

Tabellen en grafieken

BIJLAGE BIJ

Basiskennis Beton

VOOR HBO
BOUW EN
TECHNIEK

Deze tabellenbijlage hoort bij CB1 – Basiskennis Beton. CB1 is een onderdeel van de Cement en Beton-reeks en is een uitgave van Aeneas Media in samenwerking met het Cement&BetonCentrum.



Aeneas Media
Veemarktkade 8
5222 AE 's-Hertogenbosch
T 073-2051010
I www.aeneas.nl



Cement&BetonCentrum
Vughterweg 47P
5211 CK 's-Hertogenbosch
T 073-2032048
I www.cementenbeton.nl

© Aeneas Media, 2016

Meer informatie of het boek bestellen? www.aeneas.nl/cb1.

Tabellen en grafieken

BIJLAGE BIJ **Basiskennis Beton**

VOOR HBO BOUW EN TECHNIEK

Inhoud

tabel	CB1	tabelnaam	pagina
1	hoofdstuk 3	Basisbegrippen	5
2	hoofdstuk 2	Materiaaleigenschappen van beton in N/mm ²	5
3	hoofdstuk 2	Indeling constructies op basis van ontwerplevensduur (NEN-EN 1990, Eurocode 0)	6
4	hoofdstuk 2	Overzichtstabel betonstaal NEN 6008:2008 (ingekorte versie)	6
5	hoofdstuk 2	Indeling milieuklassen	7
6		Eisen aan de betonsamenstelling afhankelijk van de milieuklasse	9
7	hoofdstuk 3	Richtwaarden voor de normsterkte (N) van in Nederland veelgebruikte cementen	10
8	hoofdstuk 3	Volumieke massa van enkele toeslagmaterialen	11
9	hoofdstuk 3	Lichte toeslagmaterialen	11
10	hoofdstuk 3	Sterkteklasse – karakteristieke druksterkte en gemiddelde sterkte gemiddelde druksterkte, aan te houden bij het mengselontwerp	11
11	hoofdstuk 5	Aanbevolen consistentieklassen volgens NEN 8005	11
12	hoofdstuk 4	Verwerkingsklassen voor zelfverdichtend beton: vloeimaat volgens NEN-EN 206	12
13	hoofdstuk 4	Verwerkingsklassen voor zelfverdichtend beton: V-trechertest volgens NEN-EN 206	12
14	hoofdstuk 5	Nabehandelingsklassen volgens NEN-EN 13670	12
15	hoofdstuk 5	Verwerken van betonspecie in zomerse omstandigheden	12
16	hoofdstuk 5	Minimale ontkistingssterkte (N/mm ²) per sterkteklasse	12
17	hoofdstuk 5	Aantal verhardingsdagen vóór ontkisten	13
18	hoofdstuk 5	Aantal verhardingsdagen vóór ontkisten bij gebruik van hoogovencement met lage beginsterkte	13
19	hoofdstuk 9	Minimum-wapeningsverhouding $\rho_{l,min1}$ (in %) voor betonstaal B500	13
20	hoofdstuk 9	Maximum-wapeningsverhouding $\rho_{l,max}$ (in %) bij het niet toepassen van herverdeling, voor betonstaal B500	13
21	hoofdstuk 9	Langswapeningsverhouding, drukzonehoogte en inwendige hefboomsarm als functie van de rekenwaarde van het buigend moment bij rechthoekige betondoorsnede belast op zuivere buiging	14
22	hoofdstuk 10	Maximale staafdiameters \varnothing_{max}^* in mm voor scheurbeperving	17
23	hoofdstuk 10	Maximale staafafstand s_{max} in mm voor scheurbeperving	17
24	hoofdstuk 10	Maximale scheurwijdte w_{max} voor gewapende elementen bij quasi-blijvende belastingscombinatie	17
25	hoofdstuk 11	Grenswaarden voor schuifspanning v_{min} in N/mm ²	18
26	hoofdstuk 11	Weerstand van beton-drukdiagonalen uitgedrukt in een spanning, $v_{Rd,max}$	18
27	hoofdstuk 11	Door beugels B500 opneembare schuifspanningen $v_{Rd,s}$ bij helling drukdiagonaal $\theta = 45^\circ$	19
28	hoofdstuk 11	Door beugels B500 opneembare schuifspanningen $v_{Rd,s}$ bij helling drukdiagonaal $\theta = 21,8^\circ$	20
29	hoofdstuk 12	Vereiste basisverankeringslengte $l_{b,rqd}$ voor geribde staven B500 ($f_{yd} = 435$ N/mm ²) met een diameter $\varnothing \leq 32$ mm en een rekenwaarde van de spanning in de staaf $\sigma_{sd} = f_{yd}$	21
30	hoofdstuk 13	Momentcoëfficiënten (bij eindsteunpunten toevallige inklemmingsmomenten)	21
31	hoofdstuk 13	Dwarskrachtcoëfficiënten	21
32	hoofdstuk 14	Betondekking $c_{min,dur}$ in mm bij 50 jaar ontwerplevensduur	22
33	hoofdstuk 15	Benaderingsformules voor de slankheid van vloeren (l_{eff} in m)	22
34	hoofdstuk 16	Vereenvoudigde verdeling van het buigend moment in een vlakke plaatvloer (NEN-EN 1992-1-1, bijlage I.1)	22
35	hoofdstuk 16	Maatgevende momenten in de middenstroken bij star ondersteunde platen onder gelijkmatig verdeelde belasting	23
36	hoofdstuk 17	Ontwerpgrafiek buiging en normaalkracht bij C20/25 en $a/h = 0,10$	24
37	hoofdstuk 17	Ontwerpgrafiek buiging en normaalkracht bij C20/25 en $a/h = 0,20$	25
38	hoofdstuk 17	Ontwerpgrafiek buiging en normaalkracht bij C30/37 en $a/h = 0,10$	26
39	hoofdstuk 17	Ontwerpgrafiek buiging en normaalkracht bij C30/37 en $a/h = 0,20$	27

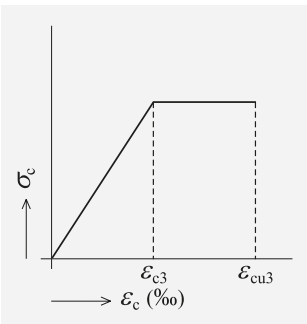
Tabel 1 Basisbegrippen

materialen	vloeibare fase	verharde fase
cement + water	cementlijm of cementpasta	cementsteen
cement + water + toeslagmateriaal < 4 mm	mortelspecie	mortel
cement + water + toeslagmateriaal > 4 mm	betonspecie	beton

Tabel 2 Materiaaleigenschappen van beton in N/mm²

sterkteklasse	f_{ck}	f_{cd}	f_{ctd}	f_{ctm}	E_{cm}	ϵ_{c3} (‰)	ϵ_{cu3} (‰)
C20/25	20	13,3	1,03	2,21	30000	1,75	3,5
C25/30	25	16,7	1,20	2,56	31000	1,75	3,5
C30/37	30	20,0	1,35	2,90	33000	1,75	3,5
C35/45	35	23,3	1,50	3,21	34000	1,75	3,5
C40/50	40	26,7	1,64	3,51	35000	1,75	3,5
C45/55	45	30,0	1,77	3,80	36000	1,75	3,5
C50/60	50	33,3	1,90	4,07	37000	1,75	3,5
C55/67	55	36,7	1,97	4,21	38000	1,8	3,1
C60/75	60	40,0	2,03	4,35	39000	1,9	2,9
C70/85	70	46,7	2,15	4,61	41000	2,0	2,7
C80/95	80	53,3	2,26	4,84	42000	2,2	2,6
C90/105	90	60,0	2,35	5,04	44000	2,3	2,6

Noot: In de huidige betonvoorschriften wordt beton vanaf sterkteklasse C50/60 benoemd als hogesterktebeton. De hoogste geregelende sterkteklasse volgens NEN-EN 206 is C100/115. Daarboven is er min of meer 'vrij spel' en wordt er vaak gesproken van zeer-hogesterktebeton (druksterkte tot 150 MPa) of ultra-hogesterktebeton (druksterkte vanaf 150 MPa).



