


1  
Høgskolen i Østfold  
Avdeling for ingeniørfag


EKSAMENSOPPGAVE


Emne: IRB21512 - Konstruksjonsteknikk 1  
Lærer/telefon: Geir Flote / 46832940

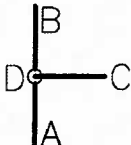
Grupper: 2. bygg	Dato: 16.12.2013	Tid: 09:00-13:00
Antall oppgavesider: 4	Antall vedleggsider: 6	
Sensurfrist: 17.01.2014		
Hjelpemidler: NS-EN 1990, NS-EN 1991-1-1, NS-EN 1991-1-3, NS-EN 1991-1-4, utdelt lommekalkulator		
<b>KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG</b>		

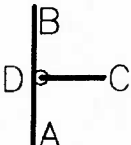
**Tegnforklaring:**

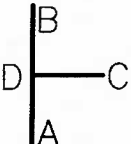
 Boltelager/fastlager/leddlager

 Glidelager/forskyvelig fastlager, leddlager

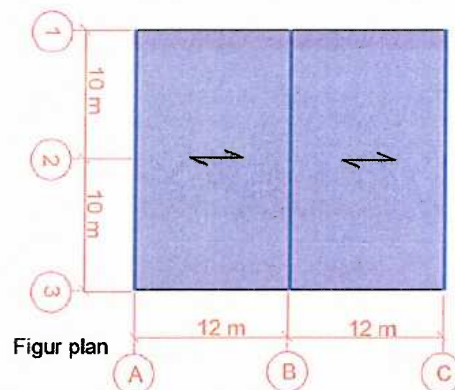
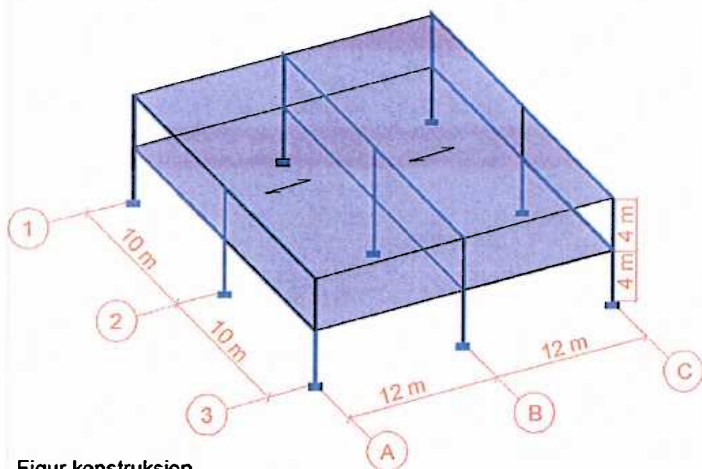
 Fast innspenning

 Ledd mellom alle tre staver AD, BD og CD

 Ledd mellom CD og AB. Stav AB er stiv.

 Moment overføres mellom alle tre staver.

### Oppgave 1: Lastkombinasjoner (30 %)



Et næringsbygg skal bygges i Bærum kommune i Akershus fylke.

Byggeplassen ligger på 200 moh. Bygget har flatt tak.

Bygget oppføres i to etasjer (4 m etasjehøyde) med søyler innspent i bunnen, bjelker med ledd mot søylene (10 m spenn) og hulldekker som bærer som enveisplater mellom bjelkene (12 m spenn). Deckene er fritt opplagt på bjelkene. Se figurene over.

Bruk de oppgitte systemmålene. Det er ikke nødvendig å ta hensyn til at søylene blir kortere på grunn av dekkene.

Taket skal beregnes for snølast samt egentyngden fra takoppbygging (tekking og isolasjon) over hele taket i tillegg til hulldekkets egentyngde.

Det skal beregnes nyttelast for restaurantarealer i 2. etasje.

Gulvet i 1. etasje utføres som støpt golv direkte på grunnen, og vil ikke belaste konstruksjonen.

