

ONTWIKKELINGEN HOOFDBESTANDDELEN VAN BINDMIDDELEN VOOR BETON

Gert van der Wegen
SGS INTRON



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

WHEN YOU NEED TO BE SURE



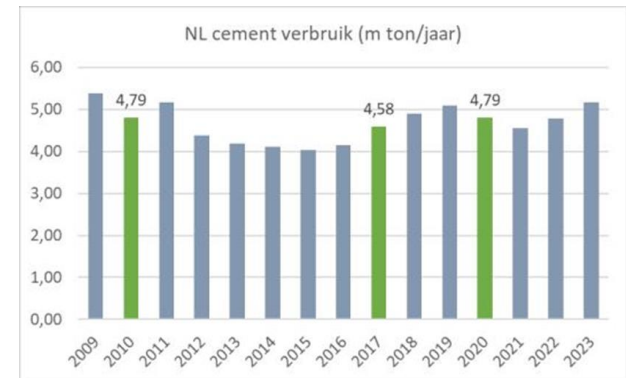
- RWS gebruikt jaarlijks ca. 200 kton CEM III/B in betonmortel en ca. 60 kton CEM I in betonproducten
- Hoe ziet de markt de verduurzaming van dit beton naar 2030, met name voor beton met CEM III/B?
Uiteraard in het kader van de gezamenlijke doelstellingen verwoord in het Betonakkoord



- Rapport over ontwikkelingen omtrent hoofdbestanddelen van cement en alkali-geactiveerde bindmiddelen
- Schetst een beeld van beschikbaarheid van Portland-cementklinker vervangende materialen in NL tot 2030
- Specifiek voor:
 - Gegraneerde hoogovenslak en poederkoolvliegias
 - Alternatieve cementen met een aanzienlijk lagere CO₂-emissie dan CEM I
 - Alternatieve 'Supplementary Cementitious Materials' (SCM)
 - Alkali-geactiveerde bindmiddelen
 - Alternatieve benaderingen op grondstofniveau

Cementverbruik

- Wereldwijd (2020): 4800 Mton (waarvan 50% in China)
 - Beton NL: ca. 13 Mm³/jaar;
55% betonmortel + 45% betonproducten
 - Cement NL: ca. 5 Mton/jaar;
40% CEM III/B + 15% CEM III/A +
35% CEM I + 10% CEM II + CEM V
-
- CEM III een belangrijk cementsoort in NL en zeker voor RWS: ca. 200 kton/j (in betonmortel) t.o.v. 60 kton/j (in betonproducten)



Gegranuleerde hoogovenslak

- Productie HO-slak wereldwijd = ca. 500 Mton/jaar, waarvan 80-90% gegranuleerd, die nagenoeg volledig in cement of beton wordt toegepast. Dus weinig groeipotentie!
- Hoeveelheid gegranuleerde HO-slak is wereldwijd ca. 8% van totale hoeveelheid cement, in NL ca. 30%.
- NL: één staalfabriek; volledige productie gegranuleerde HO-slak naar cement
- NL: grotere vraag nu nog gedekt door import uit meerdere landen (o.a. Duitsland, Frankrijk, U.K., Ierland en Turkije)
- Milieuregelgeving/CO₂-heffingen: toekomst staalindustrie in NL/Europa? Beschikbaarheid gegranuleerde HO-slak? Verwacht wordt dat deze in NW-Europa zal afnemen.

- Productie pkva wereldwijd = ca. 700 Mton/jaar, waarvan ca. 250 Mton/jaar wordt toegepast in cement of beton. Dit is ca. 5% van totale cementproductie
- Tot voor kort werd in NL ca. 1 Mton/jaar pkva in cement of beton toegepast. Dit is afgenomen door (versneld) gefaseerde sluiting van kolengestookte E-centrales. Er is al ca. 3 jaren een substantieel tekort aan pkva op NL markt
- Geldt ook voor omringende landen. EU in 2030 60% vermindering van kolengestookte E-centrales.
- Import uit enkele Europese landen of zelfs uit Azië
- Kwaliteit van in verleden gestort/opgeslagen pkva?

