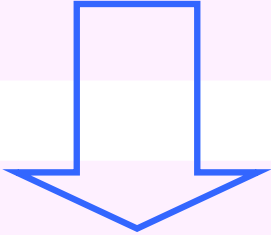
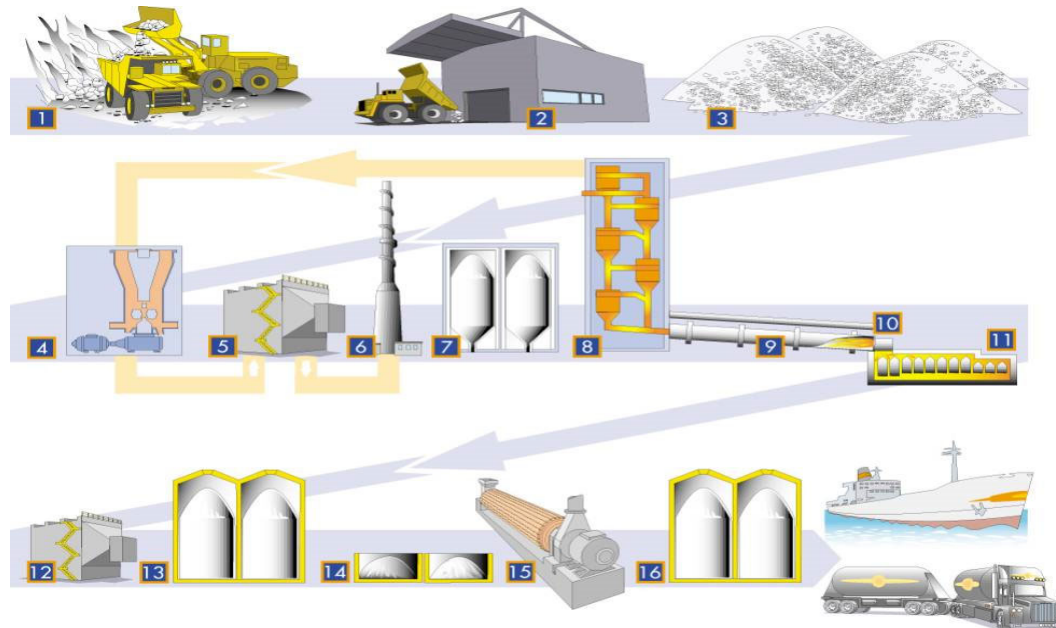


Cementtillverkning del II

Alexander Åkerlund
Cement i betong 2022

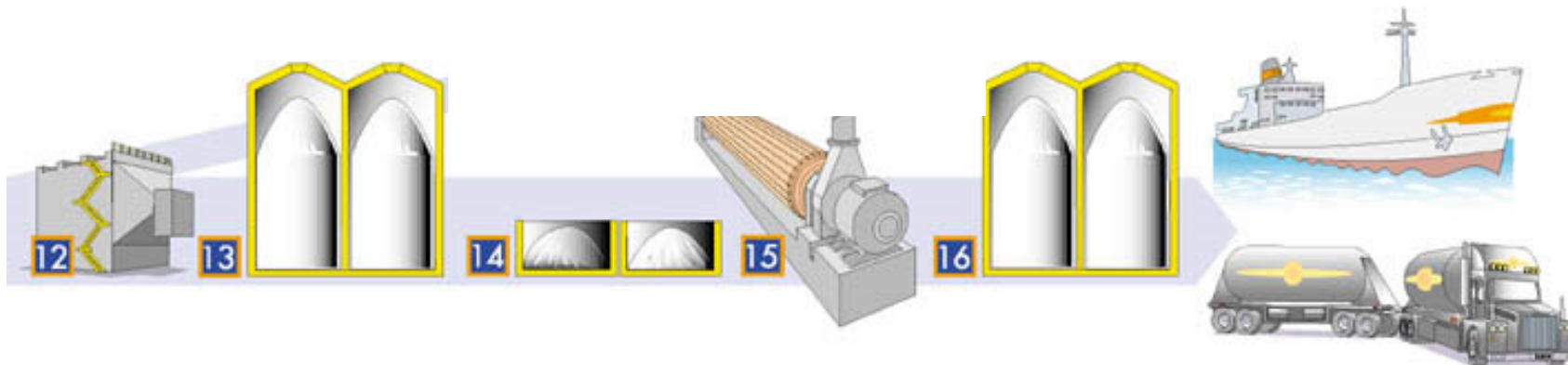
Malning sista steget i tillverkningsprocessen

- Rätt råmaterial
 - Klinkertillverkning
 - Cementmalning
- 
- Kalksten, **märgelsten**, sand
 - Bränning i ugn, kylning
 - Klinker och gips



Cementmalning

- 12. Filter
- 13. Klinkersilos
- 14. Gips- och tillsatslager
- 15. Cementkvarnar
- 16. Cementsilos



CEMENTTILLVERKNING DEL II

Delmaterial som används

- Klinker
- Gips (sulfattillsats)
- Tillsatsmaterial (kalksten, flygaska etc.)
- Järnsulfat
- Malhjälpmedel

