

EKSAMENSOPPGAVE

Fag: IRB33013 Konstruksjonsteknikk 3

Lærere: Edin Mahmutcehajic og Joachim Helgesen

Oppg : 3. bygg	Dato: 09.06.15	Tid: 0900 – 1200
Antall oppgavesider: 6	Antall vedleggsider: 6	
Hjelpemidler: Utdelt kalkulator og utdelte egne Eurokoder for Betong og Stå		
Sensurfrist: 30.06.15		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Veiledende vektning:

Samlet vektning, betong: 60 %

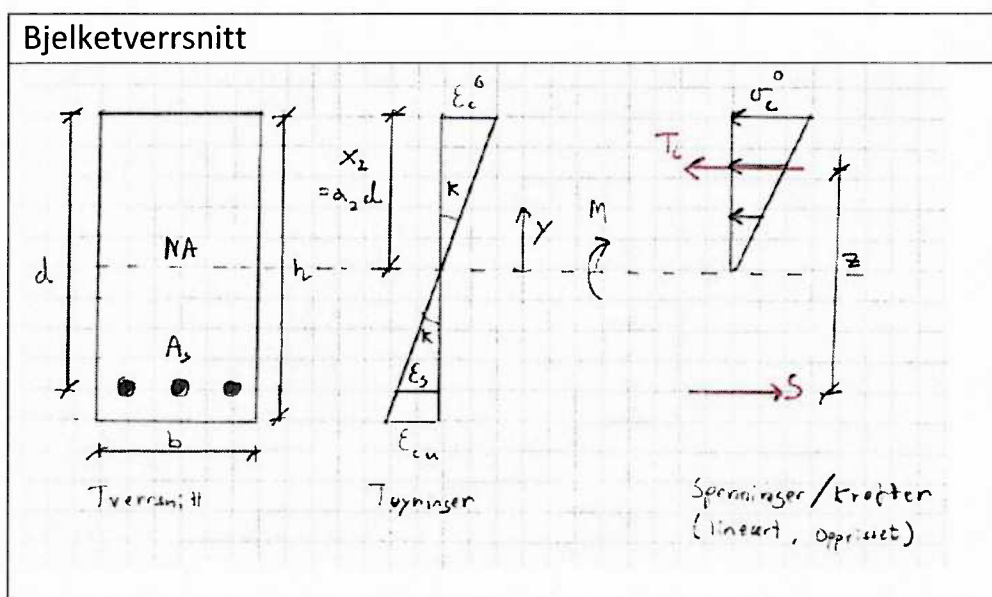
Samlet vektning, ståldel: 40 %

Dersom du mener det mangler opplysninger: Gjør nødvendige antagelser og begrunn dette i besvarelsen.

Vær kortfattet og bruk figurer.

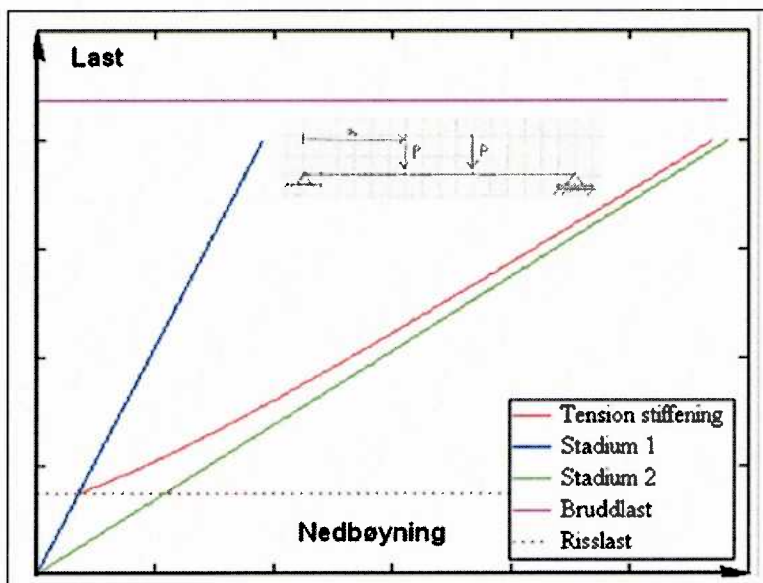
Oppgave 1: Bruksgrensetilstand

- Beskriv forskjellen på de typiske beregningsmodellene i bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand.
- Beskriv forskjellen på de tre stadiene for et betongtverrsnitt.



