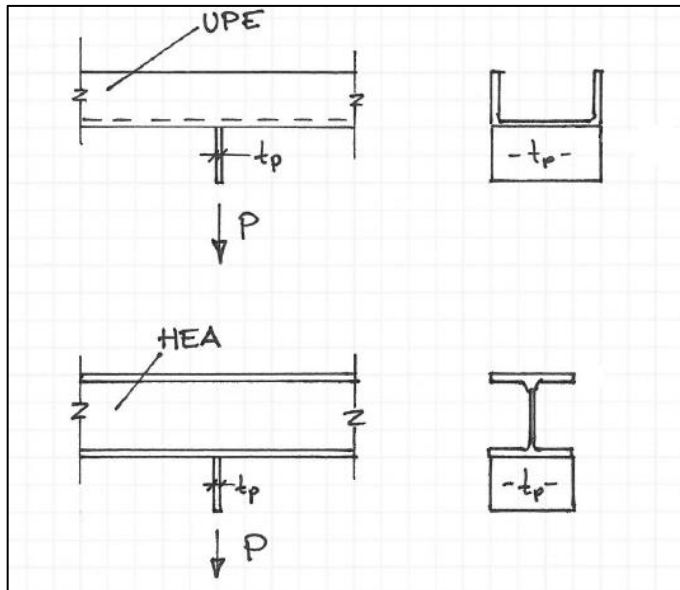


KONTINUASJONSEKSAMEN

Emnekode: IRB33016	Emnenavn: Konstruksjonsteknikk 3
Dato: 14.6.19 Sensurfrist: 5.7.19	Eksamenstid: kl. 0900-1200
Antall oppgavesider: 5 Antall vedleggsider: 8	Faglærer: Joachim Z. Helgesen og Edin Mahmutcehajic (90726953 / 91687888) Oppgaven er kontrollert:
Hjelpemidler: Utdelt kalkulator og egne eurokoder for betong og stål	
Om eksamensoppgaven: <i>Dersom du mener det mangler opplysninger: Gjør nødvendige antagelser og begrunn dette i besvarelsen. Vær kortfattet og bruk figurer.</i>	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	

Oppgave 1: Stålkonstruksjoner (15%)



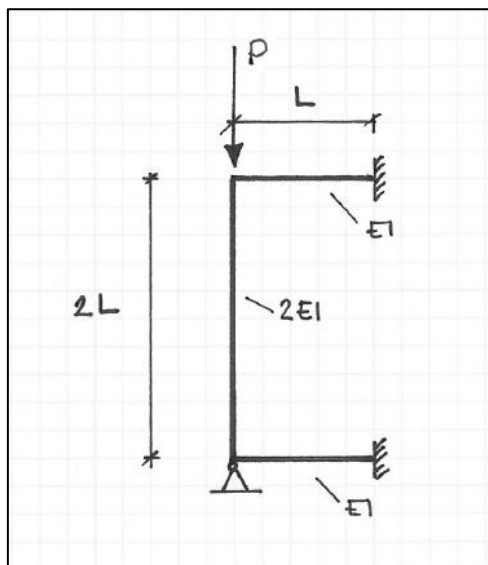
Figur 1 Figuren viser to tilfeller med forbindelser der stålplate (t_p) er sveiset til stålprofil, hhv. U- og H-profil. Sveisen mellom plate og profil skal overføre en last P som vist på figuren

a) Tegn skisse som viser elastisk- og plastisk spenningsfordeling langs sveisen i overgangen mellom plate og profil for de to tilfellene.

b) Knutepunktet kan normalt forsterkes med stiverplater som sveises imellom flensene til stålprofilene. Forklar kortfattet hvordan dette bedrer spenningsfordelingen omhandlet i deloppgave a).

Merk! Det er ikke nødvendig å utføre beregninger for å besvare oppgaven.

