

1 BETONBESTANDDELEN

2 BETON MAKEN

3 VERS BETON

4 VERHARD BETON

1

BETONBESTANDDELEN

1a grove granulaten

1b zand

1c cement

1d water

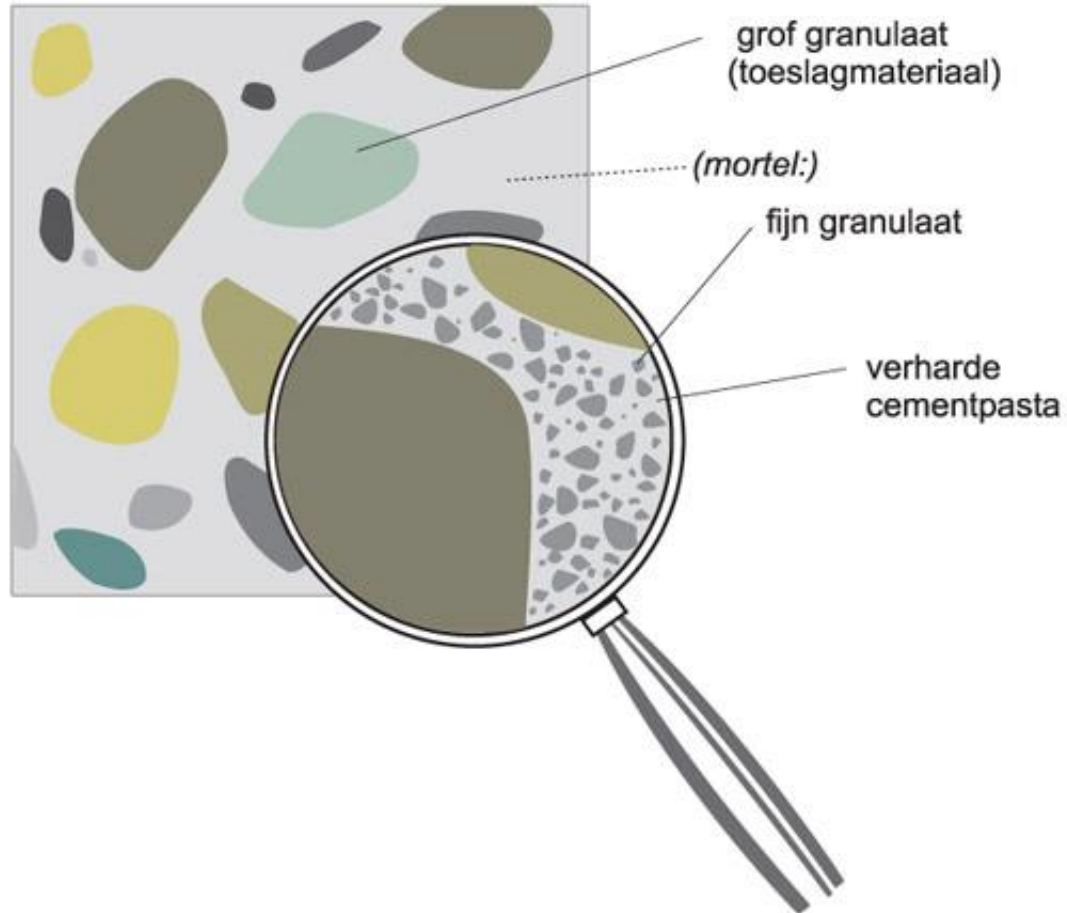
(eventueel:)

1e hulpstoffen

1f toevoegsels

1

BETONBESTANDDELEN



1a grove granulaten *natuur / oorsprong*

'natuurlijk'

(rivier, zee)

'alluviaal'



(steengroeve)



'artificieel'

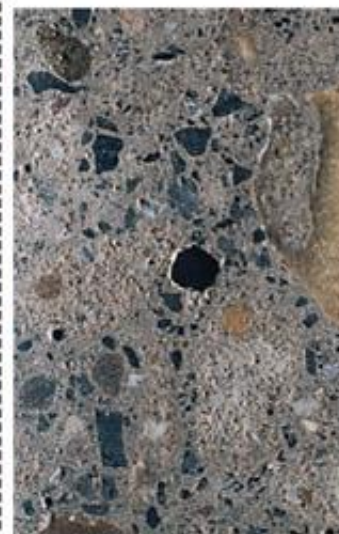
(fabriek:
bv. thermisch proces)



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

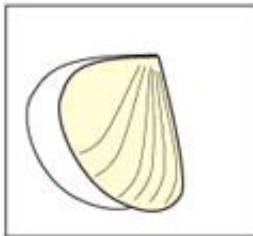
*te beperken
in functie van de toepassing:*



*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

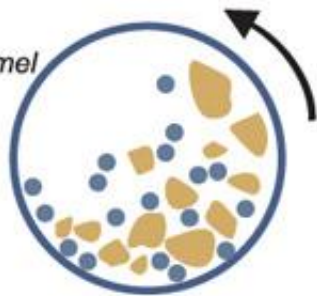


06/11/96

1a grove granulaten *intrinsieke kenmerken*

FYSISCH EN MECHANISCH KENMERKEN

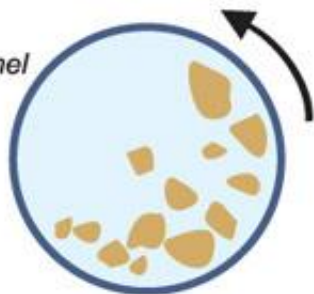
draaiende trommel
+ stalen kogels



bepaling van de geproduceerde
hoeveelheid fijne deeltjes

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

draaiende trommel
+ water

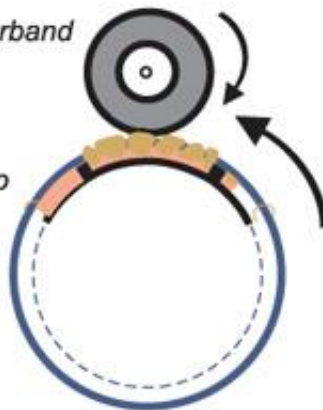


bepaling van de geproduceerde
hoeveelheid fijne deeltjes

⇒ '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

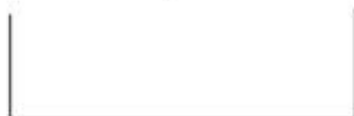
I
II
III
IV
V



toeneemend
gehalte aan
afgeplatte/onregelmatige
granulaten

1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

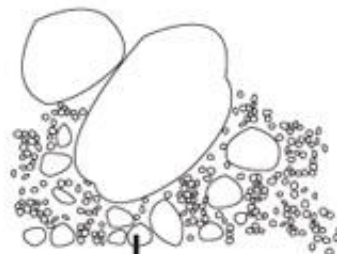
KORRELVERDELING



OK ! correcte afmetingen
en verdeling

D

d



'bovenmaatse' diameters...



slechte verdeling...

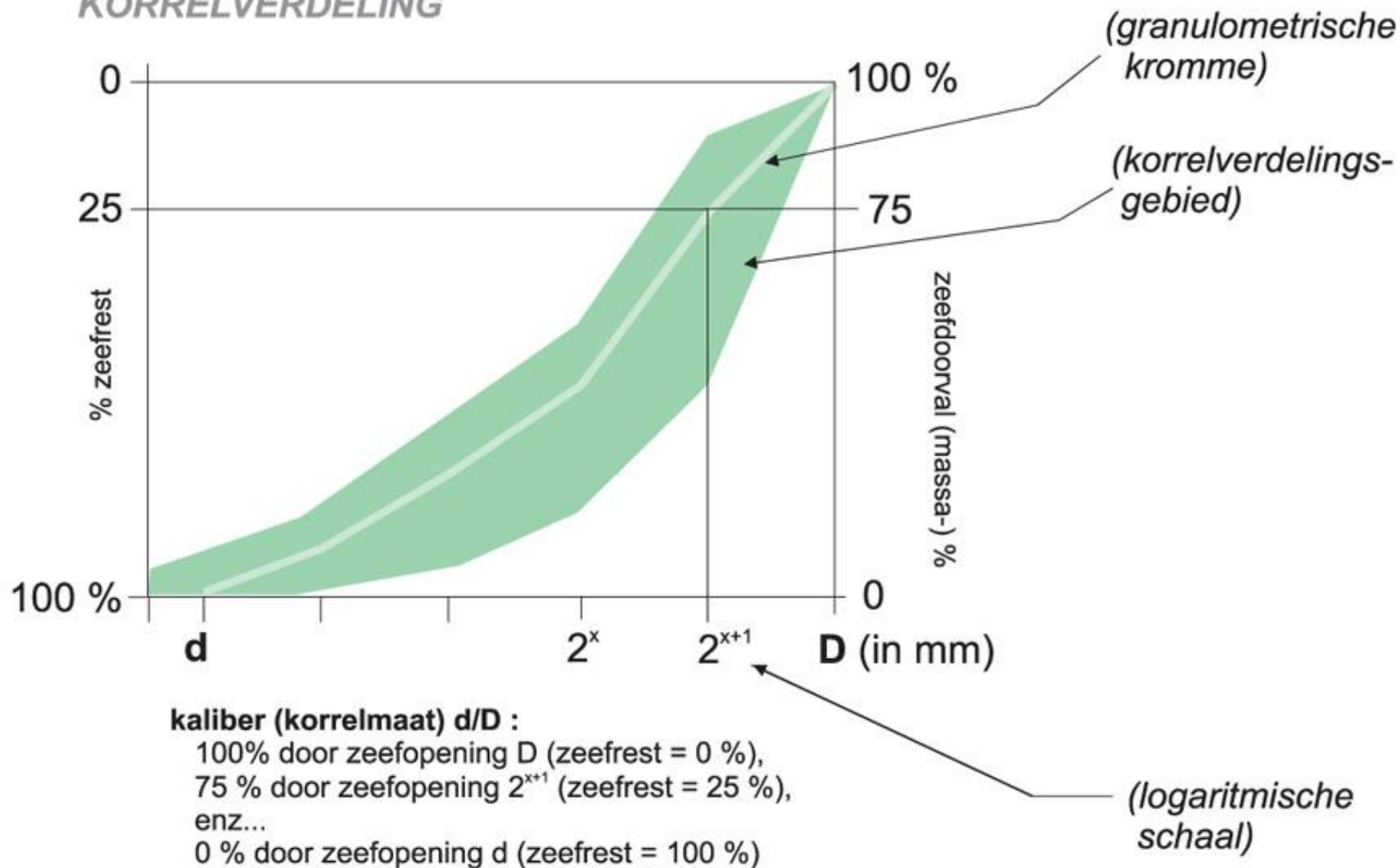


veel **fijne deeltjes**
(< 63 micron) (*):
"verbruiken" aanmaakwater

(*) 1 micron = 1/1000 mm

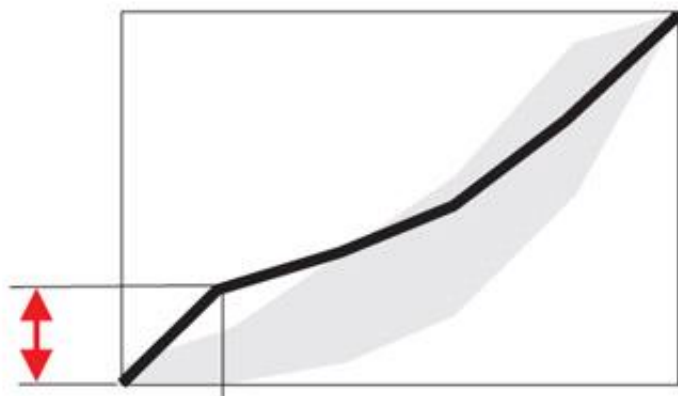
1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

KORRELVERDELING

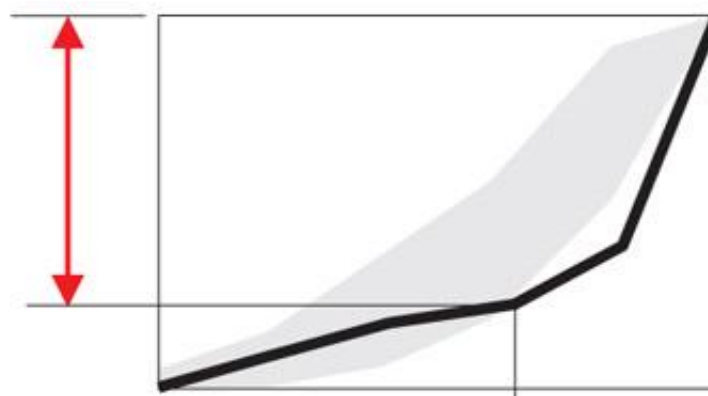


1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

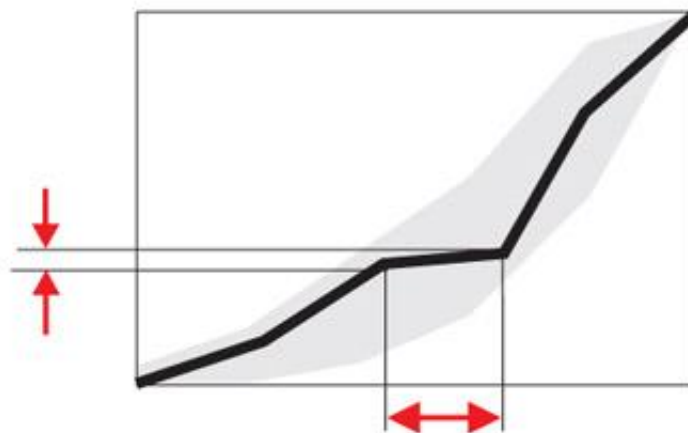
voorbeelden van minder goede korrelverdelingen



te veel fijne deeltjes



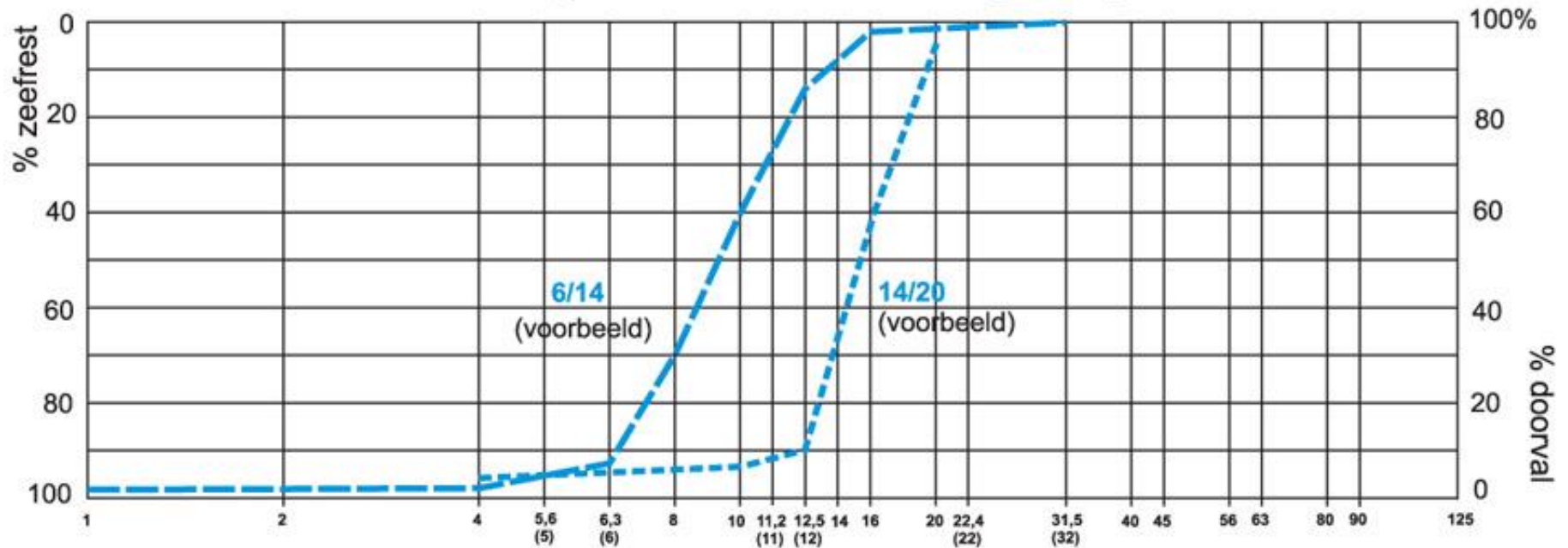
te veel grove granulaten



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)

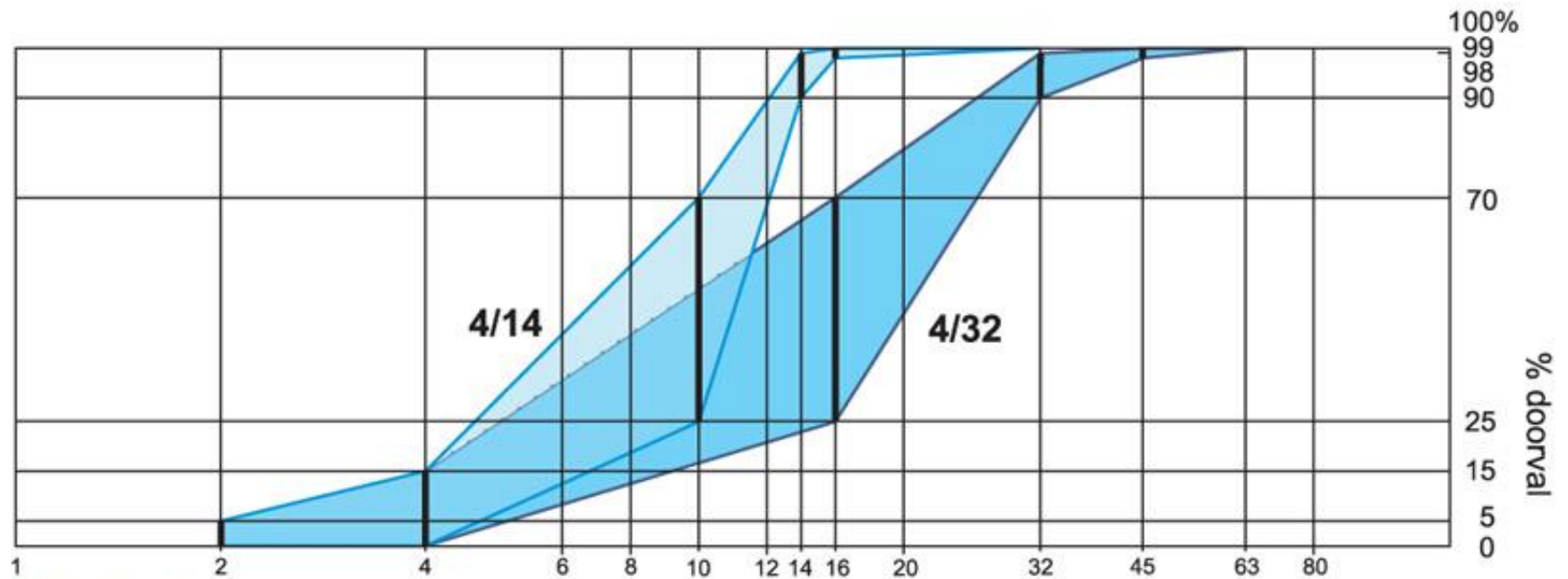
1 2 4 6 8 10 12 14 16 20 32 40 63 80



geen combinaties maken van deze sets !

1a grove granulaten *geometrische kenmerken*

KORRELVERDELING - courante korrelmaten



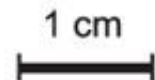
(BS + Set 2)



4/14

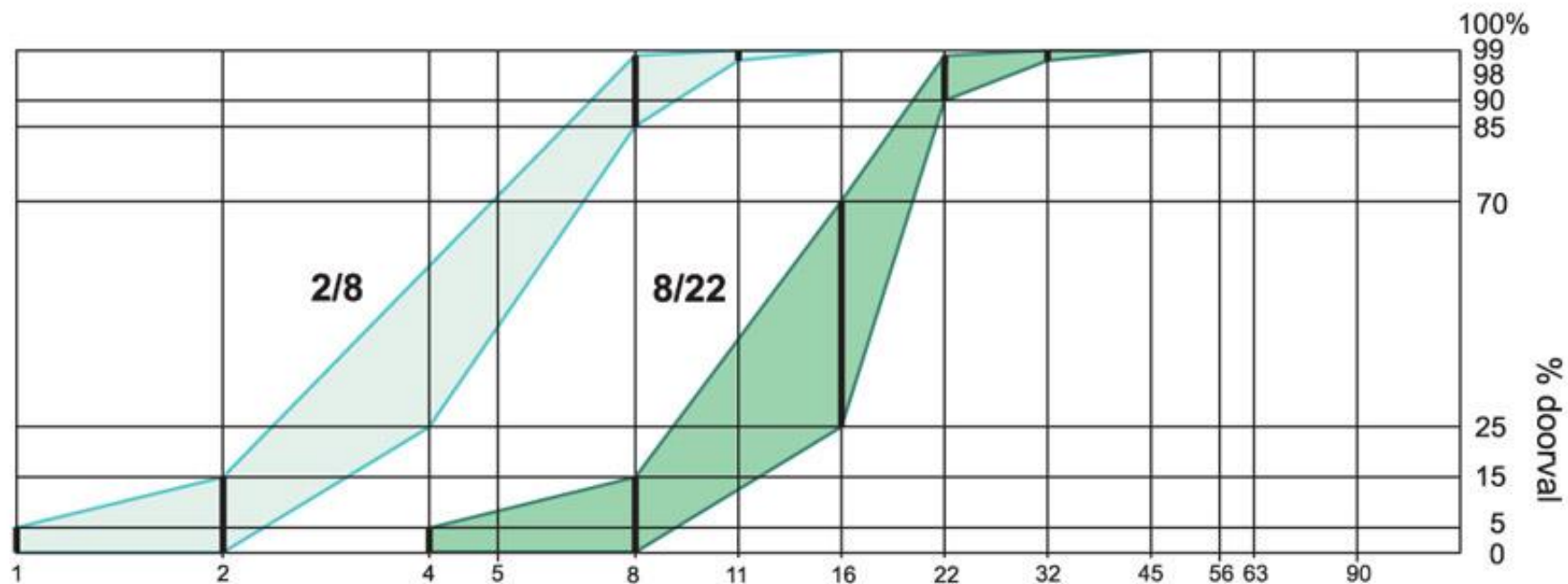


4/32



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**

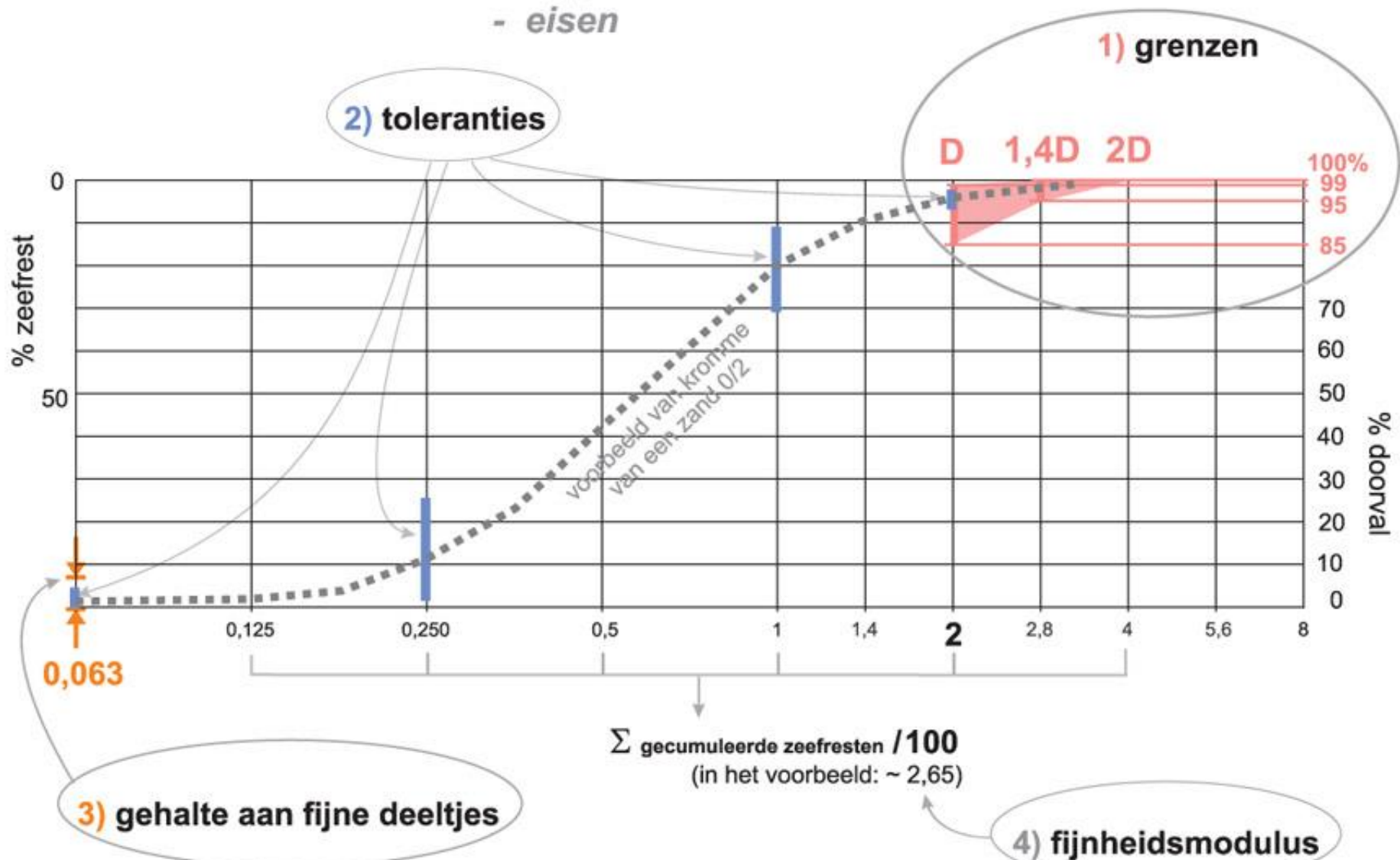
(hoe groter **MB_F**, hoe minder zuiver de fijne deeltjes)

1 cm



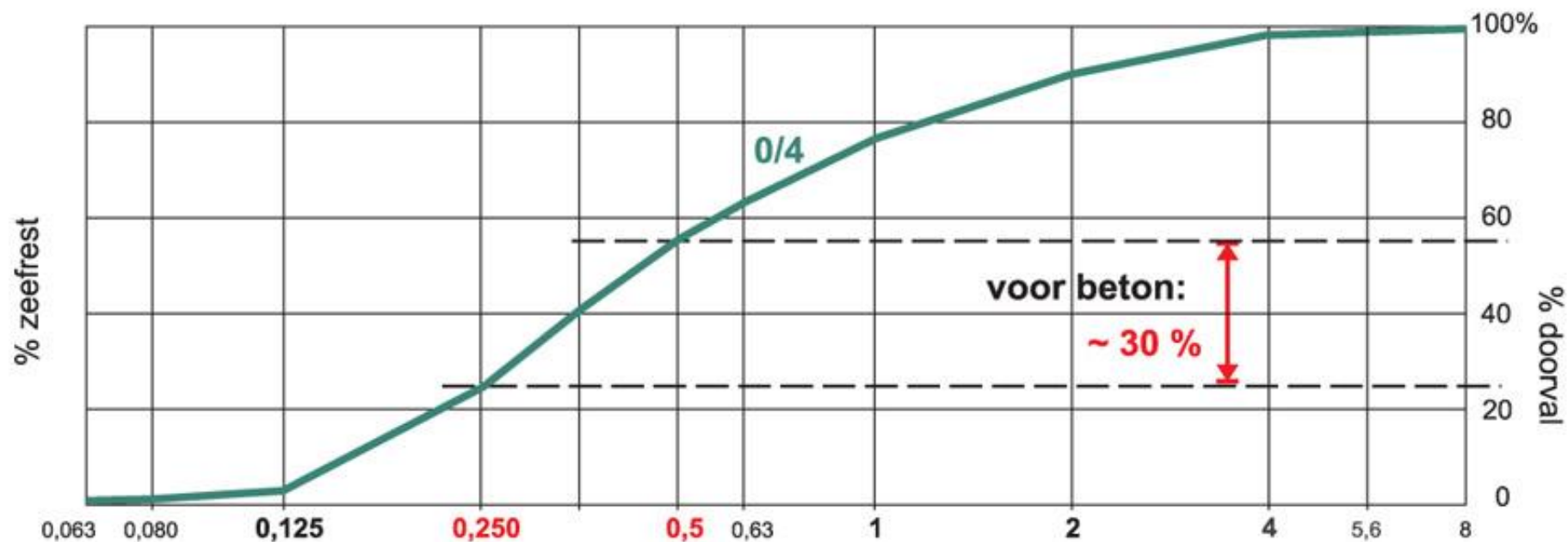
1b zand geometrische kenmerken

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



1b zand *geometrische kenmerken*

KORRELVERDELING - voorbeeld



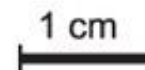
fijn zand



betonzand



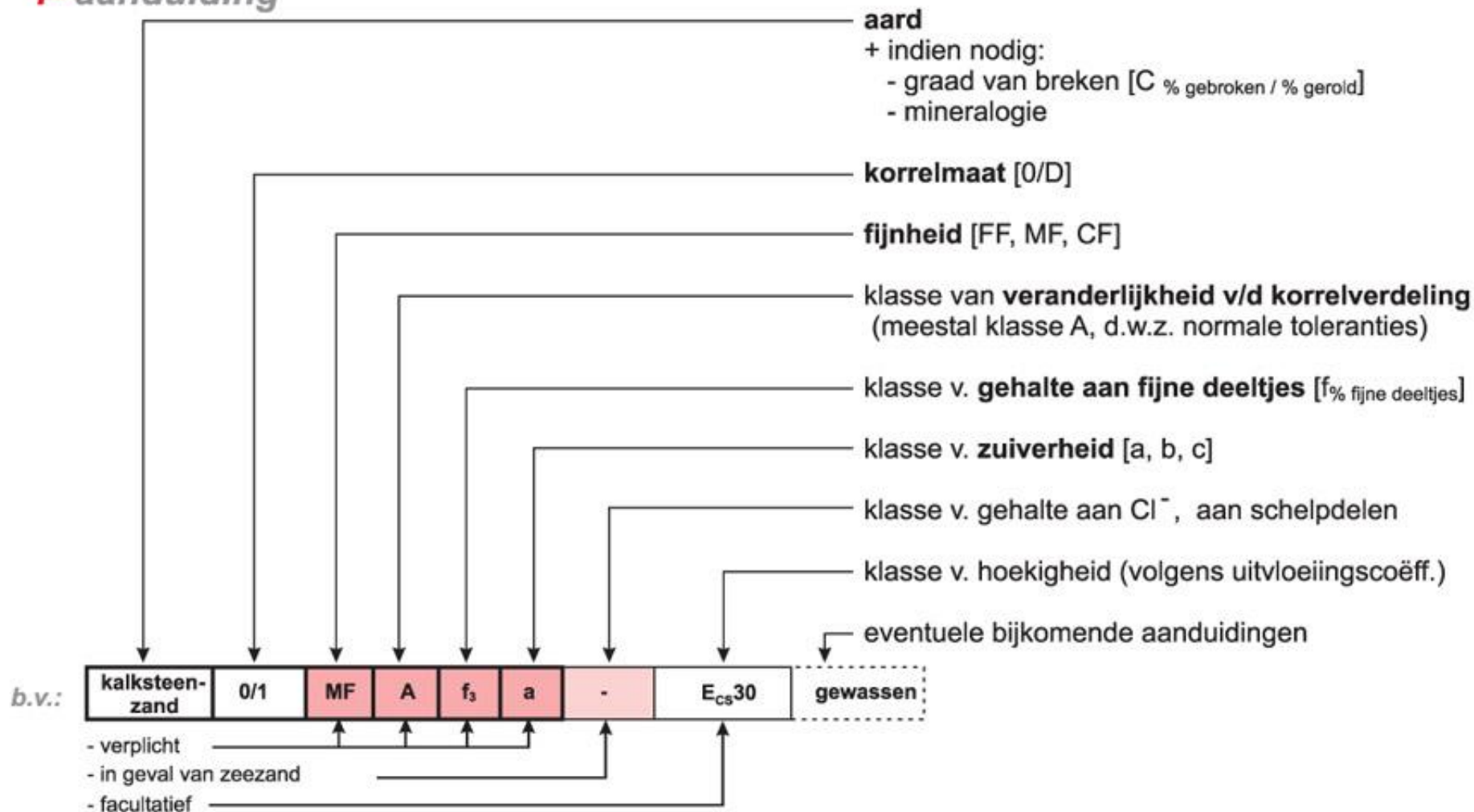
grof zand



1b zand *codificatie volgens PTV 411*

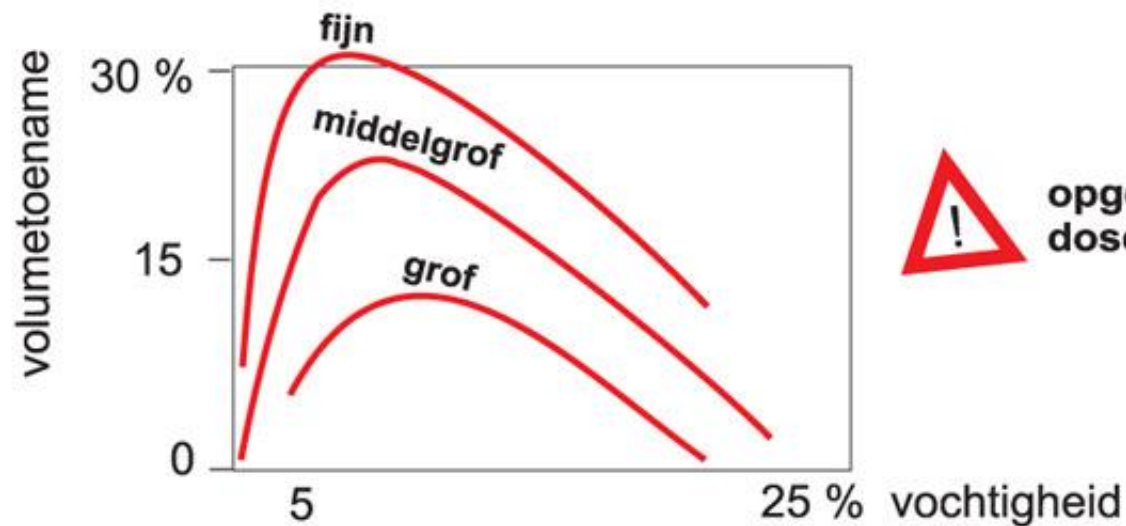
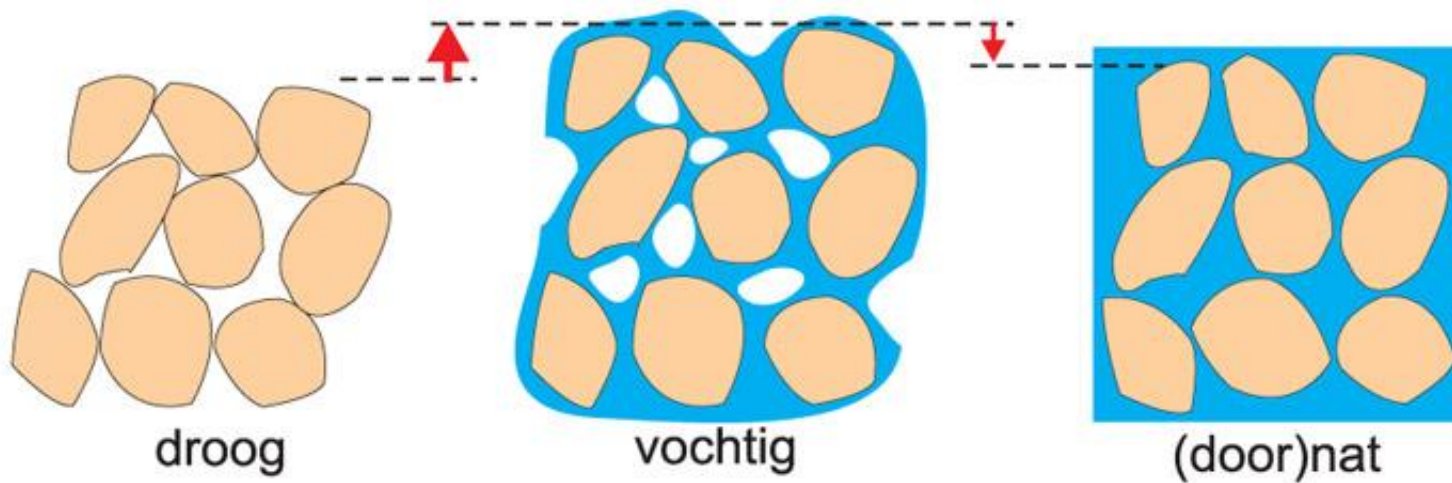
(overeenkomstig de norm NBN EN 12620 - 'Toeslagmaterialen voor beton')

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*

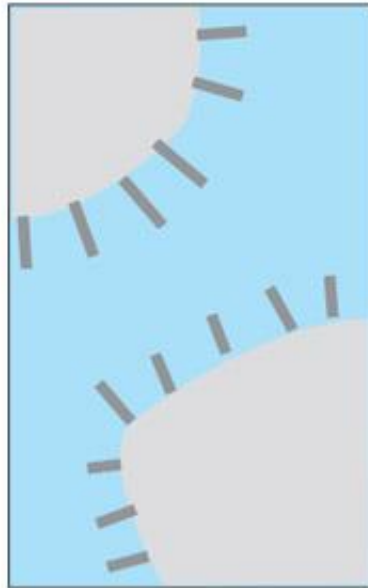
begin van de reactie
met water
(onmiddellijk)

“binding”:
cementpasta verstijft
(na enkele uren)

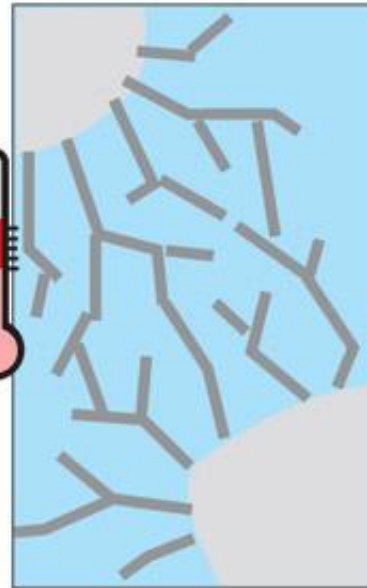
verharding
(na enkele dagen,
maar voortgezet gedurende
enkele weken)



cementkorrels
gescheiden door
waterfilm



'hydraten' (kristallen)
+ 'vrije kalk'



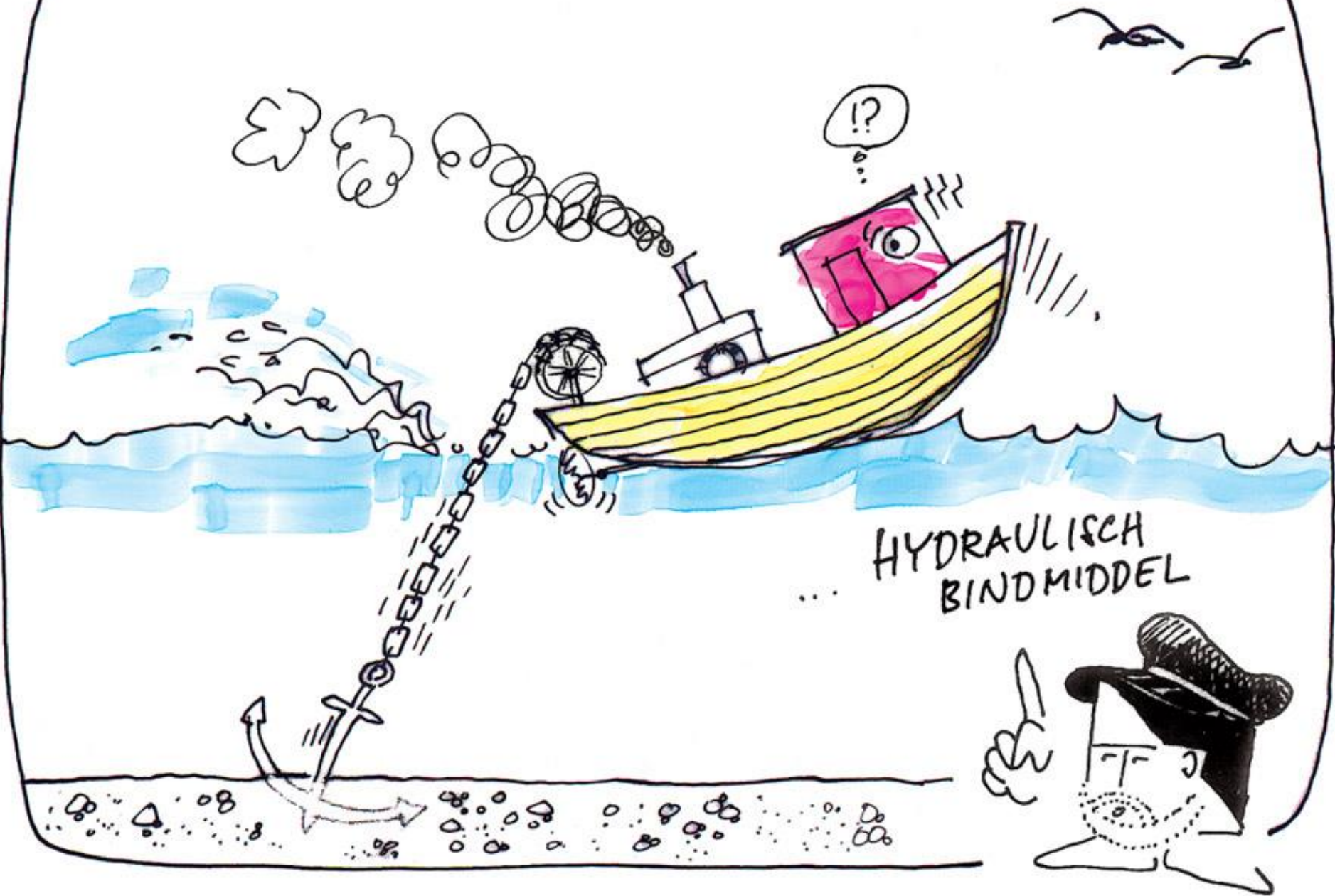
kristalnetwerk
(+ eventueel
niet-gebruikt water)

1/10.000 mm



invloed van omgevingstemperatuur
en -vochtigheid !

CEMENT...



1c

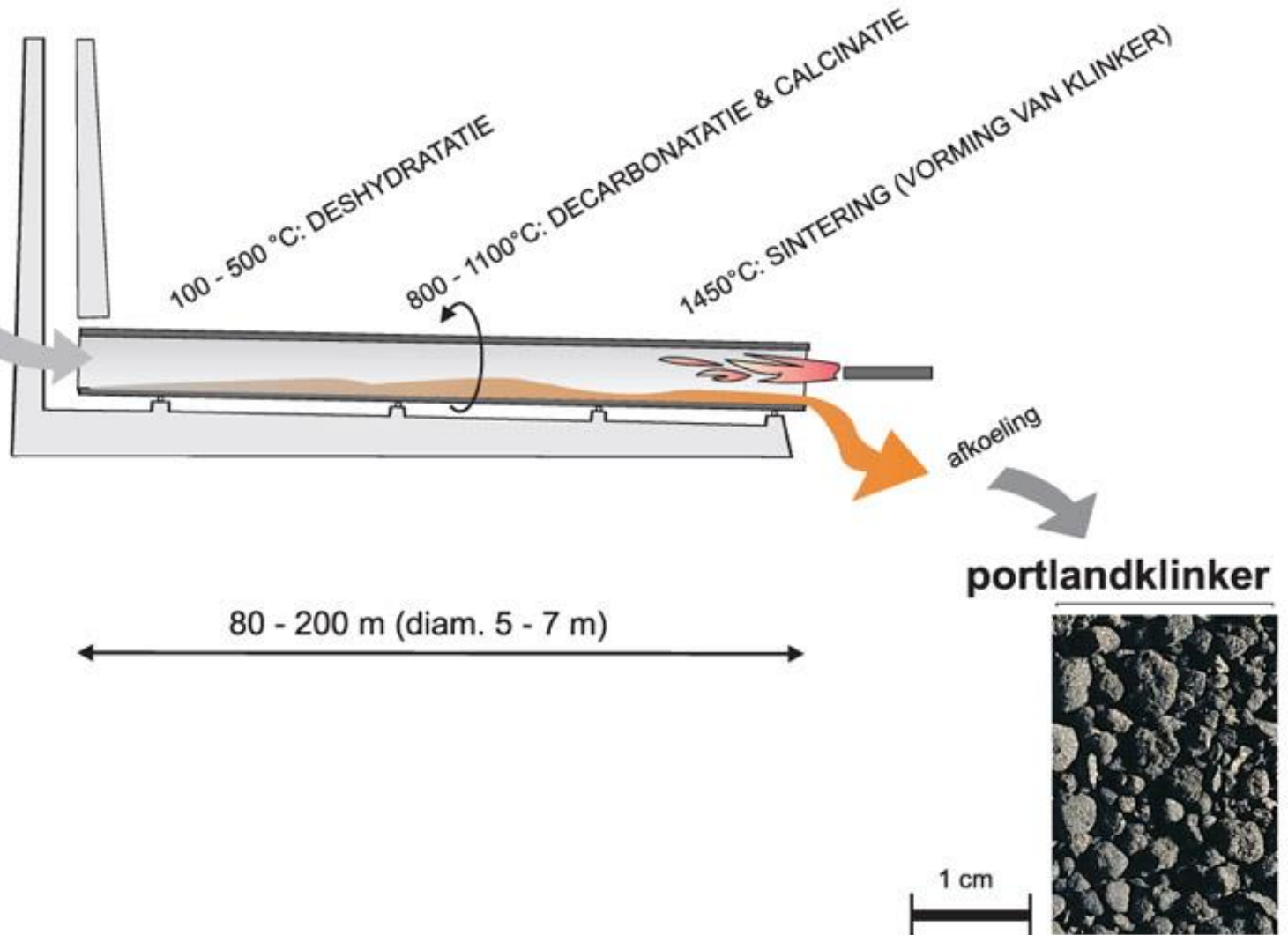
cement *fabricage*

cementoven (principe)

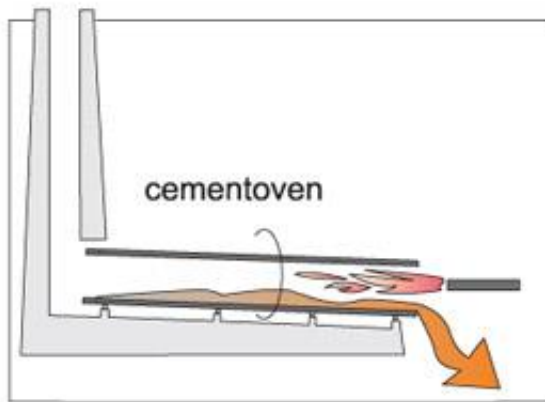
grondstoffen-
mengsel:

kalksteen / krijt
leistein / klei

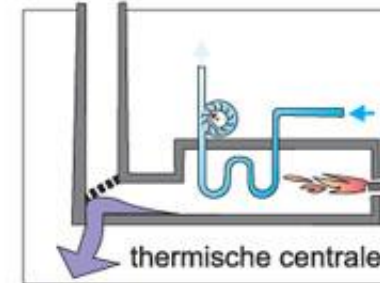
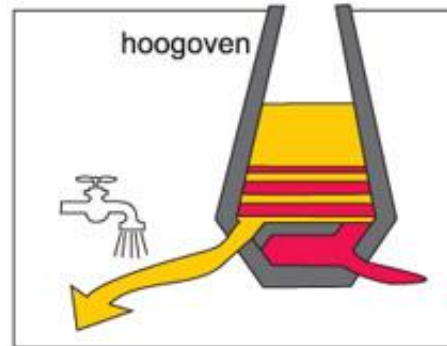
in poedervorm
(*'droog procédé'*)
of als deeg
(*'nat procédé'*)



1c cement *fabricage*



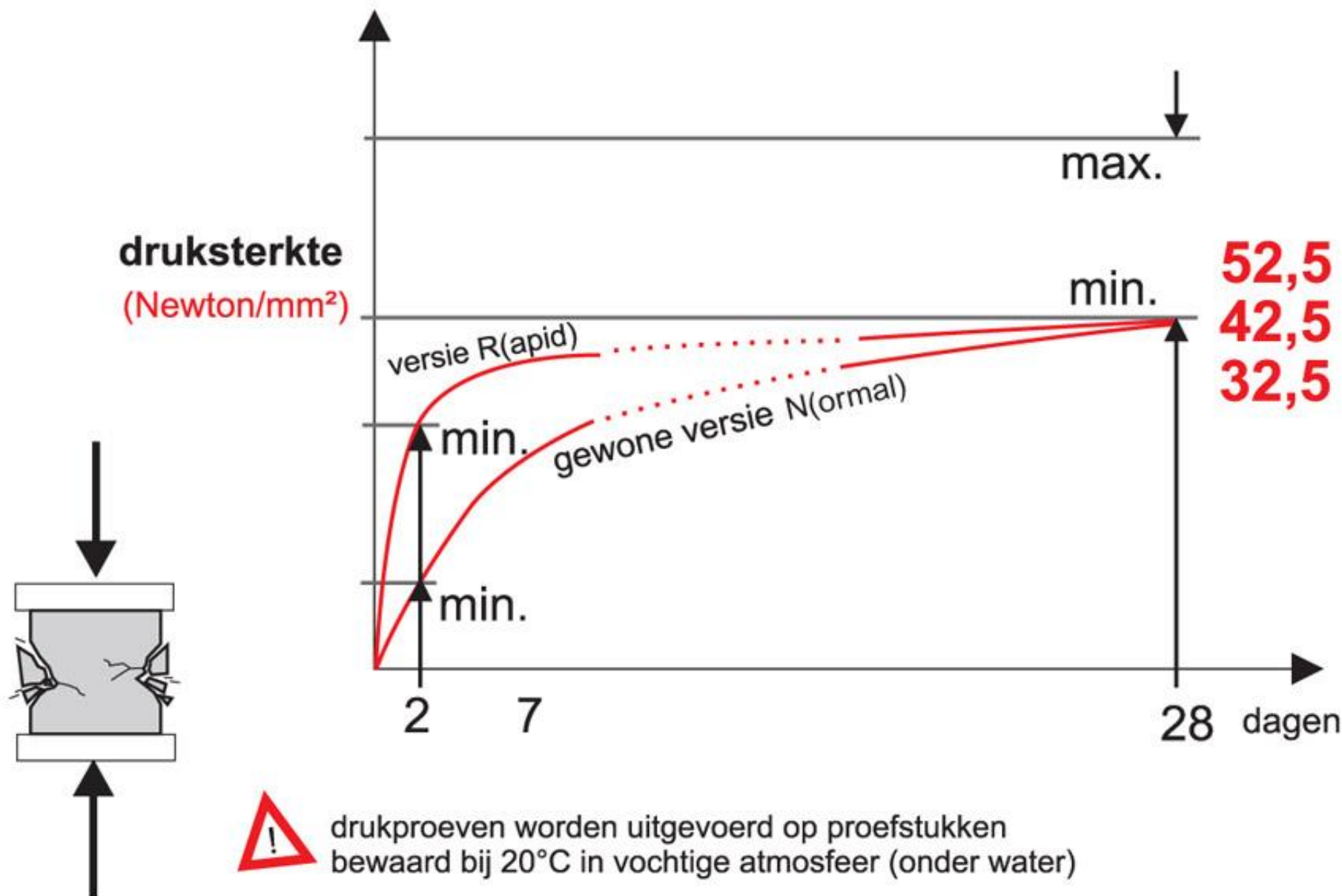
portlandklinker



CEMENT:

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

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

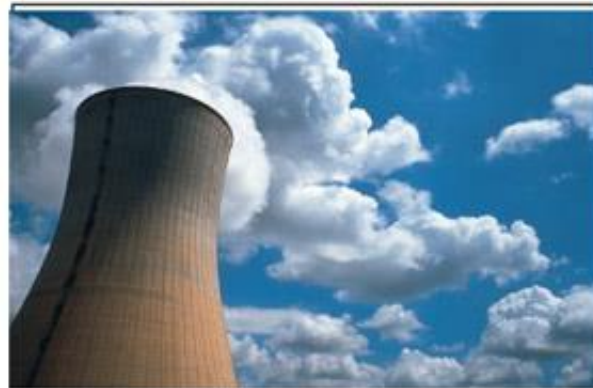
= portland cement - sterkteklasse 52,5 - met hoge aanvangssterkte



SPECIALE CEMENTSOORTEN

LH cement ("Low Heat")

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



1d water

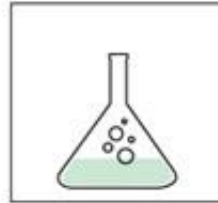
zuiverheid ?



organische
stoffen



zouten



zuren

dosering ?

zo weinig mogelijk
aanmaakwater



compacte
cementsteen



te veel
aanmaakwater



poreuze
cementsteen...

kristalnetwerk

grote poriën



1e

hulpstoffen

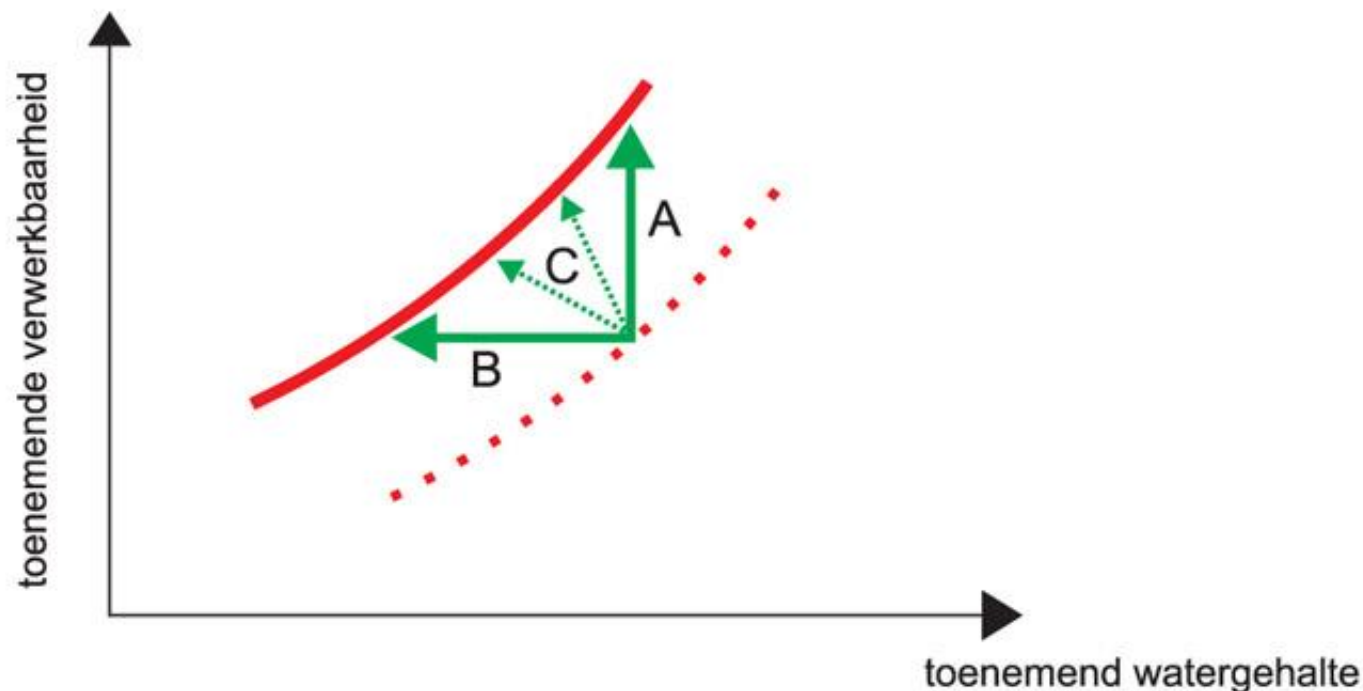
plastificeerders - waterreducerders (PRE)

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)**

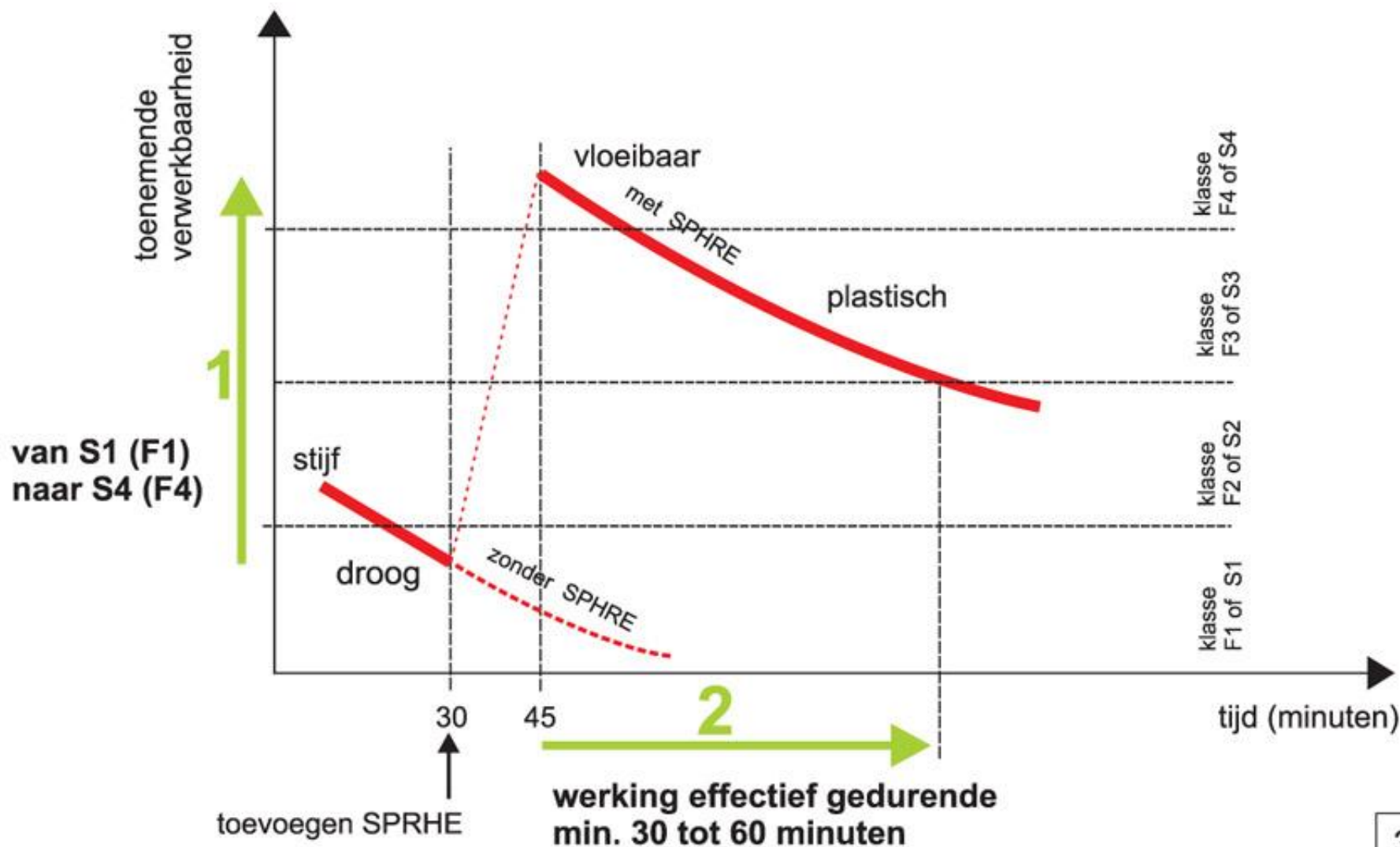
ofwel: tegelijk het watergehalte verlagen en de verwerkbaarheid vergroten **(C)**



- 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

1 **BETONBESTANDDELEN**

2 **BETON MAKEN**

3 **VERS BETON**

4 **VERHARD BETON**

2

BETON MAKEN

a- PRINCIPES

2a beton samenstellen

b- PRAKTIJK

2b1 beton voorschrijven volgens de normen NBN EN 206-1 & NBN B 15-001

2b2 betoncentrale

2b3 betonfabriek (prefab)

2b4 bouwplaats

2a beton samenstellen

constructieve eisen

*mechanische weerstand
duurzaamheid*



grove granulaten

+



mortel

grind / steenslag

zand

cement

water

(hulpstoffen) (toevoegsels)

ZAND-CEMENTFACTOR

VERHOUDING WATER / FIJNE DEELTJES

KORRELVERDELING

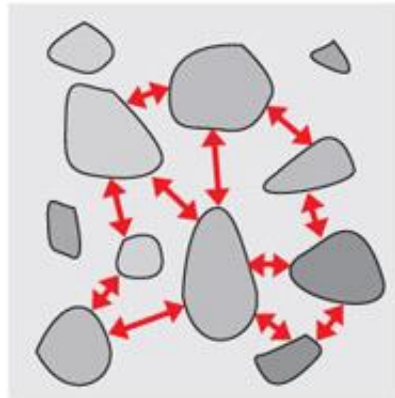
WATER-CEMENTFACTOR

2a beton samenstellen

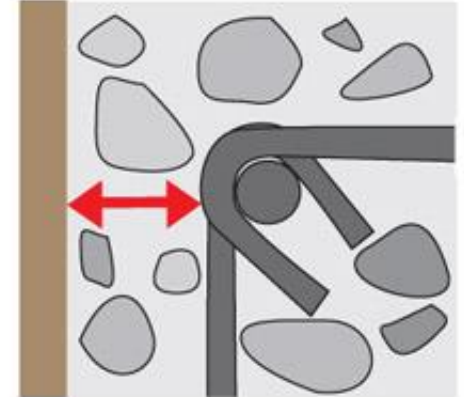
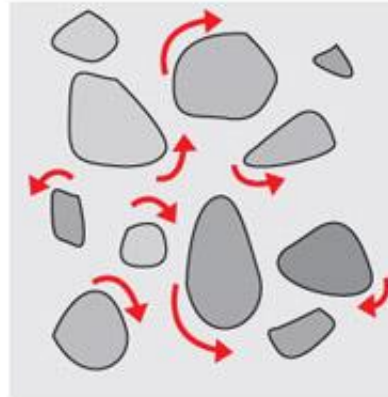
uitvoeringseisen



cohesie



verwerkbaarheid



GEHALTE AAN
FIJNE DEELTJES

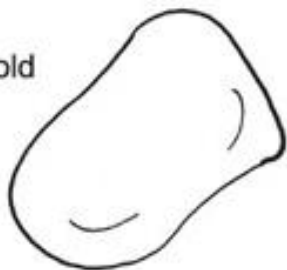
HOEVEELHEID WATER
+ (SUPER)PLASTIFICEERDER/
WATERREDUCEERDER

KORRELVORM

MAXIMUM KORRELDIAMETER

KORRELVERDELING

gerold



halfgerold



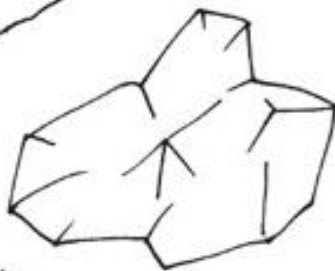
bolvormig



kubusvormig



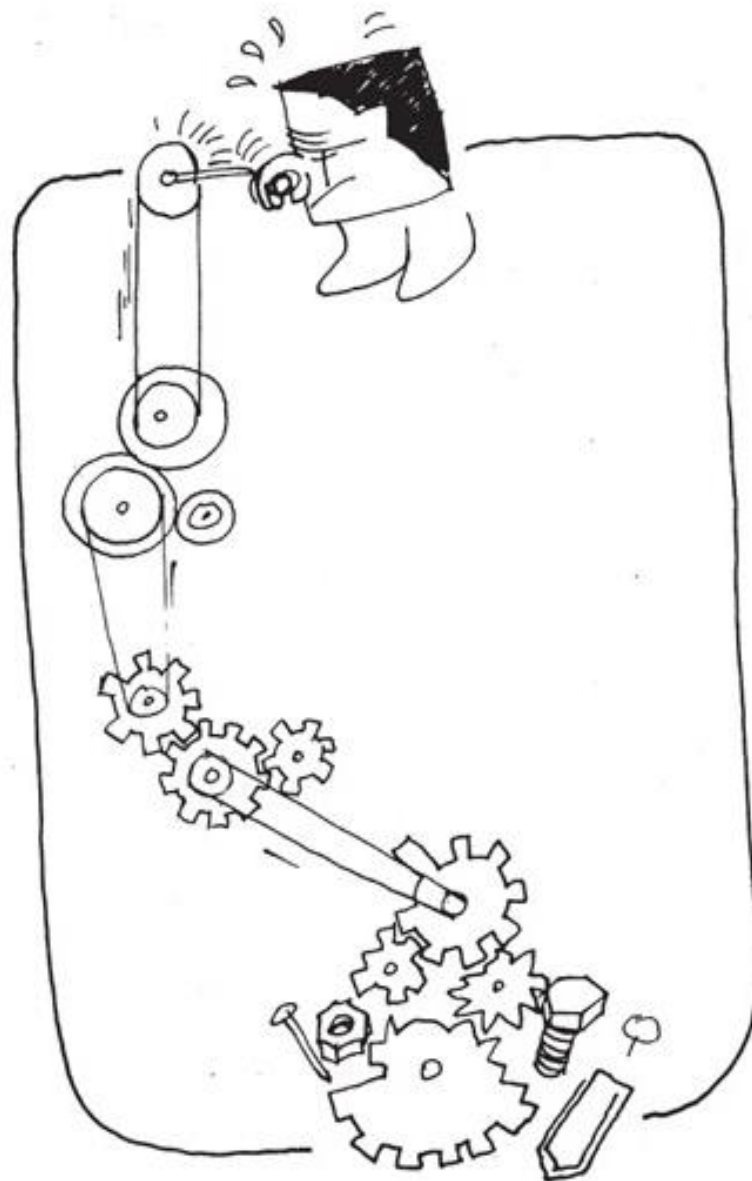
hoekig



plaatjes



naalden



2a beton samenstellen

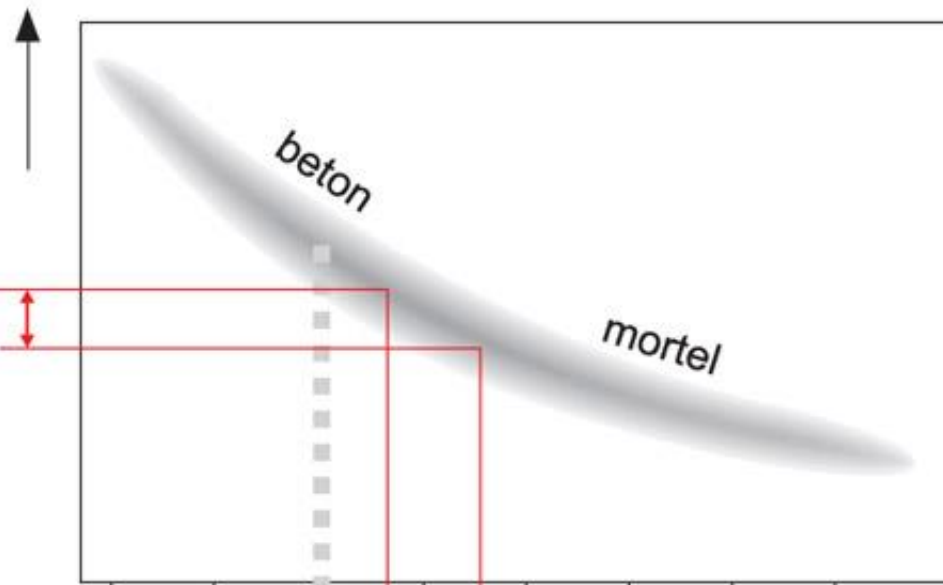
W/C - factor



“zo laag mogelijk !”

uiteindelijke
druksterkte

10 N/mm²



0,5

1,0

W/C - factor

0,1



compact

poreus



1c

1d

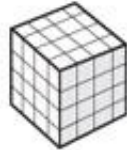
2a beton samenstellen

W/C - factor

$W/C \searrow \Rightarrow$ zo weinig mogelijk water $\Rightarrow$ opgelet met fijn zand !



