

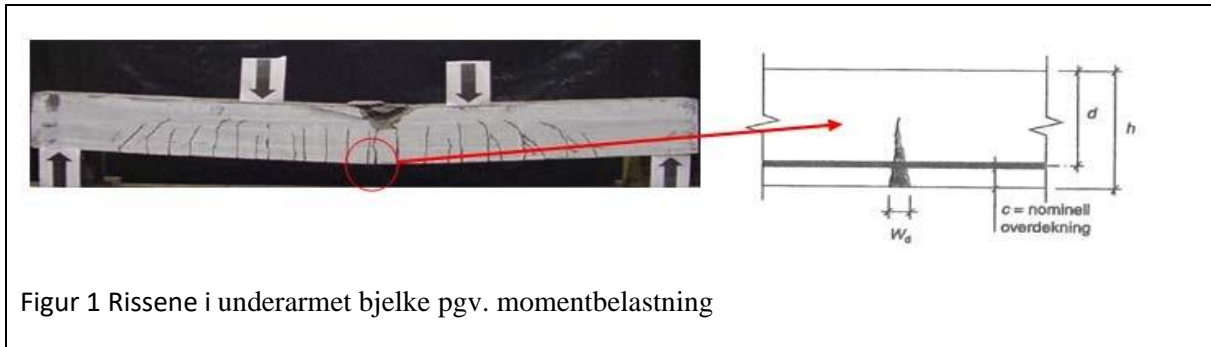
EKSAMEN

Emnekode: IRB33019	Emnenavn: Konstruksjonsteknikk 3
Dato: 26.11.2019 Sensurfrist: 17.12.2019	Eksamenstid: KL 0900-1300
Antall oppgavesider: 4 Antall vedleggsider: 8	Faglærer: Guomin Ji 472 58 303 Oppgaven er kontrollert: Ja
Hjelpemidler: <ul style="list-style-type: none">- Kalkulator, skrivesaker.- Eurokoder for Betong, Stål og Tre- Heftet "Stålkonstruksjoner – profiler og formler"	
Om eksamensoppgaven: <p>Dersom du mener det mangler opplysninger: Gjør nødvendige antagelser og begrunn dette i besvarelsen.</p> <p>Vær kortfattet og bruk figurer.</p> <p style="text-align: center;">Alle besvarelser må begrunnes</p>	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	



Oppgave 1: Brukegrenetilstand (20%)

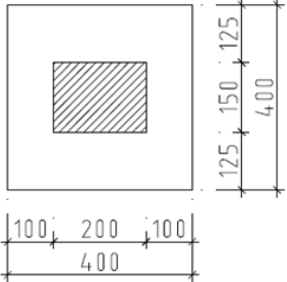
- a) Beskriv stadium I og II for et betongtverrsnitt, ha spesielt fokus på forskjellene på disse stadiene. (5%)
- b) Typisk mønster av risset som er induisert av momentbelastninger for underarmet bjelke er vist i figur 1. Beskriv kortfortalt med tegning hvorfor riss avstand er lik langs bjelken og antallet riss som kan oppstå i bjelke er begrenset? (5%)



- c) Beregn bøyestivhet for uopprisset og opprisset tverrsnitt som vist i Figur 2 (korttidslaster).

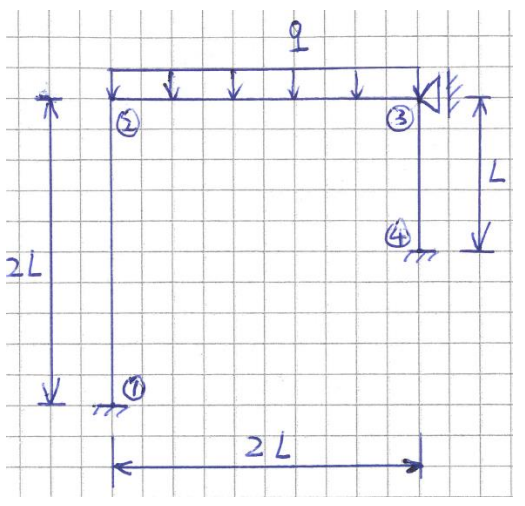
<p>Figur 2 Betongtverrsnitt</p>	<p>Betong: B30 Armering: B500C, totalt strekkarmering $3\phi 20$ Tverrsnitt: $h = 380$ mm, $b = 300$ mm, $d = 340$ mm</p>
---------------------------------	---

Oppgave 2 Søyletopp (15%)

	<p>En søyle med sidekanter 400x400</p> <p>Sentrisk last $N_{Ed} = 1000kN$ med en utstrekning på 150x200mm.</p> <p>Betongkvalitet B35</p> <p>Innendørs tørt miljø; eksponeringsklasse X0.</p> <p>Stål B500NC</p>
<p>Figur 3 Søyletopp med konsentrerte laster</p>	

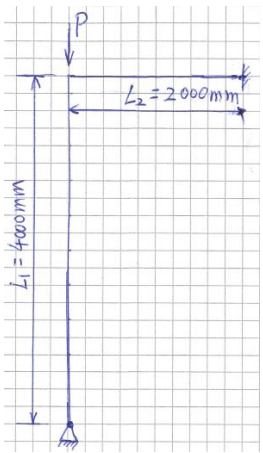
- Kontroller søyletoppens kapasitet. (5%)
- Finn nødvendig armering for spaltestrek. (10%)