Figur 1 Tøyninger, spenninger og geometri for en betongbjelke

- Bruk figur 1 over og utled uttrykket for trykksonehøyden.



Figur 2 Last - forskyvningskurve for en fritt opplagt bjelke med to punktlaster

- d) Bruk figur 2 over og forklar de 5 kurvene og forskjellen på dem?
- e) Forklar hvorfor og hvordan armeringen i en bjelke kan påvirke nedbøyningen for en bjelke utsatt for svinn.

Oppgave 2: Fundament

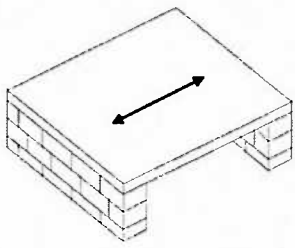
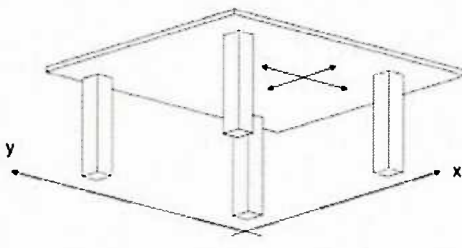
Veggfundament	Forutsetninger
	<ul style="list-style-type: none"> - Ikke bruk lastfaktorer i denne oppgaven. Bruk lastene som de er oppgitt. - Vegg er sentrisk plassert på fundament - Laster på toppen av veggen $F=150\text{kN/m}$ $H=50\text{kN/m}$ - Egenvekt betong 25kN/m^3 - Egenvekt jord 18kN/m^3 - $t_j=4\text{m}$ - $t_f=0.6\text{m}$ - $t_v=0.4\text{m}$ - $B=4\text{m}$ - Bæreevne jord 200kPa

Figur 3 Snitt og 3D av veggfundament med vegg, jord og laster

Tabell 1 Veggfundament

- a) Har veggfundamentet i tabell 1 over tilstrekkelig bæreevne, gitt at kun vertikallaster på fundamentet skal vurderes?
- b) Har veggfundamentet i tabell 1 over tilstrekkelig bæreevne, gitt at både vertikallaster og horisontallast (H) på fundamentet skal vurderes?

Oppgave 3: Gjennomlokking

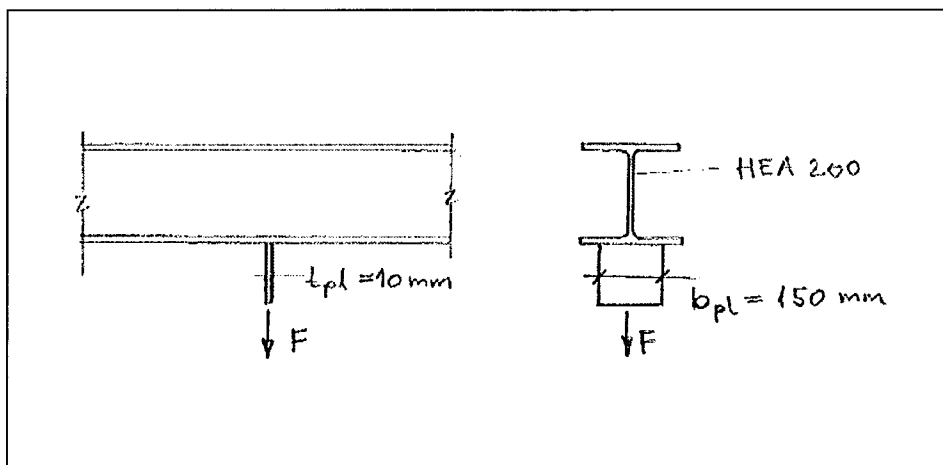
Enveisplate	Flatdekke
	

Tabell 2 Plater understøttet forskjellig

- Hvilken av de to platene i tabell 2 over må kontrolleres for gjennomlokking og hvorfor?
- Forklar hvilke kontroller en gjennomlukkingskontroll består av?

