

# **Hvad er beton?**

## **Materiale, nedbrydning og reparation**

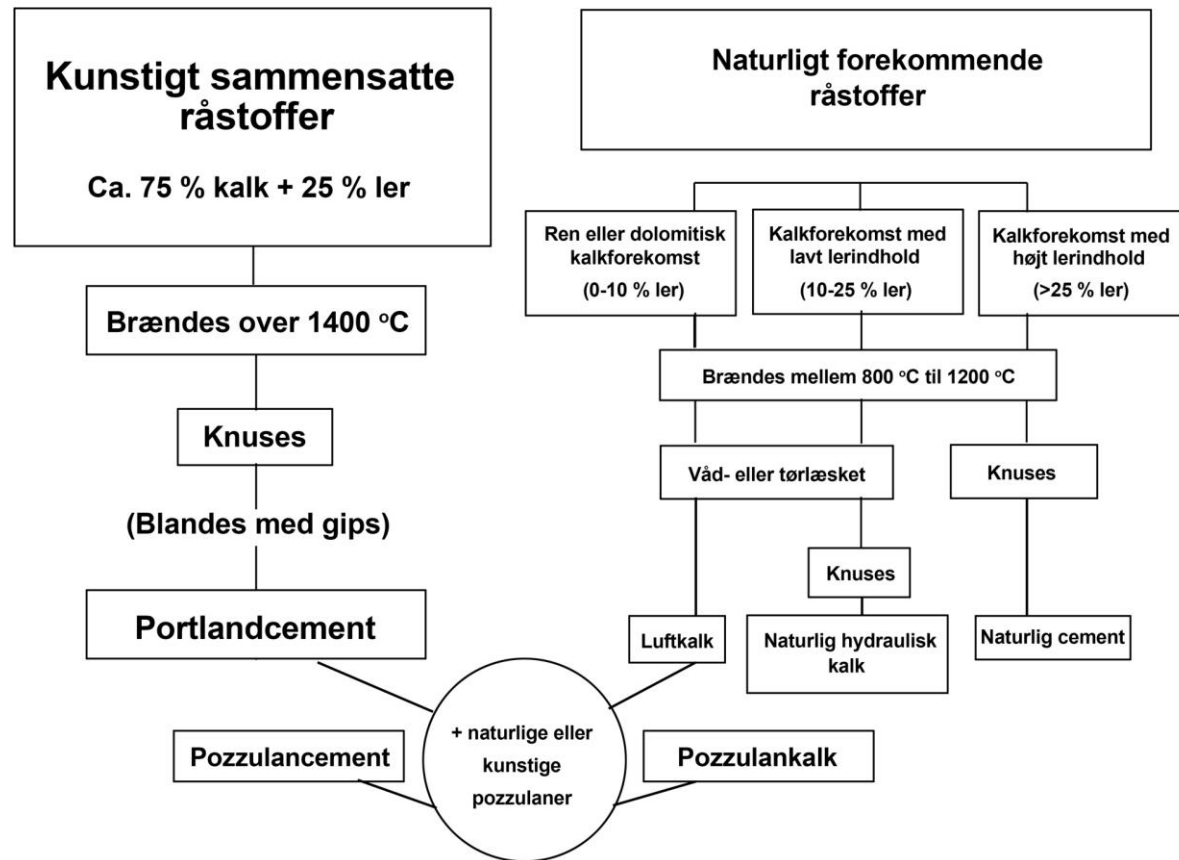
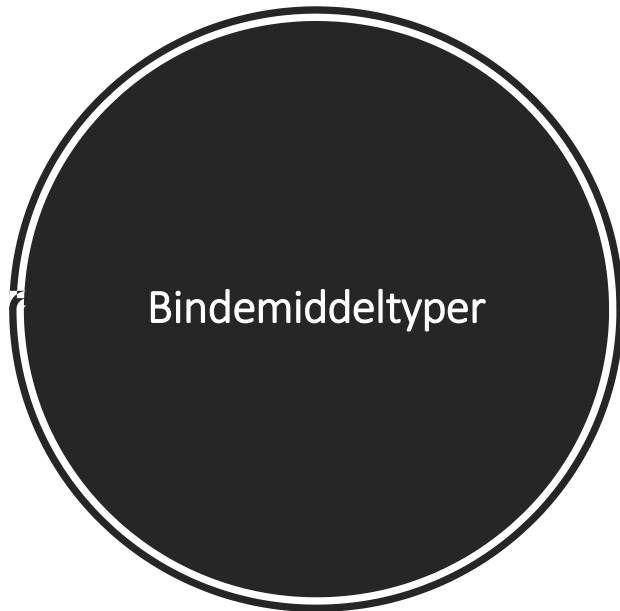
---

Eksempler på nedbrydning af beton.

Problemstillingen vedrørende reparation af bevaringsværdige og fredede betonkonstruktioner



# Klassificering af kalkbundne bindemidler



*DS/EN 206-1 – Beton – Del 1: specifikation, egenskaber, produktion og overensstemmelse:*

## **3 Defintions, symbols and abbreviations**

### 3.1.1

#### **Concrete**

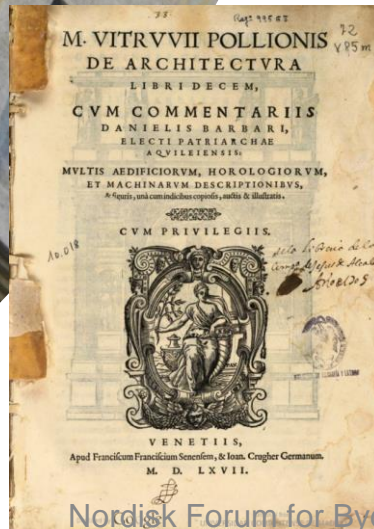
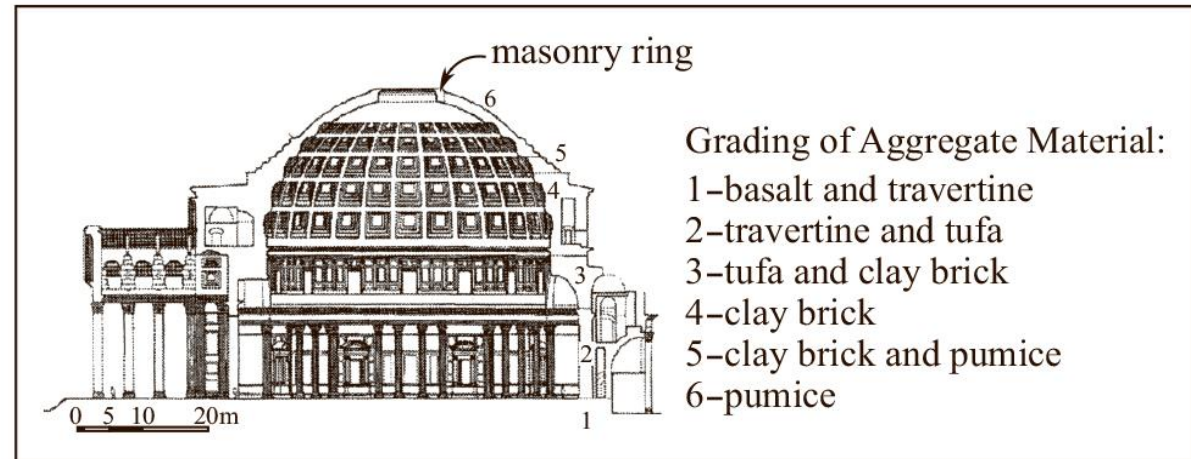
Material formed by mixing cement, coarse and fine aggregate and water, with or without the incorporation of admixtures and additions, which develops its properties by hydration of the cement.

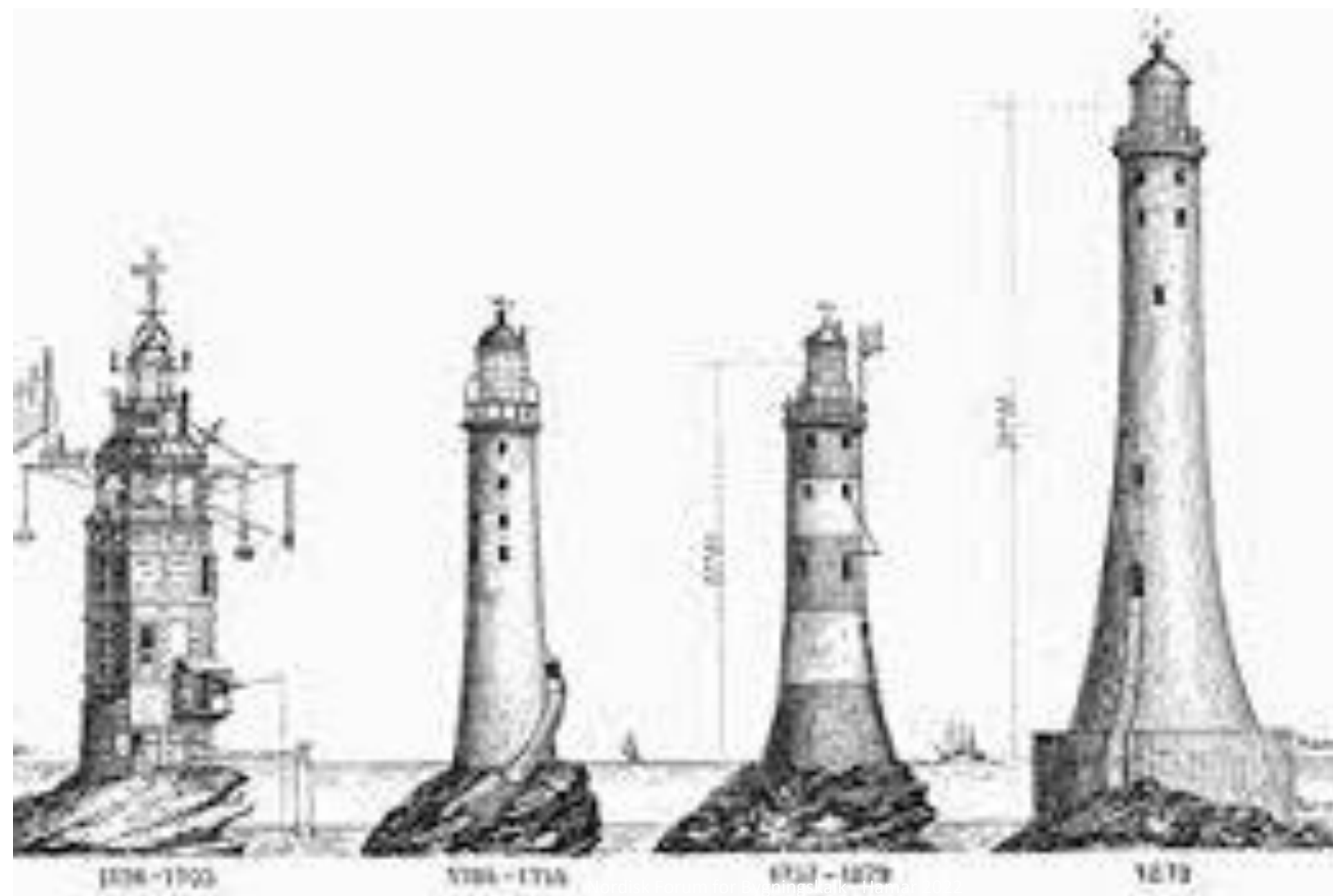
# Hvad er beton?

