

# K2

---

## Beräkningar stål

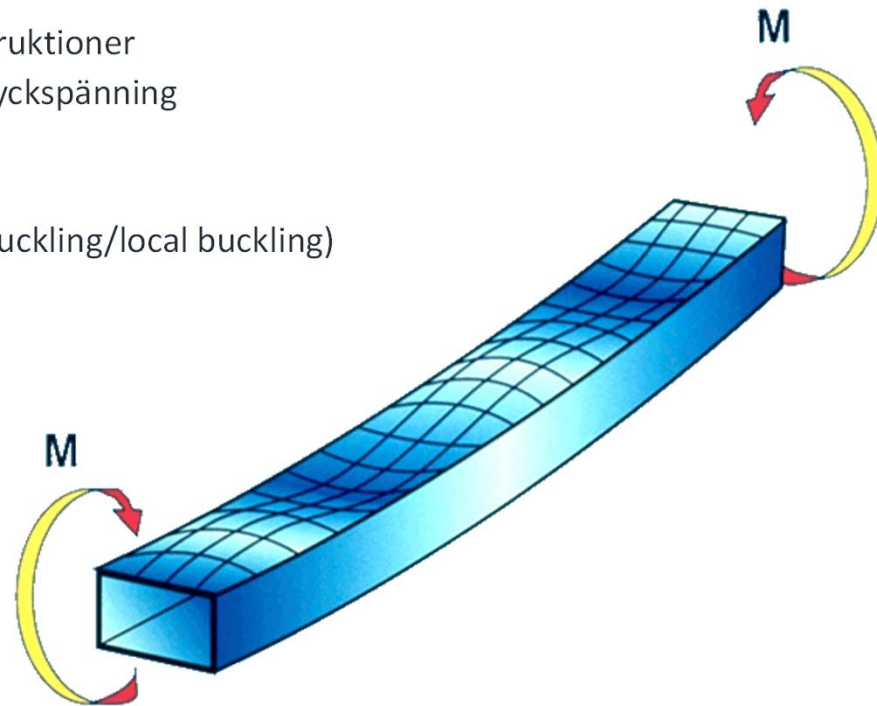
# Projektuppgift Lätta konstruktioner

---

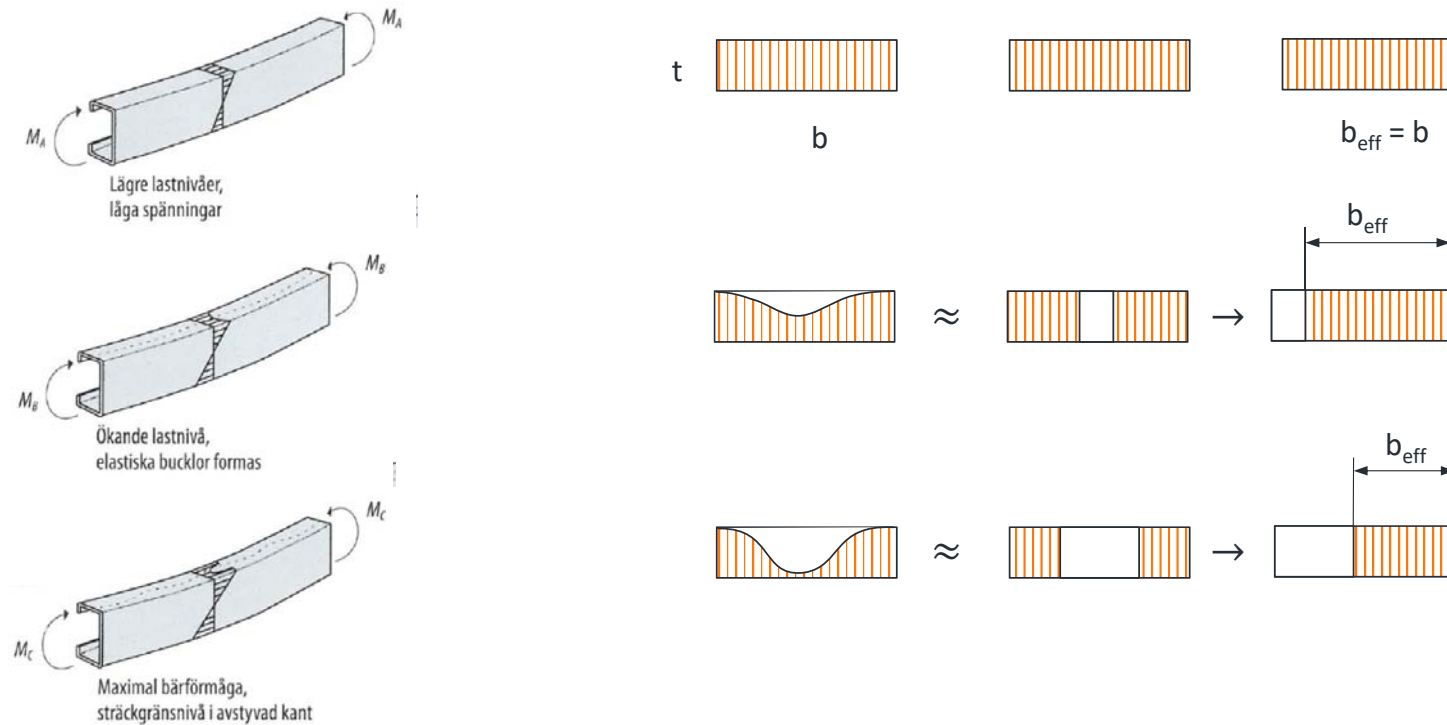
- Balk skall optimeras mot vikt (dvs göras så lätt som möjligt)
- En i aluminium, en i höghållfast stål
- **Mått:**
  - Längd 180 mm
  - Tvärsnittets yttermått
    - Höjd: 18 mm
    - Bredd: 12 mm
- **Lastfall:**
  - Fritt upplagd med punktlast på mitten
- **Lastens storlek ännu ej bestämd**
- **Beräknas**
  - mha FEM
  - ”för hand”
- **Redovisas med en rapport**

