

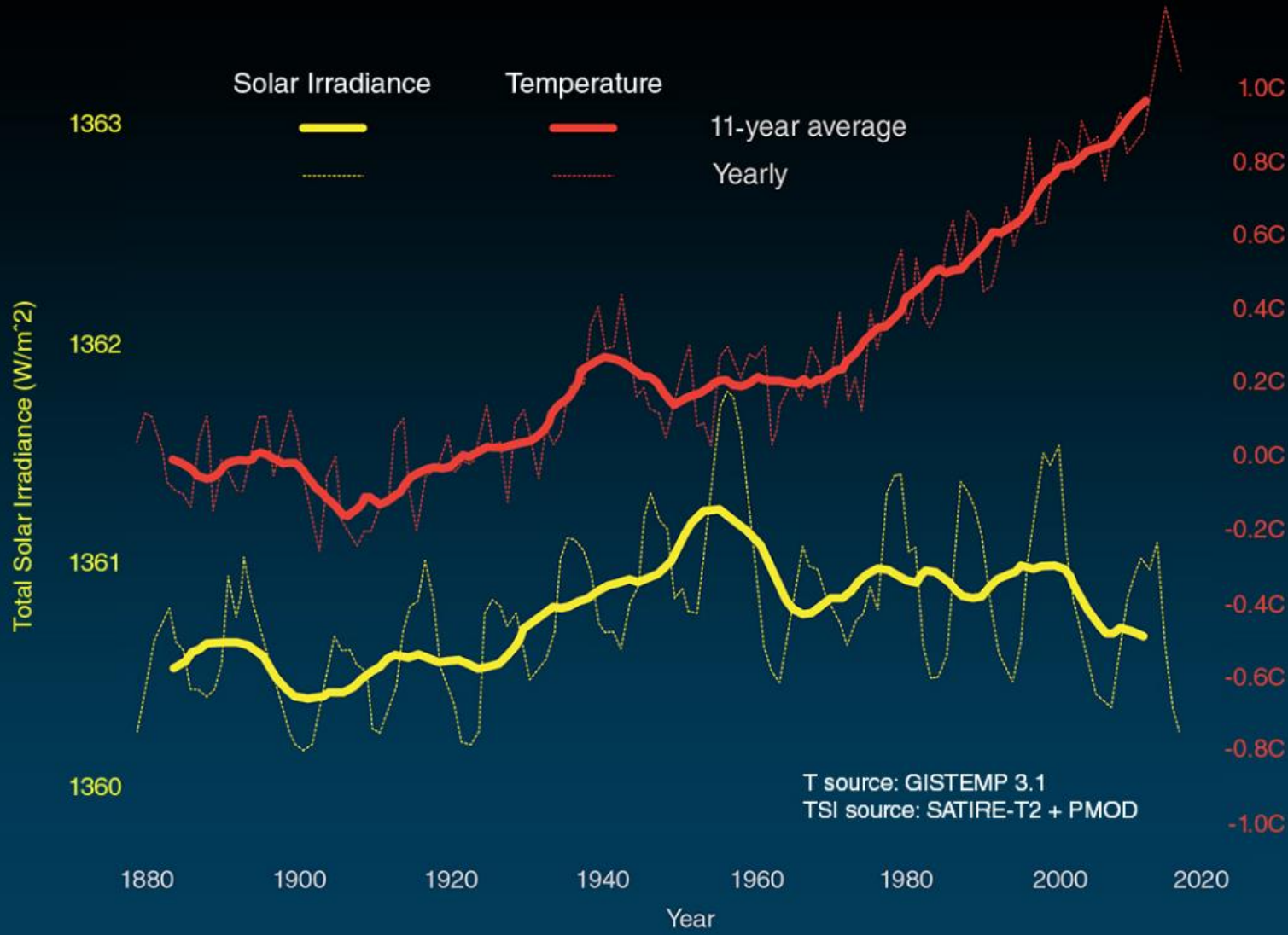


FUTURECEM Fremtidens cement

Jesper Sand Damtoft

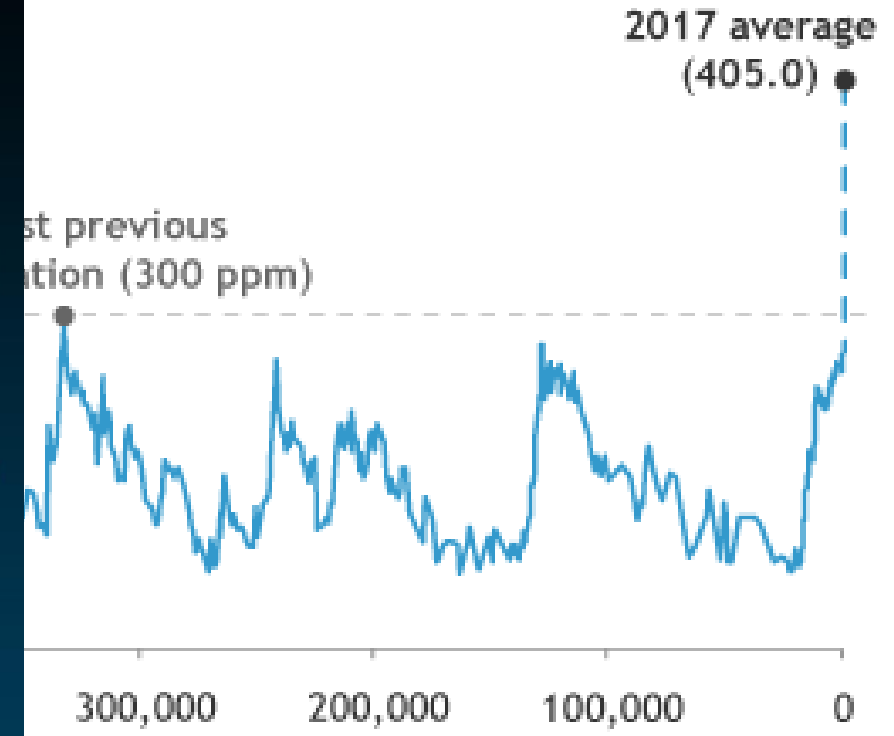


Temperature vs Solar Activity



FUTURECEM

0 years



NOAA Climate.gov
Data: NCEI



Et eksempel på bæredygtigt byggeri er en række tre og fire etagers træhuse i Lisbjerg, der blev opført sidste år af AI2B.

Radikale vil have træbygninger og afgifter på flytrafik

Mere træbyggeri

Også træbyggeri er en del af det nye udspil.

Materialer til nybyggeri står for en væsentlig del af verdens CO₂-udledning. Træ er både mindre klimabelastende end beton og kan lagre CO₂, lyder det fra R.

Derfor foreslår partiet, at halvdelen af alt lavt nybyggeri i 2030 skal være i træ, mens hver fjerde nye etagebyggeri skal være i træ.

»Det er lidt besynderligt, at vi i Danmark bygger så lidt i træ - også meget mindre end de andre nordiske lande. Derfor sætter vi nogle ambitiøse mål«, siger han.

Partierne på Christiansborg har de seneste måneder været ganske flittige med at komme med miljø- og klimaudspil.

Torsdag præsenterede Socialdemokratiet et skovudspil i Hareskoven nordvest for København, og i februar præsenterede Enhedslisten og De Konservative hver deres klimaudspil.

De Radikales udspil indeholder 24 forslag og hedder 'Klimaet kalder.



Det går støt ned ad bakke med de store offentlige anlægsinvesteringer - feks. som Femern-forbindelsen her - og det er én af årsagerne til, at byggeriets bedste tider nu ligger bag os, mener Dansk Byggeri. Foto: Lars Krabbe

Skidt varsel for økonomien: Byggeriet forbereder sig på opbremsning

ERHVERV - 21.05.2019 KL. 06:00

Byggebranchen har passeret toppen af opsvinget og kan nu se frem til en opbremsning, forventer Dansk Byggeri. Det kan være et varsel om, at dansk økonomi...

