ZVC SR
Zväz výrobcov cementu
Slovenskej republiky

Cesta

k uhlíkovej neutralite pri výrobe cementu

2050

Ambície, výzvy, príležitosti a prekážky



Zväz výrobcov cementu SR sa ako člen európskej asociácie cementárskeho priemyslu CEMBUREAU aktívne hlási k cieľu, ktorým bolo stanovené dosiahnutie uhlíkovej neutrality do roku 2050.

Táto ambícia je podopretá prístupom založeným na interakcii pozdĺž celého hodnotového reťazca od ťažby surovín, výpalu slinku v rotačnej peci, mletia cementu, výroby betónu, ich využitia v stavebníctve ako aj procesu karbonatácie (viazania CO_2 z ovzdušia) počas životnosti betónovej konštrukcie a po jej recyklácii. Zahrnutie všetkých týchto procesov pomôže premeniť nízkouhlíkovú víziu na realitu.

Cement
náš každodenný

ZVC SR
Zväz výrobcov cementu Slovenskej republiky
Association of Slovak Cement Producers

Zmenu klímy vníma slovenský cementársky priemysel ako zásadnú výzvu. Výroba cementu je energeticky náročný proces, počas ktorého je uvoľňované množstvo nevyhnutných emisií oxidu uhličitého behom tepelného rozkladu vápenca. Cement je nedeliteľnou súčasťou štruktúry stavebného priemyslu a v cementárňach už dlhšiu dobu prebiehajú technologické zmeny, ktoré znižujú množstvo vypusteného CO_2 na vyrobenú tonu cementu. Betón, ako hlavný produkt vyrábaný z cementu je v súčasnosti po vode, človekom najpoužívanejším materiálom.

Výroba cementu je vo svete zodpovedná za približne 6-8% ľuďmi vyprodukovaných emisií CO_2. Svet však potrebuje betón na budovanie infraštruktúry, ktorá sa dokáže vyrovnať so zmenou klímy a populačným rastom. Pred nami stojí riešenie dekarbonizácie celého priemyslu a tým minimalizácia vplyvu výroby cementu na životné prostredie.

3,6 Mt
Výroba cementu

4
Cementárne

1500
Zamestnancov

Údaje z roku 2023

5 Faktorov dekarbonizácie

VÝROBY

cementu



slinok



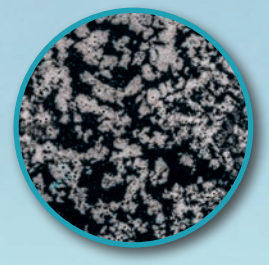
cement



betón



stavebníctvo



karbonatácia



Zhodnocovanie alternatívnych palív alebo **náhrada** fosílnych palív

Cementári začali proces dekarbonizácie už pred desiatkami rokov s dôrazom na **odklon od fosílnych palív**. Na začiatku bolo tepelné využitie starých pneumatík, dnes sú všetky naše závody vyšpecializované na **zhodnocovanie nerecyklovateľných priemyselných a komunálnych odpadov vo forme alternatívnych palív**.

Výzvy a príležitosti

- Odvetvie cementu potrebuje prístup k značnému množstvu nerecyklovateľného odpadu a k nízkouhlíkovým palivám tak, aby rozhodujúcim spôsobom prispelo k obehovému hospodárstvu.



Úloha legislatívy

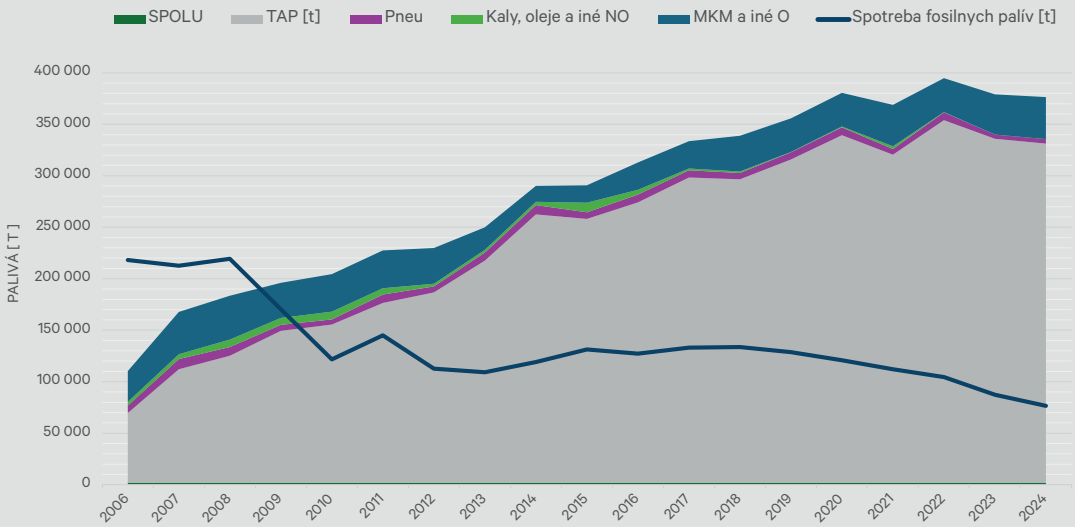
- Zabezpečiť minimalizáciu skládkovania a presmerovanie toku vhodného odpadu na výrobu alternatívneho paliva pre cementárne.
- Uznať dvojitú výhodu energetického ako aj materiálového zhodnocovania alternatívneho paliva v rotačnej peci.

