



Government of the Netherlands

UABIO

*Тренінг з питань скорочення викидів
парникових газів*

**Сектори, охоплені СВМ з
01.10.2023 (цемент, водень)**

Драгнєв Семен Васильович, к.т.н.,
ГО «Агентство з відновлюваної
енергетики», старший консультант



Цементний сектор



Виробнича одиниця та включені викиди для промислового сектора

Промисловий сектор	Цемент
Виробнича одиниця товару	Тонни (метричні), вказані окремо для кожного типу товару, охопленого СВМ, виробленого на установці або в ході виробничого процесу в країні походження
Супутня діяльність	Виробництво цементних клінкерів і кальцинованих глин, подрібнення та змішування цементного клінкеру для виробництва цементу.
Відповідні викиди парникових газів	Діоксид вуглецю (CO ₂)
Прямі викиди	Тонни (метричні) CO _{2e}
Непрямі викиди	Кількість спожитої електроенергії (МВт-год), джерело та коефіцієнт викидів, що використовується для розрахунку непрямих викидів у тоннах (метричних) CO ₂ або CO _{2e} . <i>Слід звітувати окремо протягом перехідного періоду.</i>
Блок для включених викидів	Тонни викидів CO _{2e} на тонну товару, вказані окремо для кожного типу товару, охопленого СВМ, виробленого на установці або в ході виробничого процесу в країні походження.

Джерело: МЕТОДИЧНИЙ ДОКУМЕНТ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СВМ ДЛЯ ОПЕРАТОРІВ УСТАНОВОК ЗА МЕЖАМИ ЄС https://taxation-customs.ec.europa.eu/document/download/64a2fc36-d691-40c5-b231-fd95d088bc6b_en?filename=TAXUD-2023-01191-00-00-UK-TRA-00.pdf

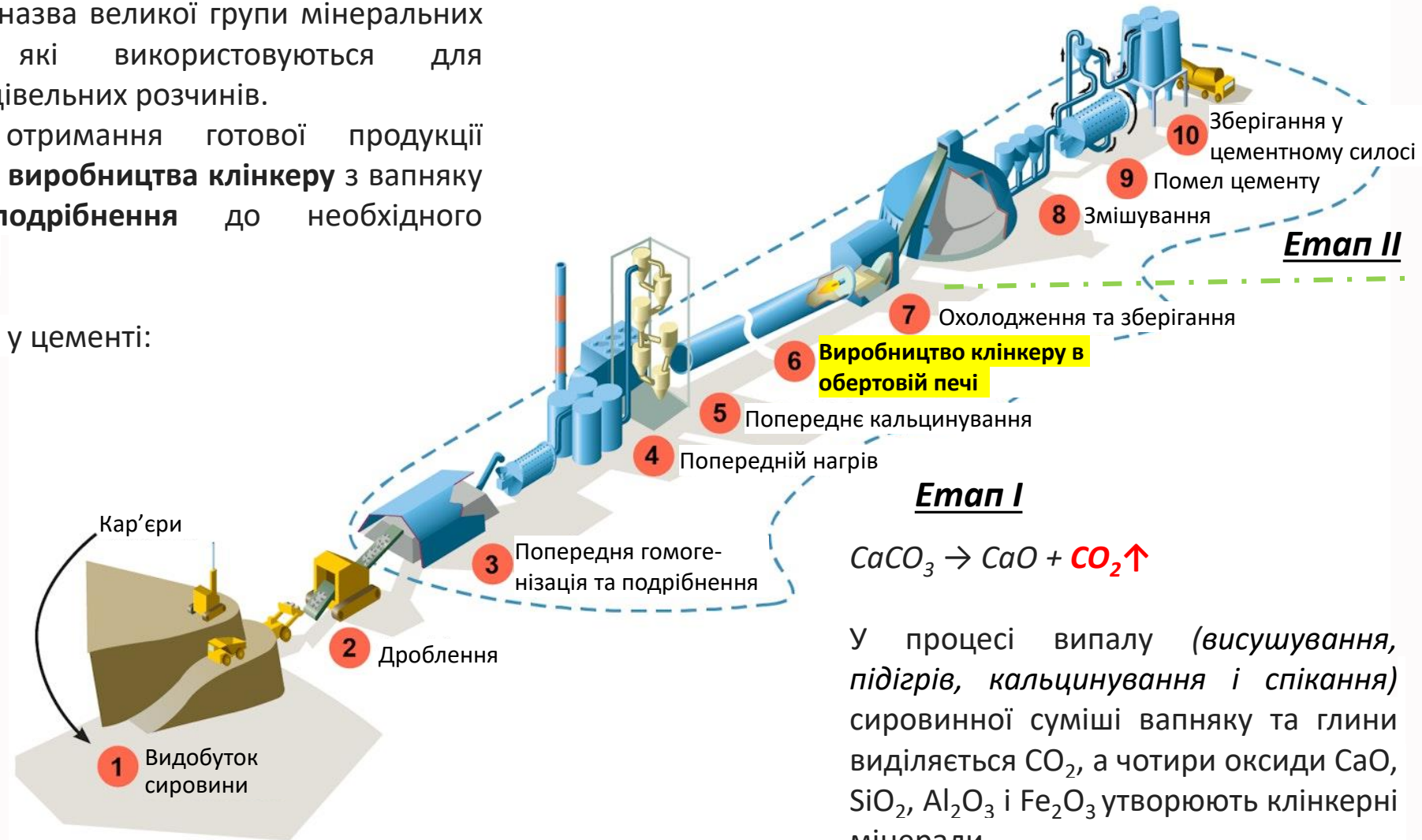
Технологічна схема виробництва цементу

Цемент — узагальнена назва великої групи мінеральних в'язучих матеріалів, які використовуються для виготовлення бетонів і будівельних розчинів.

Промисловий процес отримання готової продукції складається з двох етапів: **виробництва клінкеру** з вапняку і глини та **його подрібнення** до необхідного порошкоподібного стану.

