

1 **BETONBESTANDDELEN**

2 **BETON MAKEN**

3 **VERS BETON**

4 **VERHARD BETON**

1

BETONBESTANDDELEN

1a grove granulaten

1b zand

1c cement

1d water

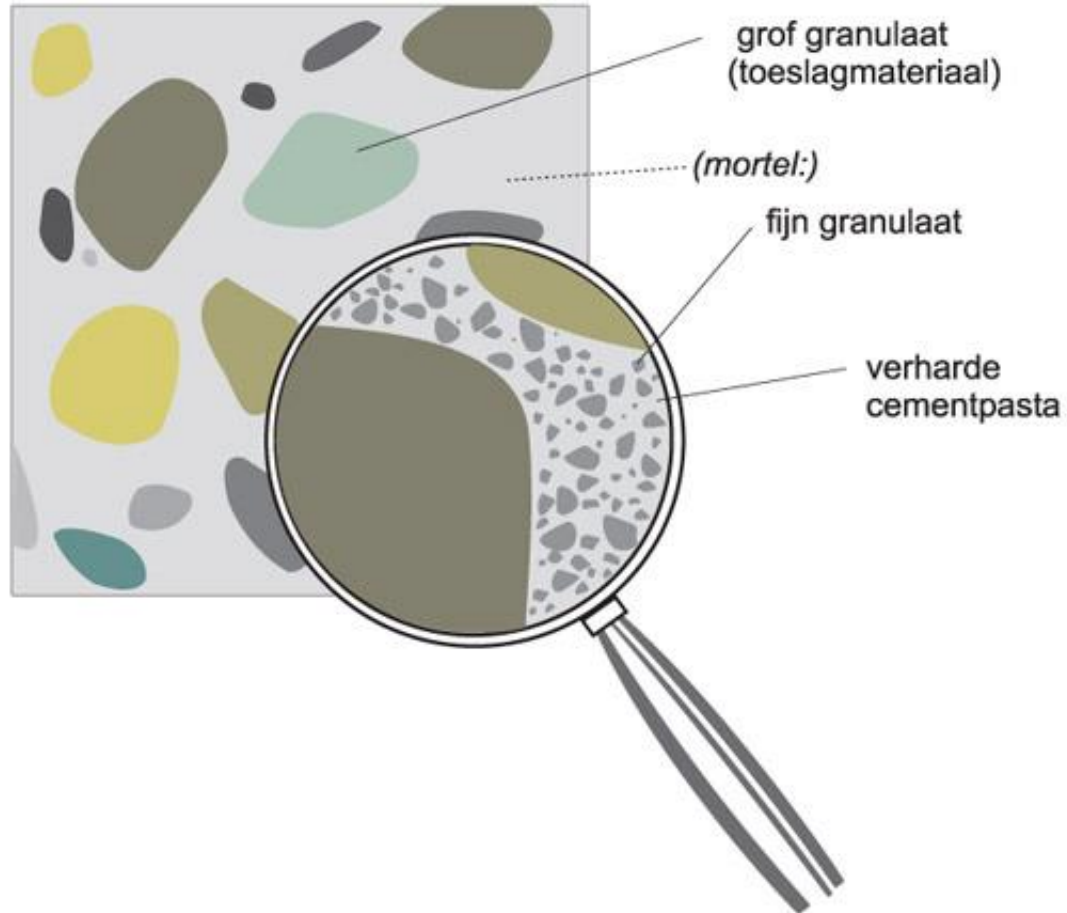
(eventueel:)

1e hulpstoffen

1f toevoegsels

1

BETONBESTANDDELEN



1a grove granulaten *natuur / oorsprong*

'natuurlijk'

(rivier, zee)

'alluviaal'



(steengroeve)



'artificieel'

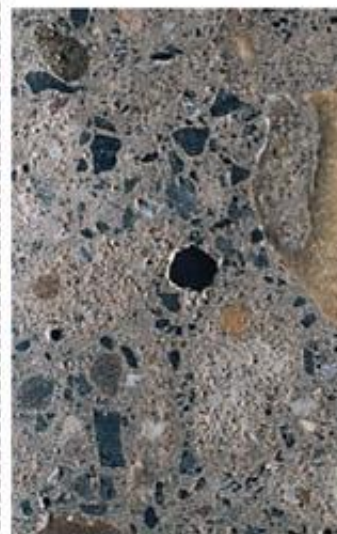
(fabriek:
bv. thermisch proces)



geëxpandeerde klei

'gerecycleerd'

(bouw- en slooppuin)



'betonggranulaat'



'menggranulaat'

indeling volgens
'graad van
het breken':
gerold, halfgerold,
halfgebroken,
of gebroken

opdeling volgens 'mineralogische aard':
kalksteen, zandsteen, porfier,...

1 cm



5a4

5b4

1a grove granulaten *zuiverheid*

in ieder geval uit te sluiten :



aarde, klei, humus, steenkool, schadelijke zouten... :
brengen hydratatie van cement in het gedrang

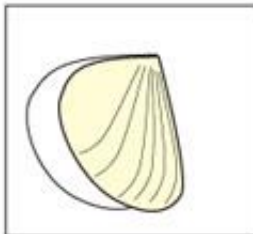
*te beperken
in functie van de toepassing:*



*vooral in het geval van
granulaten afkomstig van de zeebodem*



zouten (chloor-ionen):
- tasten wapening aan
- versnellen binding van cement



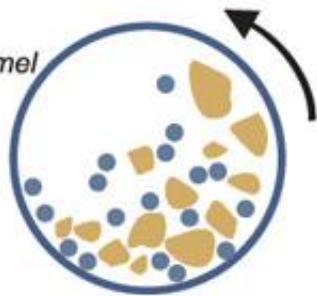
schelpen:
= "granulaten" met geringe drukweerstand



1a grove granulaten *intrinsieke kenmerken*

FYSISCH EN MECHANISCH KENMERKEN

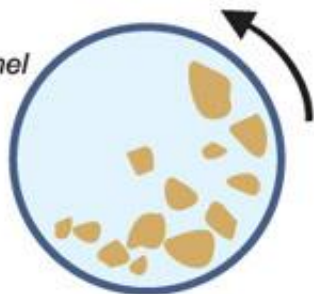
draaiende trommel
+ stalen kogels



bepaling van de geproduceerde
hoeveelheid fijne deeltjes

⇒ 'Los Angeles coëfficiënt' (**LA**)
(verbrijzelingsweerstand)

draaiende trommel
+ water

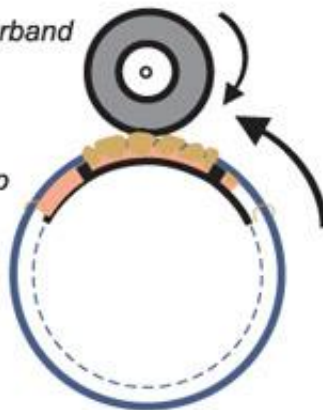


bepaling van de geproduceerde
hoeveelheid fijne deeltjes

⇒ 'Micro-Deval coëfficiënt' (**MDE**)
(slijtweerstand)

rubberband

granulaten
gekleefd op
plaatjes



bepaling van de slipweerstand (stroefheid)

⇒ 'versnelde polijstingscoëfficiënt'
Polished Stone Value (PSV)
(weerstand tegen polijsten)



⇒ 'klasse van
intrinsieke
kenmerken':

Aa		
Ab		
Ac		
Ba		
Bb		afnemende weerstand
Bc		
C		
D		
E		
F		

1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

VORM



bol- / kubusvormig



gerold



halfgerold



gebroken (hoekig)



plaatjes/naalden

⇒ 'afplattingscoëfficiënt'

⇒ klassen

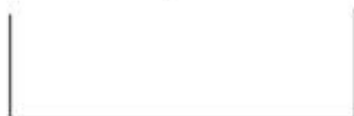
I
II
III
IV
V



toeneemend
gehalte aan
afgeplatte/onregelmatige
granulaten

1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

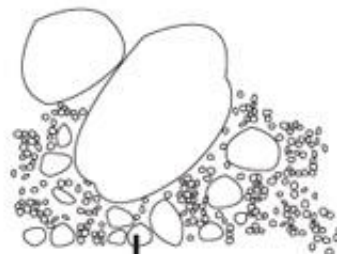
KORRELVERDELING



OK ! correcte afmetingen
en verdeling

D

d



'bovenmaatse' diameters...



slechte verdeling...