Fakty

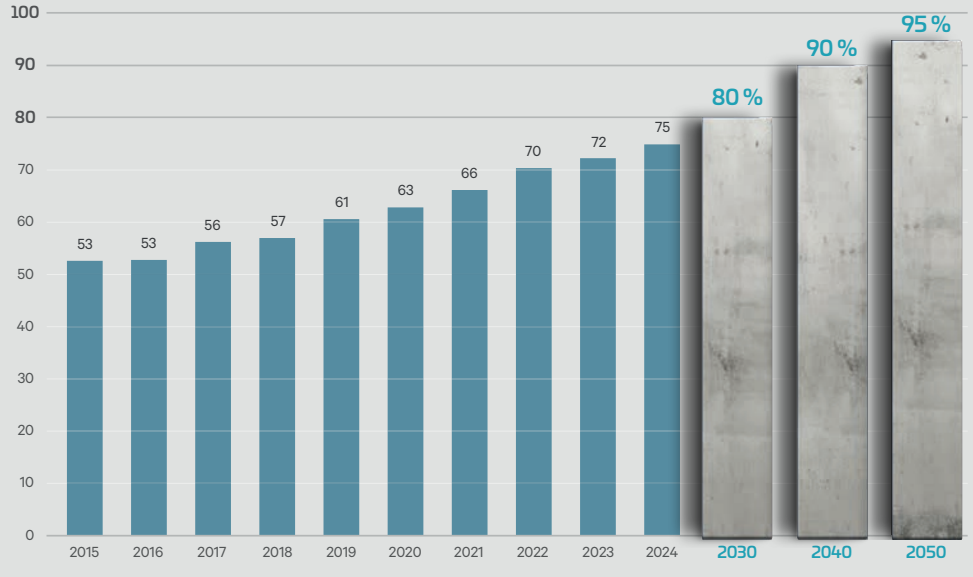




Slinok je zásadný medziprodukt pri výrobe cementu. Vyrába sa tepelným rozkladom surovinovej zmesi vápenca, ílu a piesku. Slinkové minerály sú najdôležitejšou súčasťou budúceho cementu a zabezpečujú požadované pevnosti v betóne.
Výpal slinku v rotačnej peci sa deje pri teplote 1450°C a nezaobíde sa bez energie z palív. Tieto boli zodpovedné za 1/3 celkových emisií CO_2.
Viac ako 20 rokov úsilia a modernizácie technológii dovolilo náhradu viac ako 75% tepla z fosílnych palív. Cieľ na rok 2050 je mať 95% palivovej základne vyrobenej z nerecyklovateľného odpadu vo forme alternatívnych palív s obsahom biomasy nad 30%.



Využívanie alternatívnych
palív v cementárňach v SR [t]



Priemerný stupeň **náhrady fosílnych palív**
v slovenských cementárňach [%]

Úprava zloženia surovín a využitie **alternatívnych** materiálov

Úprava zloženia suroviny cez **nahrádzanie prírodných zdrojov recyklovanými materiálmi**, ktoré už prešli čiastočnou alebo úplnou dekarbonizáciou ako napr. stavebný odpad znižuje množstvo nevyhnutných technologických emisií CO_2.



Výzvy a príležitosti

- Zvýšené využívanie alternatívnych surovín závisí od ich dostupnosti.
- Odvetvie cementu sa sústreďuje na nové materiály, u ktorých sa predpokladá ich zvýšený výskyt ako napríklad betónová drť, trosky z výroby neželezných kovov.

Úloha legislatívy

Prístup k alternatívnym surovinám treba podporiť legislatívou:

- Využitie stavebného odpadu v rámci cirkulárnej ekonómie a znemožnenie jeho skládkovania
- Prispôsobenie programu odpadového hospodárstva smerom k využitiu historických skládok surovín na ich recykláciu. Je v záujme štátu, aby materiál tohto druhu bol regulárne recyklovaný priemyslom.