**Cementmørtel, der ikke bruges til Muring eller Pudsning, men til Støbning af Cementvarer eller hele Bygværker, kaldes Beton og indeholder da i Reglen større Sten enten i Form af Grus eller som Skærver.**

• *Suenson, 1911*

# Romersk beton og hydrauliske bindemidler i oldtiden





1878-1890

1874-1876

1872-1873

1871

---

## Industrialiseringen og nye hydrauliske bindemidler

John Smeaton	1756	Forsøg med hydraulisk kalk og pozzulaner
Joseph Parker	1796	Patent No 2120 (Roman Cement)
L J Vicat	1818	Forsøg med hydraulisk kalk og kunstig cement
James Frost	1822	Patent No 4679 (Britisk Cement)
Joseph Aspdin	1824	Patent No 5022 (Portland Cement)



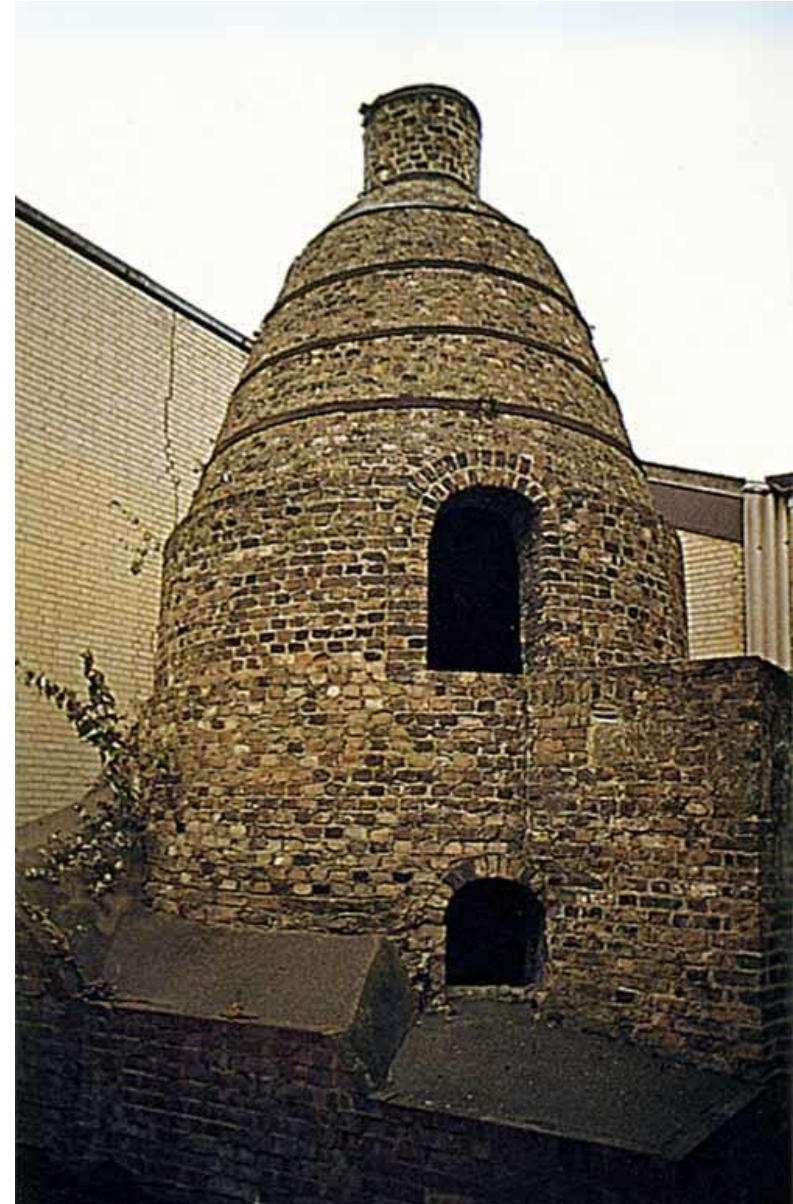
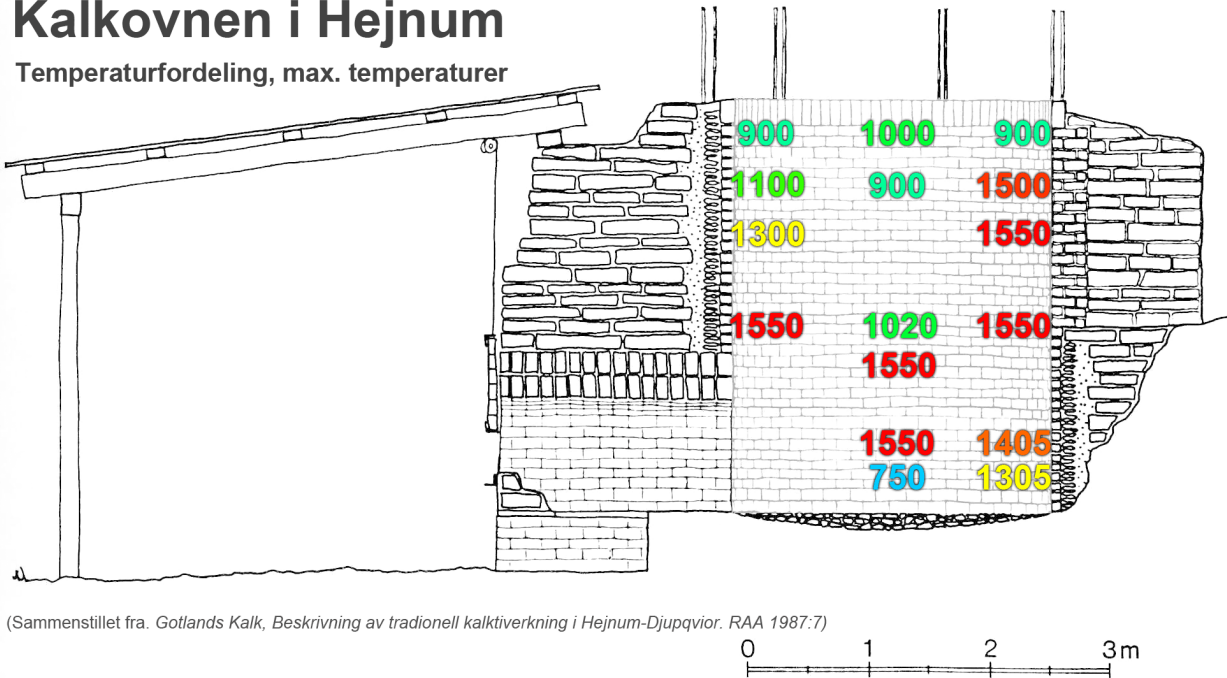
# Portlandcement



