Høgskolen i Østfold

EKSAMEN

Emnekode: IRB21512	**Emnenavn: Konstruksjonsteknikk 1**
Dato: 06.12.2018 **Sensurfrist: 27.12.2018**	**Eksamenstid: 09.00-13.00**
Antall oppgavesider: 4 **Antall vedleggsider: 9**	**Faglærer: Bjarke Laustsen og Ole Bjerk** **Oppgaven er kontrollert: Geir Flote**
Hjelpemidler: **NS-EN 1990, NS-EN 1991-1-1, NS-EN 1991-1-3, NS-EN 1991-1-4 uten notater.** **Utdelt kalkulator**	
Om eksamensoppgaven: ***Dersom du mener det mangler opplysninger: Gjør nødvendige antagelser og begrunn dette i besvarelsen.*** ***Vær kortfattet og bruk figurer.***	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	

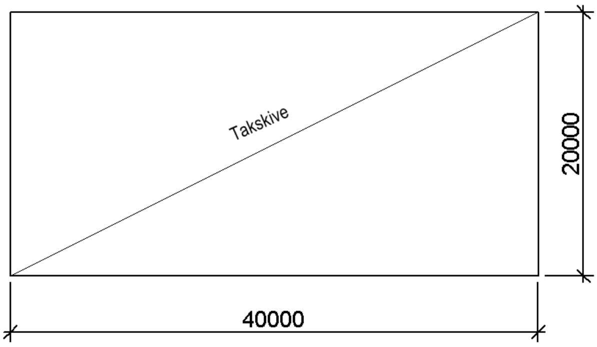
Oppgave 1 - Jordskjelv, bære- og avstivningssystemer (5 %)

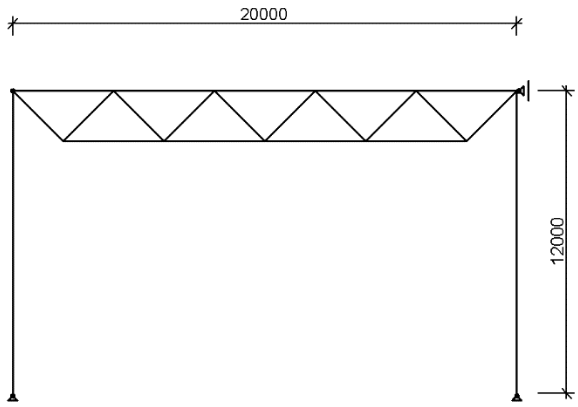
a) Hvilke parametere bestemmer størrelsene på jordskjelvkreftene?
b) Beskriv kort og presist begrepet "soft story".
c) Beskriv hovedforskjellen på en skive og en plate. Forklar kort hvorfor vi ønsker å bruke skivevirkning til avstivning. Bruk gjerne figurer.
d) Forklart kort og presist hvorfor avstivning i montasjefasen er viktig.

Oppgave 2 - Laster og lastkombinasjoner (45 %)

Det vil bli oppgitt i oppgaven dersom laster skal kombineres. Dersom annet ikke er angitt skal karakteristiske laster benyttes (laster uten last- og kombinasjonsfaktor). Konstruksjonen er forenklet, dvs. at alle knutepunkt er leddet og det forutsettes statisk bestemt system for alle beregninger.

En idrettshall skal oppføres et sted i Lillehammer kommune i Oppland, 350 moh. Hallen har flatt tak. Rammeavstanden mellom de bærende rammene er 5 meter. Du skal se på en typisk midtramme i oppgavene under.





LASTER

Takskive:	0.6 kN/m^2
Fagverksbjelke:	1.0 kN/m
Nyttelast:	1.0 kN/m^2

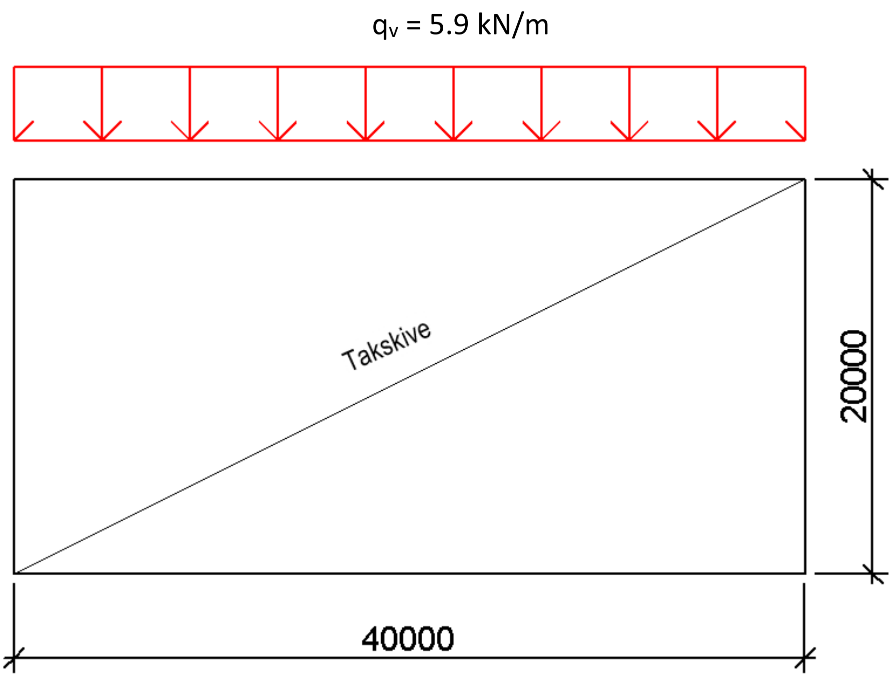
a) Vis at snølasten på tak blir S = 4.4 kN/m^2. Forutsett normal topografi og C_t = 1
b) Finn dimensjonerende last i ***bruddgrensetilstand*** som søylene skal dimensjoneres for. Medta alle aktuelle egenlaster, snølast fra oppgave a) og oppgitt nyttelast.
c) Lagerhallens grunnflate er 40x20 m (vist på figuren). Bygget har avstivende kryss i hver gavl (kortvegg). Forutsett terrengruhetskategori II og se bort ifra innvendig vindtrykk og vindlast på tak.