Oppgave 4:

Figuren nedenfor viser et knutepunkt der en plate er sveist til flensen på et HEA 200 profil. Knutepunktet skal overføre kraften F som vist på figuren. Både platen og profilet antas å være av stålqualität S355.

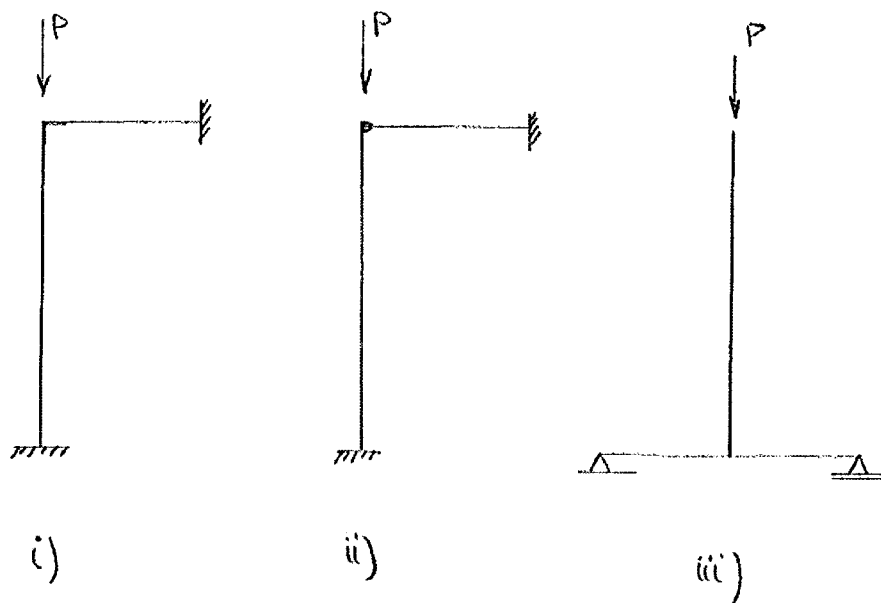


- a) Tegn skisser som viser elastisk- og plastisk spenningsfordeling for kritisk snitt i plate (sveis) samt stegplaten (HEA 200). Dvs. totalt to snitt.

Angi effektiv bredde b_{eff} (bredden til effektiv sone i plastisk modell) på skisse. Det er ikke nødvendig å utføre beregninger for å besvare denne oppgaven.

- b) Bestem b_{eff} som kan benyttes til å dimensjonere sveisen mellom platen og HEA200.
- c) Gjør rede for likheten mellom tilfellet over og et tilsvarende knutepunkt der platen er erstattet med firkantet hulprofil.

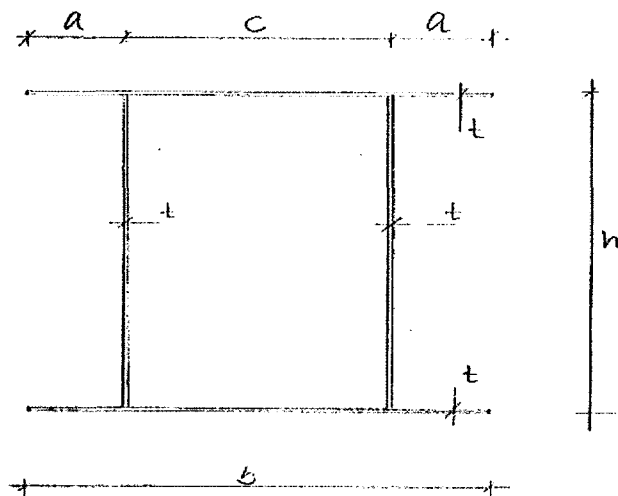
Oppgave 5:



Figuren over viser tre rammer som er utsatt for knekking. Knekk lengden for bøyingsknekkning i papirplanet kan uttrykkes som $L_k = \beta L$, der L er lengden til den vertikale staven.

