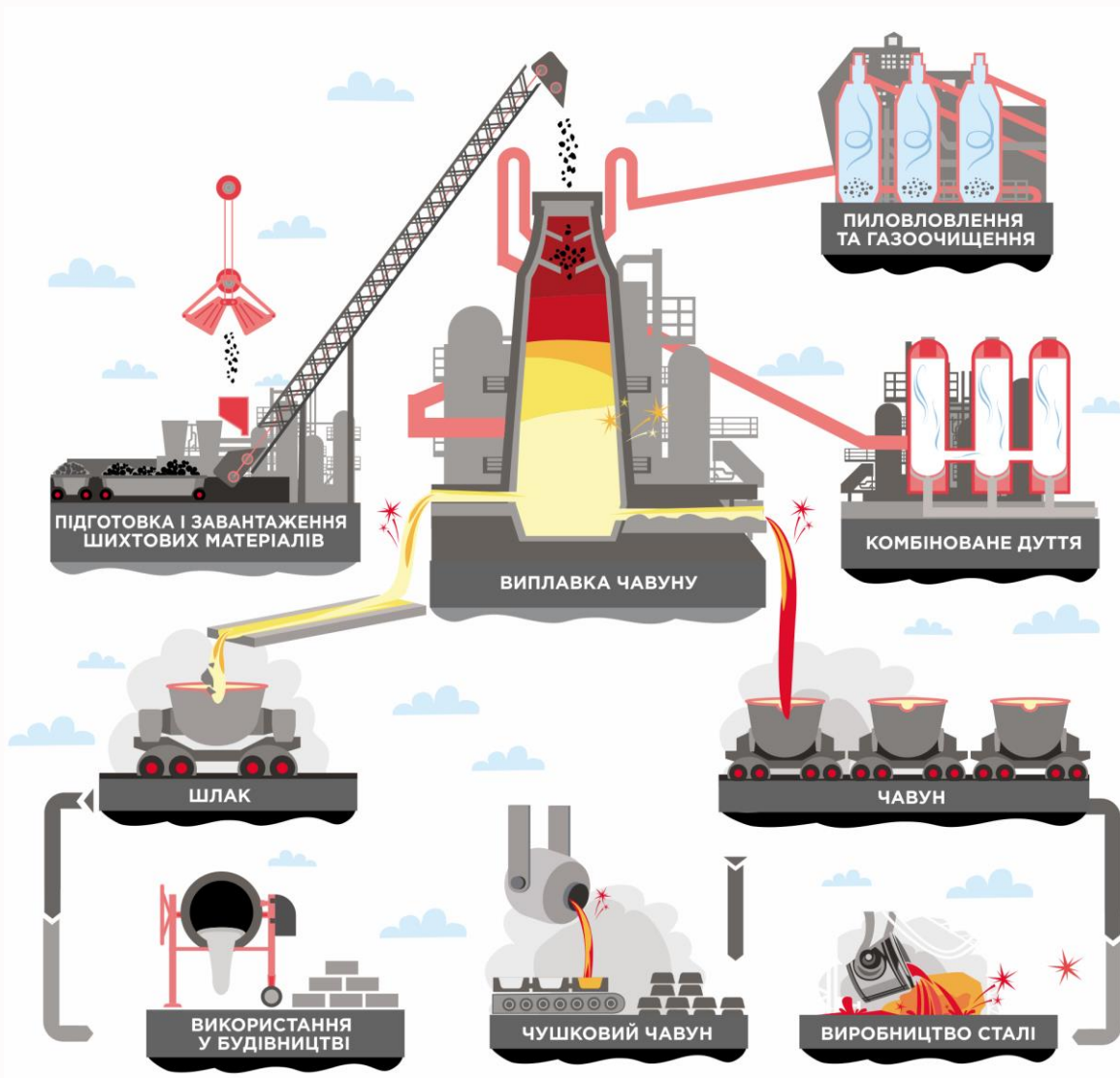
Митна вартість, USD/т



Загальний процес виробництва сталевих продуктів

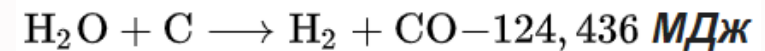
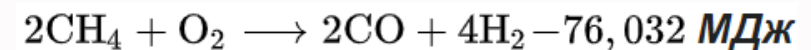
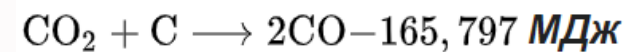
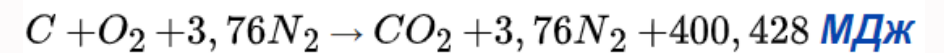
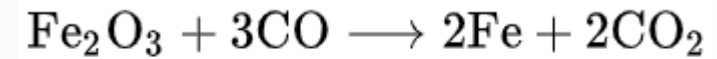