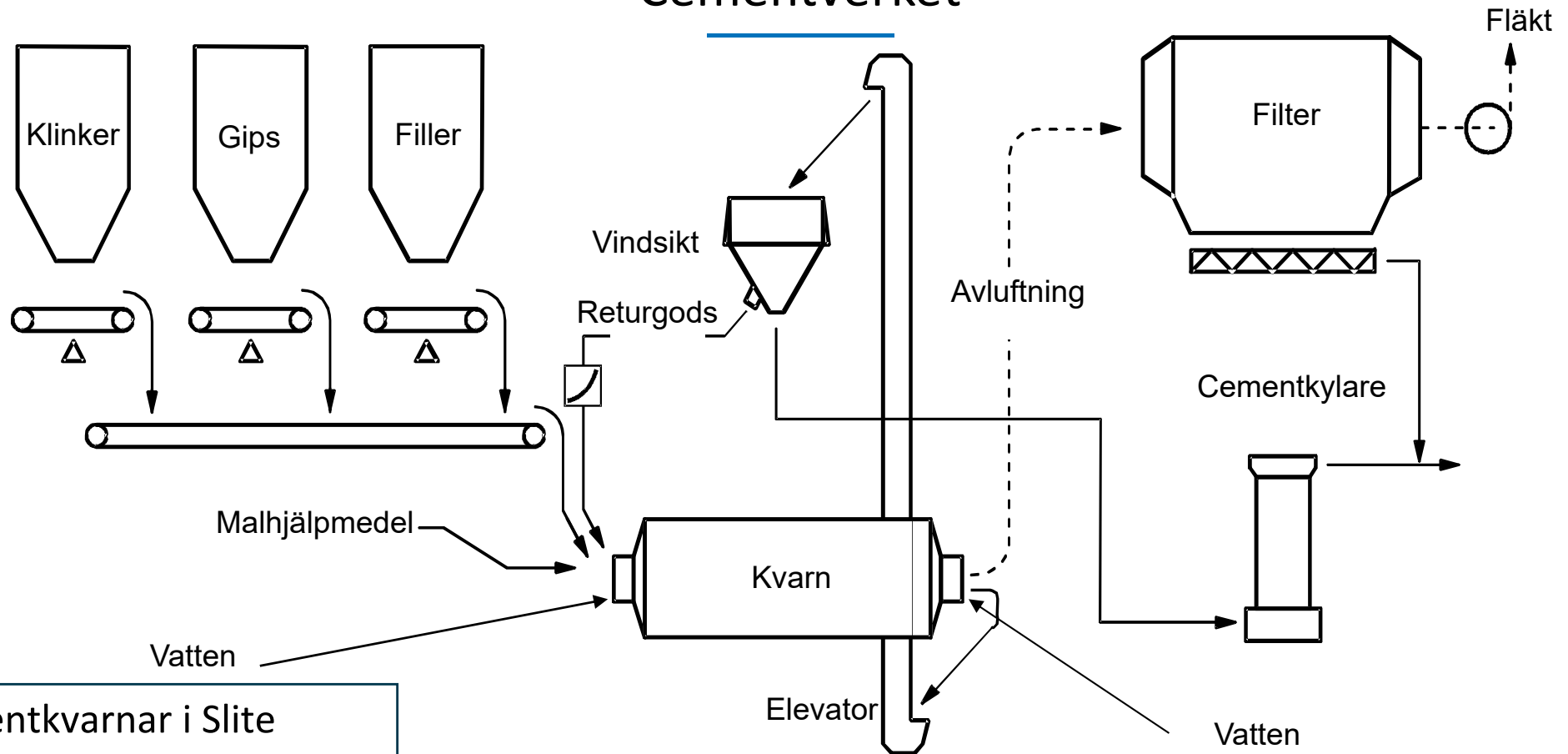


Klinker

- Portland cement klinker
 - Huvudingrediensen i cement
- Klinkermineralen påverkar cementegenskaperna
 - Olika halter av alit, belit, aluminat och ferrit
- Egenskaperna, t.ex. mineralernas storlek, påverkar malbarheten



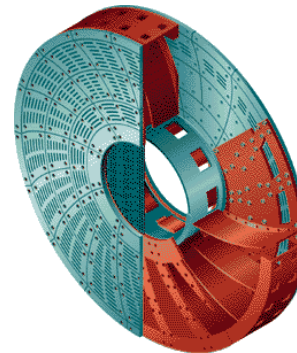
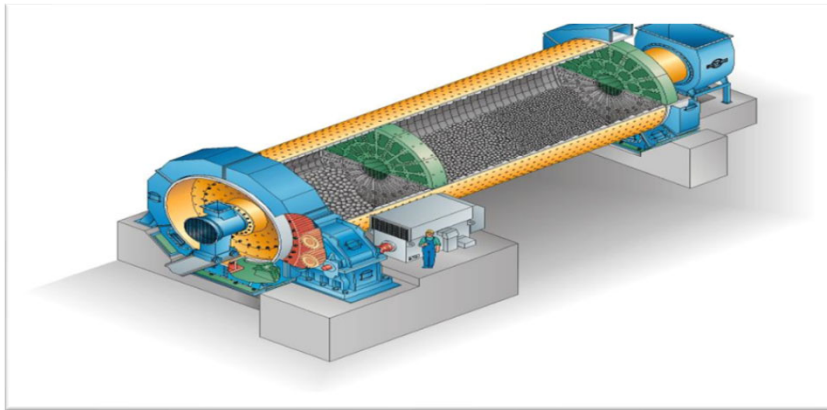
Cementverket



Cementkvarnar i Slite

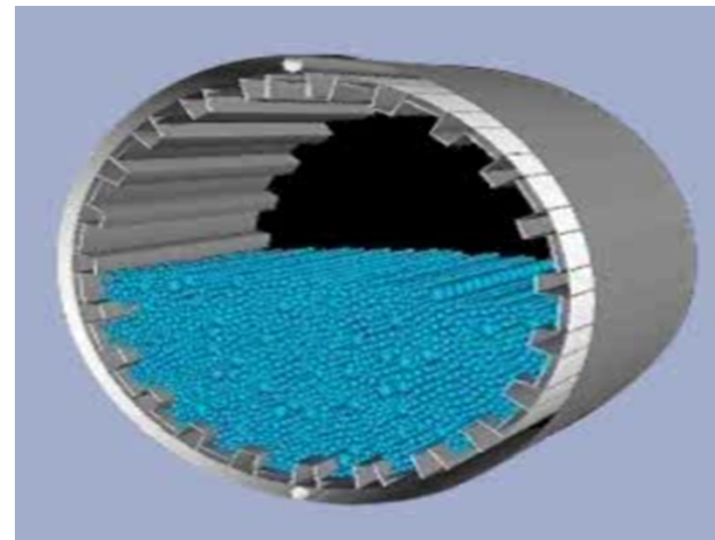
- Storlek 12-15 m.
- Kapacitet 40-130 ton/h

Cementkvarn - Tvåkammartyp



Diafragman reglerar passagen av material till nästa kammare.