- Tegn skisser som viser 1. knekkform for alle tre tilfeller. Det er ikke nødvendig å utføre beregninger.
- Knekk lengden til rammen i tilfelle ii) kan bestemmes uten å utføre beregninger. Hva er knekk lengden denne rammen?
- Bruk vedlagte tabeller og diagrammer til å bestemme knekk lengden til ramme i).

Oppgave 6:



Gitt en aksialbelastet trykkstav med tverrsnitt som vist på figuren over. Alle tverrsnittsdeler er i tverrsnittsklasse 4.

- Vis prinsipielt på skisse hvilke soner som må regnes som ineffektive.
- Bestem nødvendig tykkelse som skal til for at den utstikkende flensen skal komme i tverrsnittsklasse 3, gitt $a=150\text{mm}$ og material S235.

FORMELARK

PLASSTØPT BETONG

SLS

Betongens effektive E-modul
(for laster som forårsaker kryp)

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi}$$

Krumning

$$\kappa = \frac{M_{Ed}}{(EI)} = \frac{\varepsilon}{y}, \quad \varepsilon : \text{tøyning i punktet}, \\ y : \text{avstand fra nøytralaksen}$$

Hooke's lov

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Materialstivhetsforhold

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_c}$$

Armeringsforhold

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

Trykksonehøyde stadium I

$$x_1 = \alpha_1 d = \left(\frac{A_c \cdot 0.5h + \alpha_e A_s d}{A_c d + \alpha_e A_s d} \right) d$$

Annet arealmoment betong stadium I

$$I_{c1} = \frac{1}{12} bh^3 + bh \left(\alpha_1 d - \frac{h}{2} \right)^2$$

Annet arealmoment armering stadium I

$$I_{s1} = A_s [(1 - \alpha_1) d]^2$$

Bøystivhet stadium I

$$(EI)_1 = E_c I_{c1} + E_s I_{s1}$$

Armeringsspenning stadium I

$$\sigma_{s1} = E_s \cdot \frac{M_{Ed}(1 - \alpha_1)d}{(EI)_1}$$

ULS

Trykksonekapasitet

$$M_{Rd} = 0.275 f_{cd} b d^2$$

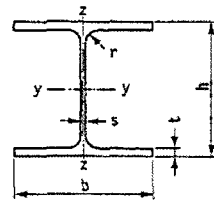
Indre momentarm

$$z = \left[1 - 0.17 \left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right) \right] d$$

Nødvendig armering

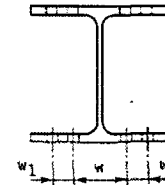
$$M_{Ed} = A_s f_{yd} z$$

TABELL 1.2 VARMVALSEDE HE-A - BJELKER



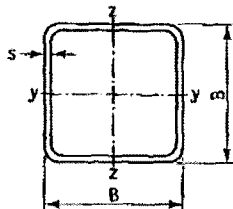
Dimensjoner etter NS-EN 10 034
Materiale etter NS-EN 10 025

