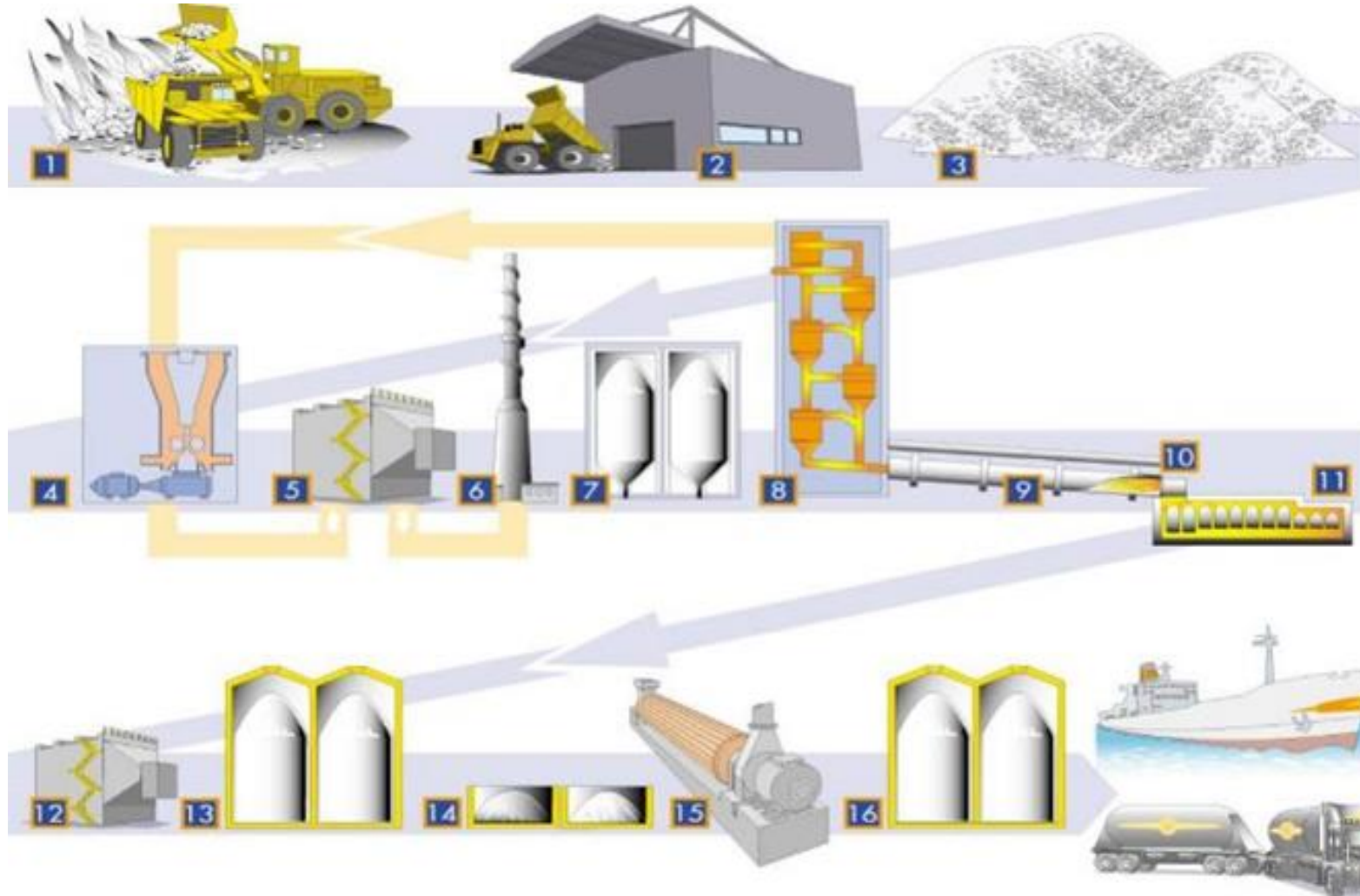


Cementtillverkning del II

Alexander Åkerlund
10.05.2023

Malning sista steget i tillverkningsprocessen



Rätt råmaterial

- Kalksten
- Märgelsten
- Sand

Klinkertillverkning

