

Vraag 1 **bte2/58\15**

Bereken de samenstelling voor 1 m³ beton:

	CEM I 52,5 R 265 kg =	265 / 3150	= 0,084 m ³
	nat zand is 946 / 1,05 =	901 kg droog / 2650	= 0,340
	nat grind is 928 / 1,03 =	901 kg droog / 2650	= 0,340
2 pt	water: 18 + (946 - 901) + (928 - 901) =	90 kg / 1000	= <u>0,090</u>
	totaal		0,854 m ³
1 pt	holle ruimte 1,000 - 0,854		= 0,146 m ³

1 pt a. Percentage holle ruimte is dus 14,6%.

b. De *pakking* van het toeslagmaterialenmengsel is:

1 pt
$$\frac{\text{volume toeslagmaterialen}}{\text{totale volume betonmengsel}} \times 100\% = \frac{0,340 + 0,340}{1,000} \times 100\% = 68\%$$

1 pt c. Voor het berekenen van de *sterkte* is nodig:

- w/c-factor = 90 / 265 = 0,34

- normsterkte cement: N = 63 N/mm²

- percentage holle ruimte 0,146 m³ d.i. 15% (afgerond)

1 pt zonder correctie holle ruimte: B = 0,8 x 63 + 25 / 0,34 - 45 = 79 N/mm²

1 pt met correctie holle ruimte: B = 79 x 0,95⁽¹⁵⁻²⁾ = 40,6 = 41 N/mm²

d. *Verhogen van de sterkte:*

1 pt Verhoging van de sterkte kan niet door het verlagen van de water-cementfactor. De verwerkbaarheid van de specie in de tegelpers zal daardoor niet meer correct zijn.

1 pt Verhoging van de sterkte moet plaatsvinden door verlaging van de hoeveelheid holle ruimte. Dit kan alleen door bij gelijkblijvende w/c-factor het cementgehalte te verhogen of door het toevoegen van extra fijn materiaal (kalksteenmeel, poederkoolvliegias e.d.)

Vraag 2 **bte4/14\15**

1 pt a. Het hydrostatisch drukverloop is de druk die de betonspecie als vloeistof uitoefent op de bekisting. De druk is recht evenredig met de hoogte van de vloeistof en de volumieke massa van de specie.

b. Het hydrostatisch verloop treedt altijd op, in ieder geval in het gebied waarin de specie zich nog als vloeistof gedraagt.

Na verloop van tijd neemt, als gevolg van het binden van het cement, de druk niet meer toe. Deze bereikt dan een maximale waarde.

1 pt Daarnaast heeft de korrelstapelingsinvloed op het beperken van de speciedruk.

In de berekening van de speciedruk is uitgegaan van het verdichten van het beton m.b.v. trilnaalden, die niet dieper gaan dan 1 m in het reeds verdichte beton. Als deze beton toch in trilling wordt gebracht, moet het hydrostatisch drukverloop wordt doorgezet.

1 pt Hetzelfde doet zich voor bij het gebruik van bekistingstrillers.

- 3 x 1 pt
- c. Reduceren van de maximale speciedruk kan door:
- verlagen van de stortsnelheid c.q. stijgsnelheid
 - verlagen van de consistentie van de specie
 - verhogen van de specietemperatuur
 - geen vertrager gebruiken
-

- Vraag 3** **bte5/06\15**
- Mogelijke oorzaken voor roestvorming in het oppervlak zijn:
- 4x1 pt
- corrosie van de wapening (door onvoldoende dekking en/of door scheurvorming)
 - binddraadjes
 - roestwater van stekken
 - pyriet en/of oer in toeslagmateriaal
 - vervuilde bekisting
-

- Vraag 4** **bte5/07\15**
- 1 pt
- a. Vorstschade ontstaat door het bevriezen van water in de poriën. Het water dat befrist neemt een groter volume in, waardoor er in het beton expansieve krachten ontstaan die tot scheurvorming kunnen leiden en delen van het beton kunnen afdrukken.
- 1 pt
- b. Jong beton bevat meer vrij water dan oud beton, dus is de kans op bevriezen van water groter.
In jong beton heeft het beton weinig sterkte en is extra gevoelig voor vervormingen. Daarom zal bij jong beton vorstschade eerder optreden dan bij oud beton.
- 1 pt
- c. Om vorstschade te voorkomen kan men kiezen voor:
- een lagere water-cementfactor;
 - inbrengen van extra luchtbellens om de capillaire poriën te onderbreken. Het uitzettende water vult de luchtbellens, zonder dat inwendige spanningen ontstaan;
 - het beton zo lang mogelijk te beschermen door langer in de bekisting te laten, te isoleren of in te pakken.
- 3x1 pt
-