# Buckling / knäckning


- **Knäckning/buckling**
  - Inträffar för tunna/slanka konstruktioner
  - Inträffar endast där det finns tryckspänning
  - Är exempel på instabilitet
  - Kan ge haveri vid låga laster
  - (I engelska används uttrycken buckling/local buckling)
- **Knäckning (buckling)**
  - Vid tryckbelastad stång:  
( $L \gg b$  och/eller  $t$ )
- **Buckling (local buckling)**
  - Vid tryckbelastad plåt  
( $L \gg t$  och  $b \gg t$ )
  - inspänd i åtminstone en kant.
- [http://youtu.be/OnrY4zA3\\_PA](http://youtu.be/OnrY4zA3_PA)



# Hur påverkas bärförmågan vid buckling?



Figur 4.7: Spänningfördelning i slant tvärsnitt vid ökande lastnivå.  $M_A < M_B < M_C$

 Betecknar bärande yta (effektivt tvärsnitt)

# Dimensionering mht buckling

---

- **Kontrollera om vi behöver ta hänsyn till buckling**
  - *Om inte*: använd vanliga beräkningar
  - *Om*: beräkna effektivt tvärsnittet och använd sedan detta i beräkningarna
- **Kontroll görs genom att dela upp tvärsnitt i enkla delar (plåtfält) och sedan kontrollera del för del.**
- **Två typer av fält finns**
  - Plåt upplagd längs båda kanterna
  - Plåt med en fri kant
- **Kontrollera tvärsnittsklass**
  - Tv1 och Tv2: Instabilitet uppstår ej.(Tv1 "olyckslast")
  - Tv3: Buckling uppstår först i det plastiska området. Hänsyn till buckling behöver alltså inte ske vid normal dimensionering. (Elastisk knäckning kan dock inträffa)
  - Tv4: Buckling sker i det elastiska området.
- **I delar utsatta för buckling reduceras arean m.h.a. effektiv bredd**