Fakty

Závody v rámci ZVC zhodnotili materiálovo v roku 2024 až **515.000 ton alternatívnych surovín**, čo predstavovalo takmer **14% celkovej spotreby.**

Zníženie slinkového faktoru a **nízkouhlíkové** cementy

Finálny produkt výrobného procesu a materiál nevyhnutný pre stavebný priemysel je cement. Čistý portlandský cement vyrobený z 95% slinku, čo je základná zložka zabezpečujúca jeho hydraulické vlastnosti a pevnosť. Slinok ako jeho základná zložka je z dôvodu vysokej uhlíkovej stopy v čoraz väčšej miere nahrádzaný inými zložkami a tým sa výrazne znižuje uhlíková stopa finálneho produktu. Cementárne postupne menia svoje výrobné portfólio cementov a uvádzajú do praxe tzv. zmesové cementy s obsahom uhlíkovo neutrálnych prísad ako napr. troska, vápenec či pucolán. Množstvá týchto dodatkov sa menia podľa druhu zmesového cementu. Tento proces nazývajú cementári aj „znižovanie slinkového faktoru“.

Výzvy a príležitosti

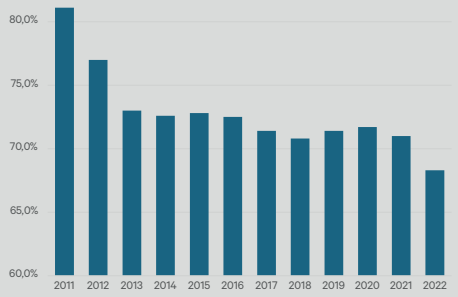
- Vývoj a výroba nových druhov cementu s nízkou uhlíkovou stopou bude v blízkej budúcnosti štandardom a budú musieť byť včlenené do stavebných predpisov a do výrobkových noriem.
- Cement vyrobený s použitím takýchto slinkov by musel byť schválený v stavebných predpisoch a normách pre výrobky.

Úloha legislatívy

- Odvetvie cementu potrebuje agilný proces štandardizácie na rozpoznanie nových typov cementu. Tvorcovia legislatívy by mali zobrať do úvahy dôležitosť tvorby nových spracovateľských reťazcov založených na produktoch s nízkym obsahom uhlíka.

Fakty

Slinkový faktor slovenských cementov nedávno klesol pod 70%, čo znamená, že v priemere viac ako 30% obsahu cementu sú uhlíkovo neutrálne komponenty alebo také, pri ktorých výrobe bol CO_2 vyprodukovaný mimo cementárskeho priemyslu. Každé percento slinkového faktora má priamy vplyv na dekarbonizáciu produktu.



Slinkový faktor ZVC SR



Zachytávanie uhlíka a jeho **uloženie** (CCS)

Na dosiahnutie uhlíkovej neutrality pri výrobe cementu bude nevyhnutné aj použitie nových technológií, ktoré sú momentálne v štádiu vývoja, tzv. CCUS (Carbon Capture, Storage and Utilisation), čo bude vyžadovať veľké investície do zariadení na zachytenie CO_2, jeho spracovanie, transport, uloženie do špeciálnych podzemných úložísk. Ide o technológie s vysokou energetickou a investičnou náročnosťou. A to nielen priamo v areáli cementárne, ale aj mimo nej v podobe siete prepravného potrubia na CO_2 do miesta uloženia. Technológia CCUS dokáže zachytiť emisie CO_2 z cementární ešte predtým, ako sa dostanú do atmosféry. Zachytený CO_2 je následne smerovaný do geologických formácií, ako sú vyčerpané plynové polia alebo slané vodonosné vrstvy, na trvalé uskladnenie.

Výzvy a príležitosti

- Projekty CCUS sú vysoko kapitálovo náročné a vyžadujú si financovanie na odstránenie rizika celého hodnotového reťazca CCUS. Rovnako významné sú aj prevádzkové náklady.
- Mapovanie celoeurópskej infraštruktúry CCS sa začalo, ale stále nie je do značnej miery dokončené. Čas je dôležitý na vybudovanie infraštruktúry alebo opätovné využitie existujúcich aktív.
- Regulačná neistota v súvislosti s používaním CO_2 vážne bráni investíciám do projektov CCU.