Процес виробництва чавуну



Дóменна піч — металургійна піч шахтного типу (вертикально розташована), призначена для виплавки чавуну ($C > 2\%$)

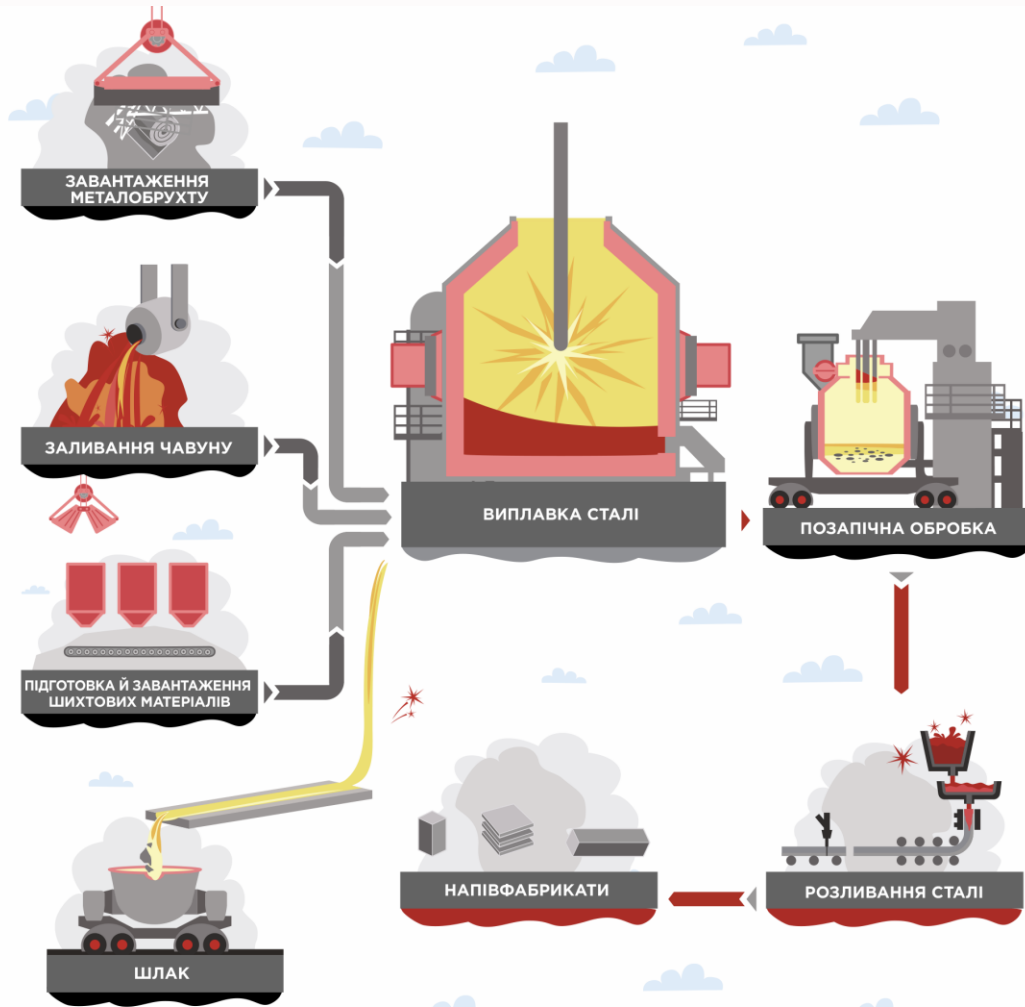
Непряме відновлення заліза газами - CO і H_2



