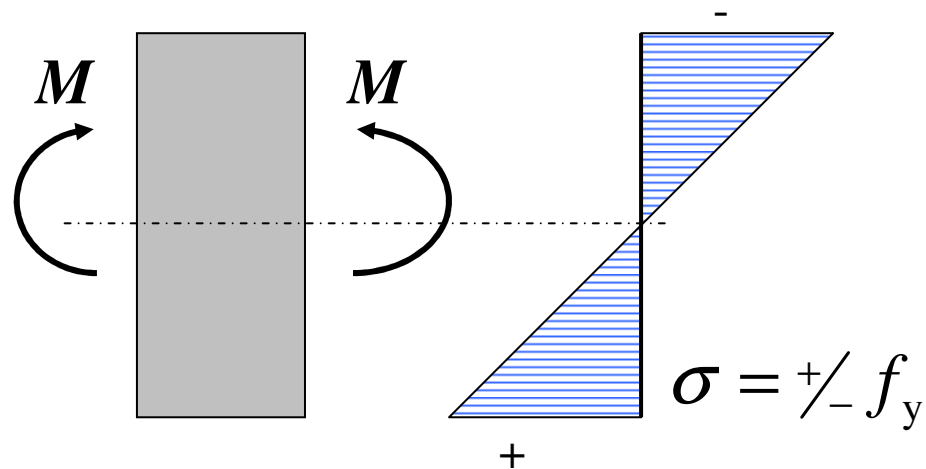
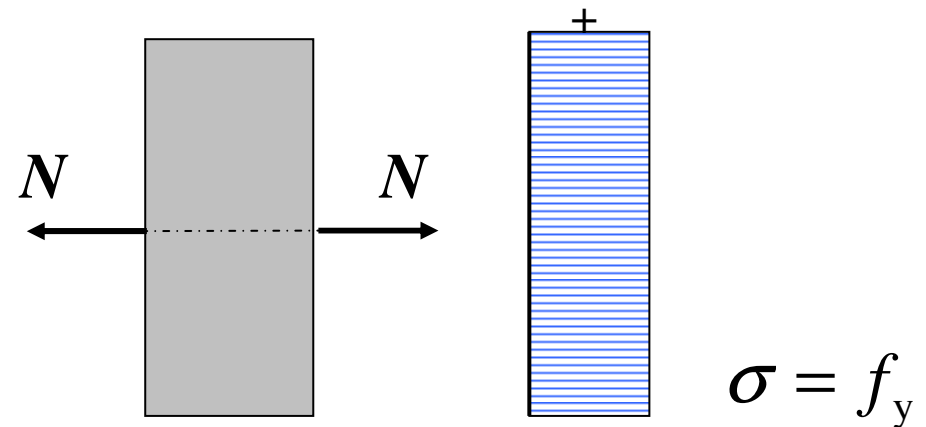


THEMA

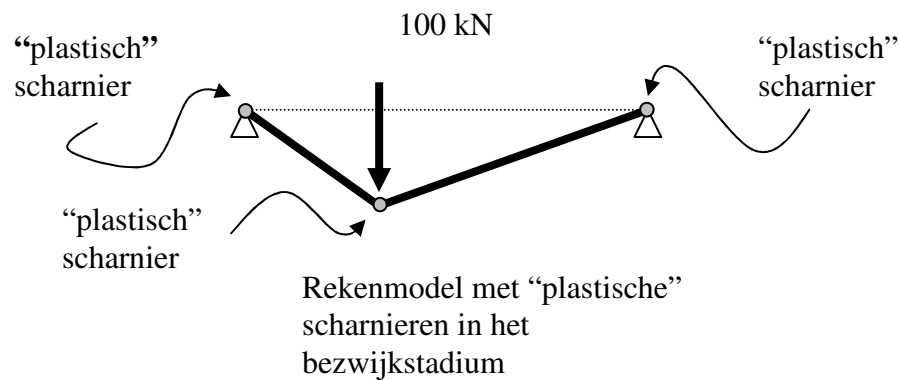
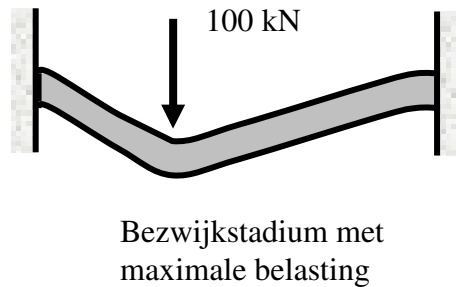
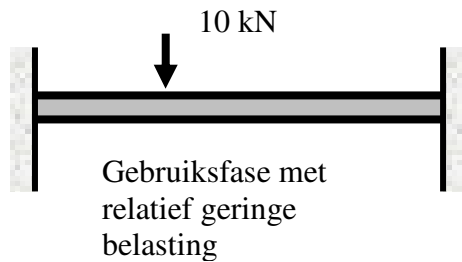
IS BEZWIJKEN HET BEREIKEN VAN DE VLOEIGRENS ?



BUIGING



EXTENSIE



WAT GEBEURT ER BIJ “*OVERBELASTEN*” ?

- MATERIAAL ?
- DOORSNEDE ?
- CONSTRUCTIE ?

(ULTIMATE LOAD)
(LIMIT STATE ANALYSIS)
(BEZWIJKANALYSE)

COLLEGE-OPBOUW

- RELEVANTE MATERIAALEIGENSCHAPPEN
- ELASTISCH of PLASTISCH REKENEN
(introductie m.b.v. constructies op trek)
- PLASTISCH REKENEN AAN STAAFCONSTRUCTIES
OP BUIGING
 - DOORSNEDE GEDRAG
 - BEZWIJKANALYSE (CONSTRUCTIEGEDRAG)