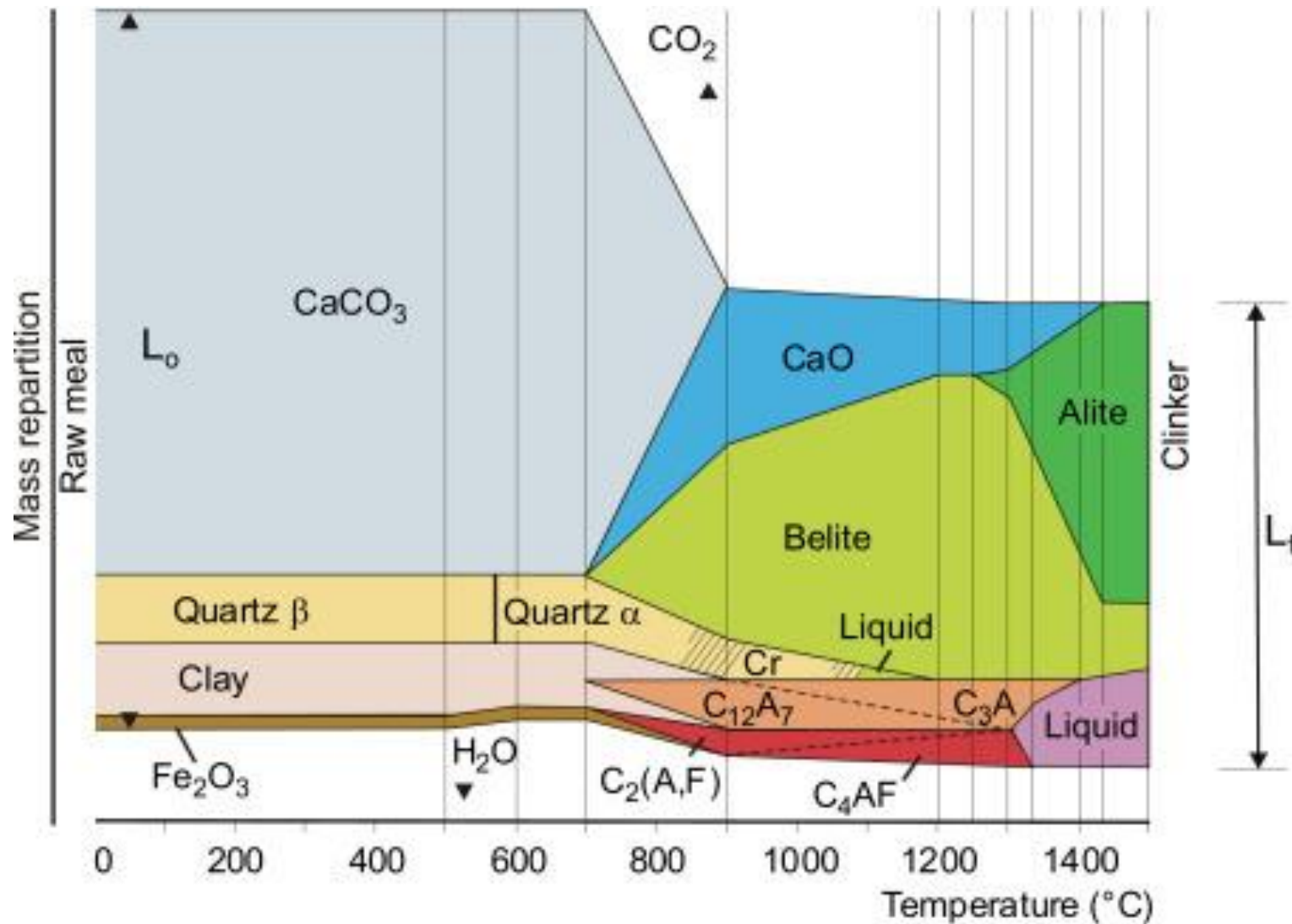
# Brænding

## Kalkovnen i Hejnum

Temperaturfordeling, max. temperaturer

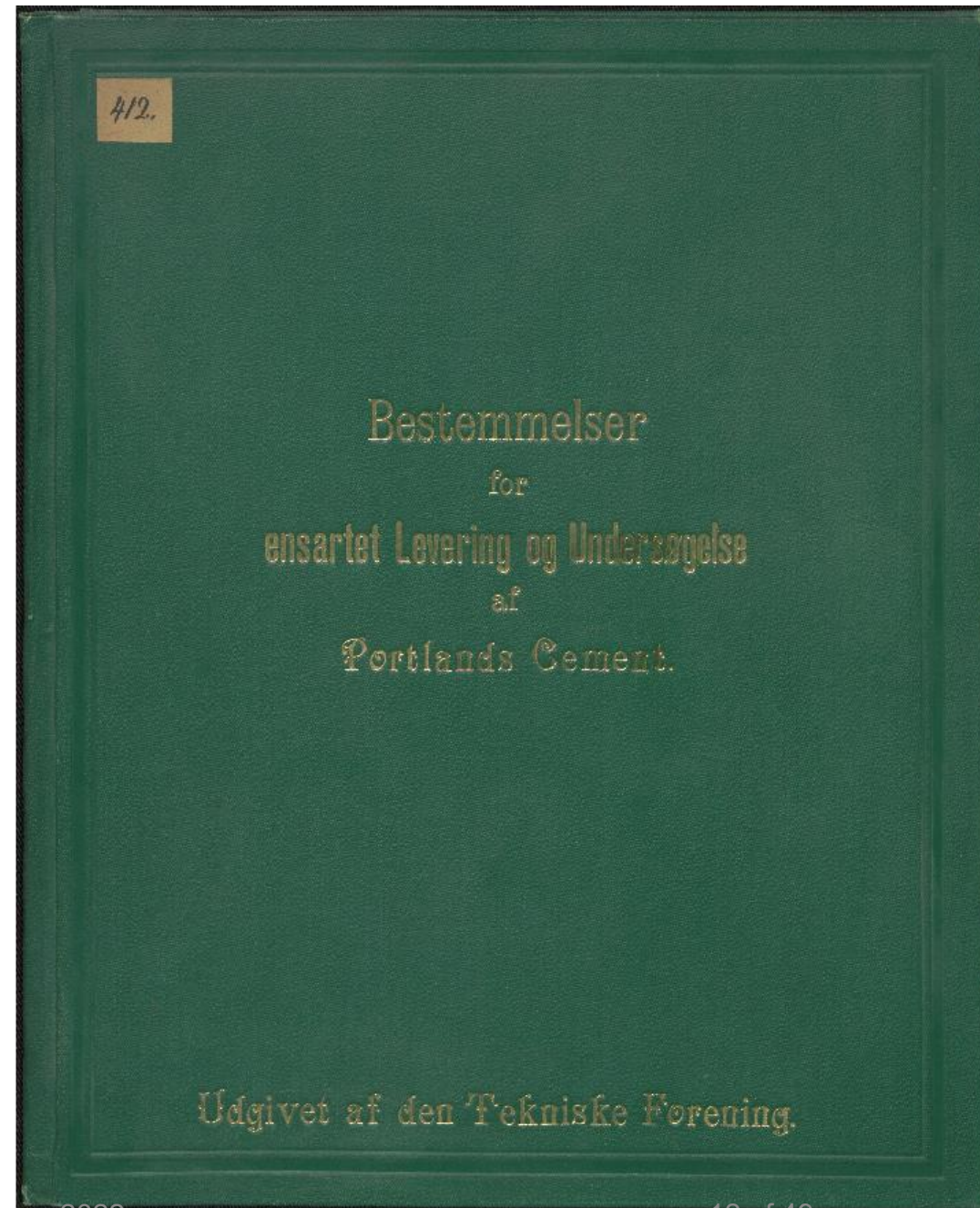


# Hvilke faser og klinkemineraler dannes?



# Kvalitet og standardisering

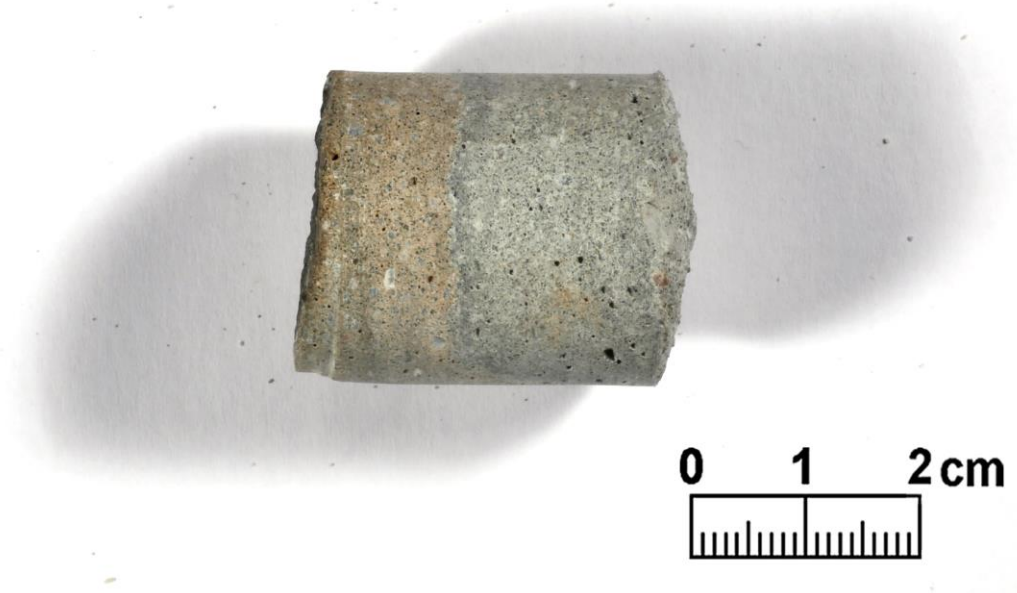
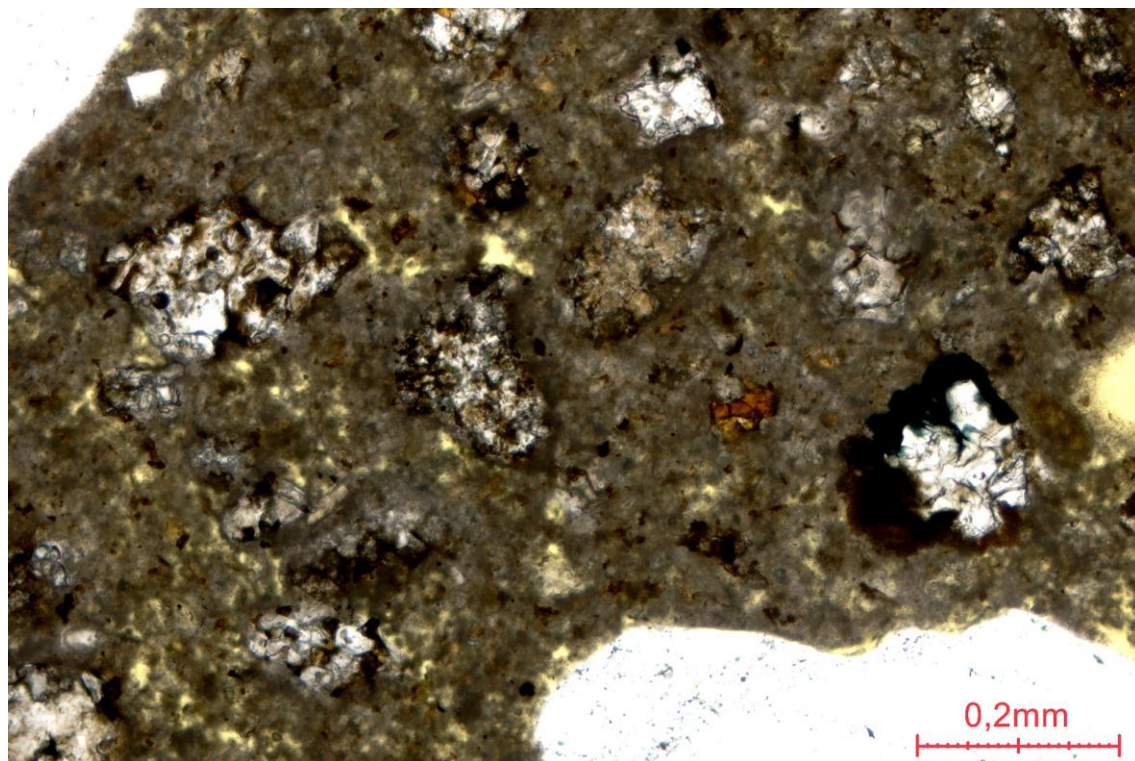
*"God portlandcement skulle have en mild, ikke ætsende smag, fordi det betød, at den ikke indeholdt et stort overskud af brændt kalk. Når man gned den mellem fingrene skulle den have en vis skarphed, fordi skarpheden antydede en lagdeling af de krystallinske blade"*