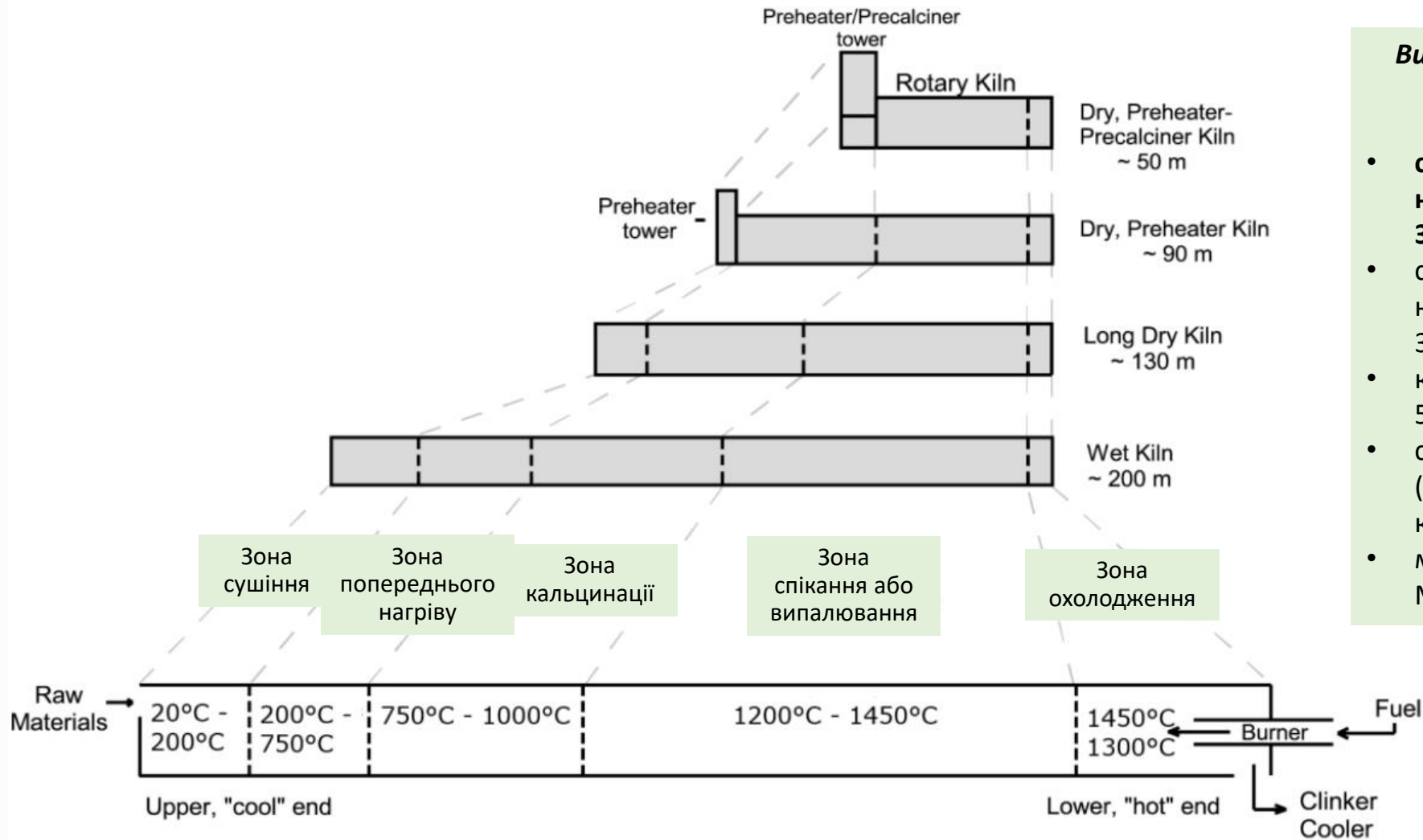
Орієнтовний вміст оксидів у цементі:

- 64-67% CaO ,
- 21-24% SiO_2 ,
- 4-8% Al_2O_3 ,
- 2-4% Fe_2O_3



Джерело: <https://www.iea.org/articles/driving-energy-efficiency-in-heavy-industries>

Технології обертювх печей та функціональні зони



Витрати теплової енергії за різними технологіями

- **сухий спосіб з попереднім нагрівом та кальцинуванням 3000-4000 МДж/т клінкеру;**
- **сухий спосіб з попереднім нагрівом без кальцинування 3100-4200 МДж/т клінкеру;**
- **комбінований спосіб 3300-5400 МДж/т клінкеру;**
- **сухий без попереднього нагрів (довга піч) до 5000 МДж/т клінкеру;**
- **мокрый спосіб 5000-6400 МДж/т клінкеру.**

Масовий баланс для 1 кг цементу

Сухий спосіб

Паливо: 100% нафтовий кокс

Вологість повітря: 1%

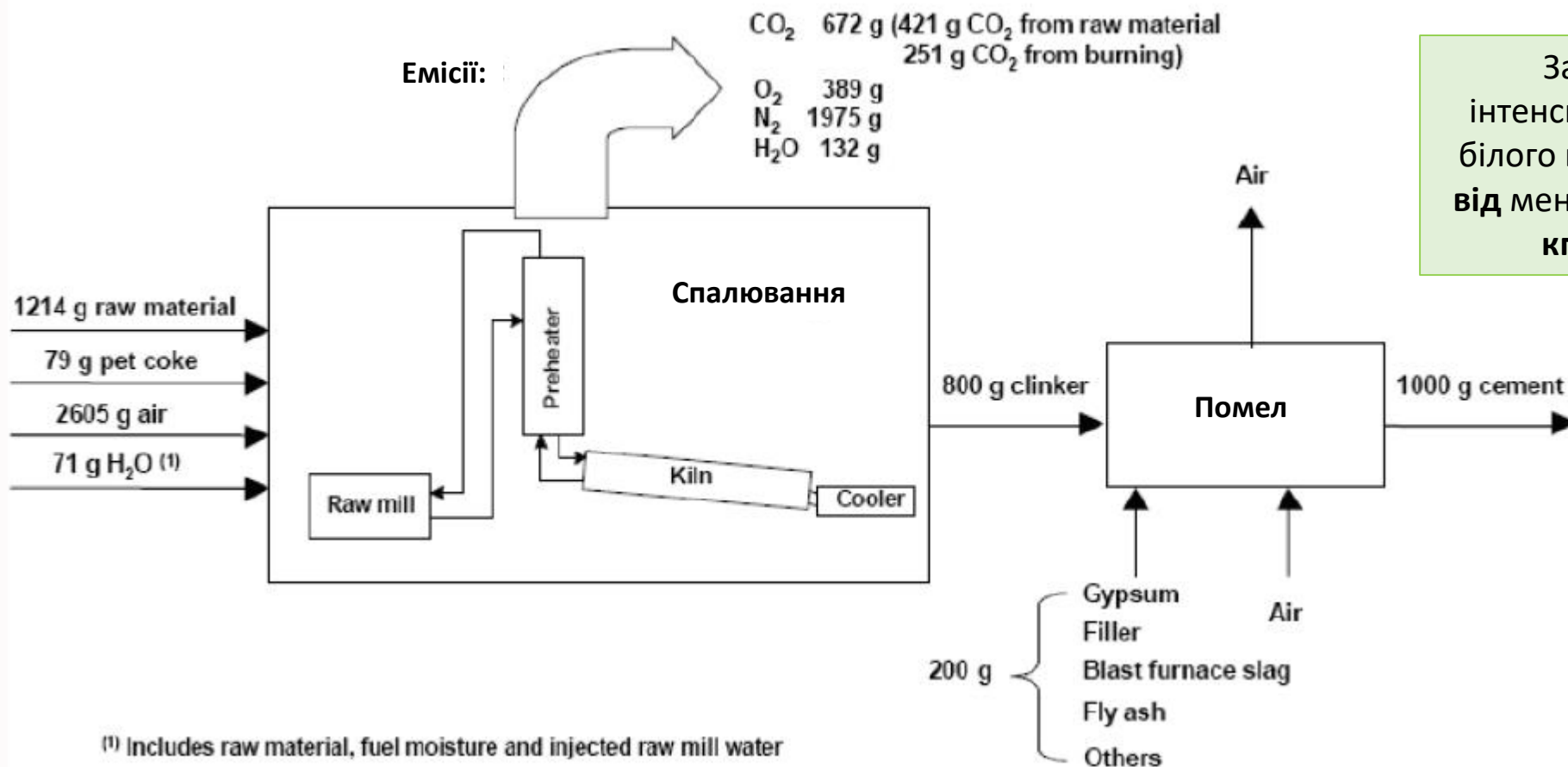
Співвідношення сировини: 1,52 кг/кг клінкеру; вологість 5%