LEERMIDDELEN

BOEK : Toegepaste Mechanica deel 3,
module 2, Hartsuijker /Welleman

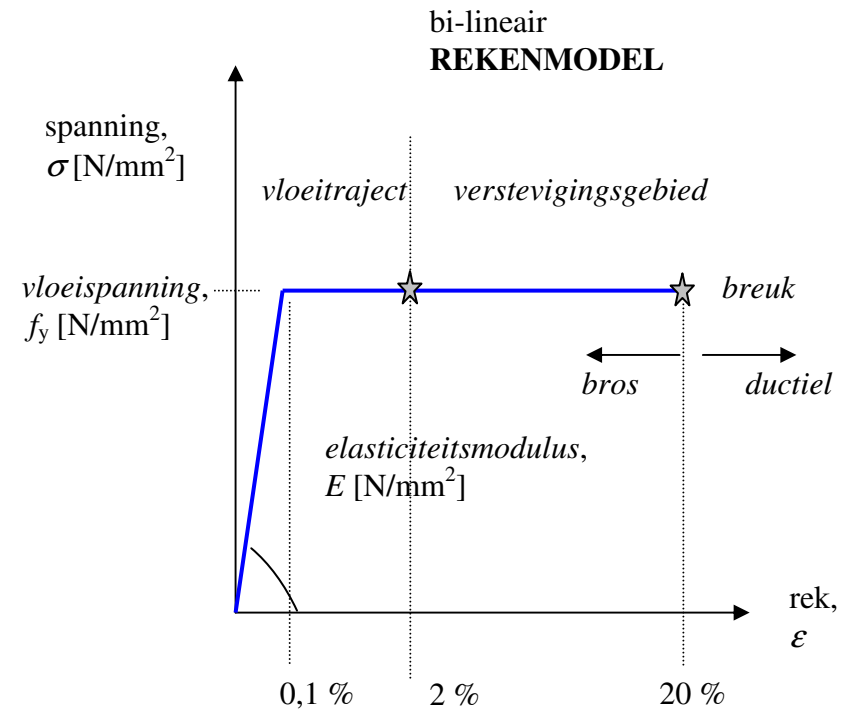
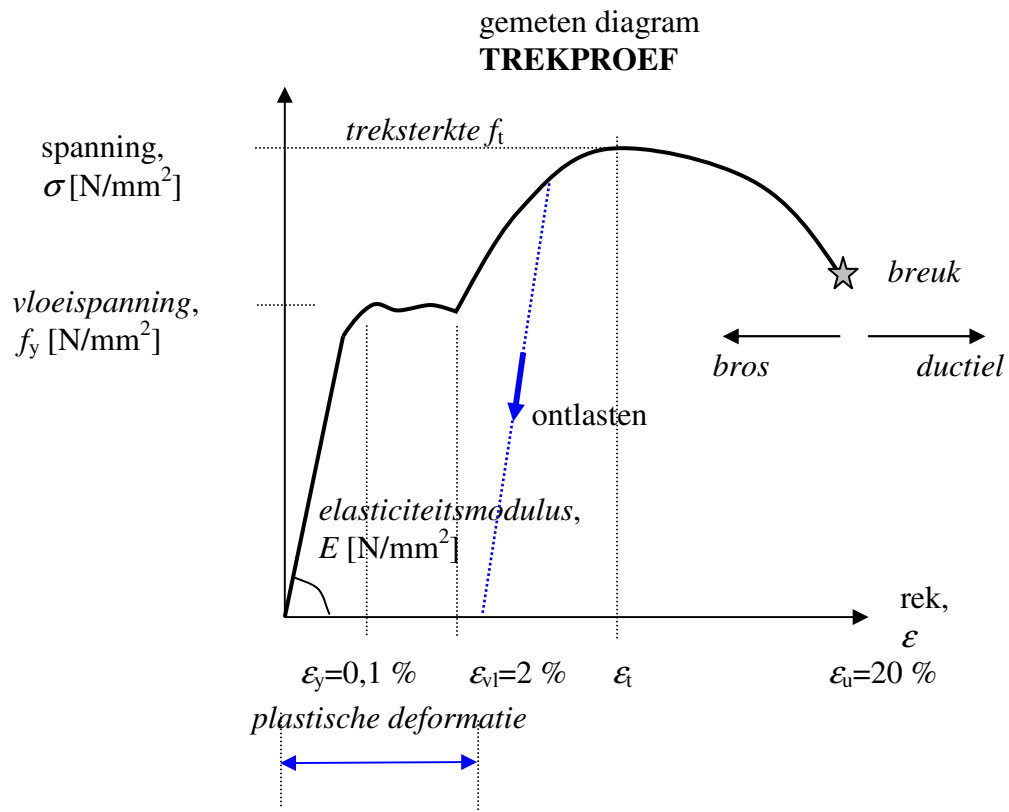
Aanbevolen literatuur:

BOEK : (Over)spannend Staal, deel 1 en 2,
Stichting Bouwen met Staal (BmS).

Deel 1: Basisboek, hoofdstuk 3, 9

Deel 2: Construeren A, hoofdstuk 2.2 en 2.3

RELEVANTE MATERIAALEIGENSCHAPPEN (STAAL)



(CONSTRUCTIE) STAALSOORTEN

aanduiding	Vloeigrens N/mm^2	Treksterkte N/mm^2	vloei-rek $(\epsilon_y) \%$	breuk-rek $(\epsilon_u) \%$
S235	235	360	$\approx 0,1$	19
S275	275	430	$\approx 0,1$	16
S355	355	510	$\approx 0,2$	16

E -modulus : $E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2 = 210 \text{ GPa}$

ZIE OOK : (Over)Spannend Staal, deel 1 Basisboek pag 49

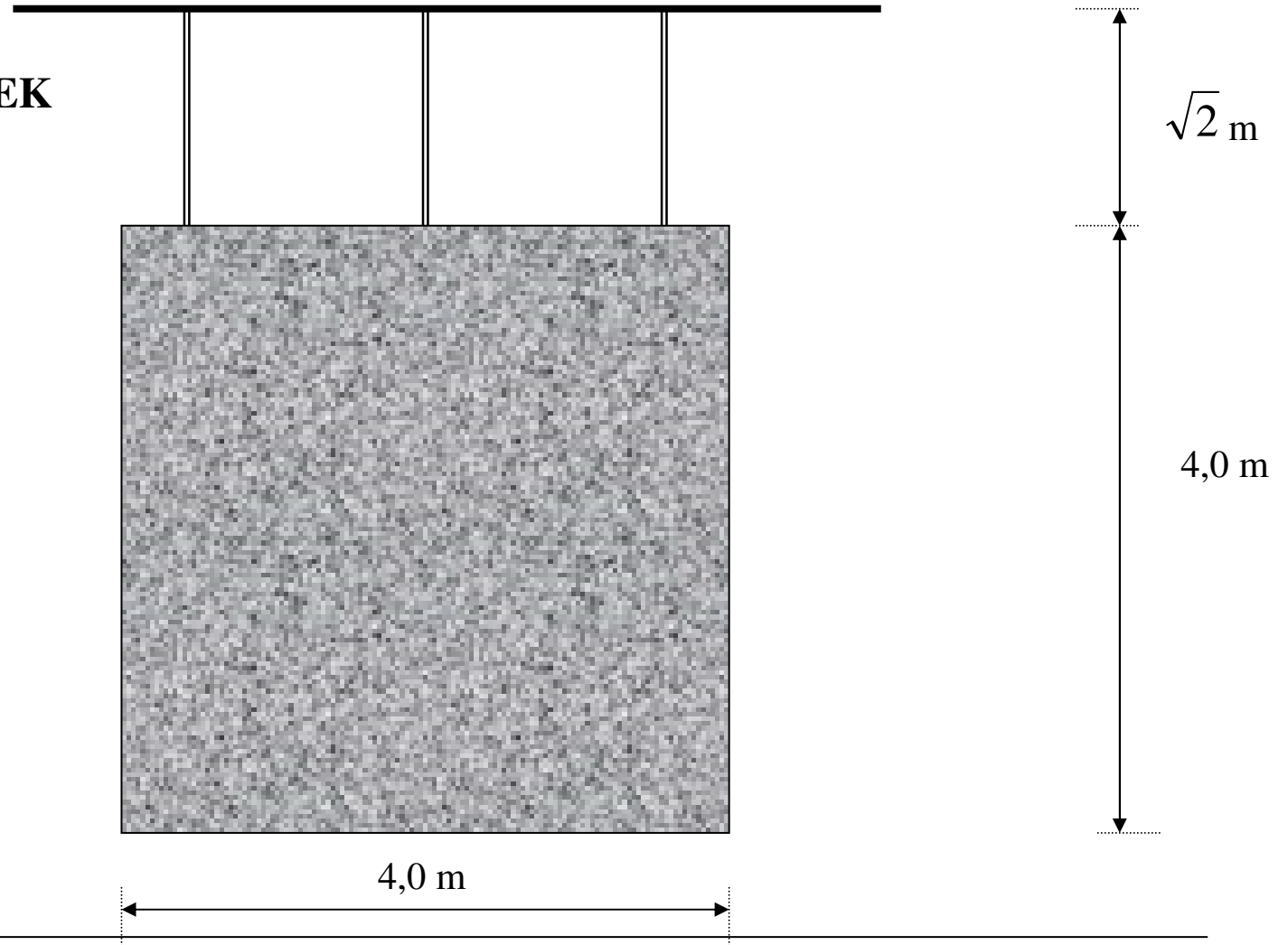
ELASTISCH OF PLASTISCH REKENEN ?