ZELFDE VOLUME:
VERSCHILLENDE
OPPERVLAK:



$V = 64 \times$ 
4 x S

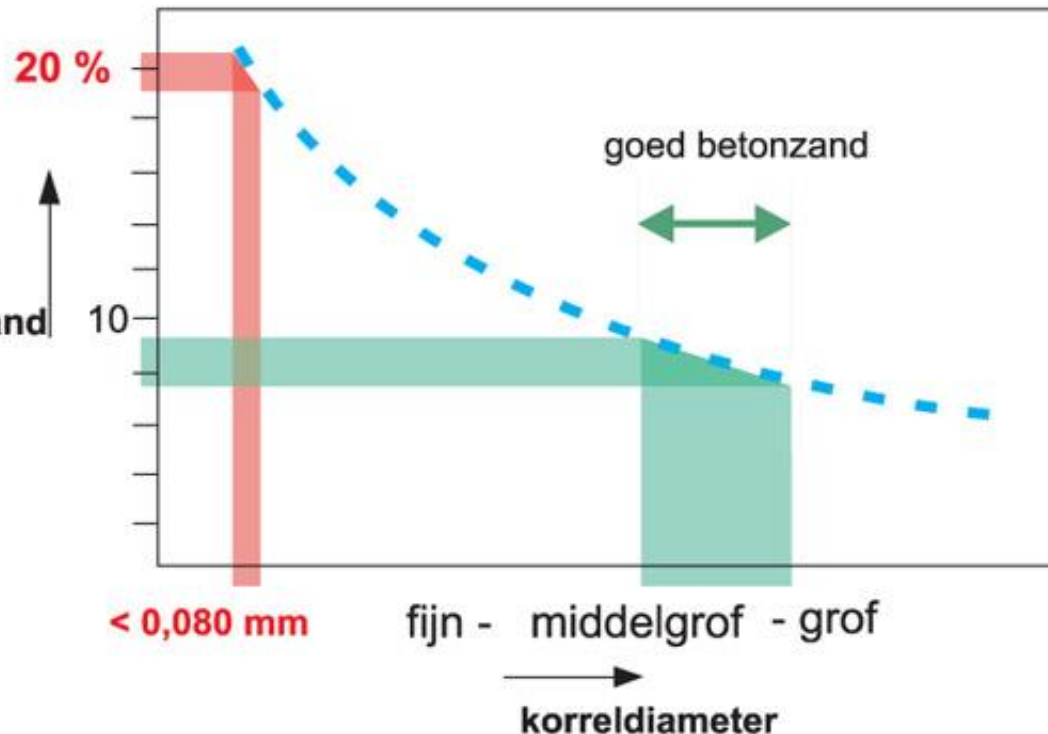


$V = 8 \times$ 
2 x S



V
S

waterbehoefte
in % van de
massa van het zand



2a beton samenstellen

W/C - factor

W/C ↓ ⇒ voldoende cement



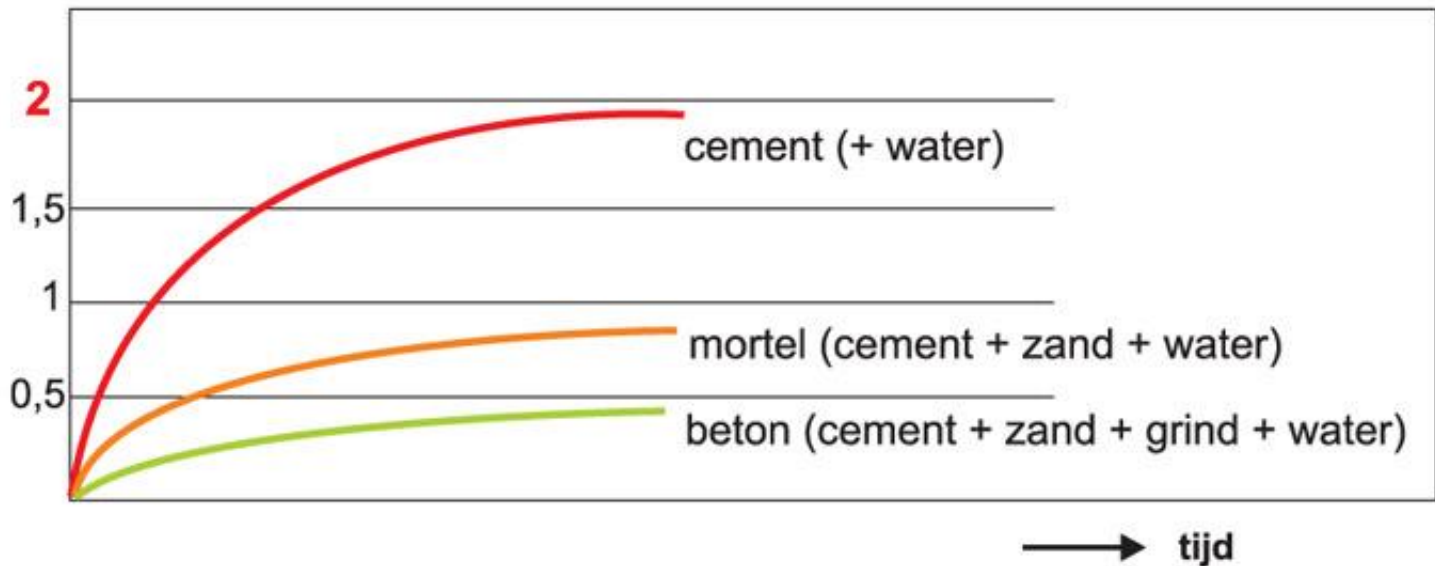
overdosering vermijden ($< 425 \text{ kg/m}^3$) !

krimp

(‰

= mm per m

= cm per 10 m)

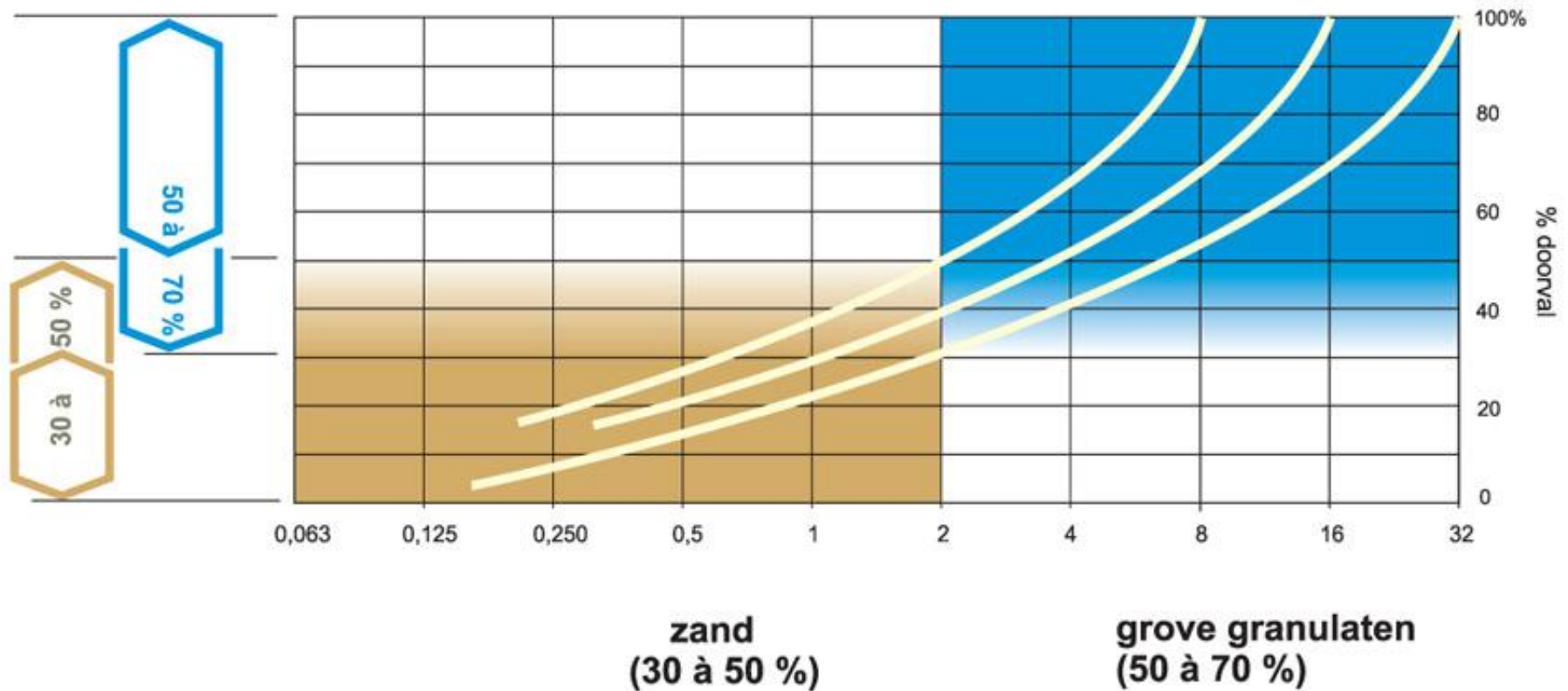


2a beton samenstellen

korrelverdeling



“continu en gespreid !”



2a

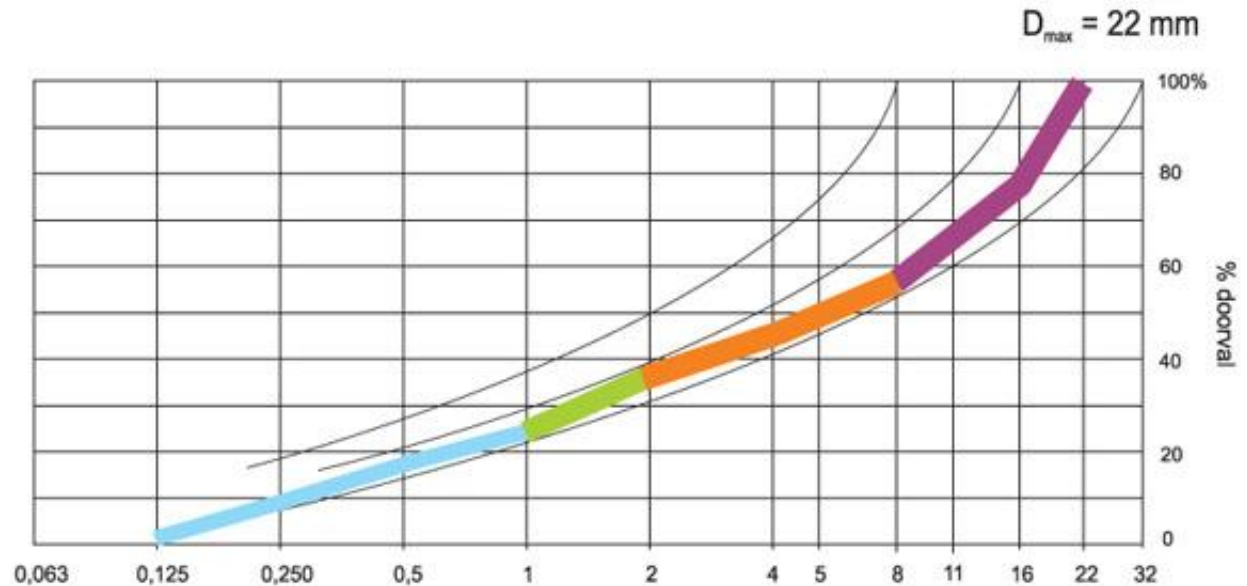
beton samenstellen

korrelverdeling - voorbeeld

gegeven: 4 beschikbare korrelmaten (0/1, 0/2, 2/8 et 8/22)
en hun respectieve korrelverdelingskrommen

gevraagd: korrelverdeling geschikt voor pompbeton

mogelijke oplossing:



(NB: pompbeton veronderstelt een continue korrelverdelingskromme)

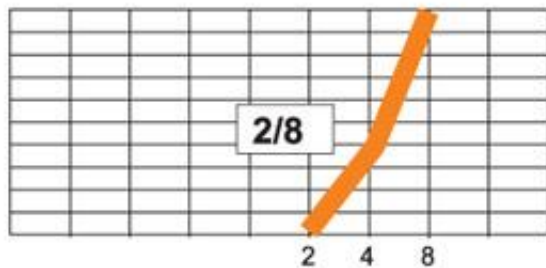
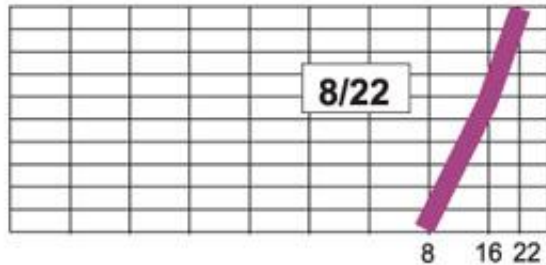
in dit voorbeeld worden de beschikbare granulaten in de volgende verhoudingen gemengd:

8/22: 45 %
2/8: 20 %
0/2: 25 %
0/1: 10 %

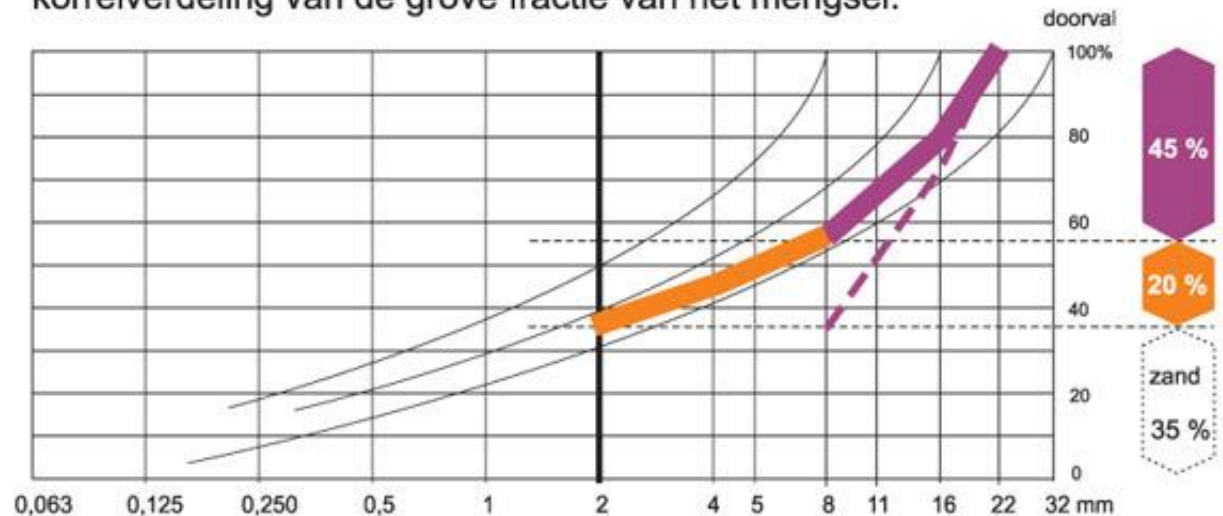
2a beton samenstellen

korrelverdeling - voorbeeld

beschikbare korrelverdelingen:



korrelverdeling van de grove fractie van het mengsel:



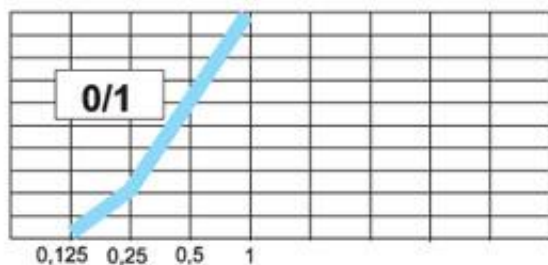
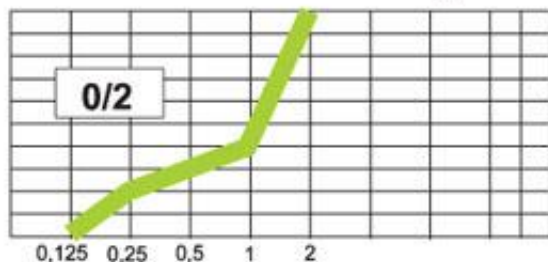
----- grove granulaten enkel bestaande uit 8/22
⇒ te steile kromme

— mengsel 8/22 + 2/8
⇒ verbeterde kromme

2a beton samenstellen

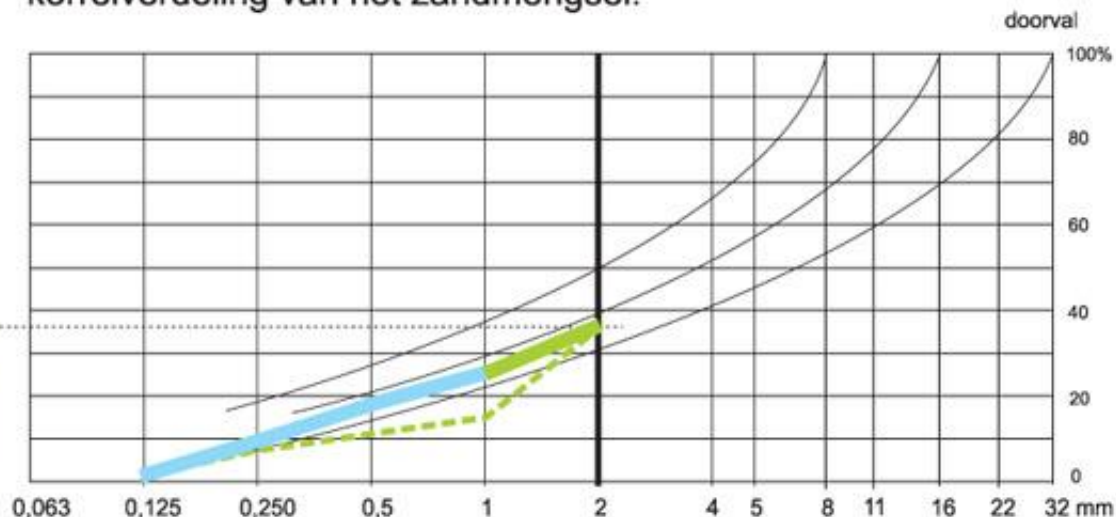
korrelverdeling - voorbeeld

beschikbare korrelverdelingen:



grove
granulaten
65 %
35 %

korrelverdeling van het zandmengsel:



--- zandfractie enkel bestaande uit 0/2
⇒ knik in de kromme
(beton moeilijk pompbaar)

— combinatie 0/2 (25 %) + 0/1 (10%)
⇒ verbeterde kromme

**2b1 beton voorschrijven volgens de normen
NBN EN 206-1:2001 & NBN B 15-001:2004**

op basis van

samenstelling

per m³ beton de volgende gegevens aanduiden:

... kg grind of steenslag .../...

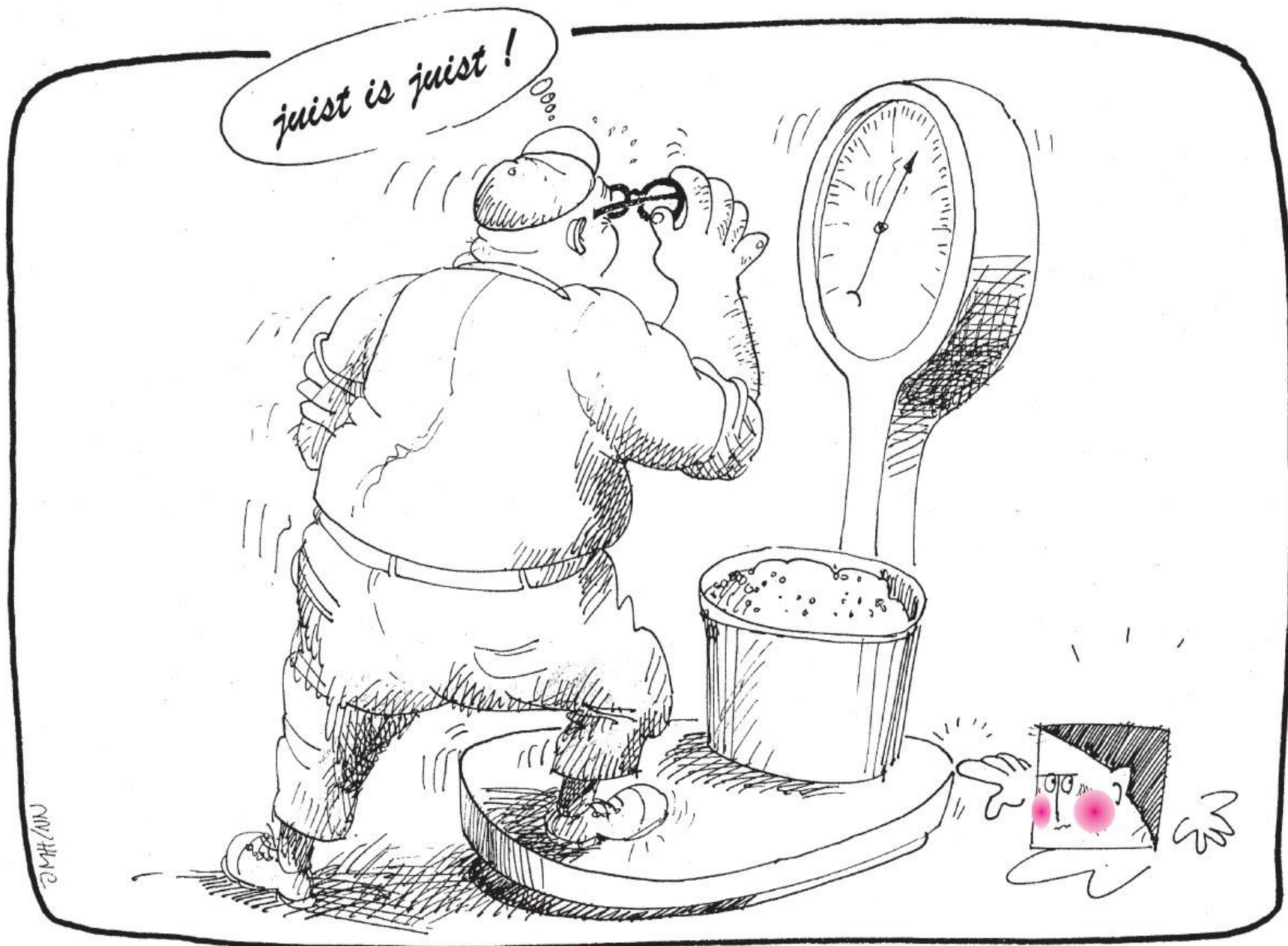
... kg zand .../...

... kg cement ...

... liter water

... (milli)liter (super)plastificeerder ...

etc.

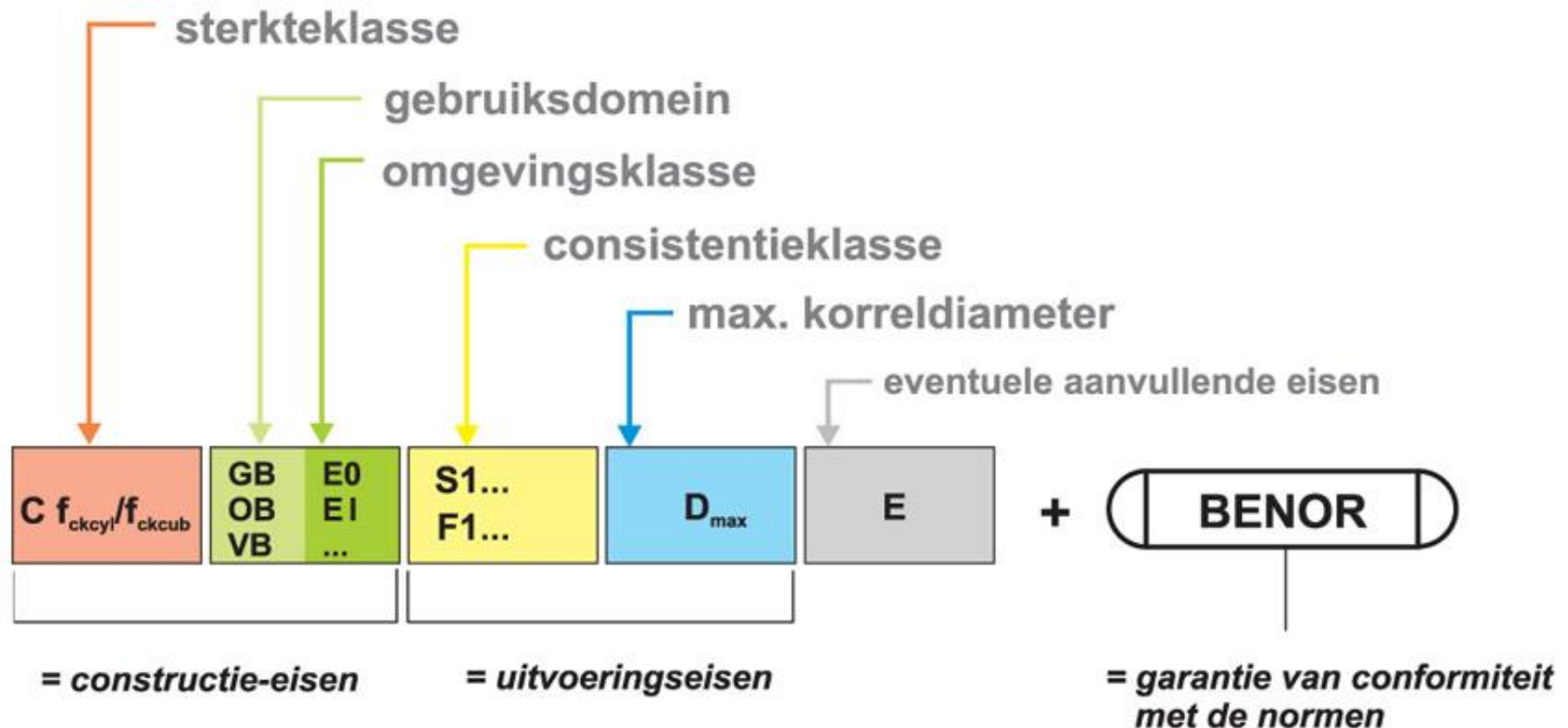


Beton voorschrijven op samenstelling vergt kennis en ervaring ...

2b1 beton voorschrijven volgens de normen NBN EN 206-1:2001 & NBN B 15-001:2004

op basis van

prestaties



2b1 beton voorschrijven volgens de normen NBN EN 206-1 & NBN B 15-001



STERKTEKLASSE
aanduiden :

C f_{ck,cyl} / f_{ck,cub}



Karakteristieke drukweerstand gemeten op proefstukken:

- cylinders of kubussen
- na 28 dagen
- bewaard bij 20 ± 2 °C
- onder water,
of bij relatieve vochtigheid > 90%

Kies uit de volgende klassen :

C 8/10

C 12/15

C 16/20 lichte funderingen

C 20/25 funderingen, ongewapend of lichtgewapend

C 25/30

C 30/37 gewapend beton (kolommen, balken, platen...)

C 35/45

**meest
voorkomende
gevallen**

C 40/50

C 45/55

C 50/60

C 55/67

C 60/75

C 70/85

C 80/95

C 90/105

C 100/115

Hoge-SterkteBeton

2b1 beton voorschrijven volgens de normen

NBN EN 206-1
& NBN B 15-001



GEBRUIKSDOMEIN aanduiden:

OB	= ongewapend beton
GB	= gewapend beton
VB	= voorgespannen beton

gehalte chloride-ionen
(Cl⁻ in % van cementmassa)

≤ 1,0 %
≤ 0,40 %
≤ 0,20 %



~~GB of VB : CaCl₂ of andere hulpstoffen op basis van Cl⁻~~

2b1 beton voorschrijven volgens de normen NBN EN 206-1 & NBN B 15-001



OMGEVINGSKLASSE(N)' aanduiden

Kies uit de volgende mogelijkheden:

(voorbeelden:)

E0 = niet schadelijke omgeving (enkel van toepassing op ongewapend beton)

E I = binnenomgeving

binnenkant woningen en kantoren

EE = buitenomgeving

EE1 = geen vorst

EE2 = vorst, geen contact met regen

EE3 = vorst en contact met regen

EE4 = vorst + dooizouten

funderingen onder vorstgrens

sommige parkeergarages

buitenmuren

delen van wegeninfrastructuur

ES = zeeomgeving

- geen contact met zeewater, wel met zeelucht (tot 3 km landinwaarts) en/of brak water

ES1 = geen vorst

ES2 = vorst

- contact met zeewater

ES3 = ondergedompeld

ES4 = getijden-/spatzone

fund. onder vorstgrens, in contact met brak water

buitenmuur aan de kust

kaaimuur

EA = agressieve omgeving (altijd in combinatie met één van voornoemde omgevingsklassen, bijv.: EA2 + EE1, EA3 + EE3)

EA1 = zwak agressief

EA2 = middelmatig

EA3 = sterk

mestkelders onder stal

sleufsilo's



2b1 beton voorschrijven volgens de normen NBN EN 206-1 & NBN B 15-001

DUURZAAMHEIDSEISEN

- min. druksterkteklasse (*)
- min. cementgehalte (kg/m³)
- max. W/C
- min. luchtgehalte ('Air') (%)
(% ↑ als D_{max} ↓)

C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C20/25	C30/37	C25/30	C35/45	C30/37
-	-	260	280	300	300	320	320	340	340
1,50	1,00	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
					4, 5 of 6		4, 5 of 6		4, 5 of 6

"BETONTYPES"

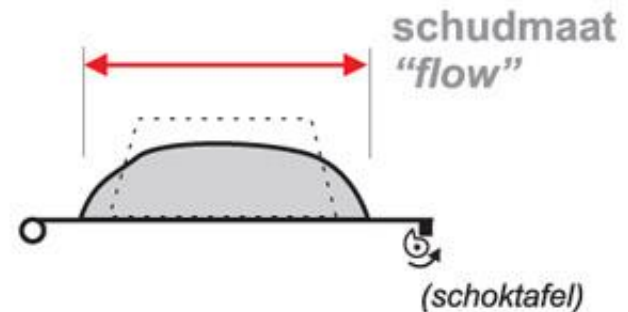
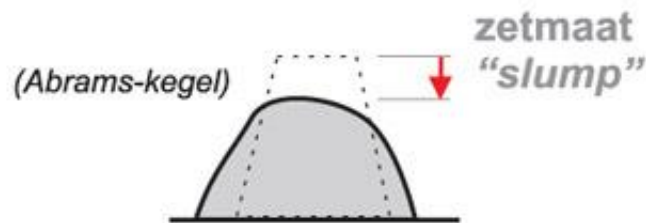
T(1,50)	T(1,00)	T(0,65)	T(0,60)	T(0,55)	T(0,55)A	T(0,50)	T(0,50)A	T(0,45)	T(0,45)A
---------	---------	---------	---------	---------	----------	---------	----------	---------	----------

			in geval van OB	in geval van GB of VB	+ ANDERE EISEN <i>(bijvoorbeeld :)</i> vorstbestendige granulaten cement met hoge bestandheid tegen sulfaten (HSR-cement)
niet schadelijke omgeving		E0	T(1,00)		
binnenomgeving		E1	T(1,00)	T(0,65)	
buitenomgeving	geen vorst	EE1	T(1,00)	T(0,60)	
	vorst, geen regen	EE2	T(0,55)	T(0,55)	
	vorst + regen	EE3	T(0,55)	T(0,50)	
	vorst + dooizouten	EE4	T(0,45) of T(0,55)A	T(0,45) of T(0,45)A	
zee-omgeving (lucht)	geen vorst	ES1	T(0,60)	T(0,50)	
	vorst	ES2	T(0,55)	T(0,50)	
zee-omgeving (water)	ondergedompeld	ES3	T(0,55)	T(0,45)	
	getijden-/spatzone	ES4	T(0,45) of T(0,55)A	T(0,45) of T(0,45)A	
agressieve omgeving	zwak	EA1	T(0,55)	T(0,55)	
	matig	EA2	T(0,50)	T(0,50)	
	sterk	EA3	T(0,45)	T(0,45)	

(*) vergelijken met de eerder gekozen sterkteklasse !



2b1 beton voorschrijven volgens de normen NBN EN 206-1 & NBN B 15-001



Kies een klasse:

aardvochtig	S1	10-40 mm	F1	≤ 340 mm
half-plastisch (stijf)	S2	50-90	F2	350-410
plastisch	S3	100-150	F3	420-480
vloeibaar	S4	160-210	F4	490-550
	S5	≥ 220	F5	560-620
			F6	≥ 630

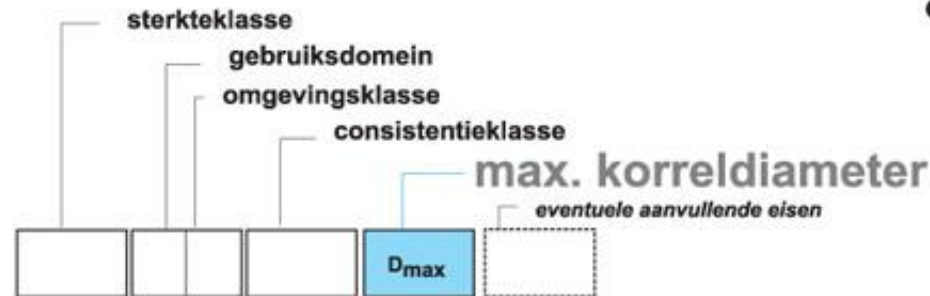
**meest
gebruikt**



**water toevoegen op de
bouwplaats**



2b1 beton voorschrijven volgens de normen NBN EN 206-1 & NBN B 15-001



Kies D_{max}
uit de reeks :

6	8	10	11	12	14	16	20	22	32	40	45	63	mm
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Zodanig dat :

$$D_{max} \leq 0,20 a$$

$$\leq 0,20 b$$

$$\leq 0,75 c$$

$$\leq 0,25 d$$

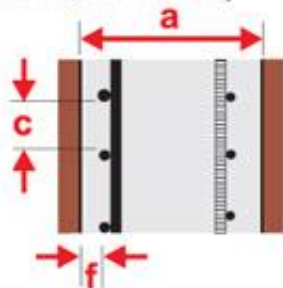
$$\leq 0,40 e$$

$$\leq f$$

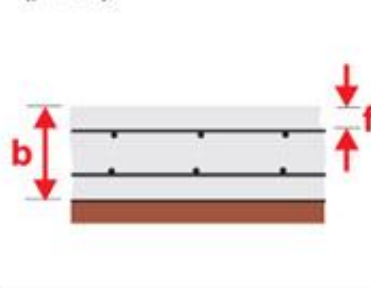


(betondekking in geval van zouten
en/of agressieve stoffen: ≥ 40 mm)

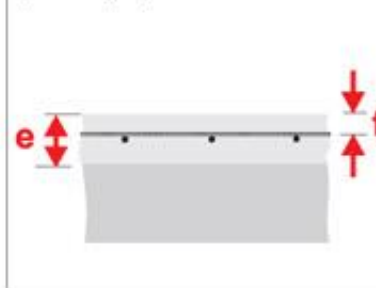
(balken, kolommen...)



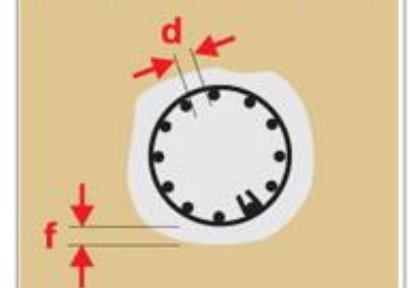
(platen)



(druklagen)



(in de grond gevormde palen)



2b1

beton voorschrijven volgens de normen

**NBN EN 206-1
& NBN B 15-001**

bijvoorbeeld:

eisen aan de *samenstelling*

- ☒ cementtype (b.v. LA-cement indien gevaar voor alkali-silicareactie)
- ☒ minimum cementgehalte
- ☒ betontype met lucht (omgevingsklassen EE4 en ES4)
- ☐ ...

eisen aan het *verse beton*

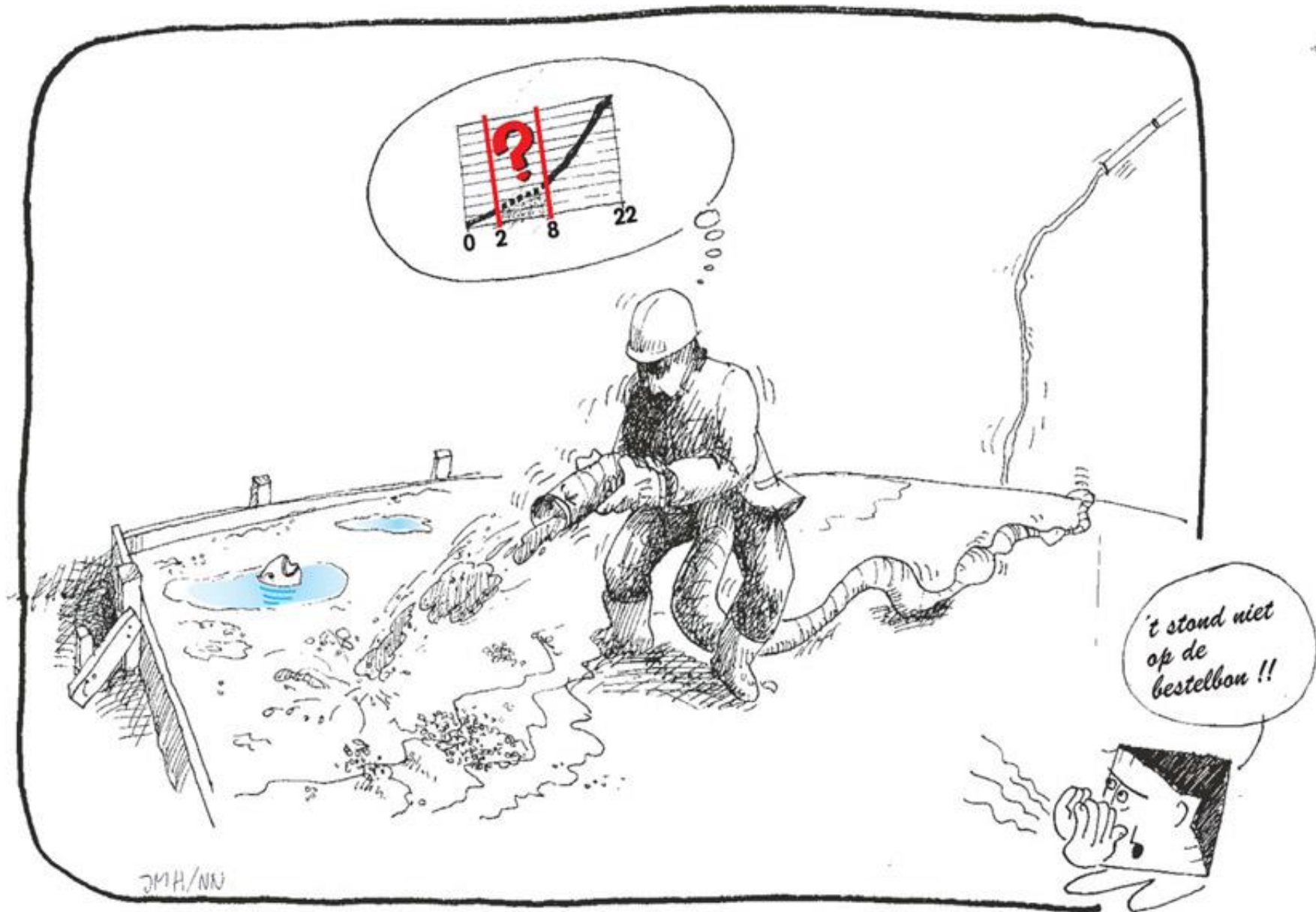
- ☒ ter verbetering van verwerkbaarheid
- ☒ om binding van het cement te versnellen/vertragen
- ☒ verhoogd luchtgehalte
- ☐ ...

eisen i.v.m. de *verwerking*

- ☒ pompbaarheid
- ☐ ...

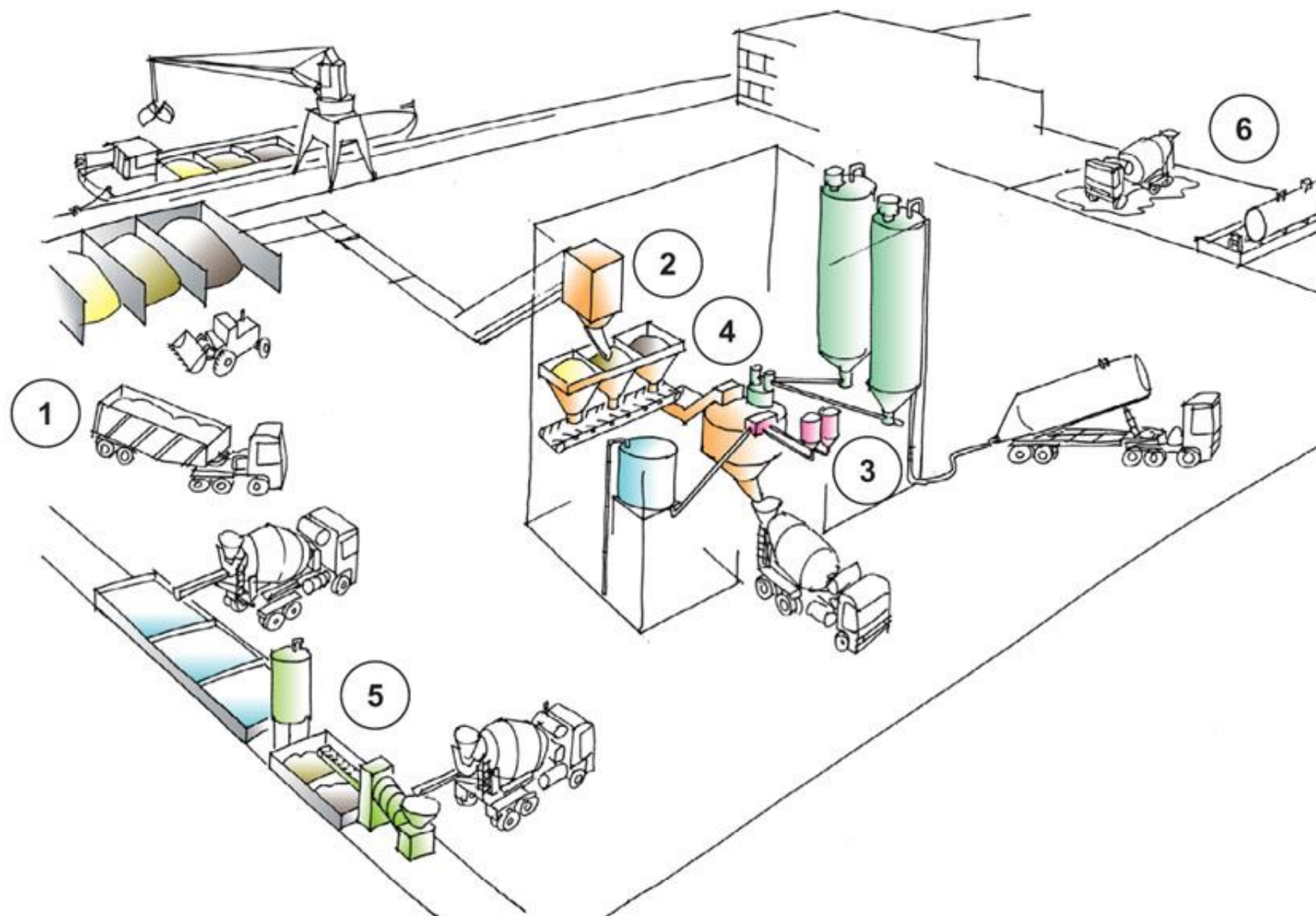
eisen aan het *verharde beton*

- ☒ verhoogde weerstand tegen waterabsorptie
- ☒ slijtweerstand
- ☒ verbeterde vloeistofdichtheid
- ☐ ...

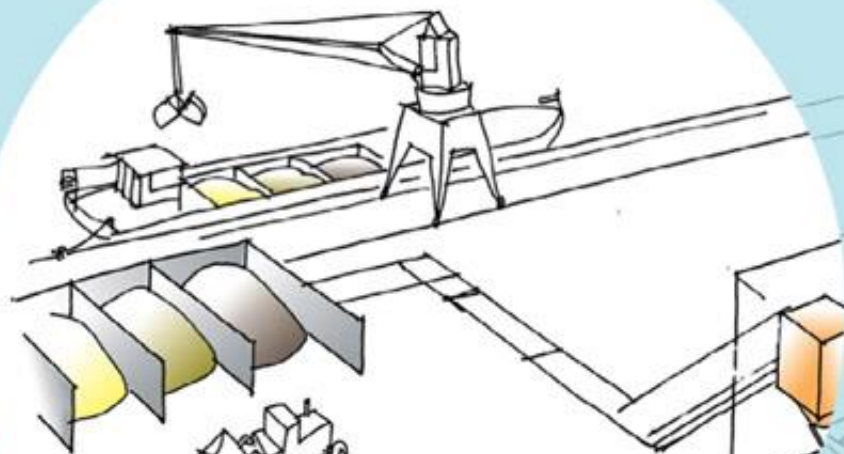


Voor sommige betonconstructies moeten aanvullende kwaliteitseisen worden opgelegd, hetzij aan de specie, hetzij aan het verharde beton.

2b2 betoncentrale



2b2 betoncentrale



1

GRANULATEN (opslag)

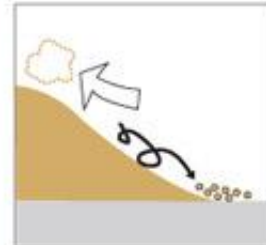


Gevaar voor foutieve samenstelling door:

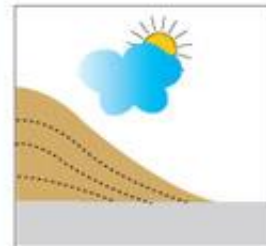
- vermenging / vervuiling...



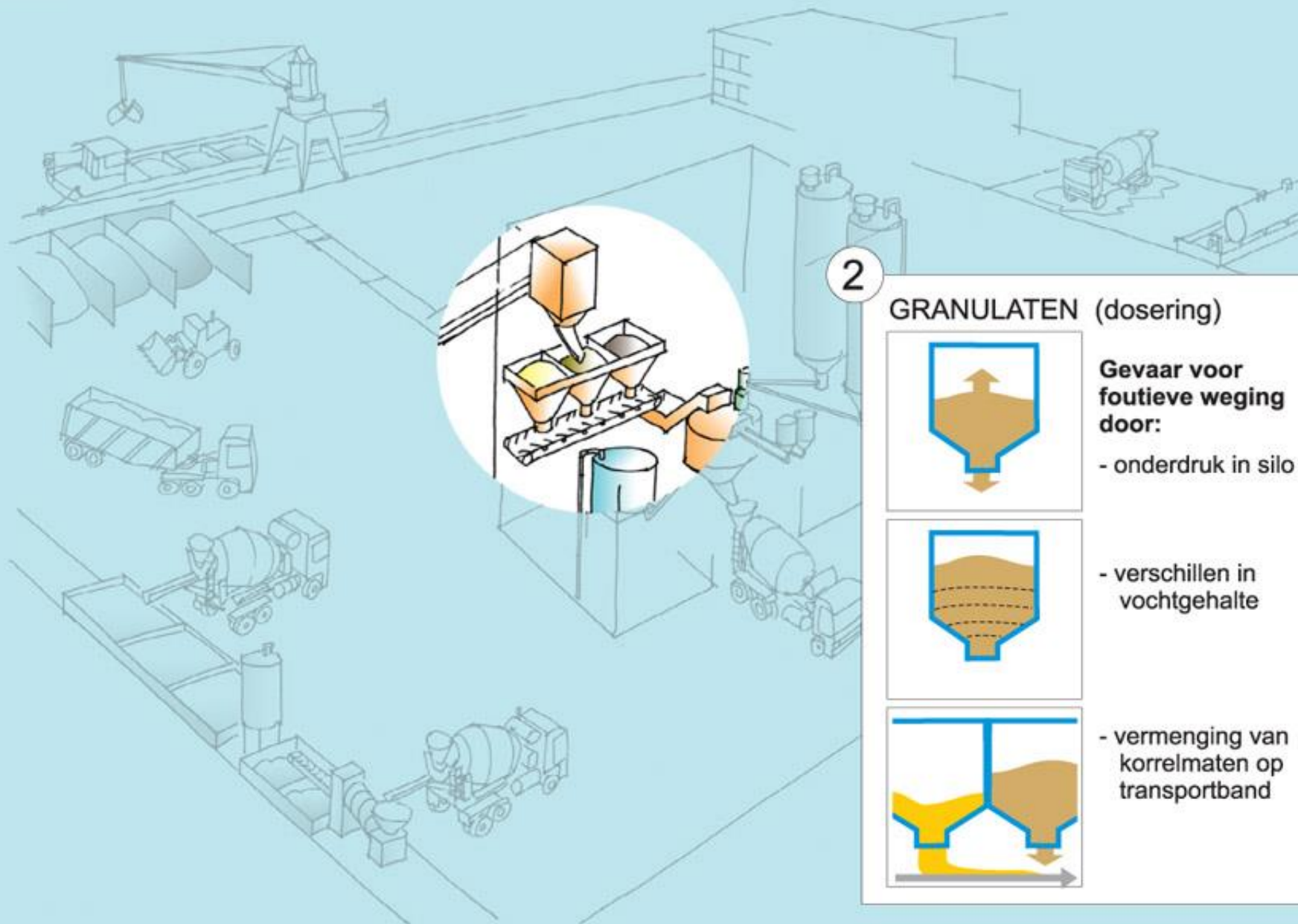
- ontmenging



- verschillen in vochtgehalte



2b2 betoncentrale



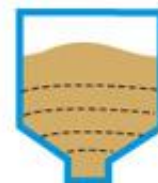
2

GRANULATEN (dosering)

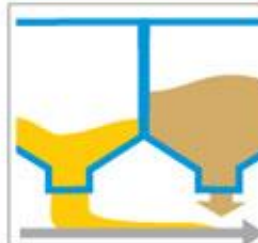


**Gevaar voor
foutieve weging
door:**

- onderdruk in silo



- verschillen in
vochtgehalte



- vermenging van
korrelmaten op
transportband

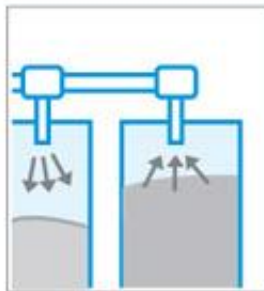
2b2 betoncentrale

3

CEMENT

Opgelet voor

- vocht
- vermenging van cementtypes via filters, ontluchters...



WATER

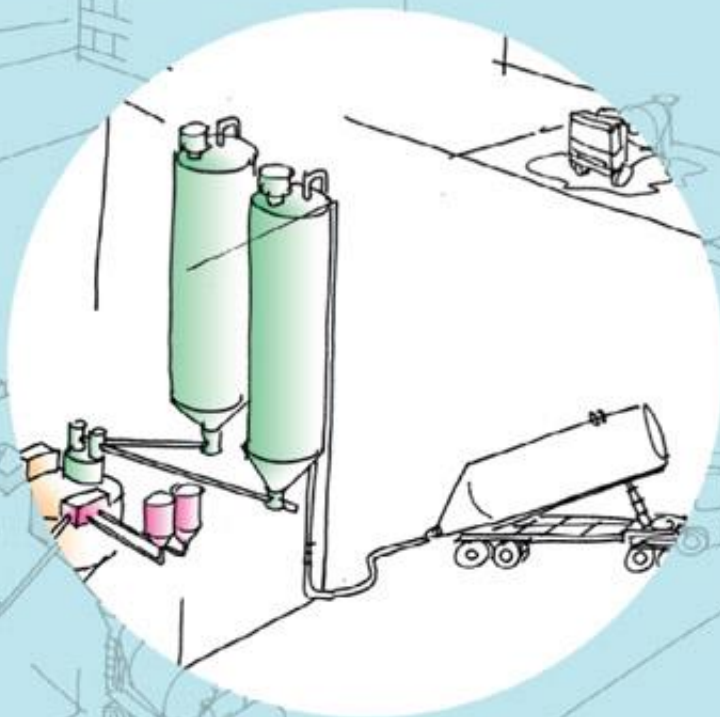
Water uit putten, waterlopen, recyclage : kwaliteit controleren.

HULPSTOFFEN

Vermijd schade door:

- vorst, hoge temperaturen...
- bezinking, uitdroging...
- vermenging / vervuiling / residu's...

Verpakkingen van etiket voorzien.



2b2 betoncentrale

4

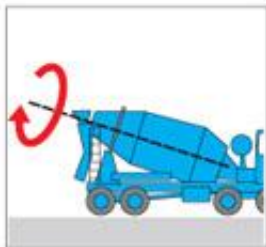
MENGER

Aandacht voor :

- min./max. hoeveelheden
- volgorde
- mengtijd



MIXER

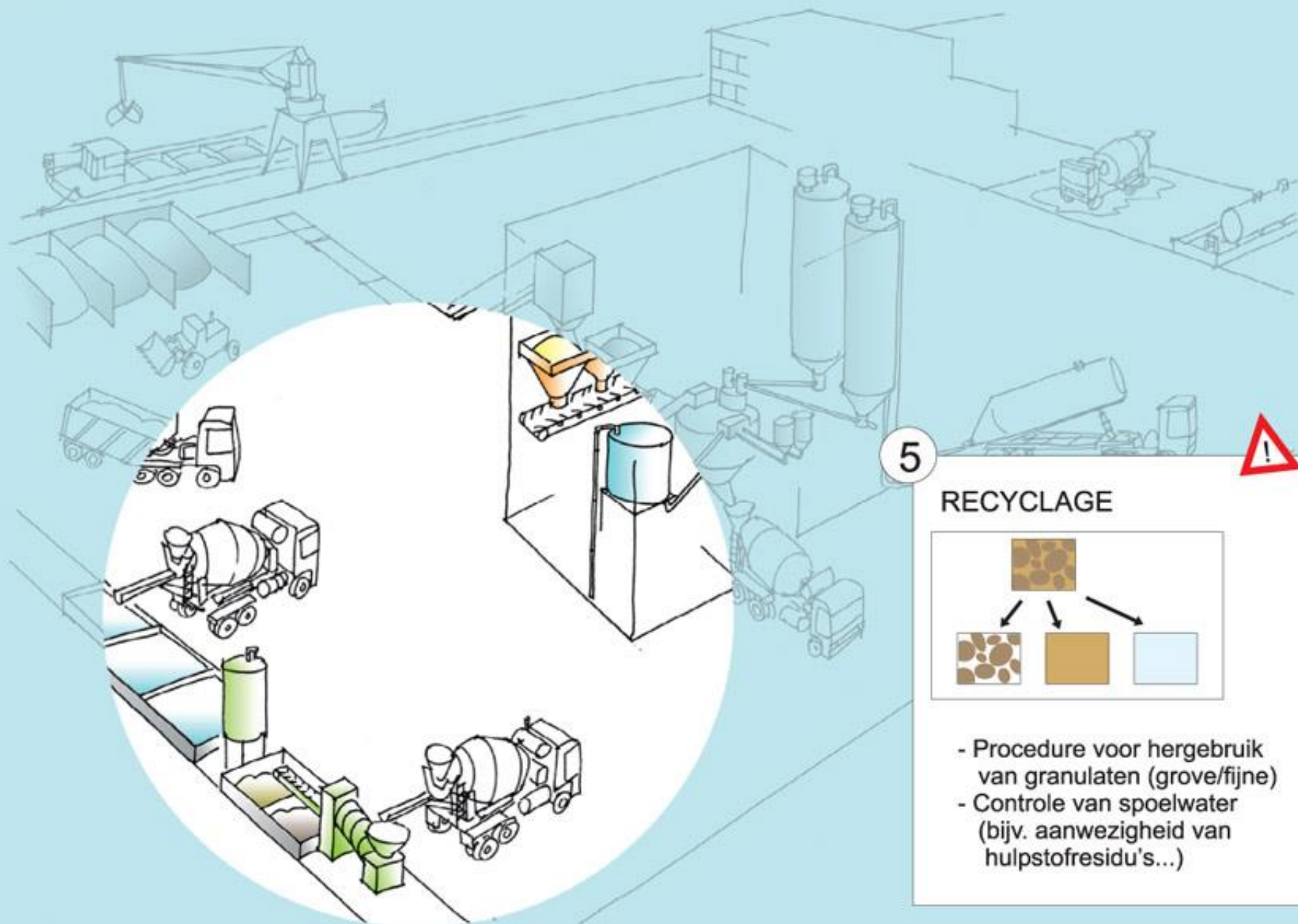


Opgelet:

- geen spoelwaterresten
- juist toerental



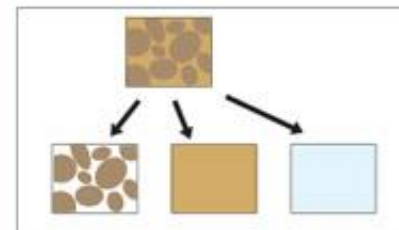
2b2 betoncentrale



5

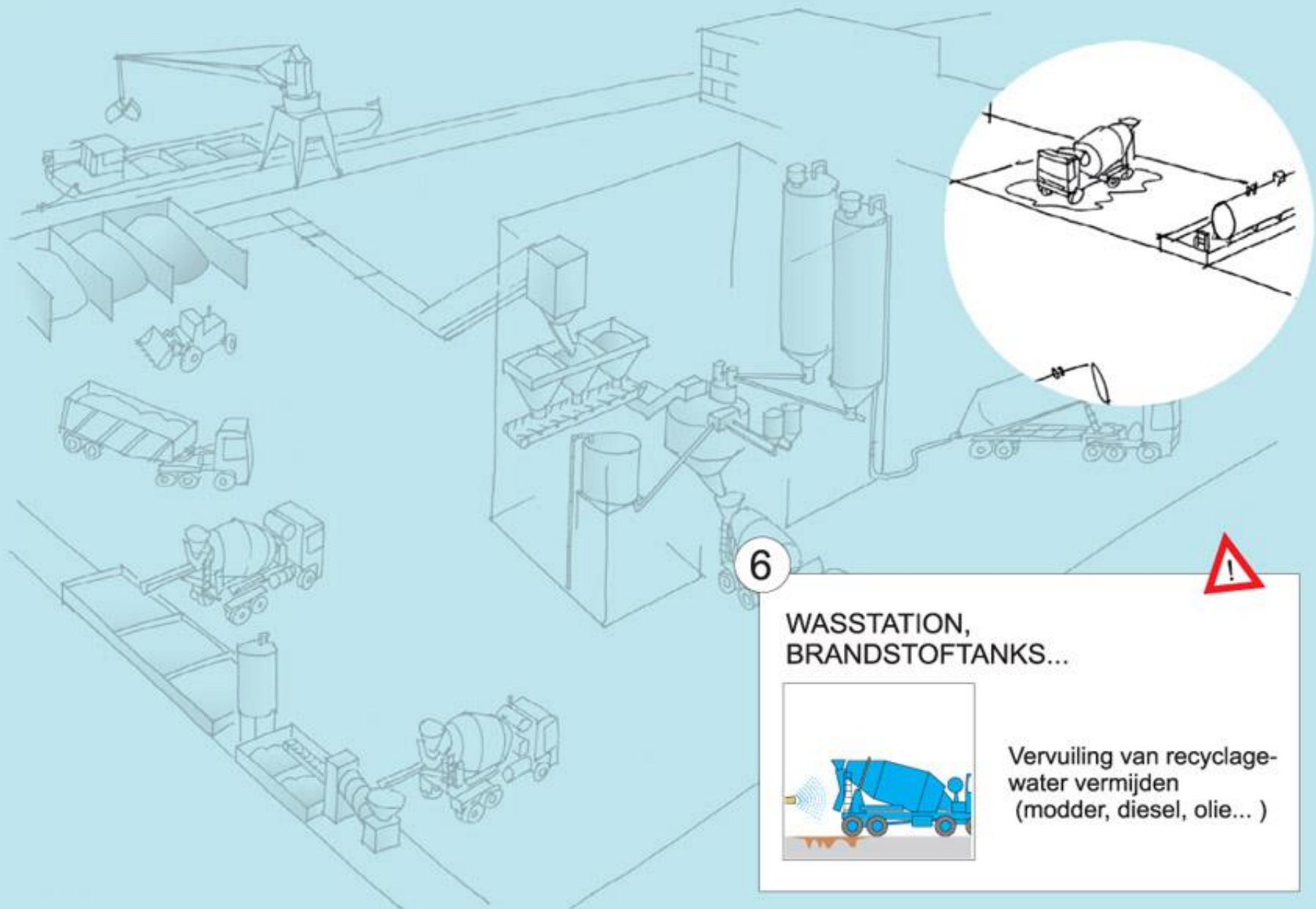


RECYCLAGE



- Procedure voor hergebruik van granulaten (grove/fijne)
- Controle van spoelwater (bijv. aanwezigheid van hulpstofresidu's...)

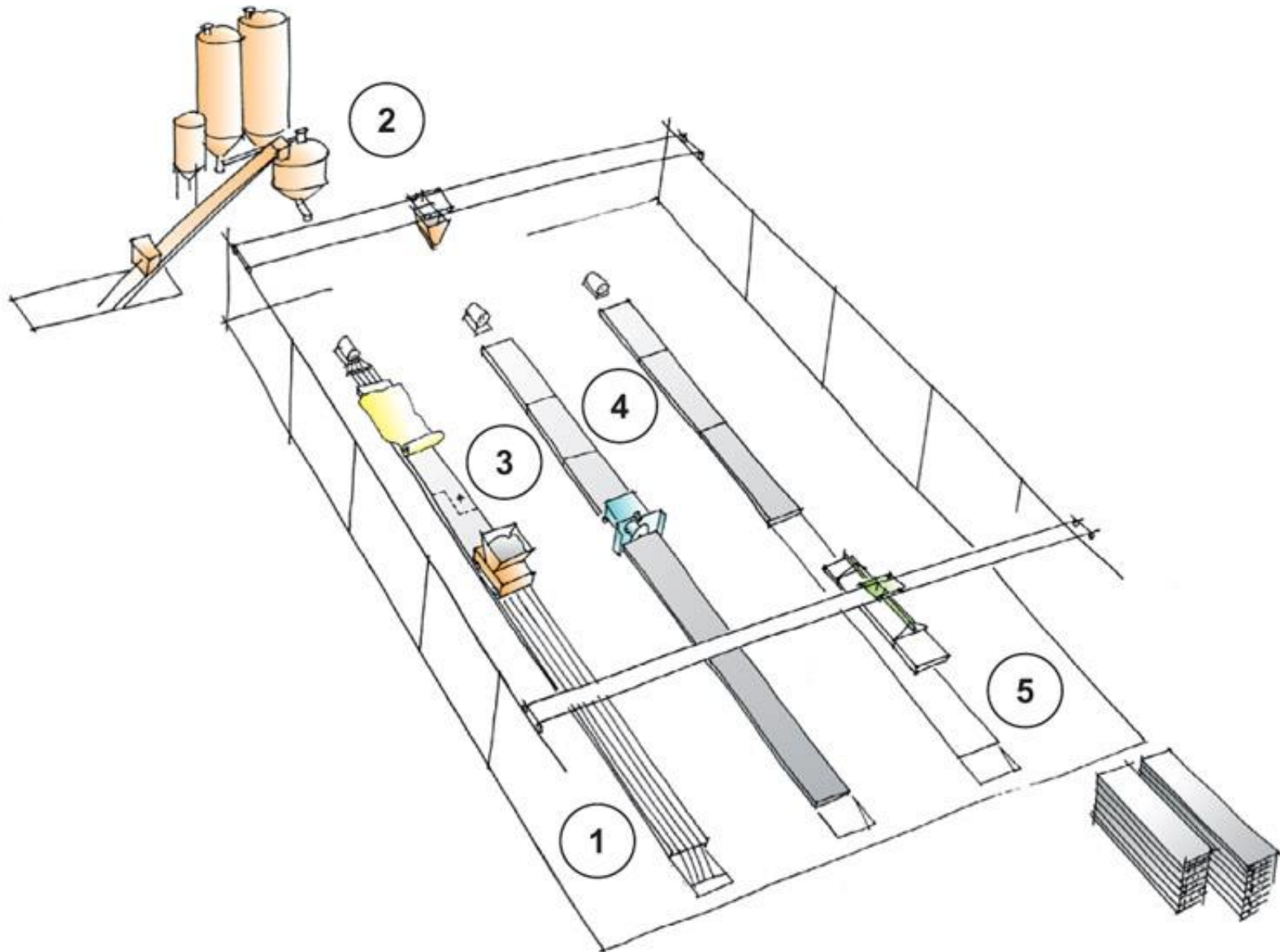
2b2 betoncentrale



2b3

betonfabriek

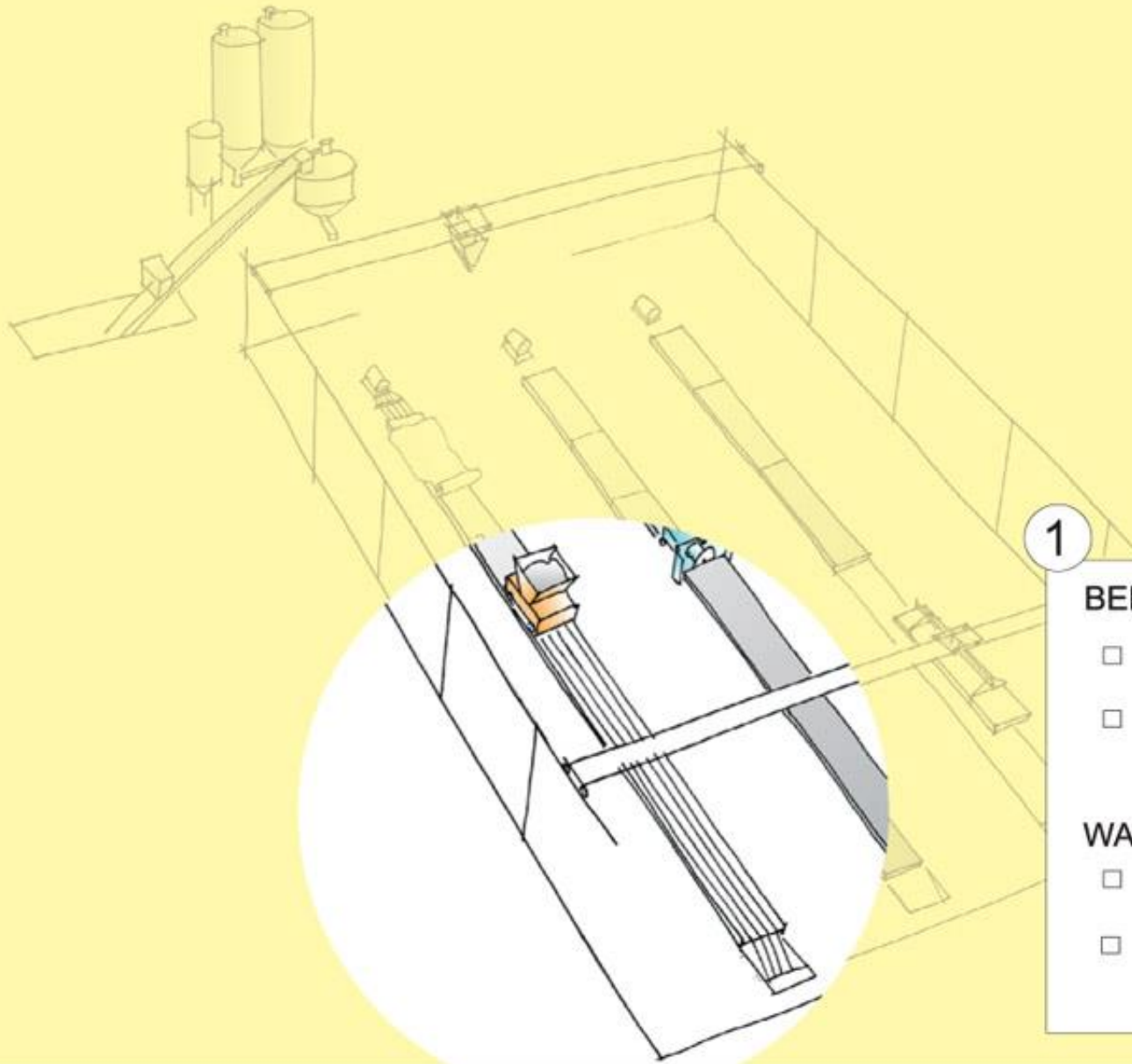
welfsels / balken



2b3

betonfabriek

welfsels / balken



1



BEKISTING

- ☐ netheid
- ☐ ontkistingsproduct

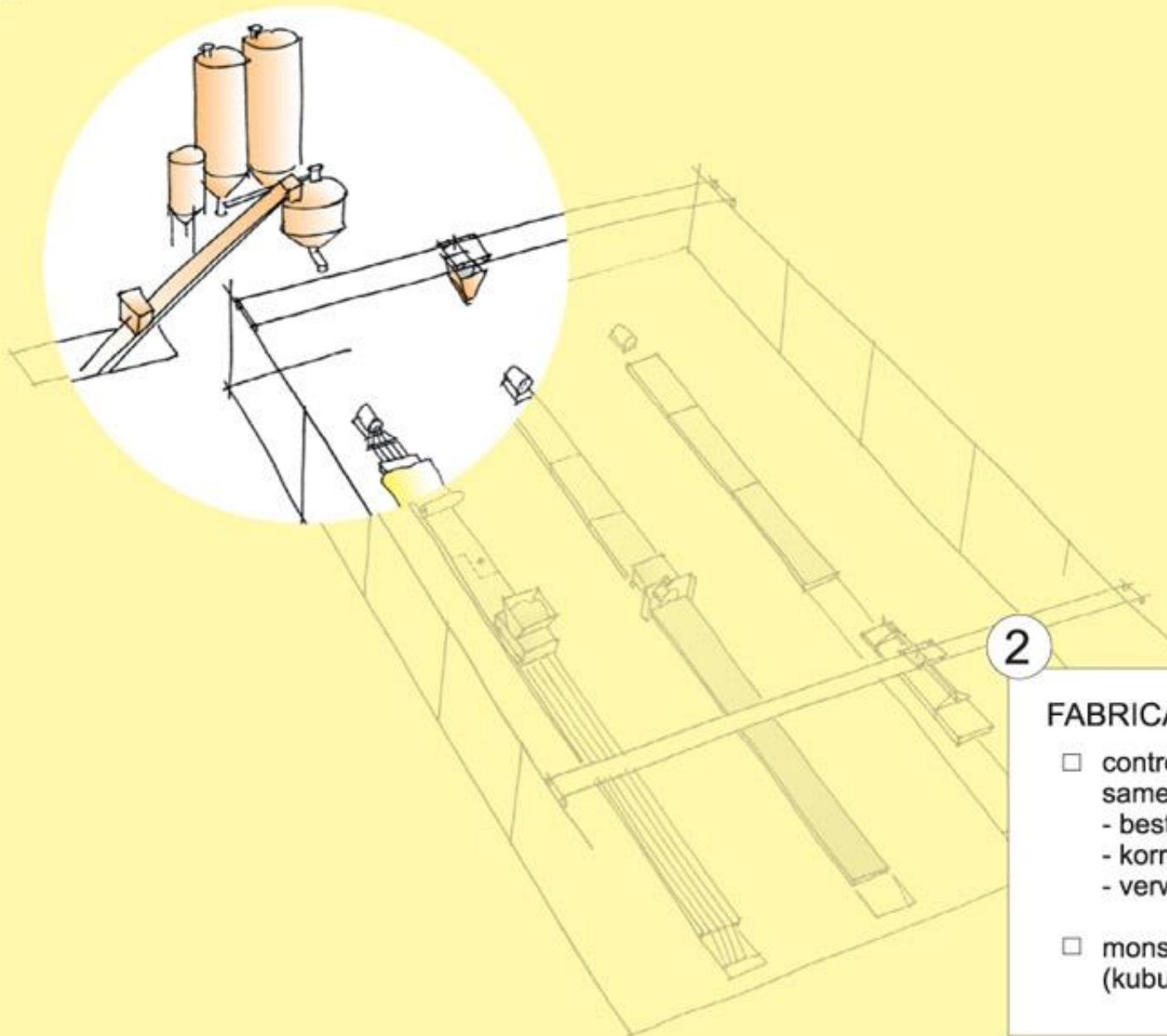
WAPENING

- ☐ vetvrij
- ☐ voorspanwapening
nooit lassen !

