



SINTEF

BRENT LEIRE -

Fra grå til grønn betong..

(men grønn betong kan være rød!)

Hva må til?

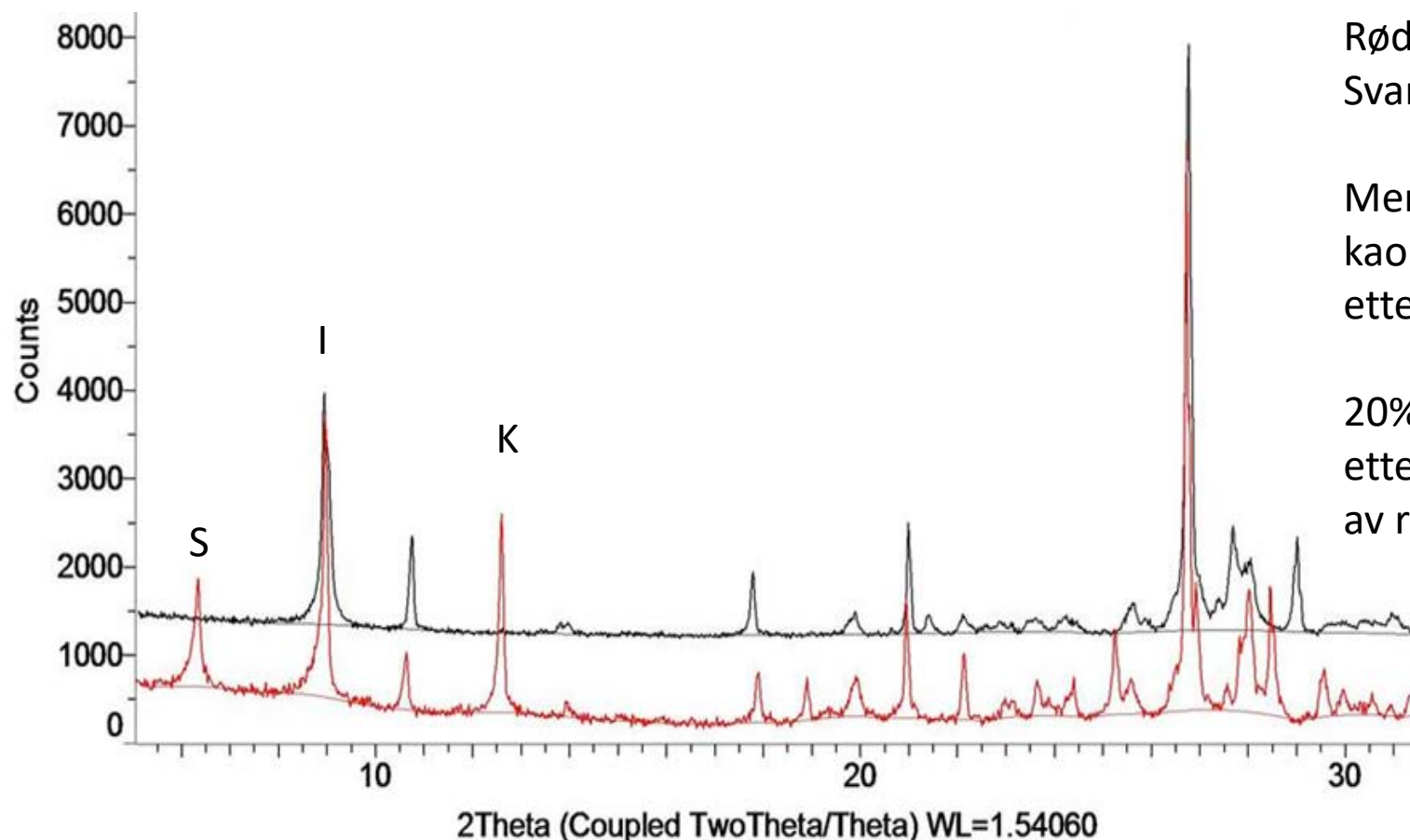
- Finne en egnet leireforkomst
 - Rett type (smektitt/kaolinitt)
 - Stor nok mengde til økonomisk drift
 - Bør ligge nær havn for transport på skip
- Noen må brenne den i en roterovn ved ca 850°C og oppholdstid 10-15 min (eventuelt i en «fluidized bed reaktor» i kortere tid)
- Noen må male ned de løse klumpene etter brenning til et fint pulver
- Produktet vil kunne brukes som sementerstatning generelt, også for stålarmering hvis < 35% av sementvekt (> 50% for aluminiumsarmering)