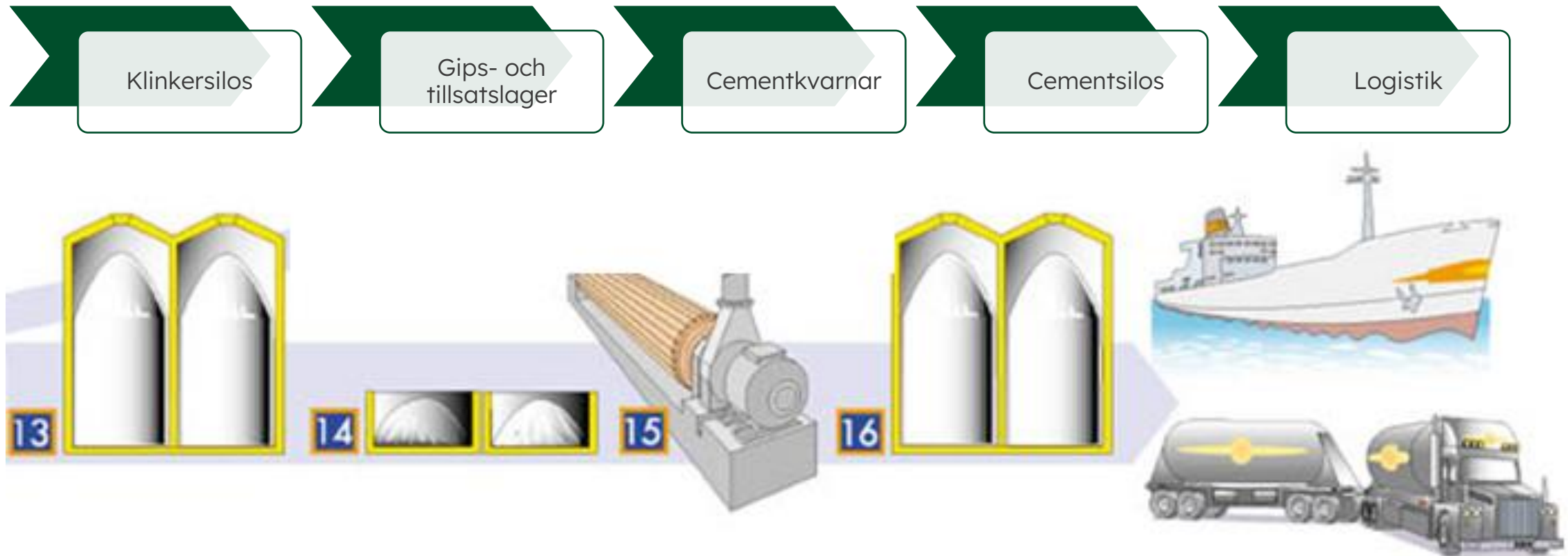
- Bränning i ugn
- Kylning

Cementmalning

- Klinker
- Gips



Cementmalning



Delmaterial som används

Klinker

Gips
(sulfattillsats)

Tillsatsmaterial
(kalksten,
flygaska etc.)