2b3

betonfabriek

welfsels / balken



2



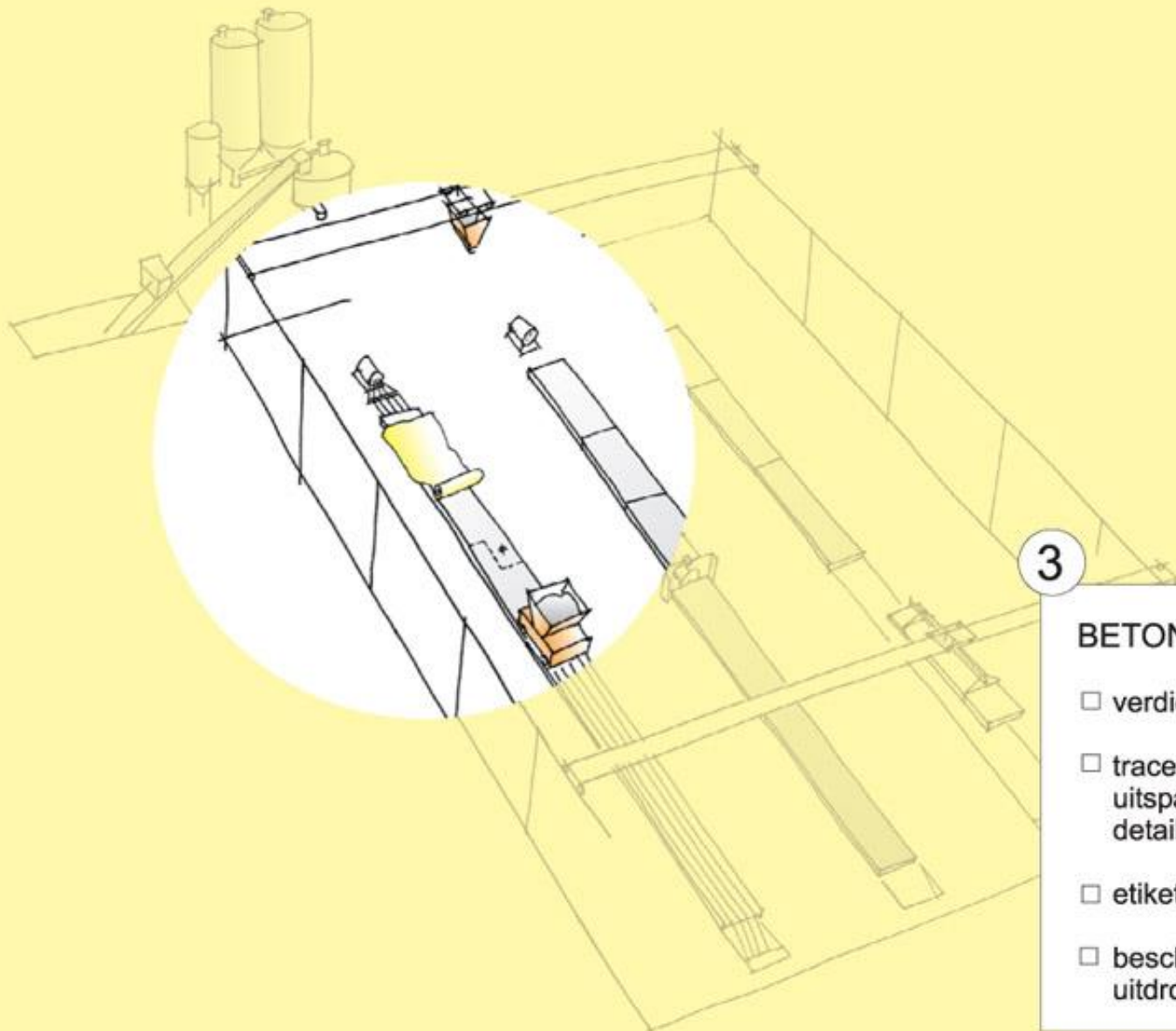
FABRICAGE BETON

- ☐ controle van de samenstelling:
 - bestanddelen
 - korrelverdeling
 - verwerkbaarheid
- ☐ monsterneming (kubus/cilinder)

2b3

betonfabriek

welfsels / balken



3

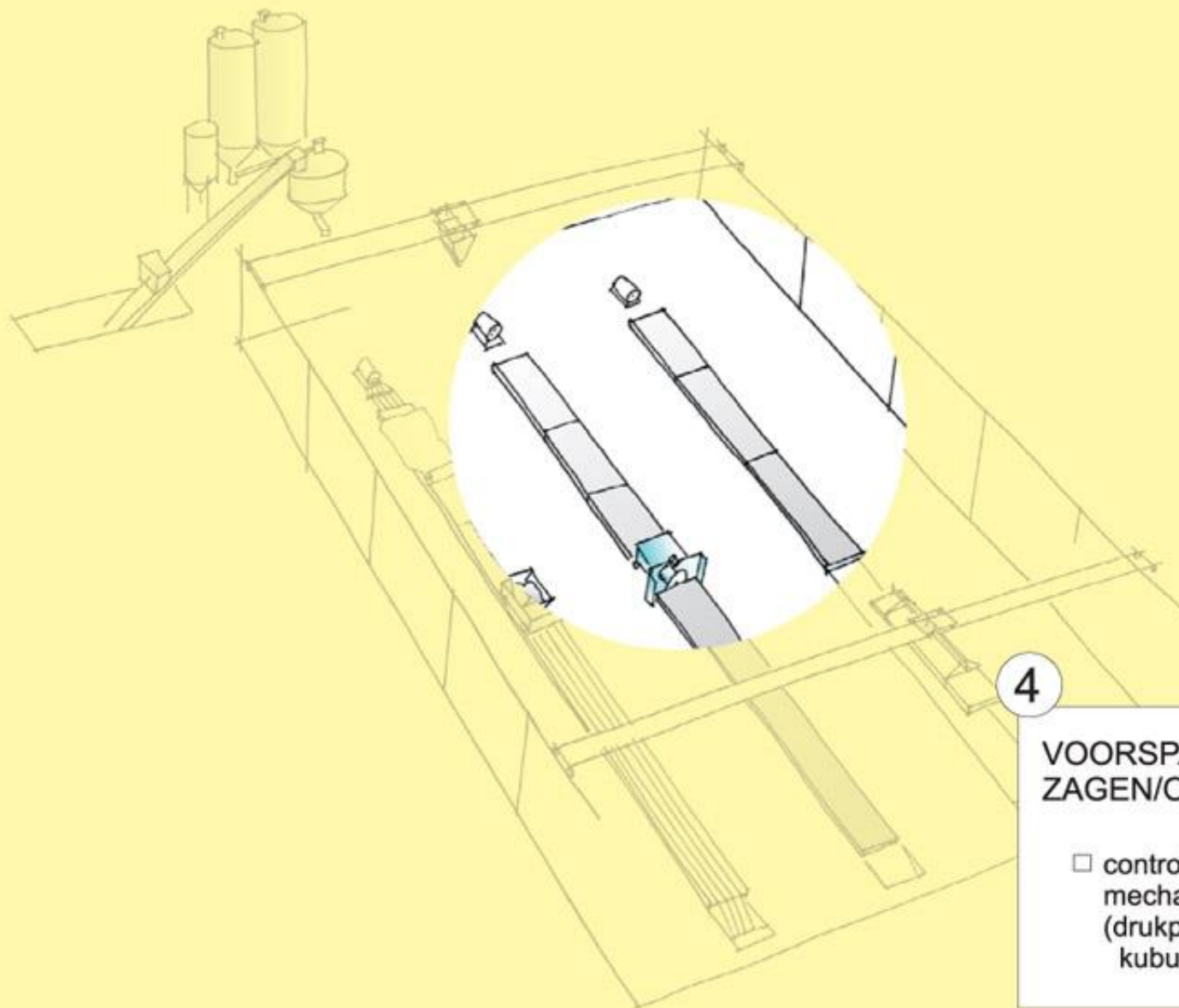
BETONNEREN

- ☐ verdichten
- ☐ traceren van afmetingen, uitsparingen/sleuven, details... (+ toleranties)
- ☐ etiketteren
- ☐ beschermen tegen uitdroging

2b3

betonfabriek

welfsels / balken



4

VOORSPANNEN ZAGEN/ONTKISTEN

- ☐ controle van de mechanische weerstand (drukproeven op kubus/cilinder)



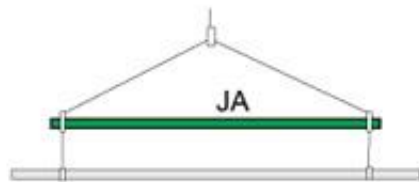
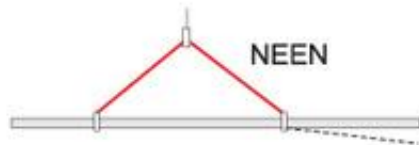
2b3

betonfabriek

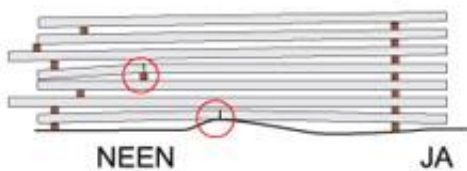
welfsels / balken

5

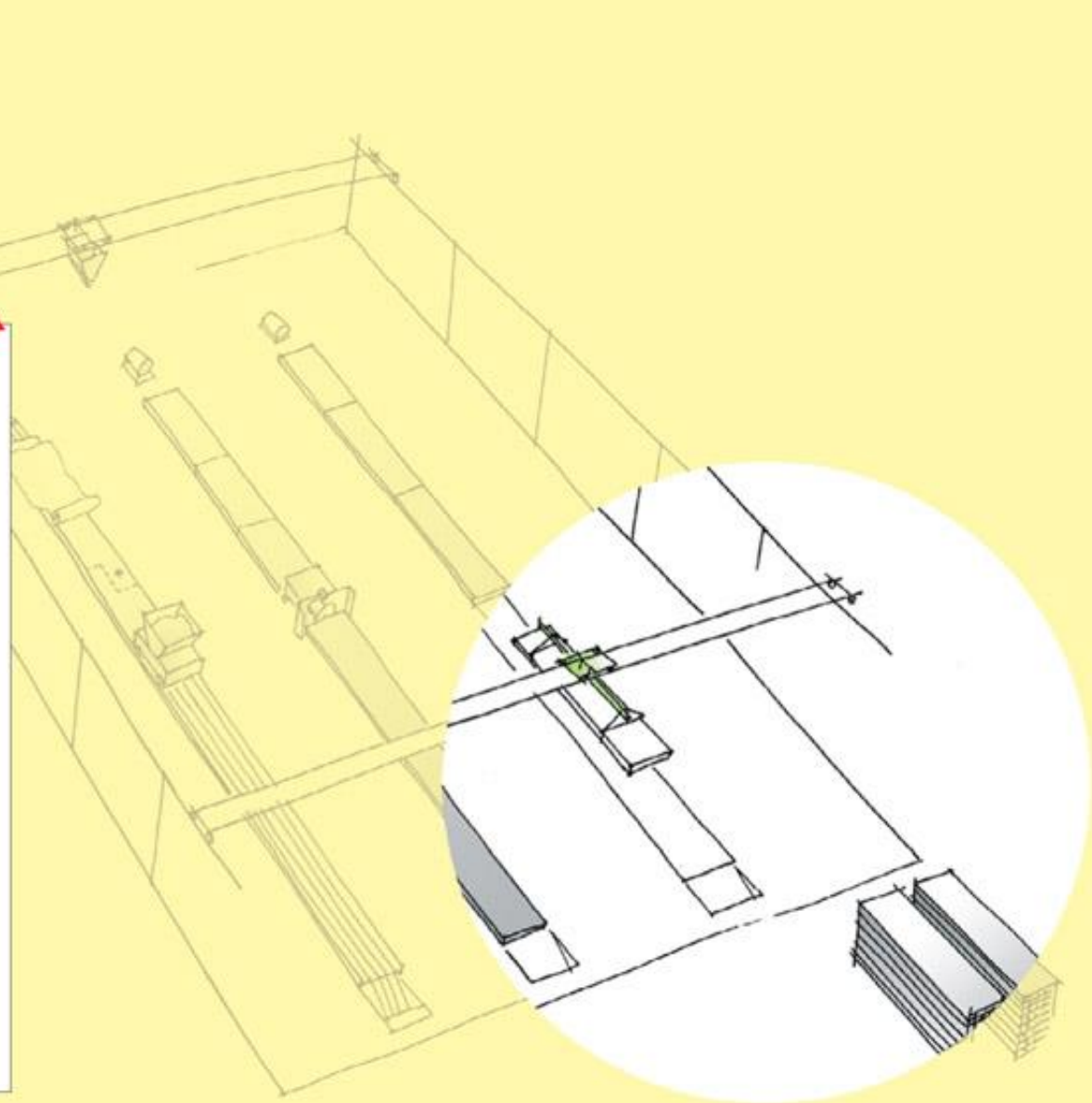
STOCKAGE



≤ 1 m



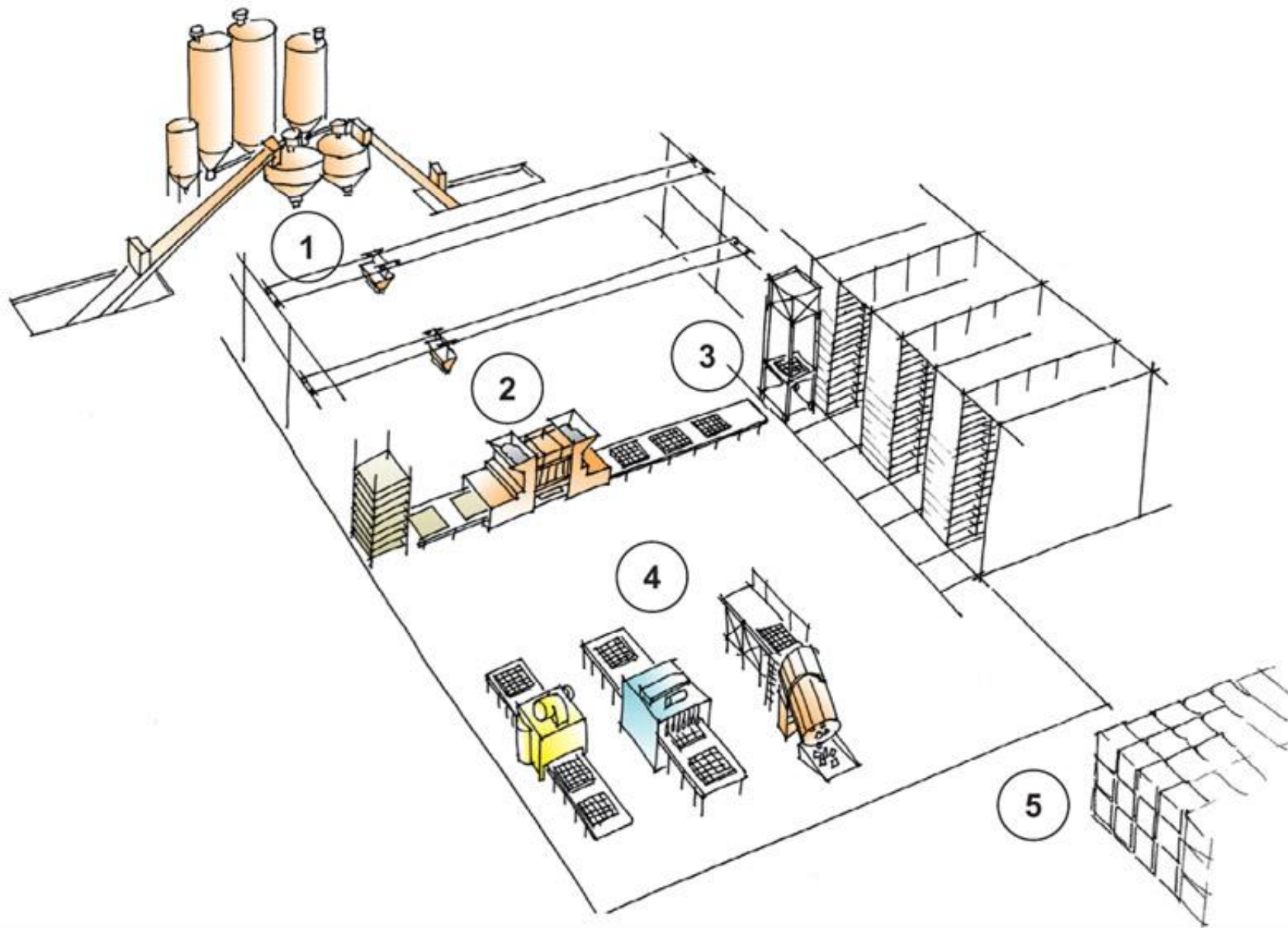
JA



2b3

betonfabriek

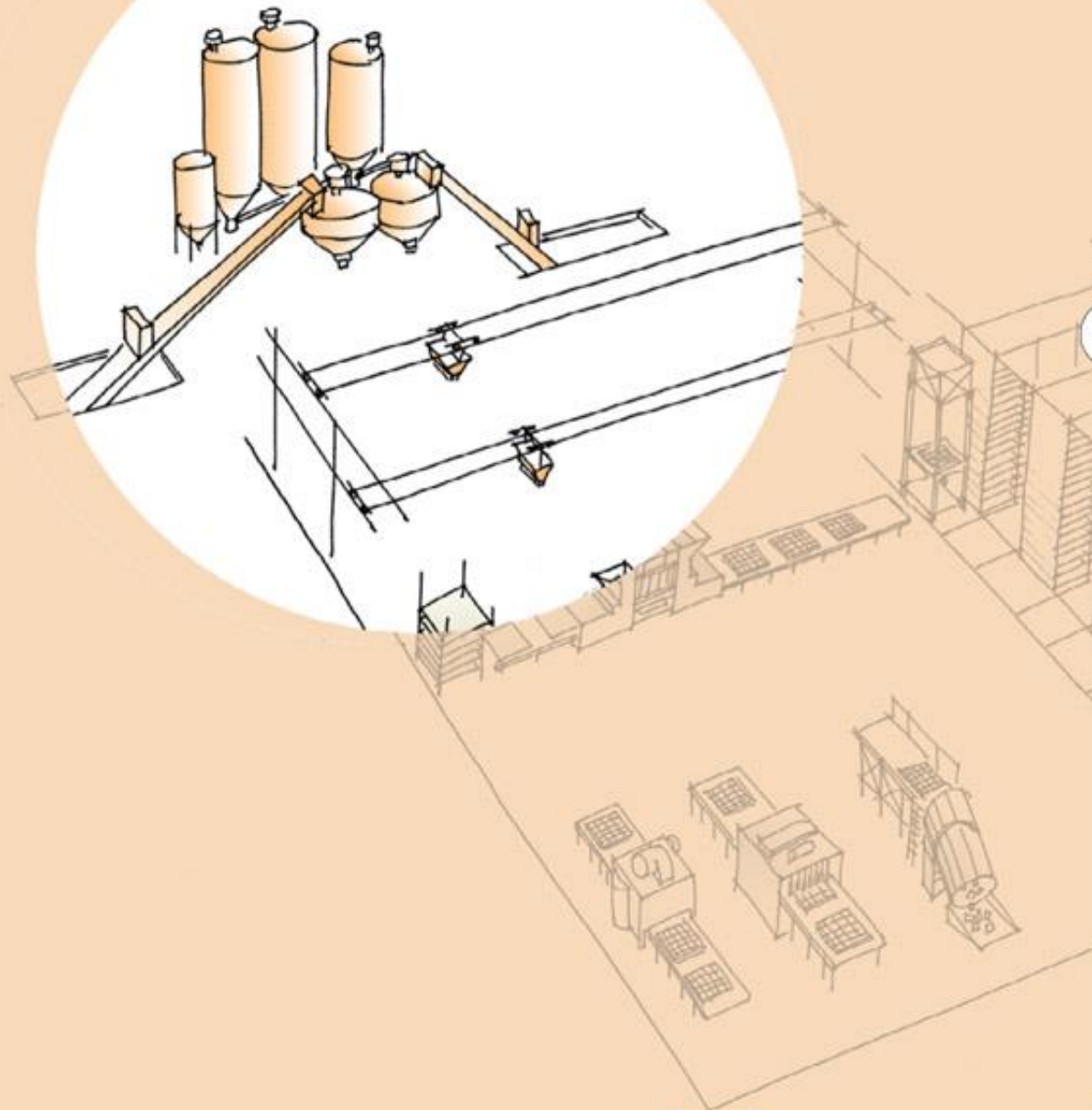
blokken / straatstenen



2b3

betonfabriek

blokken / straatstenen



1



FABRICAGE BETON

'aardvochtige' consistentie :

a- een handvol vers beton nemen



b- kneden/samendrukken tot een bal:
er mag geen water uitlekken



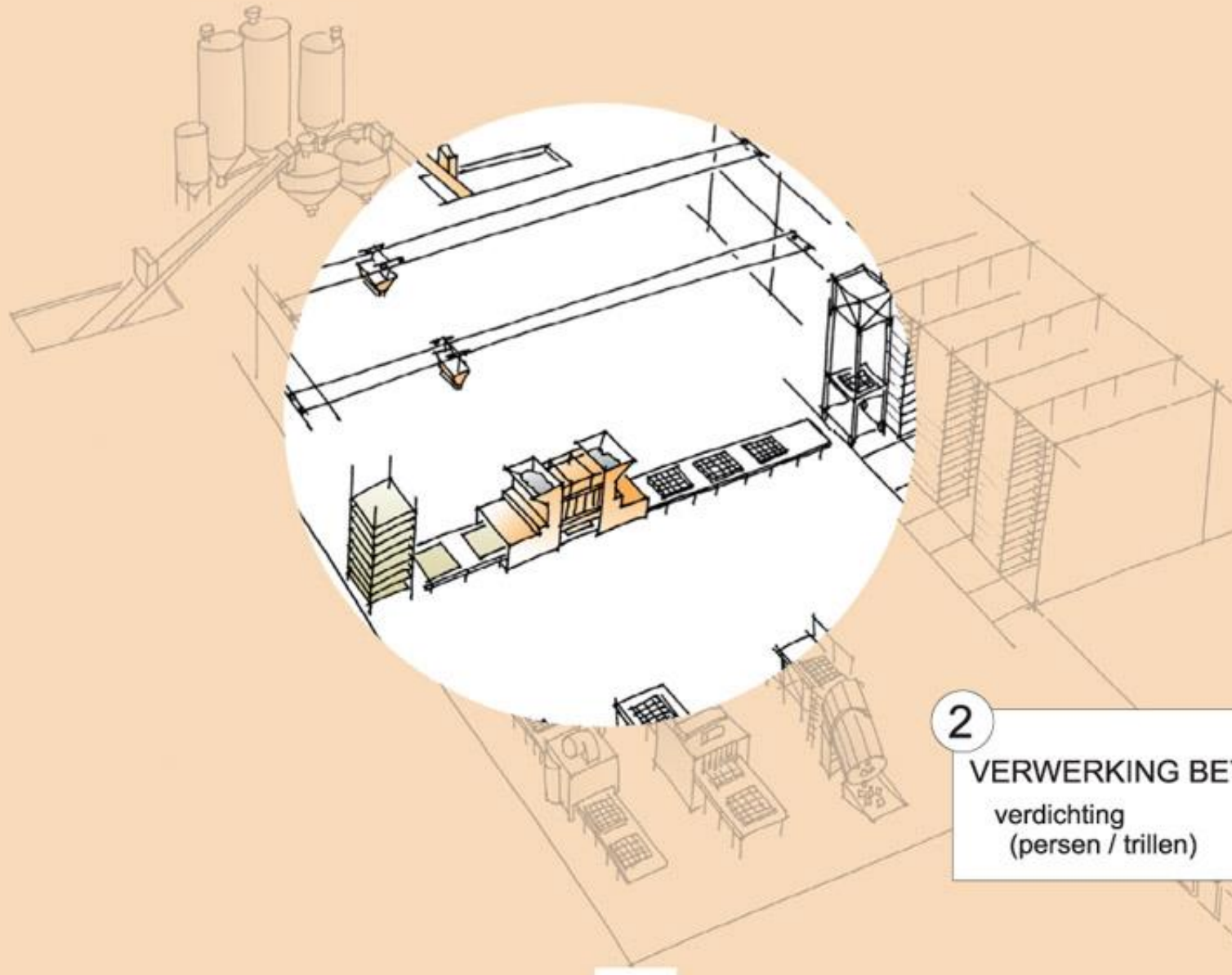
c- de bal behoudt haar vorm,
de hand is vochtig



2b3

betonfabriek

blokken / straatstenen



2

VERWERKING BETON

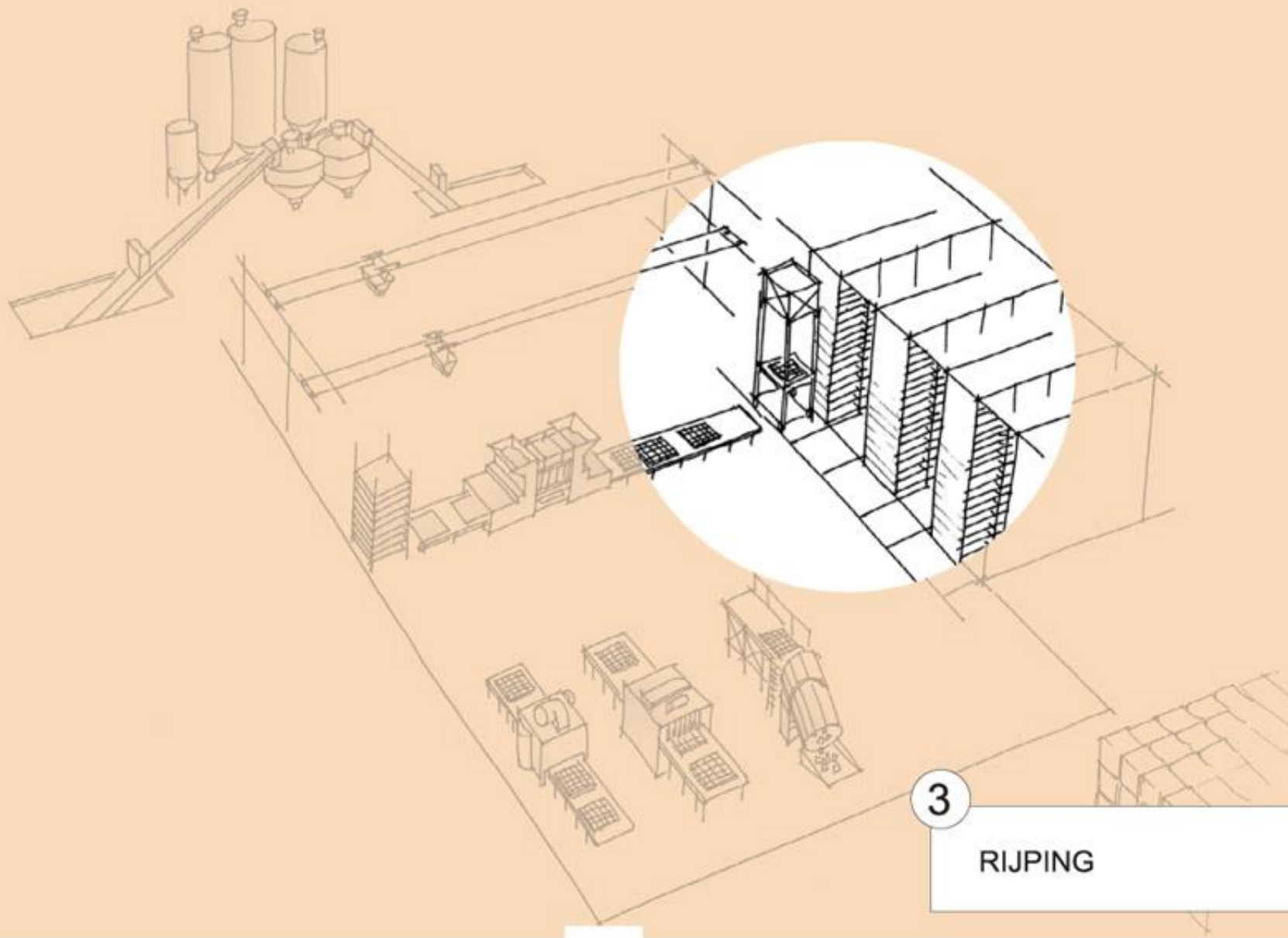
verdichting
(persen / trillen)

3b4

2b3

betonfabriek

blokken / straatstenen



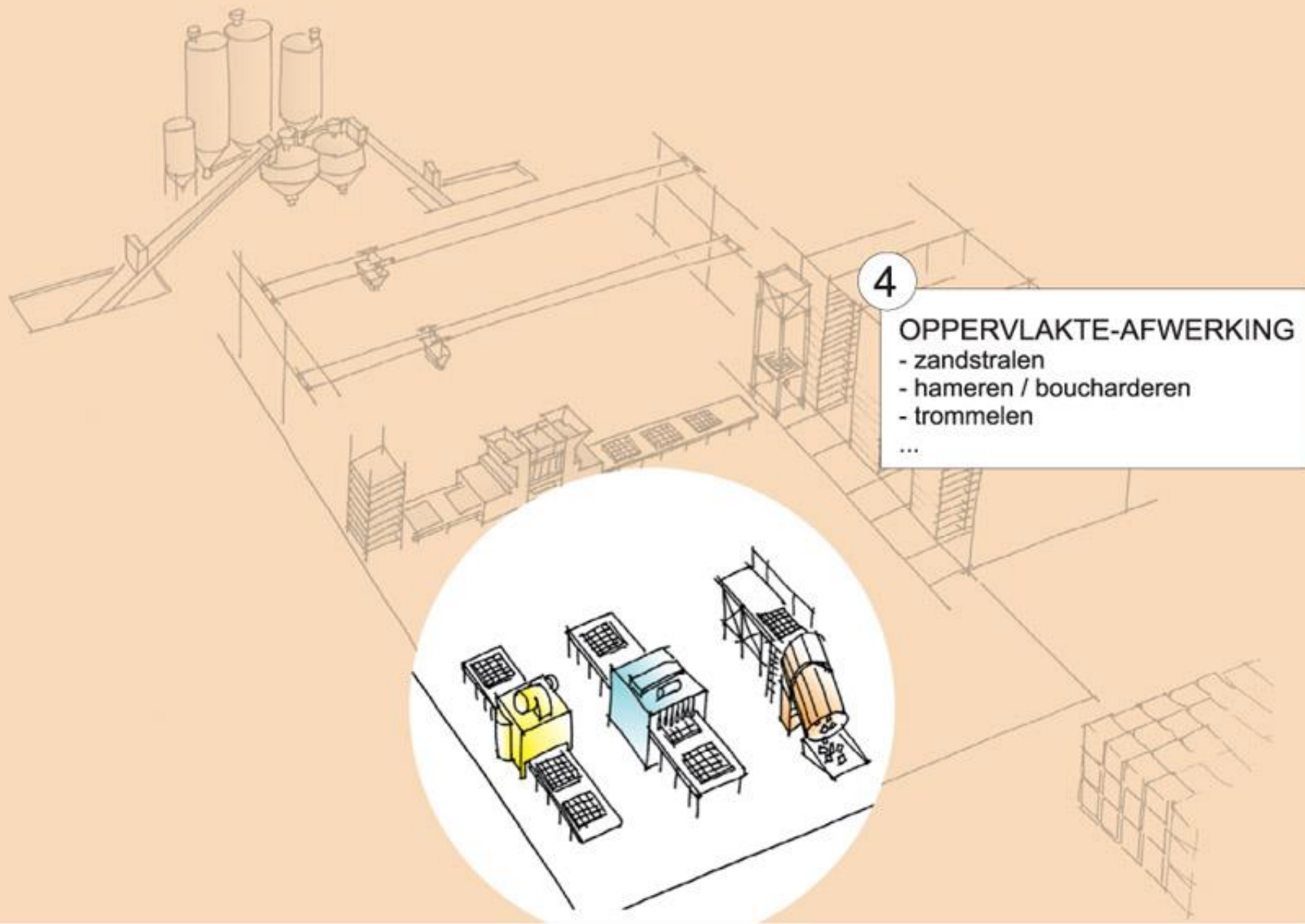
3

RIJPING

2b3

betonfabriek

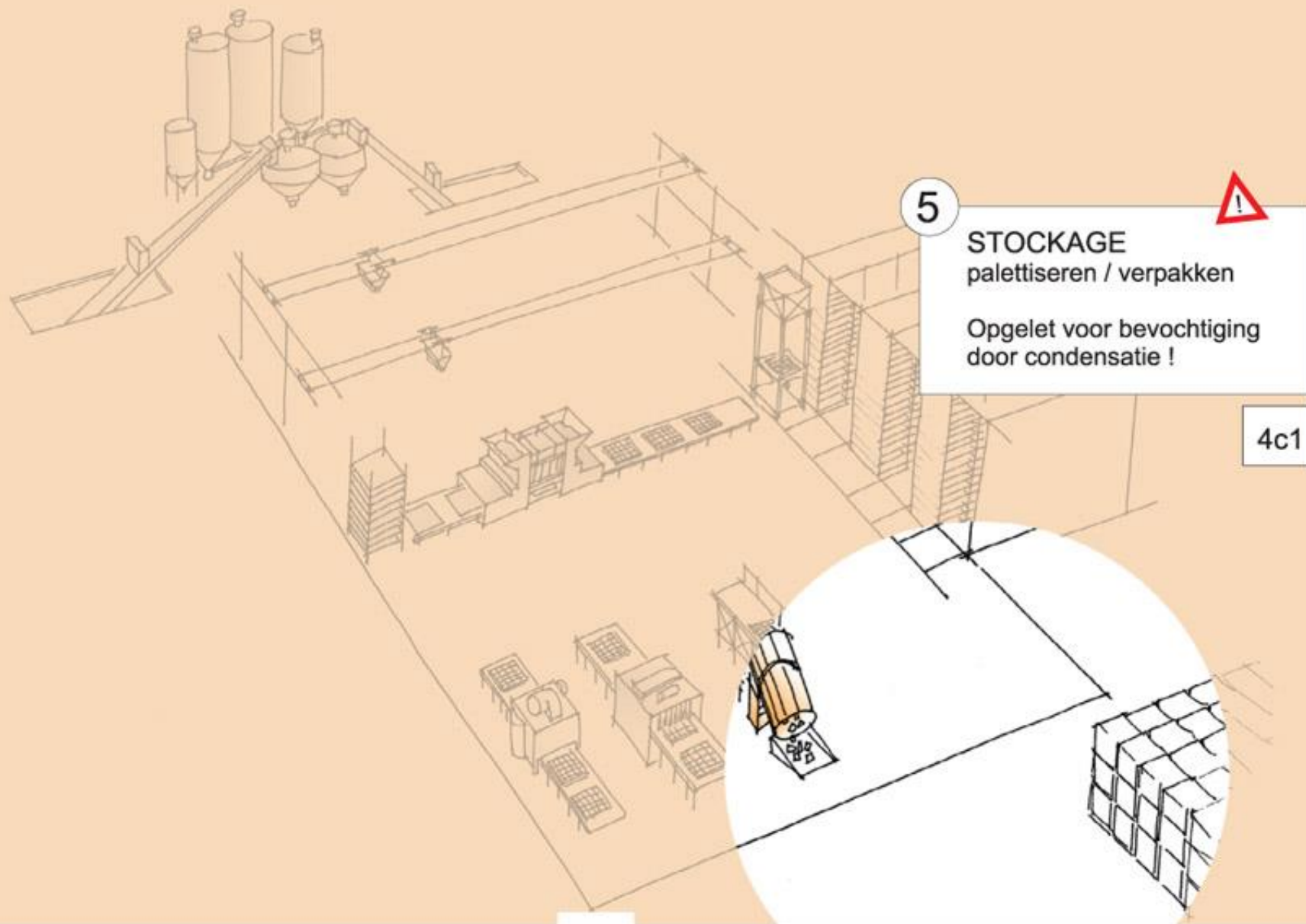
blokken / straatstenen



2b3

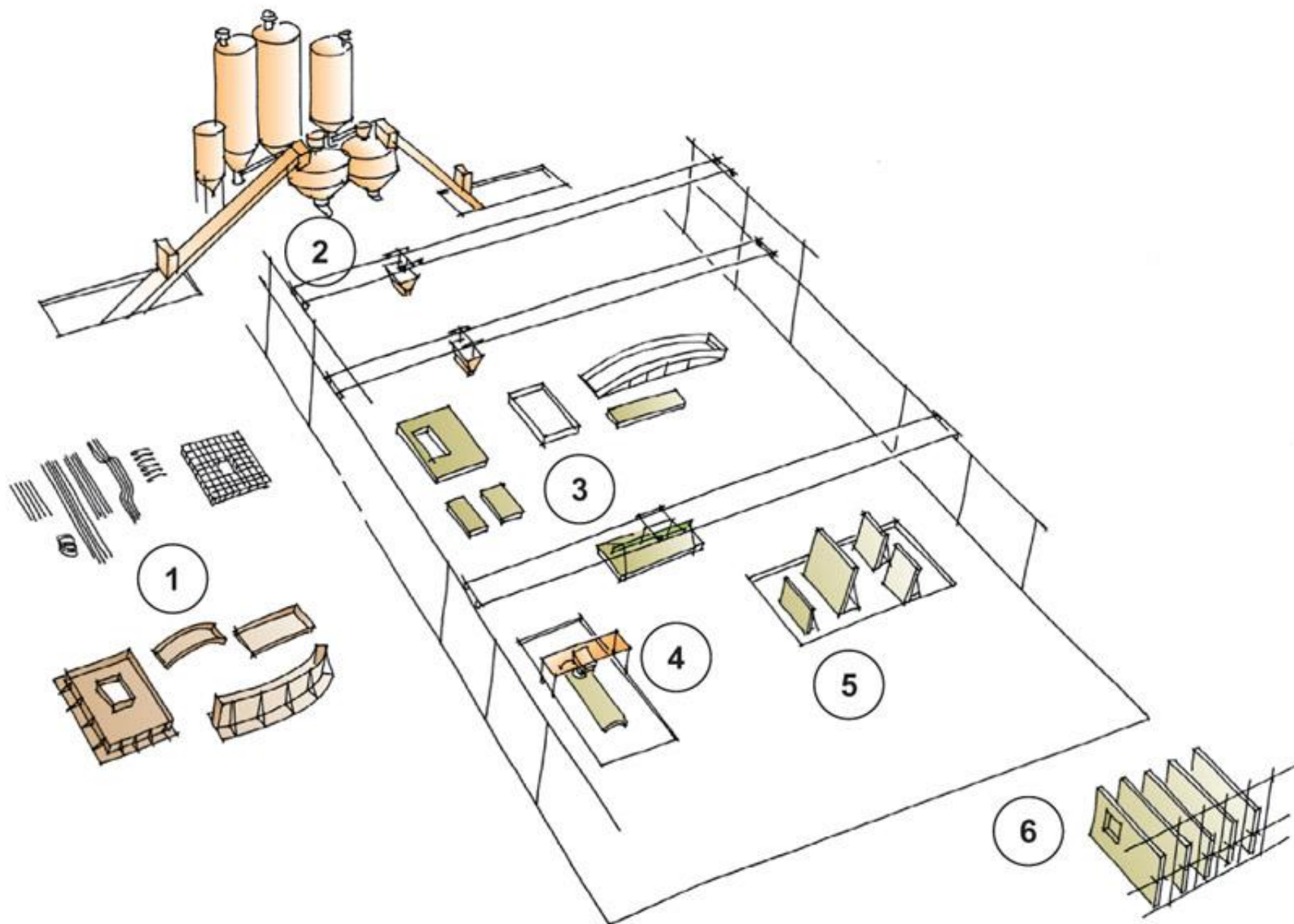
betonfabriek

blokken / straatstenen



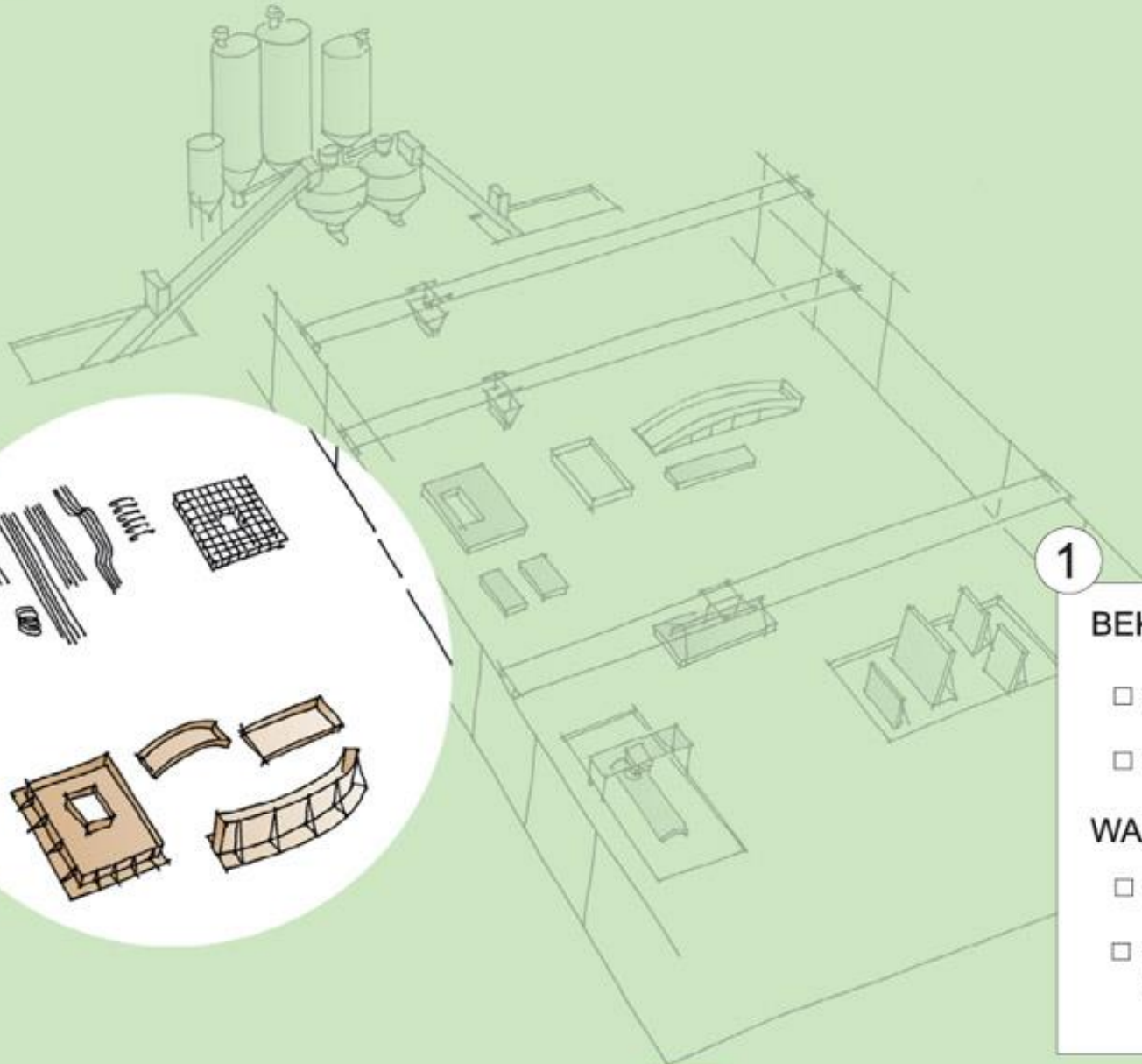
2b3

betonfabriek *sierbeton*



2b3

betonfabriek *sierbeton*



1



BEKISTING

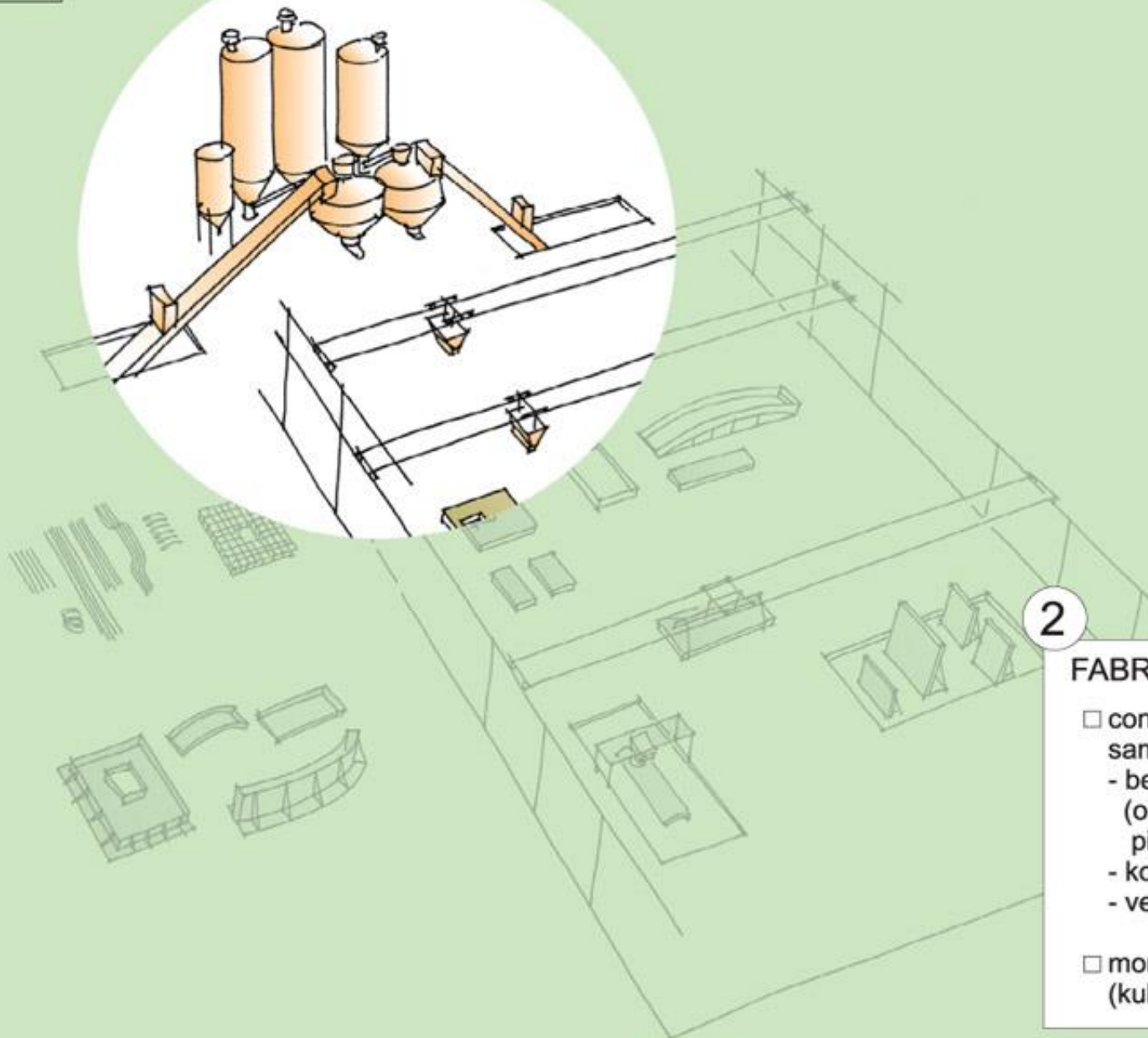
- ☐ netheid
- ☐ ontkistingsproduct

WAPENING

- ☐ vetvrij
- ☐ nooit lassen in geval van voorspanning

2b3

betonfabriek *sierbeton*



2

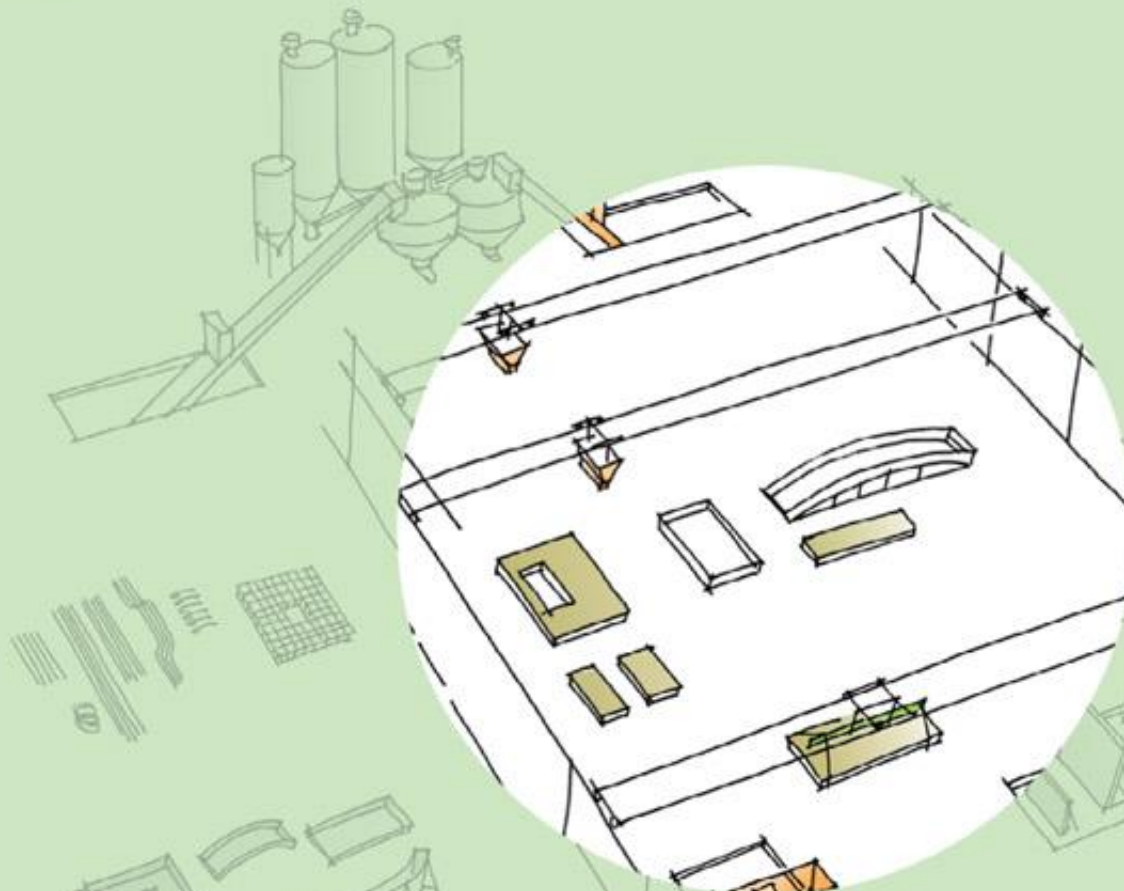
FABRICAGE BETON

- ☐ controle van de samenstelling:
 - bestanddelen (o.a. gekleurde granulaten, pigmenten...)
 - korrelverdeling
 - verwerkbaarheid
- ☐ monsterneming (kubus/cilinder)



2b3

betonfabriek *sierbeton*



3

VERWERKING BETON

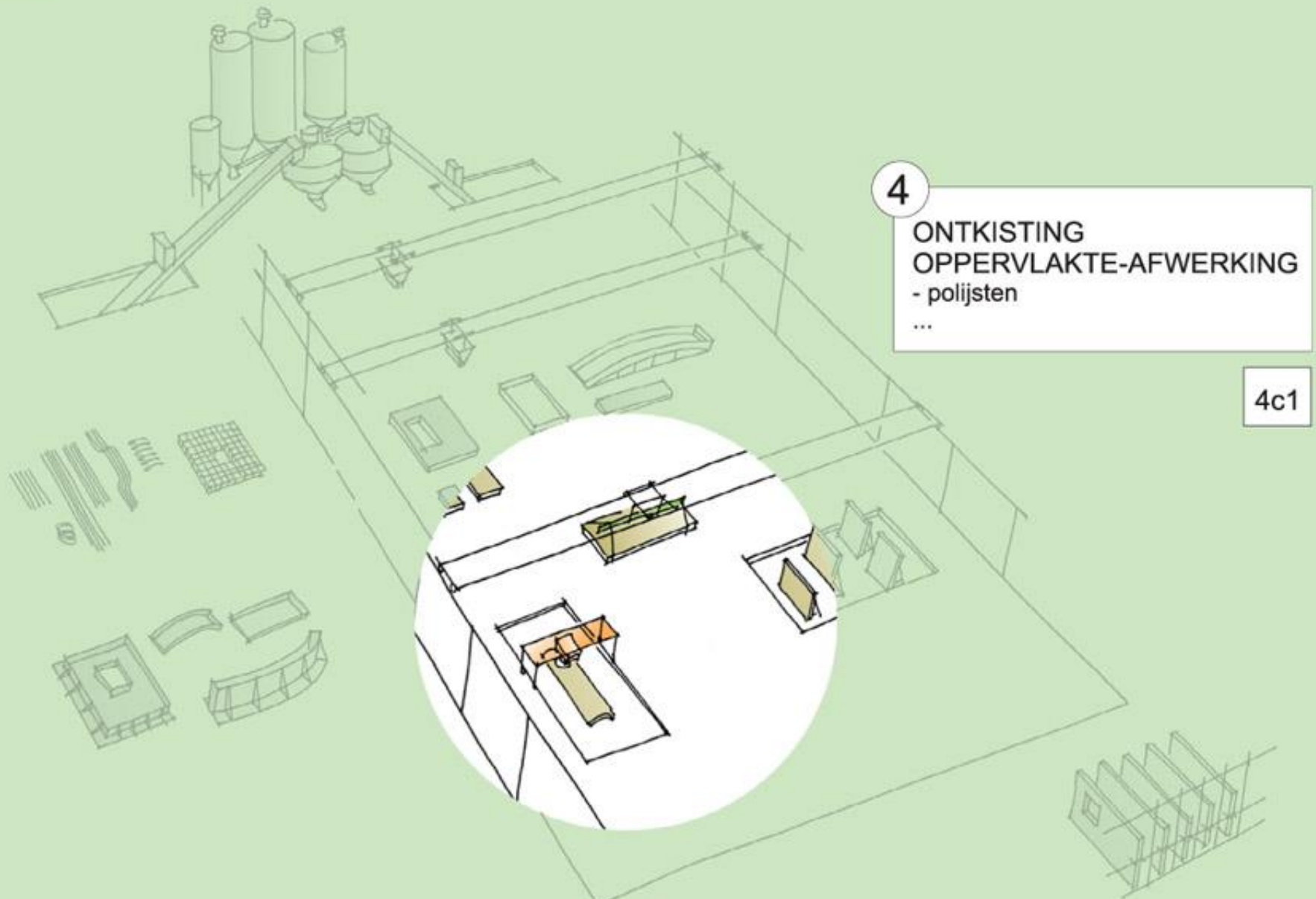
- ☐ verdichten
- ☐ details, etiketteren...
- ☐ beschermen tegen uitdroging



3b4

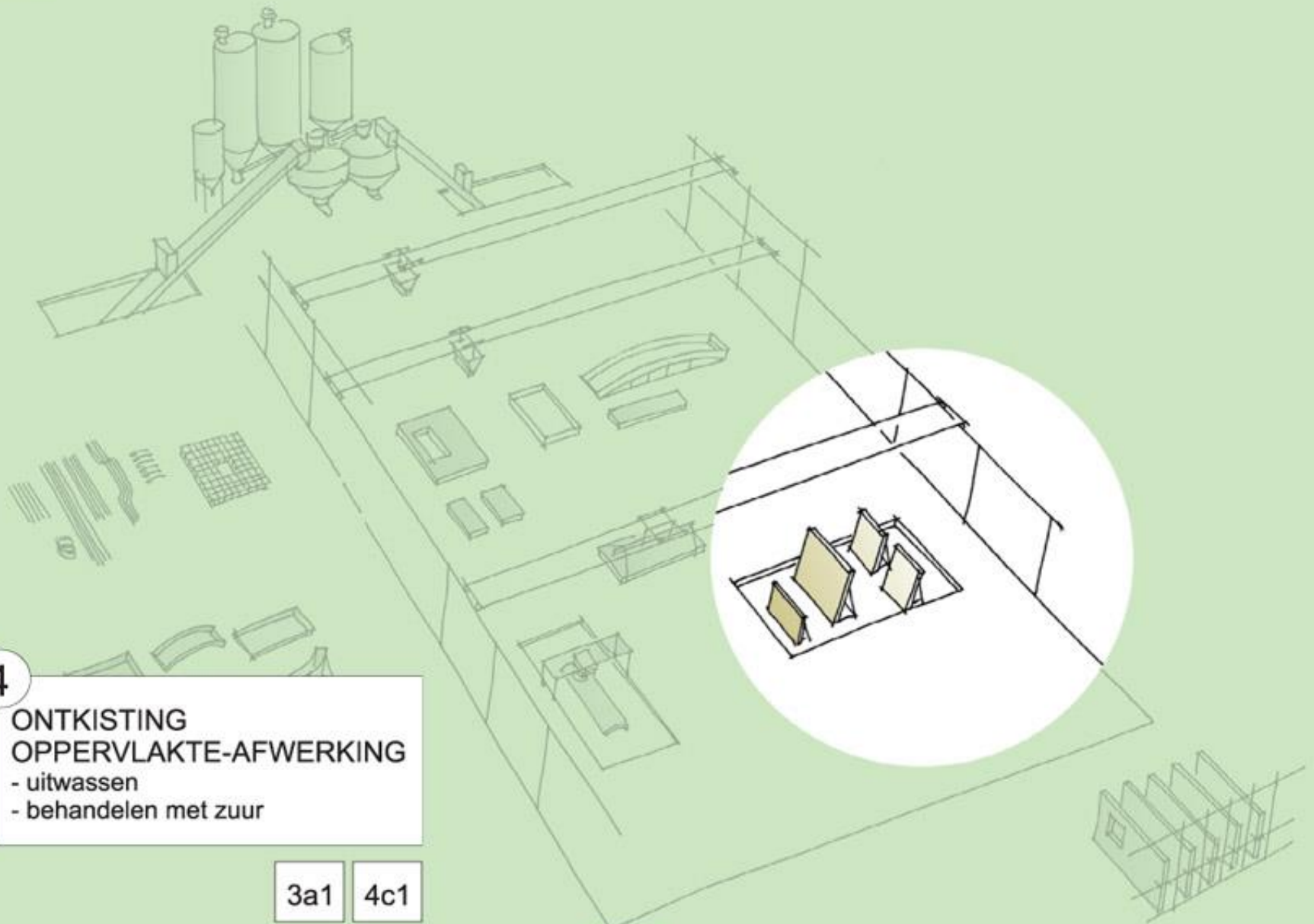
2b3

betonfabriek *sierbeton*



2b3

betonfabriek *sierbeton*



4

ONTKISTING OPPERVLAKTE-AFWERKING

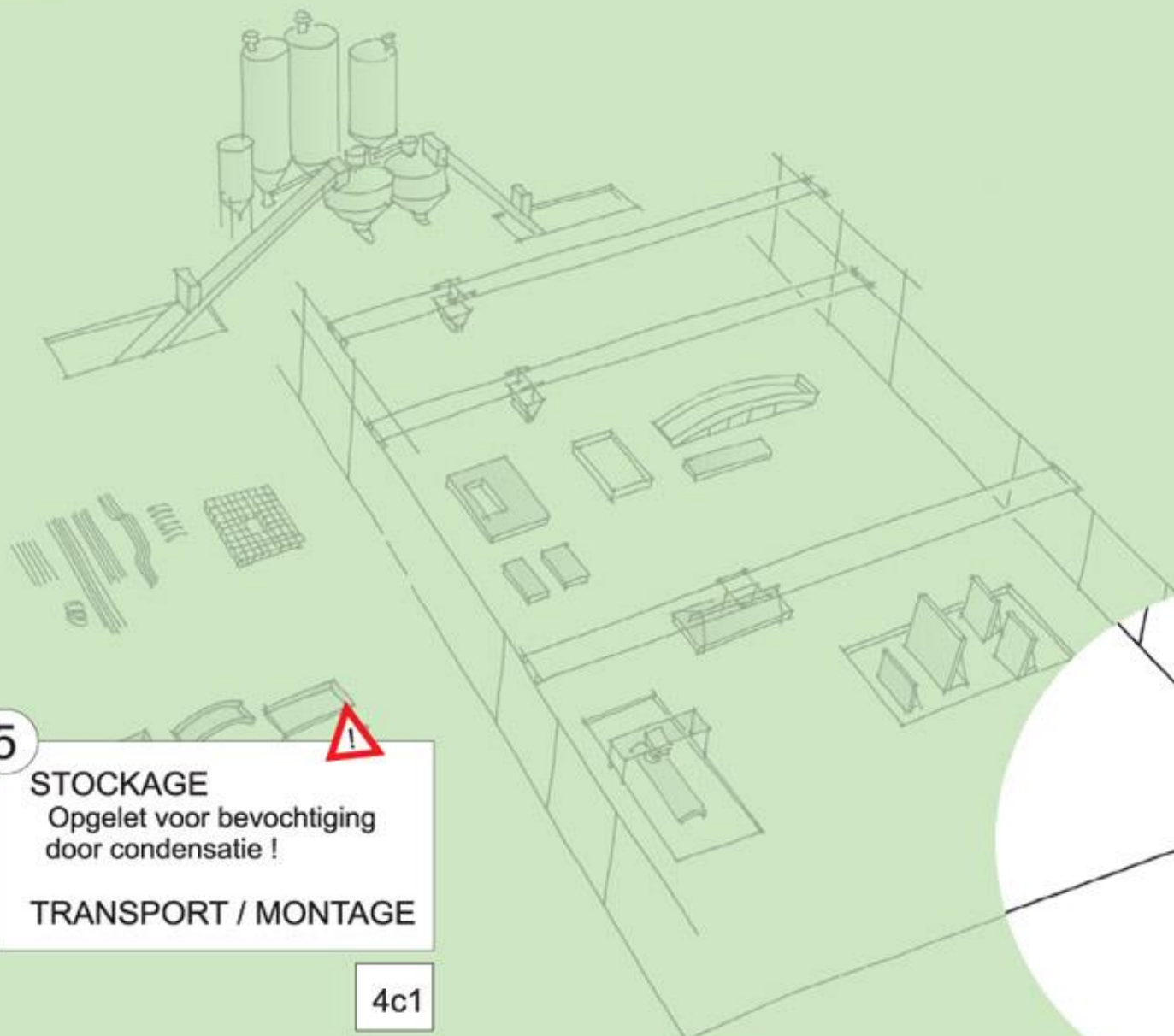
- uitwassen
- behandelen met zuur

3a1

4c1

2b3

betonfabriek *sierbeton*



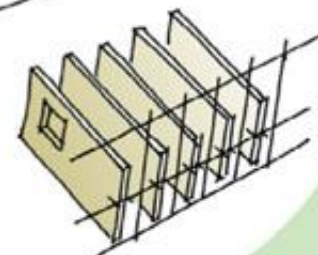
5

STOCKAGE

Opgelet voor bevochtiging
door condensatie !