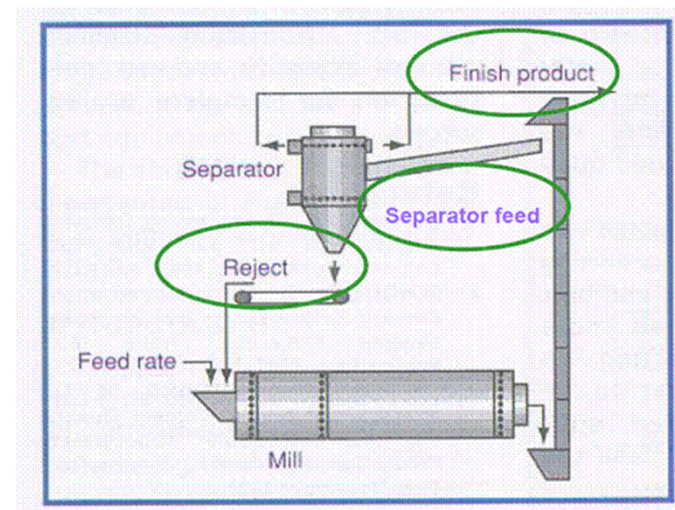
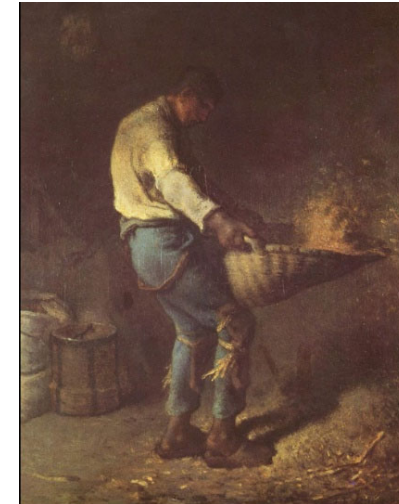
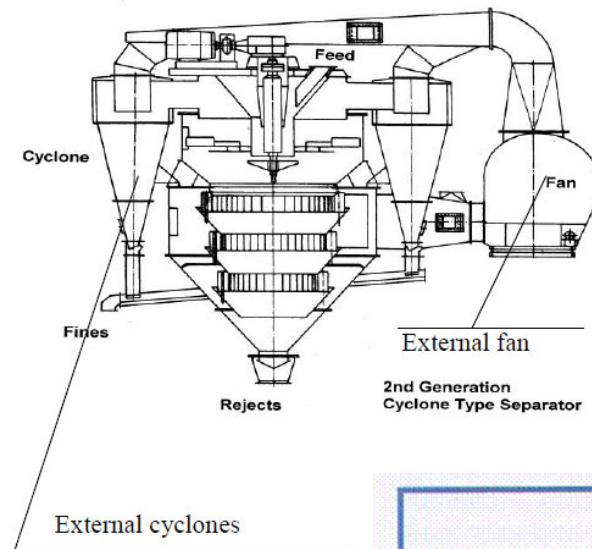
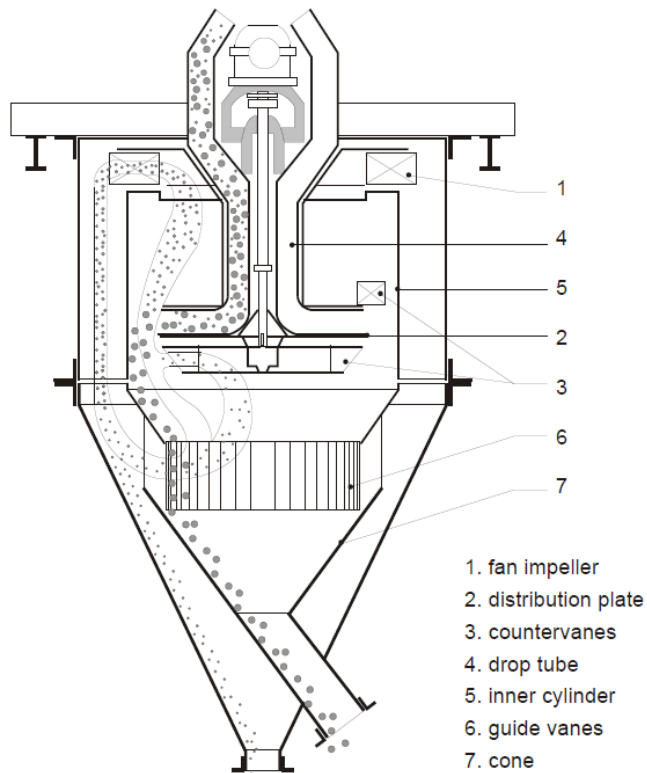
- Kammare 1: 60-90 mm i diameter
 - Bra på att mala större partiklar – krossar materialet
- Kammare 2: 20-50 mm i diameter
 - Större kontaktyta och ger effektivare malning till finare fraktioner



Bilder från kvarnundersökning



Vindsikten



Vilken betydelse har cementets finhet?