Úloha legislatívy

V prípade plnenia predpokladov tejto roadmapy bude chcieť sektor výroby cementu na Slovensku zachytiť až **milión ton CO_2 ročne do roku 2040 a 1,4 milióna ton do roku 2050**. Nasadenie špičkových technológií, ako je zachytávanie uhlíka, si vyžaduje značné investície do inovácií a podpornej infraštruktúry. Tvorcovia legislatívy by preto mali:

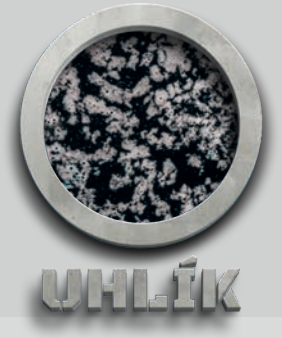
- Začať riešiť implementáciu infraštruktúry CO_2 na národnej úrovni, vrátane potrubí a geologických úložísk tak, aby každá cementáreň mala prístup k infraštruktúre CCS.
- Zjednodušenie riešení pri výstavbe tejto infraštruktúry, ako sú povolenia a obmedzenia pri výstavbe potrubí a

uprednostniť infraštruktúru na zachytávanie uhlíka ako „nadradený verejný záujem“.

- Zaručiť prístup k infraštruktúre CO_2 (skladovanie a preprava) za primeraných a transparentných obchodných podmienok.
- Verejne propagovať význam CCUS infraštruktúry a uľahčovať tým prijateľnosť projektu prostredníctvom pozitívnej a transparentnej komunikácie.



Karbonatácia betónu, recyklácia a **úsporné** stavebníctvo



Karbonatácia betónu je pomalý proces, počas ktorého betónová konštrukcia na seba viaže voľné CO_2 a tým znižuje jeho koncentráciu. Tento proces nastáva, keď oxid uhličitý (CO_2) z atmosféry reaguje s hydroxidom vápenatým ($Ca(OH)_2$) v betóne, pričom vzniká uhličitan vápenatý ($CaCO_3$). Opätovné použitie starého betónu je najčastejšie využívané ako kamenivo. Vo svetle procesu dekarbonizácie nastanú zmeny aj v samotnom stavebníctve. Začínajúc od digitalizácie výroby betónových zmesí, končiac architektúrou budov, ktorá podporí nízkoenergetické stavebníctvo s využitím nízkouhlíkových materiálov.

Výzvy a príležitosti

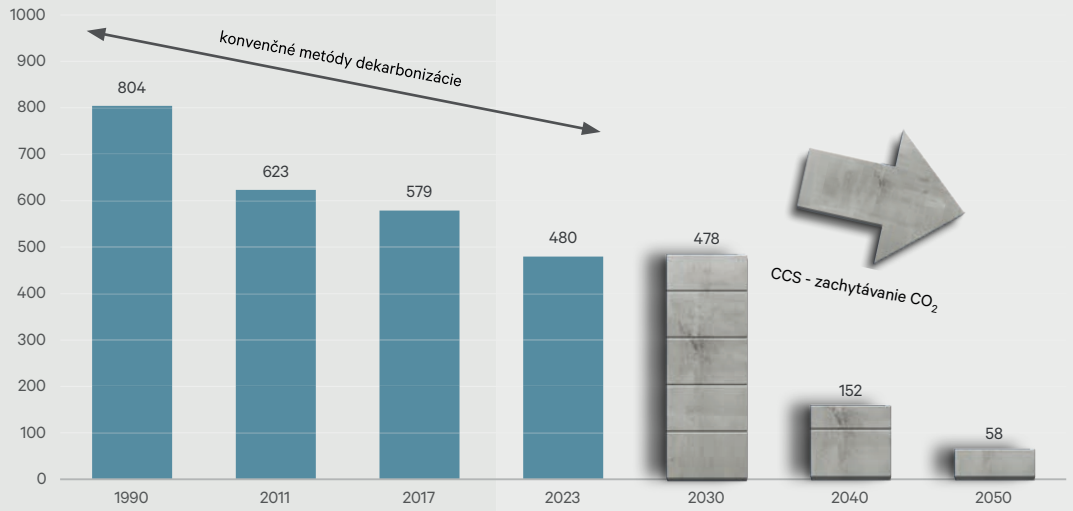
V zastavanom prostredí betónová infraštruktúra prechádza prirodzenou karbonatáciou. Výskum naznačuje, že ročne sa zachytí 23 % emisií CO_2 generovaných počas procesu výroby cementu.

- Rýchlosť karbonatácie betónu je ovplyvnená rôznymi faktormi vrátane pórovitosti, vlhkosti a typu cementu a reakcia prebieha v priebehu rokov.
- Čoraz väčší počet spoločností zaoberajúcich sa čistými technológiami a cementom skúma potenciál betónu ukladať CO_2, vrátane ukladania biogénneho CO_2 ako odstraňovania uhlíka.