Подача печі: 1,66 кг/кг клінкеру

Споживання тепла: 3300 кДж/кг клінкеру

Нижча теплотворна здатність палива: 33500 кДж/кг

Співвідношення клінкеру до цементу: 0,8



Загалом в Європі інтенсивність CO₂ сірого та білого цементу коливається від менше 500 до понад 800 кг CO₂/т цементу

Товари, охоплені СВАМ, в цементному секторі та їх прекурсори

Зведена категорія товарів	Код КН	Опис	Відповідні прекурсори
Кальцинована глина	2507 00 80	Інші каолінові глини	Немає
Цементний клінкер	2523 10 00	Цементні клінкери <i>(Між різними типами клінкеру немає жодних відмінностей, тобто для цілей СВАМ сірий і білий цементний клінкер вважаються однаковими)</i>	Немає
Цемент	2523 21 00	Білий портландцемент, незалежно від того, пофарбований він штучно чи ні	Цементний клінкер (2523 10 00); кальцинована глина (2507 00 80); (якщо використовується в процесі)
	2523 29 00	Інший портландцемент	
	2523 90 00	Інші гідравлічні цементи	
Глиноземистий цемент	2523 30 00	Глиноземистий цемент <i>(Також називається «кальцієво-алюмінатний цемент»)</i>	Немає

Джерело: Регламент СВАМ, додаток I; Імплементативний регламент, додаток II

Секторальні вимоги до моніторингу та звітування

Охоплені викиди

До відповідних **прямих викидів**, які слід моніторити та про які слід звітувати в рамках цементного сектору, належать:

- **викиди діоксиду вуглецю (прямі) від процесу спалювання палива лише на стаціонарних установках** (за винятком викидів від будь-яких мобільних установок, таких як транспортні засоби);
- **викиди діоксиду вуглецю (прямі) від процесу в результаті:**
 - термічного розкладу карбонатвмісної сировини (такої як вапняк, доломіт тощо);
 - вмісту некарбонатного вуглецю в сировині (такій як вуглецева глина, вапняк, сланці);
 - альтернативної сировини (наприклад, золи виносу, яка використовується в сировинному борошні) або з будь-яких добавок викопного палива/біомаси;
 - викинутого пилу цементної печі (СКД) або побічного пилу;
- **викиди діоксиду вуглецю (прямі), що виникають в результаті виробництва вимірюваного тепла** (наприклад, пари) та охолодження, що споживається в межах системи виробничого процесу, незалежно від місця виробництва тепла (тобто від виробництва на місці чи від імпорту із стороннього підприємства);
- **викиди діоксиду вуглецю (прямі) в результаті контролю викидів** (наприклад, від карбонатної сировини, такої як кальцинована сода, що використовується для кислотного очищення димових газів). Включено для будь-якого товару, де це застосовується.

Про прямі викиди з різних вихідних потоків, наведених вище, не звітується окремо, вони сумуються, щоб отримати загальні прямі викиди для установки або виробничого процесу.

Про непрямі викиди від спожитої електроенергії необхідно звітувати окремо від прямих викидів.

Додаткові правила визначення технологічних викидів

Визначення технологічних викидів

Для визначення прямих викидів від виробництва цементного клінкеру також застосовуються додаткові правила моніторингу технологічних викидів із компонентів сировинного борошна залежно від того, чи стосуються дані про активність:

- вхідного матеріалу процесу (наприклад, вапняк) на основі:
 - вмісту карбонатів у вхідних ресурсах процесу (**метод розрахунку А**) і
 - внесеної поправки на пил цементної печі (СКД) або побічний пил, який залишає систему печі (Мінімальні вимоги: застосовується коефіцієнт викидів 0,525 т CO₂/т пилу);
- вихідного матеріалу процесу, наприклад кількості виробленого клінкеру (**метод розрахунку В**).

Технологічні викиди з карбонатних матеріалів

Метод розрахунку А (на основі вхідних матеріалів) детально описано у розділі 6.5.1.1 [МЕТОДИЧНОГО ДОКУМЕНТУ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СВAM ДЛЯ ОПЕРАТОРІВ УСТАНОВОК ЗА МЕЖАМИ ЄС] коефіцієнт викидів, коефіцієнт перетворення та дані про активність пов'язані з кількістю матеріалу (карбонатів), що входить у процес, для якого слід використовувати стандартні коефіцієнти викидів для карбонатів у Імплементативному регламенті, додаток VIII, розділ 2, таблиця 3 (з урахуванням складу матеріалу);

Метод розрахунку В (на основі виходу клінкеру) детально описані у розділі 7.1.1.2 [МЕТОДИЧНОГО ДОКУМЕНТУ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СВAM ДЛЯ ОПЕРАТОРІВ УСТАНОВОК ЗА МЕЖАМИ ЄС]

В якості мінімальної вимоги застосовуються **стандартні коефіцієнти викидів EF_j** із стандартним значенням 0,525 т CO₂/т клінкеру.

Співвідношення клінкеру до цементу (CCR)

При розрахунку включених у цементні вироби викидів більшість викидів припадає на цементний клінкер. Таким чином необхідно брати до уваги CCR, який є **масовим відношенням тонн цементного клінкеру, спожитого на тонну виробленого цементу** (також відомий як «клінкерний коефіцієнт (клінкер-фактор)»).

CCR має отримуватись:

- окремо для кожного з різних цементних продуктів, на основі лабораторних аналізів відповідно до положень розділу В.5.4 додатку [МЕТОДИЧНОГО ДОКУМЕНТУ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СВAM ДЛЯ ОПЕРАТОРІВ УСТАНОВОК ЗА МЕЖАМИ ЄС]; або
- шляхом розрахунку як відношення різниці між поставками цементу та змінами в запасах і всіма матеріалами, що використовуються як добавки до цементу, включаючи побічний пил і пил цементної печі.

Значення CCR виражається у відсотках (%), і зазвичай коливається від 80 до 95 % для портландцементу. CCR особливо актуальний для розрахунку відповідних включених викидів при виробництві змішаних або композитних цементів, де вміст клінкеру може коливатися в широких межах для різних типів композитного цементу, а решта складається з інших компонентів, таких як мінеральні добавки, з нульовими викидами.