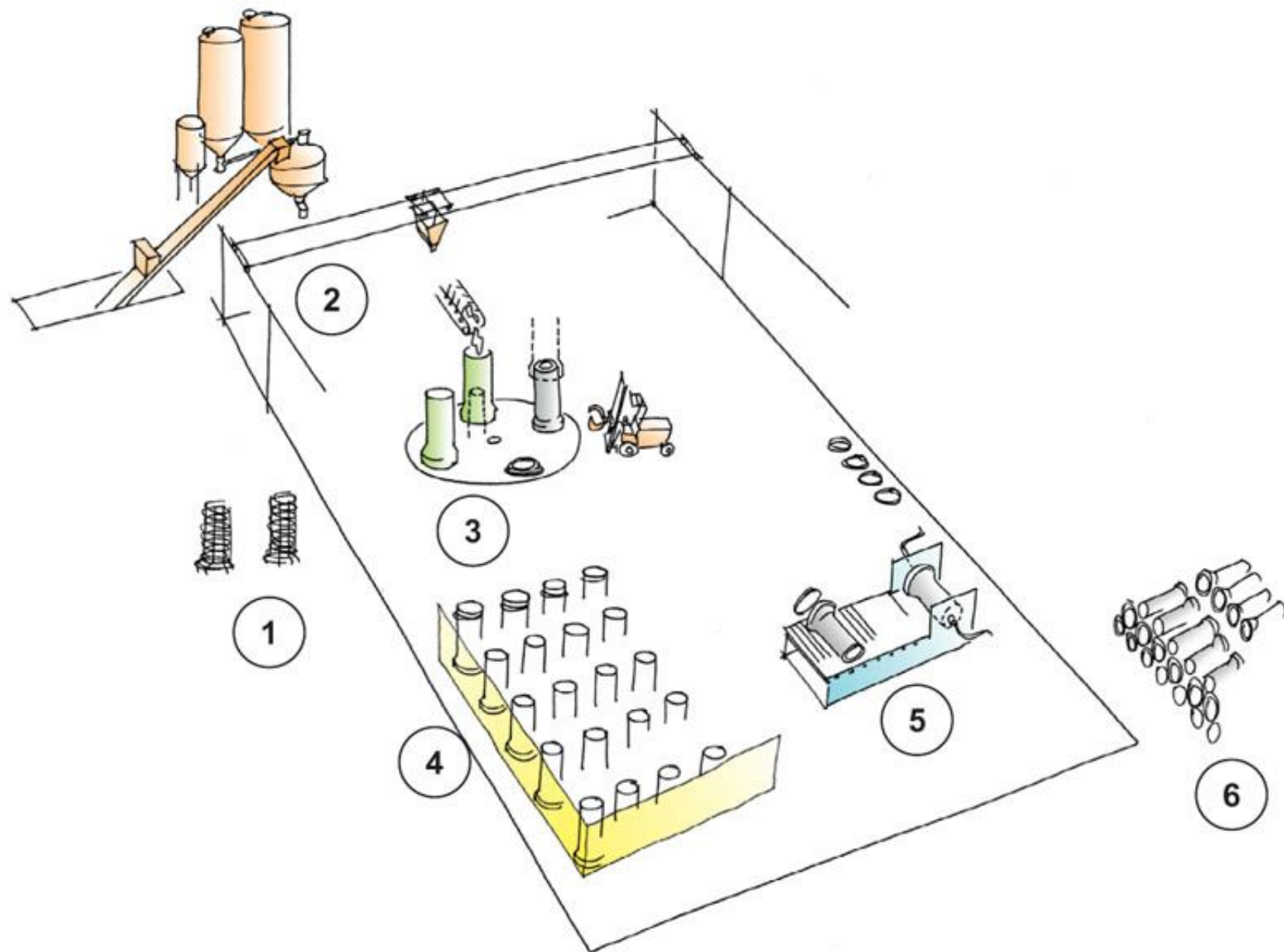
TRANSPORT / MONTAGE

4c1



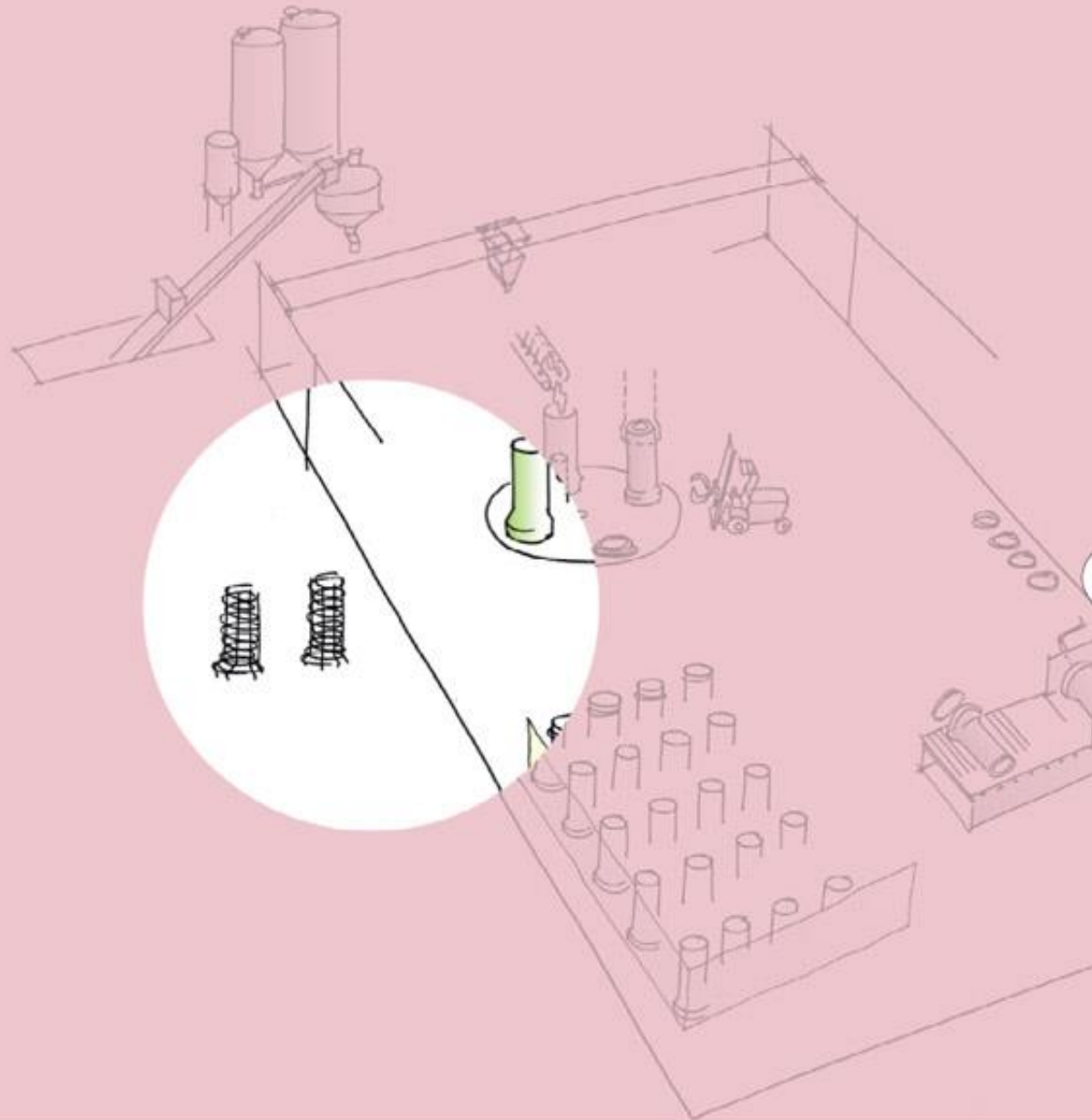
2b3

betonfabriek *buizen*



2b3

betonfabriek *buizen*



1

MALLEN

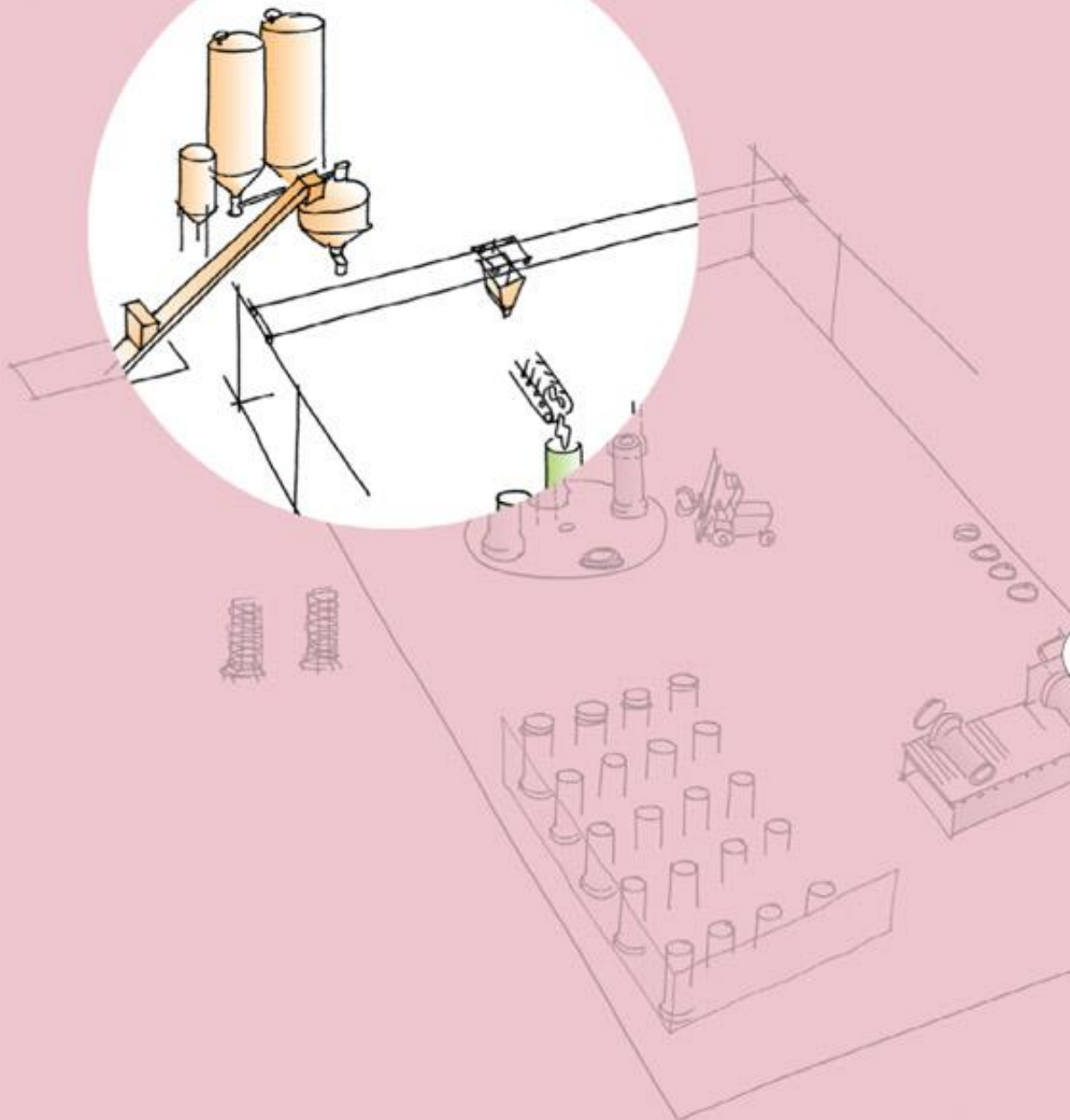
- ☐ netheid
- ☐ ontkistingsproduct

WAPENING

- ☐ vetvrij
- ☐ nooit lassen in geval van voorspanning

2b3

betonfabriek *buizen*

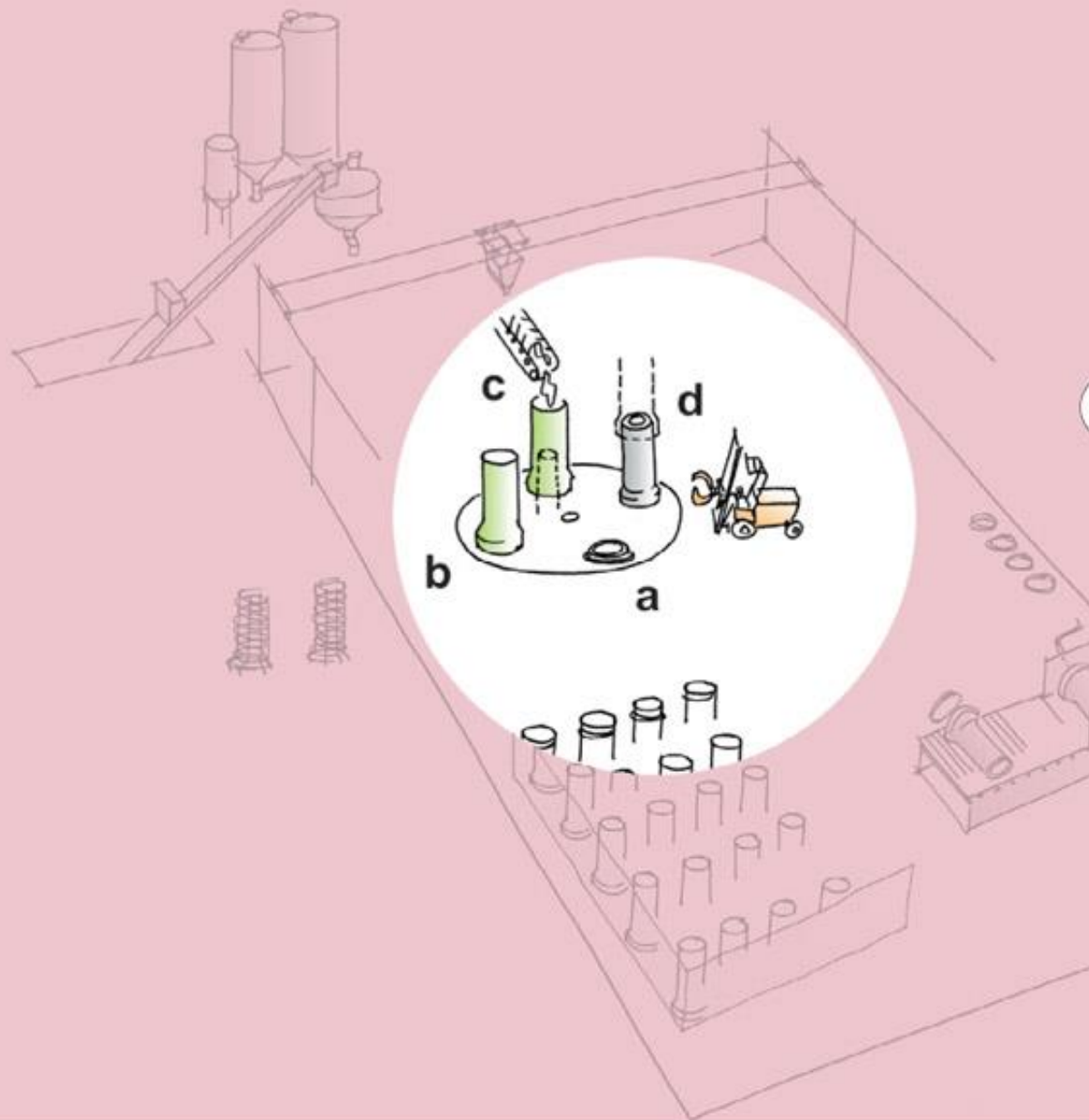


2



FABRICAGE BETON

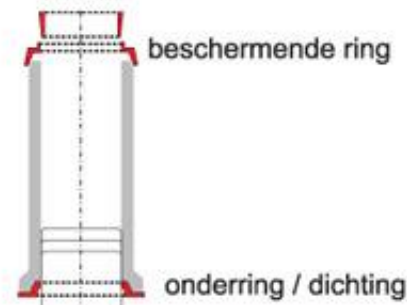
- ☐ controle van de samenstelling:
 - bestanddelen (bijv. speciale cementsoorten, vezels...)
 - korrelverdeling
 - verwerkbaarheid
- ☐ monsterneming (kubus/cilinder)



3

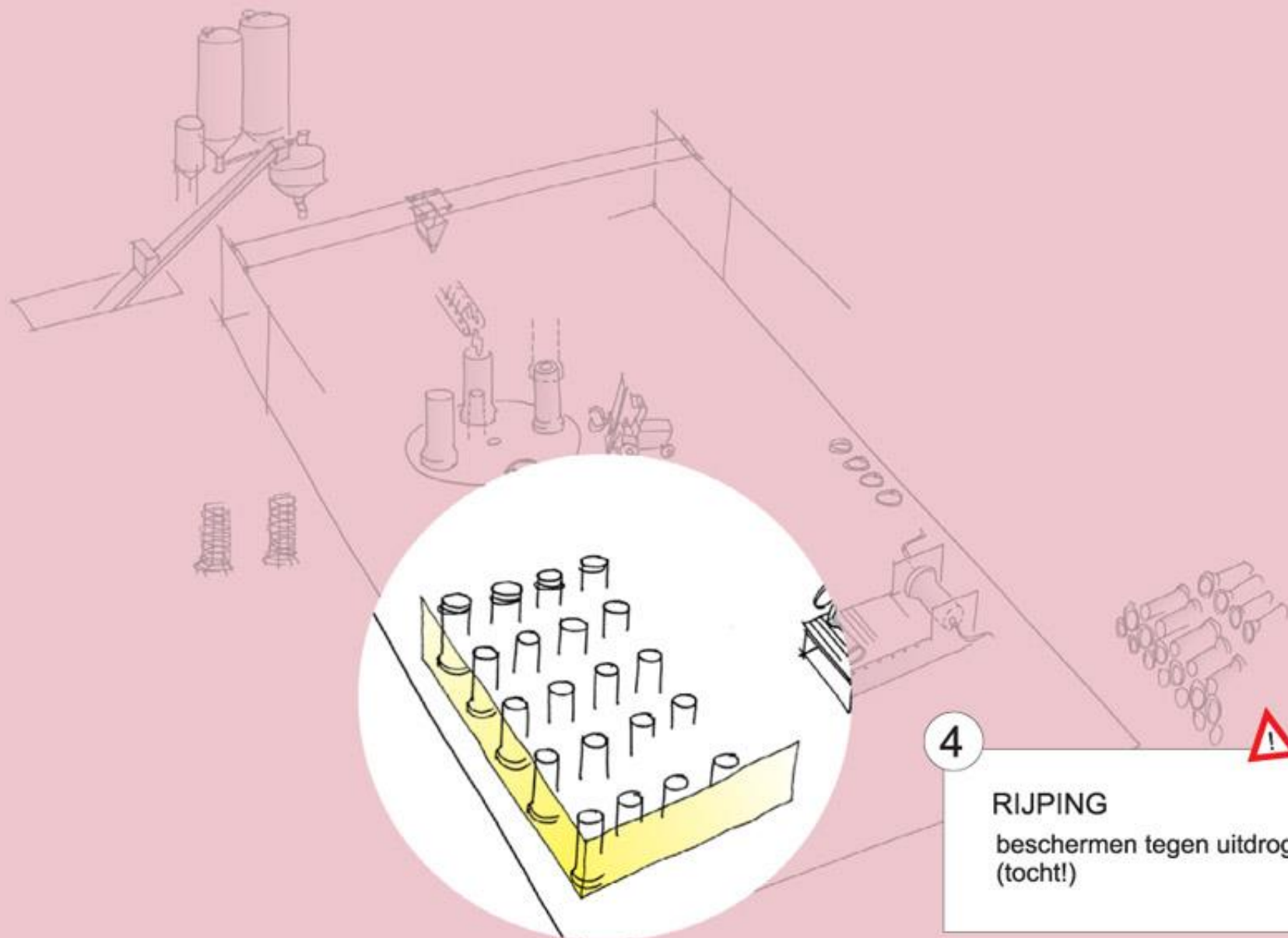
**VERWERKING BETON**

- ☐ verdichtingstechnieken:
persen, walsen,
trillen, centrifugeren
- ☐ vervorming van uiteinden
vermijden (spie/mof)



2b3

betonfabriek *buizen*



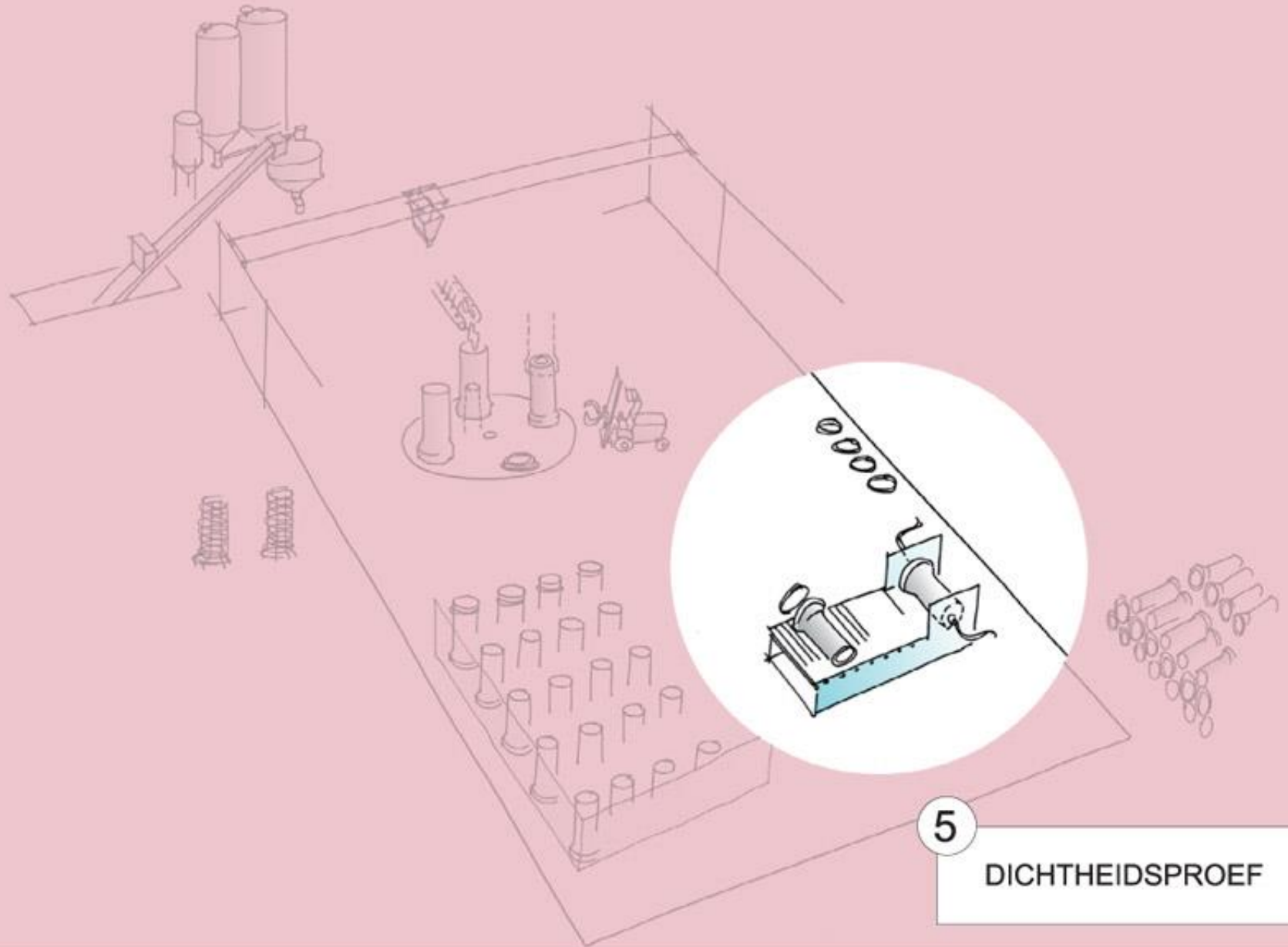
4

RIJPING

beschermen tegen uitdroging
(tocht!)

2b3

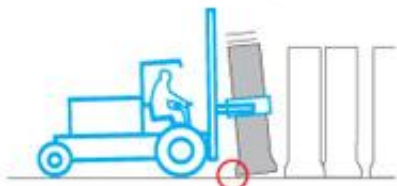
betonfabriek *buizen*



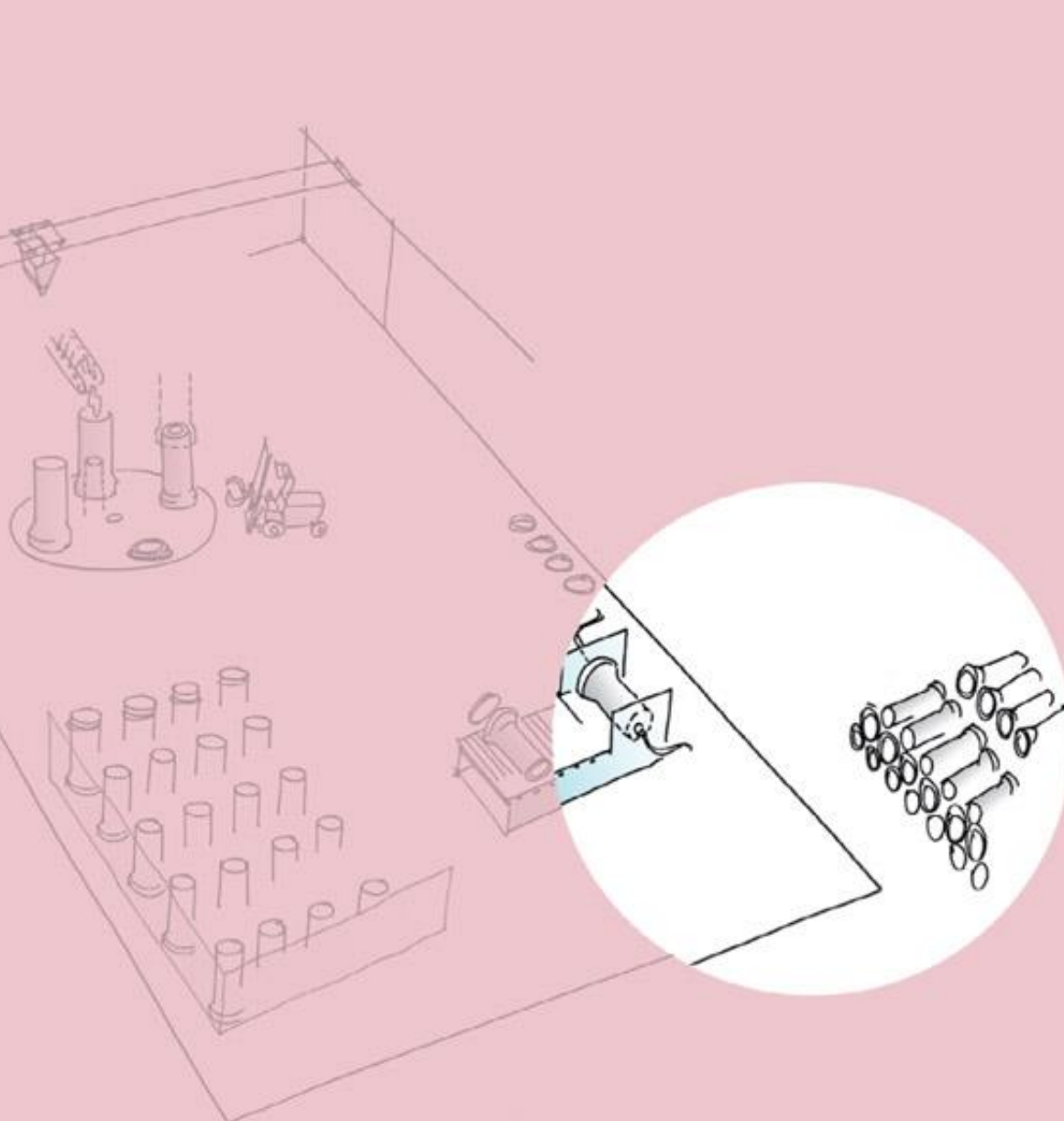
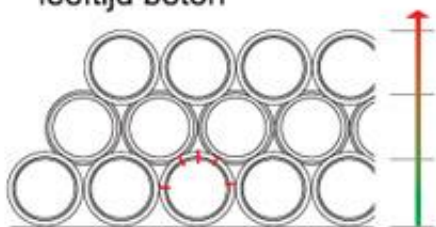
6

STOCKAGE

- ☐ verticaal:
mof niet beschadigen



- ☐ horizontaal :
stapelhoogte in functie
van buisdiameter,
leeftijd beton



2b4 beton maken op de bouwplaats

samenstellingen



voorbeelden van doseringen, enkel voor kleine hoeveelheden !

bestemming van het beton		grove granulaten	aantal volumes voor 1 volume cement aantal liter (kg) voor 50 kg cement			volumes liter (kg)
			grove granulaten	Rijnzand	water	vers beton
BETON- CONSTRUCTIES (gewapend of niet)	extra kwaliteit (beton blootgesteld aan regen en/of vorst)	4/32	2 3/4 volumes 110 liter (180 kg)	1 volume 45 liter (75 kg)	1/2 volume 20 liter	3 1/4 volumes 135 liter
		4/14 of 6/20	2 1/2 100 (160)	1 45 (75)	1/2 20	3 120
		2/8	1 3/4 75 (105)	1 45 (75)	1/2 20	2 1/2 105
	gewone kwaliteit (beton beschut tegen regen en vorst)	4/32	3 130 (205)	1 1/2 60 (100)	2/3 25	3 3/4 160
		4/14 of 6/20	2 3/4 115 (160)	1 1/2 60 (100)	2/3 25	3 1/3 140
		2/8	2 85 (120)	1 1/2 60 (100)	2/3 25	3 125
FUNDERINGEN	met Rijnzand	4/32 of 6/20 of 2/8	3 3/4 155 (220)	2 80 (130)	3/4 30	4 1/3 180
	met fijn zand		3 1/2 145 (200)	2 85 (110)	3/4 30	4 165



VOCHTIG ZAND zwelt :
in dat geval meer zand gebruiken
en minder water !

1a

1c

2b4 beton maken op de bouwplaats *mengen*

(0 = de betonmolen starten !)

achtereenvolgens in de betonmolen gieten:

1- de helft van het grind + een deel van het water

2- al het cement



nooit beginnen met het cement !

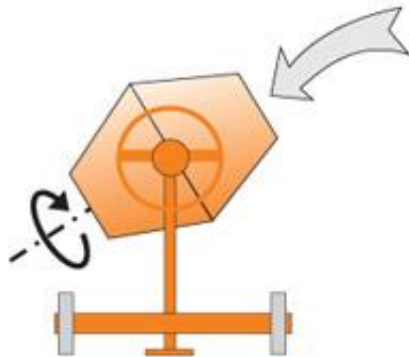
3- het zand + de rest van het grind

4- het water nodig voor een “plastische consistentie”

5- laten mengen gedurende 2 à 3 minuten

6- de betonmolen leeg maken + het beton verwerken

(7- na het werk de betonmolen
zorgvuldig schoonmaken !)



2b4 beton maken op de bouwplaats

consistentie, verwerkbaarheid



te nat...
(gevaar voor ontmenging)

⇒ cement toevoegen



te droog...
(niet goed verwerkbaar,
gevaar voor holtes,
grindnesten)

⇒ water toevoegen



“plastisch”
(goed verwerkbaar,
geen gevaar voor
ontmenging)



water-cementfactor W/C moet liggen tussen 0,4 (topkwaliteit) en 0,6 (funderingsbeton)

Normen & Technische Voorschriften:

NBN EN 206-1:2001 – Beton - Deel 1: Specificaties, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
Brussel : BIN, 2001

NBN B 15-1:2004 – Aanvulling op NBN EN 206-1
Brussel : BIN, 2004

Specificatie betonnormen in België
Geconsolideerde tekst voorbereid met de steun van het Betonplatform
Brussel : BIN, 2005

Verdere informatie:

Voorschrijven van beton volgens de normen NBN EN 206-1:2001 en NBN B 15-001:2004
Met voorbeelden van betonspecificaties en type-bestektekst
Dossier Cement, bulletin nr. 34
Brussel : FEBELCEM, 2005

Hoe beton voorschrijven?
Technische Fiche
Brussel : FEBELCEM, 2005

www.febelcem.be
www.cric.be
www.fsbp.be
www.febe.be
www.betongroepering.be

1 **BETONBESTANDDELEN**

2 **BETON MAKEN**

3 **VERS BETON**

4 **VERHARD BETON**

3

VERS BETON

(zeer jong beton, jong beton... tot en met ontkisting)

a- VOORBEREIDING

3a1 bekisting

3a2 wapening

b- VERWERKING

3b1 mengen

3b2 transporteren

3b3 storten

3b4 verdichten

3b5 beschermen

c- EIGENSCHAPPEN VAN VERS BETON

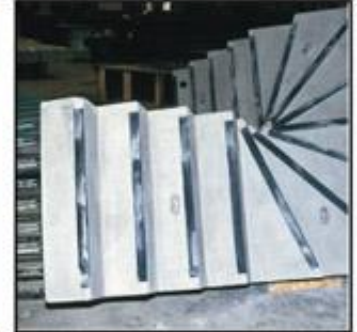
3c1 consistentie

3c2 stabiliteit

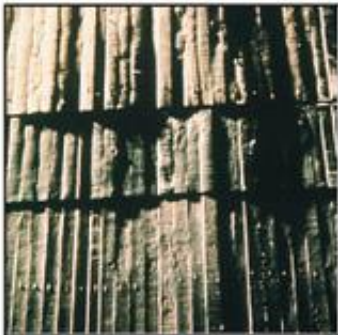
3c3 rijping

3a1 bekisting *soorten - uitzicht betonoppervlak*

glad

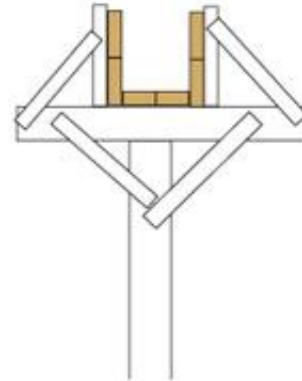
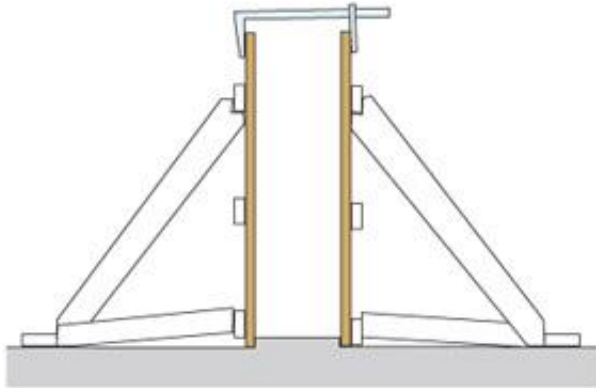


met structuur

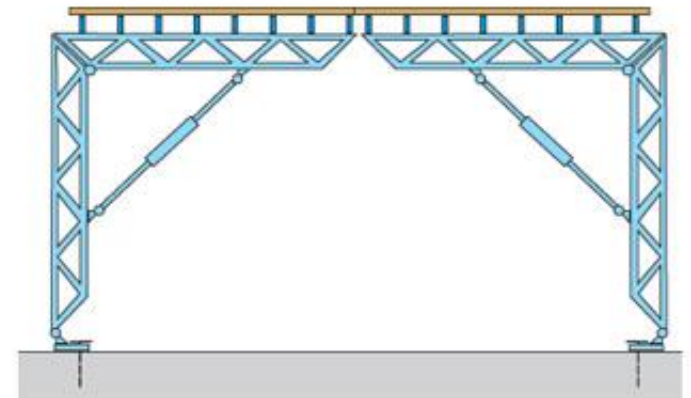
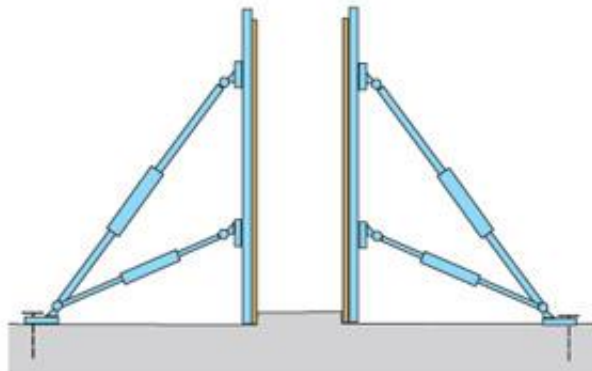
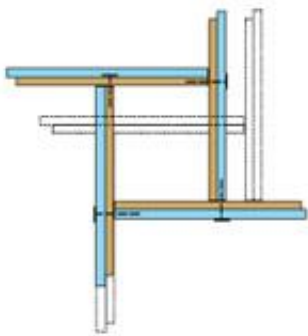


3a1 bekisting *soorten - op de bouwplaats*

traditionele bekistingen

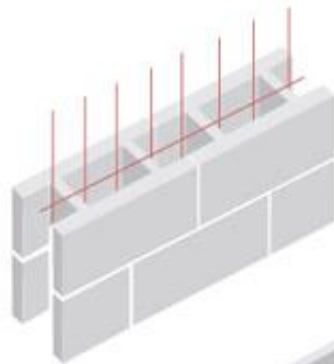


systeembekistingen



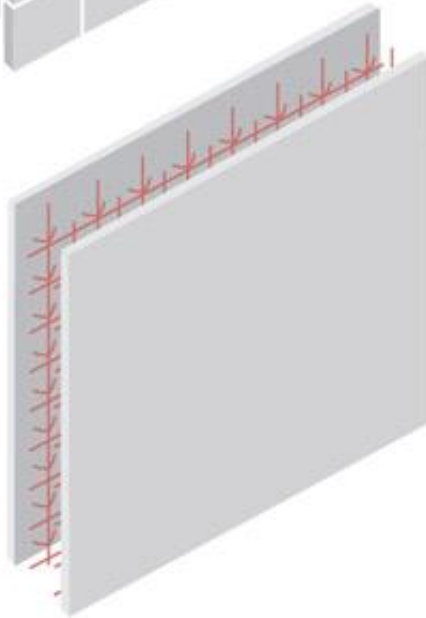
3a1 bekisting *soorten - op de bouwplaats*

blijvende ("verloren") bekistingen



holle blokken

*holle
bekistingswanden*



buizen



*balkjes / vulelementen
("potten")*



welfsels



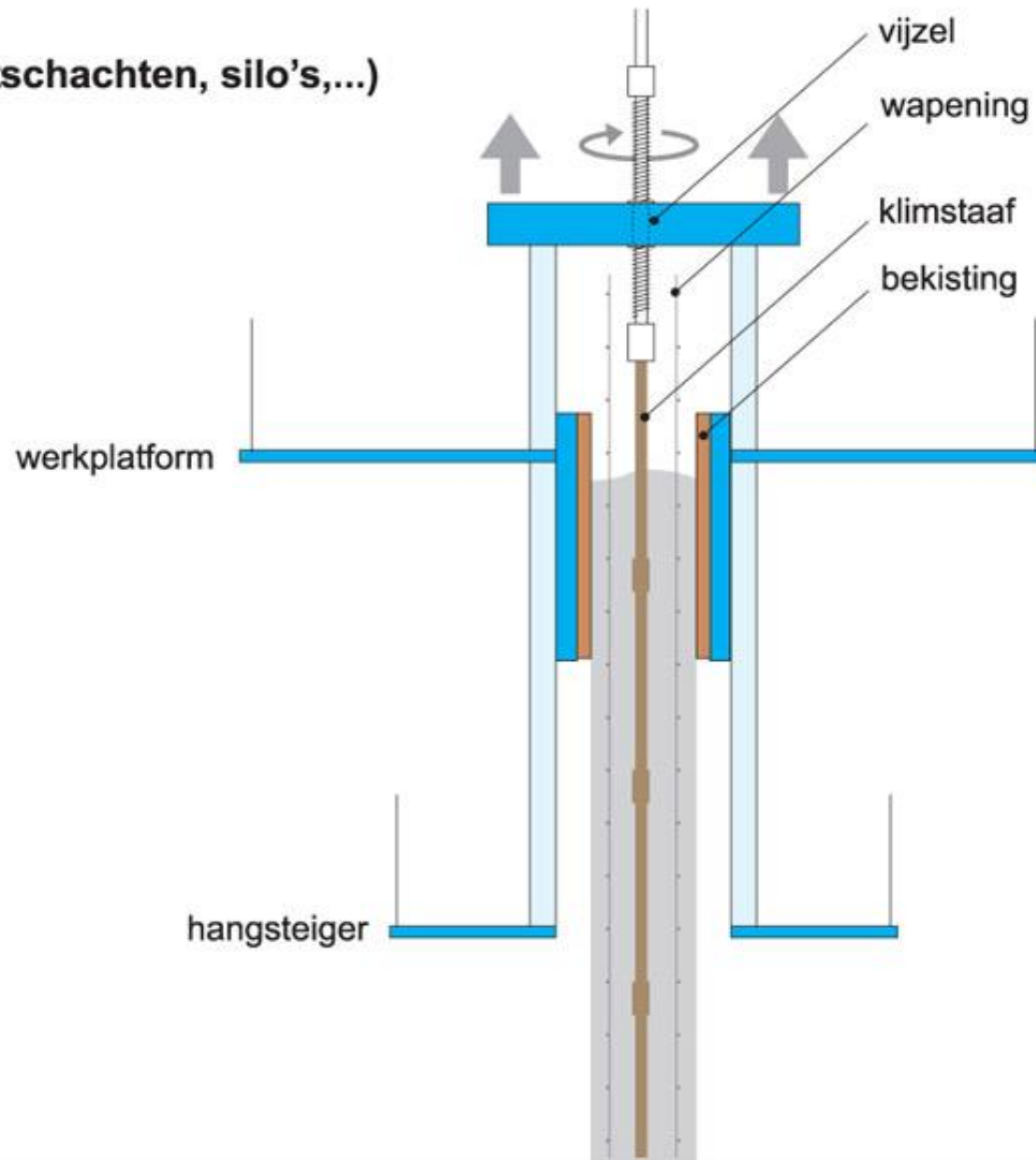
breedplaten



metaalplaten

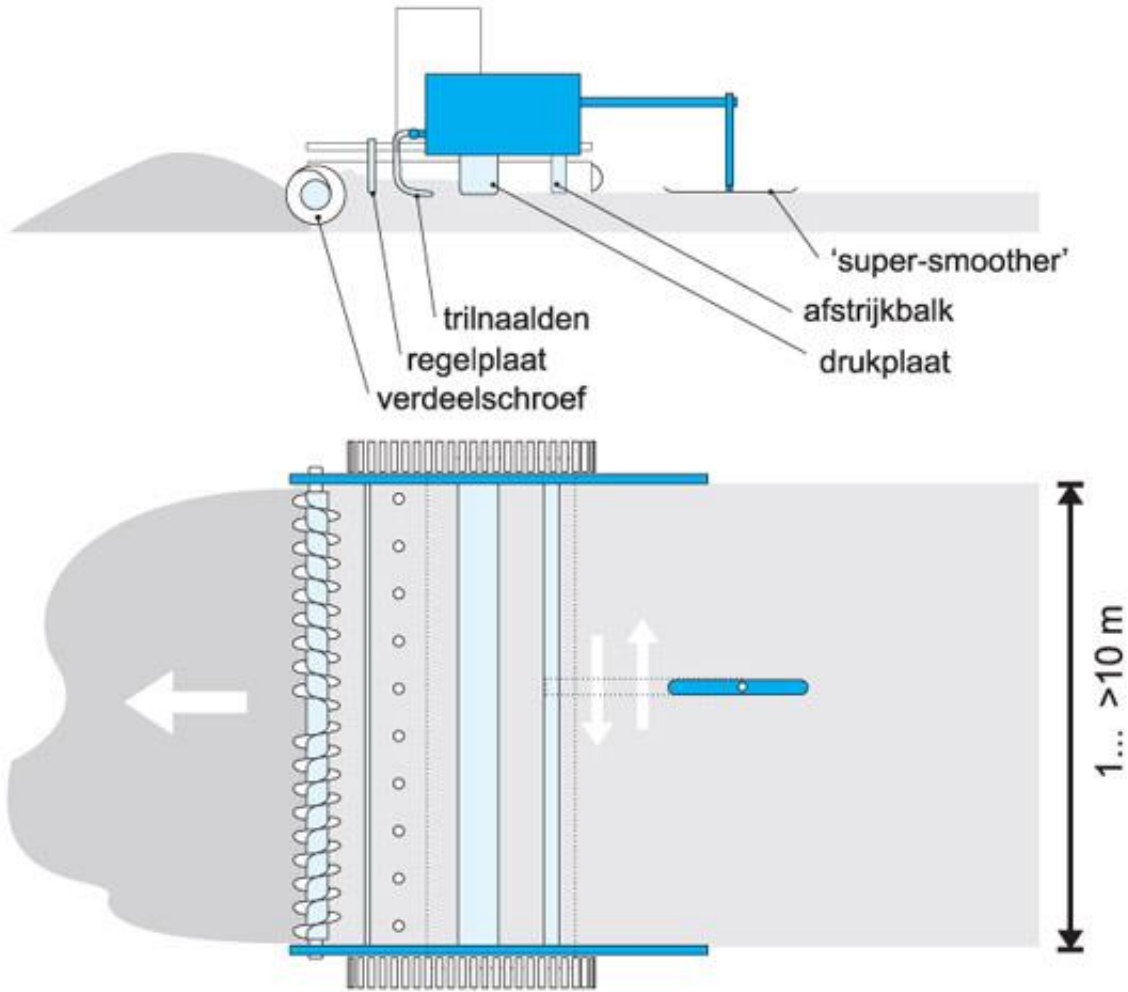
3a1 bekisting *soorten - op de bouwplaats*

glijbekistingen (liftschachten, silo's,...)

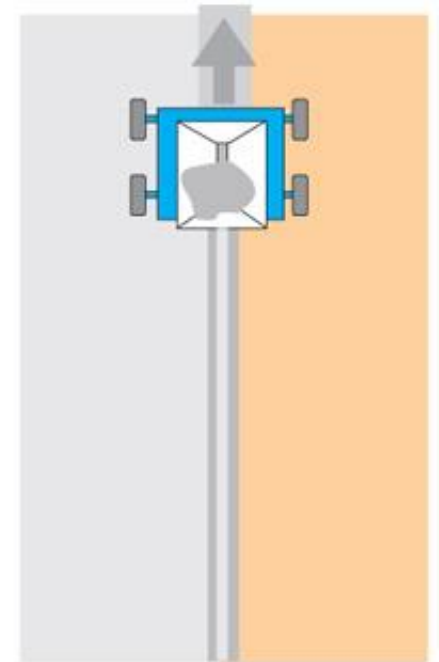
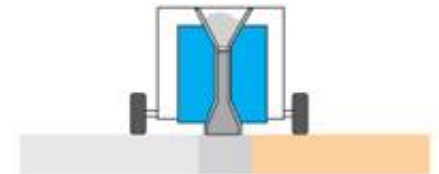


3a1 bekisting *soorten - op de bouwplaats*

glijbekistingen (wegenbouw)

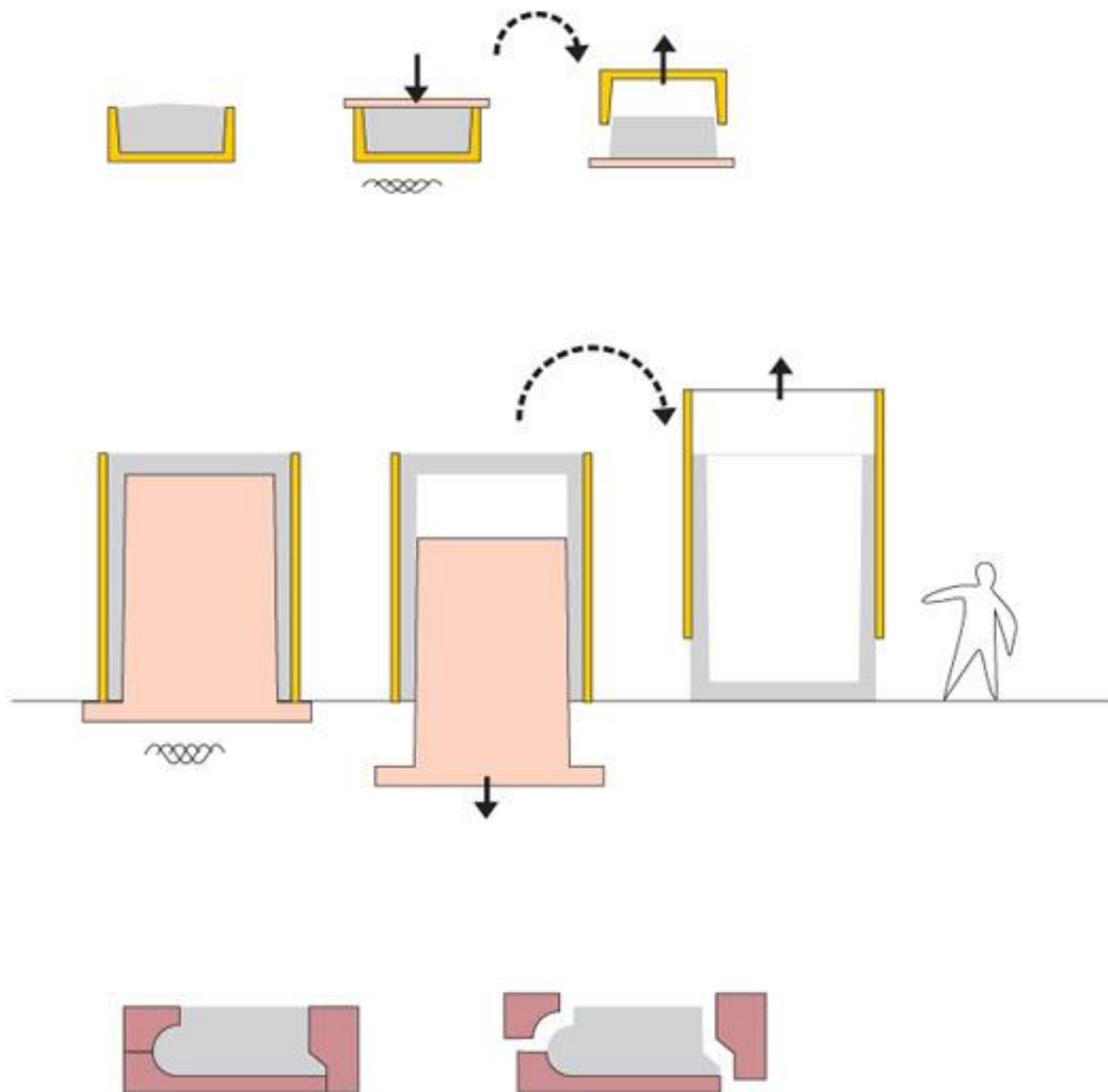


'slipform p



'new jersey'- profiel

3a1 bekisting *soorten - in de betonfabriek*



- consistentieklasse
- verdichting
- ontkisting

3a1 bekisting

courante gebreken

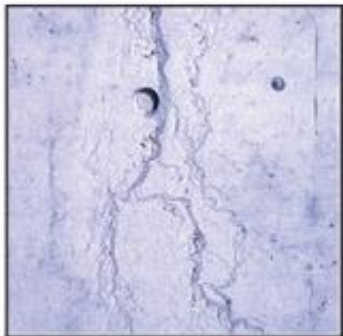
probleem:



tintverschillen

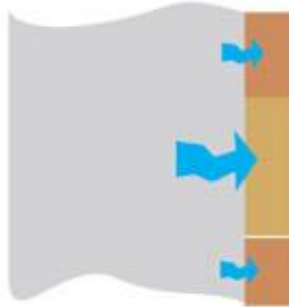


grindnesten



zandstrepen

oorzaak:



bekisting
meer absorberend
= lagere W/C-factor
= beton donkerder



lekkende
bekistingsnaad



storten op
ontmengd
beton

te vermijden door:

- homogeen bekistingsmateriaal
- bekisting nat maken vóór storten
- goede bekistingsmaterialen
- stijvere bekisting
- bekisting nat maken vóór storten
- juiste beton-samenstelling
- geschikte verdichtingstechniek

3a1 bekisting *courante gebreken*

probleem:



luchtballen

oorzaak:



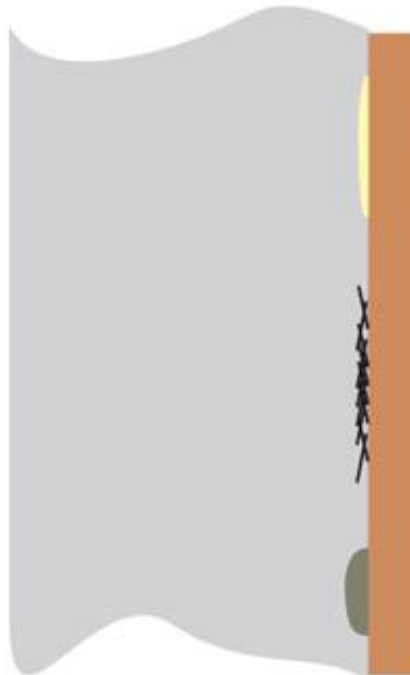
ontkistingsproduct
niet geschikt voor
gladde bekisting

te vermijden door:

keuze ontkistingsproduct,
verdichtingstechniek



*tintverschillen,
oneffenheden,
onzuiverheden,
...*



ijs, rijm

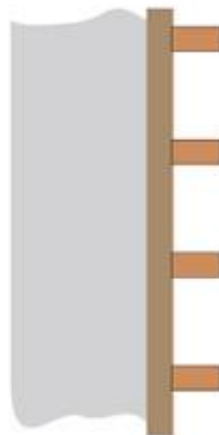
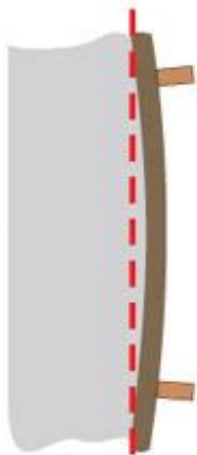
vuil, roest

aarde...

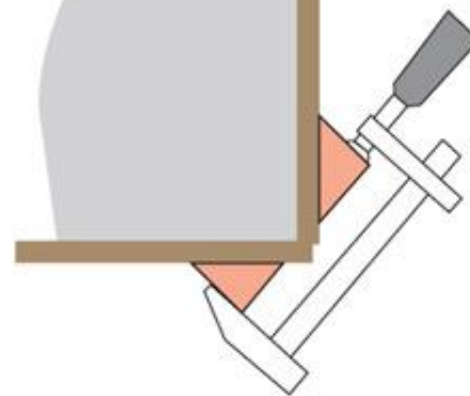
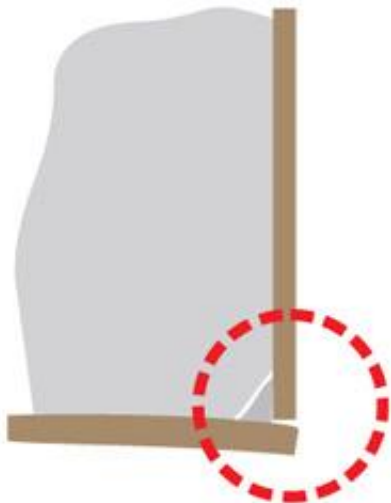
nazicht bekisting voor het
storten

3a1 bekisting *courante gebreken*

onvoldoende
stijve bekisting

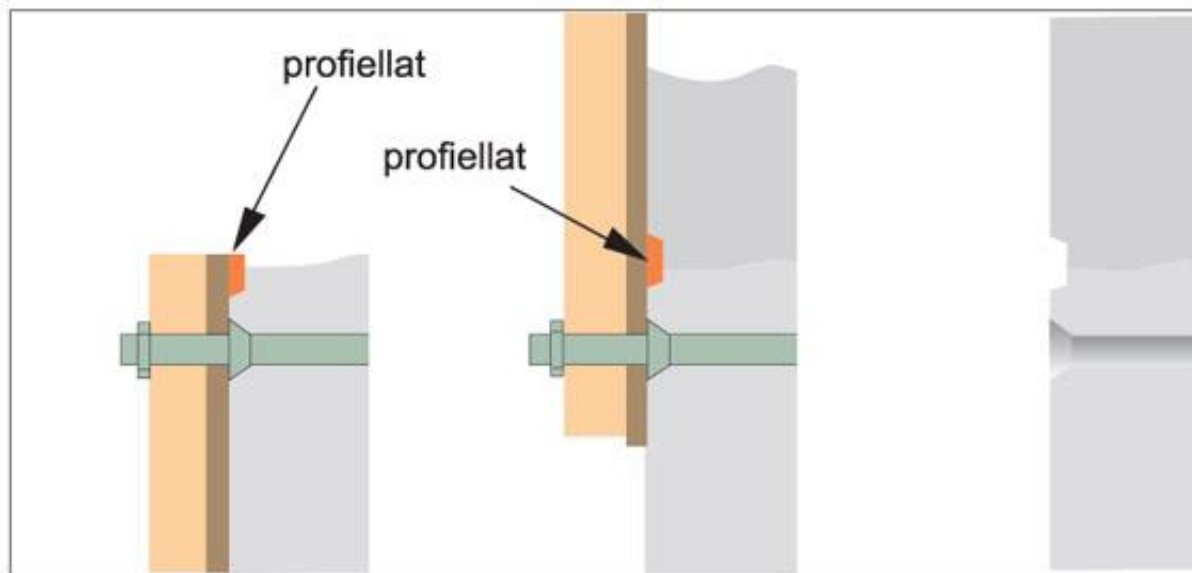
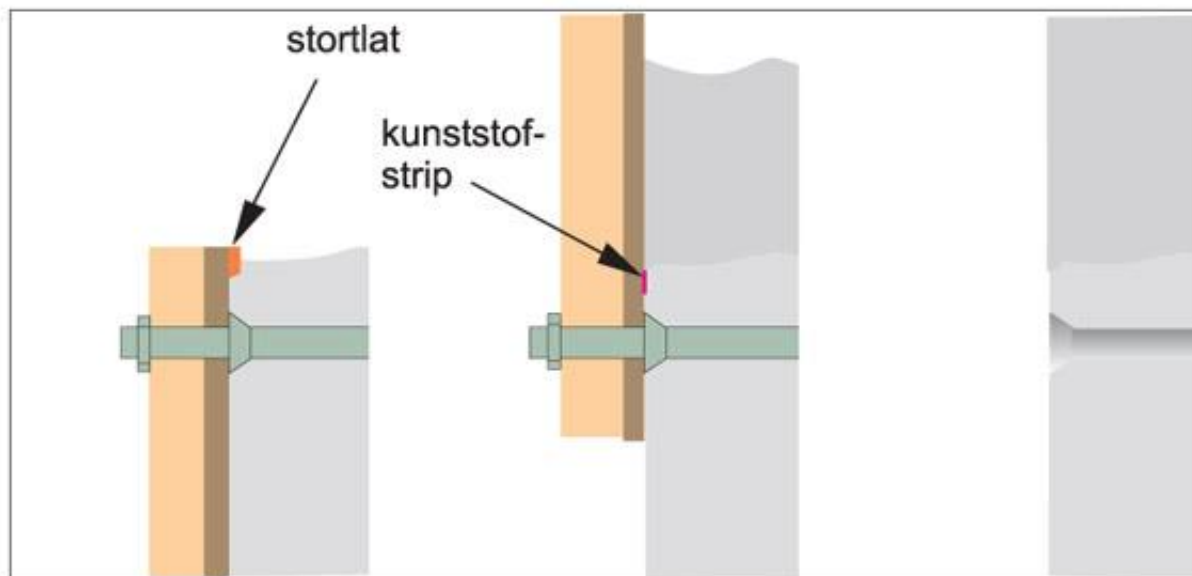
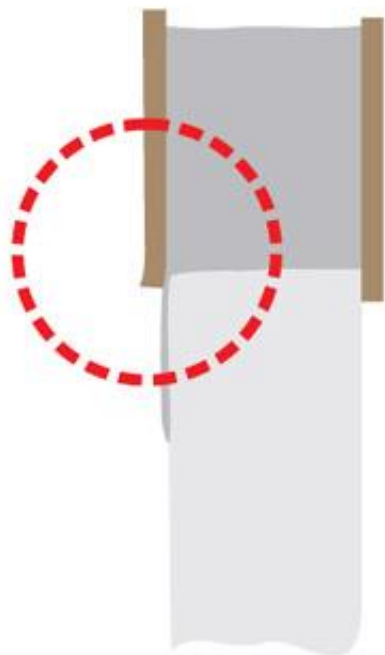


hoeken !



3a1 bekisting *courante gebreken*

hernemingen (stortnaden)



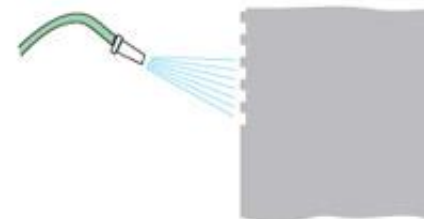
3a1 bekisting *ontkistingsproducten*

metaal, kunststof, multiplex, gebakeliseerd hout,...

● olie
(mineraal of plantaardig,
zuiver of in waterige emulsie)



● bindingsvertrager



● was (poriënvuller)



tijdens storten:
product moet aan bekisting hechten

3a1 bekisting *ontkistingsproducten*

ongeschaafd hout



bekisting nat maken



siliconen, rubber

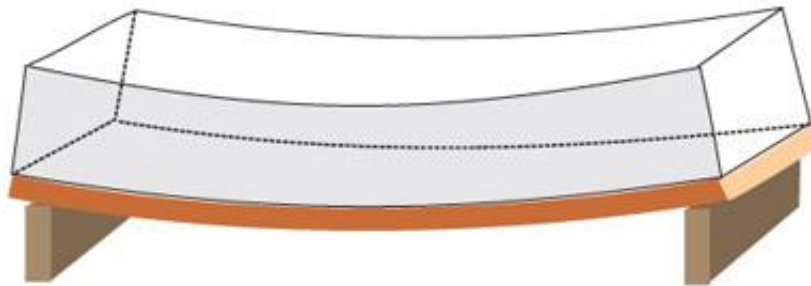
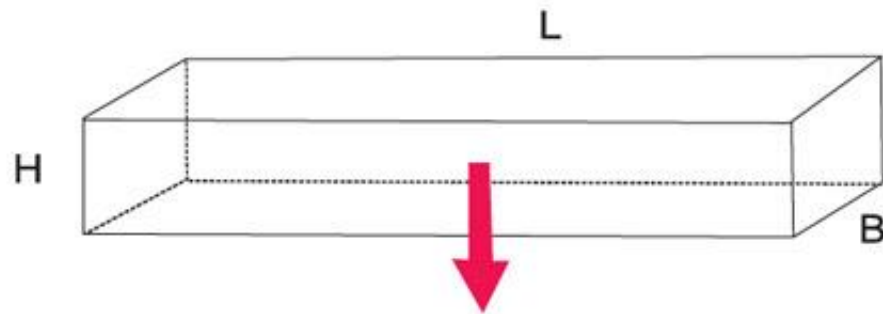
geen ontkistingsproduct
nodig



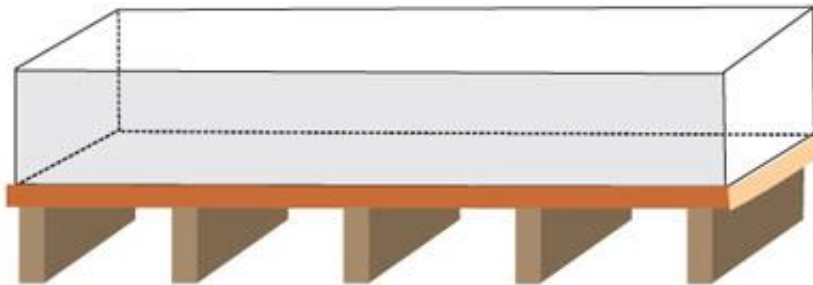
3a1

bekisting

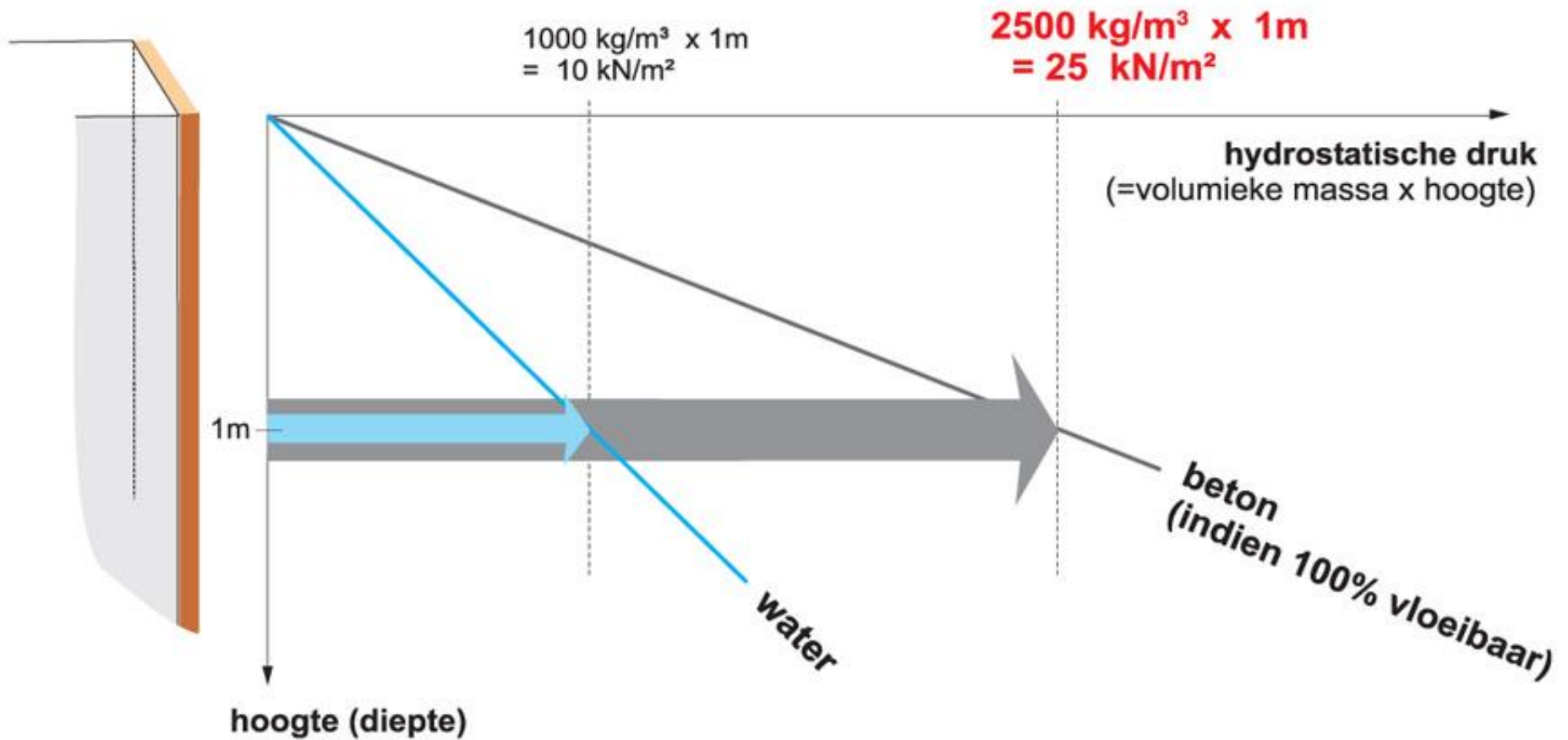
betonspeciedruk - VERTICAAL



$L \times B \times H \times 2500 \text{ kg/m}^3$!

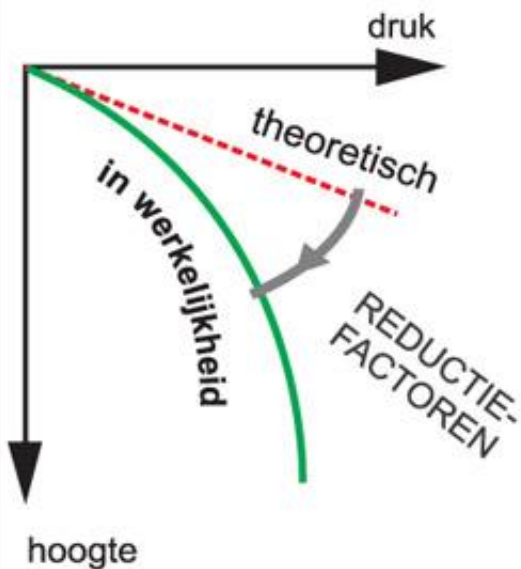


3a1 bekisting *betonspeciedruk - HORIZONTAAL*



3a1 bekisting

betonspeciedruk - HORIZONTALAAL



CONSISTENTIE

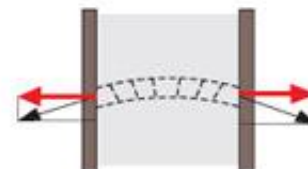
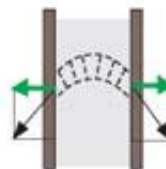
(lagere druk:)



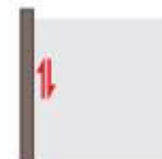
(hogere druk:)



GEWELFVORMING
en 'SILO-EFFECT'



WRIJVING
(in functie van
RUWHEID van
de bekisting)



STORT- en
STIJGSNELHEID



liter/uur

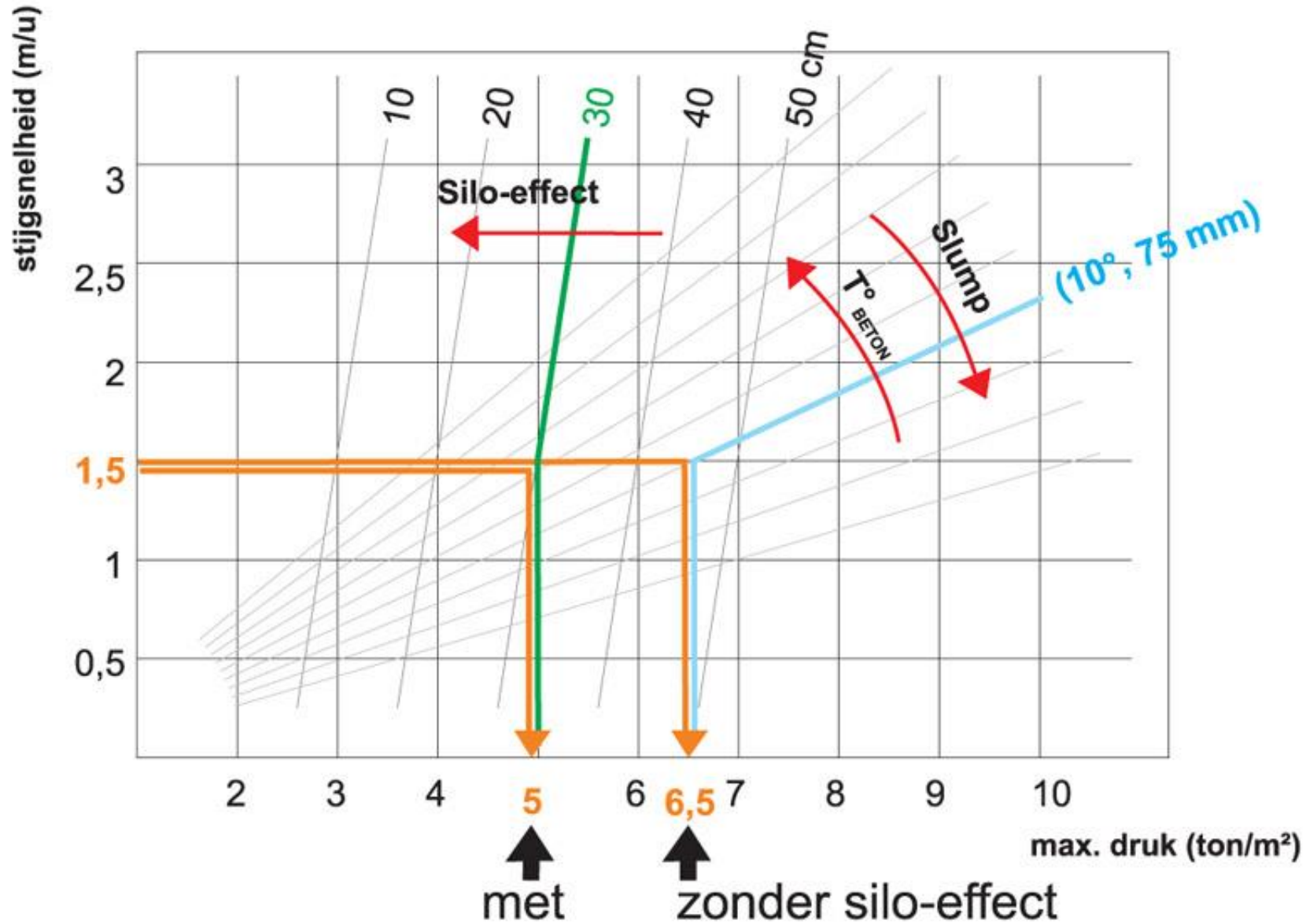


m³/min.

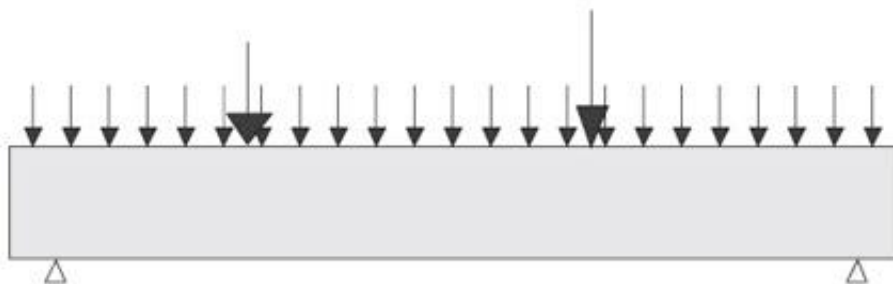
OPSTIJVINGSTIJD
(in functie van T°)



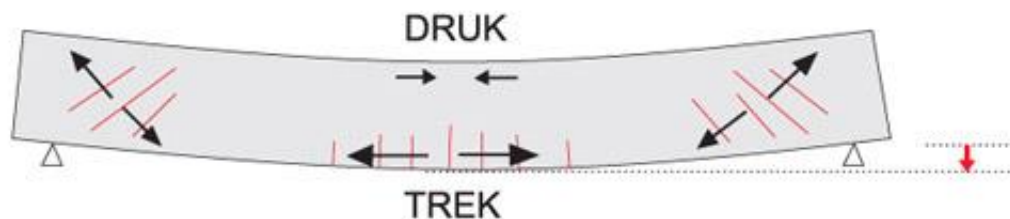
3a1 bekisting *betonspeciedruk - HORIZONTALAAL (voorbeeld)*



3a2 wapening *principe*



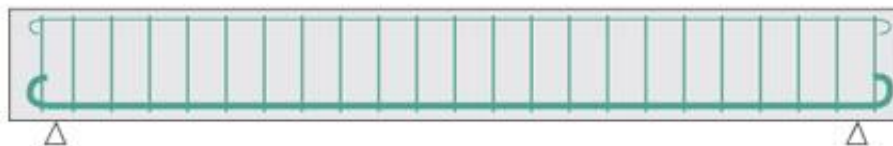
EIGENGEWICHT
NUTTIGE LAST
VEILIGHEIDSCOEFFICIENTEN



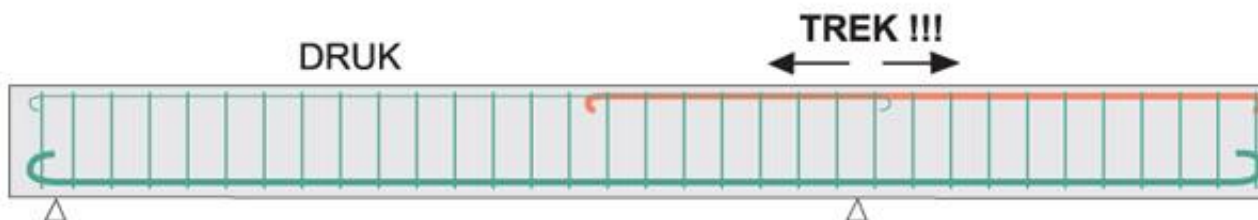
zonder wapening:
SCHEUREN
DOORBUIGING + breuk



WAPENING (THEORETISCH)
BETON = DRUK
WAPENING = TREK



WAPENING (in de PRAKTIJK)

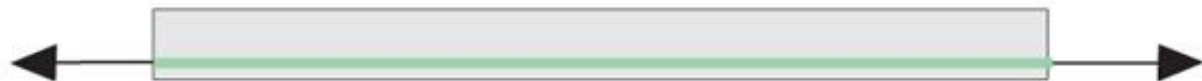


UITKRAGING,
BALKON...