# Dimensionering enl. Eurocode

$$R_d \geq E_d$$

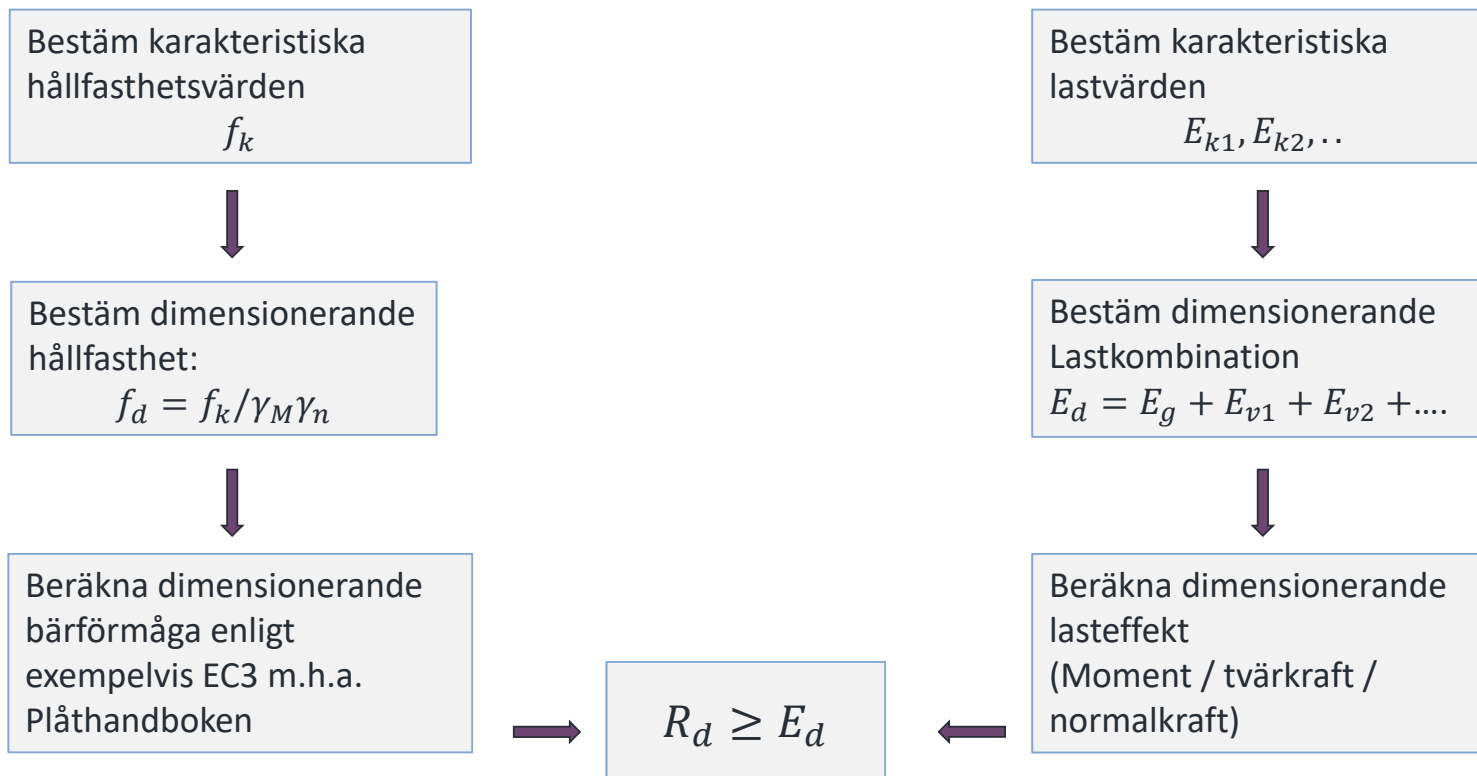
Dimensionerande  $\geq$  Dimensionerande  
Bärförmåga Lasteffekt

- $R_d = R_k \cdot$  faktorer
- $R_k =$  karakteristisk bärförmåga
  - Givet av sträckgräns, brottgräns, utmattningsgräns, max deformation el. Dyl
- $E_d = E_k \cdot$  faktorer
- $E_k =$  karakteristiska värdet på lasten
  - Maxlast, märklast el dyl. (normalt)
  - Medelvärde av last (enl. Vissa normer)

# Beteckningar och faktorer

- $E$  står för *Effekt* dvs inverkan av last
- $R$  står för *Resistans* dvs bärförmåga
- $d$  står för dimensioneringsvärde
  - $Ed$  och  $Rd$  är generella beteckningar och används som index i beräkningar. Ex:
    - Pålagt moment betecknas  $M_{Ed}$
    - En kombinerad last kan få beteckningen  $E_{Ed}$
    - Bärförmåga map moment  $M_{Rd}$
- I Plåthandboken används inte  $R_d$  direkt (bara som index)
  - $f_{yd}$  alt  $f_{ud}$  används i stället
  - $f_y$  = sträckgräns (för stål används  $R_{eH}$  alt.  $R_{p0,2}$ ) [ $y = yield$ ]
  - $f_u$  = brottgräns ( $R_m$ ) [ $u = ultimate$ ]
- $k$  står för *karaktéristisk värde* dvs värde utan korrigering med faktorer
- I Plåthandboken används inte  $R_k$ 
  - $f_{yk}$  alt  $f_u$  används i stället

# Beräkningsgång vid dimensionering





# Partialkoefficienter

---

- Partialkoefficienterna ( $\gamma_f, \gamma_M, \gamma_n$ ) tar hand om osäkerheter och toleranser i konstruktionen och i materialegenskaperna samt säkerhetsnivå
  - $\gamma_f$  = lastfaktorn
  - $\gamma_M$  = styrkefaktorn
  - $\gamma_n$  = faktorn för säkerhetsklass
- $$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M \cdot \gamma_n}$$

# Dimensionerande bärförmåga

- Dimensionerade materialhållfasthet  $f_{yd}$
- Beräknas m.h.a. partialkoefficienterna  $\gamma_M$  och  $\gamma_n$