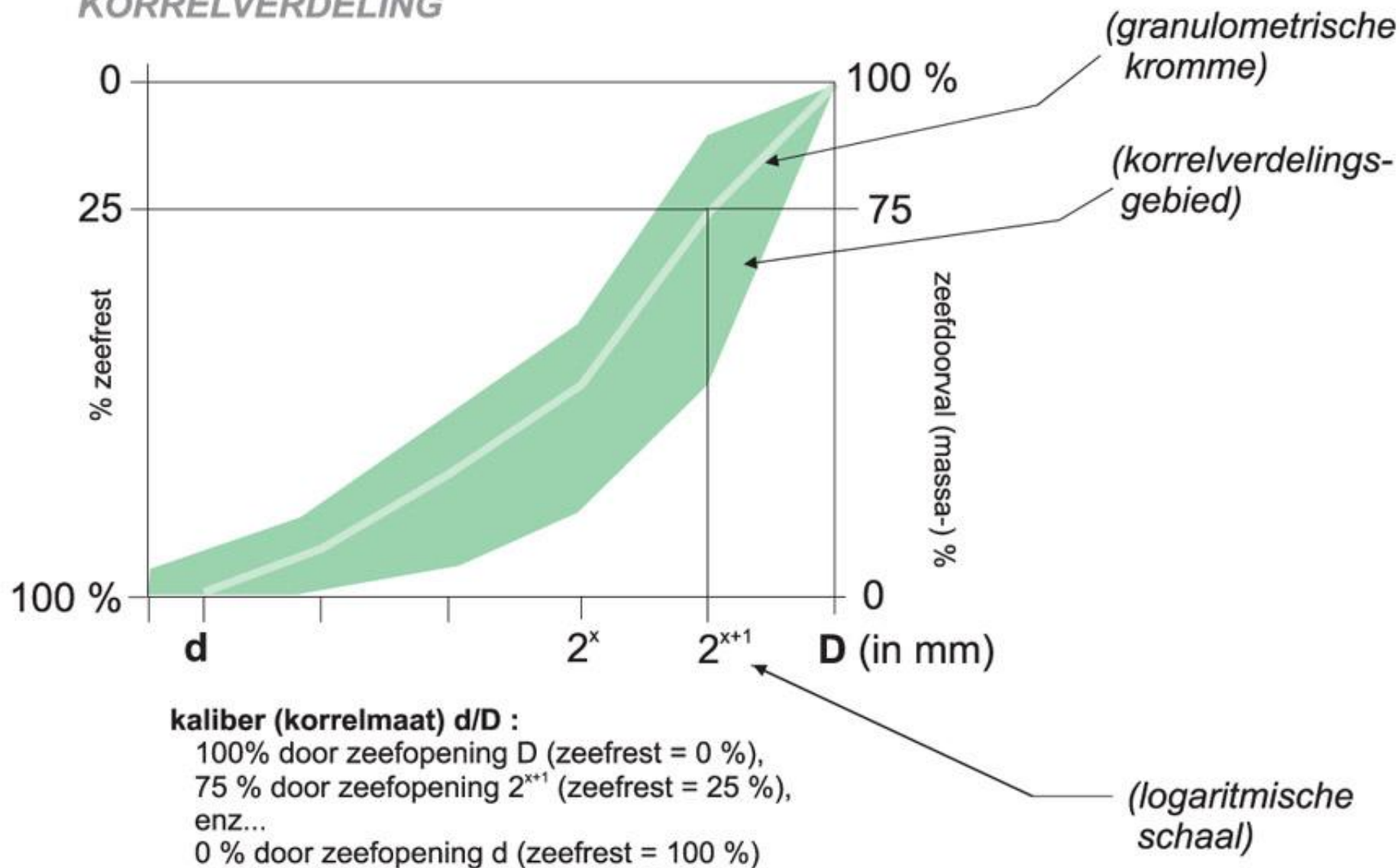
veel **fijne deeltjes**
(< 63 micron) (*):
"verbruiken" aanmaakwater



(*) 1 micron = 1/1000 mm

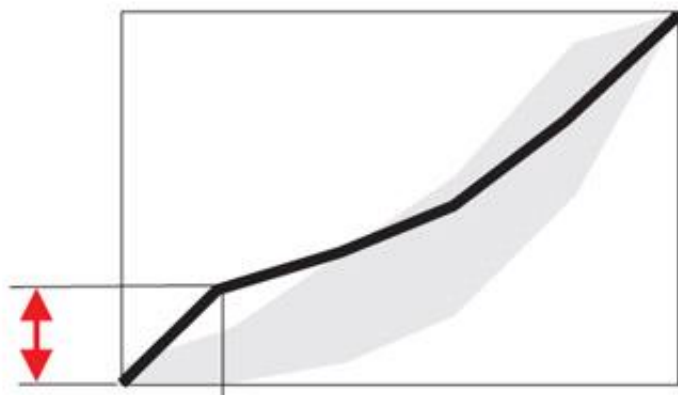
1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

KORRELVERDELING

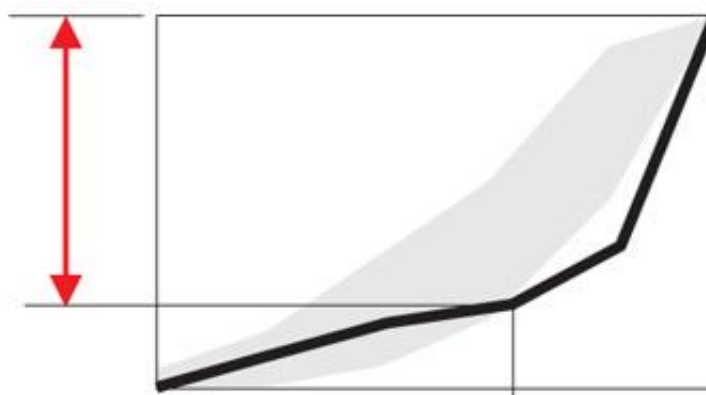


1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

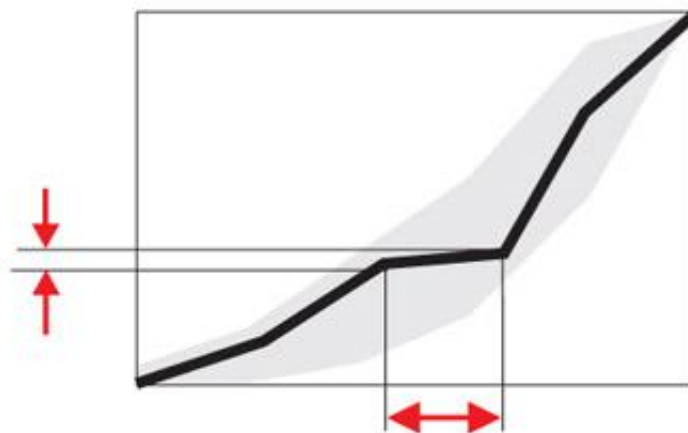
voorbeelden van minder goede korrelverdelingen



te veel fijne deeltjes



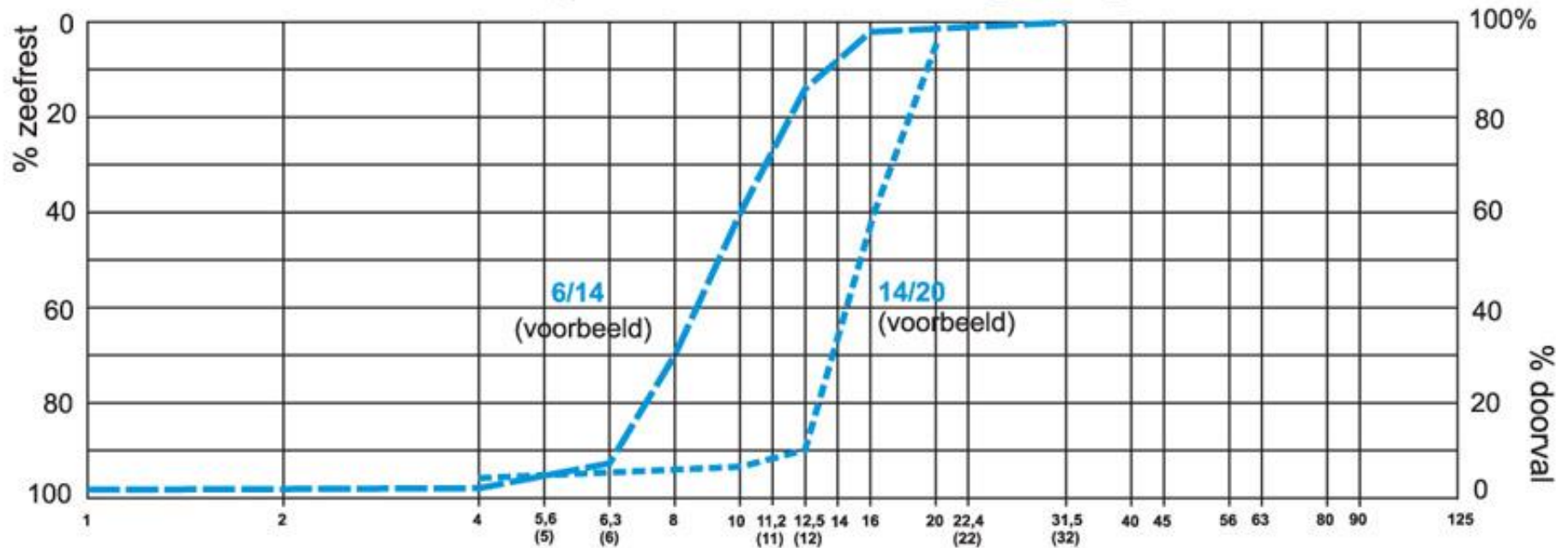
te veel grove granulaten



één fractie ontbreekt:
niet geschikt voor elke betonsoort !

