

21. okoljski dan gospodarstva

**Tehnologije za prehod v ogljično
nevtralno gospodarstvo**

dr. Tomaž Vuk

UČINKOVITA IN TRAJNOSTNA RABA NARAVNIH VIROV (ERSU)

- **Učinkovita in trajnostna energije** (2 indikatorja)
- **Učinkovita in trajnostna raba vode** (2 indikatorja)
- **Trajnostna raba zemljišč** (2 indikatorja)
- **Učinkovita raba materialov** (2 indikatorja)



PRILOŽNOSTI ZELENEGA GOSPODARSTVA (GEO)

- **Zelene naložbe** (1 indikator)
- **Zelena trgovina** (1 indikator)
- **Zelene zaposlitve** (1 indikator)
- **Zelene inovacije** (1 indikator)



SOCIALNA VKLJUČENOST (SI)

- **Dostop do osnovnih storitev in virov** (3 indikatorji)
- **Ravnotežje spolov** (3 indikatorji)
- **Socialna pravičnost** (3 indikatorji)
- **Socialna zaščita** (3 indikatorji)



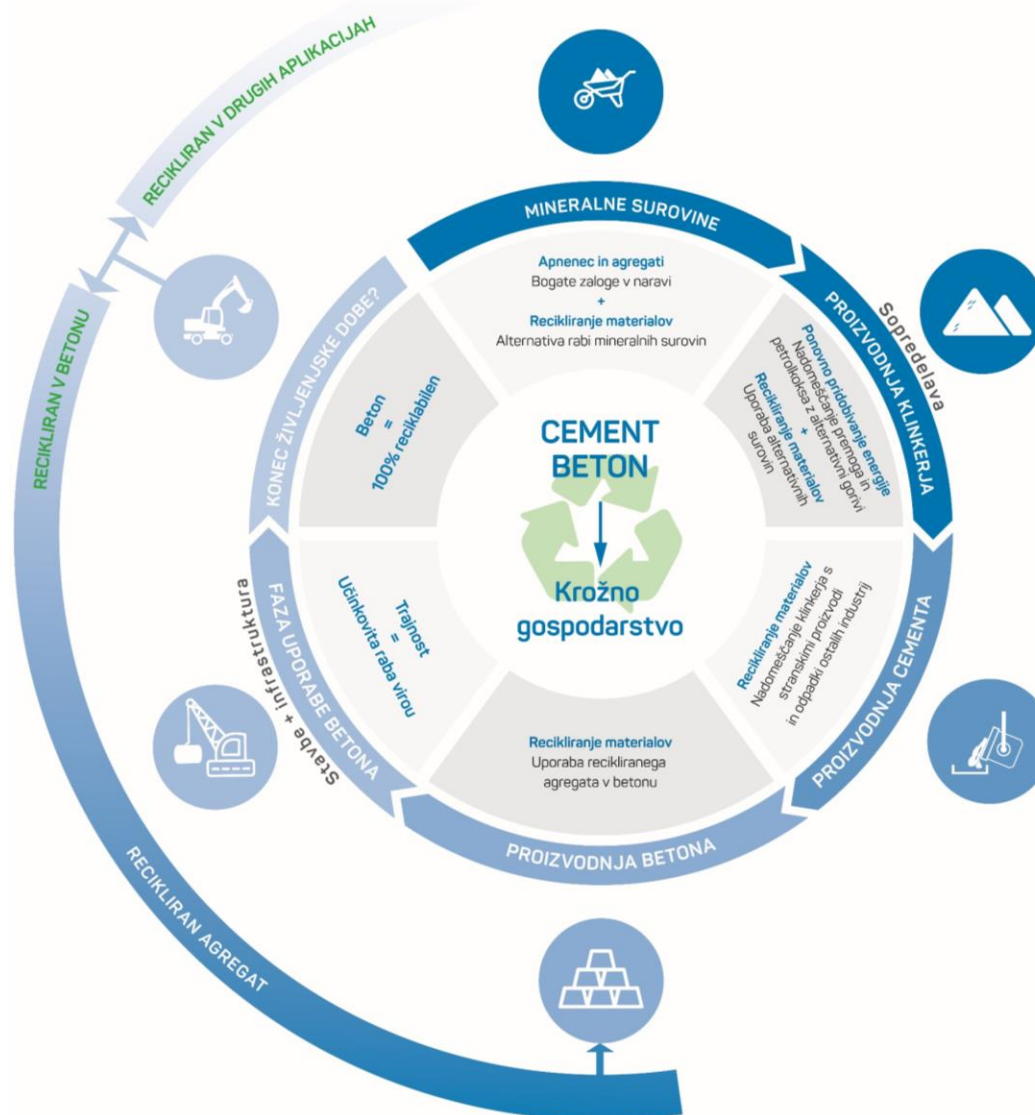
ZAŠČITA NARAVNEGA KAPITALA (NCP)

- **Kakovost okolja** (3 indikatorji)
- **Zmanjševanje emisij toplogrednih plinov** (3 indikatorji)
- **Biotska raznovrstnost in varovanje ekosistemov** (3 indikatorji)
- **Kulturna in družbena vrednost** (3 indikatorji)



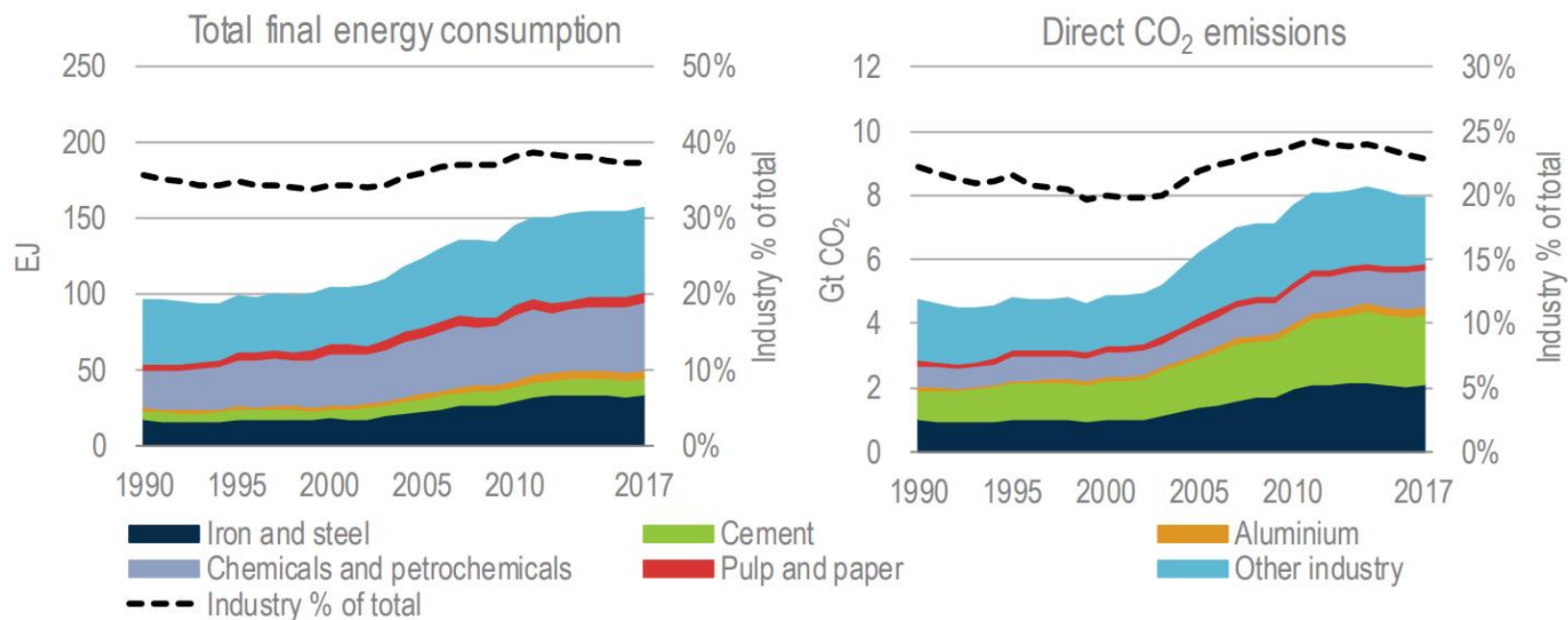
Vir: GGGI technical Report NO.16: GREEN GROWTH INDEX 2020; Measuring performance in achieving SDG targets; December 2020

