



**UiO** : **Department of Mathematics**  
University of Oslo

MEK2500

# Faststoffmekanikk

**Forelesning 1:**

**Generell innledning; statisk bestemte kraftsystemer**



# MEK2500 Undervisning H2014

- Forelesere:
  - Brian Hayman, professor II
  - Lars Brubak, amanuensis II
    - Deler rom B926
- Øvingslærere:
  - Håvar Andreas Sollund, PhD-kandidat
- Forelesninger:
  - Tirsdag 08:15-10:00 VB123
  - Onsdag 08:15-10:00 NHA126
- Regneøvelser:
  - Fredag 08:15-10:00 VB123

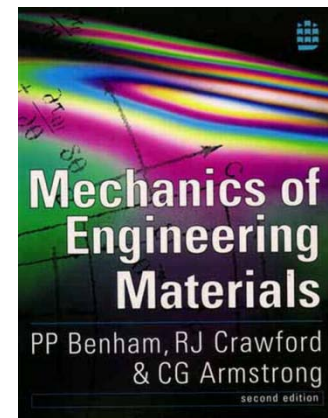


# Øvinger og obligatoriske innleveringer

- Regneøvelser blir lagt ut på semestersidene underveis.
- Regneøvelsene er basert på stor grad av egenaktivitet fra studentene.
- Fem obligatoriske oppgaver må bestås innen gitte frister for å kunne gå opp til avsluttende eksamen.
- Endelig karakter baseres på avsluttende skriftlig eksamen 1. desember 2014.

# Pensum

- Generelt er alt stoff som blir gjennomgått, pensum. I tillegg er ukeoppgavene og de obligatoriske oppgavene pensum.
- Fra læreboken, "Mechanics of Engineering Materials" av Benham, Crawford og Armstrong, 2. utgave 1996, er pensum gitt ved oversikten lenger nede. Vi skiller mellom kjernestoff, som må kunnes godt, og orienterende stoff, der vi krever kjennskap til de store linjer.
  - **Kap. 1.** Alt er kjernestoff bortsett fra 1.9 og avsnittene "Spreadsheet solution" på sidene 4 og 5, og "Matrix solutions" på sidene 14-16 som er orienterende.
  - **Kap. 2.** Alt er kjernestoff.
  - **Kap. 3.** Alt er kjernestoff bortsett fra 3.12 og 3.13 som er orienterende.
  - **Kap. 4.** Alt er kjernestoff.
  - **Kap. 5.** Alt er kjernestoff bortsett fra 5.10 og 5.11 som er orienterende.
  - **Kap. 6.** Alt er kjernestoff bortsett fra 6.16 og 6.17 som er orienterende, og 6.18 som ikke er pensum.
  - **Kap. 7.** Alt er kjernestoff bortsett fra 7.5 som ikke er pensum, og 7.6 som er orienteringsstoff.
  - **Kap. 8.** Alt er kjernestoff bortsett fra 8.3 som ikke er pensum.
  - **Kap. 9.** Alt er kjernestoff bortsett fra 9.13 som er orienteringsstoff, og 9.6 og 9.8-9.10 som ikke er pensum.
  - **Kap. 10.** Alt er kjernestoff bortsett fra 10.8 som er orienterende, og 10.5 og 10.9 som ikke er pensum.
  - **Kap. 11.** 11.1-11.10 er orienteringsstoff, og resten er ikke pensum.
  - **Kap. 12.** 12.1 er orienteringsstoff, og resten av kapittel 12 er ikke pensum.



# Eksamen

- **Avsluttende skriftlig eksamen**
  - 1. desember kl. 14:30 (4 timer).
  - Tidligere eksamener ligger tilgjengelig på web.

# Begreper / definisjoner

## Mekanikk:

Den delen av fysikken som omhandler materielle legemer i ro og bevegelse.

## Kontinuumsmekanikk:

Materialet anses kontinuerlig i det rommet det opptar.

Omhandler stoff i alle faser.

