



**HOGESCHOOL ROTTERDAM**

Cluster: RIBACS

Module ribCO2 4z

Draagconstructie in Staal, Hout en Beton

Week 07

Studiejaar 2006 - 2007

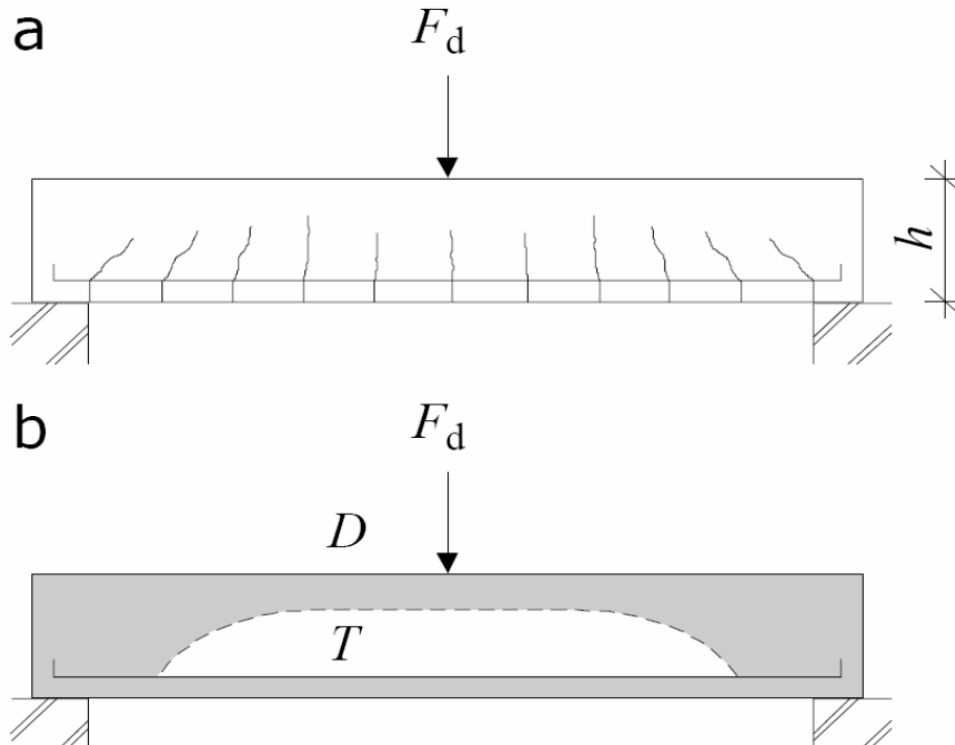
Studiepunten 3 ECTS

Bouwkunde / Civiele techniek

5e semester deeltijd

# Beton kolommen en wanden - slanke ligger -

## Slanke ligger

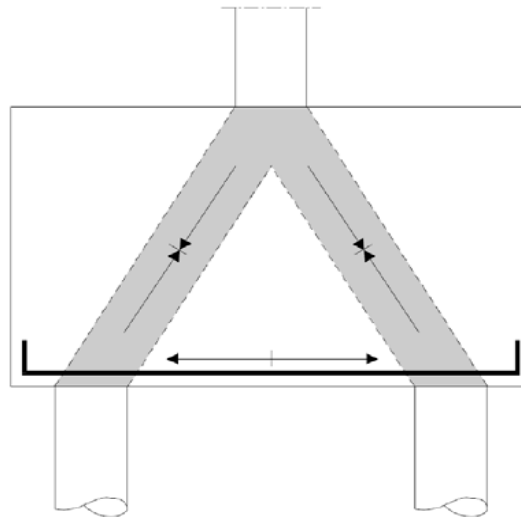


# Beton kolommen en wanden

## - Gedrongen ligger -

Gedrongen ligger

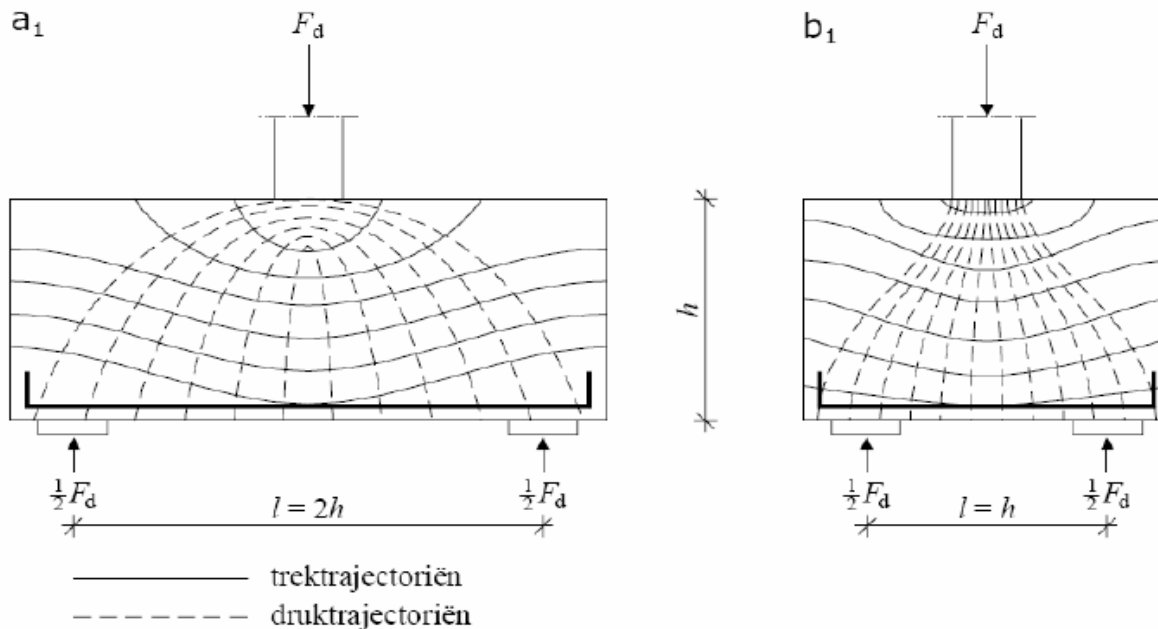
$$L \leq 2H$$



# Beton kolommen en wanden

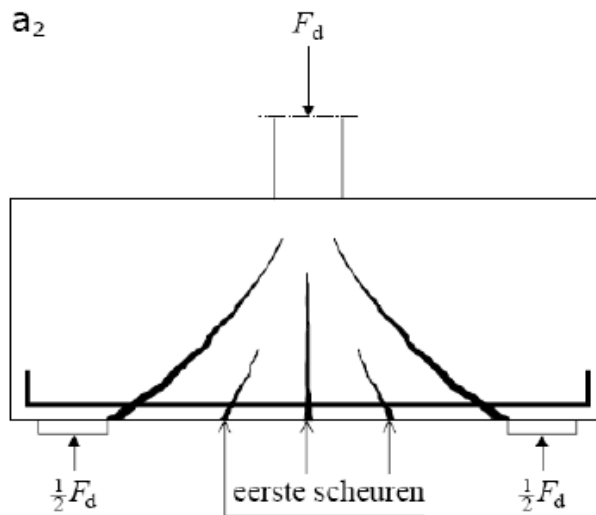
## - Bezwijkbeeld gedrongen liggers -

### Vergelijking bezwijkbeeld gedrongen liggers



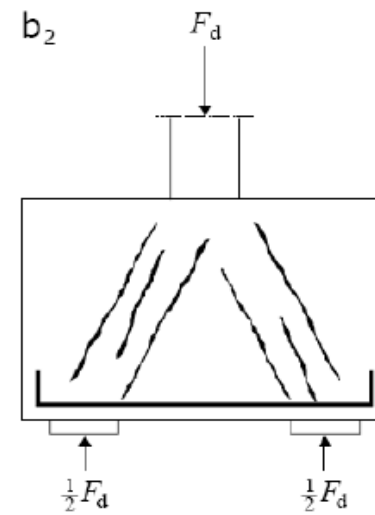
# Beton kolommen en wanden

## - Bezwijkbeeld gedrongen liggers -



$$L = 2H$$

AFSCHUIFBUIGBREUK



$$L = H$$

AFSCHUIFTREKBREUK

# Beton kolommen en wanden

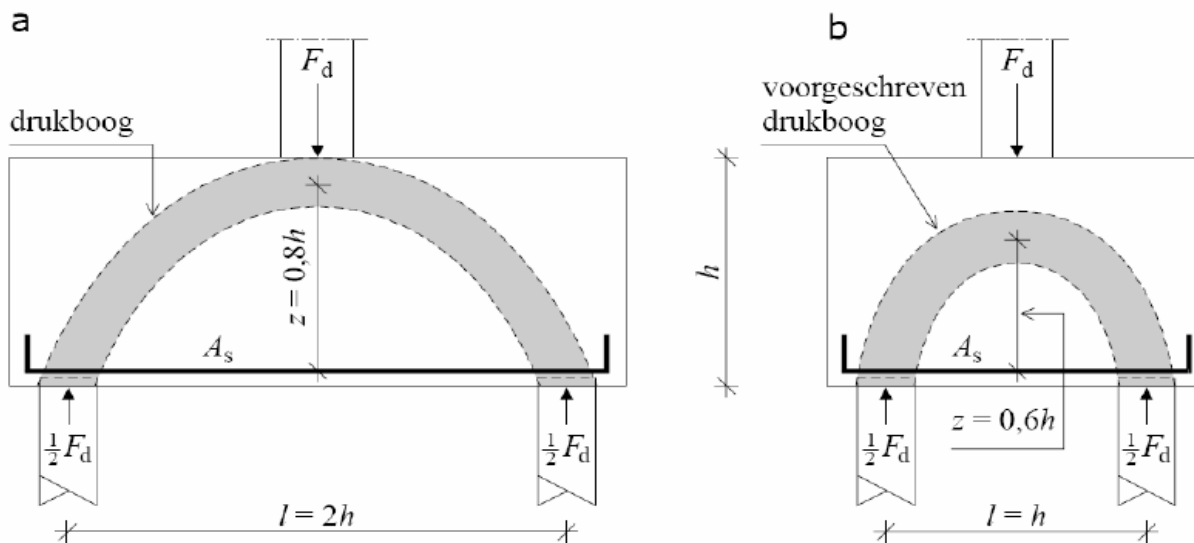
## - Wapening gedrongen liggers -

**Voor gedrongen constructies geldt dat;**

- - De verankering van de trekwapening zodanig moet zijn, dat geen verankeringsbreuk kan ontstaan.