Oppgave 2: Stålkonstruksjoner (15%)

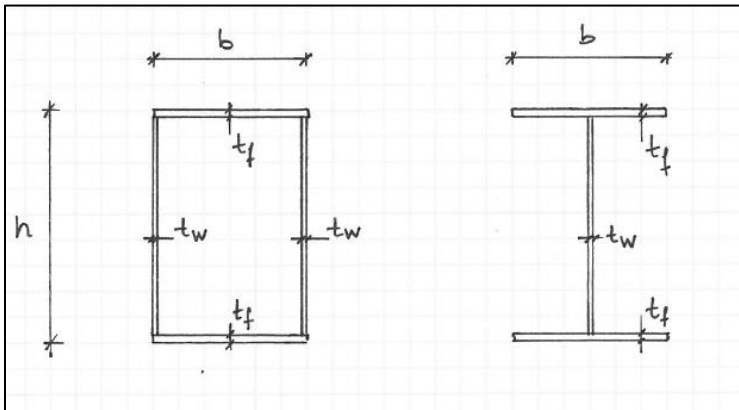


Figur 2 Figuren viser en ramme bestående av en vertikal stav belastet med trykklast. I hver ende av denne er det forbindelse til horisontale staver. Det antas full kontinuitet i forbindelsene mellom stavene.

a) Bestem knekk lengde for den vertikale staven.

b) Forklar kortfattet hva minste og største knekk lengde (intervall) for staven er og hvordan de forskjellige parameterene påvirker knekk lengden.

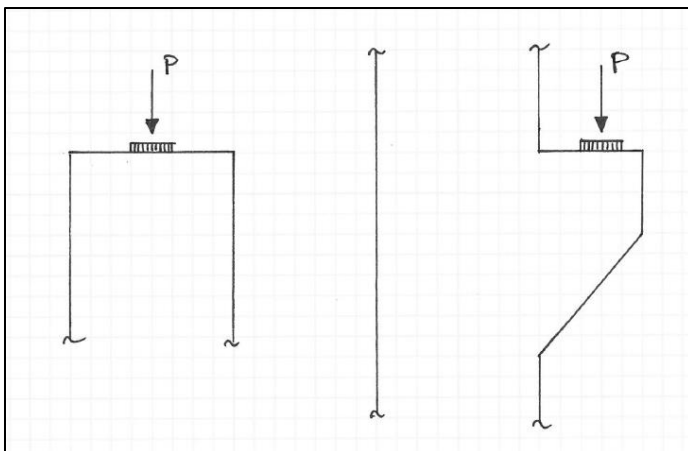
Oppgave 3: Stålkonstruksjoner (10%)



Figur 3 Figuren viser to oppsveiste tværsnitt. Gitt at $b = 400 \text{ mm}$, $h = 600 \text{ mm}$, $t_f = 20 \text{ mm}$, $t_w = 5 \text{ mm}$, st.kv. S355 og at tværsnittet er belastet med rent moment om sterk akse.

- Bestem tværsnittsklasse for hver av tværsnittene.
- Forklar hvorfor det er samme kontrollen som gjøres for stegplatene t_w for begge tværsnittene, og tilsvarende hvorfor det er forskjellig for flensplatene t_f .

Oppgave 4: Betong – Knutepunktdesign (15%)



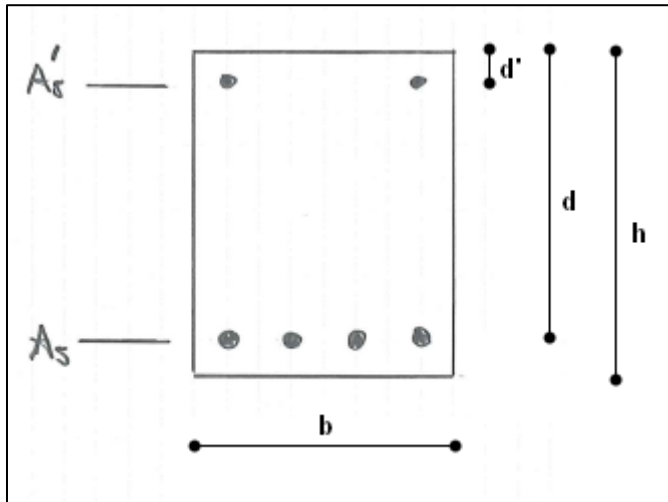
Figur 4 Figuren over viser søyletopp og konsoll på en tenkt betongsøyle. I begge tilfeller belastet er det et konsentrert lastangrepsflate med lasten P.

- Tegn skisse som viser stavmodell med trykk- og strekkstaver i søylen og konsollen. Angi hvor det bør legges inn armering iht. den skisserte stavmodellen.
- Gitt at søylen har tværsnittsmål $B \times B$ og lastangrepsflaten med utstrekning $B_0 \times B_0$ er sentrert på søylen. Forklar kortfattet hvorfor man kan tillate høyere spenning enn betongfastheten i sonen under den konsentrerte lasten.