Додаткові параметри цементного сектору, необхідні у звіті СВАМ

Зведена категорія товарів	Параметр звітування
Кальцинована глина	– Кальцинована глина чи ні. <i>Зверніть увагу, що глини під кодом КН 2507 00 80, які не є кальцинованими, мають нульові включені викиди. Про них ще потрібно буде повідомити, але додаткової інформації від виробника глини отримувати не потрібно.</i>
Цементний клінкер	– Немає.
Цемент	– Вміст клінкеру в цементі. Це: – масове співвідношення тонн цементного клінкеру, спожитого на вироблену тонну цементу (співвідношення клінкеру до цементу або CCR); – виражається у відсотках.
Глиноземистий цемент	– Немає.

Потрібно переконатися, що ви зібрали всі параметри, необхідні для ваших товарів, охоплених СВАМ, і повідомили їх імпортерам ваших товарів. Імпортеру потрібно буде повідомити додаткові параметри, коли товари імпортуються до ЄС відповідно до СВАМ.

Приклад поділу цементної установки на окремі виробничі процеси

Для умовного цементного заводу, який одночасно виробляє та експортує цементний клінкер (КН 2523 10 00) і цемент (КН 2523 29 00), оператор повинен виконати наступні кроки, щоб розділити цементний завод на окремі виробничі процеси в рамках СВМ:

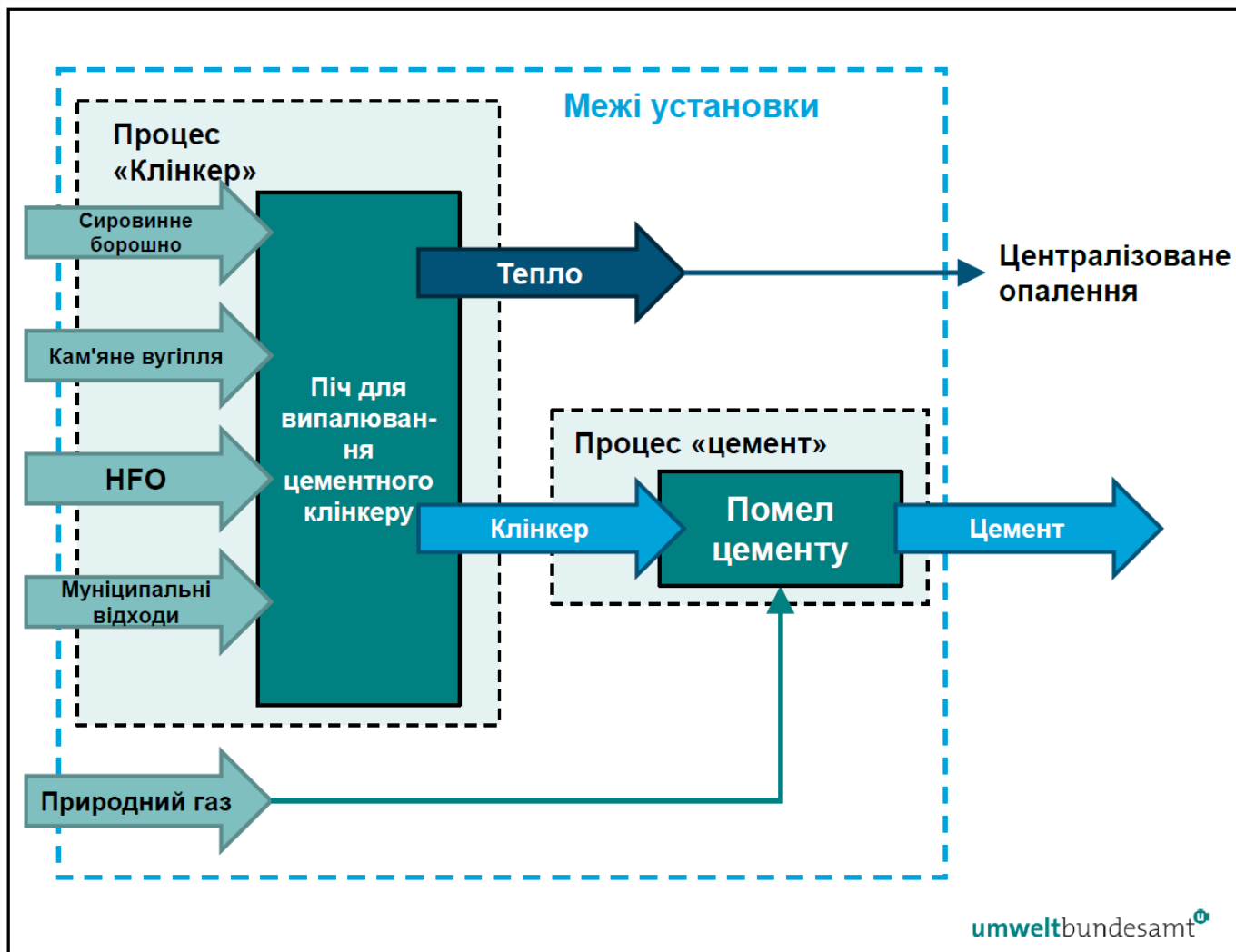
Крок 1: перелічити усі товари, фізичні одиниці, вхідні та вихідні матеріали та викиди до/з установки

Вхідні матеріали	Фізичні одиниці	Вихідні матеріали	Відповідні викиди СВМ
<p>Піч — викопне паливо, наприклад, вугілля, HFO (важке рідке паливо)</p> <p>Піч — альтернативне паливо та паливо з відходів (для печі для обпалювання цементного клінкеру), наприклад, частка із високою теплотворною здатністю у твердих побутових відходах (ТПВ)</p> <p>Піч — електроенергія, споживана піччю для обпалювання клінкеру та відповідним обладнанням</p> <p>Млин — викопне паливо для сушарки цементу</p> <p>Млин — електроенергія, споживана установкою для подрібнення цементу та відповідним обладнанням</p> <p>Піч — сировина: Вапняк, глини</p> <p>Піч — альтернативна сировина: наприклад, зола виносу</p> <p>Млин — цементний клінкер з печі</p> <p>Млин — добавки, що використовуються у виробництві цементу</p>	<p>Система печі та супутнє обладнання, наприклад, для приготування сировинного борошна</p> <p>Млин — розмелювальне обладнання (включно із сушаркою) і супутнє обладнання, наприклад, для пакування цементу в мішки</p> <p>Інше промислове обладнання, не пов'язане з виробництвом цементу (виключається із системних меж).</p> <p>Теплообмінник для централізованого опалення</p> <p>Обладнання для очищення димових газів (для очищення газоподібних і пилових викидів)</p>	<p>Піч — цементний клінкер</p> <p>Млин — цементні вироби, за видами</p> <p>Піч — інші вихідні матеріали: наприклад пил цементної печі</p> <p>Централізоване опалення (або охолодження чи електроенергія)</p>	<p>Піч — прямі викиди від згоряння палива</p> <p>Піч — прямі викиди від альтернативних видів палива та відходів</p> <p>Піч — непрямі викиди від спожитої електроенергії.</p> <p>Піч — прямі технологічні викиди від карбонатів</p> <p>Млин — непрямі викиди від спожитої електроенергії.</p>

(продовження)