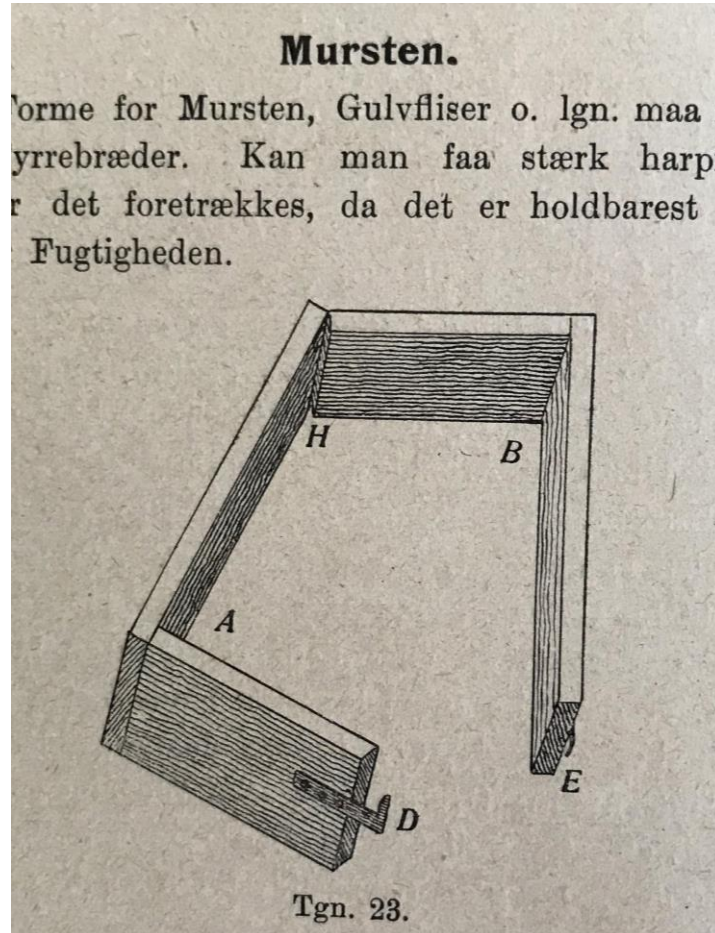
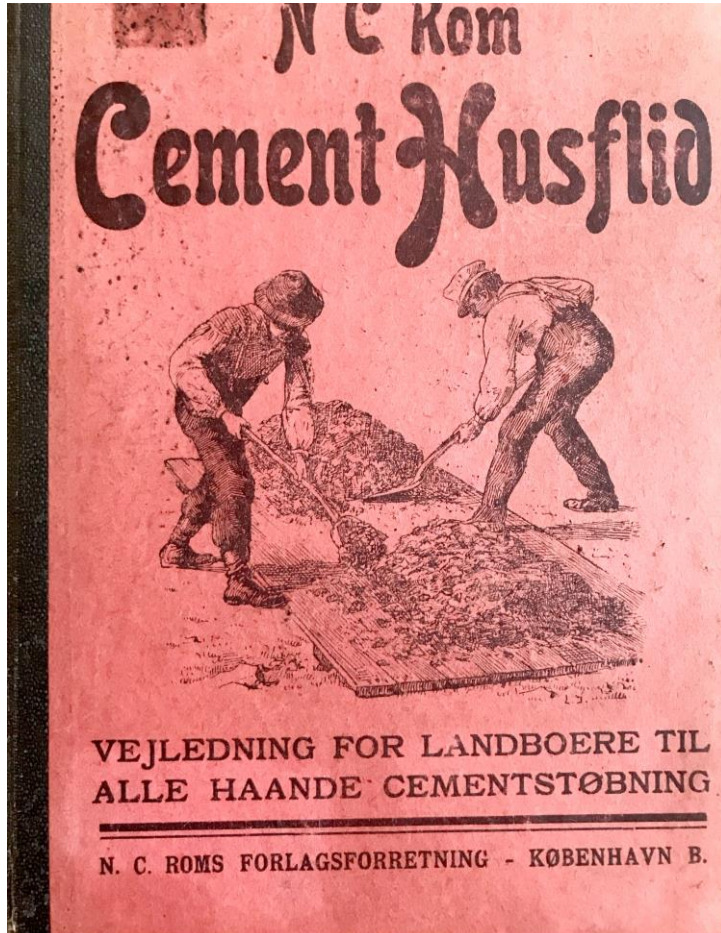
# Ornamentik

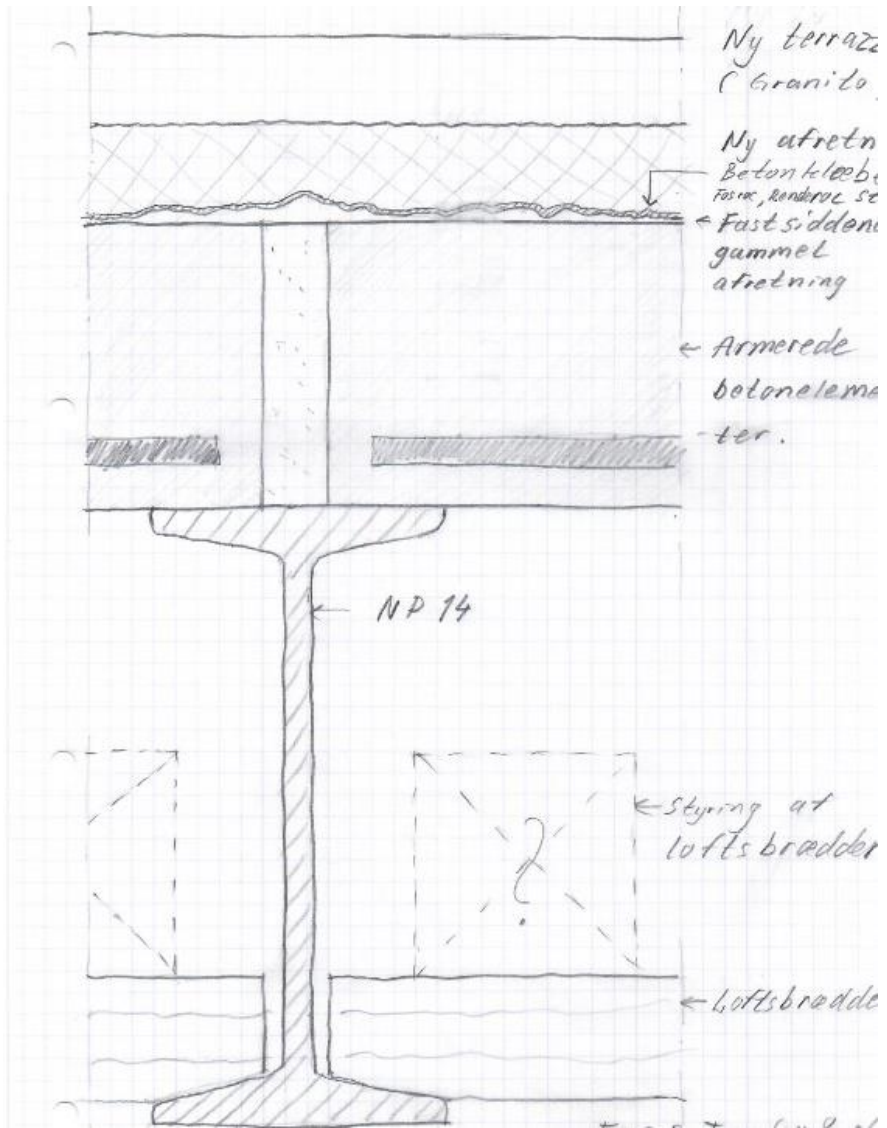


# Rene cementmørtler



# Betonvarer







# Monier (1891)



# Hennebique (1900)

Pl 8

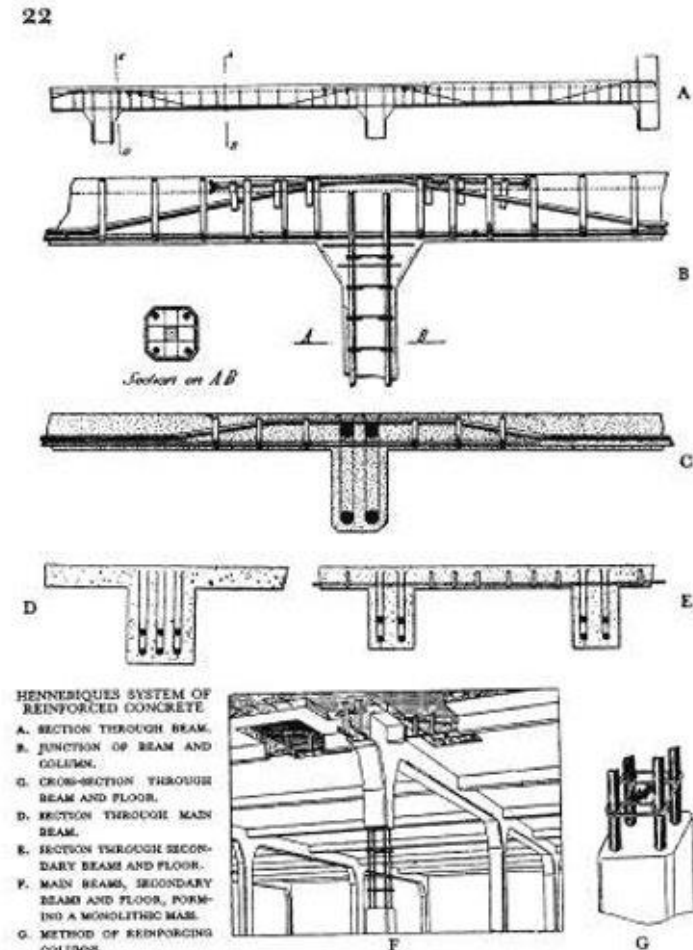
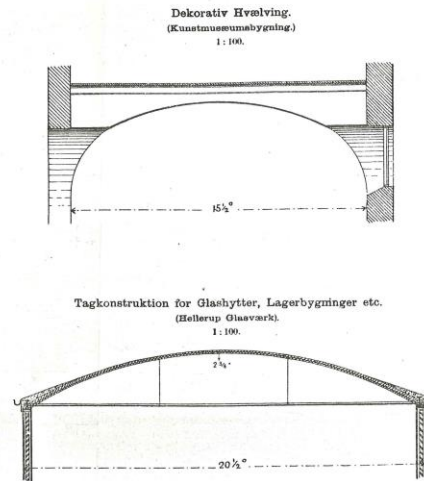
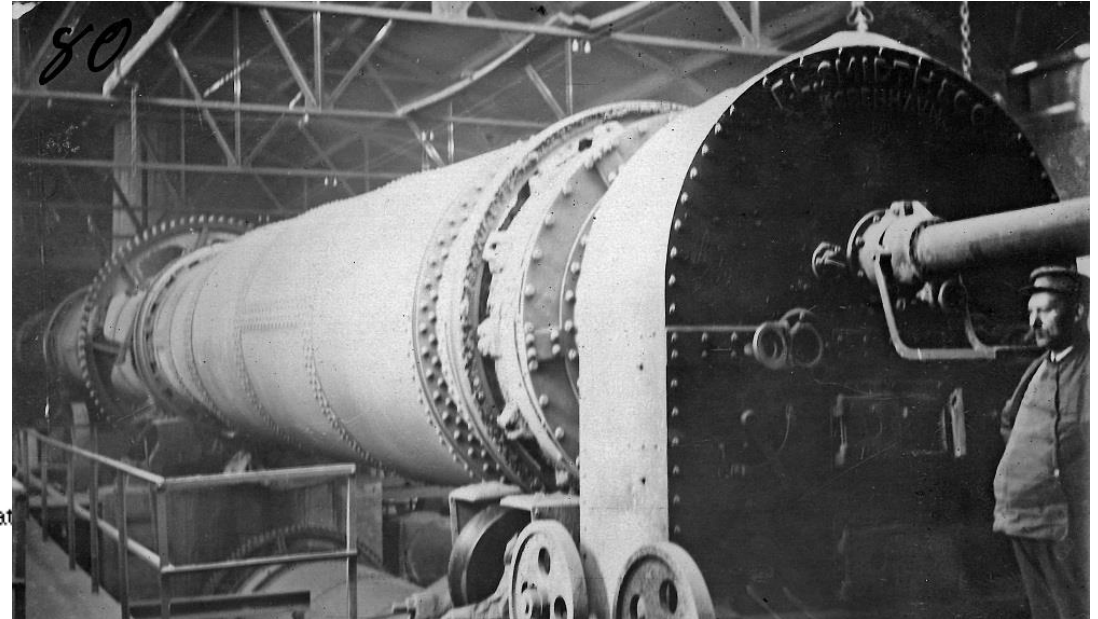
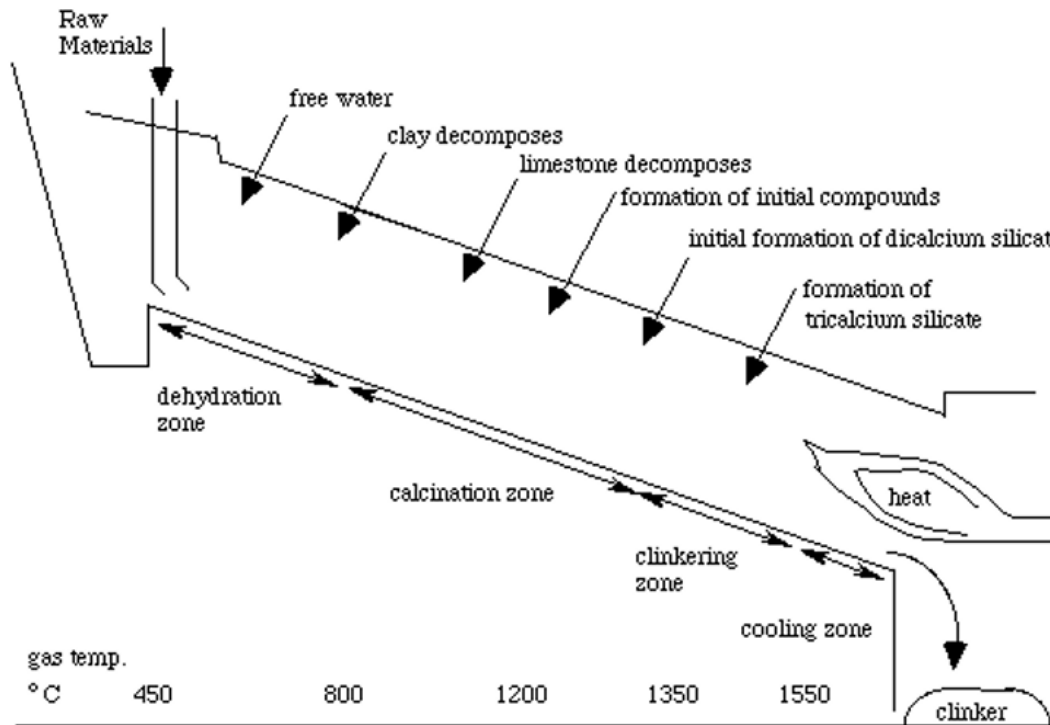