Verklaring:

- f_{ck} = karakteristieke cilinderdruksterkte van beton op 28 dagen
- f_{cd} = rekenwaarde van de druksterkte van beton
- f_{ctd} = rekenwaarde van de axiale treksterkte van beton (f_{ctk} / γ_c)
- f_{ctm} = gemiddelde axiale treksterkte van beton
- E_{cm} = elasticiteitsmodulus van beton
- ϵ_{c3} = betonstrijk bij het bereiken van de piekspanning bij gebruik van de bi-lineaire spanning-rekrelatie
- ϵ_{cu3} = grenswaarde van de betonstrijk bij gebruik van de bi-lineaire spanning-rekrelatie

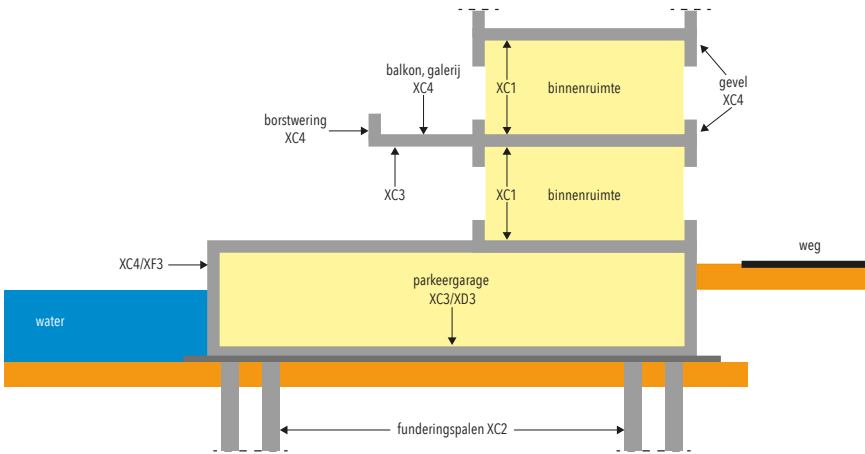
Tabel 3 *Indeling constructies op basis van ontwerplevensduur (NEN-EN 1990, Eurocode 0)*

klasse	ontwerplevensduur	toepassing
1	5 jaar	tijdelijke constructies
2	15 jaar	constructies voor land- en tuinbouw en industriegebouwen met maximaal 2 bouwlagen
3	50 jaar	gebouwen en andere gewone constructies
4	100 jaar	monumentale gebouwen, bruggen, tunnels e.d. (ter beoordeling van de opdrachtgever)

Tabel 4 *Overzichtstabel betonstaal NEN 6008:2008 (ingekorte versie)*

betonstaalsoort	B500A	B500B	B500C
oppervlak	glad, gedeukt, of geribd	gedeukt of geribd	geribd
leveringsvorm	rollen, staven, gepuntlaste wapeningsnetten en tralieliggers		rollen, staven, gepuntl. wap. netten
diameter (mm)	4 – 16	6 – 50	6 – 50
minimumvloei-/rekgrens (N/mm ²)	500	500	500
minimumverhouding treksterkte/vloeigrens	1,05	1,08	1,15 < 1,35
minimumrek bij maximale belasting (%)	3,0	5,0	7,5

Tabel 5 Indeling milieuklassen. Bron: #duurzaamconcreten trending topics



Klasse-aanduiding	Beschrijving van het milieu	Informatieve voorbeelden waar de milieuklassen zich kunnen voordoen
1 Geen risico op corrosie of aantasting		
X0	Voor beton zonder wapening of ingesloten metalen: alle milieus, behalve bij vorst/dooi, afslijting of chemische aantasting Voor beton met wapening of ingesloten metalen: zeer droog	Beton binnen gebouwen met zeer lage luchtvochtigheid
2 Corrosie ingeleid door carbonatie		
Voor beton dat wapening of andere ingesloten metalen bevat en is blootgesteld aan lucht en vocht, moeten de volgende milieuklassen worden aangehouden:		
<i>OPMERKING De vochtconditie heeft betrekking op de betondekking op de wapening of op andere ingesloten metalen. In veel gevallen kan de vochtconditie in de betondekking worden aangenomen hetzelfde te zijn als die van de omringende omgeving. In die gevallen kan de indeling van de omringende omgeving in milieuklassen ontstaan. Dit zal echter niet het geval zijn indien het beton van de omringende omgeving is afgesloten.</i>		
XC1	Droog of blijvend nat	Beton binnen gebouwen met lage luchtvochtigheid Beton blijvend onder water
XC2	Nat, zelden droog	Betonoppervlakken langdurig in contact met water Veel funderingen
XC3	Matige vochtigheid	Beton binnen gebouwen met matige of hoge luchtvochtigheid Beton buiten beschermt tegen regen
XC4	Wisselend nat en droog	Betonoppervlakken in contact met water, maar die niet onder milieuklasse XC2 vallen

Klasse-aanduiding	Beschrijving van het milieu	Informatieve voorbeelden waar de milieuklassen zich kunnen voordoen
3 Corrosie ingeleid door chloriden anders dan afkomstig uit zeewater		
Voor beton met wapening of andere ingesloten metalen, blootgesteld aan water dat chloriden, inclusief doozouten, bevat die komen uit andere bronnen dan zeewater, moeten de volgende milieuklassen worden aangehouden:		
<i>OPMERKING Voor vochtcondities wordt ook verwezen naar onderdeel 2 van deze tabel.</i>		
XD1	Matige vochtigheid	Betonoppervlakken blootgesteld aan chloriden uit de lucht
XD2	Nat, zelden droog	Zwembaden Beton blootgesteld aan chloridehoudend industriewater
XD3	Wisselend nat en droog	Brugdelen blootgesteld aan chloridehoudend spatwater Verhardingen Vloeren van parkeerplaatsen voor voertuigen
4 Corrosie ingeleid door chloriden afkomstig uit zeewater		
Voor beton met wapening of andere ingesloten metalen, blootgesteld aan chloriden uit zeewater of aan lucht dat zout uit de zee bevat, moeten de volgende milieuklassen worden aangehouden:		
XS1	Blootgesteld aan zouten uit de lucht, maar niet in direct contact met zeewater	Constructies bij of aan de kust
XS2	Blijvend onder zeewater	Delen van constructies in zee
	Getijde-, spat- en stuifzones	Delen van constructies in zee
5 Aantasting door vorst/dooi-wisselingen met of zonder doozouten		
Indien beton is blootgesteld aan flinke vorst/dooi-wisselingen en nat is, moeten de volgende milieuklassen worden aangehouden:		
XF1	Niet volledig verzadigd met water, zonder doozouten	Verticale betonoppervlakken
XF2	Niet volledig verzadigd met water, met doozouten	Verticale betonoppervlakken van wegconstructies blootgesteld aan vorst en met de lucht meegevoerde doozouten
XF3	Verzadigd met water, zonder doozouten	Horizontale betonoppervlakken blootgesteld aan regen en vorst
XF4	Verzadigd met water, met doozouten of zeewater	Wegen en brugdekken blootgesteld aan doozouten Betonoppervlakken blootgesteld aan direct gespreide doozouten en vorst Spatzones van constructies in zee blootgesteld aan vorst

Klasse-aanduiding	Beschrijving van het milieu	Informatieve voorbeelden waar de milieuklassen zich kunnen voordoen
6 Chemische aantasting		
<p>Indien beton is blootgesteld aan chemische aantasting door natuurlijke grond en grondwater, zoals aangegeven in tabel 2*, moeten de milieuklassen worden aangehouden zoals hieronder is aangegeven. De indeling van zeewater hangt af van de geografische ligging, zodat de indeling die geldt op de plaats van gebruik van het beton van toepassing is.</p> <p><i>OPMERKING Het kan nodig zijn een speciale studie te verrichten om de van toepassing zijnde milieuklasse vast te leggen in geval van:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • waarden buiten die van tabel 2; • andere agressieve chemicaliën; • chemisch verontreinigde grond of chemisch verontreinigd water; • hoge watersnelheid in combinatie met de chemicaliën volgens tabel 2. 		
XA1	Zwak agressief chemisch	milieu volgens tabel 2
XA2	Matig agressief chemisch	milieu volgens tabel 2
XA3	Sterk agressief chemisch	milieu volgens tabel 2

* Het betreft tabel 2 'Beoordeling Agressiviteit' uit NEN-EN 206.