KUNSTWERK CONSTRUCTIES OP TREK

3 draden S355

doorsnede $60\sqrt{2} \text{ mm}^2$

massa : 5500 kg



Vraag :

Kan dit zo ?

KUNSTWERK

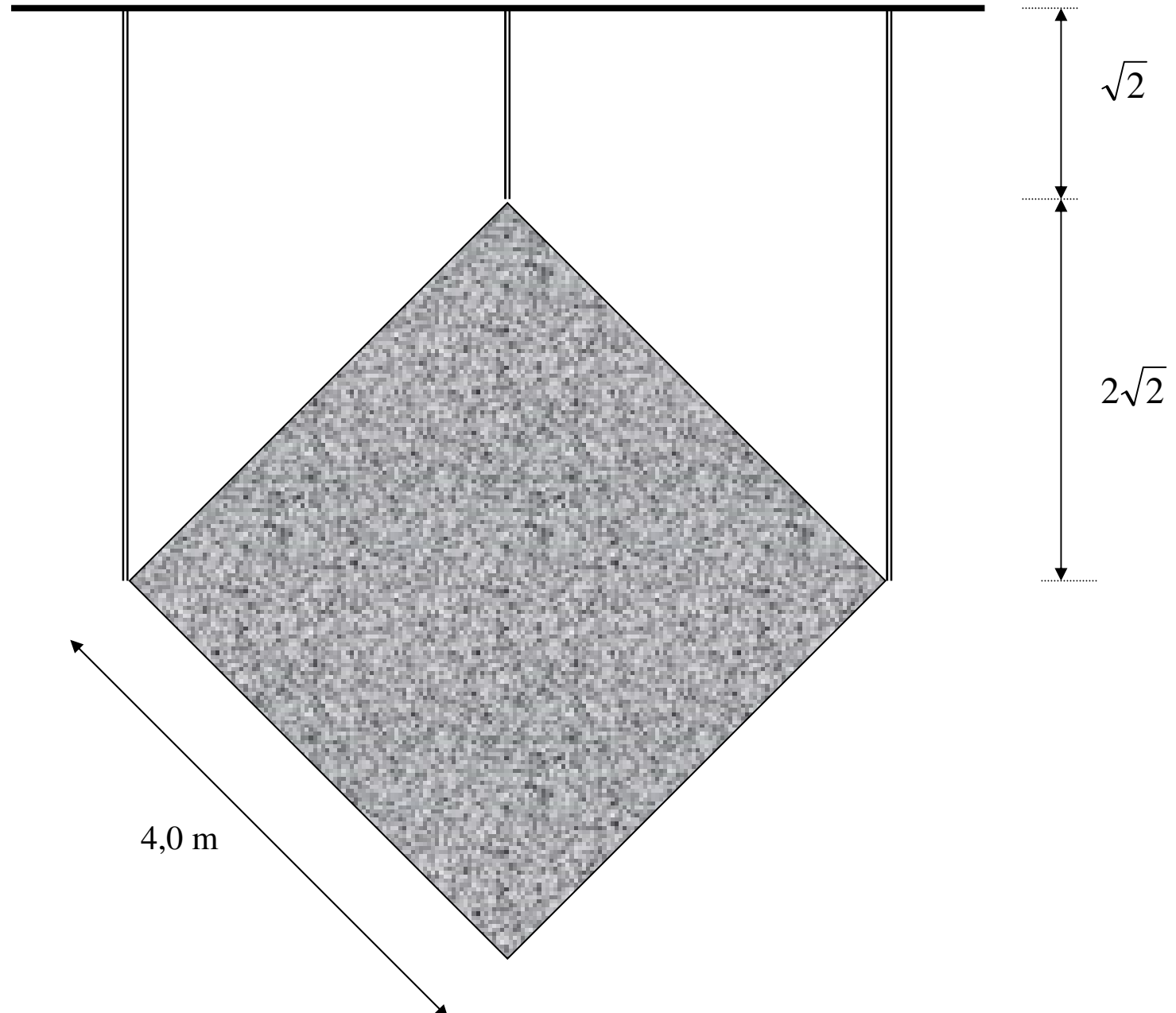
3 draden S355

doorsnede $60\sqrt{2} \text{ mm}^2$

massa : 5500 kg

Vraag :

Kan dit zo ?



ELASTISCHE GRENSLAST

$$k = \frac{EA}{l} = \frac{E \times 60\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 60E$$

situatie 1 :

$$F_p = A \times f_y = 60\sqrt{2} \times 355 = 30,1 \times 10^3 \text{ N}$$

$$u_e = u_p = \frac{F_p}{k} = \frac{30,1 \times 10^3}{60 \times 2,1 \times 10^5} = 2,39 \text{ mm}$$

$$G_e = \sum k \times u_e = 3 \times k \times u_e \quad \Leftrightarrow$$

$$G_e = 3 \times 30,1 \times 10^3 = 90,3 \times 10^3 \text{ N}$$

(alle draden gelijktijdig maximaal belast)

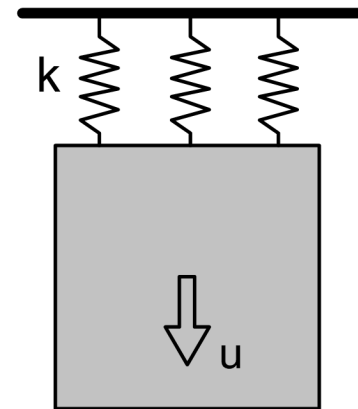
situatie 2 :

$$G_e = \frac{1}{3}k \times u_e + k \times u_e + \frac{1}{3}k \times u_e = \frac{5}{3}k \times u_e = 50,2 \times 10^3 \text{ N}$$

(middelste draad maximaal belast,

buitenste draden op 33% van capaciteit)

Statisch onbepaalde constructie !!

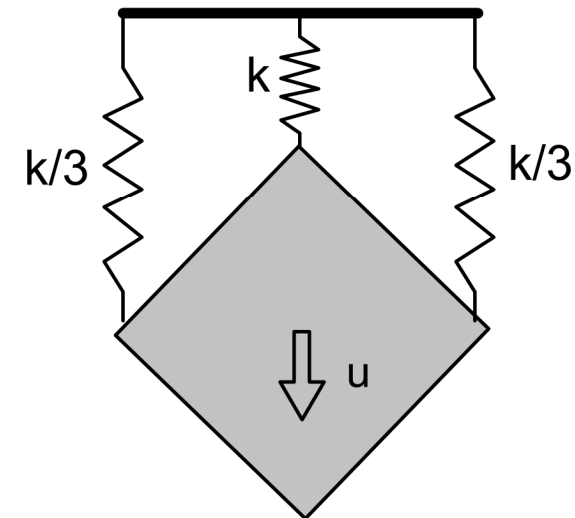


Situatie 1

lastaandeel per draad (LE)