Järnsulfat

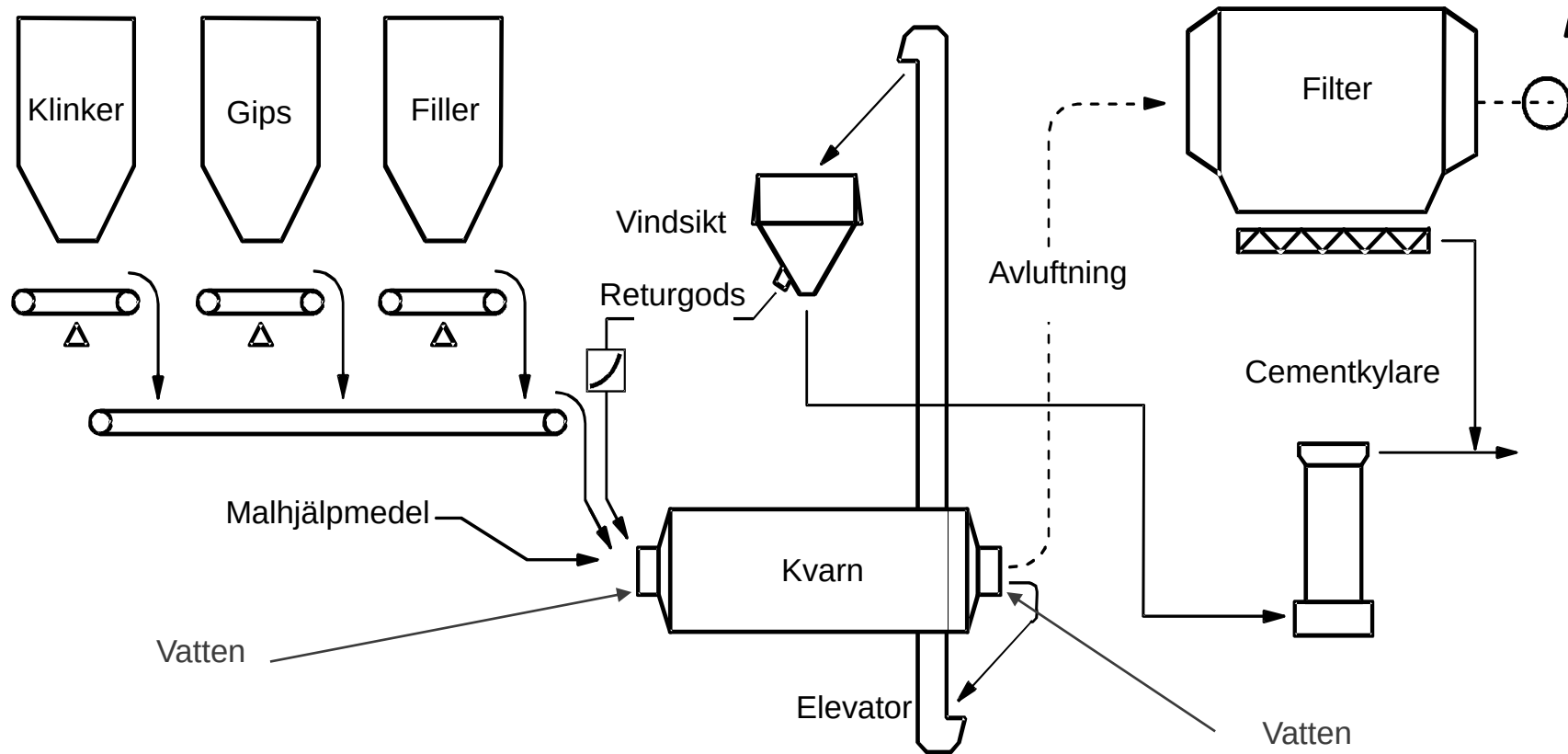
Malhjälpmedel



Klinker



Cementverket

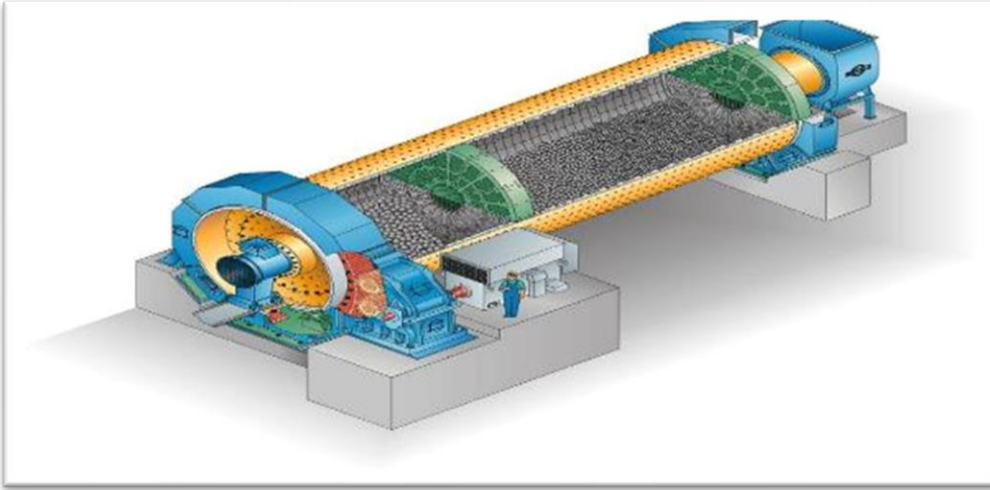


Cementkvarnar i Slite

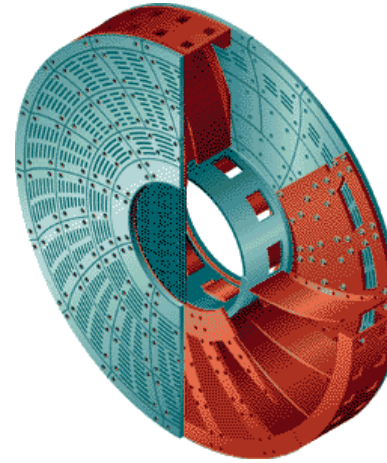
- Storlek 12-15 m
- Kapacitet 40-130 ton/h