Betegnelse f.eks.: Bjelke NS-EN 10 034 HE 360 A
Stål NS-EN 10 025



HE-A	Dimensjoner (mål i mm)					Masse kg/m	A ·10 ³ mm ²	y - y				z - z			I _T ·10 ³ mm ⁴	S _y ·10 ³ mm ³	C _w ·10 ⁹ mm ⁴	Hullavstand / hulldiam. (i mm)				
	h	b	s	t	r			·10 ⁶ mm ⁴	W·10 ³ mm ³	i mm	·10 ⁶ mm ⁴	W·10 ³ mm ³	i mm	·10 ³ mm ⁴				·10 ³ mm ³	·10 ⁹ mm ⁴	w	w ₁	d
	100	96	100	5	8			12	16,7	2,12	3,49	72,8	40,6	1,34				26,8	25,1	52,6	41,5	2,581
120	114	120	5	8	12	19,9	2,53	6,06	106	48,9	2,31	38,5	30,2	60,2	39,7	6,472	66	-	17			
140	133	140	5,5	8,5	12	24,7	3,14	10,3	155	57,3	3,89	55,6	35,2	81,6	86,7	15,06	76	-	21			
160	152	160	6	9	15	30,4	3,88	16,7	220	65,7	6,16	76,9	39,8	123	123	31,41	86	-	23			
180	171	180	6	9,5	15	35,5	4,53	25,1	294	74,5	9,25	103	45,2	149	162	60,21	100	-	25			
200	190	200	6,5	10	18	42,3	5,38	36,9	389	82,8	13,4	134	49,8	211	215	108,0	110	-	25			
220	210	220	7	11	18	50,5	6,43	54,1	515	91,7	19,5	178	55,1	286	284	193,3	120	-	25			
240	230	240	7,5	12	21	60,3	7,68	77,6	675	101	27,7	231	60,0	417	372	328,5	94	35	25			
260	250	260	7,5	12,5	24	68,2	8,68	104,5	836	110	36,7	282	65,0	526	460	516,4	100	40	25			
280	270	280	8	13	24	76,4	9,73	136,7	1010	119	47,6	340	70,0	624	556	785,4	110	45	25			
300	290	300	8,5	14	27	88,3	11,2	182,6	1260	127	63,1	421	74,9	856	692	1200	120	45	28			
320	310	300	9	15,5	27	97,6	12,4	229,3	1480	136	69,9	466	74,9	1080	814	1512	120	45	28			
340	330	300	9,5	16,5	27	105	13,3	276,9	1680	144	74,4	496	74,6	1280	925	1824	120	45	28			
360	350	300	10	17,5	27	112	14,3	330,9	1890	152	78,9	526	74,3	1490	1040	2177	120	45	28			
400	390	300	11	19	27	125	15,9	450,7	2310	168	85,6	571	73,4	1900	1280	2942	120	45	28			
450	440	300	11,5	21	27	140	17,8	637,2	2900	189	94,7	631	72,9	2450	1610	4148	120	45	28			
500	490	300	12	23	27	155	19,8	869,7	3550	210	103,7	691	72,4	3100	1970	5643	120	45	28			
550	540	300	12,5	24	27	166	21,2	1119	4150	230	108,2	721	71,5	3530	2310	7189	120	45	28			
600	590	300	13	25	27	178	22,6	1412	4790	250	112,7	751	70,5	3990	2680	8978	120	45	28			
650	640	300	13,5	26	27	190	24,2	1752	5470	269	117,2	782	69,7	4500	3070	11027	120	45	28			
700	690	300	14,5	27	27	204	26,0	2153	6240	288	121,8	812	68,4	5150	3520	13352	120	45	28			
800	790	300	15	28	30	224	28,6	3034	7680	326	126,4	843	66,5	5990	4350	18290	130	40	28			
900	890	300	16	30	30	252	32,0	4221	9480	363	135,5	903	65,0	7390	5410	24962	130	40	28			
1000	990	300	16,5	31	30	272	34,7	5538	11190	400	140,0	934	63,5	8250	6410	32074	130	40	28			

