



IGTIC

# МОДУЛЬ 2

Металлургияның  
декарбонизациясы





IGTIC

## МЫСАЛ (СУТЕГІ): H2 ЖАСЫЛ БОЛАТ.

- Сіздің секторыңыздағы парниктік газдар шығарындыларының негізгі көздерін анықтау
- Өнеркәсіптегі декарбонизацияның мақсатты индикаторларымен және сандық көрсеткіштерімен танысу
- Осы сектордағы компаниялардың қай климаттық тәуекелдері ең маңызды деп саналатынын білу
- Қысқа және ұзақ мерзімді перспективада секторды декарбонизациялау үшін ең кең таралған және қолайлы әрекеттер мен технологиялық шешімдерді бағалау



# Металлургиядағы парниктік газдар шығарындыларының негізгі көздері



Шойын және болат өндірісі:

·Домна пештері: Домна пештерінде шойын мен болат өндірудің дәстүрлі әдісі тотықсыздандырғыш ретінде коксты (көмірден алынған) пайдалана отырып, темір рудасын тотықсыздандырудан тұрады, нәтижесінде CO<sub>2</sub> шығарындыларына (1-ші ауқымдағы шығарындылар) әкеледі

·Электр доғалы пештер. Электр доғалы пештерде электр қуатын пайдалана отырып металл сынықтары балқиды, бұл электр энергиясының бөліну сызбасына байланысты парниктік газдар шығарындыларына әкеледі (2-шығарындылар ауқымы)

Алюминий өндірісі:

·Байер процесі: Боксит кенінен алюминий өндіру кезінде Байер процесі алюминий гидроксидінің термиялық ыдырауына байланысты CO<sub>2</sub> шығарындыларына әкеледі (1-ші аумақтың шығарындылары).

·Холл-Эру процесі: глиноземнен алюминий алу үшін қолданылатын Холл-Эру процесі энергия көзіне байланысты жанама шығарындыларға әкелетін электр энергиясын айтарлықтай тұтынады (2-ші аумақтың шығарындылары)



# МЕТАЛЛУРГИЯДАҒЫ ПАРНИКТІК ГАЗДАР ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫНЫҢ НЕГІЗГІ КӨЗДЕРІ

Мыс өндірісі:

- Балқыту және тазарту: Мыс рудасынан мысты алу балқыту және тазарту процестерін қамтиды, процесс барысында парниктік газдар, ең алдымен, жылу шығару үшін отынды жағудан бөлінеді (1-ші аумақтың шығарындылары).

•

Басқа металлургиялық өнімдер:

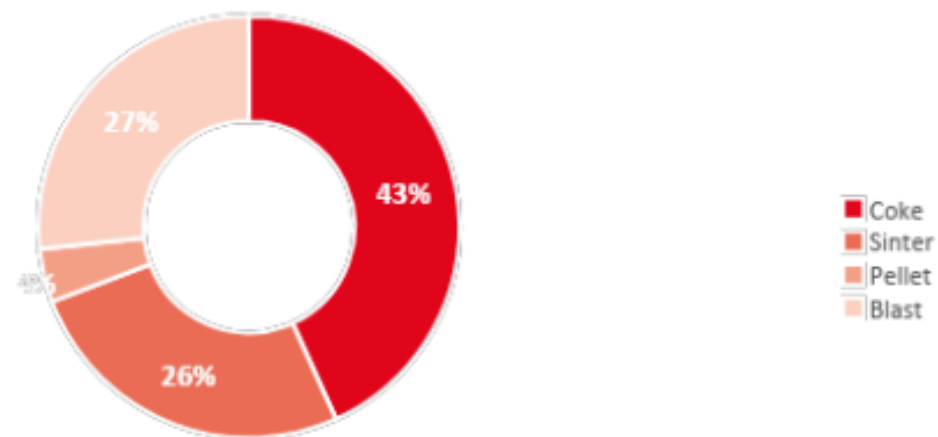
- Мырыш, қорғасын, никель және титан сияқты әртүрлі басқа металдар да термиялық өңдеу мен химиялық реакцияларды қамтитын энергияны көп қажет ететін процестер арқылы өндіріледі, нәтижесінде парниктік газдар шығарындыларының (2-ші аумақтың шығарындылары) бөлінуіне әкеледі.

Жалпы, металлургия өнеркәсібінің парниктік газдар шығарындылары, ең алдымен, жоғары температуралық процестерде қазбалы отынның жануымен, материалдардың термиялық ыдырауымен және электр энергиясын тұтынумен байланысты.

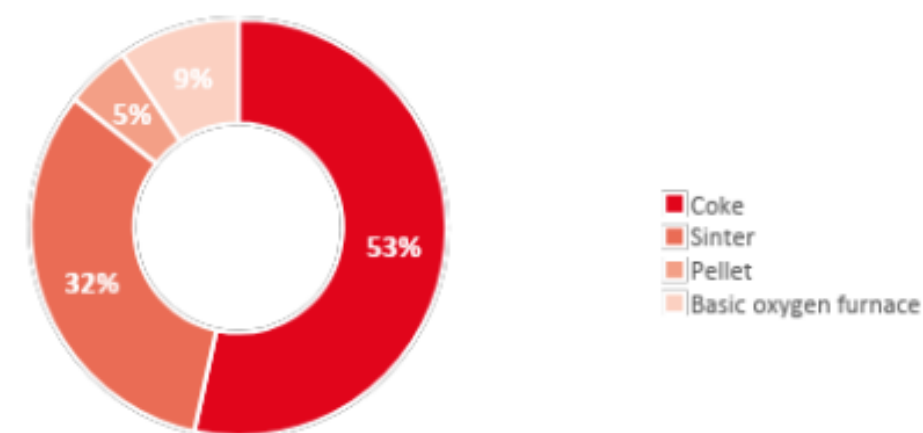


# Болат балқыту процестеріндегі парниктік газдар шығарындыларының қарқындылығы

Интенсивность выбросов парниковых газов (в тCO<sub>2</sub>-экв./т стали) с доменной печью



Интенсивность выбросов парниковых газов (в тCO<sub>2</sub>e/т стали) с основным кислородом