   Vis at vindlasten (sone D og E) som virker på ***søylene*** rammen er 3,0 kN/m og 1.9 kN/m når veggpanelene spenner fra søyle til søyle. Benytt $C_{pe,10}$

Bygget benytter takskiven for å fordele vindkrefter til yttervegg:

d) Tegn opp statisk modell, med tilhørende moment- og skjærdiagram. Regn ut og angi maksimalt moment og skjærkraft i **bruddgrensetilstand** (kun vind). Finn randstrekket i kantbjelken på byggets langside.

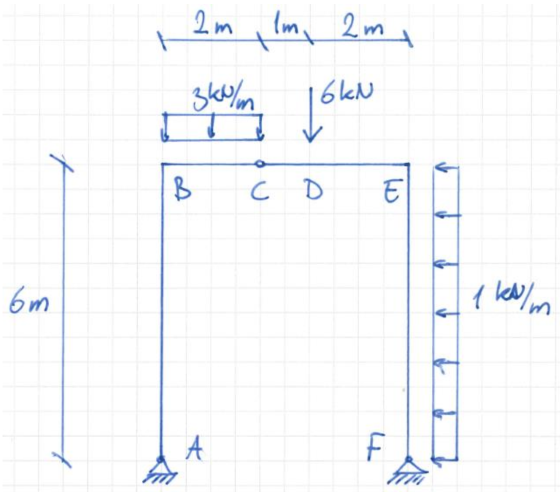
Forutsett q_v = 5.9 kN/m (karakteristisk last).



e) Regn ut flatelast [kN/m^2] for sone F på tak når vinden blåser på langveggen. Anta skarp takavslutning. Regn ut arealet av sone F. Benytt $C_{pe,1}$

Oppgave 3 - Ramme (20 %)

Gitt en ramme med viste laster og randbetingelser.



a) Hvorfor er konstruksjonen statisk bestemt?

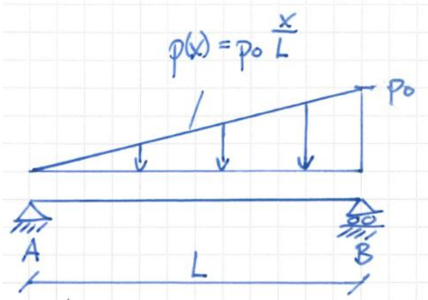
b) Bestem reaksjonskrefter.

c) Tegn snittkraftdiagrammer (M, V og N) og angi verdier.

Oppgave 4 – Bernoullis bjelke (15 %)

Gitt en bjelke med viste last og randbetingelser.

EI = konstant



a) Angi geometriske og statiske randbetingelser.

b) Bestem bjelkens utbøyningskurve.

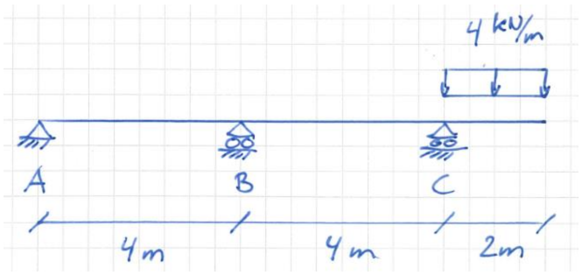
c) Bestem bjelkens helling i A.

d) Finn punktet med maksimum moment.

Oppgave 5 – Statisk ubestemt bjelke (15 %)

Gitt en kontinuerlig bjelke med viste last og randbetingelser.

EI = konstant



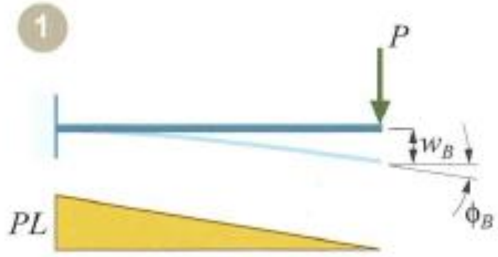
a) Vis at bjelken er 1 gang statistisk ubestemt.

b) Bestem reaksjonskrefter.

c) Tegn momentdiagrammet og angi verdier.