Merk! Det er ikke nødvendig å utføre beregninger for å besvare oppgaven.

Oppgave 5: Betong - Bruksgrensetilstanden (20%)

- a) Forklar den matematiske modellene for betong i stadium 1. Bruk tekst og figurer.



Figur 5 Figuren viser et betongtverrsnitt med strekk- og trykkarmering.

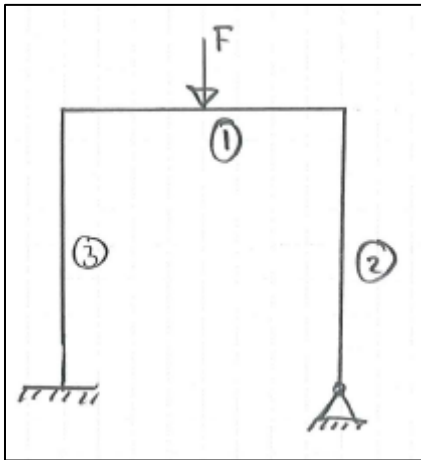
- b) Bruk tverrsnittet fra figuren over og vis at spenningen i trykkarmeringen i stadium 1 er lik:

$$\sigma_{s'} = E_s \frac{M}{EI_1} (\alpha_1 d - d')$$

- c) Forutsett at tverrsnittet på figuren over er i stadium 1 og belastet med bøyemomentet M . Forklar hvorfor ikke EI vil endre seg med varierende M (se bort fra tidseffekter).

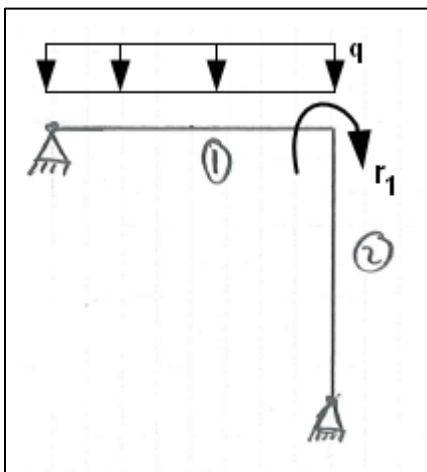
Oppgave 6: Matrisestatikk (25%)

Anta følgende for alle staver/bjelker/søyler i denne oppgaven: $EA=\infty$, EI , lengde lik L .



Figur 6 Figuren viser et statisk system påført lasten F .

- a) Angi minste antall nødvendige frihetsgrader for det statiske systemet på figuren over. Angi plassering og retning.



Figur 7 Figuren viser et statisk system med en frihetsgrad.

- b) Finn rotasjonen av frihetsgrad r_1 på figuren over.
- c) Finn momentdiagrammet for systemet på figuren over. Gi verdier og vær nøye med fortegn.

Vedlegg stål:

TABELL 4.1 SYSTEMDEFINISJON AV ELASTISK INNSPENTE STAVER

Basissystemer:

System nr.

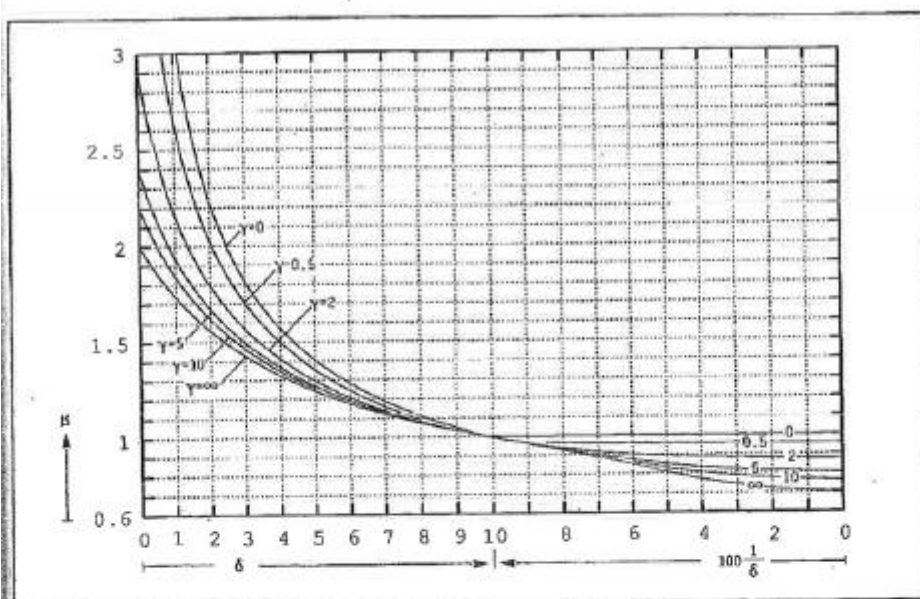
Dimensjonsløse parametre: $\delta = \frac{k_x L_s^3}{EI_s}$ $\gamma = \frac{k_y L_s}{EI_s}$