- - Door afschuifbuig- en trekbreuk voldoende dwarskrachtwapening aanbrengen.
- - Door afschuifdrukbreuk (bezwijken drukdiagonaal) voldoende dwarskrachtwapening aanbrengen.

# Beton kolommen en wanden - Drukboog-Trekband-principe -

## DRUKBOOG – TREKBAND-PRINCIPE



# Beton kolommen en wanden

## - Inwendige hefboomsarm -

**Voor statisch bepaalde gedrongen liggers:**

$$Z = 0.2L + 0.4h \geq 0.6L$$

(L=theoretische overspanning, h = totale hoogte betondoorsnede)

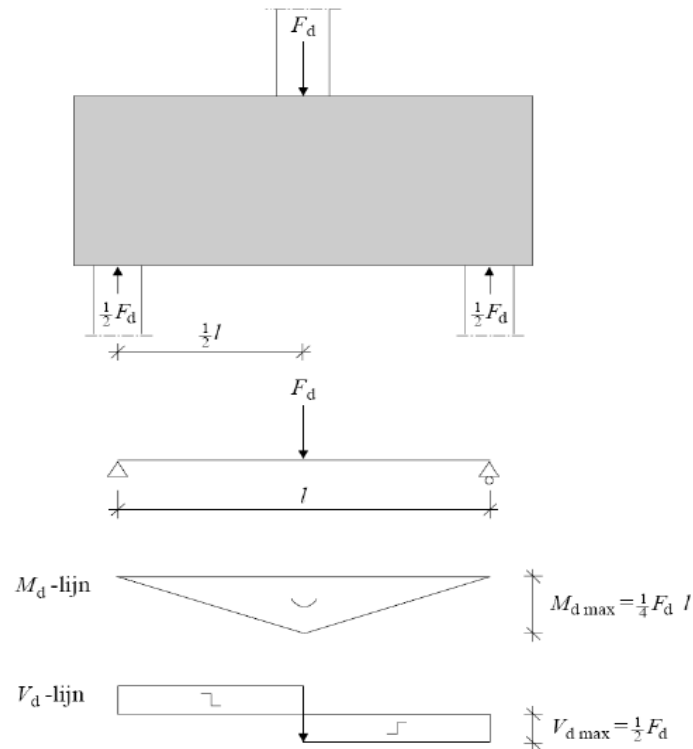
De vereiste buigtrekwapening berekenen we dan met :

$$N_s = M_d/z, \text{ zodat: } A_s = M_d / z * f_s$$

# Beton kolommen en wanden

## - Dwarskrachtcapaciteit -

### Dwarskrachtcapaciteit



# Beton kolommen en wanden

## - Schuifspanning gedrongen liggers -

### Rekenwaarde schuifspanning;

- $\tau_d = V_d/bd$
- Bij gedrongen liggers stelt de VBC:  **$d = h$**

# Beton kolommen en wanden

## - Wandliggers -

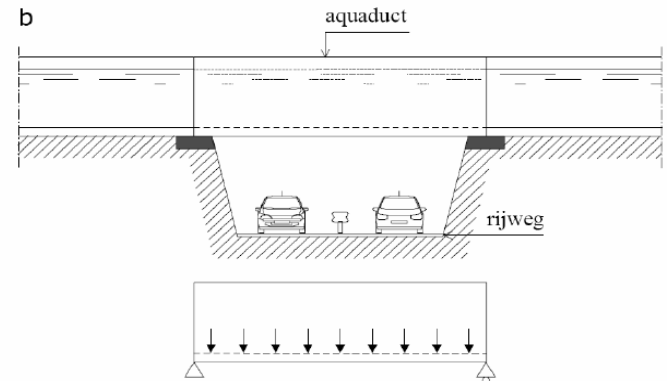
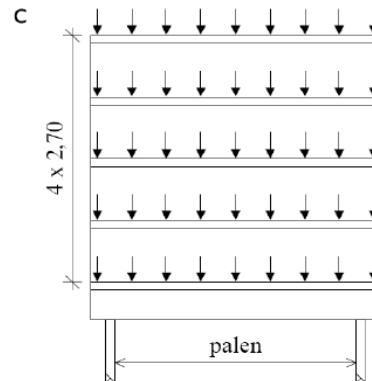
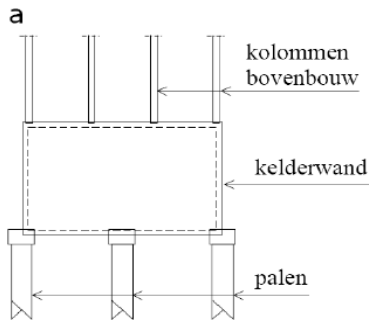
### Wandliggers