1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

KORRELVERDELING - genormaliseerde zeefopeningen



'BASIC SET' (BS) (basisset)

1 2 4 8 16 32 63

'BASIC SET' + SET 1 (basisset + set 1)

1 2 4 5 8 11 16 22 32 45 56 63 90

'BASIC SET' + SET 2 (basisset + set 2)

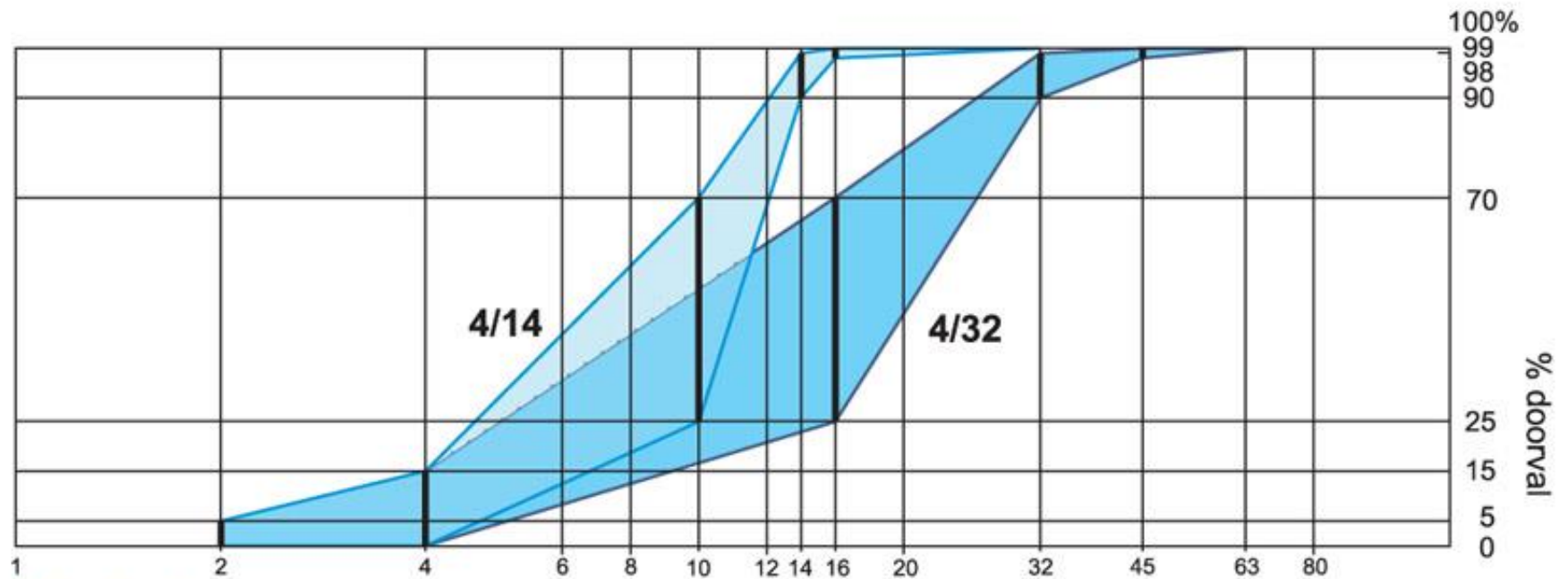
1 2 4 6 8 10 12 14 16 20 32 40 63 80



geen combinaties maken van deze sets !

1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

KORRELVERDELING - courante korrelmaten



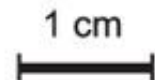
(BS + Set 2)



4/14

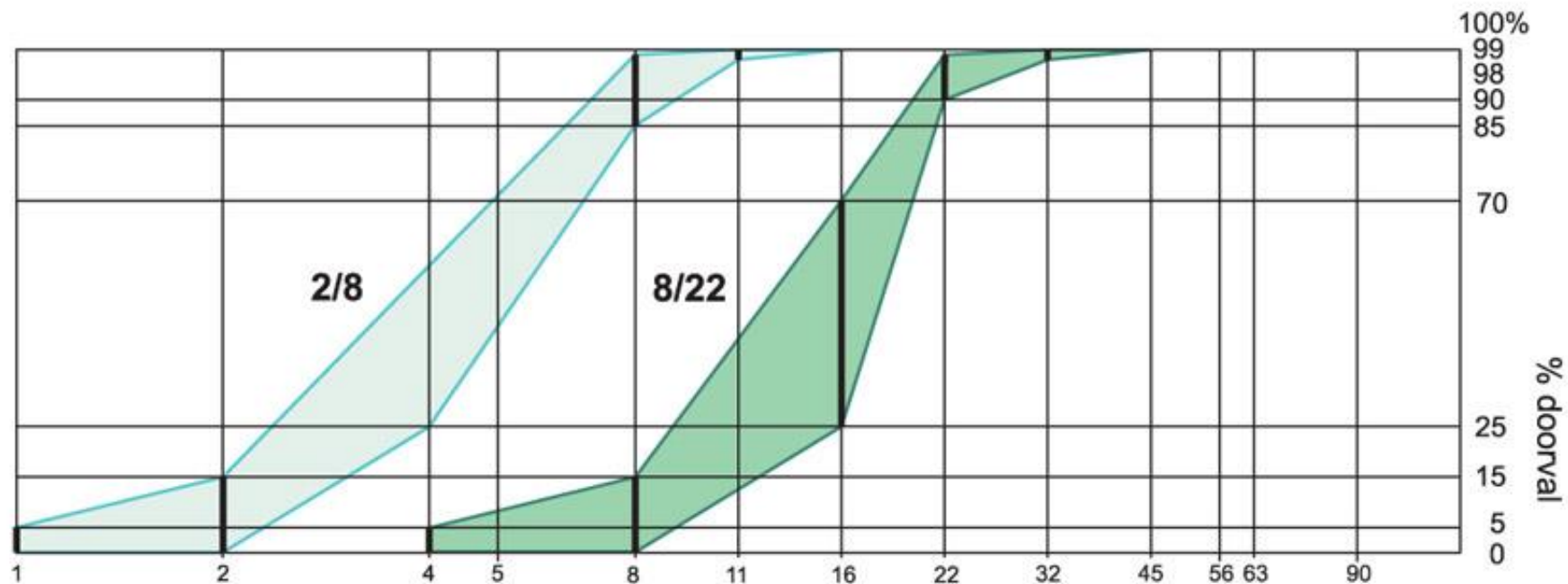


4/32



1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

KORRELVERDELING - courante korrelmaten



(BS + Set 1)



2/8



8/22

1 cm

1a grove granulaten *codificatie volgens PTV 411*

(overeenkomstig de norm NBN EN 12620 - 'Toeslagmaterialen voor beton')

1- aanduiding

aard

+ indien nodig:

- graad van breken [C % gebroken / % gerold]
- mineralogie

korrelverdeling [d/D]

klasse v. **intrinsieke kenm.** [Aa, Ab, Ac, Ba, ..., F]

klasse v. **afplattingescoëff.** [I, II, ..., V]

klasse v. **gehalte aan fijne deeltjes** [f% fijne deeltjes]

klasse v. gehalte aan Cl^- , aan schelpdelen

klasse v. vorst-dooiweerstand (b.v.: NG =bestand tegen vorst)

eventuele bijkomende aanduidingen

b.v.:

kalksteen	6/10	C	I	f ₂	-	NG	gewassen
-----------	------	---	---	----------------	---	----	----------

- verplicht

- in geval van zeegranulaten

- facultatief

2- korrelverdeling (meestal: % doorval door zeefopeningen d/2 - d - D/1,4 of D/2 - D - 1,4D - 2D)

1b zand aard / oorsprong

(rivier, zee)



(zandgroeve)



(steen of grindgroeve)



(bouw- en slooppuin)

'rond zand'

(meestal kiezelhoudend)

'breekzand'

(diverse **'mineralogische samenstellingen'** :
kalksteen, zandsteen, porfier,...)

(**'gemengd zand'**)



KWALITEIT van de FIJNE DEELTJES (< 0,063 mm)

⇒ bepaling van de methyleen-**'blauwwaarde'** (**BW_F**)

⇒ klassen van **zuiverheid**

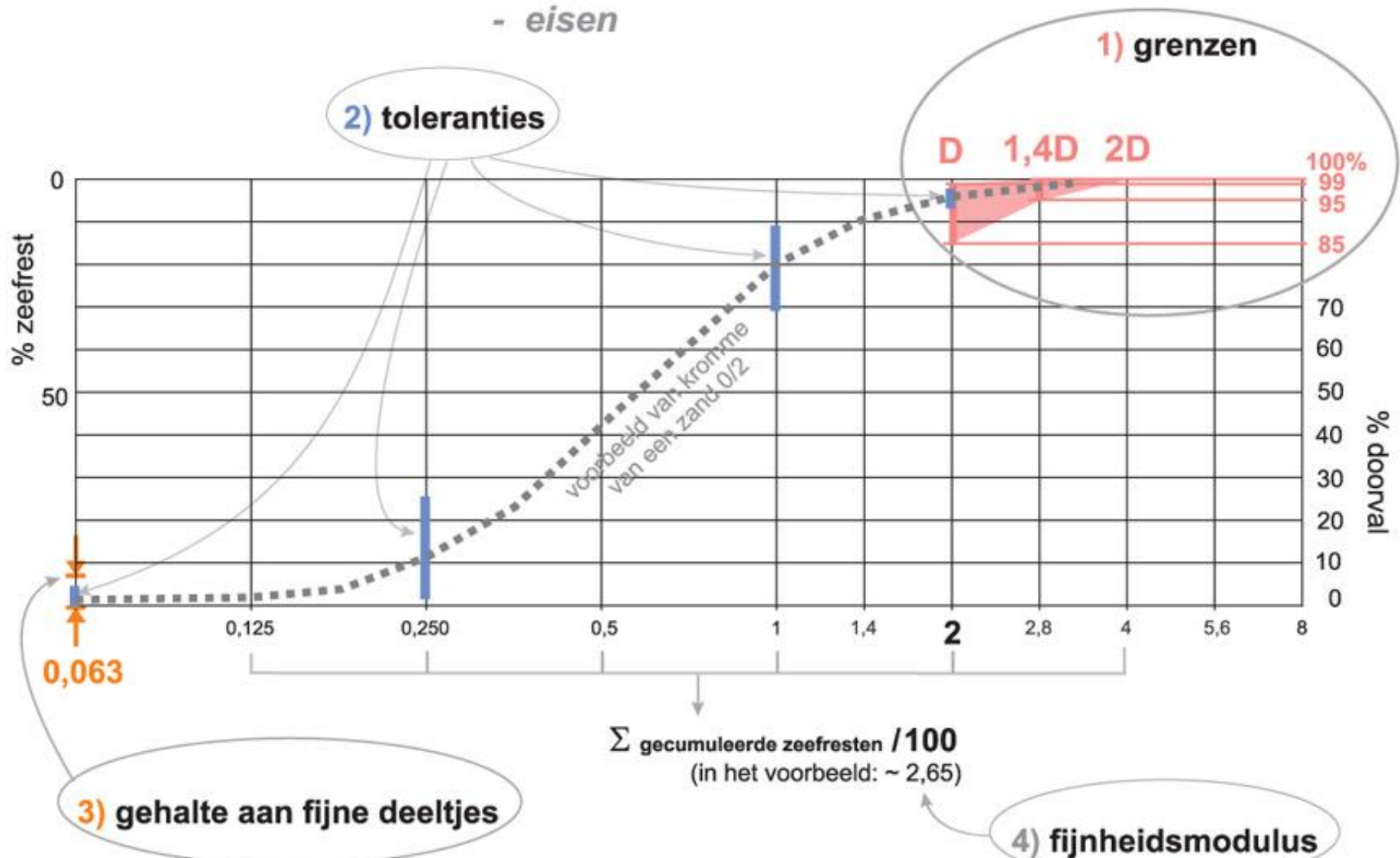
(hoe groter **MB_F**, hoe minder zuiver de fijne deeltjes)