Tabel 6 Eisen aan de betonsamenstelling afhankelijk van de milieuklasse

milieu-klasse	maximaal toelaatbare water-cementfactor/ water-bindmiddelfactor	minimaal vereist cement-/ bindmiddelgehalte kg/m ³	minimumluchtgehalte ^a	
			grootste korrelafmeting <i>D</i> mm	luchtgehalte % (V/V)
1 Geen risico op corrosie of aantasting				
X0	0,70 ^b	200 ^b	-	-
2 Corrosie ingeleid door carbonatatie				
XC1	0,65	260	-	-
XC2	0,60	280	-	-
XC3	0,55	280	-	-
XC4	0,50	300	-	-
3 Corrosie ingeleid door chloriden anders dan afkomstig uit zeewater				
XD1	0,55	300	-	-
XD2	0,50	300	-	-
XD3	0,45	300	-	-
4 Corrosie ingeleid door chloriden afkomstig uit zeewater				
XS1	0,50	300	-	-
XS2	0,45	300	-	-
XS3	0,45	320 ^c	-	-

milieu-klasse	maximaal toelaatbare water-cementfactor/ water-bindmiddelfactor	minimaal vereist cement-/ bindmiddelgehalte kg/m ³	minimumluchtgehalte ^a	
			grootste korrelafmeting <i>D</i> mm	luchtgehalte % (V/V)
5 Aantasting door vorst/dooi-wisselingen met of zonder dooizouten				
XF1	0,55	300	-	-
XF2	0,55	300	63 31,5 16 8	3,5 4,0 4,5 5,0
XF2	0,45	300	-	-
XF3	0,50	300	-	-
XF4	0,50	300	63 31,5 16 8	3,5 4,0 4,5 5,0
XF4	0,45	320 ^c	-	-
6 Chemische aantasting				
XA1	0,55	300	-	-
XA2 ^d	0,50	320	-	-
XA3 ^d	0,45	340	-	-

- a *Het minimumluchtgehalte heeft betrekking op het gemeten luchtgehalte.*
- b *De genoemde water-cementfactor/water-bindmiddelfactor en het genoemde cement-/bindmiddelgehalte zijn alleen van toepassing bij onderwaterbeton in niet-agressief water. Voor ongewapend beton gelden geen grenswaarden.*
- c *Bij bouwdelen met een dikte groter dan 1 m mag het cementgehalte worden gereduceerd tot minimaal 300 kg/m³, onder voorwaarde dat uitsluitend cement met een lage hydratatiewarmte wordt gebruikt dat voldoet aan NEN-EN 197-1.*
- d *Voor beton in deze milieuklassen dat aan oplossingen met meer dan 600 mg SO₄²⁻/l of aan grond met een gehalte aan sulfaten groter dan 3000 mg/kg wordt blootgesteld, moet cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten worden gebruikt dat voldoet aan NEN-EN 197-1.*

Tabel 7 Richtwaarden voor de normsterkte (N) van in Nederland veelgebruikte cementen

cementsoort	cementsoort	normsterkte <i>N</i> in N/mm ²		
		1 dag	2 dagen	28 dagen
portlandcement	CEM I 42,5 N	10	17	48
	CEM I 52,5 R	29	39	63
portlandvliegascement	CEM II/B-V 42,5 N	13	22	49
hoogovencement	CEM III/A 42,5 N	8	17	59
	CEM III/A-52,5 N	17	25	68
	CEM III/B 42,5 N	6	12	55

Tabel 8 Volumieke massa van enkele toeslagmaterialen

benaming	volumieke massa ρ_a (kg/m ³)
rivierzand en -grind	2600 – 2650
harde kalksteen	2650 – 2750
basalt	2900 – 3050
magnetiet	4400 – 5100
staal (pons-)doppen	7200

Tabel 9 Lichte toeslagmaterialen

benaming	volumieke massa ρ_{rd} (kg/m ³)	schijnbare volumieke massa, incl. geabsorbeerd water	(droog) los stortgewicht ρ_b (kg/m ³)
styropor	25 – 50	25 – 50	
perliet/vermiculiet	100 – 400	125 – 800	60 – 250
geëxpandeerde klei	600 – 1500	700 – 1700	400 – 900
gesinterde vliegas	1500 – 2000	1600 – 2150	900 – 1200

Tabel 10 Sterkteklasse – karakteristieke druksterkte en gemiddelde sterkte gemiddelde druksterkte, aan te houden bij het mengselontwerp

sterkteklasse	vereiste karakteristieke kubusdruksterkte $f_{ck,cube}$ [N/mm ²]	aan te houden gemiddelde kubusdruksterkte $f_{cm,cube}$ [N/mm ²]
C12/15	15	23
C20/25	25	33
C30/37	37	45

Tabel 11 Aanbevolen consistentieclassen volgens NEN 8005

consistentieklasse	notatie	meetmethode en maat
droog	C0	verdichtingsmaat $\geq 1,46$
aardvochtig	C1	verdichtingsmaat 1,45 - 126
halfplastisch	S2	zetmaat (Slump) in mm: 50 - 90
plastisch	S3	zetmaat (Slump) in mm: 100 - 150
zeer plastisch	F4	schudmaat (flow) in mm: 490 - 550
vloeibaar	F5	schudmaat (flow) in mm: 560 - 620
zeer vloeibaar	SF1	uitvloeimaat (slump-flow) in mm: 550 - 650
zelfverdichtend	SF2	uitvloeimaat (slump-flow) in mm: 660 - 750

Tabel 12 Verwerkingsklassen voor zelfverdichtend beton: vloeimaat volgens NEN-EN 206

klasse	vloeimaat (slump flow) in mm
SF1	550 - 650
SF2	660 - 750
SF3	760 - 850

Tabel 13 Verwerkingsklassen voor zelfverdichtend beton: V-trechertest volgens NEN-EN 206

klasse	V-trechertijd in seconden
F1	< 9
F2	9 - 25

Tabel 14 Nabehandelingsklassen volgens NEN-EN 13670

	nabehandelingsklassen volgens NEN-EN 13670			
	1	2	3	4
nabehandelduur in uren	12*)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
percentage van de voorgeschreven karakteristieke druksterkte	n.v.t.	35%	50%	70%

*) mits begin binding binnen 5 uur en temperatuur van betonoppervlak $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tabel 15 Verwerken van betonspecie in zomerse omstandigheden

omstandigheid	maatregel
de verwerkbaarheid van de betonspecie neemt sneller af	beperk wachttijden en laat zo nodig een vertrager toevoegen aan de specie
de betonspecie stijft sneller op	begin tijdig met afwerken
het tempo waarmee betonspecie uitdroogt door zonbestraling of schrale wind neemt toe	besteed extra aandacht aan het tijdig nabehandelen pas op voor een te groot temperatuurverschil tussen specie en water waarmee wordt nabehandeld
de betonspecie heeft een te hoge temperatuur	koel de betonspecie (vooraf) of koel het beton in de constructie

Tabel 16 Minimale ontkistingssterkte (N/mm²) per sterkteklasse

sterkteklasse	minimale ontkistingssterkte (N/mm ²)
C20/25	25
C30/37	33
C35/45	40
C45/55	47
C55/67	54