Scandibyg i Løgstør er en af landets største inden for industrielt byggeri og leverer alt fra almindelige boliger og etagebyggerier til skoler og institutioner.

Der er 400 ansatte, og alene sidste år kom der 80 nye medarbejdere til. I løbet af den seneste uge har virksomheden måtte sige farvel til 28 ansatte, hvilket ifølge adm. direktør Thomas Raunsbæk skyldes, at han oplever »træg beslutningskraft« i forhold til at få godkendt projekter.

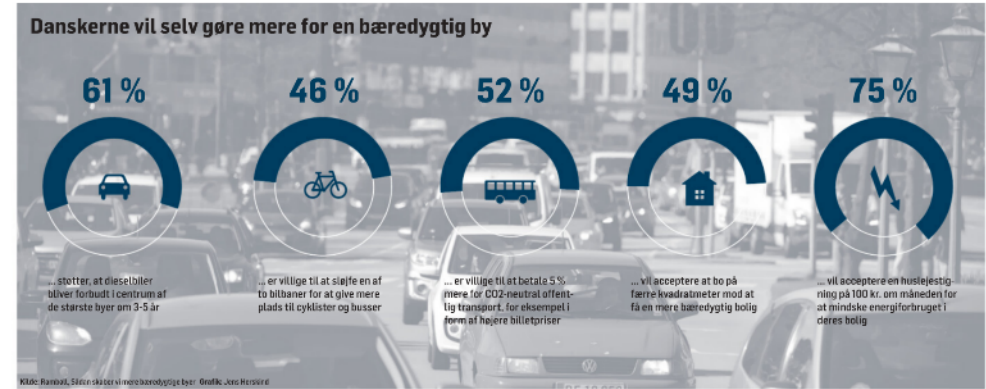
»Jeg tror, at de virksomheder, der ikke kommer i gang med den bæredygtige dagsorden, vil opleve et dyk. Jeg tror, at man må regne med at blive kørt bagud, hvis man ikke sadler om,« siger Thomas Raunsbæk.

Rambøll: Sådan skaber vi mere bæredygtige byer

- **75%** af borgerne vil acceptere en huslejestigning på 100 kr. om måneden for at mindske energiforbruget i deres bolig
- **74%** mener at grøn energi og energieffektivitet i offentlige bygninger er væsentligt/meget væsentligt
- **65%** mener at miljøvenlige byggematerialer i offentlige bygninger er væsentligt/meget væsentligt
- **44%** siger ja til at betale 5% mere i boligudgifter hvis der er tale om bæredygtige materialer. 34% siger nej

POLITIKEN | Lørdag 25. maj 2019

6 | DEBAT



Omstilling. Danskerne vil gerne betale for bæredygtighed

Borgerne er villige til selv at betale en del af prisen for, at deres by bliver mere bæredygtig, viser stor undersøgelse. Men borgerne mener også, at kommunerne bør gøre mere.

ANALYSE
IB ENEVOLDSEN

FAKTA
Om undersøgelsen

Undersøgelsen 'Sådan skaber vi mere bæredygtige byer' er den første danske undersøgelse, der på tværs af kommuner sammenligner borgernes ønsker til en bæredygtig udvikling i deres by. Undersøgelsen ser på borgernes opfattelse af:

■ Hvilken betydning forskellige faktorer har for borgernes ønske om bæredygtige byer.

■ Hvilke faktorer borgere mener, at kommunerne bør gøre mere for at gøre deres by mere bæredygtig.

■ Hvilke faktorer borgere mener, at kommunerne bør gøre mindre for at gøre deres by mere bæredygtig.

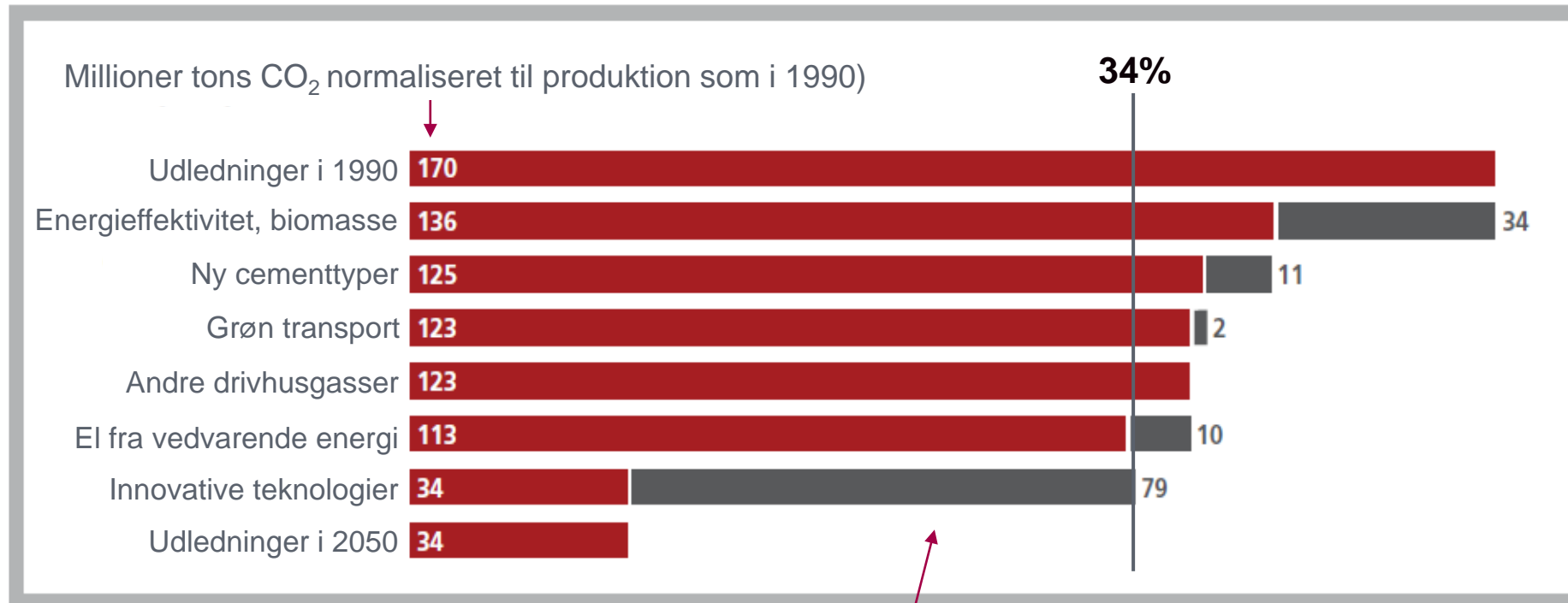
■ Hvilke faktorer borgere mener, at kommunerne bør gøre mere for at gøre deres by mere bæredygtig.

■ Hvilke faktorer borgere mener, at kommunerne bør gøre mindre for at gøre deres by mere bæredygtig.