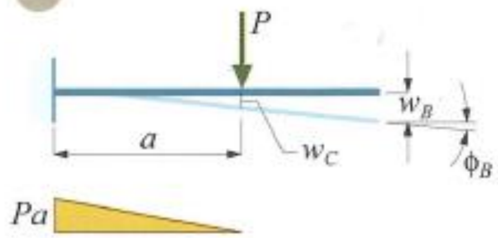
Vedlegg – bjelkeformler

1



$$w_B = \frac{PL^3}{3EI} \qquad \phi_B = \frac{PL^2}{2EI}$$

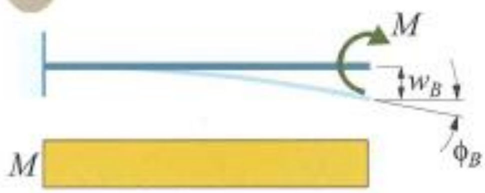
2



$$w_C = \frac{Pa^3}{3EI} \qquad w_B = \frac{Pa^2}{6EI}(3L-a)$$

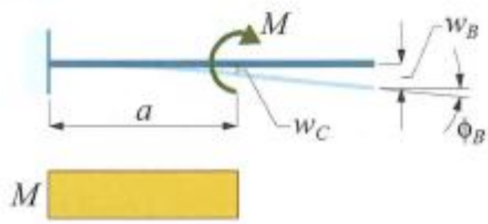
$$\phi_B = \frac{Pa^2}{2EI}$$

3



$$w_B = \frac{ML^2}{2EI} \qquad \phi_B = \frac{ML}{EI}$$

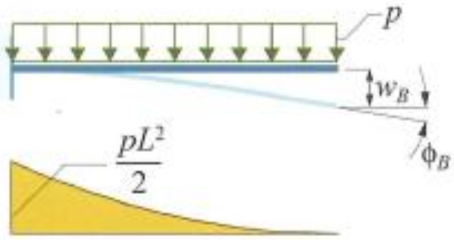
4



$$w_C = \frac{Ma^2}{2EI} \qquad w_B = \frac{Ma}{2EI}(2L-a)$$

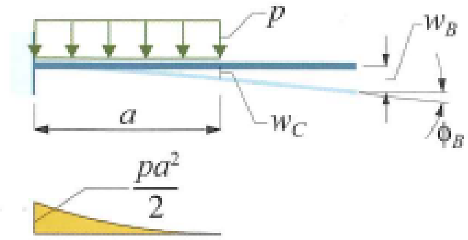
$$\phi_B = \frac{Ma}{EI}$$

5



$$w_B = \frac{pL^4}{8EI} \qquad \phi_B = \frac{pL^3}{6EI}$$

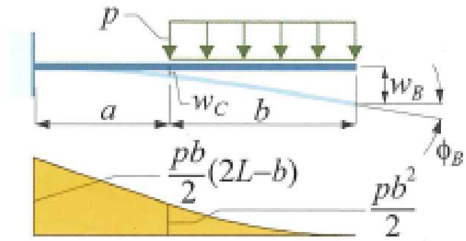
6



$$w_C = \frac{pa^4}{8EI} \qquad w_B = \frac{pa^3}{24EI}(4L - a)$$

$$\phi_B = \frac{pa^3}{6EI}$$

7

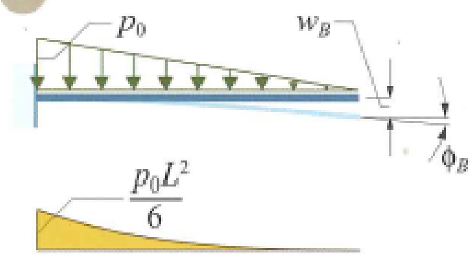


$$w_C = \frac{pa^2 b}{12EI}(3L + a)$$

$$w_B = \frac{p}{24EI}(3L^4 - 4a^3L + a^4)$$

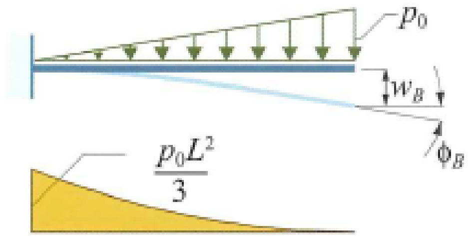
$$\phi_B = \frac{p}{6EI}(L^3 - a^3)$$

8



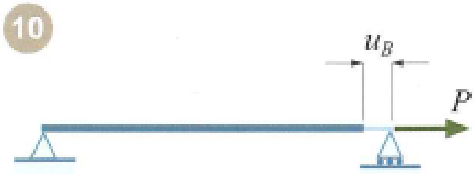
$$w_B = \frac{p_0L^4}{30EI} \qquad \phi_B = \frac{p_0L^3}{24EI}$$

