

Směsné cementy

Ing. Václav Skotal

Českomoravský cement



Emise CO₂ – Výroba cementu

Proč směsné cementy

Jaké směsné cementy

Budoucnost – směsné cementy

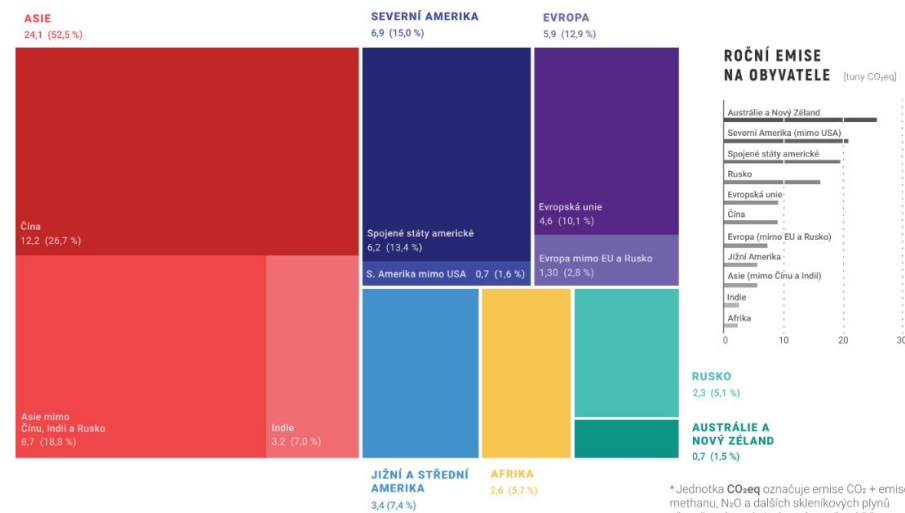


Snižování emisí skleníkových plynů



EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ SVĚTA

Celkové roční emise podle světových regionů za rok 2012 měřené v gigatunách CO₂eq*



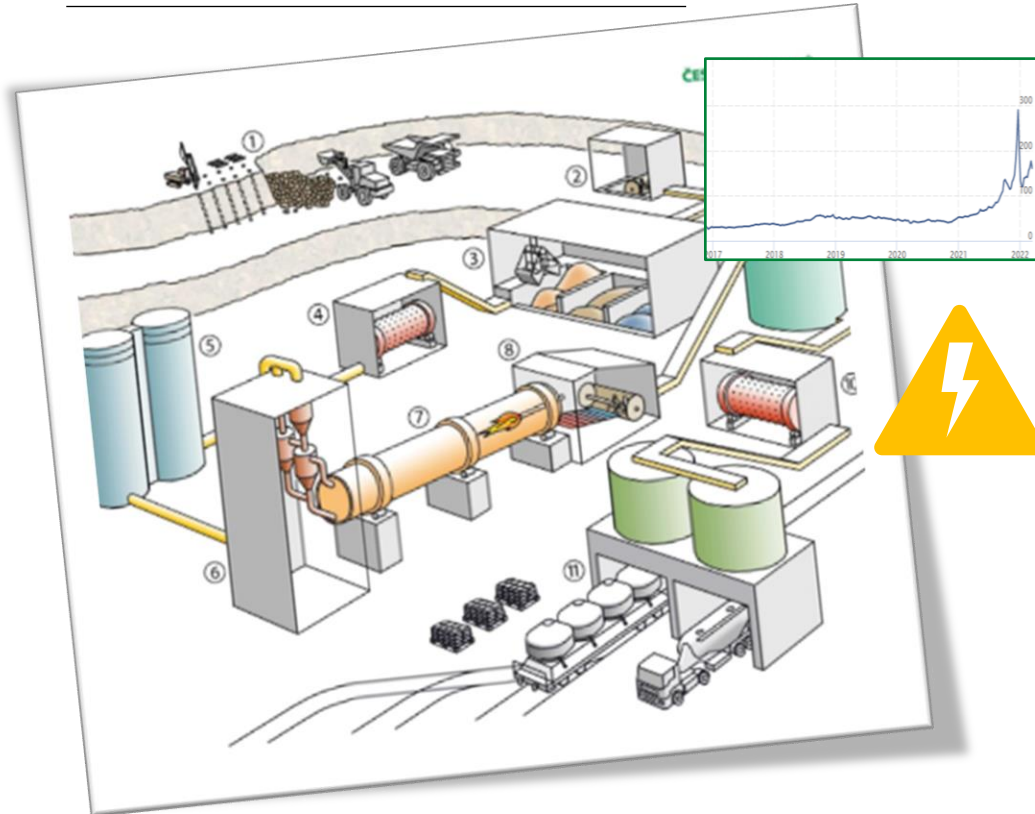
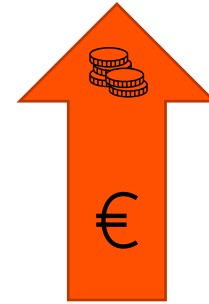
VERZE: 2021-01-18 | LICENCE: CC BY 4.0
více info na [faktaoklimatu.cz/emise-svet](https://www.faktaoklimatu.cz/emise-svet)