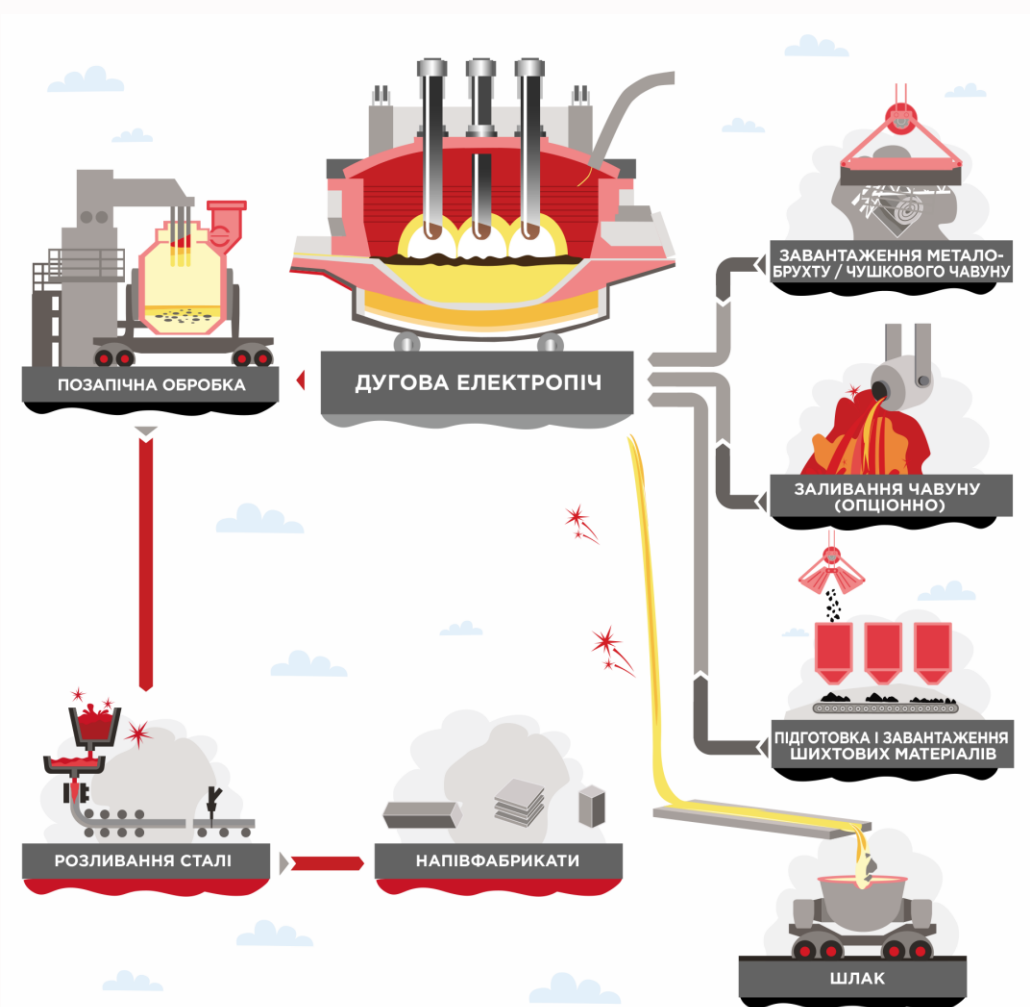
Споживання коксу (85-90% C) – 200-550 кг/т чавуну