För fint; mindre än 3 μm

- Klinkern blir för reaktiv
- Utgör ca 15 % av cementet

Grov fraktion; 32-80 μm

- Ger hållfasthet på sikt, ej hunnit reagera efter 28 dygn

Idealisk fraktion; 3-32 μm

- Ger hållfasthet upp till 28 dygn
- Utgör ca 70 % av cementet

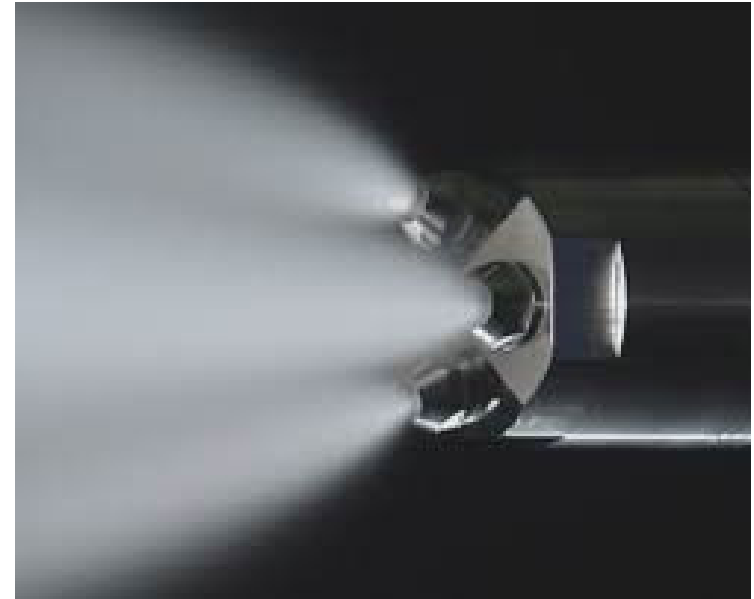
För grovt; större än 80 μm

- Betecknas som ballast – bortkastad klinker

1 μm (mikrometer) = 0,001 mm

Kylning i kvarnen

- Vid malningen frigörs stora mängder värme som påverkar cementet på olika sätt
- Processen kylv genom vatteninsprutning
- Temperaturen i kvarnen bör vara under 120°C



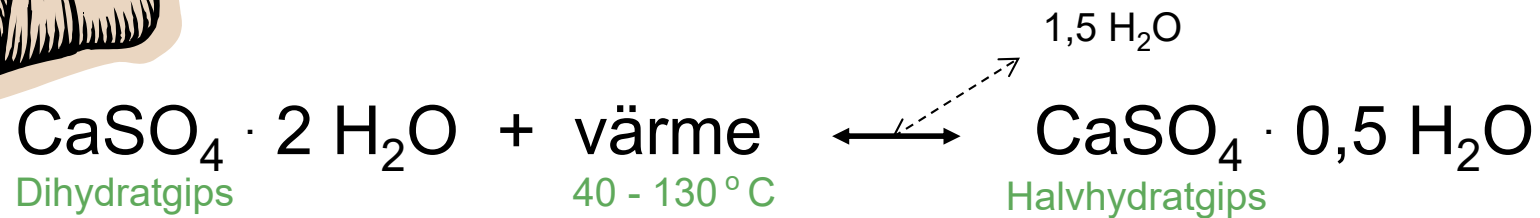
Olika typer av sulfat

- Gips
 - Dihydrat $\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - Halvhydrat $\text{CaSO}_4 + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$
 - Anhydrit CaSO_4
- Naturlig anhydrit CaSO_4
- Klinkersulfat
 - Alkali sulfater (ex K_2SO_4 , Na_2SO_4)
- Grönsalt FeSO_4

Exempel

- Naturgips används i Slite och Skövde.
- Slite använder också gipsslurry från skrubbern