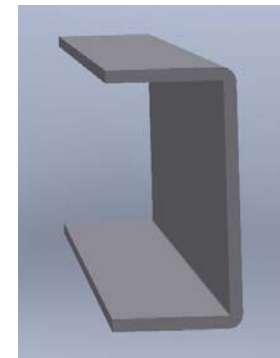
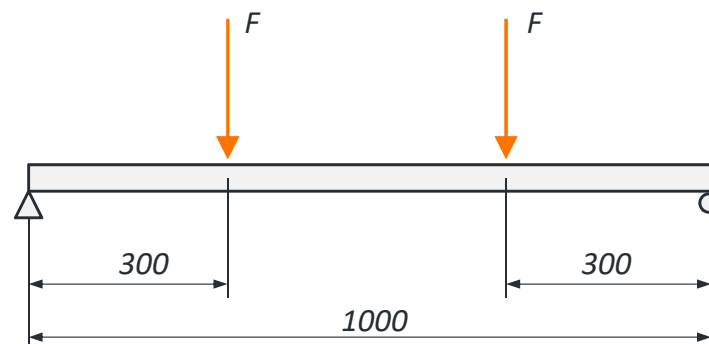
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M \gamma_n}$$

- $\gamma_M = 1,00$  För tvärsnitt vars bärförmåga begränsas av sträckgräns
- $\gamma_M = 1,00$  För tvärsnitt vars bärförmåga begränsas av instabilitet
- $\gamma_M = 1,25$  För tvärsnitt i dragning till brott
- $\gamma_M = 1,25$  För förband

Säkerhetsklass	Konsekvens av brott	$\gamma_n$
1	Mindre allvarlig	1,0
2	Allvarlig	1,1
3	Mycket allvarlig	1,2

# Ex 1 (plåthandboken)

- **Bakgrund till exemplet i boken**
  - Vi har en C-balk av stål med sträckgräns 300 Mpa. Godstjockleken är 4 mm.
  - För att spara vikt har vi tänkt byta material till ett stål med sträckgräns 700 MPa.
  - Balken är fritt upplagd och belastas med två punktkrafter  $F$  på 15 kN vardera. Balken är 1000 mm och krafterna är placerade 300 mm från vardera änden.
  - Vi behöver inte ta hänsyn till nedböjningens storlek.
- **Vilken godstjocklek behöver vi ha med det nya materialet?**
- **Hur mycket reduceras vikten?**



### Beräkningsgång

För specialfallet – tryckt fläns – kan *figur 4.10a* och *4.10b* användas. *Figur 4.10a* visar när buckling behöver beaktas, med maximalt värde på  $b/t$  för flänsen som funktion av sträckgräns.

*Figur 4.10b* ger effektiv bredd för flänsen.

För andra lastfall följ punkt 1–4 nedan.

1) Bestäm tvärsnittsklass för varje plant plåtfält enligt *figur 4.11* eller *4.12*.

För tvärsnittsdelar i klass 4 tas effektiv bredd fram

2) Bestäm bucklingskoefficienten,  $k_\sigma$ , ur *figur 4.14* för aktuellt plåtfält.

Indelningen är den samma som vid klassningen; plåt upplagd längs två kanter eller plåt med en fri kant. I figuren finns också olika spänningsfördelningar representerade.

3) Bestäm slankheten hos plåtfält som

$$\lambda_p = \frac{b/t}{28,4e\sqrt{k_\sigma}} \quad (\text{Ekv 4.6})$$

4) En reduktionsfaktor,  $\rho$ , tas fram enligt *ekvation 4.7* eller *4.8*

*Tryckt plåt upplagd längs två kanter (liv, fläns i lodbalk):*

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055(3+\psi)}{\lambda_p^2} \quad (\text{Ekv 4.7})$$

$\psi$  hämtas ur *figur 4.14*.

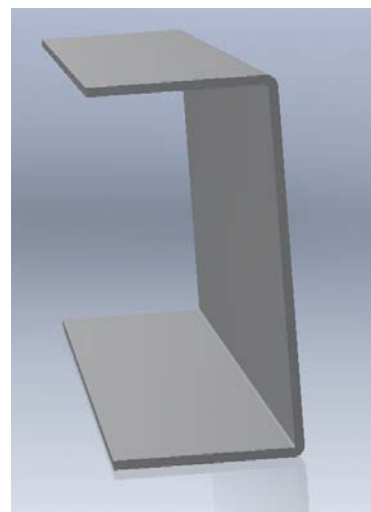
*Tryckt plåt med en fri kant:*

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,188}{\lambda_p^2} \quad (\text{Ekv 4.8})$$

$\rho$  kan aldrig bli större än 1.

5) Effektiv bredd beräknas och fördelas enligt *figur 4.14*.

6) När samtliga slanka tvärsnittsdelar reducerats beräknas effektiva tvärsnittsstorheter,  $A_{\text{eff}}$ ,  $I_{\text{eff}}$ ,  $W_{\text{eff}}$ .



# Ex 1

