



IGTIC

ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО СЕКТОРА

МОДУЛЬ 2

Материал для работы в группах





IGTIC

ЦЕЛИ РАБОТЫ В СЕКТОРАЛЬНЫХ ГРУППАХ

- Определить основные источники выбросов парниковых газов в Вашем секторе
- Ознакомиться с целевые индикаторы и количественными показателями декарбонизации в отрасли
- Узнать какие климатические риски компании в данном секторе считают наиболее существенными
- Оценить мероприятия и технологические решения, которые являются наиболее распространенными и приемлемыми в краткосрочной и долгосрочной перспективе для декарбонизации сектора



ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ В ГОРНОЙ ДОБОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В МЕТАЛЛУРГИИ И ЧЕ



Производство чугуна и стали:

- Доменные печи: традиционный метод производства чугуна и стали в доменных печах включает восстановление железной руды с использованием кокса (полученного из угля) в качестве восстановителя, что приводит к выбросам CO₂ (выбросы по охвату 1)
- Дуговые электропечи. В электродуговых печах металлом плавится с использованием электричества, что также способствует выбросам парниковых газов, в зависимости от схемы выработки электроэнергии (выбросы по охвату 2)

Производство алюминия:

- Процесс Байера: при производстве алюминия из бокситовой руды процесс Байера приводит к выбросам CO₂ из-за термического разложения гидроксида алюминия (выбросы по охвату 1).
- Процесс Холла-Эру: Процесс Холла-Эру, используемый для извлечения алюминия из глинозема, потребляет значительное количество электроэнергии, что приводит к косвенным выбросам в зависимости от источника энергии (выбросы по охвату 2)



ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В МЕТАЛЛУРГИИ

Производство меди:

- Плавка и рафинирование: извлечение меди из медной руды включает процессы плавки и рафинирования, в результате которых выделяются парниковые газы, в основном в результате сжигания топлива для выработки тепла (выбросы по охвату 1).

Другая металлургическая продукция:

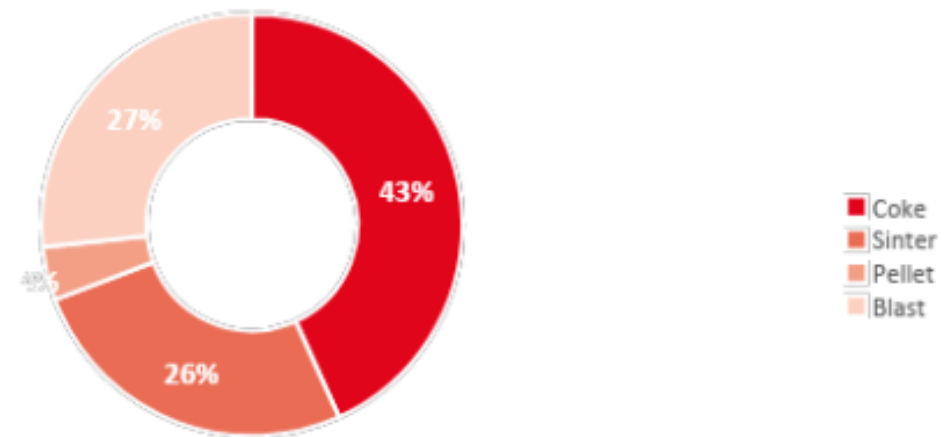
- Различные другие металлы, такие как цинк, свинец, никель и титан, также производятся с помощью энергоемких процессов, включающих термическую обработку и химические реакции, что приводит к выбросам парниковых газов (выбросы по охвату 2).

В целом выбросы парниковых газов в металлургической промышленности связаны главным образом со сжиганием ископаемого топлива в высокотемпературных процессах, термическим разложением материалов и потреблением электроэнергии.