Gips

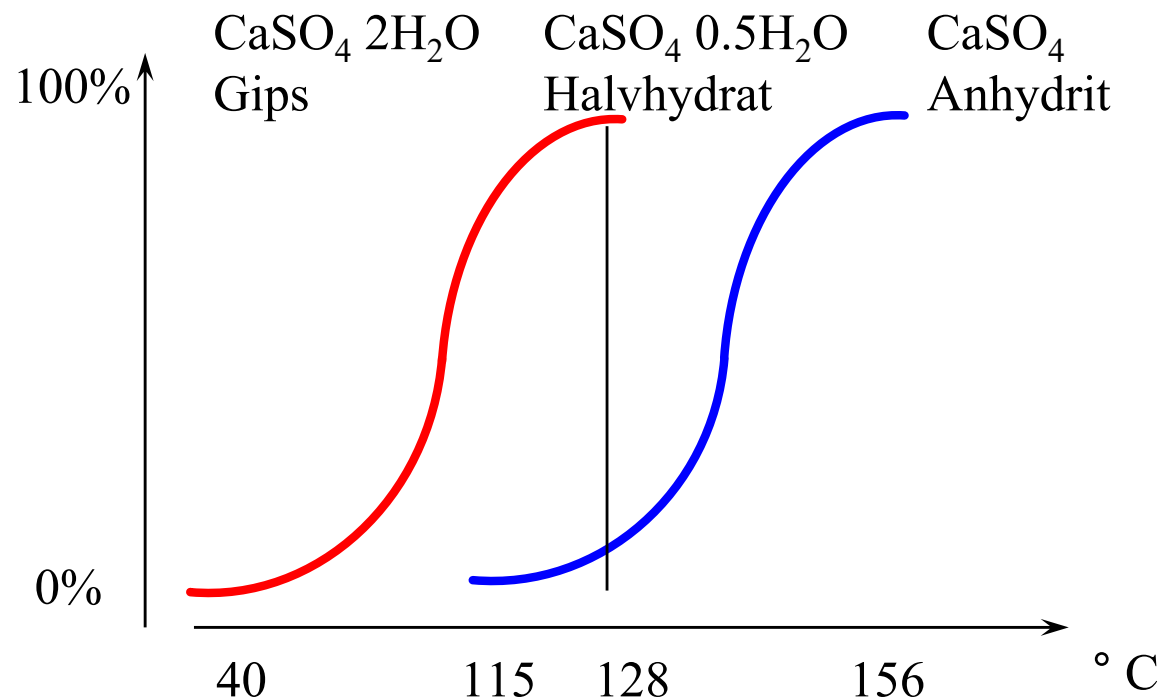


Naturgips + värme $\longleftrightarrow$ modell - / stuckgips och vatten

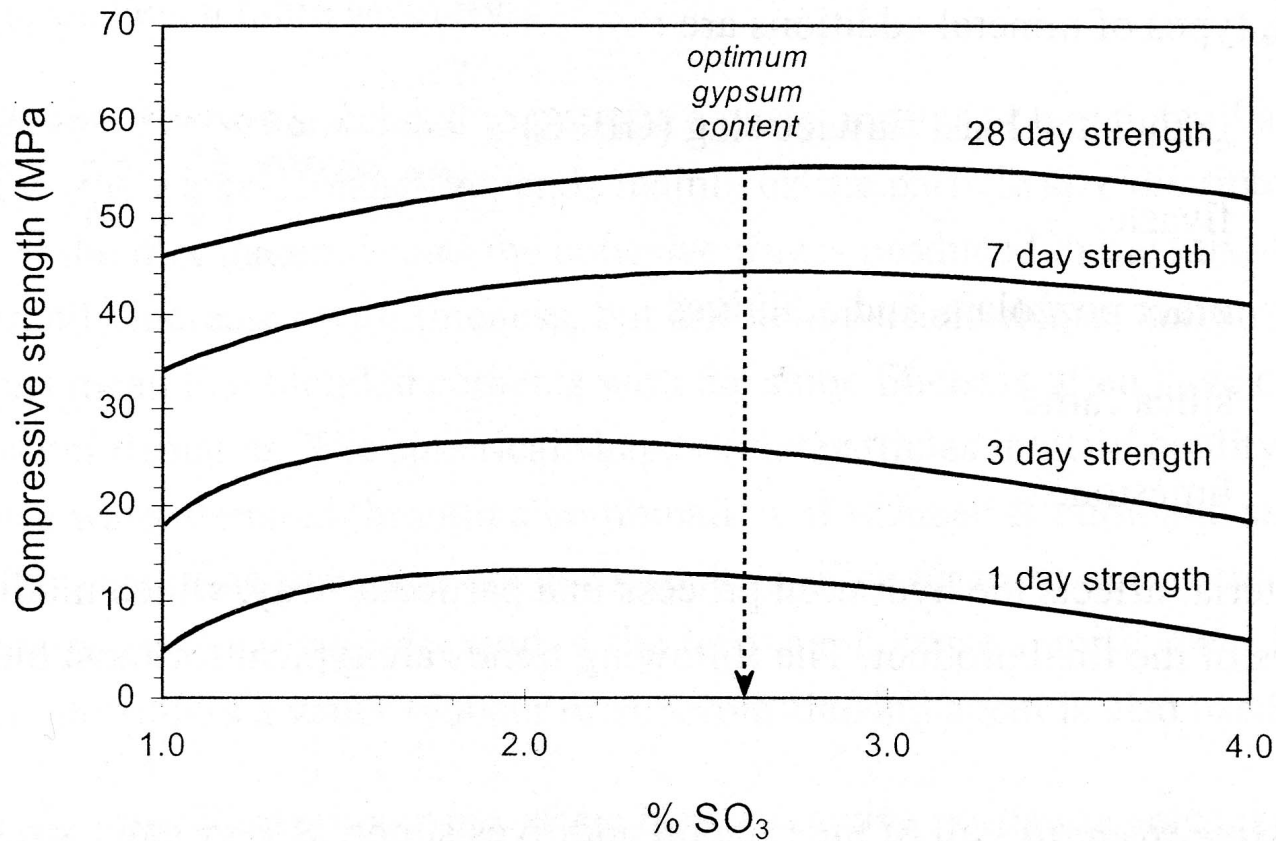


Gipsens avvattning

- För hög temp -> för mycket halvhydratgips
- För låg temp -> för mycket dihydratgips kvar
- 50/50 di-/halvhydrat en klassisk fördelning som ger bra egenskaper
 - Numera ligger vi ofta på andra nivåer