Gir det felles teoretiske grunnlaget for:

## Fluidmekanikk:

(Væske, gass)

## Faststoffmekanikk:

(Faste stoffer)

# Faststoffmekanikk

- Læren om hvordan faste stoffer og legemer oppfører seg når de belastes
- Beregning av
  - Indre krefter (N, Q, M, T) og spenninger ( $\sigma$ ,  $\tau$ )
  - Deformasjoner (u, v, w,  $\theta$ ) og tøyninger ( $\epsilon$ ,  $\gamma$ )

Belastningen kan være:

- Dynamisk
- Statisk (eller kvasi-statisk)

MEK2500: Stort sett begrenset til statisk belastning

# Spesialområder

- Materiallære (konstitutive lign.)
- Elastisitetsteori
- Viskoelastisitetsteori
- Plastisitetsteori
- Bruddmekanikk
- Stabilitetsteori (knekning)
- Bjelketeori
- Plateteori
- Skallteori
- Komposittmaterialer
- Biomekanikk

MEK2500 gir en innføring i noen av disse punktene.



# Anvendelser faststoffmekanikk generelt

- Skip
- Bil, bilkomponenter (eks. støtfanger)
- Fly
- Romfartøy
- Bygningskonstruksjoner
- Broer
- Plattformen (offshore)
- Demninger
- Støttemurer
- Master
- Osv.



# Konstruksjonselementer som gjerne inngår

- Staver (aksial strekk/trykk) => Fagverk
- Buer (hovedsakelig trykk)
- Kabler (strekk)
- Søylar (hovedsakelig trykk)
- Bjelker (skjærkraft og bøyemoment)
- Plater, skiver, skall (aksialkrefter, skjærkrefter og moment)

# Staver og fagverk



# Buer



# Kabler



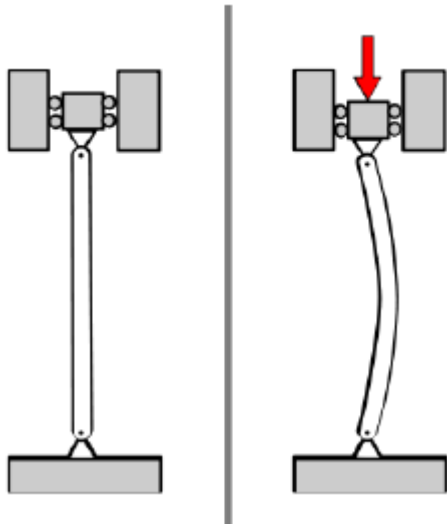
# La Sagrada Familia



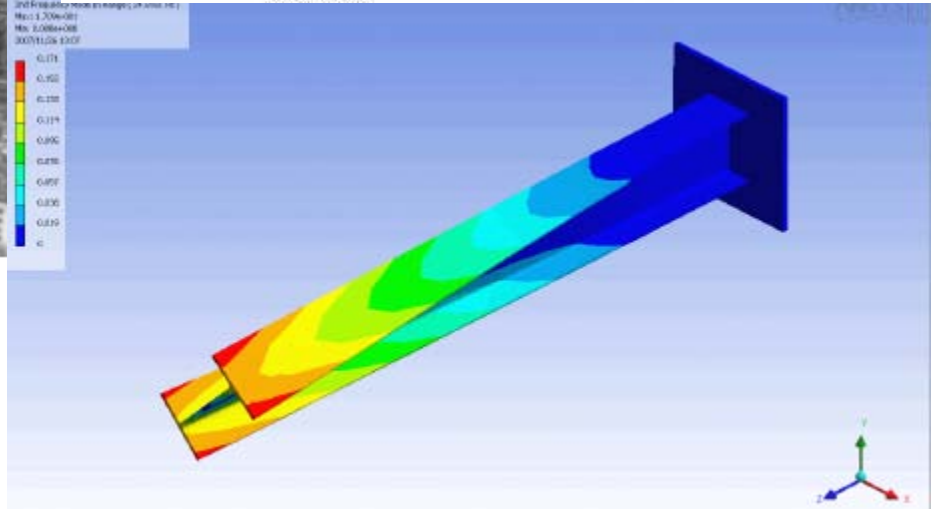
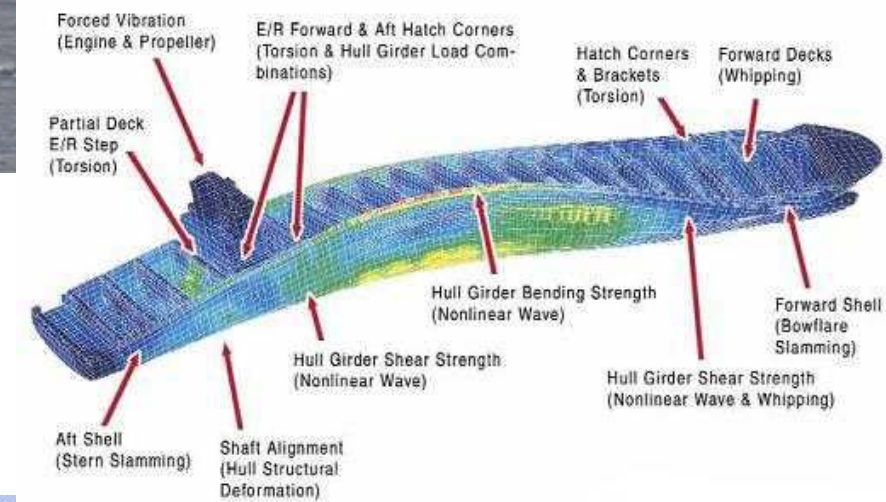
Gaudi used an old method which designers used during gothic times to create his church. To find the statics he built an upside down model of ropes on which he put weights. The ropes would bend and form a shape that would only be acted on by its own weight when turned around.