TABELL 1.4 VARMFORMEDE KVADRATISKE HULPROFIL



Dimensjoner etter NS-EN 10 210-2
Materiale etter NS-EN 10 210-1

Betegnelsen f.eks.: HFRHS-NS-EN 10 210 S 355 JOH 80 x 80

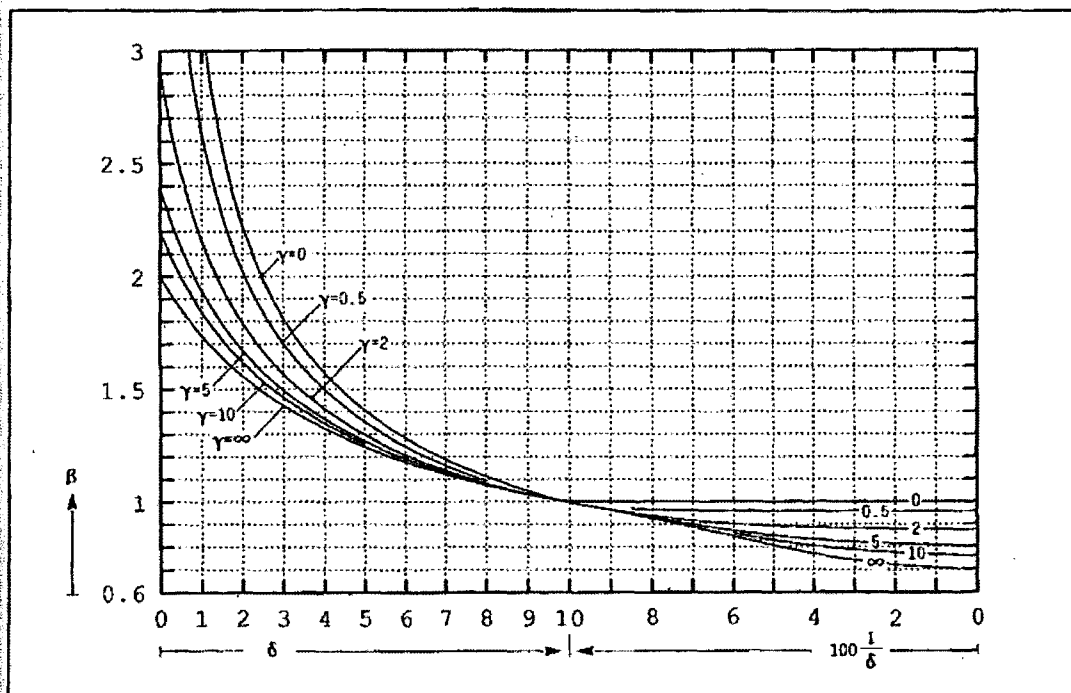
Dimensjoner		Masse kg/m	A ·10 ³ mm ²	I ·10 ⁶ mm ⁴	W ·10 ³ mm ³	i mm	W _p ·10 ³ mm ³	I _T ·10 ⁶ mm ⁴
B mm	s mm							
40	2,6	3,03	0,386	0,0894	4,47	15,2	5,39	0,140
	3,2	3,66	0,466	0,104	5,22	15,0	6,40	0,165
	4,0	4,46	0,568	0,121	6,07	14,6	7,61	0,195
50	3,2	4,66	0,594	0,216	8,62	19,1	10,4	0,338
	4,0	5,72	0,728	0,255	10,2	18,7	12,5	0,404
	5,0	6,97	0,888	0,296	11,9	18,3	14,9	0,476
60	3,2	5,67	0,722	0,387	12,9	23,1	15,3	0,601
	4,0	6,97	0,888	0,461	15,4	22,8	18,6	0,724
	5,0	8,54	1,09	0,544	18,1	22,4	22,3	0,863
80	3,6	8,59	1,09	1,06	26,5	31,1	31,3	1,64
	4,0	9,48	1,21	1,16	29,0	31,0	34,3	1,80
	5,0	11,7	1,49	1,39	34,7	30,5	41,7	2,17
	6,3	14,4	1,84	1,65	41,3	30,0	50,5	2,61
100	4,0	12,0	1,53	2,34	46,8	39,1	54,9	3,61
	5,0	14,8	1,89	2,83	56,6	38,7	67,1	4,39
	6,3	18,4	2,34	3,41	68,2	38,1	82,0	5,33