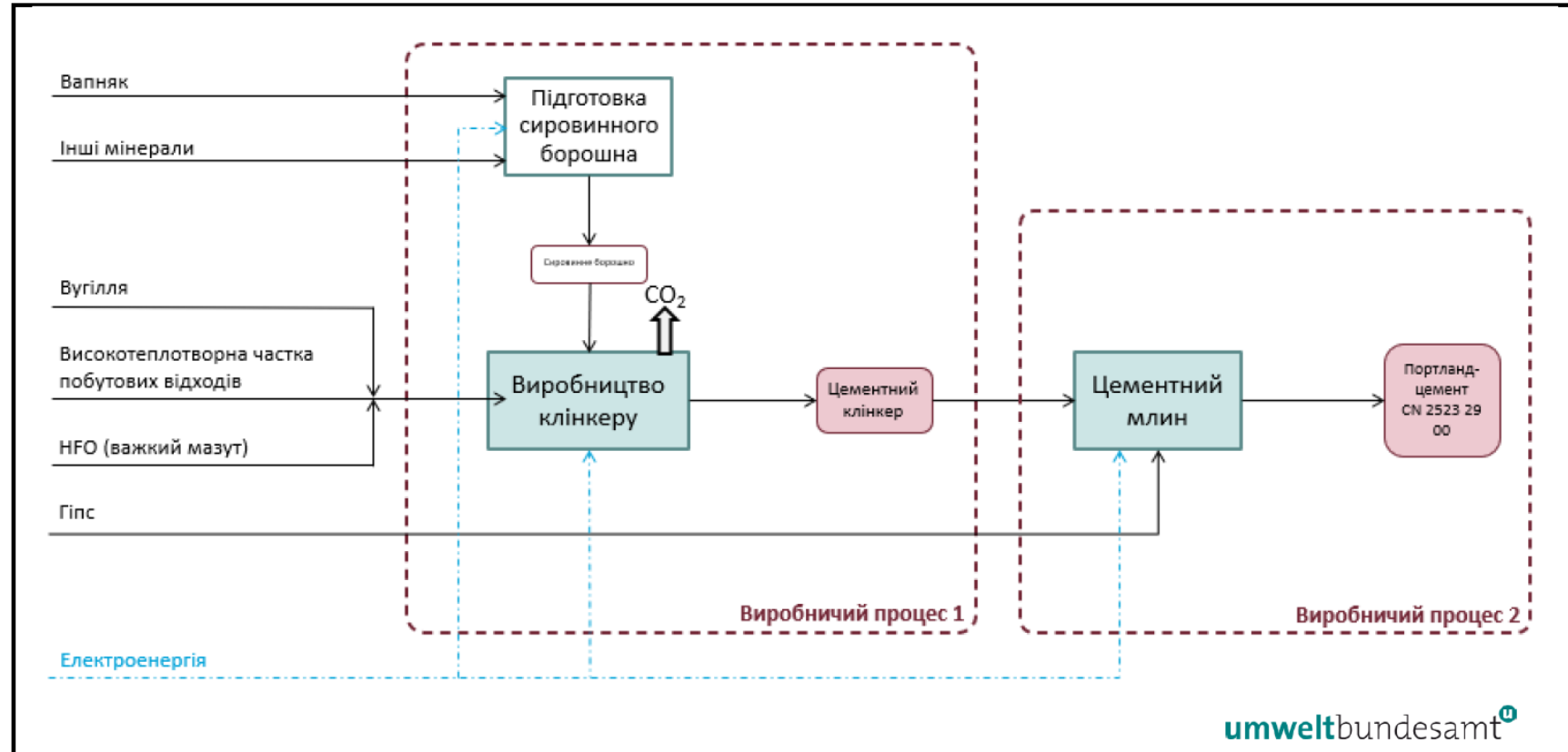
Крок 2: визначити відповідні виробничі процеси та виробничі маршрути

Схема, яка використовується для визначення системних меж на прикладі цементного клінкеру та цементних процесів



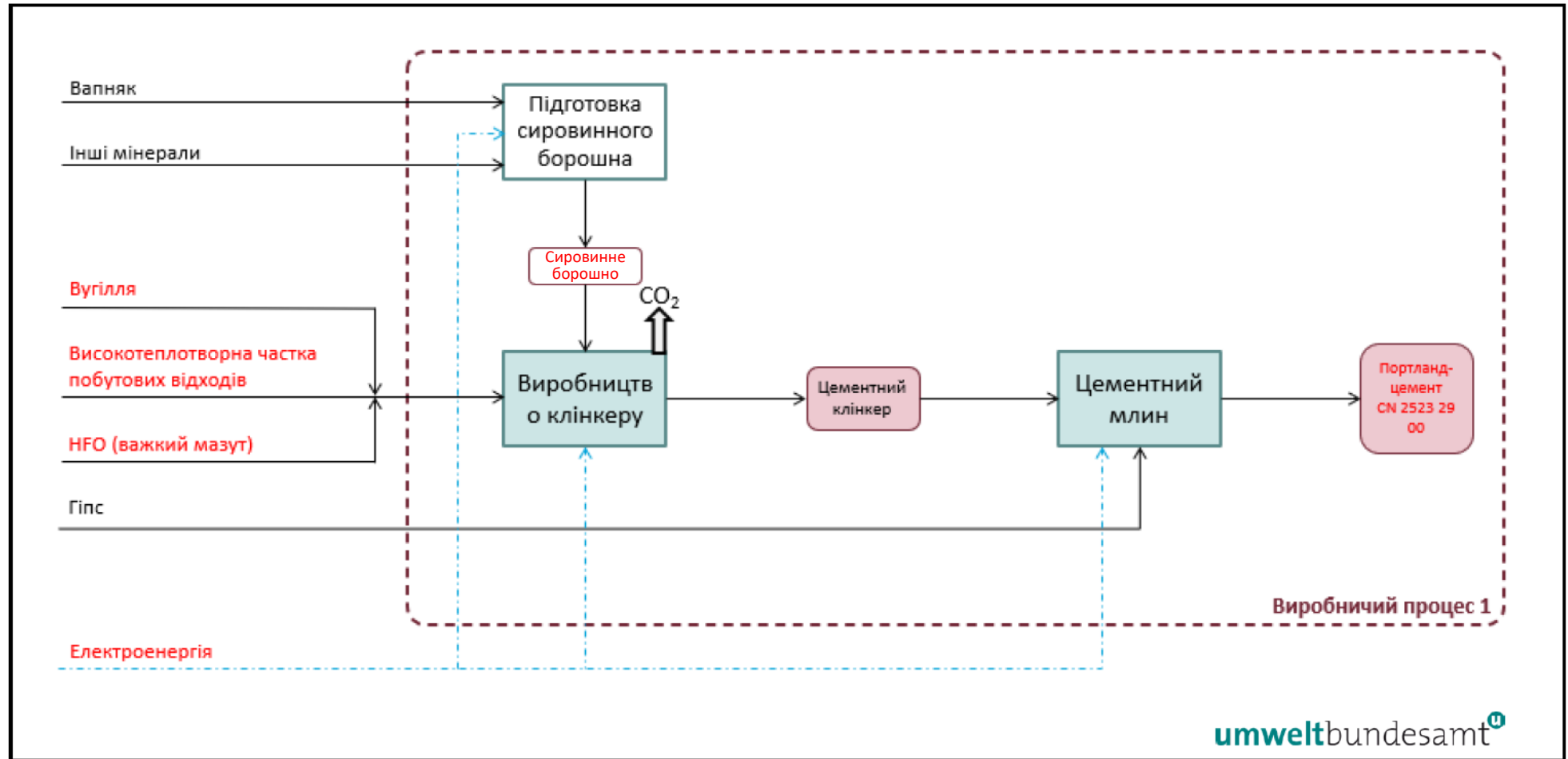
- Процес виробництва цементного клінкеру:
- **фізичні одиниці:** цементна піч, включно з підігрівачами, попередній кальцинатор, охолоджувачем клінкеру та супутнім допоміжним обладнанням, як-от система очищення димових газів;
 - **вхідні матеріали / джерела потоків:** паливо, електроенергія, сировина та альтернативна сировина для процесу;
 - **вихідні матеріали (товари):** цементний клінкер, пічний пил (його повторне введення в процес виробництва клінкеру);
 - **інші вихідні матеріали:** вимірюване тепло, експортоване в мережу централізованого тепlopостачання;
 - **джерела викидів:** прямі (згорання та процес) та непрямі викиди (споживана електроенергія), пов'язані з системою печі;