Úloha legislatívy

- Začleniť absorpciu CO_2 uľahčenú betónovými štruktúrami a infraštruktúrou do národných inventárov skleníkových plynov.
- Uznať mineralizáciu CO_2 (najmä prostredníctvom karbonatácie v sekundárnom kamenive a betóne) ako formu trvalého ukladania CO_2, čím sa umožní odstraňovanie uhlíka pri použití biogénneho alebo atmosférického CO_2.
- Plne využiť potenciál karbonatácie v stavebných politikách (napríklad architektonický dizajn a stratégie na konci životnosti budov) na maximalizáciu karbonatácie betónu.

Produkcia CO_2 na tonu cementu priamo vo výrobe závodov ZVC SR



2030

Do roku 2030 budú závody v rámci ZVC SR pokračovať v nastúpenom trende dekarbonizačných krokov pomocou konvenčných metód: minimalizácia spotreby fosílnych palív, nahrádzanie prírodných surovín použitím alternatív a predovšetkým znižovanie slinkového faktora výrobou nízkouhlíkových cementov až na úroveň 60%.

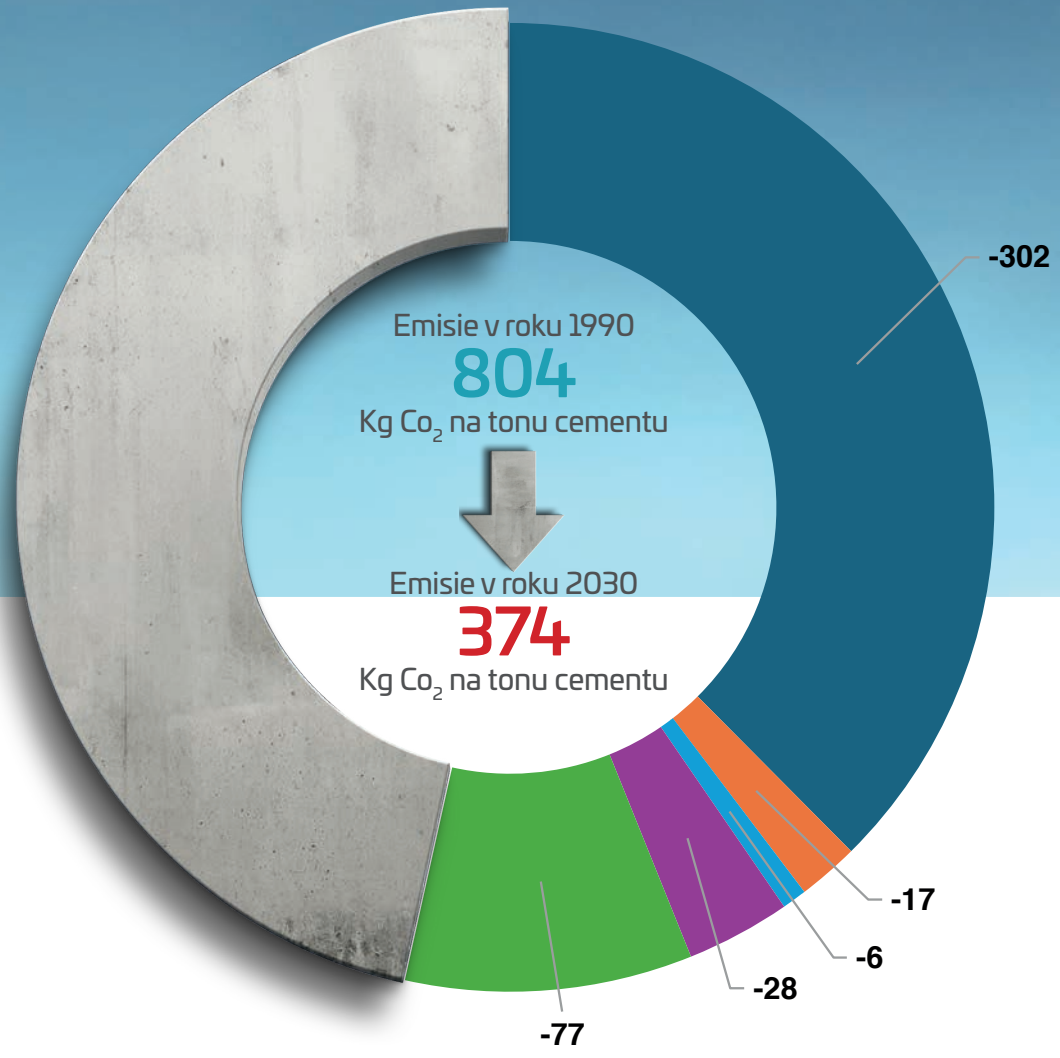
-302 kg CO_2/t
Súčasné zníženie emisií od roku 1990 do 2021

-17 kg CO_2/t Slinok
Nízkouhlíkové suroviny, alternatívne palivá, zvýšená tepelná účinnosť výroby