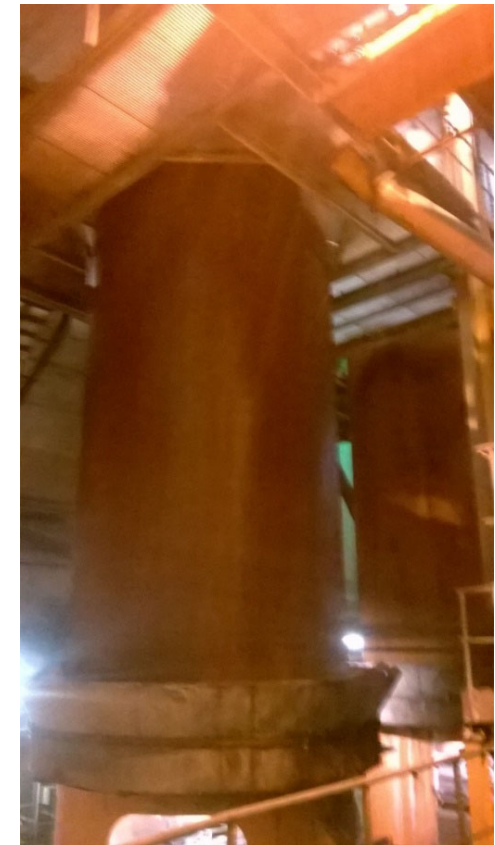
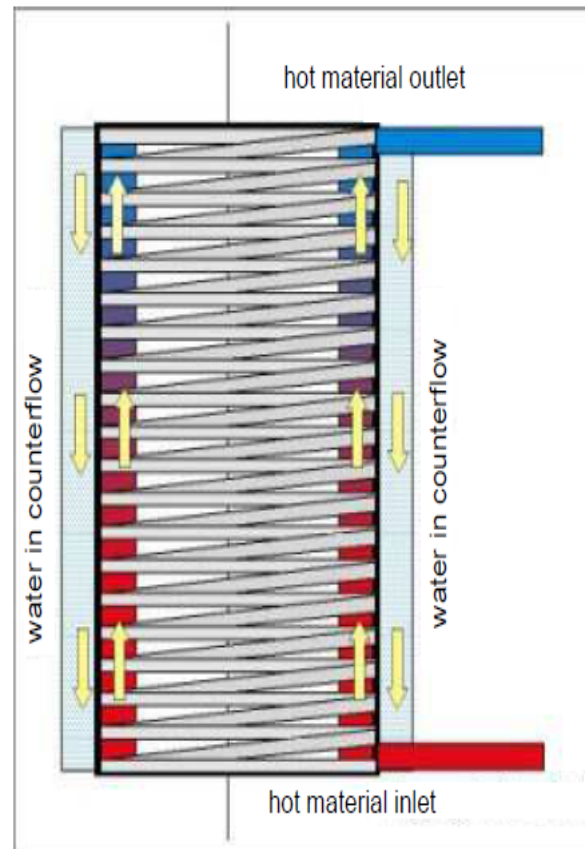


"Rätt" gipshalt gynnar hållfastheten



Kylning av mald cement

- Det färdiga cementet har en temperatur av ca 100°C när det lämnar vindsikten
- Måste kylas till temperatur under 65°C
- Gipsen i det varma cementet kan tillsammans med alkali bilda *syngenit*
- Syngeniten orsakar hanterbarhetsproblem



”Kromatreduktion”

Tillsättning av järnsulfat, ”grönsalt”, $\text{FeSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ för att åstadkomma ”kromatreduktion”

- Tre-värt krom kommer från råmaterial och från högtemperatur-stål
- I ugnens heta zon oxideras Krom-3+ till Krom-6+
- Cr^{6+} är cancerogent och allergent
- Grönsalt (järnsulfat, Fe^{2+}) tillsätts för att reducera Cr^{6+} till Cr^{3+}

Malhjälpmedel

- Förhindrar
 - att cementkornen klumpar ihop sig till små aggregat pga elektrostatiska krafter
 - att cementen bakar fast på malkulor och väggar
- Förbättrar avskiljningen i vindsikten
- Minskar energiförbrukning
- Förbättrar cementets hanterbarhet
- Optimeras utifrån
 - Produktion
 - Tryckhållfasthet
 - Bindetid
 - Flytegenskaper
 - Energiförbrukning