1 cm



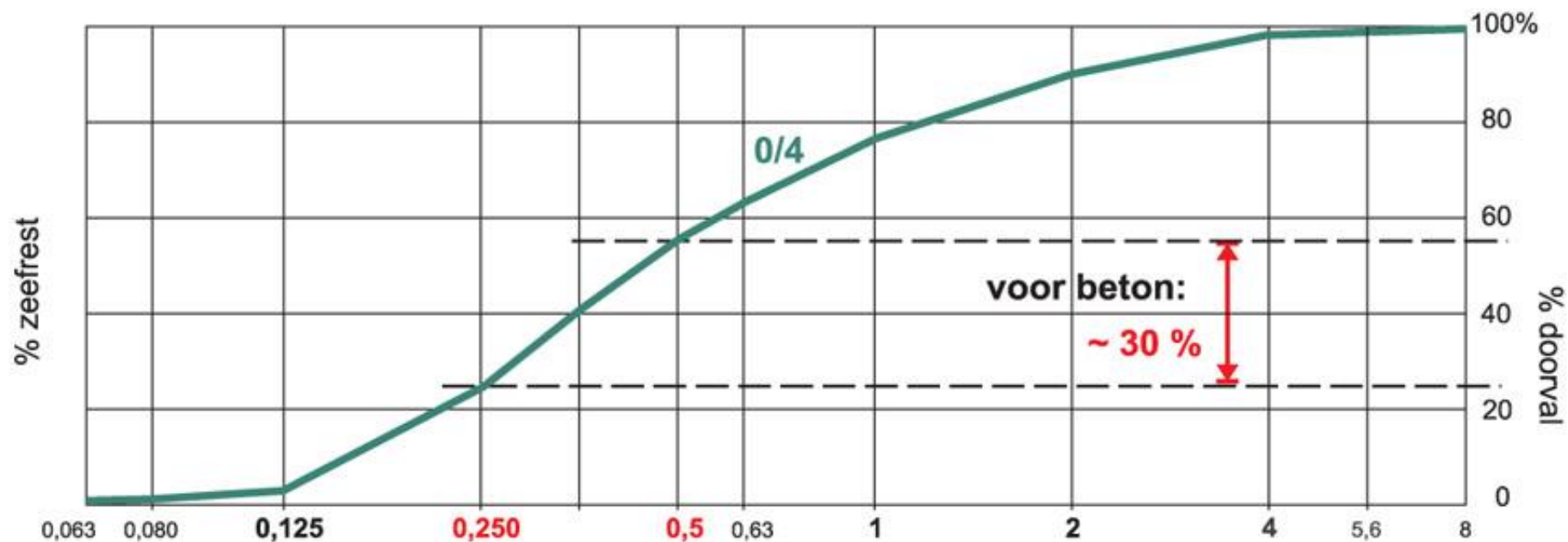
1b zand geometrische kenmerken

KORRELVERDELING: - 0/1, 0/2 of 0/4
- eisen



1b zand *geometrische kenmerken*

KORRELVERDELING - voorbeeld



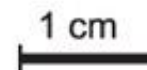
fijn zand



betonzand



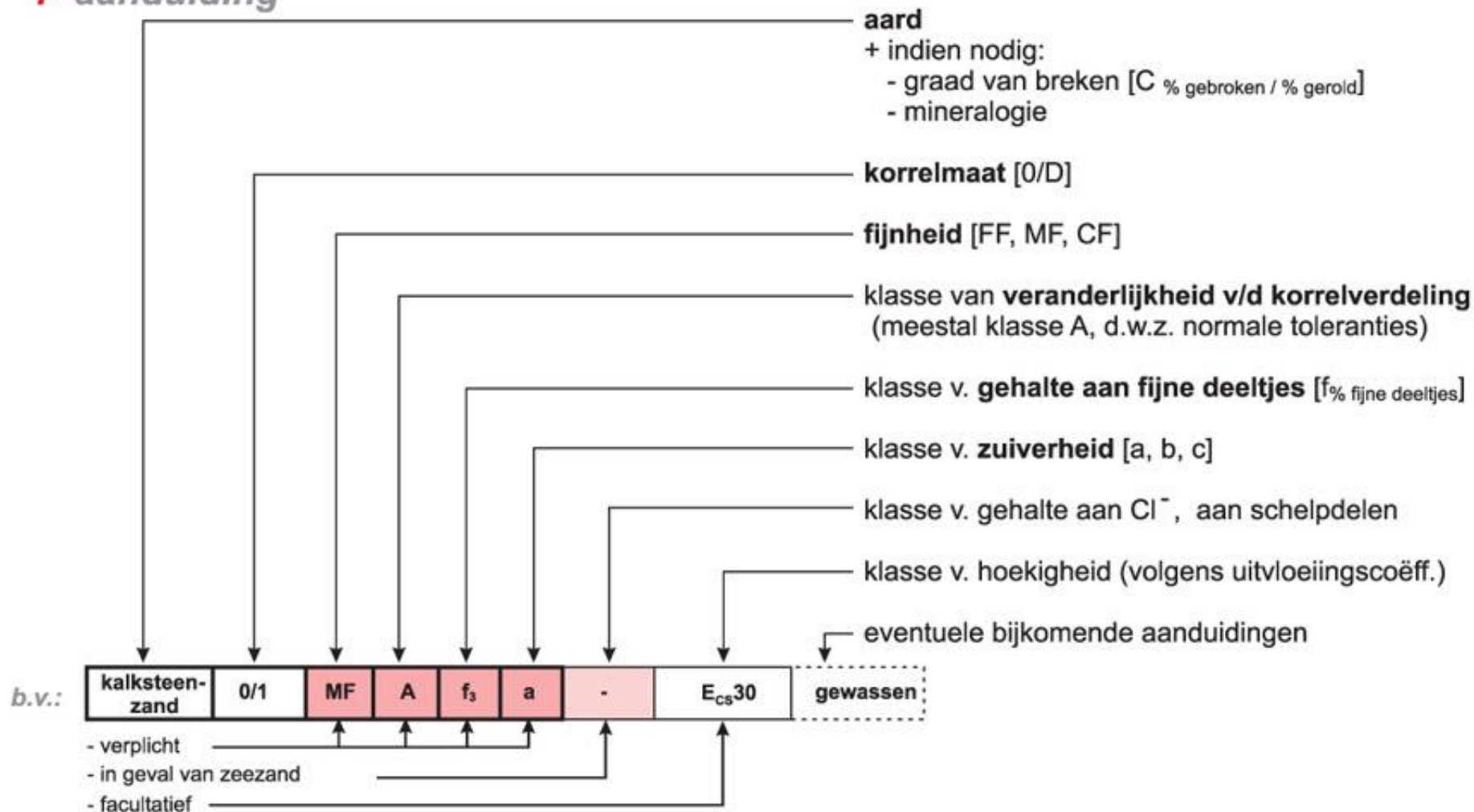
grof zand



1b zand *codificatie volgens PTV 411*

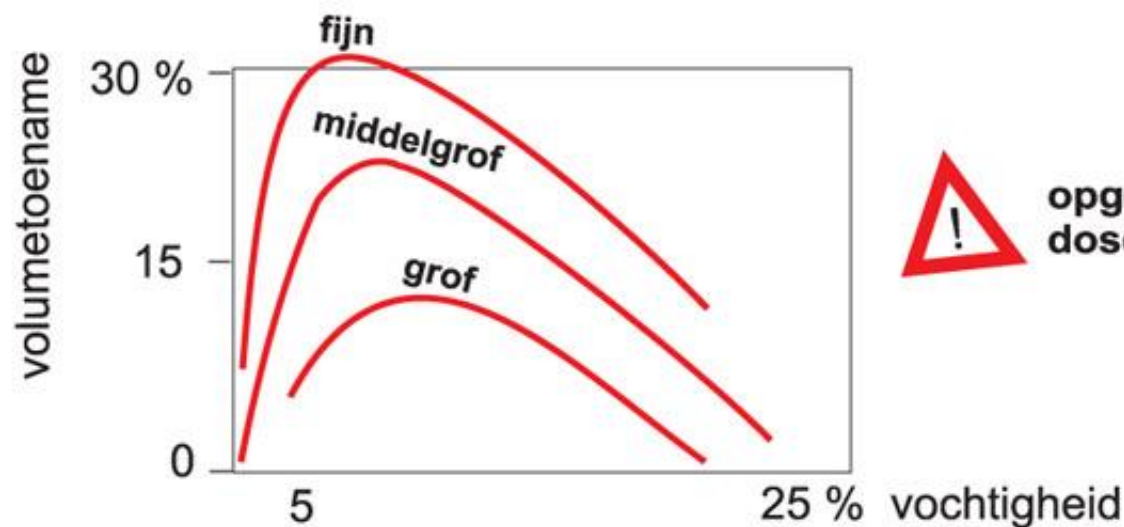
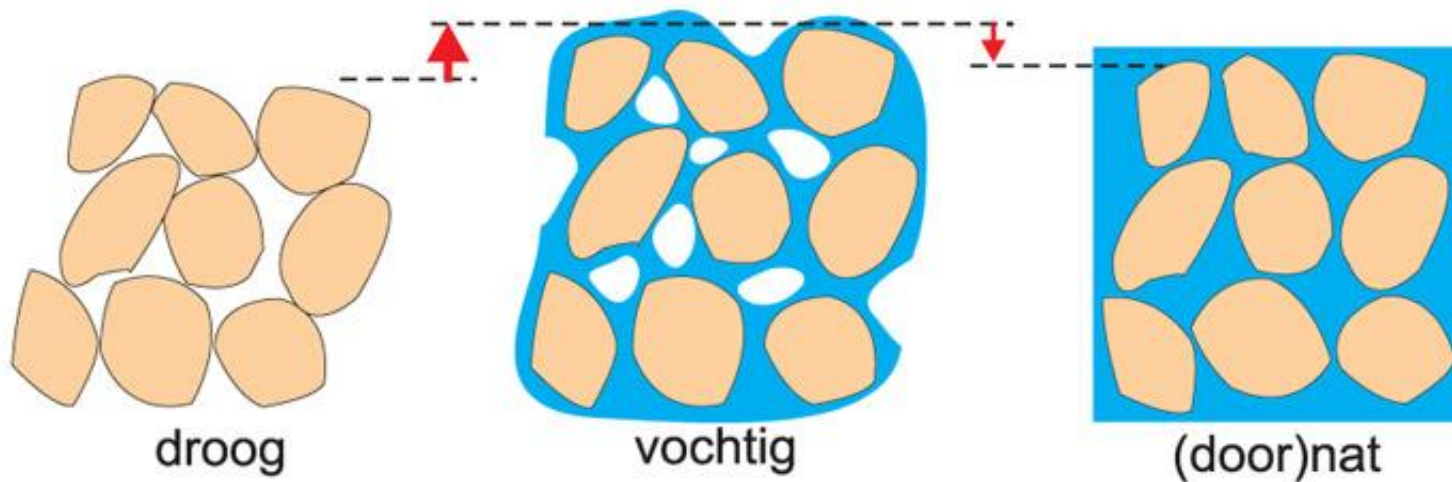
(overeenkomstig de norm NBN EN 12620 - 'Toeslagmaterialen voor beton')

1- aanduiding



2- korrelverdeling (% doorval door zeefopeningen 0,125 - 0,25 - 0,5 - 1 - 2 - D - 1,4D - 2D)