- - Hoofdzakelijk verticaal in zijn vlak belast.
- - Over zijn gehele lengte plaatselijk ondersteund vlak constructiedeel
- - Theoretische overspanning klein t.o.v. de hoogte.
- - Is een gedrongen ligger
- - Rekenen op horizontale trek- en drukkrachten
- - Constructiehoogte ( $h$ ) en dus de inwendige hefboomsarm van belang.
- - Buigstijve elementen

# Beton kolommen en wanden

## - Wandliggers voorbeelden -

### WANDLIGGERS:



- a. Kelderwand onder flatgebouw
- b. Wand van een aquaduct
- c. Bouwmuur in een flatgebouw

# Beton kolommen en wanden

## - Afmeting wand -

### Schatten afmetingen

#### **Dikte wand:**

- Geluidsisolatie -> gestelde eisen aan de massa van de wand.
- Waterdichtheid

Dikte wand varieert meestal tussen de 200 en 300 mm.

Hoogte wand afhankelijk van de bouwkundige randvoorwaarde.

# Beton kolommen en wanden

## - Rekenvoorbeeld wandligger -

### Rekenvoorbeeld #1

#### **Gegeven:**

Een betonwand in een flatgebouw wordt belast door een kolom.

Bovenkolom: 250 x 600 mm

Ondersteunde kolommen: 250 x 400 mm

Tussenliggende wand = wandligger

Wandligger:  $b \times h = 250 \times 4000 \text{ mm}^2$

Theoretische overspanning wandligger = 3000 mm

Beton B45

Staalsoort FeB 500

Milieuklasse 2, controleerbaar

Lusverankering =  $\emptyset 6$

Betondekking = 25 mm

Belasting  $F_d = 1200 \text{ kN}$ ,  $F_{rep} = 900 \text{ kN}$

#### **Gevraagd;**

Benodigde wapening

# Beton kolommen en wanden

## - Minimum wapening wandligger -

### Minimumwapening

	B 15	B 25	B 35	B 45	B 55	B 65
FeB 220	0,26	0,34	0,41	0,48	0,56	0,63
FeB 400	0,15	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35
FeB 500	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27

Het minimaal percentage bij wanden is over het algemeen veel groter dan rekenkundig benodigd, maak dan gebruik van de tweede voorwaarde:  $A_{smin} = 1.25 * (M_d / f_s * z)$

# Beton kolommen en wanden

## - Scheurwijdte wandligger -

Toetsing scheurwijdte

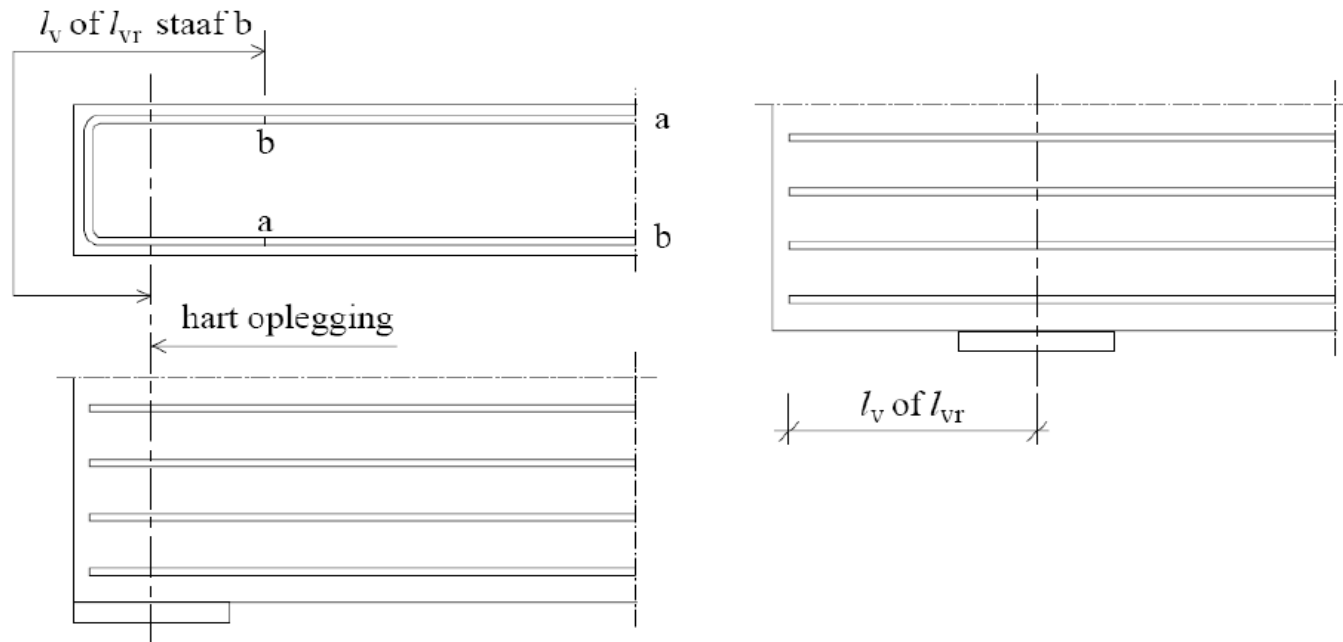
**Maximale toelaatbare kenmiddellijn  $\sigma_{km}$  voor geribd betonstaal.**

milieu- klasse	staalspanning $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )							
	100	125	150	200	250	300	350	400
1	50	40	33	25	20	17	14	12
2	37	30	25	19	15	13	11	9
3 t.m.5	25	20	17	13	10	8	7	6

# Beton kolommen en wanden

## - Verankering wapening wandligger -

VERANKERING BUIGTREKWAPENING WANDLIGGER:



# Beton kolommen en wanden

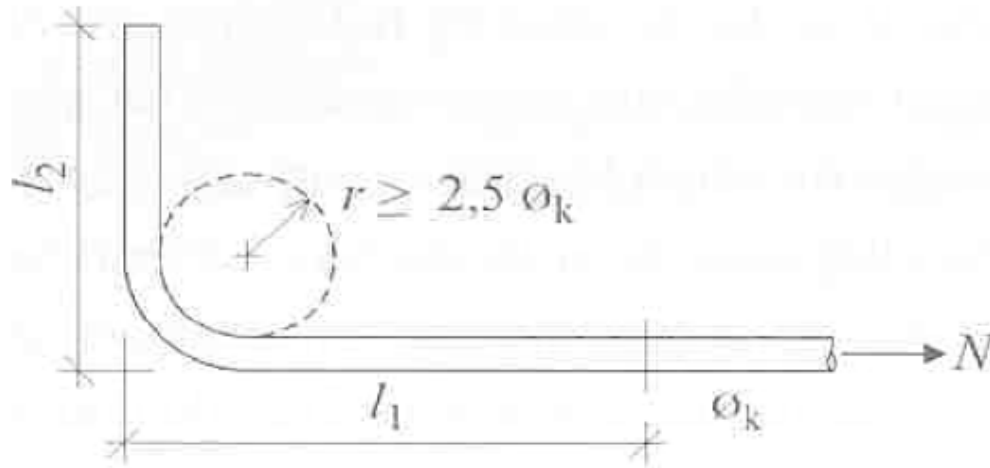
## - Verankeringslengte wandligger -

**Tabel basisverankeringslengte**

sterkteklasse	geribd staal				glad staal	
	FeB 500		FeB 400		FeB 220	
	$c/\varnothing_k = 1$	$c/\varnothing_k = 4$	$c/\varnothing_k = 1$	$c/\varnothing_k = 4$	$c/\varnothing_k = 1$	$c/\varnothing_k = 4$
B 15	52 $\varnothing_k$	35 $\varnothing_k$	42 $\varnothing_k$	28 $\varnothing_k$	46 $\varnothing_k$	31 $\varnothing_k$
B 25	40 $\varnothing_k$	27 $\varnothing_k$	32 $\varnothing_k$	22 $\varnothing_k$	36 $\varnothing_k$	24 $\varnothing_k$
B 35	34 $\varnothing_k$	23 $\varnothing_k$	27 $\varnothing_k$	18 $\varnothing_k$	30 $\varnothing_k$	20 $\varnothing_k$
B 45	30 $\varnothing_k$	20 $\varnothing_k$	24 $\varnothing_k$	16 $\varnothing_k$	27 $\varnothing_k$	18 $\varnothing_k$
B 55	27 $\varnothing_k$	18 $\varnothing_k$	22 $\varnothing_k$	15 $\varnothing_k$	24 $\varnothing_k$	16 $\varnothing_k$
B 65	25 $\varnothing_k$	17 $\varnothing_k$	20 $\varnothing_k$	13 $\varnothing_k$	22 $\varnothing_k$	15 $\varnothing_k$

# Beton kolommen en wanden

## - Verankeringslengte -



$$l_v = l_1 + l_2$$

# Beton kolommen en wanden

## - Verhouding verankeringsslengte -

**Tabel maximale verhouding  $l_2/l_v$  voor staven  $\varnothing_k \geq 16$  mm**

sterkteklasse	$f'_b$	$l_2/l_v$
B 15	9	0,30
B 25	15	0,50
B 35	21	0,70
B 45	27	0,90
B 55	33	1,00
B 65	39	1,00

# Beton kolommen en wanden

## - Tabel schuifspanning -

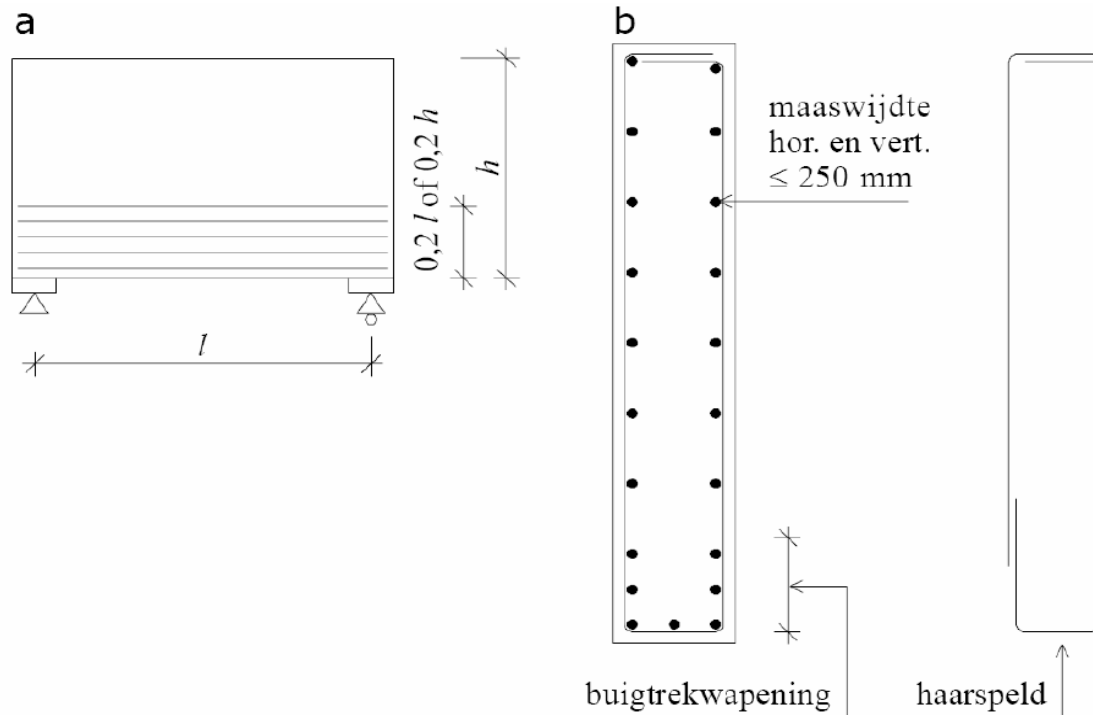
Tabel  $\tau_1$

sterkteklasse	$0,4f_b$
B 15	0,36
B 25	0,46
B 35	0,56
B 45	0,66
B 55	0,76
B 65	0,86

# Beton kolommen en wanden

## - Detaillering wapening wandligger -

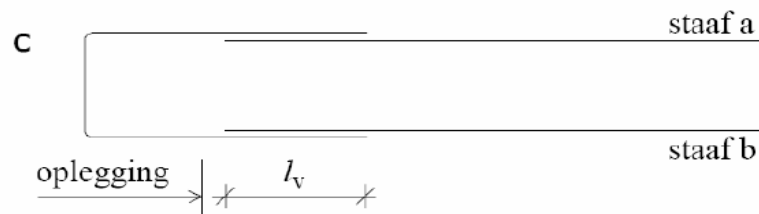
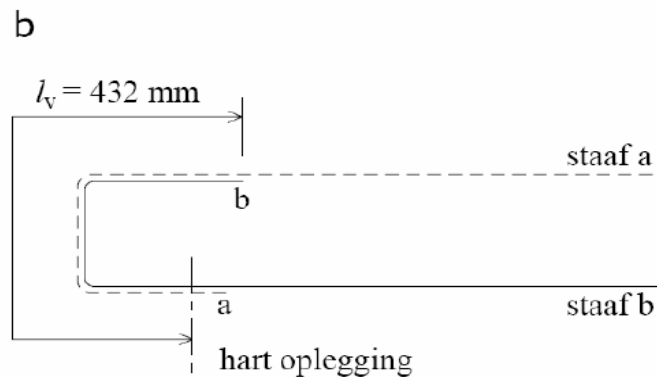
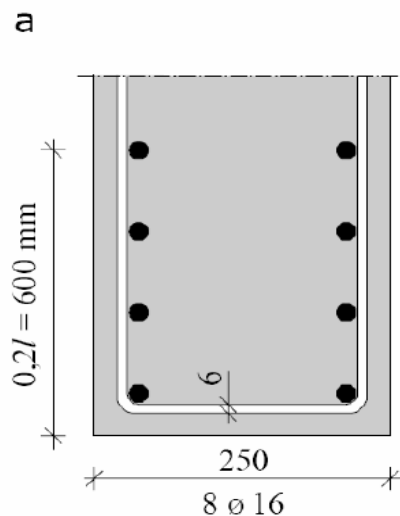
Detailleren wapening gedrongen ligger



# Beton kolommen en wanden

## - Detaillering wapening rekenvoorbeeld -

Detailleren wapening gedrongen ligger



# Beton kolommen en wanden

## - Druk en buiging / $e_c$ methode -

Krachtsverdeling met 2<sup>e</sup> orde, de  $e_c$ -methode

⇒  **$e_c$ -METHODE**

ALS NIET WORDT VOLDAAN AAN DE VOORWAARDEN VAN  $\lambda_h$ ,  
MOET WEL HET TWEEDE-ORDE EFECT IN REKENING WORDEN  
GEBRACHT.