9



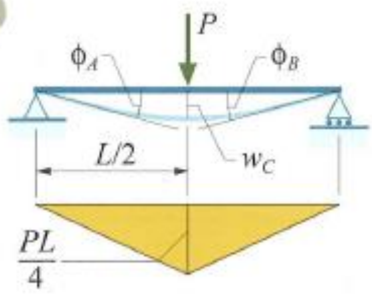
$$w_B = \frac{11p_0L^4}{120EI} \qquad \phi_B = \frac{p_0L^3}{8EI}$$

10



$$u_B = \frac{PL}{EA}$$

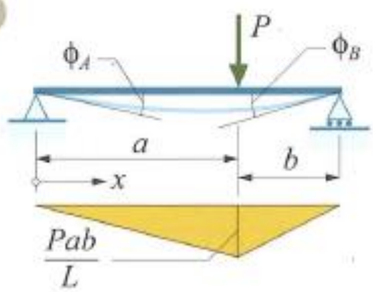
11



$$\phi_A = \phi_B = \frac{PL^2}{16EI}$$

$$w_C = \frac{PL^3}{48EI}$$

12

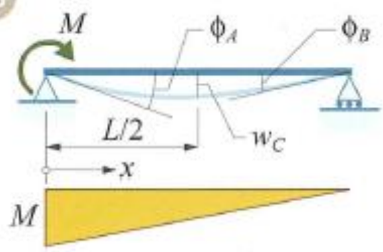


$$\phi_A = \frac{Pab(L+b)}{6L \cdot EI}$$

$$\phi_B = \frac{Pab(L+a)}{6L \cdot EI}$$

$$w(x) = \frac{Pbx}{6L \cdot EI}(L^2 - b^2 - x^2), \quad x \le a$$

13

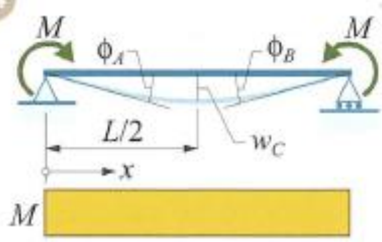


$$\phi_A = \frac{ML}{3EI} \qquad \phi_B = \frac{\phi_A}{2} = \frac{ML}{6EI}$$

$$w(x) = \frac{M(L-x)}{6L \cdot EI}(2Lx - x^2)$$

$$w_C = \frac{ML^2}{16EI}$$

14

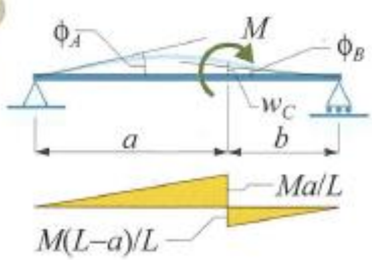


$$\phi_A = \phi_B = \frac{ML}{2EI}$$

$$w(x) = \frac{Mx}{2EI}(L-x)$$

$$w_C = \frac{ML^2}{8EI}$$

15

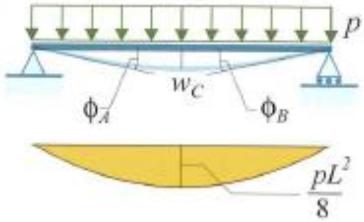


$$\phi_A = \frac{M}{6L \cdot EI}(6aL - 3a^2 - 2L^2)$$

$$\phi_B = \frac{M}{6L \cdot EI}(3a^2 - L^2)$$

$$w_C = \frac{Mab}{3L \cdot EI}(2a - L)$$

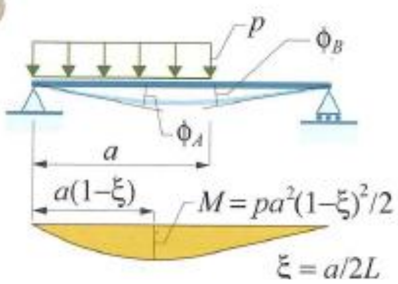
16



$$\phi_A = \phi_B = \frac{pL^3}{24EI}$$

$$w_C = \frac{5pL^4}{384EI}$$

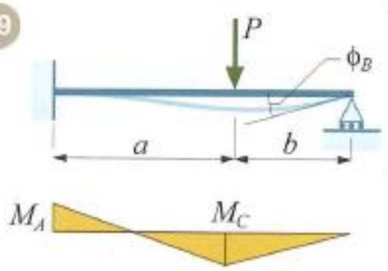
17



$$\phi_A = \frac{pa^2}{24L \cdot EI}(2L-a)^2$$

$$\phi_B = \frac{pa^2}{24L \cdot EI}(2L^2-a^2)$$

19

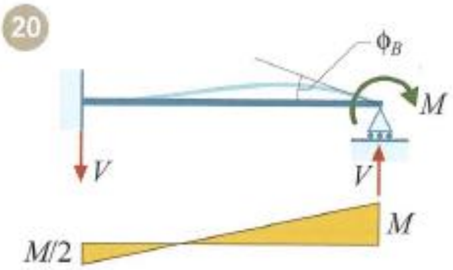


$$\phi_B = \frac{Pa^2b}{4L \cdot EI}$$

$$M_A = \frac{Pab}{2L}\left(1+\frac{b}{L}\right)$$

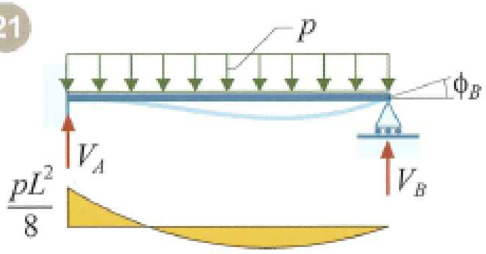
$$M_C = \frac{Pab}{2L}\left[2-\frac{b}{L}-\left(\frac{b}{L}\right)^2\right]$$

20



$$\phi_B = \frac{ML}{4EI} \qquad V = \frac{3M}{2L}$$

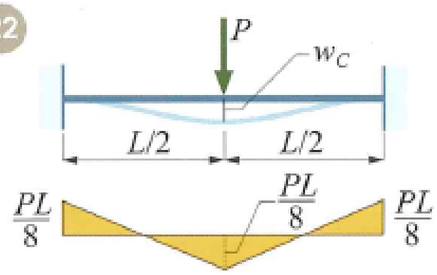
21



$$\phi_B = \frac{pL^3}{48EI}$$

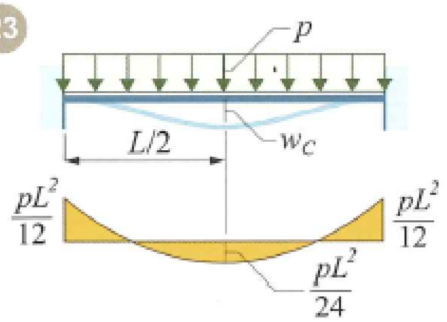
$$V_A = \frac{5pL}{8} \qquad V_B = \frac{3pL}{8}$$