Krožni procesi omogočajo učinkovito rabo virov in so osnova zelenega razvoja



Učinkovita raba energije je ključen element za zeleno transformacijo in predstavlja velik potencial za zmanjšanje ogljičnega odtisa

Figure 2. Global industry final energy consumption and direct CO₂ emissions



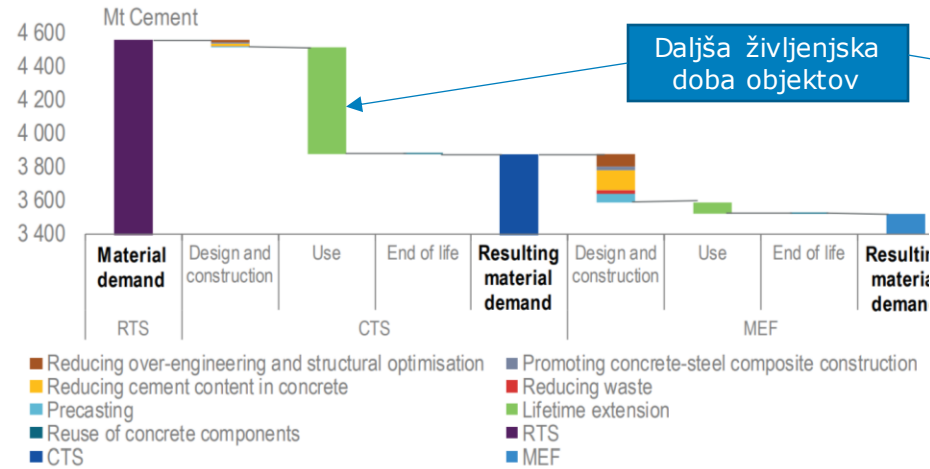
Notes: *Industry % of total* is industry divided by industry plus non-industrial sectors (including buildings, transport, power generation and heat plants, agriculture, other energy uses and non-energy use). *Total final energy consumption* includes electricity consumption; *direct CO₂ emissions* do not include indirect emissions from producing the electricity consumed. EJ = exajoules; GtCO₂ = gigatonnes of carbon dioxide.

Industrial total final energy consumption and direct CO₂ emissions have grown more than one and a half times over the last 25 years.

Material efficiency in clean energy transition, IEA 2019

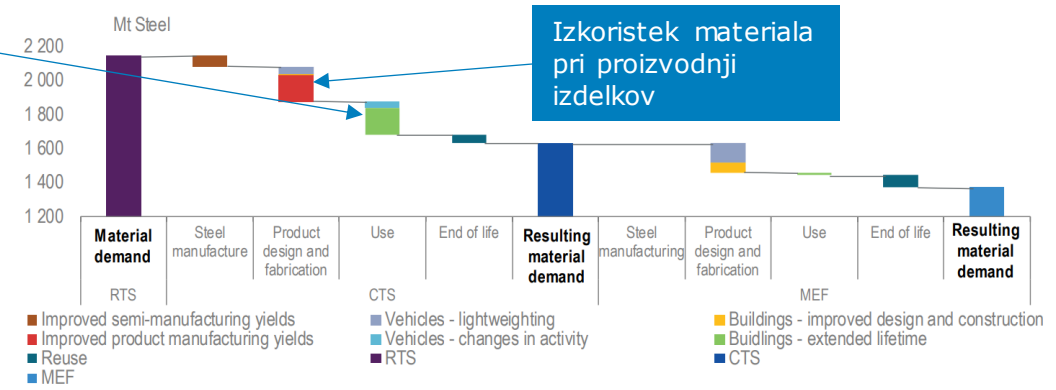
Podaljševanje življenjske dobe izdelkov ima velik prispevek k učinkovitejši rabi virov

Figure 6. Cement demand change by value chain stage across scenarios in 2060



Notes: RTS = Reference Technology Scenario. CTS = Clean Technology Scenario. MEF = Material Efficiency variant.

Figure 5. Steel demand change by value chain stage across scenarios in 2060



Notes: RTS = Reference Technology Scenario. CTS = Clean Technology Scenario. MEF = Material Efficiency variant.

Pregled stanja tehnoloških rešitev za zmanjšanje ogljičnega odtisa v Ells

	Elektrifikacija (toplota in mehanski procesi)	Elektrifikacija (procesi: elektroliza/elektrokemija brez H2)	Vodik (toplota in/ali procesi)	CCU	Biomasa (toplota in surovina)/biogoriva	CCS	Drugo
Jeklo	xxx	xx	xxx	xxx	x	xxx	Izogibanje vmesnim korakom procesa in recikliranje procesnih plinov: xxx Recikliranje vioko kakovostnih jekel: xxx
Kemikalije gnojila	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx(*)	Uporaba odpadne pare (kemijsko recikliranje): xxx
Cement Apno	xx (cement) x apno	o (cement) o (apno)	x (cement) x (apno)	xxx (cement, apno)	xxx (cement) x apno	xxx (cement, apno)	Alternativna veziva (cement): xxx Učinkovita raba cementa v betonih: xxx Uporaba alternativnih surovin (cement): xxx
Rafinerije	xxx	o	xxx	xxx	xxx	xxx	Učinkovitost: xxx
Keramike	xx	o	xx	x	x	o	Učinkovitost: xxx
Papir	xx	o	o	o	xxx	o	Učinkovitost: xxx
Steklo	xxx	o	x	o	xxx	o	Višja stopnja recikliranja: xx
Neželezne kovine/zlitine	xxx	xxx	x	x	xxx	x	Učinkovitost: xxx Recikliranje visokokvalitetnih neželeznih kovin: xxx Inertne anode: xxx
o: omejena možnost aplikacije x: mogoča aplikacija, vendar ne predstavlja ključne veje razvoja ali široke uporabe xx: srednji potencial				xxx: visok potencial xxx : tehnologija je že široko uporabljena (obstaja še možnost nadgradnje) * velja posebaj za amonijev in etilenov oksid			