(For k_y og γ : Indeks a og b indikerer stavenden)

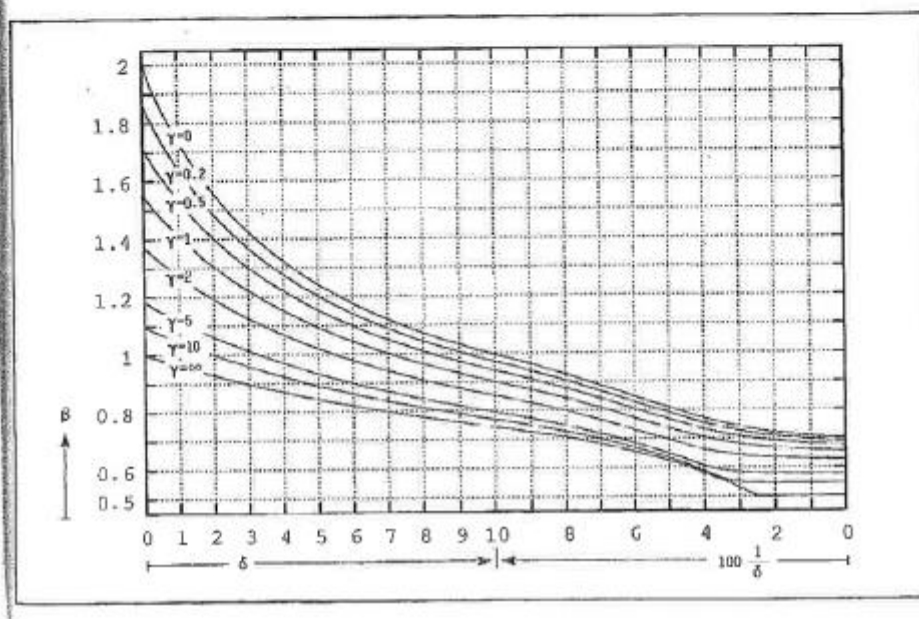
Elastisk knekklast (Eulerlast): $N_E = \frac{\pi^2 EI_s}{L_s^2} = \frac{\pi^2 EI_s}{(\beta L_s)^2}$

<p>$k_y = \frac{3 EI_b}{L_b}$</p>	<p>$k_y = \frac{6 EI_b}{L_b}$</p>	<p>$k_x = \frac{3 EI_b}{L_b^3}$</p>
<p>$k_y = \frac{2 EI}{L_b}$</p>	<p>$k_y = \frac{4 EI}{L_b}$</p>	<p>$k_y = \frac{GI_T}{L_b}$</p>