Ib Enevoldsen
Administrerende Direktør
Rambøll Danmark

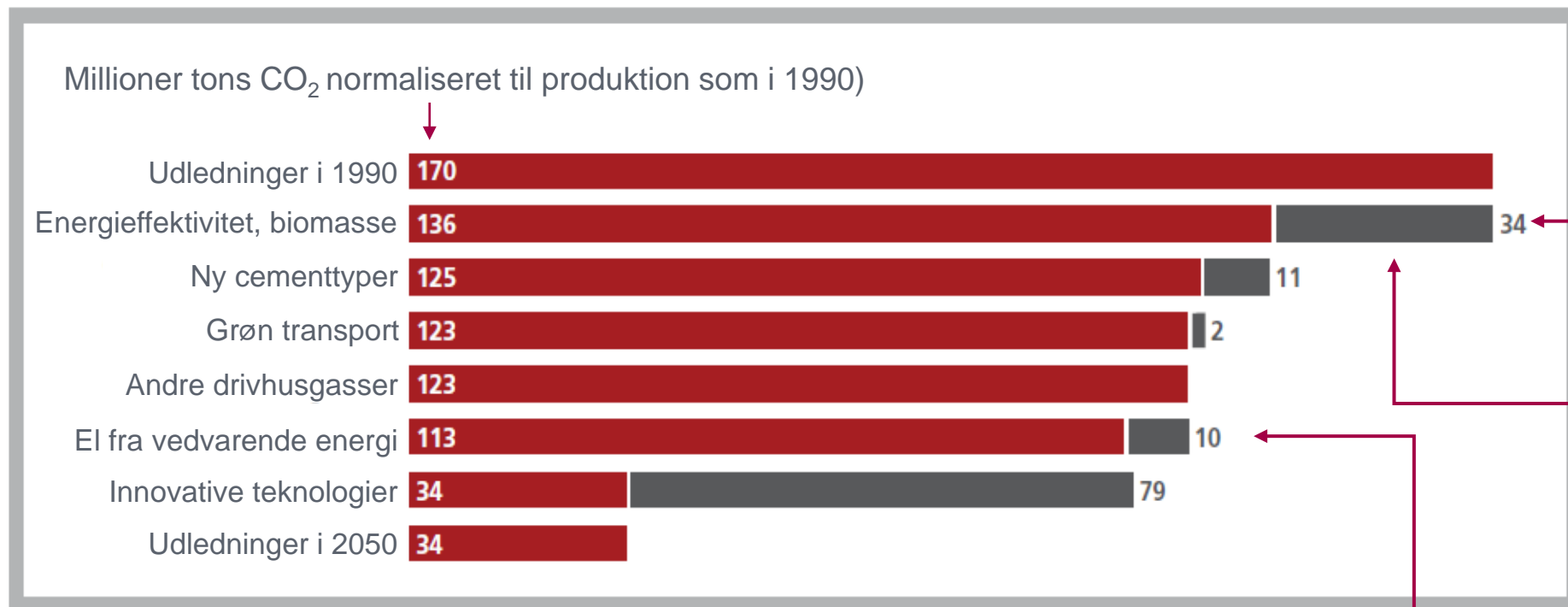
Den europæiske cementindustri bud på 80% mindre udledning af CO₂ i 2050 i forhold til 1990



Udledning i 2016: 118 millioner tons, men ved 25% lavere produktion

F.eks. fangst og deponering af CO₂

Energi- og CO₂ reduktioner i produktionen hos Aalborg Portland **FUTURECEM**



Der er mangel på materialer, der kan erstatte klinkerne i cement

Mineralske tilsætninger kan delvis erstatte klinkerne i cement og beton

- Sparer omkostninger
- Forbedrer bearbejdelighed og holdbarhed
- Reducerer CO₂ pr ton cement

Der er ved at være mangel på det mest anvendte mineralske tilsætninger: flyveaske og højovns slagge.

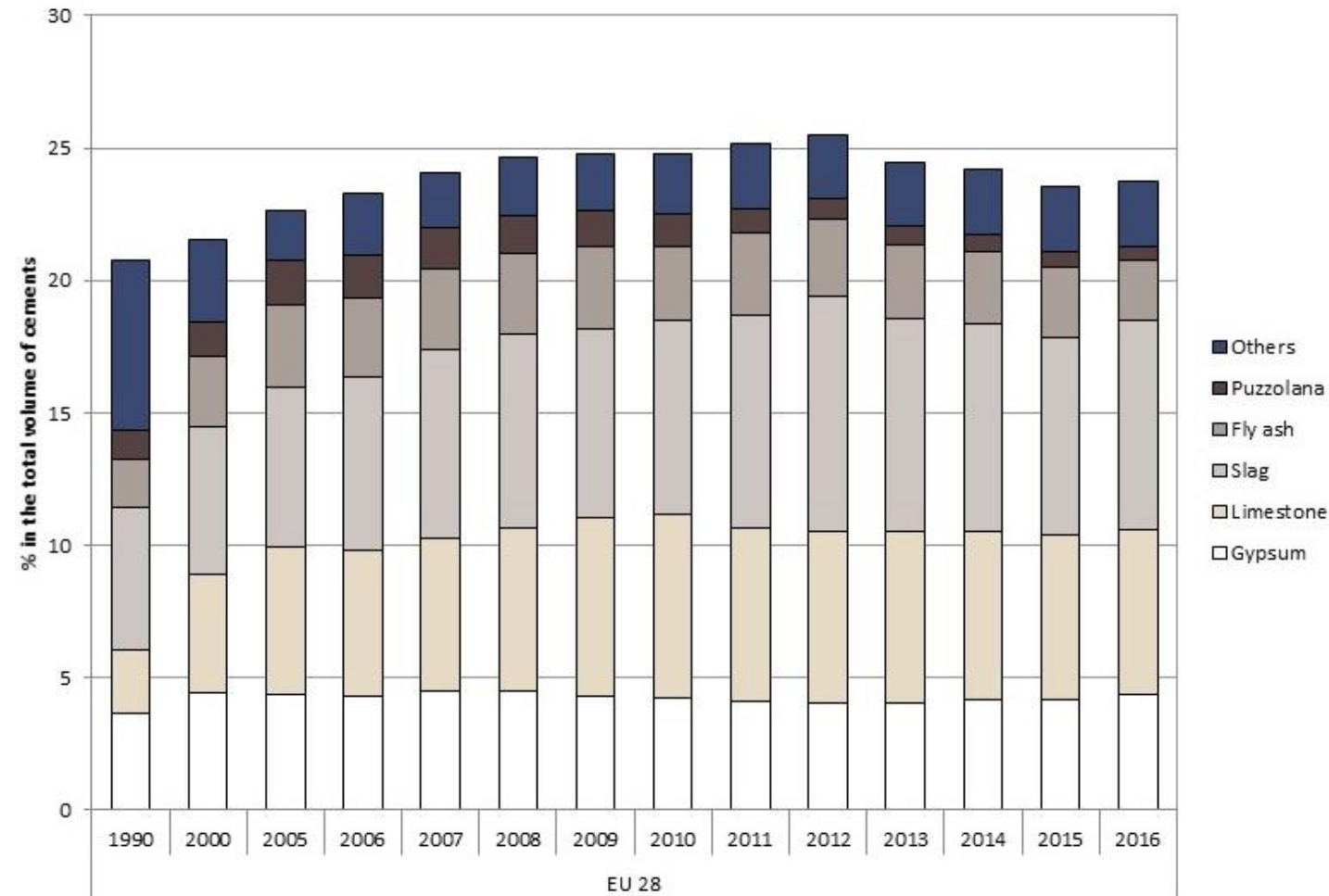
- Kulkraft udfases for at reducere CO₂
- Stålproduktionen i Europa stagnerer og ny teknologi reducerer produktionen af slagge
- Medfører tendens til øget klinkerindhold i cement og beton