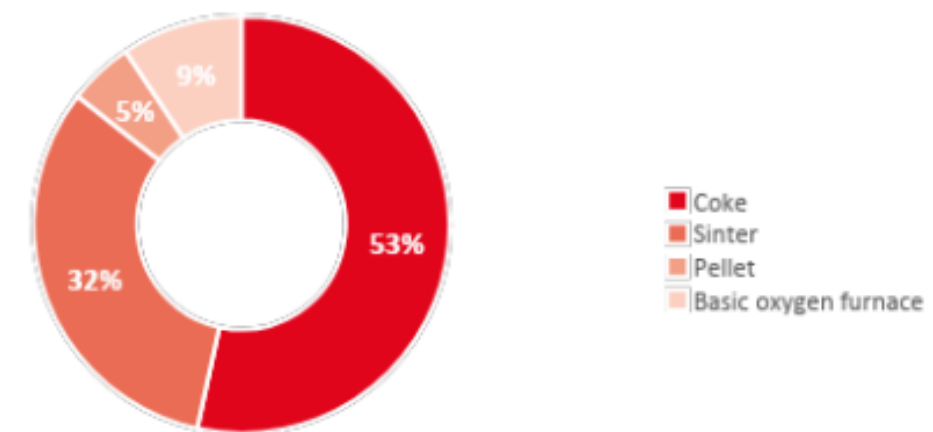


ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ

Интенсивность выбросов парниковых газов (в тCO₂-экв./т стали) с доменной печью



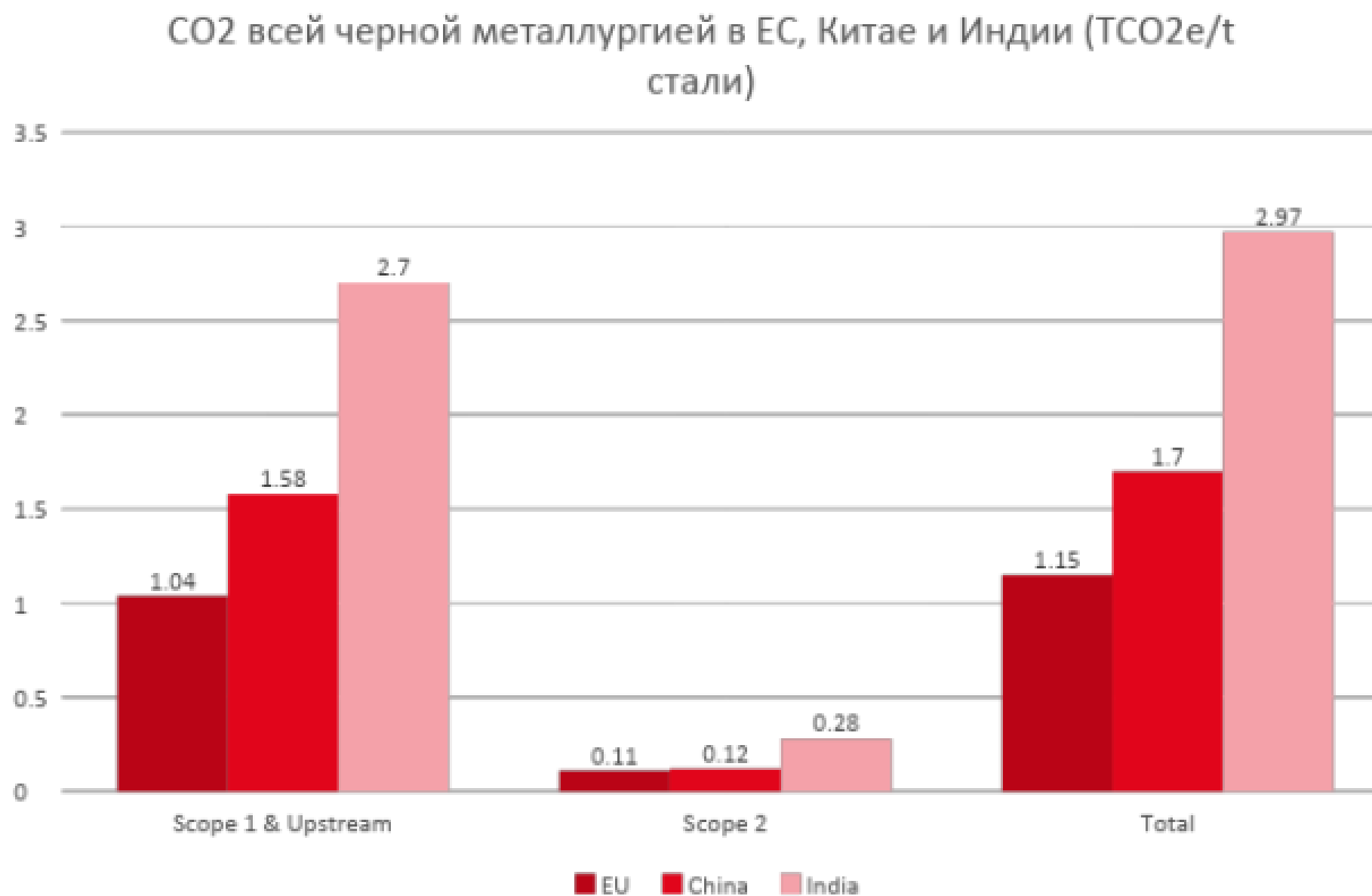
Интенсивность выбросов парниковых газов (в тCO₂e/т стали) с основным кислородом



Интенсивность меняется в зависимости от технологии: кислородно-конвертерный процесс менее углеродоемкий (0,19 тCO₂/т стали по сравнению с 0,67 при доменной технологии).

ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ: ЕС ПРОТИВ КИТАЯ ПРОТИВ ИНДИИ

- Доступные технологии и использование угля для производства электроэнергии влияют на углеродоёмкость производства стали в разных странах.
- В Китае были разработаны более эффективные технологии, хотя он по-прежнему вносит значительный вклад в общие выбросы парниковых газов из-за высокого уровня производства.
- Производство стали в Индии по-прежнему в основном основано на использовании угля, что объясняет более высокую интенсивность.



КОРПОРАТИВНЫЕ ЦЕЛИ ПО СОКРАЩЕНИЮ ВЫБРОСОВ

Компания	Мақсатты жыл: 2030	
	1 & 2 ауқым	3 ауқым
Vale S.A. (Бразилия)	33% (vs 2017) немесе 2.54%	15% by 2035 (vs 2018) немесе жылына 1.25%
BHP Group (Австралия)	30% (vs 2020) немесе жылына 3.0%	30-40% (vs 2020) немесе жылына 3-4%
Polymetal (Ресей)	35% (vs 2019) немесе жылына 3.2%	Жоқ
KazMinerals (Қазақстан)	5% by 2024 (vs 2018) немесе жылына 1%	Жоқ

НА ВАШЕМ ПРЕДПРИЯТИИ УСТАНОВЛЕННЫ ЦЕЛИ, СВЯЗАННЫЕ С ДЕКАРБОНИЗАЦИЕЙ?

Охват 1 и 2: _____

Охват 3 : _____

Другие цели:

•Повышение энергоэффективности _____

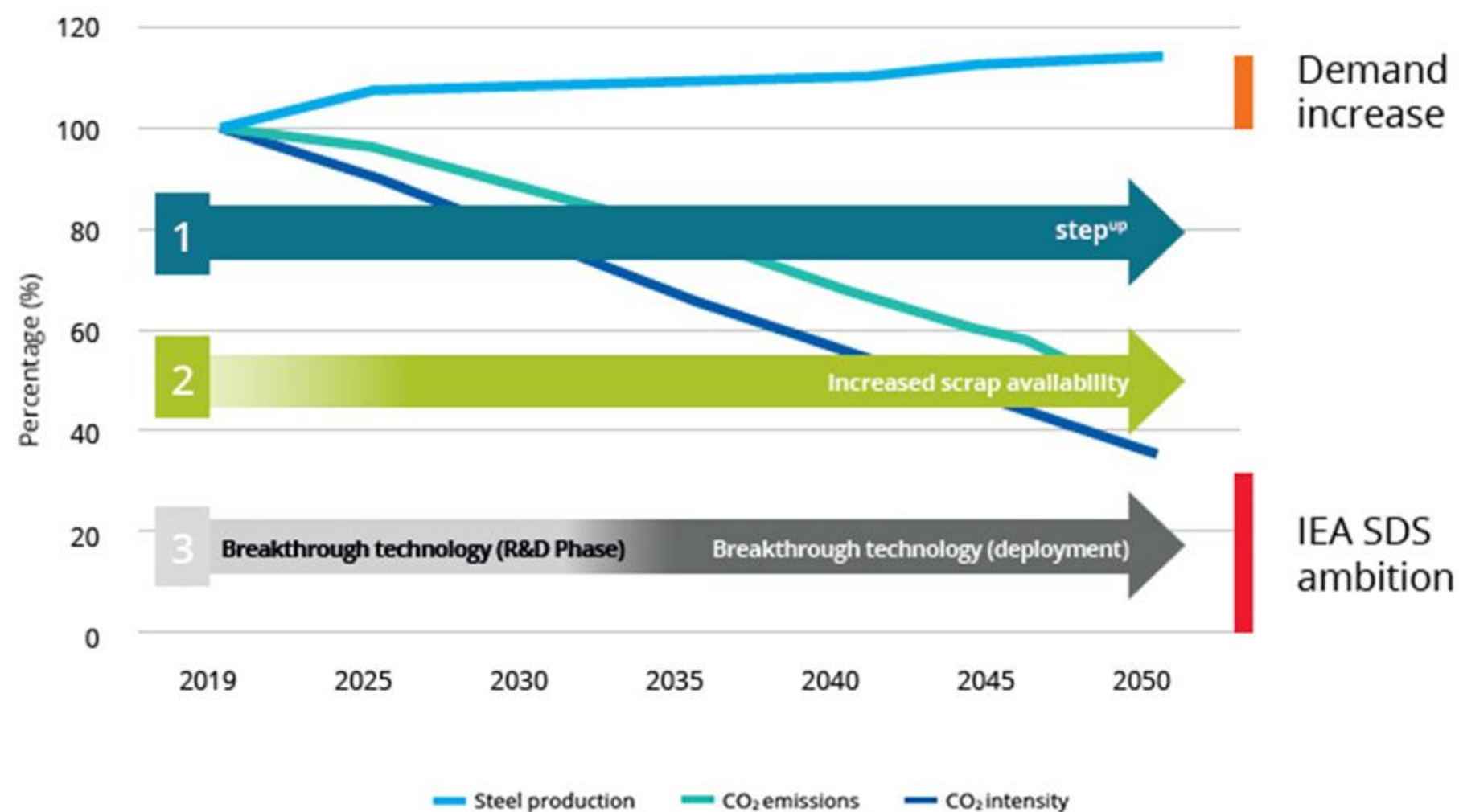
•Использование ВИЭ _____

•Иные цели: _____



WORLDSTEEL : ДОРОЖНАЯ КАРТА ПО ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ОТРАСЛИ

Steel production, total CO₂ emissions and CO₂ intensity, 2019 - 2050 under the International Energy Agency (IEA) Sustainable Development Scenario (SDS)



Based on data provided in the IEA's Iron and Steel Technology Roadmap, October 2020

1) Шаг вперед : общеотраслевой процесс анализа эффективности, основанный на передовых практиках для улучшения качества сырья и энергоэффективности. Успешное внедрение компаниями потенциально может сократить выбросы при производстве стали на 20%.

WORLDSTEEL : ДОРОЖНАЯ КАРТА ПО ДЕКАРБОНИЗАЦИИ

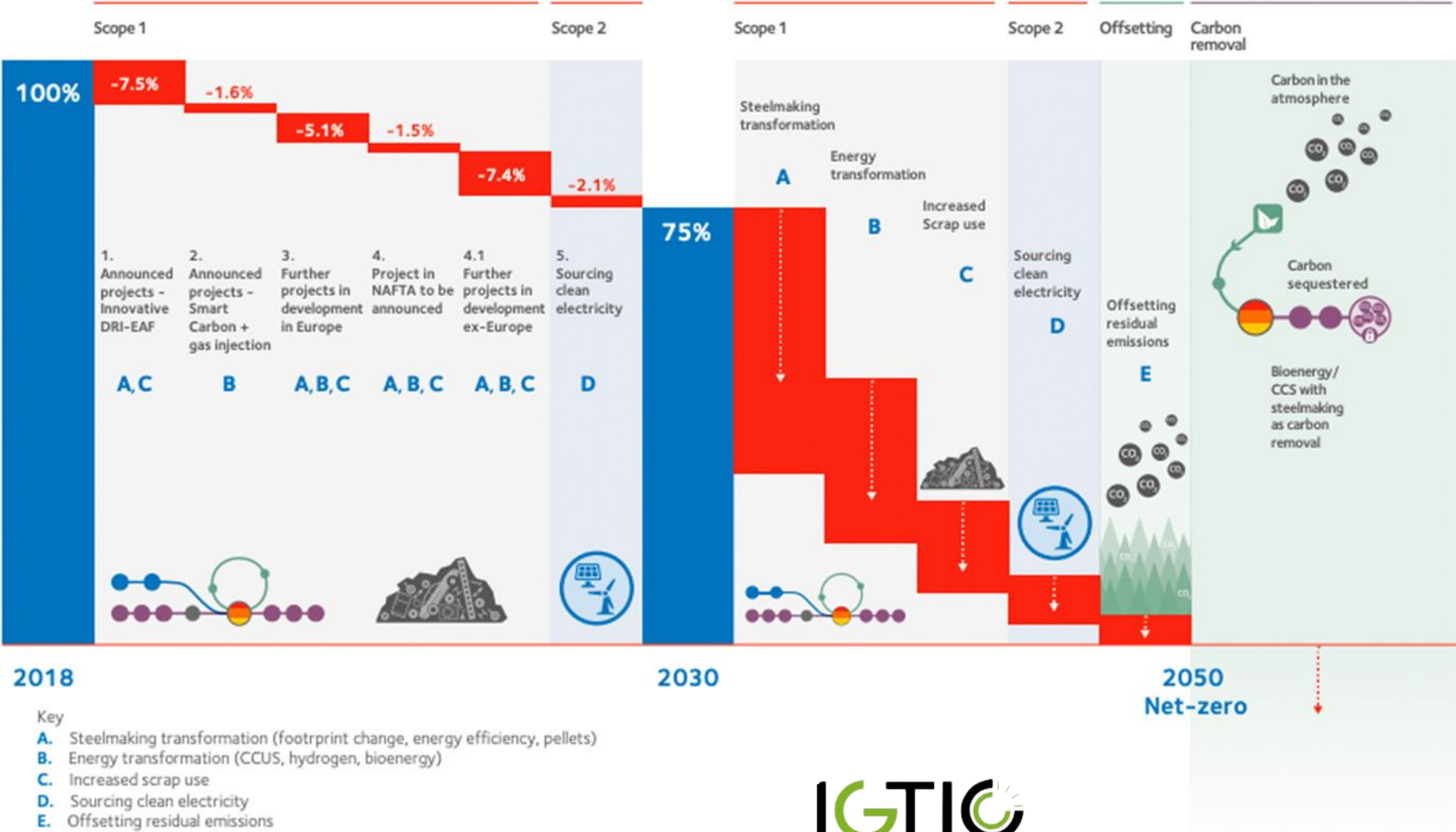


2. Максимальное использование лома. Каждая тонна лома, используемого для производства стали, позволяет избежать выбросов 1,5 тонн углекислого газа. Будущее расширение необходимо для уменьшения воздействия сталелитейной промышленности.

