



Fremtidens grønne cementer i Danmark og EU

Jesper Sand Damtoft
Aalborg Portland

Har franskmændene løsningen?

2

FRENCH COMPANY CREATES CLAY-BASED CEMENT

PUBLISHED ON: 23 MAY 2016

New cement is much environmental friendly than Portland cement

(CW GROUP) The French company HP2A is working on a new clay-based cement type that could be an environmentally friendly alternative for Portland cement, reports Batactu.

This new type of cement results from an alkaline activation, instead of coming from recrystallization like what happens with Portland cement. This means that, at the molecular level, cement is produced through a natural reaction that does not need a petrochemical process or any kind of energy or heat. Argyle is transformed but not cooked.

The result is a brown-colored cement. For one ton of Portland cement produced, the plant emits one ton of CO₂, while for HP2A that value drops to just 50 kilograms, 20 fold less.



90% of sea shores are endangered

The CONSTRUCTION industry is responsible for

20% of the world CO₂ emissions and this figure increases each year...

1000 kg cement = 900 kg CO₂

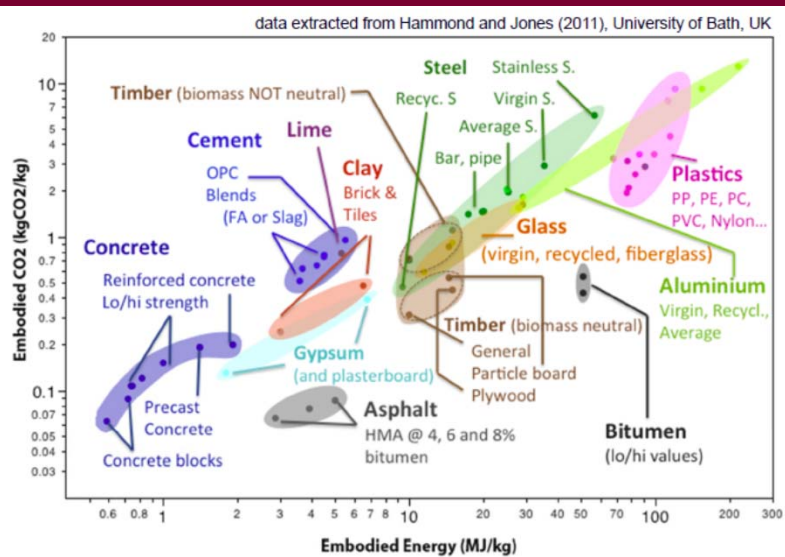
HP2A: A Green Alternative to cement

PRESSURE: Mechanical Performances 45MPa (similar to Portland cement)
TIMESCALE: Up to 5 times quicker to achieve the Portland cement pressure properties
FIRE RATING: Up to 1100°C fire resistant (against only 600°C for Portland cement)
ACID ATTACKS: Resistant to Chemicals (especially in sea environment)
DURABILITY: Higher than Portland cement, especially thanks to steel passivation.



Lav miljøpåvirkning per ton....

4



... mens store mængder: 5 km³ produceres årligt - 4 milliarder tons cement



Politisk fokus på CO₂

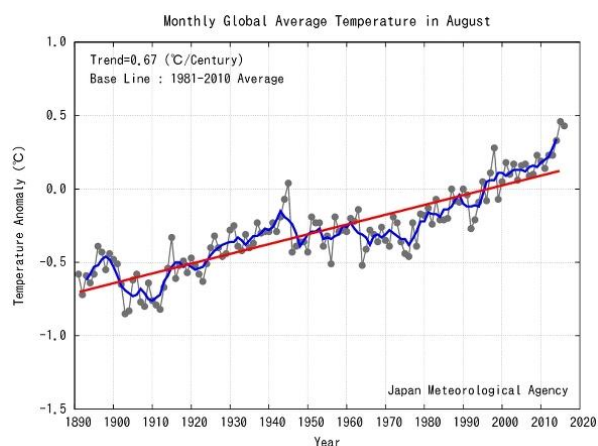
6

- **Paris-aftalen**

- Mål: temperaturstigning skal holdes under 2°C og helst under 1.5°C
- Landene skal fremlægge klimaplaner
- Ratificeret af USA og Kina
- EU har bundet sig til at reducere udledning 40% in 2030 sammenlignet med 1990