33% 33% 33%

elastische grenslast is bezwijklast



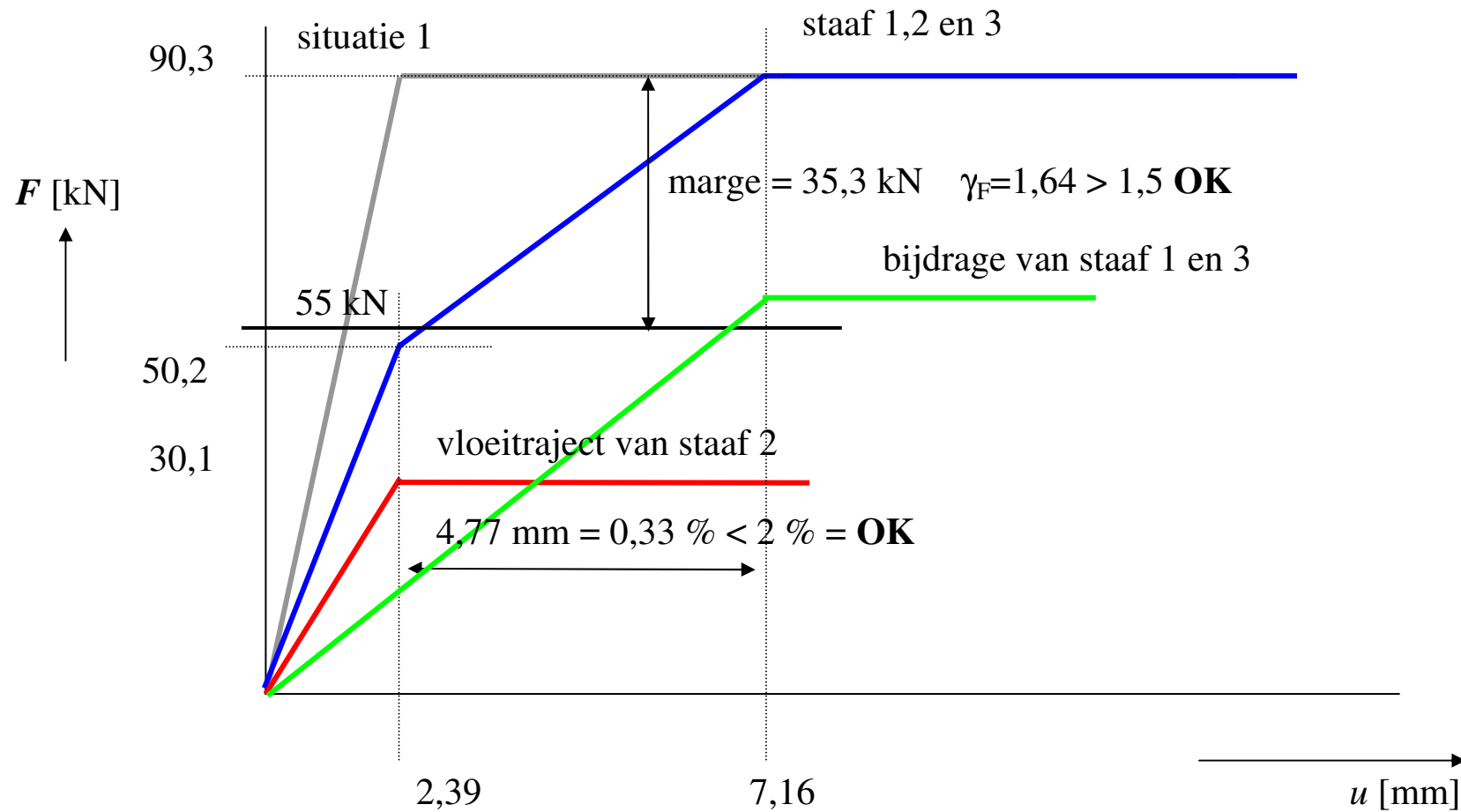
Situatie 2

lastaandeel per draad (LE)

20% 60% 20%

na elastische grenslast wordt de extra belasting alleen gedragen door de buitenste draden. Middelste draad mag niet bezwijken voordat buitenste draden maximaal zijn belast. (vereiste vervormingscapaciteit). Bezwijken als alle drie de draden maximaal zijn belast. Buitenste draden hebben dan een verlenging van $3 \times 2,39 = 7,16 \text{ mm}$

RESULTAAT



VOORLOPIGE CONCLUSIES

**PLASTISCH REKENEN LEVERT VOOR STATISCH
ONBEPAAALDE CONSTRUCTIES EXTRA DRAAGVERMOGEN**

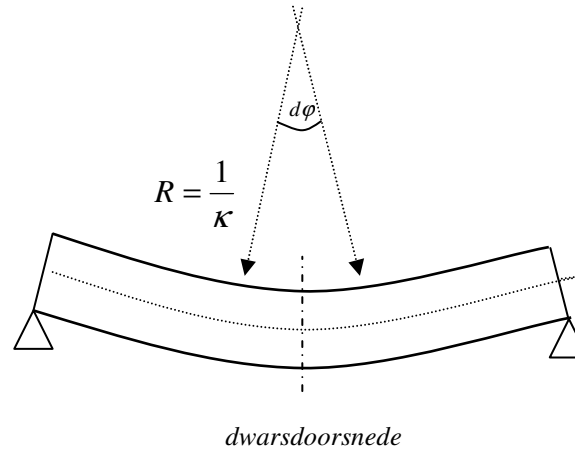
**DOOR PLASTICITEIT ONTSTAAT EEN HERVERDELING VAN
KRACHTEN INDIEN DE CONSTRUCTIE STATISCH
ONBEPAALD IS**

**PLASTISCHE VERVORMINGSCAPACITEIT IS
NOODZAKELIJK EN MOET GECONTROLEERD WORDEN**

OP BUIGING BELASTE STAAFCONSTRUCTIES

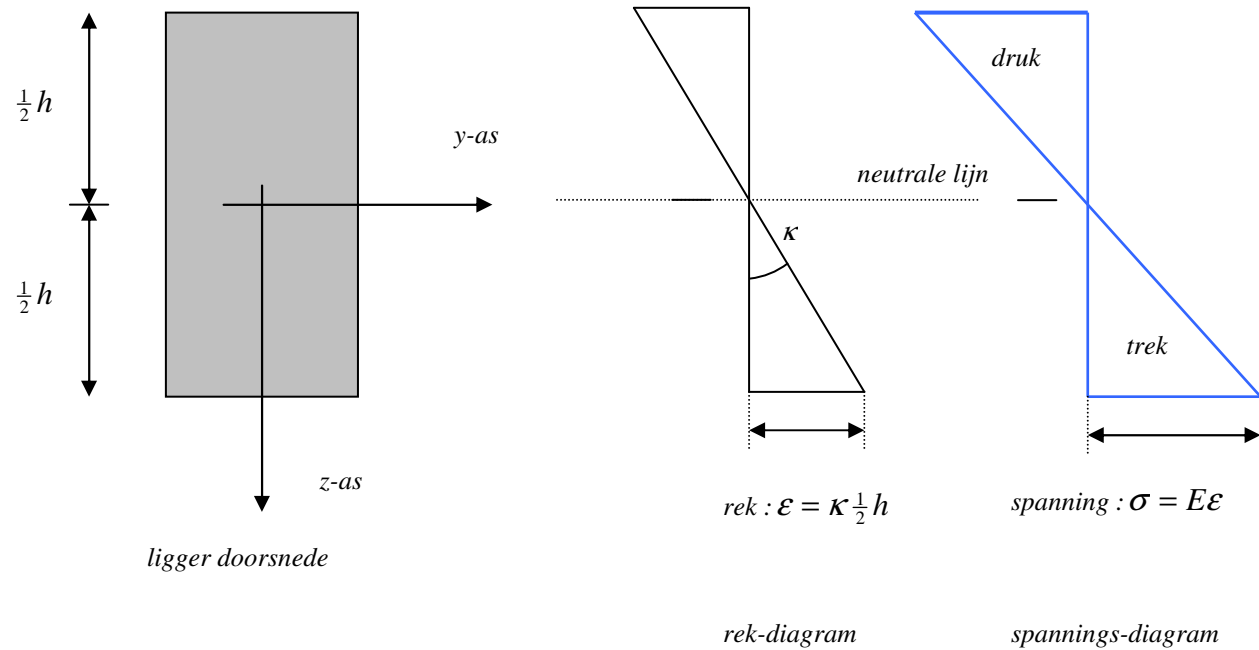
- **ELASTICITEIT & PLASTICITEIT**
 - **VOLPLASTISCH MOMENT**
 - **VORMFACTOR**
 - **TOEPASSINGEN OP EENVOUDIGE DOORSNEDEN**
- GEDRAG VAN DE DOORSNEDE
 - MOMENT-KROMMINGS RELATIE
 - PLASTISCHE ZONES
 - IDEAAL PLASTISCH SCHARNIER
- CONSTRUCTIE GEDRAG (BEZWIJKANALYSE)
 - LIGGERS
 - RAAMWERKEN