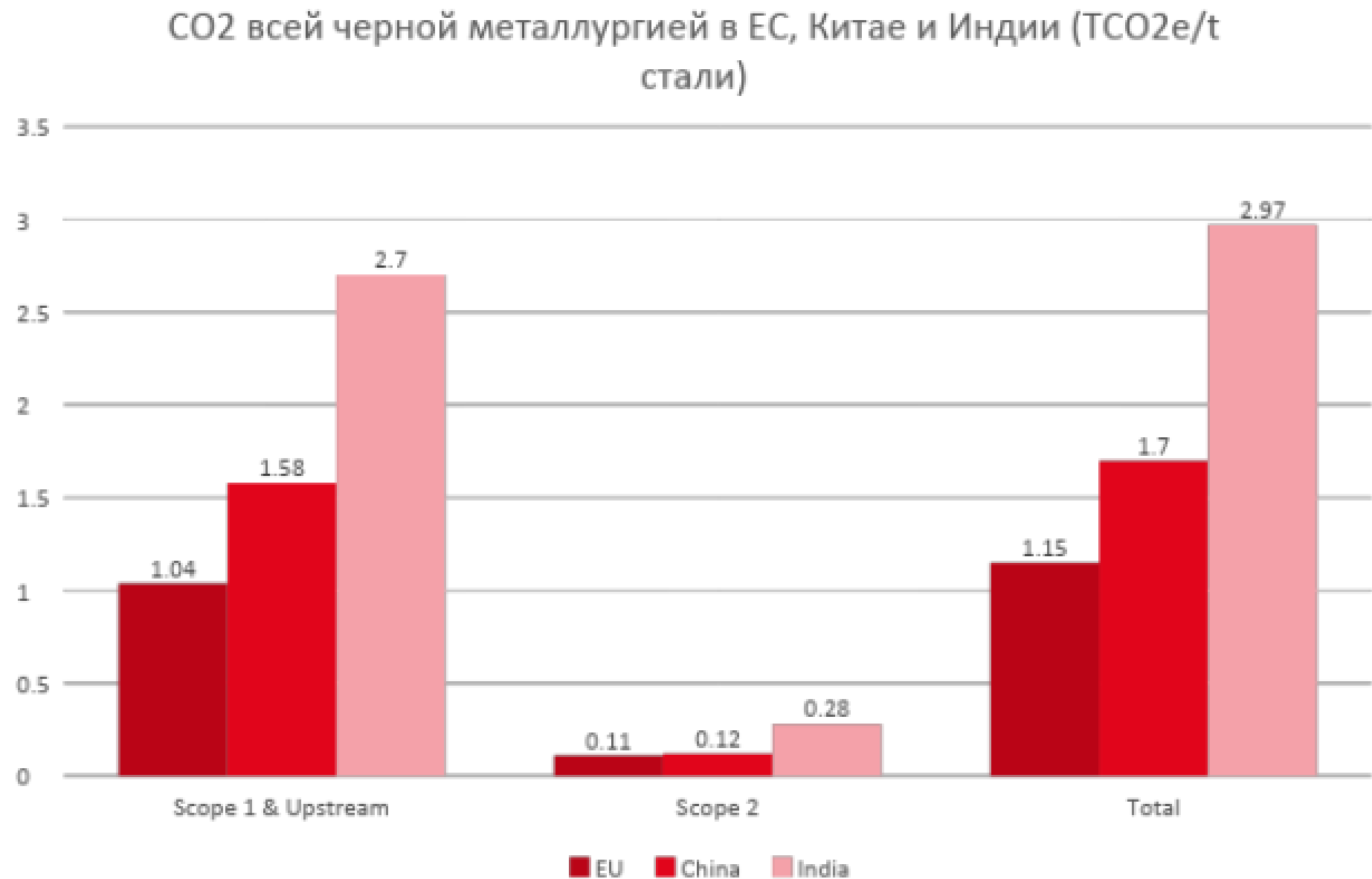
Қарқындылық технологияға байланысты өзгереді: оттегі-конвертер процесі көміртекті аз қажет етеді (домна технологиясы кезінде 0,67 салыстырғанда 0,19 тCO<sub>2</sub>/т болат).

# Парниктік газдар шығарындыларының қарқындылығы: ЕО, Қытай және Үндістан

Қолжетімді технологиялар және электр энергиясын өндіру үшін көмірді пайдалану әртүрлі елдердегі болат өндірісінің көміртегі сыйымдылығына әсер етеді.

Қытайда тиімдірек технологиялар әзірленгенімен, ол әлі де өндірудің жоғары деңгейіне байланысты парниктік газдардың жалпы шығарындыларына айтарлықтай үлес қосады.

Үндістанда болат өндірісі негізінен көмірге негізделген, бұл жоғары қарқындылықты түсіндіреді.



# Сіздің кәсіпорыныңызда 1 және 2 ауқымды парниктік газдар шығарындыларына қандай процестер әкеледі?

Электр қуатын тұтыну \_\_\_\_\_

Көмірді пайдалану: \_\_\_\_\_

Болат балқыту процестері \_\_\_\_\_

Басқа көздер:



# Шығарындыларды азайту бойынша корпоративтік мақсаттар

Компания	Мақсатты жыл: 2030
Arcelor Mital (ЕО, АҚШ, Үндістан, Қазақстан)	Шығарындылардың қарқындылығын топ бойынша 25%-ға және Еуропада 35%-ға төмендету Болаттың орташа көміртекті сыйымдылығын 2,08 тСО <sub>2</sub> е/т болатқа дейін төмендеді, әлі де әлемдік орташа деңгейден жоғары (1,83) 2050 жылға қарай көміртегі бейтараптығы.
JSW Steel (Үндістан)	СО <sub>2</sub> шығарындылар қарқындылығын 1,95 тСО <sub>2</sub> -экв/т.с. дейін немесе 23%-ға төмендету
Hydro (Норвегия, Бразилия және АҚШ)	2030 жылға қарай шығарындыларды 15%-ға азайту (2018 базалық көрсеткіш)



## Сіздің кәсіпорында декарбонизацияға байланысты мақсаттары бар ма?

Ауқым 1 және 2: \_\_\_\_\_

Ауқым 3 : \_\_\_\_\_

Басқа мақсаттар:

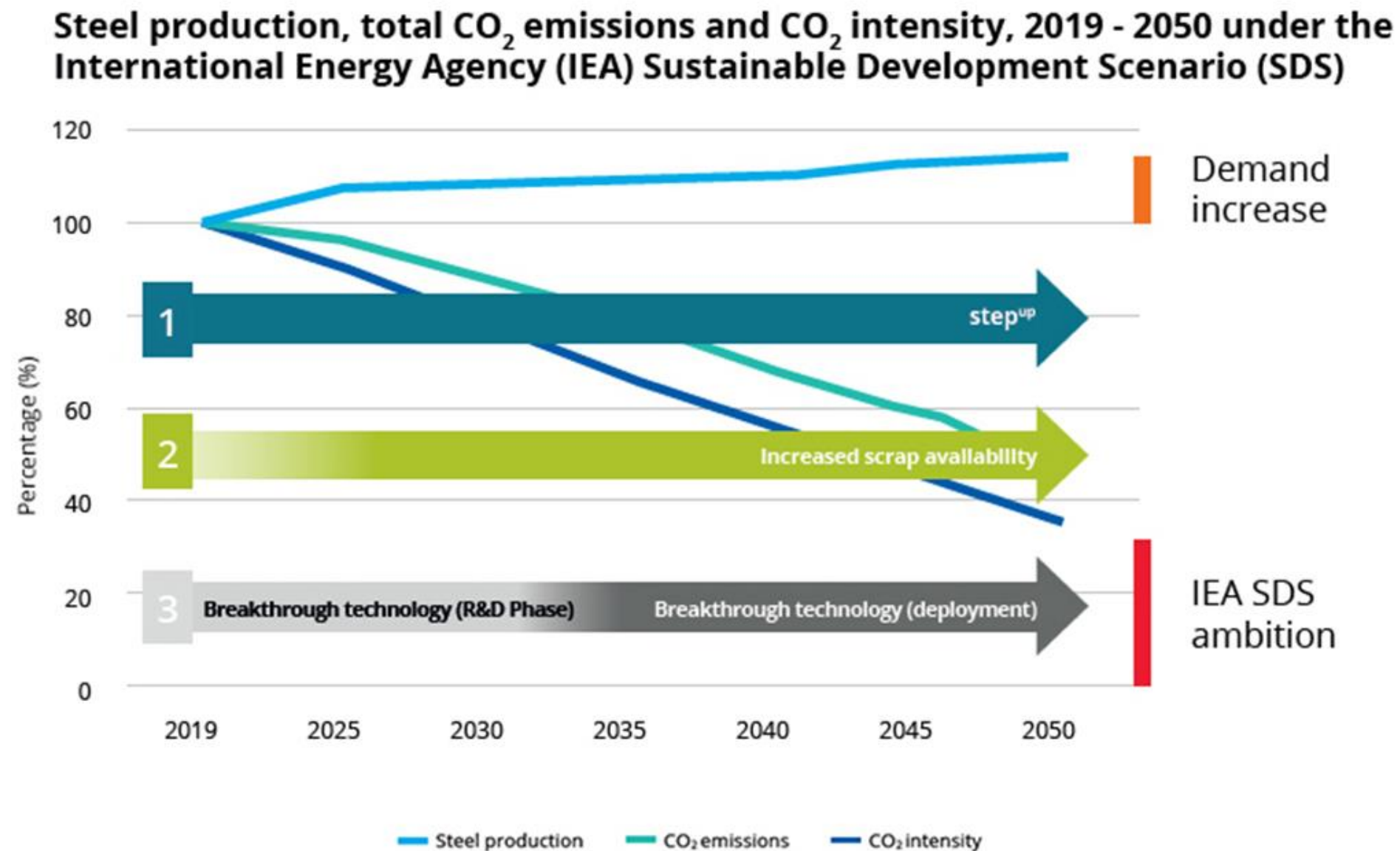
• Энергия тиімділігін арттыру \_\_\_\_\_

• ЖЭК қолдану \_\_\_\_\_

• Өзге мақсаттар: \_\_\_\_\_



# Worldsteel : Саланы декарбонизациялаудың жол картасы



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

1) Алға қадам: Шикізат сапасы мен энергия тиімділігін арттыру үшін озық тәжірибеге негізделген жалпы салалық тиімділікті алдау процесі. Компаниялардың сәтті жүзеге асыруы бولاتөндірісінен шығатын шығарындylарды 20%-ға төмендетуі мүмкін.

# WORLDSTEEL : ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ БОЙЫНША ЖОЛ КАРТАСЫ



## 2. **Сынықтарды максималды пайдалану.**

Болат өндіру үшін пайдаланылатын сынықтың әрбір тоннасына 1,5 тонна көмірқышқыл газы шығарындыларын болдырмауға мүмкіндік береді.

Болат құю өнеркәсібінің әсеріне айналу үшін болашақтағы кеңейту қажет.

## 3. **Алғабастайтын технологиялар:**

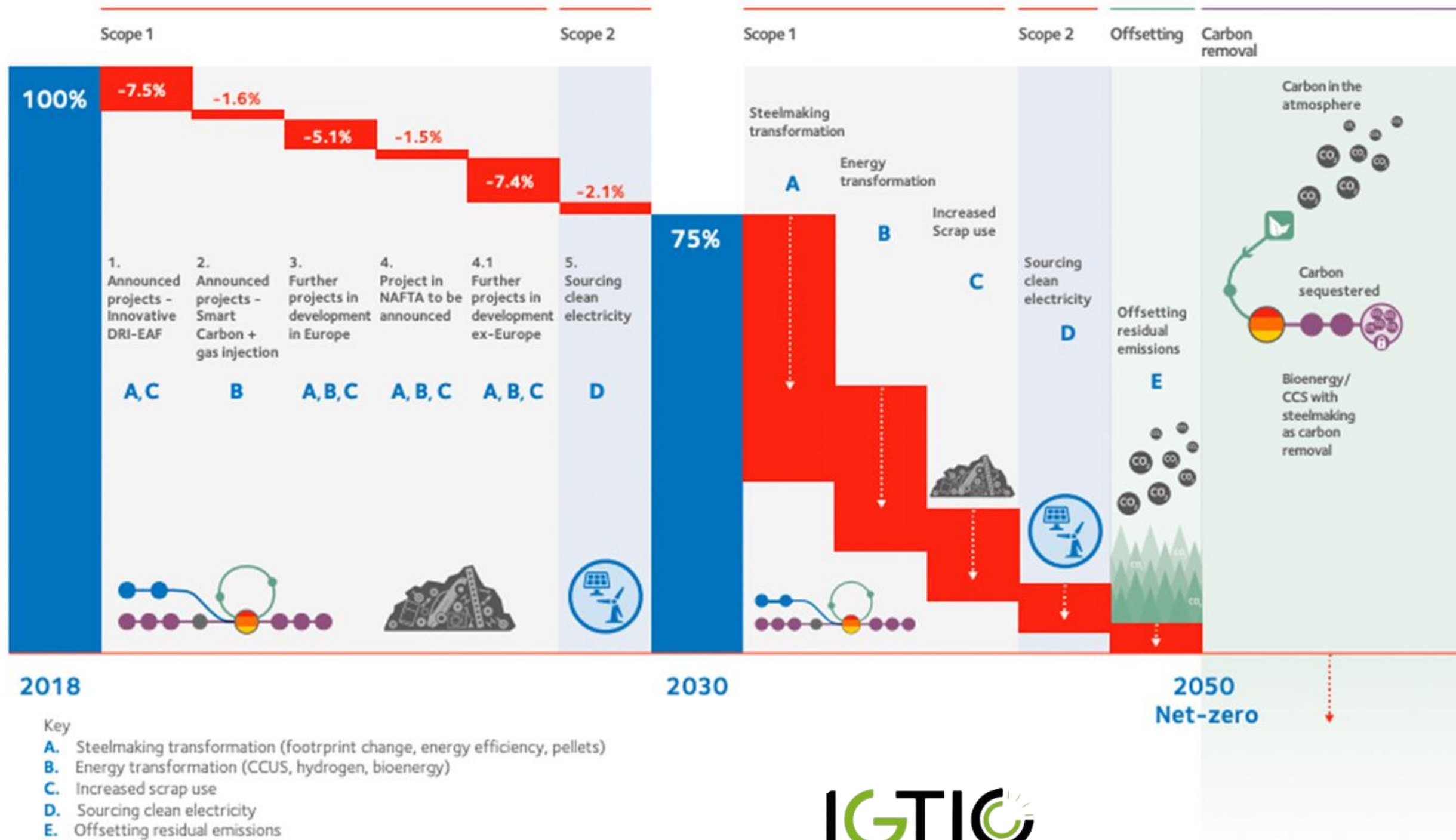
көмір газының азайту үшін темір өндіру процесін түрлендіруші көзқарас қажет. Перспективті технологиялардың 3 категориясы:

Көміртекті пайдалану және сақтау (CCUS) және/немесе шығарындыларды өтеу үшін тұрақты биомасса.

