

Betontechnologie

Vraagstukken

Inleiding

In de cursus Beton Technoloog wordt een redelijke basiskennis van rekentechnieken gevraagd. Omdat bij velen van u deze basiskennis wellicht wat is weggezaakt worden in het laatste hoofdstuk de benodigde rekenvaardigheden opgefrist. Gezien de slagingspercentages voor de cursus Beton Technoloog (gemiddeld circa 60%) adviseer u ik om dit hoofdstuk (Algebra) door te nemen.

De overige hoofdstukken bestaan uit een compilatie van examenvraagstukken over de afgelopen jaren aangevuld met eigen opgaven en opgaven uit eerdere dictaten.

Klaas Wiersma
februari 2019

Hoofdstuk 1: Uitbreiding en verdieping betontechnologie

Hoofdstuk 2 & 3: Samenstellen van beton &

Beton met bijzondere specificaties & bijzondere uitvoeringsmethoden

Hoofdstuk 4: Beton in de kist

Hoofdstuk 5: Beoordeling van beton als eindproduct

Hoofdstuk 6: Procesbeheersing

Hoofdstuk 7: Controle van betonspecie / Onderzoek aan de constructie

Extra: Algebra

Bijlagen:

- 2 soorten logaritmisch papier, zoals dit waarschijnlijk zal worden uitgedeeld op het examen
- Lineair papier

Algemeen: indien u aannames doet → vermeld ze dan!

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 1

H 1: Opgave 1 (2001:7).

Bereken de water-bindmiddelfactor van het volgende mengsel:

310 kg CEM I 42,5

150 kg poederkoolvliegias

150 kg water

- 0,31
- 0,40
- 0,43
- 0,45

H 1: Opgave 2.

De richtwaarde voor de waterbehoefte bij het ontwerp van een betonspeciemengsel is voornamelijk afhankelijk van een combinatie van:

- cementgehalte, ontwerpgebied en grootste zeefmaat
- cementsoort, consistentieklasse en ontwerpgebied
- consistentieklasse, ontwerpgebied en grootste zeefmaat
- consistentieklasse, grootste zeefmaat en temperatuur

H 1: Opgave 3 (2011:6).

- Wat is een passiveringslaag?
- Geef twee oorzaken waardoor de passiveringslaag kan worden bedreigd.
- Hoe kan worden voorkomen dat de passiveringslaag wordt aangetast met maatregelen:
 - In het ontwerp van de constructie?
 - Bij het mengselontwerp?
 - In de uitvoering?

H 1: Opgave 4 (2005:1).

Voor een opslagplaats bij een chemische fabriek worden betonnen wanden gemaakt. Dit beton wordt blootgesteld aan het volgende milieu:

- Er is gemiddeld sprake van een beperkte verzadiging met water en er kunnen doozouten worden gestrooid.
 - Verder wordt de constructie regelmatig blootgesteld aan afvalwater met een pH-waarde van 5 en dat 300 mg/l sulfaat bevat.
- welke milieuklassen zijn van toepassing?
 - welke eisen dienen aan de betonspeciesamenstelling te worden gesteld?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 2

H 2: Opgave 1 (2010:4).

Een betonspeciesamenstelling moet voldoen aan de volgende eisen:

- Sterkteklasse: C30/37
- Milieuklasse XF
- Verpompbaar

Van twee mengsels zijn de hoeveelheden per m³ gegeven in onderstaande tabel:

Grondstof	mengsel	
	A	B
CEM III/B 32,5 N	330	360
water	165	180
droog zand 0/4	795	730
droog grind 4/32	1095	1010
hulpstof	Nee	Ja

Het zand heeft op 0,25 mm een doorval van 3%.

De normsterkte van het CEM III/B 32,5 N bedraagt 50 N/mm².

In hoeverre voldoen de beide mengsels aan de afzonderlijke eisen t.a.v.:

- a. Sterkteklasse
- b. Milieuklasse
- c. Hoeveelheid fijn

H 2: Opgave 2 (2011:9).

Een monster betonspecie van 6105 g wordt gedroogd tot een constante massa van 5641 gram.

De afweegstaat van de charge betonspecie geeft de volgende informatie:

- Cement: 1020 kg
- Water: 385 kg
- Nat zand 2320 kg
- Nat grind: 3415 kg

a: Bereken de water-cementfactor van de betonspecie.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 2

H 2: Opgave 3 (Optioneel).

Er bestaan verschillende formules welke de relatie tussen de gemiddelde druksterkte van beton en de water-cementfactor beschrijven. Zo kennen we:

- Abrams: $f_{cm} = K^{(c/w)}$ (N/mm²)
- Féret: $f_{cm} = K*[c/(c+w+a)]^2$ (N/mm²)
- Bolomey: $f_{cm} = K*[c/(w+a) - 1/2]$ (N/mm²)
- Buist : $f_{cm} = K + b*c/w$ (N/mm²)

hierin zijn:

- f_{cm} : gemiddelde druksterkte van beton
- c: cementgehalte (kg/m³)
- w: watergehalte (kg/m³)
- a: luchtgehalte (liter/m³)
- b: een constante (25)

- a) Bereken voor elk van de formules de waarde van K, en maak een schatting van de druksterkte bij een water-cementfactor van 0,65, als gegeven is dat de gemiddelde druksterkte bij een water-cementfactor van 0,50 → 50 N/mm² bedraagt.

H 2: Opgave 4 (2001:6).

Om de sterkte-ontwikkeling van een betonspeciemengsel te versnellen verandert men het CEM I 32,5 R in CEM I 52,5 R, zonder de betonsamenstelling verder aan te passen. Wat voor invloed heeft deze verandering op de volgende eigenschappen (a tot en met d)? Motiveer uw antwoorden.

- a. de verwerkbaarheid van de betonspecie
- b. het temperatuurverloop tijdens de verharding
- c. de sterkte na 1 dag, 28 dagen, 5 jaar
- d. de kans op scheurvorming

H 2: Opgave 5 (2012:1).

U levert betonspecie met ingebrachte lucht in milieuklasse XF4, consistentieklasse S2 met een wcf = 0,48 en cementgehalte van 345 kg. Voor een volgend stort vraagt de aannemer de betonsamenstelling te wijzigen, omdat hij problemen verwacht met het verwerken van het normale beton. Hij vraagt om betonspecie met een grootste korrelafmeting van 8 mm (i.p.v. 31,5) en consistentieklasse F4.

- a. Bereken - waar mogelijk - de veranderingen in de betonsamenstelling die u moet aanbrengen (cement-, water- en luchtgehalte).
- b. Wat betekent dit voor de eigenschappen van beton en specie?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 2

H 2: Opgave 7 (1992: 5).

De betonspeciesamenstellingen zoals vermeld in onderstaande tabel worden in alle consistentieklassen (tot en met S3) met elkaar vergeleken. Geef een korte verklaring waarom onderstaande beweringen al of niet juist zijn.

	Mengsel A	Mengsel B
Cement	CEM III/B	
Gehalte	330 kg/m ³	360 kg/m ³
Dmax	32 mm	16 mm
Graderingsgebied	Gebied I	Gebied I

- A. Met beide mengsels kan worden voldaan aan de eisen voor milieuklasse XC3.
- B. De sterkte-ontwikkeling van beide mengsels zal in de praktijk altijd wezenlijk verschillen.
- C. Voor beide mengsels zal er een verschil van circa 10 N/mm² in 28 daagse kubusdruksterkte zijn tussen betonspecie in consistentieklasse C1 en S3.
- D. De uitdrogingskrimp van mengsel B is altijd groter dan die van mengsel A.

H 2: Opgave 8 (1985: 13).

In een menger wordt een hoeveelheid CEM I 32,5 R met water gemengd tot cementpasta (wcf = 0,45), met een volume van 100 liter. Aan deze hoeveelheid cementpasta wordt nu geleidelijk droog zand toegevoegd ($\rho_b = 1400 \text{ kg/m}^3$).

- a) Bereken de volumieke massa van de cementpasta en van de volledig verdichte mortelspecie na toevoeging van 100 kg droog zand.
- b) Bereken de volumieke massa van de cementpasta en van de volledig verdichte mortelspecie na toevoeging van 200 kg droog zand.
- c) Bereken de volumieke massa van de zo volledig mogelijk verdichte mortelspecie na toevoeging van totaal 500 kg droog zand.
- d) Teken de gevonden waarden in een grafiek en geef een verklaring voor het verloop.

H 2: Opgave 9 (1984: 7).

Van een betonspeciemenngsel is het absolute volume van het TSM-mengsel zes maal zo groot als het absolute volume van het toegepaste CEM III/B. De water-cementfactor is 0,50 terwijl de betonspecie 1 V/V% lucht bevat.

- a) Hoeveel weegt 1000 liter van deze specie?

H 2: Opgave 10 (1984: 13).

Met een betonspeciemenngsel, waarvan de wcf 0,52 is en dat 320 kg CEM III/A bevat, bereikt men een druksterkte van 40 N/mm². Dit mengsel bevat 2 V/V% lucht.

- a) Als men met een mengsel, met dezelfde grondstoffen, dat 5 V/V% lucht bevat dezelfde druksterkte en verwerkbaarheid wil bereiken, met hoeveel kilo moet dan het cementgehalte gewijzigd worden?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 2

H 2: Opgave 11 (1975: 10).

Van het toeslagmaterialenmengsel voor betonspecie is bekend dat de zand/grindverhouding (o.b.v. droge materialen) 38:62 (op basis van volume) bedraagt. Het zand is samengesteld uit Zand I en Zand II. De vereiste hoeveelheid fijn in het mengsel bedraagt 150 liter per m³.

Verdere gegevens:

- Cementgehalte = 320 kg CEM I 32,5 R
- Water-cementfactor = 0,52
- Vochtgehalte Zand I = 7%
- Vochtgehalte Zand II = 3%
- Vochtgehalte grind = 2%
- Absorptie TSM = 0%
- Luchtgehalte betonspecie = 1%

Zeefanalyses:

zeef	cumulatieve rest in %		
	zand I	zand II	grind
31,5 mm	–	–	–
16 mm	–	–	40
8 mm	–	–	75
4 mm	–	15	98
2 mm	4	25	100
1 mm	20	40	100
500 µm	30	60	100
250 µm	60	96	100
125 µm	95	100	100

Let op: Cumulatieve Zeefresten

Gevraagd:

- a) De mengverhouding Zand I / Zand II

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 3

H 3: Opgave 1 (2011:7).

Bereken een betonspeciesamenstelling die voldoet aan de volgende eisen:

- Sterkteklasse C35/45
- Consistentieklasse S2
- Milieuklassen XC3, XD1, XF2

U heeft de keuze uit twee soorten cement:

- CEM I 52,5 R
- CEM III/B 42,5 N

De korrelgrootteverdeling en het vochtgehalte van het zand en grind zijn gegeven in onderstaande tabel:

Zeefmaat (mm)	Zeefdoorval (%)	
	Zand	Grind
31,5	100	98
16	100	60
8	100	30
4	99	10
2	85	1
1	70	0
0.5	40	0
0.25	10	0
0.125	1	0
Vocht%	4.0	2.0

a) Bereken de betonspeciesamenstelling voor de mengmeester met de volgende uitgangspunten:

- Het laagst mogelijke cementgehalte.
- Maximale toegestane hoeveelheid zand toepassen.
- Geen gebruik maken van een plastificeerder.
- Geen rekening houden met waterabsorptie van het zand en grind.

H 3: Opgave 2 (2001:3).

U moet een betonspeciesamenstelling ontwerpen dat aan de volgende eisen voldoet:

- Sterkteklasse C45/55
- Milieuklasse XF4

Er wordt gewerkt met cement met een 28-daagse normsterkte van 62 N/mm^2

a) Bereken de water-cementfactor die u voor de berekening van het mengsel moet aanhouden.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 3

H 3: Opgave 3 (2001:7).