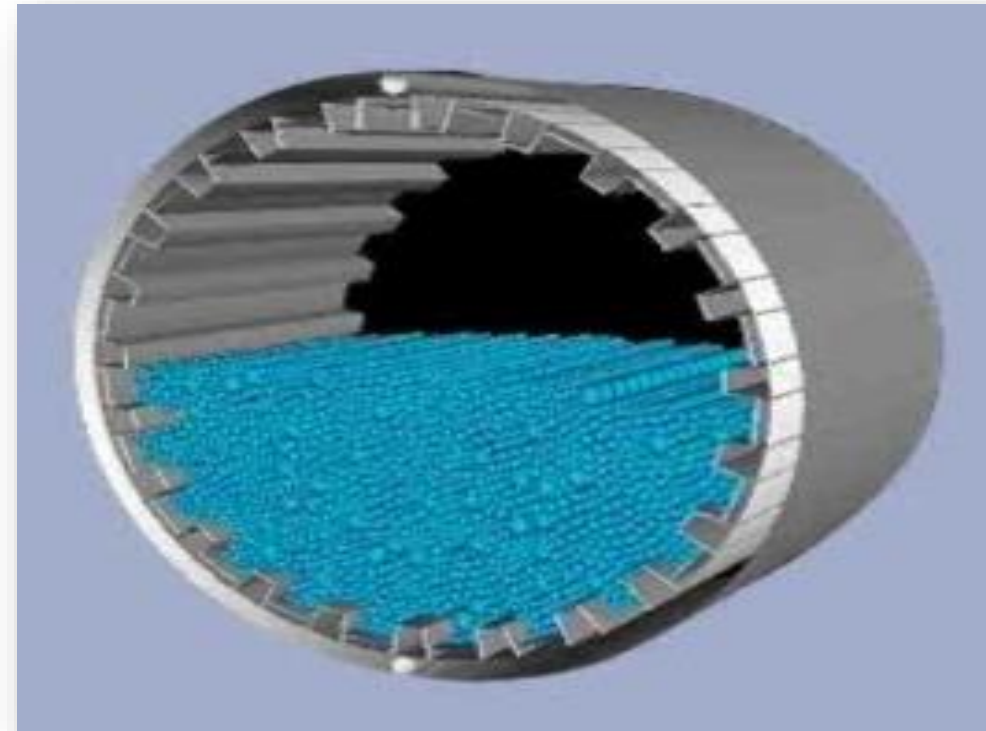
Cementkvarn - Tvåkammartyp



- 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



Diafragman reglerar passagen av material till nästa kammare.





Bilder från kvarnundersökning

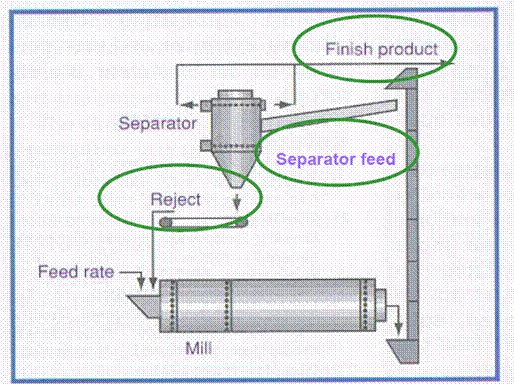
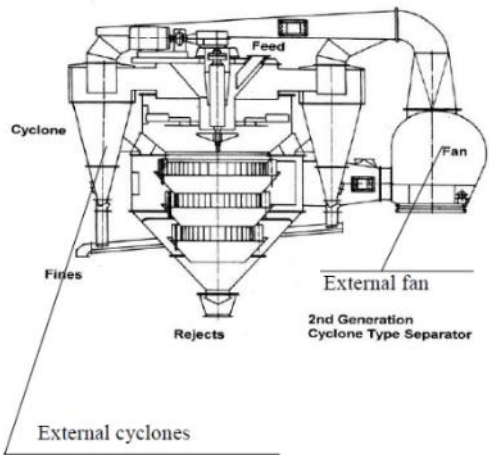
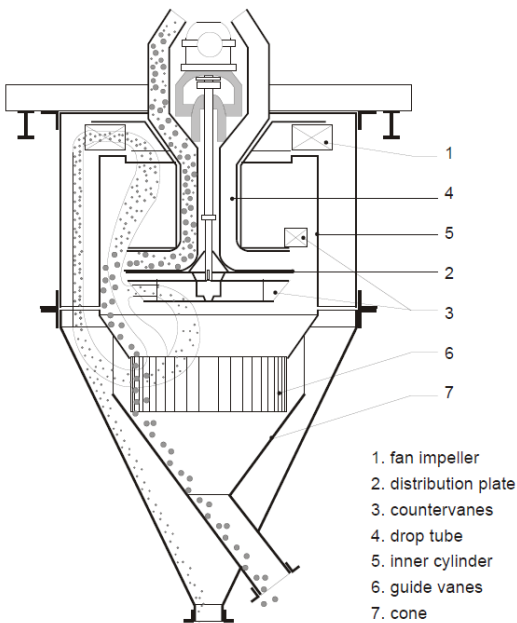
Cementtiilverkning del II

5/10/2023



Vindsikten

Cementtiilverkning del II



Cementtiilverkning del II

För fint; mindre än 3 μm

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

Idealisk fraktion; 3-32 μm

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

Grov fraktion; 32-80 μm

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

För grovt; större än 80 μm

- Betecknas som ballast – bortkastad klinker

1 μm (mikrometer)= 0,001 mm

Vilken betydelse har cementets finhet?



Olika typer av sulfat

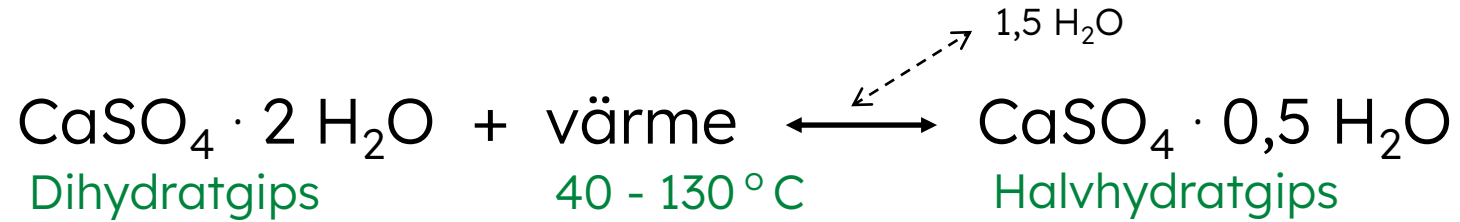
- Gips
 - Dihydrat $\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
 - Halvhydrat $\text{CaSO}_4 + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$
 - Anhydrit CaSO_4
- Naturlig anhydrit CaSO_4
- Klinkersulfat
 - Alkali sulfater (ex K_2SO_4 , Na_2SO_4)
- Grönsalt FeSO_4