3. Прорывные технологии: необходим преобразующий подход к производству железа, чтобы уменьшить зависимость от угля. 3 категории перспективных технологий:

- **Использование и хранение углерода (CCUS) и/или устойчивая биомасса для компенсации выбросов.**
- **Зеленый водород как восстановитель.**
- **Использование чистой/возобновляемой электроэнергии посредством процесса, основанного на электролизе.**

ARCELORMITTAL: СТРАТЕГИЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ





ARCELORMITTAL: СТРАТЕГИЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ

А - Трансформация сталелитейного производства

В течение ближайших десятилетий, сталелитейная промышленность претерпит трансформацию технологий, используемых для производства стали, в масштабах, невиданных более 100 лет. Это включает в себя

- перевод производства чугуна на **процесс прямого восстановления железа**. По своей сути процесс прямого восстановления железа является восстановлением железа из руды, минуя доменный процесс, то есть кокс в процессе не участвует.
- Переход на электричество: использование **дуговых сталеплавильных печей**
- Изменение **процессов подготовки железной руды** на аглофабрике (с использованием тепла или давления для уплотнения материала) на установки по производству окатышей (которая сжимает или формует железный материал в форму окатышей).

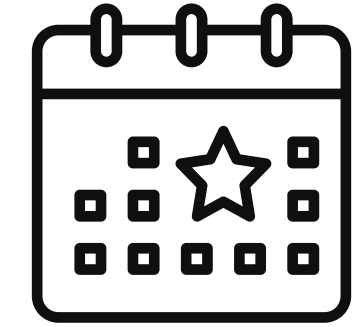
ARCELORMITTAL: СТРАТЕГИЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ



В – Энергетическая трансформация	<p>Переход на более низкоуглеродные виды топлива:</p> <ul style="list-style-type: none">- Природный газ (в краткосрочной перспективе)- Биомасса или синтетическая биомасса- Зеленый водород- Уголь только в сочетании с установками по улавливанию и хранению углерода (CCS) <p>Первый в мире крупномасштабный сталелитейный завод с нулевым уровнем выбросов углерода в Сестао (Испания) со строительством установки DRI, работающей на водороде. Завершится в 2025 году.</p>
С - Циркулярная экономика	<p>Увеличение использования металлолома.</p>
D - Чистое электричество	<p>Приобретение сертификатов возобновляемой энергии или заключение договоров прямой покупки электроэнергии у поставщиков ВИЭ.</p>



СРАВНЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ



Краткое изложение меры	Энергоэффективность и модернизация	Трансформация сталелитейного производства	Переход на альтернативные виды топлива	Максимальное использование лома	Закупка чистой электроэнергии
Потенциал сокращения выбросов в %	-25%	-50-60%	-100%	1 т лома – снижает выбросы на 1,5 т CO ₂	-100% при полной реализации
Технологическая готовность (от 1 до 3)	3	2	1	3	1
Капиталовложения	Низкие	Высокие	Высокие	Низкие	Средние

ОЦЕНИТЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕР ПО ДЕКАРБОНИЗАЦИИ НА ВАШЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

ОЦЕНКА ОТ 1 (НИЗКАЯ) ДО 5
(ВЫСОКАЯ)

Мероприятие	Технологически возможно	Экономически обосновано
Энергоэффективность и модернизация		
Трансформация сталелитейного производства		
Переход на низкоуглеродные виды топлива		
Максимальное использование лома		
Закупка чистой электроэнергии		

КАКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ УЖЕ БЫЛИ РЕАЛИЗОВАНЫ НА ВАШЕМ ПРЕДПРИЯТИИ?

Использование ВИЭ: _____

Повышение энергоэффективности: _____

Трансформация производственных
процессов: _____

Другие меры: _____



ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ

Риски, связанные с глобальным переходом на низкоуглеродное развитие

Кредитный риск, связанный с ESG (Экологическим, социальным и корпоративным управлением): риск столкнуться с более высокими процентными ставками и трудностями в доступе к финансированию из-за строгих требований к соблюдению требований ESG

Регуляторный риск: Риск возможных изменений в национальном законодательстве, связанном с изменением климата, приводящих к налогообложению выбросов ПГ, установлению целей по снижению углеродного следа и возможным судебным разбирательствам в связи с несоблюдением требований законодательства

Рыночный риск: Риск подверженности углеродному налогообложению в странах импорта продукции

Клиентский риск: риск потери клиентов из-за несоблюдения их целевых показателей по декарбонизации в роли поставщика





ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ

РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С НЕГАТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ОПЕРАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Риски, связанные с негативным воздействием изменения климата на операционную деятельность

- Операционный риск для металлургии в связи с изменением количества осадков
- Операционный риск из-за экстремальных температур
- Операционный риск в связи с экстремальными погодными условиями
- Операционный риск в связи со дефицитом водных ресурсов

ОЦЕНИТЕ ВЛИЯНИЕ, КОТОРОЕ РИСК МОЖЕТ ОКАЗАТЬ НА ВАШЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, И ВЕРОЯТНОСТЬ ТОГО, ЧТО РИСК МАТЕРИАЛИЗУЕТСЯ

РИСК	ВЛИЯНИЕ	ВЕРОЯТНОСТЬ
Кредитный риск: доступ к капиталу		
Регуляторный риск: ужесточение законодательства		
Рыночный риск: налогообложение импорта		
Клиентский риск: потеря рынков		
Операционный риск: изменение количества осадков		
Операционный риск из-за экстремальных температур		
Операционный риск в связи с экстремальными погодными условиями		
Операционный риск в связи со дефицитом водных ресурсов		

Оценка от 1 (низкая) до 5 (высокая)

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ В ГРУППЕ

- Какие основные источники выбросов ПГ в вашей отрасли?
- Какие цели ставят перед собой Ваши компании?
- Какие мероприятия по декарбонизации вы считаете наиболее реалистичными?
- Какие мероприятия уже были реализованы?
- Какие основные климатические риски для Вашего предприятия?



A large industrial ladle is shown pouring molten metal into a mold. The metal is bright yellow-orange, and the ladle is dark and textured. The background is dark, suggesting an industrial setting.

ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИИ

Модуль 2 – Дополнительная информация

A large industrial ladle is shown pouring molten metal into a mold. The metal is bright yellow-orange, and the scene is dimly lit, with the primary light source being the glowing metal. The ladle is tilted, and a thick stream of metal is falling into a rectangular mold. The mold is filled with the same molten metal, and some steam or smoke is visible in the background.

**ТЕКУЩИЕ ДЕЙСТВИЯ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ
КОМПАНИЙ**



ARCELORMITTAL: СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ЦЕЛИ

Цели сокращения выбросов

Обязательство сократить интенсивность выбросов на 25% к 2030 году, базовый уровень 2007 года (35% в Европе, масштабы 1 и 2). Работаем в Индии, США, Европе и Казахстане.

Чистое электричество

Переход на лом и технологию DRI-EAF для увеличения доли электроэнергии + приобретение сертификатов возобновляемой энергии и договоров прямой покупки электроэнергии (PPA) у поставщиков ВИЭ.

Сталелитейное производство и трансформация энергетики

Переход на природный газ + будущее использование «зеленого» водорода + ископаемого углерода в сочетании с CCS

Другой

Увеличение использования металлолома. Программа XCarb™ Accelerator, созданная для поддержки развития технологий производства низкоуглеродистой стали.