1b zand vochtigheid



opgelet bij dosering in volumes !

1c cement *hydraulisch bindmiddel*

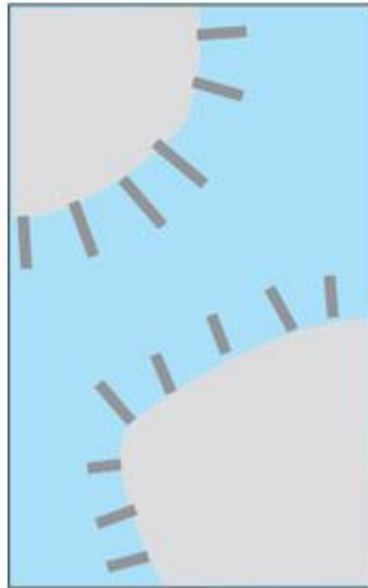
begin van de reactie
met water
(onmiddellijk)

“binding”:
cementpasta verstijft
(na enkele uren)

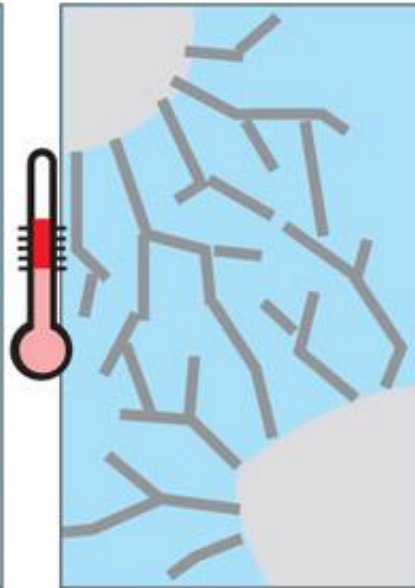
verharding
(na enkele dagen,
maar voortgezet gedurende
enkele weken)



cementkorrels
gescheiden door
waterfilm



'hydraten' (kristallen)
+ 'vrije kalk'



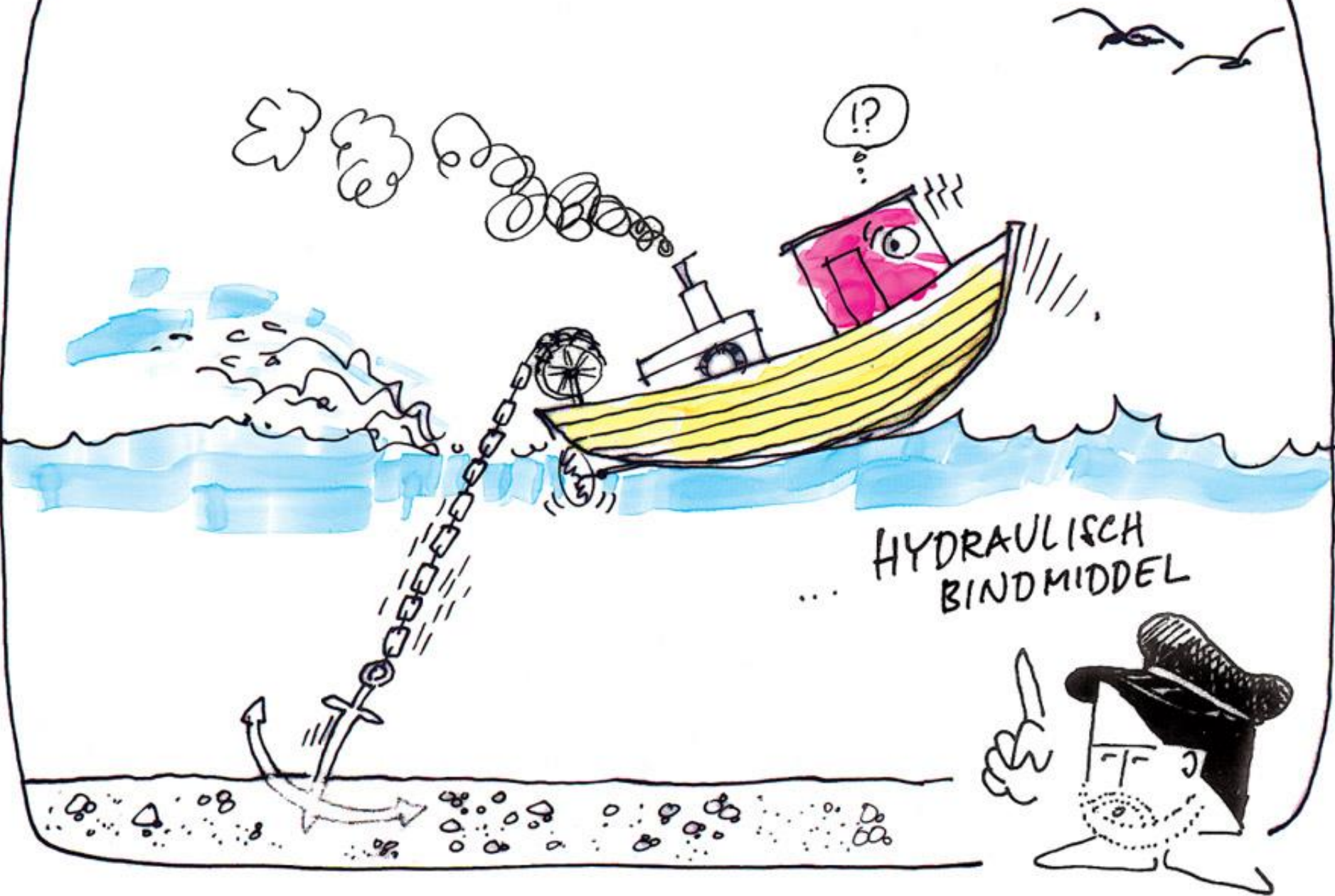
kristalnetwerk
(+ eventueel
niet-gebruikt water)

1/10.000 mm



invloed van omgevingstemperatuur
en -vochtigheid !

CEMENT...