Exempel

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



Gips

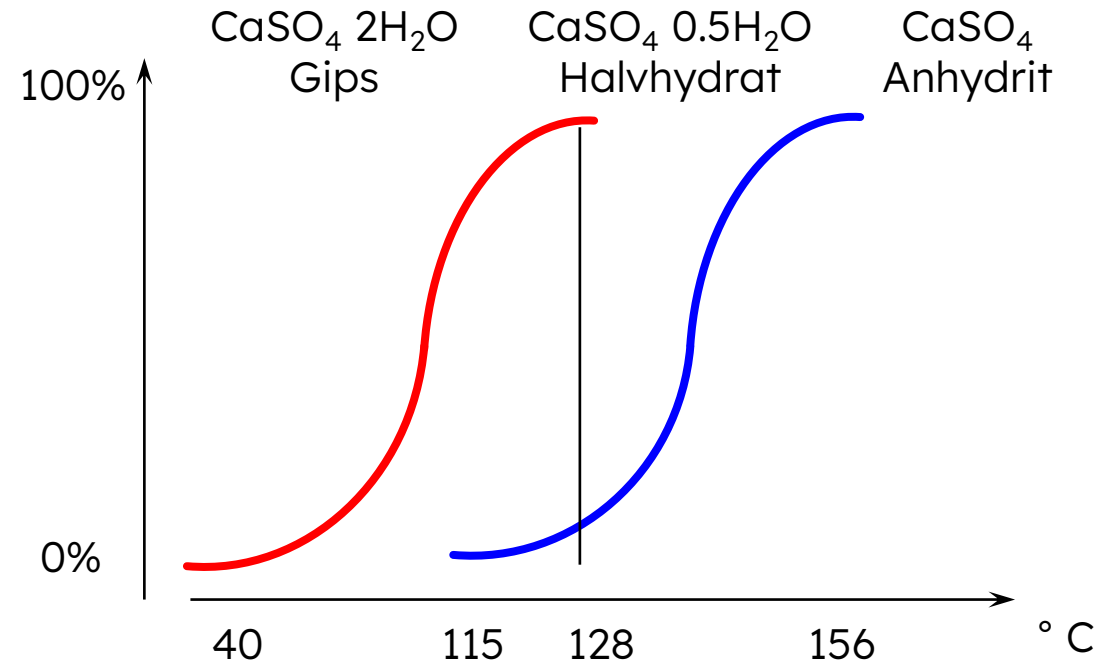


Naturgips + värme $\longleftrightarrow$ modell - / stuckgips och vatten

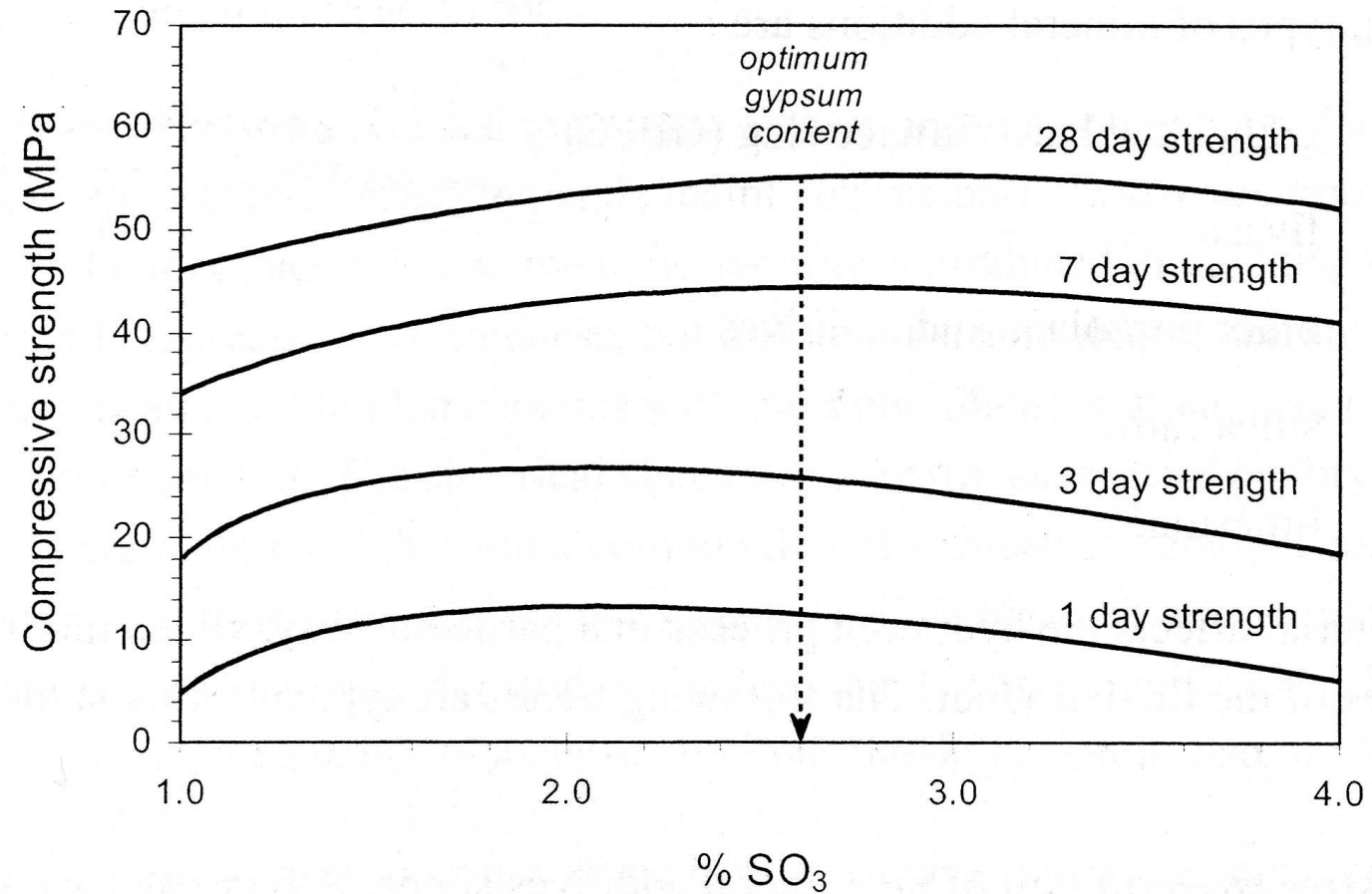


Gipsens avvattning

- 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 i kvarnen

Vid malningen frigörs stora mängder värme som påverkar cementet på olika sätt

- Processen kyls genom vatteninsprutning
- Temperaturen i kvarnen bör hållas under 120°C