Ny løsninger for at erstatte klinker er påkrævet

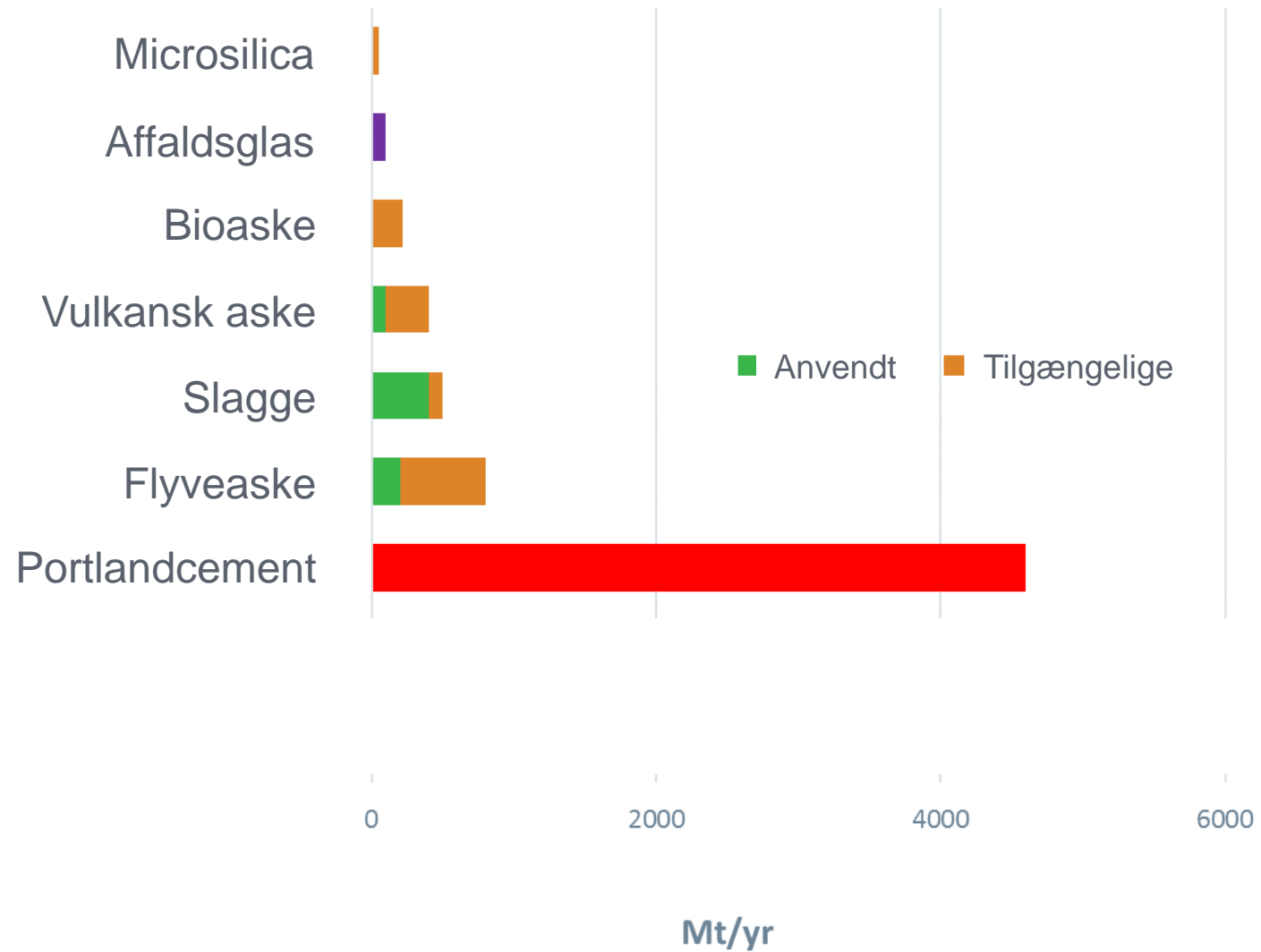
Mineral components used to produce clinker-based Portland cement - Weighted average

Grey cement (12AG)

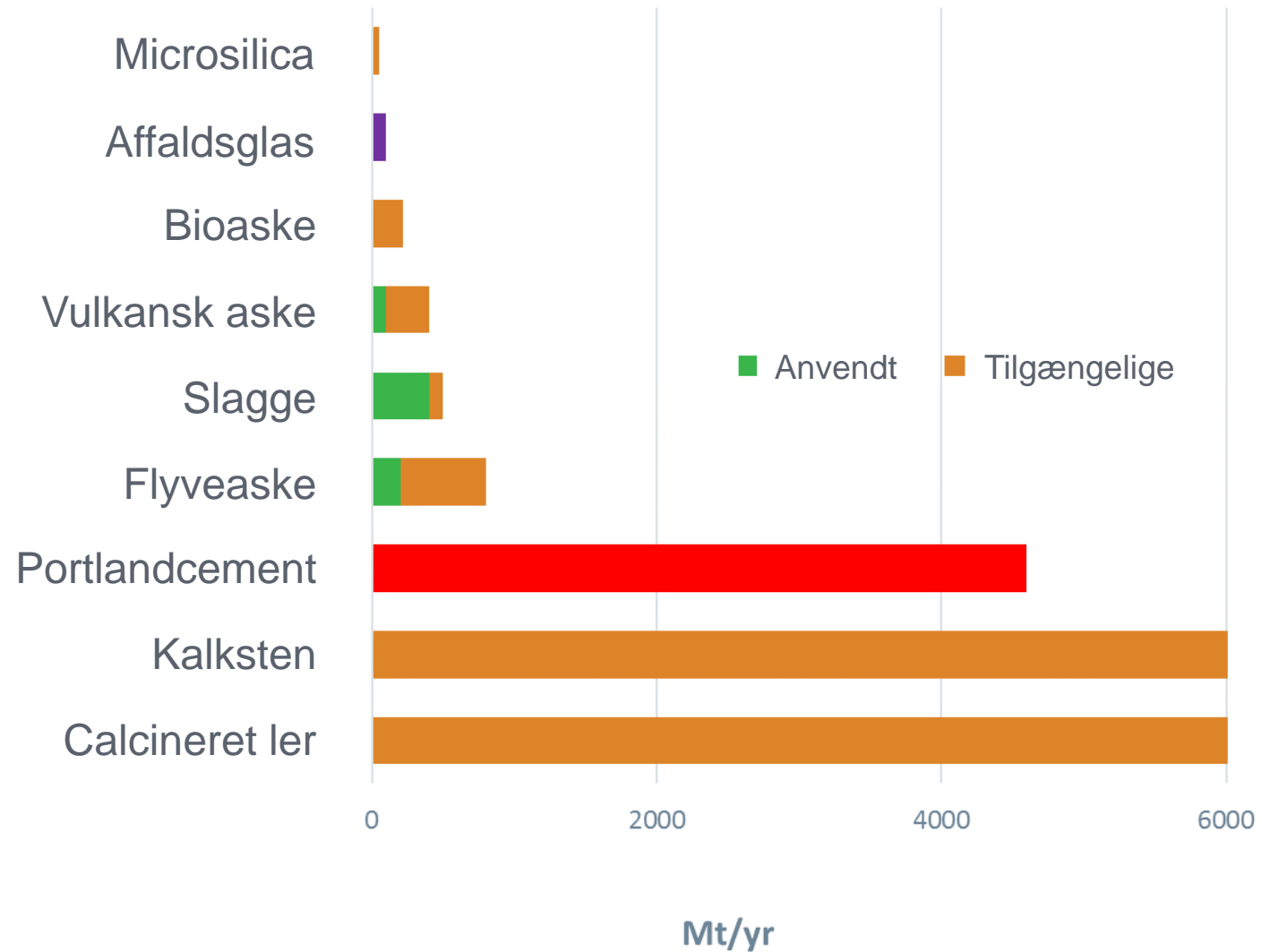
All GNR Participants - EU 28 (coverage: 96% in 2010, 93% in 2015, 90% in 2016)



Manglen på mineralske klinkererstatninger gælder også på verdensplan



Brug af naturlige materialer kan potentielt afhjælpe manglen på industrielle restprodukter