1c

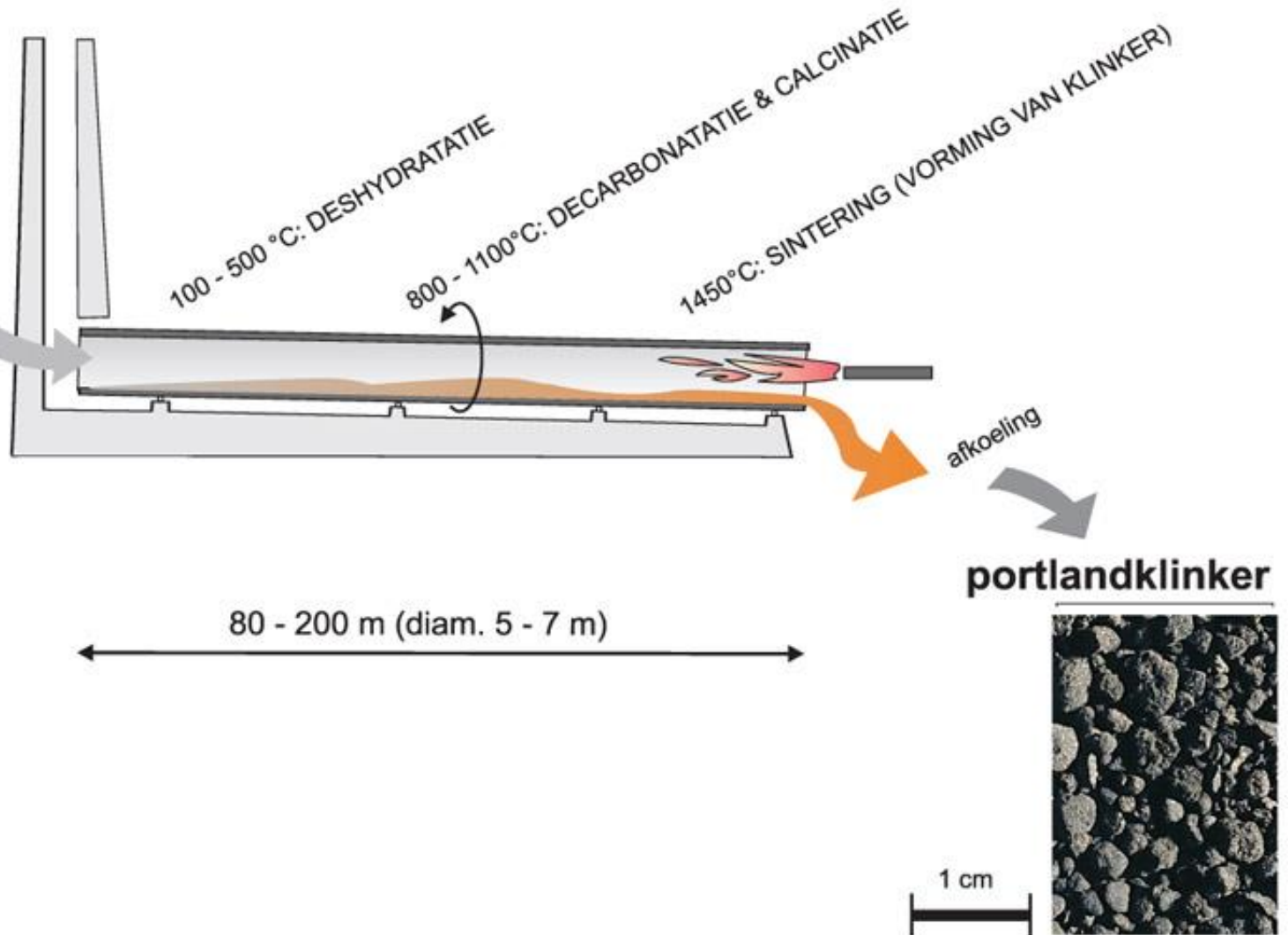
cement *fabricage*

cementoven (principe)

grondstoffen-
mengsel:

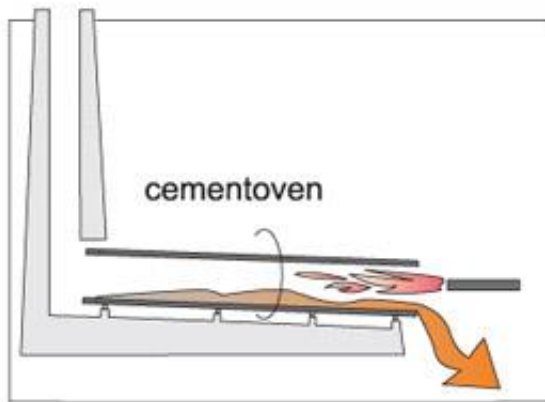
kalksteen / krijt
leistein / klei

in poedervorm
(*'droog procédé'*)
of als deeg
(*'nat procédé'*)

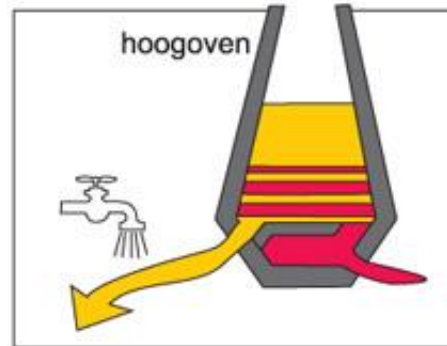


1c

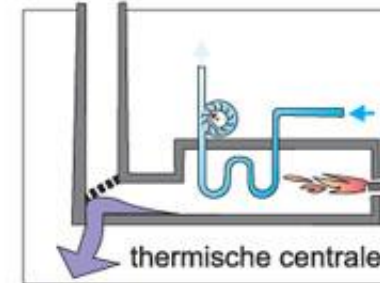
cement *fabricage*



portlandklinker



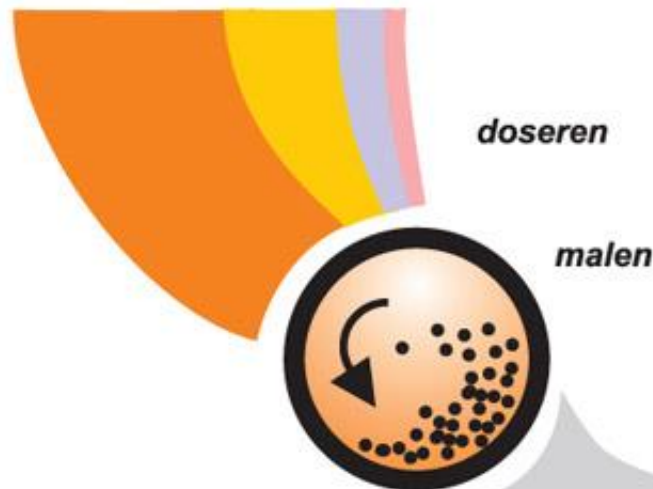
slak



poederkoolvliegias



kalksteen



CEMENT:

**10 TYPES
3 STERKTEKLASSEN N
+ subklassen R**

1c cement types

DE GEWONE BELGISCHE CEMENTSOORTEN :

CEM I

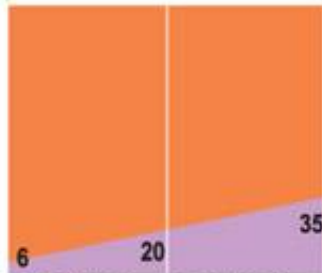
portland-
cement



CEM I

CEM II

portlandvliegascement



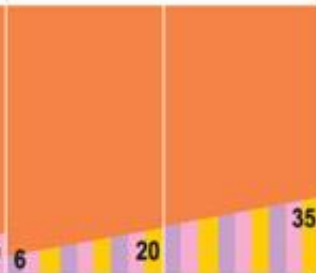
CEM II/A-V

portland-
kalksteen-
cement



CEM II/B-V

portlandcomposietcement



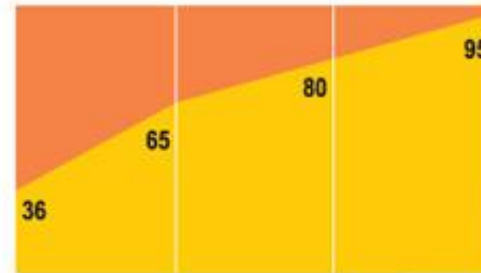
CEM II/A-L(L)

CEM II/A-M
(S-V),
...

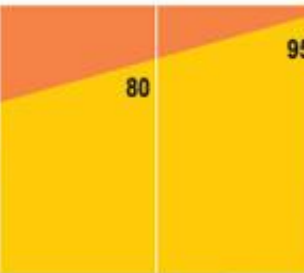
CEM II/B-M
(LL-S),
(S-V-L),
...

CEM III

hoogovencement



CEM III/A



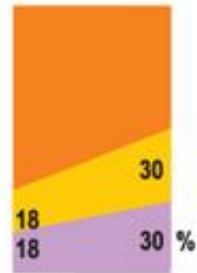
CEM III/B



CEM III/C

CEM V

composiet-
cement



CEM V/A (S-V)



portlandklinker (K) (*kalksteen gesinterd in cementoven : hydraulisch bestanddeel*)



hoogovenslak (S) (*restproduct van de staalindustrie : hydraulisch bestanddeel*)



siliciumhoudende vliegas (V) (*restproduct van kolengestookte elektriciteitscentrales :
puzzolanisch bestanddeel, d.w.z. reageert met vrije kalk*)