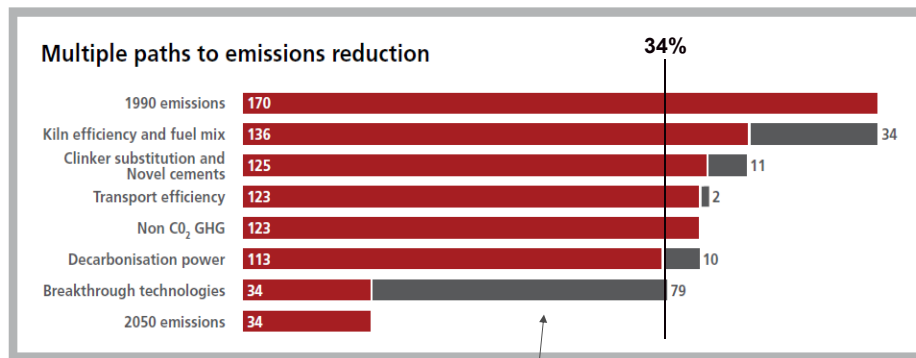
- **EU anvender handel med CO₂ kvoter for til at nå reduktionsmål**

- 43% inden 2030 i forhold til 2005
- Pga. krisen er produktionen faldet og prisen for kvoter er derfor lav, ca. 40 kr. per tons CO₂
- EU vil derfor ændre ordningen, så prisen stiger.
- Mål: mindst 240 kr. tons CO₂
- Delvis beskyttelse af industrien mod unfair konkurrence af virksomheder uden for EU, men meget usikkerhed....



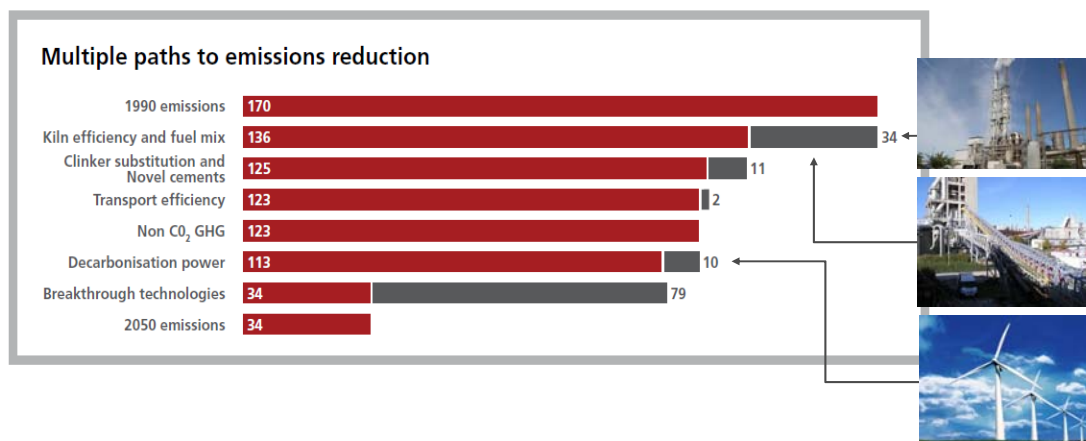
CO₂ skal reduceres 80% inden 2050 for at holde temperaturstigning under 2°C

Den europæiske cementindustris bud på 80% mindre udledning af CO₂ i 2050 7



Ukendt teknologi, f.eks. fangst og deponering eller genbrug af CO₂

Energi- og CO₂ reduktioner i produktionen hos Aalborg Portland 8



Aalborg Portland udvikler symbioser med samfundet for at reducere udledningen af CO₂ og spare ressourcer

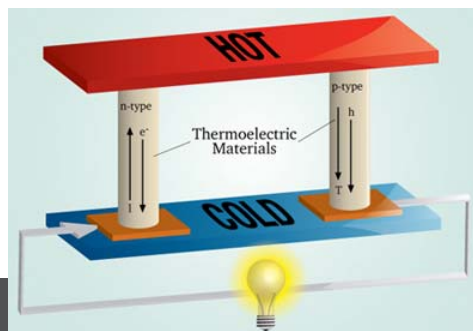
- **Øge anvendelsen af alternative brændsler**
 - Investering: ca. 100 mio. DKK fordelt på 3 faser.
 - Mål: at øge substitutionen af fossile brændsler fra ca. 40% til 60% ved produktion af grå cement, svarende til en CO₂ reduktion på 27.000 t pr. år.
- **El fra egne vindmøller.**
 - Investering: ca. 100 mio. DKK
 - 18% substitution af elforbruget
 - Reduktion af CO₂ udledningen til fra centrale kraftværker på på 28.000 tons pr. år
- **Øget varmegenvinding**
 - Investeringer: Ca. 50 - 80 mio. DKK
 - Varme til yderligere 7.000 -10.000 husstande
 - Reduktion af CO₂ emissionen fra et centralt kulfyret kraftværk med ca. 30.000 t pr. år.