Тотықсыздандырғыш ретінде жасыл сутегі.

Электролизге негізделген процесс арқылы таза/жаңартылатын электр энергиясын пайдалану.

# ARCELOORMITTAL: ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ СТРАТЕГИЯСЫ





# ARCELORMITTAL: ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ СТРАТЕГИЯСЫ

## А - Болат құю өндірісінің трансформациясы

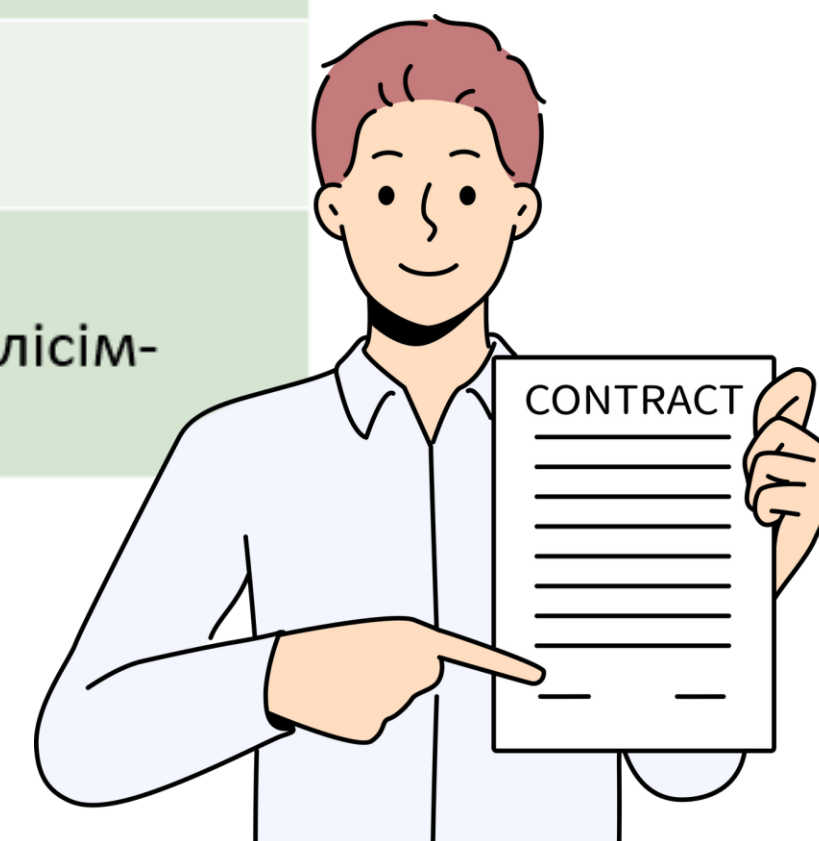
Алдағы онжылдықтарда болат құю өнеркәсібіндегі 100 жылдан астам уақытта болмаған ауқымда болат өндіру үшін қолданылатын технологиялар трансформацияға ұшырайды. Оған келесілер кіреді

- Шойын өндірісін **темірді тікелей тотықсыздандыру процесіне** көшіру. Оның негізінде темірді тікелей тотықсыздандыру процесі домна процесін айналып өтіп, рудадан темірді тотықсыздандыру болып табылады, яғни процеске кокс қатыспайды.
- Электр энергиясына көшу: **доғалық болат балқыту пештерін** қолдану
- Аглофабрикада **темір рудасын дайындау процестерін** (материалды нығыздау үшін жылуды немесе қысымды пайдаланады) түйіршіктеу қондырғысына (темір материалын түйіршіктер түрінде қысатын немесе пішінін беретін) өзгерту.

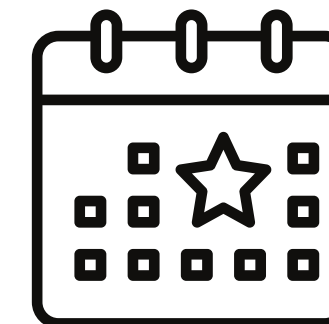
# ArcelorMittal: декарбонизация стратегиясы



<b>В – Энергетикалық трансформация</b>	<p>Төмен көміртекті отын түрлеріне көшу::</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Табиғи газ (қысқа мерзімді перспективада)</li><li>- Биомасса немесе синтетикалық биомасса</li><li>- Жасыл сутегі</li><li>- Көмір тек көміртекті жинау және сақтау (CCS) қондырғыларымен бірге</li></ul> <p>Әлемдегі көміртек шығарындылары нөлдік деңгейдегі алғашқы ірі болат құю зауыты Сестаода (Испания). Зауытта сутегі отынымен жұмыс істейтін DRI қондырғысының құрылысы бар. 2025 жылы аяқталады.</p>
<b>С - Циркулярлық экономика</b>	<p>Металл сынықтарын пайдаланудың артуы.</p>
<b>D - Таза электр қуаты</b>	<p>Жаңартылатын энергия сертификаттарын сатып алу немесе ЖЭК жеткізушілерден электр энергиясын тікелей сатып алу туралы келісім-шарттар жасау.</p>



# ШАРАЛАРДЫ САЛЫСТЫРУ



Шараның қысқаша мазмұны	Энергия тиімділігі және модернизация	Болат өндірісінің трансформациясы	Отынның баламалы түрлеріне көшу	Сынықтарды максималды пайдалану	Таза электр энергиясын сатып алу
Шығарындыларды азайту потенциалы, %	-25%	-50-60%	-100%	1 т сынықтар – шығарындыларды 1,5 т CO2 азайтады	-100% толық іске асыру кезінде
Технологиялық дайындық (1-ден 3-ке дейін)	3	2	1	3	1
Күрделі капитал салымы	Төмен	Жоғары	Жоғары	Төмен	Орташа

# Сіздің кәсіпорныңыздағы декарбонизация шараларын жүзеге асырудың техникалық және экономикалық мүмкіндігін бағалаңыз

ОЦЕНКА ОТ 1 (НИЗКАЯ) ДО 5  
(ВЫСОКАЯ)