3a2 wapening *voorspanning (door voorgerekte wapening)*



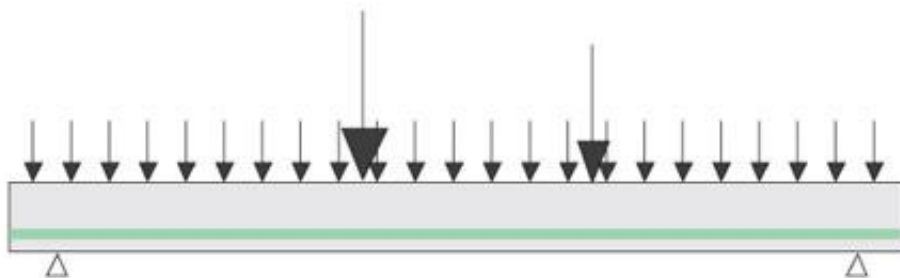
VOORSPANNEN
van de wapening



BETONNEREN



ONTKISTEN
ONDER SPANNING
BRENGEN van het beton



BELASTEN

3a2 wapening *vezels*

● staalvezels

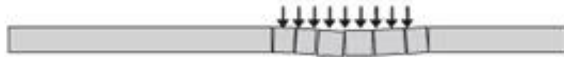
types (voorbeelden):



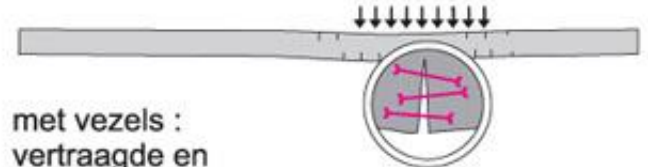
$L = 30 - 100 \text{ mm}$

$\varnothing = 0,1 - 1 \text{ mm}$

functie: verbeteren gedrag van verhard beton

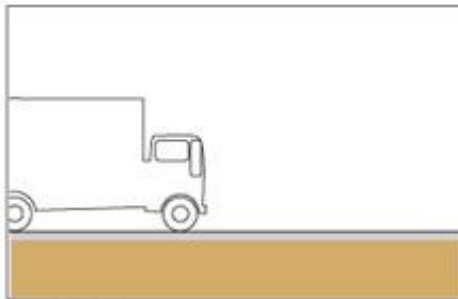


ongewapend: scheuren lopen door



met vezels :
vertraagde en
gecontroleerde scheurvorming

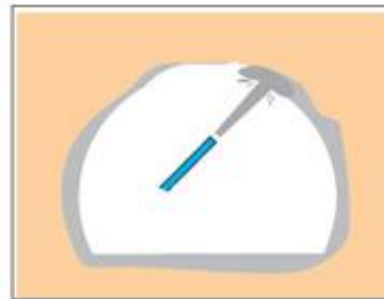
toepassingen (voorbeelden):



bedrijfsvloeren



buizen



tunnels
(spuitbeton)



explosiebestendige
constructies

dosering: $\sim 30 \text{ kg}$ per m^3 beton (~ 30 vezels per $10 \times 10 \text{ cm}^2$ scheuroppervlak)



- enkel doeltreffend indien gelijkmatig verspreid in betonmassa
- verwerkbaarheid van het beton daalt $\Rightarrow$ betonsamenstelling aanpassen ($D_{\text{max}} \downarrow$)

3a2 wapening vezels

● kunststofvezels (polypropyleen, nylon...)

types:

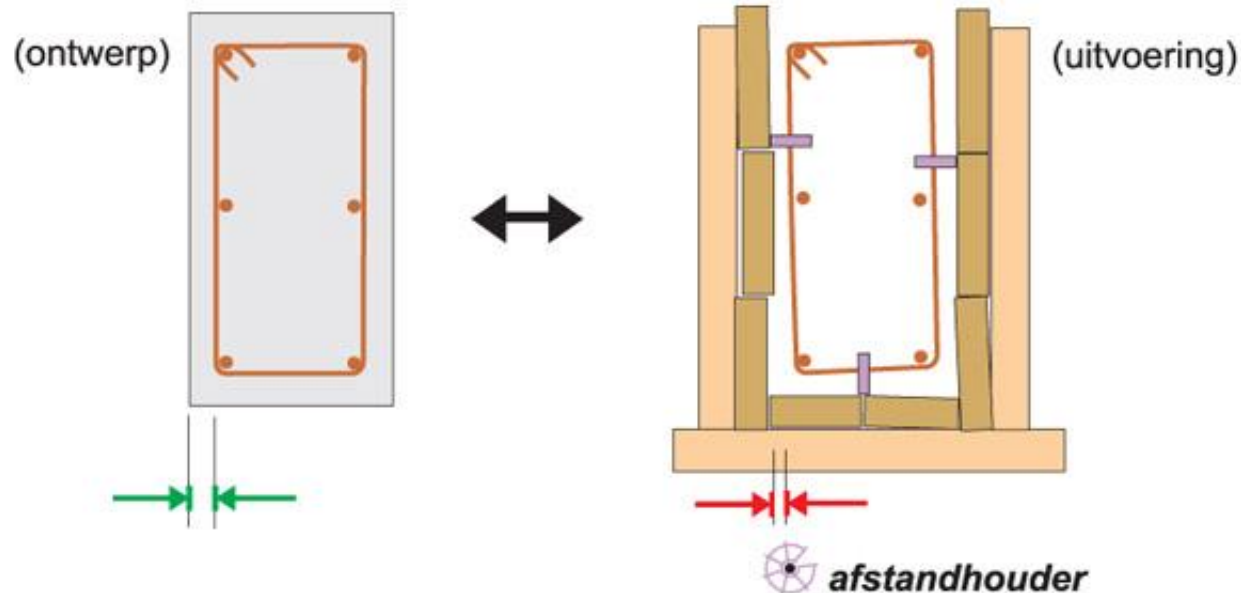


L = 10 - 40 mm
 $\varnothing$ = 20 - 600 μ m

	vers/jong beton	verhard beton
<i>functie:</i>	nemen trekspanningen op bij plastische krimp ⇒ minder scheurvorming ⇒ oppervlaktelaag van betere kwaliteit (beter bestand tegen vorst, agressieve stoffen...)	grotere brandweerstand zonder vezels: ingesloten stoom ⇒ afbrokkeling ("spalling") met vezels: vezels smelten ⇒ netwerk van kleine kanaaltjes ⇒ stoom kan ontsnappen hogesterktebeton (HSB) > 2,5 kg per m³ beton (monofilament-vezels)
<i>toepassing:</i>	- wegverhardingen - bedrijfspvloeren	
<i>dosering:</i>	0,6 - 1 kg per m³ beton (> 20 000 vezels per 10x10 cm² scheuoppervlak)	

3a2 wapening

corrosie - betondekking



milieuklasse	1	2a	2b	3, 3S	4a, 4b	5a	5b	5c
minimum betondekking (mm)	15	20	25	40	40	25	30	40
<i>indien voorgespannen beton</i>	25	30	35	50	50	35	40	50



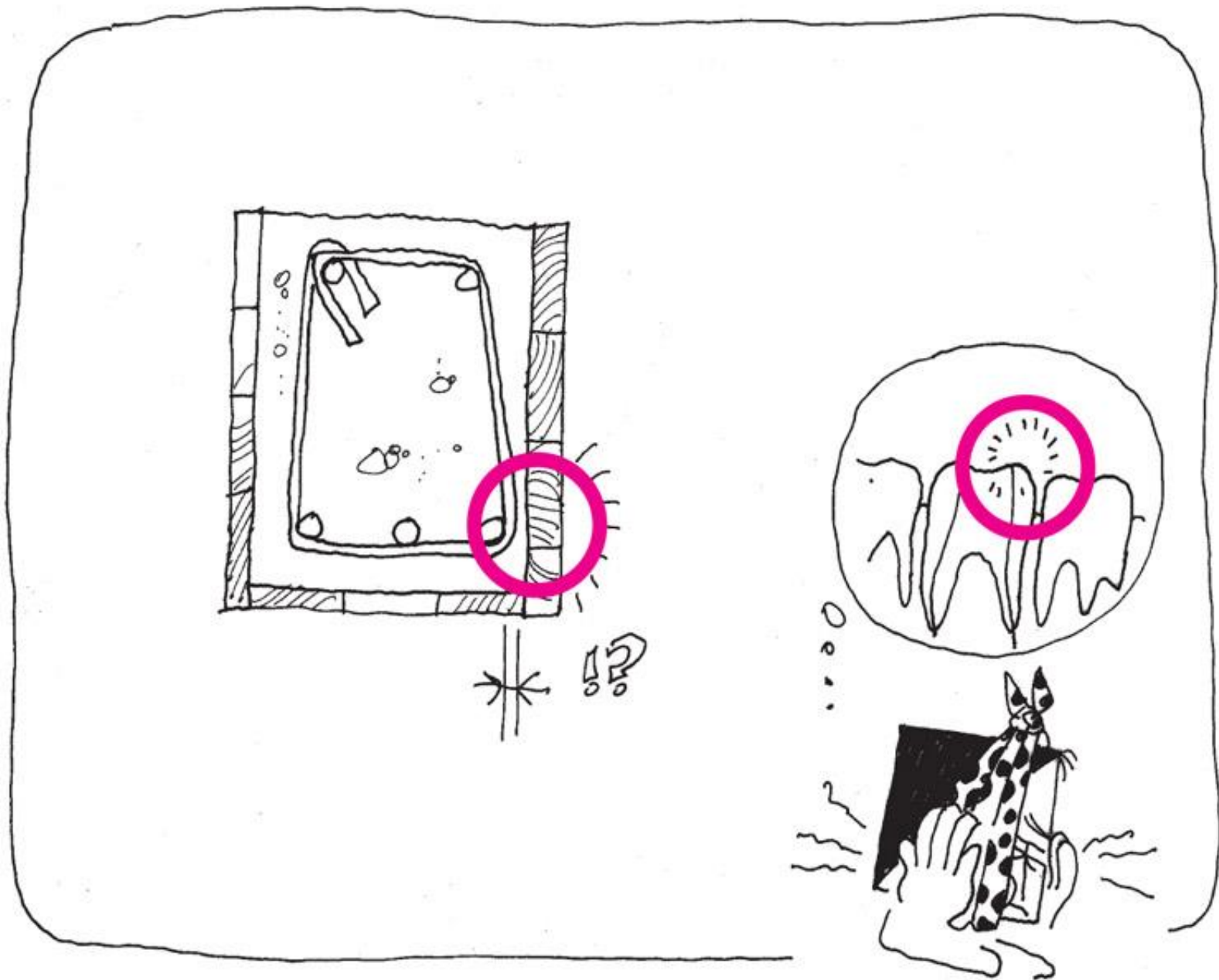
- niet van toepassing voor prefab beton
- voorzie toleranties: 5 à 10 mm !

minimum betondekking.....

2b1

corrosie.....

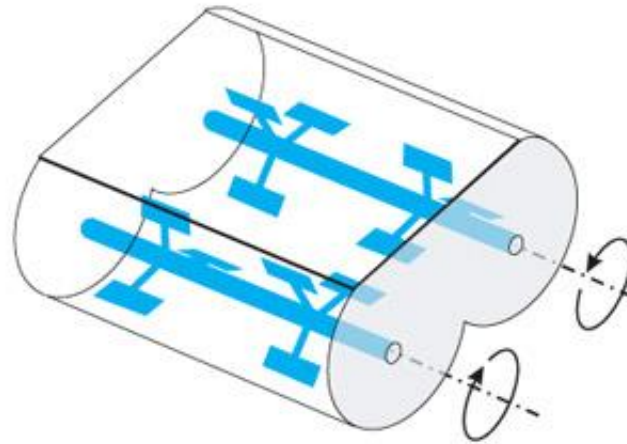
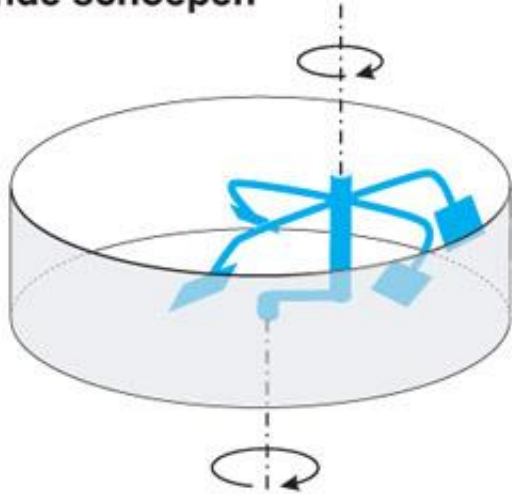
4b4



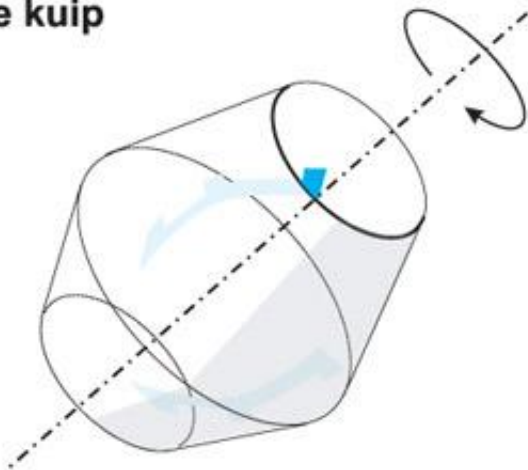
Onvoldoende betondekking: vaak een pijnpunt...

3b1 mengen *types mengers*

draaiende schoepen



draaiende kuip

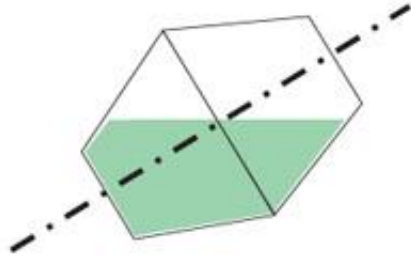


3b1

mengen

parameters / factoren

capaciteit

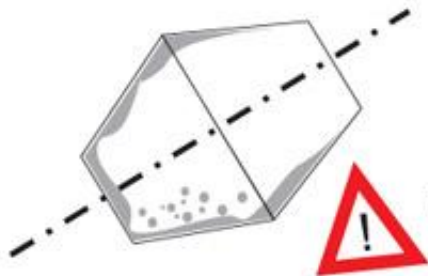


nuttige (~ 50% van de totale capaciteit)

mengtijd



volgorde



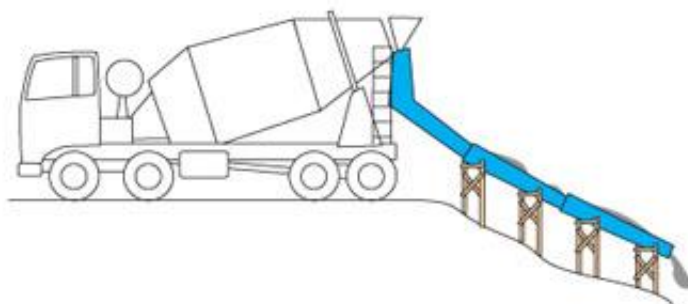
nooit cement eerst (klontervorming...)

3b2 transporteren *materieel*

weg



bouw-
plaats



fabriek



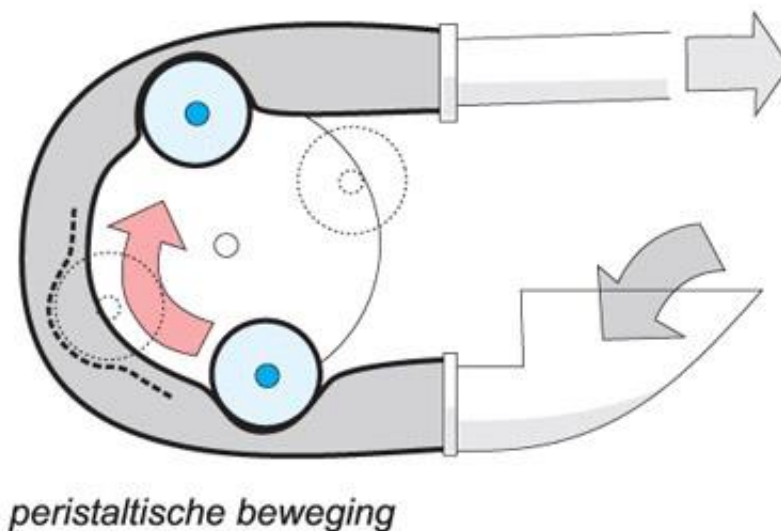
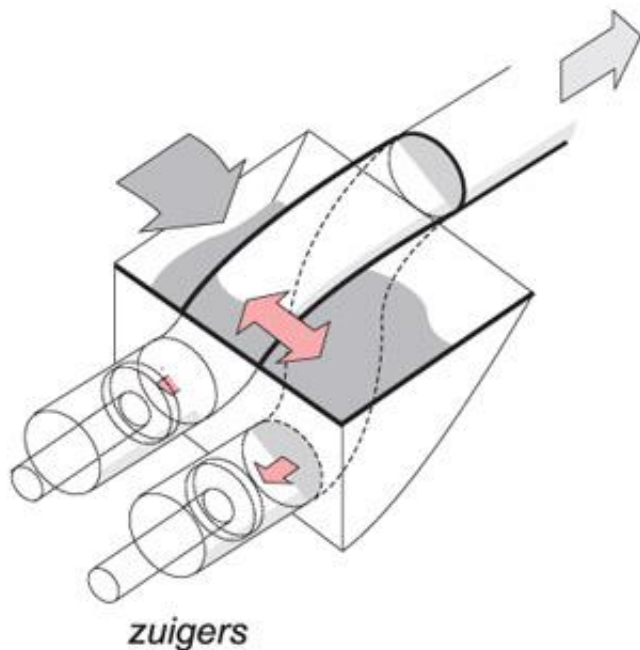
3b2 transporteren *materieel*

betonpompen

debiet = 20-80 m³/uur

L : tot 300 m

H: tot 100 m



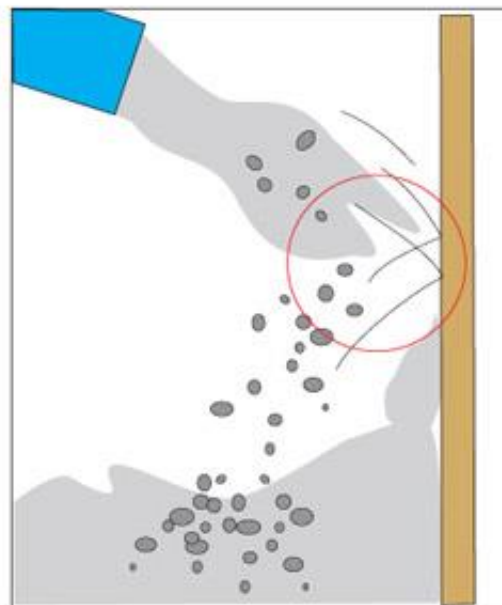
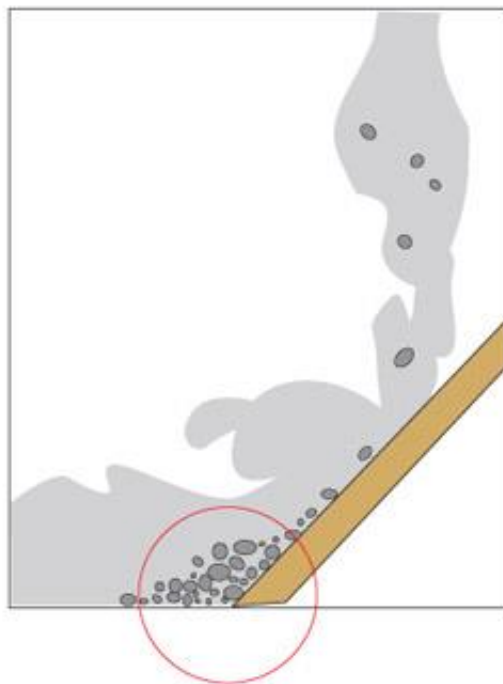
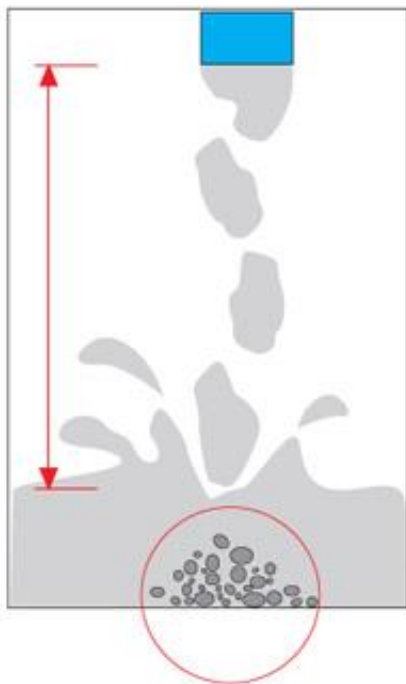
pompbeton =

- continue korrelverdeling
- voldoende fijne deeltjes

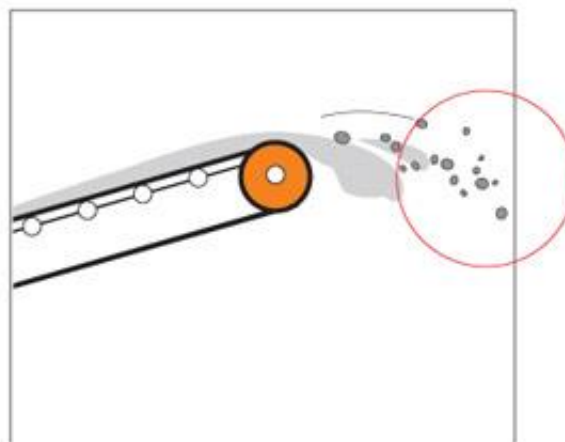
3b3

storten

courante fouten



 **ONTMENGING...**

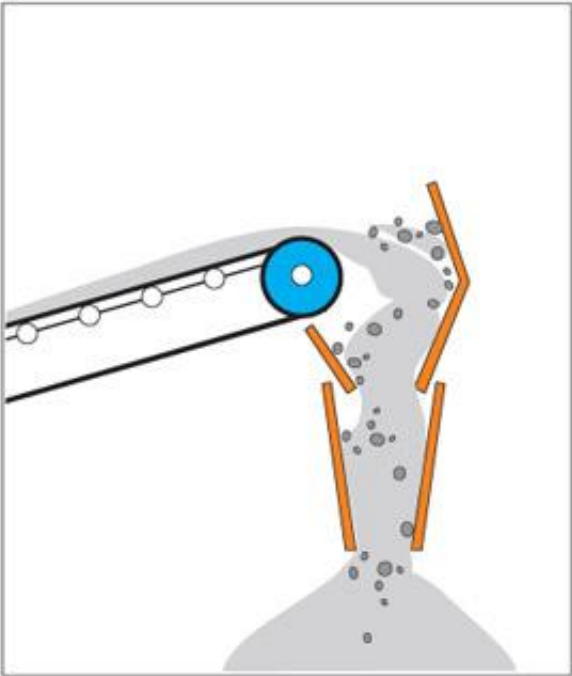
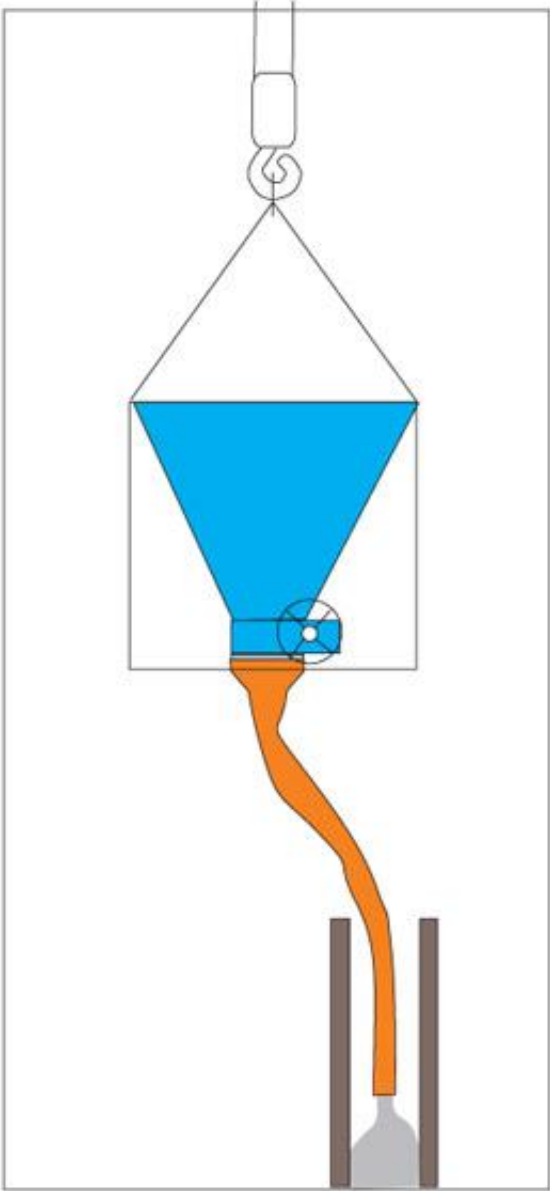
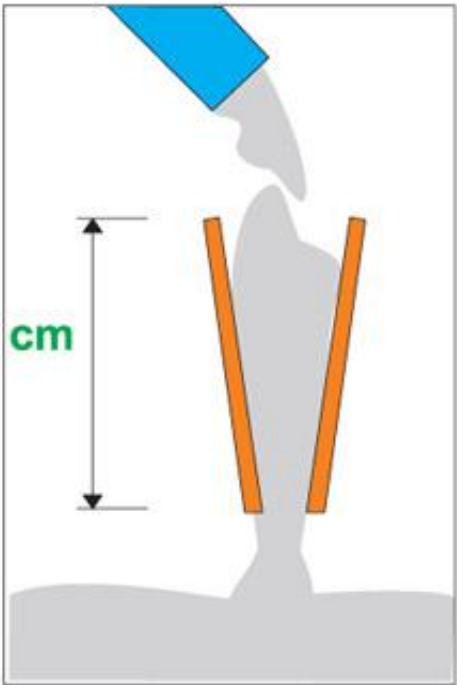


3b3

storten

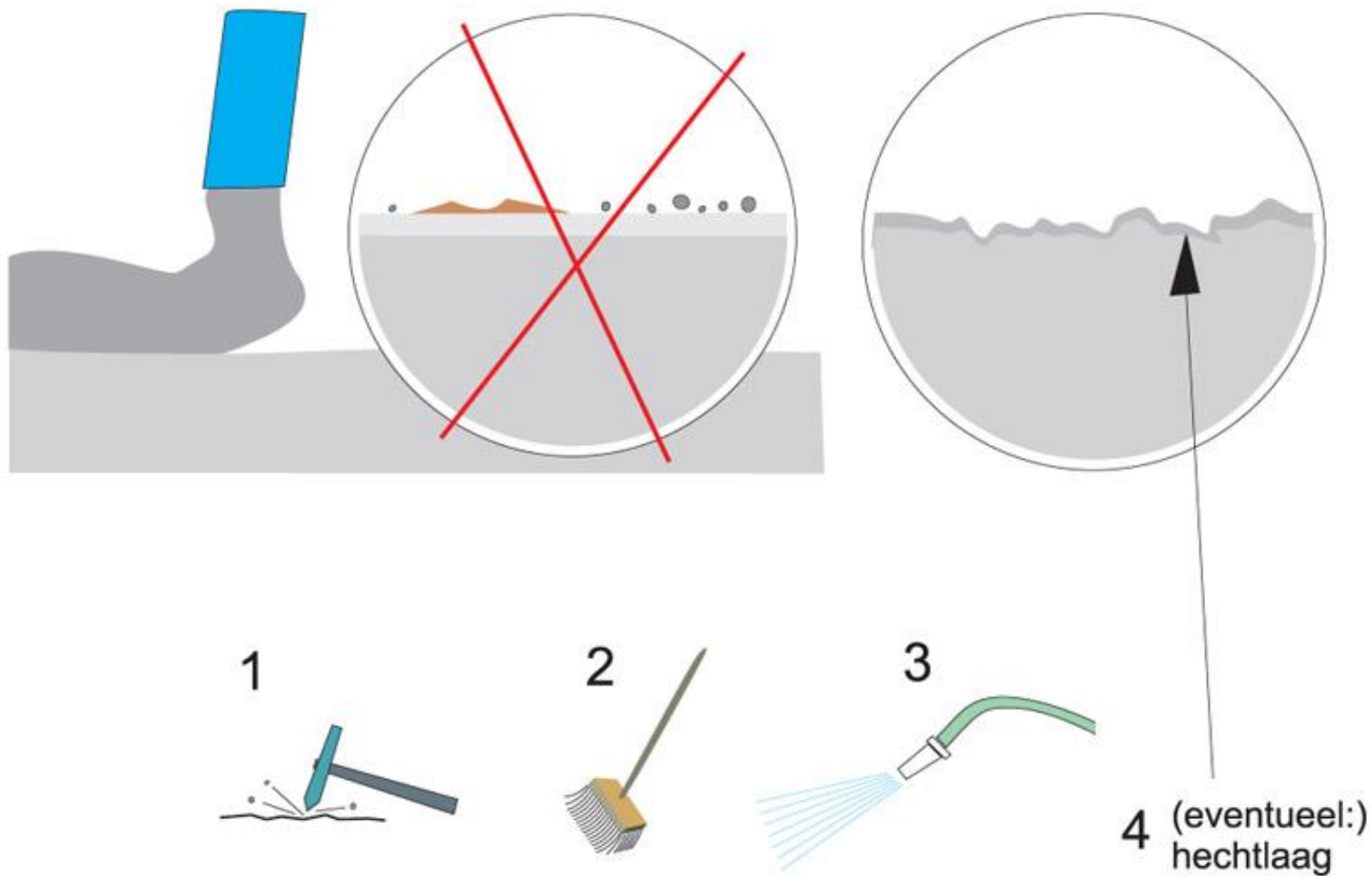
hulpmiddelen

< 60 cm

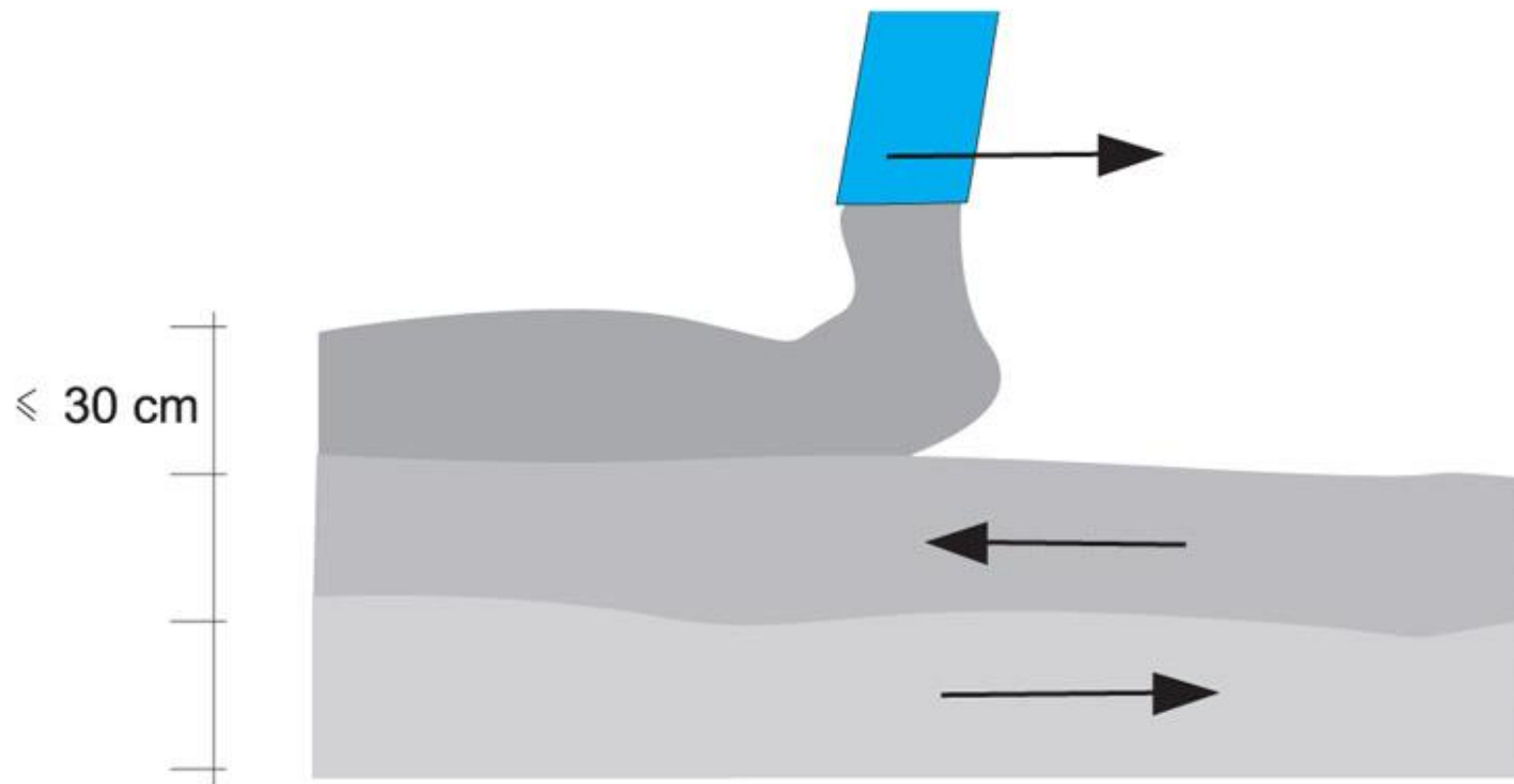


3b3 storten

voorbereiding



3b3 storten *laagdikte*



3b4 verdichten *doel*



onverdicht beton =

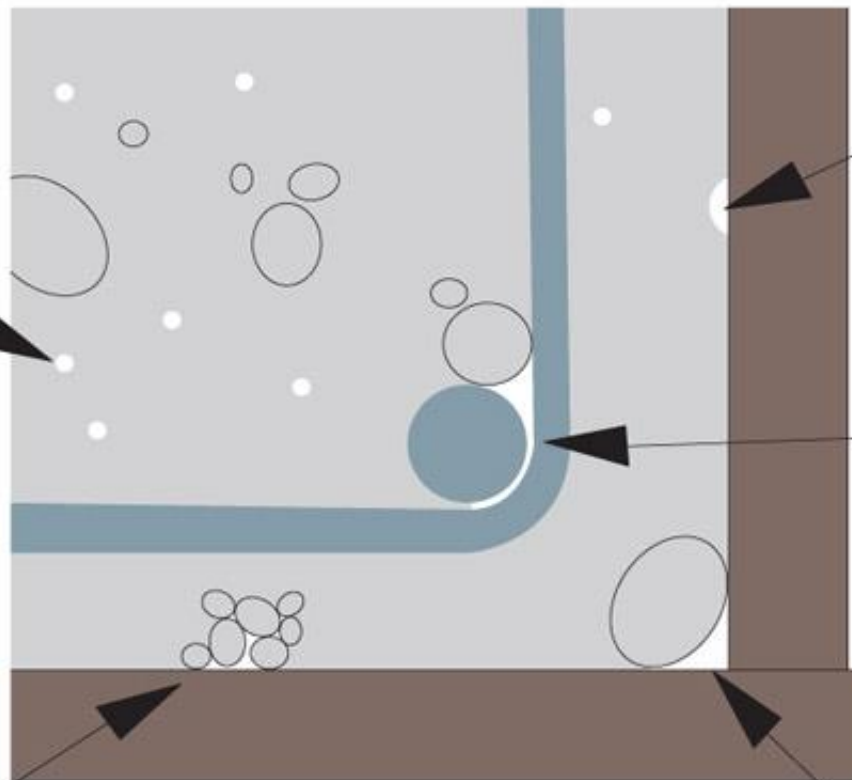
... 15 tot 20 % lucht

... luchtballen
op bekisting

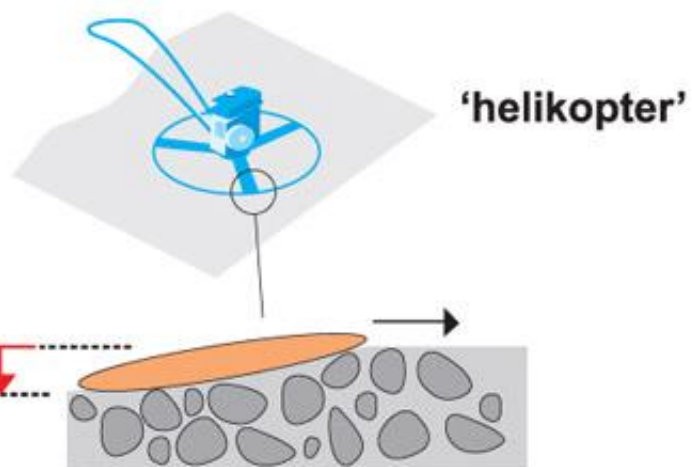
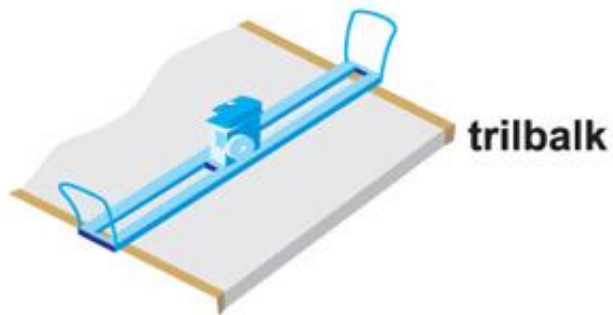
... wapening
niet omhuld

... granulaten
niet omhuld

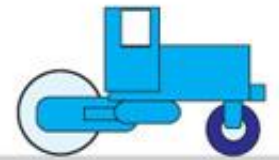
... hoeken
niet gevuld



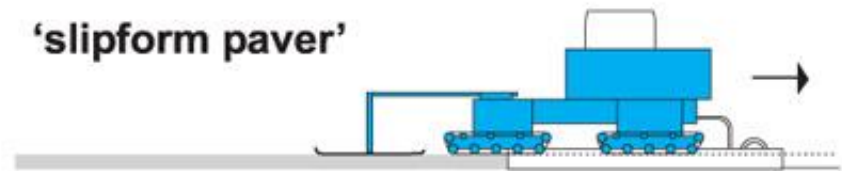
3b4 verdichten *materieel - op de bouwplaats*



wals



'slipform paver'

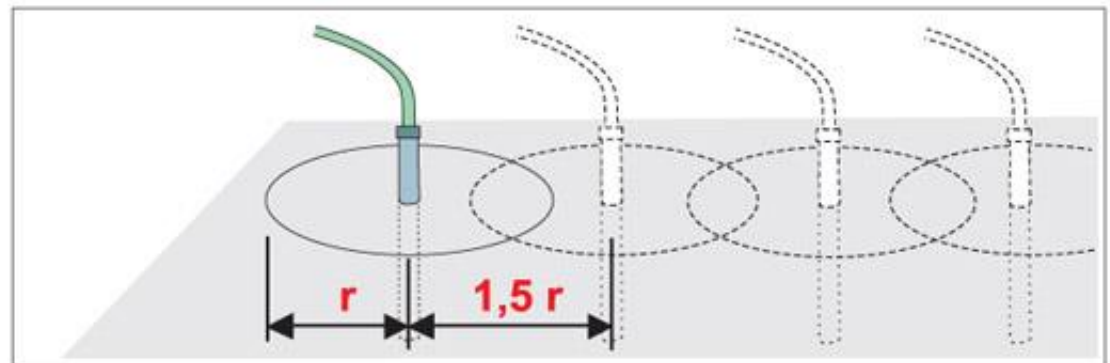
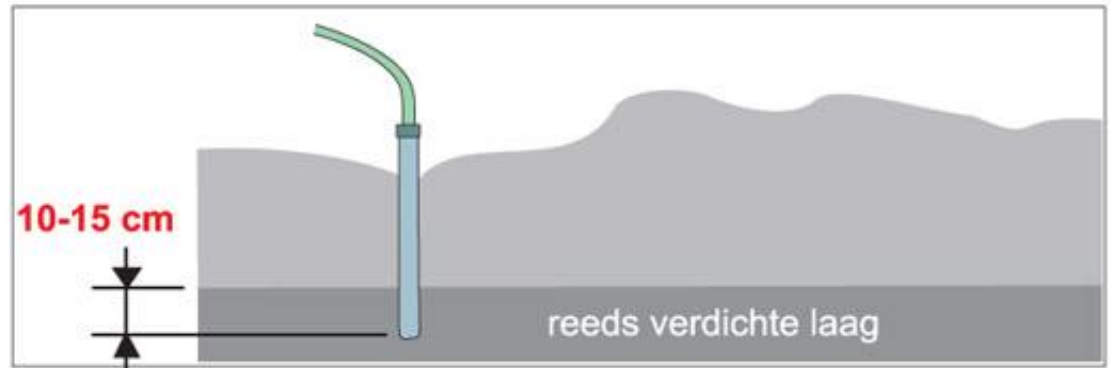
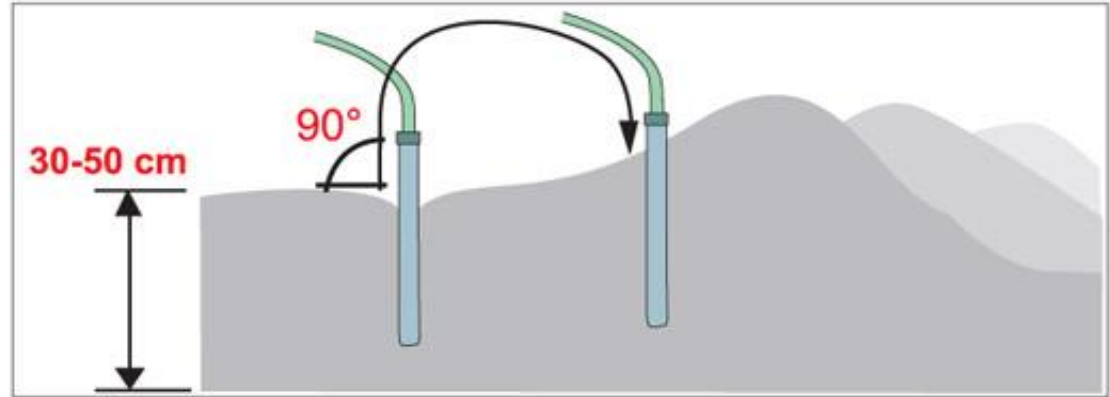
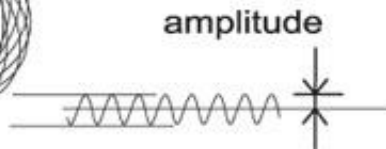


3b4 verdichten *materieel - op de bouwplaats / in de betonfabriek*

trilnaald

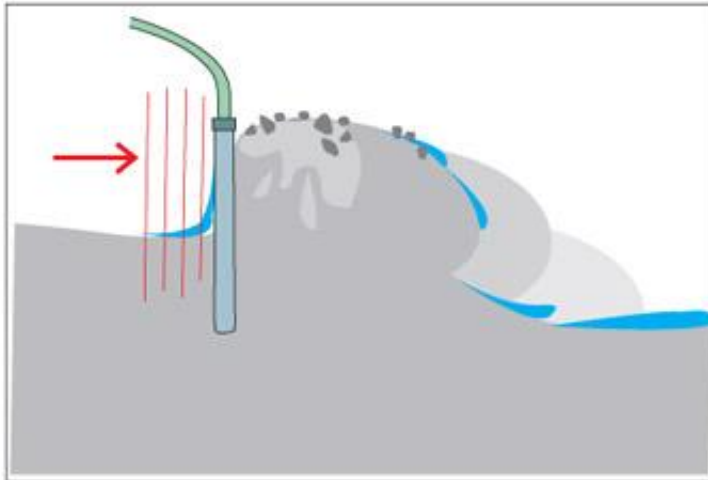


12.000 t/min
(= 200 Hz)

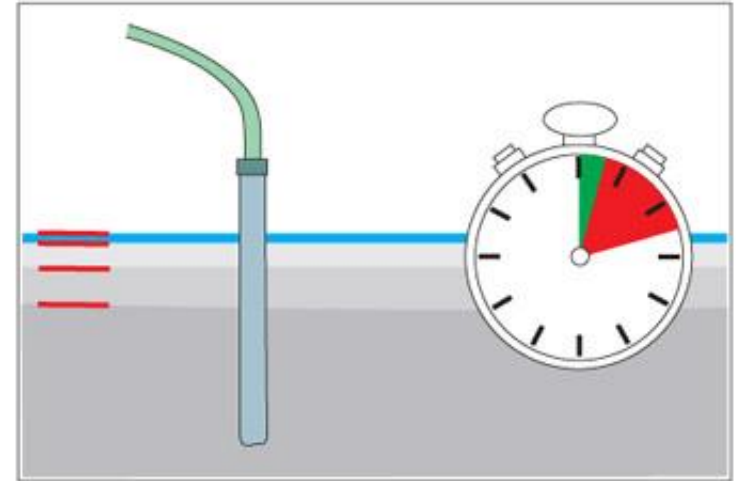


3b4 verdichten *materieel - op de bouwplaats / in de betonfabriek*

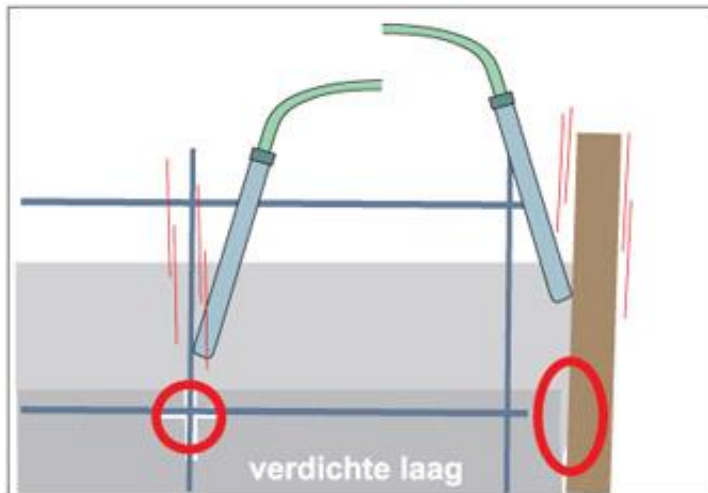
trilnaald



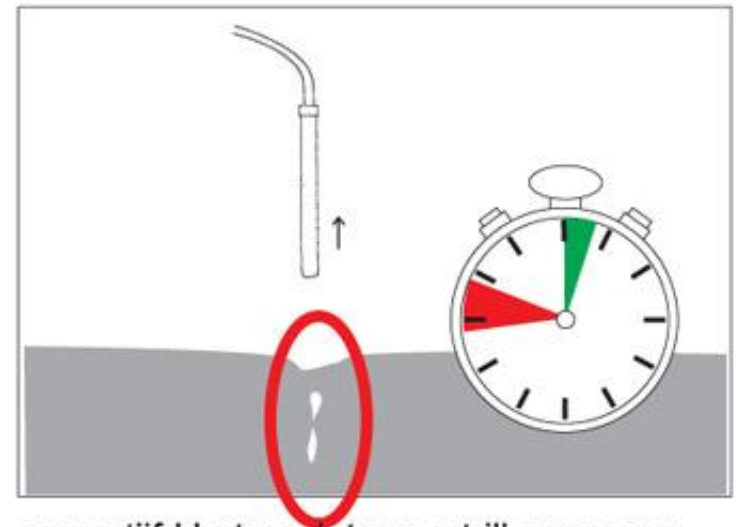
trilnaald niet gebruiken om beton open te spreiden...



te lang trillen = ontmenging...



wapening niet trillen: geen goede hechting...
bekisting niet trillen: lekken...



opgestijfd beton niet meer trillen: sporen...

3b4 verdichten *materieel - in de betonfabriek*

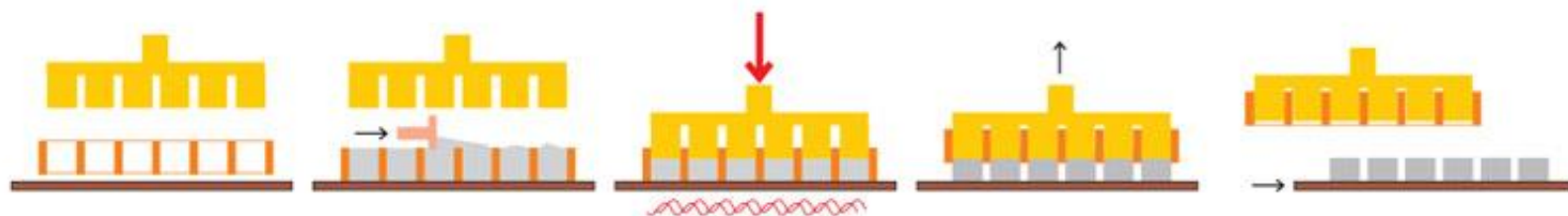
bekistingstrillers



schoktafels

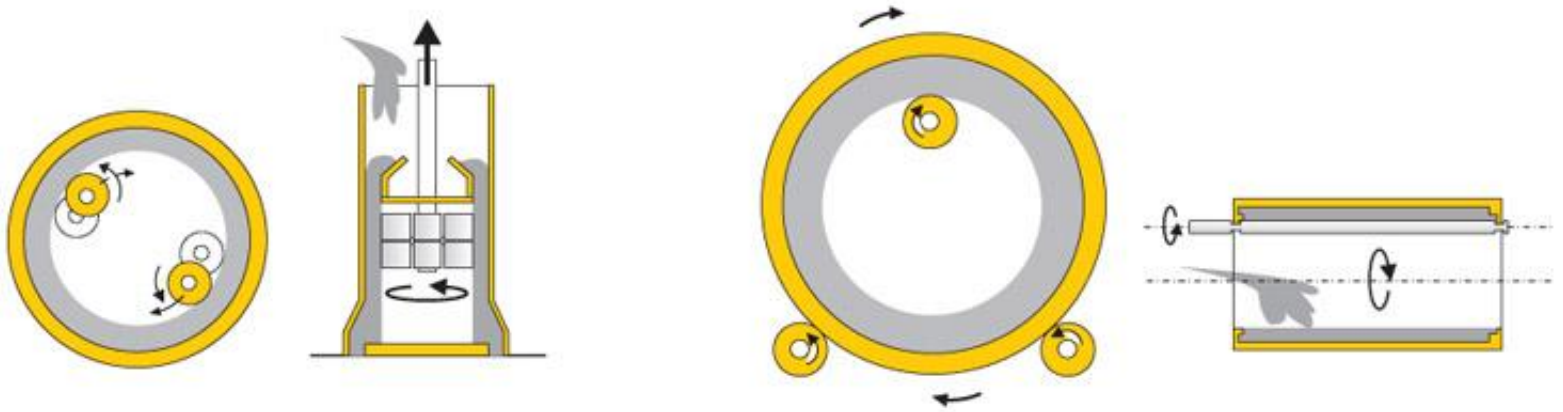


persen

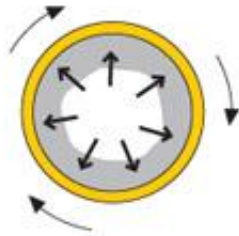


3b4 verdichten *materieel - in de betonfabriek*

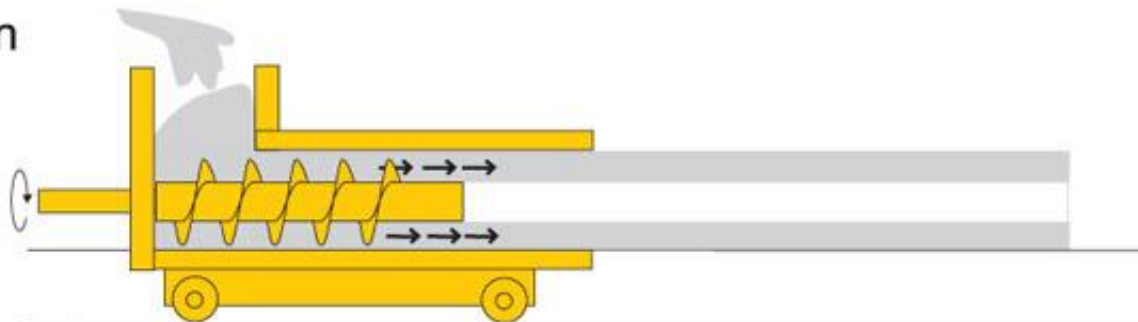
walsen



centrifugeren



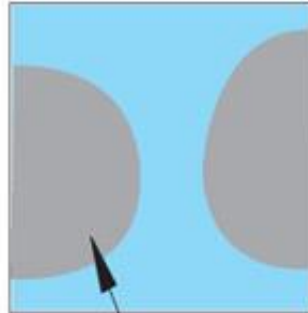
extruderen



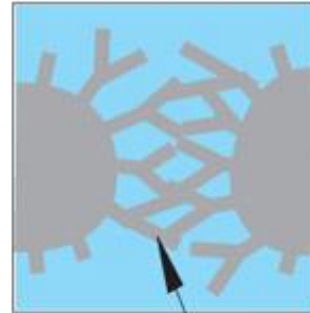
3b5 beschermen tegen uitdroging

zoniet...

“verbranden”



cementkorrel

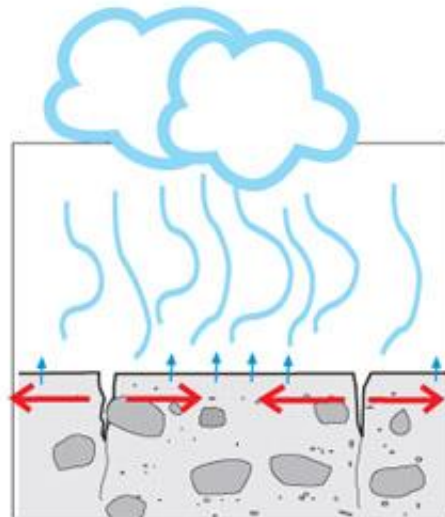


cementhydraten



hydratatie onderbroken
(niet recupereerbaar
door bevochtigen !)

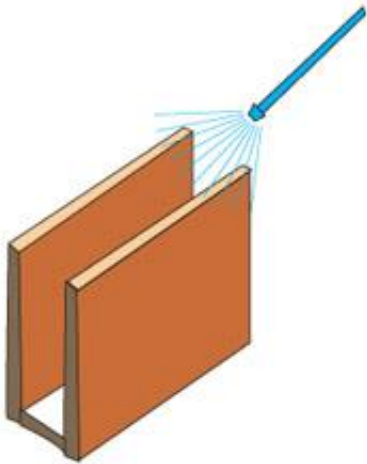
“plastische krimp”



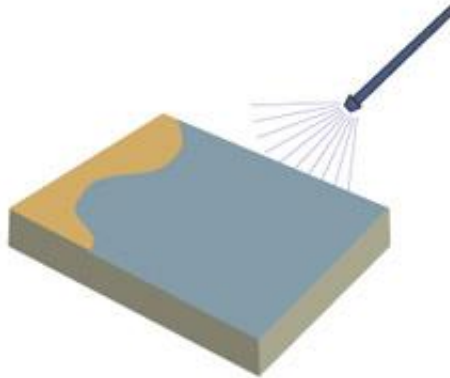
grote
trekspanningen
⇒ scheurvorming

3b5 **beschermen** *tegen uitdroging*

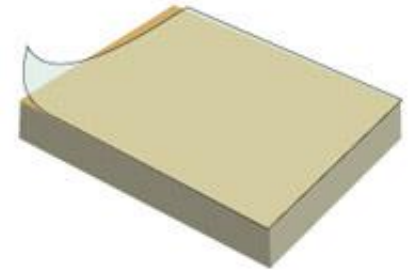
vóór betonneren:



bekisting nat maken



bitumen-emulsie



plastic folie



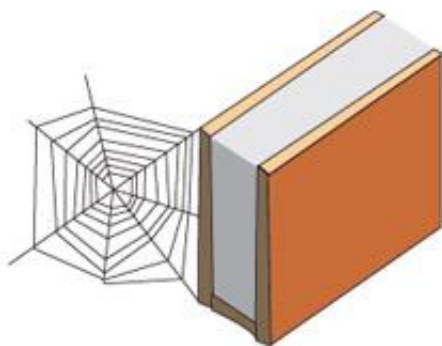
geen kleef met
onderlaag mogelijk

3b5

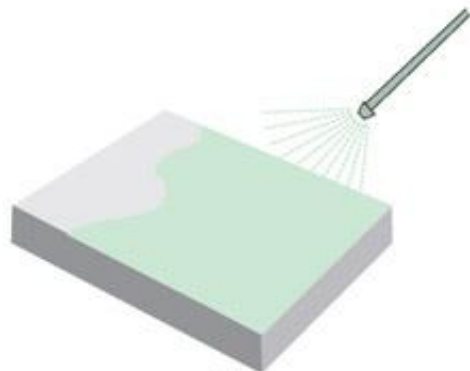
beschermen

tegen uitdroging

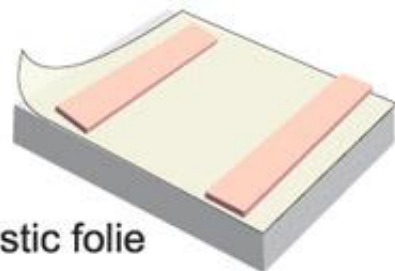
na betonneren:



niet te vroeg ontkisten



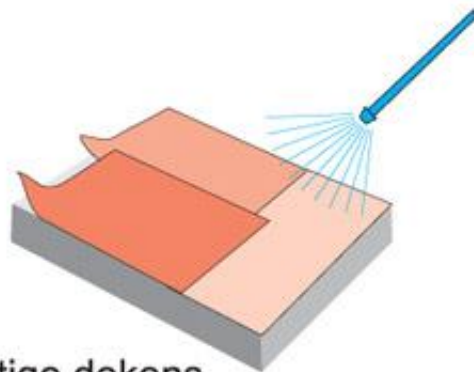
"curing compound"



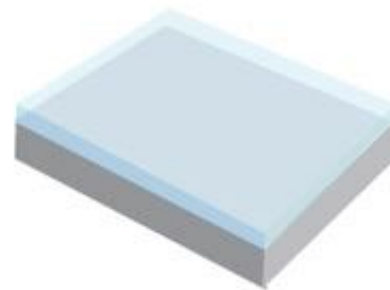
plastic folie



beschadiging
betonoppervlak
vermijden !



vochtige dekens



onder water zetten

3b5 beschermen *tegen uitdroging*

na betonneren:

*minimum beschermingsduur
(nabehandelings-)*

(in dagen, volgens NBN B15-001)

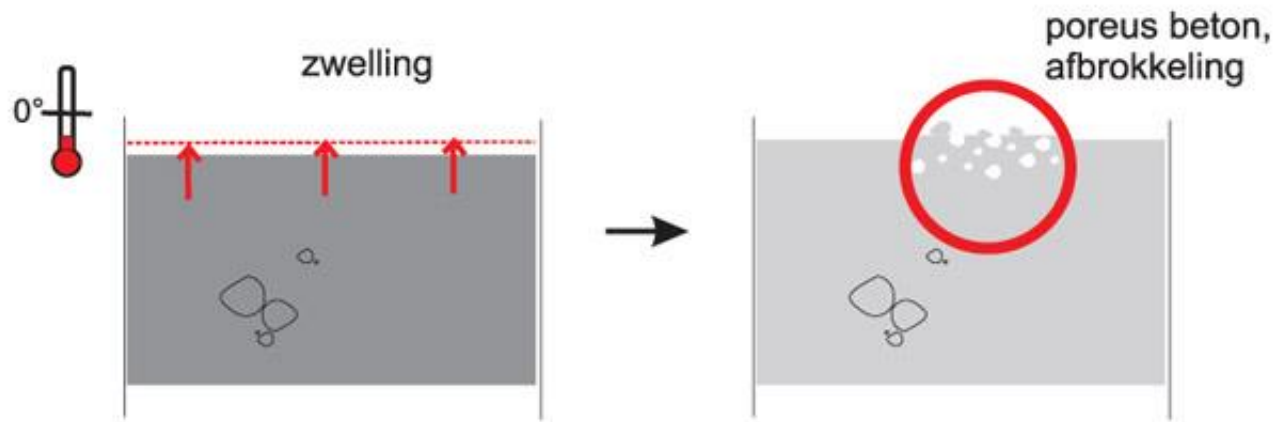
Sterkte-ontwikkeling Sterkteklasse cement W/C-factor	snel 42,5 - 52,5 < 0,5			matig 42,5 0,5 < W/C < 0,6			traag 32,5 - 42,5 > 0,6		
Betontemperatuur ≥ ... °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
 Geen zon R.V. ≥ 80 %	2	2	1	3	3	2	3	3	2
 Zon en/of matige wind (of R.V. ≥ 50 %)	4	3	2	6	4	3	8	5	4
 Zon en/of sterke wind (of R.V. < 50 %)	5	4	3	8	6	5	10	8	5



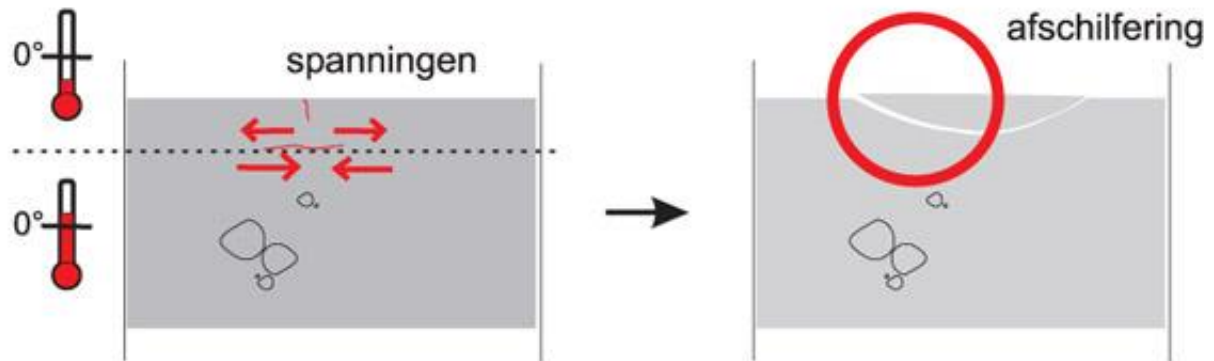
+ 2 dagen voor beton dat zal blootgesteld worden aan vorst, agressieve stoffen...

3b5 **beschermen** *tegen vorst*

vorst in
VERS beton



vorst in
JONG beton

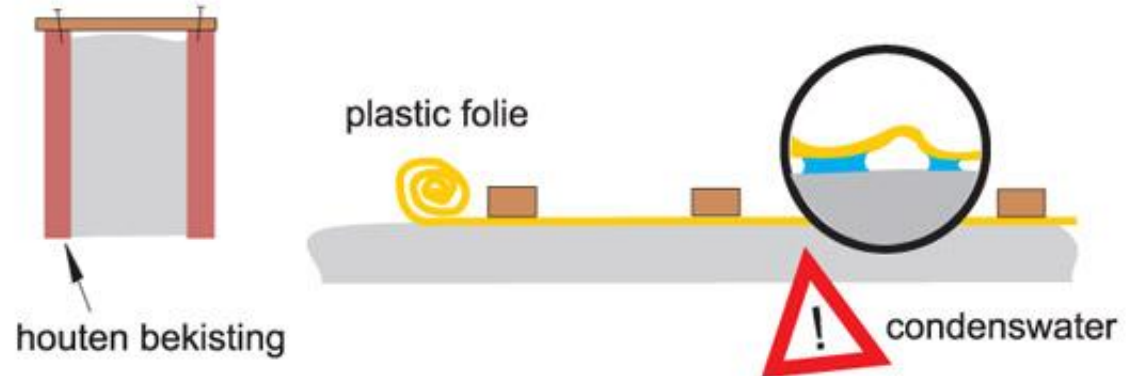


vorst in verhard beton

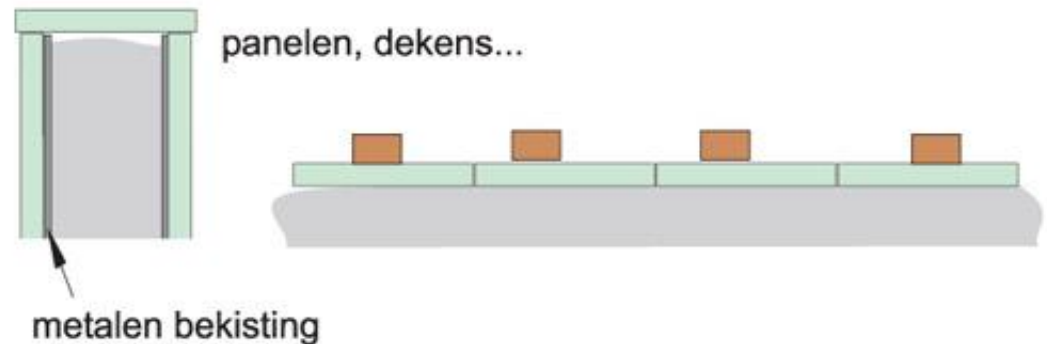
4b5

3b5 beschermen *tegen vorst*

- afdekken



- afdekken + isoleren



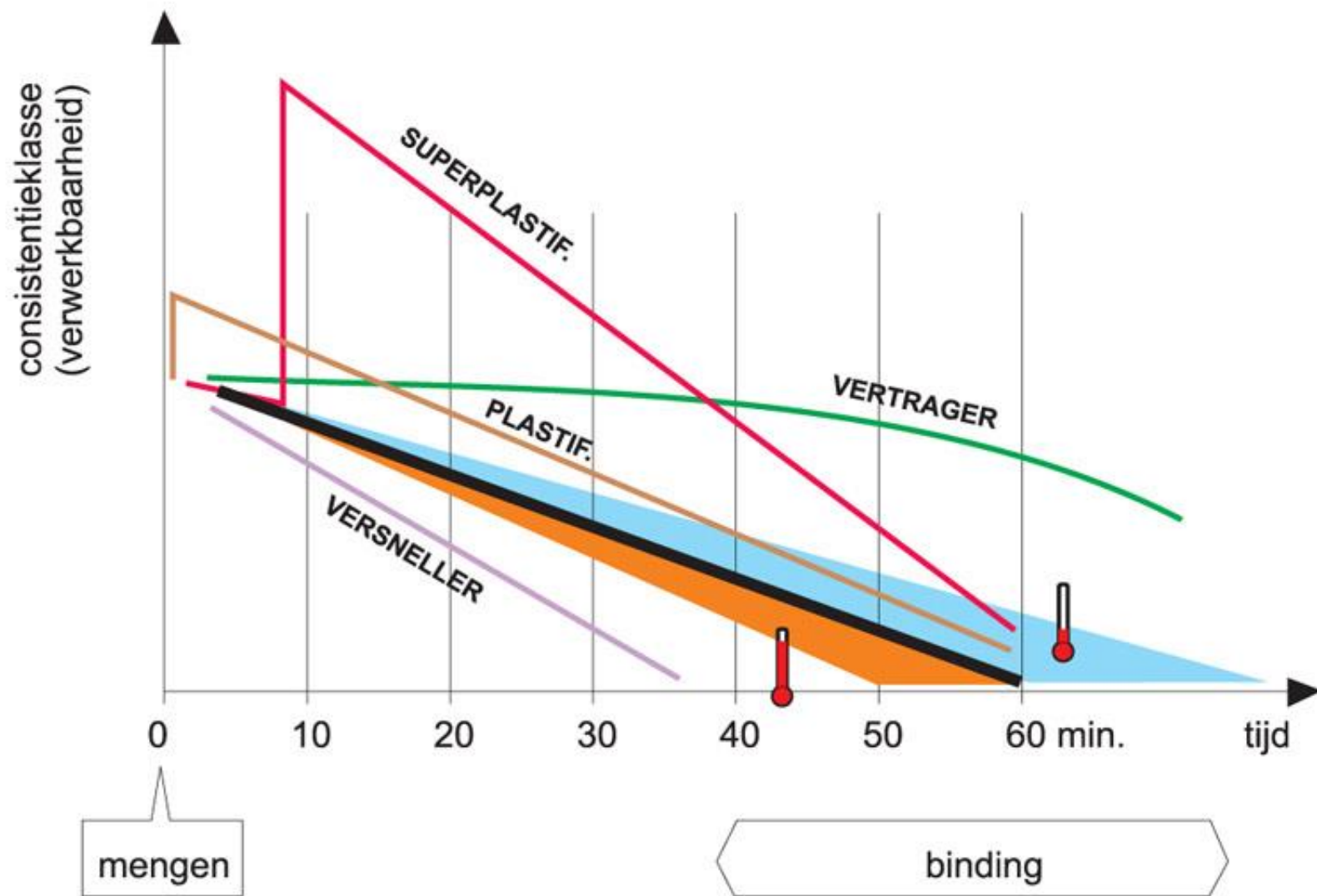
- cementkeuze: sterkteklasse 52.5 (R)

- hulpstoffen: bindingsversneller

1c

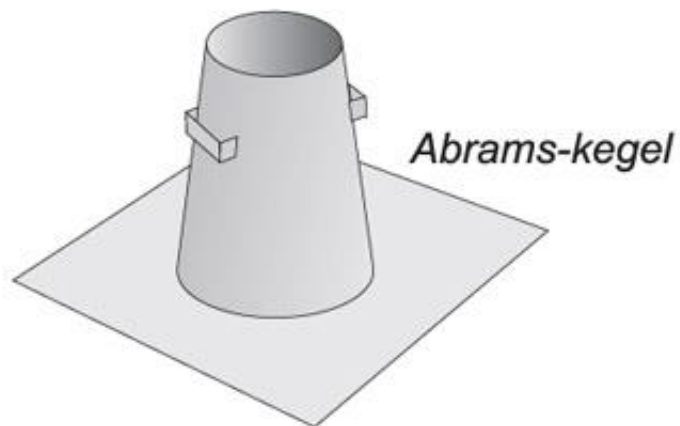
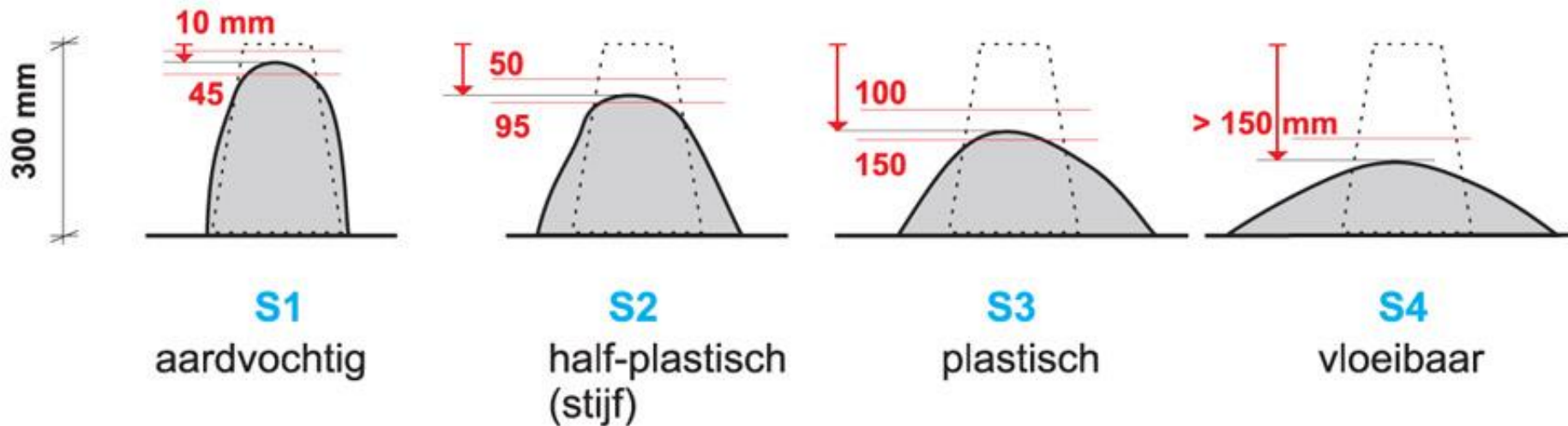
1e

3c1 consistentie *hoe beïnvloeden*



3c1 consistentie *klassen*

zetmaat ("slump")



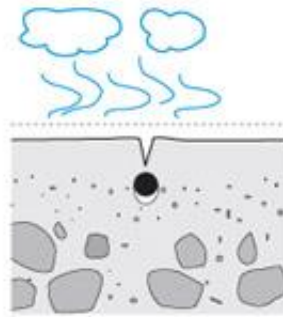
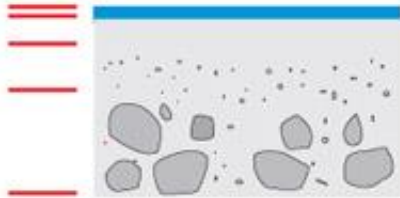
(zie ook:)

2b1

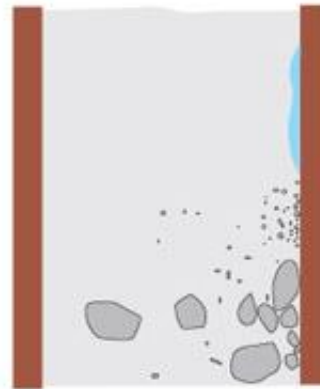
3c2 stabiliteit

↔ *ontmenging*

"sedimentatie"



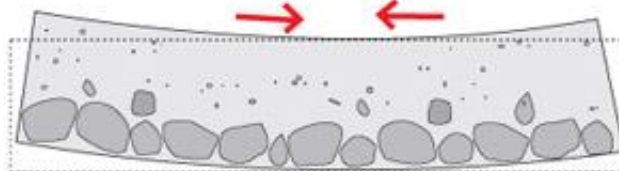
scheuren
(bv. boven wapening)



water- en zandstrepen

tintverschillen

grindnesten



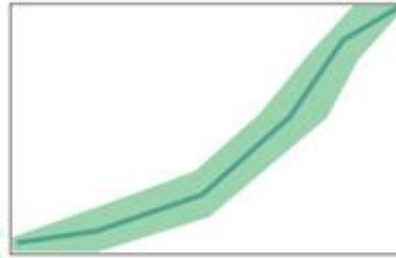
differentiële krimp
"schoteling" ("curling")
⇒ scheuren



3c2 stabiliteit *ontmenging vermijden*

- continue korrelverdeling

voldoende fijne deeltjes



- niet te hoge **W/C**-factor

- voldoende betondekking



- niet te lang trillen



andere factoren: betontemperatuur, cementtype, hulpstoffen

3c3

rijping

schatting van de drukweerstand

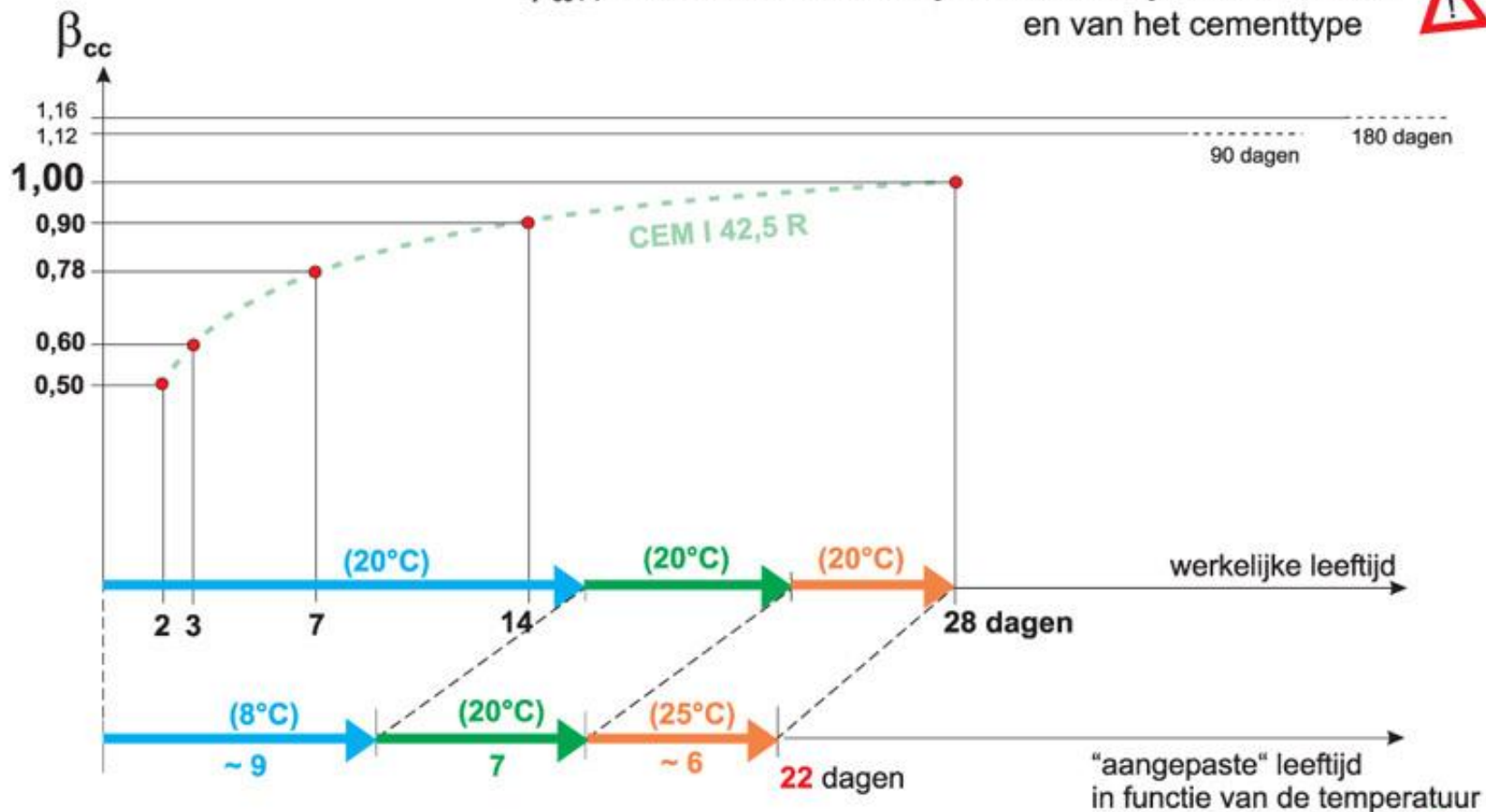
$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm}$$

f_{cm} = gemiddelde drukweerstand na 28 dagen

$f_{cm}(t)$ = gemiddelde drukweerstand na t dagen

$\beta_{cc}(t)$ = coëfficiënt afhankelijk van de leeftijd van het beton
en van het cementtype

voorbeeld:



voor een periode van n_i dagen met temperatuur t_i geldt :

aangepast aantal dagen = $n_i \times \text{correctiefactor}$

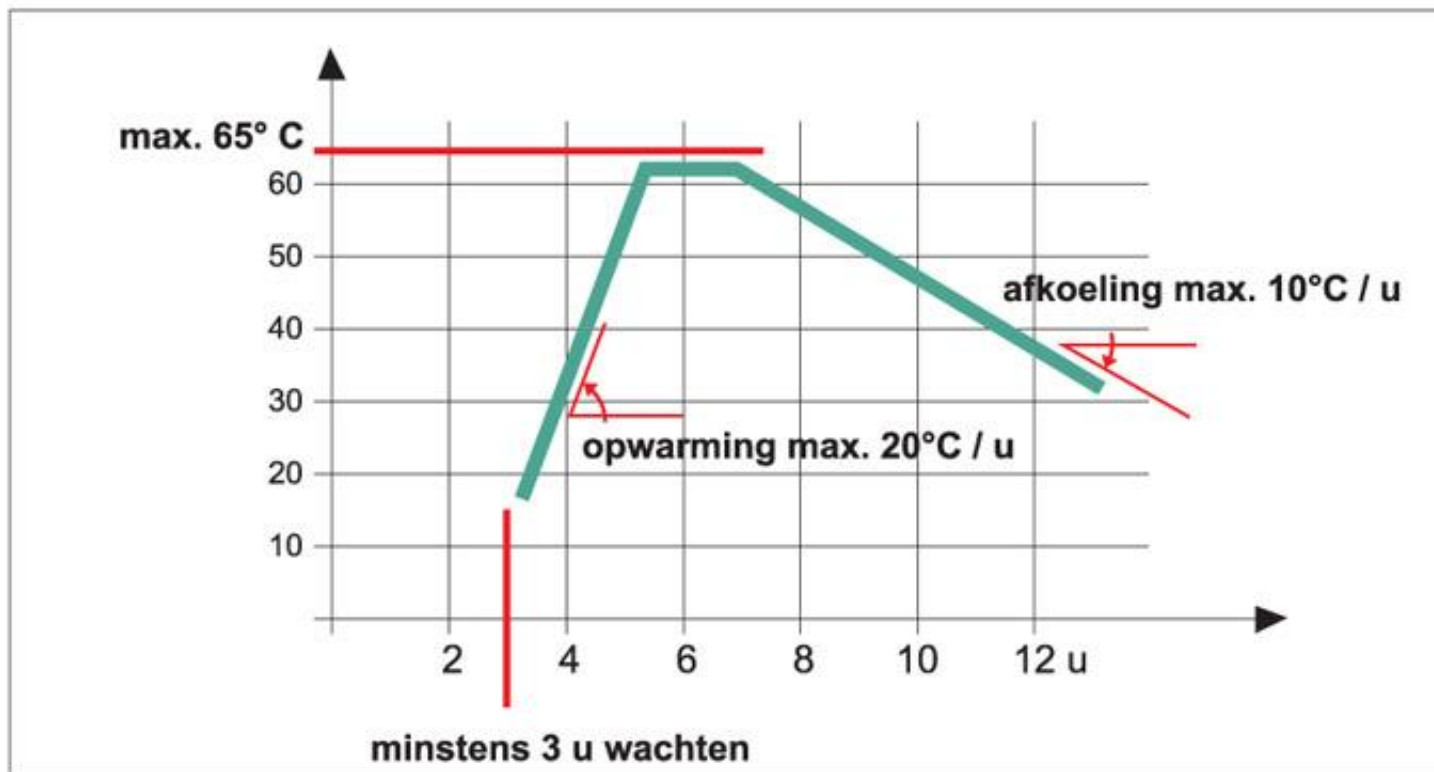
3c3

rijping

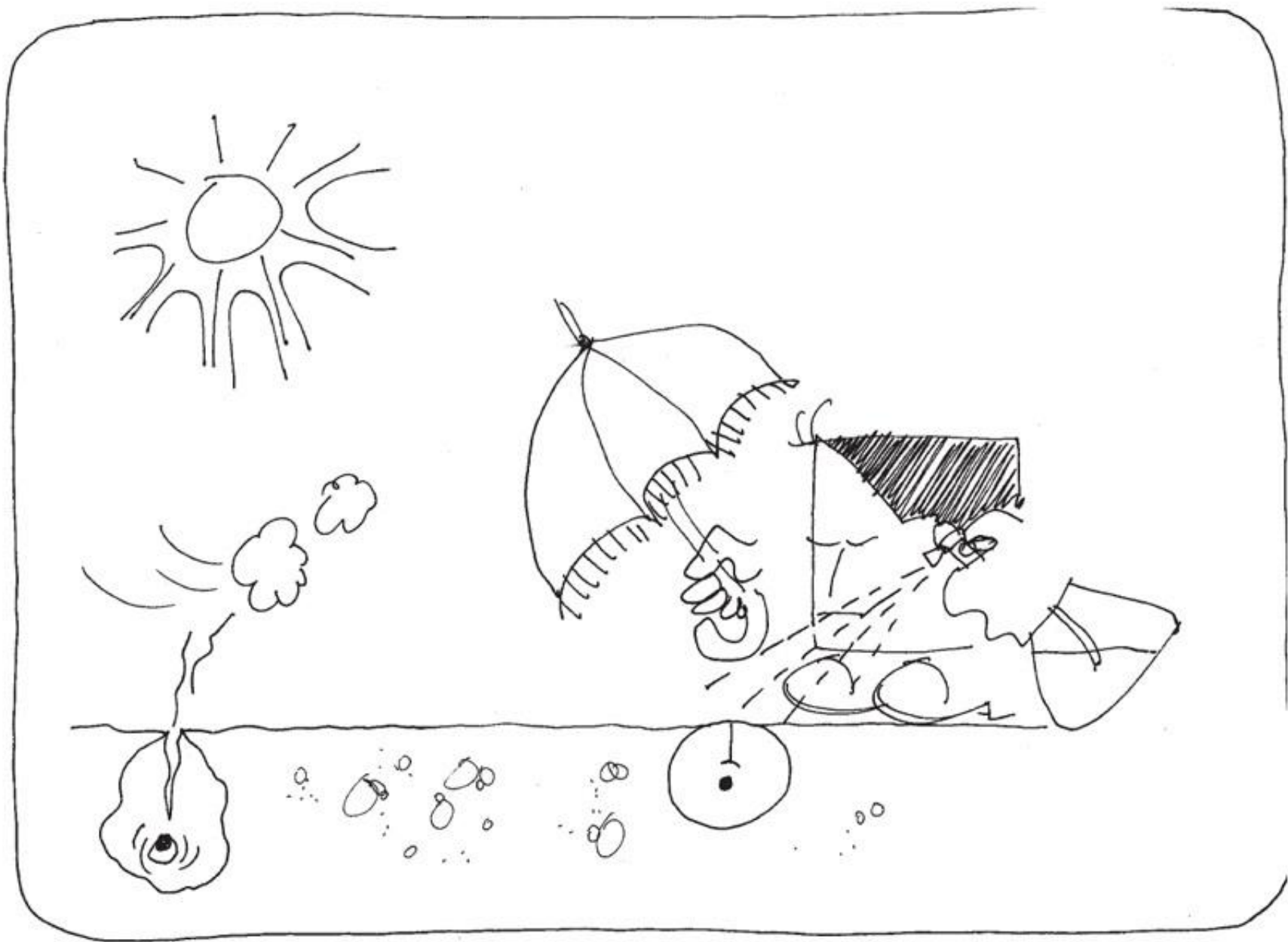
hoe versnellen

t° ↗

- aanmaakwater opwarmen
- cement R gebruiken
- versneller gebruiken
- isolatie, stoom, autoclaaf



opgelet bij massieve constructies



Duurzaam beton... bescherming op jonge leeftijd is essentieel!