Приклад з цементом. Огляд



- *виробничий процес 1* — **цементний клінкер**, вироблений у цементній печі. Системні межі цього виробничого процесу включають вхідні матеріали (вапняк та інші мінерали), паливо (вугілля, важкий мазут (HFO) та частки побутових відходів) та електроенергію. Вихідним матеріалом процесу є цементний клінкер, який є відповідним прекурсором для виробничого процесу 2;
- *виробничий процес 2* — **цемент**, виготовлений на цементному млині. Системні межі цього виробничого процесу включають вхідний гіпс (який як сировина не має включених викидів, прекурсор цементного клінкеру (який має включені викиди) та електроенергію. Вихідним матеріалом процесу є цемент.

Приклад з цементом — спільний виробничий процес («бульбашковий підхід») і підхід повного моніторингу — необхідно моніторити всі червоні елементи



Розрахунок значень питомих включених викидів (SEE)

Розрахунок значень SEE виконується в два етапи:

- **крок 1** — отримуються значення SEE для відповідного прекурсора цементного клінкеру; і
- **крок 2** — отримуються значення SEE для цементу, враховуючи і) включені викиди прекурсора та ii) співвідношення клінкеру до цементу (CCR), а також будь-які додаткові викиди, що виникають під час процесу.

Якщо будь-який цементний клінкер, вироблений установкою, буде перенаправлений та проданий окремо, то оператор повинен буде повідомити покупцеві товарів з цементного клінкеру і про включені викиди, розраховані на етапі 1. У цьому випадку «бульбашковий підхід» не дозволяється.

Розрахунок прямих і непрямих викидів, а також значень SEE для цементного клінкеру (крок 1)

Прямі викиди	Дані про активність (AD), т	Чиста теплотворна здатність (NCV), ГДж/т	Коефіцієнт викидів (EF), т CO ₂ /т або т CO ₂ /ТДж	Біомаса, %	Викиди викопного, т CO ₂	Викиди біомаси, т CO ₂
Технологічні викиди						
Сировинне борошно	1 255 000		0,525 (станд. коеф.)		658 875	
Викиди від згоряння						
Вугілля	88 000	25	95		209 000	0
Побутові відходи з високою NCV	25 000	20	83	15%	35 275	6 225
HFO	43 000	40	78		134 160	0
Загальні прямі викиди					1 037 310	
Непрямі викиди	AD, МВт-год		EF, т CO ₂ / МВт-год		Викиди, т CO ₂	
Спожита електроенергія	81 575		0,833		67 953	
Виробництво клінкеру, т	1 255 000					
Крок 1. Значення питомих включених викидів (SEE), отримані з використанням прямих і непрямих викидів і даних про активність для цементного клінкеру.						
Цементний клінкер	Прямі	Непрямі				
SEE	0,8265	0,0541		т CO ₂ / т		

Розрахунок загальних прямих і непрямих значень SEE для кінцевого цементного продукту (крок 2)

Виробництво портландцементу			Коментар
тонни клінкеру / тонни цементу	0,95		Це CCR для портландцементу. CCR залежить від виробленого цементного продукту.
	МВт-год/т	т CO ₂ /т	
Додаткове споживання електроенергії	0,085	0,0708	Для виробничого процесу помелу цементу. Розраховується як МВт-год/т x EF для електроенергії.
Крок 2. Значення SEE, отримані для кінцевого цементного продукту, разом із включеними викидами від відповідного попереднього цементного клінкеру			
Цемент	SEE Прямі	SEE Непрямі	
	т CO ₂ / т цементу	т CO ₂ / т цементу	
Внесок прекурсора (клінкер)	0,7852	0,0514	Розраховується за допомогою CRR, наприклад, для прямих SEE як 0,8265 т CO ₂ / т x 0,95 = 0,7852 т CO ₂ / т
Виробничий процес		0,0708	Як зазначено вище
Загальні питомі включені викиди	0,7852	0,1222	Сума SEE

Загальні включені викиди, про які має звітувати уповноважений декларант (імпортер з ЄС)

Імпорт 100 т портландцементу:

- **перехідний період (лише звіт):**

- **прямі включені викиди = 100 т x 0,7852 т CO₂ / т = 78,52 т CO₂;**
- **непрямі включені викиди = 100 т x 0,1222 т CO₂ / т = 12,22 т CO₂.**

Всього: 90,74 т CO₂

Інтенсивність викидів продукції цементної промисловості в Україні та ЄС

		Україна			ЄС27		
Код КН	Опис	Прямі	Непрямі	Разом	Прямі	Непрямі	Разом
2507 00 80	Кальцинована глина	0,19	0,08	0,27	0,24	0,06	0,30
2523 10	Білий клінкер	1,16	0,05	1,21	1,26	0,04	1,30
2523 10	Сірий клінкер	0,82	0,03	0,85	0,87	0,02	0,89
2523 21	СЕМ I білий	1,13	0,08	1,21	1,22	0,06	1,29
2523 29	СЕМ I сірий	0,80	0,05	0,85	0,84	0,04	0,88
2523 90	Інший білий цемент	0,82	0,06	0,87	0,88	0,04	0,93
2523 90	Інший сірий цемент	0,58	0,04	0,61	0,61	0,03	0,63
2523 30	Глиноземистий цемент	1,52	0,14	1,66	1,77	0,10	1,88

Джерело: Greenhouse gas emission intensities of the steel, fertilisers, aluminium and cement industries in the EU and its main trading partners <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC134682>

Сектор водню



Виробнича одиниця та включені викиди для промислового сектора

Промисловий сектор	Хімічні речовини. Водень
Виробнича одиниця товару	Тонни (метричні) чистого водню, вказані окремо за даними установки або виробничого процесу в країні походження
Супутня діяльність	Виробництво водню шляхом парової конверсії або часткового окислення вуглеводнів, електролізу води, хлорно-лужного електролізу або виробництва хлорату натрію.
Відповідні парникові гази	Діоксид вуглецю (CO ₂)
Прямі викиди	Тонни (метричні) CO _{2e}
Непрямі викиди	Кількість спожитої електроенергії (МВт-год), джерело та коефіцієнт викидів, що використовується для розрахунку непрямих викидів у тоннах (метричних) CO ₂ або CO _{2e} . <i>Слід звітувати окремо протягом перехідного періоду.</i>
Блок для включених викидів	Тонни викидів CO _{2e} на тонну товару, повідомлені окремо для кожного типу товару, виробленого на установці в країні походження.