	8,0	22,9	2,91	4,08	81,5	37,4	99,9	6,46
	10,0	27,9	3,55	4,74	94,9	36,5	119	7,61
120	5,0	18,0	2,29	5,03	83,8	46,9	98,4	7,75
	6,3	22,3	2,85	6,10	102	46,3	121	9,49
	8,0	27,9	3,55	7,38	123	45,6	149	11,6
	10,0	34,2	4,35	8,70	145	44,7	173	13,8
140	5,0	20,9	2,66	8,01	114	54,9	134	12,5
	6,3	26,0	3,31	9,74	139	54,2	165	15,5
	8,0	32,4	4,13	11,8	168	53,4	202	19,0
150	5	22,5	2,86	9,94	133	58,9	155	15,6
	6,3	28,0	3,56	12,1	162	58,3	191	19,2
	8	34,9	4,45	14,7	196	57,5	234	23,6
160	6,3	29,9	3,80	14,9	186	62,4	218	23,4
	8,0	37,4	4,70	18,1	226	61,6	269	28,9
	10,0	45,7	5,85	21,5	269	60,6	325	34,9
180	6,3	33,9	4,32	21,5	239	70,6	280	33,8
	8,0	42,5	5,41	26,3	293	69,8	346	41,8
	10,0	52,2	6,65	31,5	350	68,8	419	50,7
200	6,3	37,8	4,82	29,9	299	78,8	348	46,7
	8,0	47,5	6,05	36,8	368	78,0	432	58,1
	10,0	58,5	7,45	44,2	442	77,0	526	70,6
250	6,3	47,7	6,08	59,8	479	99,2	554	92,7
	8,0	60,0	7,65	74,0	592	98,4	690	116
	10,0	74,2	9,45	89,7	718	97,4	845	142
300	10,0	89,9	11,4	159	1061	118	1238	249