Karakteristiske egentyngder for konstruksjonselementer:

Bjelker:	0,6 kN/m
Søyler:	0,5 kN/m
Hulldekker:	2,80 kN/m <sup>2</sup>
Takoppbygging:	0,5 kN/m <sup>2</sup>

- Bergen snølast på taket. Anta  $C_e = 1,0$  og  $C_t = 1,0$ . (5 %)
- Beregn dimensjonerende last i bunnen av søylen i akse A3 i bruddgrensetilstand (bruk ligning 6.10 b, Sett B). (25 %)

### Oppgave 2: Vindlast på vegger (20 %)

Gitt en bygning i et byområde i Stavanger kommune i Rogaland fylke.

Bygningen har flatt tak med høyde = 20 m, lengde  $b = 35$  m og bredde  $d = 20$  m.  
Alle vegger har høyde = 20 m.

Det blåser på tvers av lengderetningen.

Bruk forenklet beregning. Alle faktorer ( $k_1, k_2, k_3, C_{dir}, C_{alt}, C_{season}, C_{prob}$ ) antas lik 1.

Se bort fra vindens virkning på taket.

Se bort fra virkningen fra innvendig vindtrykk.

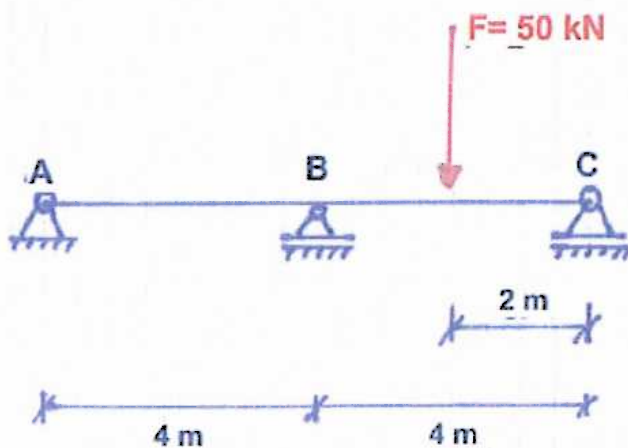
- Beregn utstrekningene av vindsonene på veggene. (7,5 %)
- Beregn største resulterende total horisontal vindkraft på bygningen. (12,5 %)

### Oppgave 3: Kraftmetoden (30 %)

Gitt en kontinuerlig bjelke med statisk system og påført kraft (F), som vist på figuren under.

EI er konstant.

- Beregn reaksjonskraften i punkt B ved bruk av kraftmetoden. (25 %)
- Tegn / skisser momentdiagrammet for hele bjelken. (5 %)

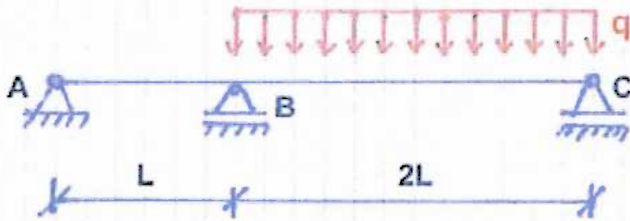


**Oppgave 4 : Matrisestatikk (20 %)**

Gitt en kontinuerlig bjelke med statisk system og påført jevnt fordelt last ( $q$ ), som vist på figuren under.

$EI$  er konstant. Forutsett at  $EA = \infty$

- Beregn rotasjonen i punkt B ved bruk av matrisestatikk . (12,5 %)
- Tegn / skisser momentdiagrammet for hele bjelken.  
Angi på diagrammet verdien på momentet i punkt B. (7,5 %)



## VEDLEGG 1: Integrasjonstabeller

### 5.10 Integrasjonstabeller




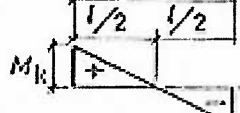
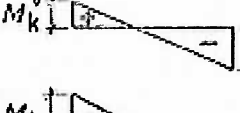
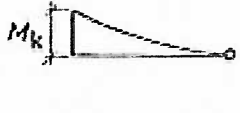
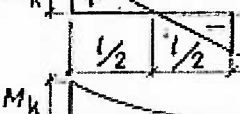

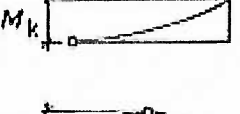
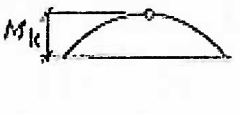