Yderligere muligheder

10

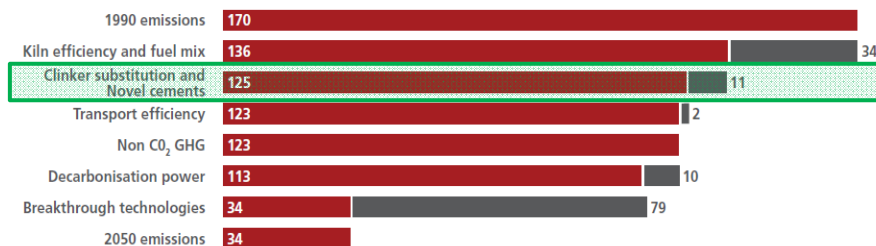
- **Fjernkøling**
 - Vandet på bunden af kridtgraven er altid koldt
 - Kan bruges til fjernkøling
 - Leverancer aftalt til nyt supersygehus
 - Yderligere kapacitet til andre formål
- **Fremstilling af el**
 - Varme, der er i overskud efter fjernvarmeproduktion kan også genanvendes
 - Forsøg på Aalborg Universitet med materialer, der kan omdanne varme til el
 - Stadig grundforskning



Ny "grønne" cementtyper

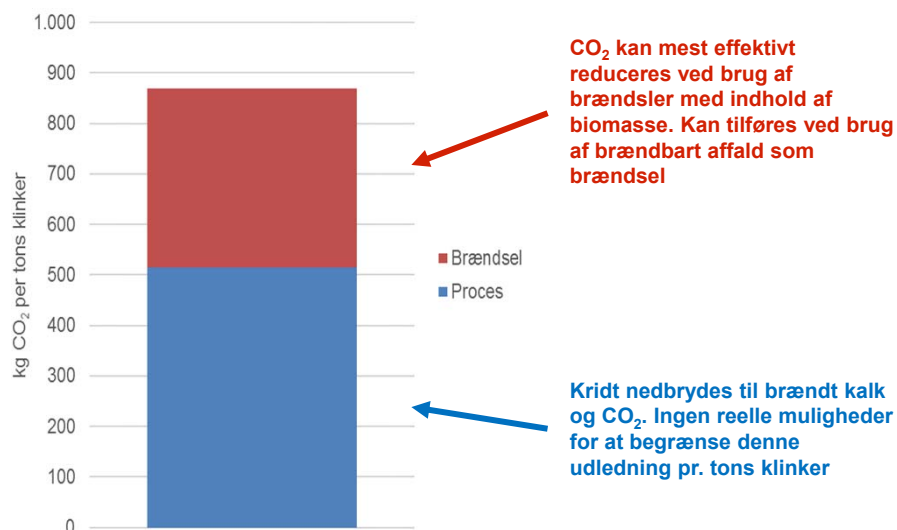
11

Multiple paths to emissions reduction



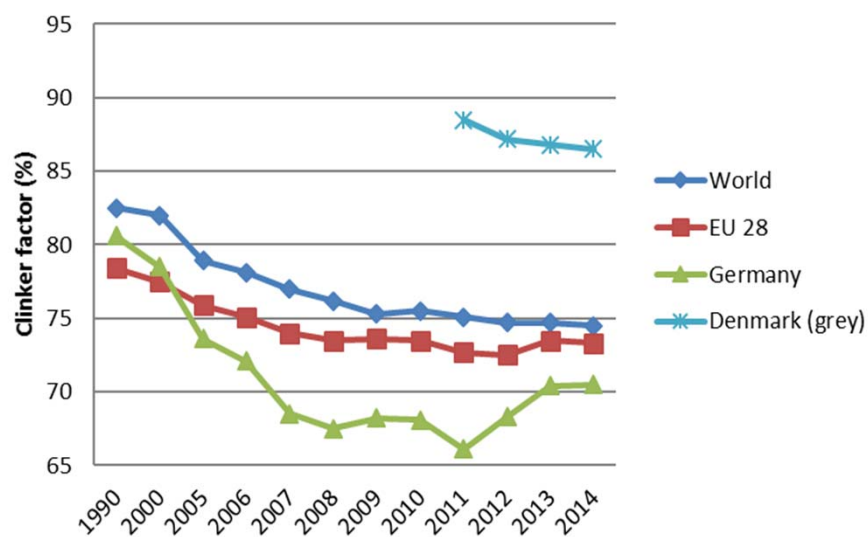
Mindre indhold af klinker uden at ændre cementens egenskaber er en effektiv metode til reduktion af CO₂