BUIGING

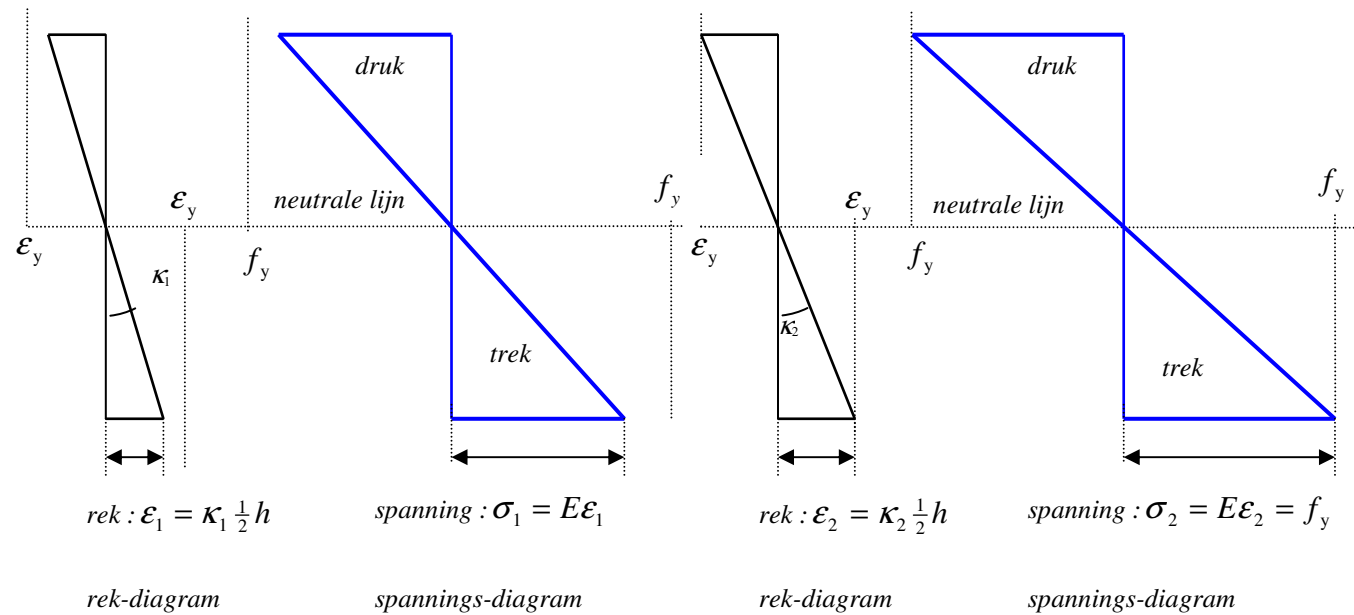


Lineaire rekverdeling over de hoogte :