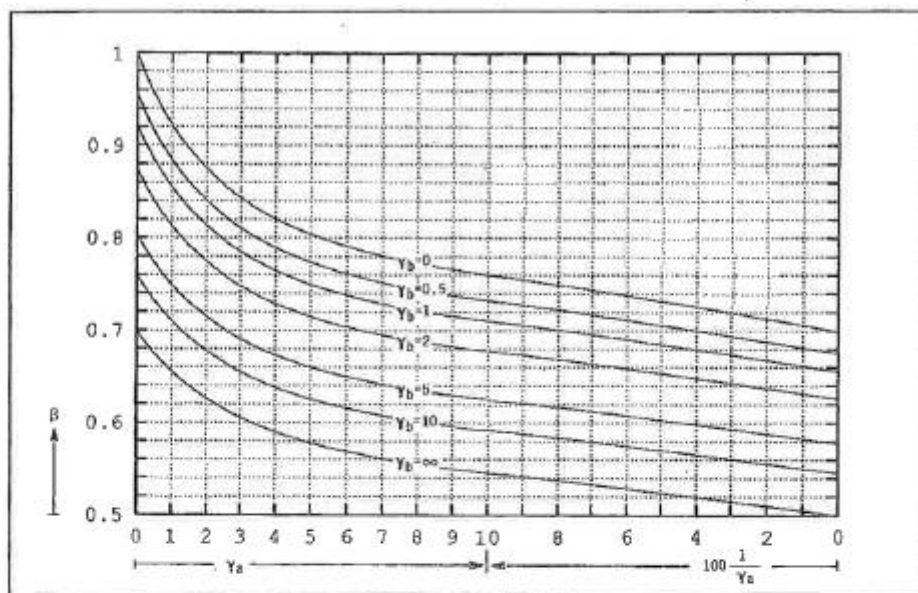
TABELL 4.2 STAVSYSTEM I OG III



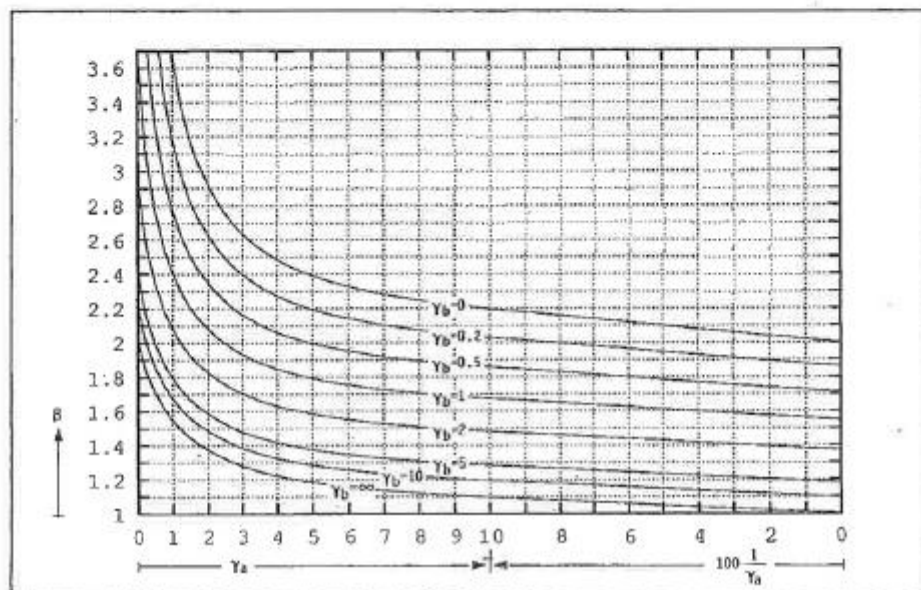
TABELL 4.3 STAVSYSTEM II