12



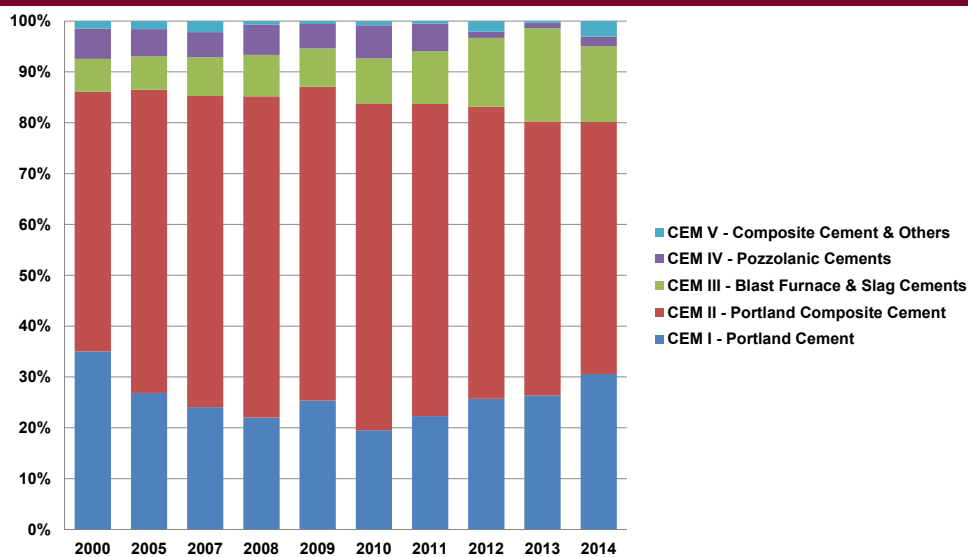
Klinkerindholdet i cement, fra 1990 til i dag

13



Cementtyper i CEMBUREAU EU28 fra 2000 til i dag

14



Ny cementtyper i cementstandarden på vej

15

Main types	Notation of the 37 products (types of common 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					
		K	S	P ^b	P	Q	V	W	T	L	LL		
CEM I	Portland cement	CEM I	95-100	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	
CEM II	Portland-composite cement	CEM II/A-M	80-88	12-20								0-5	
		CEM II/B-M	65-79	21-35								0-5	
		CEM II/C-M (S-L)	50-64	16-44	—	—	—	—	—	6-20	—	0-5	
		CEM II/C-M (S-LL)	50-64	16-44	—	—	—	—	—	6-20	—	0-5	
		CEM II/C-M (P-L)	50-64	—	16-44	—	—	—	—	6-20	—	0-5	
		CEM II/C-M (P-LL)	50-64	—	16-44	—	—	—	—	6-20	—	0-5	
		CEM II/C-M (V-L)	50-64	—	—	—	16-44	—	—	6-20	—	0-5	
		CEM II/C-M (V-LL)	50-64	—	—	—	16-44	—	—	6-20	—	0-5	
		CEM II/C-M (S-V)	50-64	16-44	—	—	6-20	—	—	—	—	0-5	
CEM V	Slag-pozzolanic cement ^c	CEM V/A	40-64	18-30	—	18-30		—	—	—	—	0-5	
		CEM V/B	20-38	31-49	—	31-49		—	—	—	—	0-5	
CEM VI	Composite cement ^c	CEM VI (S-L)	35-49	31-59	—	—	—	—	—	6-20	—	0-5	
		CEM VI (S-LL)	35-49	31-59	—	—	—	—	—	6-20	—	0-5	
		CEM VI (S-V)	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 10 %.