Pregled tehnoloških rešitev za zmanjšanje ogljičnega odtisa

	Status tehnologije	Raba energije - glede na trenutno stanje	CAPEX - relativno glede na konvencionalne tehnologije	OPEX - glede na trenutni proces	Potrebna infrastruktura	Možne vzporedne prednosti
Pridobivanje toplote iz električne energije	Visoka stopnja TRL z izjemo visokotemperaturnih peči (steklo, cement)	Višja potreba po energiji (raba primarne energije je lahko nižja)	Zavisí od tehnologije (visok v primeru visokotemperaturnih peči)	Odvisno od cene električne energije glede na cene zemeljskega plina in učinka izboljšanja učinkovitosti zaradi elektrifikacije	Srednje obsežna	Večji potencial za odziv na povpraševanje po električni energiji. Možni prihranki energije
Elektrifikacija procesov	V večini primerov še ne dosega demonstracijskih stopenj	Višja potreba po energiji (raba primarne energije je lahko nižja)	Visok	Močno odvisen od cen električne energije	Srednje obsežna/obsežna	Večji potencial za odziv na povpraševanje po električni energiji
Inegracija procesov	Razvoj pilotne in demonstracijske faze	Srednja/visoka	Srednje visok (razen v kombinaciji z CCU ali CCS)	Višji	Srednje obsežna (razen v kombinaciji z CCU ali CCS)	Recikliranje/procesiranje procesnih dimnih plinov
Vodik	Razvoj pilotne in demonstracijske faze	Visoka poraba energije za procese, ki bazirajo na elektrolizi	Visok	Višji (odvisen od cen električne energije)	Obsežna (razen v primeru, ko se H ² proizvaja na lokaciji)	Možnost shranjevanja energije (uporaba amonijaka)
Biomasa	Različno, razvoj pilotne in demonstracijske faze	Lahko občutno višja	Visok za feedstock aplikacije; nizek/srednje visok v primeru goriv (primerjano na zemeljski plin)	Višji za feedstock aplikacije; primerljiv obstoječemu v primeru goriv (zavisí od cene biomase)	Srednje obsežna/obsežna (potreba po novih logističnih verigah znotraj in zunaj EU)	Zapiranje masnih tokov znotraj industrij
CCU	Na poti k komercializaciji za karbonizacijo in sintetična goriva. Ostali procesi v fazi razvoja pilotnih naprav in demonstracije	Visoka za procese, ki bazirajo na H ² . Omejeno za karbonizacijo in mineralizacijo	Visok (nižji v primeru nekaterih tehnologij karbonizacije)	Je lahko višji (posebej kadar je potreben H ₂ iz elektrolize; odvisno od cene elektrike iz obnovljivih virov). Omejeno za karbonizacijo/mineralizacijo.	Obsežna	CO ₂ postane surovina namesto odpadek
CCS	Razvoj pilotne in demonstracijske faze	Višja	Visok	Višji	Obsežna	Možne

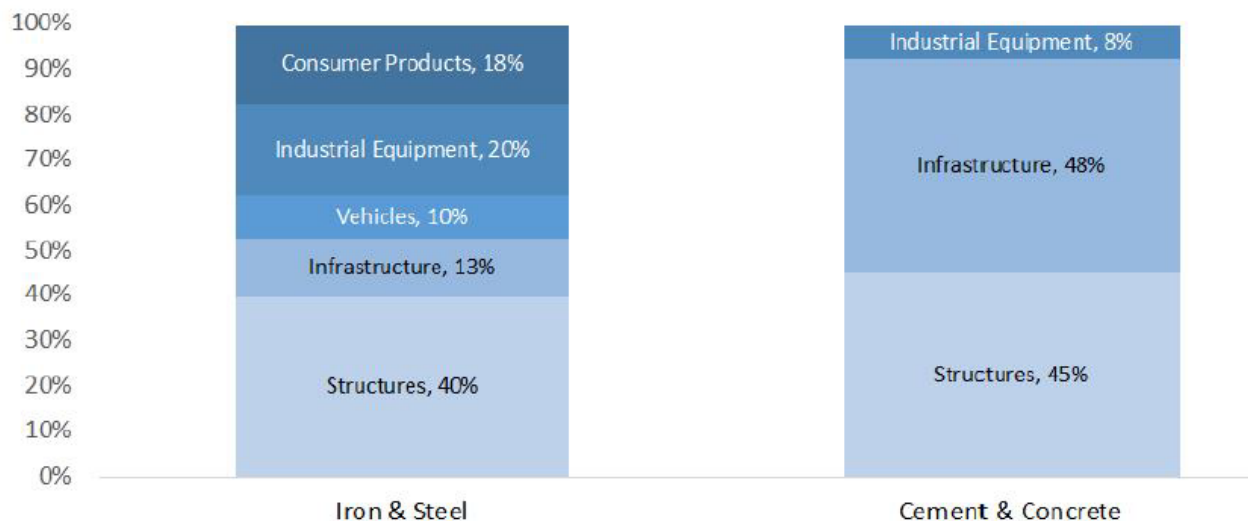
Visoki kapitalna intenzivnost in dolg življenjski cikel industrijskih naprav odločilno vplivata na hitrost zelenega prehoda. Predvidljivo poslovno in normativno okolje olajša transformacijo.

- Visoka kapitalna intenzivnost panog. Stroški izgradnje novih tovarn znašajo več sto milijonov do milijard evrov in se v razvitih delih sveta zelo redko gradijo.
- Za realizacijo velikih investicij v razogličenje mora biti zagotovljen dolgoročen in trden poslovni načrt z obvladljivimi tveganji.
- Jeklarska in cementna industrija delujeta na zelo konkurenčnih trgih z nizkimi maržami.
- Globalne instalirane proizvodne kapacitete presegajo potrebe po osnovnih materialih.
- Zgodovinsko zanimanja na trgu glede nižjeogljčnih (dražjih) proizvodov ni bilo.

Jeklo in beton – ključna elementa za razvoj gospodarstva

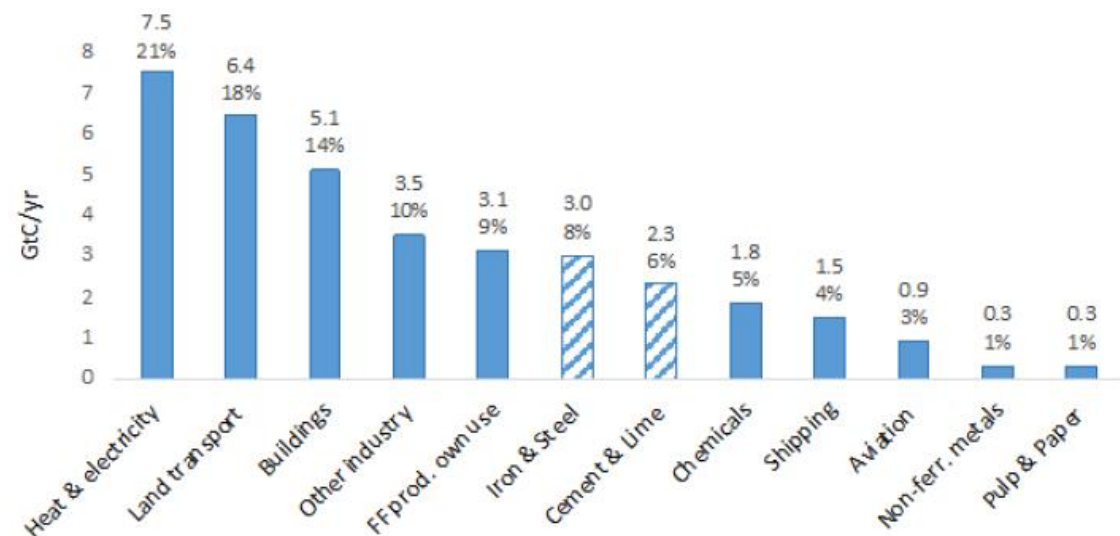
- Dominantnost materialov
- Naraščajoča poraba v preteklosti, projekcije predvidevajo nadaljevanje trenda v prihodnosti