*Jednotka CO₂eq označuje emise CO₂ + emise metanu, N₂O a dalších skleníkových plynů přepočtené na ekvivalentní množství CO₂.

zdroj dat: Evropská agentura pro životní prostředí

SMĚSNÉ CEMENTY

Výroba cementu



Těžba, drcení

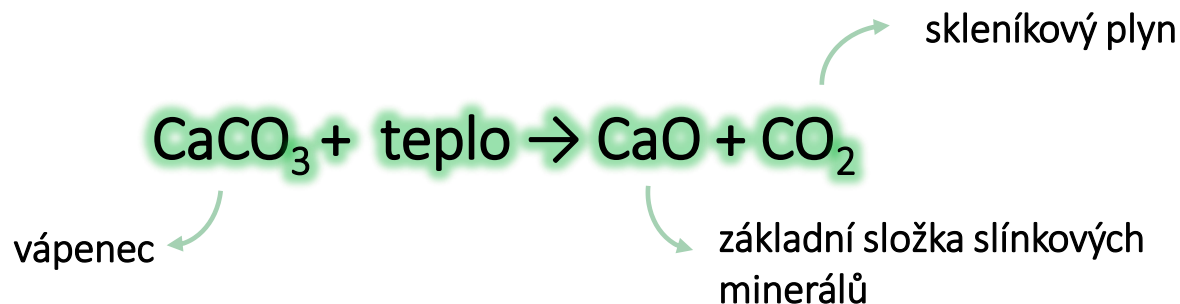
Mletí suroviny

Výpal slínku → 

Mletí cementu

Zásoba, expedice cementu

Výroba cementu – slínek a CO₂



$$1 \text{ t slínku} = 0,8 \text{ t CO}_2$$



0,5 t CO₂ /t slínku – rozklad vápence



0,3 t CO₂ /t slínku – paliva

Jak na CO₂ a proč směsné cementy



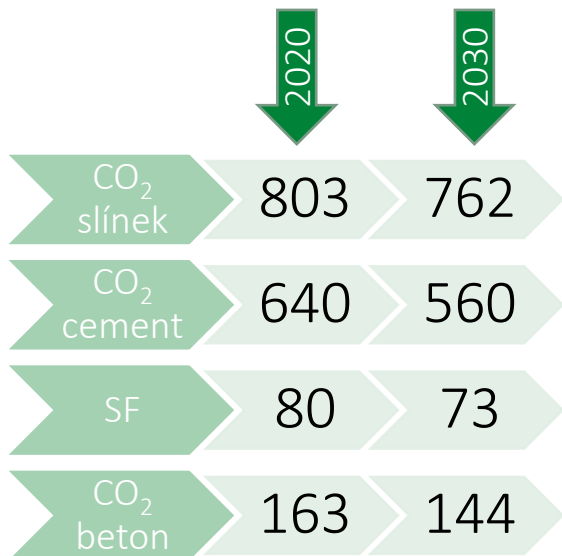
1. Alternativní paliva a suroviny
2. Zachytávání a využití CO₂