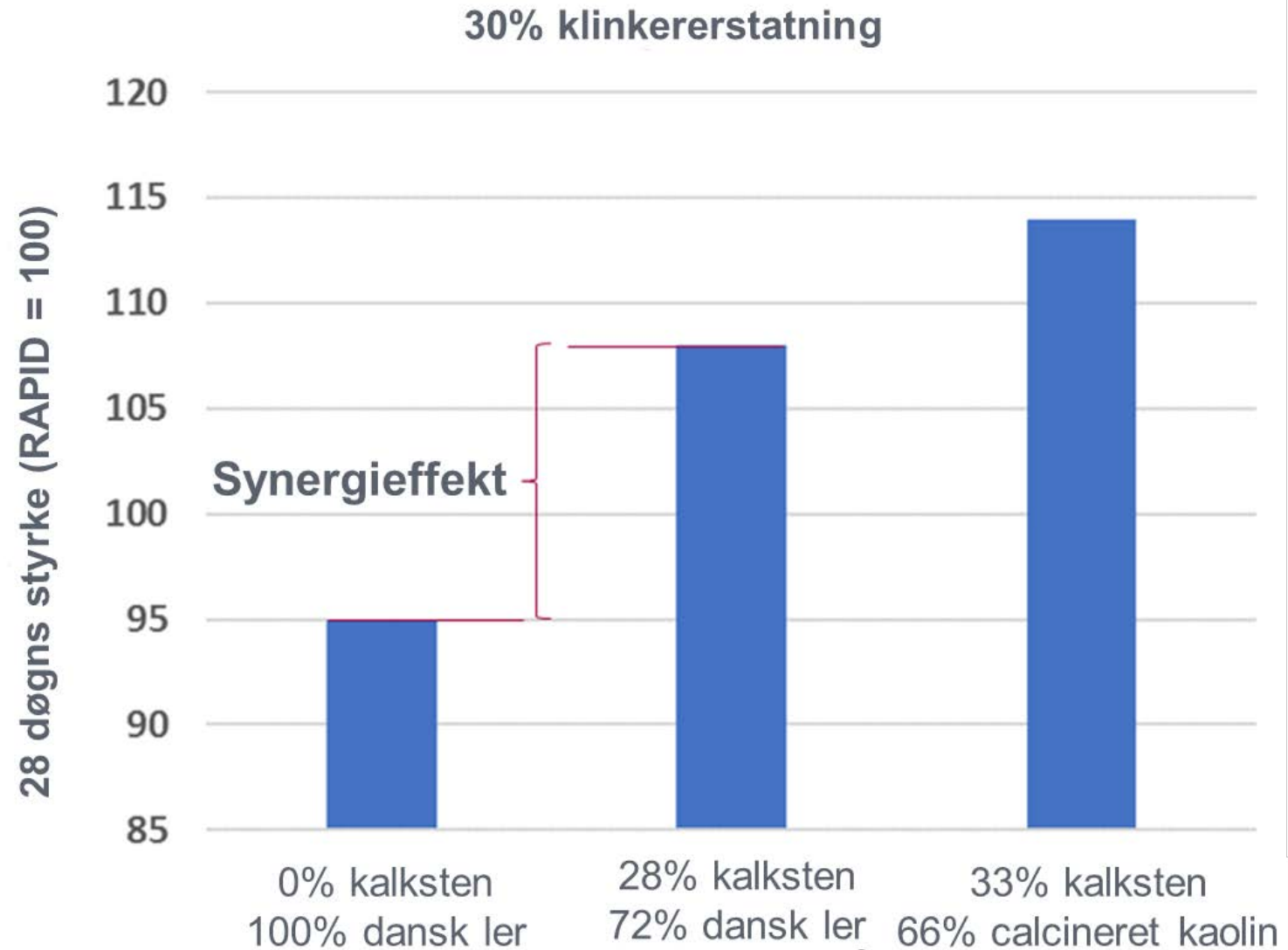


Kombinationen af kalksten og calcineret ler kan løse dette

FUTURECEM

Synergi mellem kalksten og calcineret ler muliggør **højere styrke** og **større klinkererstatning** end hvis der kun blev anvendt calcineret ler

- Calcineret ler er ler, der er brændt ved 700-800°C
- Kalksten er billigere end calcineret ler



Teknologiudvikling hos Aalborg Portland

1990-1991: Synergi mellem calcineret ler og kalksten opdaget

- Målet var at udvikle en højstyrkecement med lavt klinkerindhold. Mange forskellige materialer blev testet.
- Udviklingen af BASIS Cement, baseret på kridtfiller (GMF) og klinker opfyldte projektets mål. Teknologien med calcineret ler blev derfor lagt i skuffen

2008-2011: FUTURECEM

- Øget fokus på CO₂ reduktion skaber behov for udvikling af cement med lavere CO₂-aftryk. En patentansøgning blev indleveret

2011-2014: SCM Project

- Udvikling af produktionsudstyr sammen med FLSmidth.

2014-2019: Grøn Beton II

- Fokus på anvendelsen af FUTURECEM og beton med lavt CO₂-aftryk. Prøvning i fuld skala.



Calcit Filler og Microdol 200, tabel 1) med ca. den samme kornstøvs er også undersøgt som filler styrkeudvikling end oven 87 støv.

En tilsvarende erstatning af aolin, calcineret ved 700°C i k er helt klart den positive t for 70, 80, og 90% cement

a) giver også en positiv styrkeudvikling i CEM-Blendingen er specielt positiv styrkeudvikling efter 28

for følgende ternære blandinger

STØV	: 80 / 10 / 10
	70 / 20 / 10
	70 / 10 / 20

in giver en klar gevinst i 7 og aolin og filterstøv tilsammen



RAPID C

og for kv

RAPID C

Metakaolin
lanvirknin

De ternære
ver også e

Klasse C f
ge tidlige

Referencer

[1] Nye B
P7181

[2] Nye B
P7181

The Director of the United States Patent and Trademark Office

The United States of America

Has received an application for a patent for a new and useful invention. The title and description of the invention are enclosed. The requirements of law have been complied with, and it has been determined that a patent on the invention shall be granted under the law.

Therefore, this

United States Patent

Grants to the person(s) having title to this patent the right to exclude others from making, using, offering for sale, or selling the invention throughout the United States of America or importing the invention into the United States of America, and if the invention is a process, of the right to exclude others from using, offering for sale or selling throughout the United States of America, or importing into the United States of America, products made by that process, for the term set forth in 35 U.S.C. 154(a)(2) or (c)(1), subject to the payment of maintenance fees as provided by 35 U.S.C. 41(b). See the Maintenance Fee Notice on the inside of the cover.