Tabel 17 Aantal verhardingsdagen vóór ontkisten

sterkteklasse van het cement	verhardingstijd		
	zijbekisting van balken, wanden en kolommen	onderbekisting van vloeren en balken	
		overspanning ≤ 3 m	overspanning > 3 m
32,5 (N en R)	3	8	20
42,5 (N en R)	2	5	10
52,5 (N en R)	1	3	6

Tabel 18 Aantal verhardingsdagen vóór ontkisten bij gebruik van hoogovencement met lage beginsterkte

sterkteklasse hoogovencement met lage beginsterkte	verhardingstijd		
	zijbekisting van balken, wanden en kolommen	onderbekisting van vloeren en balken	
		overspanning ≤ 3 m	overspanning > 3 m
32,5 L	4	10	30
42,5 L	3	8	20
52,5 L	2	5	10

Tabel 19 Minimum-wapeningsverhouding $\rho_{l,min1}$ (in %) voor betonstaal B500

C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17
C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
0,19	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23

Tabel 20 Maximum-wapeningsverhouding $\rho_{l,max}$ (in %) bij het niet toepassen van herverdeling, voor betonstaal B500

C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
1,23	1,54	1,85	2,15	2,46	2,77
C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
3,08	3,03	3,01	3,10	3,31	3,55

Tabel 21 *Langswaapningsverhouding, drukzonehoogte en inwendige hefboomsarm als functie van de rekenwaarde van het buigend moment bij rechthoekige betondoorsnede belast op zuivere buiging*

buiging zonder normaalkracht rechthoekige doorsneden sterkteklassen: tot en met C50/60 hulpvariabele: $k = f_{yd} / f_{cd}$ $k_x = x / d$ $k_z = z / d$							
$M_{Ed} / (f_{cd} b d^2)$	100 $k \rho$	$k_x = x / d$	$k_z = z / d$	$M_{Ed} / (f_{cd} b d^2)$	100 $k \rho$	$k_x = x / d$	$k_z = z / d$
50	5,137	0,068	0,973	100	10,580	0,141	0,945
52	5,348	0,071	0,972	102	10,805	0,144	0,944
54	5,560	0,074	0,971	104	11,031	0,147	0,943
56	5,773	0,077	0,970	106	11,257	0,150	0,942
58	5,986	0,080	0,969	108	11,484	0,153	0,940
60	6,199	0,083	0,968	110	11,711	0,156	0,939
62	6,413	0,086	0,967	112	11,939	0,159	0,938
64	6,628	0,088	0,966	114	12,168	0,162	0,937
66	6,843	0,091	0,965	116	12,397	0,165	0,936
68	7,058	0,094	0,963	118	12,627	0,168	0,935
70	7,274	0,097	0,962	120	12,857	0,171	0,933
72	7,491	0,100	0,961	122	13,088	0,175	0,932
74	7,708	0,103	0,960	124	13,320	0,178	0,931
76	7,926	0,106	0,959	126	13,552	0,181	0,930
78	8,144	0,109	0,958	128	13,785	0,184	0,929
80	8,363	0,112	0,957	130	14,019	0,187	0,927
82	8,582	0,114	0,956	132	14,253	0,190	0,926
84	8,802	0,117	0,954	134	14,488	0,193	0,925
86	9,022	0,120	0,953	136	14,724	0,196	0,924
88	9,243	0,123	0,952	138	14,961	0,199	0,922
90	9,464	0,126	0,951	140	15,198	0,203	0,921
92	9,687	0,129	0,950	142	15,435	0,206	0,920
94	9,909	0,132	0,949	144	15,674	0,209	0,919
96	10,132	0,135	0,947	146	15,913	0,212	0,917
98	10,356	0,138	0,946	148	16,153	0,215	0,916

$M_{Ed} / (f_{cd} b d^2)$	$100 k \rho$	$k_x = x / d$	$k_z = z / d$
150	16,394	0,219	0,915
152	16,635	0,222	0,914
154	16,877	0,225	0,912
156	17,120	0,228	0,911
158	17,363	0,232	0,910
160	17,608	0,235	0,909
162	17,853	0,238	0,907
164	18,098	0,241	0,906
166	18,345	0,245	0,905
168	18,592	0,248	0,904
170	18,841	0,251	0,902
172	19,090	0,255	0,901
174	19,339	0,258	0,900
176	19,590	0,261	0,898
178	19,841	0,265	0,897
180	20,094	0,268	0,896
182	20,347	0,271	0,894
184	20,600	0,275	0,893
186	20,855	0,278	0,892
188	21,111	0,281	0,891
190	21,367	0,285	0,889
192	21,625	0,288	0,888
194	21,883	0,292	0,887
196	22,142	0,295	0,885
198	22,402	0,299	0,884
200	22,663	0,302	0,882
202	22,925	0,306	0,881
204	23,188	0,309	0,880
206	23,452	0,313	0,878
208	23,717	0,316	0,877
210	23,982	0,320	0,876
212	24,249	0,323	0,874
214	24,517	0,327	0,873
216	24,785	0,330	0,871
218	25,055	0,334	0,870
220	25,326	0,338	0,869
222	25,597	0,341	0,867

$M_{Ed} / (f_{cd} b d^2)$	$100 k \rho$	$k_x = x / d$	$k_z = z / d$
224	25,870	0,345	0,866
226	26,144	0,349	0,864
228	26,419	0,352	0,863
230	26,695	0,356	0,862
232	26,972	0,360	0,860
234	27,250	0,363	0,859
236	27,530	0,367	0,857
238	27,810	0,371	0,856
240	28,092	0,375	0,854
242	28,375	0,378	0,853
244	28,659	0,382	0,851
246	28,944	0,386	0,850
248	29,230	0,390	0,848
250	29,518	0,394	0,847
252	29,807	0,397	0,845
254	30,097	0,401	0,844
256	30,388	0,405	0,842
258	30,681	0,409	0,841
260	30,975	0,413	0,839
262	31,270	0,417	0,838
264	31,567	0,421	0,836
266	31,865	0,425	0,835
268	32,164	0,429	0,833
270	32,465	0,433	0,832
272	32,767	0,437	0,830
274	33,071	0,441	0,829
276	33,376	0,445	0,827
278	33,683	0,449	0,825
280	33,991	0,453	0,824
282	34,300	0,457	0,822
284	34,612	0,461	0,821
286	34,924	0,466	0,819
288	35,239	0,470	0,817
290	35,555	0,474	0,816
292	35,872	0,478	0,814
294	36,192	0,483	0,812
296	36,513	0,487	0,811

$M_{Ed} / (f_{cd} b d^2)$	$100 k \rho$	$k_x = x / d$	$k_z = z / d$
298	36,836	0,491	0,809
300	37,160	0,495	0,807
302	37,486	0,500	0,806
304	37,814	0,504	0,804
306	38,144	0,509	0,802
308	38,476	0,513	0,800
310	38,810	0,517	0,799
312	39,146	0,522	0,797
314	39,483	0,526	0,795
316	39,823	0,531	0,794
318	40,165	0,536	0,792
320	40,509	0,540	0,790
322	40,855	0,545	0,788
324	41,203	0,549	0,786
326	41,553	0,554	0,785
328	41,906	0,559	0,783
330	42,260	0,563	0,781
332	42,618	0,568	0,779
334	42,977	0,573	0,777
336	43,339	0,578	0,775
338	43,704	0,583	0,773
340	44,071	0,588	0,771
342	44,441	0,593	0,770
344	44,813	0,598	0,768
346	45,188	0,603	0,766
348	45,566	0,608	0,764
350	45,946	0,613	0,762
352	46,330	0,618	0,760

Tabel 22 Maximale staafdiameters \varnothing_{\max}^* in mm voor scheurbepaling

staalspanning (N/mm ²)	maximale staafdiameter		
	$w_k = 0,4$ mm	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5

Noot: \varnothing^* moet worden omgerekend naar de maximale staafdiameter \varnothing volgens de formules 7.6 en 7.7 uit NEN-EN 1992-1-1

Tabel 23 Maximale staafafstand s_{\max} in mm voor scheurbepaling

staalspanning (N/mm ²)	maximale staafafstand		
	$w_k = 0,4$ mm	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,2$ mm
160	300	300	250
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Tabel 24 Maximale scheurwijdte w_{\max} voor gewapende elementen bij quasi-blijvende belastingscombinatie

milieuclassen	w_{\max} (mm)
X0, XC1	0,4 ¹⁾
XC2, XC3, XC4	0,3
XD1, XD2, XD3 XS1, XS2, XS3	0,2

Voor milieuclassen XA en XF geldt alleen een eis aan de betonsamenstelling en niet aan de scheurwijdte; omdat deze milieuclassen altijd gecombineerd met andere milieuclassen voorkomen bepalen die milieuclassen de scheurwijdte-eis voor de betreffende onderdelen van de betonconstructie.