U moet een mengsel maken van zand, grind en basalt. Van die materialen zijn de zeefanalyses gegeven in onderstaande tabel:

Zeefmaat (mm)	Zand cum zeefrest	Grind cum zeefrest	Basalt cum zeefrest	Gewenst mengsel cum zeefrest
63	0	0	1	0
45	0	0	20	10
31,5	0	0	40	20
22,4	0	0	65	30
16	0	2	90	40
11,2	0	22	98	50
8	0	48	100	60
4	2	81	100	70
2	10	97	100	80
1	22	100	100	85
0,500	75	100	100	90
0,250	85	100	100	95
0,125	100	100	100	100
pan	100	100	100	100

- a. Bepaal de mengverhouding van de materialen waarmee de gewenste gradering zo dicht mogelijk wordt benaderd.

H 3: Opgave 4 (2009:4).

Voor een bouwkraan zijn contragewichten nodig met een totale massa van 24 ton. Besloten is om hiervoor 4 betonblokken te produceren. De afmetingen van de blokkenmal zijn $2*2*1\frac{1}{2} \text{ m}^3$. Bij de betoncentrale is betonspecie besteld met een cementgehalte van 340 kg CEM I 32.5 R per m^3 . De water-cementfactor bedraagt 0,55 en het zandpercentage bedraagt 40% (v/v).

Tijdens het storten kan schroot ($\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$) aan de betonspecie worden toegevoegd.

- Bereken of, en zo ja hoeveel, schroot moet worden toegevoegd om de 4 blokken te produceren.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 3

H 3: Opgave 5 (2007:9).

In de haven van Vlissingen moet een 600 mm dikke kademuur worden vervangen. In verband met een beperking van de draagconstructie mag de ovendroge volumieke massa van het beton niet meer dan 2150 kg/m^3 bedragen. De benodigde verwerkbaarheid is zetmaat 80 mm. De vereiste sterkteklasse is C35/45.

De betoncentrale heeft de beschikking over de volgende grondstoffen:

- CEM I 32,5 R; CEM III/A 52,5 N; CEM III/B 42,5 N
- Zand 0/4 mm; vochtgehalte = 4%
- Grind 4/32: vochtgehalte = 2%
Licht toeslagmateriaal 4/16; $\rho_{rd} = 900 \text{ kg/m}^3$; totaal vocht = 3%;
totale absorptie = 15%
- Superplastificeerder: dosering 1,3% t.o.v. cementgewicht geeft 20 liter waterreductie;
 $\rho_a = 1100 \text{ kg/m}^3$

Het TSM-mengsel bevat 34% zand.

Reken met een gewichtsverlies van verdampbaarwater van 2,5% t.o.v. de verse specie

- a) Bereken de betonsamenstelling met zo weinig mogelijk cement.

H 3: Opgave 6 (2007:4).

U moet een mengselberekening maken voor onderwaterbeton in een chloride- en sulfaatvrije omgeving. Het mengsel moet voldoen aan de volgende eisen:

- Sterkteklasse C20/25
- Milieuklasse X0
- Consistentieklasse F4
- Minimale hoeveelheid fijn materiaal 160 liter/m^3 zonodig aangevuld met poederkoolvliegias
- CEM III/B 32,5 N

Zeefanalyses van de TSM zijn gegeven in de volgende tabel (volgende pagina):

Betontechnologie Vraagstukken

Hoofdstuk 3

Zeefmaat	Zeefdoorval in %	
	Zand 0/4	Grind 4/32
31,5	100	99
16	100	69
8	100	35
4	95	8
2	88	1
1	70	0
0,500	40	0
0,250	8	0
0,125	0	0
Vochtgehalte	3,9%	1,9%

- a) Bepaal de af te wegen grondstoffen per m³ betonspecie, waarbij zoveel mogelijk zand en zo weinig mogelijk cement wordt toegepast.

Indien gebruik wordt gemaakt van een superplastificeerder, moet de verwerkbaarheid van de betonspecie zonder superplastificeerder S2 bedragen.

Reken met een luchtgehalte van 1%.

H 3: Opgave 7 (2010:7).

Voor de productie van prefab binnenwanden wordt betonspecie gevraagd wat voldoet aan de volgende eisen:

- Milieuklasse XC1
- Sterkteklasse C20/25
- Consistentieklasse S2
- Ontwerpgebied toeslagmateriaal I

Er wordt gebruik gemaakt van CEM I 32,5 R en toeslagmaterialen zoals weergegeven in de onderstaande tabel:

Zeefmaat (mm)	Zeefdoorval in %		
	Zand 0/4	Grind 4/32	Menggranulaat
31,5	100	99	99
16	100	69	48
8	100	36	19
4	99	2	2
2	97	0	0
1	75	0	0
0,500	48	0	0
0,250	12	0	0
0,125	5	0	0
Vochtgehalte	5%	3%	6%

Het menggranulaat kan maximaal 9% vocht absorberen en heeft een ρ_{rd} van 2090 kg/m³.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 3

De absorptie van het zand en grind wordt verwaarloosd. Het is de bedoeling om zoveel mogelijk menggranulaat in het beton te gebruiken als door de voorschriften wordt toegestaan en betontechnologisch verantwoord is.

- a) Ontwerp een betonspeciesamenstelling met doseeropgave voor de mengmeester.

H 3: Opgave 8 (1993:7).

Een droog toeslagmaterialenmengsel bestaat uit 40V/V% zand 0/2 en 60V/V% basalt 4/32.

Overige gegevens:

Zand 0/2: $\rho_a = 2650 \text{ kg/m}^3$; $\rho_b = 1450 \text{ kg/m}^3$

Basalt: $\rho_a = 3050 \text{ kg/m}^3$; $\rho_b = 2050 \text{ kg/m}^3$

Gevraagd:

- a) Wat is theoretisch het percentage holle ruimte van dit mengsel?
b) Zou dit ook het werkelijke percentage holle ruimte kunnen zijn? Verklaar uw antwoord.

H 3: Opgave 9.

U wordt gevraagd een betonspeciesamenstelling te ontwerpen die voldoet aan de volgende eisen:

- Sterkteklasse: C35/45
- Milieuklasse: XD3
- Consistentieklasse S2
- Er wordt gebruik gemaakt van rond TSM 0-16 mm in graderingsgebied I
- Er wordt geen waterreducerende hulpstof toegepast.
- Gebruikte cementsoort is CEM II/B-V 32.5R

- a. Bereken het minimum cementgehalte waarmee voldaan wordt aan de gestelde eisen.

H 3: Opgave 10 (2004:7).

Bepaal de waterbehoefte van de cementpasta als de volgende resultaten worden gemeten aan cementpasta's:

Proef	r1 (mm)	r2 (mm)	Vw / Vp
1	165	172	1,44
2	175	190	1,54
3	187	196	1,60
4	200	203	1,70

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 3

H 3: Opgave 11 (2005:5).

Bepaal de waterbehoefte β_p van een CEM III/A 52,5 N met behulp van de gegevens in onderstaande tabel:

proef	wcf	r1	r2
1	0,51	165	172
2	0,54	175	190
3	0,56	187	196
4	0,58	200	203

H 3: Opgave 12.

Noem drie aantastingmechanismen van beton.

H 3: Opgave 13.

Dit is een oefening met de grafische methode.

Gegeven is een ideale gradering, die is vastgelegd in de volgende zeefkromme

zeef [mm]	zeefdoorval in %
31,5	100
16	70
8	58
4	42
2	30
1	20
0,500	11
0,250	4
0,125	0

Gebruik deze gegevens voor het bepalen van een ideaal mengsel van zand 0/4 mm, grind 4/16 mm en basalt 16/32 mm. De graderingen van deze materialen zijn als volgt:

Zeef [mm]	zeefdoorval in %		
	zand 0/4 mm	grind 4/16 mm	basalt 16/32 mm
31,5	100	98	90
16	100	90	15
8	100	50	2
4	98	10	0
2	80	2	0
1	65	0	0
0,500	40	0	0
0,250	10	0	0
0,125	0	0	0

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 3

H 3: Opgave 14.

Hogesterktebetonspecie heeft een zeer hoge verwerkbaarheid, maar vertoont nagenoeg geen waterafscheiding (bleeding).

Hoe is dat te verklaren?

H 3: Opgave 15

Welke factoren zijn van invloed op de indringingsdiepte van vloeistoffen in beton?

H 3: Opgave 16.

Voor een lichtgewicht betonconstructie, bestaande uit geprefabriceerde balken, kolommen en vloerelementen, is in het bestek bepaald dat de volumieke massa van het beton in de gebruiksfase ca. 1600 kg/m^3 moet bedragen (exclusief wapening). De betonproductenfabrikant mag voor het berekenen van zijn betonsamenstelling rekening houden met een uitdroging van 4 % (*m/m*) ten opzichte van de speciemaassa.

Verder zijn in het bestek de volgende eisen gesteld:

350 kg CEM III/B 32,5 N LH

consistentieklasse S3

ten behoeve van de verwerkbaarheid moet een luchtbelvormer worden toegepast die in de betonspecie een luchtgehalte van 5 % realiseert.

De fabrikant heeft de beschikking over:

licht toeslagmateriaal met een ρ_{td} van 1100 kg/m^3 (in droge toestand). Het vochtgehalte van het materiaal in opslag bedraagt 3 %. De maximale, totale absorptie die optreedt binnen vijf minuten na aanmaak is 15 %.

betonzand met een vochtgehalte van 3,5 %.

luchtbelvormer.

Verder wordt aangenomen dat de waterbehoefte van het mengsel ca. 185 kg per m^3 zal bedragen (exclusief absorptie) en dat de betonspecie ca. 10 minuten na menging wordt verwerkt.

Bereken de mengselsamenstelling voor deze betonelementen.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 3

H 3: Opgave 17 (2001:7).

In een betonwarenfabriek worden betonnen buizen geproduceerd. Het beton moet een gemiddelde druksterkte hebben van 55 N/mm^2 . De betonspecie wordt in consistentieklasse C1 verwerkt. Uit praktijkgegevens blijkt dat gerekend moet worden met een gehalte aan ingesloten lucht van 5%.

Overige gegevens:

- Cement: CEM III / B 42,5 N LH SR
- De zand / grind verhouding moet zodanig worden gekozen dat de Fullerkromme op de zeven 500µm en 2 mm zo dicht mogelijk worden benaderd.

Zeef	Cumulatieve zeefresten	
	Zand 0/2	Grind 2/8
C 8	0	4
C 4	1	50
2 mm	10	90
1 mm	18	100
500 µm	50	100
250 µm	85	100
125 µm	97	100
Vocht%	4,50%	2,50%

Gevraagd:

Ontwerp een betonspeciesamenstelling en geef de af te wegen hoeveelheden grondstoffen per m^3 .

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 4

H 4: Opgave 1 (2001:1).

Een betonconstructie wordt uitgevoerd in warme gietbouw waarbij de sterkte-ontwikkeling wordt gevolgd met de methode van gewogen rijpheid. Op basis van de vereiste ontkistingssterkte is in het betonlaboratorium de benodigde rijpheid voor de betreffende betonsamenstelling vastgesteld. Op de bouwplaats maakt men gebruik van een rijpheidscomputer. Dit apparaat meet de temperatuur in de constructie en berekent de rijpheid op datzelfde moment. Op het moment dat de rijpheid voor ontkisten is bereikt volgens de computer stelt men vast dat men de verkeerde C-waarde heeft ingesteld. De computer heeft de rijpheid van de constructie berekend met een C-waarde van 1,25 terwijl het gebruikte cement een C-waarde heeft van 1,65.

- Wat adviseert u de aannemer om te doen?

Motiveer uw antwoord.

H 4: Opgave 2.

De horizontale betonspeciedruk op de bekisting wordt verminderd als gevolg van:

- a. een hogere stijgsnelheid
- b. een lagere specietemperatuur
- c. een lagere volumieke massa
- d. het gebruik van een vertrager

H 4: Opgave 3 (eigen).