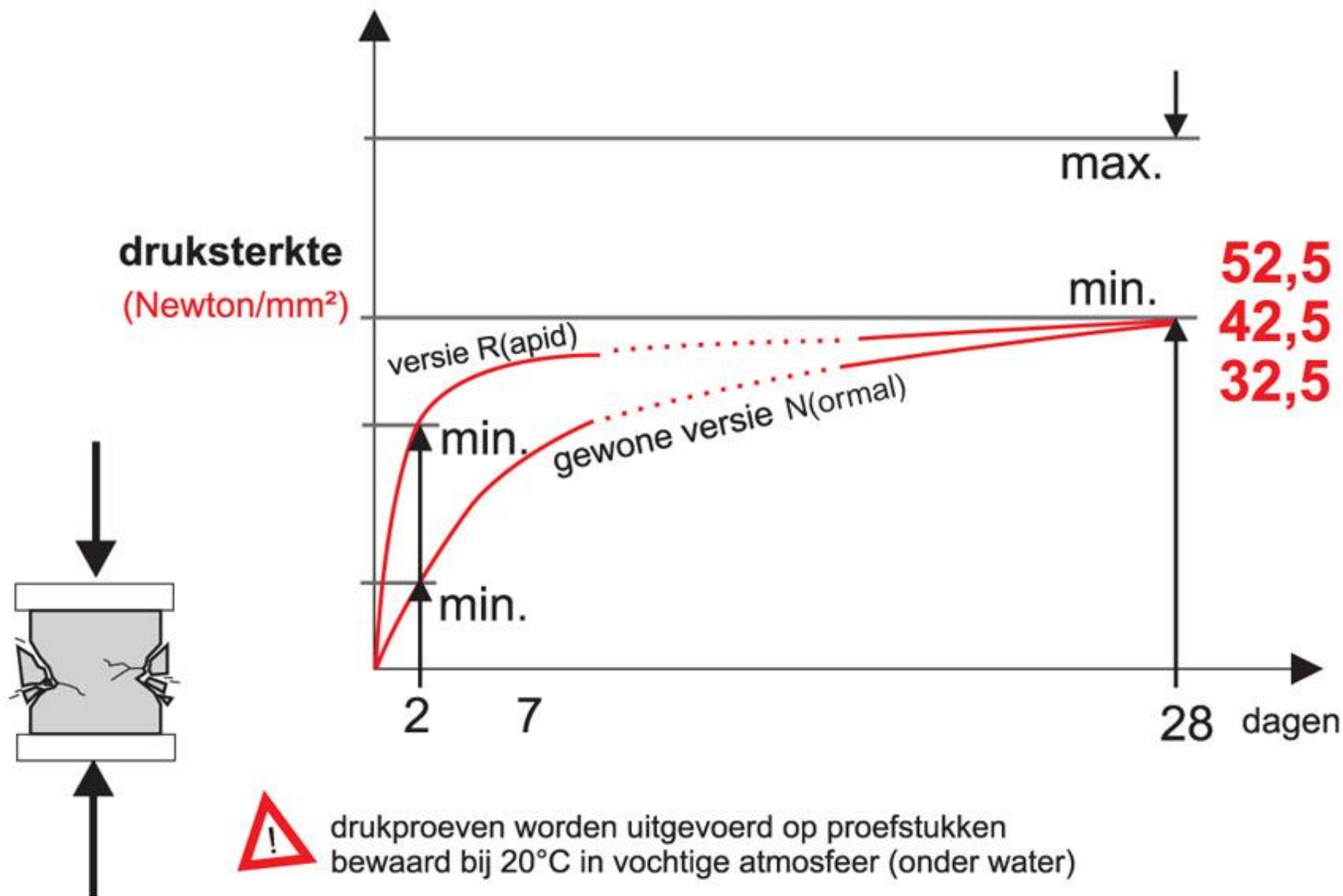


kalksteen (L of LL) (*materiaal afkomstig uit steengroeven*)

+

calciumsulfaat (gips of anhydriet : bindingsregelaar)

1c cement *sterkteklassen*



1c cement *voorbeelden van cementaanduidingen*

CEM I 52,5 N = portlandcement - sterkteklasse 52,5

CEM II B-M (S-V-L) 32,5 N
= portlandcomposietcement met hoogovenslak, vliegas
en kalksteen - sterkteklasse 32,5

CEM II/A-V 32,5 R
= portlandvliegascement -
sterkteklasse 32,5 - hogere druksterkte op jonge ouderdom

CEM III/A 42,5 N = hoogovencement A - sterkteklasse 42,5

CEM V/A (S-V) 32,5 N
= composietcement met hoogovenslak en vliegas -
sterkteklasse 32,5

1c cement *cementkeuze*

‘normale omstandigheden’

- normale wachttijd voor ontkisten/ontvormen/in gebruik nemen;
- gemiddelde omgevingstemperatuur (10 tot 15°C);
- geen agressieve stoffen (sulfaten), noch dooizouten;
- constructies van courante dikte (≤ 50 cm)

	CEM I	CEM II/A-...	CEM II/B-...	CEM III/A	CEM III/B	CEM III/C	CEM V/A
klasse 32,5							
klasse 42,5							
klasse 52,5							

legende:

-  **gemiddelde prestaties op 28 dagen** (metselmortels, funderingsbeton, sterkteklasse beton tot C25/30)
-  **hoge prestaties op 28 dagen** (betons boven C25/30)
-  **zeer hoge prestaties op 28 dagen** (sommige prefab betons, voorgespannen beton, betons waaraan in een vroeg stadium hoge eisen worden gesteld)

Ontkisten, ontvormen, onder voorspanning brengen en verhandelen **op zeer jonge leeftijd**:
gebruik cement van sub-klasse **R** of van een hogere sterkteklasse.

1c cement *cementkeuze (vervolg)*

zeer koud weer (< 5°C)

	CEM I	CEM II/A-...	CEM II/B-...	CEM III/A	CEM III/B	CEM III/C	CEM V/A
klasse 32,5							
klasse 42,5							
klasse 52,5							

legende:

	zeer geschikt (klasse 52,5R gebruiken indien gevaar voor vorst tijdens de uren volgend op het betonneren; het beton eventueel met thermisch isolatiemateriaal afdekken)
	minder geschikt (behalve voor mortel of beton die traag mag of moet verharden)

1c cement *cementkeuze*

zeer warm weer (> 25°C)
(+ droge wind)

	CEM I	CEM II/A-...	CEM II/B-...	CEM III/A	CEM III/B	CEM III/C	CEM V/A
klasse 32,5							
klasse 42,5							
klasse 52,5							

legende:



zeer geschikt

(jong beton steeds zorgvuldig tegen uitdrogen beschermen :
nabehandelen en/of afdekken)



minder geschikt

(de cementpasta verstijft te snel; gevaar voor scheurvorming;
bij afkoeling gevaar voor scheurvorming door thermische krimp)

SPECIALE CEMENTSOORTEN

LA cement ("Low Alkali")

indien gevaar voor alkali-silicareactie (A.S.R.);
d.w.z. wanneer 3 voorwaarden **gelijktijdig** vervuld zijn:



- 1- Vochtige omgeving (beton dat continu nat is of dikwijls wordt bevochtigd)
- 2- Aanwezigheid in het beton van granulaten die gevoelig zijn voor alkaliën
(Opletten met granulaten waarvan de gevoeligheid voor alkaliën niet gekend is !)
- 3- Beton met hoog alkaligehalte

voorbeeld:

CEM III/A 42,5 N LA

= hoogovencement A - sterkteklasse 42,5 - beperkt alkaligehalte



SPECIALE CEMENTSOORTEN

HSR cement ("High Sulfate Resisting")

indien gevaar voor sulfaataantasting:
beton in contact met afvalwater, sulfaathoudende grond, zeewater ...

*(NB: aanwezigheid van sulfaten in combinatie met gevaar voor A.S.R.:
gebruik HSR LA cement)*

voorbeeld: CEM III/B 42,5 N HSR LA
= hoogovencement B - sterkteklasse 42,5 -
hoge bestandheid tegen sulfaten - beperkt alkaligehalte



SPECIALE CEMENTSOORTEN

HES portlandcement ("High Early Strength")

wanneer het beton zeer snel moet ontkist of in gebruik genomen worden
(*hoge aanvangssterkte*)

voorbeeld :

CEM I 52,5 N HES

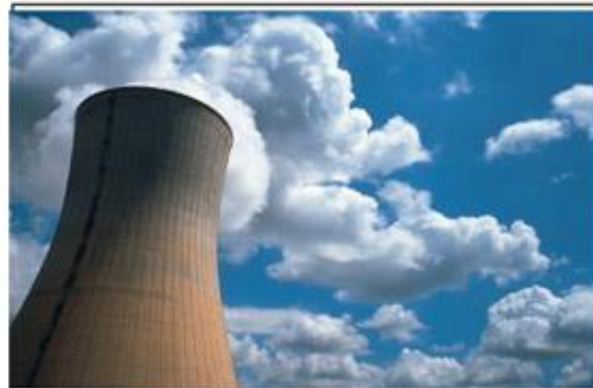
= portland cement - sterkteklasse 52,5 - met hoge aanvangssterkte



SPECIALE CEMENTSOORTEN

LH cement ("Low Heat")

voor massieve bouwwerken (dikte > 50 cm) :
betonconstructies met een groot volume en een beperkt buitenoppervlak



1d water

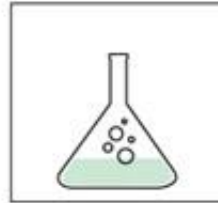
zuiverheid ?



organische
stoffen



zouten



zuren

dosering ?

zo weinig mogelijk
aanmaakwater



compacte
cementsteen



te veel
aanmaakwater



poreuze
cementsteen...