Oppgave 3: Matrisestatikk (15%)

Ramme	Forutsetninger
	<ul style="list-style-type: none"> - Belastningen på rammen er kun jevnt fordelt last q [kN/m] - Alle staver i rammen har aksialstivhet $EA = \infty$ - Stavene 1-2 har bøyestivhet EI - Stavene 2-3 har bøyestivhet $2EI$ - Stav 3-4 har bøyestivhet $2EI$
<p>Figur 4 Ramme</p>	

- Finn systemets stivhetsmatrise \mathbf{K} ved bruk av 2 frihetsgrader (rotasjon i node 2 og 3). (10%)
- Finn lastvektoren \mathbf{R} ved bruk av de samme frihetsgradene som i a). (5%)

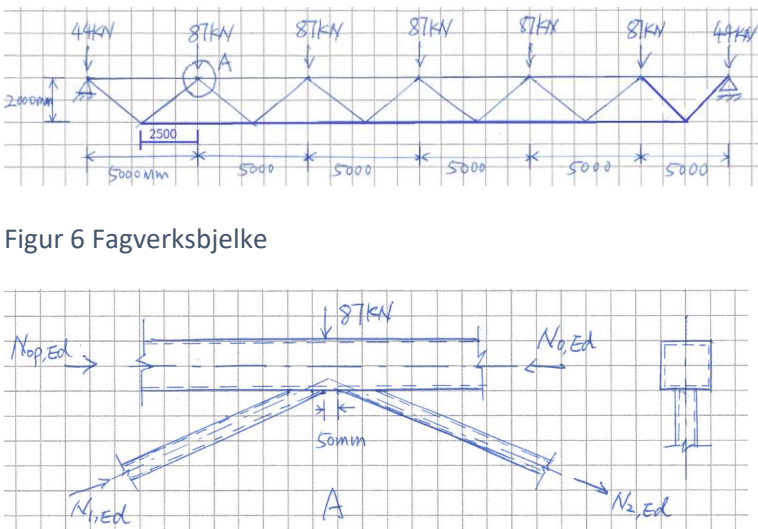
Oppgave 4: Knekking (15%)

 <p>Figur 5 Trykkstav med elastisk fastholding</p>	<p>Profiltype HUP 180 × 180 × 10</p> <p>Material: Stål S355</p> <p>$E = 210000 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$G = 80000 \text{ N/mm}^2$</p>
---	--

Bestemme knekk lengden for den vertikale staven når

- a) Kun knekking i papirplanet er tillatt (7.5%)
- b) Kun knekking ut av papirplanet er tillatt (7.5%)

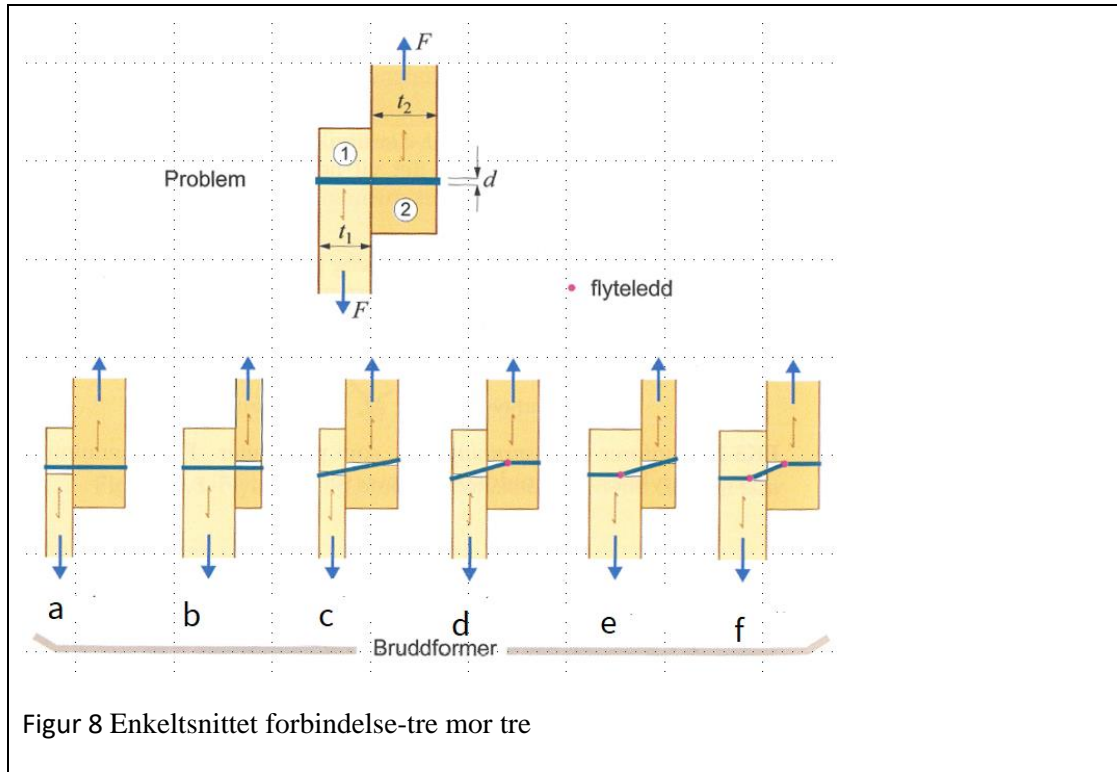
Oppgave 5: Knutepunkter (20%)