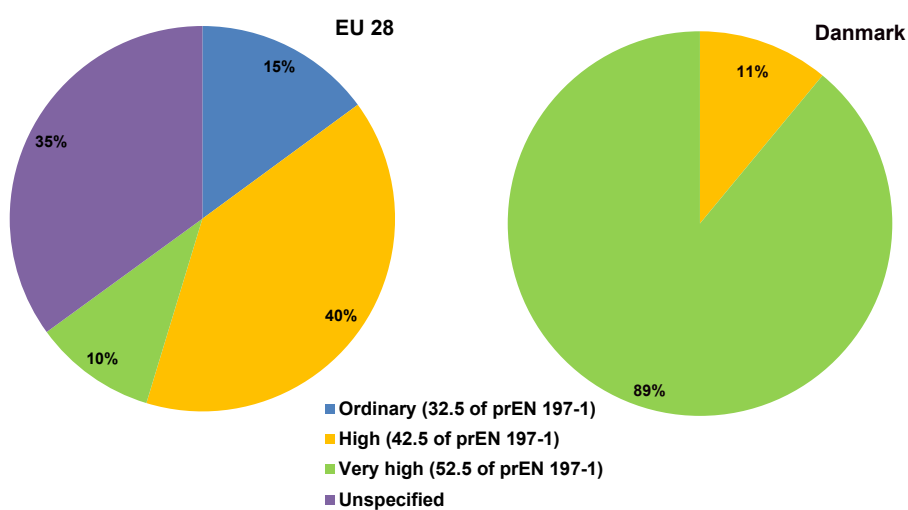
^c In Portland-composite cements CEM II/A-M, CEM II/B-M and CEM II/C-M, in Pozzolanic cements CEM V/A and CEM V/B, in Slag-pozzolanic cements CEM V/A and CEM V/B and in Composite cements CEM VI the main constituents other than clinker shall be declared by designation of the cement (for examples, see Clause 8).