Джерело: МЕТОДИЧНИЙ ДОКУМЕНТ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СВАН ДЛЯ ОПЕРАТОРІВ УСТАНОВОК ЗА МЕЖАМИ ЄС https://taxation-customs.ec.europa.eu/document/download/64a2fc36-d691-40c5-b231-fd95d088bc6b_en?filename=TAXUD-2023-01191-00-00-UK-TRA-00.pdf

Способи виробництва водню

Загальні річні обсяги виробництва водню у світі складають 97 Мт Н₂



Позначення:

* CCS – Уловлювання та зберігання вуглецю (Carbon capture and storage)

Сировина/технологія	Маса, Мт Н ₂
Природний газ	58,28
Побічний продукт нафти	16,92
Вугілля	17,86
Нафта	0,66
Електрика (електроліз Н ₂ О)	0,04
Природний газ з CCUS	0,66
Електрика (електроліз хлоро-лужний)	2,65

Викиди парникових газів у різних способах виробництва водню

Тип сировини	Загальні викиди, т CO ₂ /т Н ₂
Природний газ	9
Вугілля	19,2
Побічний продукт нафти	7
Нафта	12
Електроліз (хлор-лужний)	7
Електроліз (води), середній у світі	23,1

- **коричневий водень**, отриманий при переробці вугілля;
- **сірий водень**, отриманий у результаті переробки іншого викопного палива або природного газу;
- **блакитний водень**, вироблений шляхом переробки викопного палива, що супроводжується технологіями контролю викидів, включаючи методи уловлювання, утилізації та зберігання вуглецю (CCUS).
- **зелений водень**, що виробляється з відновлюваних джерел енергії.

Джерело: Estimation of the global average GHG emission intensity of hydrogen production

https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC135067/JRC135067_01.pdf



Товари, охоплені СВМ, в секторі добрив та їх прекурсори

Зведена категорія товарів	Код КН	Опис
Водень	2804 10 000	Водень

Джерело: Регламент СВМ, додаток I; Імплементативний регламент, додаток II

Водень визначається як простий товар, оскільки сировина та паливо, які використовуються для його виробництва, вважаються такими, що мають нульові включені викидів.

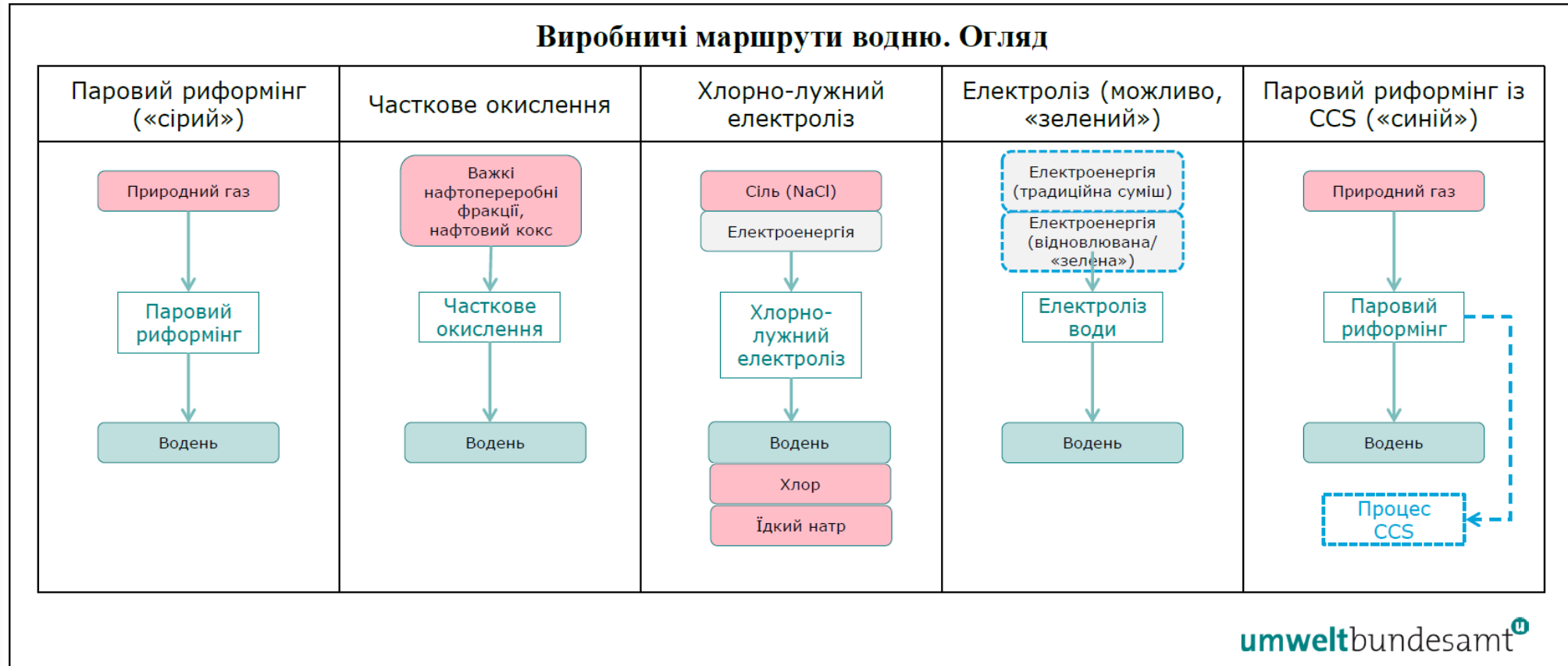
Відповідних прекурсорів для водню немає.

Однак сам водень може бути відповідним прекурсором для інших процесів, в яких його виробляють окремо для використання в якості хімічної сировини для виробництва аміаку або для виробництва чавуну чи заліза прямого відновлення (DRI).

Визначення та пояснення відповідних виробничих процесів і маршрутів

Водень можна виробляти з різної сировини, включаючи пластикові відходи, але в даний час його отримують переважно з викопного палива. Одиниці виробництва водню, як правило, інтегровані в більші промислові процеси, такі як, наприклад, установка, що виробляє аміак.

Системні межі для прямого моніторингу викидів водню охоплюють усі процеси, прямо чи опосередковано пов'язані з виробництвом водню, і всі види палива, що використовуються для виробництва водню.