kristalnetwerk

grote poriën



1e

hulpstoffen

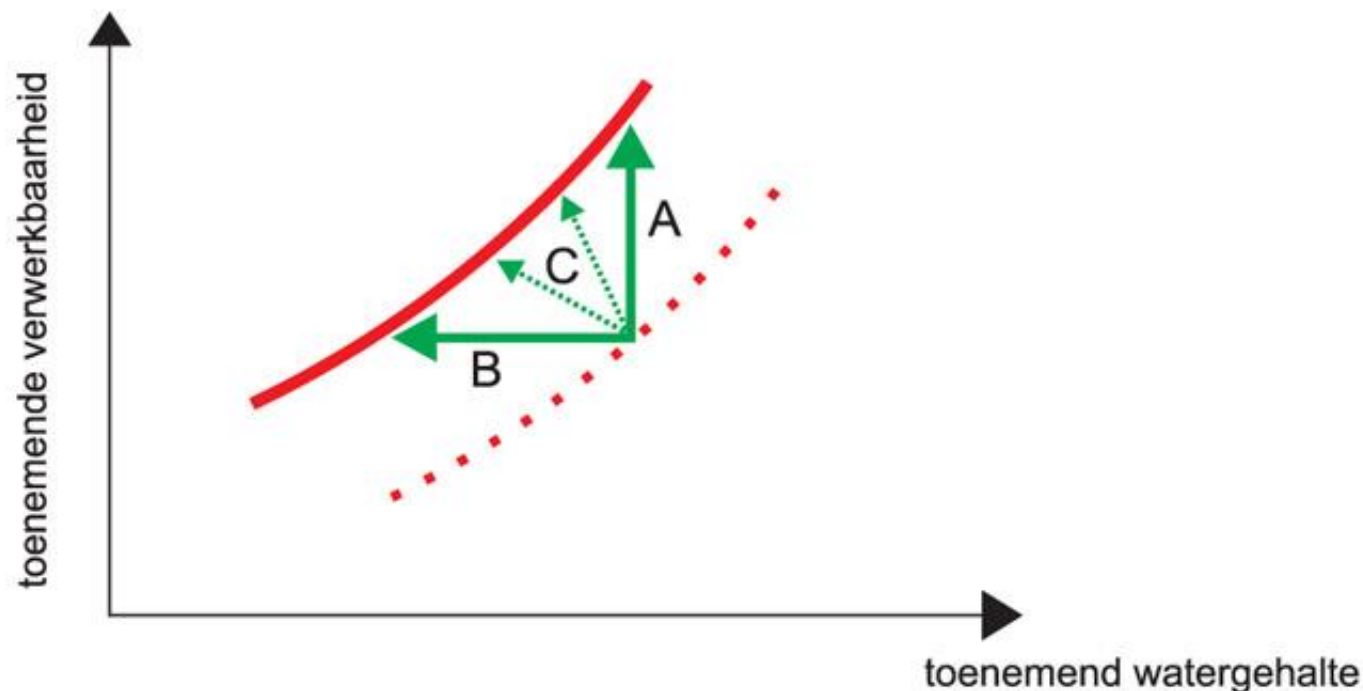
plastificeerders - waterreducerders (PRE)

superplastificeerders - sterk waterreducerders (SPHRE)

ofwel: de verwerkbaarheid van het vers beton verhogen zonder water toe te voegen **(A)**

ofwel: het watergehalte verlagen zonder de verwerkbaarheid van het vers beton te verminderen **(B)**

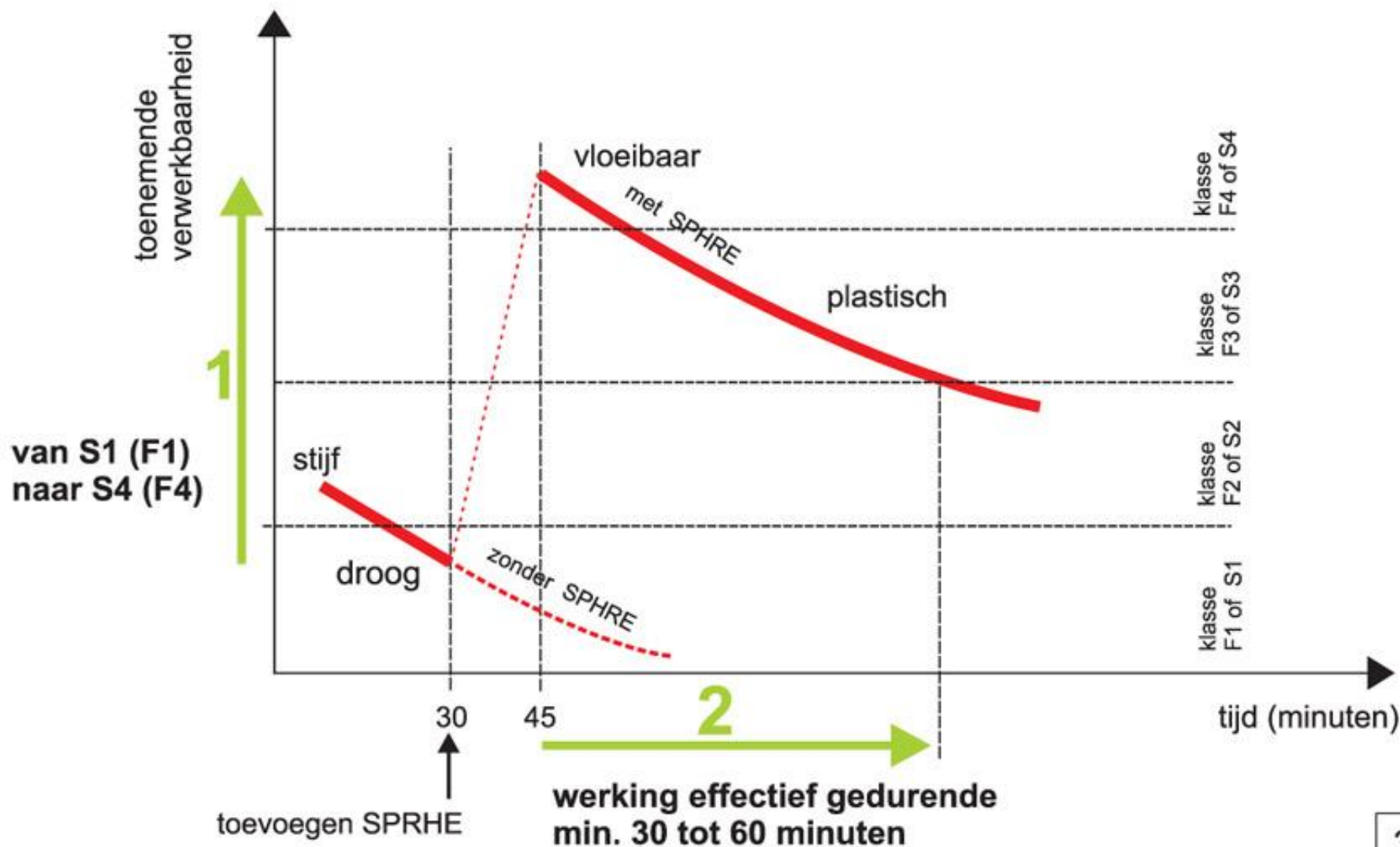
ofwel: tegelijk het watergehalte verlagen en de verwerkbaarheid vergroten **(C)**



- dosering: max. enkele percenten
- opgelet voor mogelijke neveneffecten
(bv. op de bindingstijd van het cement,
het luchtgehalte van het beton,...)

1e hulpstoffen *superplastificeerders - sterk waterreducerders (SPHRE)*

TWEE CRITERIA voor de DOELTREFFENDHEID



1e hulpstoffen - overige

- **bindingsversnellers**

(CaCl_2 en andere, zonder chloorverbindingen)



Cl^- -ionen tasten het wapeningsstaal aan !

4b6

- **bindingsvertragers**

(suikers en derivaten, gemengd in de massa of op het betonoppervlak aangebracht)

3c1

- **luchtbelvormers**

(verhogen de vorstbestandheid van beton)



Gaan gepaard met een vermindering van de drukweerstand !

4b5

- **waterdichtingsmiddelen**

(in de massa gemengd: verminderen capillaire opzuiging)

4b3

- **watervasthoudende stoffen**

(maken betonneren onder water mogelijk)

- **schuimvormende middelen**

(licht beton, isolerend beton)

- **minerale kleurpigmenten**

- **viscositeitsmiddelen**

(zelfverdichtend beton)

1f toevoegsels

- **'filler'** : fijn **inert** poeder ($< 80 \mu\text{m}$) van gemalen kalksteen
→ bevordert de **stabiliteit** van het mengsel
- **vliegas** : fijn poeder ($10 \mu\text{m}$, cfr. cement) van siliciumhoudende korrels
→ plastificerend effect in vers beton ('kogellagers')
→ **puzzolane eigenschappen** in verhard beton
(binding met vrijgekomen kalk → compactere structuur)
- **microsilica (silicafume)**: ultrafijn poeder ($0,1 \mu\text{m}$) van siliciumhoudende korrels
→ plastificerend effect in vers beton
→ sterk **puzzolane eigenschappen** in verhard beton
(→ $\pm 100 \%$ compacte structuur → 'ultrahoge-sterktebeton')



Zeer fijne poeders in het vers beton maken gebruik van
(super)plastificeerder - (sterk) waterreducerder noodzakelijk.

Normen & Technische Voorschriften:

NBN EN 12620 : Toeslagmaterialen voor beton

NBN EN 13139 : Toeslagmaterialen voor mortel

NBN EN 13043 : Toeslagmaterialen voor asfalt en oppervlakbehandeling voor wegen, vliegvelden en andere verkeersgebieden

NBN EN 13242 : Toeslagmaterialen voor ongebonden en hydraulisch gebonden materialen voor burgerlijke bouwkunde en wegenbouw

PTV 411 : Codificatie van granulaten overeenkomstig de normen NBN EN 12620, NBN EN 13043, NBN EN 13139 en NBN EN 13242

NBN EN 197-1 : Cement - Deel 1 : Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria van de gewone cementsoorten

NBN EN 197-2 : Cement - Deel 2 : Conformiteitsbeoordeling

NBN B 12-108 : Cement - Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten

NBN B 12-109 : Cement - Cement met begrensd alkali-gehalte

NBN B 12-110 : Cement - Portlandcement met hoge aanvangsterkte

PTV 603 : Gewone cementsoorten - Bijkomende karakteristieken

NBN EN 934-2 : Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel - Deel 2 : Hulpstoffen voor beton - Definities en eisen

PTV 500 : Hulpstoffen voor beton - Definities, voorschriften en conformiteitscriteria

NBN EN 450 : Viegas voor beton - Definities, eisen en kwaliteitscontrole

Verdere informatie:

Cement - Specificatie en certificatie. CE-markering en dubbele markering CE+BENOR

Dossier Cement, bulletin nr. 25

Brussel : FEBELCEM, 2001

Belgisch cement en de Europese norm EN 197-1. CE-markering en BENOR-merk - Specificatie van cement vanaf 2002

Technische Fiche

Brussel : FEBELCEM, 2001

www.febelcem.be

www.cric.be

www.cbr.be

www.hoicim.be

www.ccb.be

www.betongroepering.be