Fig. 12. System of reinforced concrete, by Hennebique (from Whittick, *European Architecture* 1).

# Roterovnen kommer til Danmark

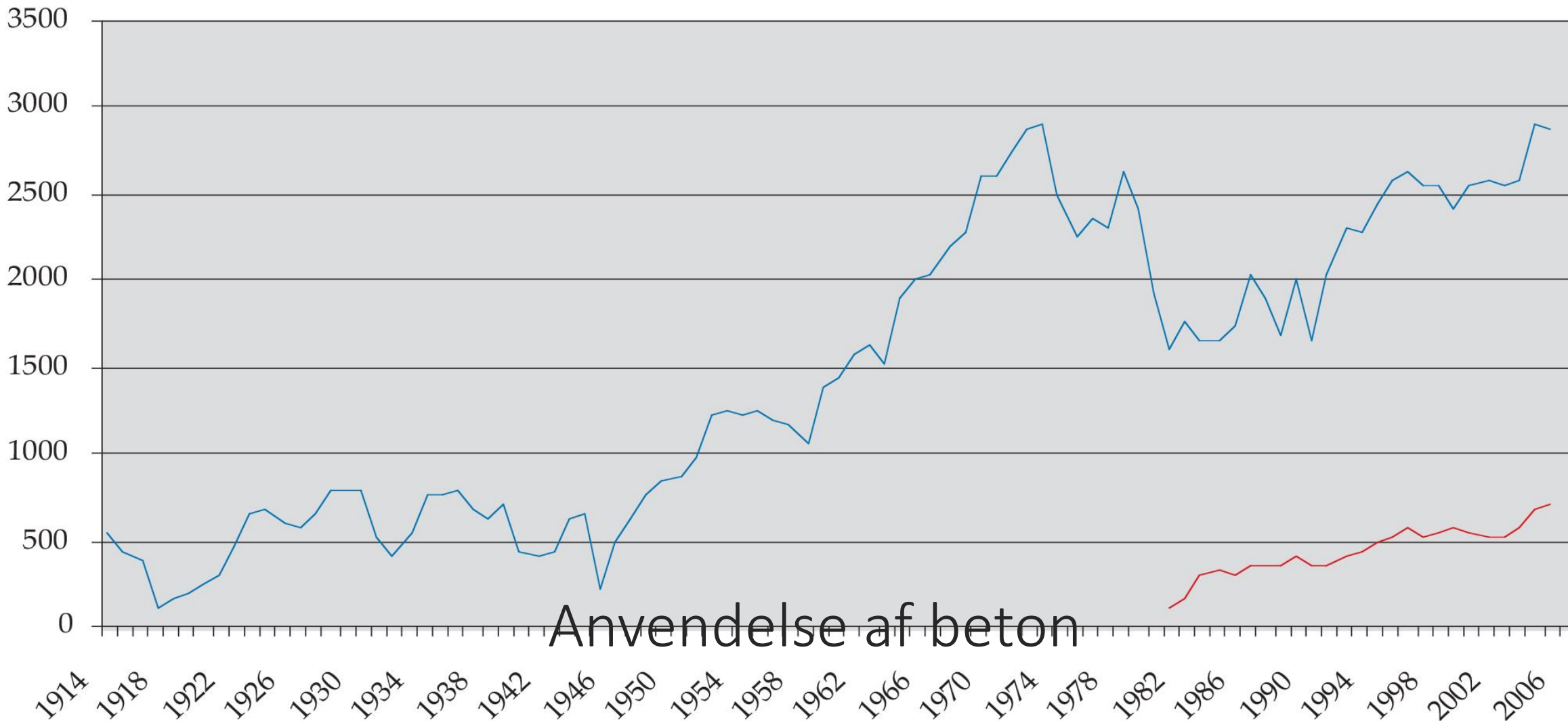


# Cementproduktion i Danmark 1914-2005

— Cement

— Heraf hvid cement

1000 tons



Anvendelse af beton

År



# Molercement

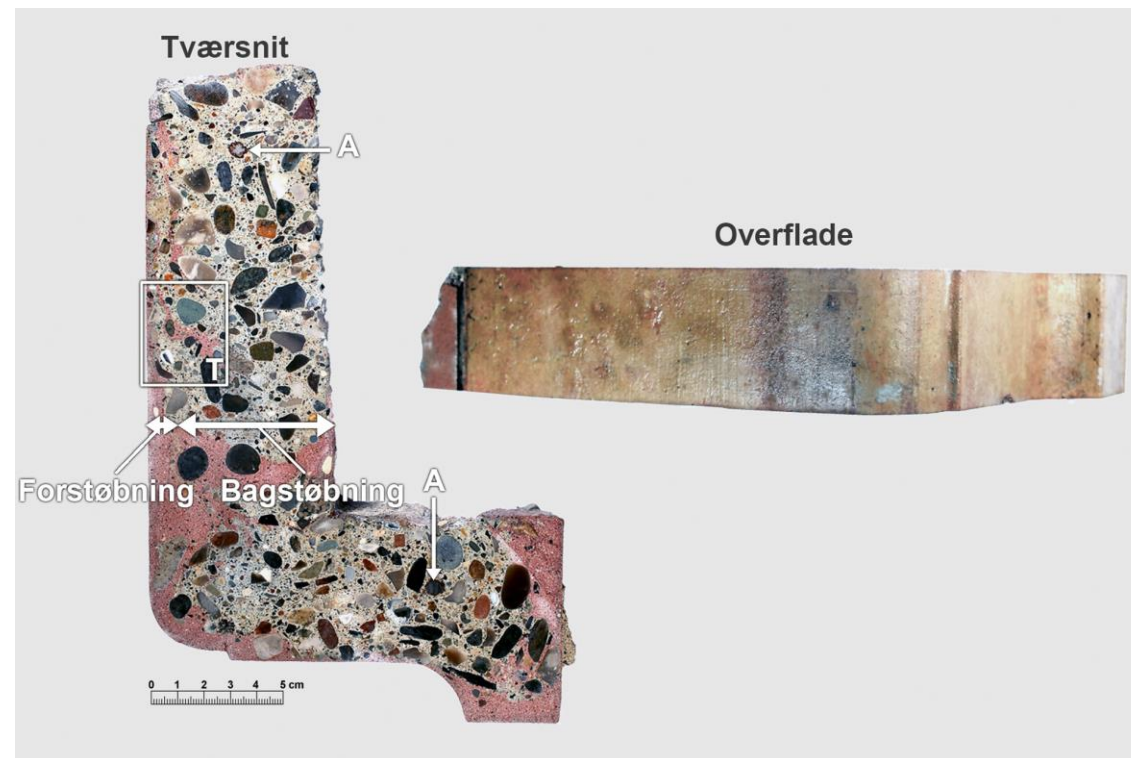
# Hvid portlandcement

*Det har været mig en glæde at udføre dette værk. Materialet er fornuftigt og rigtigt. Cementen er ganske ypperlig, og det bliver sandsynligvis fremtidens materiale til Kunstværker, fordi den er billig og smuk.*