Končni nameni uporabe jekla in betona v volumskih deležih:



Vir: Material economics, 2019, Allwood in Cullen, 2015

Viri globalnih direktnih emisij CO₂:

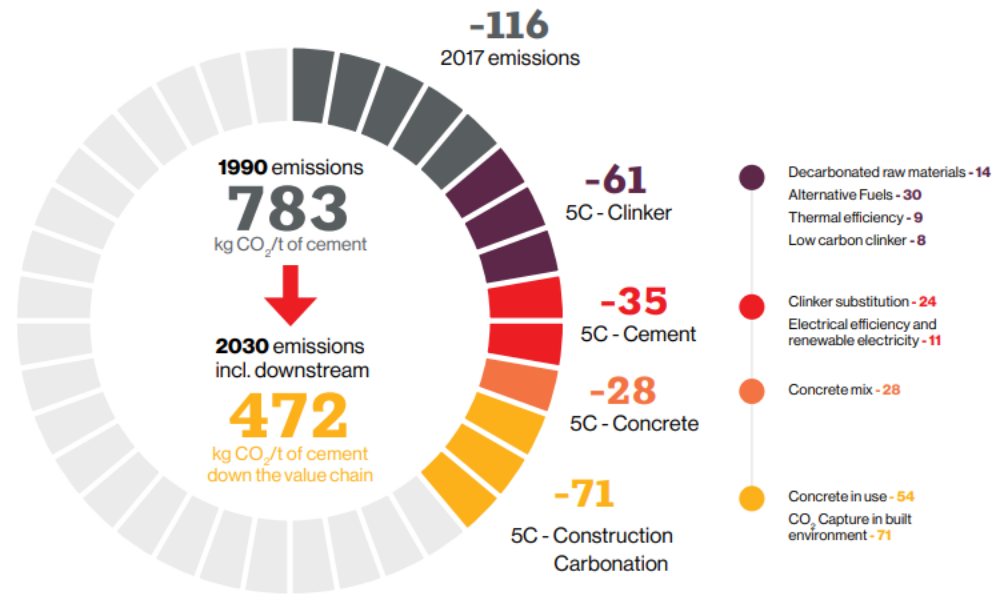


Vir: Mednarodna energetska agencija, IEA

Pot v ogljično nevtralnost betona vključuje celotno verigo vrednosti in celoten življenjski cikel betona

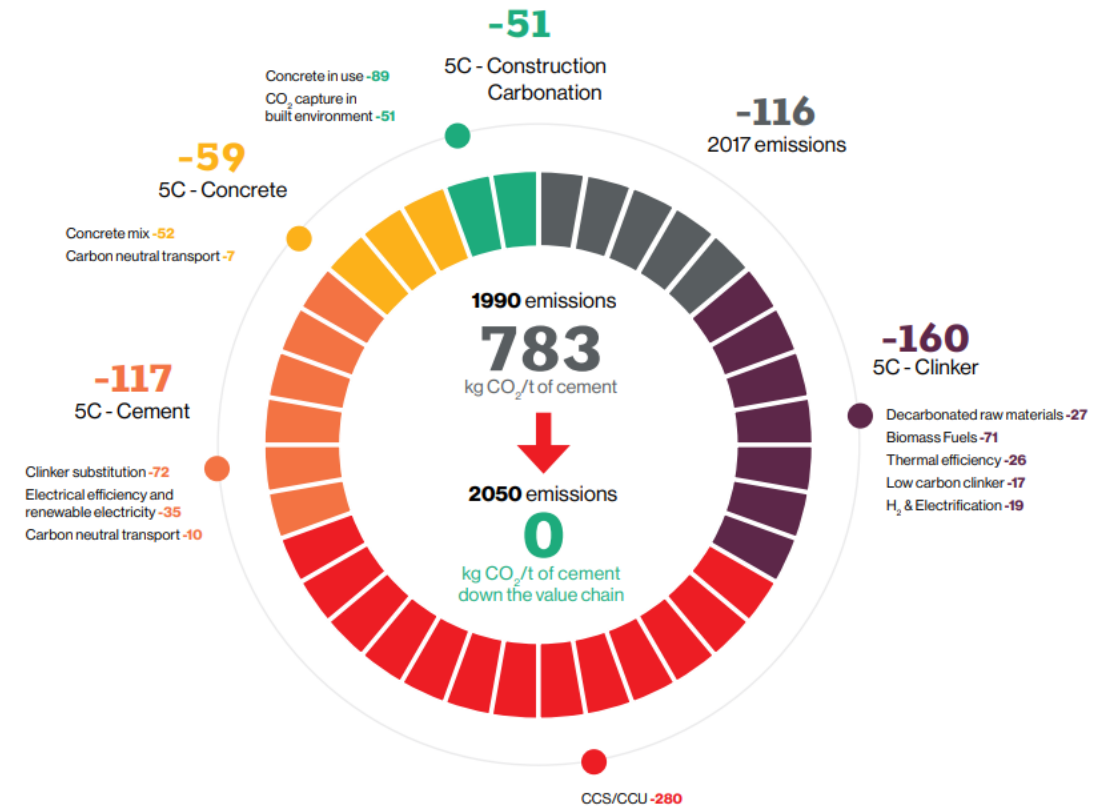
CEMBUREAU 2030 roadmap

CO₂ reductions along the cement value chain (5Cs: clinker, cement, concrete, construction, re-carbonation)



CEMBUREAU 2050 roadmap

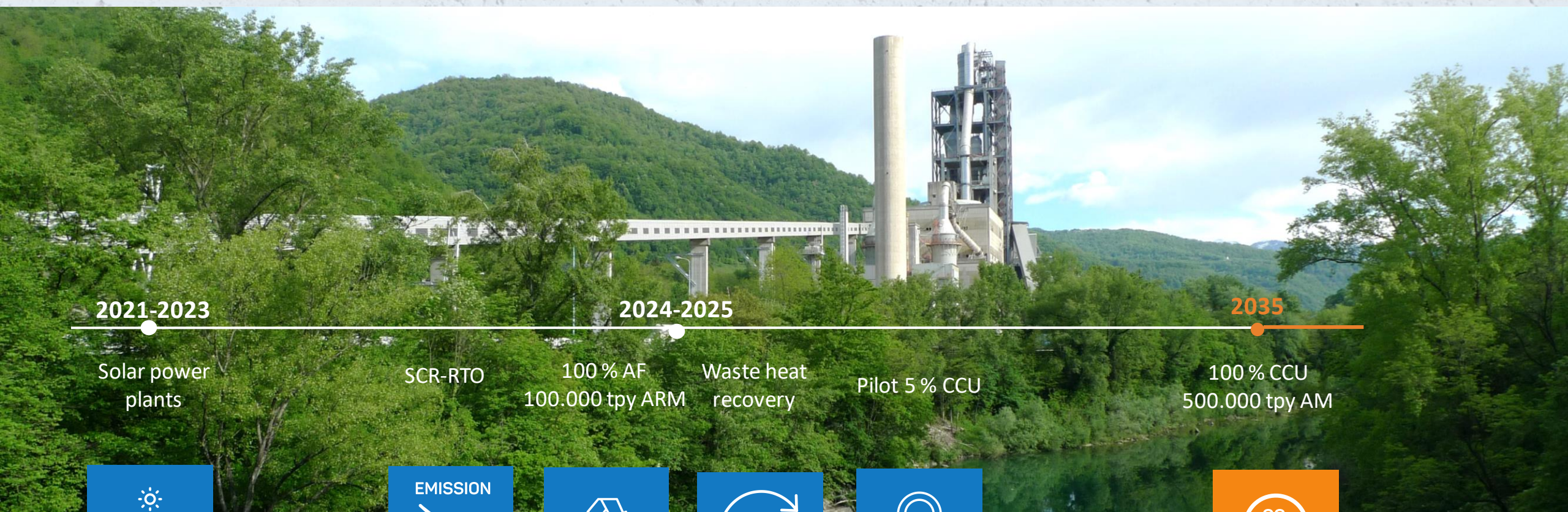
CO₂ reductions along the cement value chain (5Cs: clinker, cement, concrete, construction, re-carbonation)