Процес виробництва сталі

кисневий конвертор

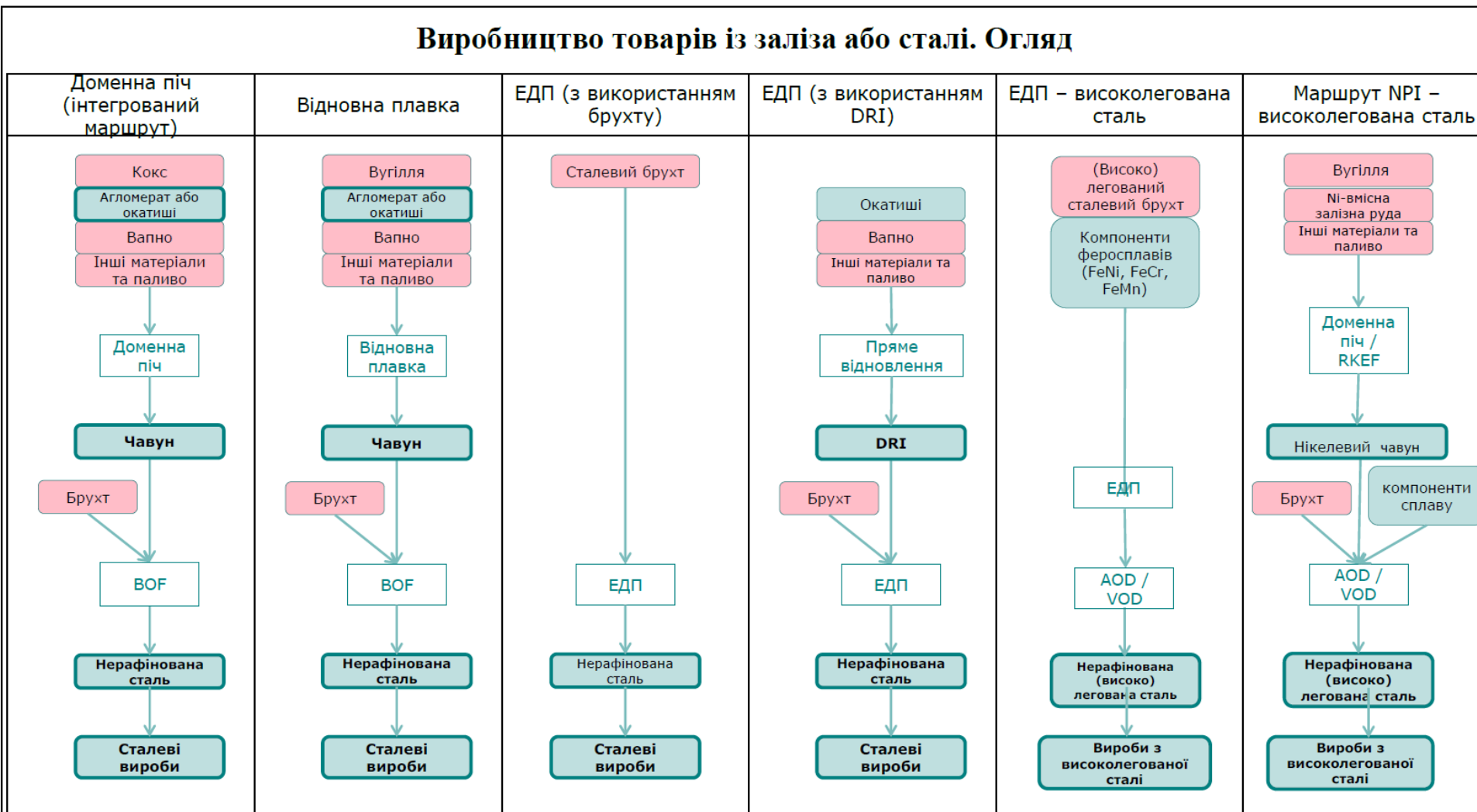


електроплавильна піч



Ланцюги виробництва продуктів із заліза або сталі

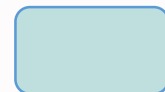
Виробництво товарів із заліза або сталі. Огляд



Позначення:



Матеріали, що не мають включених викидів



Матеріали з включеними викидами

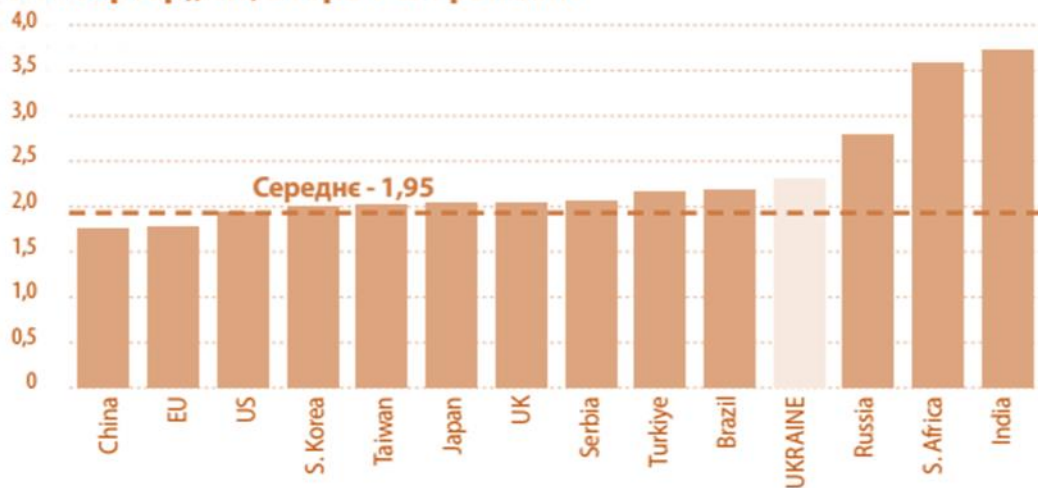


Виробничі процеси для яких здійснюється моніторинг прямих викидів

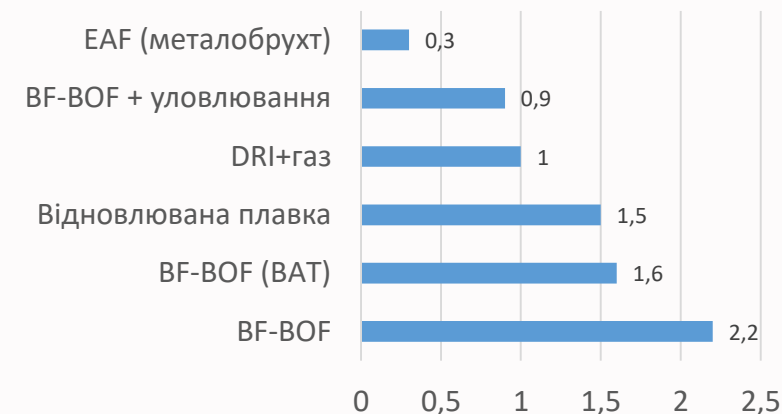
Інтенсивність викидів парникових газів за джерелами утворення і технологіями, тCO₂/т сталі

- Виробництво коксу 0,794-1,4
- Виробництво агломерату 0,2
- Виробництво окатишів 0,057
- **Виробництво чавуну (доменна піч) 1,7-2,1**
- Виробництво сталі (кисневий конвертор) 0,1
- Виробництво напівфабрикатів <0,1

Прямі питомі викиди CO₂ на виробництво готової сталльної продукції інтегрованих підприємств (доменна піч-кисневий конвертер), т/т, Scope 1 & Upstream



Діючі технології



Перспективні технології



BF-BOF – доменна піч – кисневий конвертор
 EAF – електродугова плавка
 DRI – залізо прямого відновлення

Інтенсивність викидів продукції металургії в Україні та ЄС, т CO₂/т

Код КН	Опис	Україна			ЄС27		
		Прямі	Непрямі	Разом	Прямі	Непрямі	Разом
2601 12 00	Агломеровані залізні руди та концентрати, крім ...	0,70	0,05	0,75	0,17	0,02	0,19
7201	Чавун і шпигелейзен у чушках, блоках або інших ...	1,98	0,14	2,13	1,69	0,07	1,76
7202 11, 7202 19	Феромарганець	1,44	1,23	2,67	1,44	0,92	2,36
7202 60 00	Феронікель	3,48	3,21	6,69	3,48	2,40	5,88
7205	Гранули та порошки з чавуну, шпигелейзену, заліза ...	2,01	0,19	2,19	1,70	0,09	1,80
7206 10 00	Зливки	2,09	0,19	2,28	1,77	0,09	1,86
7206 90 00	Безперервне лиття (сляб, заготовка, блюм)	2,09	0,20	2,29	1,77	0,10	1,87
7207 11 11	Прутки, прутки та інші сортові вироби	2,16	0,29	2,46	1,81	0,14	1,95
7207 11 90	Поковки	2,09	0,19	2,28	2,63	0,35	2,98
7208	Чавун або нелегована сталь; плоский прокат 600 мм...	2,18	0,26	2,13	1,82	0,12	1,94
7211 13 00	Гарячекатаний плоский прокат	2,18	0,26	2,43	1,82	0,12	1,94
7217 10	Дроти	2,16	0,46	2,62	1,81	0,20	2,01
7218 10 00	Зливки та поковки з нержавіючої сталі	2,18	1,17	3,35	2,91	1,16	4,07
7304 11 00	Балки, заготовки, рейки і труби -- легуючі елементи 1 групи	2,11	0,29	2,41	1,76	0,15	1,92