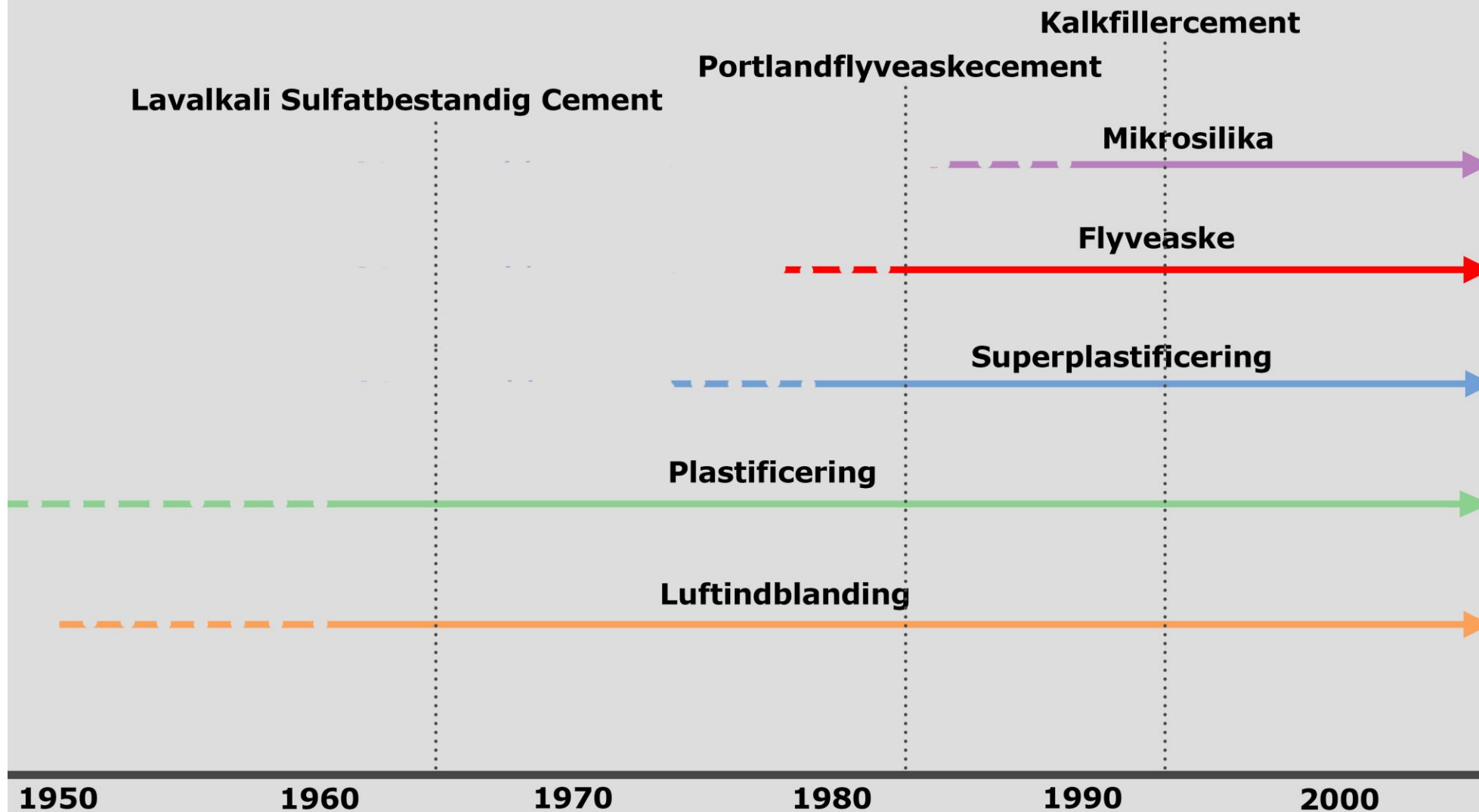
*Hugo Lisberg, 1935*



# Kunststen



# Beton efter anden verdenskrig



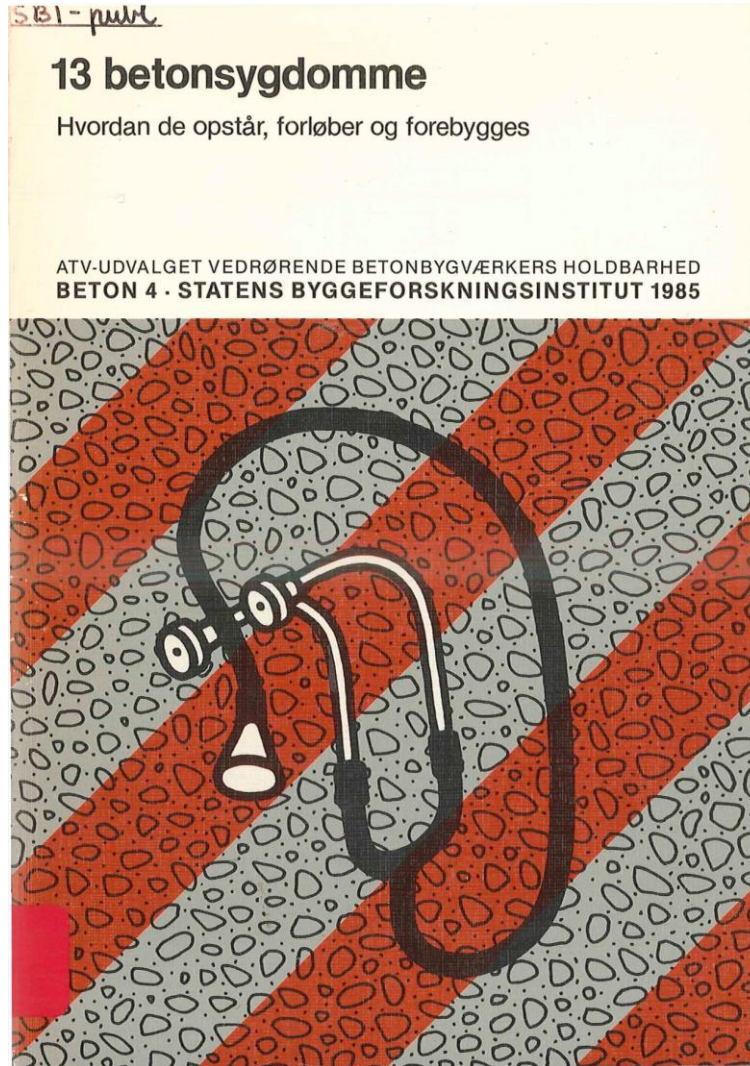
# Beton et udskældt materiale

---





# Nedbrydning af beton



1. Alkalikiselreaktion
2. Carbonatisering
3. Chloridindtrængning
4. Frost/tø-angreb
5. Hærdevarme
6. Instabilitet hos frisk beton
7. Krybning
8. Nitratangreb
9. Organisk nedbrydning
10. Rustdannelse
11. Sulfatangreb
12. Svind
13. Syreangreb

# DS/EN 1504-serien

- De 10 delstandarder:

DS/EN 1504-1 Formål og definitioner

DS/EN 1504-2 Overfladebeskyttelse

DS/EN 1504-3 Konstruktiv og æstetisk reparation

DS/EN 1504-4 Konstruktiv forstærkning ved pålimning af armering

DS/EN 1504-5 Betoninjektion

DS/EN 1504-6 Mørtelinjicering og ankre samt udfyldning af hulrum

DS/EN 1504-7 Beskyttelse mod armeringskorrosion

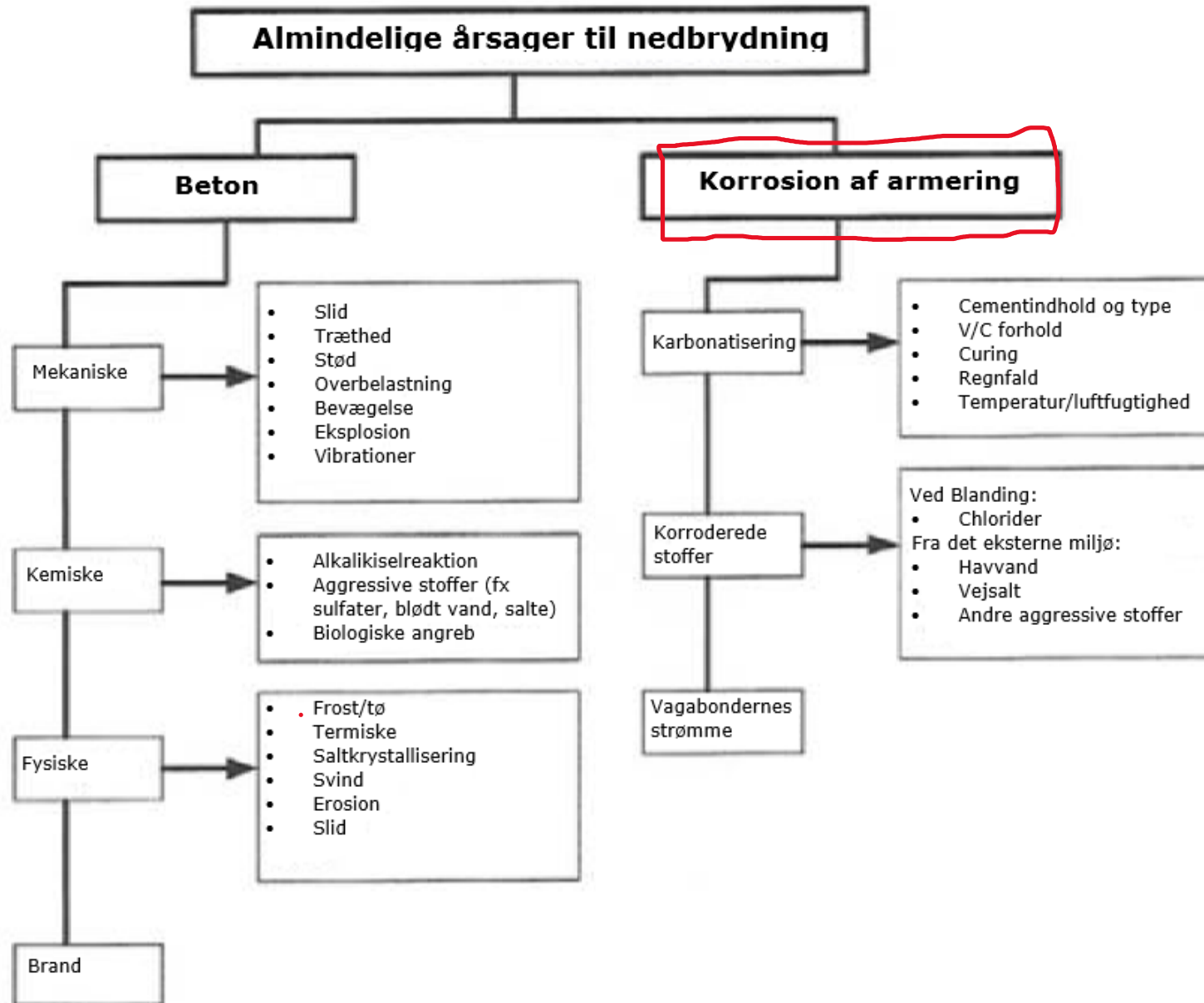
DS/EN 1504-8 Kvalitetskontrol og overensstemmelse