 <p>Figur 6 Fagverksbjelke</p> <p>Figur 7 Knutepunkter A i fagverksbjelke</p>	<p>Gurtstaver HFRHS S355 $160 \times 160 \times 8 \text{ mm}$</p> <p>Stegstaver HFRHS S355 $90 \times 90 \times 6.3 \text{ mm}$</p> <p>Gap $g = 50 \text{ mm}$</p> <p>$N_{0,Ed} = 880 \text{ kN}$ Trykkraft</p> <p>$N_{op,Ed} = 365 \text{ kN}$ Trykkraft</p> <p>$N_{1,Ed} = 400 \text{ kN}$ Trykkraft</p> <p>$N_{2,Ed} = 260 \text{ kN}$ Strekkraft</p>
--	---

- a) Hvilken type knutepunkt er knutepunkt A i Figur 6 (5%)
- b) Sjekk gyldighetsområdet for knutepunkt A (EC 3-1-8, Tabell 7.8 og 7.9) (5%)
- c) Bestem kapasiteten til knutepunkt A (EC 3-1-8, Tabell 7.10) (10%)

Oppgave 6: Tre forbindelsesmidler (15%)

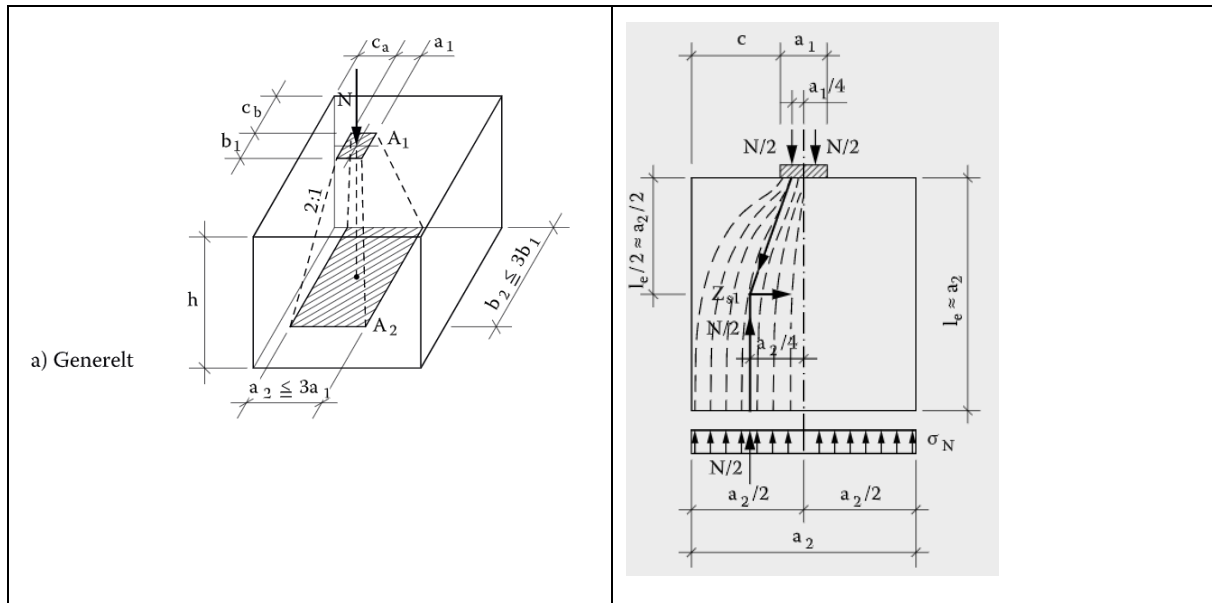
- a) Beskriver tre typer forbindelsesmidler for trekonstruksjoner (5%)
- b) Aktuelle bruddformer ved enkeltsnittet forbindelse, tre mot tre eller trebaserte plater, er vist på Figur 8. Beskrive kortfortalt disse bruddformer. (10%)



Vedlegg betong:

PLASSTØPT BETONG

SLS	
Betongens effektive E-modul (for laster som forårsaker kryp)	$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi}$
Krumning	$\kappa = \frac{M}{EI} = \frac{\varepsilon}{y}, \quad \varepsilon : \text{tøyning i punktet},$ $y : \text{avstand fra nøytralaksen}$
Hooke's lov	$\sigma = E \cdot \varepsilon$
Materialstivhetsforhold	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$
Armeringsforhold	$\rho = \frac{A_s}{bd}$
Trykksonehøyde stadium 1 og 2	$x_1 = \alpha_1 d = \left(\frac{A_c \cdot 0.5h + \alpha_e A_s d}{A_c d + \alpha_e A_s d} \right) d$ $x_2 = \alpha_2 d = \left(\sqrt{(\alpha_e \rho)^2 + 2\alpha_e \rho} - \alpha_e \rho \right) d$
Annet arealmoment betong stadium 1 og 2	$I_{c1} = \frac{1}{12} bh^3 + bh \left(\alpha_1 d - \frac{h}{2} \right)^2$ $I_{c2} = \frac{b(\alpha_2 d)^3}{3}$
Annet arealmoment armering	$I_s = A_s [(1 - \alpha) d]^2$
Bøvestivhet	$EI = E_c I_c + E_s I_s$
Armeringsspenning	$\sigma_s = E_s \cdot \frac{M(1 - \alpha)d}{EI}$
ULS	
Trykksonekapasitet	$M_{Rd} = 0.275 f_{cd} b d^2$
Indre momentarm	$z = \left[1 - 0.17 \left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right) \right] d$
Nødvendig armering	$M_{Ed} = A_s f_{yd} z$