Kilde:
S. Baetzner, VDZ

Cementstyrke i CEMBUREU EU 28, 2014

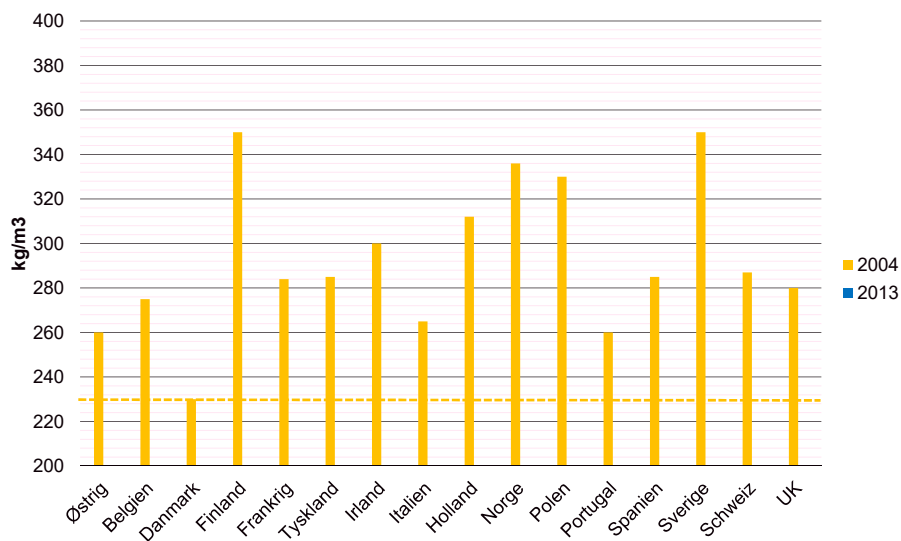
16



Kilde: CEMBUREAU

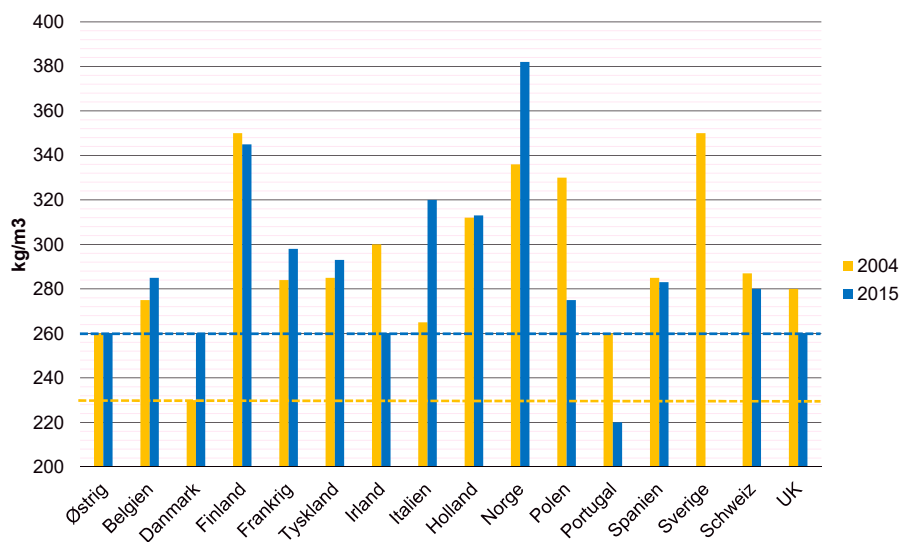
Cementindhold i fabriksbeton 2004-2013

17



Cementindhold i fabriksbeton 2004-2015

18



Ny cementtyper stiller krav til øget dokumentation og standardisering

19

- Hvordan sikres det at de ny cementtyper ikke giver ophav til skader eller begrænset holdbarhed?
- Cementstandarden mere baseret på ydeevne?
 - Allerede styrkeklasser
 - Definition af yderligere ydeevneparametre i cementstandarden, men hvordan?
- Andre standardiseringstiltag
 - Farlige substanser
 - Radioaktivitet
- Mere ydeevnebaseret betonstandard?



"Udskiftning af 1 ud af 100 broer opvejer fordelene ved at skifte cementtype"

- J. Lauridsen

Flyveaske og slagge - begrænsende faktorer for reduktion af klinkerindholdet i cement?

20

Kulskraft er overraskende hurtigt på vej ud i mørket

Cheføkonomen for Det Internationale Energiagentur vurderer nu, at verdens kulforbrug formentlig er toppet.

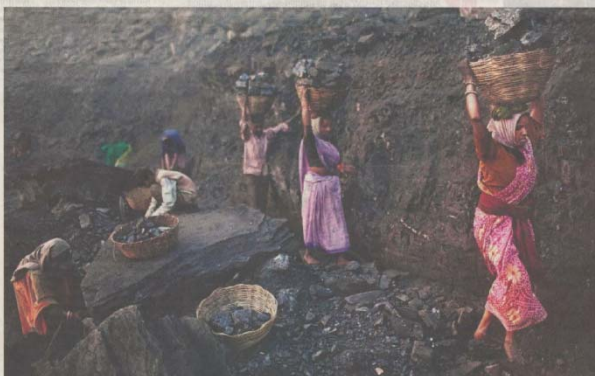
Sort Energi
ADAM HANNESTAD

Der vakte frustration blandt klimaktivister, da tykkelsen sidste år åbnede et nyt kulkræfterns en uge før klimapromaden i Paris. Men tilgode sig selv er tydeligt, at det ikke blot er klimaktivisterne, der har været i tvivl om, om verden vil blive et mere bæredygtigt sted. Økonomisk aktivitet og klimabelastning har kunnet som kines til at opgive kul i et tempo, der står på, men forventede for blot et par år siden.

Sågar tror ikke, vi vil se et nyt kulkræfter i den nærmeste fremtid. I USA, Tyskland og Holland har oplyst nye værker for tykke, ja, men det er afslutningen, siger cheføkonomen for Det Internationale Energiagentur (IEA) Lasse Værrø.

IEA, der er OPEC's energipartner, vurderer, at verdens kulbeholdning som en af de største i 2014. Gas og olie optager landene i den nærmeste fremtid, og flere lande i Østasien kæmper for at holde deres. Men det kan ikke handle om at holde, der kommer fra nye kinesiske investeringer på grøn energi og atomkraft.

Richard Black, direktør for det uafhængige britiske analysebureau Energy & Climate Intelligence Unit i London, er enig. "Det er ikke blot byggede kines og kulkræfter som også, nu oplyser man den samme kapacitet med nye energi lever op. Det er en enorm forandring, siger



UDVINDING. Der bygges fortsat nye kulværker i store lande som Indien, hvor der her høstes kul i en af de mange uopgravede miner. Men den kinesiske landene er, at forbrug af kul bliver mindre. Arkivfoto: Kevin Frayer/AP