SINTEF

Det finnes egnede leirer i Trøndelag

- Leire fra Fosen med en blanding av smektitt (S), Illitt (I) og kaolinit (K)



Rød kurve er ubrent leire
Svart kurve etter brenning ved 850°C

Merk at signalene fra smektitt (S) og kaolinit (K) forsvinner etter brenning ettersom de mister vann og blir amorfe.

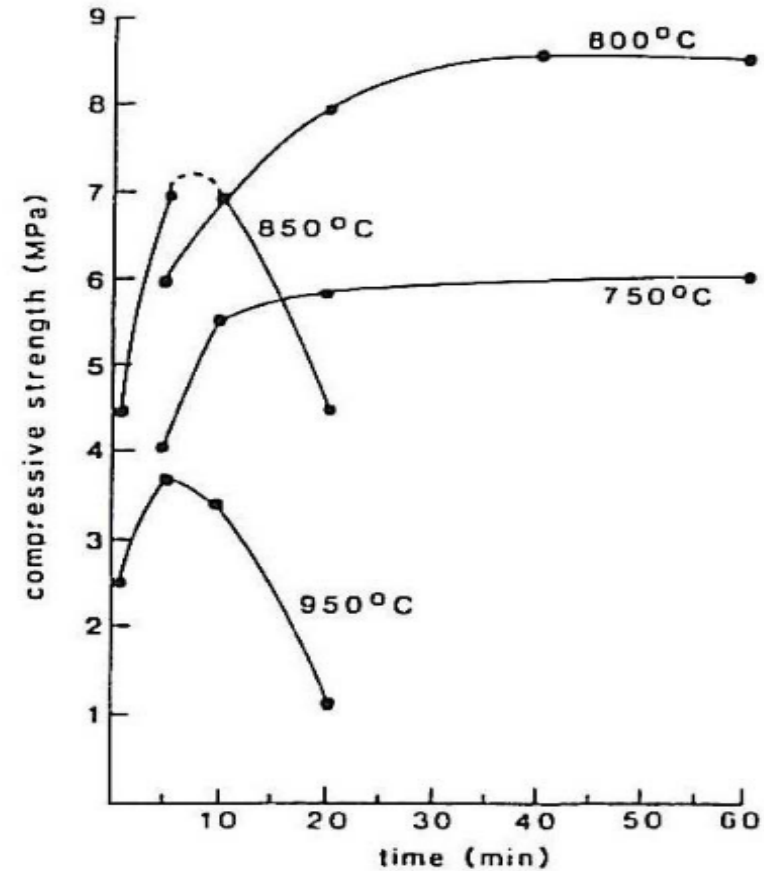
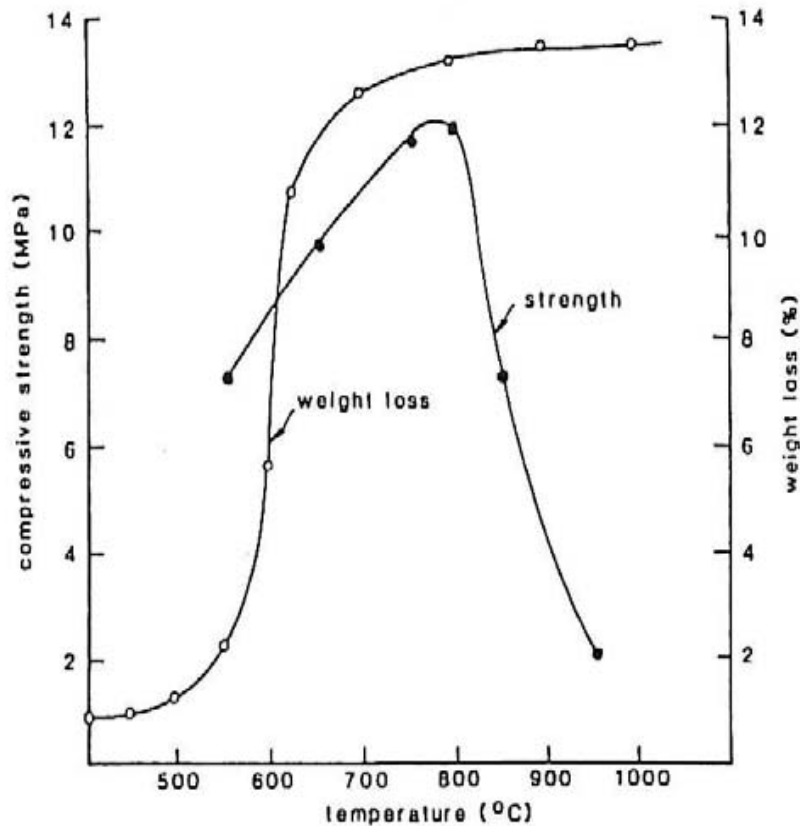
20% erstatning av sement i mørtel ga etter 28 døgn $51,5 \pm 0,5$ MPa, eller 96% av referansen med 100% sement!