-6 kg CO_2/t Cement
Náhrada slinku, úsporné mletie cementu

-28 kg CO_2/t Betón
Automatizácia výroby betónových zmesí

-77 kg CO_2/t Stavebníctvo
Karbonatácia betónu

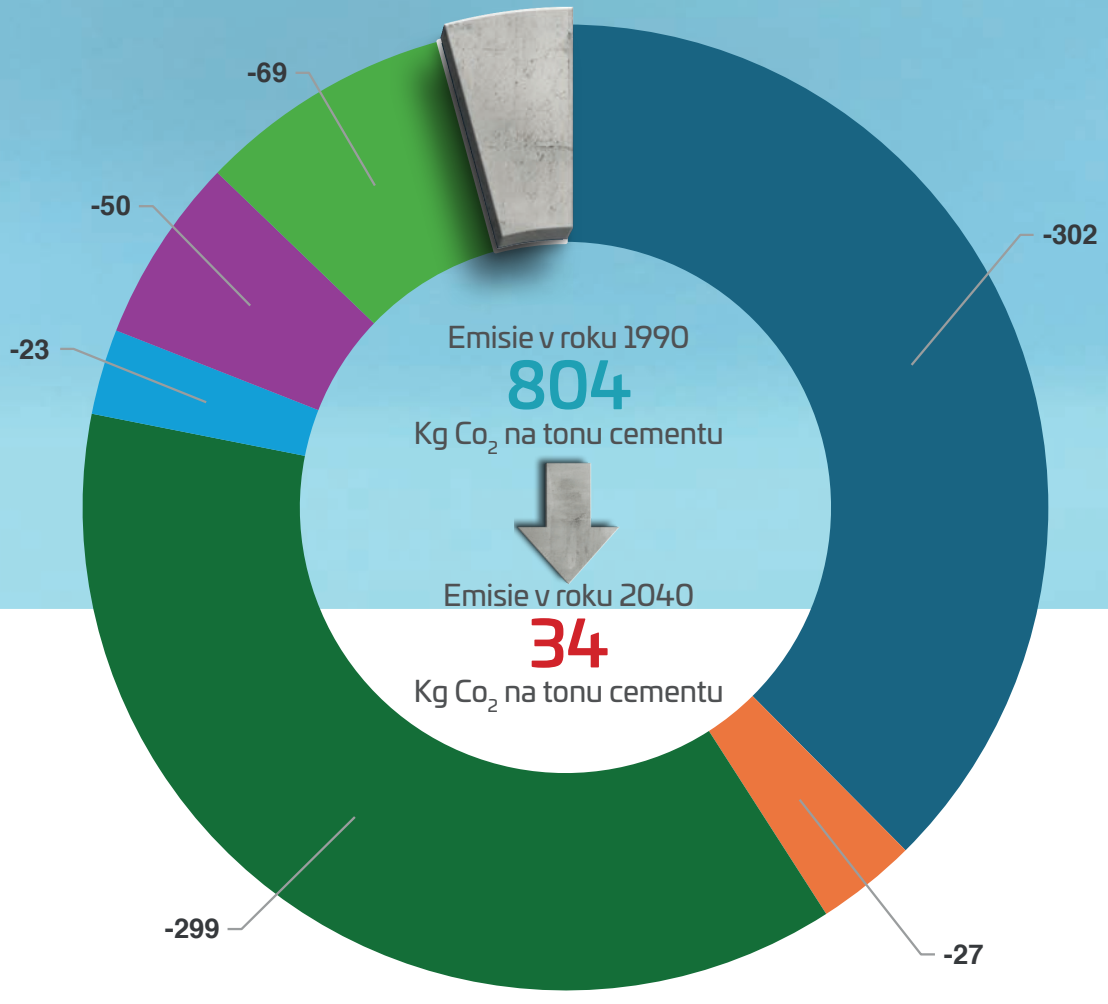


2040

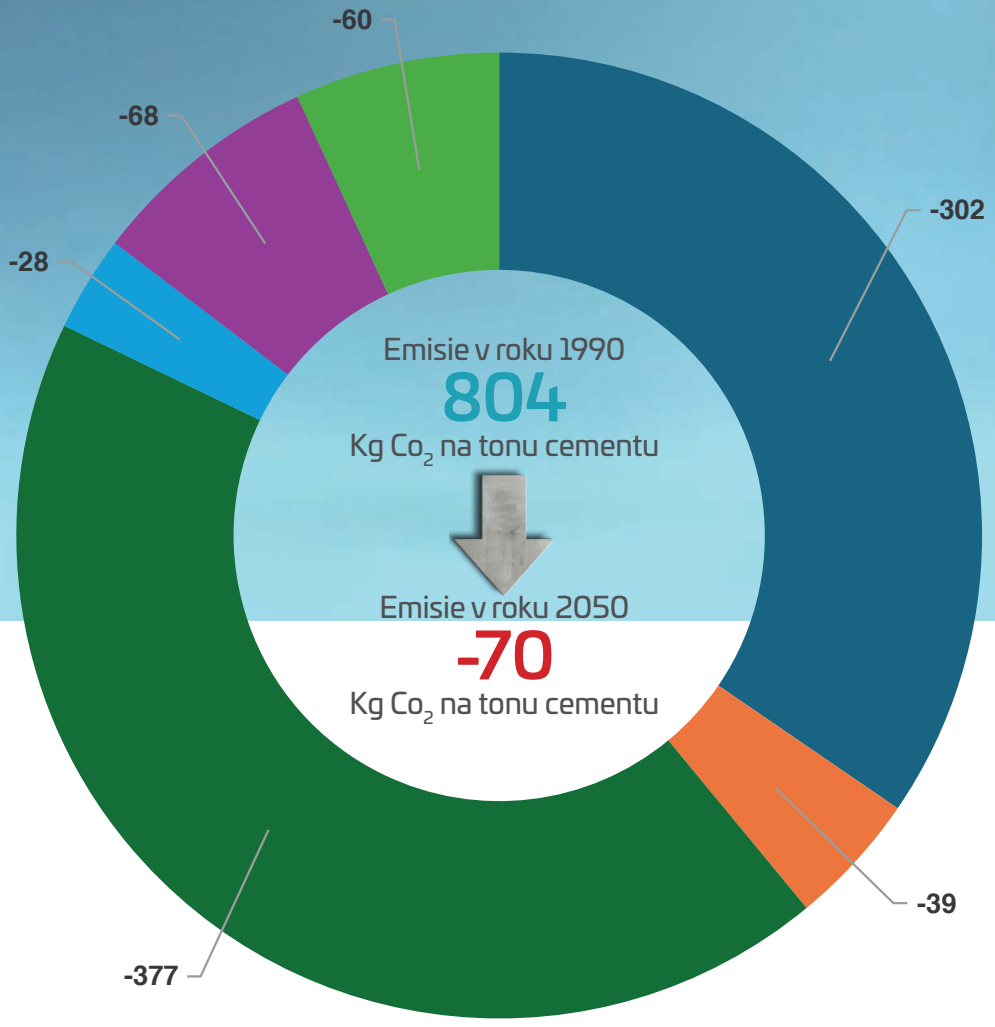
Cesta k nulovej uhlíkovej stope v rokoch 2040 a 2050

Po roku 2030 už konvenčné metódy stačiť nebudú a preto začnú závody postupne implementovať technológie zachytávania CO_2 tzv. CCS. Potreby financovania týchto projektov v európskom cementárenskom priemysle sa odhadujú v rozmedzí od 200 až do 500 miliónov EUR na závod. Tieto odhady zohľadňujú širokú škálu potenciálnych technológií zachytávania. Nezohľadňujú však nevyhnutné náklady na infraštruktúru (potrubia CO_2, úložiská, náklady na prípravu miesta uloženia).

Na dosiahnutie nulovej uhlíkovej stopy pre tak energeticky náročný proces, akým je výroba cementu, bude musieť byť zapojený celý hodnotový reťazec. Okrem už opísanej dekarbonizácie cementárne a jej produktov na dosiahnutie uhlíkovej neutrality bude potrebné včleňovať aj procesy dekarbonizácie v rámci celého hodnotového reťazca. To znamená