DS/EN 1504-9 Almindelige principper for anvendelse af produkter og systemer

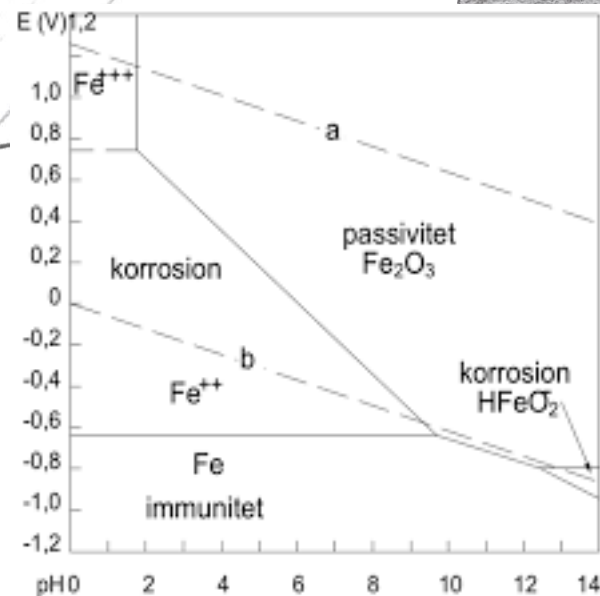
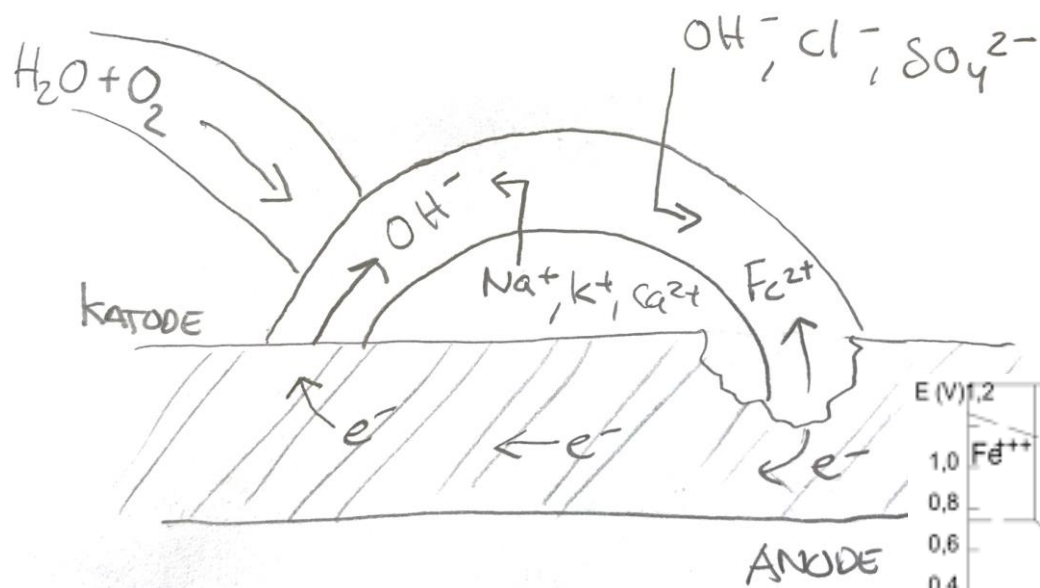
DS/EN 1504-10 Byggepladsanvendelse af produkter og systemer samt kvalitetskontrol af udført arbejde

# DS/EN 1504: Forundersøgelse og rapportering

*En betonkonstruktion kan kun repareres og/eller beskyttes, hvis årsagen til skaden er kendt og kan fjernes ved at udføre reparation og/eller beskyttelse*



# Armeringskorrosion (chlorid/carbonatisering)



# Armeringskorrosion eksempler



# Altaner



den 30. September 2022

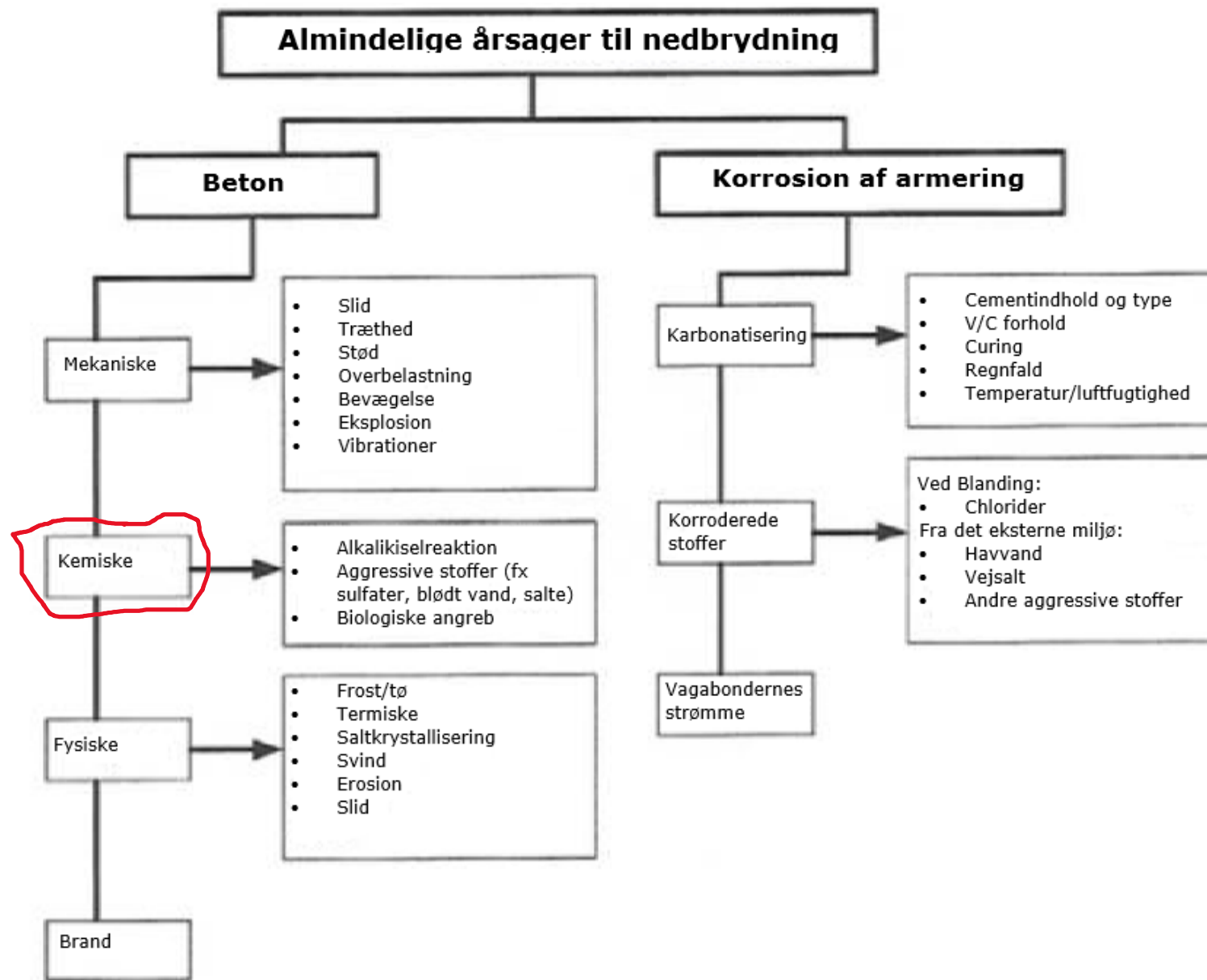
# Gårddæk

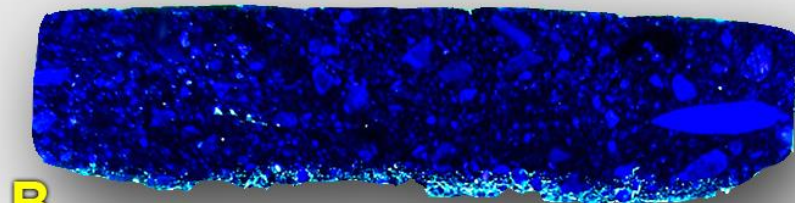
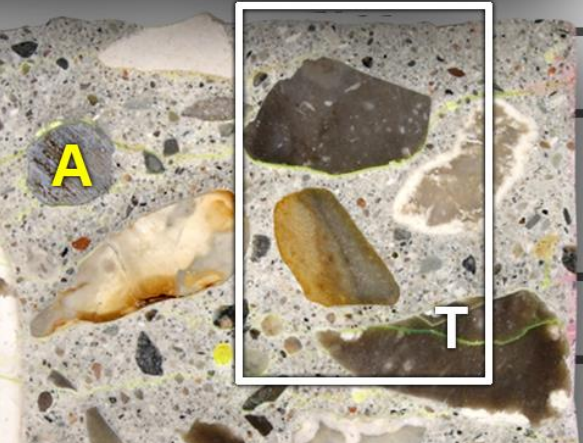
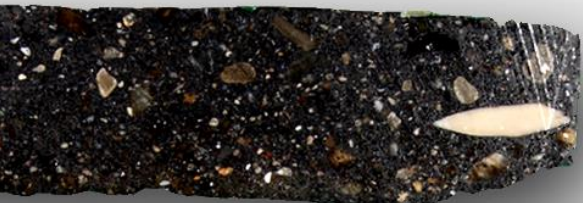






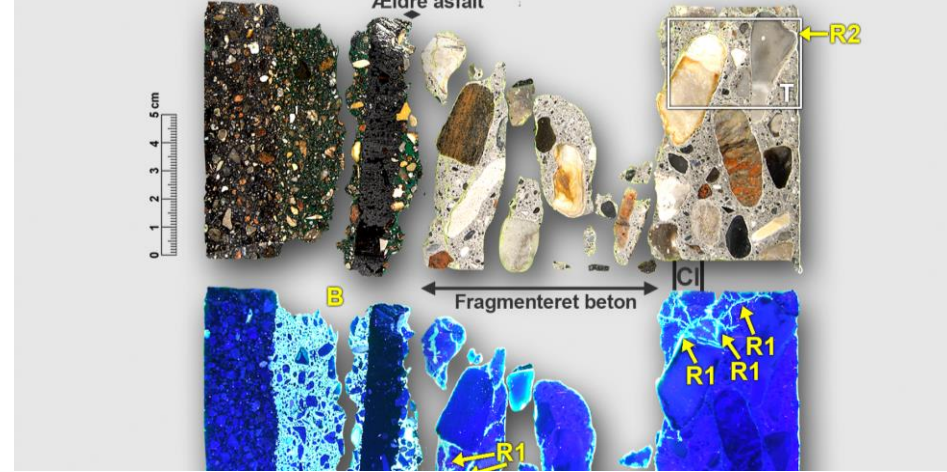






# Alkaliskel reaktion

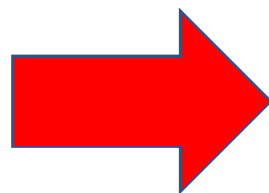
- For at reaktionerne kan ske skal følgende være tilstede:
- Reaktive partikler I tilslaget (kisel).
- Alkalier (natrium, kalium - fra cement og tilført fra vejsalt, havvand mm.)
- Vand
- Høj pH-værdi





## Reparation af beton

- Tilstandsundersøgelse af konstruktionen  
→ Hvad er problemet?
- Årsagen/årsagerne til skaden skal identificeres
- Hvilke løsninger er der?
- Valg af beskyttelses- og reparationsprincip/-principper (11 principper i DS/EN 1504-9)
- Valg af metode(r) ud fra typen af skader (43 reparationsmetoder)
- Reparationsmetoder skal være holdbare
- Reparationsmetoder skal kunne gennemføres ved brug af produkter og systemer jf. DS/EN 1504-2 til -7 (kun CE-mærkede produkter)