1) Bij deze milieuclassen heeft de scheurwijdte geen invloed op de duurzaamheid. Deze grens is gesteld om een acceptabel uiterlijk te verzekeren. Indien dit niet nodig is, mag deze beperking worden afgezwakt

Tabel 25 Grenswaarden voor schuifspanning v_{min} in N/mm^2

	d (mm)	200	225	250	275	300	350	400	450	500	600	750
	k	2,00	1,94	1,89	1,85	1,82	1,76	1,71	1,67	1,63	1,58	1,52
sterkte- klasse	f_{ck} (N/mm^2)	v_{min} (N/mm^2)										
C20/25	20	0,44	0,42	0,41	0,39	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	0,31	0,29
C25/30	25	0,49	0,47	0,46	0,44	0,43	0,41	0,39	0,38	0,37	0,35	0,33
C30/37	30	0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,43	0,41	0,40	0,38	0,36
C35/45	35	0,59	0,56	0,54	0,52	0,51	0,48	0,46	0,45	0,43	0,41	0,39
C40/50	40	0,63	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52	0,49	0,48	0,46	0,44	0,41
C45/55	45	0,66	0,64	0,61	0,59	0,57	0,55	0,52	0,51	0,49	0,47	0,44
C50/60	50	0,70	0,67	0,65	0,62	0,61	0,58	0,55	0,53	0,52	0,49	0,46
C55/67	55	0,73	0,70	0,68	0,65	0,64	0,60	0,58	0,56	0,54	0,51	0,48

 Tabel 26 Weerstand van beton-drukdiagonalen uitgedrukt in een spanning, $v_{Rd,max}$

	$\cot \theta$	2,50	2,14	1,73	1,43	1,19	1,00	
	θ	21,8°	25°	30°	35°	40°	45°	
sterkte- klasse	f_{ck} (N/mm^2)	$v_{Rd,max}$ (N/mm^2)						v
C20/25	20	2,28	2,54	2,87	3,11	3,26	3,31	0,552
C25/30	25	2,79	3,11	3,51	3,80	3,99	4,05	0,540
C30/37	30	3,28	3,65	4,12	4,46	4,68	4,75	0,528
C35/45	35	3,74	4,16	4,69	5,09	5,34	5,42	0,516
C40/50	40	4,17	4,64	5,24	5,68	5,96	6,05	0,504
C45/55	45	4,58	5,09	5,76	6,24	6,54	6,64	0,492
C50/60	50	4,97	5,52	6,24	6,76	7,09	7,20	0,480
C55/67	55	5,33	5,92	6,69	7,26	7,60	7,72	0,468
uitgangspunten tabel: verticale dwarskrachtwapening $z = 0,9 d$ $v = 0,6 (1 - f_{ck}/250)$								

Tabel 27 Door beugels B500 opneembare schuifspanningen $v_{R,d,s}$ bij helling drukdiagonaal $\theta = 45^\circ$

beugel- wapening	A_{sw} / s (mm ² /m)	balkbreedte b (mm)							
		150	200	250	300	350	400	450	500
Ø6-100	565	1,48	1,11	0,89	0,74	0,63	0,55	0,49	0,44
Ø6-150	377	0,98	0,74	0,59	0,49	0,42	0,37	0,33	0,30
Ø6-200	283	0,74	0,55	0,44	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22
Ø6-250	226	0,59	0,44	0,35	0,30	0,25	0,22	0,20	0,18
Ø6-300	188	0,49	0,37	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15
Ø8-100	1005	2,62	1,97	1,57	1,31	1,12	0,98	0,87	0,79
Ø8-150	670	1,75	1,31	1,05	0,87	0,75	0,66	0,58	0,52
Ø8-200	503	1,31	0,98	0,79	0,66	0,56	0,49	0,44	0,39
Ø8-250	402	1,05	0,79	0,63	0,52	0,45	0,39	0,35	0,31
Ø8-300	335	0,87	0,66	0,52	0,44	0,37	0,33	0,29	0,26
Ø10-100	1571	4,10	3,07	2,46	2,05	1,76	1,54	1,37	1,23
Ø10-150	1047	2,73	2,05	1,64	1,37	1,17	1,02	0,91	0,82
Ø10-200	785	2,05	1,54	1,23	1,02	0,88	0,77	0,68	0,61
Ø10-250	628	1,64	1,23	0,98	0,82	0,70	0,61	0,55	0,49
Ø10-300	524	1,37	1,02	0,82	0,68	0,59	0,51	0,46	0,41
Ø12-100	2262	5,90	4,43	3,54	2,95	2,53	2,21	1,97	1,77
Ø12-150	1508	3,94	2,95	2,36	1,97	1,69	1,48	1,31	1,18
Ø12-200	1131	2,95	2,21	1,77	1,48	1,27	1,11	0,98	0,89
Ø12-250	905	2,36	1,77	1,42	1,18	1,01	0,89	0,79	0,71
Ø12-300	754	1,97	1,48	1,18	0,98	0,84	0,74	0,66	0,59

Tabel 28 Door beugels B500 opneembare schuifspanningen $v_{Rd,s}$ bij helling drukdiagonaal $\theta = 21,8^\circ$

beugel- wapening	A_{sw} / s (mm ² /m)	balkbreedte b (mm)							
		150	200	250	300	350	400	450	500
Ø6-100	565	3,69	2,77	2,21	1,84	1,58	1,38	1,23	1,11
Ø6-150	377	2,46	1,84	1,48	1,23	1,05	0,92	0,82	0,74
Ø6-200	283	1,84	1,38	1,11	0,92	0,79	0,69	0,61	0,55
Ø6-250	226	1,48	1,11	0,89	0,74	0,63	0,55	0,49	0,44
Ø6-300	188	1,23	0,92	0,74	0,61	0,53	0,46	0,41	0,37
Ø8-100	1005	6,56	4,92	3,94	3,28	2,81	2,46	2,19	1,97
Ø8-150	670	4,37	3,28	2,62	2,19	1,87	1,64	1,46	1,31
Ø8-200	503	3,28	2,46	1,97	1,64	1,41	1,23	1,09	0,98
Ø8-250	402	2,62	1,97	1,57	1,31	1,12	0,98	0,87	0,79
Ø8-300	335	2,19	1,64	1,31	1,09	0,94	0,82	0,73	0,66
Ø10-100	1571	10,25	7,69	6,15	5,12	4,39	3,84	3,42	3,07
Ø10-150	1047	6,83	5,12	4,10	3,42	2,93	2,56	2,28	2,05
Ø10-200	785	5,12	3,84	3,07	2,56	2,20	1,92	1,71	1,54
Ø10-250	628	4,10	3,07	2,46	2,05	1,76	1,54	1,37	1,23
Ø10-300	524	3,42	2,56	2,05	1,71	1,46	1,28	1,14	1,02
Ø12-100	2262	14,76	11,07	8,86	7,38	6,33	5,53	4,92	4,43
Ø12-150	1508	9,84	7,38	5,90	4,92	4,22	3,69	3,28	2,95
Ø12-200	1131	7,38	5,53	4,43	3,69	3,16	2,77	2,46	2,21
Ø12-250	905	5,90	4,43	3,54	2,95	2,53	2,21	1,97	1,77
Ø12-300	754	4,92	3,69	2,95	2,46	2,11	1,84	1,64	1,48