- Vraag 5** **bte3/35\00\15**
- 1 pt
- a. Sterkteklasse C25/30
Te ontwerpen gemiddelde sterkte = $30 + 8 = 38 \text{ N/mm}^2$
- 1 pt
- Keuze CEM III/B 32,5 N LH HS, normsterkte na 28 dagen = 48 N/mm^2 , de keuze is gebaseerd op beperkte hydratatie-warmte.
- 1 pt
- $38 = 0,8 \times 48 + 25/wcf - 45 \rightarrow w/c = 0,56$
- Milieuklasse XF2:
w/c = 0,45 (zonder lucht), aan te houden w/c = 0,43
w/c = 0,55 (met 3,5 % lucht), aan te houden w/c = 0,53
- 1 pt

1 pt De eis van de milieuklasse lijkt maatgevend, maar de w/c-factor voor de sterkte moet worden gecorrigeerd t.g.v. extra lucht.

1 pt De gemiddelde sterkte wordt dan $38/0,95^{1,5} = 41 \text{ N/mm}^2$
Hierbij hoort een w/c-factor van

1 pt $41 = 0,8 \times 48 + 25/w/c - 45 \rightarrow w/c = 0,53.$

1 pt Uit te gaan van w/c = 0,53 met 3,5% lucht.

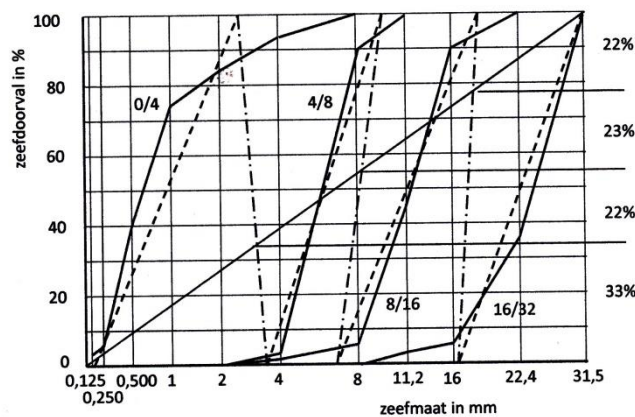
Consistentieklasse S3 → waterbehoefte 180 kg

Toepassing gebroken toeslagmateriaal: waterbehoefte + 10 kg

1 pt Waterbehoefte 180 + 10 = 190 kg

1 pt Cementgehalte C = 190 / 0,53 = 358 kg

3 pt



Uitwerking grafische methode levert de volgende percentages toeslagmateriaal:

Zand 0/4 33%

Kalksteen 4/8 22%

Kalksteen 8/16 23%

1 pt Kalksteen 16/32 22%

Controle ontwerpgebied:

zeef	zeefdoorval in %				mengsel
	0/4 x 0,33	4/8 x 0,22	8/16 x 0,23	16/32 x 0,22	
31,5	33	22	23	21,6	100
22,4	33	22	23	7,7	86
16	33	22	20,7	1,3	77
11,2	33	22	10,4	0,7	66
8	33	19,8	1,2	0	54
4	31	0,4	0,2	0	32
2	28,1	0	0	0	28
1	24,8	0	0	0	25
0,500	13,2	0	0	0	13
0,250	1,7	0	0	0	2
0,125	1	0	0	0	1

2 pt

1 pt

Het toeslagmaterialenmengsel ligt geheel in ontwerpgebied I

Uitleveringsberekening

CEM III/B 32,5 N		358 kg	2950 kg/m ³	0,121 m ³
water		190 kg	1000	0,190
lucht 3,5%				0,035
		subtotaal		0,346 m ³
toeslagmateriaal				0,654 m ³
Zand 0/4	33 %	572 kg	2650	0,216 m ³
Kalksteen 4/8	22 %	396 kg	2750	0,144 m ³
Kalksteen 8/16	23 %	414 kg	2750	0,150 m ³
Kalksteen 16/32	22 %	396 kg	2750	0,144 m ³

Toeslagmateriaal	Droog	vocht	vocht	absorptie	absorptie
Zand 0/4	572	4,0%	23 kg	0,3%	2 kg
Kalksteen 4/8	396	2,1%	8 kg	1,5%	6 kg
Kalksteen 8/16	414	1,5%	6 kg	1,5%	6 kg
Kalksteen 16/32	396	1,2%	8 kg	1,5%	6 kg
			45 kg		20 kg

3 pt Aanmaakwater: $190 - 45 + 20 = 170$ kg

Doseeropgave mengmeester voor 1 m³ betonspecie:

CEM III/B 32,5 LH HS	358 kg
Zand 0/4	595 kg
Kalksteen 4/8	404 kg
Kalksteen 8/16	420 kg
Kalksteen 16/32	404 kg
Aanmaakwater	170 liter

1 pt

Luchtbelvormer zodat een luchtgehalte van 3,5 % wordt gerealiseerd

Controle:

– Gradering in ontwerpgebied I is reeds gecontroleerd.