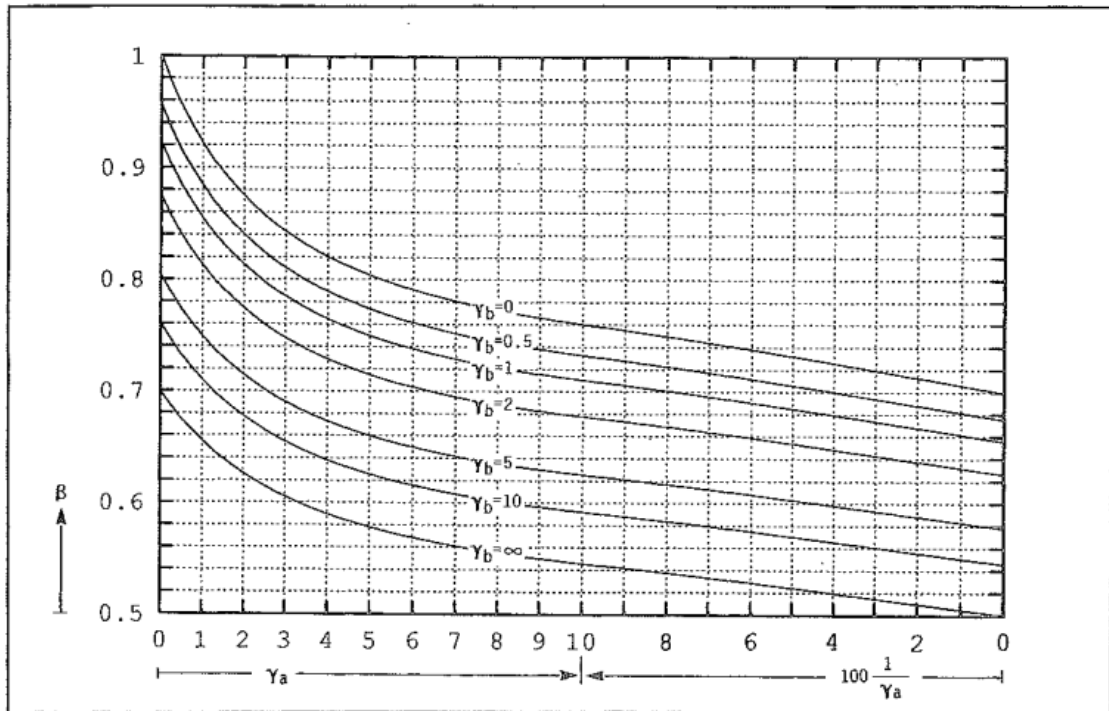
TABELL 4.4 STAVSYSTEM IV



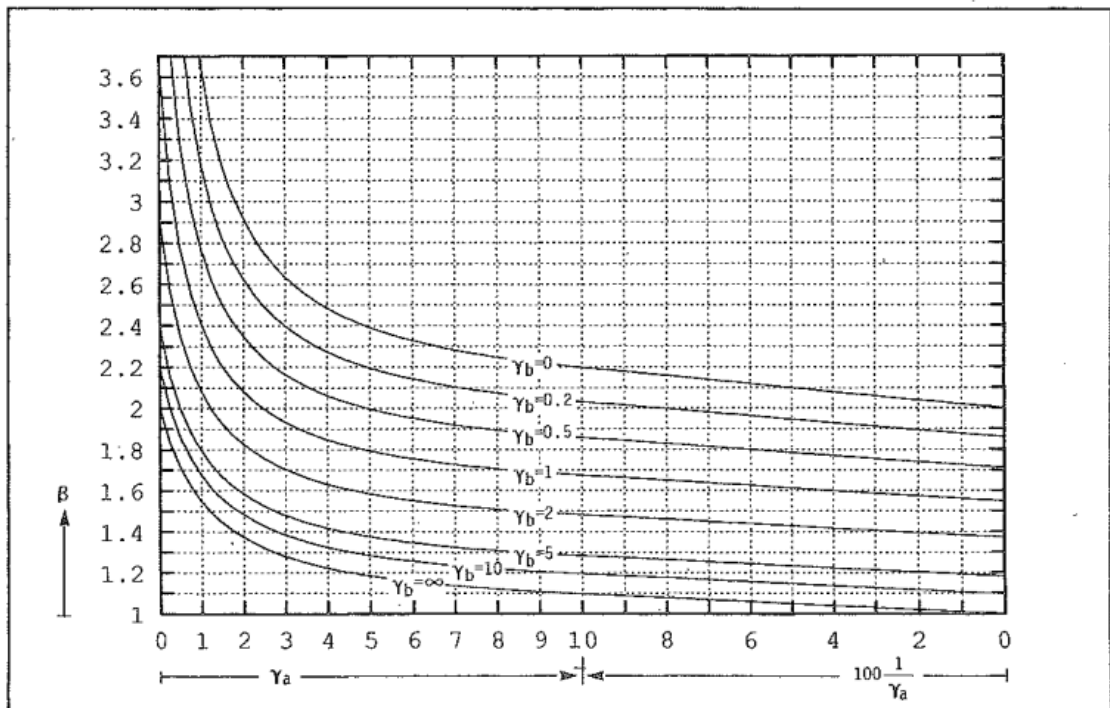