Іс-шара	Технологиялық мүмкін	Экономикалық негізделген
Энергия тиімділігі және модернизация		
Болат құю өндірісінің трансформациясы		
Төмен көміртекті отынға көшу		
Сынықтарды максималды пайдалану		
Таза электр энергиясын сатып алу		



# Сіздің компанияңызда қандай шаралар жүзеге асырылды?

ЖЭК пайдалану: \_\_\_\_\_

Энергия тиімділігін арттыру: \_\_\_\_\_

Өндірістік процестерді

түрлендіру: \_\_\_\_\_

Басқа шаралар: \_\_\_\_\_



# КЛИМАТТЫҚ ТӘУЕКЕЛДІ БАҒАЛАУ

Төмен көміртекті дамуға жаһандық көшумен байланысты тәуекелдер

- ESG (Экологиялық, әлеуметтік және корпоративтік басқару) байланысты несиелік тәуекел: ESG сұраныстарына қатаң сәйкестік талаптарына байланысты қаржыландыруға қол жеткізу қиындықтарына және жоғары пайыздық мөлшерлемелерге тап болу тәуекелі
- Реттеуші тәуекел: парниктік газдар шығарындыларына салық салуға, көміртегі ізін азайту мақсаттарын орнатуға және заң талаптарын сақтамау салдарынан ықтимал сот процестеріне әкелетін климаттың өзгеруіне байланысты ұлттық заңнамадағы ықтимал өзгерістердің қаупі
- Нарық тәуекелі: Өнімді импорттаушы елдерде көміртегі салықтарына ұшырау қаупі
- Тұтынушы тәуекелі: жеткізуші ретінде декарбонизация мақсаттарын орындамау салдарынан тұтынушыларды жоғалту қаупі



# Климаттық тәуекелді бағалау

## Климаттың өзгеруінің операциялық әрекеттерге теріс әсер етуімен байланысты тәуекелдер



- Жауын-шашынның мөлшерінің өзгеруіне байланысты металлургия үшін операциялық тәуекел
- Төтенше температураға байланысты операциялық қауіп
- Ауарайының қолайсыздығына байланысты операциялық қауіп
- Су тапшылығына байланысты операциялық тәуекел

## Тәуекелдің Сіздің кәсіпорыныңызға тигізетін ӘСЕРІН және тәуекелдің жүзеге асу ЫҚТИМАЛДЫҒЫН бағалаңыз:

ТӘУЕКЕЛ	ӘСЕР ЕТУ	ЫҚТИМАЛДЫҚ
Несиелік тәуекел: капиталға қолжетімділік		
Реттеушілік тәуекел: заңнаманы қатайту		
Нарықтық тәуекел: импортқа салық салу		
Клиенттік тәуекел: нарықтардың жоғалуы		
Операциялық тәуекел: жауын-шашынның өзгеруі		
Төтенше температураға байланысты операциялық тәуекел		
Ауа райының қолайсыздығына байланысты операциялық тәуекел		
Су тапшылығына байланысты операциялық тәуекел		

1 (төмен) ден 5 (жоғары) дейін бағалау

# Топтық жұмыстың нәтижесі

- Сіздің салаңызда парниктік газдар шығарындыларының негізгі көздері қандай?
- Сіздің компанияларыңыз өздеріне қандай мақсаттар қояды?
- Қандай декарбонизация әрекеттерін ең шынайы деп санайсыз?
- Қазірдің өзінде қандай іс-шаралар жүзеге асырылды?
- Сіздің кәсіпорыныңыз үшін негізгі климаттық тәуекелдер қандай?



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, highlighting the intense heat of the metal.

# Металлургияның декарбонизациясы

Модуль 2 – Қосымша ақпарат

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.

**Металлургиялық  
компаниялардың  
ағымдағы әрекеттері**



## ArcelorMittal: Тұрақты даму стратегиясы

### Мақсаттар

Шығарындыларды азайту мақсаттары	2030 жылға қарай шығарындылардың қарқындылығын 25%-ға төмендету міндеттемесі, 2007 жылғы базалық көрсеткіш (Еуропада 35%, 1 және 2-ші масштабтар). Үндістанда, АҚШ-та, Еуропада және Қазақстанда жұмыс істейді.
Таза нөлдік мақсатты жыл	2050 жылға қарай көміртегі бейтараптығы.
Таза электр қуаты	Электр энергиясының үлесін ұлғайту үшін сынықтар мен DRI-EAF технологиясына көшу + ЖЭК жеткізушілерден жаңартылатын энергия сертификаттарын және тікелей электр энергиясын сатып алу келісімдерін (PPA) сатып алу.
Болат құю өндірісі және энергетиканы түрлендіру	Табиғи газға көшу + «жасыл» сутекті болашақта пайдалану + CCS біріктірілген қазба көміртегі
Басқа	Металл сынықтарын пайдаланудың артуы. Төмен көміртекті болат технологияларының дамуын қолдау үшін құрылған XCarb™ Accelerator бағдарламасы.

### Жолдары







## JSW Steel: тұрақты даму стратегиясы

### Мақсаттар

Шығарындыларды азайту мақсаттары	2030 жылға мақсат: CO2 шығарынды қарқындылығын 1,95 тCO2-экв./т.с. дейін төмендету міндеттемесі. 2022-23 қаржы жылында шығарындылар қарқындылығы 2,36 тCO2-экв./т.с. құрайды. Негізінен Үндістанда жұмыс істейді.
Таза нөлдік мақсатты жыл	2050 жыл

### Жолдары

Таза электр қуаты	2030 жылға мақсат: болат құю өндірісінде толығымен пайдалану үшін 10 ГВт жаңартылатын энергия көздерін қондыру.
Болат құю өндірісі және энергияны түрлендіру	Тиімділік пен технологияны жақсарту үшін Виджаянагар, Долви және Салем зауыттарына қатысу.
Басқа	Тұрақты энергетикалық орта және декарбонизация (SEED): 2030 жылға қарай жылына 9+ миллион тонна CO2 шығарындыларын азайтудың жиынтық әлеуеті бар Виджаянагардағы ауқымды декарбонизация бағдарламасы.