Teneinde van het bepalen van de C-waarde van een onbekende cement zet een betonlaborant 2 series aan kubussen in. De kubussen worden bij de volgende 2 temperaturen bewaard: Een waterbad met een constante temperatuur van 20°C en een waterbad met een constante temperatuur van 50°C.

De betonlaborant drukt op gezette tijden de betonkubussen en vindt de volgende resultaten:

druksterkte		
ouderdom (uren)	waterbak temperatuur	
	20°C	50°C
15		10
24		15,2
48	7,6	24,1
72	11,6	27,3
96	15,2	32,1
168	21,5	

- Bepaal aan de hand van bovenstaande gegevens de C-waarde van het gebruikte cement.

Betontechnologie

Vraagstukken

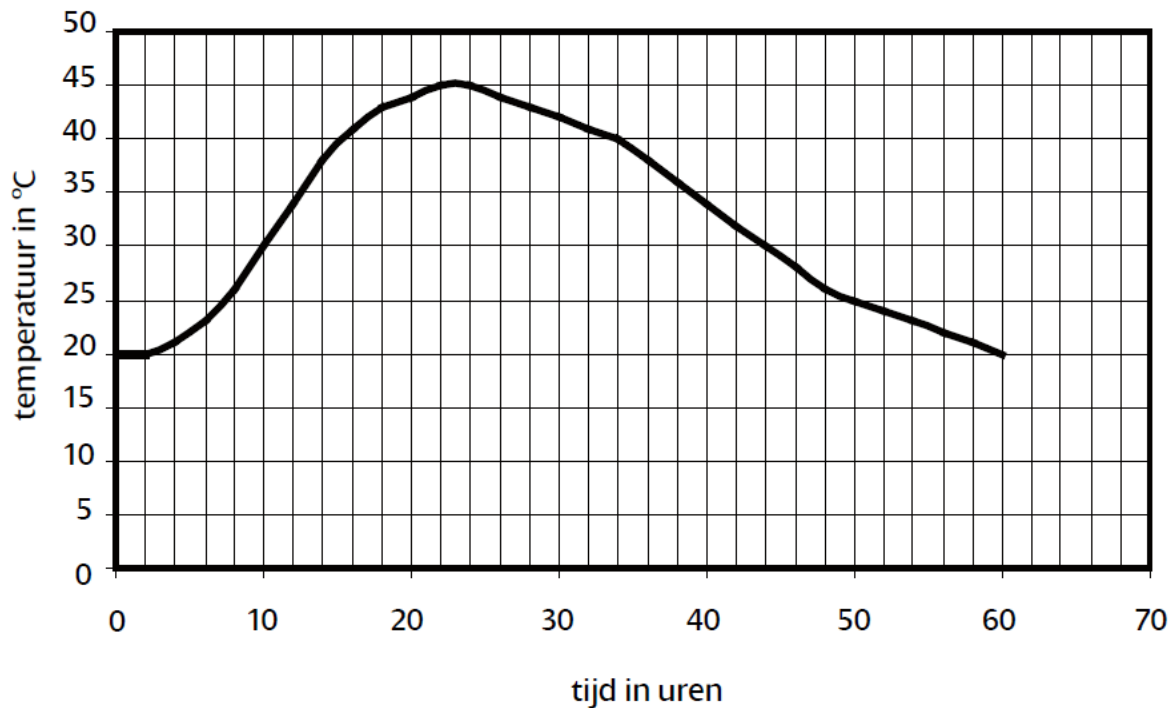
Hoofdstuk 4

H 4: Opgave 4 (2008:8).

Voor het vaststellen van de ontkistingssterkte wordt gebruik gemaakt van de methode “gewogen rijpheid”. Daarvoor zijn er vooraf zes kubussen gemaakt die in de waterbak van het laboratorium zijn bewaard. Bij het beproeven op druksterkte geven ze volgende resultaten:

dagen	Druksterkte
	(N/mm ²)
1	3,2
2	9,2
3	15
4	19,4
5	20,1
7	24,4

- De temperatuur van de waterbak is gedurende de hele proef constant 21°C geweest.
- Het cement heeft een C-waarde van 1,65.
- De betonspecie wordt gedurende de eerste uren verwarmd, volgens het onderstaande temperatuurverloop:



- Maak aan de hand van de bovenstaande gegevens een ijkgrafiek. Voor de verschuiving van de regressielijn moet u 5 N/mm² aanhouden.
- Bepaal de benodigde gewogen rijpheid voor het bereiken van de ontkistingssterkte van 15 N/mm².
- Na hoeveel uren is de benodigde ontkistingssterkte bereikt?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 4

H 4: Opgave 6 (2009:1).

- Noem vier belangrijke factoren welke van invloed zijn op de temperatuur van verhardend beton.
- Noem drie situaties waarin temperatuurgradiënten in betonconstructies kunnen optreden.
- Wat is het gevaar van temperatuurgradiënten in beton.
- Hoe zijn temperatuurgradiënten te voorkomen.

H 4: Opgave 7 (2004:3).

Daags na het storten van een betonconstructie is er twijfel ontstaan over de te behalen sterkte. De registratie van de leverende betoncentrale blijkt als gevolg van een computerstoring te zijn beschadigd.

Geef van elk van de volgende (meet)methoden aan of zij in aanmerking komen om na ongeveer een week een uitspraak te doen over de te verwachten sterkte. Motiveer waarom een methode al dan niet zinvol of uitvoerbaar is.

- Terugslaghamer
- Gewogen rijpheid
- Geboorde cilinders
- Registratie van de betoncentrale
- Kubussen van de controleproef
- Kubussen van de verhardingsproef

H 4: Opgave 8 (2010:8).

De verhardingssterkte van een betonelement wordt gemeten met behulp van de methode gewogen rijpheid. Daarvoor worden in het laboratorium vooraf zes kubussen van de betreffende betonsamenstelling gemaakt om een ijkgrafiek te maken. De kubussen worden bewaard in de waterbak bij 20°C. De druksterkeresultaten van de kubussen zijn weergegeven in onderstaande tabel:

dagen / uren	Druksterkte
	(N/mm ²)
1 / 24	16,5
2 / 48	25,9
3 / 72	30,2
4 / 96	31,4
5 / 120	36,8
7 / 168	40,0

Het gebruikte cement heeft een C-waarde van 1,65.

- bepaal de ijklijn van de druksterkte met een verschuiving van 2 N/mm².
- het betonelement verhardt in een verwarmde ruimte. Gedurende de eerste 5 uur neemt de temperatuur lineair toe van 15°C naar 45°C. Daarna blijft de temperatuur constant op 45°C. Na hoeveel uur is er een druksterkte van 25 N/mm² bereikt?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 4

H 4: Opgave 9.

De horizontale betonspeciedruk op de bekisting wordt verminderd als gevolg van

- een hogere stijgsnelheid
- een lagere specietemperatuur
- een lagere volumieke massa
- het gebruik van een vertrager

H 4: Opgave 10 (2011:10).

Noem 5 factoren die van invloed zijn op de horizontale speciedruk in een wandbekisting. Geef voor elk van de factoren aan met welke maatregel de horizontale speciedruk kan worden verlaagd.

H 4: Opgave 11

Als we aannemen dat de dekking op de wapening niet geheel aan de betreffende eisen voldoet (te weinig dekking), wat is dan de meest kritische situatie ten aanzien van de kans op corrosie van de wapening?

- Binnenklimaat, waar beton snel carbonateert
- Buitenklimaat, beschut tegen regeninslag
- Buitenklimaat, in weer en wind
- Op de zeebodem

H 4: Opgave 12 (2002:5).

U wordt gevraagd een lichtbetonspeciesamenstelling te ontwerpen en de productie te begeleiden. Noem drie aspecten waarmee u rekening dient te houden bij:

- Het ontwerpen van de samenstelling.
- Vervaardiging en controle van de betonspecie.

H 4: Opgave 13 (eigen).

Een aannemer moet voor een project speciale wanden storten. Volgens opgave van de bekistingleverancier mag de bekistingdruk niet groter worden dan 50 KN/m^2 . De bekistinghoogte bedraagt 3,75 meter. De benodigde betonsamenstelling is C20/25 XC3. In overleg met de aannemer besluit u consistentieklasse S3 af te leveren.

Overige gegevens:

- Verdichting vindt plaats met behulp van een trilnaald.
- Betonspecietemperatuur = 21°C ; Omgevingstemperatuur $\sim 20^\circ\text{C}$.
- Gebruik vertragende hulpstof \rightarrow Nee.
- Volumieke massa van de betonspecie $\sim 2310 \text{ kg/m}^3$.

Gevraagd: De maximale stijgsnelheid van de betonspecie.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 4

H 4: Opgave 14 (2013 :2).

U levert lichtbetonspecie op een bouwwerk in klasse D1,6 voor de volumieke massa.

Uitgangpunten/grondstoffen:

- 340 kg CEM I 42,5 R

- w/c = 0,52

- lucht = 1%

- 37% zand , 3,5% totaal vochtgehalte, incl. 0,5% absorptievocht

Het lichte toeslagmateriaal bestaat uit de fracties 4/8 en 8/16, die in de betonsamenstelling worden toegepast in een volumeverhouding 1 : 2.

De fijne fractie heeft een droge deeltjesdichtheid $\rho_{rd} = 900 \text{ kg/m}^3$, de grove fractie heeft een droge deeltjesdichtheid $\rho_{rd} = 750 \text{ kg/m}^3$.

Beide lichte fracties bevatten op het moment van verwerken 6%

vocht. De fijne fractie heeft een (totale) absorptie van 12%

de grove fractie heeft een absorptie van 16,5%

Wat is de volumieke massa van de specie bij afleveren?

Voldoet deze levering aan klasse D1,6?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 5

H 5: Opgave 1 (1985: 1).

Noem steeds tenminste twee factoren die van invloed zijn op de kleur en het uiterlijk van beton:

- A. Bij het samenstellen.
- B. Bij het verwerken.
- C. Tijdens de verharding.

H 5: Opgave 2 (1980: 6).

Ter verbetering van de verwerkbaarheid van betonspecie wordt het cementgehalte verhoogd (met behoud van de water-cementfactor). Wat is hiervan het gevolg voor de uitdrogingskrimping en waarom?

H 5: Opgave 3 (1979: 4).

Wat is plastische krimp en door welke factoren wordt het voornamelijk beïnvloed?

H 5: Opgave 4 (1975: 1).

Welke maatregelen kunnen er worden genomen om waterafscheiding zoveel mogelijk tegen te gaan?

H 5: Opgave 5 (1975: 3).

Welke poriën komen in beton voor en hoe ontstaan ze? Geef aan welke afmetingen ze ongeveer hebben.

H 5: Opgave 6 (2002:2).

In een kelderwand 400 mm dik treedt na enige dagen na het storten verticale scheurvorming op. De wand werd gestort op een reeds 4 weken eerder gestorte betonvloer. De scheuren in de wand beginnen ter plaatse van de aansluiting met de vloer maar lopen niet geheel door naar boven.

- a. welke soort van krimp heeft de bovengenoemde scheuren tot gevolg.
- b. beschrijf het mechanisme dat de scheurvorming tot gevolg heeft.

H 5: Opgave 7 (2006:3).

Als er veel waterafscheiding optreedt kunnen we als betontechnoloog meerdere technologische maatregelen nemen.

- noem 3 maatregelen; geef ook aan welke nadelen er aan die maatregelen zitten.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 5

H 5: Opgave 8 (2006:3).

Binnen enkele uren na het storten van een betonvloer is aan het oppervlak scheurvorming zichtbaar.

- Wat is er aan de hand?
- Welke maatregelen kunnen (nog) worden genomen om deze vloer te herstellen?
- Welke maatregelen (zowel betontechnologisch als uitvoeringstechnisch) kunnen in het vervolg worden genomen om deze scheurvorming te voorkomen?



Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 6

H 6: Opgave 1 (2001:15).

Een laborant drukt een kubus en verkrijgt een druksterkte van $34,1 \text{ N/mm}^2$. Hij concludeert dat het betreffende beton voldoet aan de sterkteklasse C20/25.

Zijn conclusie is:

- juist, omdat de waarde boven de vereiste waarde van $f_{ck} - 4$ ligt.
- juist, omdat er niet meer resultaten beschikbaar zijn.
- onjuist, omdat hij geen informatie heeft omtrent de standaardafwijking.
- onjuist, omdat op basis van één meting geen uitspraak kan worden gedaan over de karakteristieke sterkte.

H 6: Opgave 2 (1975:8).

Uit een grote reeks controleproefresultaten van een betonproductie met een constante samenstelling worden de gemiddelde druksterkte en de standaardafwijking berekend. Welke invloed ondergaan dit gemiddelde en deze standaardafwijking wanneer, onder gelijkblijvende omstandigheden:

- De cementweegbak tijdens het lossen niet altijd leegloopt, waardoor nogal eens te weinig cement wordt gedoseerd.
- De betonspecie bij het maken van de proefkubussen niet altijd volledig wordt verdicht.

H 6: Opgave 3 (eigen).

Een betontechnoloog heeft over de afgelopen 10 maanden druksterkteresultaten verwerkt. In deze periode heeft hij van deze samenstelling 150 kubussen gemaakt. De gemiddelde druksterkte bedroeg $32,2 \text{ N/mm}^2$ en de standaardafwijking was $3,3 \text{ N/mm}^2$.

Hoeveel procent van de waarnemingen heeft een druksterkte tussen:

- A: $32,2 - 1 \cdot \sigma$ en $32,2 + 1 \cdot \sigma$?
B: $32,2 - 2 \cdot \sigma$ en $32,2 + 2 \cdot \sigma$?
C: $32,2 - 3 \cdot \sigma$ en $32,2 + 3 \cdot \sigma$?

(aanname → populatieverdeling is normaalverdeling)

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 6

H 6: Opgave 4 (eigen).

Gegeven de volgende serie getallen (oplopend gesorteerd)

32,7	38,1	39,4	41,1	42,2	43,5	44,8	46,9	51,4
33,2	38,1	39,4	41,1	42,2	43,6	44,9	46,9	52,3
33,8	38,1	39,4	41,1	42,3	43,6	45,0	47,3	54,5
34,0	38,2	39,4	41,2	42,3	43,7	45,0	47,3	
34,9	38,4	39,4	41,4	42,3	43,8	45,0	47,7	
35,4	38,4	39,4	41,5	42,4	43,9	45,0	47,9	
35,7	38,5	39,5	41,5	42,4	43,9	45,1	48,1	
35,7	38,5	39,5	41,5	42,7	44,0	45,3	48,6	
35,8	38,5	39,7	41,7	42,8	44,0	45,3	48,6	
35,9	38,6	39,8	41,7	42,8	44,0	45,4	48,8	
36,6	38,8	39,8	41,8	42,9	44,1	45,8	49,0	
36,8	38,9	39,9	41,8	42,9	44,2	46,2	49,6	
36,9	39,0	39,9	41,8	43,0	44,3	46,3	49,8	
37,3	39,0	40,1	41,9	43,1	44,4	46,4	50,2	
37,5	39,0	40,1	41,9	43,1	44,4	46,4	50,5	
37,6	39,0	40,7	41,9	43,2	44,5	46,5	50,7	
37,7	39,1	40,8	42,0	43,3	44,6	46,5	50,8	
37,7	39,2	40,8	42,0	43,3	44,7	46,7	51,0	
37,8	39,3	40,8	42,2	43,4	44,8	46,8	51,0	
37,9	39,3	40,8	42,2	43,4	44,8	46,8	51,2	

- Maak een histogram.
- Maak een schatting van het gemiddelde (uit het histogram, dus niet berekenen).
- Maak een schatting van de standaardafwijking (idem).

H 6: Opgave 5 (2005:6).

In het kader van een productiecontrole van betonkwaliteit C20/25 is door een producent gedurende een periode van 4 maanden een aanvangsonderzoek uitgevoerd.

De daaruit berekende standaardafwijking is $2,4 \text{ N/mm}^2$. Het vervolgonderzoek levert de volgende reeks van 15 meetwaarden (kubusdruksterkte) volgens de controleproef na 28 dagen verharding:

30.4; 37,0; 28.8; 29.3; 32.8; 24.1; 30.6; 35.1; 33.9; 29.0; 34.0; 33.3; 31,2; 25.9; 29.4

- Toets of wordt voldaan aan de eisen voor de beoogde sterkteklasse en geef aan welke vervolgstappen eventueel moeten worden genomen.

H 6: Opgave 6 (2009:3).

Een steekproef van 15 kubusdruksterkten levert de volgende resultaten:

32,5
33,2
24,9
27,4
36,3
26,3
27,9
29,5
33,1
32,1
26,2
29,6
37,9
32,1
22,5

- Bereken het gemiddelde en de standaardafwijking.
- Bereken het controleproefresultaat ($\sigma = 2,8 \text{ N/mm}^2$).
- Voldoet het resultaat aan sterkteklasse C20/25?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 6

H 6: Opgave (2014:9)

Gegeven de volgende resultaten van een mengsel. De consistentie is gemeten bij het begin van het lossen van de truckmixer.

De processtandaardafwijking bedraagt 4,0 N/mm².

nummer	consistentie	cementgehalte	w/c factor	druksterkte
1	500	300	0,55	30,1
2	510	300	0,54	32,4
3	460	290	0,54	33,4
4	470	300	0,55	35,6
5	520	300	0,54	44,3
6	560	310	0,56	32,1
7	490	300	0,53	29,8
8	500	300	0,54	34,5
9	520	300	0,55	34,0
10	470	300	0,55	32,1
11	510	300	0,54	29,9
12	530	300	0,54	35,6
13	490	300	0,53	33,6
14	520	300	0,54	31,4
15	510	300	0,54	33,3
16	470	300	0,55	34,5
17	480	300	0,55	32,3
18	510	300	0,54	36,3
19	500	300	0,54	32,4
20	500	300	0,54	29,8
21	500	300	0,54	30,4
22	530	300	0,55	30,0
23	480	300	0,52	34,5
24	470	300	0,53	35,3
25	540	300	0,55	32,4
26	560	310	0,57	31,5
27	530	300	0,55	34,4
28	500	300	0,54	33,3
29	480	300	0,53	32,1
30	470	290	0,52	34,5

Geef aan of voor de 4 gegeven eigenschappen (consistentiegebied F4, cementgehalte 300 kg/m³, w/c-factor 0,55, sterkteklasse C20/25) sprake is van conformiteit volgens de EN 206.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 6

H 6: Opgave 8 (eigen).

Gegeven: de volgende 35 (individuele) waarnemingen van druksterkteresultaten van één betonsamenstelling:

53,2	53,1	53,8	55,7
54,6	49,7	49,9	53,4
50,3	43,7	52,8	55,2
50,7	54,3	50,5	52,6
49,5	55,4	52,6	51,7
51,3	53,4	50,9	
52,6	56,2	44,1	
48,5	52,8	45,8	
45,9	49,4	49,5	
51,2	48,5	52,4	

Bereken van deze serie getallen:

- Het gemiddelde.
- De standaardafwijking.
- De waarde voor de onderste regelgrens (LCL).
- De waarde voor de bovenste regelgrens (UCL).

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 6

H 6: Opgave 9 *dit is een vervolg op opgave 8.*

De 15 hierop volgende waarden zijn:

47,8
47,3
58,6
57,6
53,3
55,5
52,8
49,8
46,7
44,3
44,1
47,4
50,3
52,2
59,7

- 1) Zet een Shewart controlekaart op en teken deze laatste 15 waarnemingen in de controlekaart.
- 2) Is het productieproces statistisch beheerst? (motiveer uw antwoord).

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 6

H 6: Opgave 10 (eigen).

Gegeven de volgende druksterkteresultaten gevonden bij interne controle:

No	Waarde
1	37,9
2	39,4
3	40,1
4	38,9
5	38,4
6	44,5
7	41,9
8	38,6
9	44,8
10	34,7
11	38,4
12	36
13	43,6
14	42,2
15	41,5
16	41,1
17	41,9
18	43,3
19	40,8
20	43,7
21	45,2
22	36,9
23	39,3
24	37,2
25	44,7
26	36,8
27	41,7
28	39,8
29	35,8
30	39,9
31	40,8
32	42,8
33	41,2
34	43,4
35	46,5
36	39,5
37	39,5
38	35,9
39	42,5
40	37,3
41	43,5
42	43,7
43	42,2
44	43,7
45	44,1

Bepaal van de eerste 15 waarnemingen:

- Het gemiddelde.
- De standaardafwijking.
- LCL.
- UCL.

Zet vervolgens een Shewart controlekaart op voor het gemiddelde, en teken hierin de voortschrijdende gemiddelde druksterkten ($n = 15$) gebaseerd op waarneming 1 en verder.

- Is het proces statistisch beheerst?

Bereken en teken het V-Masker op basis van de eerste 15 waarnemingen.

Zet vervolgens een CUSUM controlekaart op voor waarneming 1 en verder.

- Is het proces statistisch beheerst?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 6

H 6: Opgave 11.

Een betonmortelproducent moet beton in sterkteklasse C45/55 leveren. De actuele standaardafwijking bedraagt op dat moment $\sigma = 2,9 \text{ N/mm}^2$.

Met de 15 laatste kubusdruksterkte resultaten berekent hij de standaardafwijking. Deze is $4,6 \text{ N/mm}^2$.

Welke standaardafwijking moet hij aanhouden voor het berekenen van de karakteristieke sterkte?

H 6: Opgave 12 (1976: 10)

Op een bouwwerk wordt aan de hand van controleproefkubussen regelmatig controle uitgeoefend op de druksterkte. Hierbij werden de volgende resultaten gevonden:

Kubusdruksterkteresultaten in N/mm^2 :

41,6	37,6	40,0	41,2	44,4	48,0
47,2	42,4	43,2	34,4	36,8	39,2
40,0	39,2	36,4	40,0	40,8	38,8
38,4	40,4	36,0	36,0	33,6	40,4
38,4	36,8	37,6	39,2	41,6	41,2

- Maak een histogram van deze uitkomsten (klassebreedte = 2 N/mm^2).
- Geef aan de hand van dit histogram een globale schatting van:
 - Het gemiddelde.
 - De standaardafwijking.
 - De karakteristieke sterkte

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 6

H 6: Opgave 13 (2013:7)

Een betoncentrale heeft over de afgelopen maand voor een specie in milieuklasse X0 de volgende druksterkteresultaten verzameld voor sterkteklasse C20/25. De processtandaardafwijking is vastgesteld op $3,0 \text{ N/mm}^2$.

monster	druksterkte in N/mm^2
1	34,9
2	32,3
3	34,7
4	31,8
5	34,9
6	25,1
7	28,4
8	29,1
9	25,5
10	29,5
11	28,0
12	27,5
13	29,1
14	25,0
15	27,4

- Controleer of gedurende de afgelopen maand het beton geleverd is dat voldoet aan de eisen voor de sterkteklasse zoals opgenomen in NEN-EN 206-1/NEN 8005.
- Zet de meetwaarden uit in een grafiek.
- Er is sprake van een overgang.
Bereken voor beide perioden de gemiddelde sterkte.
- Vastgesteld werd dat noch het cementgehalte noch de waterbehoefte van het mengsel is veranderd, maar dat gedurende de beoordeelde periode wel gebruik is gemaakt van een CEM I 32,5 R van een andere leverancier.
Als het cement inderdaad de oorzaak zou zijn, wat is dan het verschil in normsterkte tussen beide cementen?
- De betonsamenstelling bevat 180 liter water en 265 kg cement.
Met hoeveel moet het cementgehalte worden verhoogd om de gemiddelde sterkte uit de eerste periode te krijgen?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 7

H 7: Opgave 1 (2007:1).