3. Směsné cementy

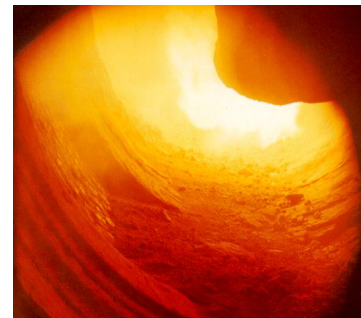
Cesta ke snížení uhlíkové stopy při výrobě cementu

Proč směsné cementy

Roadmap CO₂
2030



- Modernizace - Investice
- Alternativní materiály
- Zachytávání CO₂
- **Směsné cementy**
- Recyklované kamenivo
- Stavební chemie



Jaké směsné cementy

CSN EN 197-1 ed. 2

Tabulka 1 – 27 výrobků skupiny cementů pro obecné použití

| Hlavní druhy | Označení 27 výrobků (druhy pro obecné použití) | | Složení (poměry složek podle % hmotnosti ^{a)}) | | | | | | | | | | | Doplnující složky | | |
|--|--|-------------------------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------|----------|----------------------|---------|-------|-----|-------------------|-----|-----|
| | | | Hlavní složky | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Slínek | Vysokopecní struska | Křemíčitý úlet | Pucolány | | Popílek | | Kalcinovaná břidlice | Vápenec | | | | | |
| | | | | | | přirodní | přirodní kalcinované | křemíčitý | vápenatý | | L | LL | | | | |
| K | S | D ^b | P | Q | V | W | T | L | LL | | | | | | | |
| CEM I | Portlandský cement | CEM I | 95-100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | | Portlandský struskový cement | CEM II/A-S | 80-94 | 6-20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 |
| | | | CEM II/B-S | 65-79 | 21-35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 |
| | Portlandský cement s křemíčitým úletem | CEM III/A-D | 90-94 | - | 6-10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-6 | |
| | | Portlandský pucolánový cement | CEM II/A-P | 80-94 | - | - | 6-20 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 |
| | CEM II/B-P | | 65-79 | - | - | 21-35 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | CEM II/A-Q | | 80-94 | - | - | - | 6-20 | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | CEM II/B-Q | | 65-79 | - | - | - | 21-35 | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | Portlandský popílkový cement | CEM II/A-V | 80-94 | - | - | - | - | 6-20 | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM II/B-V | 65-79 | - | - | - | - | 21-35 | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM II/A-W | 80-94 | - | - | - | - | - | 6-20 | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM II/B-W | 65-79 | - | - | - | - | - | 21-35 | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | Portlandský cement s kalcinovanou břidlicí | CEM II/A-T | 80-94 | - | - | - | - | - | - | 6-20 | - | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM II/B-T | 65-79 | - | - | - | - | - | - | 21-35 | - | - | - | - | 0-5 | |
| | Portlandský cement s vápencem | CEM II/A-L | 80-94 | - | - | - | - | - | - | - | 6-20 | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM II/B-L | 65-79 | - | - | - | - | - | - | - | 21-35 | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM II/A-LL | 80-94 | - | - | - | - | - | - | - | - | 6-20 | - | - | 0-5 | |
| | | CEM II/B-LL | 65-79 | - | - | - | - | - | - | - | - | 21-35 | - | - | 0-5 | |
| Portlandský směsný cement ^c | CEM II/A-M | 80-88 | ←----- 12-20 -----> | | | | | | | | - | - | 0-5 | | | |
| | CEM II/B-M | 65-79 | ←----- 21-35 -----> | | | | | | | | - | - | 0-5 | | | |
| CEM III | Vysokopecní cement | CEM III/A | 35-64 | 36-65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM III/B | 20-34 | 66-80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM III/C | 5-19 | 81-95 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| CEM IV | Pucolánový cement ^c | CEM IV/A | 65-89 | - | ←----- 11-35 -----> | | | | | - | - | 0-5 | | | | |
| | | CEM IV/B | 45-64 | - | ←----- 36-55 -----> | | | | | - | - | 0-5 | | | | |
| CEM V | Směsný cement ^c | CEM V/A | 40-64 | 18-30 | - | ←----- 18-30 -----> | | | - | - | - | - | 0-5 | | | |
| | | CEM V/B | 20-38 | 31-49 | - | ←----- 31-49 -----> | | | - | - | - | - | 0-5 | | | |

^a Hodnoty v tabulce se vztahují k součtu hlavních a doplňujících složek.^b Obsah křemíčitého úletu je omezen do 10 %.^c Hlavní složky v portlandských směsných cementech CEM II/A-M a CEM II/B-M, v pucolánových cementech CEM IV/A a CEM IV/B a ve směsných cementech CEM V/A a CEM V/B mimo slínek musí být deklarovány v označení cementu (viz příklad v kapitole 8).