Michelle K. Lee
Director of the United States Patent and Trademark Office

Der er tre grupper af lermineraller. De er ikke lige egnede

1. Kaolinit har højest reaktivitet

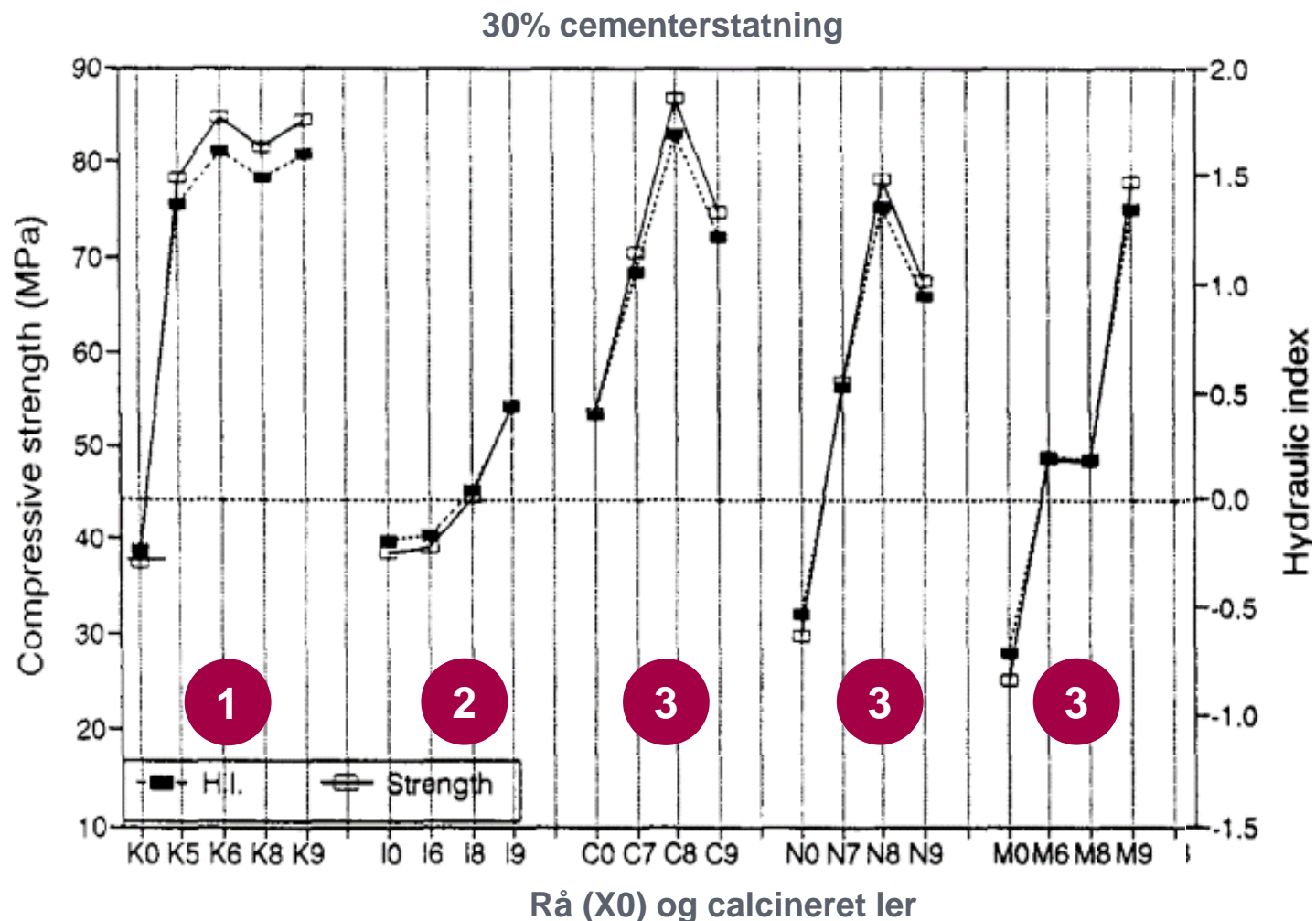
- Ler med moderat og højt indhold af kaolin er ideelt til FUTURECEM

2. Illit er næsten ikke reaktivt

- Uegnet til fremstilling af FUTURECEM

3. Smektit har nogen reaktivitet

- Ler med højt indhold af smektit (bentonit) kan anvendes til FUTURECEM men calcineringen skal kontrolleres nøje
- Ler til FUTURECEM skal helst have lavt indhold af sand
- Teglværksler er ikke egnede



C. He, B. Osbaeck, E. Makovicky (1995)

Råmaterialer i Danmark til FUTURECEM

FUTURECEM

- **Kridt**

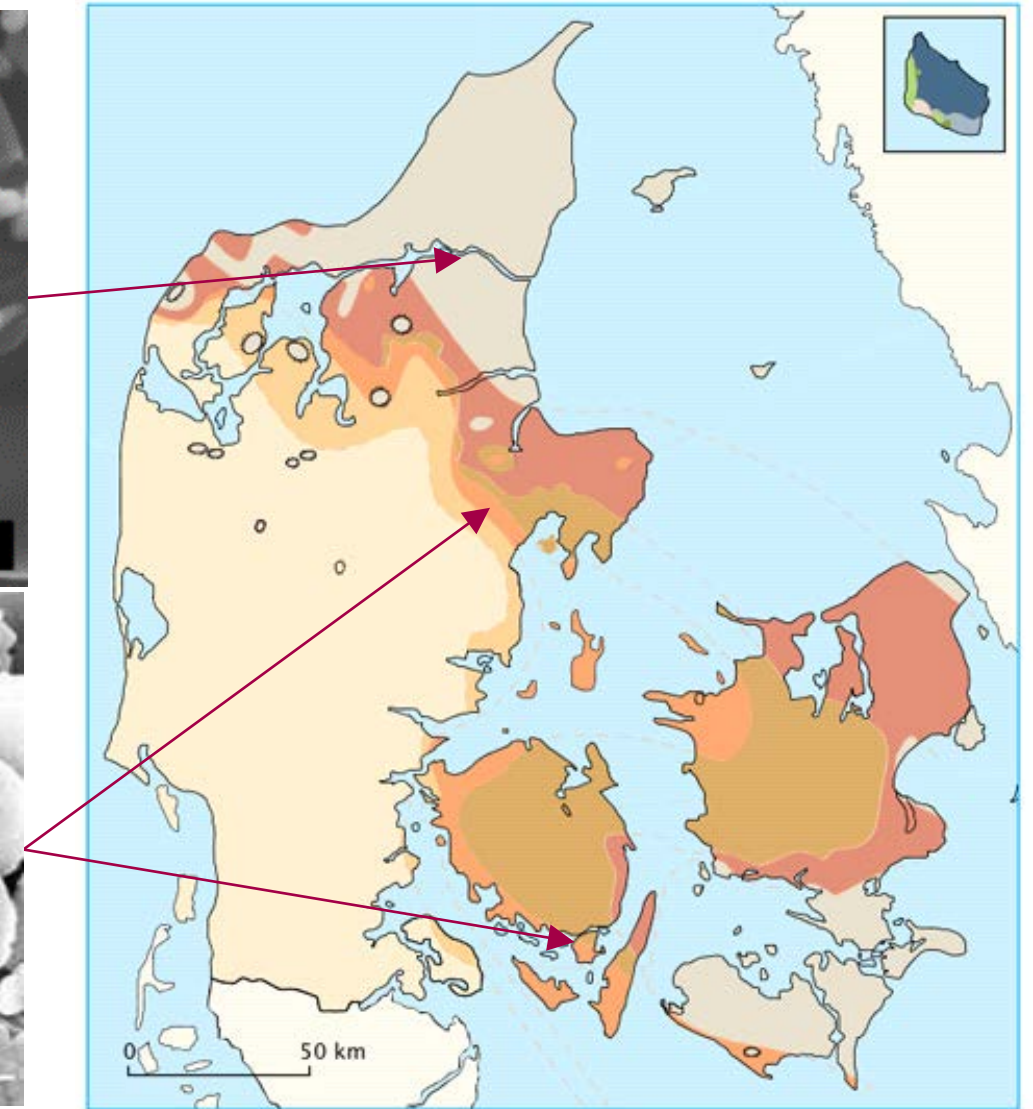
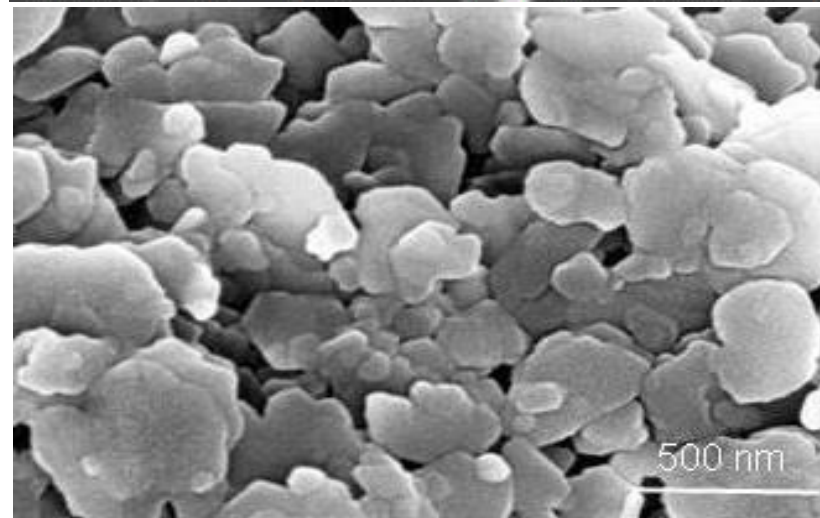
- Anvendes i Aalborg Portlands produktion