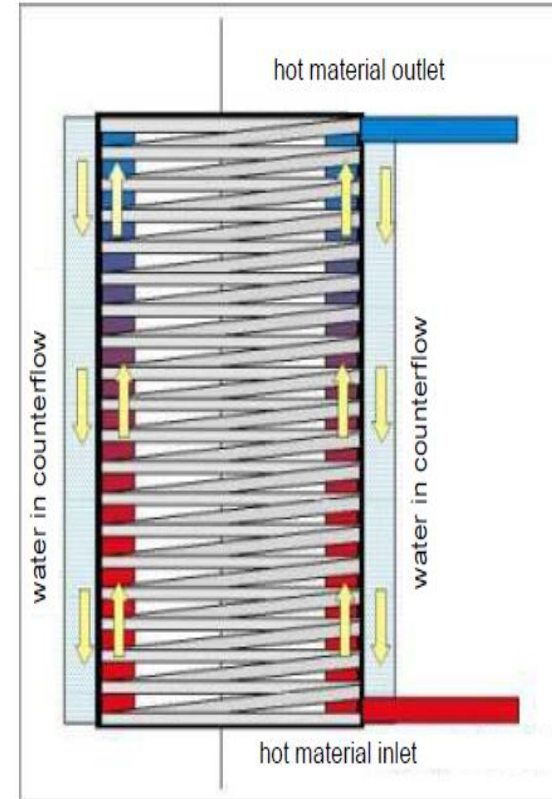
Kylning av färdigmald cement

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



Kromreduktion

Cementtillverkning del II

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

Cementtillverkning del II

- 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



CKD Cement Kiln Dust

Cementtillverkning del II