U neemt een monster betonspecie van 5000 gram voor het bepalen van de water-bindmiddelfactor. Het monster wordt in een droogoven gedroogd tot constante massa. De massa na het drogen is 4619 gram. Van de betreffende charge is de uitdraai van de computer gegeven:

- 300 kg CEM I 32,5 R
- 138 kg water
- 60 kg poederkoolvlieg
- 750 kg nat zand 0/4 mm
- 1115 kg nat grind 4/32 mm

Bereken op basis van bovenstaande gegevens de water-bindmiddelfactor van het mengsel.

H 7: Opgave 2 (2002:8).

Van eenzelfde partij cement en hard, dicht TSM worden 2 charges betonspecie gemaakt. De samenstelling van deze twee charges (A en B) zijn in onderstaande tabel weergegeven:

Component	Charge A	Charge B
Cement CEM I 32,5	225	240
Zand (vocht% = 4)	466	563
Grind (vocht% = 2)	673	813
aanmaakwater	67	67
Milieuklasse	XC4	XD3
Sterkteklasse	C20/25	C30 / 37

Gevraagd: Geef aan en verklaar wat de mogelijke verschillen zijn in:

- Consistentie.
- Kubusdruksterkte.
- Totaal porievolume.
- Voldoen de mengsels aan de gestelde eisen?

H 7: Opgave 3 (2009:8)

Van een betonspeciemengsel zijn de volgende gegevens bekend:

340 kg/m³ CEM III/B 42,5
Water-cementfactor 0,48
Luchtgehalte 1,5 V/V%
Zandpercentage 35 V/V%

Van de grondstoffen is gegeven:

Grondstof	Chloridegehalte	vochtgehalte
Cement	0,04%	-
Nat zand	0,06%	3,60%
Nat grind	0,03%	1,50%
Water	0,02%	-

De betonspecie moet worden gebruikt in een voorgespannen constructie en moet voldoen aan de eisen voor milieuklasse XC4. Voldoet het mengsel?

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 7

H 7: Opgave 4.

Wat wordt met de zetmaat voornamelijk bepaald?

- de verdichtbaarheid van een betonspecie.
- hoe groot de waterbehoefte van een mengsel is.
- in welk consistentieklasse de verwerkbaarheid ligt.
- of de samenhang van de betonspecie wel in orde is.

H 7: Opgave 5 (2010:2).

In een betonwarenfabriek wordt lichtbeton geproduceerd. Een van de eigenschappen die bij de productiecontrole regelmatig wordt gecontroleerd is ρ_b van het lichte toeslagmateriaal. Na een week productiestilstand, waarin geen materialen zijn aangevoerd, blijkt bij opstarten van de productie het stortgewicht te zijn toegenomen van 910 naar 980 kg/m³.

- Wat is hiervan de oorzaak?
- Hoeveel moet de dosering van het lichte toeslagmateriaal en het aanmaakwater worden aangepast als het oorspronkelijke mengsel 735 kg nat licht toeslagmateriaal bevat.

H 7: Opgave 6 (2014:4)

- Noem 4 situaties waarin het nodig kan zijn om de betondruksterkte in een constructie te bepalen.
- Noem 1 directe en 2 indirecte methoden voor het meten van de sterkte in het werk.

H 7: Opgave 7 (2007:2).

Van een brokstuk beton moet de volumieke massa worden bepaald. De massa van het stuk bedraagt 2255 gram, terwijl het brokstuk onder water een massa heeft van 1404 gram.

- wat is de volumieke massa in kg/m³?
- wat is kenmerkend voor de samenstelling van dit beton?

H 7: Opgave 8 (2006:6).

Een betonmengsel is gemaakt met 360 kg CEM III/B per m³. In het ontwerp is uitgegaan van 40% zand en 60% gebroken kalksteen. Van de betonspecie zijn de volgende proefresultaten bepaald:

- Luchtgehalte = 1,6%
- Het zand is enigszins poreus en heeft een absorptievermogen van 0,4%
- Het kalksteen heeft een absorptievermogen van 1,5%
- Een monster betonspecie van 5000 gram weegt na drogen 4545 gram
- Een monster nat zand van 1000 gram weegt na drogen 957 gram
- Een monster nat kalksteen van 2000 gram weegt na drogen 1959 gram
- De afweegstaat van de betoncentrale geeft aan voor 1 m³ betonspecie:
360 kg CEM III/B / 159 kg water / 739 kg nat zand + 1084 kg nat kalksteen

Bereken de effectieve water-cementfactor.

Betontechnologie

Vraagstukken

Hoofdstuk 7

H 7: Opgave 9.

Een laborant bepaalt het vochtgehalte van een hard, dicht toeslagmateriaal door een bovenwater- en onderwaterweging. De massa van het natte monster is 4160 gram. De massa onderwater is 2490 gram. De volumieke massa van het toeslagmateriaal bedraagt 2650 kg/m^3 .

Wat is het vochtgehalte?

H 7: Opgave 10.

De verwerkbaarheid van de specie wordt zowel op de betoncentrale als op een bouwwerk gemeten, met behulp van de drie meetmethoden: verdichtingsmaat, zetmaat en schudmaat. De betonspecie moet worden geleverd in consistentieklasse F4. De resultaten van de metingen zijn vermeld in onderstaande tabel:

	gemeten op:	
	centrale	bouwplaats
Verdichtingsmaat	1	1,02
zetmaat	200 mm	170 mm
schudmaat	500 mm	470 mm

Op het werk keurt men de betonspecie af op basis van de verwerkbaarheid. Welke uitspraak is juist?

- Dit is onterecht, 2 van de 3 methoden gaven aan dat de verwerkbaarheid toereikend is.
- Dit is onterecht, bij twijfel geldt de meting op de centrale en die voldoet.
- Dit is terecht, de schudmaat is maatgevend.

H 7: Opgave 11 (2011:3).

Een betoncentrale produceert betonspecie voor gevelbalken in milieuklasse XF1. Men doseert:

- 1073 kg nat zand (vochtgehalte = 4%)
- 1694 kg nat grind (vochtgehalte = 2%)
- 177 kg poederkoolvliegias
- 174 kg water

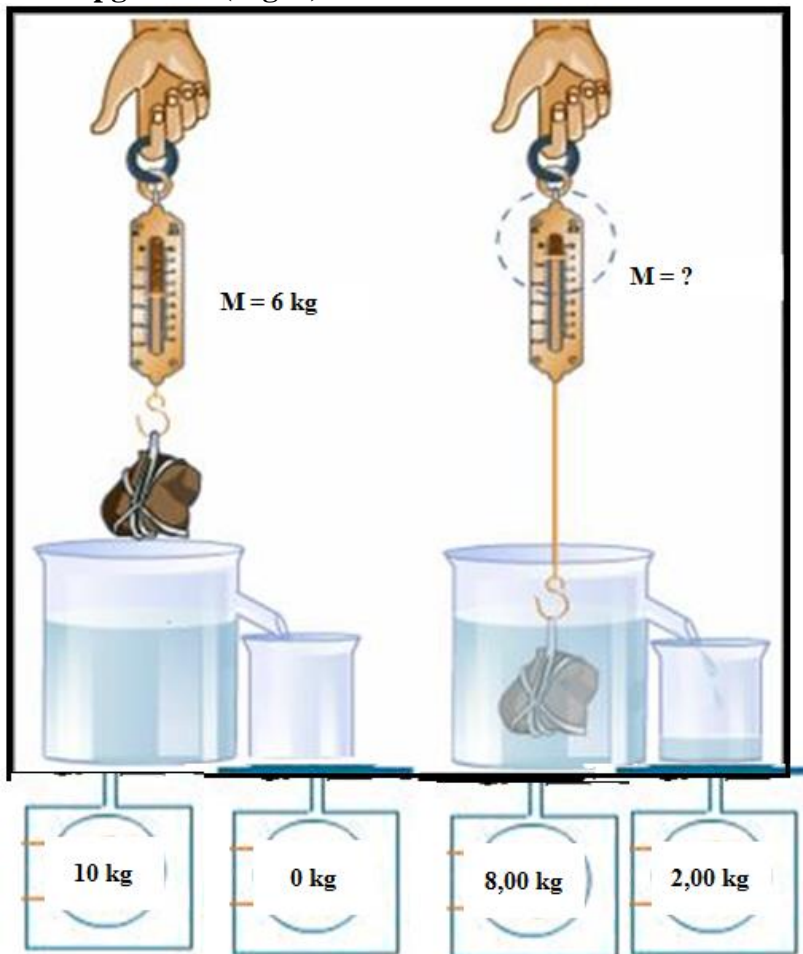
Aan deze samenstelling wordt de minimaal benodigde hoeveelheid CEM I 42,5 N toegevoegd om aan de milieuklasse te voldoen. Het gemeten luchtpercentage is 1,5%.

Wat is het cementgehalte per m^3 , en voldoet dit aan de gestelde eisen?

Betontechnologie Vraagstukken

Hoofdstuk 7

H 7: Opgave 12 (Eigen)



$$\rho = m / v = ?$$

**Volumieke massa
vloeistof = 1200 kg/m³**

H 7: Opgave 13 (1993)

Een monster van 545 gram hard, dicht, natuurlijk toeslagmateriaal met een vochtgehalte van 4% weegt onderwater 355 gram.

Wat is de volumieke massa (ρ_a) van dit toeslagmateriaal?

H 7: Opgave 14 (2013:3)

Bij onderzoek naar de constructie, gebaseerd op een combinatie van metingen met boorkernen en de terugslagwaarde, en uitgevoerd 3 maanden na de vervaardiging van het betreffende constructiedeel, wordt vastgesteld dat de karakteristieke sterkte in het werk 42,8 N/mm² is.

De voor dit werk vereiste sterkteklasse is C 35/45.

Hoe gaat u verder? Zijn aanvullende maatregelen nodig?

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

Inleiding

Uitgangspunt van dit hoofdstuk is dat men de volgende basisvaardigheden onder de knie heeft:

- Optellen en aftrekken van getallen
- Vermenigvuldigen en delen van getallen
- Het kunnen rekenen met procenten
- Het kunnen toepassen van de “voorkeursregels”

De **voorkeursregels** zijn afspraken over de volgorde waarin bewerkingen moeten worden uitgevoerd bij het uitwerken van een rekenkundige expressie. Deze afspraak maakt het mogelijk om expressies te noteren met minder haakjes. De moderne volgorde is:

- 1) (haakjes)
- 2) machtsverheffen en worteltrekken
- 3) vermenigvuldigen en delen
- 4) optellen en aftrekken

Bewerkingen die in de lijst op gelijke hoogte staan, zoals optellen en aftrekken, zijn gelijkwaardig. Gelijkwaardige bewerkingen worden van links naar rechts uitgevoerd.

We zullen ons in dit hoofdstuk met name concentreren op **ALGEBRA**

Algebra wordt ook wel genoemd: "rekenen met letters". Die letters staan in de plaats van getallen die we nog niet weten. Met behulp van algebra kunnen we formules bewerken. We kunnen bijvoorbeeld de formule $y = a \cdot x$ met behulp van algebra herschrijven tot $a = y/x$

Naast algebra zullen we ook het oplossen van twee vergelijkingen (met twee onbekenden) opfrissen. Tevens worden allerlei rekenregels behandeld voor het verbouwen van formules. Die verbouwingen zijn nodig voor het maken van weer nieuwe formules of het oplossen van vergelijkingen.

Bronvermelding:

Deze korte introductie is afkomstig van de volgende website:

<http://www.davdata.nl>

(onder het kopje: cursus algebra)

Hierbij heb ik zelf wat aanvullingen doorgevoerd.