Portlandský cement CEM I

- Slínek + sádrovec (0 - 5%)

Portlandský cement směsný CEM II

- Slínek + sádrovec + struska, popílek, vápenec, pucolány, kalcinovaná břidlice
- II/A (6-20%) II/B (21-35%) II/C (36 - 50%)

Vysokopecní, pucolánový, směsný CEM III, IV, V, VI...

- Slínek + sádrovec + struska, popílek, vápenec, pucolány, kalcinovaná břidlice (35-95%)

Jaké NOVÉ směsné cementy – CEM II/C-M

Tabulka 1 – Portlandský směsný cement CEM II/C-M a Směsný cement CEM VI

| Hlavní druhy | Označení výrobků (druhy cementů) | | Složení (poměry složek podle % hmotnosti ^a) | | | | | | | | | | Doplňující složky |
|--------------|--|----------------|---|-----------------------|----------------|----------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| | | | Hlavní složky | | | | | | | | | | |
| | | | Slinek | Vysokopepni struska | Křemičitý úlet | Pucolány | | Popílek | | Kalcinovaná břidlice | Vápenec | | |
| | | | | | | přírodní | přírodní kalcinované | křemičitý | vápenatý | | L ^c | LL ^c | |
| K | S | D ^b | P | Q | V | W | T | L ^c | LL ^c | | | | |
| CEM II | Portlandský směsný cement ^d | CEM II/C-M | 50-64 | ← 36-50 → | | | | | | | | 0-5 | |
| CEM VI | Směsný cement | CEM VI (S-P) | 35-49 | 31-59 | – | 6-20 | – | – | – | – | – | – | 0-5 |
| | | CEM VI (S-V) | 35-49 | 31-59 | – | – | – | 6-20 | – | – | – | – | 0-5 |
| | | CEM VI (S-L) | 35-49 | 31-59 | – | – | – | – | – | – | 6-20 | – | 0-5 |
| | | CEM VI (S-LL) | 35-49 | 31-59 | – | – | – | – | – | – | – | 6-20 | 0-5 |

^a Hodnoty v tabulce se vztahují k součtu hlavních a doplňujících složek.
^b V případě použití křemičitého úletu je jeho obsah omezen od 6 % do 10 % hmotnostních.
^c V případě použití vápence je jeho obsah (součet L, LL) omezen od 6 % do 20 % hmotnostních.
^d Hlavní složky mimo slinek mohou být použity maximálně dvě a musí být deklarovány v označení cementu (viz příklady v kapitole 6).

- Platná norma
- Cementy podle 197-5 nelze použít do betonu, protože nejsou uvedeny v národní normě ČSN P 73 2404

Tabulka F.3 – Použitelnost cementů pro stupně vlivu prostředí

| Stupně vlivu prostředí | Cementy podle ČSN EN 197-1 ed. 2 bez nebezpečí koroze nebo narušení | koroze způsobená karbonatací | | | | koroze způsobená chloridy (jinými než z mořské vody) | | | střídaté působení mrazu a rozmrazování | | | | |
|------------------------|--|------------------------------|-----|-----|-----|--|-----|-----|--|-----|-----|-----|-----|
| | | X0 | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | XD1 | XD2 | XD3 | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 |
| CEM I | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| CEM III/A,B-S | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| CEM III/A-D | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| CEM III/A,B-P,Q | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Jaké NOVÉ směsné cementy – CEM II/ -F