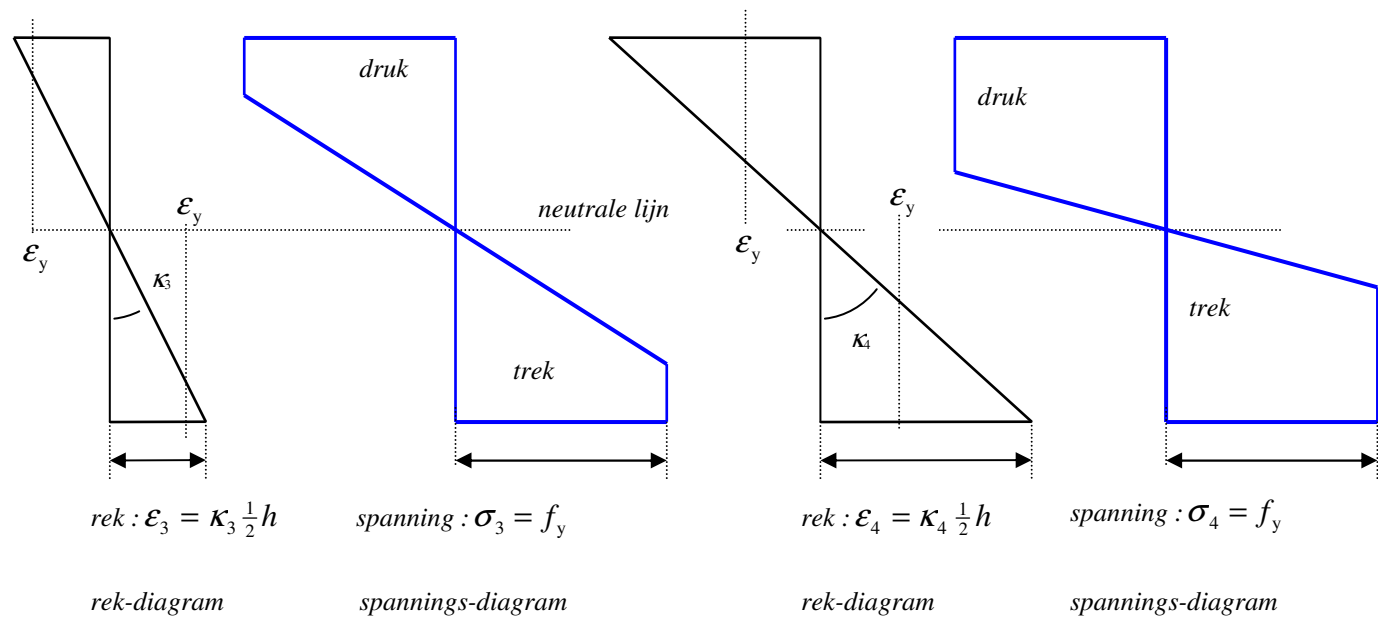
$$\epsilon(z) = \kappa \times z$$



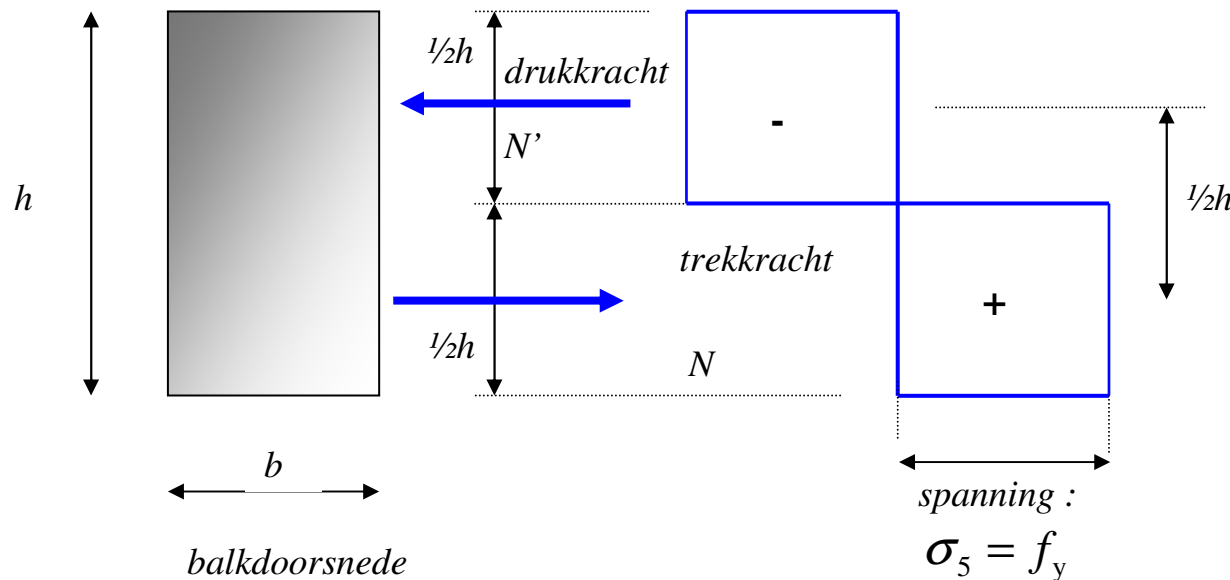
SPANNING EN REK IN DE DOORSNEDE BIJ TOENEMENDE KROMMING



Zie ook figuur 3.3
par. 3.1.1



VOLPLASTISCH MOMENT



$$\sum H = 0 \Rightarrow N' = N$$

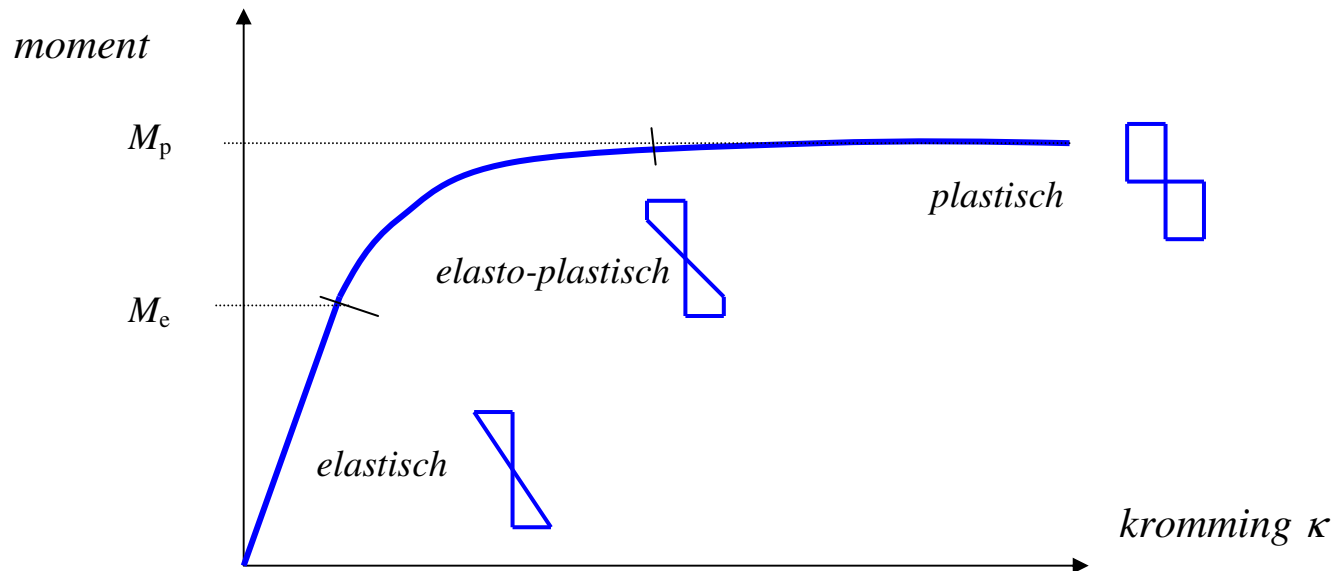
$$N = f_y A = \frac{1}{2} b h f_y$$

$$M_p = N \cdot \frac{1}{2} h = \frac{1}{4} b h^2 f_y$$

EIS : HORIZONTAAL KRACHTENEVENWICHT

DUS : RESULTANTE **DRUKZONE** = RESULTANTE **TREKZONE**

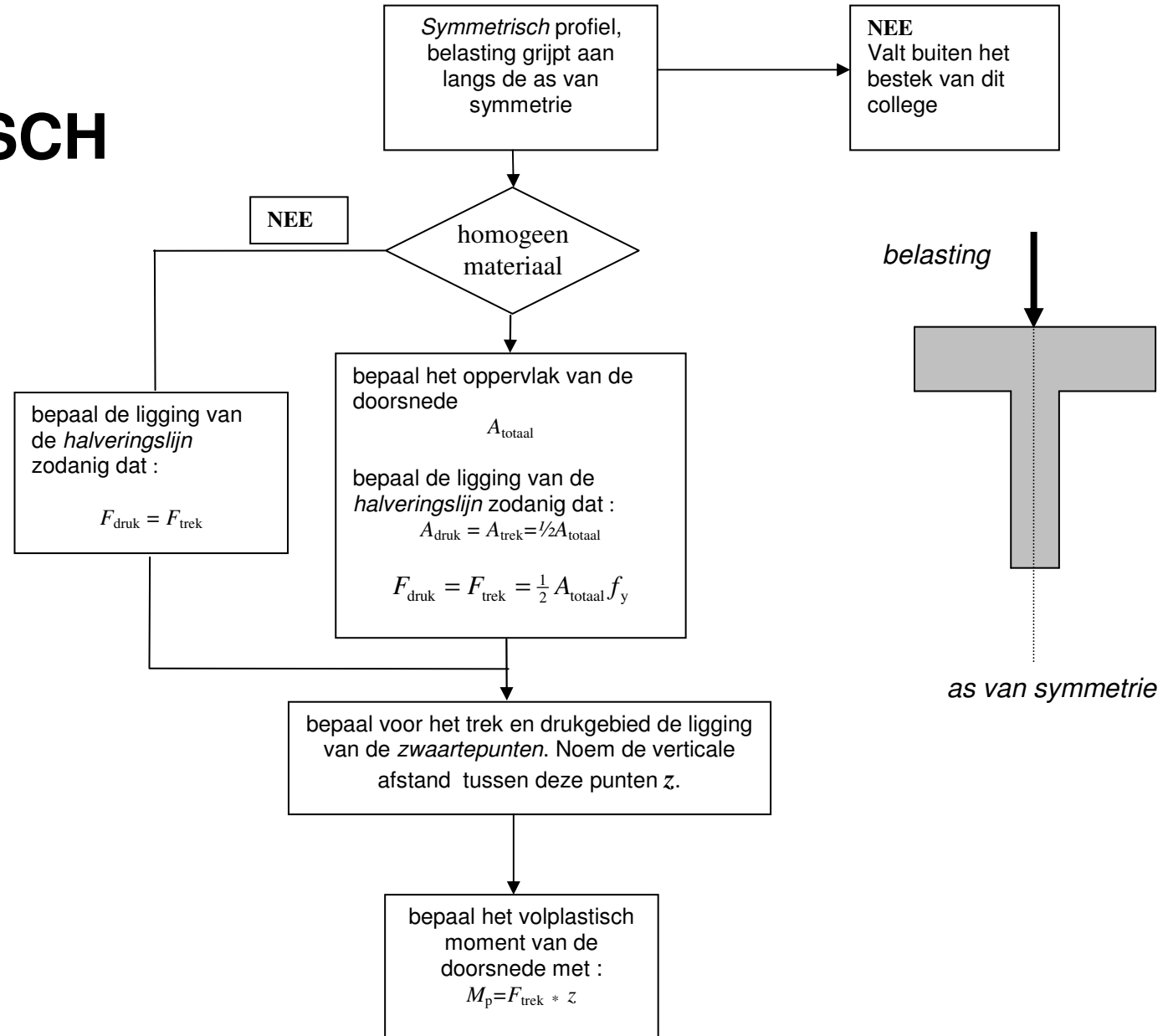
MOMENT – KROMMINGS DIAGRAM (M-κ diagram)