Spaltestrekk

$$Z_{s1} = \frac{N}{4} \left(1 - \frac{a_1}{a_2} \right) + H$$

$$H = 0.15 \times N_{Ed}$$

Spaltestrekkarmering (Sentrisk last)

$$A_{sa} = Z_{s1} / f'_{yd}$$

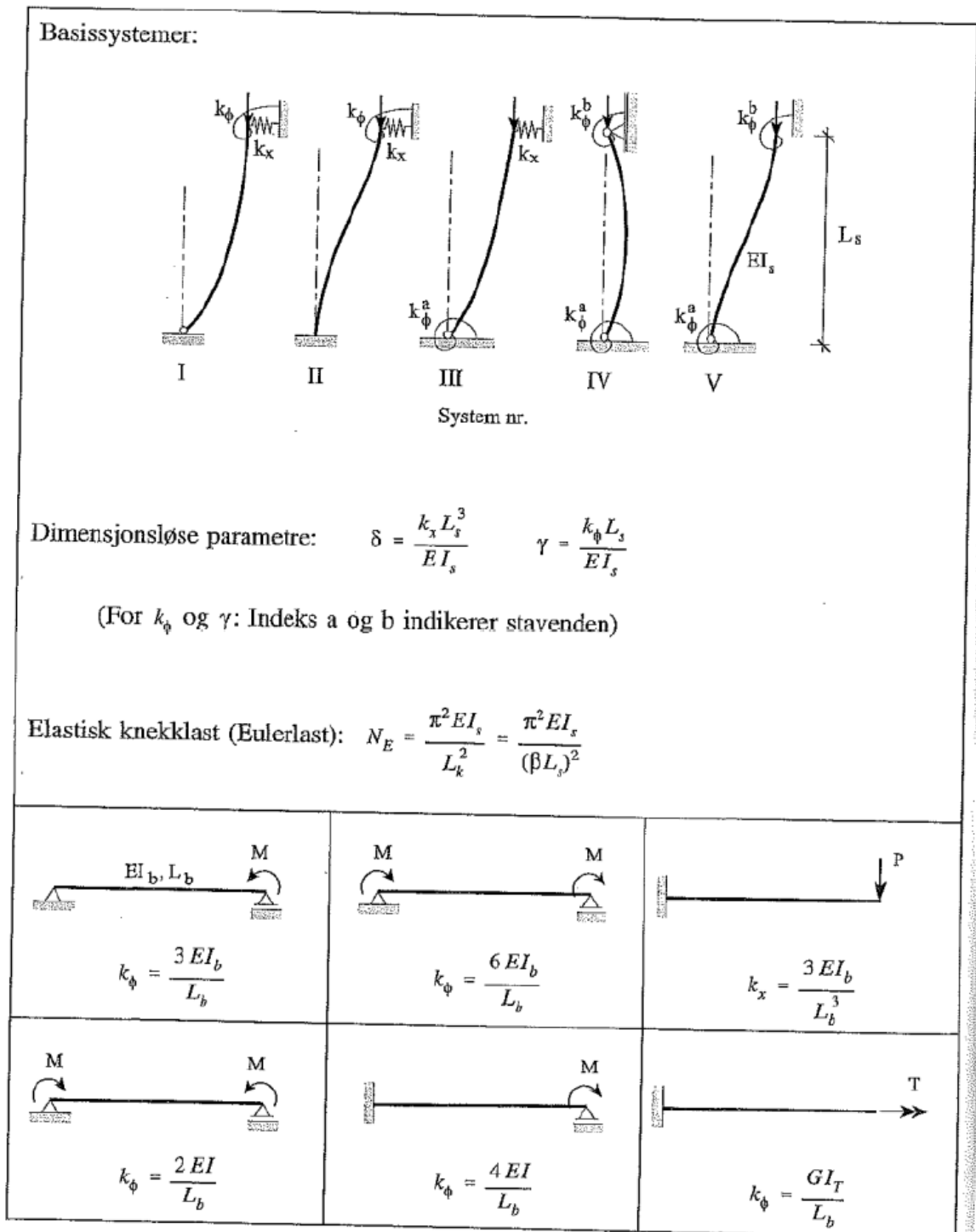
$$= 0.25 \times N_{Ed} \times \left(1 - a_1/a_2 \right) / f'_{yd} + H_{Ed} / f'_{yd} \quad (\text{sentrisk})$$

Tabell C 6.5. Dimensjonerende stålspenninger $f'_{yd} \leq 435$ MPa (armeringsstål B500NC).