Ključni elementi pri zmanjšanju ogljičnega odtisa jekla in betona

- Politike za zagotavljanje učinkovitosti rabe materialov (faza načrtovanja), ki upošteva celoten življenjski cikel.
- Politike za pospeševanje recikliranja materialov in zagotavljanje krožnosti materialnih tokov.
- Politike za obdavčitev emisij ogljika, ki ščiti konkurenčnost na trgu.
- Politike za promocijo raziskav, razvoja in komercializacije prebojnih tehnologij razogličanja tehnoloških procesov.
- Finančne vzpodbude/subvencioniranje nizkoogljčnih materialov/izdelkov, ki omogoči vzpostavitev trga in racionalizacijo novih proizvodnih postopkov.
- Identificiranje primernih geografskih klastrov za investiranje v izgradnjo potrebne infrastrukture (električna energija, vodik, CO₂).

Pot do ogljično nevtralne proizvodnje cementa v Salonitu Anhovo



2021-2023

Solar power plants



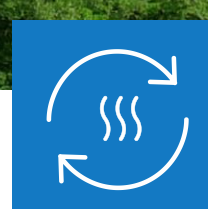
2024-2025

SCR-RTO

100 % AF
100.000 tpy ARM

Waste heat recovery

Pilot 5 % CCU



2035

100 % CCU
500.000 tpy AM



40 % of electrical power from own carbon-free energy sources

AF: alternative fuels, ARM: alternative raw material, AM: alternative material, tpy: tones per year, CCU: Carbon capture and utilization.

do 2035

Brezogljčna proizvodnja cementa z minimalnim vplivom na okolje

- 40% električne energije iz lastnih obnovljivih virov.
- Ključni člen krožne ekonomije s 500.000 ton uporabe alternativnih surovin in goriv letno.