– Hoeveelheid fijn: cement 0,121 m³

lucht 0,015

1 pt

zand 0,011

totaal 0,147 m³ voldoende (> 0,115 m³)

b. De betonspecie wordt gestort onder zomerse omstandigheden waardoor de specietemperatuur tussen 15 en 25 °C zal liggen.

De sterkteontwikkeling van het beton bedraagt:

1 pt

– op basis van CEM III/B 32,5 N LH HS, rekening houdend met extra lucht $0,8 \times 10 + 25/0,53 - 45 = 10$ N/mm² bij een temperatuur van 20°C.

2 pt

– De warmteontwikkeling in de constructie is echter van dien aard dat de sterkteontwikkeling aanzienlijk wordt versneld en men, gegeven de omstandigheden, zeker een sterkteniveau na twee dagen realiseert van 15 N/mm².

Er is geen reden om de samenstelling aan te passen!

Vraag 6 **bte5/05\15**

1 pt

a. Schade op foto is zandstrepen.

2x1 pt

- b. Zandstrepen ontstaan door:
- watertransport langs bekisting door bleeding
 - overmatig verdichten
 - trilling van de bekisting

3x1 pt

- c. Zandstrepen zijn te voorkomen door:
- minder water in de specie, bv. door gebruik te maken van een waterreducerende (super)plastificeerder
 - meer fijn materiaal, waardoor de specie stabiel wordt
 - niet onnodig lang te verdichten
 - gebruik van een stijvere bekisting

Vraag 7

bte2/60\15

1 pt

- a. 4 liter zand heeft een massa van: $4 \times 1,5 = 6$ kg
4 liter grind heeft een massa van: $4 \times 1,7 = 6,8$ kg

1 pt

$$\text{volume zand: } 6 / 2,65 = 2,264 \text{ l}$$

$$\text{volume grind: } 6,8 / 2,65 = 2,566 \text{ l}$$

$$\text{totaal volume} \quad 4,83 \text{ l}$$

$$\text{restvolume } 8 - 4,83 = 3,17 \text{ l}$$

1 pt

$$\text{Dus volume water} \quad 3,17 \text{ l met een massa van } 3,17 \text{ kg}$$

1 pt

- b. Totale massa meetvat:
 $3,8 + 6 + 6,8 + 3,17 = 19,77$ kg

Vraag 8

bte6/18\07\12\15

Het gemiddelde en de standaardafwijking van de steekproef zijn:

1 pt

$$\bar{x}_{15} = 50,2 \text{ N/mm}^2$$

$$s_{15} = 4,7 \text{ N/mm}^2$$

1 pt

De karakteristieke kubusdruksterkte moet zijn 45 N/mm^2 met als

$$\text{criteria } f_{c,\text{cube}} = \bar{x}_{15} - 1,48 \times \sigma \text{ en } 0,63 \sigma \leq s_{15} \leq 1,37 \sigma$$

$$0,63 \sigma = 0,63 \times 3,5 = 2,2$$

$$1,37 \sigma = 1,37 \times 3,5 = 4,8$$

De s_{15} ligt binnen deze beide grenswaarden, dus kan worden

1 pt

gerekend met $\sigma = 3,5 \text{ N/mm}^2$

$$f_c = 50,2 - 1,48 \times 3,5 = 45,0 \text{ N/mm}^2 \text{ dus voldoet.}$$

De conclusie van de betontechnoloog is dus terecht!

1 pt

Een andere mogelijkheid is dat wordt gerekend met de formule

$$f_{c,\text{cube}} = \bar{x}_{15} - 1,48 \times s_{35} = 50,2 - 1,48 \times 4,1 = 44,1 \text{ N/mm}^2$$

1 pt

In dit geval is de conclusie van de betontechnoloog dat de steekproef niet voldoet.

Vraag 8

bte4/13\15

1 pt

Er is een verschil in wanddikte: de wanden A, B en C zijn aanmerkelijk dikker dan wand D.

1 pt

Er is een verschil in bekisting: de wanden A, C en D verhardten in een slecht isolerende (stalen) bekisting, terwijl wand B verhardt in een goed isolerende (houten) bekisting.

2 pt

De wanden A en D zijn zonder vertrager gestort, terwijl de wanden B en C met vertrager zijn.