## JSW Steel: тұрақты даму стратегиясы

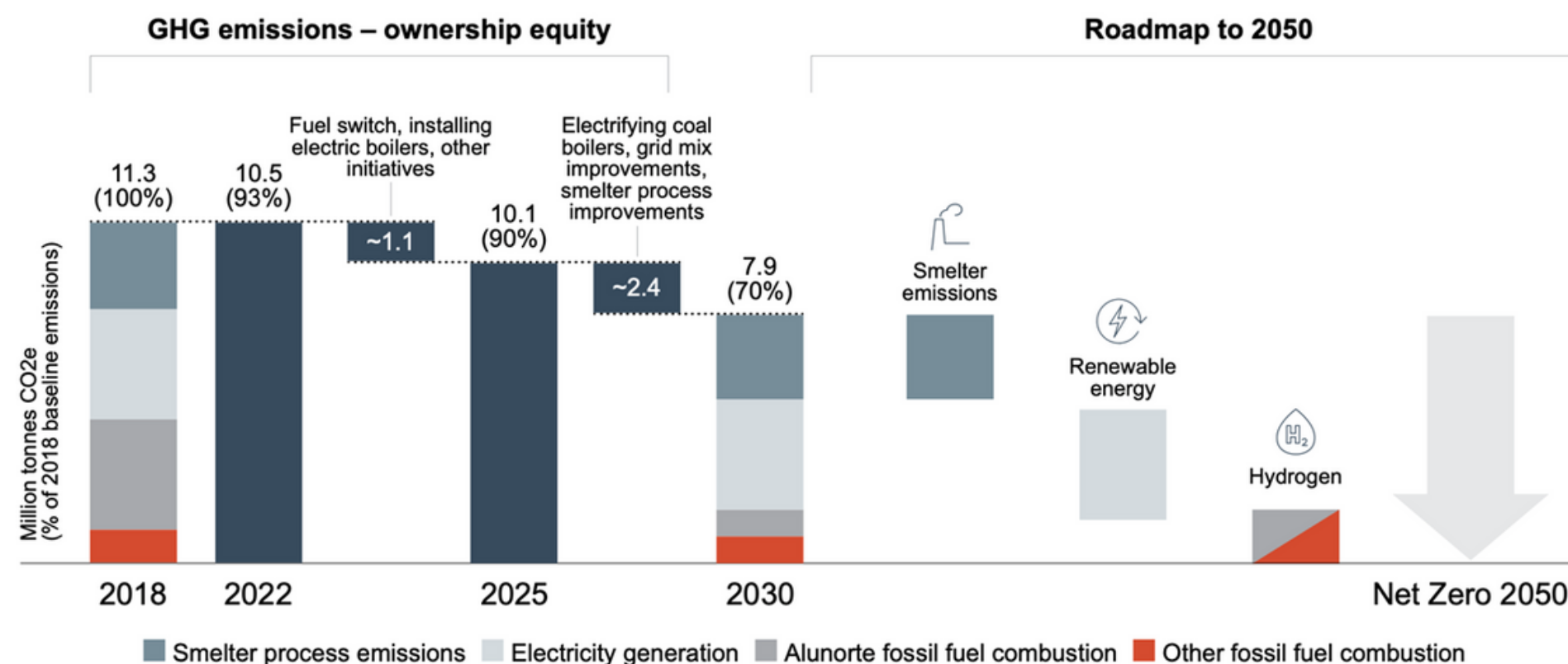
Таза электр қуаты	Электр қуатын өндірудің негізгі көзі гидроэнергетика болғандықтан, су электр станциялары өндіретін алюминий қазірдің өзінде көміртекті ең аз тұтынатындардың бірі болып табылады.
Балқыту/тазарту және энергияны түрлендіру	HalZero әлемдегі ең экологиялық таза және энергияны үнемдейтін бастапқы алюминийді өндіруге мүмкіндік береді.
Шығындар	Қайта өңдеу технологияларын, цифрландыруды және аккумуляторлар мен сутегі саласындағы құзыреттілігін жақсарту бойынша зерттеулер мен әзірлемелерге 63,5 млн АҚШ доллары. Қолданыстағы балқыту зауыттарын декарбонизациялау үшін CCS, жаңа балқыту зауыттарын декарбонизациялау және тұтынудан кейінгі қалдықтарды қолдану үшін HalZero хлоридті процесі.



# ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ БОЙЫНША HYDRO ЖОЛ КАРТАСЫ

•2030 жылға дейін:  
отын/энергия/электр энергиясының тиімділігін арттыруға,  
оңай қайта өңделетін технологияларды электрлендіруге,  
балқыту өндірісінің процестерін жетілдіруге назар аудару.

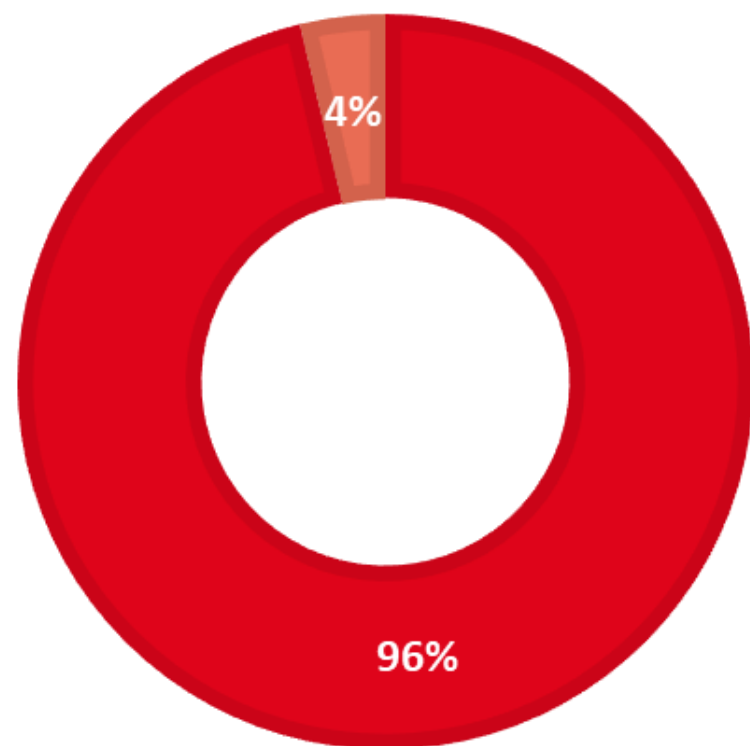
2030–2050: CCS/көміртексіз балқыту;  
жаңартылатын энергия көздеріне өту;  
Қазба отындарынан толық бас тарту үшін сүтегі.



Источник: Отчет об устойчивом развитии гидроэнергетики.