1. korak

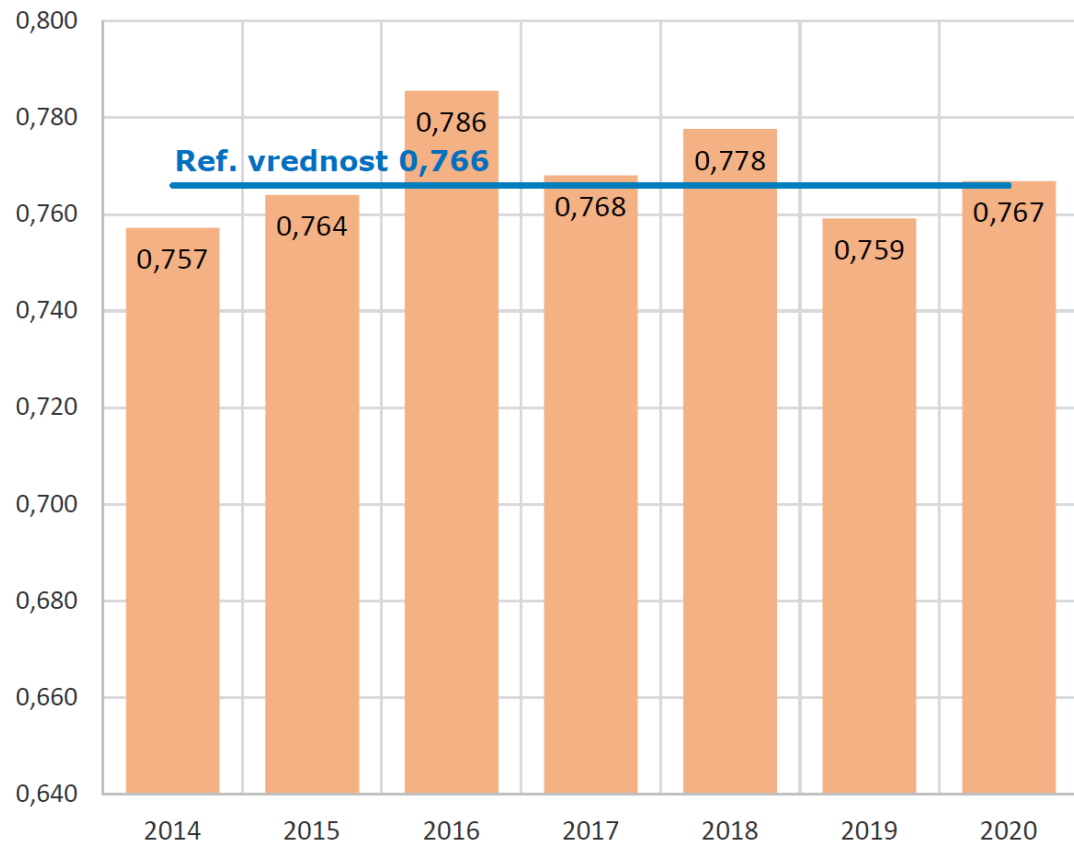
do 2025 - PVO

Znižanje ogljičnega odtisa do 15%

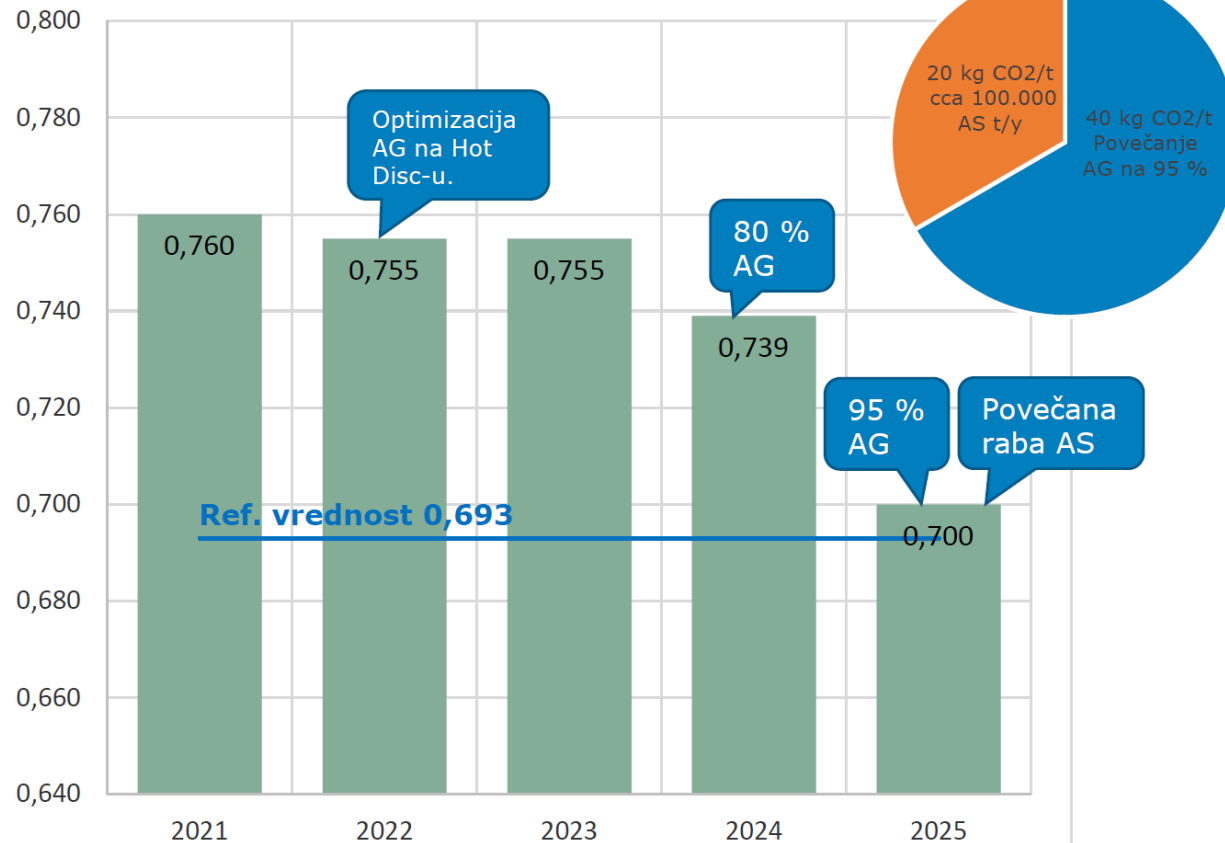
- Postopno zmanjševanje in opuščanje uporabe klasičnih fosilnih goriv.
- Dodatno znižanje emisij v zrak z uvedbo naslednje generacije BAT tehnologij.
- Znižanje prispevka proizvodnje cementa k koncentracijam onesnaževal v zraku (op. cementarna že sedaj ne prispeva največ k nivojem posameznih parametrov).
- Dodatno znižanje emisijskih vrednosti, tudi za NOx in TOC – na vrednosti, ki veljajo za sežigalnice.
- Izraba odvečne toplote iz proizvodnega procesa in sončne energije za proizvodnjo električne energije.

Alternativna goriva (AG) in alternativne surovine (AS) lahko pomembno prispevajo k nadaljnjemu zmanjševanju emisij CO₂ v srednjeročnem obdobju. V letu 2025 bi emisijski faktor lahko ponovno prišel blizu referenčni vrednosti.

Specifična emisija – t CO₂ / t klinker 2014-2020

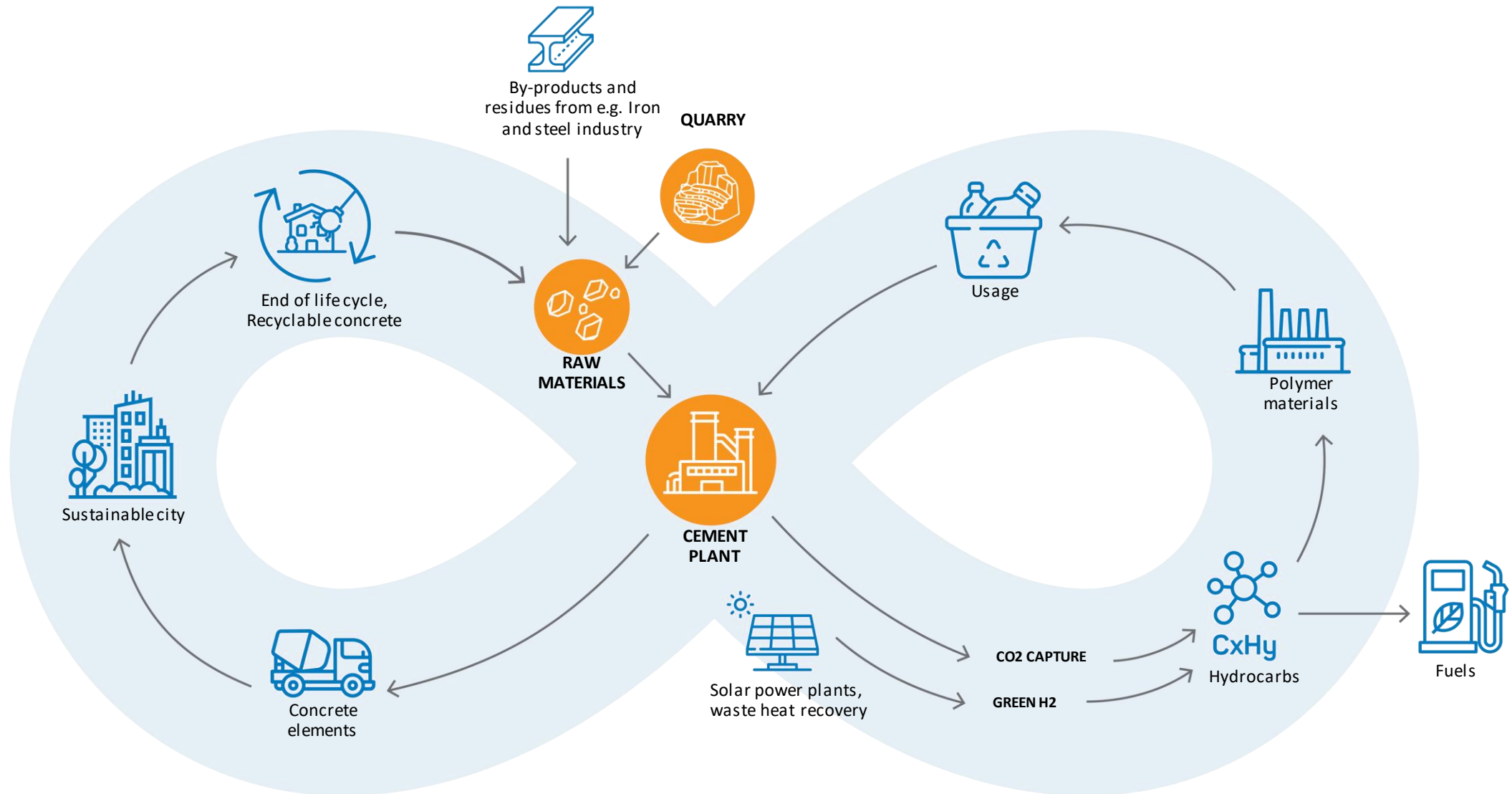


Ocenjene specifične emisije – t CO₂ / t klinker 2021-2025



Zmanjšanje emisij 60 - 70 kg CO₂/t klinkerja ≈ **zmanjšanje stroškov CO₂ za 3 - 3.5 mio. EUR/leto** @ 1 mil. t kl/leto, 50 EUR/t CO₂.