Table 1 — Cement with recycled building materials

| Main types | Notation of the products (types of cement) | | Composition (percentage by mass) ^a | | | | | | | | | | | Minor additional constituents | |
|------------|--|------------------|---|-------------------------|---------------------|-------------|-----------|------------|---------|---|----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|
| | | | Main constituents | | | | | | | | | | L ^c | | LL ^c |
| | | | Clinker | Recycled concrete fines | Blast-furnace slag | Silica fume | Pozzolana | | Fly ash | | Burnt shale | Limestone | | | |
| | natural | natural calcined | | | | | siliceous | calcareous | | | | | | | |
| Type name | Type notation | K | F | S | D ^b | P | Q | V | W | T | L ^c | LL ^c | | | |
| CEM II | Portland-recycled-fines cement | CEM II/A-F | 80-94 | 6-20 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0-5 | |
| | Portland-composite cement ^d | CEM II/A-M | 80-88 | 6-14 | ←----- 6-14 -----> | | | | | | 0-5 | | | | |
| | | CEM II/B-M | 65-79 | 6-20 | ←----- 6-29 -----> | | | | | | 0-5 | | | | |
| | | CEM II/C-M | 50-64 | 6-20 | ←----- 16-44 -----> | | | | | | 0-5 | | | | |

^a The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.

^b In case of the use of silica fume, the proportion of silica fume is limited to 6-10 % by mass.

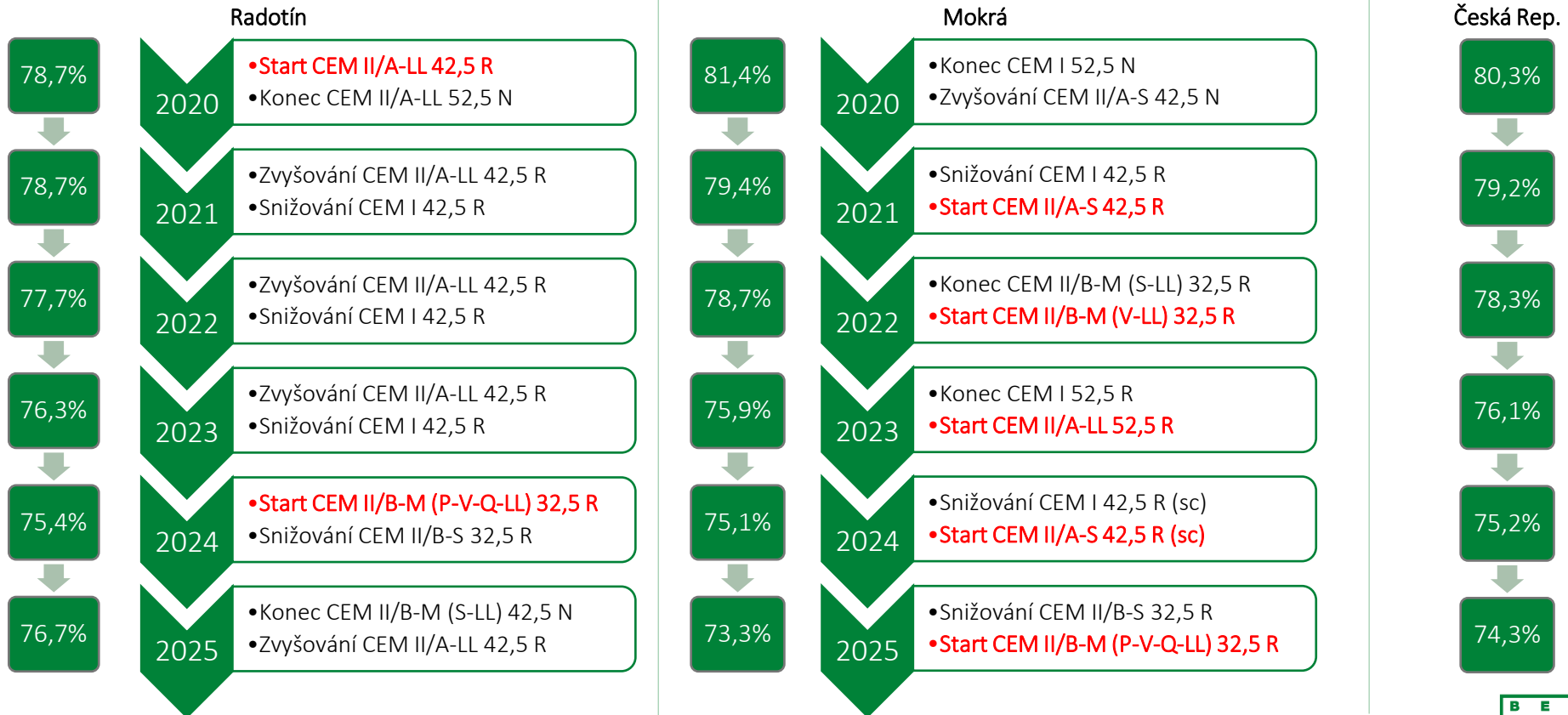
^c In case of the use of limestone, the proportion of the sum of limestone and recycled concrete fines (sum of L, LL and F) is limited to 6-20 % by mass.