# КОМПАНИЯЛАРДЫ САЛЫСТЫРУ

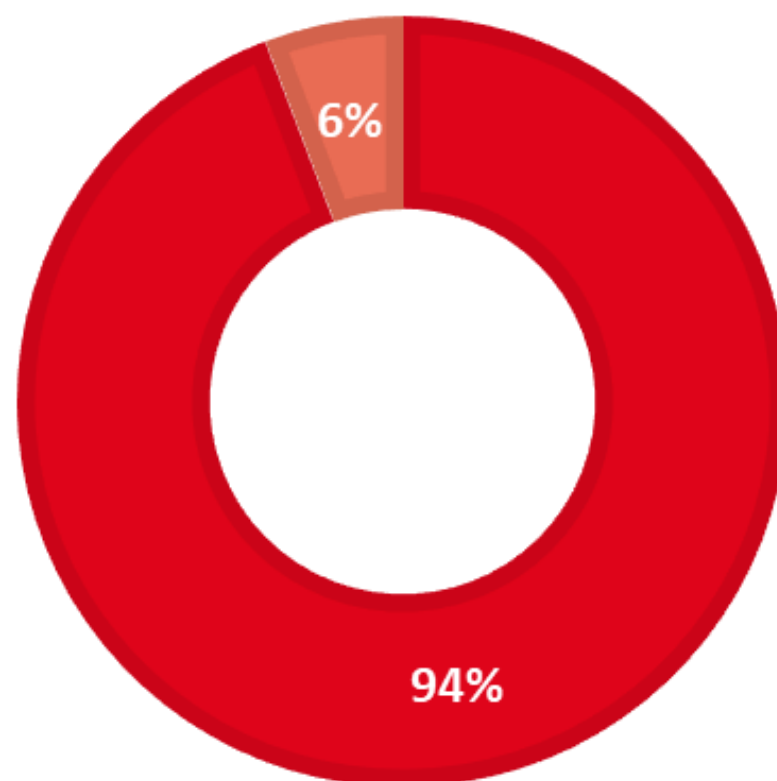
■ ArcelorMittal Scope 1 and 2  
■ Europe Scope 1 and 2



АрселорМиттал (2022)

- 1 аймақ: 193,04 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.
- 2 аймақ: 7,48 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.
- Барлығы: 200,53 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.

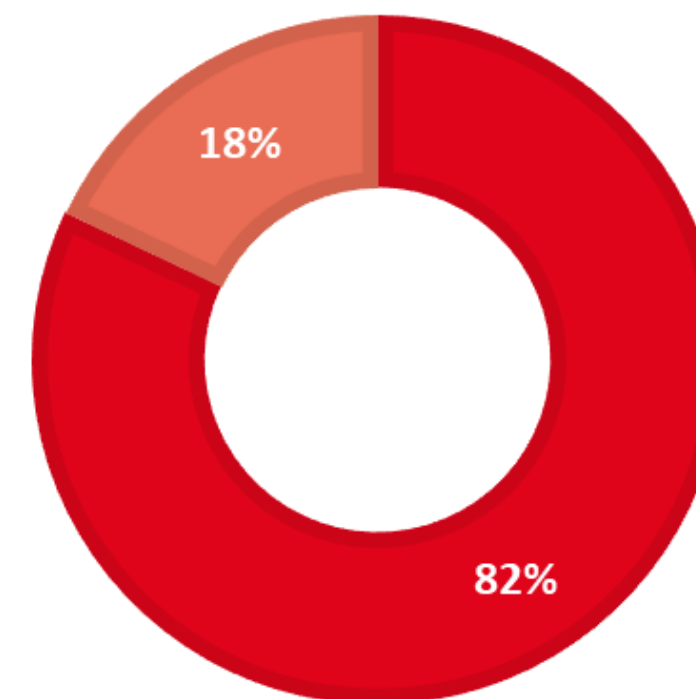
■ Scope 1 ■ Scope 2



JSW Steel (2022)

- 1 аймақ: 41,64 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.
- 2 аймақ: 2,57 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.
- Барлығы: 44,21 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.

■ Scope 1 ■ Scope 2



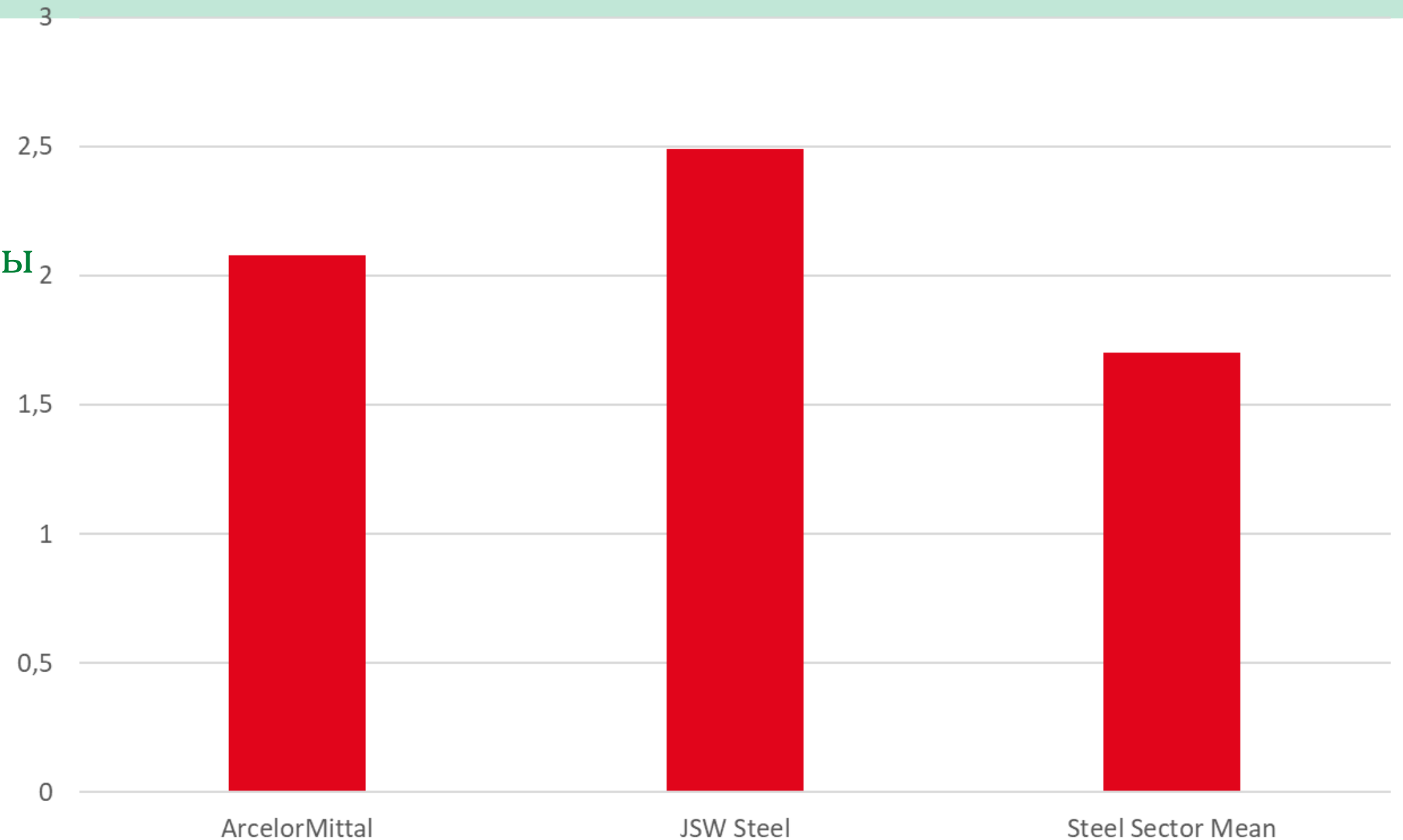
Гидро (2022)

- 1 көлем: 7,17 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.
- 2 аймақ 1,57 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.
- Барлығы: 8,74 млн тонна CO<sub>2</sub>-экв.