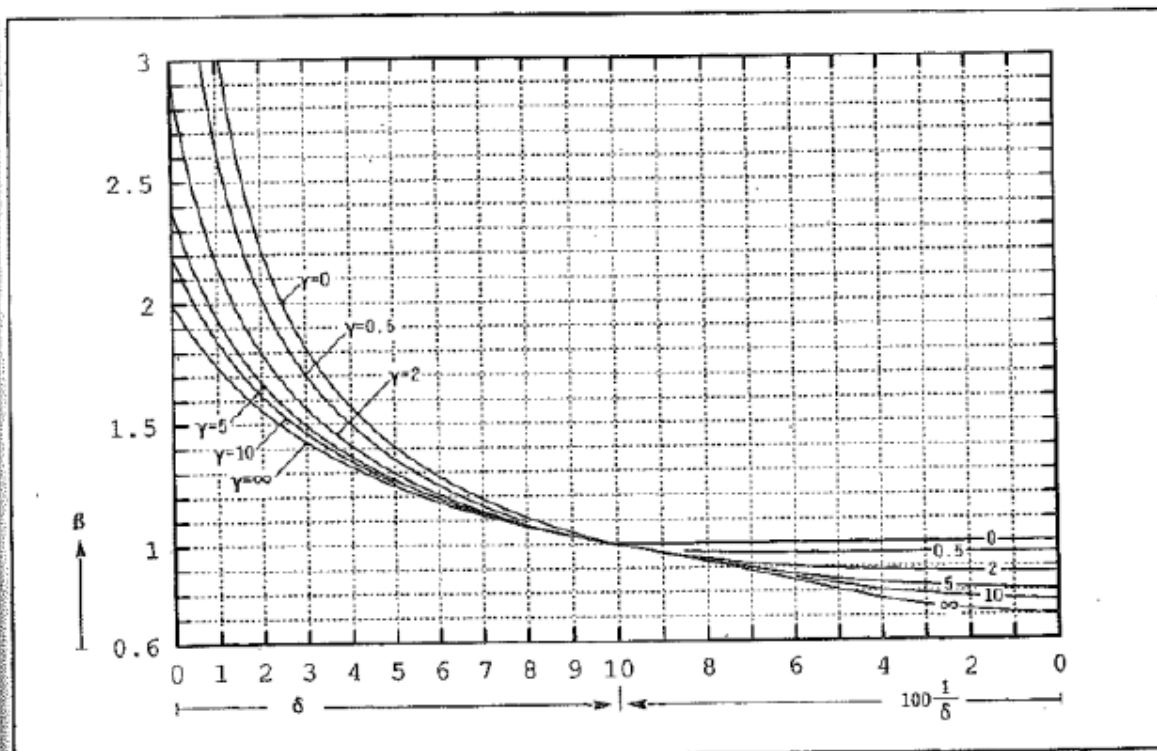
Eksponeringsklasse	Senteravstand armeringsstenger	Risskontroll σ_s (MPa)	f'_{yd} (MPa)			
			$p / (g + p)$			
			0,3	0,4	0,5	0,6
Innendørs, tørt, $w_k = 0,4$	150	320	435	435	435	435
Fuktig, karbonatisering $w_k = 0,3$	150	280	384	400	420	435
	125	300	411	429	435	435
	100	320	435	435	435	435
Klorider etc, $w_k = 0,25$	150	240	329	343	360	377
	125	260	356	372	390	408
	100	280	384	400	420	435
	75	300	411	429	435	435
	50	320	435	435	435	435

Vedlegg stål:

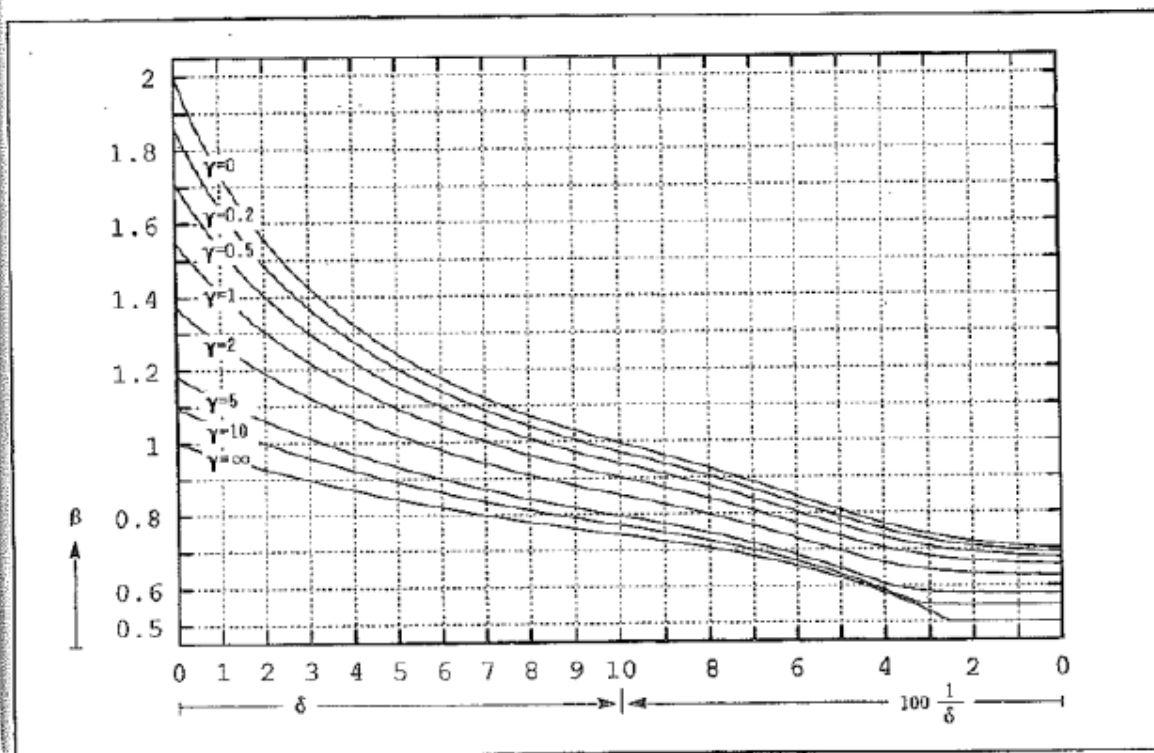
TABELL 4.1 SYSTEMDEFINISJON AV ELASTISK INNSPENTE STAVER



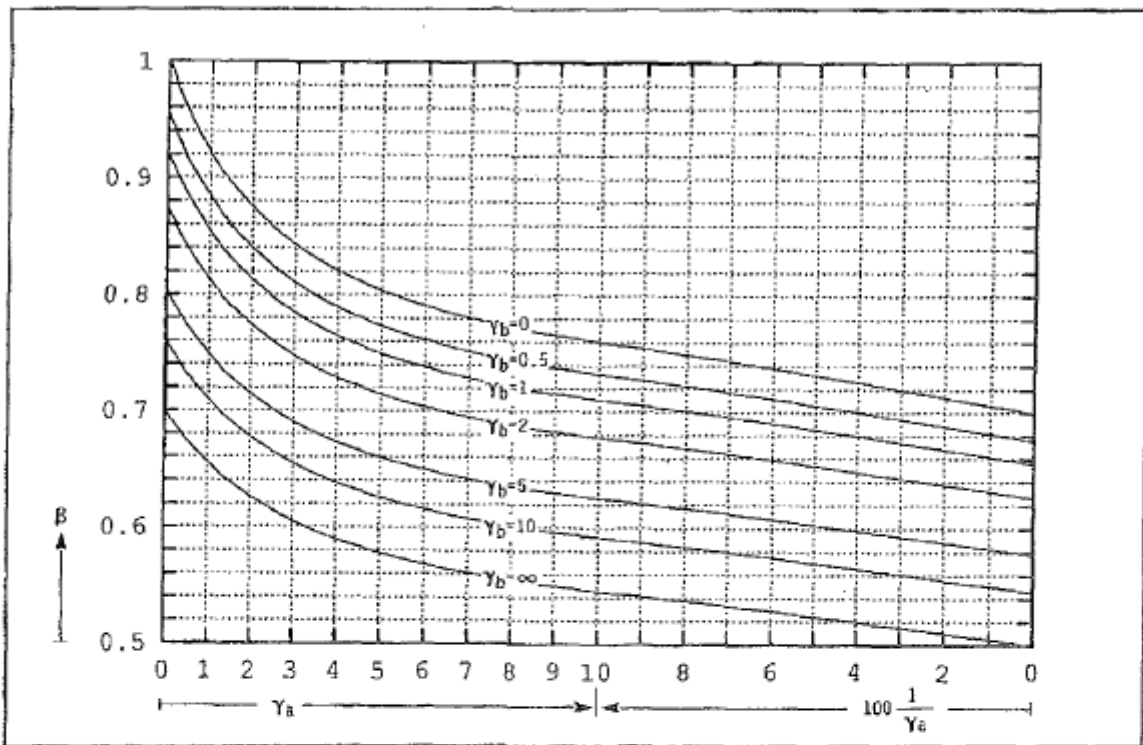
TABELL 4.2 STAVSYSTEM I OG III



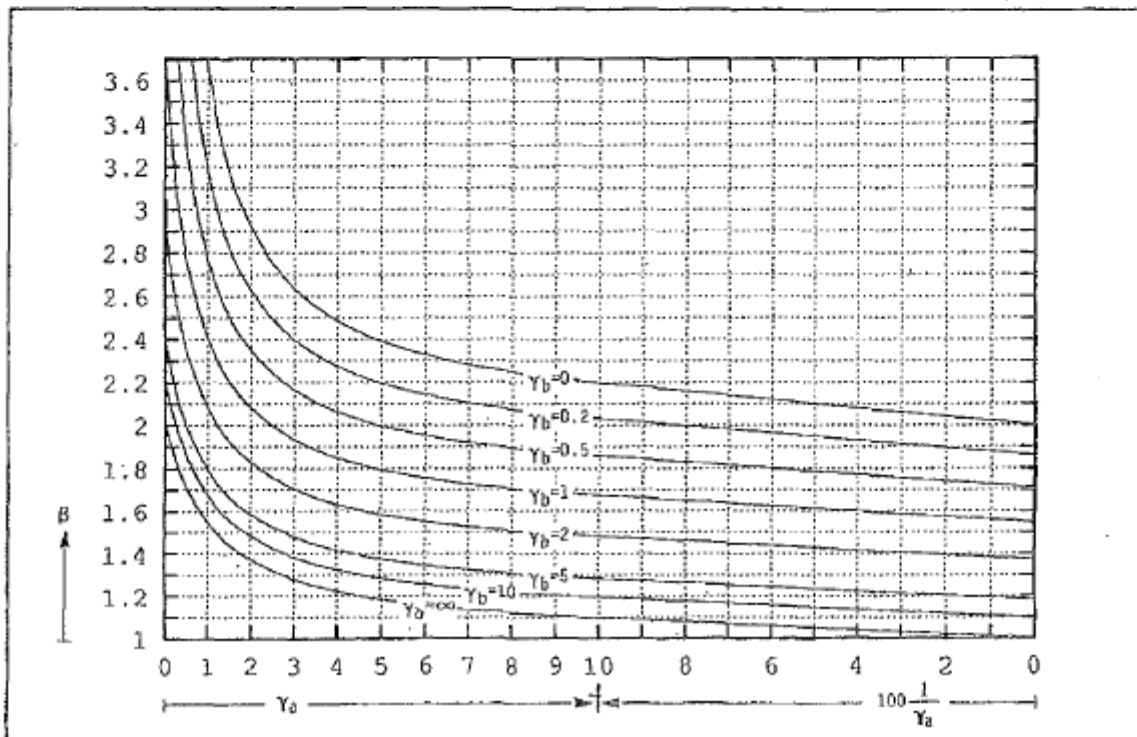
TABELL 4.3 STAVSYSTEM II