Klaas Wiersma

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

1. Verschillende notaties voor delen en vermenigvuldigen

De volgende notatie voor de deling $6 \div 3$ wordt ook wel geschreven als $6/3$ of $\frac{6}{3}$ in alle gevallen is de uitkomst 2.

Ook voor vermenigvuldigen bestaan verschillende notaties:

$6 \cdot 3$ en 6×2 betekenen in dit geval hetzelfde, en de uitkomst is 12. Bij vermenigvuldigen met letters (wat in de algebra niet ongebruikelijk is) wordt vaak gebruik gemaakt van de punt(.) om een vermenigvuldiging aan te geven. De reden voor het NIET gebruiken van het x-teken als vermenigvuldiging is omdat in de algebra vaak gebruik wordt gemaakt van de laatste 3 letters van het alfabet (x, y en z). Tussen twee letters of tussen een getal en een letter wordt de punt vaak weggelaten. Dus $3ab$ betekent hetzelfde als $3 \cdot a \cdot b$ wat betekent 3 keer a keer b. Het aan elkaar schrijven zoals $3ab$ wordt ook wel juxtapositie genoemd.

Voorbeeld:

$$a \cdot b = a \cdot b = ab$$

betekenen allemaal hetzelfde: het vermenigvuldigen van a en b. Een voorbeeld van de notatie van een vermenigvuldiging waarin geen *; x of . voorkomt is:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

2. Drie belangrijke wetten:

2.1: De Commutatieve wet (wisselwet)

voor optellen: $a + b = b + a$

voor vermenigvuldigen: $a \cdot b = b \cdot a$

De commutatieve wet geldt voor de bewerkingen optellen en vermenigvuldigen en niet voor aftrekken en delen.

$$10 - 3 \neq 3 - 10$$

Wel geldt $a - b = a + (-b) = (-b) + a$

2.2: De Associatieve wet (koppelwet)

voor optellen $(a + b) + c = a + (b + c)$

voor vermenigvuldigen $(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

De associatieve wet geldt niet voor aftrekken en delen.
Immers: $(10 - 2) - 8$ is niet gelijk aan $10 - (2 - 8)$

2.3: De Distributieve wet (verdeelwet)

$a(b + c) = ab + ac$ deze bewerking heet wel : "haakjes wegwerken".
Omgekeerd: $ab + ac = a(b + c)$ heet "gelijke factoren buiten haakjes halen".

3. Termen samenvoegen

De berekening $3 + 3 + 3 + 3 + 3$ schrijven we korter als: $5 \cdot 3$ of 3^5

1.a schrijven we korter als a en (-1).a schrijven we korter als (-a) of -a.

4. Factoren samenvoegen

De berekening a.a.a.a.a schrijven we korter als a^5

$$a^3 \cdot a^2 = (a \cdot a \cdot a) \cdot (a \cdot a) = a^{3+2} = a^5.$$

algemene rekenregel: $a^p \cdot a^q = a^{p+q}$

Voor $\frac{a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a}{a \cdot a \cdot a}$ geldt dat dit gelijk is aan a.a $\rightarrow \frac{a^5}{a^3} = a^{5-3} = a^2$

algemeen:

$$\frac{a^p}{a^q} = a^{p-q}$$

5. Formules verbouwen

Neem eens de formule $y = x + 5$. Hier staat:

1. neem een getal (genaamd x)
2. tel hier 5 bij
3. noem de som y

Nu willen we deze formule schrijven in de vorm: $x = ..y..$ dus alleen x links van het "=" teken.

Waarom zouden we dit trouwens willen?

In de formule $y = x + 5$ gaan we uit van x \rightarrow y wordt berekend.

In de formule $x = ..y..$, gaan we echter uit van y \rightarrow we berekenen x.

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

Bedenk, dat het "=" teken gelijkheid aangeeft.

Als we een willekeurige rekenkundige bewerking doen met **de hele** formule links van het "=" teken en dezelfde bewerking met **de hele** formule rechts van het "=" teken, dan zal er nog steeds gelijkheid bestaan.

Er geldt de volgende regel:

**"wat links van het "=" teken wordt gedaan,
moet rechts van het "=" teken ook worden gedaan"**

Voorbeeld

$$9 + 4 + 7 = 15 + 5$$

$$9 + 4 + 7 + 100 = 15 + 5 + 100$$

$$2*(9 + 4 + 7) = 2*(15 + 5)$$

→ Terug naar $y = x + 5$ ←

We trekken links en rechts 5 af (of tellen er -5 bij):

$$y - 5 = x + 5 - 5 \text{ dus}$$

$$y - 5 = x \text{ en}$$

$$x = y - 5$$

Voorbeeld:

Schrijf de vergelijking: $x - y + z - 12 = k - p$ om in de vorm: $p = \dots$

$$x - y + z - 12 - k = -p$$

$$-x + y - z + 12 + k = p \text{ {links en rechts vermenigvuldigen met -1}}$$

Weinigen zullen ontkennen, dat $2*3*15 = 9*10$

links en rechts delen door 5 levert: $2*3*3 = 9*2$ {deel links de factor 15 en rechts de 10} Wat nog steeds correct is.

Vermenigvuldig nu links en rechts met 7

$$2*3*3*7 = 9*2*7 \text{of } 126 = 126$$

Nog steeds correct.

Ook in dit geval geldt: "wat links van het "=" teken wordt gedaan, moet rechts van het "=" teken ook worden gedaan"

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

Stel:

$$a \cdot b = p \cdot q$$

Links en rechts delen door b levert op:

$$a = \frac{pq}{b}$$

Voorbeeld:

Schrijf de vergelijking: $ab = \frac{vw}{xy}$

in de vorm: $x = \dots$

$$\begin{aligned} abx &= \frac{vw}{y} && \{ \text{vermenigvuldigen met } x \} \\ ax &= \frac{vw}{by} && \{ \text{delen door } b \} \\ x &= \frac{vw}{aby} && \{ \text{delen door } a \} \end{aligned}$$

6. Rekenregels versus vergelijkingen.

Bekijk:

$$3x + 5x = 8x$$

Hier wordt een rekenregel toegepast.

welke waarde voor x ook wordt ingevuld, het bovenstaande klopt altijd.

Bekijk nu eens:

$$3x + 5 = 26$$

Dit klopt alleen maar voor $x = 7$.

Hier staat een vergelijking en $x = 7$ heet de oplossing van die vergelijking.

Oplossen van een vergelijking komt neer op verbouwen van de formule tot de vorm

$x = \dots$

oftewel: de te vinden variabele moet links van het = teken komen.

We passen de behandelde regels toe, tussenstappen erbij voor de duidelijkheid.

$$3x + 5 = 26 \dots \{ -5 \text{ bijtellen} \}$$

$$3x + 5 - 5 = 26 - 5$$

$$3x = 21 \dots \{ \text{delen door } 3 \}$$

$$x = 7$$

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

De juistheid van de oplossing van een vergelijking is te controleren door het antwoord in de oorspronkelijke vergelijking in te vullen. Links en rechts van het "=" teken moet dan hetzelfde getal staan.

Een formule is een soort recept om iets te berekenen.

Om een formule toe te passen om bijvoorbeeld de oppervlakte van een cirkel te berekenen, hoeven we niet te weten hoe die formule is ontstaan. Het is alleen nodig dat we de getallen goed kunnen invullen (letters door getallen vervangen) en de berekening kunnen maken.

Dat vervangen van letters door getallen heeft een naam : **substitutie**

Substituties en berekeningen kunnen we alleen foutloos maken als we de voorrangsregels goed kennen. Volledigheidshalve worden ze hier nog even genoemd:

1. berekeningen van links naar rechts, maar eerst
2. (...berekeningen tussen haakjes.....) en dan
3. machten en wortels, waarna
4. vermenigvuldigen en delen, waarna tenslotte
5. optellen en aftrekken.

Voorbeelden van substitutie

1. bereken $3x^2 - 2x + 5$. ($x = -4$)

$$\begin{aligned} & 3*(-4)^2 - 2*(-4) + 5 \\ & 3*16 - (-8) + 5 \\ & 48 + 8 + 5 = 61 \end{aligned}$$

2. bereken: $5ab - 3ac + 10b^a$ ($a = 2, b = -1, c = 0$)

$$\begin{aligned} & 5*2*(-1) - 3*2*0 + 10*(-1)^2 \\ & -10 - 0 + 10 = 0 \end{aligned}$$

Substitutie kan ook inhouden het vervangen van letters door een formule.

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

7. Oplossen van meerdere vergelijkingen

Het komt regelmatig voor dat u meerdere vergelijkingen heeft met evenzoveel onbekenden. Een voorbeeld is:

$$\begin{array}{ll} X + Y = 5 & (1) \\ -X + Y = 1 & (2) \end{array}$$

We kunnen voorgaand stelsel van vergelijkingen oplossen door middel van substitutie, of in dit geval door (1) op te tellen bij (2) waardoor we overhouden:

$$2Y = 6 \rightarrow Y = 3$$

Door deze waarde in te vullen in (1) of (2) krijgen we voor X het antwoord: $X = 2$

Een voorbeeld.

Een erfenis van € 30.000 wordt verdeeld over familieleden A, B en C.
De overledene heeft bepaald dat:

B € 10.000 meer krijgt dan A
C de helft krijgt van A en B samen

Hoeveel erft elk familielid?

Stel, A krijgt a (euro's), B ontvangt b en C ontvangt c \rightarrow dan geldt:

$$\begin{array}{ll} b = a + 10.000 & (\text{persoon B krijgt € 10.000 meer dan persoon A}) \\ c = (a + b)/2 & (\text{persoon C krijgt de helft van A en B samen}) \\ a + b + c = 30.000 & (\text{met zijn allen hebben ze gezamenlijk € 30.000}) \end{array}$$

$$c = (a + b)/2 \rightarrow 2c = a + b$$

$$a + b + c = 30.000 \rightarrow 2c + c = 30.000 \rightarrow 3c = 30.000 \rightarrow c = \text{€ } 10.000$$

$$c = (a + b)/2 = 10.000 \rightarrow a + b = 20.000 \rightarrow b = 20.000 - a$$

$$b = a + 10.000 = 20.000 - a$$

$$a + a = 20.000 - 10.000 \rightarrow 2a = 10.000 \rightarrow a = \text{€ } 5000$$

$$a + b + c = 30.000 \rightarrow 5000 + b + 10.000 = 30.000 \rightarrow b = \text{€ } 15.000$$

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

Opgaven:

Bereken

- 1) $-12 + 17 =$
- 2) $-4 - (-9) =$
- 3) $11 - 12 =$
- 4) $-19 - 3 =$
- 5) $(-4) \cdot 6 =$
- 6) $(-1) \cdot (-9) =$

Toepassing van de voorkeursregels

- 7) $3/2^2 \cdot 6 =$
- 8) $2/5 \cdot x = (x=2)$
- 9) $2/5x = (x=2)$
- 10) $48 \div 2 \cdot (9+3) =$
- 11) $1 + 2/3 \cdot 4^2 =$

Los de volgende vraagstukken op voor de onbekende (x)

- 12) $3 / x = 5$
- 13) $(3 - x) / (1 - x) = 2,5$
- 14) $x/2 = 8$
- 15) $2x(x+2) = 0$

schrijf zonder haakjes en vereenvoudig zo mogelijk

- 16) $5(2a + 7) =$
- 17) $a(10 + 7b) =$
- 18) $-p(10 - 3x) =$
- 19) $-(-x + y) =$

Verbouwen van formules

- 20) $\rho = m/v \rightarrow v = ?$
- 21) Gegeven de volgende twee vergelijkingen:

$$V_x + V_y = 1$$
$$\beta = V_w / (V_x + V_y)$$

Schrijf β als functie van $V_x + V_y \rightarrow \beta = ?$

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

22) Gegeven de volgende formule

$$wcf = \frac{V_{cem} * \beta_{cem} + \beta_{vulstof} - V_{cem} * \beta_{vulstof}}{\rho_{cem} * V_{cem}}$$

Wat is V_{cem} ? $\rightarrow V_{cem} = ?$

23) $V = (4/3)\pi r^3 \rightarrow d = 2r \rightarrow V = f(d) = ?$

24) Gegeven: Volume = $\left\{ X * \alpha * \left[\frac{1}{\rho_c} + \frac{3}{20} \right] \right\}$

$$\text{Massa} = \frac{6}{5} * \alpha * X$$

$$\rho_c = 3,15$$

Gevraagd: ρ (massa / volume)

Los op

25) Wandelaars A en B lopen van dorpje P naar Q. B vertrekt 2 uur na A. A wandelt met 4,25km/uur en B wandelt met 5,5km/uur.