Tabel 29 Vereiste basisverankeringslengte $l_{b,reqd}$ voor geribde staven B500 ($f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$) met een diameter $\varnothing \leq 32 \text{ mm}$ en een rekenwaarde van de spanning in de staaf $\sigma_{sd} = f_{yd}$

sterkteklasse	basisverankeringslengte	
	goede aanhechtingsomstandigheden	slechte aanhechtingsomstandigheden
C20/25	47 \varnothing	67 \varnothing
C25/30	40 \varnothing	58 \varnothing
C30/37	36 \varnothing	51 \varnothing
C35/45	32 \varnothing	46 \varnothing
C40/50	30 \varnothing	42 \varnothing
C45/55	27 \varnothing	39 \varnothing
C50/60	25 \varnothing	36 \varnothing
C55/67	25 \varnothing	35 \varnothing
C60/75 en hoger	24 \varnothing	34 \varnothing

Tabel 30 Momentcoëfficiënten (bij eindsteunpunten toevallige inklemmingsmomenten)

M_{stp}	0,013	0,125	0,013				
M_{veld}	\triangle	0,085	0,085	\triangle			
M_{stp}	0,014	0,115	0,115	0,014			
M_{veld}	\triangle	0,095	0,060	0,095 \triangle			
M_{stp}	0,014	0,115	0,100	0,115	0,014		
M_{veld}	\triangle	0,090	0,065	0,065	\triangle	0,090	\triangle

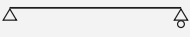
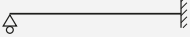

Tabel 31 Dwarskrachtcoëfficiënten

V	\triangle	0,45	0,65	0,65	0,45	\triangle				
V	\triangle	0,45	0,65	0,60	0,60	0,65	0,45	\triangle		
V	\triangle	0,45	0,65	0,60	0,55	0,55	0,60	0,65	0,45	\triangle

Tabel 32 Betondekking $c_{min,dur}$ in mm bij 50 jaar ontwerplevensduur

milieuklasse	betondekking $c_{min,dur}$	
	plaat, wand	balk, poer, console, kolom
X0	10	10
XC1	10	15; 10 bij $\geq C30/37$
XC2, XC3	20; 15 bij $\geq C35/45$	25; 20 bij $\geq C35/45$
XC4	25; 20 bij $\geq C40/50$	30; 25 bij $\geq C40/50$
XD1, XS1	30; 25 bij $\geq C40/50$	35; 30 bij $\geq C40/50$
XD2	35; 30 bij $\geq C40/50$	40; 35 bij $\geq C40/50$
XS2	35; 30 bij $\geq C45/55$	40; 35 bij $\geq C45/55$
XD3, XS3	40; 35 bij $\geq C45/55$	45; 40 bij $\geq C45/55$

Tabel 33 Benaderingsformules voor de slankheid van vloeren (l_{eff} in m)

schema	l_{eff} / d ($l_{eff} \leq 7,0$ m)	l_{eff} / d ($l_{eff} > 7,0$ m)
	25	$175 / l_{eff}$
	32	$225 / l_{eff}$
	35	$245 / l_{eff}$

Tabel 34 Vereenvoudigde verdeling van het buigend moment in een vlakke plaatvloer (NEN-EN 1992-1-1, bijlage I.1)

	negatieve momenten	positieve momenten
kolomstrook	60 à 80%	50 à 70%
middenstrook	40 à 20%	50 à 30%
<i>opmerking</i> Het totaal negatieve en positieve momenten die door de kolom- en middenstrook moeten worden opgenomen, moet samen altijd 100% zijn.		

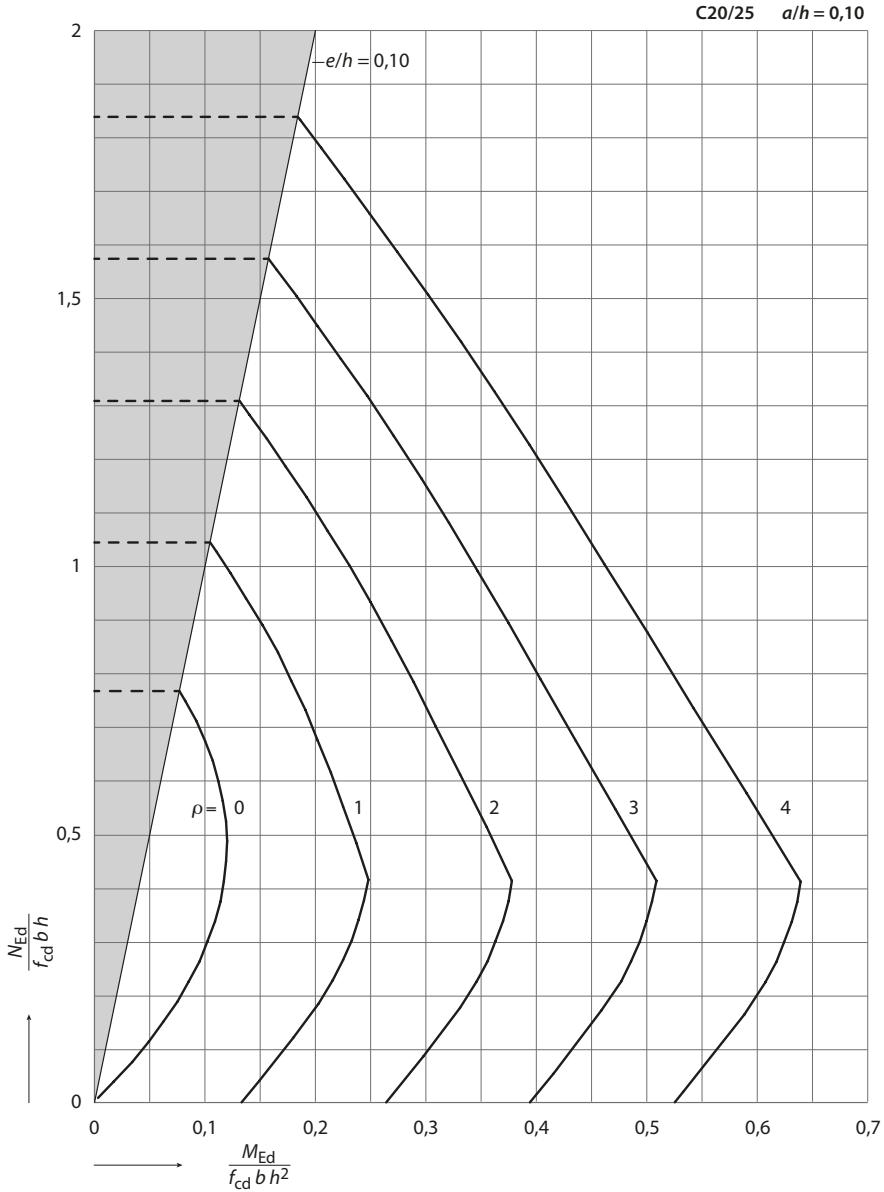
Tabel 35 Maatgevende momenten in de middenstroken bij star ondersteunde platen onder gelijkmatig verdeelde belasting