optimalizačné opatrenia pri výrobe betónu, začlenenie karbonatácie betónových konštrukcií počas životnosti, ale aj počas recyklácie a v neposlednom rade aj spôsob, akým sa budú v budúcnosti stavať budovy.




2050



Naša ambícia dosiahnuť uhlíkovo neutrálnu výrobu cementu podporenú prístupom založeným na interakcii pozdĺž celého hodnotového reťazca by sa mala stať realitou v roku 2050. A to dokonca tak, že všetky uhlíkové emisie by mali byť negatívne na úrovni – 70 kg CO_2 na t cementu. Čaká nás ešte dlhá cesta, ale s náležitou podporou všetkých zúčastnených strán si veríme, že bude aj úspešná.

emisie 2022 | slinok | CCUS | cement | betón | stavebníctvo | emisie CO_2 na tonu cementu



Nulové emisie uhlíka



ZVC SR

Zväz výrobcov cementu
Slovenskej republiky

Association of Slovak
Cement Producers



Do roku 2030 budú závody v rámci ZVC SR pokračovať v nastúpenom trende dekarbonizačných krokov pomocou konvenčných metód: minimalizácia spotreby fosílnych palív, nahrádzanie prírodných surovín použitím alternatív a predovšetkým znižovanie slinkového faktora výrobou nízkouhlíkových cementov až na úroveň 60%.