Глобальні тренди «озеленення» металургії

- Запровадження та дотримання політики глобальної декарбонізації виробництва сталі – «Green Deal»
- Скорочення кількості доменних печей, заборона мартенівських печей
- Збільшення обсягів виробництва конверторної сталі та електросталі
- Збільшення обсягів використання металобрухту
- Впровадження та використання технологій DRI
- Використання відновлюваної електроенергії і водню
- Уловлювання і зберігання вуглекислого газу
- Поєднання технологічних процесів з поглибленою переробкою

Для досягнення європейських кліматичних та енергетичних цілей 2050 року CO₂ слід від металургійної промисловості потребує скорочення на 80-95%, порівняно з рівнем 1990 р.

Цілі в Україні

- Досягнення використання 100% вуглецево-нейтральної енергії у металургійному виробництві
- Впровадження сучасних технологій
- Збільшення виробництва «Зеленої сталі»
- Створення повного ланцюга додатної вартості
- Забезпечення внутрішніх потреб та нарощування експорту
- Покращення інвестиційного клімату та державного регулювання

Шляхи декарбонізації

Європейська металургія визначає два шляхи виробництва сталі з низьким вмістом CO₂:

- Розумне використання вуглецю (Smart Carbon Use)
- Пряме уникнення вуглецю (Carbon Direct Avoidance)

1. Без зміни виробничих процесів:

- Зміна маршрутів постачання сировини з меншим вуглецевим слідом
- Перенесення виробництва
- Уловлювання і переробка вуглецю (Carbon Capture and Usage)
- Уловлювання і зберігання вуглецю (Carbon Capture and Storage) (-60%)

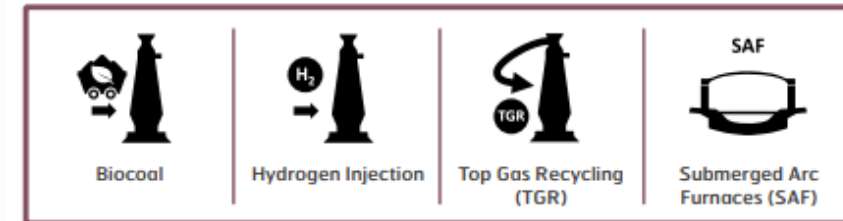
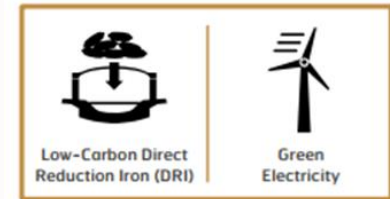
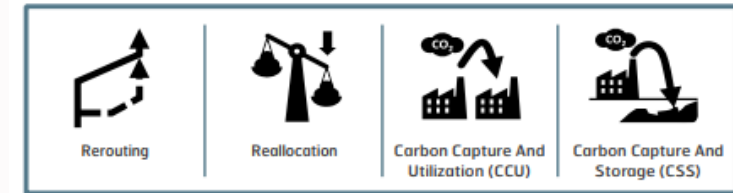
2. Заміна сировини, енергії або палива:

- Використання металобрухту та DRI (-10-40%)
- Заміна вугілля на природний газ, водень, біометан, біовугілля (-40%)
- Використання «зеленої» електроенергії

3. Модернізація виробництва:

- Вдування водню (-10-40%)
- Рециркуляція конвертерних газів (-20-25%)
- Перехід на електроплавку (EAF)