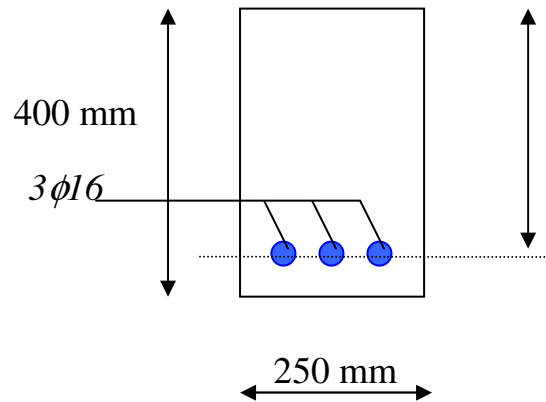
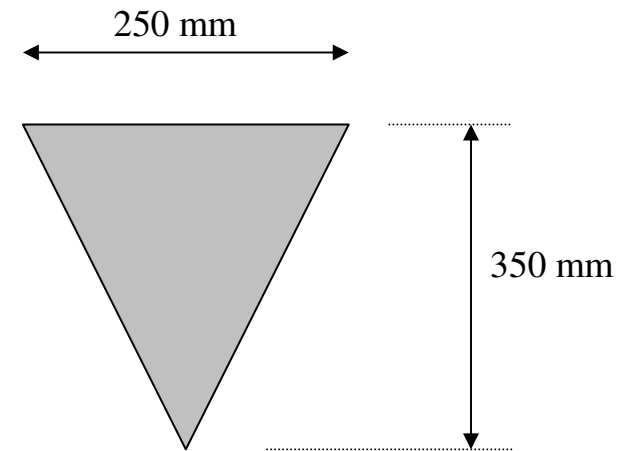
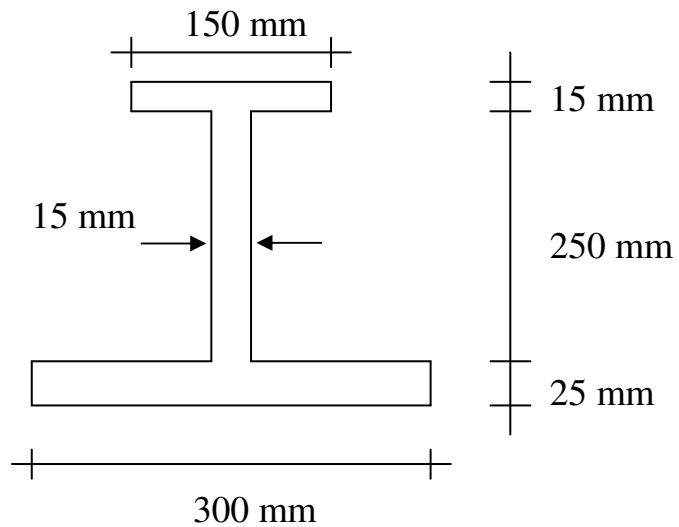
VORMFACTOR : $\alpha = \frac{M_p}{M_e}$

RECHTHOEK : $\alpha = \frac{\frac{1}{4}bh^2 f_y}{\frac{1}{6}bh^2 f_y} = 1,5$

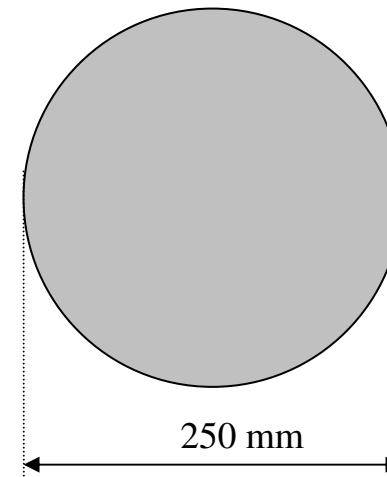
VOLPLASTISCH MOMENT



PLASTISCH MOMENT V/D DOORSNEDE

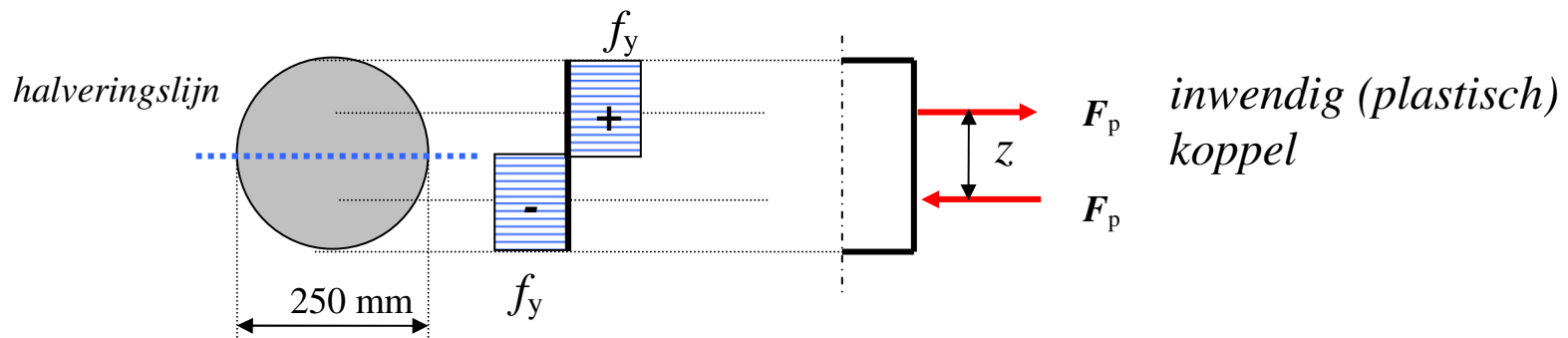


Beton C30/37 $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$
 Staal B 500 $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$