SINTEF

Clay/lime mortars cured 7 days at 50°C

- Kaolinitic clay (Forrester, 1974)





SINTEF

Kalsinert leire er pozzolansk

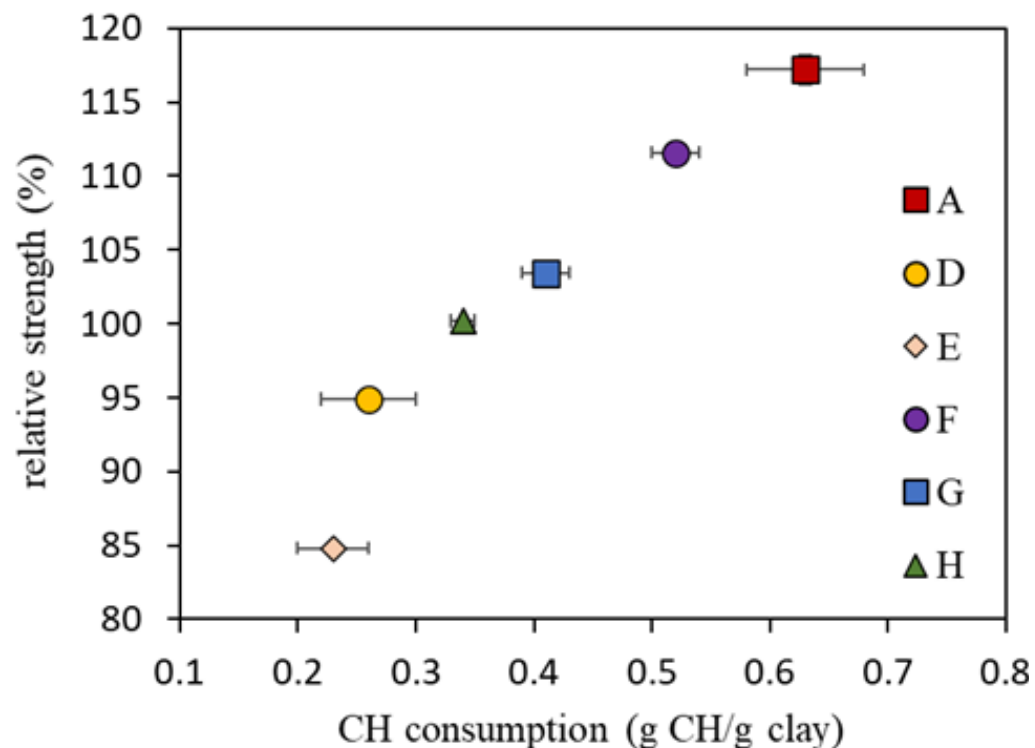
- Et stoff er pozzolant når det reagerer med kalsiumhydroksid og danner nytt bindemiddel.
- Brent kaolinit > smektitt > illitt
- Leirene er aluminosilikater som inneholder “reaktiv alumina” (A) og “reaktiv silika” (S).
- Kaolinit formel $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, med $\text{Al/Si} = 1$
- Smektitt formel $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, med $\text{Al/Si} = \frac{1}{2}$
- $3 \text{ CH} + \text{A} + 3 \text{ H} = \text{C}_3\text{AH}_6$
- $\text{CH} + \text{S} = \text{CSH}$
- 3 ganger mer kalsium hydroksid (CH) og tre ganger flere mol vann enn hva som allerede er i kalsiumhydroksid bindes for “reaktiv alumina” enn for reaktiv silika”. I tillegg bindes enda mere vann når produktet fra reaktiv alumina reagerer videre med sulfat eller karbonat til såkalt AFm-faser (ytterligere 5-6 mol vann).
- Mengde kalsium hydroksid reagert øker med den brente leirens overflate og innhold av leirmineraler