Richard Black. Han tilføjer, at selv om det i alene vil tage mindre 20 år at udfase kul, der den tænk om en retning: Kulkræfter er inde i et ugenkendeligt stykke. På 4 år er mindst 50 kulbølger gik konkurs eller i betalingsstandstillad. I sidste uge gik verdens største private kulbed

steds, amerikanske Peabody i betalingsstandstillad. Kulkræfter er blevet nødt til at sætte sig ned i en retning: Kulkræfter er inde i et ugenkendeligt stykke. På 4 år er mindst 50 kulbølger gik konkurs eller i betalingsstandstillad. I sidste uge gik verdens største private kulbed

steds, amerikanske Peabody i betalingsstandstillad. Kulkræfter er blevet nødt til at sætte sig ned i en retning: Kulkræfter er inde i et ugenkendeligt stykke. På 4 år er mindst 50 kulbølger gik konkurs eller i betalingsstandstillad. I sidste uge gik verdens største private kulbed

BBC Sign in News Sport Weather Shop Earth Travel M
NEWS
Home Video World UK Business Tech Science Magazine Entertainment & Arts
Business Market Data Markets Economy Companies Entrepreneurship Technology

Britain's steel industry: What's going wrong?

By Tim Bowler
Business reporter, BBC News

30 March 2016 | Business

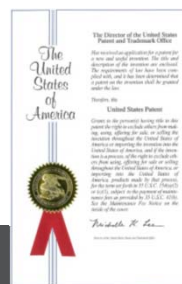
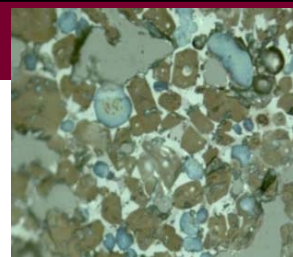
Share



Thousands of jobs in the industry are at risk

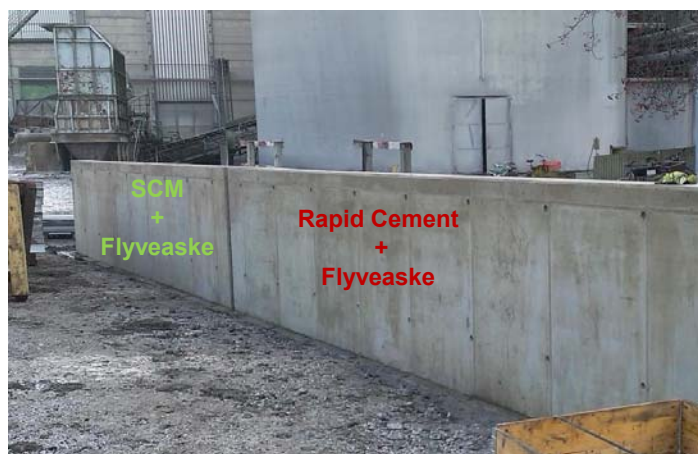
Alternativ: CO₂-let cement baseret på naturlige materialer

- **Mineraliserede klinker**
 - Høj styrke
- **Grå Mikrofiller baseret på kridt**
 - Reagerer med klinker
- **Brændt ler eller lignende**
 - Brændt ved ca. 800°C
- **Synergi mellem Grå Mikrofiller og brændt ler**
 - Giver højere styrke end Rapid Cement!
- **Patenteret**



Støttevæg ved Aalborg Portlands gipslager

22



Den ny cement har lang vej endnu.....

23

- **Afprøves i Grøn Beton II**
 - Betonsammensætninger undersøges i laboratoriet
 - Den ny cement kan indgå i demobro i 2018
- **Brugsværdien skal afklares**
 - Klistring og andre egenskaber hos producenten
 - Værdi i forhold til Rapid Cement
- **Egenskaber skal dokumenteres**
 - Holdbarhed
- **Mange andre usikkerheder**
 - Meget stor investering påkrævet
 - Fremtidig pris for CO₂-kvoter
 - Fremtiden for flyveaske