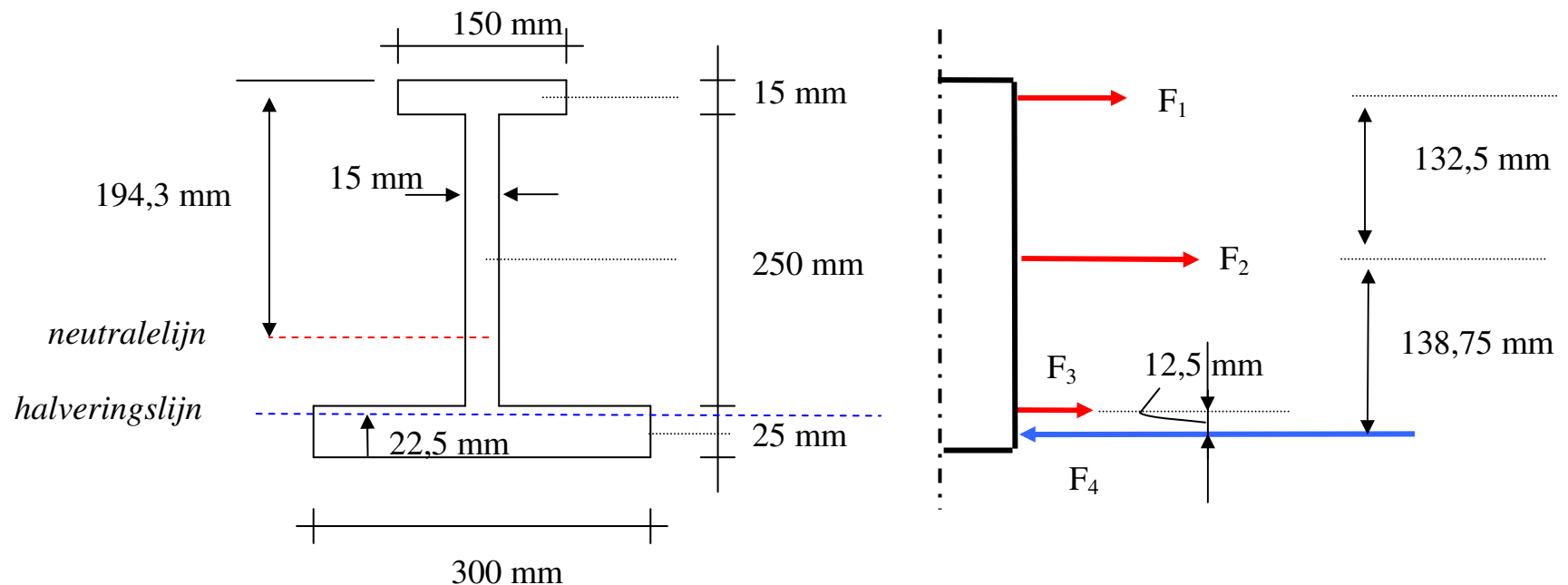
MASSIEVE RONDE DOORSNEDE

- *elastisch moment*
- halveringslijn (evenwicht : trekresultante = drukresultante)
- *plastisch moment*
- *vormfactor*



$$M_p = F_p \times z$$

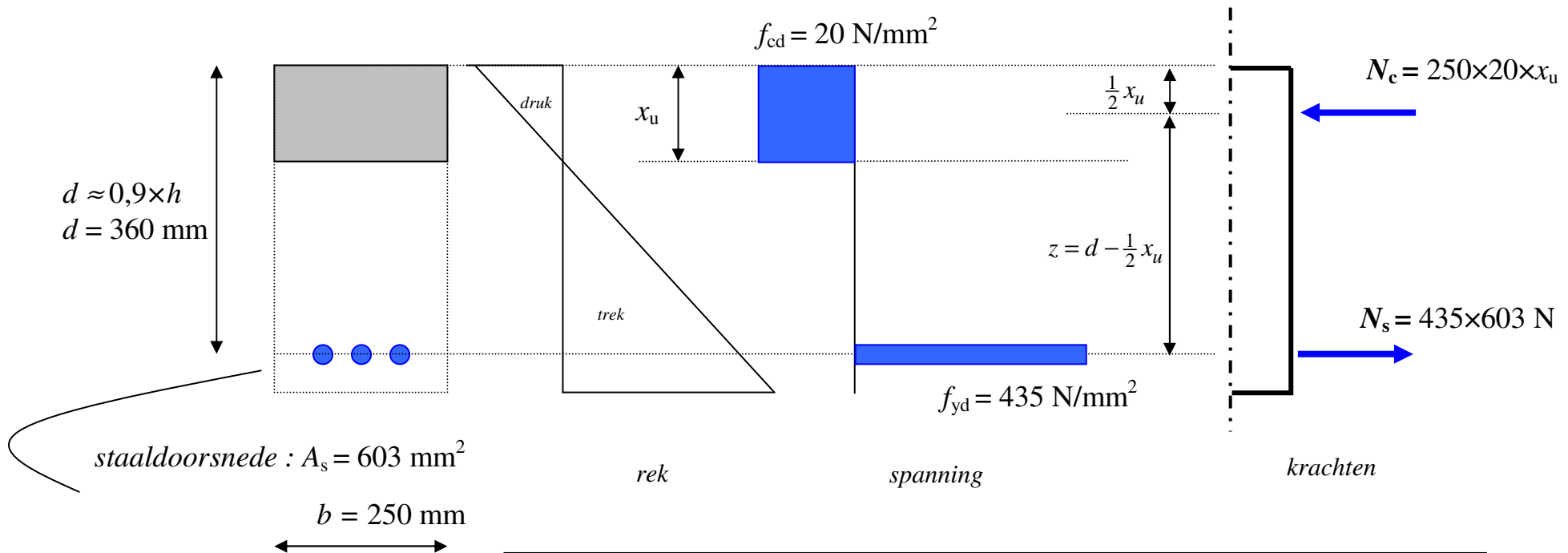
DOORSNEDE MET EEN I-PROFIEL



$$N = 0 !$$

M = som van de momenten t.o.v. bijvoorbeeld de drukkracht

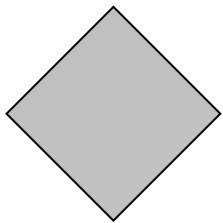
BETONNEN BALK ($h \times b = 400 \times 250 \text{ mm}^2$)



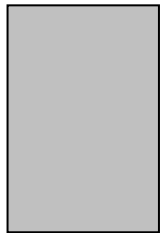
$$\sum H = 0 \Rightarrow N_c = N_s \Rightarrow x_u = \frac{A_s f_{yd}}{b f_{cd}}$$

$$M_p = N_s \times z = A_s f_{yd} \times \left(d - \frac{1}{2} x_u \right)$$

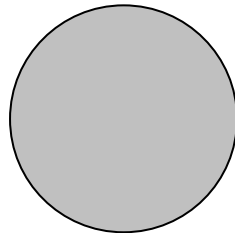
VORMFACTOREN VOOR ENKELE DOORSNEDEN



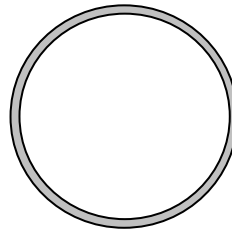
2,0



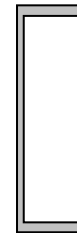
1,5



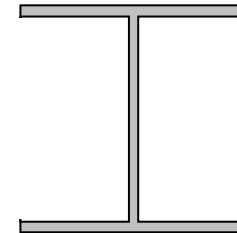
1,7



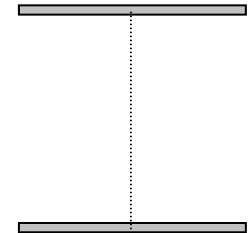
1,27



1,2



1,15



1,0