Normen & Technische Voorschriften:

NBN B15-001 : Beton - Prestaties, productie, verwerking en conformiteitscriteria

NBN B15-002 : Eurocode 2: Berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen

Technische Voorschriften (PTV) 21-601: geprefabriceerde elementen van sierbeton

Brussel : Probeton, 1999

ÖNORM B 2211: Beton und Stahlbetonarbeiten

Werkvertragsnorm, 07.86

Verdere informatie:

Krimp in jong verhardend beton

Dossier Cement, bulletin nr. 16

Brussel : FEBELCEM, 1998

Het uiterlijk van beton

Dossier Cement, bulletin nr. 22

Brussel : FEBELCEM, 2000

Schoon beton

Den Bosch : VNC, 1990

Schoon beton ... mooi werk. Leidraad voor projectspecificaties, uitvoering en beoordeling

's Hertogenbosch : ENCI, 2001

Tolerances on blemishes of concrete

CIB (Conseil International du Bâtiment), Report nr. 24, 1973

Elementen in architectonisch beton - Technische aanbevelingen

Brussel : FEBE, 1993

Memento van architectonisch beton

Brussel : FEBE, 2de uitgave, 1996

Betonoberfläche - Betonrandzone

DBV (Deutscher Beton-Verein), Sachstandbericht, 1996

1 **BETONBESTANDDELEN**

2 **BETON MAKEN**

3 **VERS BETON**

4 **VERHARD BETON**

4 VERHARD BETON (vanaf ingebruikneming)

a- BETON: EEN HETEROGEEN MATERIAAL

- 4a1 inerte bestanddelen en bindmiddel
- 4a2 cementsteen
- 4a3 tijd en temperatuur
- 4a4 proefstukken

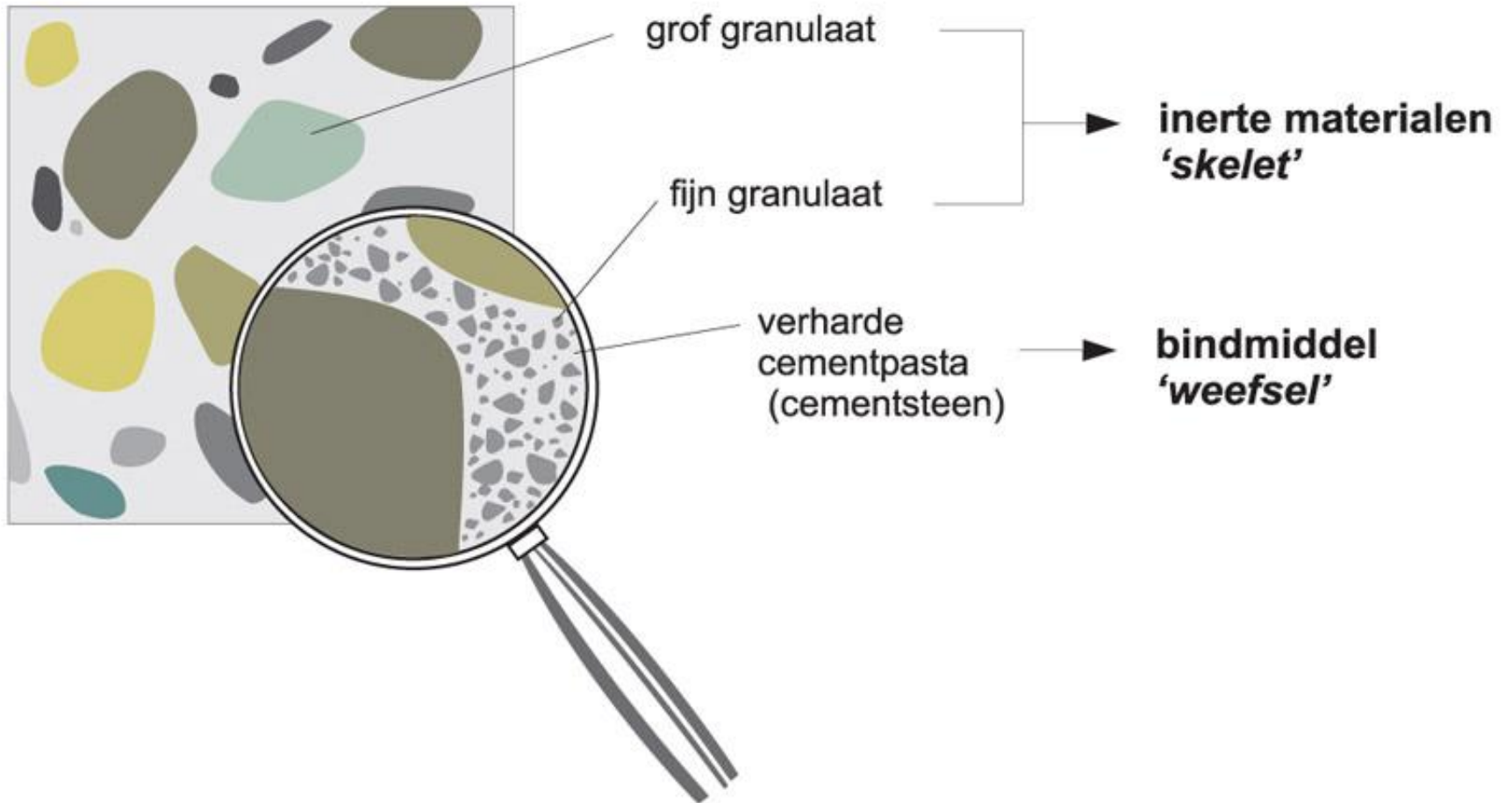
b- EIGENSCHAPPEN IN RELATIE TOT LEVENSDUUR

- 4b1 mechanische sterkte
- 4b2 vervorming
- 4b3 beton en water
- 4b4 carbonatatie
- 4b5 beton en vorst
- 4b6 beton en agressieve stoffen
- 4b7 beton en alkali-silicareactie
- 4b8 beton en brand

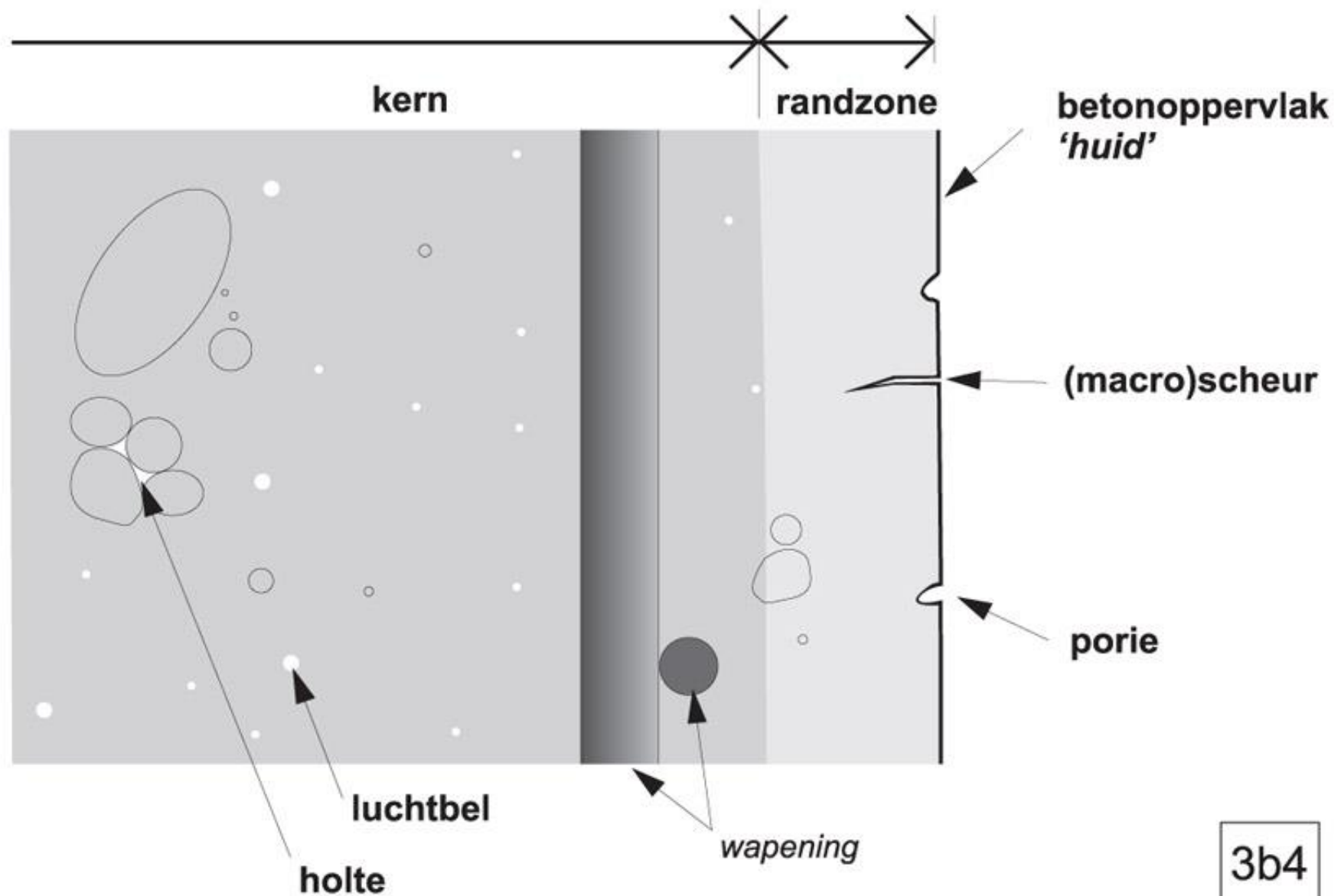
c- EIGENSCHAPPEN IN RELATIE TOT GEBRUIKSCOMFORT

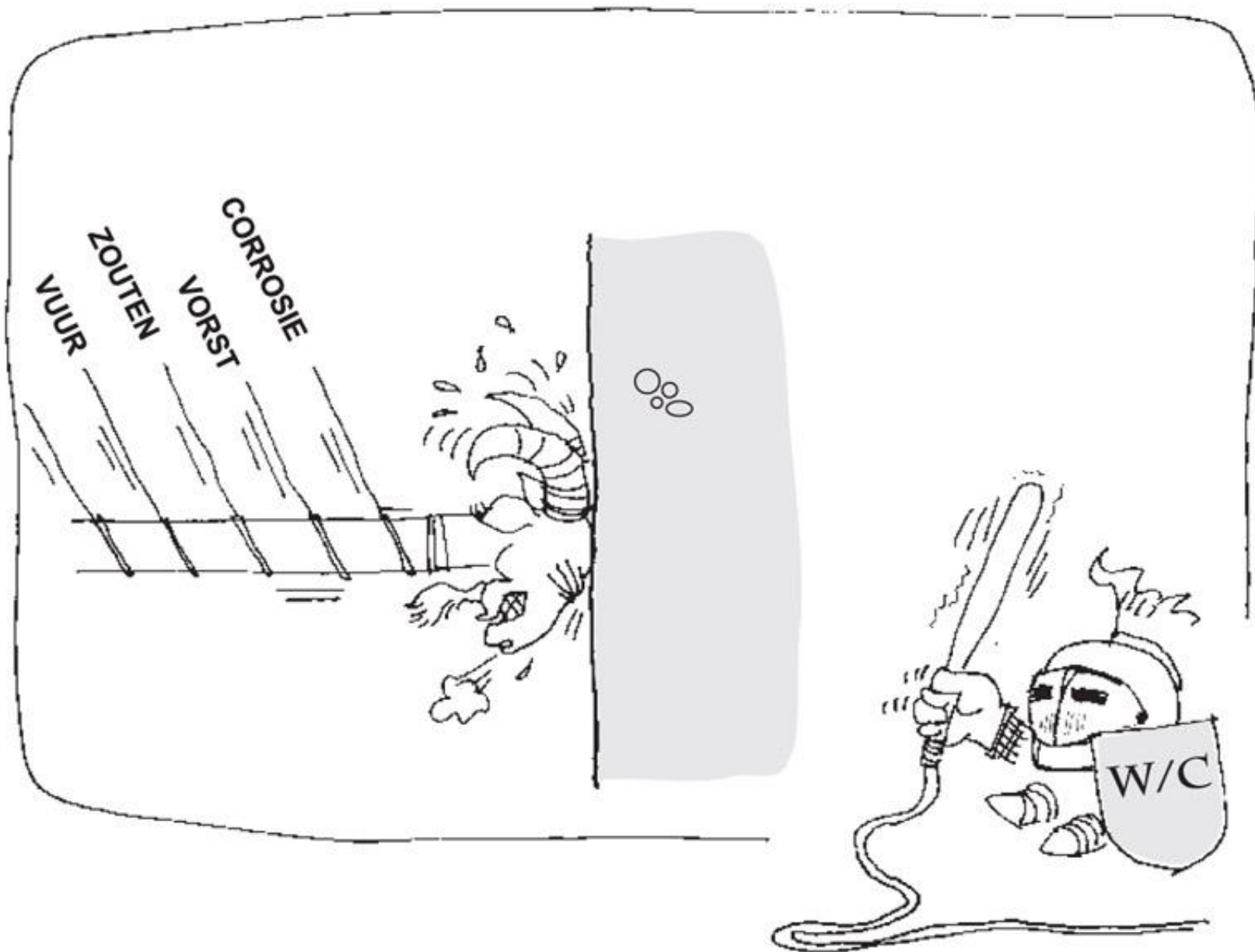
- 4c1 uitzicht
- 4c2 thermische eigenschappen
- 4c3 akoestische eigenschappen

4a1 inerte bestanddelen en bindmiddel



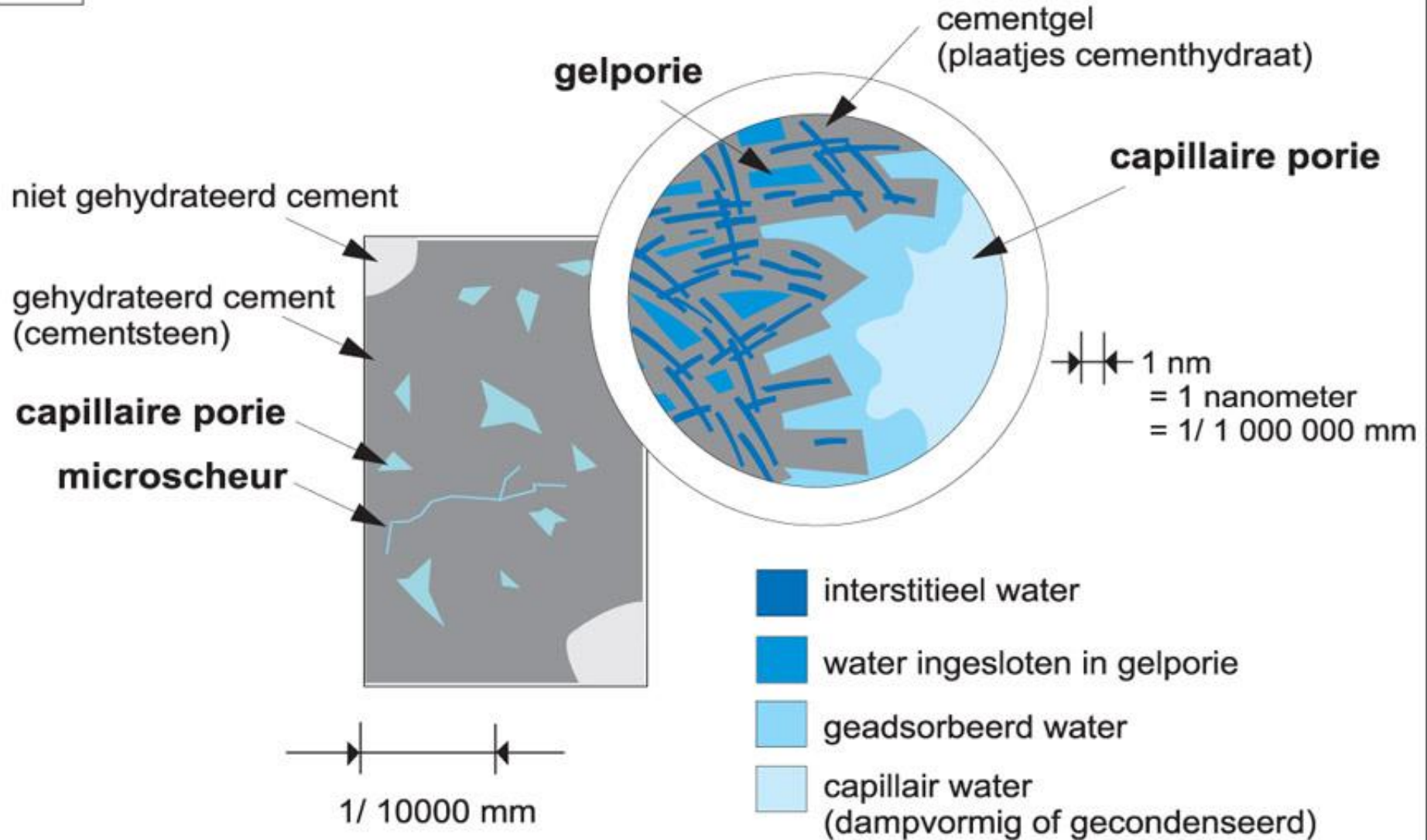
4a1 inerte bestanddelen en bindmiddel





Compact beton, d.w.z. met een zo laag mogelijke water-cementfactor en verdicht volgens de regels van de kunst, biedt het langst weerstand tegen allerlei bedreigingen.

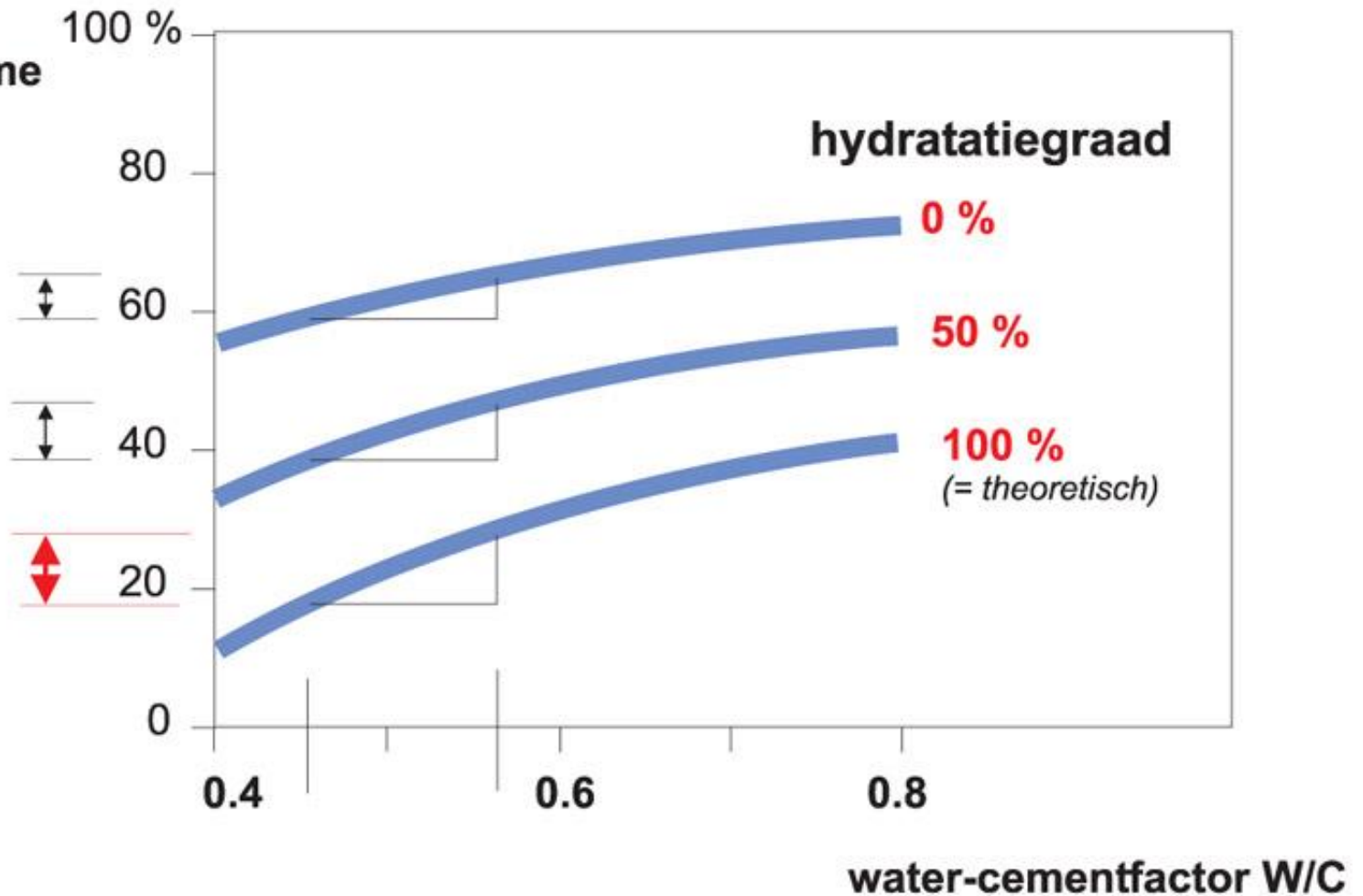
4a2 cementsteen



4a2 cementsteen

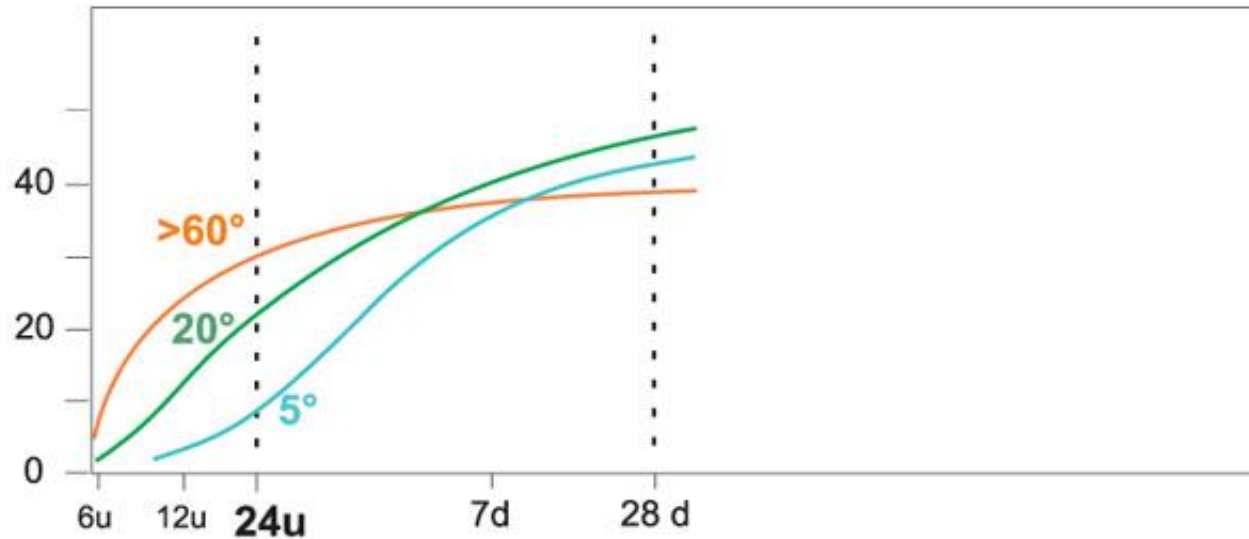
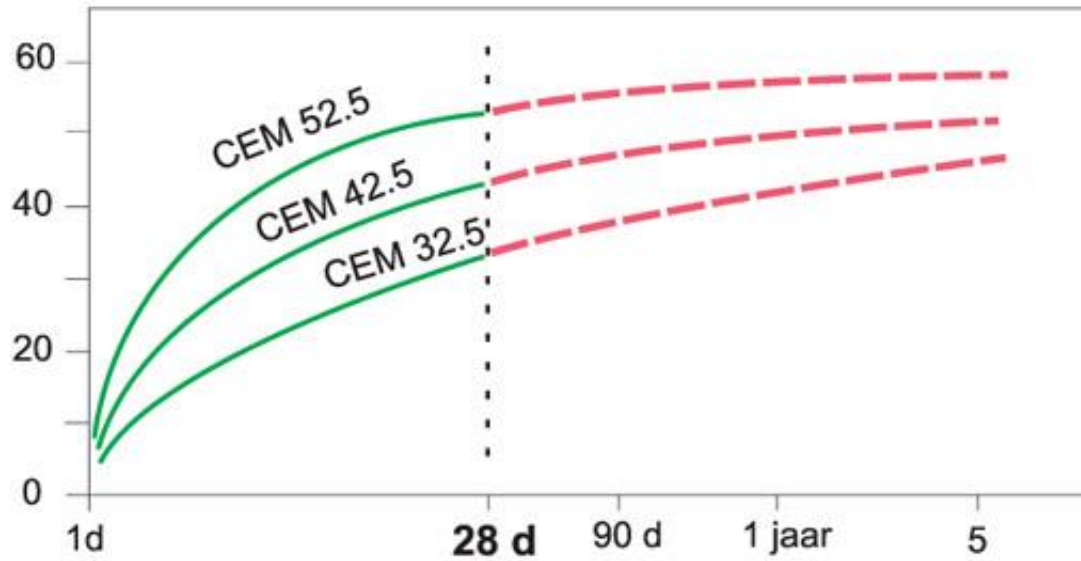
verband tussen porositeit en W/C-factor voor verschillende hydratatiegraden:
hoe verder de hydratatie gevorderd is, hoe groter de invloed van de W/C-factor

capillair
poriënvolume
(porositeit)

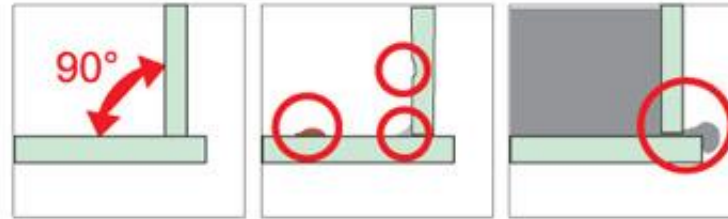
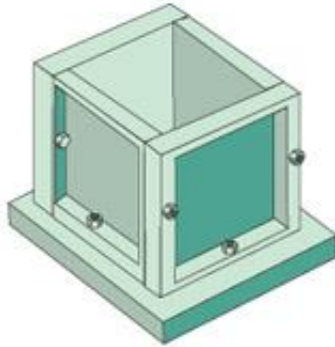


4a3 tijd en temperatuur

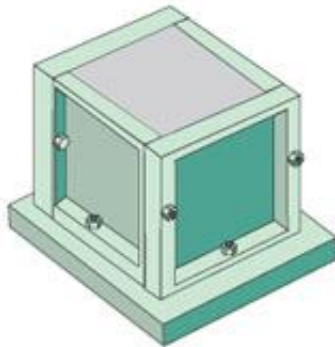
druksterkte
van de
cementsteen
(N/mm²)



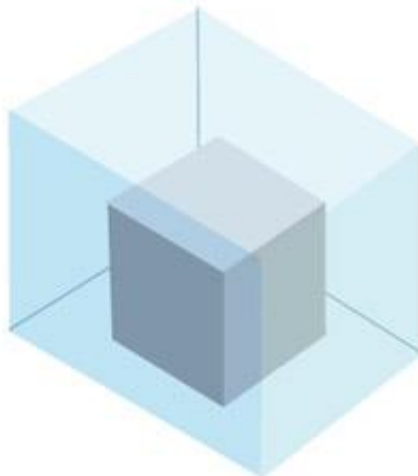
4a4 proefstukken



mal controleren !



vullen, verdichten en
laten verharden bij $20 \pm 4^{\circ}\text{C}$

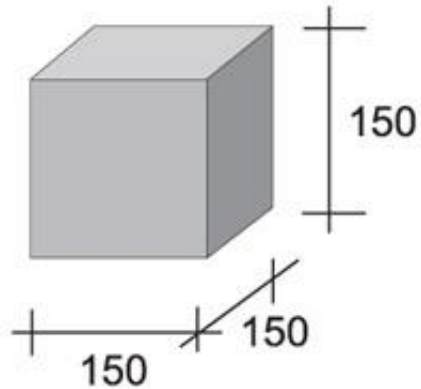


ontkisten en
onder water bewaren bij $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$

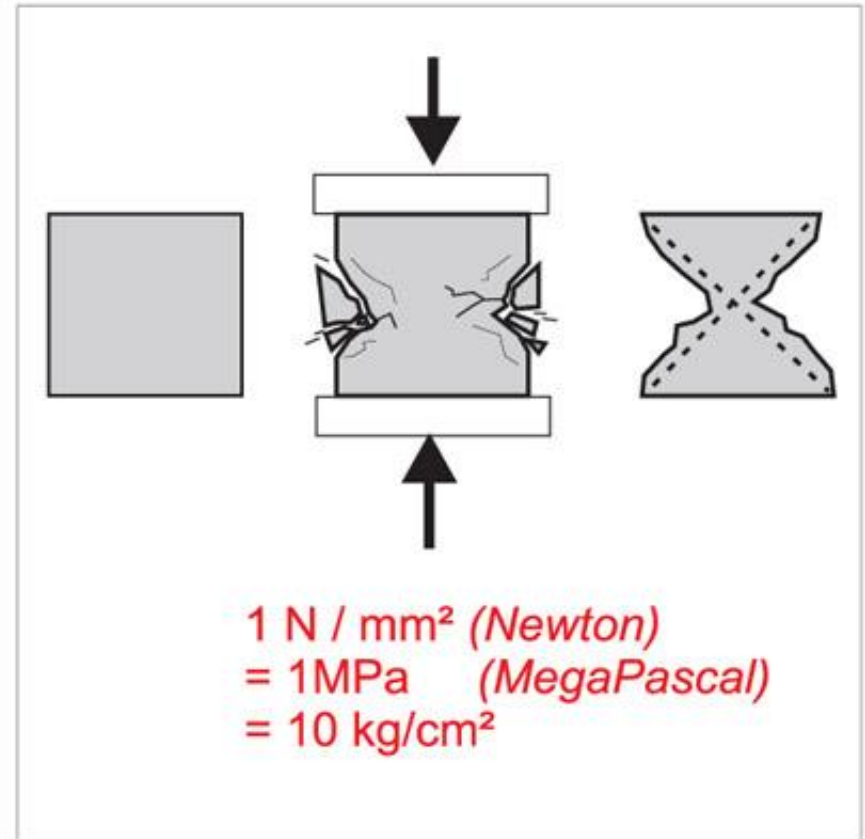
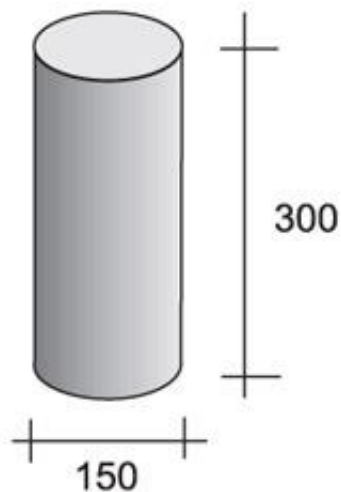
4b1 mechanische sterkte

druksterkte

$f_{c \text{ cube}}$



$f_{c \text{ cyl}}$



1c

2a

2b1

4b1 mechanische sterkte

druksterkte

procedure kubusdrukproef:

- proefstuk
onder water bewaren



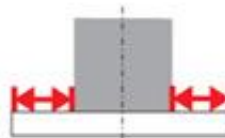
- afdrogen



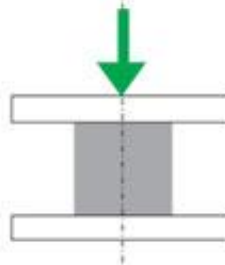
- meten / controleren



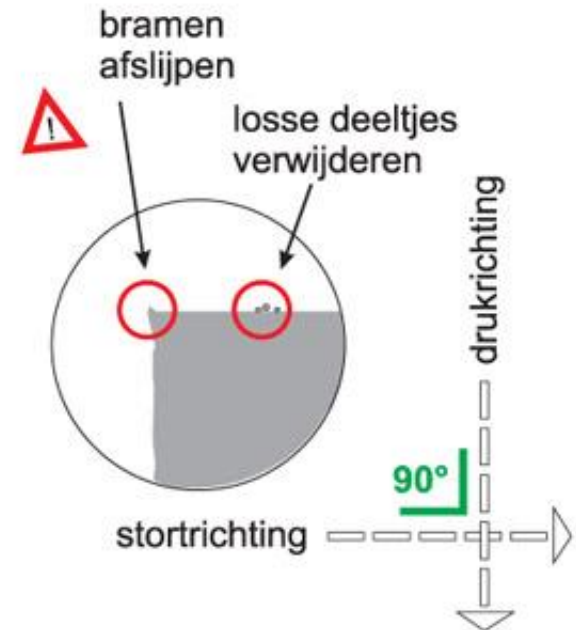
- in de pers plaatsen
en centreren



- belasting aanbrengen
en geleidelijk verhogen
(d.w.z. met constante
snelheid)



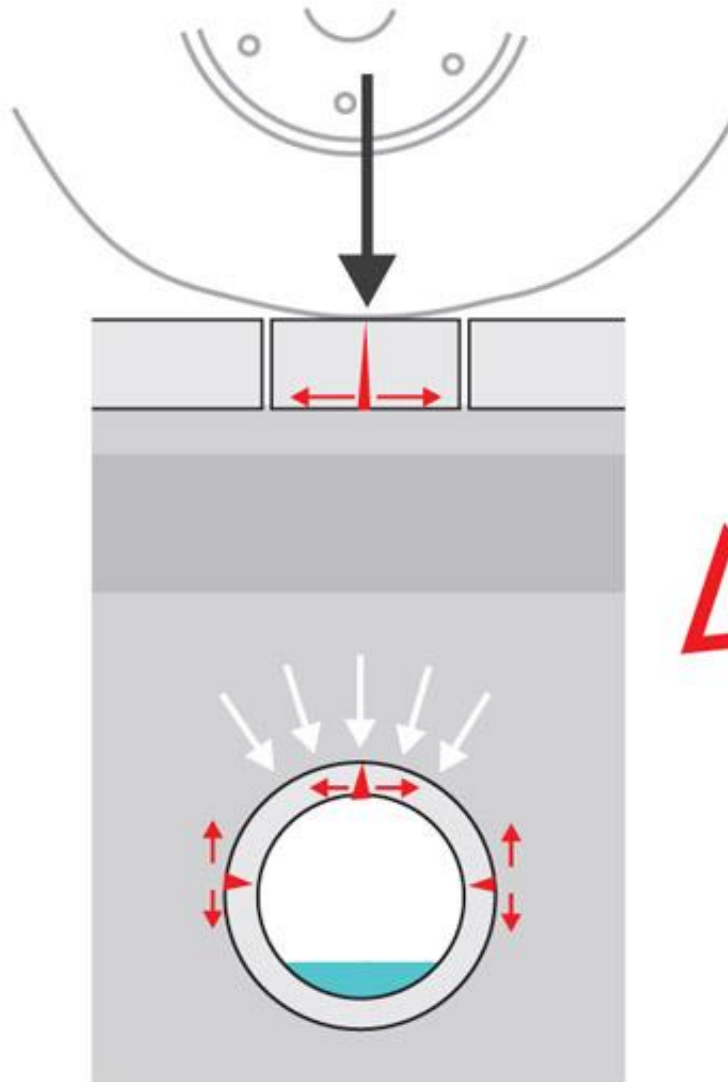
- drukkracht aflezen,
breukpatroon beoordelen



4b1

mechanische sterkte

treksterkte



ongewapend beton

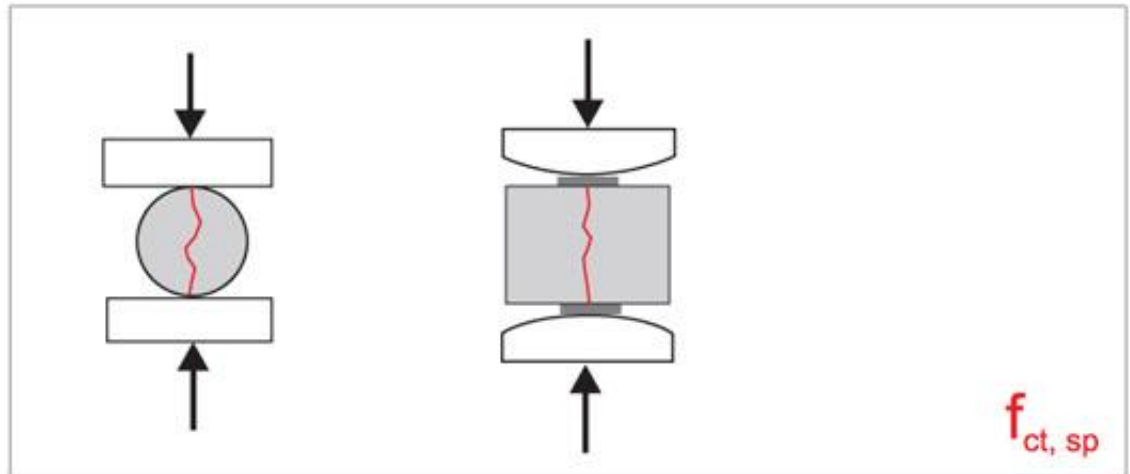
3a2

4b1 mechanische sterkte

treksterkte

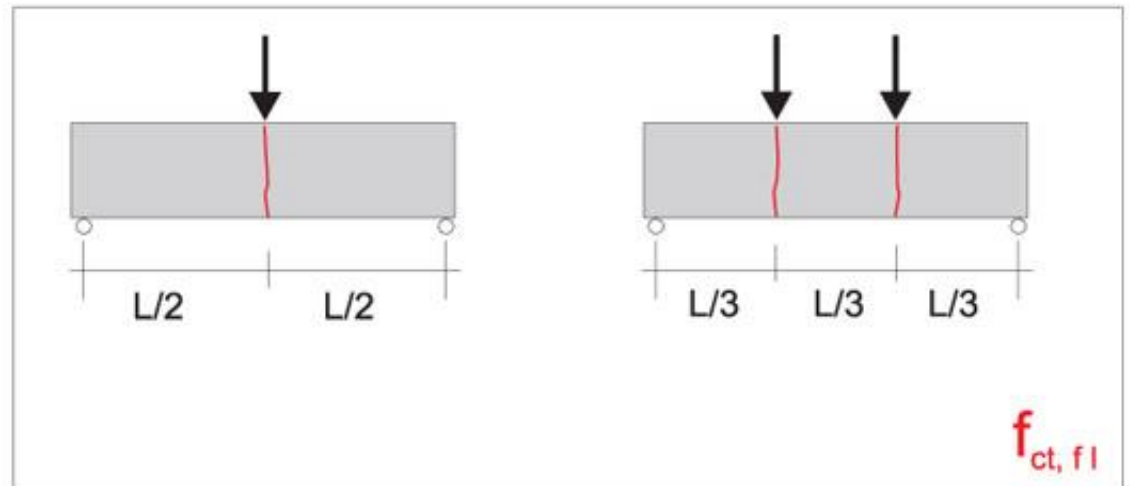


$$\begin{aligned} f_{ct, ax} \\ &= 0,9 f_{ct, sp} \\ &= 0,5 f_{ct, fl} \end{aligned}$$



$f_{ct, sp}$

splijttreksterkte (*Braziliaanse proef*)

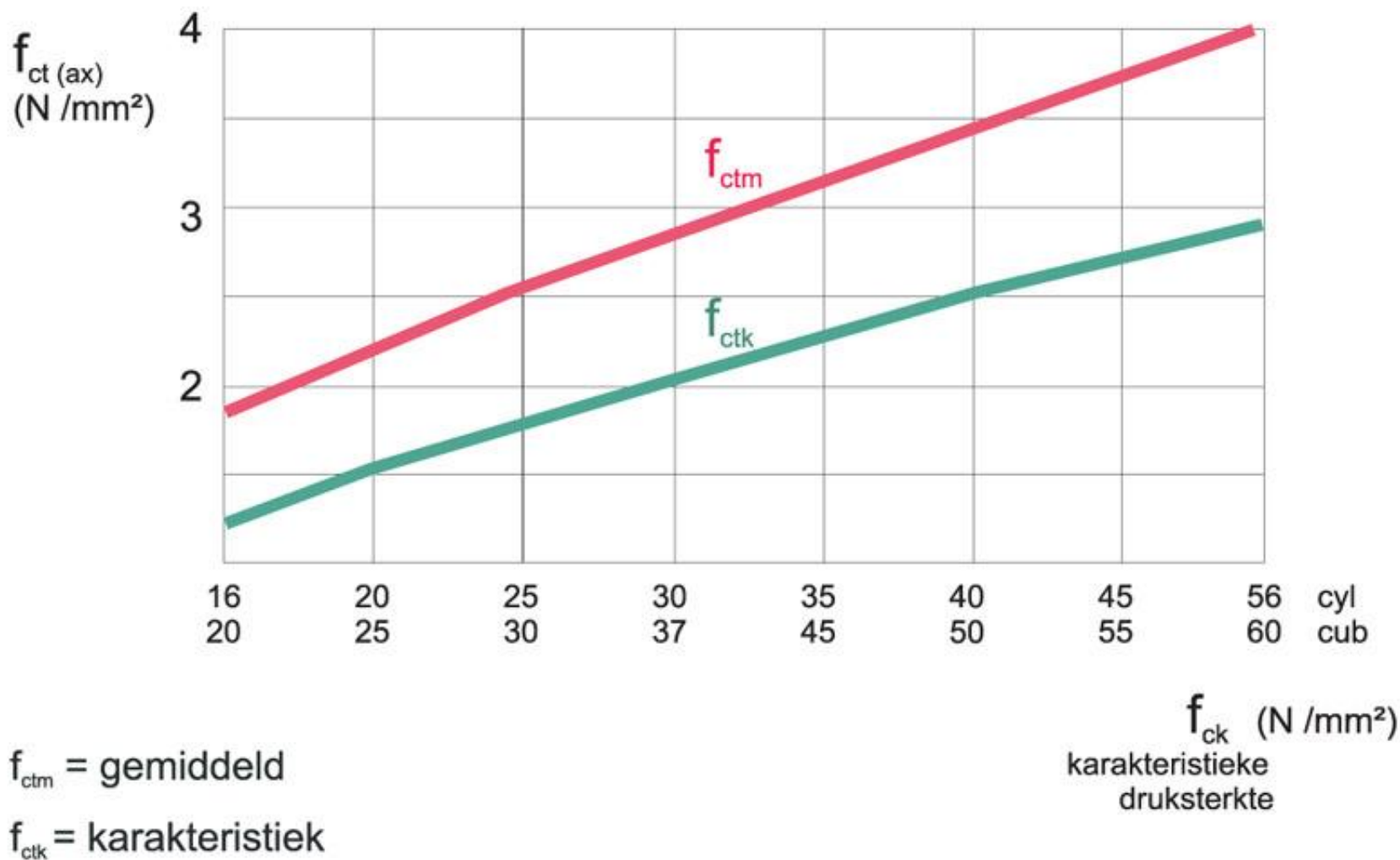


$f_{ct, fl}$

buigtreksterkte

4b1 mechanische sterkte

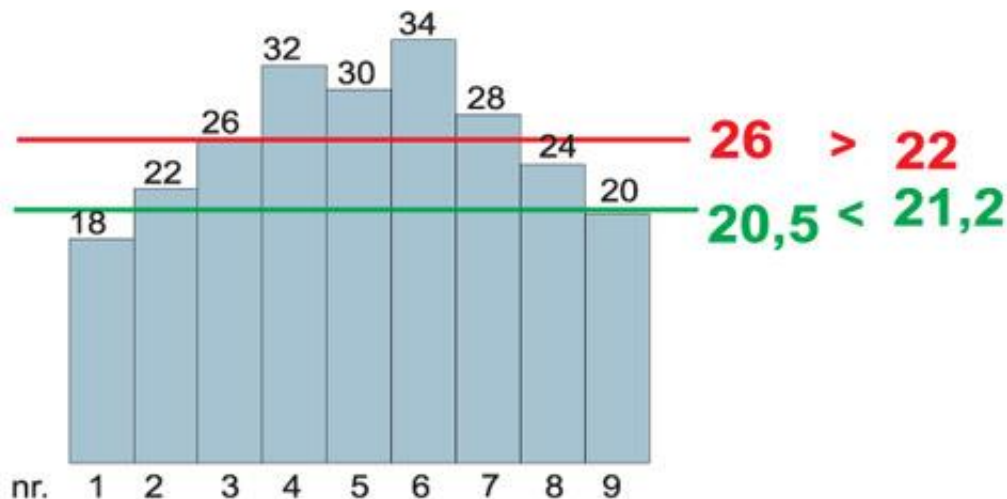
treksterkte



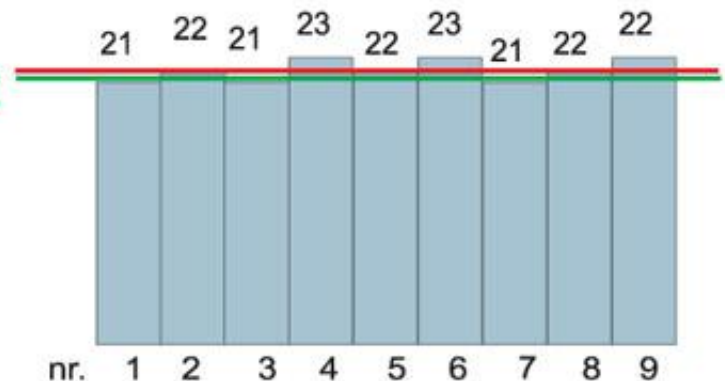
4b1 mechanische sterkte *karakteristieke sterkte*

(voorbeeld: vergelijking en beoordeling van 2 reeksen proeven met telkens 9 resultaten)

$$\begin{aligned}\text{gemiddelde} &= f_{cm} \\ \text{karakteristieke} &= f_{ck} \\ &= f_{cm} - 1,64 s \quad (s = \text{standaardafwijking})\end{aligned}$$

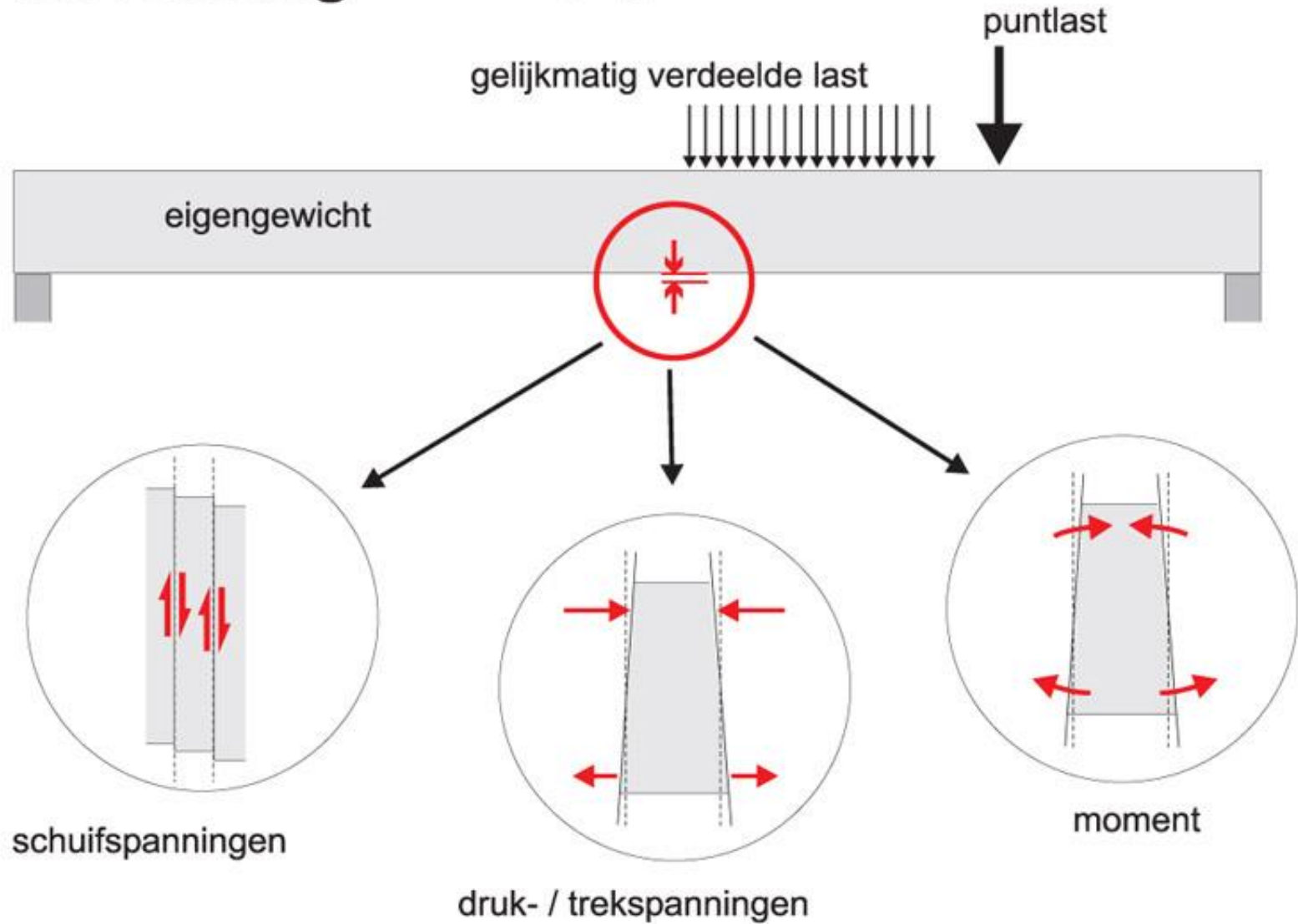


↓
= onregelmatig beton



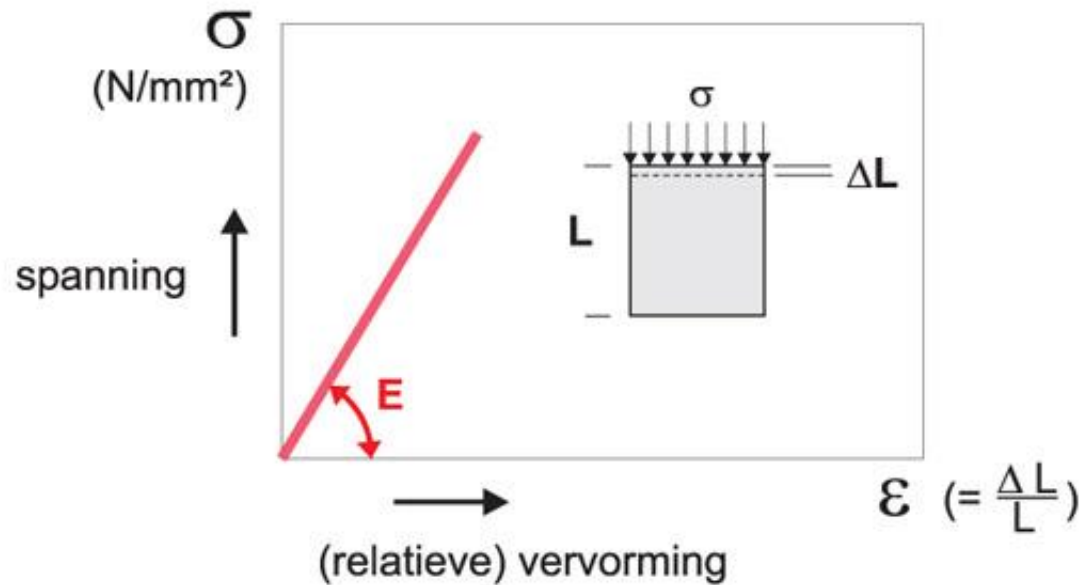
↓
= regelmatig beton

4b2 vervorming *doorbuiging*

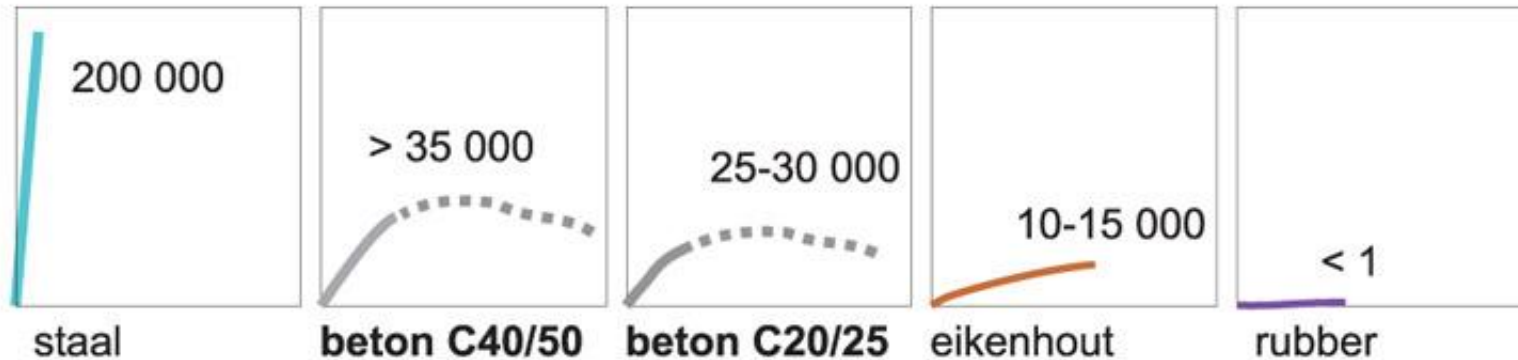


4b2 vervorming

elasticiteitsmodulus E

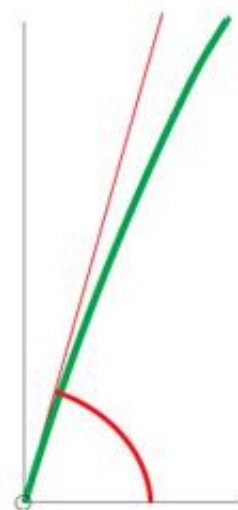
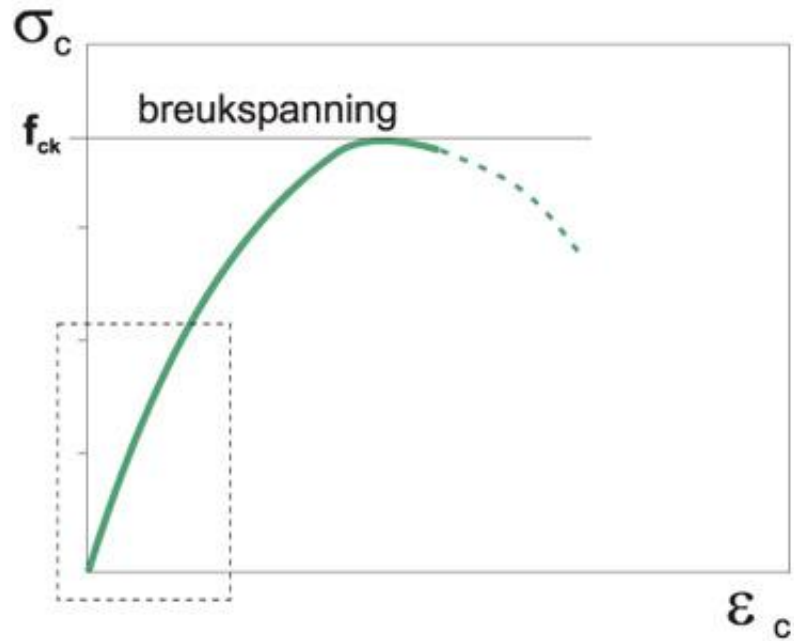


$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

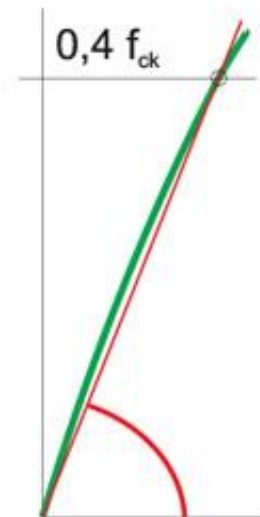


4b2 vervorming

elasticiteitsmodulus E (beton)



tangensmodulus



secansmodulus

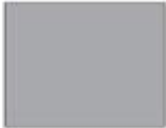
4b2 vervorming

elasticiteitsmodulus E (beton)

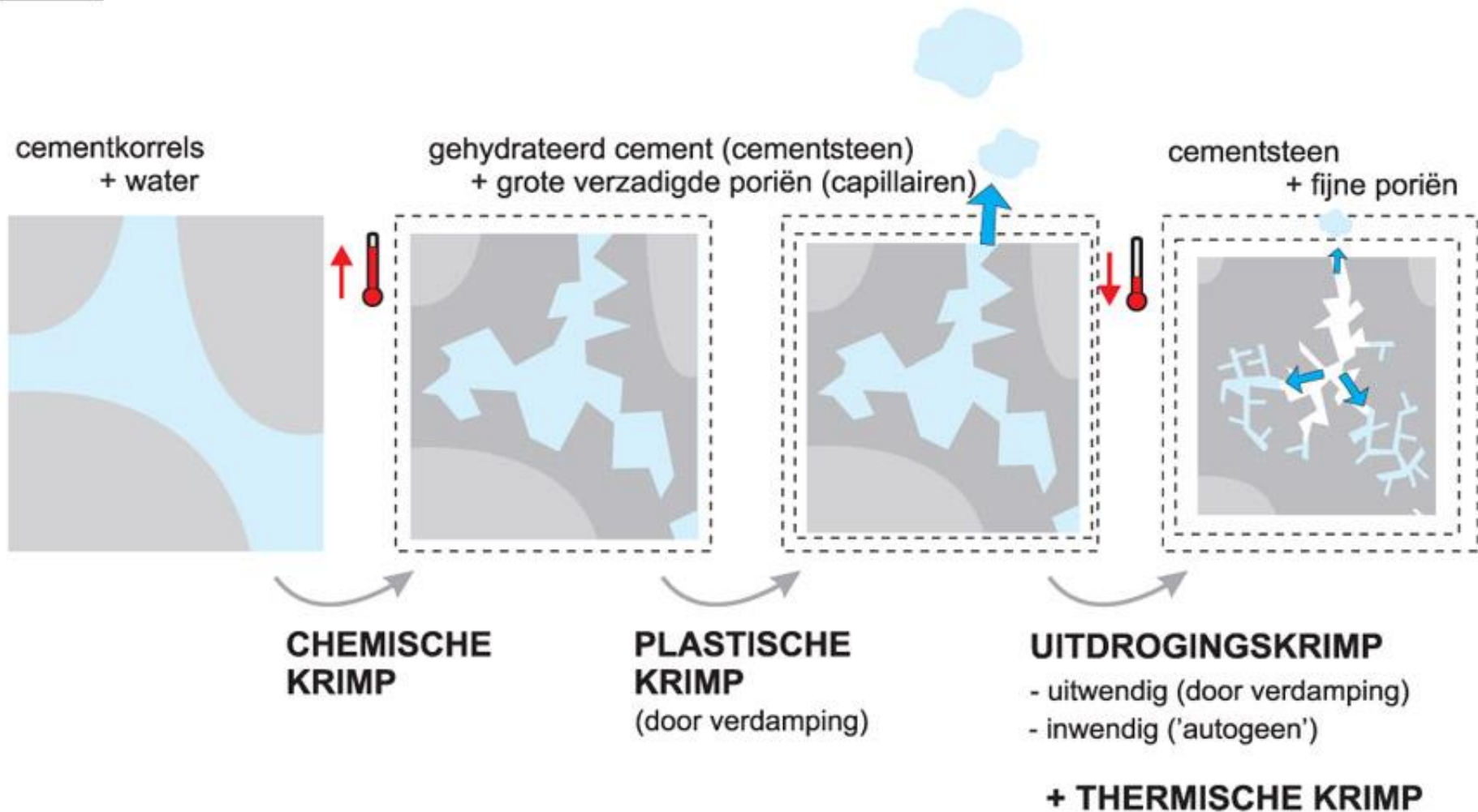
formule:

$$E_c = 9\,500 \sqrt[3]{f_{c\,cyl} + 8}$$

proef-
ondervindelijk:

	hoge E	lage E
		
geluids- voortplanting	 snel	 traag
eigen- frequentie	 hoog	 laag
oppervlakte- hardheid (sclerometer- index)	 hard	 zacht

4b2 vervorming *krimp*



uiteindelijke krimp = functie van W/C, relatieve vochtigheid, vorm
gemiddeld : - binnenklimaat : ~ 0,5 mm per m
- buitenklimaat : ~ 0,3 mm per m