HOE ????

# Beton kolommen en wanden

## - Toeslagexcentriciteit -

- 'Rekentruc' →  $e_c$ -methode
  - maak een eerste-orde berekening
  - verwerk het 2<sup>e</sup>- orde effect middels een 'toeslagexcentriciteit'

De beginexcentriciteit  $e_0$  wordt vergroot met een toeslagexcentriciteit  $e_c$ :

$$e_t = e_0 + e_c$$

# Beton kolommen en wanden

## - Afhankelijkheid $e_c$ -

De waarde van  $e_c$  is afhankelijk van:

- de aard van de belasting → de grootte van het moment en de normaalkracht die uit de eerste-orde berekening volgen.
- de randvoorwaarden → de mate van inklemming ter plaatse van de aansluiting met de resterende constructie
- de lengte van de kolom
- de vorm van de doorsnede
- de materiaaleigenschappen van beton en staal
- de hoeveelheid en de plaats van de wapening

# Beton kolommen en wanden

## - Vereenvoudiging $e_c$ -

- Het verwerken van al deze parameters in één formule leidt tot zeer complexe formulering.
  - Ten koste van enige nauwkeurigheid zijn de formules van de  $e_c$ -methode afhankelijk gesteld van de eerste vier voorwaarden.
  - De toeslagexcentriciteit is dus onafhankelijk gesteld van het wapeningspercentage en de sterkteklasse.
  - Toepassing van de formules leidt tot veilige waarden.
- ⇒ dit leidt weliswaar tot een zwaardere constructie dan nodig, maar het voordeel is bij deze rekenmethode dat de wapening niet vooraf bekend hoeft te zijn.

# Beton kolommen en wanden

## - Voorwaarden en methode -

Voorwaarde:

- De wapening en de doorsnede mag over de lengte van het constructiedeel niet variëren.
- $e_t = (e_0 + e_c)\xi \leq e_0$

$e_t$  = de excentriciteit in de eindtoestand:  $e_t \geq 0,10 \cdot h$

$e_0$  = de grootste eerste-orde beginexcentriciteit:

$$e_0 = M_d / N'_d \geq l/300 \leq 10 \text{ mm.}$$

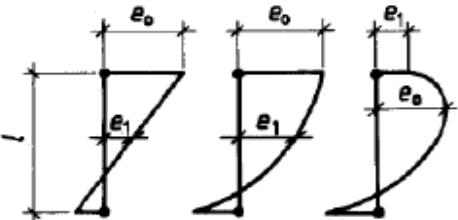
$e_c$  = de toeslagexcentriciteit

$L$  = theoretisch ongesteunde lengte van constructiedeel

$\xi$  = de factor die de invloed van de kop- en voetinklemming in rekening brengt

# Beton kolommen en wanden

## - Belastingsschema's t.b.v. de $e_c$ -

belastingsschema's	$\xi$	$e_c$
	$\xi = 0,5 \left( 1 + \frac{e_1}{e_0} \right) \leq 0,75$	<p>als <math>e_0 &lt; 0,5h</math>:</p> $e_c = 3[1,5h + e_0(4\psi - 3)] \left( \frac{ql_c}{100h} \right)^2$ <p>als <math>e_0 \geq 0,5h</math>:</p> $e_c = 6h\psi \left( \frac{ql_c}{100h} \right)^2$

$\psi$  = factor die de vorm van de doorsnede in rekening brengt:

rechthoekige doorsnede:  $\psi = 1,0$

circelvormige doorsnede:  $\psi = 1,31$

$\rho$  = reductiefactor voor de kniklengte van wanden  
2-,3- of 4-zijdig gesteund

# Beton kolommen en wanden

## - Verklaring belastingschema's -

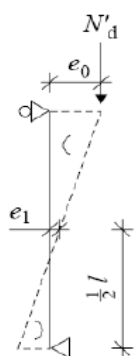
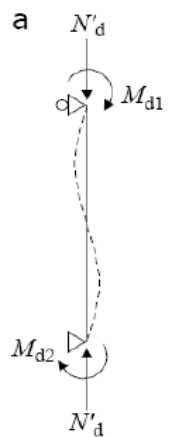
### VERKLARING VAN DE BELASTINGSCHEMA'S

De belastingschema's gelden achtereenvolgens voor:

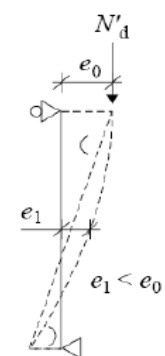
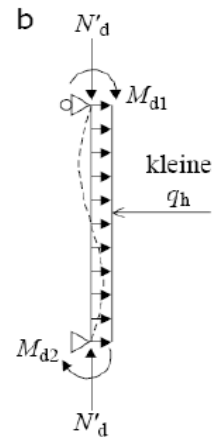
- a. tussenkolom (-wand)
- b. kolom (wand) met een kleine horizontale belasting
- c. wand met een grote horizontale belasting

# Beton kolommen en wanden

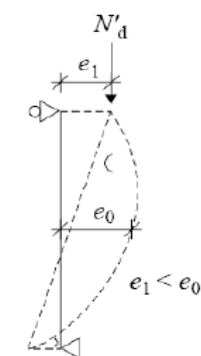
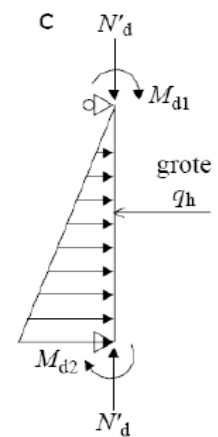
## - Uitwerking belastingschema's -



kolom, alleen knooplasten



bijv. kopwand, gevelkolom



bijv. kelderwand, wand sluiscolk

# Beton kolommen en wanden - Invloed randvoorwaarden -

IN DE FACTOR  $\xi$  IS DE INVLOED VAN DE RANDVOORWAARDEN DE AARD VAN DE BELASTING VERREKEND.

pendel

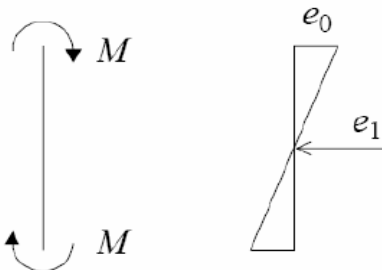


$$e_1 = e_0 = 0$$

$$\xi = 0,5(1 + \frac{e_1}{e_0}) \neq 0,75$$

$$\xi = 0,5(1 + \frac{e_0}{e_0}) = 1$$

'ideale' gevelkolom



$$e_1 = 0$$

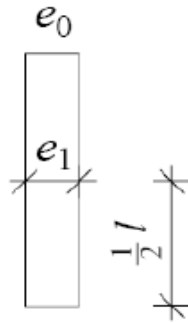
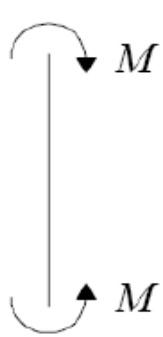
$$\xi = 0,5(1 + \frac{0}{e_0}) = 0,5 \rightarrow 0,75$$