LC³ - kæmpepotentiale i udviklingslandene

24

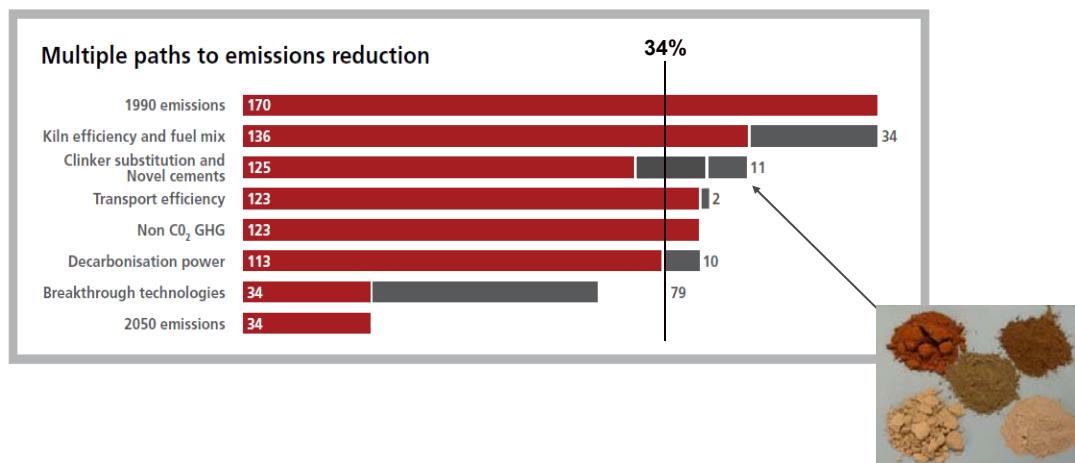
Limestone
Calcined
Clay
Cement

LC³



Vores teknologi kan derfor lukke noget af hullet

25



Er der ny, revolutionerende cementtyper på vej ??

26

Magnesia based:

Novacem

Calera, Greensols, TecEco



Geopolymeres based:

- E-Crete, Calix, Zeobond
- HySSIL



GEO GREEN CRETE

GBFS (slag) based:

e.g. ECOCEM



Sulfoaluminate cements/belite clinker based:

- Alipre
- Belit-Calcium Sulfoaluminate-Ferri (BCSAF)
- Aether



Italcementi Group

ALIPRE[®]
Calcium Sulfoaluminates



Phosphate based:

Ceramicrete



CSH based:
Celitement

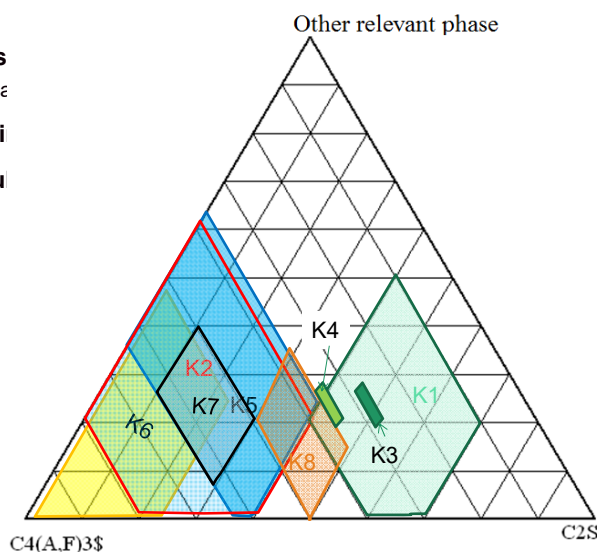


Slide fra 2011
Hvor mange af disse har I hørt om siden?

Calcium sulfoaluminatcementer

27

- **Baseret på gips, kridt, sand og ler/s**
 - Forskellige sammensætninger, flere på
- **Lavere brændingstemperatur og mi**
- **Holdbarhed og råmaterialetilgang u**
- **Interessant til specialanvendelser**
 - Svindkompensering
 - Høj tidlig styrke
 - M.v.



Celitement

28

- **Råmaterialer: Kalk og sand**
 - Brændt kalk og læsket kalk brugt i pilotforsøg
 - Mindre kalk end i Portland klinker, derfor lavere udledning af CO_2
- **Behandles i autoklave**
 - Lav temperatur, højt tryk
 - Mellemprodukt bestående af calciumsilikathydrat
- **Formales med "udvalgte silikater"**
 - Mekanisk aktivering i vibrationsmølle
- **Pilotanlæg i drift siden 2011**
 - 100-200 kg per dag
- **Referenceanlæg planlagt til 2018-19**
 - Samarbejde mellem Schwenk Zement og Karlsruhe Institute of Technology



Hvor ender vi - udviklingstendenser?

- **Cementens egenskaber baseret på egenskaberne i anvendelsen**
 - Høj tidlig styrke for hurtig afformning og kort produktionscyklus
 - Høj 28D styrke for at optimere cementindhold i beton
 - Styrede og velkontrollede egenskaber i frisk beton
- **Reduktion af klinkerindholdet hvor muligt**
 - Øget brug af aktive, mineralske tilsætninger, baseret på naturlige materialer, f.eks. kridt og brændt ler
- **Specialdesignede værdiforøgede cementer**
 - Mulighed for blandingsprodukter i små serier



 **aalborgportland**
CEMENTIR HOLDING