22



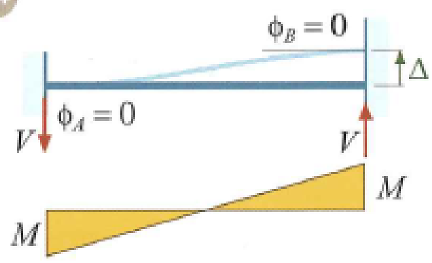
$$w_C = \frac{PL^3}{192EI}$$

23



$$w_C = \frac{pL^4}{384EI}$$

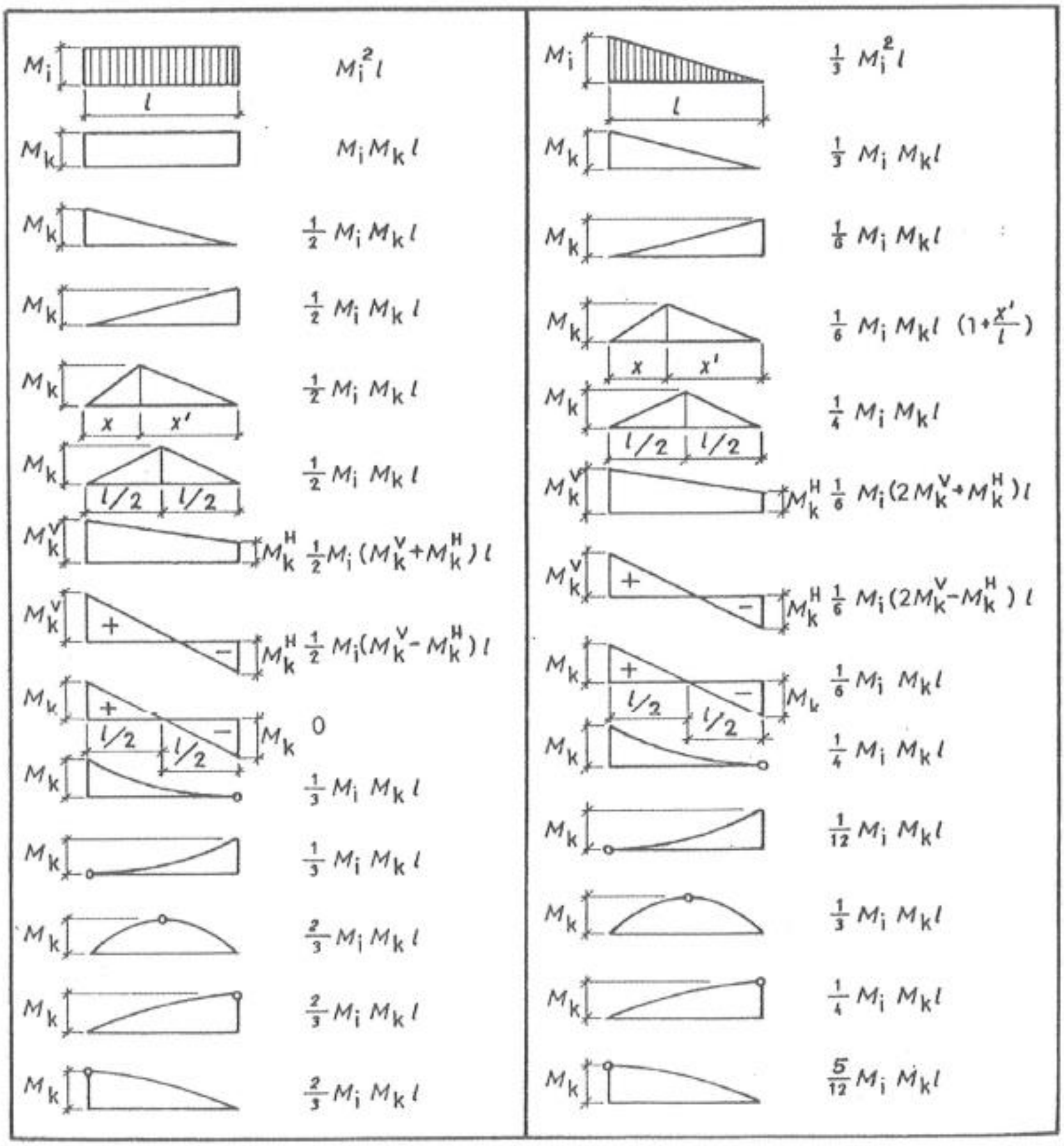
24



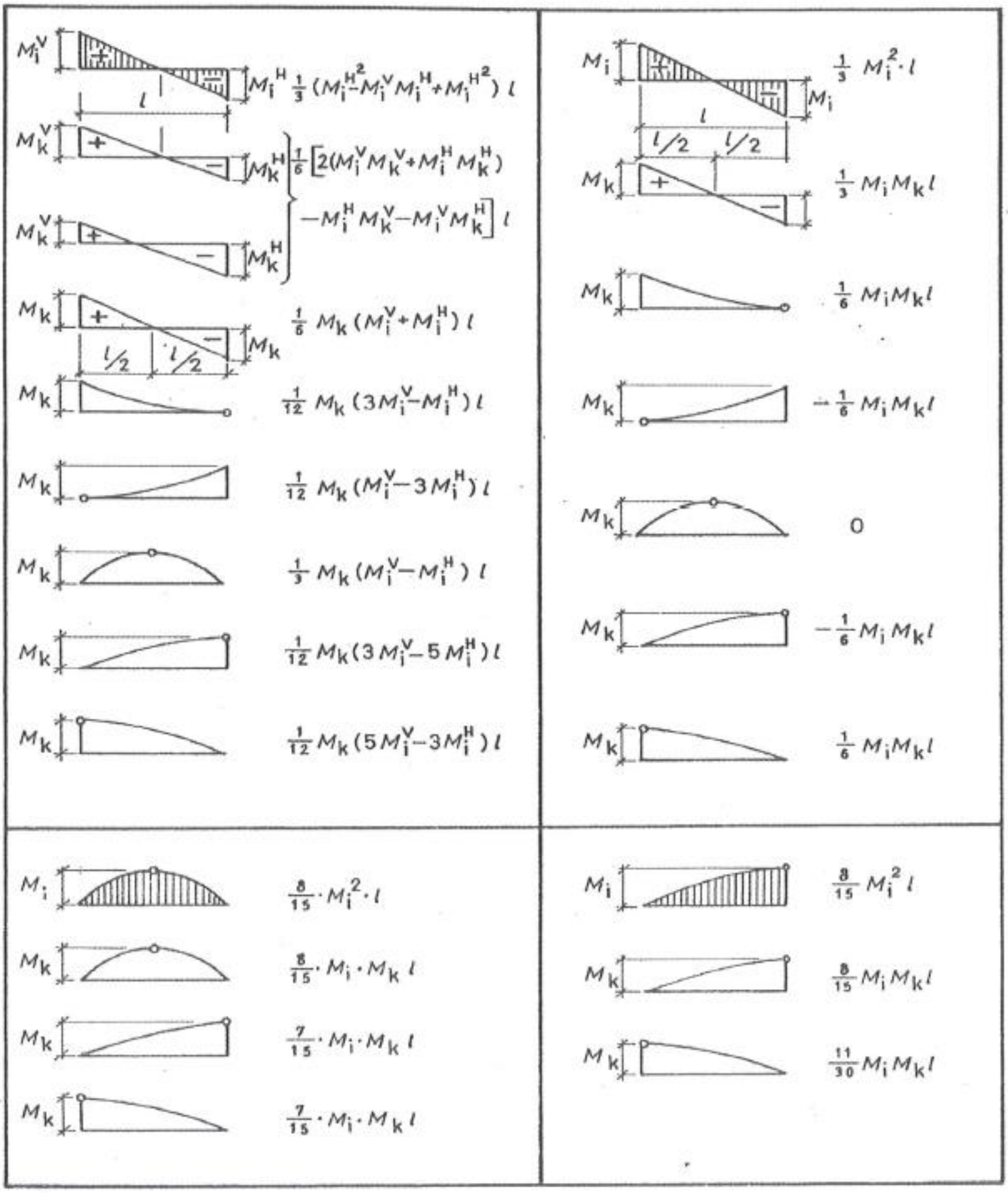
$$M = \frac{6EI}{L^2}\Delta \qquad V = \frac{12EI}{L^3}\Delta$$