Pot v krožno gospodarstvo in vloga cementa



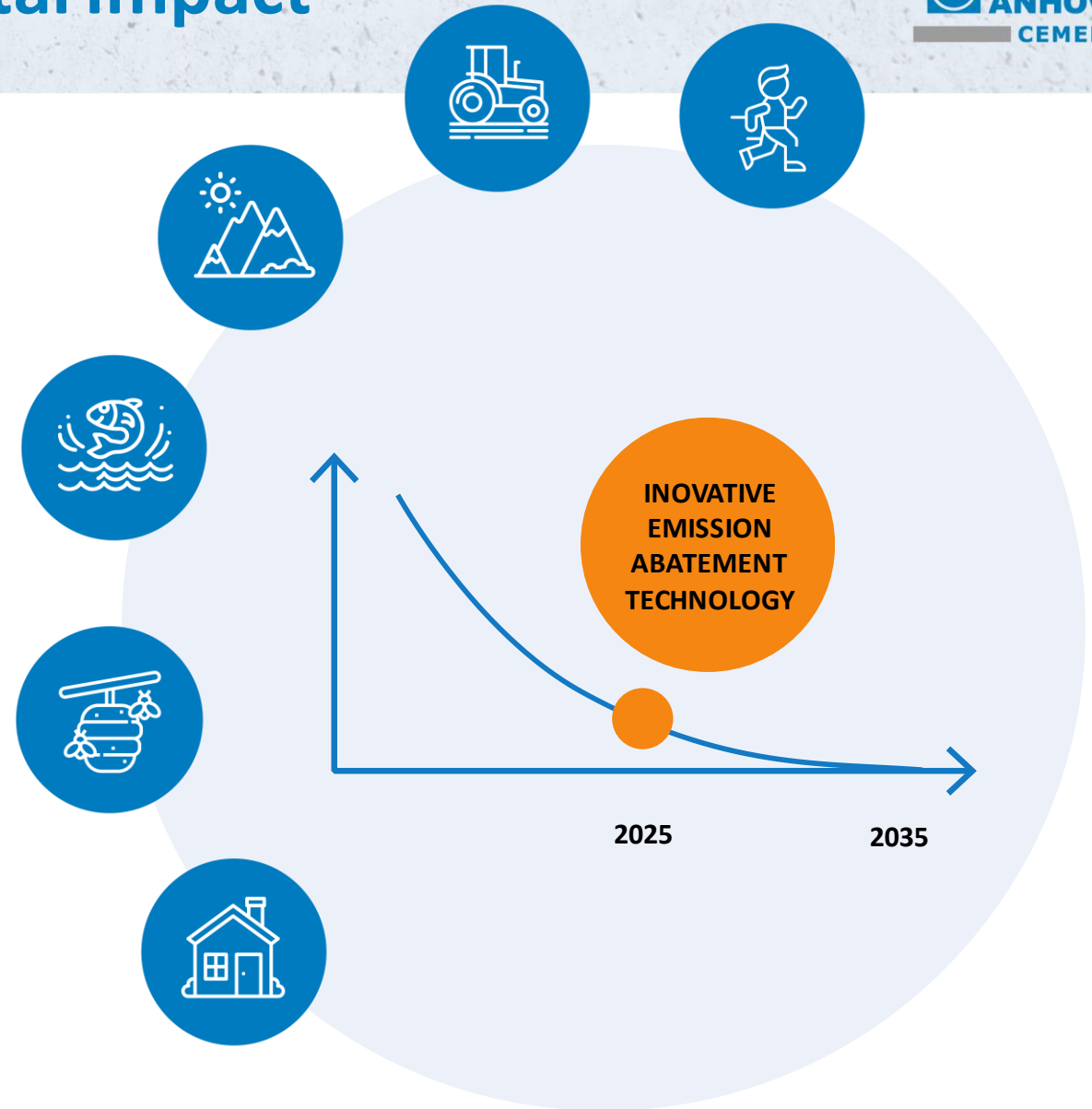
Minimization of environmental impact

CONTINUOUS IMPROVEMENTS

Today - very good condition of environment surrounding the cement plant – according to all environmental parameters- air, water and soil

2025 - reduction of NO_x, TOC and CO emission by more than 50 %

2035 – carbon-free cement production



Green growth index - Slovenija

Primerjava Green Grow Index za Slovenijo – regija Evropa za leto 2005 in 2019

Table 2 Country dashboard for dimensions and Green Growth Index performance, by region (continued)

Country	Subregion	Dimension scores (2019)				2005		2019		Performance
		ESRU	NCP	GEO	SI	Index	Rank	Index	Rank	
Qatar	Western Asia	47.94	36	12.66	55.69	31.64	24	33.22	28	↔
Mongolia	Eastern Asia	44.71	55.65	7.32	63.26	25.74	31	32.76	29	↑
Pakistan	Southern Asia	24.71	49.99	18.5	37.8	27.69	29	29.54	30	↔
Tajikistan	Central Asia	38.45	60.85	4.17	72.86	28.10	28	29.04	31	↔
Afghanistan	Southern Asia	67.15	37.37	4.06	38.26	24.20	32	27.62	32	↑
Uzbekistan	Central Asia	33.24	53.7	9.74	64.26	19.87	33	25.83	33	↑
EUROPE										
Sweden	Northern Europe	87.78	78.14	59.53	94.66	73.17	2	78.72	1	↔
Denmark	Northern Europe	86.12	73.19	59.68	92.33	74.64	1	76.77	2	↔
Czech Republic	Eastern Europe	72.92	83.15	65.49	87.35	65.82	11	76.74	3	↑
Germany	Western Europe	70.27	84.27	62.72	89.47	66.08	7	75.84	4	↑
Austria	Western Europe	79.21	80.67	56.1	89.31	73.15	3	75.32	5	↔
Finland	Northern Europe	78.21	71.53	60.34	91.21	68.49	6	74.49	6	↔
Slovakia	Eastern Europe	71.88	85.53	58.58	84.37	63.09	17	74.25	7	↑
Switzerland	Western Europe	83.26	77.99	48.66	90.93	73.01	4	73.21	8	↔
Lithuania	Northern Europe	76.42	75.62	52.2	87.1	64.54	13	71.60	9	↔
Hungary	Eastern Europe	63.43	81.87	62.34	80.54	61.79	18	71.40	10	↑
Slovenia	Southern Europe	68.36	81.85	51.34	88.53	70.21	5	71.01	11	↔
Portugal	Southern Europe	76.48	78.41	45.32	89.87	63.35	16	70.58	12	↔



Definitions: ESRU - Efficient and sustainable resource use, NCP - Natural capital protection, GEO - Green economic opportunities, SI - Social Inclusion

Vir: GGGI technical Report NO.16: GREEN GROWTH INDEX 2020; Measuring performance in achieving SDG targets; December 2020

Pregled posameznih kategorij indeksov za Slovenijo

Uvrstitev v sklopu učinkovita in trajnostna raba naravnih virov - regija Evropa	Učinkovita in trajnostna raba naravnih virov	Kategorija indikatoja			
		Učinkovita in trajnostna energija	Učinkovita in trajnostna raba vode	Trajnostna raba zemljišč	Učinkovita raba materialov
18	68,36	57,22	58,34	76,97	85,01

Uvrstitev v sklopu zaščita naravnega kapitala - regija Evropa	Zaščita naravnega kapitala	Kategorija indikatoja			
		Kakovost okolja	Zmanjševanje emisij toplogrednih plinov	Biotska raznovrstnost in varovanje ekosistemov	Kulturna in družbena vrednost
7	81,85	87,24	80,32	83,69	76,54