ПУТИ





JSW STEEL: СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ЦЕЛИ

Цели сокращения выбросов	Цель на 2030 год: обязательство снизить интенсивность выбросов CO ₂ до 1,95 тCO ₂ -экв./т.с. Интенсивность выбросов в 2022-23 финансовом году составит 2,36 тCO ₂ -экв./т.с. В основном работает в Индии.
Чистый нулевой целевой	2050 год
Чистое электричество	Цель на 2030 год: установка 10 ГВт возобновляемых источников энергии для полного использования в сталелитейном производстве.
Сталелитейное производство и трансформация энергетики	Вмешательства на заводах в Виджаянагаре, Долви и Салеме с целью повышения эффективности и технологий.
Другой	Устойчивая энергетическая среда и декарбонизация (SEED): крупномасштабная программа декарбонизации в Виджаянагаре с совокупным годовым потенциалом сокращения выбросов CO ₂ на 9+ млн тонн CO ₂ к 2030 году.

ПУТИ



ГИДРО: СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

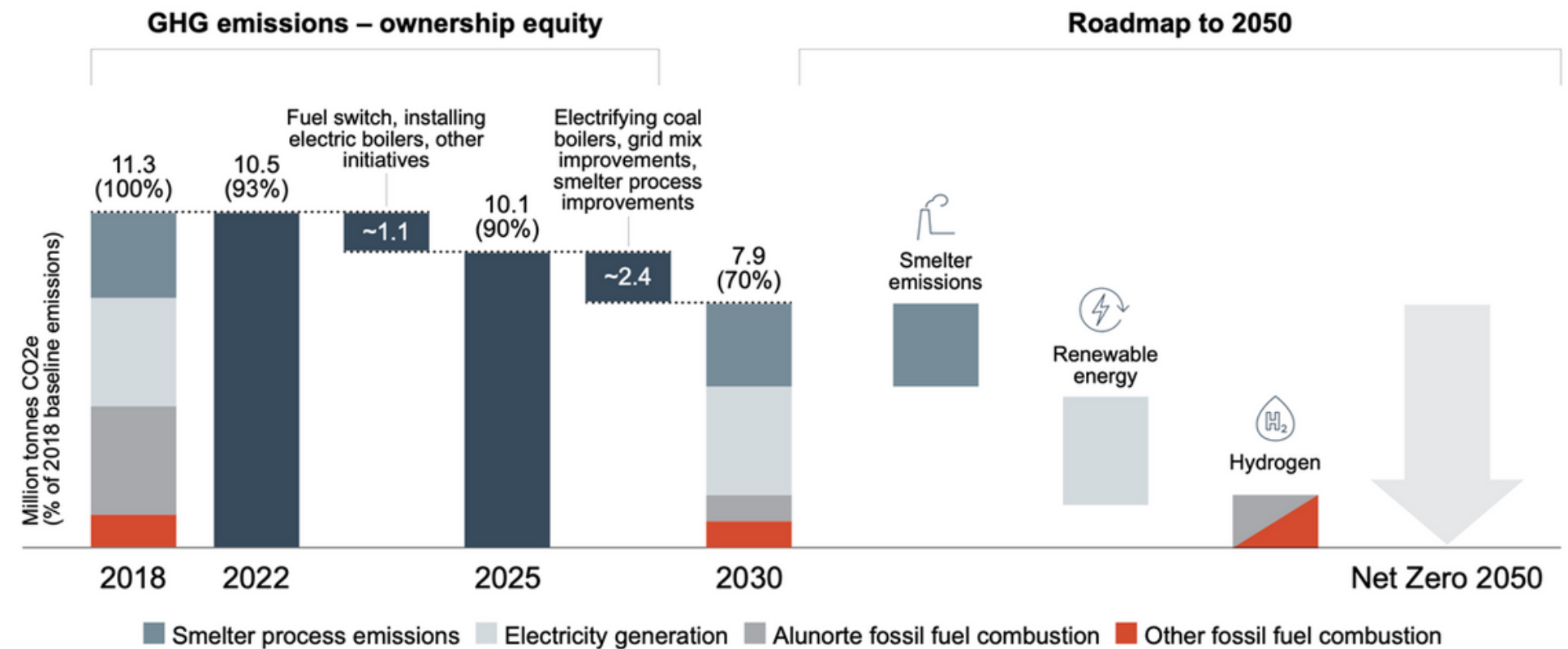
Чистое электричество	Гидроэнергетика как основной источник производства электроэнергии, благодаря чему алюминий, производимый гидроэлектростанциями, уже является одним из наименее углеродоемких.
Плавка/рафинирование и преобразование энергии	HalZero позволяет производить самый экологически чистый и энергоэффективный в мире первичный алюминий.
Расходы	63,5 миллиона долларов США на исследования и разработки по совершенствованию технологий переработки, цифровизации и повышению компетентности в области аккумуляторов и водорода. CCS для декарбонизации существующих плавильных заводов, хлоридный процесс HalZero для декарбонизации новых плавильных мощностей и использования отходов потребления.



ДОРОЖНАЯ КАРТА HYDRO ПО ДЕКАРБОНИЗАЦИИ

• До 2030 года: сосредоточить внимание на повышении эффективности использования топлива/энергии/электроэнергии, электрификации легкоутилизируемых технологий, совершенствовании процессов плавильного производства.

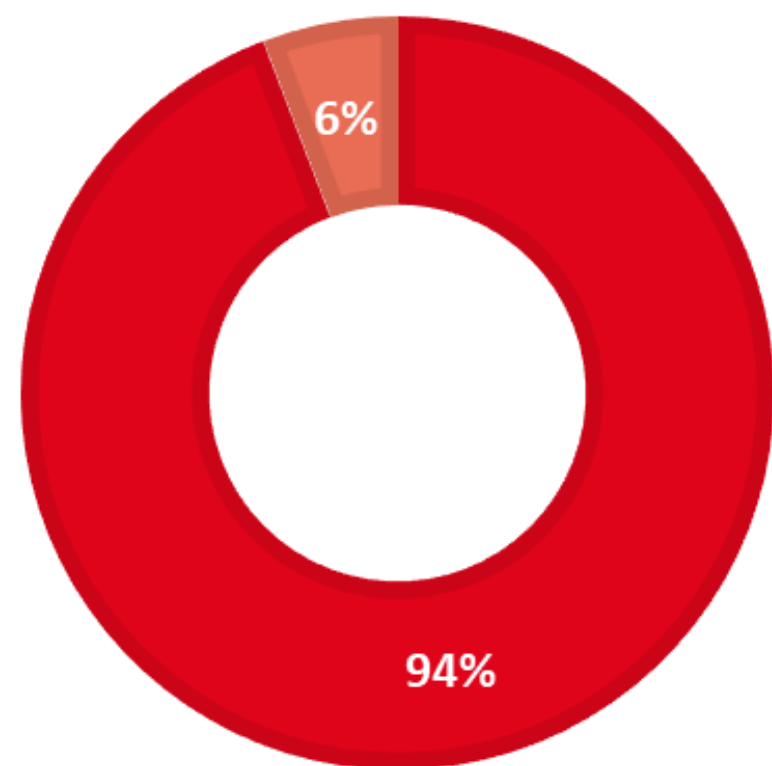
• 2030–2050: CCS/безуглеродная плавка; внедрение возобновляемых источников энергии; Водород для полного отказа от ископаемого топлива.