- hoelang moet B lopen om A in te halen?
- op welke afstand van P vindt de ontmoeting plaats?

26) Een zoutoplossing met een concentratie van 2,5M/M% betekent, dat een kilo vloeistof 25 gram zout bevat. In een fles bevindt zich V liter water met een concentratie van c.

Welk volume zuiver water moet worden toegevoegd, om de zoutconcentratie te verlagen tot d (gram/liter)?

27) Op een school geldt dat de verhouding tussen wel- en niet- brildragende leerlingen 3 : 8 bedraagt.

- Welk percentage van alle leerlingen draagt een bril?
- Als het verschil tussen niet- en wel brildragers 245 bedraagt, hoeveel leerlingen telt die school dan?

28) De snelheden van atleten A en B verhouden zich als 6 : 7. Ze lopen een afstand van 10km.

Bereken de snelheid van A en B als B 5 minuten eerder aankomt.

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

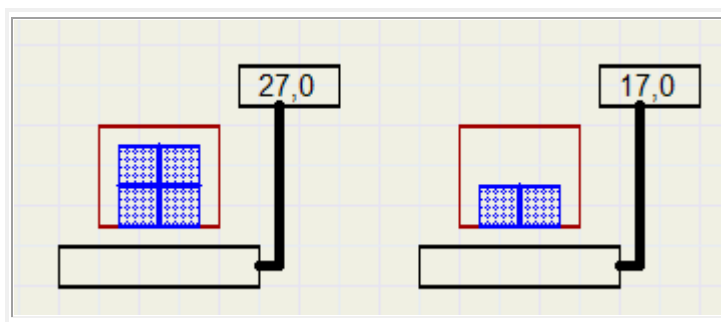
8. Lineaire Vergelijkingen

In paragraaf 7 hebben we al even kort besproken dat stelsels van vergelijkingen op meerdere manieren op te lossen zijn. Naast de methode van substitutie, kunnen we het oplossen van meerdere vergelijkingen met evenveel onbekenden ook op een andere manier aanpakken. Allereerst nog een voorbeeld:

Een transporteur vervoert onderdelen in dezelfde kisten.

Kist 1 bevat 4 onderdelen en weegt 27kg. Kist 2 bevat 2 onderdelen en weegt 17kg

Hieronder zie je die kisten op een weegschaal staan.



Wat is het gewicht van een kist en wat is het gewicht van één onderdeel?

Onbekende getallen geven we met een letter aan.

Stel de kist weegt K kg en een onderdeel weegt x kg.

Uit de twee wegingen kunnen we 2 vergelijkingen opstellen

$$K + 4x = 27 \text{ (kg)} \quad \text{vgl 1}$$

$$K + 2x = 17 \text{ (kg)} \quad \text{vgl 2}$$

Er zijn twee methoden om de onbekenden K en x te berekenen.

De Substitutiemethode en de Gauss-Jordan eliminatie genoemd (dit laatste wordt niet behandeld).

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

8.1. De Substitutiemethode

Uit vgl 1 volgt, dat $K = 27 - 4x$

Als we in vgl 2 nu voor K de waarde van $27 - 4x$ substitueren dan krijgen we de volgende formule

$$(27 - 4x) + 2 \cdot x = 17 \qquad \text{vgl 2}$$

Haakjes wegwerken en vereenvoudigen resulteert in:

$$-2x = -10 \rightarrow x = 5$$

Deze waarde van x invullen in vgl 1 of vgl 2 levert op voor K: 7

Dat leidt tot de conclusie, dat er voor **n onbekenden** dus **n vergelijkingen** nodig zijn.

Vraagstukken

29) Grootmoeder vraagt hoeveel geld haar kleinkinderen in hun spaarpot hebben.

Arend zegt : Brenda en ik hebben samen 119 euro.

Brenda zegt : Christiaan en ik hebben samen 131 euro.

Christiaan zegt : Arend en ik hebben samen 158 euro.

Hoeveel heeft elk kind?

30) Op een betoncentrale wordt gebruik gemaakt van recyclewater. Van dit recyclewater is het volgende bekend:

$$\text{Volumieke massa recyclewater} = 1070 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumieke massa vaste delen (in het recyclewater)} = 2100 \text{ kg/m}^3$$

Tijdens productie wordt voor een charge beton (5 m^3) 600 kg recyclewater afgewogen.

Hoeveel schoonwater wordt er afgewogen?

Betontechnologie

Vraagstukken

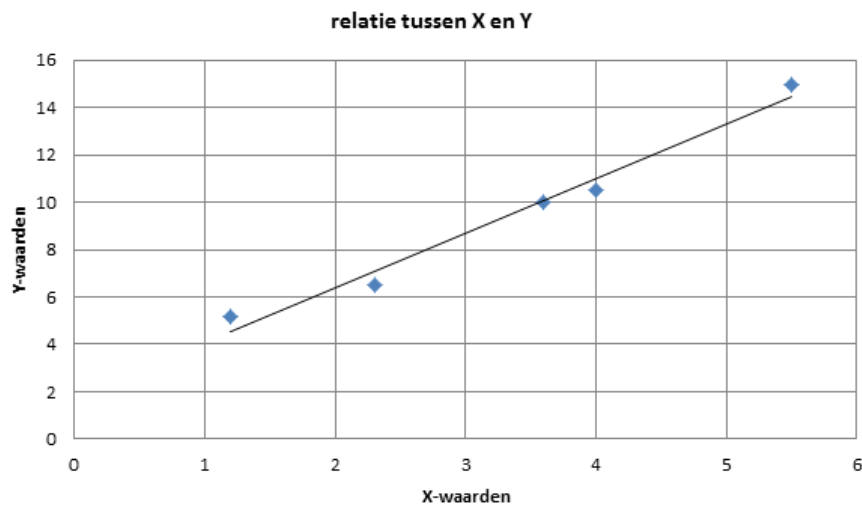
Algebra

9. Lineaire regressie analyse

Het komt in de cursus BTE een paar keer voor dat u een set gegevens krijgt waarbij deze set van gegevens (X-waarden en Y-waarden) een onderlinge relatie hebben. U moet hierbij bijvoorbeeld denken aan de volgende set gegevens:

X-waarde	Y-waarde
1,2	5,2
3,6	10
2,3	6,5
4	10,5
5,5	15

Indien we van deze gegevens een grafiek schetsen dan krijgen we de volgende grafiek:

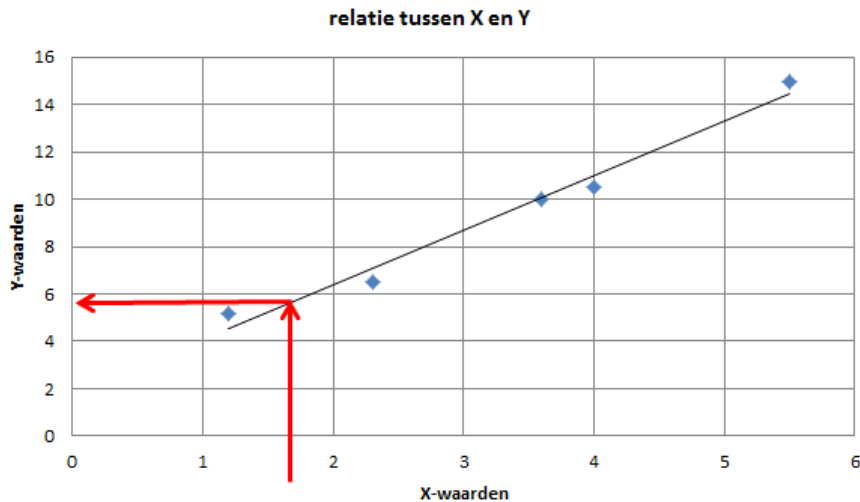


We zien dus dat tussen de X-waarden en Y-waarden een schijnbare relatie bestaat. We kunnen aan de hand van een gegeven X-waarde de waarde voor Y voorspellen. Hiervoor lezen we in de grafiek het snijpunt af met de lijn:

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra



Het aflezen van de punten uit de grafiek is vaak een omslachtige bezigheid. Indien we de vergelijking van de rechte lijn door de gecombineerde (X,Y) punten kennen zijn we in staat op bij een gegeven waarde van X (of Y) de andere waarde te berekenen. Het opstellen van de vergelijking van de rechte lijn door de meetpunten staat bekend als “lineaire regressie analyse”. We zullen niet uitleggen hoe we aan de hand van een gegeven dataset, de vergelijking van de rechte lijn kunnen berekenen maar het is wel handig als u dit met behulp van uw rekenmachine kunt.

Hieronder volgt een korte beschrijving over de te nemen stappen.

- 1) Zet uw rekenmachine aan
- 2) Toets [mode] en kies voor optie [3] “REG”
- 3) U krijgt nu de volgende keuzes “Lin” “Log” “Exp” en m.b.v. van de “REPLAY” knop nog meer opties. U kiest voor “Lin”
- 4) U hebt nu gekozen voor de optie Lineaire regressie analyse.

- 5) Toets [shift] [mode] en kies vervolgens voor 1 (Sc1)
- 6) U krijgt nu de melding “Stat clear_”
- 7) Toets nu [=]
- 8) U heeft nu de rekenmachine ontdaan van ALLE statistische gegevens die eventueel nog waren opgeslagen.

Vervolgens gaan we de meetwaarden invoeren. Dit gaat als volgt:

- 9) U toetst 1.2 en vervolgens [,] (**let op: de komma, geen punt**) en dan 5.2
- 10) Hierna toetst u [M+]
- 11) Vervolgens krijgt u de melding n= en rechtsonder in het beeldscherm 1.
- 12) Vervolgens toetst u 3.6 [,] 10 en vervolgens weer [M+]

- 13) Zo toetst u alle waarden in.

Betontechnologie

Vraagstukken

Algebra

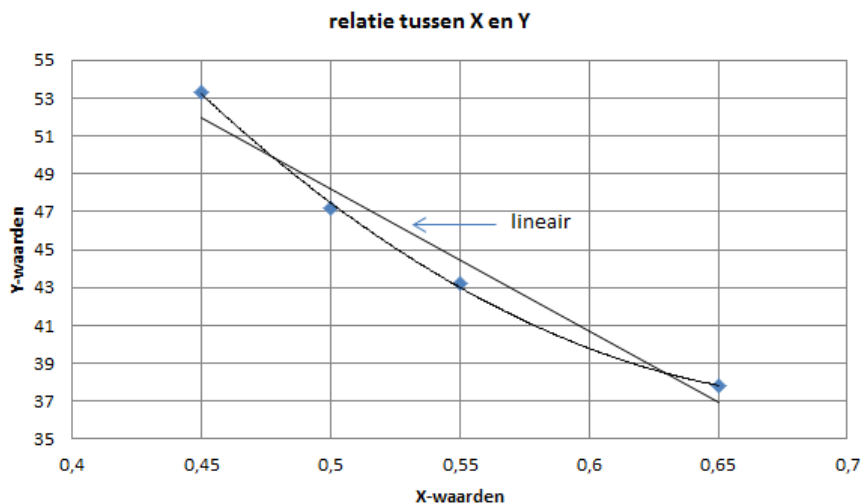
- 14) Nadat u de waarnemingen heeft ingevoerd toetst u [shift] [2]
- 15) U krijgt nu de opties “x” “σx” “sx” en met de replay knop krijgt u nog meer.
- 16) Nogmaals de replay knop intoetsen brengt u in het scherm met de volgende opties:
“A” “B” ”r”

- 17) Indien u [1] [=] kiest krijgt u de waarde van A in beeld → 1,77898
- 18) Opnieuw [shift] [2] replay replay en dan [2] [=] intoetsen geeft de waarde van B
→ 2,30754

Dit betekent dat de vergelijking van de rechte lijn is: $Y = 1,77898 + 2,30754 \cdot X$

Het verband tussen X en Y in dit voorbeeld was een lineair verband. Het kan echter voorkomen dat dit niet het geval is. Soms is het dan mogelijk om via een transformatie van variabelen toch een rechte lijn te verkrijgen. Een voorbeeld hiervan is de relatie tussen de water-cementfactor en de druksterkte.