~500 ppm tillsätts



Användning av CKD - Cement Kiln Dust

Biprodukt från ugnprocessen

- Finkornigt, dammigt och klibbigt material

Användningsändamål är

- Tillsats i cement
- Multicem
- Tätning av deponier

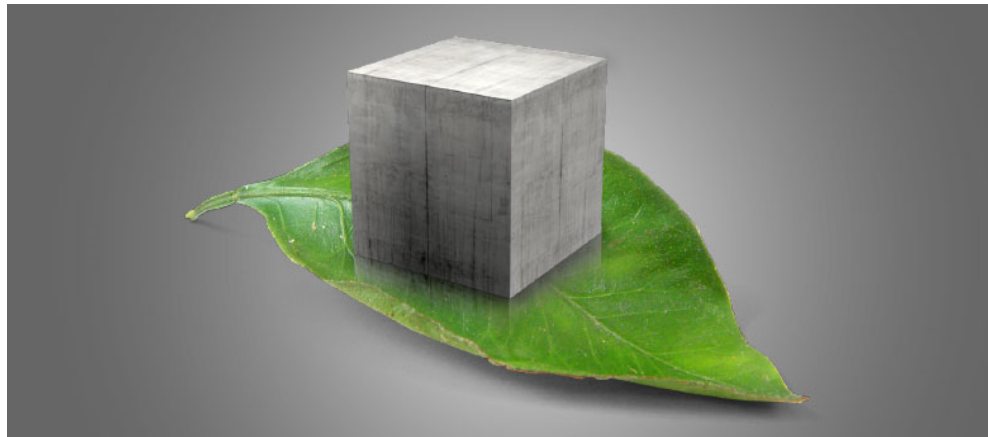


Fillermaterial/tillsatsmaterial

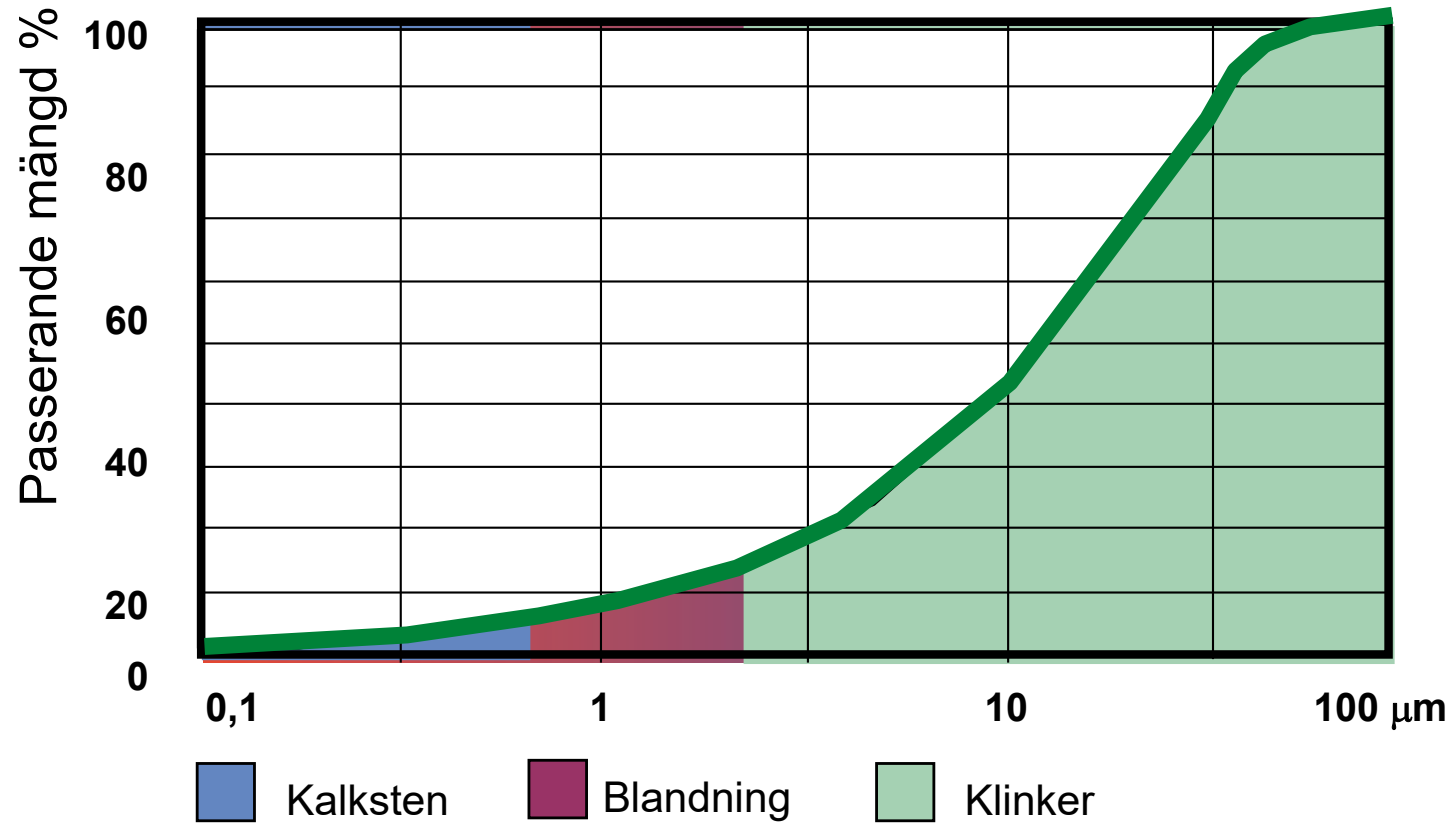
Kalksten
Flygaska
Oljeskifferaska
Slagg
Vulkaniska material
Kalcinerad lera



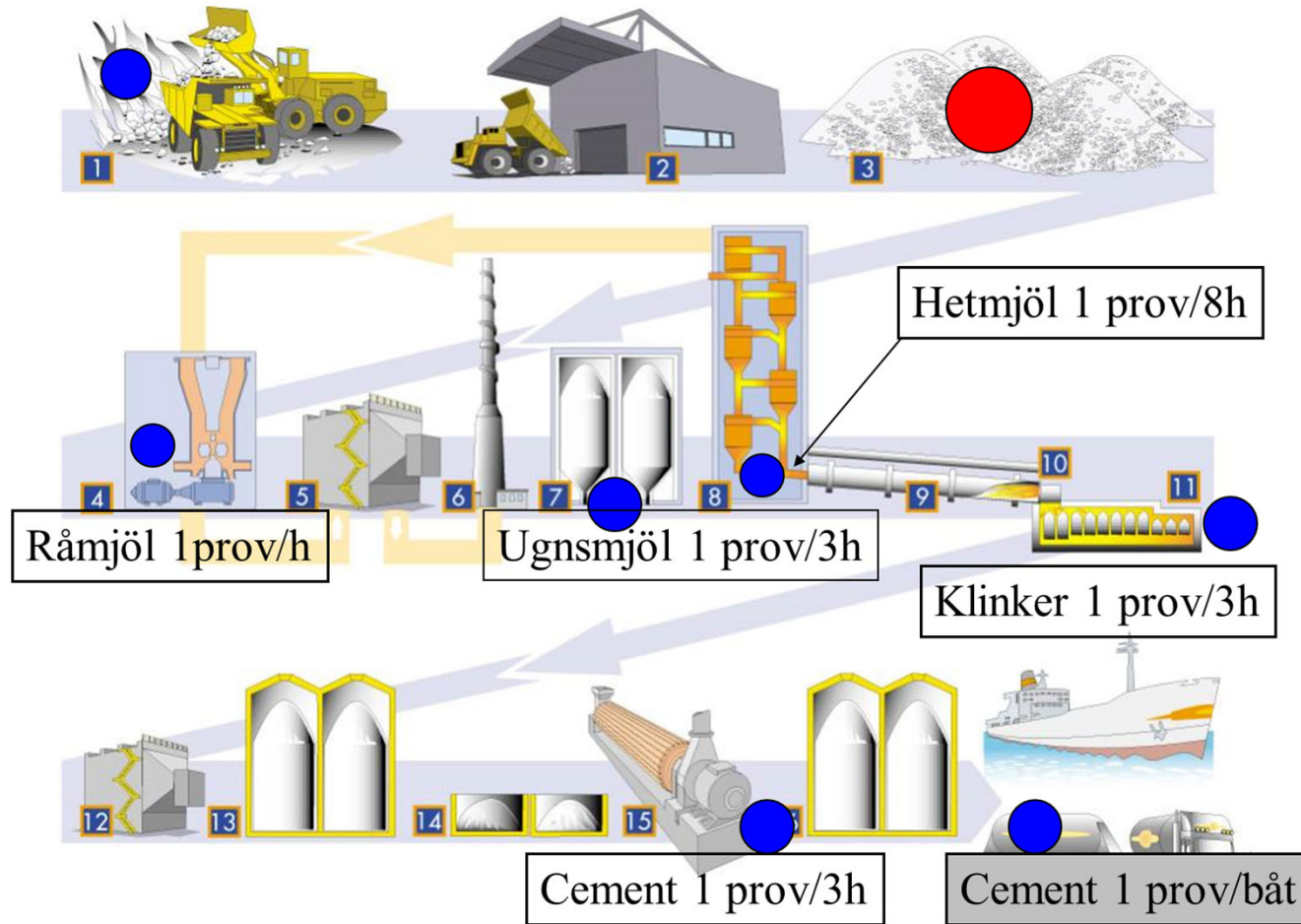
Ger delvis hydrauliska egenskaper
Förbättrar klimatprofilen