^d The number of main constituents other than clinker is limited to two and these main constituents shall be declared by designation of the cement (for examples, see Clause 6).

- 04/05 2023 v ČR
- Cementy podle 197-6 nelze použít do betonu, protože nejsou uvedeny v národní normě 73 2404

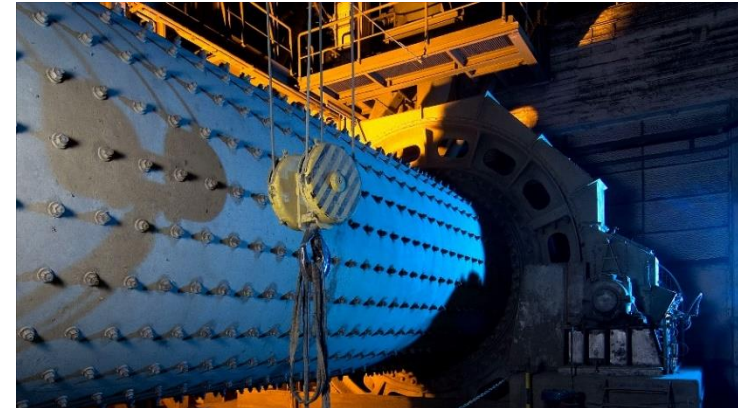
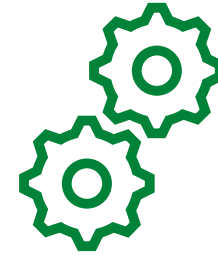
Cesta k postupnému snižování obsahu slínku v cementech (betonech).

Portfolio ČMC – akční plán - blízká budoucnost do 2025



Budoucnost – směsné cementy

- Vápenec (limit 20%), struska, popílek
- Pucolány (přírodní, kalcinované)
- CEM II/B-M + CEM II/C-M
- Nejsou náhradou CEM I – jsou alternativou
- V porovnání s CEM I:
 - Jsou jemnější = vyšší měrný povrch ($> 500 \text{ m}^2/\text{kg}$)
 - Jsou pomalejší = 1D, 2D (MPa)
 - Mohou dosahovat obdobných dlouhodobých pevností jako CEM I
- Kompatibilita s chemií



Budoucnost – směsné cementy

- Celoevropský trend – závazky nadnárodních společností ke snížení CO₂
- SVC a SVB (odborné komise) – osvěta pro širokou veřejnost, ŘSD, investoři, architekti, věda a výzkum
 - www.svcement.cz
 - www.svb.cz

- Cesta zespondu nahoru ☹️



Závěr

- Směsné cementy jedna z nevyhnutelných cest 🌸
- Tlak na snižování CO₂ = závazky v RoadMap CO₂ 🏭
- Změny norem ⚙️
- Komunikace se zákazníky a širokou veřejností 👂
- Jiný přístup k cementům, betonům a stavbám 🏠
- Jiný přístup prováděcí firem 🏠
- Více starostí a radosti se „zelenými“ produkty 😊



Budoucnost není vytesaná do kamene

Děkuji za pozornost!

Ing. Václav Skotal

Českomoravský cement, a.s.

Telefon: +420 725 633 278

E-mail: vaclav.skotal@cmcem.cz