Deze relatie (wcf = X-as) is géén lineaire relatie:



Indien we echter als X-as in plaats van wcf → $1/wcf$ uitzetten dan krijgen we wel een lineair verband tussen $1/wcf$ en druksterkte. In de volgende opgave wordt hier verder op ingegaan.

Opgave 31:

Voor het bepalen van de relatie tussen de druksterkte en de water-cementfactor geldt dat deze de volgende algemene formule volgt:

$$Y = a + bX \rightarrow \text{gemiddelde druksterkte} = a + b/wcf \text{ (zie grafiek)}$$

Betontechnologie

Vraagstukken

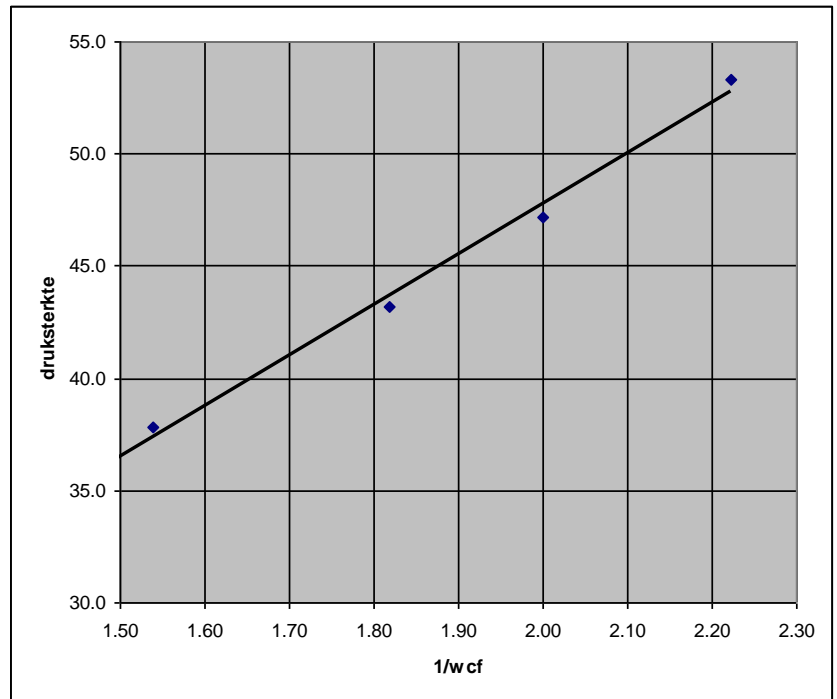
Algebra

Uit interne productiecontrole zijn de volgende waarnemingen gehaald:

wcf	Gem. druksterkte
0.45	53.3
0.50	47.2
0.55	43.2
0.65	37.8

Bepaal met behulp van uw rekenmachine de waarden van de coëfficiënten: a en b

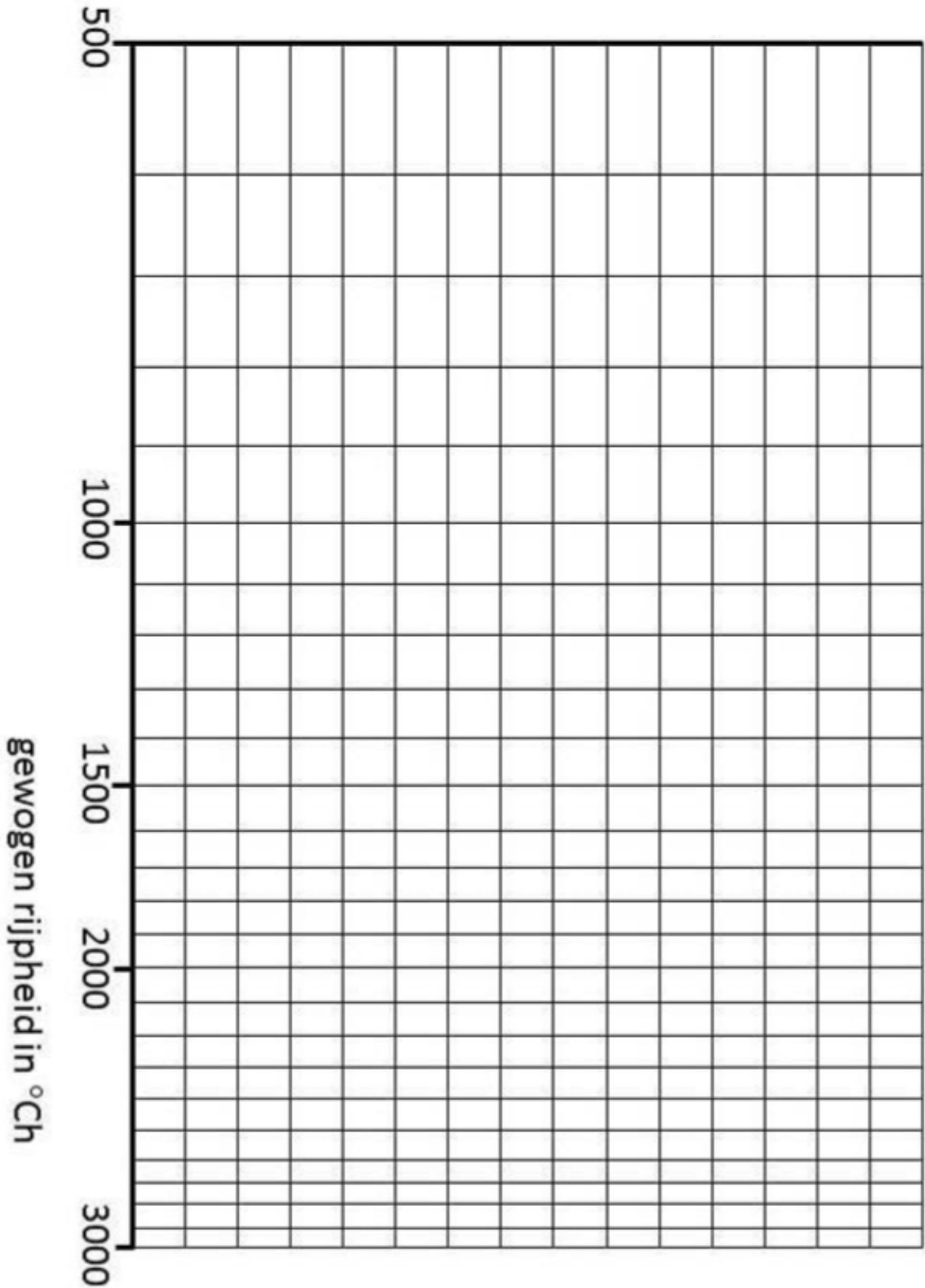
Maak een schatting van de druksterkte bij een wcf van 0,60 (het antwoord 40,5 is **FOUT**)



Wat is de druksterkte (op basis van de formule) als de waarde voor 1/wcf gelijk is aan 0 (dus als de wcf oneindig hoog is (∞) \rightarrow bijvoorbeeld 0 kg cement + 1000 kg water).

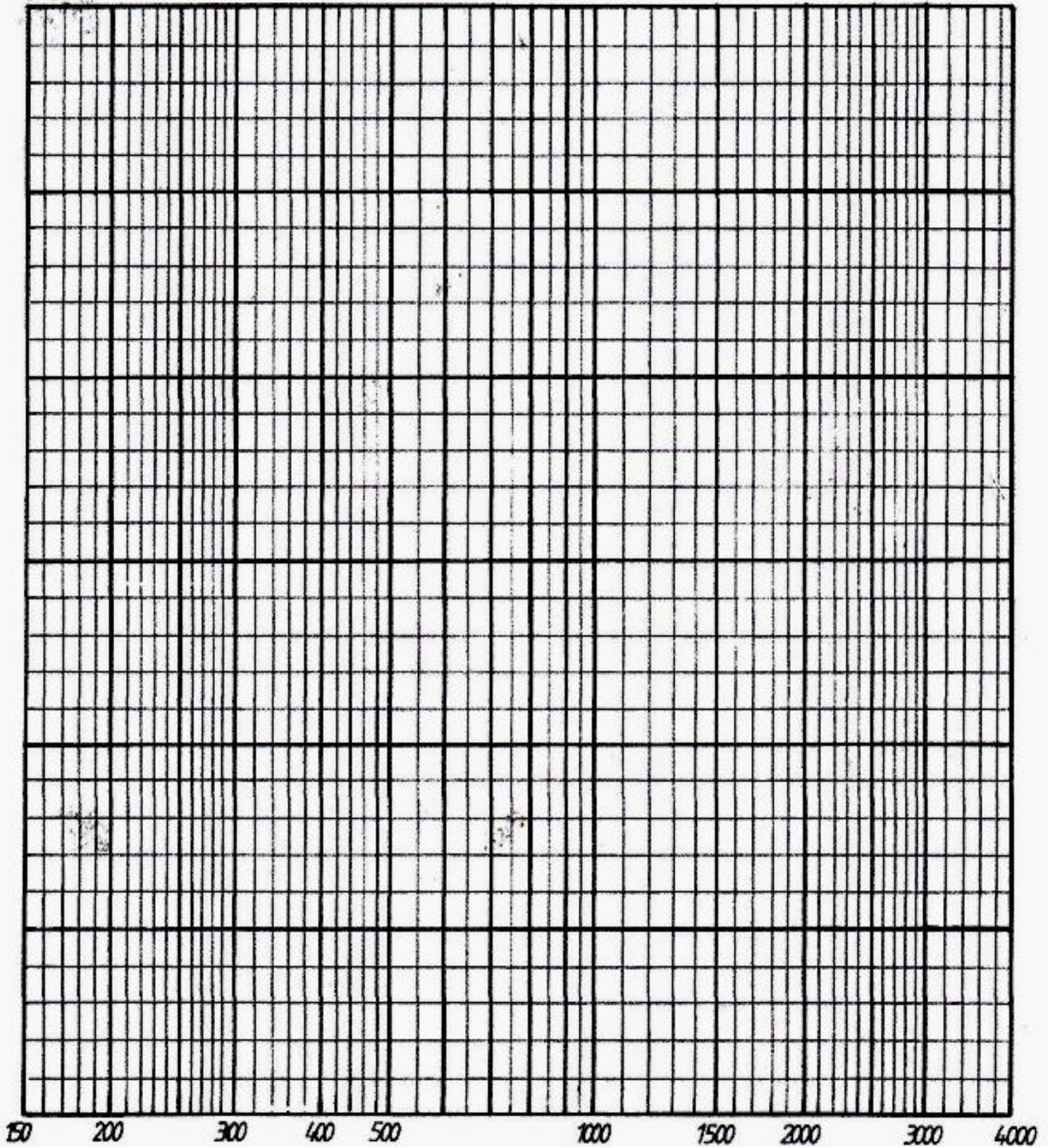
Betontechnologie
Vraagstukken

druksterkte in N/mm²



Betontechnologie

Vraagstukken



Betontechnologie

Vraagstukken