Biprodukt från ugnprocessen

- Finkornigt, dammig och klabbigt material

Användningsändamål är

- Tillsats i cement
- Multicem
- Tätning av deponier



Fillermaterial/tillsatsmaterial

Kalksten

Flygaska

Oljeskifferaska

Slagg

Vulkaniska material

Kalcinerad lera

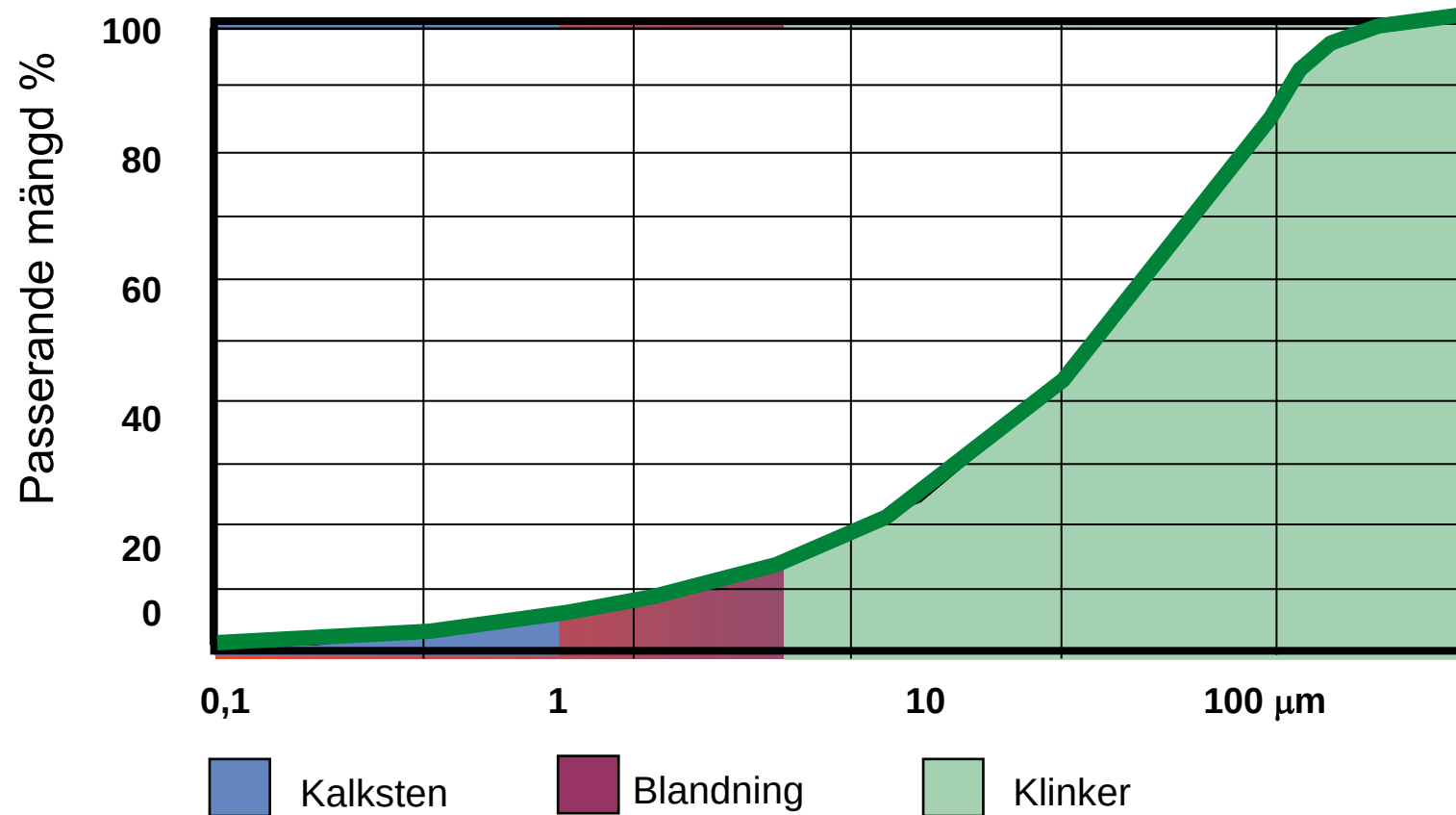


Ger delvis hydrauliska
egenskaper