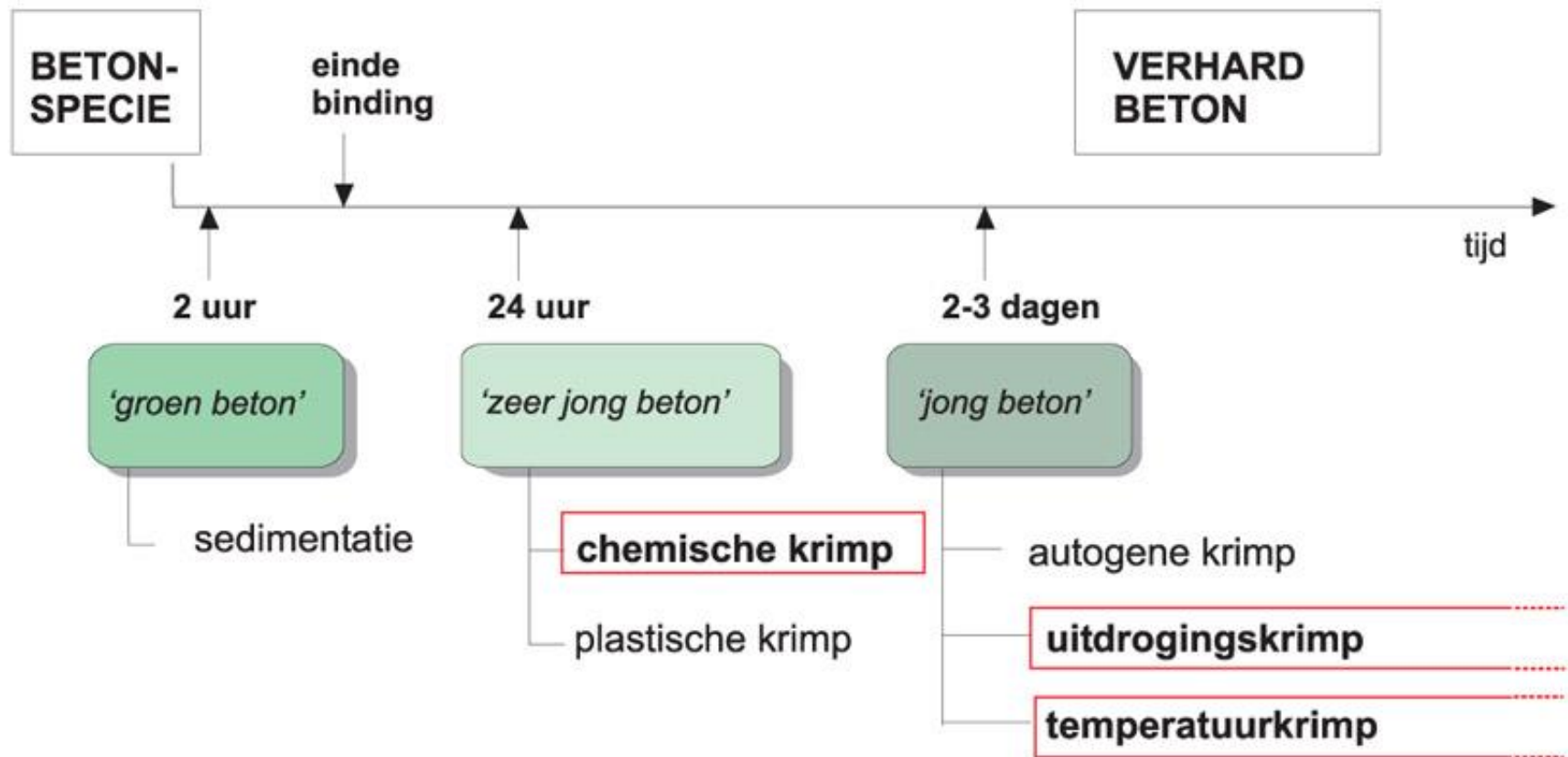
1c

2a

3b5

3c2

4b2 vervorming *krimp*

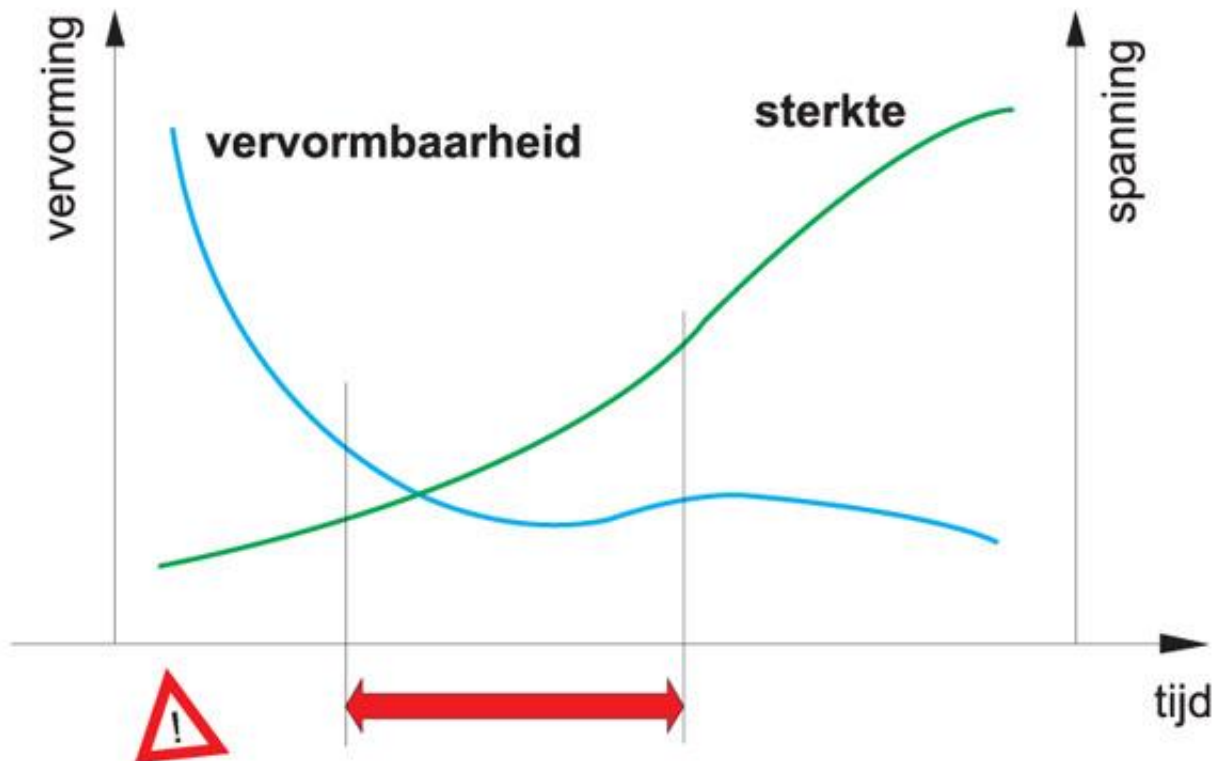


2a

3b5

3c2

4b2 vervorming *krimp*

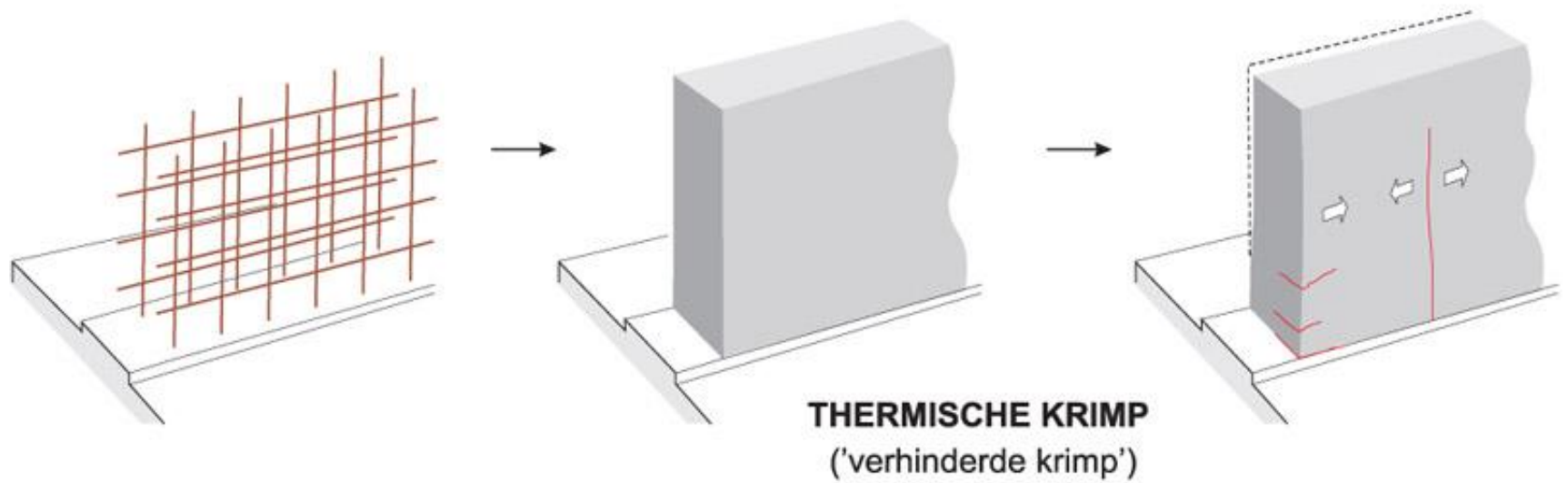
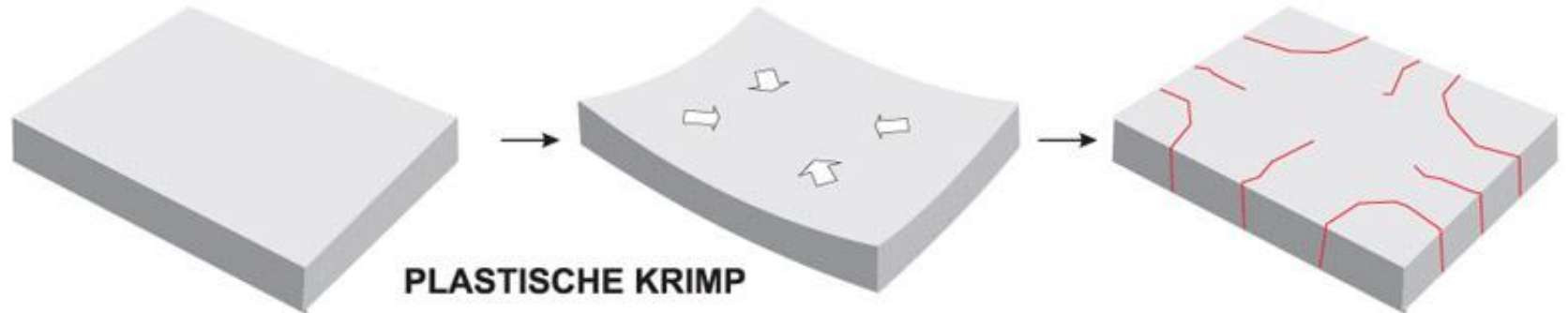


KRITISCHE FASE

afnemende vervormbaarheid + weinig ontwikkelde sterkte = gevaar voor scheuren

4b2 vervorming

krimp en scheurvorming



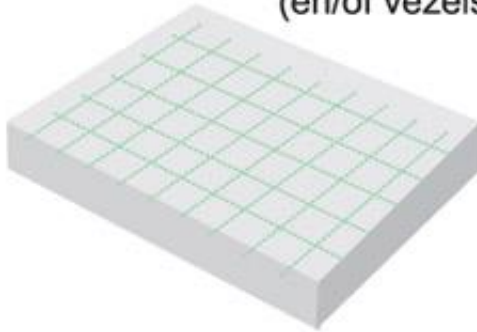
4b2 vervorming

krimp en scheurvorming

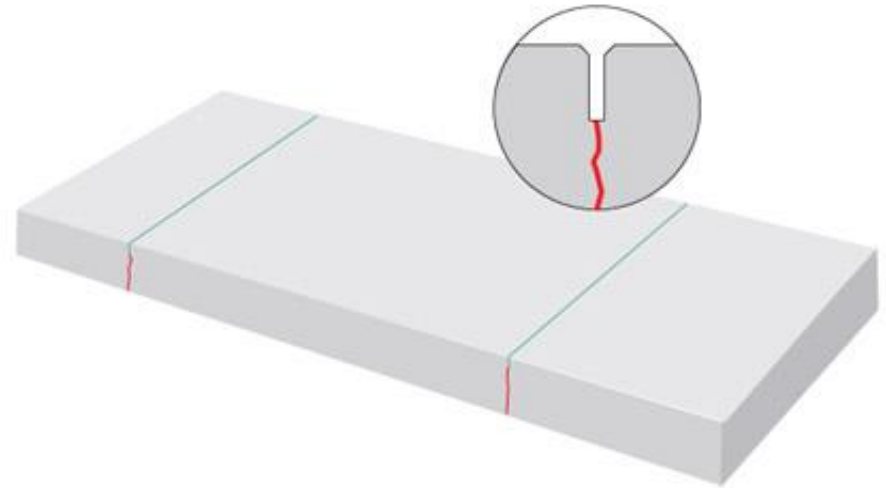
hoe voorkomen ?

— bij het ontwerp

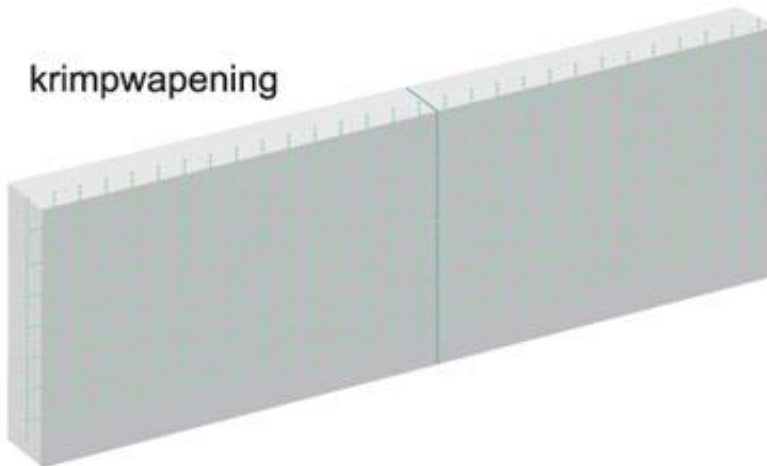
wapeningsnet
(en/of vezels)



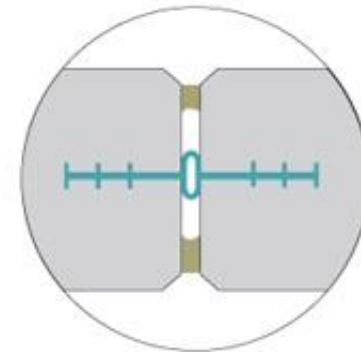
krimpvoegen
(= geleide scheuren)



krimpwapening



krimpvoeg
(eventueel met dichting)

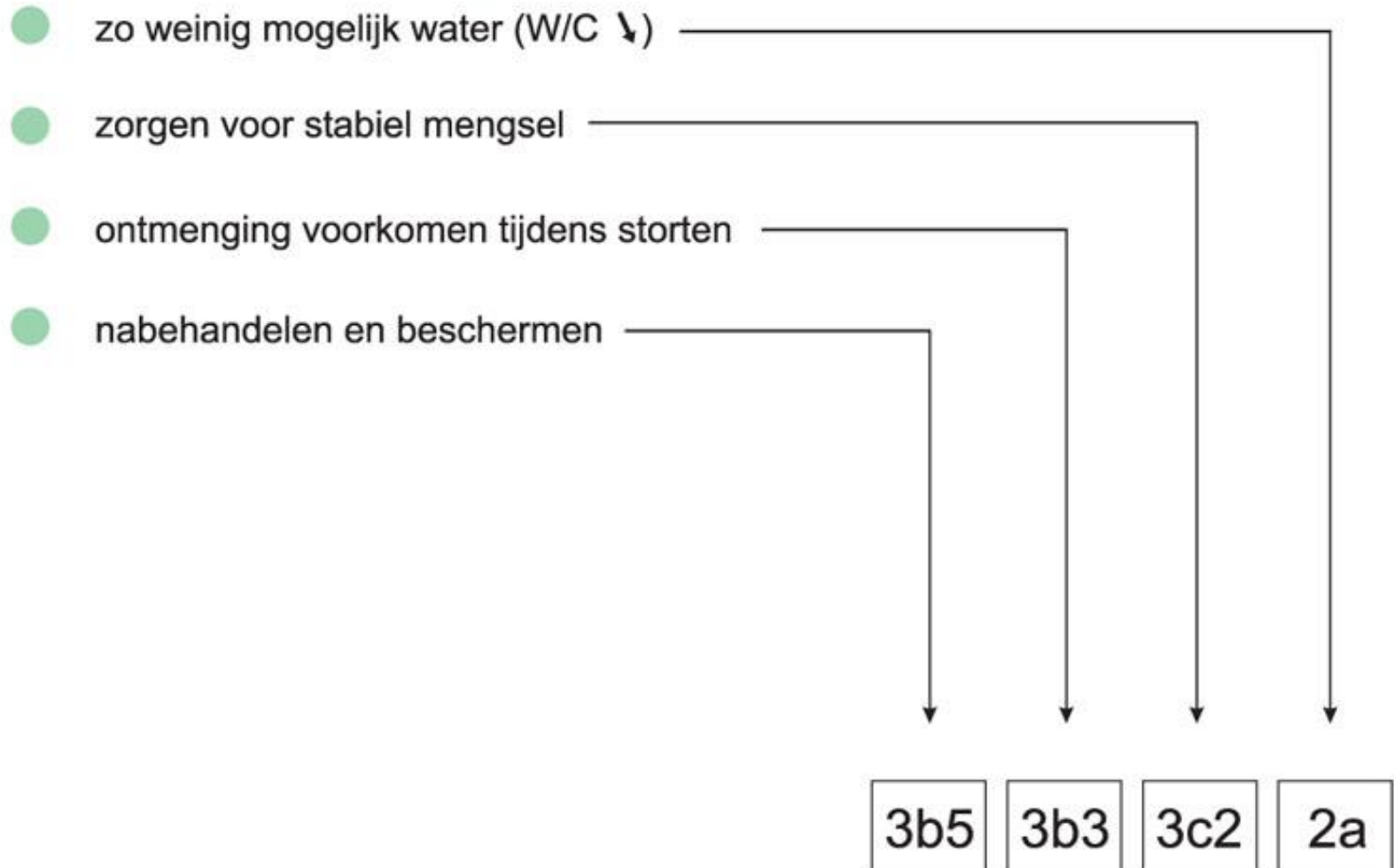


4b2 vervorming

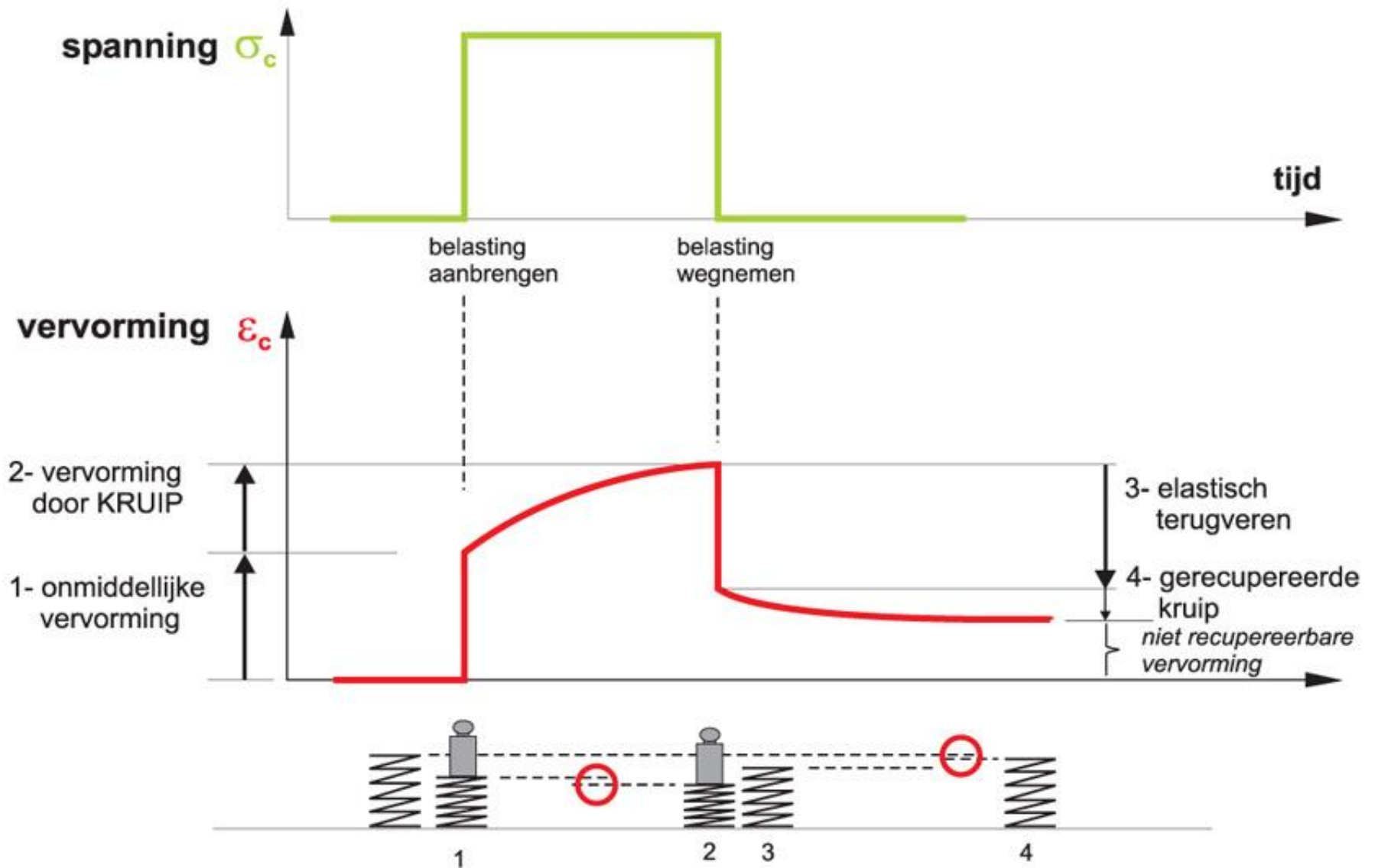
krimp en scheurvorming

hoe voorkomen ?

— bij de samenstelling en de verwerking van het beton

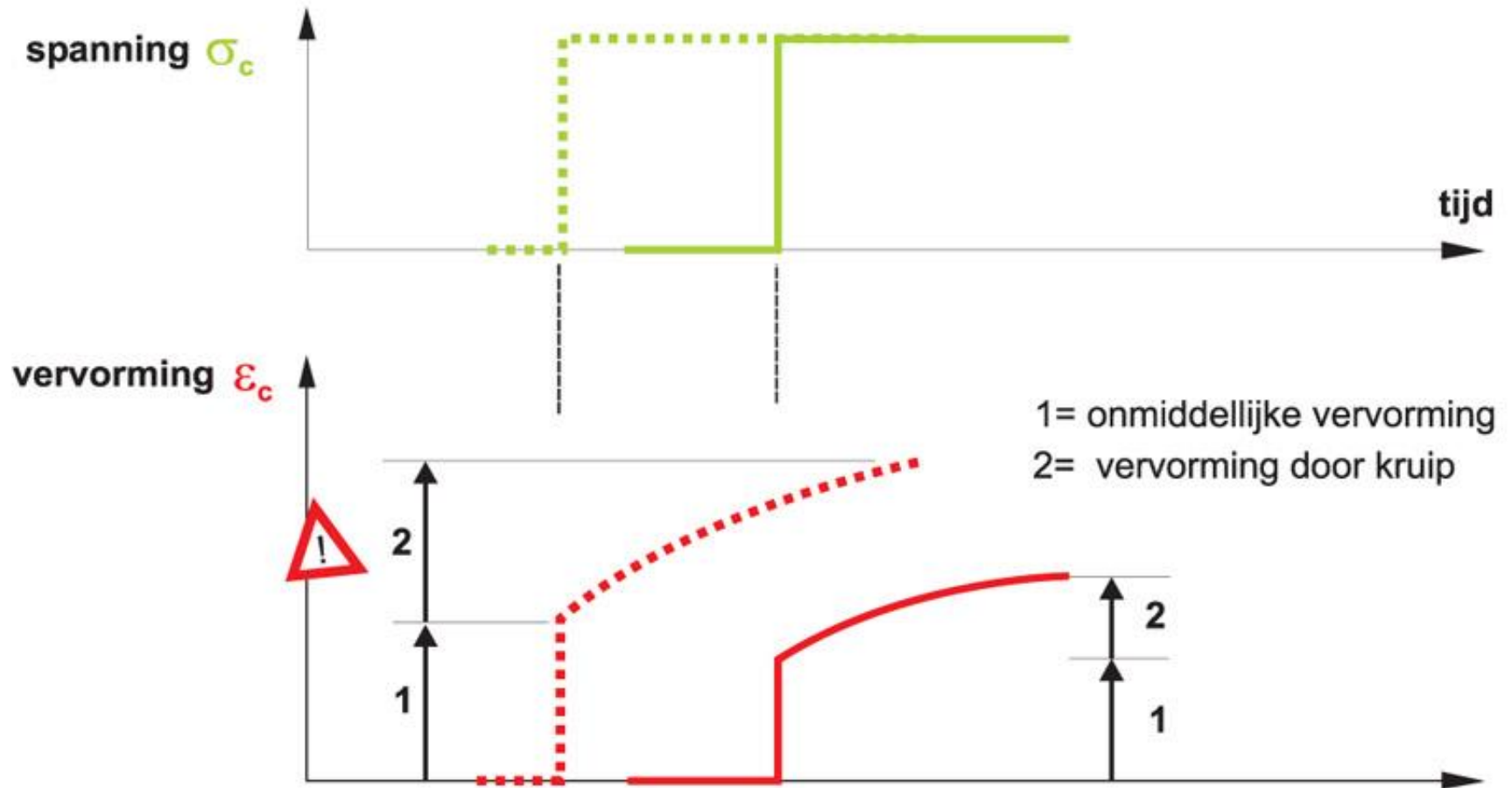


4b2 vervorming *kruip*



4b2 vervorming

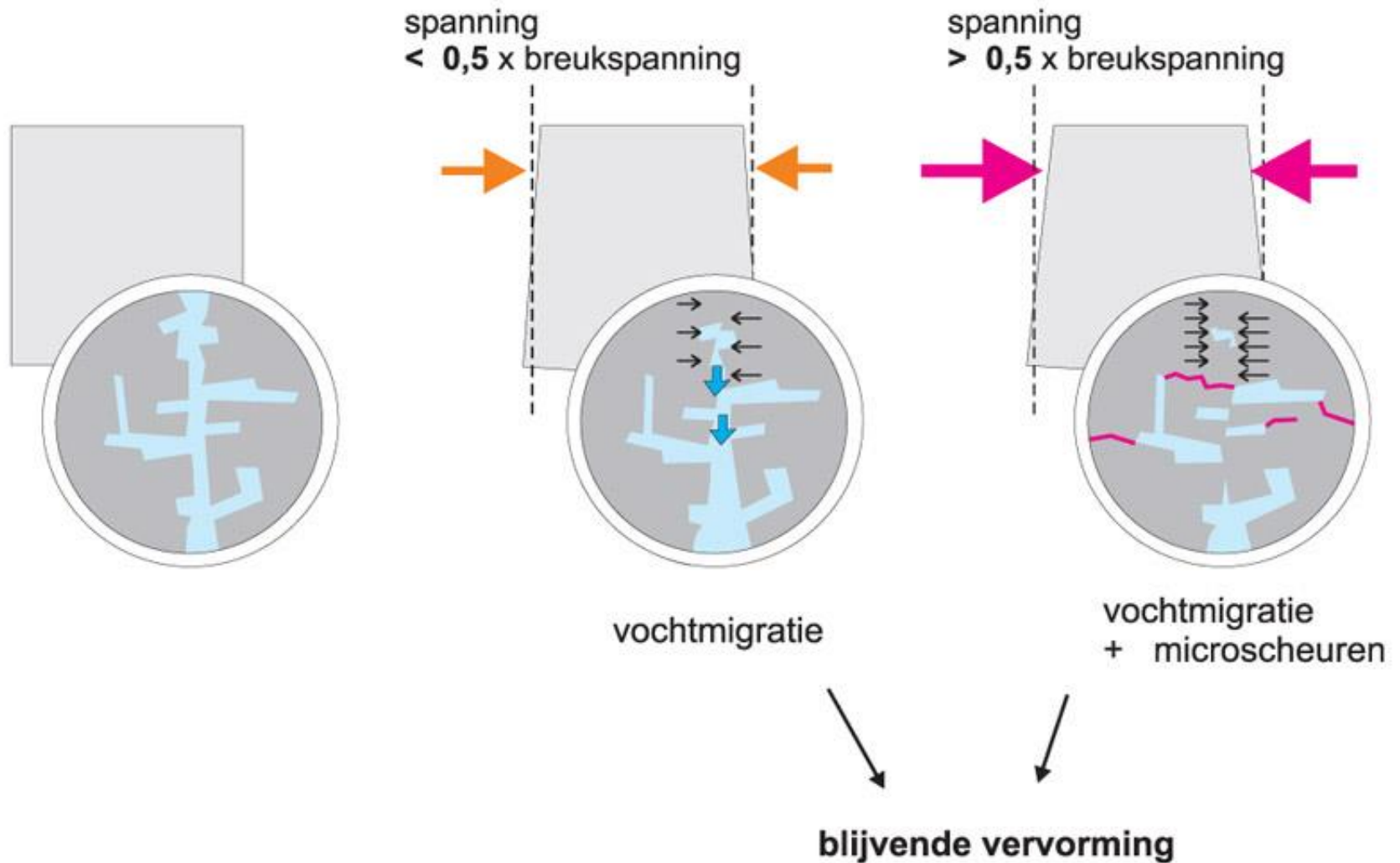
kruip - ouderdom van het beton



vervorming door kruip = onmiddellijke vervorming $\times$ kruipcoëfficiënt
kruipcoëfficiënt = functie van W/C, relatieve vochtigheid, vorm, **ouderdom van beton bij belasting**
gemiddeld : - binnenklimaat : $\sim 2,5$ (jong beton: > 5 !)
- buitenklimaat : $\sim 1,5$ (jong beton: > 3 !)

4b2 vervorming

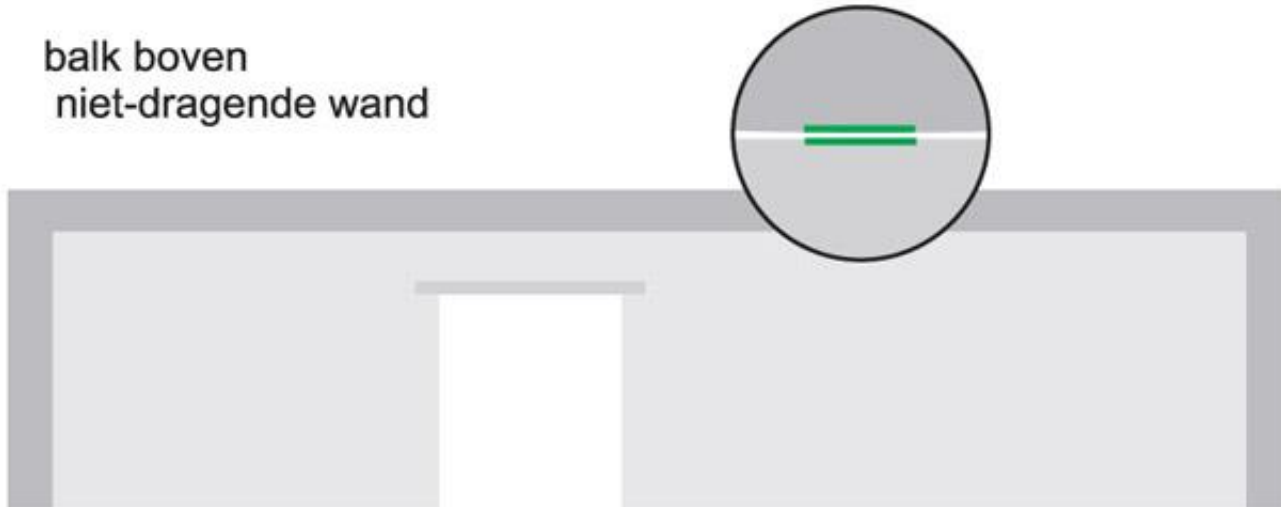
kruip - mechanisme



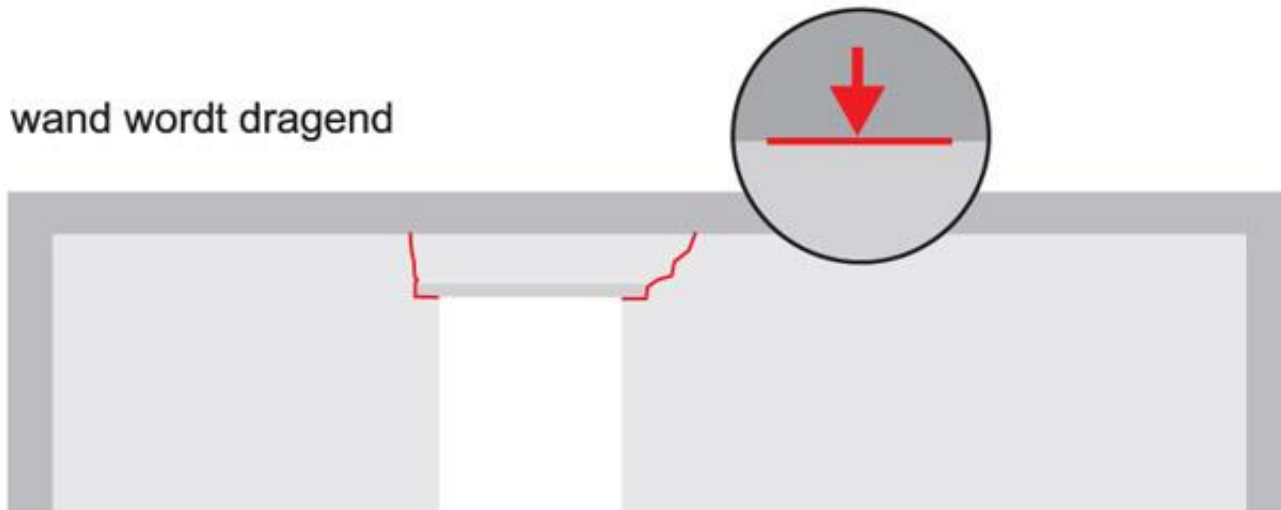
4b2 vervorming

kruip - concrete gevallen

balk boven
niet-dragende wand

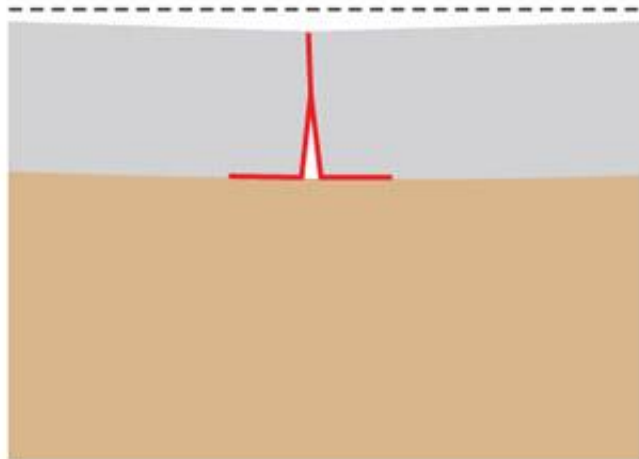
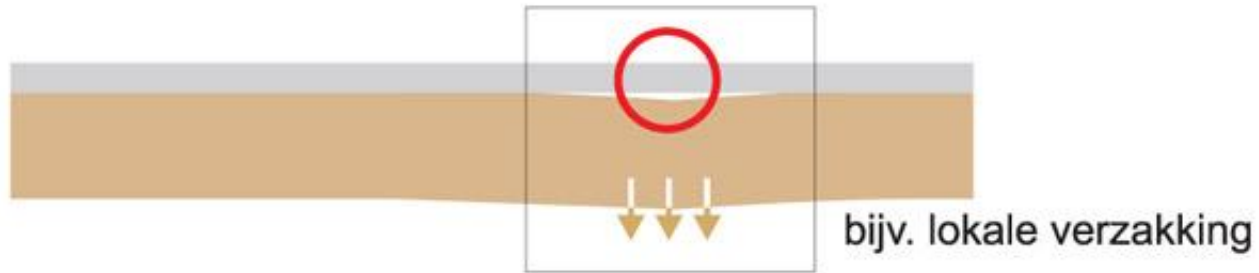


wand wordt dragend

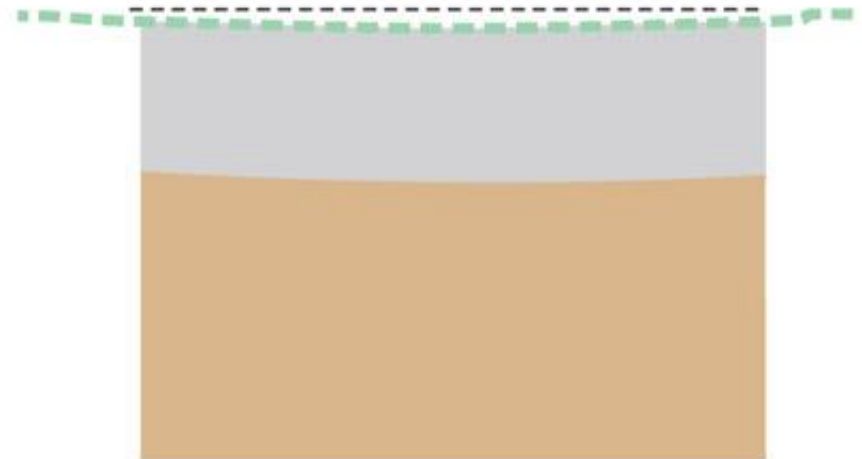


4b2 vervorming

kruip - concrete gevallen



zonder kruip: BREUK



kruip + RELAXATIE:
afname spanningen
⇒ geen breuk

4b2 vervorming *thermische bewegingen*

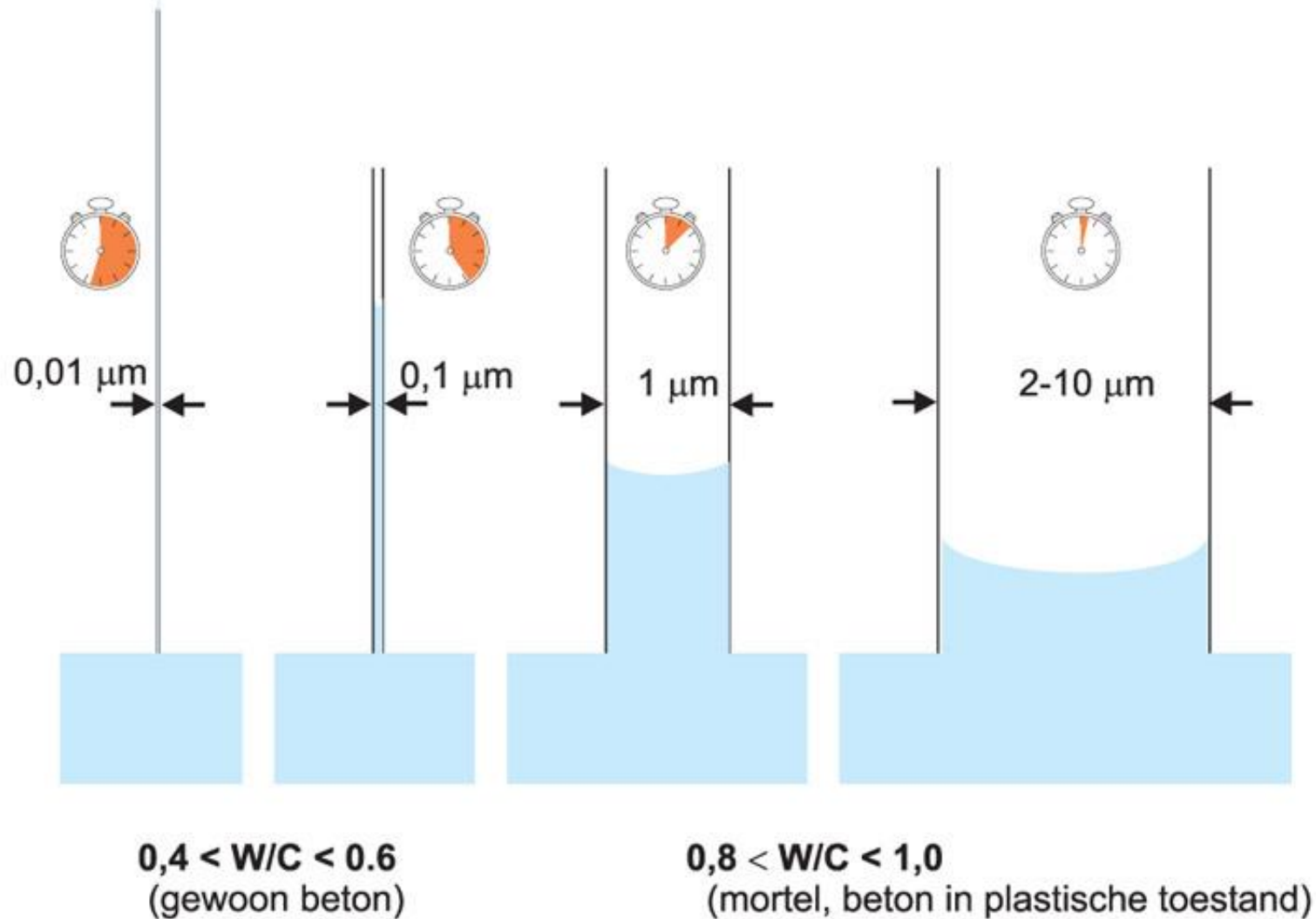


$$\Delta L = 1 \text{ mm} / 10 \text{ m} / 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



4b3 beton en water

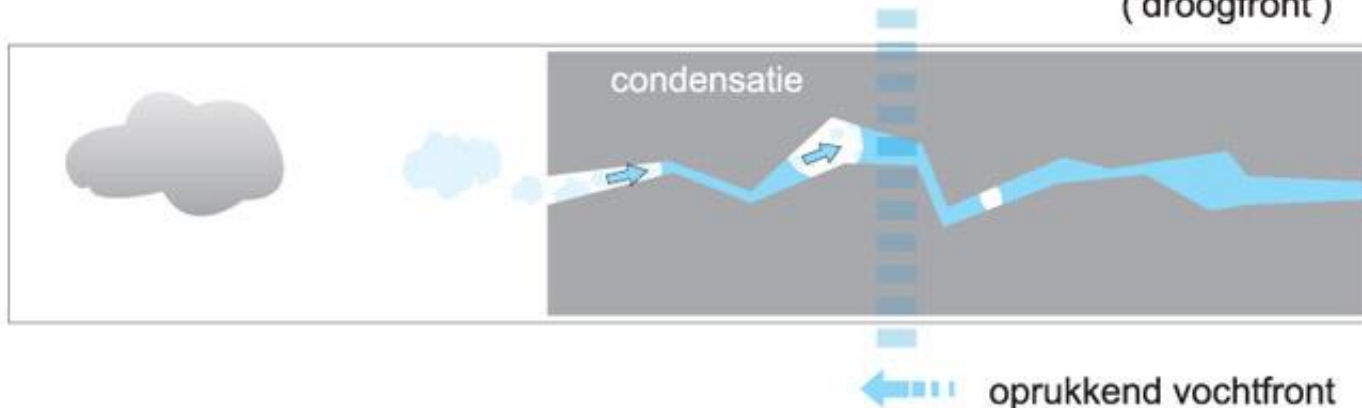
capillariteit



4b3 beton en water *vochtmigratie - vochtfront*



----> wijkend vochtfront
(‘droogfront’)



4b3 beton en water *hygroscopisch vochtgehalte*

= evenwichtsvochtgehalte : in evenwicht met relatieve vochtigheid van de omgeving (R.V.)

R.V. ↑



verzadigingsvochtgehalte : $\pm 150 \text{ liter / m}^3$

capillair vochtgehalte: $\pm 115 \text{ liter / m}^3$
(= maximaal "natuurlijk" vochtgehalte)

condensatie (vochttransport door capillariteit)



dampdiffusie

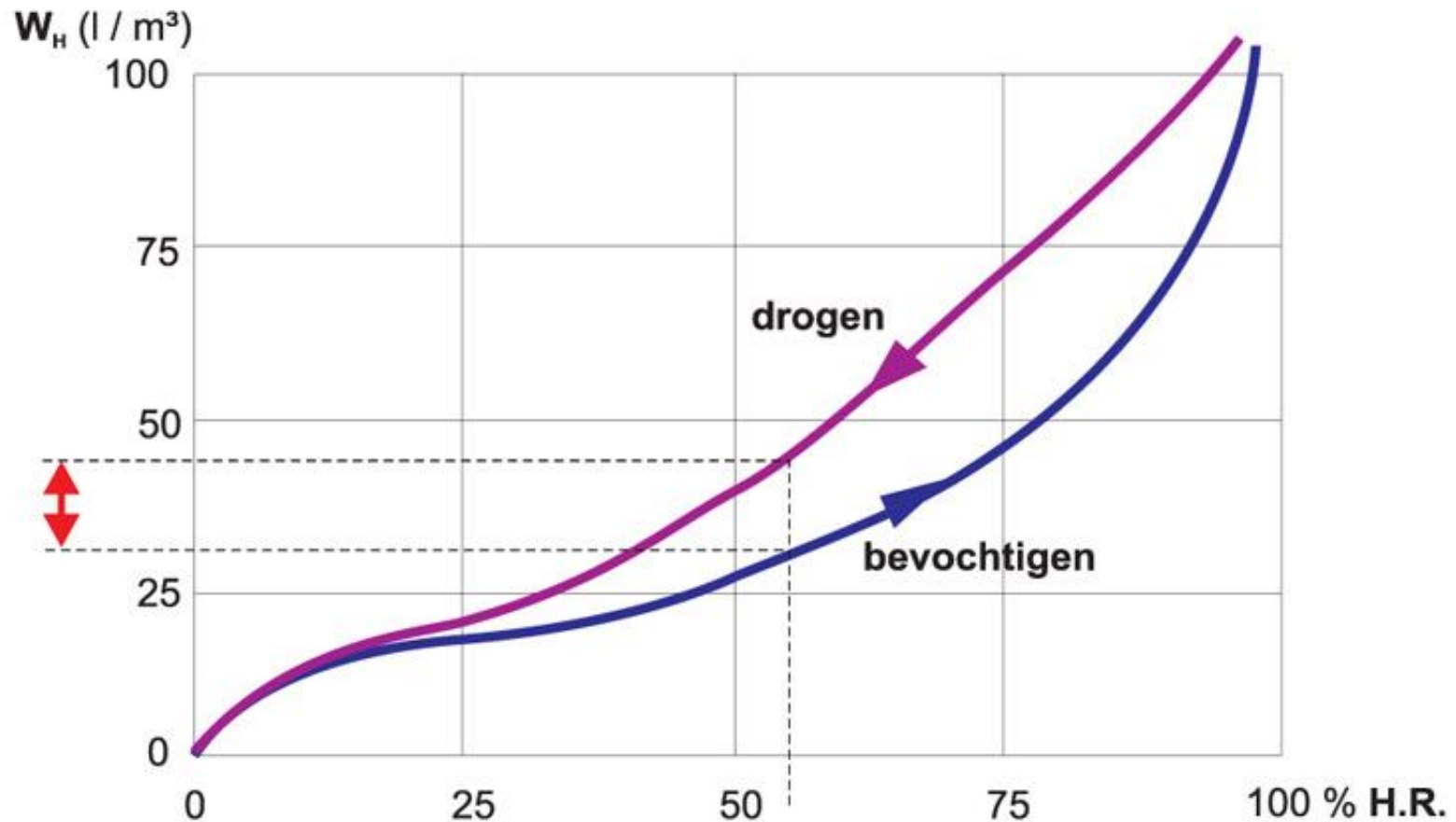


kritisch vochtgehalte : $\pm 110 \text{ liter / m}^3$
(kleiner in geval van fijne poriën,
groter in geval van grote poriën)

R.V. ↓



4b3 beton en water *hygroscopisch vochtgehalte*



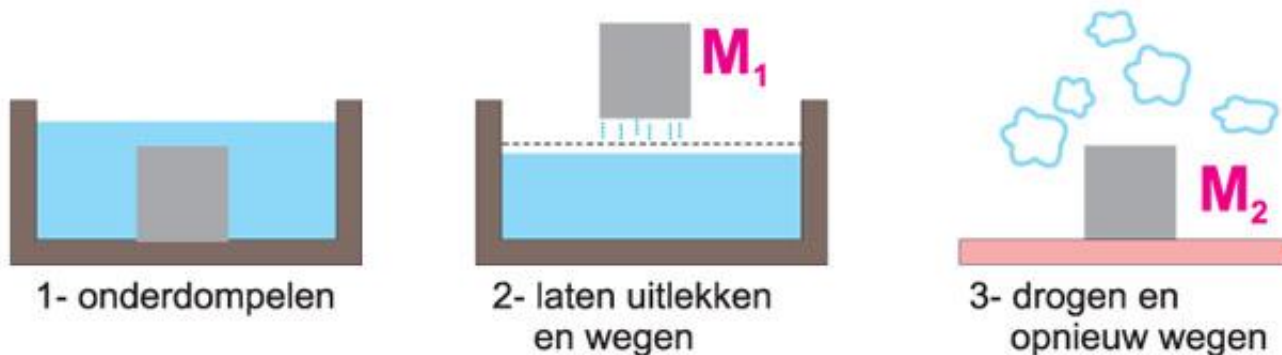
bij gelijke luchtvochtigheid bevat beton meer vocht tijdens drogen
dan tijdens bevochtigen:
d.w.z drogen is moeilijker dan bevochtigen !

4b3 beton en water *porositeitsproeven*

— waterabsorptie door onderdompeling: **relatieve porositeit V (%)**

zeer goed beton: $V \sim 10\%$

middelmatig beton: $V \sim 20\%$



$$V = A \cdot \rho$$

$$A = \text{absorptie (\%)} = (M_1 - M_2) / M_2$$

$$\rho = \text{volumemassa} = (\text{kg/dm}^3)$$



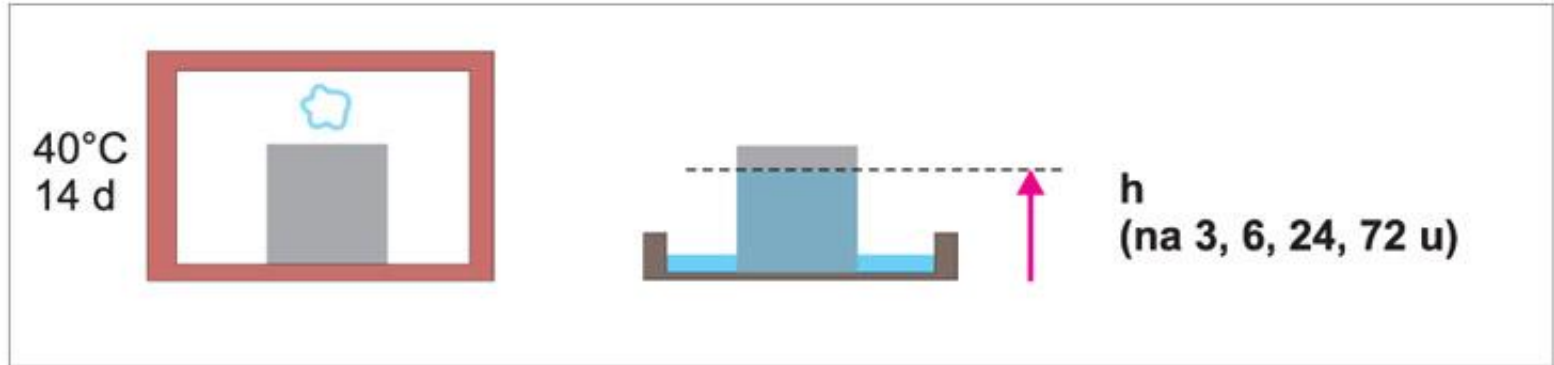
RELATIEVE POROSITEIT
= toegankelijke capillairen



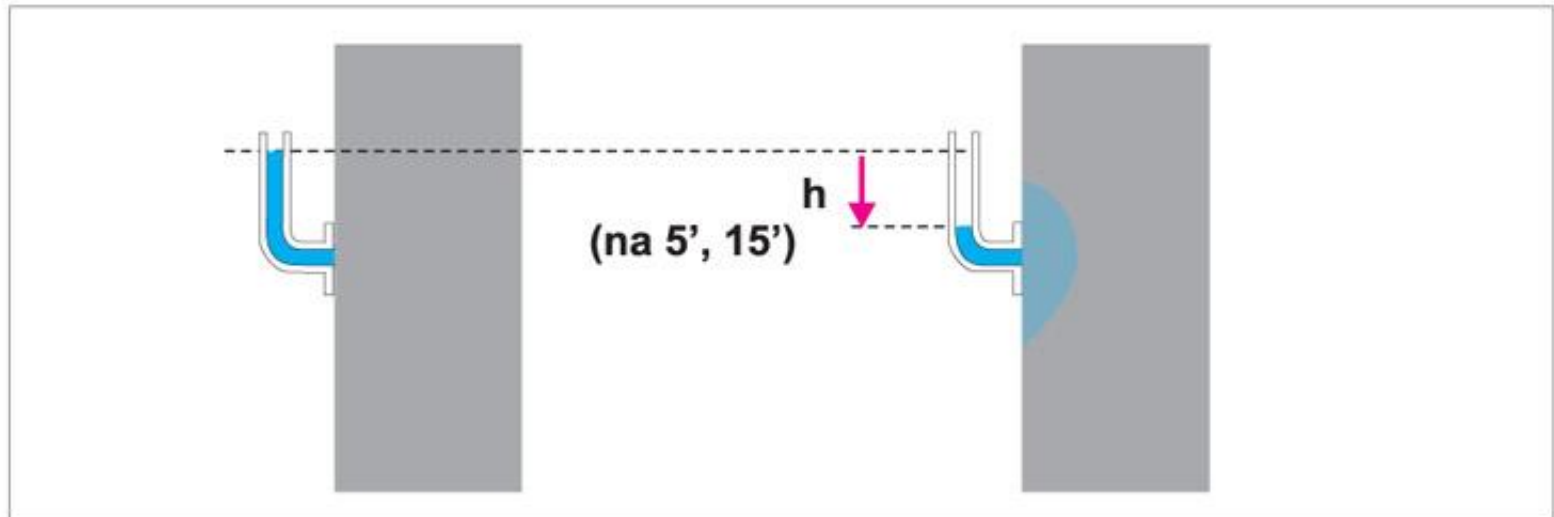
absolute porositeit
= ALLE poriën

4b3 beton en water *porositeitsproeven*

— waterabsorptie door capillariteit



— oppervlakteporositeit



4b3 beton en water *porositeit en waterdoorlatendheid*

BETON:

goed beton

jong beton,
middelmatig beton

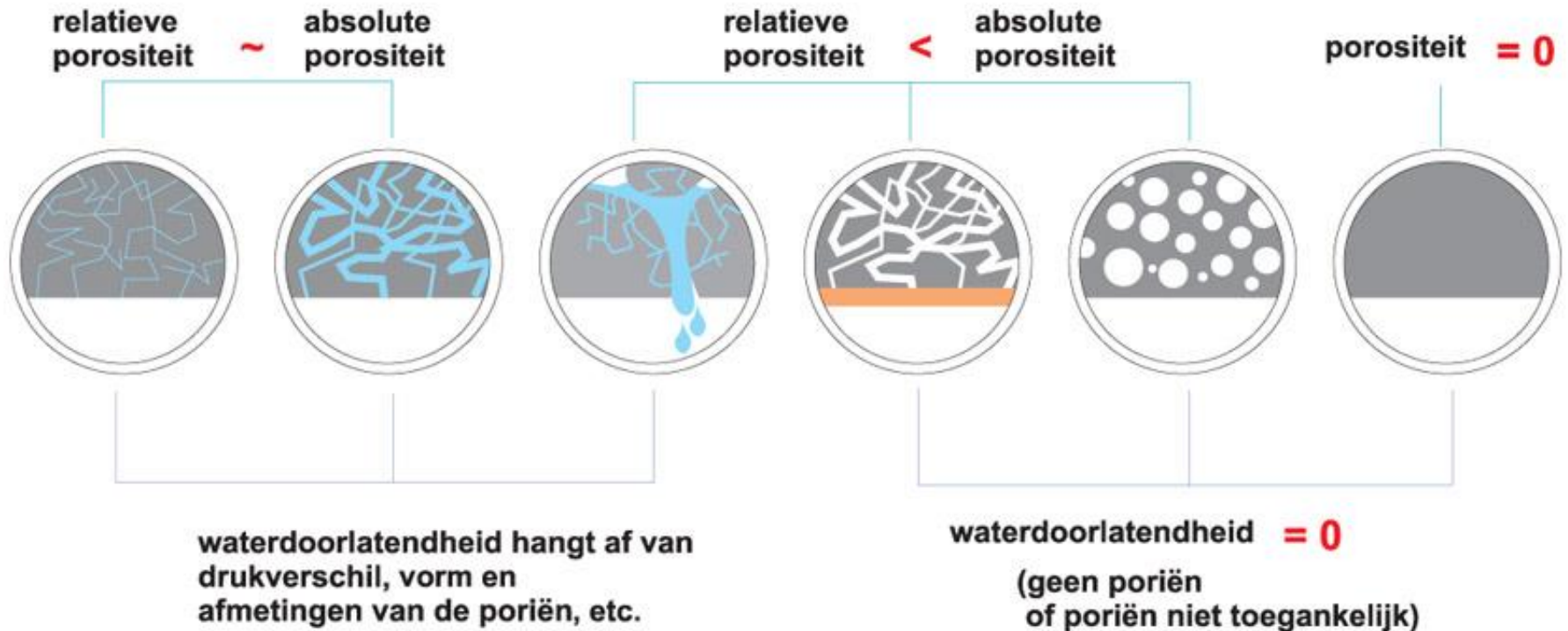
korrelbeton

beton met
verflaag,
coating

ANDERE MATERIALEN:

b.v. foam glas

*b.v. metaal,
plastic*



4b3 beton en water *porositeit en waterdoorlatendheid*

1



waterdicht beton
EN waterdichte constructie
("lek" = enkele liter per JAAR)

2

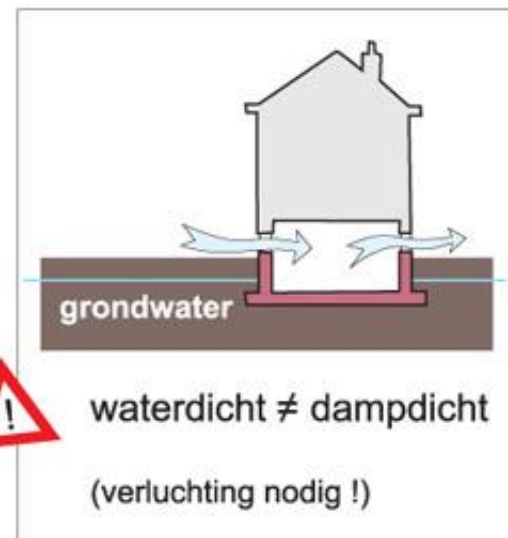
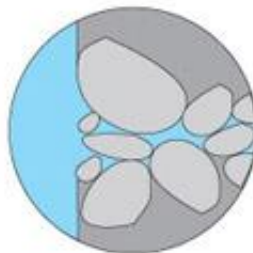


waterdicht beton
MAAR lekke constructie (bv. door krimpscheur...)

3



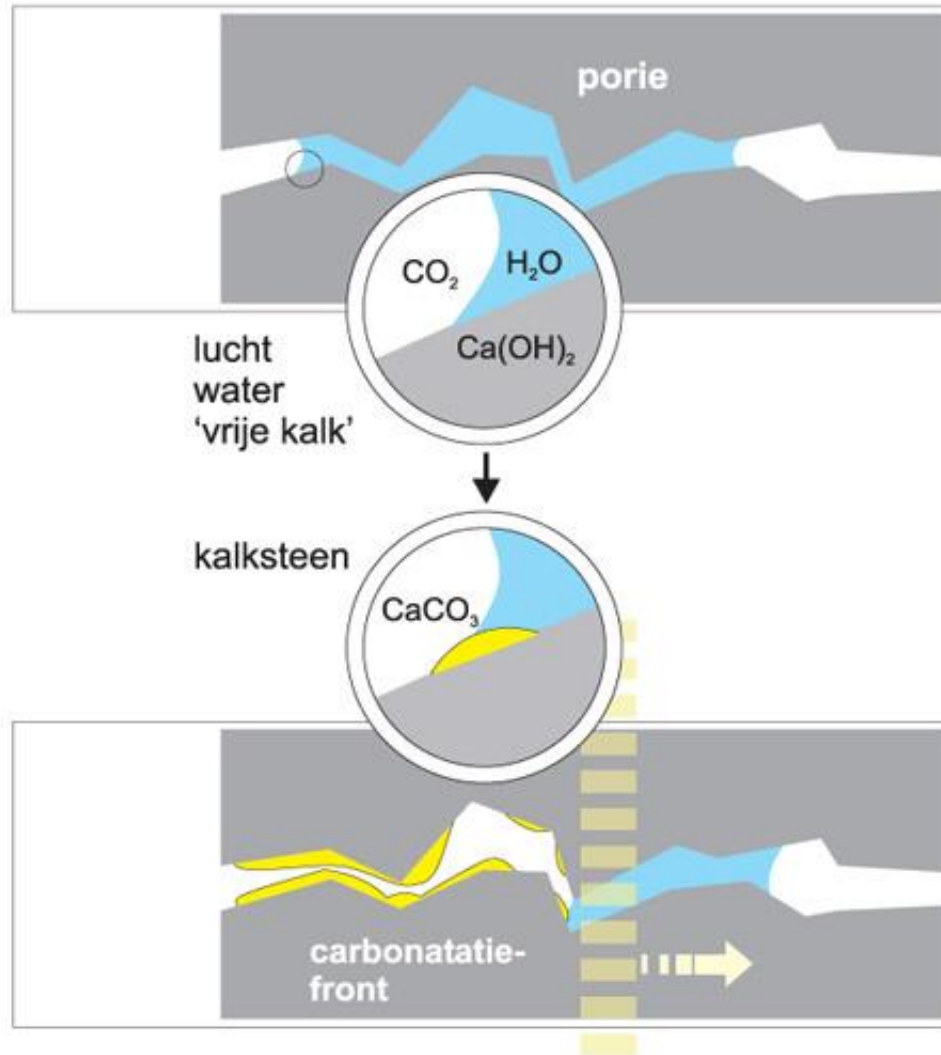
waterdoorlatend beton (bv. grindnest, hoge W/C-factor...)
EN DUS lekke constructie



4b2

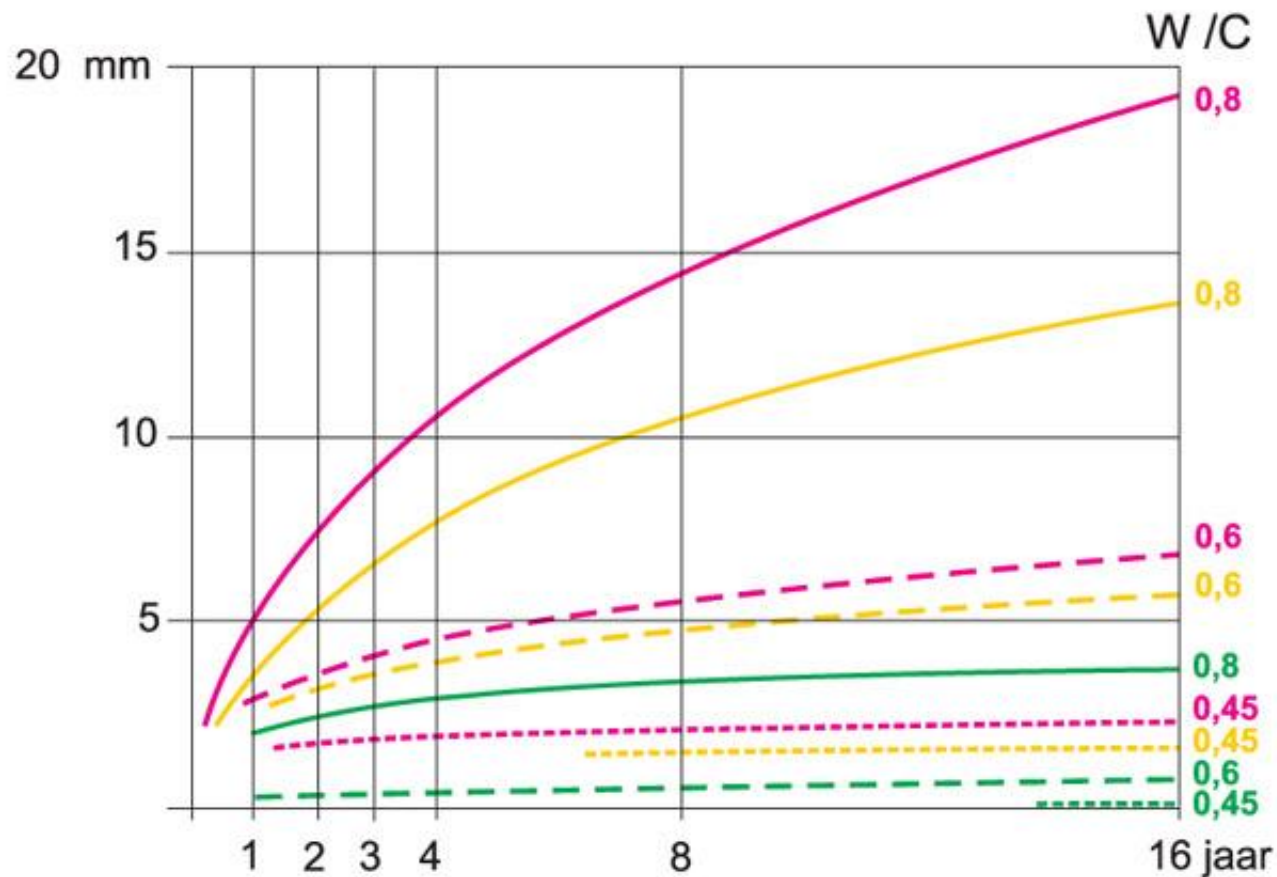
4b4 carbonatatie

carbonatatiefront



4b4 carbonatatie

carbonatatie diepte

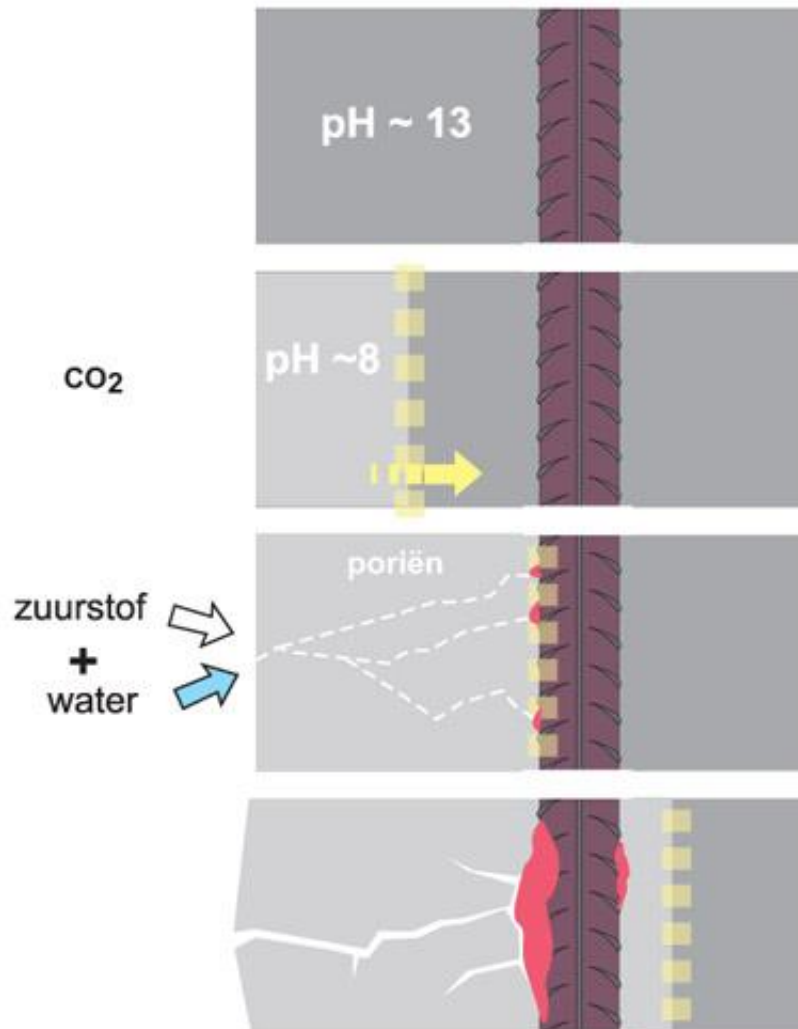


- labo (20°C, 65% R.V.)
- buiten, beschut
- buiten, onbeschut

.....→
(dichtslibbende poriën = vertragend effect)

4b4 carbonatatatie

wapeningscorrosie



'passivering'
(gehydrateerd cement = basisch milieu)

voortschrijdend carbonatatiefront

begin van roestvorming
risico groter bij:

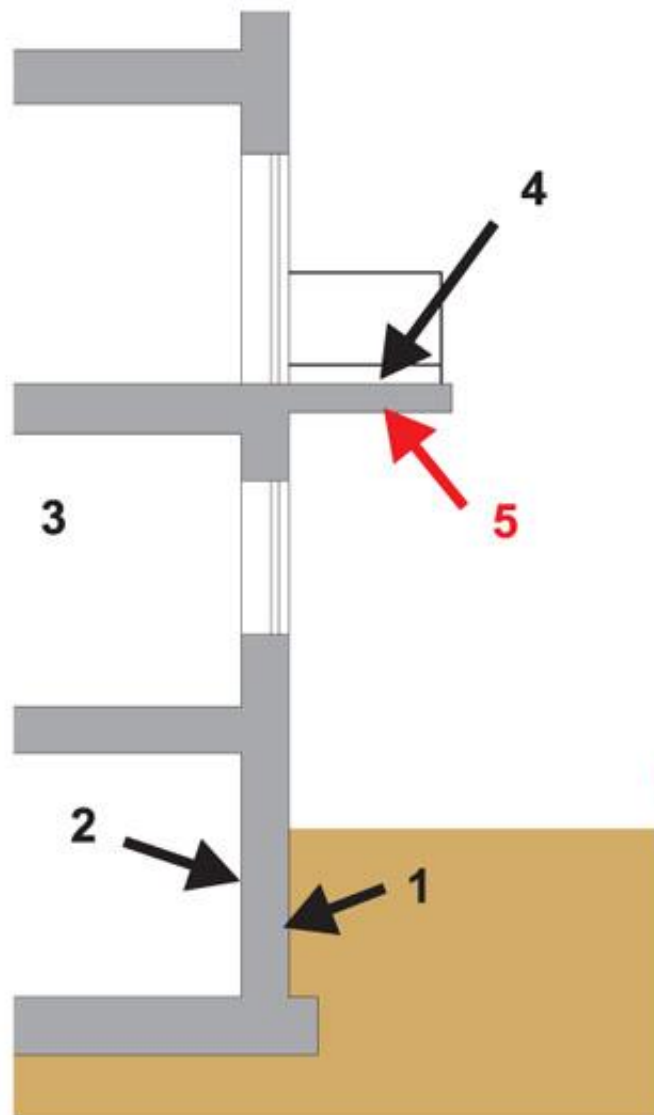
- *geringe betondekking*
- *poreus beton (hoge W/C-factor)*
- *onvoldoende verdicht beton*



roestvorming (= expansieve reactie)
⇒ barsten, afbrokkeling

4b4 carbonatatatie

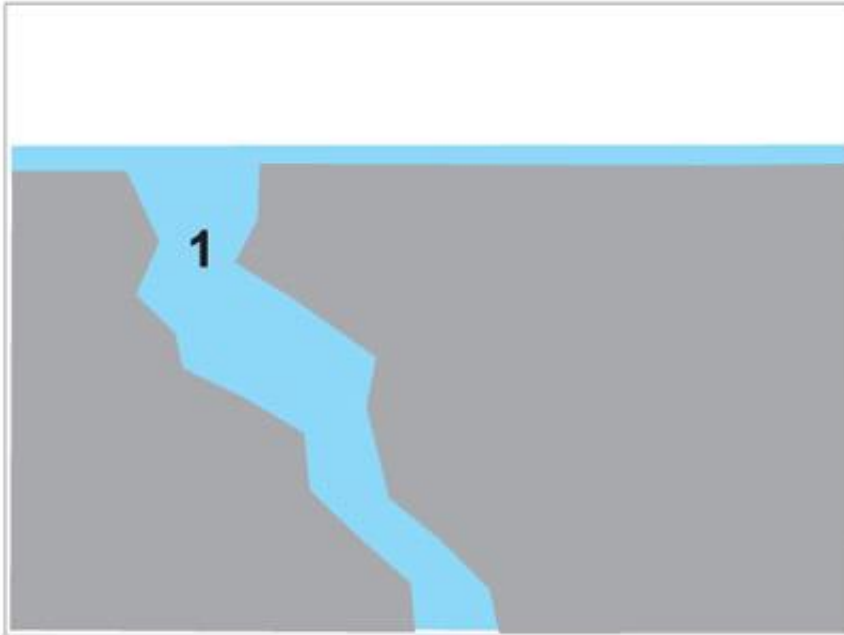
corrosiegevaar: concrete gevallen



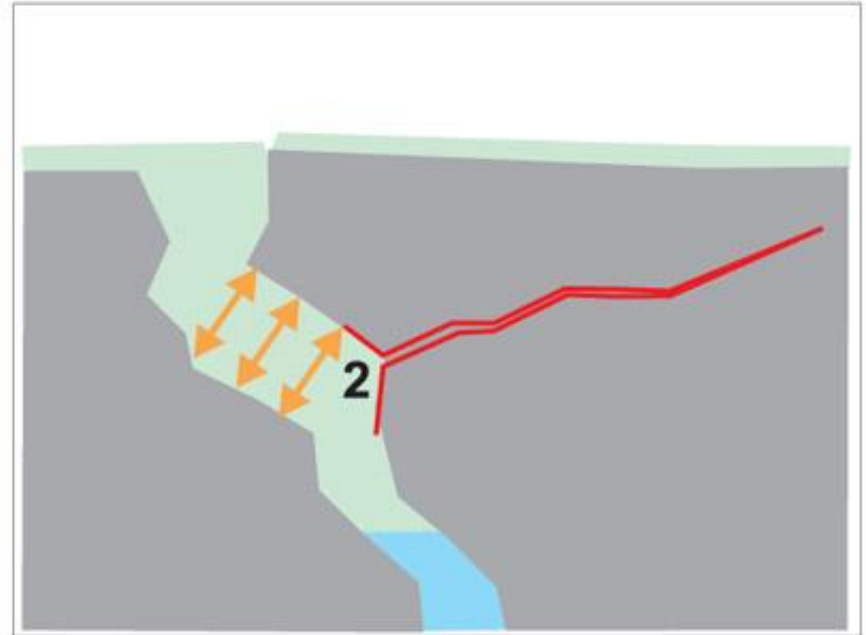
- 1- ondergronds of onder water
geringe carbonatatatie (weinig of geen CO_2)
⇒ geen corrosie
- 2- kelder
carbonatatatie met enigszins gunstig effect:
poriëndichting
- 3- binnenruimte
lage luchtvochtigheid
⇒ geen corrosie
- 4- buiten en onbeschat
indien zeer fijne poriën:
⇒ weinig zuurstof tot bij de wapening
⇒ beperkt corrosie-risico
- 5- **buiten en beschut**
poriën afwisselend nat (luchtvochtigheid)
en droog (zuurstof tot bij wapening):
⇒ **corrosiegevaar !**
(in geval van poreus beton of
onvoldoende betondekking)



4b5 beton en vorst *aantastingsmechanisme*



1- **brede poriën**
(jong beton,
beton van matige kwaliteit)
verzadigd met water

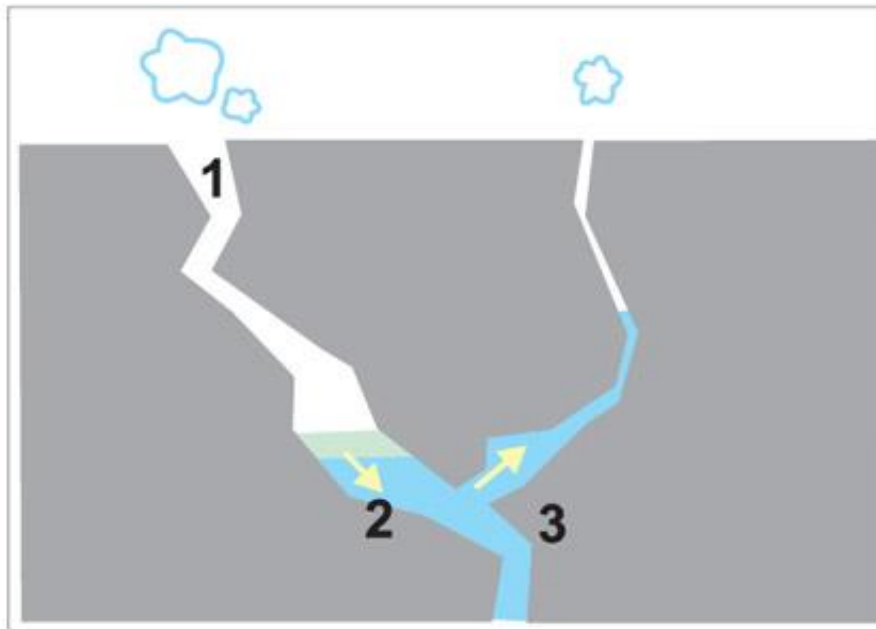


2- in geval van **plotse vorst**: afschilfering
(*'scaling'*)



4b5 beton en vorst *beschermingsmaatregelen*

- niet betonneren bij zeer koud weer ($\geq +5^{\circ}\text{C}$ gedurende de eerste 72 u)
- cement gebruiken uit klasse **42,5R** of **52,5N** of **52,5R**
- beton realiseren met **fijne poriën** (W/C ↓):



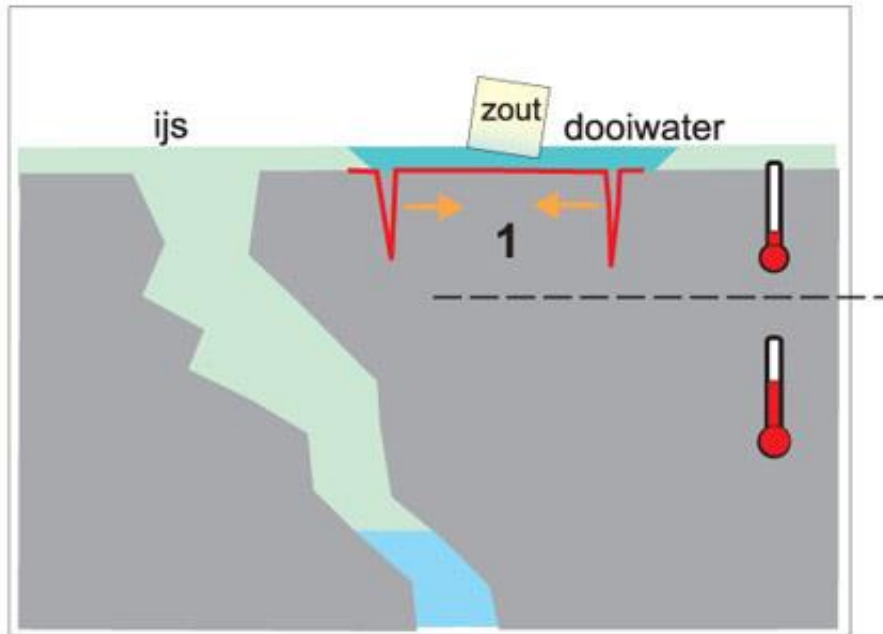
fijne poriën =

- 1- weinig of geen water aanwezig (laag hygroscopisch vochtgehalte)
- 2- vriespunt $\ll 0^{\circ}\text{C}$ (water staat onder druk door capillaire adhesie)
- 3- ontsnappingsroutes bij intredende vorst (diffusie, verdamping)

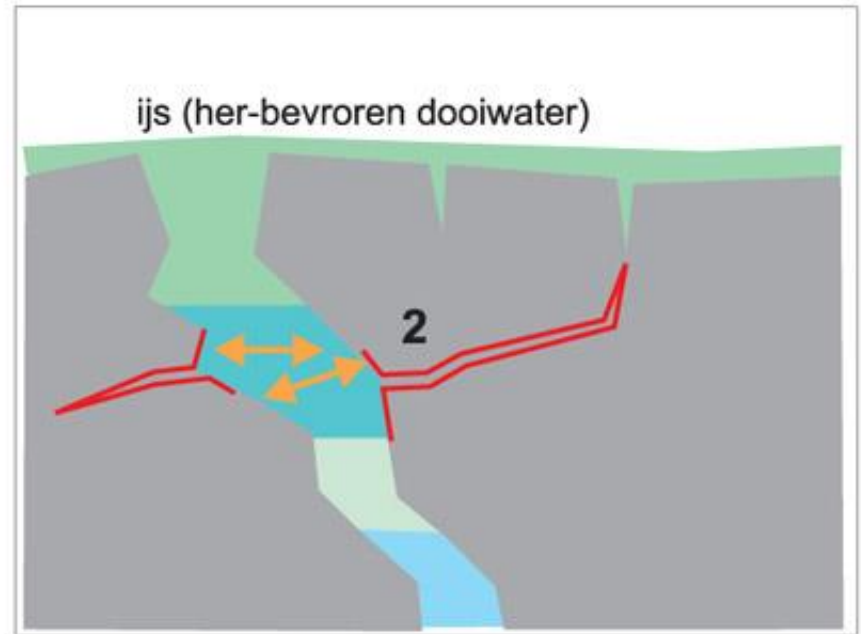


ook de granulaten moeten bestand zijn tegen vorst !

4b5 beton en vorst *dooizouten - aantastingsmechanisme*



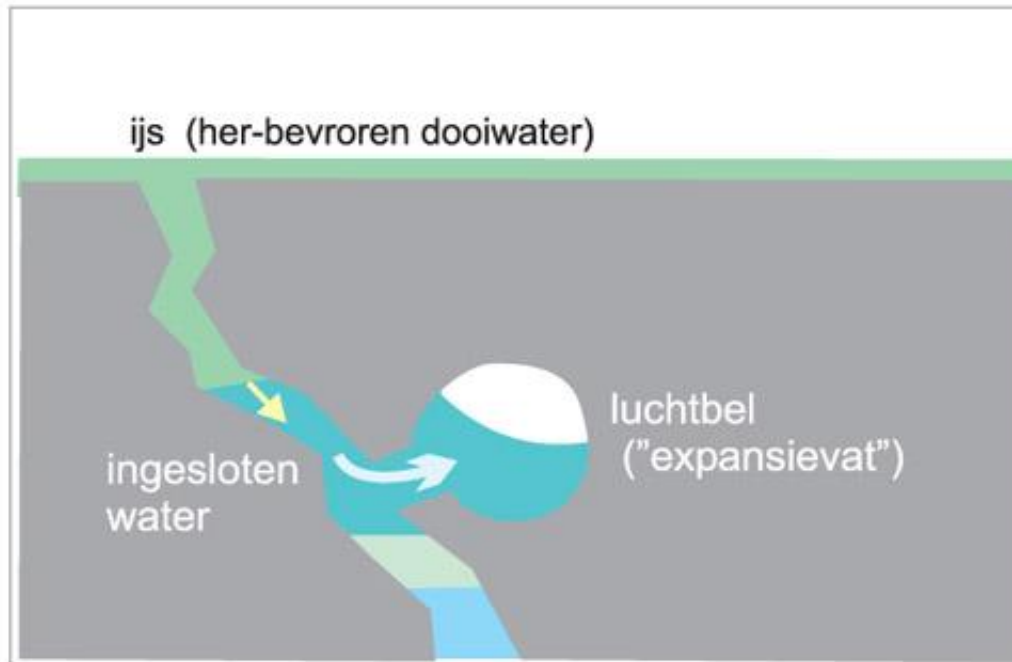
- 1- zouten lossen op, ijs smelt
(*endotherme reactie*)
⇒ plotse afkoeling van oppervlaktelaag
(*temperatuurschok*)
⇒ trekspanningen, scheurvorming...



- 2- ingesloten water bevriest
⇒ verhinderde uitzetting
⇒ scheurvorming, afschilfering...

4b5 beton en vorst *dooizouten - beschermingsmaatregelen*

- **compact** beton realiseren (W/C ↓ ⇒ fijne poriën)
met voldoende **sterkte** (voldoende cement ⇒ hogere treksterkte)
- een **luchtbelvormer** toevoegen tijdens het mengen
(volume ingebrachte lucht = 3 à 6 %)



luchtbelvormers
= daling van sterkte
met 10 tot 15 %

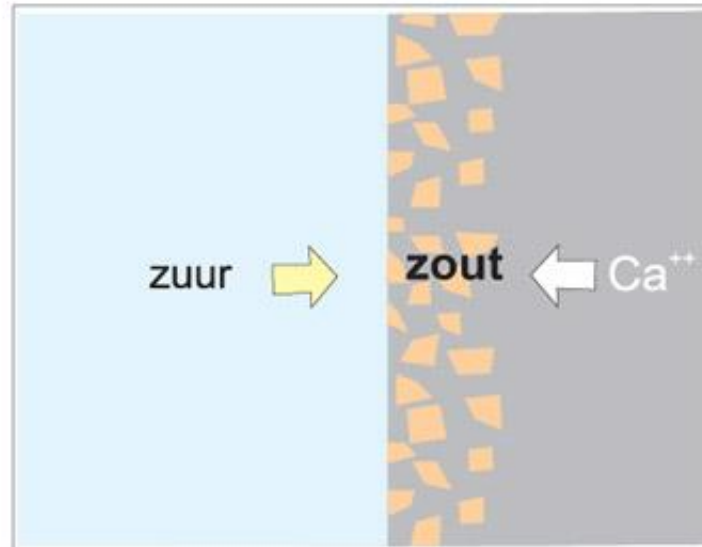


gehalte aan lucht en
tussenafstand tussen
de luchtbellens
controleren

4b6 beton en agressieve stoffen *zuren*

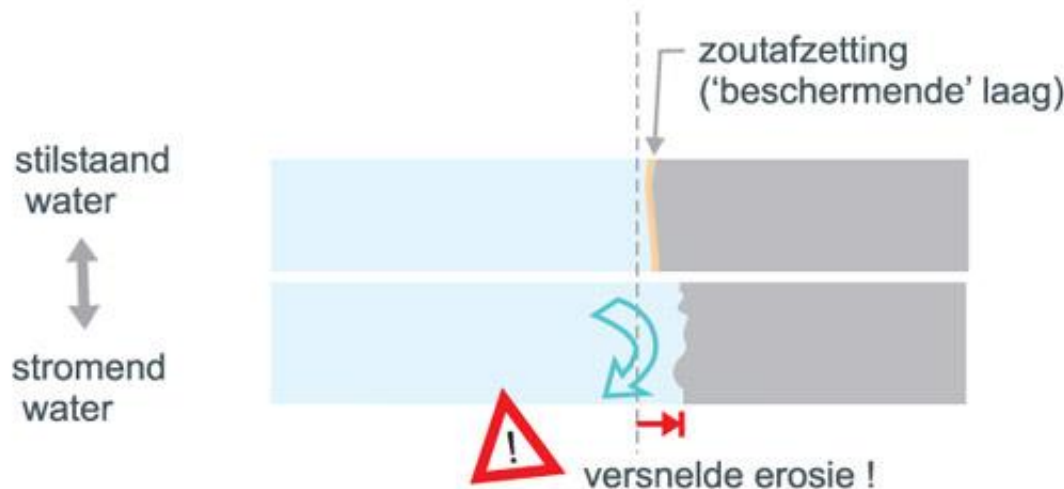
oorsprong:

- zure regen
- scheikundige producten
- gistingsproducten afkomstig van fruit, groenten, melk...
- afvalwaters: huishoudelijk, industrieel...



maatregelen ter voorkoming/bescherming:

- W/C ↓
- hoger cementgehalte
- coating
- overdimensionering ('opofferingsdikte')



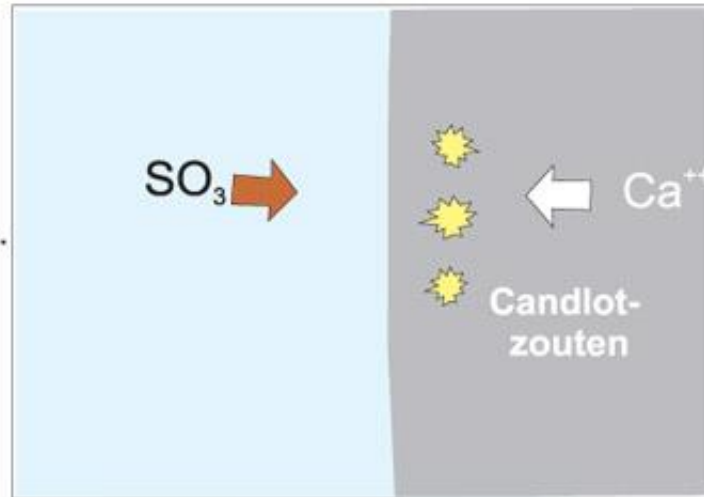
1c

2b1

4b6 beton en agressieve stoffen *sulfaten*

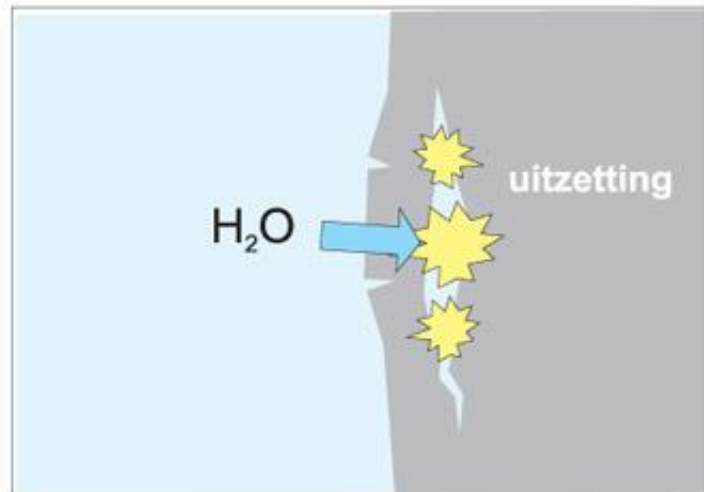
oorsprong:

- zeewater
- grondwater met sulfaten, meststoffen...



maatregelen ter voorkoming/bescherming:

- HSR-cement
- W/C ↓
- hoger cementgehalte
- coating



1c

2b1

4b6 beton en agressieve stoffen *chloriden*

oorsprong:

van buitenaf:

- zeewater
- zeelucht
- dooizouten

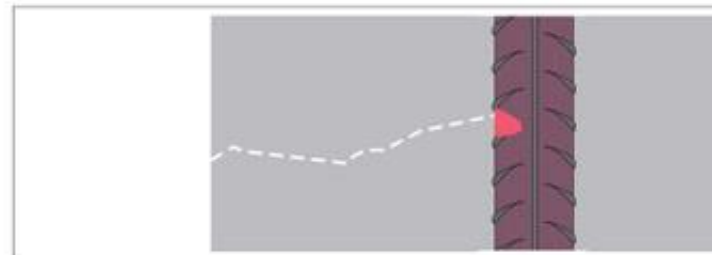
van binnenuit:

- zeegranulaten
- versnellers



maatregelen ter voorkoming/bescherming:

- W/C ↓
- betondekking overdimensioneren
- coating



"putcorrosie"



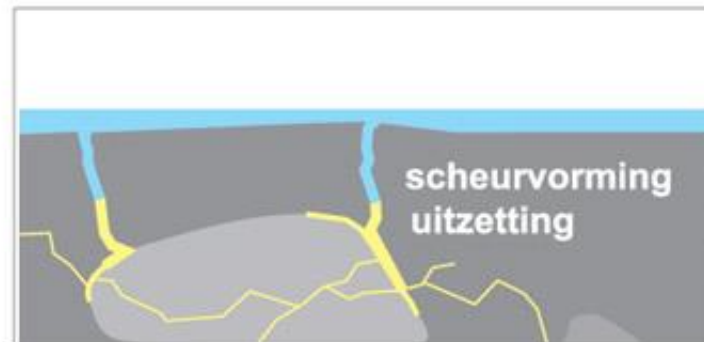
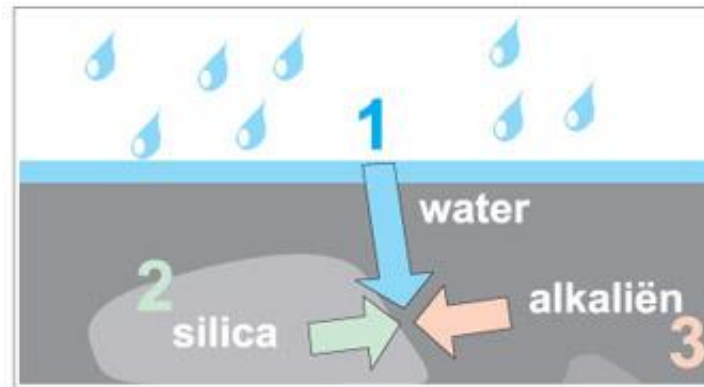
gevaar voor plotse breuk !

4b7 beton en alkali-silicareactie

oorsprong:

aan **3 voorwaarden** moet **TEGELIJK** voldaan zijn:

- 1-** vochtige omgeving
- 2-** reactieve granulaten
- 3-** hoog alkali-gehalte

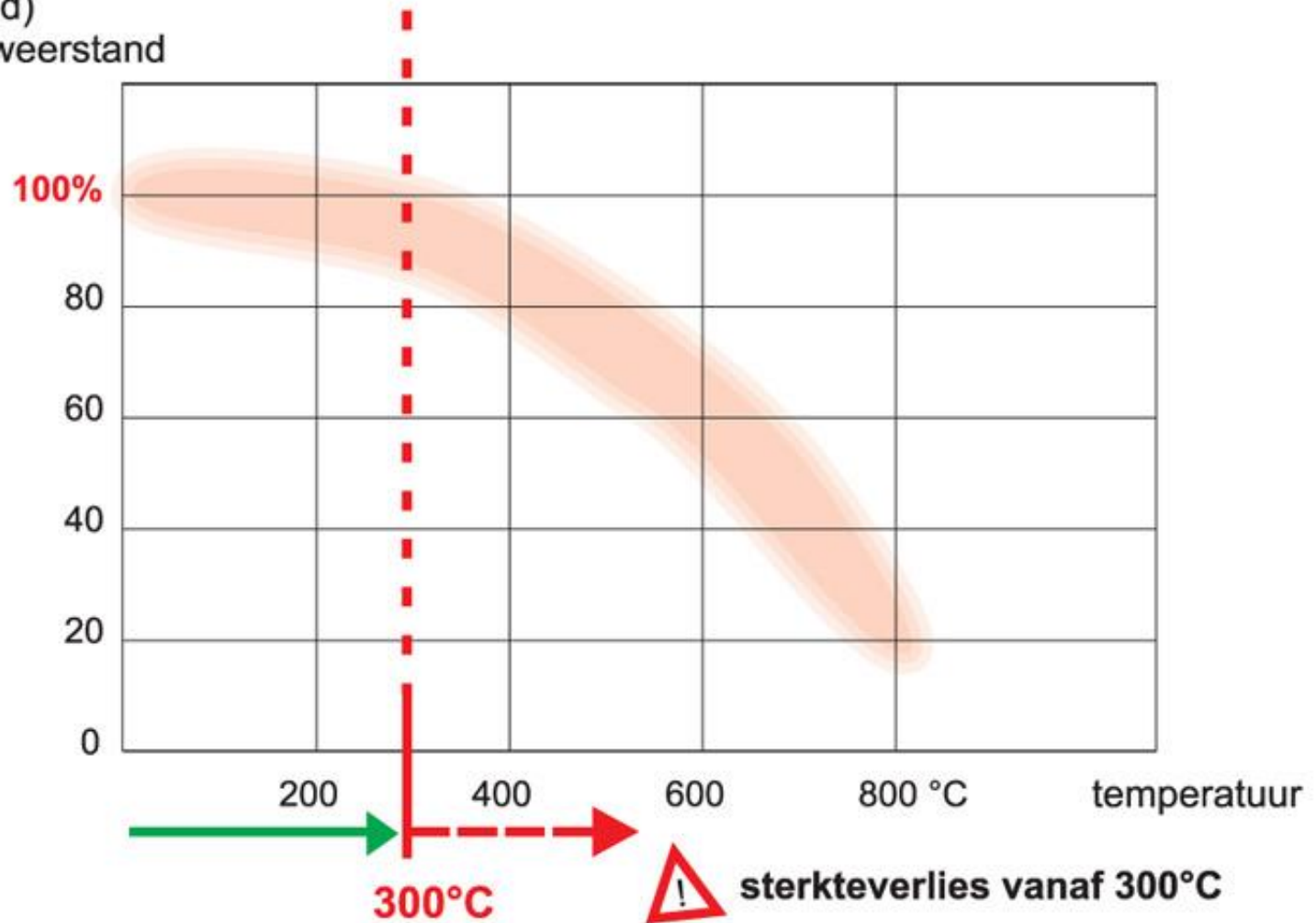


maatregelen ter voorkoming/bescherming:

- **LA-cement**
- compact beton ($W/C \downarrow$)
- niet-reactieve granulaten (controle door gespecialiseerd labo)

4b8 beton en brand *hoge temperaturen en druksterkte*

% (gemiddeld)
van de drukweerstand
bij 20°C



4b8 beton en brand *brandweerstand*

MATERIAAL



brandgedrag
klassen A1... F
(beton = A1 = niet brandbaar)



ELEMENT



brandweerstand
 R_f (REI)

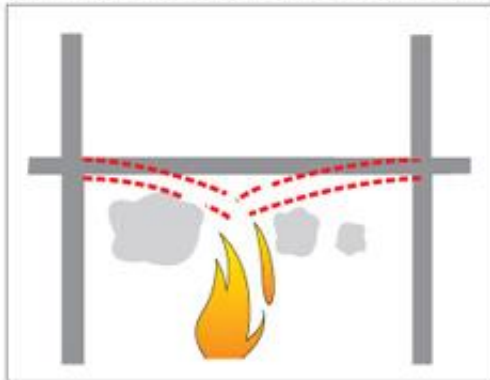


GEBOUW

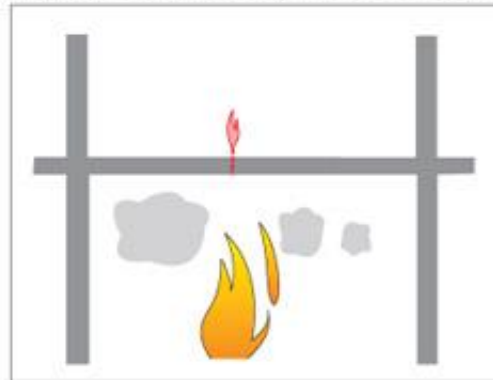


- ontwerp / berekening volgens Eurocodes (beton : EC2)
- 'Fire Safety Engineering'

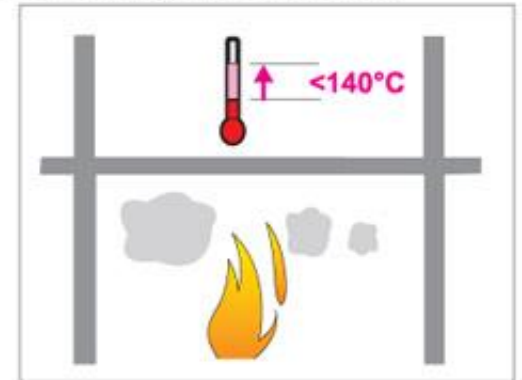
tijd tijdens dewelke het element (bv. een vloer) voldoet aan 3 criteria bij ISO-brand :



1 behoud van stabiliteit



2 ondoorlatendheid
t.o.v. vlammen en
gassen



3 thermisch isolerend

voorbeeld: vloerplaat of wand van beton met dikte 10-15 cm : $R_f = 60-120$ min.



belang van betondekking op wapeningen !



Hoelang het beton
zal standhouden ??...
We BRANDEN
van ongeduld om het te weten ...!

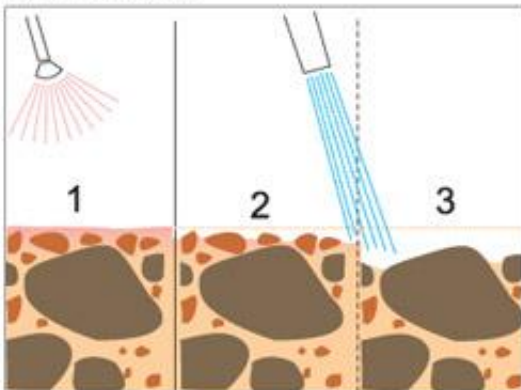


Sommige betonelementen hebben een brandweerstand van 4 uur.

4c1 uitzicht *technieken voor behandeling van betonoppervlak*



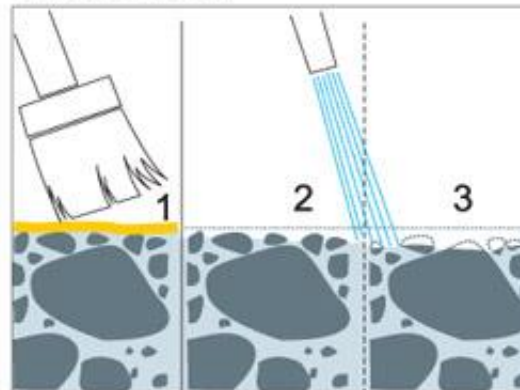
uitwassen



1- bindingvertrager
op vers beton of op bekisting
2/3 - afspoelen
resultaat afhankelijk van
indringingsdiepte



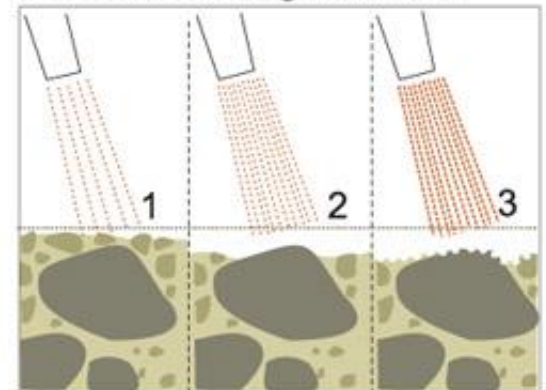
zuurbeitsen



1- zuur op verhard beton
(aanbrengen als pasta of
onderdompelen in zuurbad)
2/3- afspoelen
resultaat afhankelijk van
aantastingsdiepte en
zuurbestendigheid van de
granulaten



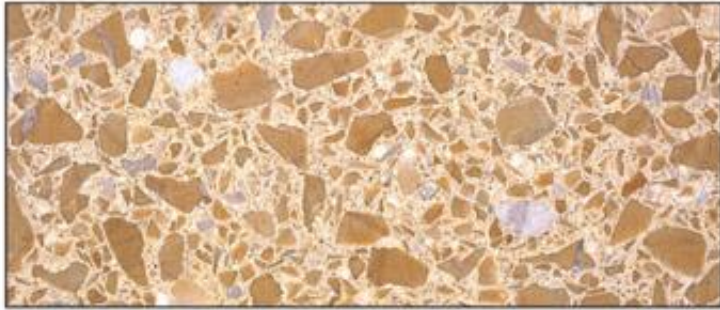
zandstralen / gritstralen



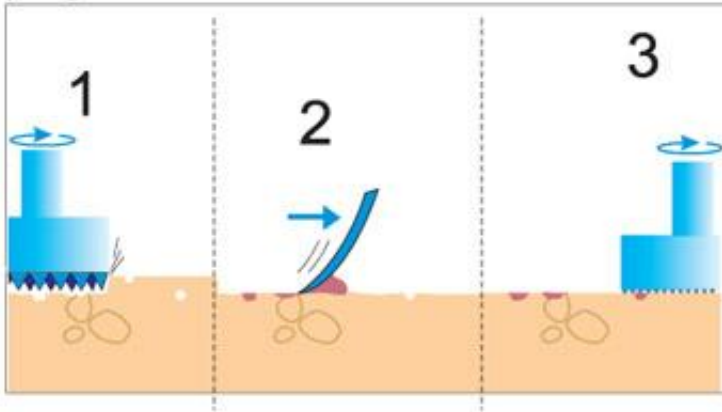
resultaat afhankelijk van
hydratatiegraad,
hardheid granulaten, type staalgrit,
duur, enz.

 effect van de behandeling steeds proefondervindelijk verifiëren !

4c1 uitzicht *technieken voor behandeling van betonoppervlak*



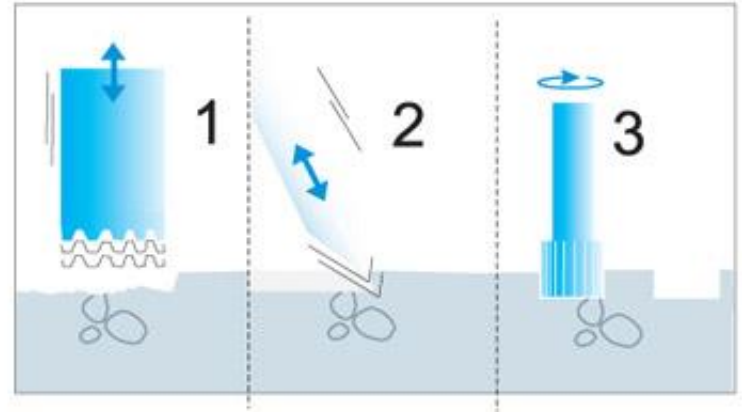
polijsten



- 1- slijpen
- 2- dichten (krassen, luchtbellens,...)
- 3- polijsten
(eventueel tot marmerglans, afwerken met beschermingsproduct)

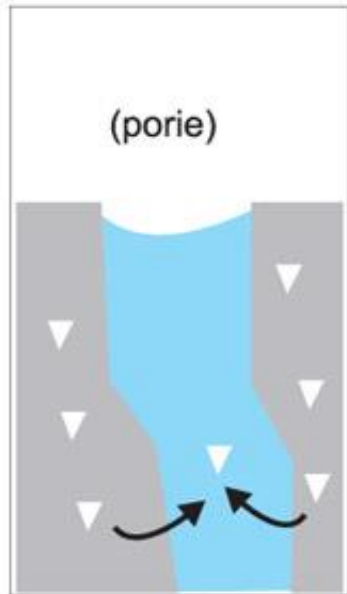


boucharderen, frijnen, frezen...

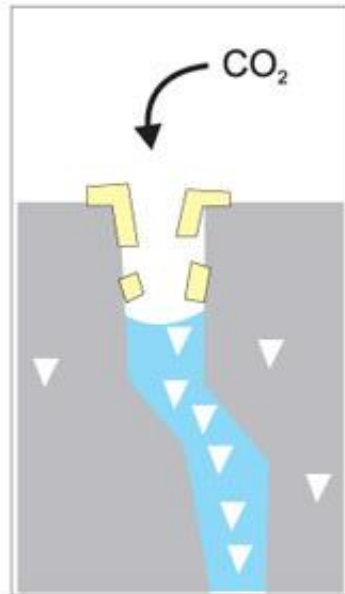


- bewerken met
- 1- bouchardeerhamer
 - 2- beitels
 - 3- frees

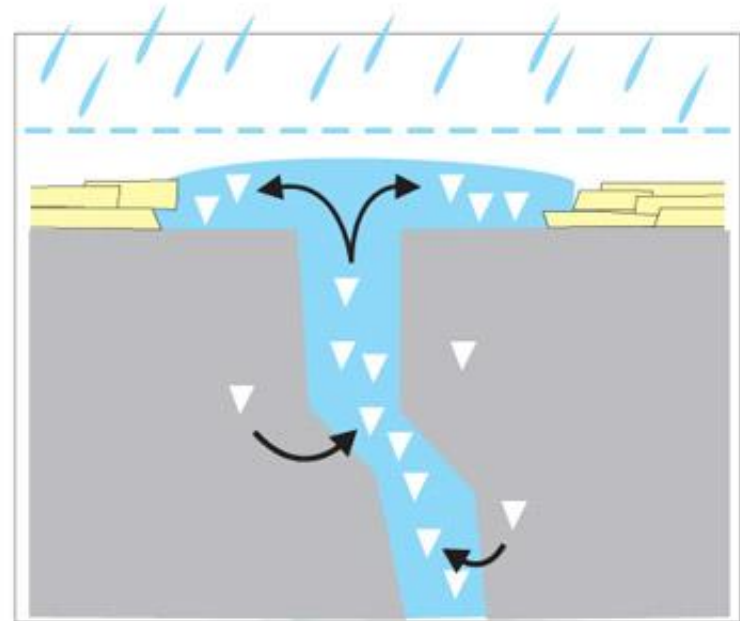
4c1 uitzicht *kalkuitslag*



- 1- hydratatie
⇒ vorming van
vrije kalk
 Ca(OH)_2



- 2- kalkafzetting,
vorming van
kalksteen CaCO_3



- 3- regen of condensatie: vrije kalk verspreidt zich
= **PRIMAIRE UITSLAG**
- 4- vrije kalk migreert naar oppervlak in later
stadium (via scheuren, holtes...)
= **SECUNDAIRE UITSLAG**

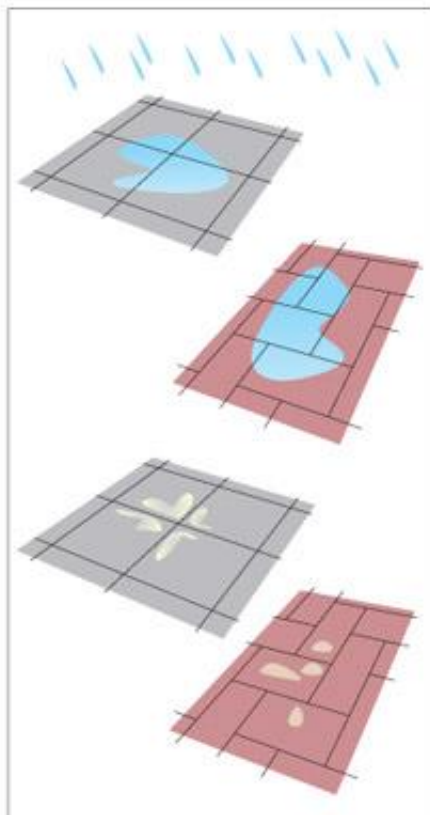


niet verwarren met 'uitbloeiingen'
(= zoutafzettingen, bijv. op baksteenmetselwerk)

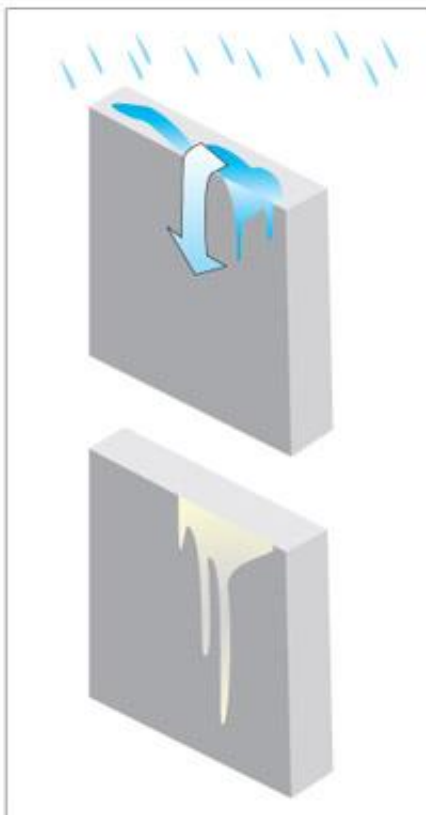
4c1 uitzicht *kalkuitslag*

primaire uitslag

(op jong beton : vlekken, sluiers, strepen...)



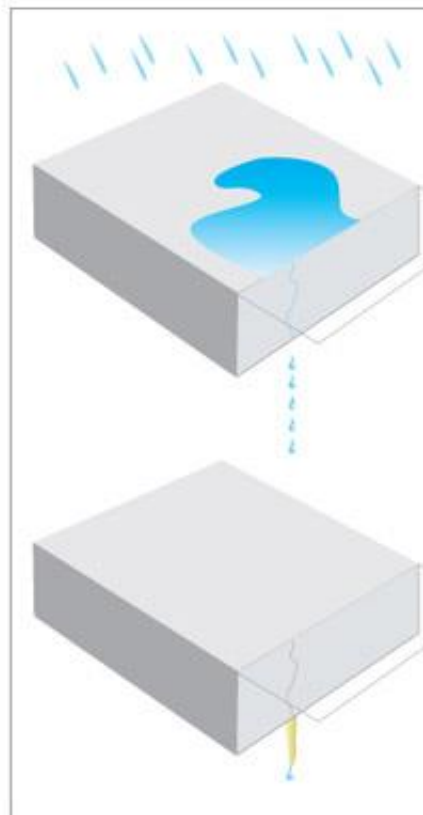
stilstaand water



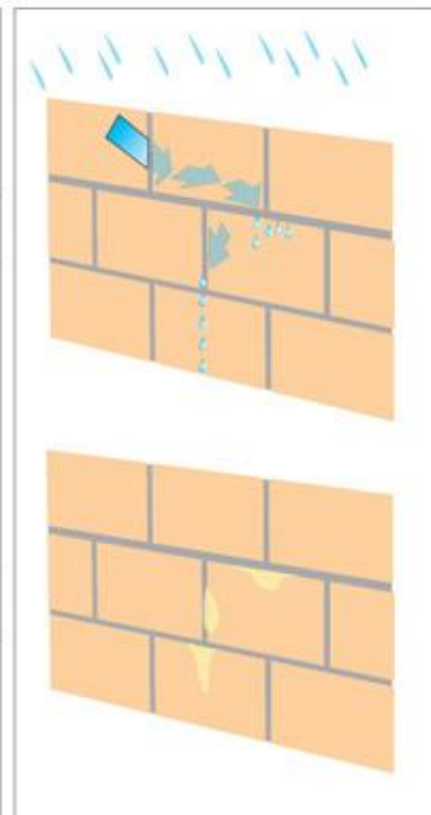
afstromend water

secondaire uitslag

(op lange termijn : stalactieten, korsten...)



water sijpelend door
scheurtjes,
grindnesten...

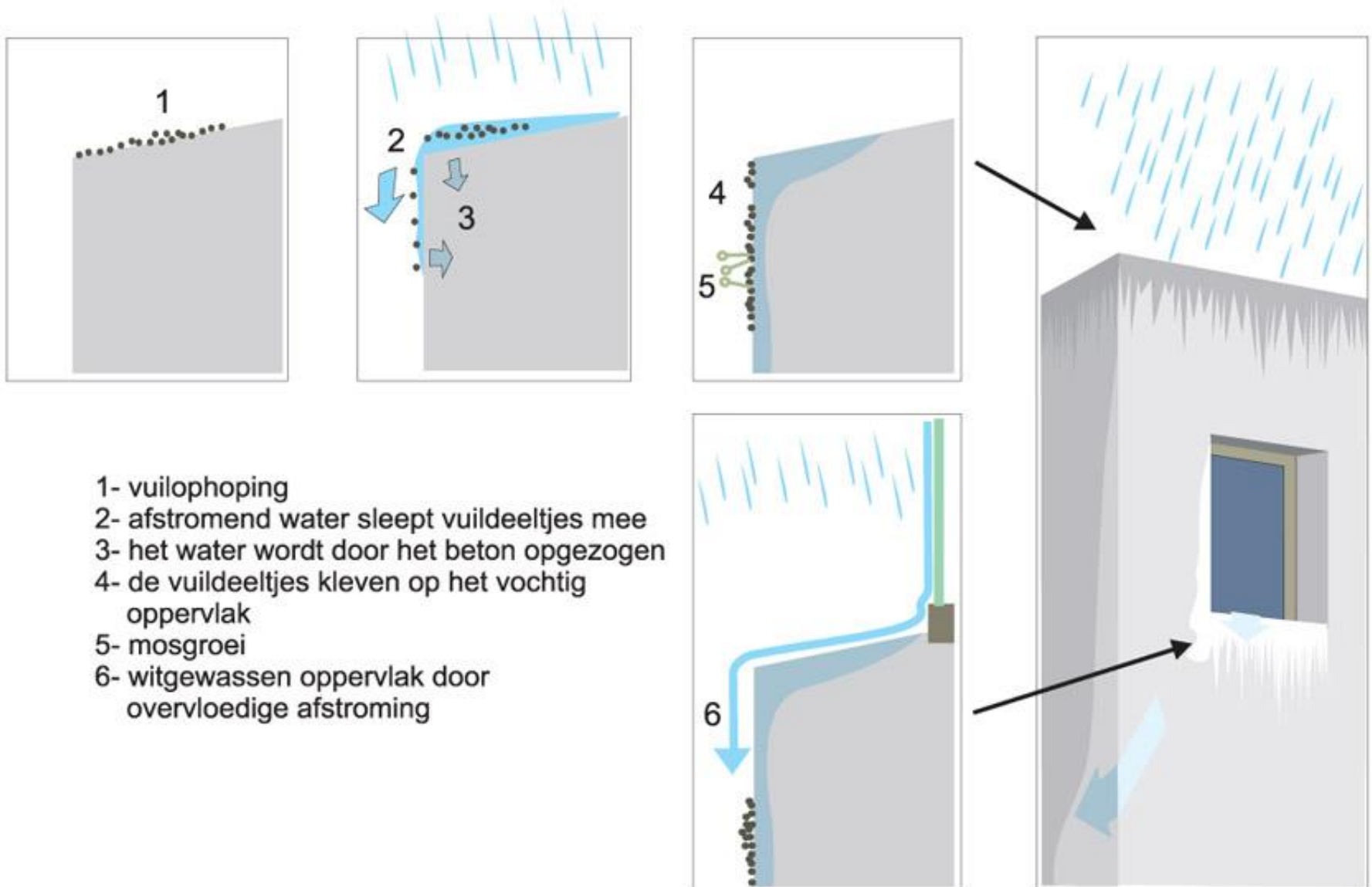


water sijpelend door
krimpscheurtjes,
slecht gevulde of
losgeraakte voegen...



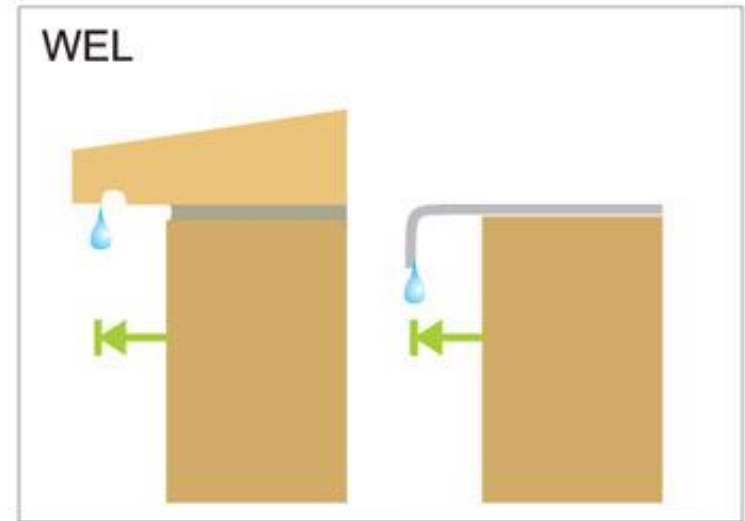
eventuele behandeling met zoutzuuroplossing (HCl, 1 à 3%)

4c1 uitzicht *vervuiling*



4c1 uitzicht *vervuiling*

● ontwerpdetails, bijv.:



● oppervlaktebehandeling:

- impregneren met hars (waterdicht maar ademend)
- aanbrengen van beschermende film
- aanbrengen van afwasbare film
(bijv. anti-graffiti: nieuwe film aanbrengen na elke reinigingsbeurt)

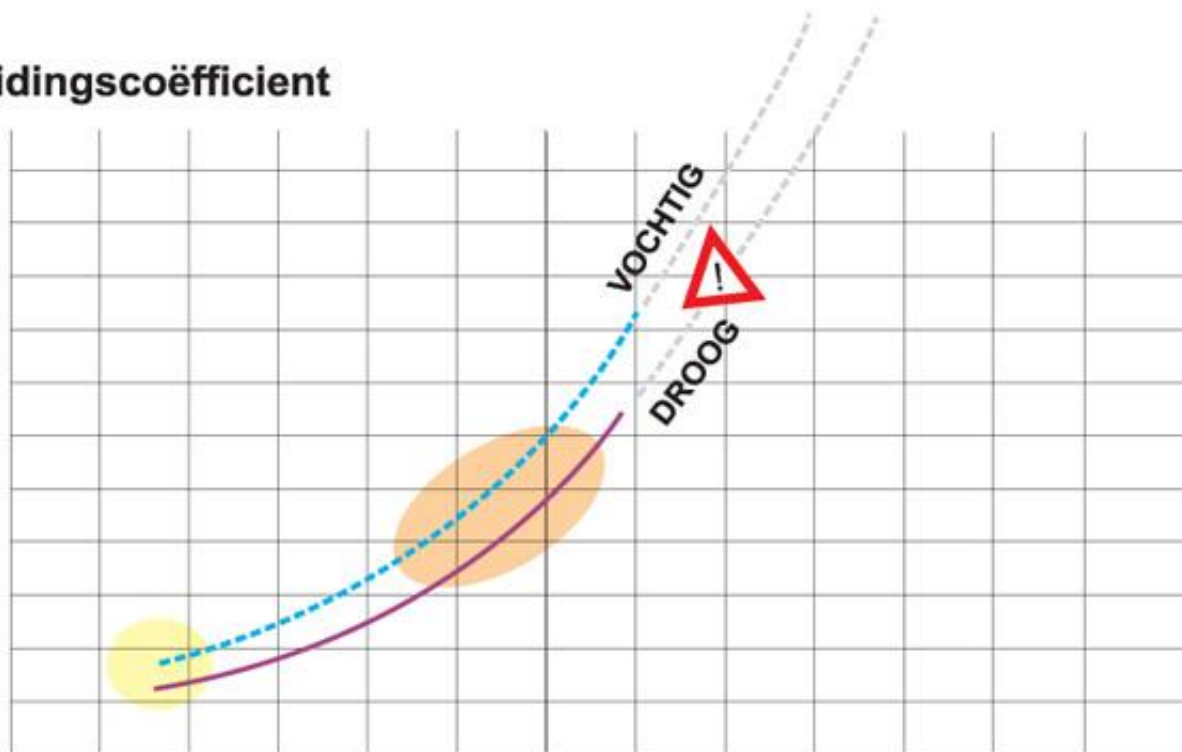
4c2 thermische eigenschappen

isolatie

warmtegeleidingscoëfficiënt

λ (W / mK)

1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0



400 600

cellenbeton

1200 1400

lichte granulaten

open compact

2200 2400

gewoon beton

volumieke massa ρ_b
(kg/m³)

(vergelijk met andere materialen:)

kurk : 0,05 - 0,1

hout : 0,3 - 0,5

ijzer: ~ 80

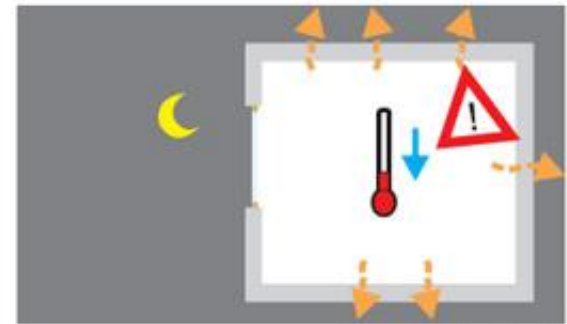
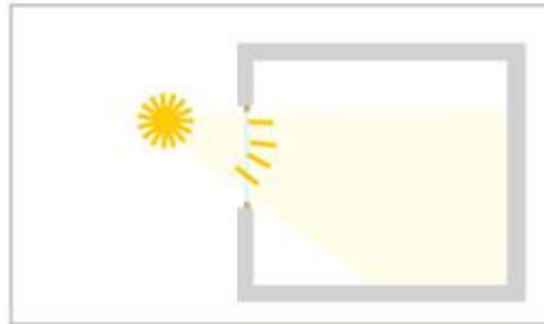
koper: ~ 400

	binnen	buiten
ongewapend	1,3	1,7
gewapend	1,7	2,2

4c2 thermische eigenschappen

thermische capaciteit

zware constructie
zonder isolatie



verwarming noodzakelijk

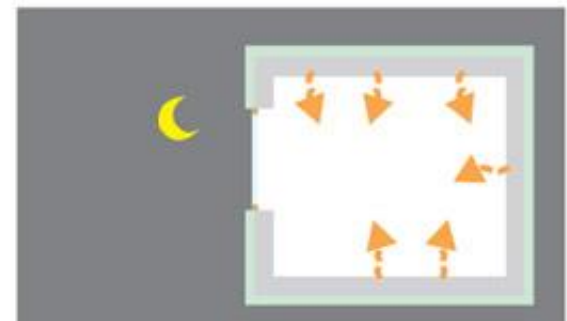
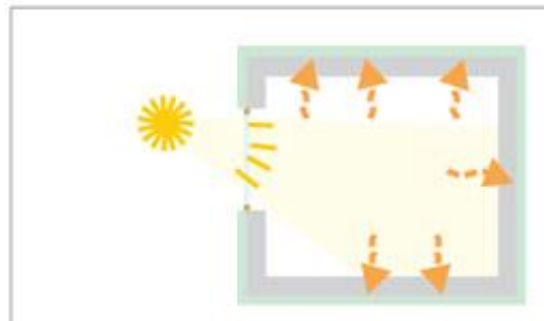
lichte constructie
met isolatie



koeling noodzakelijk

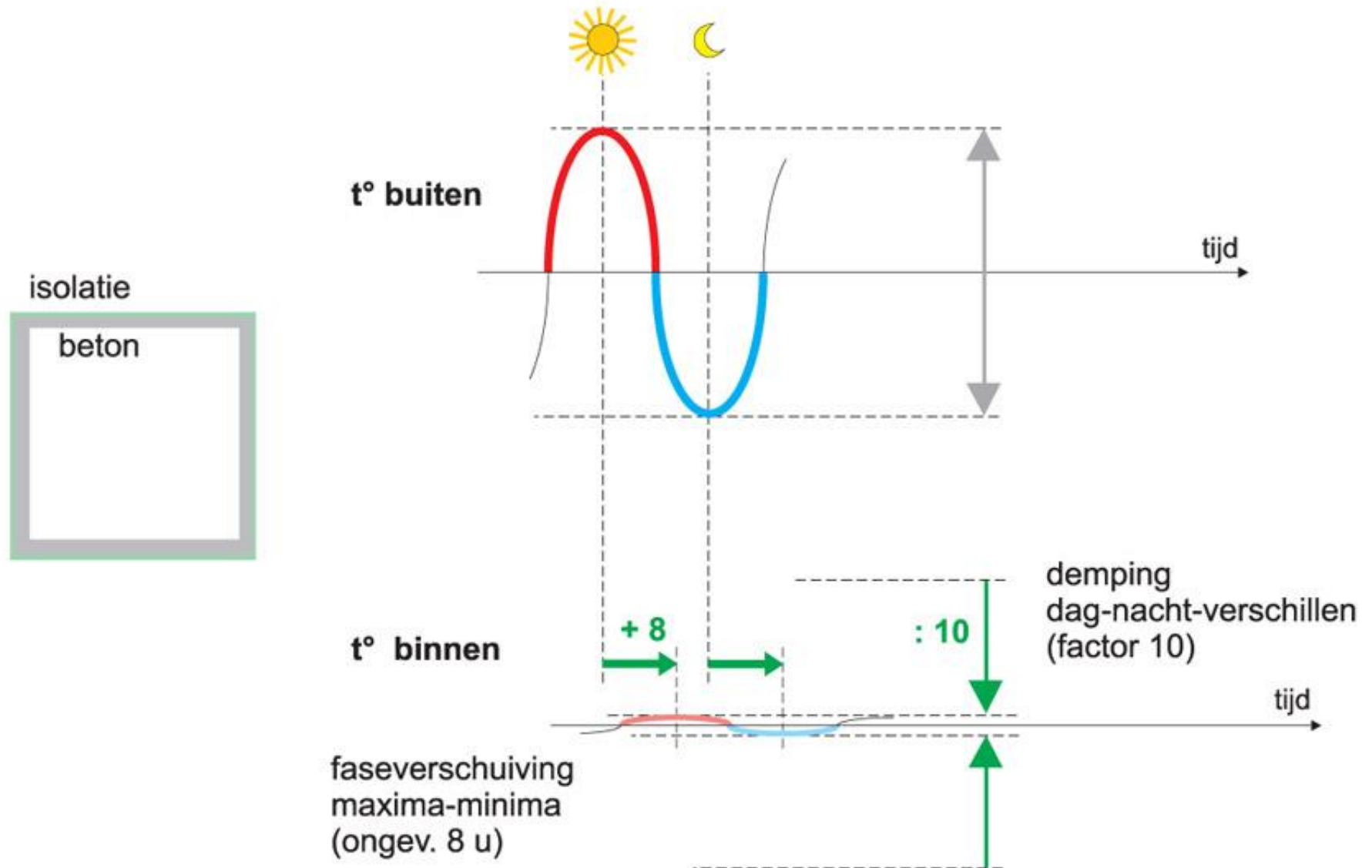


massa
+
isolatie
(aan de **buitenzijde**)

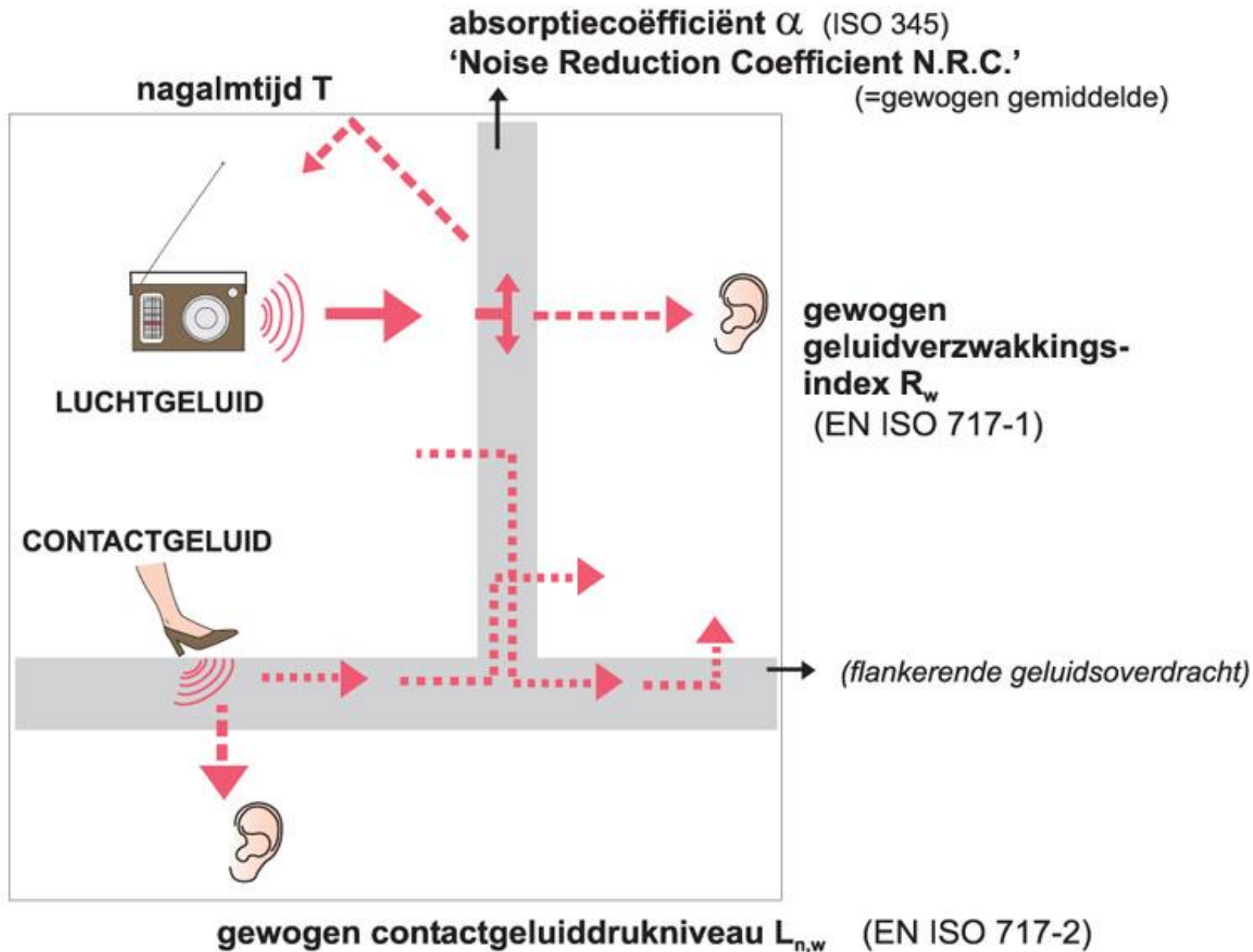


4c2 thermische eigenschappen

thermische inertie



4c2 akoestische eigenschappen

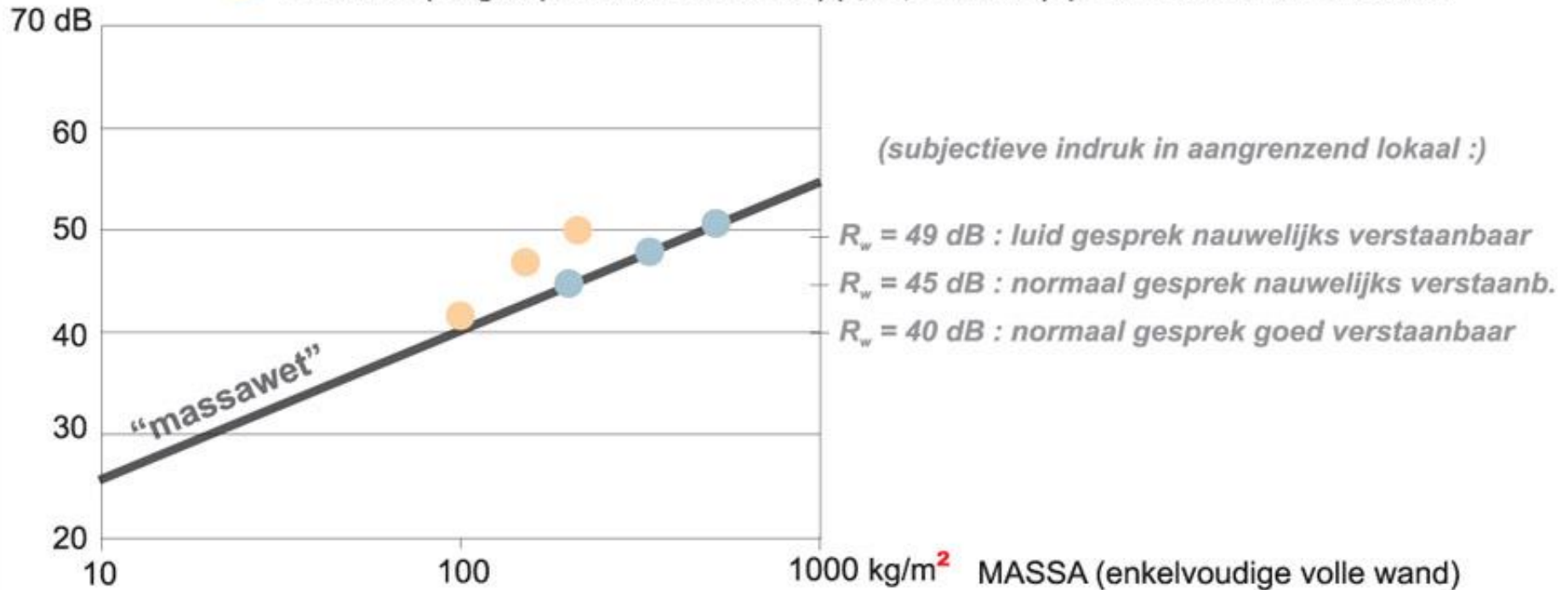


4c2 akoestische eigenschappen *isolatie (luchtgeluiden)*

GELUIDVERZWAKKINGSINDEX R_w (voorbeelden)

● gewoon beton (9, 14, 19 cm dik): volgt massawet

● licht beton (bv. geëxpandeerde kleikorrels) (9, 14, 19 cm dik): presteert beter dan massawet



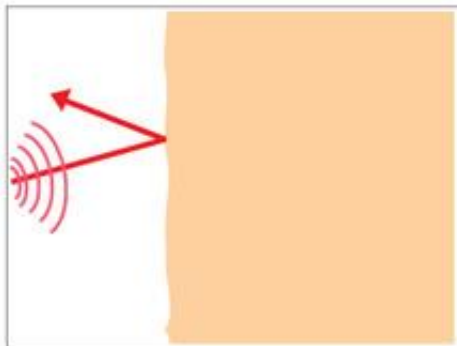
- R_w is eigenschap van wand, vloer... !

⇒ opgelet voor "geluidslekken" (scheuren, spleten, metselwerk: slecht gevulde voegen...)
en "akoestische bruggen" (bv. ankers, leidingen...)

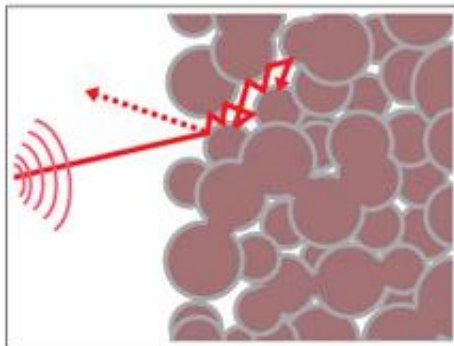
- contactgeluiden : dempen aan de bron (tapijt, zwevende vloer...)

4c2 akoestische eigenschappen *absorptie (luchtgeluiden)*

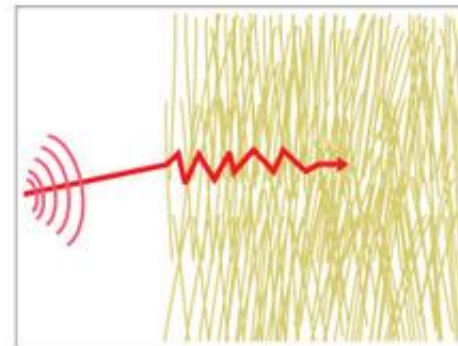
ABSORPTIECOEFFICIENT α (voor verschillende golflengtes: 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz)



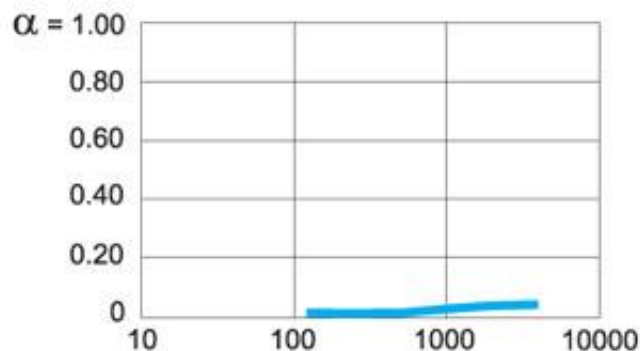
glad beton, glad metselwerk,
gladde pleisterlaag



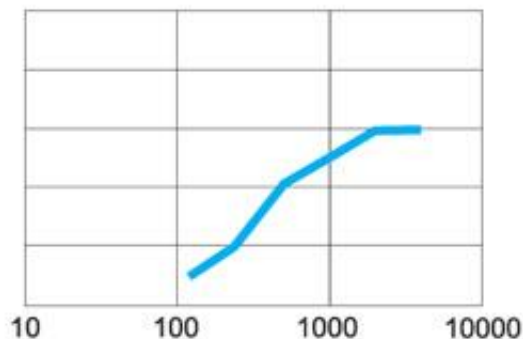
beton met open structuur
(geëxpandeerde klei)



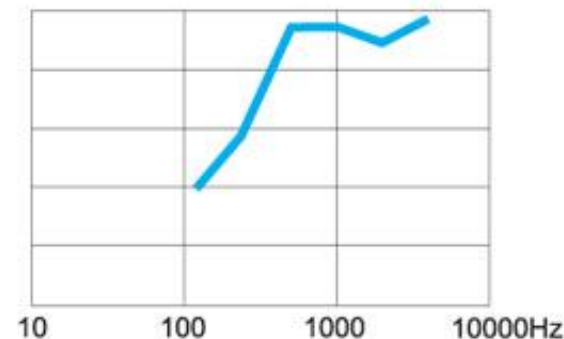
glaswol / rotswol
(40mm)



N.R.C. = 0.03
("Noise Reduction Coefficient")



N.R.C. = 0.45



N.R.C. = 0.80



verf- of pleisterlaag doen
absorptie teniet !



absorptie $\neq$ isolatie !
 $\Rightarrow$ indien nodig ook
luchtdicht maken

Normen & Technische Voorschriften:

NBN B15-001 : Beton - Prestaties, productie, verwerking en conformiteitscriteria

NBN B15-002 : Eurocode 2: Berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen

Eurocode 2 - Part 1-2: Structural Fire Design of Concrete Structures

Verdere inlichtingen:

Betontechnologie (cursusboek + complement)

Brussel : Belgische Betongroepering (BBG), 1994 (1998)

BARON J. ; OLLIVIER J.P.

La durabilité des bétons

Paris : Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, 1992

CARLES-GIBERGUES A. ; PIGEON M.

La durabilité des bétons en ambiance hivernale rigoureuse

in : La durabilité des bétons, Presses Ponts et Chaussées, 1992

DOSSIER CEMENT

Brussel : FEBELCEM

NEVILLE A.M.

Properties of Concrete (Fourth and Final Edition)

Harlow : Longman, 1995

ACI Manual of Concrete Practice

Farmington Hills: ACI (American Concrete Institute), 1996

SOUWERBREN C.

Betontechnologie (9e herdruk)

Cement en Beton

Den Bosch : Stichting BetonPrisma, augustus 1995

Duurzaamheid en onderhoud van betonconstructies

CUR Rapport n° 172, juli 1994