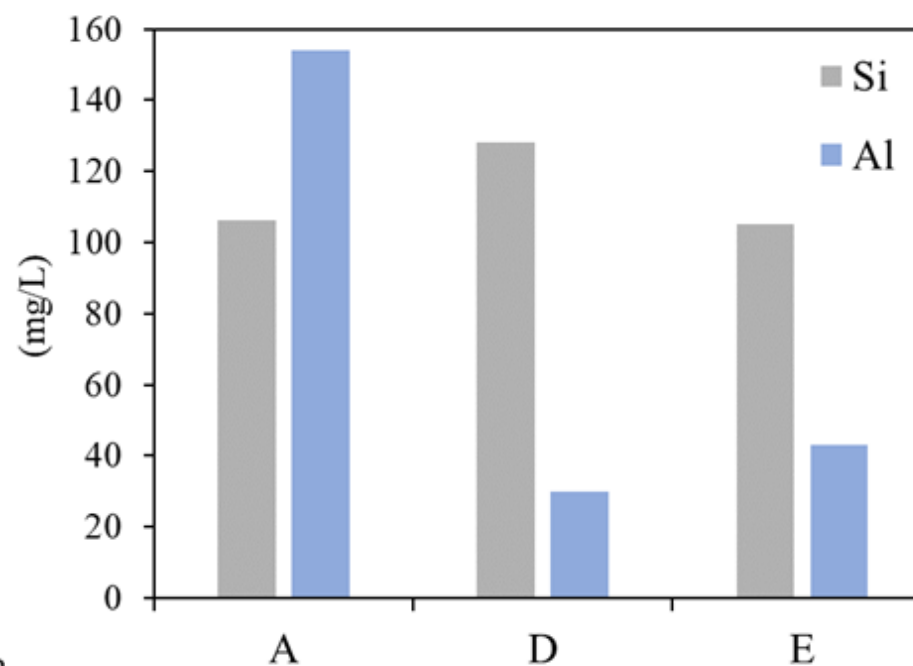
SINTEF

Reaktivitet av ulike leirer

- Styrke vs. CH forbruk



- Oppløst Al og Si fra ulike leirer



A = kaolinit (Portugisisk), F = smektitt (Dansk), D = smektitt og E = illitt



SINTEF

Kjemisk bundet vann i R3-test

- Brent kaolinitt binder mer vann kjemisk enn brent smektitt

Clay type	20°C	40°C
Portugisisk kaolinitt	15.2%	15.6%
Dansk smektitt	8.1%	7.8%



SINTEF

3-trinn test for å kvalifisere leirer

1. Kjør røntgendiffraksjon for å identifisere mineraler (smektitt/illitt/kaolinitt)
2. Brenn, mal ned og test kapasitet for vannbinding i en R3-test
3. Erstatt 20% sement i en standard mørtel og mål fasthet etter 28 døgn (>90%)

Brent leire en miljøvennlig SCM

- Leiren brennes ved en lavere temperatur (ca 850°C) enn sementklinker (1450°C) som i seg selv gir en betydelig energibesparelse.
- Denne lave temperaturen er oppnåelig med biodrivstoff som f eks flis
- Leiren inneholder vanligvis IKKE kalsiumkarbonat som avgir CO₂ ved oppvarming slik som for råmelet til sementklinker
- Brent leire krever mye mindre energi for å males ned enn sementklinker
- Leire finnes overalt, det gjelder bare å finne den beste og drivverdige forekomsten!



SINTEF

Grønn betong kan være rød!





SINTEF

Teknologi for et
bedre samfunn