(ook voor monoliete middenkolom)

# Beton kolommen en wanden

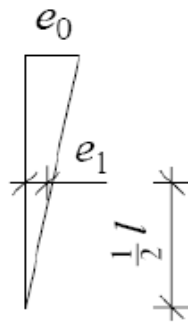
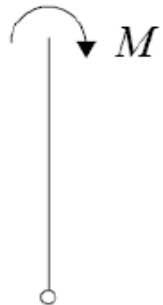
## - Invloed randvoorwaarden -

IN DE FACTOR  $\xi$  IS DE INVLOED VAN DE RANDVOORWAARDEN DE AARD VAN DE BELASTING VERREKEND.



$$e_0 = e_1$$

$$\xi = 0,5(1 + \frac{e_0}{e_0}) = 1$$



$$e_1 = \frac{1}{2} e_0$$

$$\xi = 0,5(1 + \frac{\frac{1}{2}e_0}{e_0}) = 0,75$$

# Beton kolommen en wanden

## - Vervolg rekenvoorbeeld uit week 6 -

Vervolg rekenvoorbeeld #1 uit lesweek 6

Gegeven:

$$N'_d = 1000 \text{ kN}$$

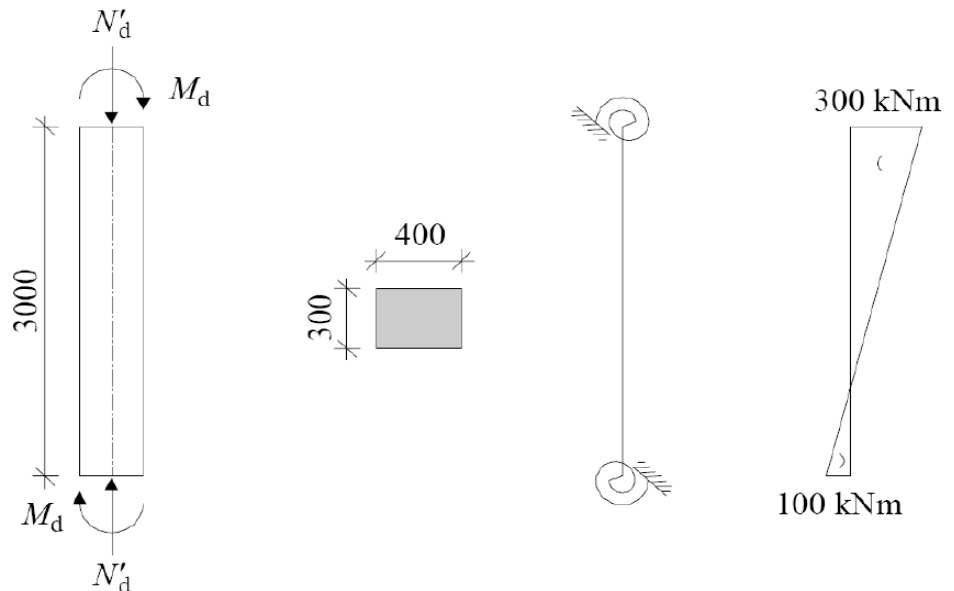
$$M_{d;\text{boven}} = 300 \text{ kNm}$$

$$M_{d;\text{onder}} = 100 \text{ kNm}$$

Beton B25

Staal FeB 500

Betondekking  $c = 30 \text{ mm}$ .



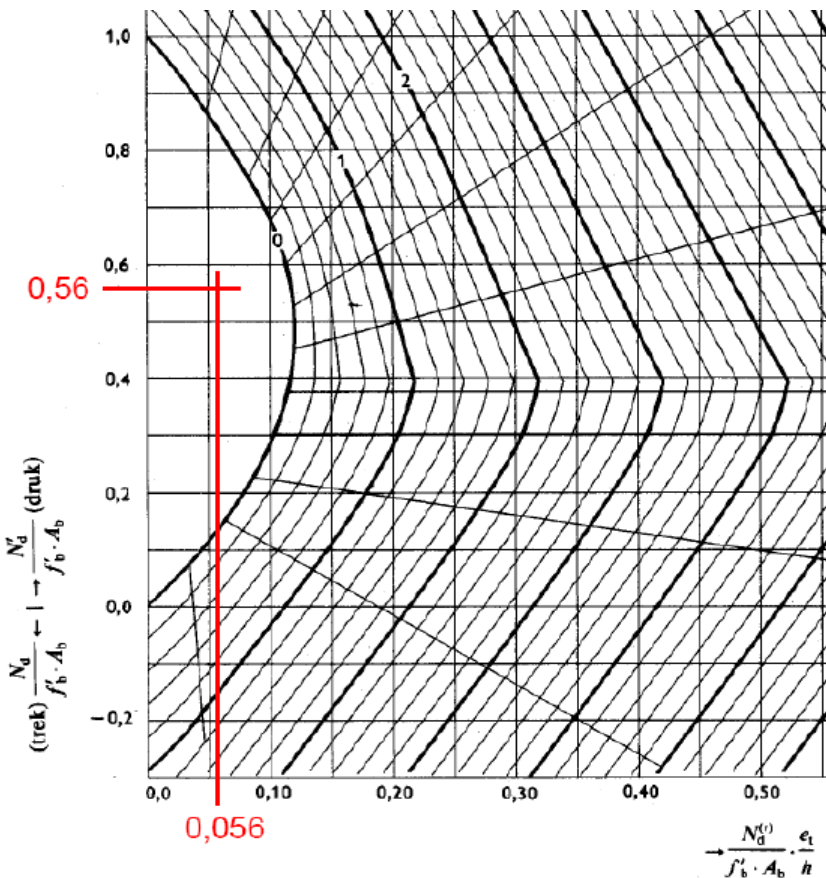
# Beton kolommen en wanden

## - Controle loodrecht op buigingsrichting -

- In feite moet ook loodrecht op de buigingsrichting gecontroleerd worden
- De wapening ligt bij tweezijdig wapenen niet in die richting, terwijl de kolom in die richting vaak veel slanker is.
- Omdat loodrecht op de buigingsrichting geen wapening aanwezig is, kan de kolom t.p.v. de aansluitingen (kop en voet) geen momenten opnemen. Dus de kolom uitrekenen als een pendelstaaf  $\rightarrow \ell_{\text{knik}} = \ell_{\text{systeem}} = 3000 \text{ mm}$ .