CEMMAC je moderná cementáreň, ktorá ako posledná na Slovensku prešla komplexnou modernizáciou. V roku 2000 uviedla do prevádzky novú rotačnú pec a odvtedy realizuje významné technologické inovácie. Závod v Hornom Srní nedávno vybudoval vo vyťaženej časti lomu rozsiahlu fotovoltickú elektráreň, ktorá výrobou zelenej energie prispieva k znižovaniu vplyvov produkcie na životné prostredie. V roku 2024 do spoločnosti CEMMAC vstúpil nový akcionár, keď spoločnosť Südbayerisches Portland-Zement so sídlom v Rohrdorfe nadobudla 49 % podiel v spoločnosti Asamer Baustoffe Holding GmbH.



Danucem pôsobí v rámci v rámci nadnárodnej skupiny CRH a u nás prevádzkuje dve cementárne v Rohožníku a v Turni nad Bodvou. Rohožnícky závod je unikátny svojou výrobou elektrickej energie z odpadového tepla, ale aj výrobou vysokokvalitného bieleho cementu. Danucem investoval desiatky miliónov € do ekologických technológií za posledné roky.



Rotačná pec je srdcom cementárne. Viac než 50 m dlhý oceľový valec zvnútra vyložený ohňovzdornými tehlami tak, aby vydržali teplotu 1.500C sa otáča rýchlosťou niekoľkých otáčok za minútu. Do pece sa privádza špecificky pripravená zmes vápenca, ílu, železitej prísady a piesku, ktorá sa v teplote od 900 do 1450 C postupne mení na slinok s obsahom reaktívnych minerálov, ktoré zabezpečujú vlastnosti budúceho cementu. Palivo v peci bývalo kedysi hlavne uhlie, koks alebo zemný plyn. Dnes zabezpečujú obrovské množstvo tepelnej energie hlavne alternatívne palivá. Tento pohľad do pece sa naskytne raz do roka počas zimnej odstávky po výmene ohňovzdorných tehál.



Cementáreň v Turni nad Bodvou má skvelé výsledky na poli využívania alternatívnych surovín. Vďaka synergii s oceliarňou v Košiciach sa Turniansky závod radí medzi prevádzky z najväčším zastúpením alternatívnych surovín na svete. To sa odzrkadľuje na v súčasnosti jednej z najnižších uhlíkových stôp výroby cementu v Európe.





Alternatívne palivá sú dnes neoddeliteľnou zložkou vo výrobe cementu. Zhodnocovaním nerecyklovateľných plastov prispievajú naše závody k odklonu tohto materiálu od skládkovania. Závody ZVC sa radia zastúpením 75% tepla z alternatívnych palív medzi absolútnu svetovú cementárenskú špičku.

Cement síce vyzerá len ako šedý prášok. Avšak za jeho prípravou a výrobou sa ukrýva nesmierne množstvo precíznej práce špecialistov a množstvo technológií, ktoré zabezpečujú finálnu kvalitu našich produktov.





Slinok je základná surovina na výrobu cementu. Počas mletia tvorí spolu s malým množstvom sadrovca (kvôli regulácii tuhnutia) hlavnú zložku portlandského cementu – kľúčového hydraulického spojiva pre výrobu betónu, omietok či malty.

Cementárska surovina je zmesou prírodných materiálov a v určitom pomere sa skládkuje a homogenizuje pred samotným tepelným spracovaním v rotačnej peci. Avšak aj tu cementári postupne nahrádzajú časť cennej suroviny alternatívnymi zdrojmi a tým nielen šetria zdroje, ale aj prispievajú k princípu obehovej ekonómie.



Prvá cementáreň na území dnešného Slovenska začala stavať pri obci Ladce v roku 1889. Dnešná Považská cementáreň patrí medzi najmodernejšie v Európe. V roku 2018 prekročila ročná výroba cementu milión ton, pričom cement z Ladiec putuje nielen na domáci trh, ale predáva sa aj v Nemecku, Rakúsku, Maďarsku Česku a v Poľsku.



Hlavný horák je zložité zariadenie, ktorým operátor rotačnej pece vie ovplyvniť kvalitu výpalu slinku. Teplota v plameni dosahuje až 2.000 C. Na snímke prebieha zapálenie rotačnej pece v jeho počiatočnej fáze.

2050

KONTAKT

Zväz výrobcov cementu SR
Bohrova 1194/1
851 01 Bratislava – Petržalka
Slovenská republika

www.zvc.sk
info@zvc.sk

ZVC SR
Zväz výrobcov cementu Slovenskej republiky
Association of Slovak Cement Producers