		l_y/l_x	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
I		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	41	54	67	79	87	97	110	117
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	41	35	31	28	26	25	24	23
II		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	18	26	32	36	39	41	42	43
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	18	16	12	10	10	10	10	10
III		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	25	36	45	53	58	62	67	69
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	25	23	20	19	18	17	17	17
IV A		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	68	84	97	106	113	117	122	124
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	68	74	77	77	77	76	73	71
IV B		$a_x/l_x =$	0,20	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24
		$a_y/l_y =$	0,21	0,19	0,17	0,16	0,13	0,12	0,09	0,09
V A		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	16	28	42	56	69	80	100	112
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	29	32	32	30	27	24	20	18
V B		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	69	85	97	105	110	112	112	112
		$a_x/l_x =$	0,19	0,19	0,17	0,17	0,16	0,15	0,12	0,11
VI A		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	29	34	38	40	42	42	42	42
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	16	14	13	13	13	13	13	13
VI B		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	69	76	80	82	83	83	83	83
		$a_x/l_x =$	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
VII A		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	27	41	54	67	78	89	105	115
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	38	37	34	30	27	25	24	23
VII B		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	91	102	108	111	113	114	114	114
		$a_x/l_x =$	0,21	0,21	0,20	0,18	0,17	0,15	0,13	0,10
VIII A		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	38	44	52	58	62	65	68	70
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	27	21	19	18	17	17	17	17
VIII B		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	91	98	107	113	118	120	124	124
		$a_x/l_x =$	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25
IX A		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	18	29	39	47	54	59	66	69
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	23	23	20	17	15	14	13	13
IX B		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	54	72	88	100	108	114	121	124
		$a_x/l_x =$	0,19	0,21	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
X A		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	60	69	74	76	76	76	73	71
		$a_y/l_y =$	0,19	0,18	0,17	0,15	0,14	0,14	0,10	0,08
X B		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	23	30	35	38	40	41	42	43
		$m_{xy} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	18	15	14	13	13	13	13	13
XI A		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	60	70	76	80	82	83	83	83
		$a_x/l_x =$	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21
XI B		$m_{yx} = 0,001 p_d l_x^2 \times$	54	55	55	54	53	53	51	49
		$a_y/l_y =$	0,19	0,18	0,14	0,13	0,13	0,10	0,08	0,07

— = vrij opgelegd
 = volledig ingeklemd

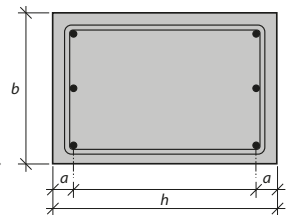
m_{yx} is het positieve moment per lengte in de middendoorsnede evenwijdig aan de lange zijde (l_y)
 m_{xy} is het positieve moment per lengte in de middendoorsnede evenwijdig aan de korte zijde (l_x)
 m_{yx} is het negatieve moment per lengte langs een lange zijde (l_y)
 m_{xy} is het negatieve moment per lengte langs een korte zijde (l_x)

Tabel 36 Ontwerpgrafiek buiging en normaalkracht bij C20/25 en $a/h = 0,10$

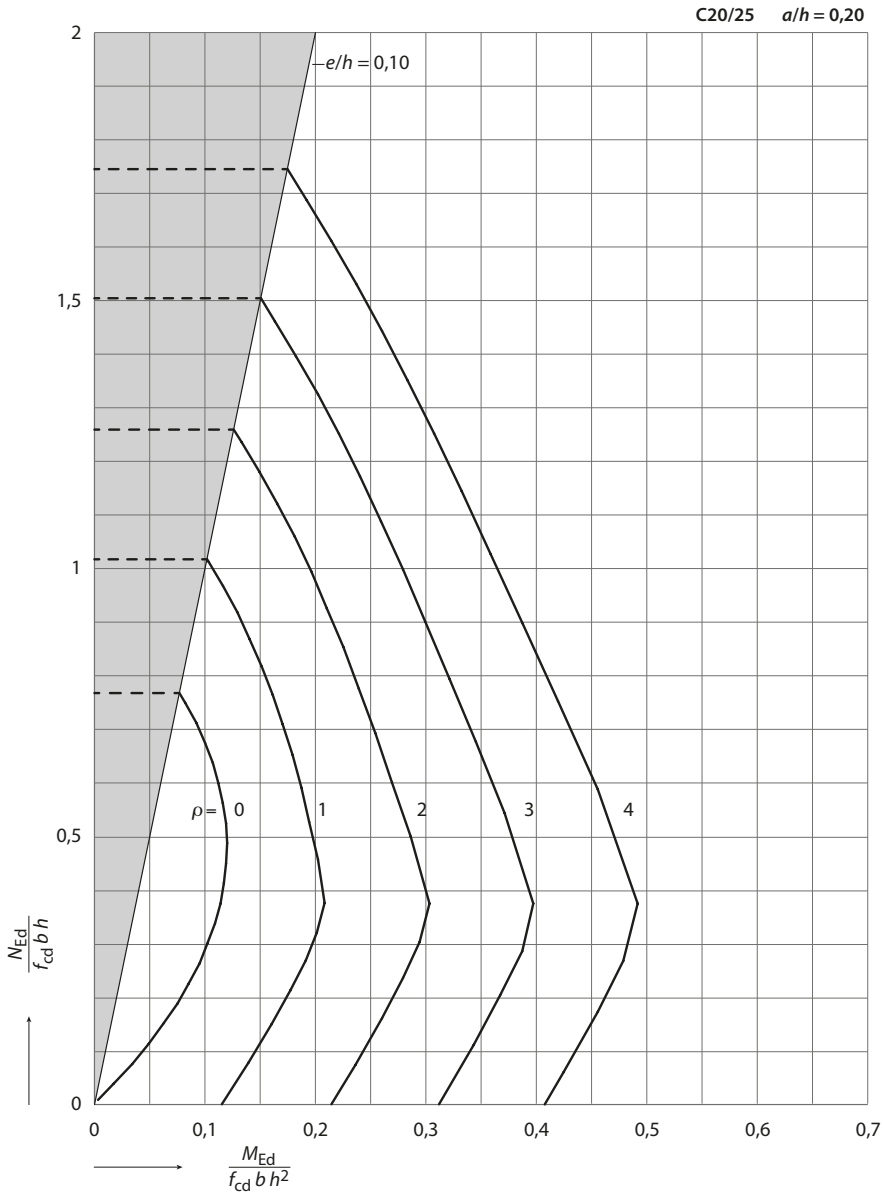


Toelichting grafiek

- symmetrisch, tweezijdig gewapende doorsnede
- wapening B500
- ρ is de wapeningsverhouding in % voor de totale doorsnede
- $A_{s, req, tot} = 0,01 \rho A_c$
- gebied boven de lijn $e/h = 0,10$ is gearceerd omdat bij nagenoeg centrische druk ($e/h < 0,10$) een aangepast σ - ϵ diagram van toepassing is. Het aanhouden van de stippellijn voor het dimensioneren van de kolomwapening is voor dit gebied een veilige bovengrensbepaling