- **Kaolin**

- Eneste danske forekomst lå på Bornholm
- Forekomster findes i Europa
 - Bruges til produktion af hvid cement

- **Plastisk ler**

- Meget højt indhold af smektit



Grøn Beton II

Grøn Omstilling af Cement- og Betonproduktion i Danmark

- Budget: 29 mill. kr., 50% finansieret af Danmarks Innovationsfond
- Varighed: 2014-2019
- Partnere fra hele byggeriets værdikæde
- Fokus på infrastruktur

Arbejdsprogram

1. **Forskning** i de grundlæggende mekanismer for holdbarhed
2. **Videreudvikling** af FUTURECEM
3. **Produktion og udstøbning** af beton med FUTURECEM
4. **Holdbarhed** af beton med FUTURECEM
5. **Demo-konstruktioner** i fuld skala
6. **Felteksporeringspladser**
7. **Miljøegenskaber** af grøn beton

FUTURE**CEM**

- 
- Aalborg Portland
 - Unicon
 - Dansk Beton Fabrikbetongruppen
 - MT Højgaard
 - Sweco
 - Rambøll
 - DTU
 - Teknologisk Institut
 - Fire uddannelsesinstitutioner
 - Vejdirektoratet
 - BaneDanmark
 - Femernforbindelsen

Holdbarhedsprøvning i laboratoriet og i felten

FUTURE**CEM**



Praktisk brug af FUTURECEM i beton

FUTURECEM



FUTURECEM beton: 43.0 MPa

Referencebeton (RAPID + flyveaske): 37.4 MPa

Erfaringer fra støbninger i fuld skala

- Friskbetonegenskaber som med RAPID Cement og flyveaske
- Lidt mere klistring i udstyr
- Styrkeudvikling som tilsvarende beton med RAPID Cement og flyveaske

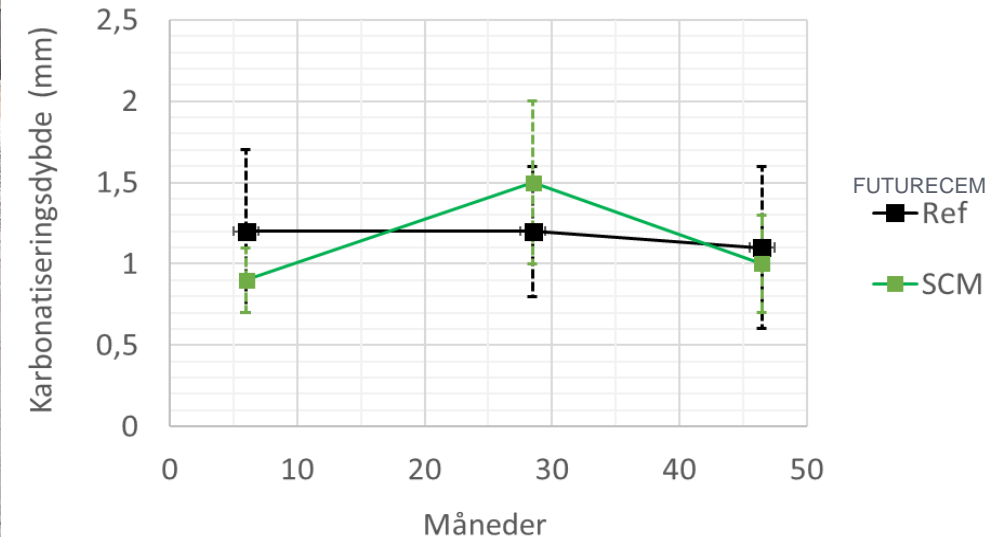
Praktisk brug af FUTURECEM i beton

FUTURECEM



FUTURECEM beton: 43.0 MPa
Referencebeton (RAPID + flyveaske): 37.4 MPa

Holdbarhed



- Indtil videre ingen væsentlig forskel i karbonatiseringsdybde.
- Indtil nu ikke observeret sulfatangreb
- God modstandsdygtighed med kloridindtrængning