# Søyler

Knekning (instabilitet)  
kan være kritisk

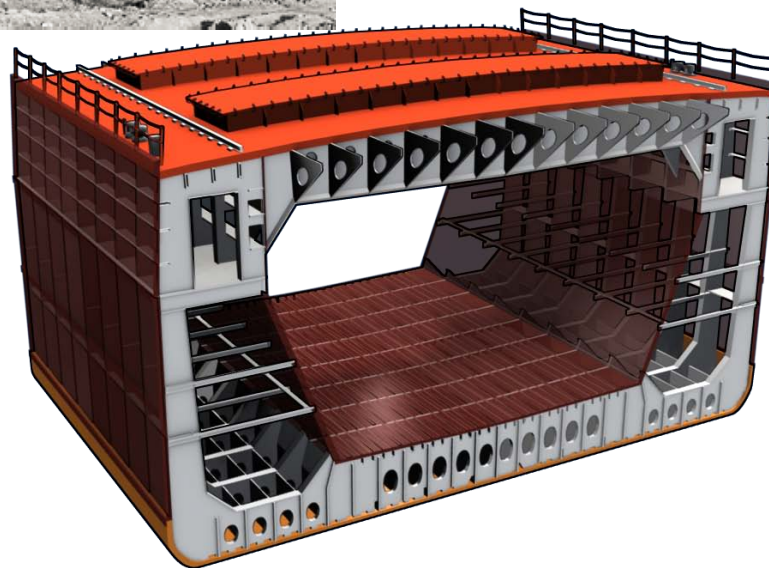


# Bjelker





# Plater, skiver, skall



# Diverse begrep

- I faststoffmekanikk studeres vekselvirkning mellom  
krefter  $\Leftrightarrow$  bevegelser (forskyvninger)
- Bevegelser består av
  - stivlegemebevegelser (rigid body motion)
  - deformasjoner (deformations), som innebærer at legemets form eller størrelse endres
- Stivlegemebevegelser:
  - dekkes av Newtons bevegelseslover.
- Deformasjon:
  - avhenger av materialegenskaper. Normalt er det kun denne bevegelsestypen som er av interesse i statisk fasthetslære.

# Løsning av mekanikkproblem

Krever generelt kjennskap til:

1. Innbyrdes sammenheng mellom krefter (som virker på legemet / konstruksjonen).
2. Innbyrdes sammenheng mellom forskyvninger.
3. Sammenhengen mellom krefter og bevegelser.

Disse sammenhengene finnes ved å sette opp ligningene for:

1. (Statisk) Likevekt.
2. Kinematisk kompatibilitet (geometrisk sammenheng).
3. Materialets egenskaper (Materiallov / konstitutiv ligning)

1 og 2 er materialuavhengige. Materialeegenskapene kommer først inn i pkt. 3.

"L-K-M krav"

# Statisk bestemthet

I noen tilfeller kan kreftene i legemet bestemmes fra pkt. 1 (likevekt) alene. Antallet likevektslig. = Antall ukjente krefter  
Problemet kalles da:

Statisk bestemt

Dersom vi har færre likevektsligninger må alle kravene (L-K-M) tilfredsstilles. Problemet kalles da:

Statisk ubestemt

I noen tilfeller er antall likevektslign.  $>$  antall ukjente krefter. Systemet er da ustabilit. Det kalles da:

Statisk underbestemt