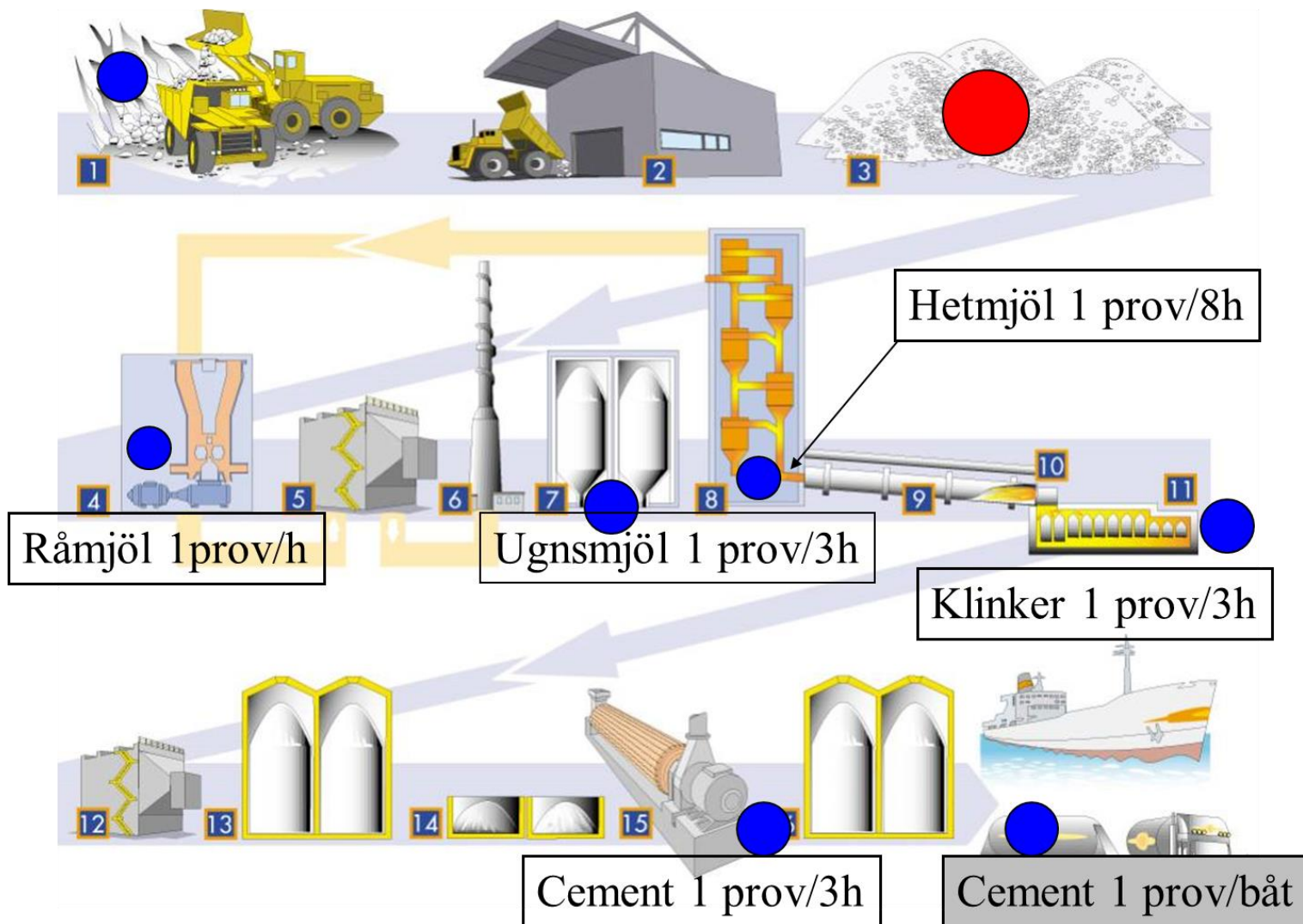
Förbättrar klimatprofilen



Kornfördelning - Byggcement



Kvalitetskontroll



Distribution

2

FABRIKER

Slite
Skövde

18

DEPÅER

for local
distribution

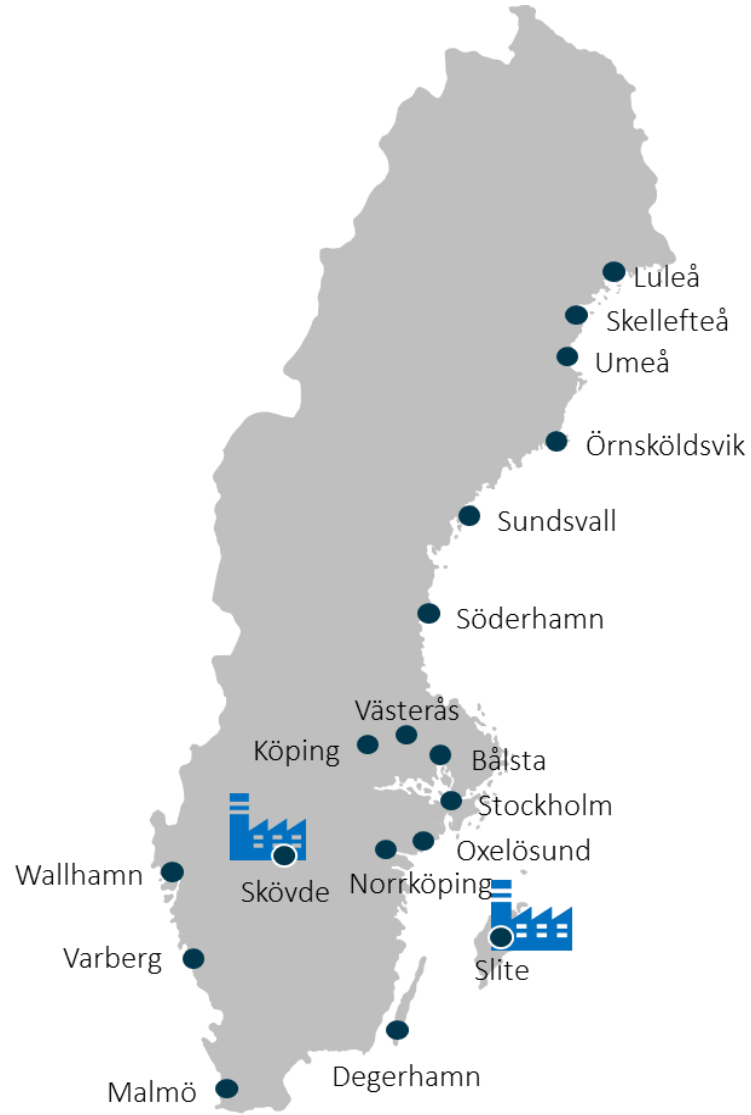
3

MILJONER TON

Producerad byggnadsmaterial

355

ANSTÄLLDA



HM Cement SE:s nollvision – klimatneutral betong 2030