Секторальні вимоги до моніторингу та звітування

Моніторинг викидів

Відповідні викиди, які слід моніторити та про які слід звітувати для водневого сектору:

- **викиди діоксиду вуглецю (прямі) від процесу спалювання палива в процесі виробництва водню або синтез-газу**, первинного та вторинного парового риформінгу природного газу або часткового окислення інших вуглеводнів; лише від стаціонарного заводу (за винятком викидів від будь-яких мобільних установок, таких як транспортні засоби);
- **викиди діоксиду вуглецю (прямі), що є результатом виробництва вимірюваного тепла** (з метою виробництва гарячої води або пари) та охолодження, що споживається в межах системи виробничого процесу, незалежно від місця виробництва тепла (тобто від виробництва на місці або від імпорту з іншого місця);
- **викиди діоксиду вуглецю (прямі) від електролізу є мінімальними**, тому, якщо ці викиди значні, вони, ймовірно, є результатом допоміжної установки;
- **викиди діоксиду вуглецю (прямі) в результаті контролю викидів** (наприклад, від карбонатної сировини, такої як кальцинована сода, що використовується для кислотного очищення димових газів).

Про прямі викиди з різних вихідних потоків, наведених вище, не звітується окремо, вони сумуються, щоб отримати загальні прямі викиди для установки або виробничого процесу.

Про непрямі викиди від спожитої електроенергії необхідно звітувати окремо від прямих викидів. Зауважте, що для цього сектора про непрямі викиди звітують лише протягом перехідного періоду (а не протягом завершального періоду).

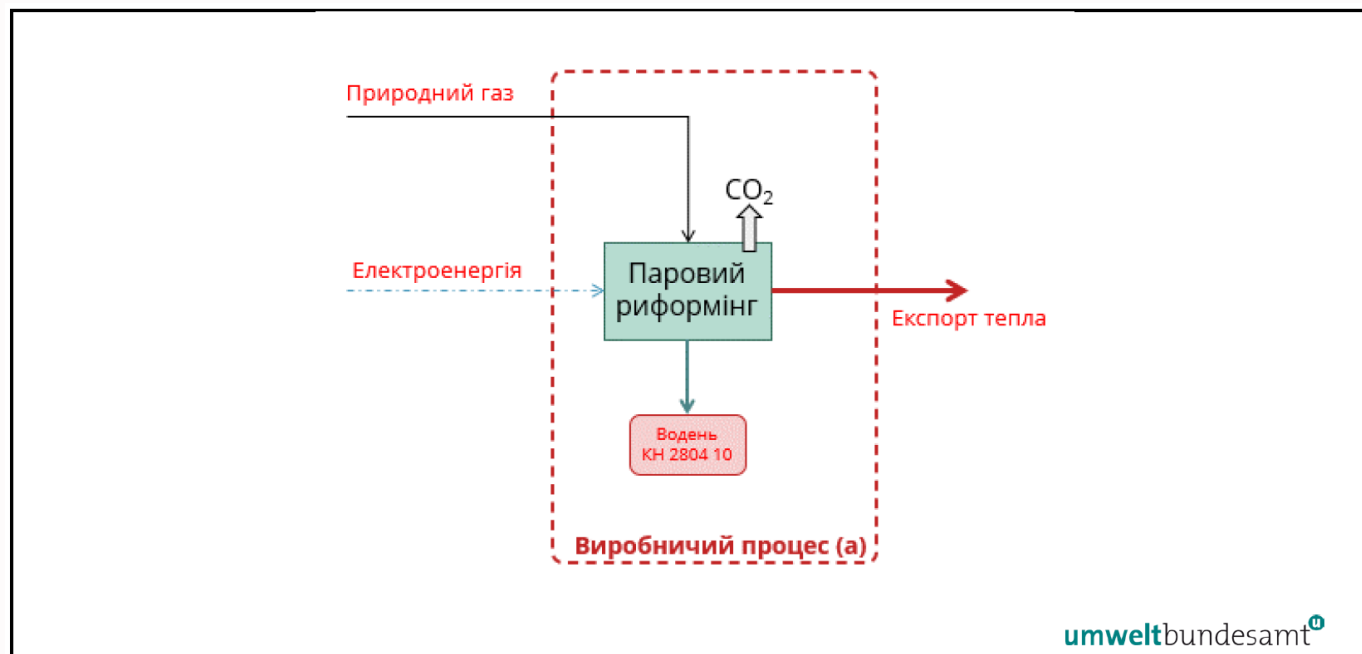
Приклад для водневого сектору. Паровий риформінг метану.

Огляд і підхід повного моніторингу водню

Для парового риформінгу визначено єдиний виробничий процес. Вхідними матеріалами є природний газ (і як сировина для процесу, і як паливо) та електроенергія. На виході виробляється водень і тепло, що експортується в інші частини установки або в мережу централізованого тепlopостачання.

Прямі та непрямі викиди, які моніторяться в цьому прикладі, є результатом:

- прямих викидів від спалювання палива та від процесу парового риформінгу;
- з метою розрахунку віднесених викидів процесу необхідно визначити еквівалент викидів, пов'язаних з експортом тепла, і відняти його від віднесених викидів;
- непрямих викидів від електроенергії, яка споживається в процесі виробництва.



Необхідно також моніторити рівень активності виробленого водню.

Приклад розрахунку загальних прямих і непрямих викидів водню

Прямі викиди водню за вирахуванням викидів при експорті тепла

Прямі викиди	AD, т	NCV, ГДж/т	Енергія, ТДж	EF, т CO ₂ /ГДж	Викиди, т CO ₂
Введення природного газу	190 000	48	9 120	56,1	511 632
Експорт тепла			-800	56,1	-44 800
Загальні прямі викиди установки					466 752

Загальні непрямі викиди водню

Непрямі викиди	AD, МВт-год	EF, т CO ₂ /МВт-год	Викиди, т CO ₂
Споживання електроенергії	33 000	0,367	12 096
Загальні непрямі викиди установки			12 096

Розрахунок включених викидів продукту водню (приклад)

Виробництво	Рівень активності, т	Загальні викиди від процесу, т CO ₂		SEE, т CO ₂ /т H ₂	
		Прямі	Непрямі	Прямі	Непрямі
Водень	55 000	466 752	12 096	8,486	0,220

Загальні включені викиди, про які має звітувати уповноважений декларант (імпортер з ЄС)

Імпорт **100 тонн** водневого продукту, отриманого шляхом парового риформінгу метану:

- **перехідний період (лише звіт):**

- **прямі включені викиди** = $100 \text{ т} \times 8,486 \text{ т CO}_2 / \text{т} = 848,6 \text{ т CO}_2$,
- **непрямі включені викиди** = $100 \text{ т} \times 0,220 \text{ т CO}_2 / \text{т} = 22,0 \text{ т CO}_2$.

Всього: 870,6 т CO₂



Дякую!

Драгнєв Семен, к.т.н.,
ГО «Агентство з відновлюваної енергетики» (ABE)

dragnev@rea.org.ua

<https://rea.org.ua/>

[https://www.facebook.com/](https://www.facebook.com/AgencyREA)

[AgencyREA](#)