Источник: Отчет об устойчивом развитии гидроэнергетики.

СРАВНИВАЯ КОМПАНИИ

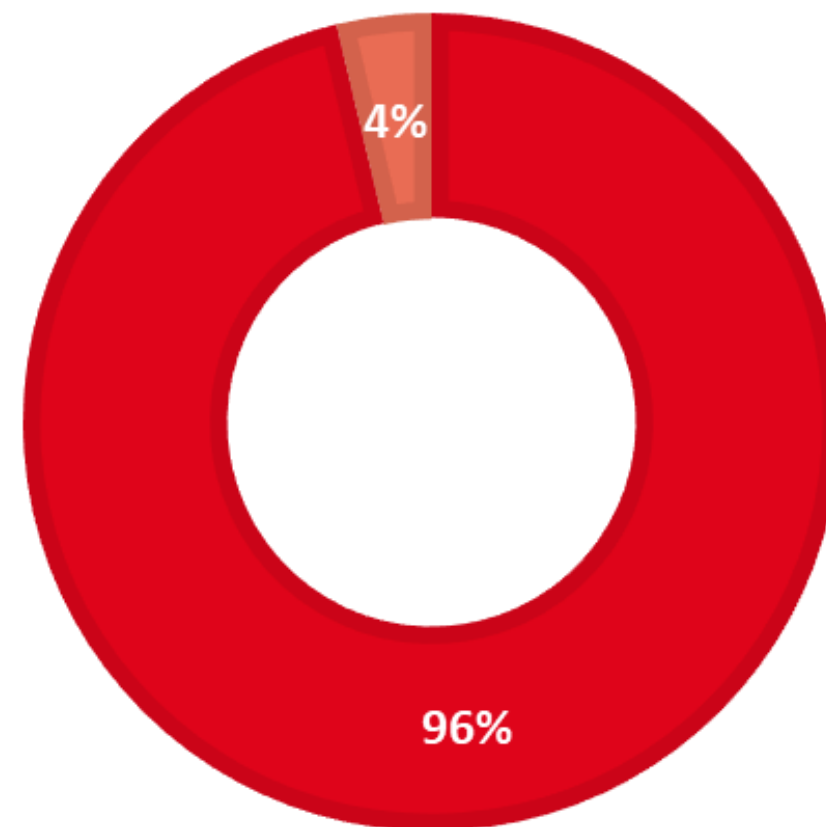
■ Scope 1 ■ Scope 2



АРСЕЛОРМИТТАЛ (2022)
ОБЛАСТЬ 1: 193,04 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.
ОБЛАСТЬ 2: 7,48 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.
ВСЕГО: 200,53 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.

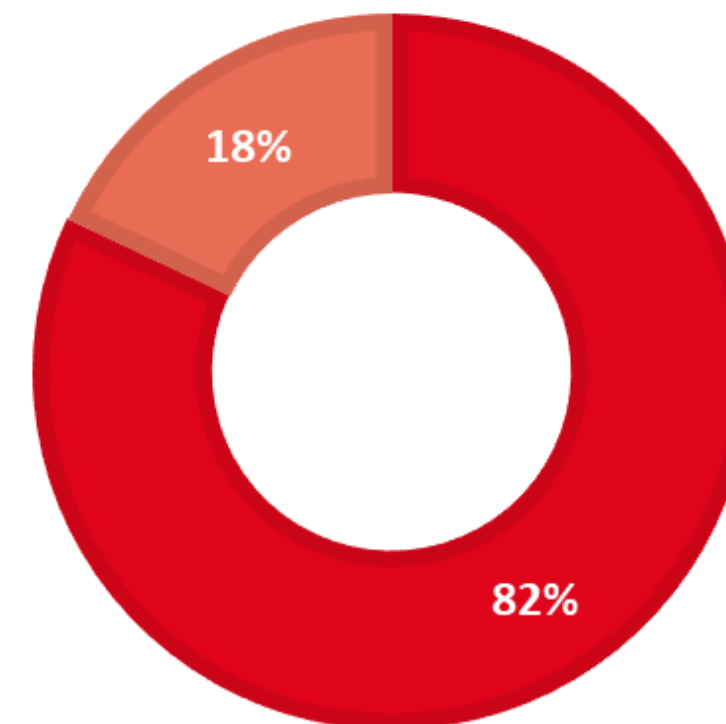
■ ArcelorMittal Scope 1 and 2

■ Europe Scope 1 and 2



JSW STEEL (2022)
ОБЛАСТЬ 1: 41,64 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.
ОБЛАСТЬ 2: 2,57 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.
ИТОГО: 44,21 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.