Demoer: Dele af broer og nyt betonlaboratorium på DTU

FUTURE**CEM**

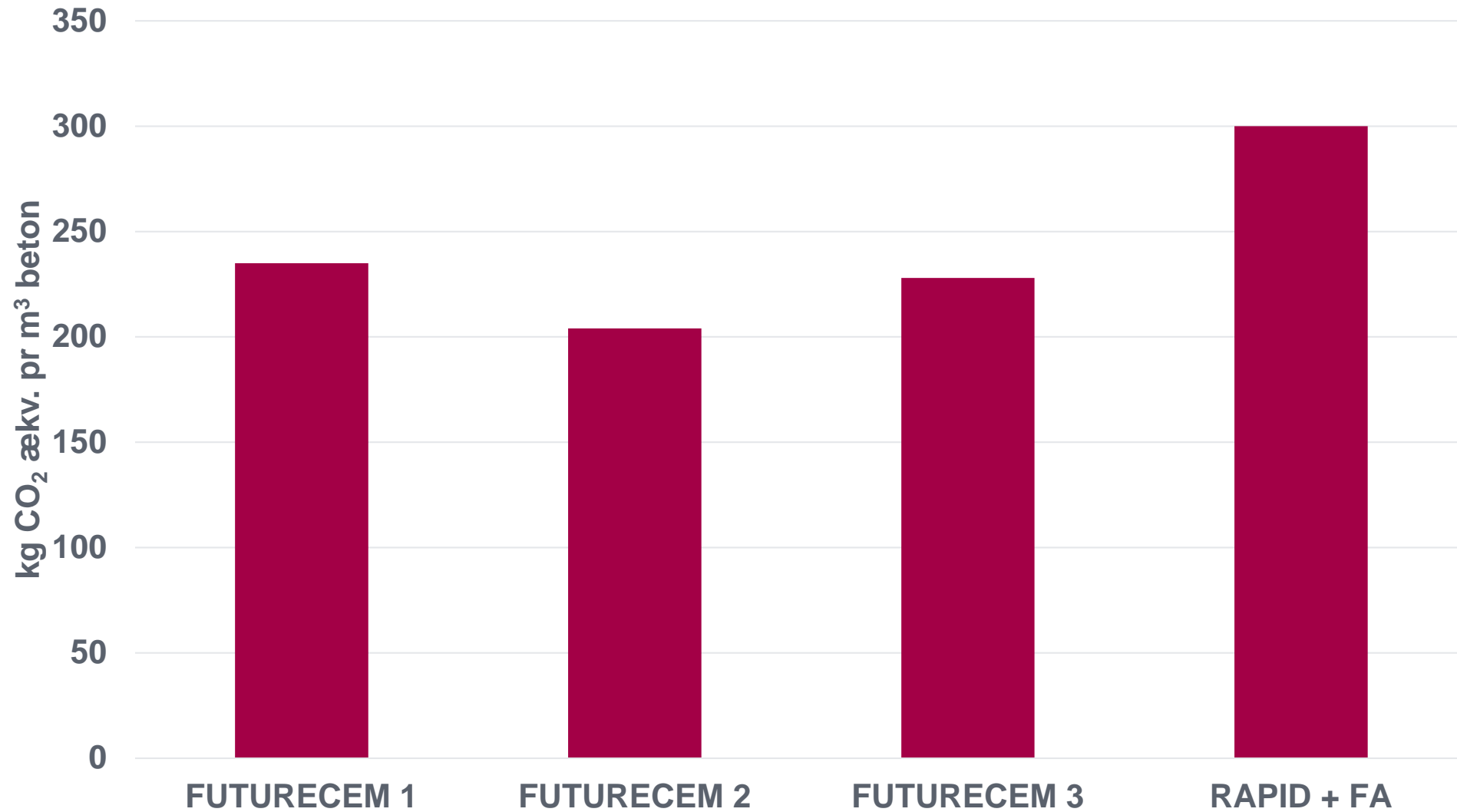


Torben Eskerød

Torben Eskerød

Livscyklusanalyse: over 30% CO₂-reduktion mulig

FUTURECEM



Næste trin

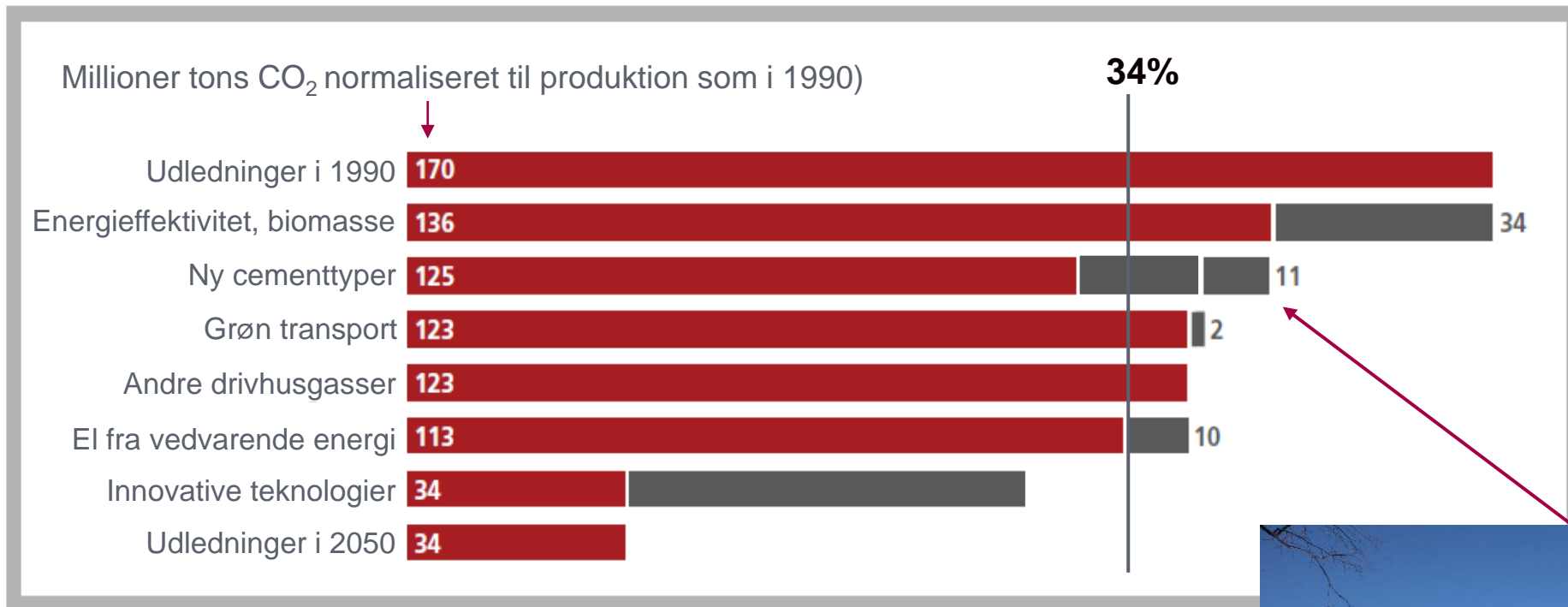
- Evaluering af danske og udenlandske lerforekomster
- Opfølgning på demoer og eksponeringspladser fra Grøn Beton II
- Etablering af demofabrik for **calcinerings af ler** og forproduktion af **cement**
- Udvikling af cementtyper til **alle segmenter**
- **Prøveleverancer** til repræsentativt udsnit af betonanvendelser
- Accept af FUTURECEM i den Danske **betonstandard**
- Accept af op til 50% klinkerklinkererstatning i den **Europæiske cementstandard**

Stor kompleksitet og store investeringer forbundet med implementering og produktion af FUTURECEM

FUTURECEM

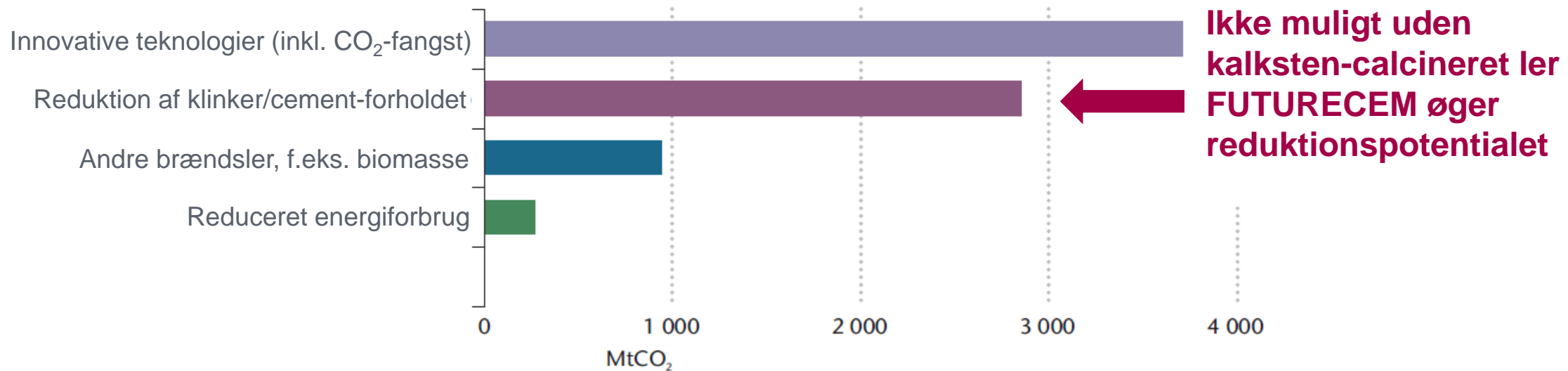


Vores teknologi kan reducere behovet for dyr CO₂-fangst og lukke en del af hullet til 80% CO₂-reduktion



FUTURECEM er en omkostningseffektiv og implementerbar del af løsningen på klimaudfordringen

- **Enormt potentiale:** 400 millioner tons CO₂ kan blive spare årligt i 2050
- **Lav omkostning** per ton CO₂ sparet, sammenlignet med andre løsninger, som f.eks. CO₂-fangst og lagring
- Nødvendigt i en fremtid med mindre tilgængelighed af **flyveaske** og **slagge**
- **Danmark bør vise vejen - men det kræver at vi deler ansvar og omkostninger**



Note: Cumulative CO₂ emissions reductions refer to the period from 2020 to 2050 and are based on the low-variability case of the scenarios.



Jesper Sand Damtoft

R&D, Quality and Technical Sales Support Director

Cementir Holding

Research and Quality Centre

Sølystvej 18

9220 Aalborg Ø

Denmark

Phone: +45 4018 1121

E-mail: jesper.damtoft@aalborgportland.com