Kornfördelning - Byggcement



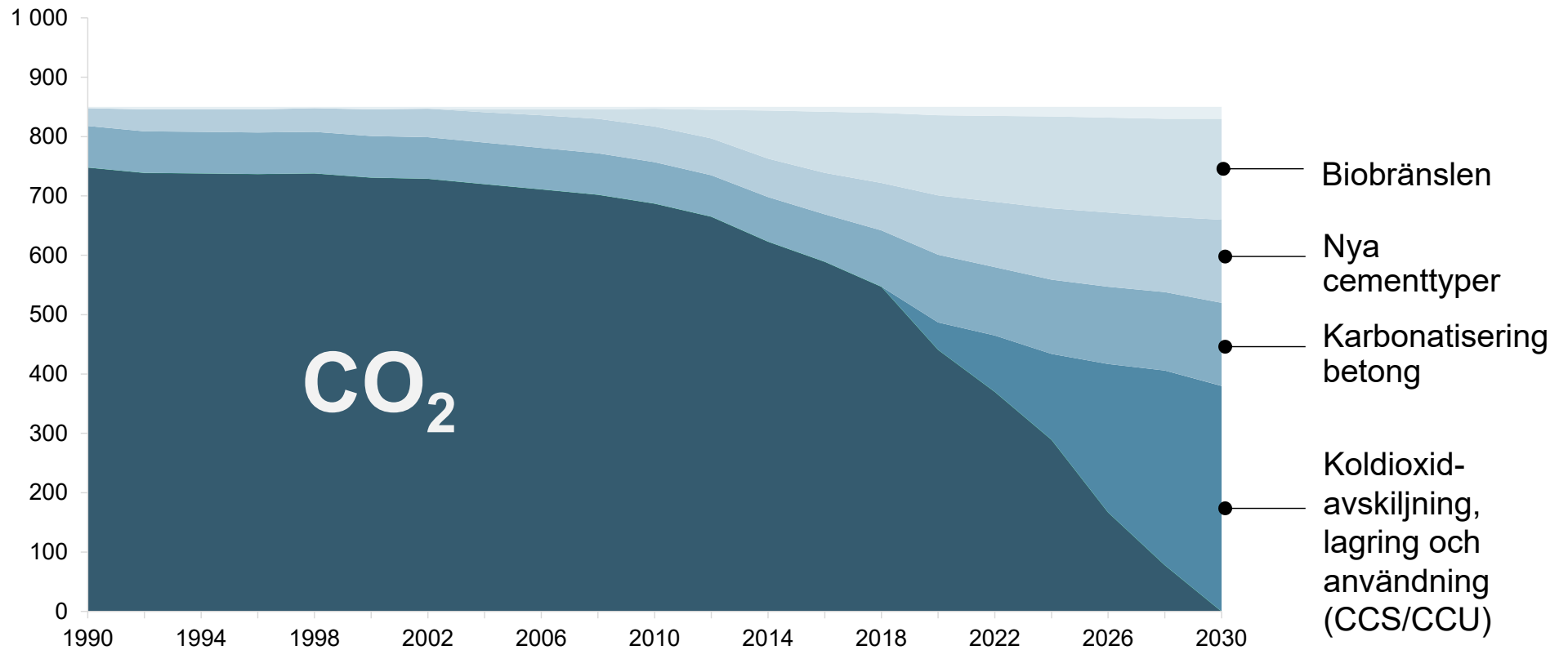
Kvalitetskontroll



Distribution



Cementas vision – noll koldioxidutsläpp under produkternas livscykel



Hållbar tillverkning



- Bästa tillgängliga teknik.
- Miljöarbete ur helhetsperspektiv.
- Utvecklar nya produkter och processer för att minska koldioxidutsläpp.
- Ökande andel biobränslen.
- Löpande investeringar för att minska damm och buller.
- Sjötransport för en effektiv distributionskedja.

CEMENTA
HEIDELBERGCEMENT Group



» Cement för ett hållbart samhällsbyggande – idag och i framtiden

Cementas uppdrag