■ Scope 1 ■ Scope 2

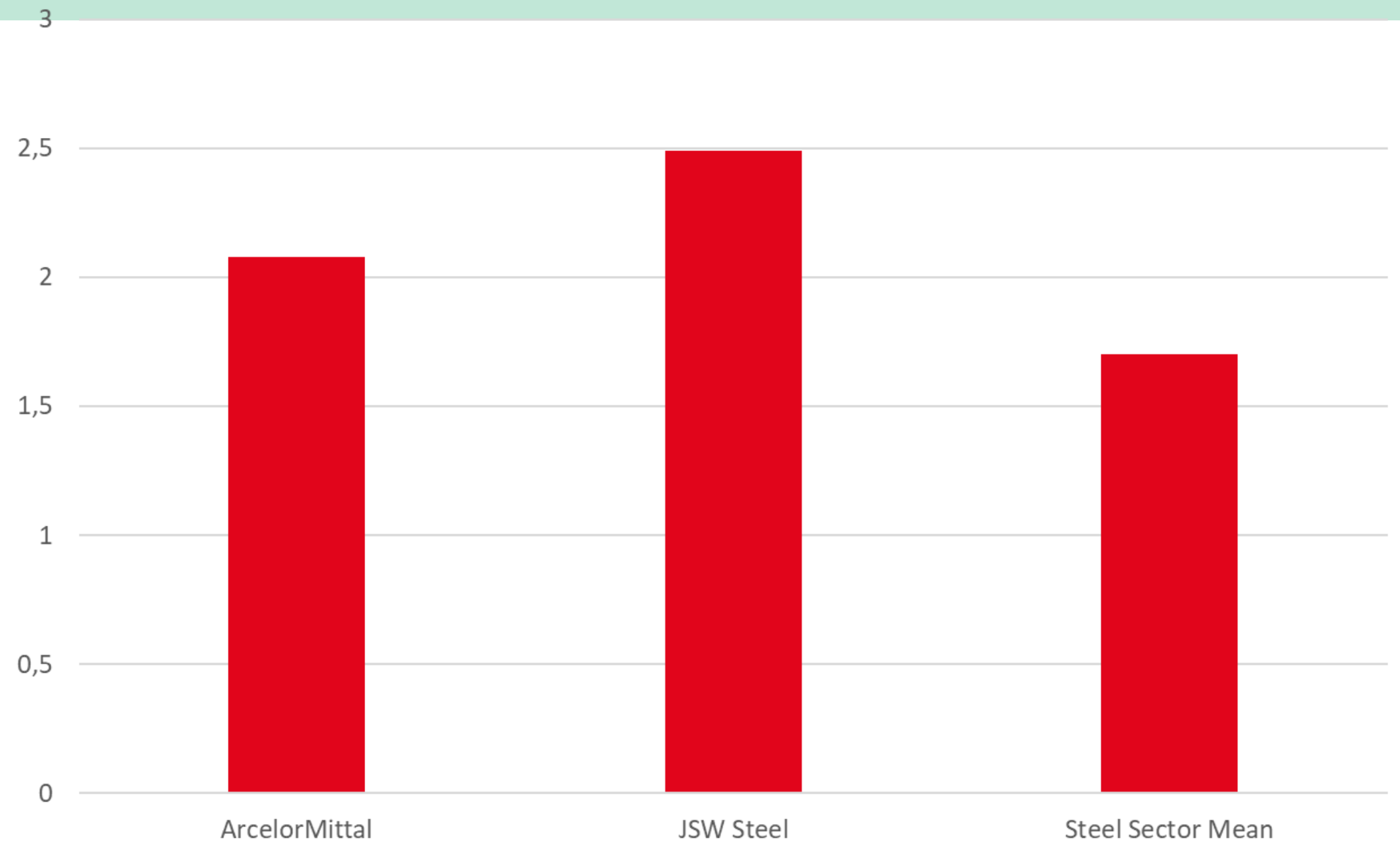


ГИДРО (2022)
ОБЪЕМ 1: 7,17 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.
ОБЛАСТЬ 2: 1,57 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.
ИТОГО: 8,74 МЛН ТОНН CO2 ЭКВ.

СРАВНЕНИЕ КОМПАНИЙ: СТАЛЬ

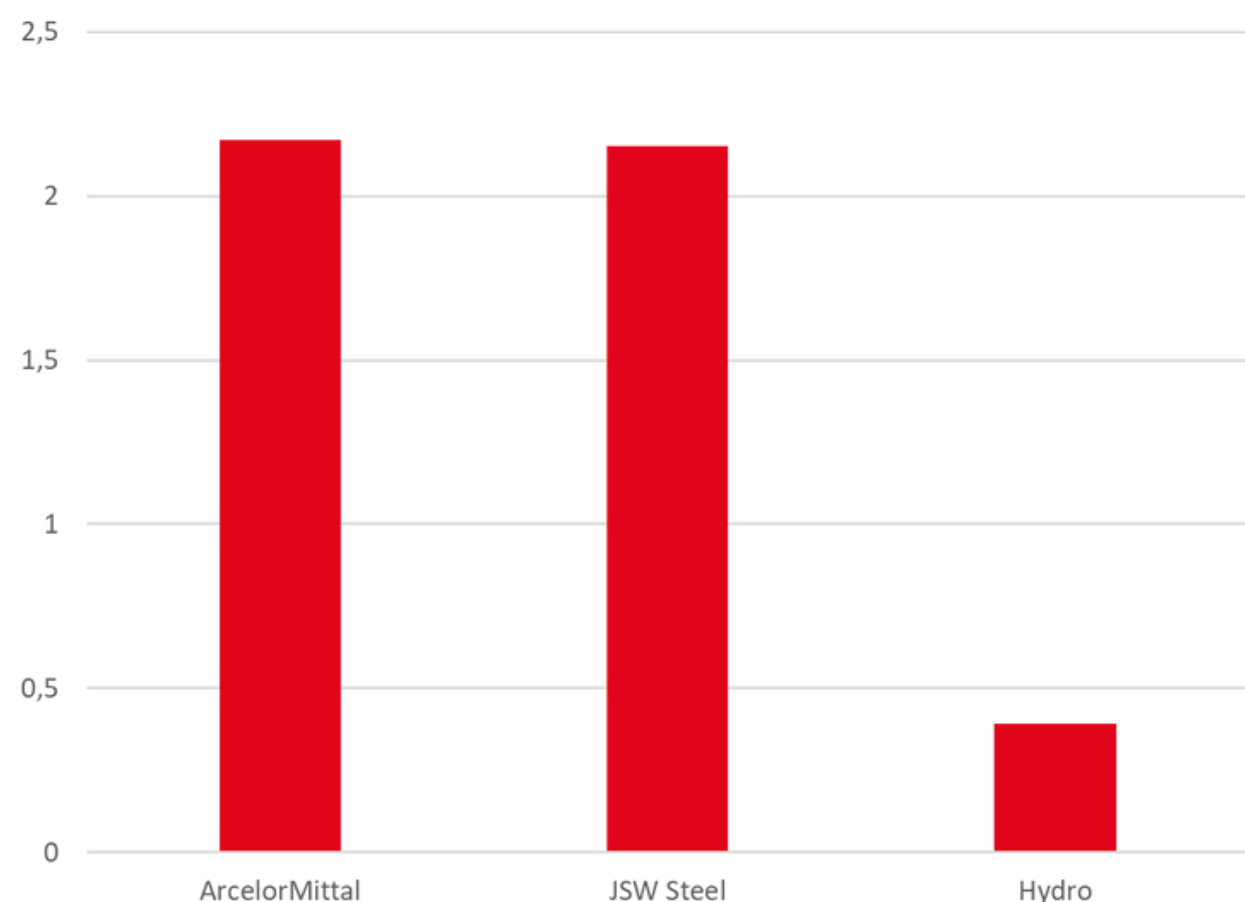
Интенсивность выбросов углекислого газа (тонна CO₂e/тонна стали), 2020 финансовый год:

- АрселорМиттал: 2,08
- JSW Steel: 2,49
- Среднее значение по сталелитейному сектору: 1,70.



ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫБРОСОВ НА ЕДИНИЦУ ДОХОДА

Источник: Инициатива «Пути перехода» и Отчет ArcelorMittal о действиях по борьбе с изменением климата 2.



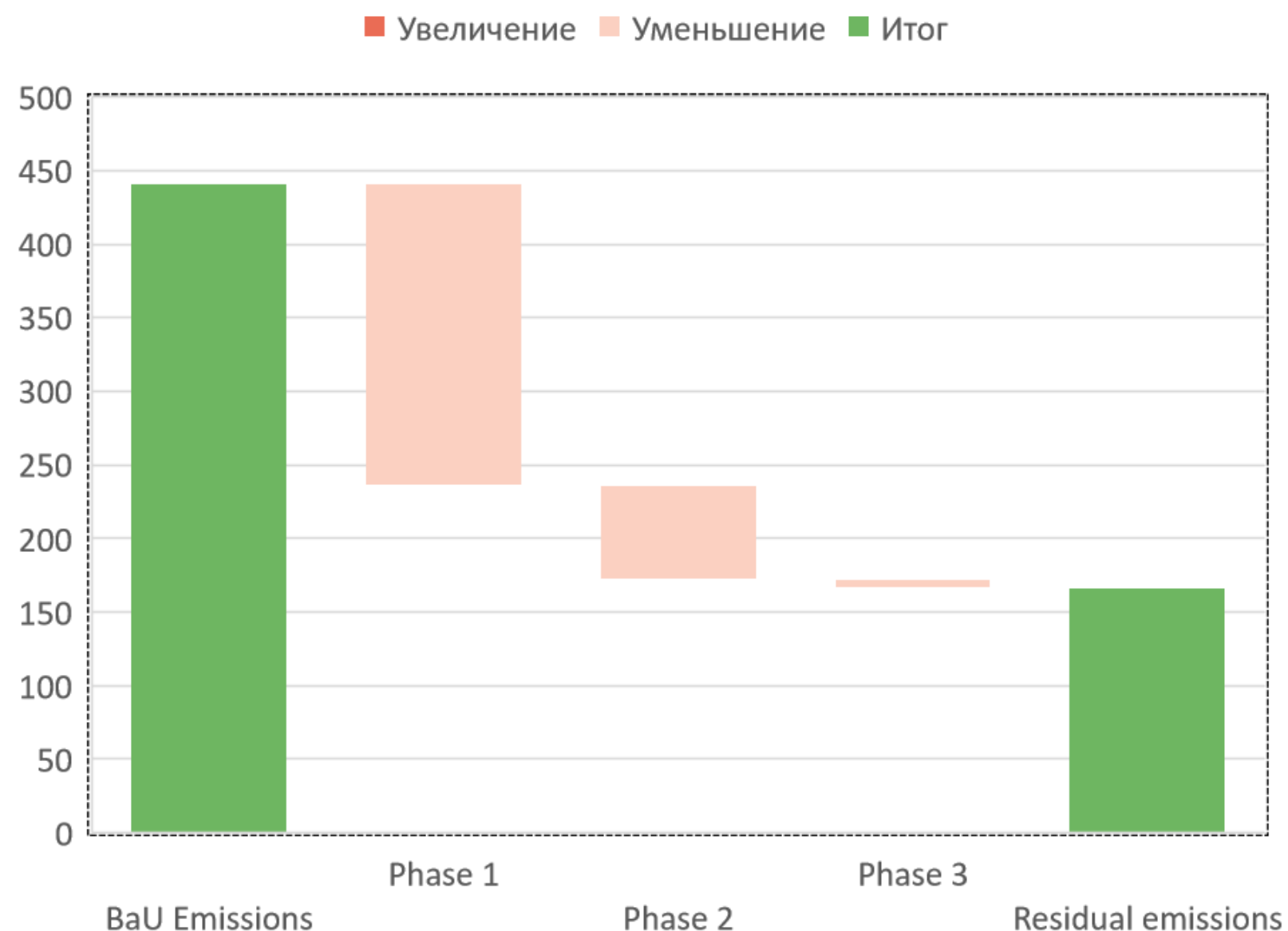
Углеродоемкость на основе доходов (млн тонн CO₂-экв/млрд долларов США), 2022 финансовый год:

- ArcelorMittal: 2,17 млн тонн CO₂/млрд долларов США (выручка 78,844 млрд долларов США).
- JSW Steel: 2,15 млн тонн CO₂/млрд долларов США (выручка 20,54 млрд долларов США)*.
- Hydro: 0,39 млн тонн CO₂/млрд долларов США (выручка 22,307 млрд долларов США).

*2022 финансовый год был выбран для выравнивания показателей трех компаний, хотя дата на 2023 финансовый год была доступна.

MINE ZERO PATHWAY 1: УСТОЯВШАЯСЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Сокращение выбросов в годовом исчислении по каждой фазе Пути 1 (тыс. тонн CO₂-экв.)



Идеальный случай: производство медных месторождений от рудника до металла, расположенное в удаленной Западной Западной Австралии, с оставшимся сроком службы рудника 25 лет.

- Приоритизация производства электроэнергии из возобновляемых источников на месте
- Электрификация тепловых производств и использование природного газа
- Дизель остается в смеси, компенсируя оставшиеся выбросы
- Приблизительный процент выбросов, которые они могут сократить только с помощью доступных технологий

Общие капитальные затраты (CAPEX): 744 миллиона долларов.

Источник: cefc и mriwa

MINE ZERO ПРИМЕР (АЛЮМИНИЙ): ПАРТНЕРСТВО RIO TINTO 2: ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

RioTinto



Carbon free aluminium smelting a step closer: ELYSIS advances commercial demonstration and operates at industrial scale



- Центр промышленных исследований и разработок в Сагеной (Квебек), Канада.
- Выплавка безуглеродного алюминия: плавильные камеры, работающие на электрическом токе.
- Коммерческая демонстрация в 2023 году
- Цель: сделать технологию доступной для установки с 2024 года + крупномасштабное производство с 2026 года.

Источник: sefc и mriwa

ПРИМЕР (ВОДОРОД): H₂ ЗЕЛЕНАЯ СТАЛЬ.

H₂ green steel

- Расположен в Бодене (Швеция).
- Производство экологически чистой стали с использованием сквозной цифровизации, электроэнергии из неископаемых источников и зеленого водорода
- Гигамасштабный электролиз (производство зеленого водорода), реактор DR, электродуговая печь: сокращение выбросов CO₂ на 95 %.
- Обязательство построить крупномасштабный завод по производству экологически чистой стали уже в 2025 году.