TABELL 4.5 STAVSYSTEM V



TABELL 4.4 STAVSYSTEM IV



TABELL 4.5 STAVSYSTEM V



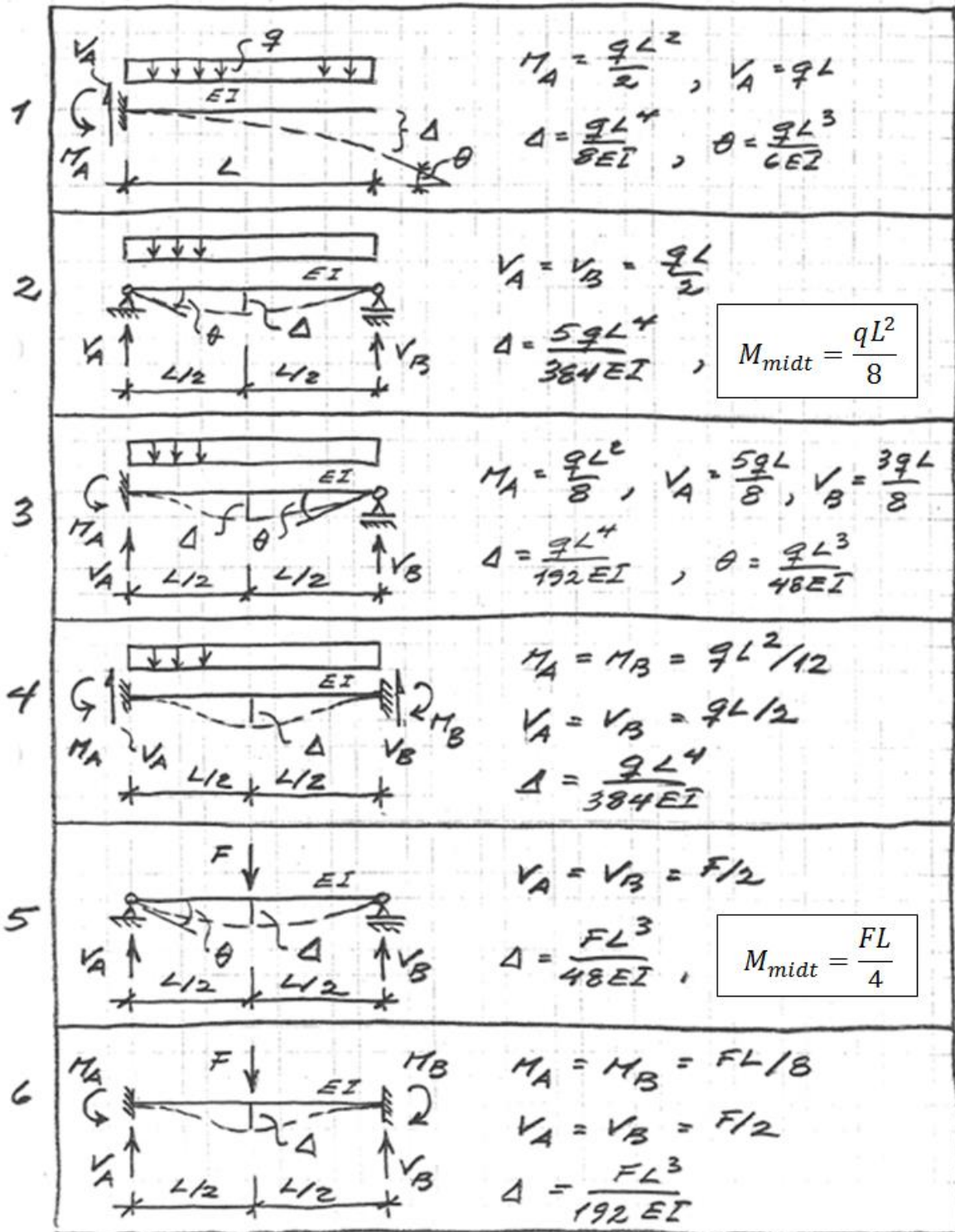
Vedlegg betong:

PLASSTØPT BETONG

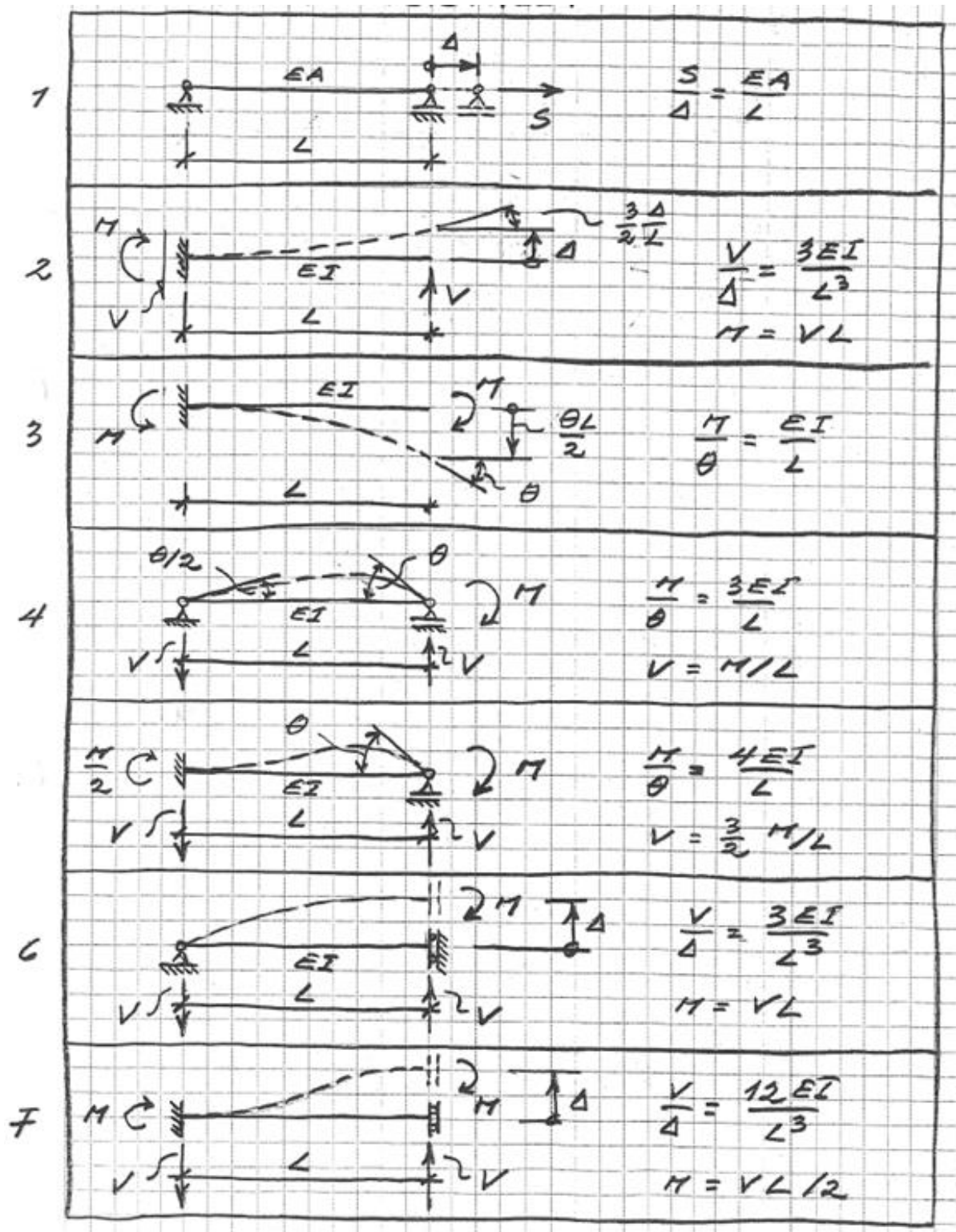
SLS	
Betongens effektive E-modul (for laster som forårsaker kryp)	$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi}$
Krumning	$\kappa = \frac{M}{EI} = \frac{\varepsilon}{y}, \quad \varepsilon : \text{tøyning i punktet},$ $y : \text{avstand fra nøytralaksen}$
Hooke's lov	$\sigma = E \cdot \varepsilon$
Materialstivhetsforhold	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$
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	$I_{c1} = \frac{1}{12} b h^3 + b h \left(\alpha_1 d - \frac{h}{2} \right)^2$ $I_{c2} = \frac{b(\alpha_2 d)^3}{3}$
Annet arealmoment armering	$I_s = A_s [(1 - \alpha) d]^2$
Bøyestivhet	$EI = E_c I_c + E_s I_s$
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	$M_{Ed} = A_s f_{yd} z$

Vedlegg matrisestatikk:

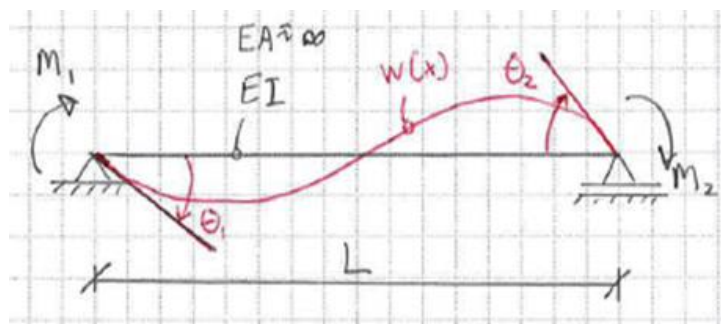
BASISTILFELLER – LASTVIRKNINGER OG NEDBØYNING



BASISTILFELLER – STIVHETSTALL



Stivhetsrelasjon for bjelker med rotasjon i begge endene



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