# Beton kolommen en wanden

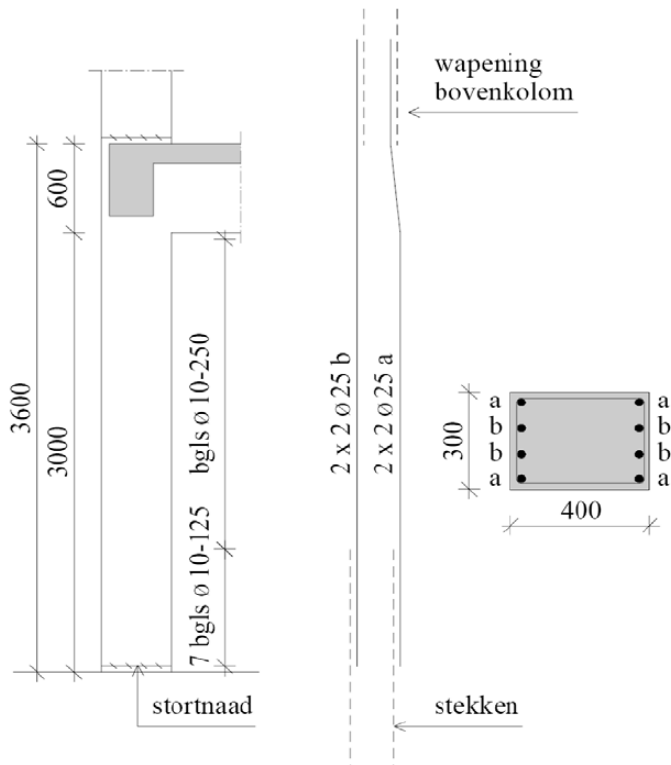
## - GTB diagram -



# Beton kolommen en wanden

## - Wapening kolom -

WAPENING KOLOM:



# EISEN AAN DE KOLOMWAPENING VOLGENS DE VBC

min.afstand hoofdwapening:

30 mm

$\phi_k$  (grootste staaf)

$\frac{4}{3}$  grootste zeefmaat  $D$

$\frac{2}{3} D$  bij stekeinden

betondekking:

milieuklasse 1            30 mm

milieuklasse 2            35 mm

milieuklasse 3 t.m. 5    40 mm

nabehandeld oppervlak + 5 mm

oncontroleerbaar        + 5 mm

$f'_{ck} < 25 \text{ N/mm}^2$        + 5 mm

max.afstand hoofdwapening:

300 mm

minimum-kolomafmeting:

200 mm

max. h.o.h. afstand beugels:

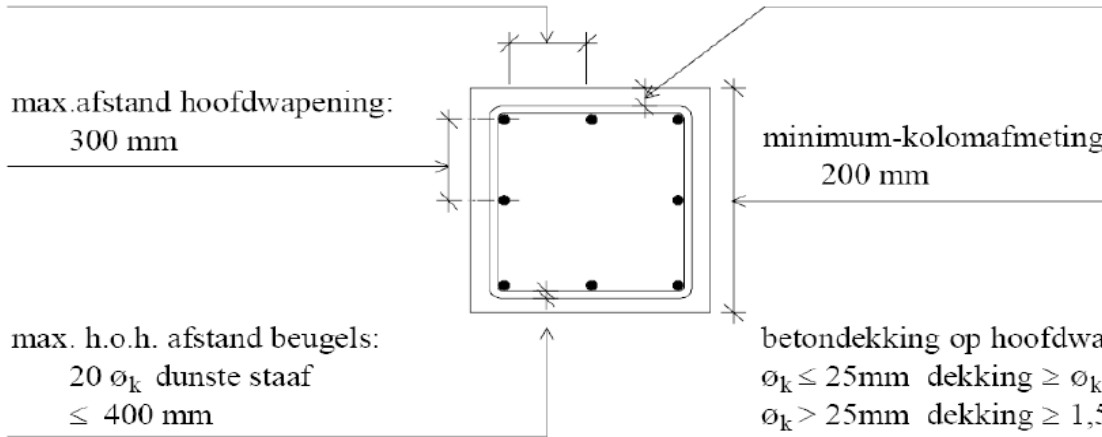
$20 \phi_k$  dunste staaf

$\leq 400 \text{ mm}$

betondekking op hoofdwapening

$\phi_k \leq 25 \text{ mm}$  dekking  $\geq \phi_k$

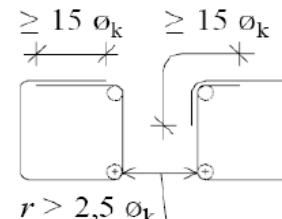
$\phi_k > 25 \text{ mm}$  dekking  $\geq 1,5 \phi_k$