Merk: Dimensjonene for kaldformede hulprofil avviker fra dimensjonene gitt i denne tabellen

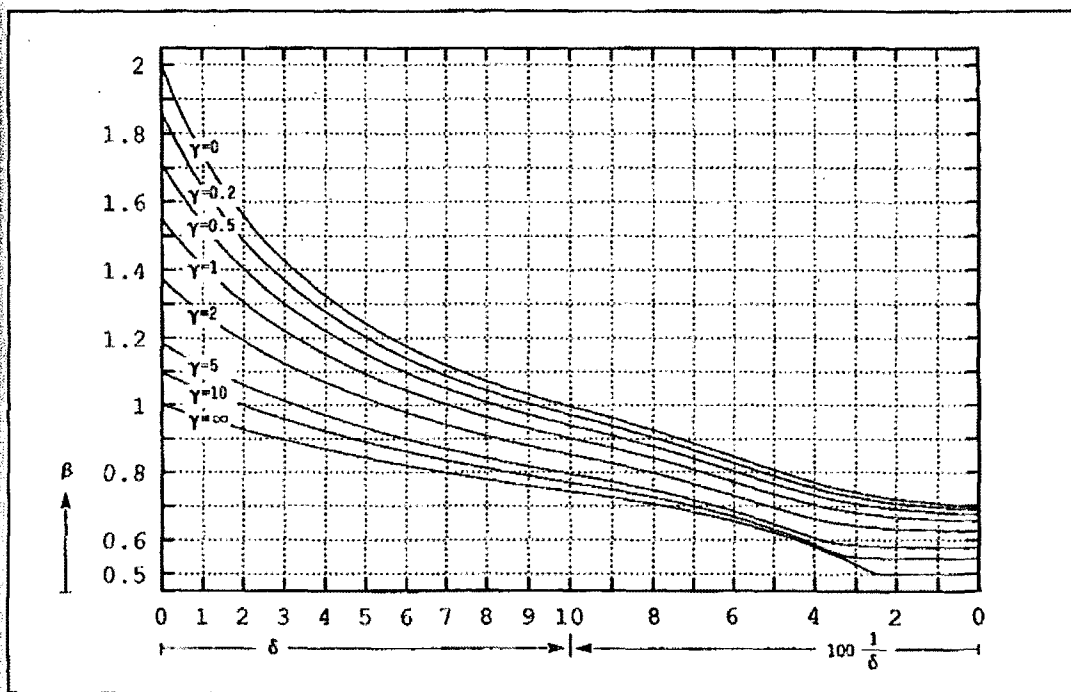
TABELL 4.1 SYSTEMDEFINISJON AV ELASTISK INNSPENTE STAVER

Basissystemer:		
System nr.		
Dimensjonsløse parametre: $\delta = \frac{k_x L_s^3}{EI_s}$ $\gamma = \frac{k_\phi L_s}{EI_s}$		
(For k_ϕ og γ : Indeks a og b indikerer stavenden)		
Elastisk knekklast (Eulerlast): $N_E = \frac{\pi^2 EI_s}{L_k^2} = \frac{\pi^2 EI_s}{(\beta L_s)^2}$		
$k_\phi = \frac{3 EI_b}{L_b}$	$k_\phi = \frac{6 EI_b}{L_b}$	$k_x = \frac{3 EI_b}{L_b^3}$
$k_\phi = \frac{2 EI_b}{L_b}$	$k_\phi = \frac{4 EI_b}{L_b}$	$k_\phi = \frac{GI_T}{L_b}$

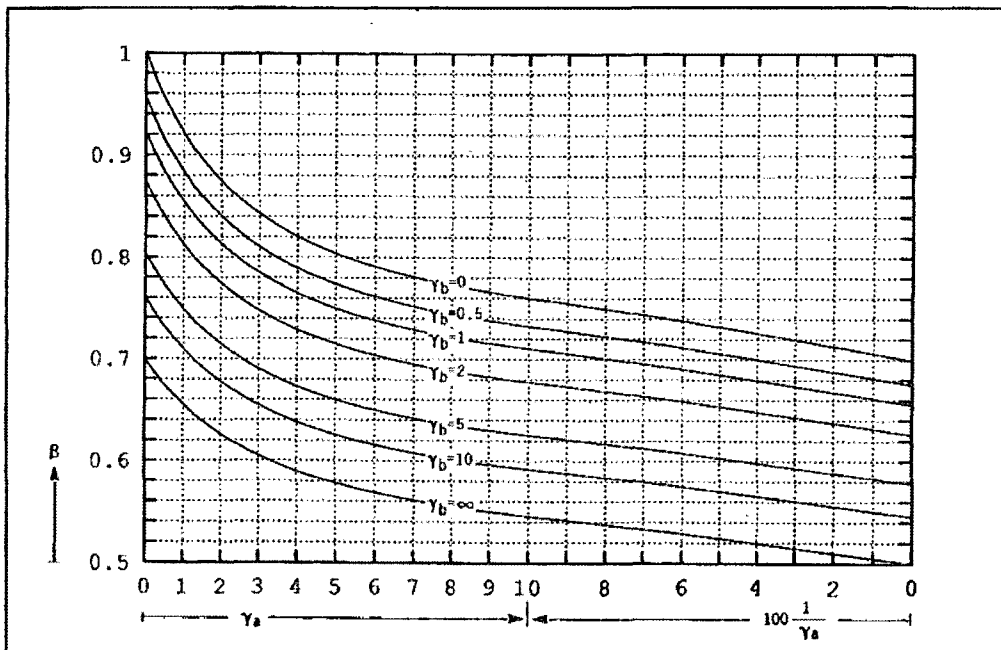
TABELL 4.2 STAVSYSTEM I OG III



TABELL 4.3 STAVSYSTEM II



TABELL 4.4 STAVSYSTEM IV



TABELL 4.5 STAVSYSTEM V