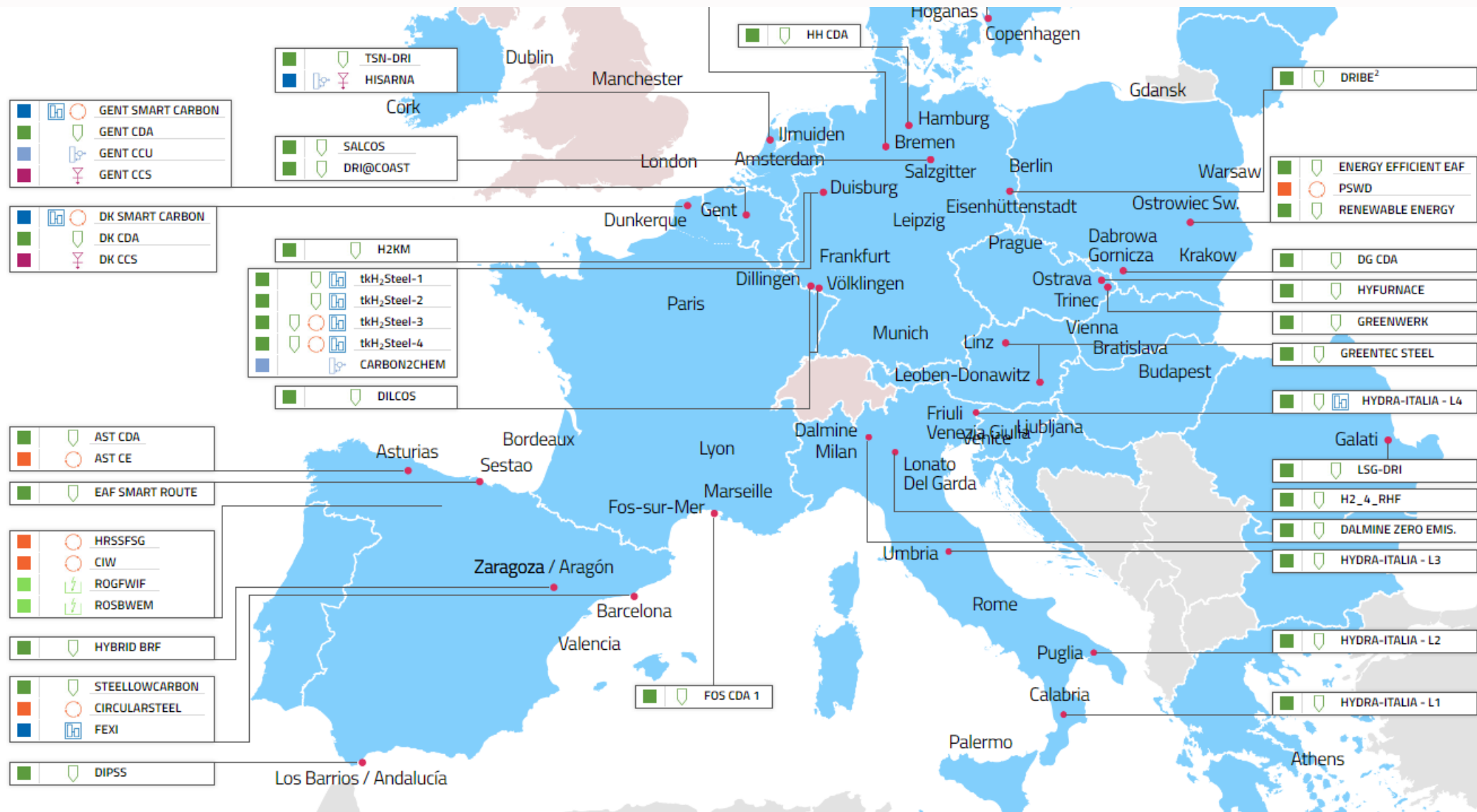
4. Впровадження новітніх технологій без викопного палива



Основні бар'єри на шляхи декарбонізації

- **Технічні бар'єри, викликані або технологічним розвитком технологій декарбонізації, або необхідними масовими та енергетичними потоками:**
 - Обмежений доступ до сировини в т.ч. металобрухту
 - Обмежений доступ до відновлюваної енергії
 - Обмежені можливості інтеграції в існуючі виробничі процеси заводів
 - Невдалий технологічний розвиток
- **Організаційні бар'єри, викликані організацією розвитку або розгортання технологій з точки зору управління, адміністрування або персоналу:**
 - Обмежена доступність кваліфікованого персоналу
 - Загальні питання трансформації промисловості
 - Питання інтелектуальної власності
- **Регуляторні або соціальні бар'єри, викликані зовнішньо встановленими рамковими умовами, політикою або соціальною прийнятністю:**
 - Обмеження щодо зберігання CO₂
 - Законодавчі обмеження (в т.ч. ціноутворення в EU ETS)
 - Екологічні і соціальні обмеження
 - Обмеження вуглецевих квот
- **Фінансові бар'єри, викликані обмеженнями економічної діяльності металургійного виробництва:**
 - Додаткові капітальні витрати
 - Зростання операційних витрат
 - Доступність до джерел фінансування
 - Невідомий розвиток ринкових умов для «зеленої» сталі