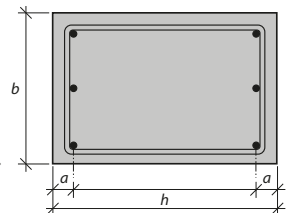


Tabel 37 Ontwerpgrafiek buiging en normaalkracht bij C20/25 en $a/h = 0,20$

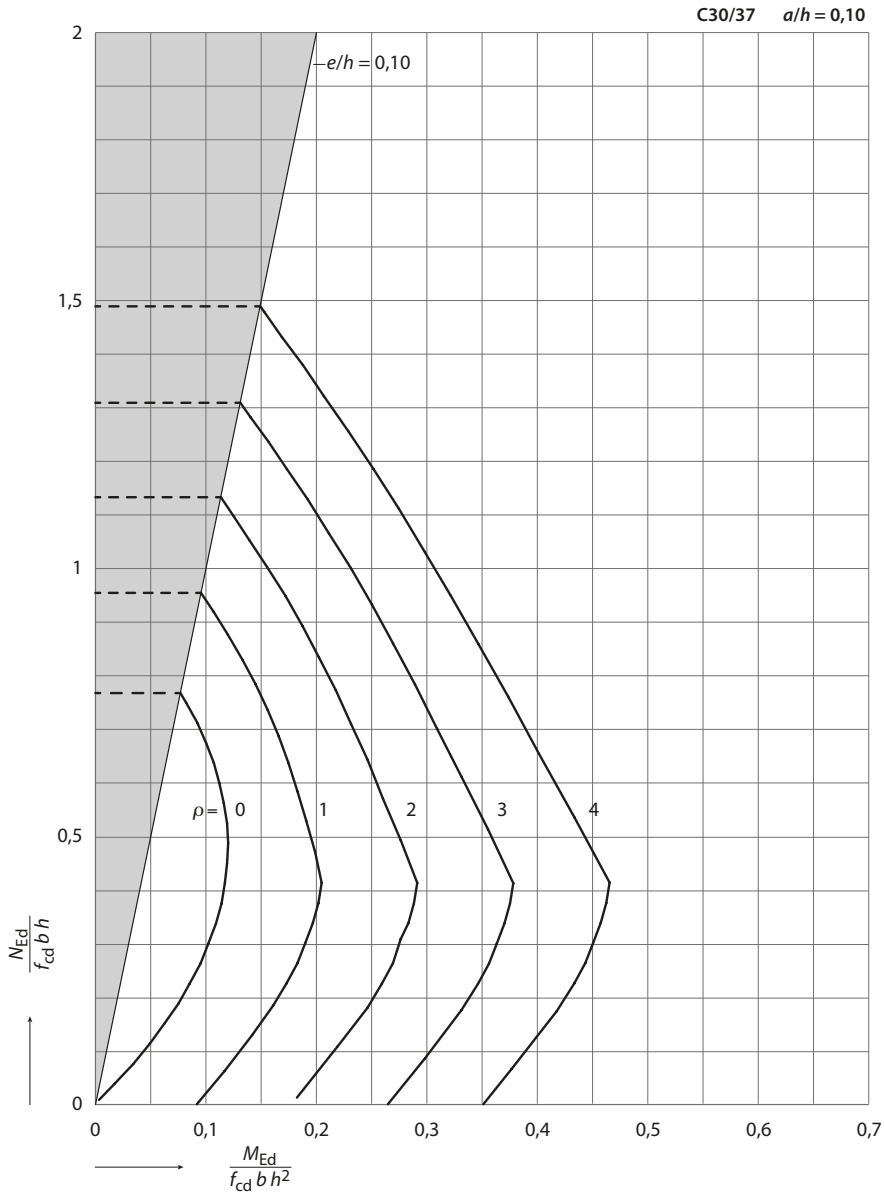


Toelichting grafiek

- symmetrisch, tweezijdig gewapende doorsnede
- wapening B500
- ρ is de wapeningsverhouding in % voor de totale doorsnede
- $A_{s,req,tot} = 0,01 \rho A_c$
- gebied boven de lijn $e/h = 0,10$ is gearceerd omdat bij nagenoeg centrische druk ($e/h < 0,10$) een aangepast σ - ϵ diagram van toepassing is. Het aanhouden van de stippellijn voor het dimensioneren van de kolomwapening is voor dit gebied een veilige bovengrensbepaling

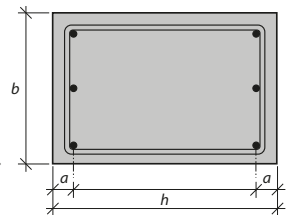


Tabel 38 Ontwerpgrafiek buiging en normaalkracht bij C30/37 en $a/h = 0,10$

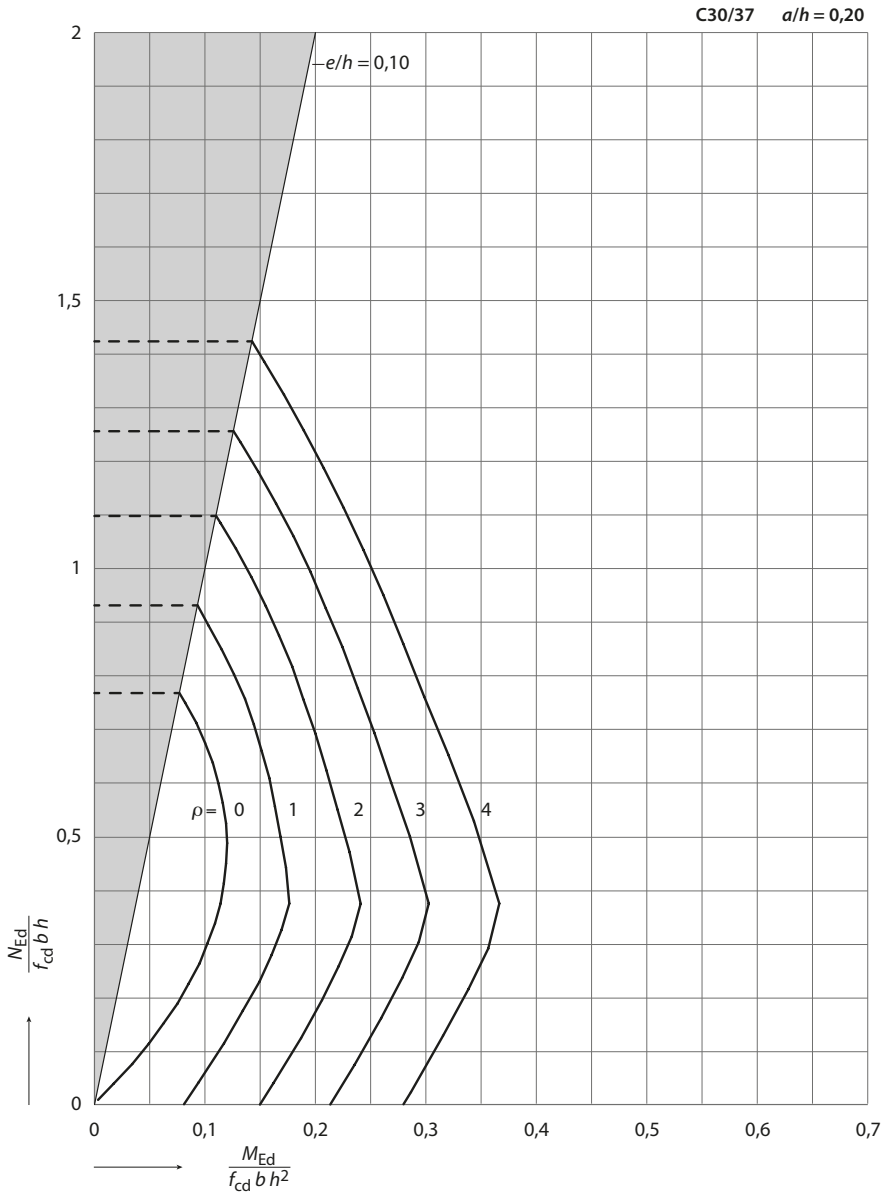


Toelichting grafiek

- symmetrisch, tweezijdig gewapende doorsnede
- wapening B500
- ρ is de wapeningsverhouding in % voor de totale doorsnede
- $A_{s, req, tot} = 0,01 \rho A_c$
- gebied boven de lijn $e/h = 0,10$ is gearceerd omdat bij nagenoeg centrische druk ($e/h < 0,10$) een aangepast σ - ϵ diagram van toepassing is. Het aanhouden van de stippellijn voor het dimensioneren van de kolomwapening is voor dit gebied een veilige bovengrensbepaling



Tabel 39 Ontwerpgrafiek buiging en normaalkracht bij C30/37 en $a/h = 0,20$



Toelichting grafiek

- symmetrisch, tweezijdig gewapende doorsnede
- wapening B500
- ρ is de wapeningsverhouding in % voor de totale doorsnede
- $A_{s,req,tot} = 0,01 \rho A_c$
- gebied boven de lijn $e/h = 0,10$ is gearceerd omdat bij nagenoeg centrische druk ($e/h < 0,10$) een aangepast σ - ϵ diagram van toepassing is. Het aanhouden van de stippellijn voor het dimensioneren van de kolomwapening is voor dit gebied een veilige bovengrensbepaling