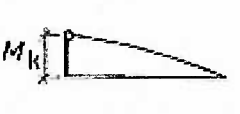







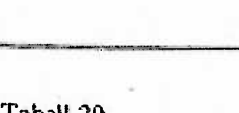
Med konstant treghetsmoment får en:

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

	$M_i^2 l$		$\frac{1}{3} M_i^2 l$
	$M_i M_k l$		$\frac{1}{3} M_i M_k l$
	$\frac{1}{2} M_i M_k l$		$\frac{1}{6} M_i M_k l$
	$\frac{1}{2} M_i M_k l$		$\frac{1}{6} M_i M_k l (1 + \frac{x'}{l})$
	$\frac{1}{2} M_i M_k l$		$\frac{1}{4} M_i M_k l$
	$\frac{1}{2} M_i M_k l$		$M_k^H \frac{1}{6} M_i (2M_k^V + M_k^H) l$
	$M_k^H \frac{1}{2} M_i (M_k^V + M_k^H) l$		$M_k^H \frac{1}{6} M_i (2M_k^V - M_k^H) l$
	$M_k^H \frac{1}{2} M_i (M_k^V - M_k^H) l$		$\frac{1}{6} M_i M_k l$
	0		$\frac{1}{4} M_i M_k l$
	$\frac{1}{3} M_i M_k l$		$\frac{1}{12} M_i M_k l$
	$\frac{1}{3} M_i M_k l$		$\frac{1}{3} M_i M_k l$
	$\frac{2}{3} M_i M_k l$		$\frac{1}{4} M_i M_k l$
	$\frac{2}{3} M_i M_k l$		$\frac{5}{12} M_i M_k l$

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

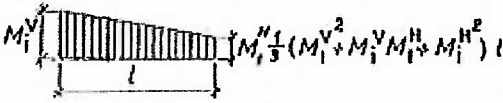

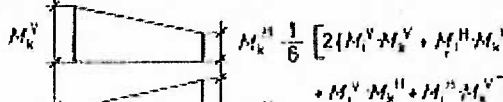
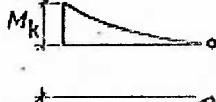
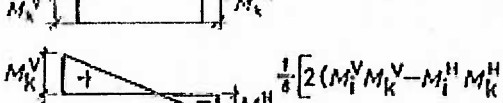

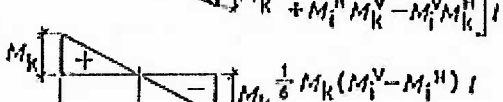

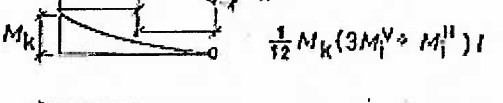
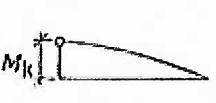
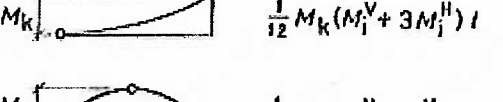