Анонсовані проекти в металургії



Цілі і потреби металургійної промисловості ЄС

- Скорочення викидів вуглекислого газу на **55%** до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року (що еквівалентно понад -30% порівняно з рівнем 2018 року)
- Досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року
- Потенціал скорочення викидів CO₂ на 81,5 мільйон тонн на рік до 2030 року
- **Фінансові потреби до 2030 року :**
 - 31 мільярд євро для капітальних витрат (CAPEX)
 - 54 мільярди євро для операційних витрат (OPEX)
- **Проекти вимагатимуть щорічно до 2030 року:**
 - 75 ТВт-год електроенергії (зростання в 2 рази)
 - 2,12 мільйона тонн водню (що відповідає приблизно 90 ТВт-год електроенергії, якщо цей водень виробляється за допомогою електролізу води), що означає в цілому близько 165 ТВт-год декарбонізованої електроенергії до 2030 року.

Анонсовані проекти з виробництва DRI

Plant	DRI Capacity (Mtpa)	Reducing Gas	Commission Year	Notes
 H2 Green Steel	2.1	H ₂	2025	First Phase (Electrolyser capacity of more than 700MW, Midrex technology)
 SSAB, HYBRIT (Demonstration Plant)	1.3	H ₂	2025	
 SALZGITTERAG Steel and Technology	2	Mixed NG and H ₂	2026	First Phase (100MW electrolyser, Energiron ZR)
 thyssenkrupp	2.5	NG → H ₂	2026	Midrex technology
 ArcelorMittal	2.5	NG → H ₂	2026	Energiron ZR
 LIBERTY	1.8	Mixed NG and H ₂	2025	
 LIBERTY	2	Mixed NG and H ₂	--	1GW H ₂
 LIBERTY	2.5	NG → H ₂	2027-2030	
 TATA STEEL	--	--	Before 2030	Energiron ZR
 VULCAN GREEN STEEL	2.5 first phase	NG → H ₂	2026	Energiron ZR

Приклади інвестиційних проєктів в металургії України

Виробництво окатишів DR-класу на для зеленої металургії **\$1 450 mln**

Основні показники

- Продуктивність – 6 млн тонн на рік
- Якість – Fe 67%
- Додаткових робочих місць – 820
- Строк реалізації – 5 років

Будівництво комплексу з виробництва «зелених брикетів» **\$208 mln**

Основні показники

- Продуктивність – 7 млн тонн на рік
- Зниження викидів CO₂ у сталі на 10%
- Строк реалізації – 5 років

Впровадження Midrex Flex технології **\$875 mln**

- Забезпечення гнучкості роботи з різними співвідношеннями газу та водню або 100 % використання водню
- Зменшення викидів вуглецю в порівнянні з традиційним способом виробництва в коксових і доменних печах.

Будівництво нових електропечей **\$1 107mln**

Основні показники

Виробництво сталі – 3,8 млн тонн на рік
Зниження викидів CO₂ з 1,96 до 0,19 на тонну сталі
Додаткових робочих місць – 900
Строк реалізації – 4 роки

Встановлення комплексів прес - фільтрації **\$111 mln**

- Завершення будівництва прес-фільтрації та додаткова закупівля 2 прес-фільтрів, що призведе до зниження використання газу та шихтуючих матеріалів, підвищення ефективності

Коутінг окатишів **\$4 mln**

- Будівництво установки по покриттю для запобігання пошкодження окатишів в процесі транспортування

Будівництво прокатного комплексу для переробки «зеленої сталі» **\$1 804 mln**

- Виробництво стальної заготовки для виробництва залізничної та трубної продукції.

Заміна парку існуючих самоскидів і локомотивів (дизель) на електричні **\$397 mln**

- Заміна 43 самоскида та 18 локомотивів
- Створення інфраструктури
- Зниження викидів CO₂



Дякую за увагу!

Євген Олійник



ГС «Біоенергетична асоціація України»



+380 97 709 76 58



oliinyk@uabio.org



<https://uabio.org>