VEDLEGG: Integrasjonstabeller

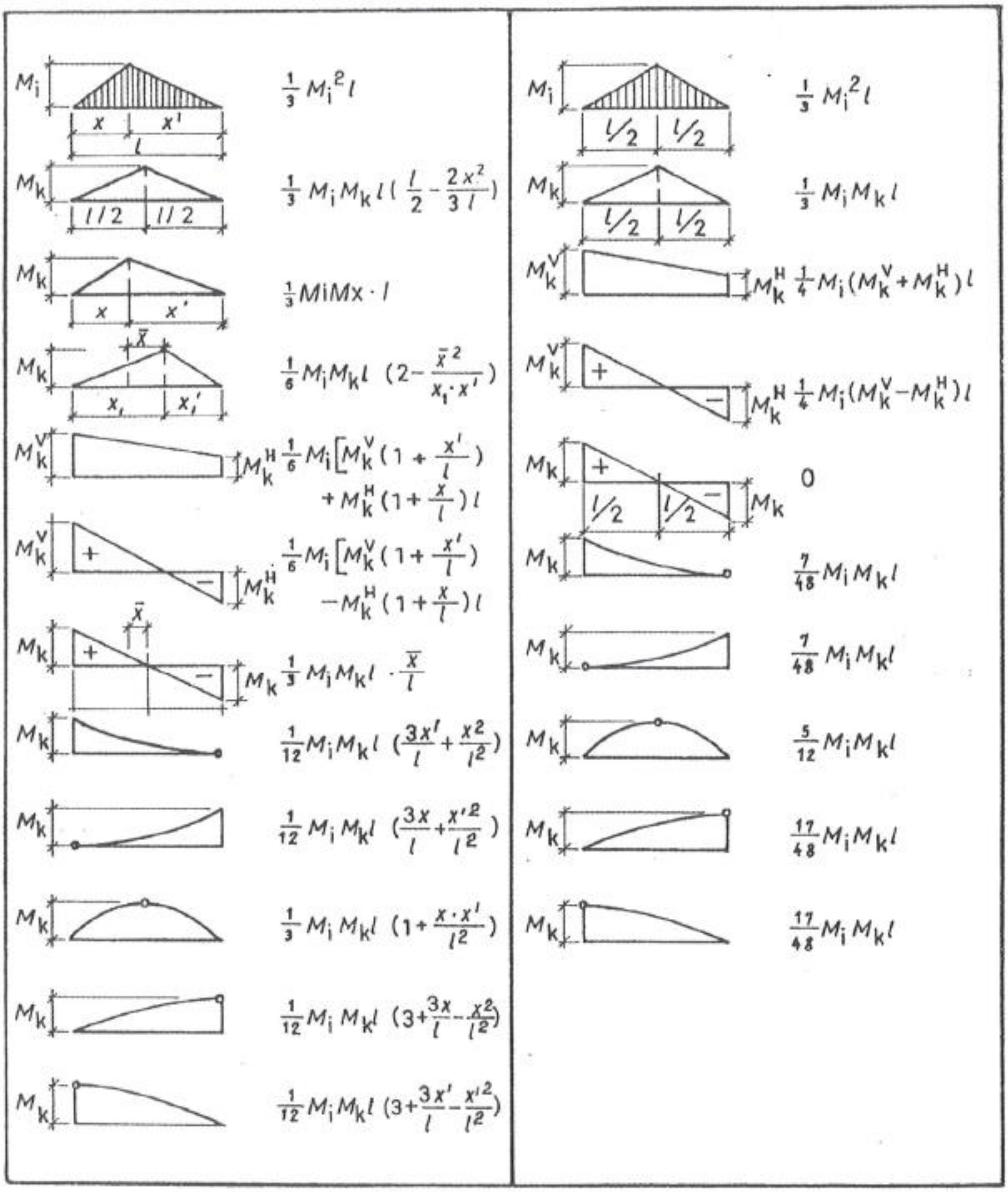
$$EI \cdot \delta_{iK} = \int_0^l M_i \cdot M_K \cdot dx \quad \text{og} \quad EI \cdot \delta_{ii} = \int_0^l M_i^2 \cdot dx.$$



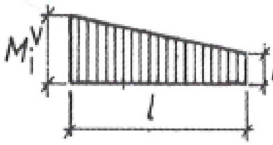
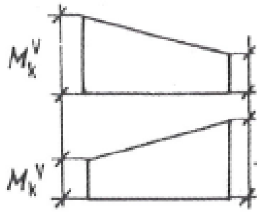
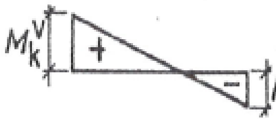
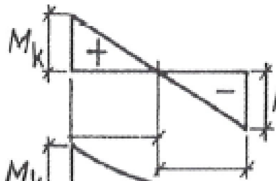
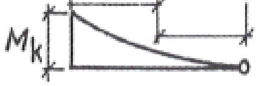
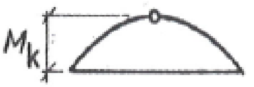
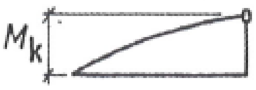
NB! Parablene har sine toppunkter (horisontal tangent) i de punkter som er markert med en ring på figurene.