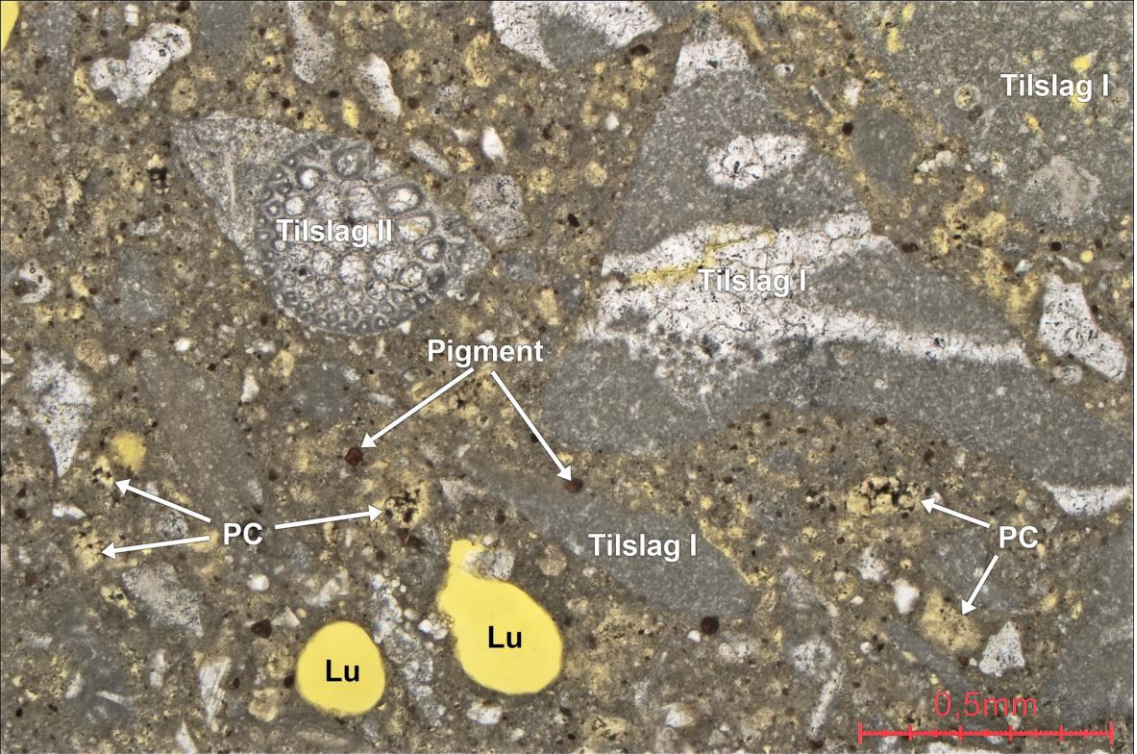


**Reparation af fredet/  
bevaringsværdig  
beton?**

# Reparationsmaterialer og CE-mærkning



# Råmaterialer der ikke længere produceres







# Pletreparationer

# Overfladebehandling eller "original" overflade?



# Overfladebehandling eller ”original” overflade?

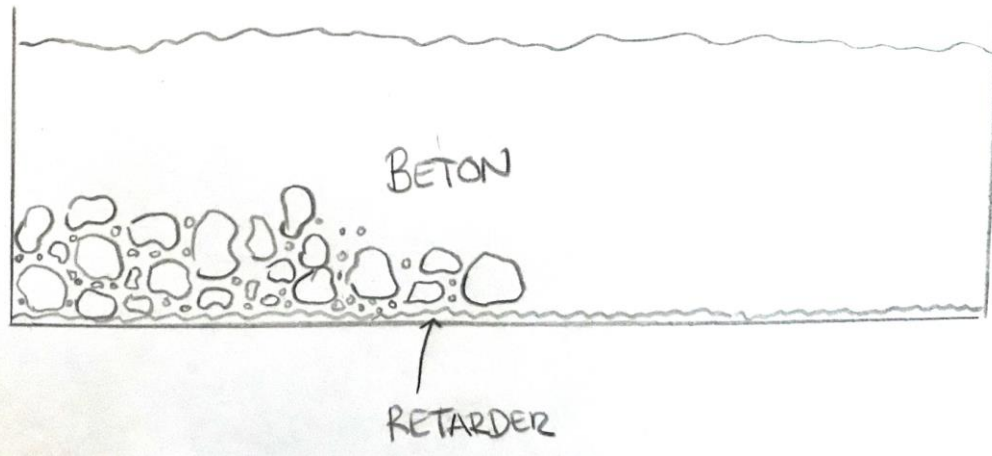
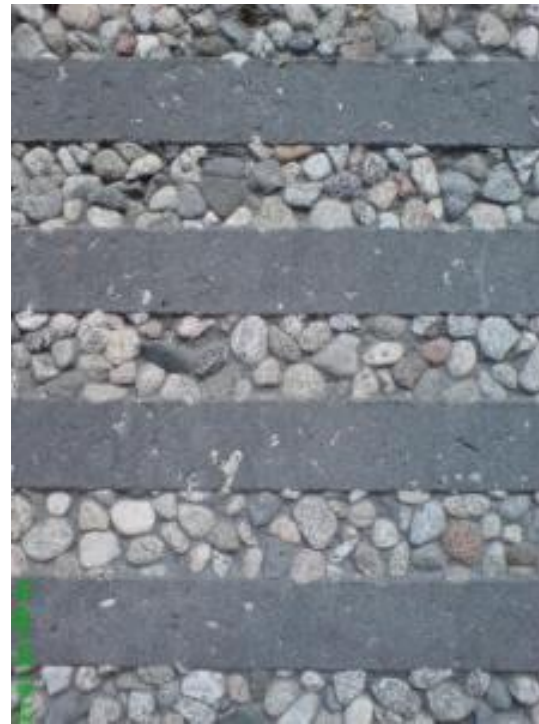


- Tårnets enkle og overbevisende arkitektoniske udtryk gør det sammen med den ubehandlede jernbetonoverflade til et bemærkelsesværdigt bygningsværk både på opførelses-tidspunktet og i dag, jf. brev af 6. juni 2000



# En særlig teknik

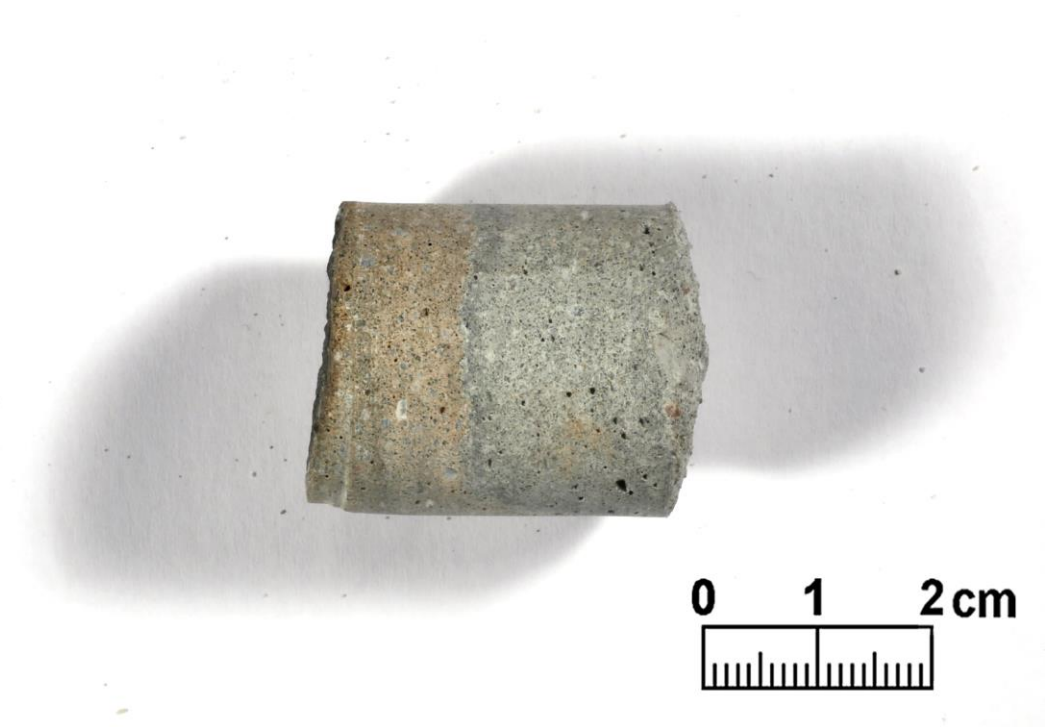
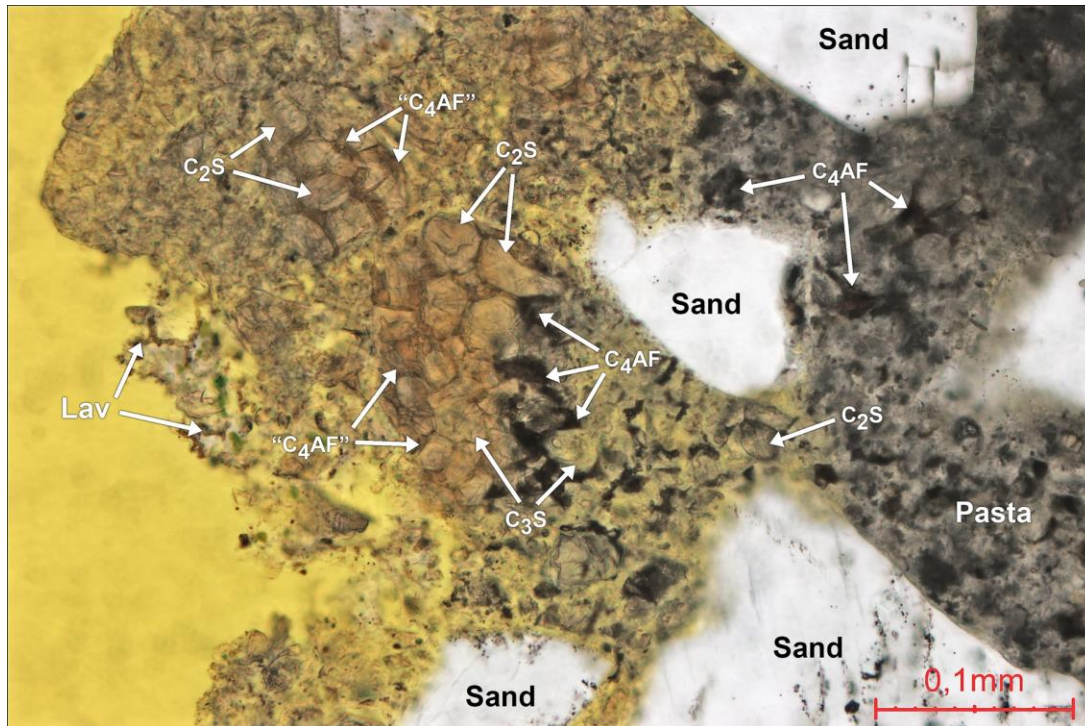




**At arbejde med den miskendte beton som et materiale af kvalitet var nyt. Vi måtte lave et utal af forsøg og prøver med tilslagsmaterialerne og forskallingen. Efter meget eksperimenteren fandt jeg frem til udelukkende at anvende bakkematerialer og at blande  $\frac{1}{2}$  hvid cement med  $\frac{1}{2}$  almindelig cement. Det gav betonen netop den varme brunhvide tone, som jeg ønskede.**

- Beton og ubehandlet træ er materialer – begge udtrykker meget direkte deres stærke stoflighed. Det var målet, at de skulle patinere smukt – og det har de gjort.”** Bornebusch

# Patinering





# Hvad skal bevares og hvad mister vi?