Uvrstitev v sklopu priložnosti zelenega gospodarstva - regija Evropa	Priložnosti zelenega gospodarstva	Kategorija indikatoja			
		Zelene naložbe	Zelena trgovina	Zelene zaposlitve	Zelene inovacije
13	51,34	69,55	35,95	62,56	44,44

Uvrstitev v sklopu socialna vključenost - regija Evropa	Socialna vključenost	Kategorija indikatoja			
		Dostop do osnovnih storitev in virov	Ravnotežje spolov	Socialna pravičnost	Socialna zaščita
17	88,53	86,78	82,88	95,49	89,44

Povzeto po: GGGI technical Report NO.16: GREEN GROWTH INDEX 2020; Measuring performance in achieving SDG targets; December 2020

Prosperity index – Slovenija 2019

Slovenija (27th)												
Category	2018	2019	2019	2019	2019	2018	2019	2019	2019			
	Index	Index	Change	Rank	Rank	Index	Index	Change	Rank			
Safety and Security	87.5	87.7	23	6	3	Personal Freedom	73.4	74.5	27	2		
War and Civil Conflict	20%	82.4	85.3	32	11	1	Agency	20%	81.8	82.1	22	1
Terrorism	10%	100.0	100.0	1	1	1	Freedom of Assembly and Association	20%	85.6	85.6	27	6
Politically Motivated Terror and Violence	20%	80.9	80.9	34	18	7	Freedom of Speech and Access to Information	20%	82.7	79.1	27	10
Violence Crime	20%	72.2	73.9	16	2	1	Absence of Legal Discrimination	20%	81.1	83.8	28	16
Property Crime	10%	84.6	84.7	35	20	11	Social Tolerance	10%	38.5	43.9	73	43
Governance	68.7	67.6	33	3	3	Social Capital	61.0	56.4	40	20	2	
Executive Constraints	10%	54.9	53.7	38	2	3	Personal and Family Relationships	20%	85.5	86.4	31	5
Political Accountability	10%	89.4	89.4	36	2	2	Social Networks	20%	75.8	75.8	6	5
Rule of Law	10%	62.9	62.2	44	1	5	Interpersonal Trust	20%	36.2	33.1	100	20
Government Integrity	20%	60.2	62.6	52	4	3	Institutional Trust	20%	48.5	43.7	106	29
Government Effectiveness	20%	77.0	71.8	21	4	4	Civic and Social Participation	20%	58.9	39.2	18	40
Regulatory Quality	10%	58.0	55.1	35	1	3	Investment Environment	65.8	66.1	41	4	9
Investment Environment	65.8	66.1	41	4	9	Enterprise Conditions	66.9	68.2	40	4	6	
Property Rights	20%	65.8	63.1	44	1	7	Domestic Market Competitiveness	20%	73.8	83.3	12	2
Investor Protection	20%	65.3	72.3	25	3	1	Customer for Business Creation	20%	73.0	75.3	22	5
Contract Enforcement	20%	58.2	57.8	53	2	15	Banking for Business	20%	55.2	51.1	94	46
Resolving Insolvency	20%	70.3	65.6	53	11	10	Labour Market Flexibility	10%	35.4	44.8	143	7
Decisions on International Investment	10%	70.5	63.0	74	15	15	Markets Access and Infrastructure	67.9	70.6	26	2	2
Markets Access and Infrastructure	67.9	70.6	26	2	2	Economic Quality	65.0	65.1	29	3	3	
Communications	20%	70.8	62.5	34	1	3	Risk Sustainability	20%	63.9	63.1	45	13
Security	20%	71.4	77.4	23	3	1	Macroeconomic Stability	10%	64.9	63.9	15	17
Transport	20%	52.7	57.4	41	5	4	Productivity and Competitiveness	20%	76.1	78.4	22	1
Border Administration	1%	71.6	75.9	28	7	9	Openness	10%	38.3	36.5	73	18
Open Market Scale	1%	58.8	63.6	37	9	6	Labour Force Engagement	20%	70.6	75.3	12	8
Foreign Tariff Barriers	1%	68.2	68.7	36	1	9	Living Conditions	89.2	91.9	23	6	1
Market Disruptions	10%	70.8	63.0	33	2	4	Personal Security	20%	80.4	80.4	36	3
Living Conditions	89.2	91.9	23	6	1	Health	76.9	79.2	32	4	2	
Personal Security	20%	80.4	80.4	36	3	1	Behavioral Risk Factors	10%	55.3	54.7	112	1
Nuisance	20%	81.7	84.0	23	2	1	Preventive Interventions	10%	87.9	86.5	42	17
Basic Services	10%	96.5	96.5	28	9	3	Care Systems	10%	70.5	75.0	25	10
Debt	20%	86.8	86.8	22	15	4	Mental Health	10%	68.9	75.1	65	16
Connectivity	10%	87.1	87.3	26	5	2	Physical Health	20%	88.6	77.6	71	37
Protection from Harass	10%	65.6	71.5	51	28	11	Largely	20%	66.5	65.5	28	3
Education	78.7	82.8	24	6	3	Natural Environment	71.9	73.8	4	1	1	
Pre-Primary Education	1%	82.9	85.3	25	4	3	Initiatives	10%	71.0	75.6	41	1
Primary Education	20%	81.9	85.6	26	1	5	Approach to Air Pollution	10%	86.8	85.1	38	4
Secondary Education	20%	82.7	85.0	13	14	2	Noise, Land and Soil	20%	47.8	47.8	53	2
Tertiary Education	20%	53.4	63.6	28	6	3	Healthcare	20%	67.5	75.5	57	3
Adult Skills	20%	82.6	87.7	16	6	7	Climate (Droughts/Deluge)	10%	68.0	68.1	35	1
Natural Environment	71.9	73.8	4	1	1	Resilience (Floods)	10%	68.0	68.1	35	1	

Interpersonal Trust	20%	36.2		33.1	100	▼ 20	11
Institutional Trust	20%	48.5		43.7	106	▼ 29	10
Burden of Regulation	25%	55.2		51.1	94	▼ 46	13
Labour Market Flexibility	10%	35.4		44.8	143	▲ 7	22
Behavioural Risk Factors	10%	55.3		54.7	112	▲ 1	4

Zaupanje je ključen element učinkovite družbe in podpira uvajanje velikih družbenih sprememb, kot je zeleni prehod

Social trust in the European countries, based on the European Social Survey 2014. Zero indicates a complete lack of trust, while ten indicates a complete trust in other people.

Country	Mean	Country	Mean
Denmark	6.90	Belgium	5.02
Finland	6.74	Austria	4.98
Norway	6.62	Lithuania	4.94
Sweden	6.25	Spain	4.83
Netherlands	6.03	France	4.61
Switzerland	5.72	Czech Republic	4.59
Estonia	5.57	Hungary	4.17
United Kingdom	5.37	Slovenia	4.07
Ireland	5.23	Poland	3.92
Israel	5.17	Portugal	3.63
Germany	5.17		



”

It is difficult to imagine societal models like those in the Nordic countries if citizens do not trust that other citizens also contribute to the economy through the tax system, and that public authorities manage tax revenues in a fair and efficient way, free from corruption.

“I used to think the top environmental problems were biodiversity loss, ecosystem collapse, and climate change.

I thought that with 30 years of good science we could address those problems.

But I was wrong. The top environmental problems are selfishness, greed, and apathy ...

... and to deal with those we need a spiritual and cultural transformation — and we scientists don't know how to do that.”

Gus Speth