TABELL 4.4 STAVSYSTEM IV

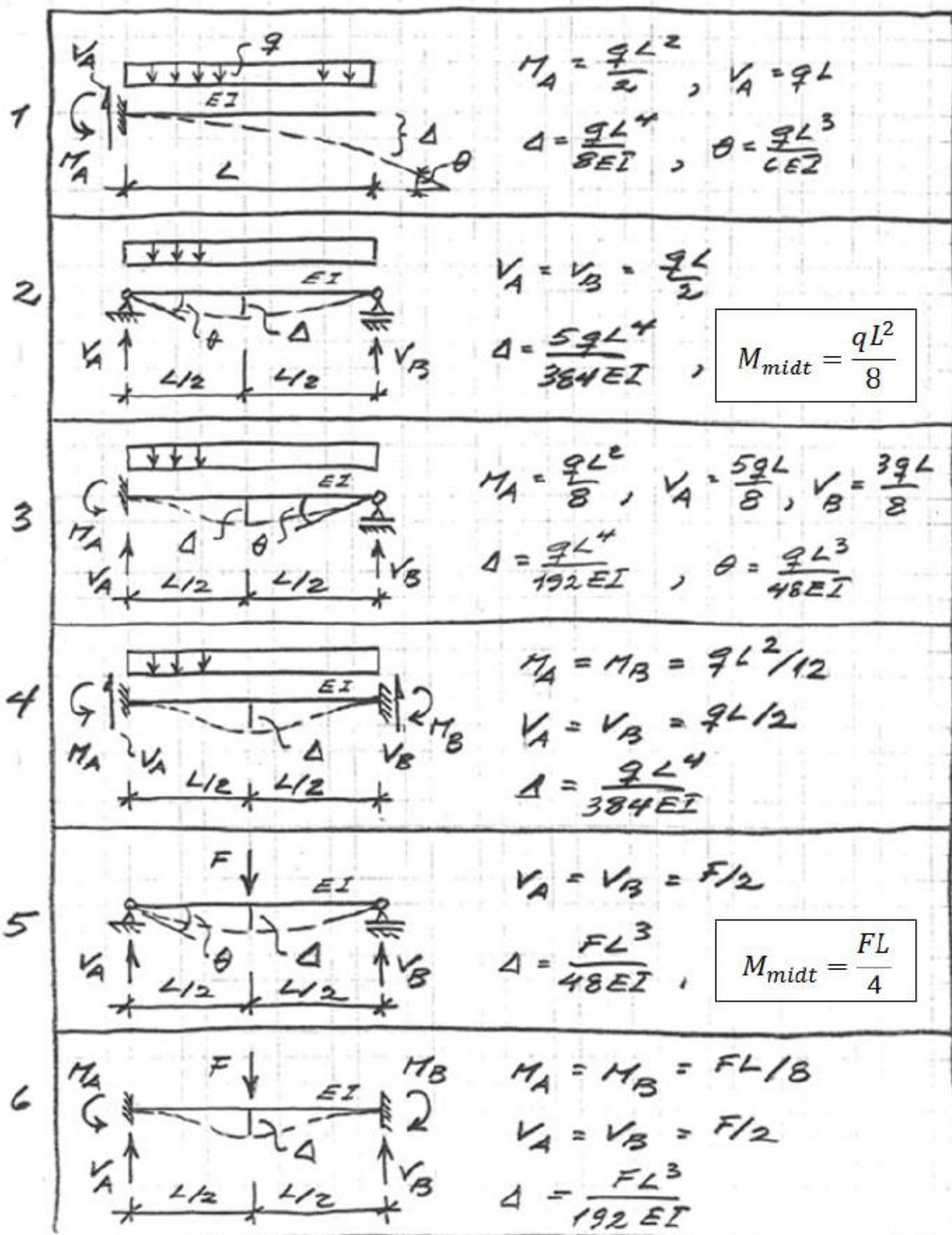


TABELL 4.5 STAVSYSTEM V

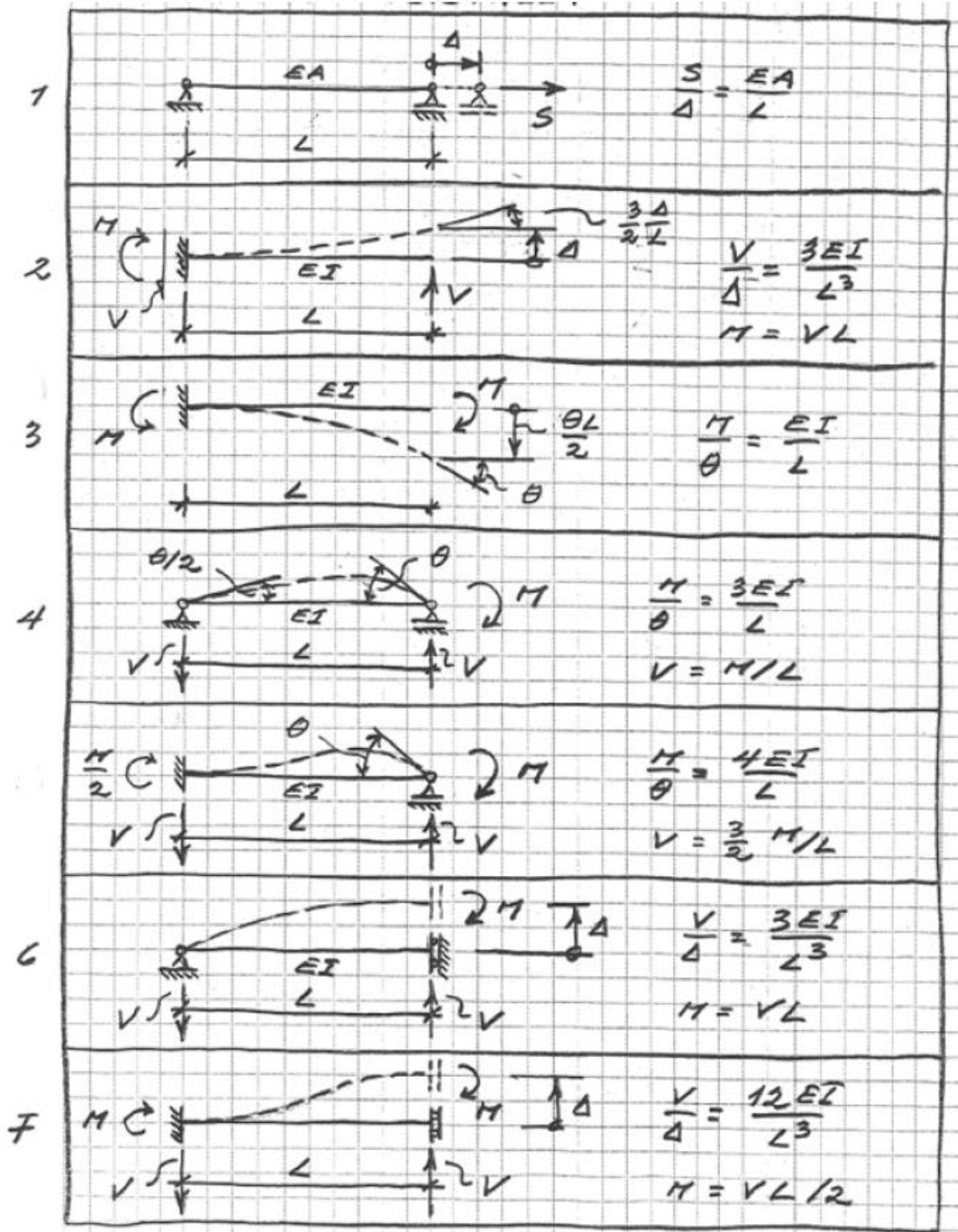


Vedlegg matrisestatikk:

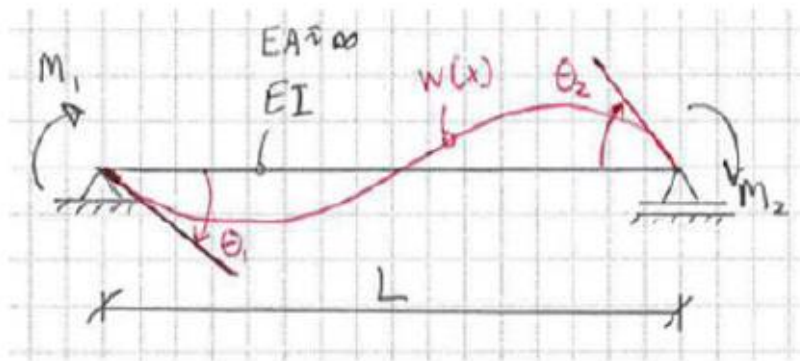
BASISTILFELLER – LASTVIRKNINGER OG NEDBØYNING



BASISTILFELLER – STIVHETSTALL



Stivhetsrelasjon for bjelker med rotasjon i begge endene



$$\begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \end{bmatrix} = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix}$$