

EU ETS 2020 a pohlcování oxidu uhličitého v procesu karbonatace cementu v betonu

Vápno, Cement, Ekologie 2017

Gemrich Jan Ing.
Svaz výrobců cementu České republiky

SVAZ VÝROBCŮ
CEMENTU ČR

EU ETS 2020 a nové návrhy

- 1. Ohrožení oboru výroby cementu vyloučením do systému „Boarder Adjustment Mechanism“ (BAM)**
 - nepochopení rozdílu mezi „trade intensity“ slínku a cementu
- 2. Zachování oboru výroby cementu v systému „Carbon Leakage“**
 - ochrana proti dovozu ze zemí mimo EU ETS
- 3. Nový výpočet hodnoty benchmarku pro cementový slínek**
 - předpokládá se výpočet v r. 2019 a snížení na cca 680t CO₂/t slínku
- 4. Uplatnění nového modelu rekarbonatace**
 - tvorba modelu karbonatace cementu v betonu v závislosti na koncentraci CO₂, teplotě, difúzním koeficientu, hloubce karbonatace a dostatek dat

První technické studie podložené statistickými daty – od r. 2009

1. Study of the CO₂ sink-effect of the cement-based materials

Spain, Oficemen, Carmen Antrade Perdix

- 15 druhů cementů, stáří 3-10, 10-25, 15-50 a 100 let, beton ve průmyslových (40%) a bytových (60%) stavbách, výstup - pohlcení mezi 2,3 – 3,6 %.

2. Comment intégrer quantitativement la carbonatation atmosphérique dans le bilan-carbone des matériaux cimentaires?

France, Université Paris, Nicolas Roussel

- 1 druh PC, 3 směsi betonu, 20 cm betonový prvek, pohlcování v průběhu životnosti a po demolici, výstup - pohlcení mezi 25 – 30% z kalcinačních emisí, použitý beton pro recyklované kamenivo odležený cca 2-3 roky.

3. Potential for carbon dioxide absorption in concrete

USA, Washington State University, Liv Haselbach

- 1 druh PC, 1 cementová pasta, karbonatační rovnováha, vliv vlhkosti, změny tenze CO₂, výstup – sledování jiných karbonatačních produktů než kalcitu

4. Carbonatation resistance of sulphoaluminate cement-based high performance concrete

China, Wuhan University, Chen Weni

- vliv vodního součinitele u HPC s SAC, výstup – s klesajícím w/c poměrem klesá hloubka karbonatace a zvyšuje se odolnost

Studie ECRA – European Cement Research Academy (Germany VDZ)

Release and Uptake of Carbon Dioxide in the Life Cycle of Cement 2008

- chemistry of concrete carbonation
- physical aspects of concrete carbonation
- concrete porosity
- concrete humidity
- cement type
- concrete cover systems
- carbonation depths in concrete
- measuring the depth of carbonation
- carbonation of recycled concrete

A. Chemistry of concrete carbonation

- CO₂ (0,4%) reaguje až jako HCO₃⁻, nerozpustný CaCO₃ (kalcit, vaterit), rozpustný portlandit Ca(OH)₂ a z C-S-H fází monosulphate/ettringite (AFm/AFt), karbonatační kapacita cca 75% na CaCO₃, výrazná změna pH krit. 9

B. Physical aspects of concrete carbonation

-II. Fickův difúzní zákon

hloubka karbonatace $d_c = k \cdot \sqrt{t}$

C. Concrete porosity a humidity

- rozlišení a důležitost spojitě a nespojitě vlhkosti v pórech s ohledem na jejich velikost výrazně ovlivňuje rychlost karbonatace

D. Cement type

- druh cementu s vlivem na vnos Ca(OH)₂ a výslednou porozitu struktury (viz rozdíl PC v. SPC a vliv např. popílku)

E. Carbonatation depths in concrete

- koeficient difúzního odporu obvykle 4 mm \sqrt{a} , cca 30 mm/50 let nebo 40 mm/100 let

X. Short summary

- během doby životnosti karbonatace i s ohledem na ošetřování omezena, cca 60-100 kg CO₂ na 1 t cementu (faktor slínku 700 kg CO₂ na 1 t slínku) obvykle 10 % emisí
- po době životnosti (demolice) však celkem 20 – 25 % emisí

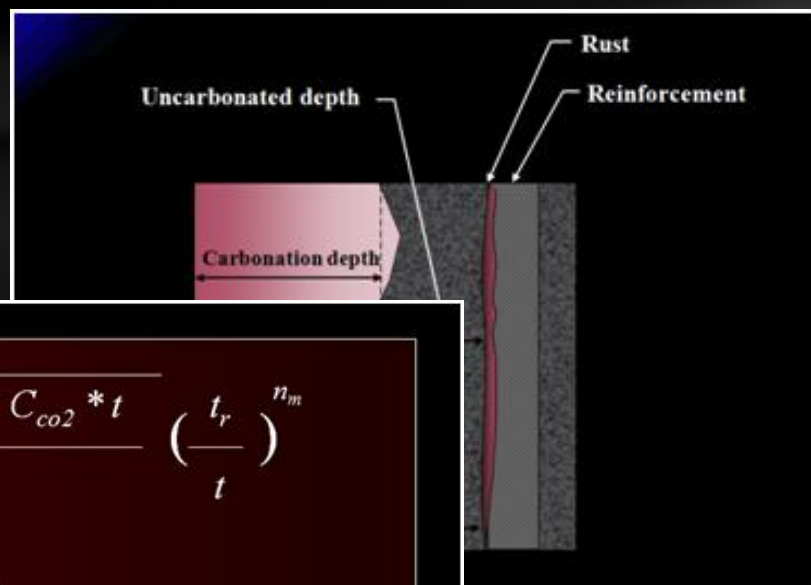
Studie – Substantial Global Carbon Uptake by Cement Carbonation

Fengming Xi, Steven J. Davis, Philippe Ciais, Douglas Crawford-Brown, Dabo Guan, Claus Pade, Tiemao Shi, Mark Syddall, Jie Lv, Lanzhu Ji, Longfei Bing, Jiaoyue Wang, Wei Wei, Keun-Hyeok Yang, Björn Lagerblad, Isabel Galan, Carmen Andrade, Ying Zhang, Zhu Liu. - Nature Geoscience, 2016;

The Mix in Ready Mixed Concrete



Model karbonatace



$$X_c = \sqrt{\frac{2D_{co_2}(t, RH) * C_{co_2} * t}{a}} \left(\frac{t_r}{t}\right)^{n_m}$$

$$cf. D_{co_2}(t) = D t^{nd}$$

$$a = 0.75 C_e * CaO * a_H \frac{M_{co_2}}{M_{CaO}}$$

Výstupy projektu – Substantial Global Carbon Uptake by Cement Carbonation

- A. Vyhodnocení statistických dat z let 1930 až 2013
- B. Data z betonu jak v době životnosti tak v demoličním stavu
- C. Materiály – beton, malty, betonová suť a CKD
- D. Odhad zpětné spotřeby až 43 % procesních emisí z výpalu slínku
- E. Rozdíly výsledků z konstrukčního betonu a tenkovrstevných malt
 - beton : vyšší obsah cementu, ale horší přístup ke karbonataci
 - malty : nižší obsah cementu, ale výrazně lepší povrchová dostupnost
- F. Časové rozlišení
 - zůstávají pochybnosti, ale nezpochybněn vliv z demolic

Otázka

Jak zapracovat do systému povolenek na emise skleníkových plynů?

DĚKUJI ZA POZORNOST

**Gemrich Jan Ing.
Svaz výrobců cementu České republiky**