	Vermindering van de CO ₂ -uitstoot*	TRL-niveau (2020)	Mogelijkheid van gebruik op grote schaal tegen 2030
Belietrijke portlandcement(klinker)	10%	TRL 7	Laag/middelmatig
Calciumsulfoaluminaatcement (CSA)	25–30 %	TRL 5-6	Laag/middelmatig
Beliet-CSA-ternesiet (BCT)	25–30 %	TRL 6-7	Middelmatig/hoog
Hydrothermisch vervaardigd cement	10%	TRL 3	Laag
Carbonatatie verhard cement	60%	TRL 9**	Middelmatig/hoog
Kalksteen-gecalcineerde klei-cement	30%	TRL 7	Middelmatig/hoog

* Vermindering ten opzichte van CEM I; CEM III/B is ca. 60% lager dan CEM I

** Voor kleine, niet-gewapende betonelementen

EN 197-5: verduurzaming CEM I

Table 1 — Portland-composite cement CEM II/C-M and Composite cement CEM VI

Main types	Notation of the products (types of cement)		Composition (percentage by mass ^a)										Minor additional constituents
			Main constituents										
			Clinker	Blast-furnace slag	Silica fume	Pozzolana		Fly ash		Burnt shale	Limestone		
						natural	natural calcined	siliceous	calcareous		L ^c	LL ^c	
Type name	Type notation	K	S	D ^b	P	Q	V	W	T	L ^c	LL ^c		
CEM II	Portland-composit	CEM II/C-M	50-64	←----- 36-50 -----→								0-5	
CEM VI	Composite 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-	35-49	31-59	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5

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

^b The proportion of silica fume is limited to 6-10 % by mass.

^c The proportion of limestone (sum of L, LL) is limited to 6-20 % by mass.

^d The main constituents other than clinker shall be declared by designation of the cement (for examples, see Clause 6).

SCM's voor reductie klinkergehalte

Toegestaan in cementnorm (CEM II/C-M tot 50%):

- Kalksteen
- Gecalcineerde klei
- Gemalen lavasteen

Interessante alternatieven, in of nog te ontwikkelen:

- Poederfractie (innovatieve) recyclingtechnieken (25%?)
- Biomassa vlieggas (35%?)
- Gemalen AEC-bodemas (35%?)
- Gemalen glasafval (35%?)
-

Alkali-geactiveerde bindmiddelen

- Veel belangstelling en onderzoek afgelopen decennia
- Vanwege mogelijk lage CO₂-emissie en bijzondere betoneigenschappen
- Meest gebruikte precursors: gegranuleerde hoogovenslak en poederkoolvliegias, die al nagenoeg volledig in cementbeton worden toegepast
- Meest gebruikte activators: natriumhydroxide en natriumsilicaat, waarvan de vraag al groter is dan het aanbod (met volledige wereldproductie aan beide activatoren kan slechts 8% van het cementbeton worden vervangen door geopolymeerbeton)

Vooruitzichten 2030

- Beschikbaarheid van vliegas en hoogovenslak zal verder afnemen en kan door import uit landen met een overschot (deels) worden aangevuld
- Toename CO₂-emissie van NL cementen CEM I, CEM II/B-V en CEM III door toename van import grondstoffen:

Cementtype	Toename van de CO ₂ -uitstoot			
	PC-klinker uit B, D en P	Hoogovenslak uit Turkije	Vliegas uit India	Totale toename
CEM I	3%	nvt	nvt	3%
CEM III/A (50% slak)	1,5%	+7%	nvt	8,5%
CEM III/B (65% slak)	1%	+12%	nvt	13%
CEM II/B-V (30% vliegas)	2%	nvt	+8%	10%

- Alternatieve cementen, zoals BCT, LC³-50 en Solidia/CarbonCure, hebben een lagere CO₂-emissie tov CEM I, maar niet tov CEM III/B, moeten nog gevalideerd worden en zijn nog niet grootschalig beschikbaar in NL

- Met CEM II/C-M als vervanger van CEM I kan de CO₂-emissie worden verlaagd (met name in betonproducten)
- Alkali-geactiveerde bindmiddelen kunnen een vergelijkbare of mogelijk zelfs lagere CO₂-emissie hebben dan CEM III/B. Door beperkte beschikbaarheid van benodigde grondstoffen, hogere kosten (20-30%) en ontbrekende regelgeving zal de toepassing vooralsnog beperkt blijven (<10% markt)
- Om de doelstelling voor 2030 te realiseren, zijn extra maatregelen nodig, zoals bijvoorbeeld optimalisatie van het mengselontwerp (cementkeuze, korrelpakking, SCM's, hulpstoffen, uitgestelde verharding, e.d.) en inzet van poederfractie recycling in cement(klinker) en beton
- En dat met behoud van de functionele kwaliteit van het beton!

- Hoe kunnen we het toenemend tekort aan in eerste instantie poederkoolvliegias en mogelijk in de nabije toekomst ook aan gegraneleerde hoogovenslak opvangen?
- Hoe kunnen we de functionele kwaliteit van het beton dan op het huidige niveau houden (of mogelijk verbeteren)?
- Hoe kan gezien de doelstellingen 2030 van het Betonakkoord de CO₂-emissie stapsgewijs worden verminderd?
- Op welke wijze kan duurzaam inkopen door de overheid deze stapsgewijze afname van de CO₂-emissie/MKI bevorderen?