# КОМПАНИЯЛАРДЫ САЛЫСТЫРУ: БОЛАТ

Көмірқышқыл газы шығарындыларының қарқындылығы (CO<sub>2</sub>e тоннасы/болат тоннасы), 2020 қаржы жылы:

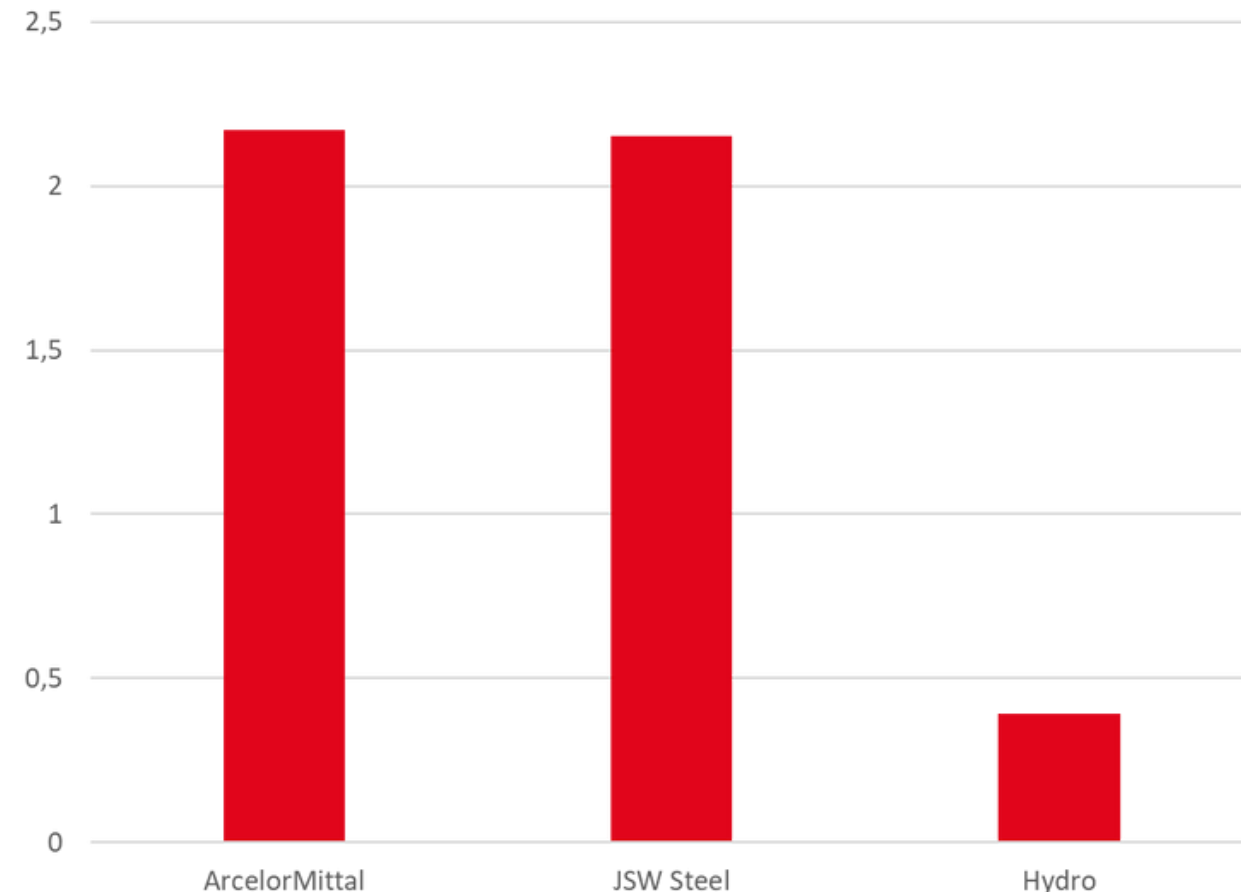
- АрселорМиттал: 2,08
- JSW Steel: 2.49
- Болатқұюсекторының орташа көрсеткіші: 1,70.



Дереккөз: «Өтпелі жолдар» бастамасы және климаттың өзгерісімен күресу бойынша әрекеттер туралы ArcelorMittal Есеп 2.

# Табыс бірлігіне шаққандағы шығарындылар

Дереккөз: «Өтпелі жолдар» бастамасы және климаттың өзгерісімен күресу бойынша әрекеттер туралы ArcelorMittal Есеп 2.



Кіріске негізделген көміртегі қарқындылығы (млн тонна CO<sub>2</sub>-экв/млрд АҚШ доллары), 2022 қаржы жылы:

- ArcelorMittal: 2,17 млн тонна CO<sub>2</sub>/млрд АҚШ доллары (түсім 78,844 млрд АҚШ доллары).
- JSW Steel: 2,15 млн тонна CO<sub>2</sub>/млрд АҚШ доллары (түсім 20,54 млрд АҚШ доллары)\*.
- Hydro: 0,39 млн тонна CO<sub>2</sub>/млрд АҚШ доллары (түсім 22,307 млрд АҚШ доллары).

\*Үшкомпанияның көрсеткіштерін теңестіру үшін 2022 қаржыжылытаңдалды, дегенмен 2023 қаржыжылының күні қолжетімді болды.

# МЫСАЛ (АЛЮМИНИЙ): RIO TINTO СЕРІКТЕСТІГІ

**RioTinto**



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



- Сагенойдегі (Квебек), Канададағы өнеркәсіптік зерттеулер және даму орталығы.
- Көміртексіз алюминийді балқыту: электр тогымен жұмыс істейтін балқыту камералары.
- 2023 жылы коммерциялық демонстрация
- Мақсат: технологияны 2024 жылдан бастап орнатуға қол жетімді ету + 2026 жылдан бастап ауқымды өндіріс.

Источник: sefc и mriwa

## МЫСАЛ (СУТЕГІ): H<sub>2</sub> ЖАСЫЛ БОЛАТ.

# H<sub>2</sub> green steel

- Боден қаласында (Швеция) орналасқан.
- Толассыз цифрландыруды, қазбалы емес электр қуатын және жасыл сутегін пайдалану арқылы экологиялық таза болат өндіру.
- Гигамасштабты электролиз (жасыл сутегі өндірісі), DR реакторы, электр доғалық пеші: CO<sub>2</sub> шығарындыларын 95% азайту.
- 2025 жылы экологиялық таза болат өндіретін ірі зауыт салуға міндеттеме.