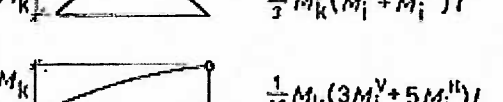

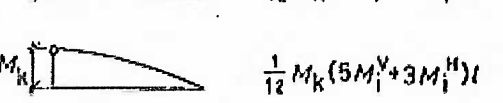

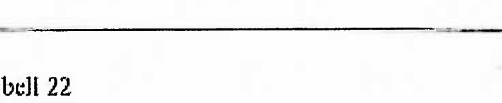

Tabell 19

 $M_i^H \frac{1}{3} (M_i^H + 2M_i^V) l$	 $\frac{1}{9} M_i^2 \cdot l$
 $M_k^H \frac{1}{6} [2(M_i^V M_k^V + M_i^H M_k^H) - M_i^H M_k^V - M_i^V M_k^H] l$	 $\frac{1}{9} M_i M_k l$
 $\frac{1}{6} M_k (M_i^V + M_i^H) l$	 $\frac{1}{6} M_i M_k l$
 $\frac{1}{12} M_k (3M_i^V - M_i^H) l$	 $-\frac{1}{6} M_i M_k l$
 $\frac{1}{12} M_k (M_i^V - 3M_i^H) l$	 $0$
 $\frac{1}{3} M_k (M_i^V - M_i^H) l$	 $-\frac{1}{6} M_i M_k l$
 $\frac{1}{12} M_k (3M_i^V - 5M_i^H) l$	 $\frac{1}{6} M_i M_k l$
 $\frac{1}{12} M_k (5M_i^V - 3M_i^H) l$	
 $\frac{8}{15} \cdot M_i^2 \cdot l$	 $\frac{8}{15} M_i^2 l$
 $\frac{8}{15} \cdot M_i \cdot M_k l$	 $\frac{8}{15} M_i M_k l$
 $\frac{7}{15} \cdot M_i \cdot M_k l$	 $\frac{11}{30} M_i M_k l$
 $\frac{7}{15} \cdot M_i \cdot M_k l$	

Tabell 20

	$\frac{1}{3} M_i^2 l$		$\frac{1}{3} M_i^2 l$
	$\frac{1}{3} M_i M_k l \left( 1 - \frac{2x^2}{3l} \right)$		$\frac{1}{3} M_i M_k l$
	$\frac{1}{3} M_i M_k \cdot l$		$M_k^H \frac{1}{2} M_i (M_k^V + M_k^H) l$
	$\frac{1}{6} M_i M_k l \left( 2 - \frac{\bar{x}^2}{x_i \cdot x'_i} \right)$		$M_k^H \frac{1}{6} M_i (M_k^V - M_k^H) l$
	$M_k^H \frac{1}{6} M_i \left[ M_k^V \left( 1 + \frac{x'_i}{l} \right) + M_k^H \left( 1 + \frac{x_i}{l} \right) \right]$		0
	$\frac{1}{6} M_i \left[ M_k^V \left( 1 + \frac{x'_i}{l} \right) - M_k^H \left( 1 + \frac{x_i}{l} \right) \right]$		$\frac{7}{48} M_i M_k l$
	$M_k \frac{1}{3} M_i M_k l \cdot \frac{\bar{x}}{l}$		$\frac{7}{48} M_i M_k l$
	$\frac{1}{12} M_i M_k l \left( \frac{3x'_i}{l} + \frac{x_i^2}{l^2} \right)$		$\frac{5}{12} M_i M_k l$
	$\frac{1}{12} M_i M_k l \left( \frac{3x_i}{l} + \frac{x_i'^2}{l^2} \right)$		$\frac{17}{48} M_i M_k l$
	$\frac{1}{3} M_i M_k l \left( 1 + \frac{x_i \cdot x'_i}{l^2} \right)$		$\frac{17}{48} M_i M_k l$
	$\frac{1}{12} M_i M_k l \left( 3 + \frac{3x_i}{l} - \frac{x_i^2}{l^2} \right)$		
	$\frac{1}{12} M_i M_k l \left( 3 + \frac{3x'_i}{l} - \frac{x_i'^2}{l^2} \right)$		