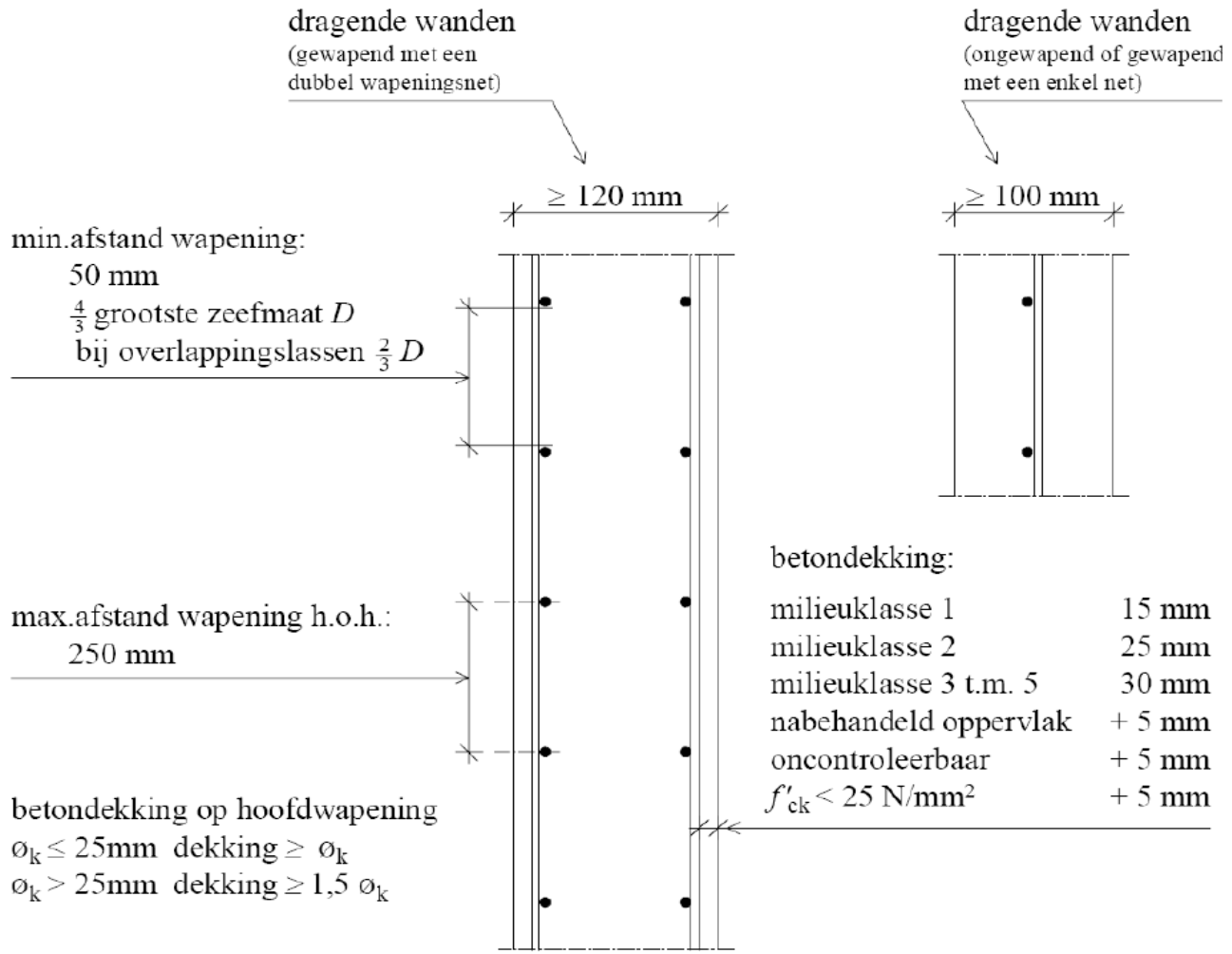


minimum  $\phi_k$  in mm

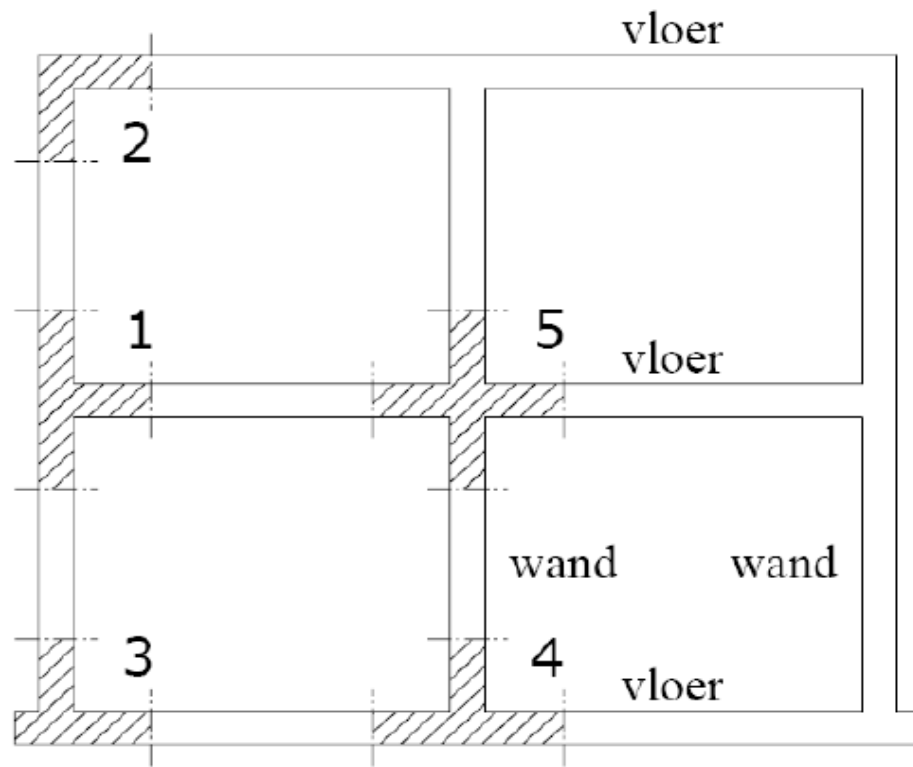
	FeB 500 staven	FeB 500 wapeningsnetten
hoofdwapening	10	8
beugels	5	5

beugelvormen:



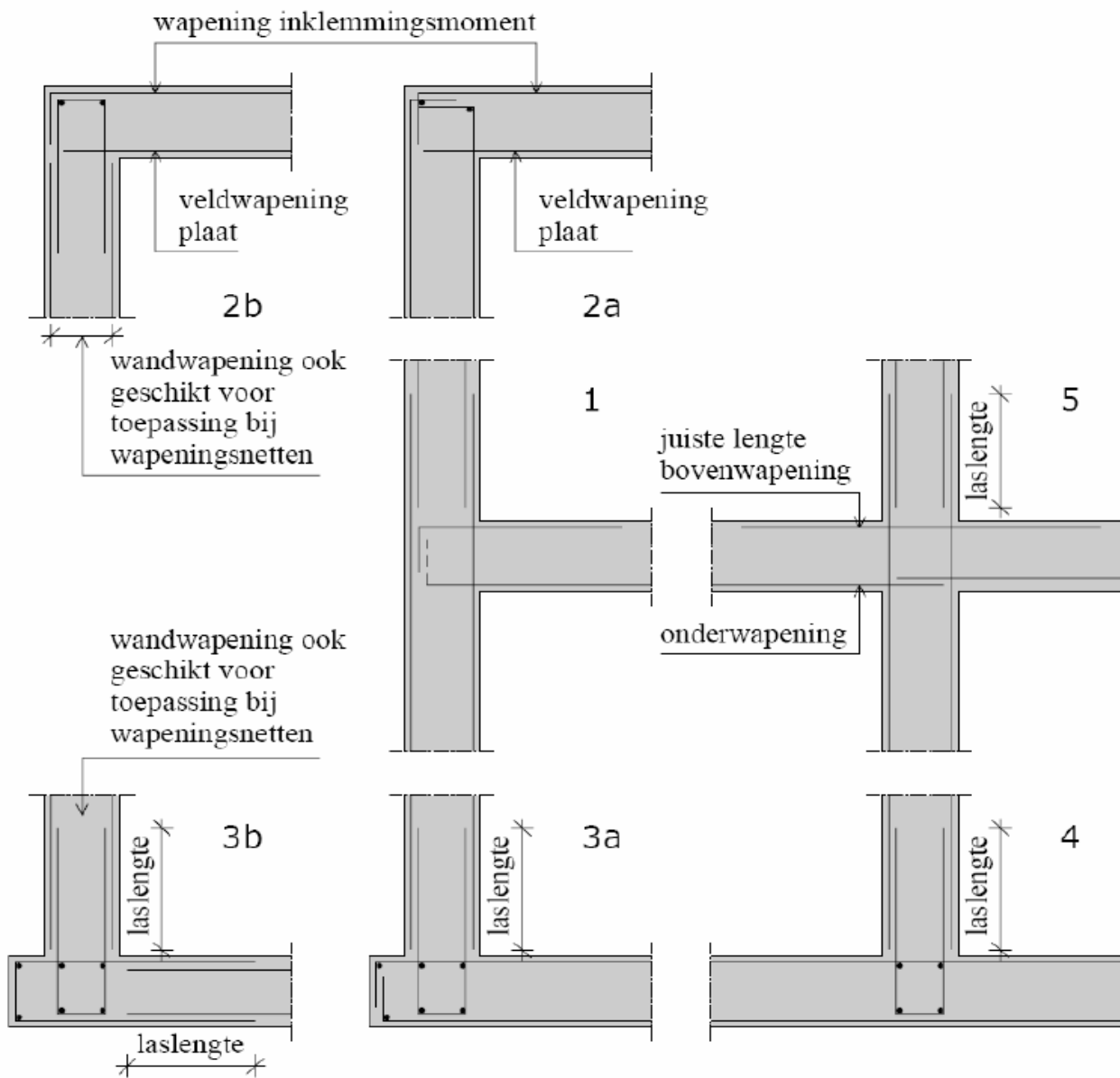


# WAPENINGSDETAILS VOOR WAND- EN VLOERAANSLUITINGEN



wand - vloer aansluitingen

# Vervolg wapeningsdetails wand- en vloeraansluitingen



**EINDE**

Docent: M.J.Roos