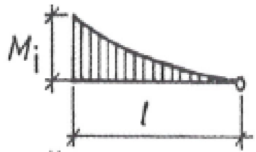
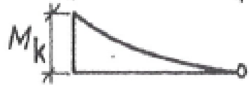
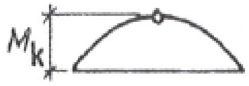
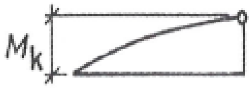


M_i^V
M_i^H
1/3 (M_i^H² − M_i^V M_i^H + M_i^H²) l
l
M_k^V
M_k^H
1/6 [2(M_i^V M_k^V + M_i^H M_k^H) − M_i^H M_k^V − M_i^V M_k^H] l
M_k^V
M_k^H
M_k
M_k
1/6 M_k (M_i^V + M_i^H) l
l/2
l/2
M_k
1/12 M_k (3M_i^V − M_i^H) l
M_k
1/12 M_k (M_i^V − 3M_i^H) l
M_k
1/3 M_k (M_i^V − M_i^H) l
M_k
1/12 M_k (3M_i^V − 5M_i^H) l
M_k
1/12 M_k (5M_i^V − 3M_i^H) l
M_i
M_i
1/3 M_i²·l
l
l/2
l/2
M_k
1/3 M_i M_k l
M_k
1/6 M_i M_k l
M_k
− 1/6 M_i M_k l
M_k
0
M_k
− 1/6 M_i M_k l
M_k
1/6 M_i M_k l
M_i
8/15 · M_i²· l
M_k
8/15 · M_i · M_k l
M_k
7/15 · M_i · M_k l
M_k
7/15 · M_i · M_k l
M_i
8/15 M_i² l
M_k
8/15 M_i M_k l
M_k
11/30 M_i M_k l



Mi
x x' l
1/3 Mi²l
Mk
l/2 l/2
1/3 MiMkl (l/2 − 2x²/3l)
Mk
x x'
1/3 MiMx · l
Mk
x̄ x1 x1'
1/6 MiMkl (2 − x̄²/x1·x')
MkV MkH
1/6 Mi[MkV (1 + x'/l) + MkH (1 + x/l) l
MkV + − MkH
1/6 Mi[MkV (1 + x'/l) − MkH (1 + x/l) l
Mk x̄ + − Mk
1/3 MiMkl · x̄/l
Mk
1/12 MiMkl (3x'/l + x²/l²)
Mk
1/12 MiMkl (3x/l + x'²/l²)
Mk
1/3 MiMkl (1 + x·x'/l²)
Mk
1/12 MiMkl (3 + 3x/l − x²/l²)
Mk
1/12 MiMkl (3 + 3x'/l − x'²/l²)
Mi
l/2 l/2
1/3 Mi²l
Mk
l/2 l/2
1/3 MiMkl
MkV MkH
1/4 Mi(MkV + MkH) l
MkV + − MkH
1/4 Mi(MkV − MkH) l
Mk + − l/2 l/2 Mk
0
Mk
7/48 MiMkl
Mk
7/48 MiMkl
Mk
5/12 MiMkl
Mk
17/48 MiMkl
Mk
17/48 MiMkl

Diagram	Formula
	$\frac{1}{3}(M_i^{V^2} + M_i^V M_i^H + M_i^{H^2})\,l$
	$\frac{1}{6}\left[2(M_i^V \cdot M_k^V + M_i^H \cdot M_k^H) + M_i^V \cdot M_k^H + M_i^H \cdot M_k^V\right] l$
	$\frac{1}{6}\left[2(M_i^V M_k^V - M_i^H M_k^H) + M_i^H M_k^V - M_i^V M_k^H\right] l$
	$\frac{1}{6} M_k (M_i^V - M_i^H)\, l$
	$\frac{1}{12} M_k (3M_i^V + M_i^H)\, l$
	$\frac{1}{12} M_k (M_i^V + 3M_i^H)\, l$
	$\frac{1}{3} M_k (M_i^V + M_i^H)\, l$
	$\frac{1}{12} M_k (3M_i^V + 5M_i^H)\, l$
	$\frac{1}{12} M_k (5M_i^V + 3M_i^H)\, l$

	$\frac{1}{5} M_i^2\, l$
	$\frac{1}{5} M_i M_k\, l$
	$\frac{1}{30} M_i M_k\, l$
	$\frac{1}{5} M_i M_k\, l$
	$\frac{2}{15} M_i M_k\, l$
	$\frac{3}{10} M_i M_k\, l$