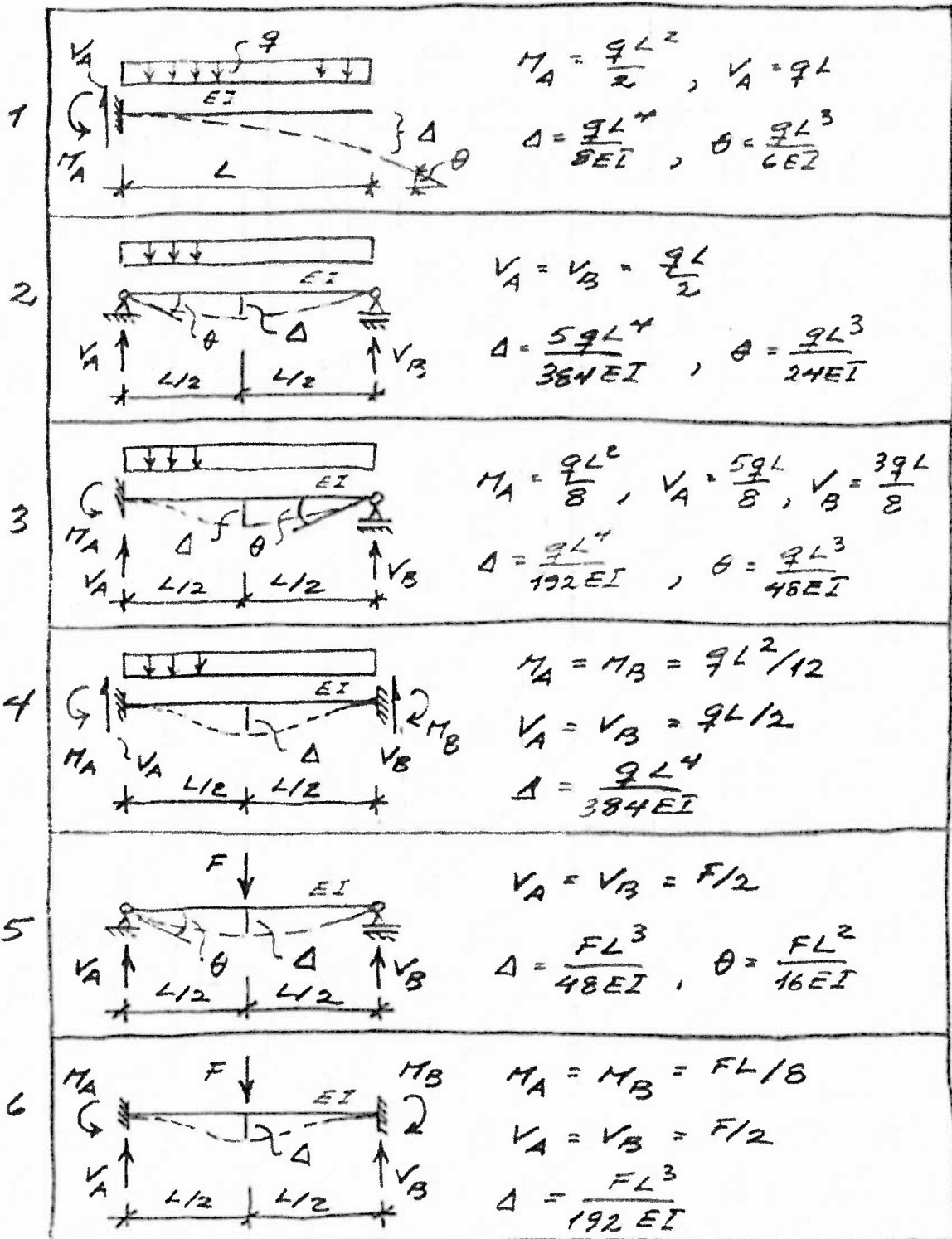
Tabell 21

	$M_i^H \frac{1}{5} (M_i^Y + M_i^Y M_i^H + M_i^H^2) l$		$\frac{1}{5} M_i^2 l$
	$M_k^H \frac{1}{6} [2(M_i^Y M_k^Y + M_i^H M_k^H) + M_i^Y M_k^H + M_i^H M_k^Y] l$		$\frac{1}{5} M_i M_k l$
	$M_k^H \frac{1}{8} [2(M_i^Y M_k^Y - M_i^H M_k^H) + M_i^H M_k^Y - M_i^Y M_k^H] l$		$\frac{1}{30} M_i M_k l$
	$M_k \frac{1}{8} M_k (M_i^Y - M_i^H) l$		$\frac{1}{5} M_i M_k l$
	$\frac{1}{12} M_k (3M_i^Y + M_i^H) l$		$\frac{2}{15} M_i M_k l$
	$\frac{1}{12} M_k (M_i^Y + 3M_i^H) l$		$\frac{3}{10} M_i M_k l$
	$\frac{1}{2} M_k (M_i^Y + M_i^H) l$		
	$\frac{1}{12} M_k (3M_i^Y + 5M_i^H) l$		
	$\frac{1}{12} M_k (5M_i^Y + 3M_i^H) l$		

Tabell 22



**VEDLEGG 2: Basistilfeller mht. lastvirkning**



**Vedlegg 3: Basistilfeller med stivhetstall**

