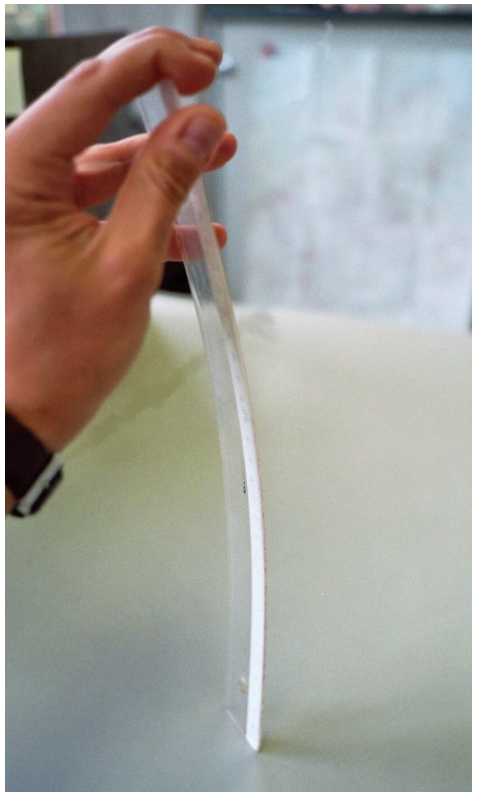
Knäckning

Om en balk eller pelare är tillräckligt slank och utsätts för en tryckkraft kan den på grund av instabilitet böjas permanent eller till och med brytas av vid en lägre last än vid klassisk spänningsdimensionering.

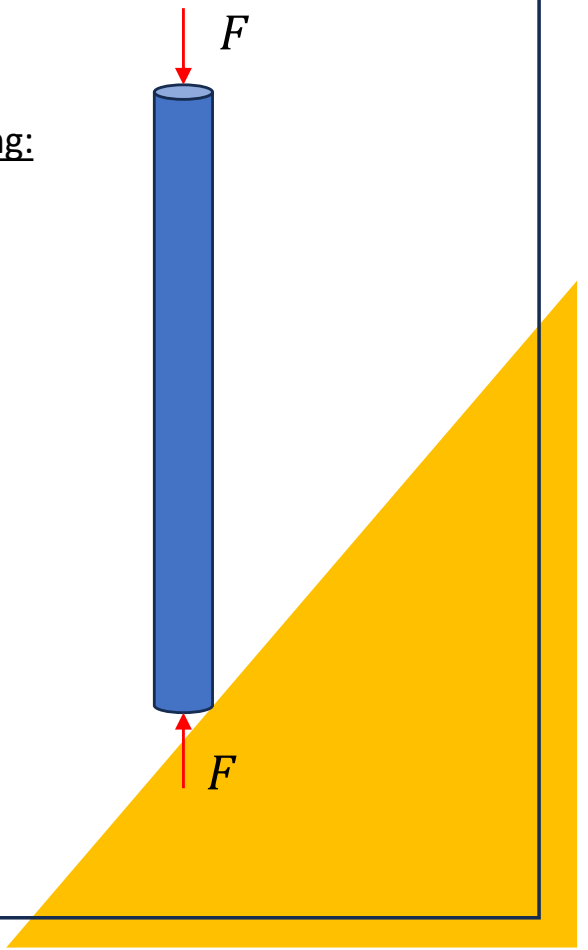


Klassisk spänningsdimensionering:

$$\sigma_{till} = \frac{\frac{F}{A}}{s_f}$$

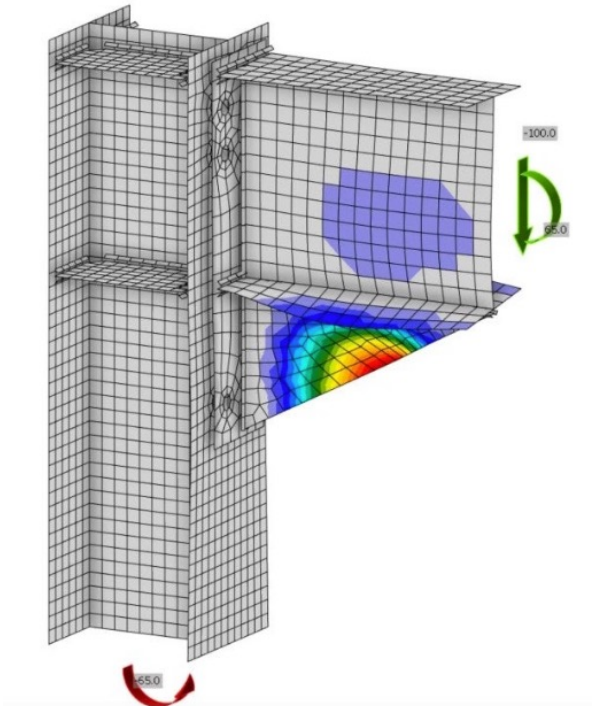
För en slank balk gäller dock:

$$\sigma_{till} < \frac{\frac{F}{A}}{s_f}$$



Buckling

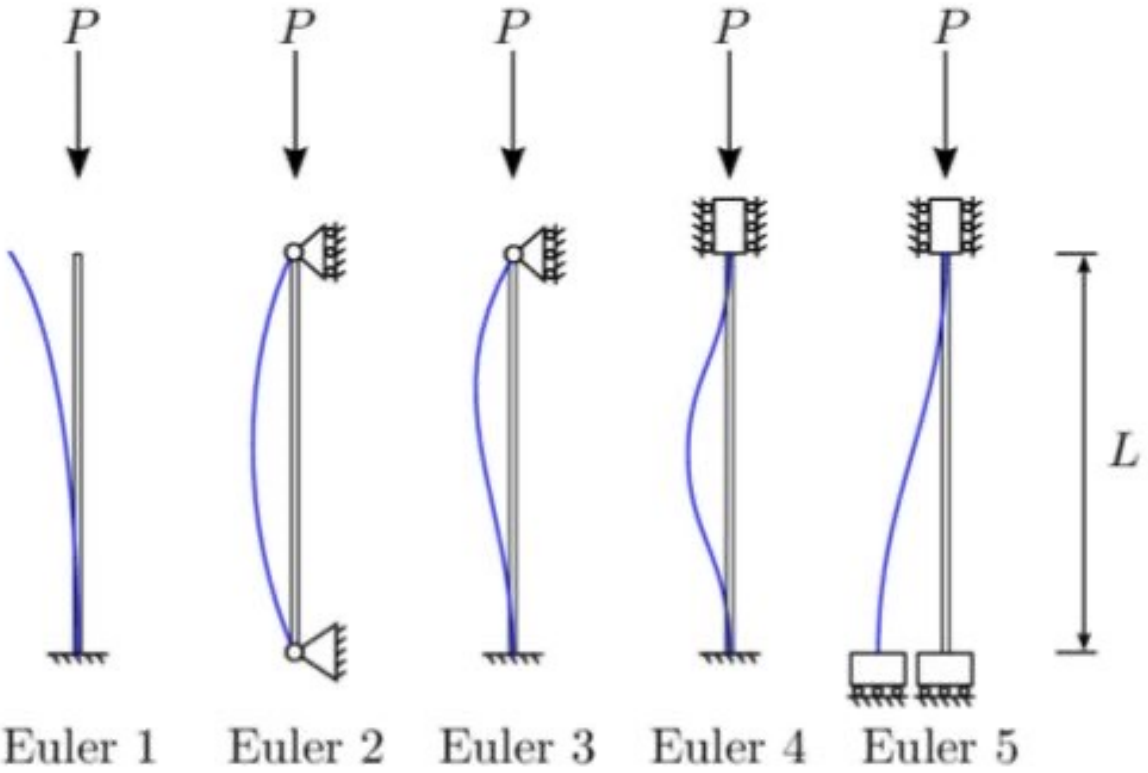
Buckling är benämningen för knäckning i det tvådimensionella fallet, exempelvis en plåt som är tryck- eller skjuvbelastad i sitt eget plan. Även om beräkningformlerna blir något annorlunda är det i grunden samma fenomen, d v s att plåten kan bucklas vid en lägre last än vid klassisk spänningsdimensionering. Buckling är ett relativt komplext fenomen varför man ofta tar hjälp av finita element analys för att kontrollera säkerheten mot buckling. Vi kommer inte behandla buckling närmare här.



*) I engelskan benämner man även endimensionell knäckning som buckling.

Eulers fem knäckningsfall

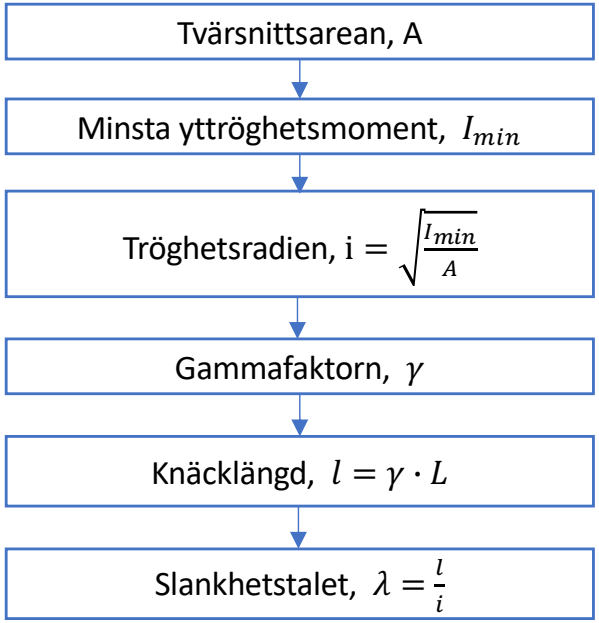
Leonhard Euler som kanske mest är känd som matematiker tog fram några olika inspänningsfall och den kritiska knäckningslasten för varje fall. Den kritiska lasten för Euler 2, d v s en balk som är ledad i bägge ändar kan betraktas som ett grundlastfall där de andra fallen är en multipel av denna.



$P_1 = \frac{P_2}{4}$ $\boxed{P_2 = \pi^2 \cdot \frac{EI}{L^2}}$ $P_3 = 2P_2$ $P_4 = 4P_2$ $P_5 = P_2$

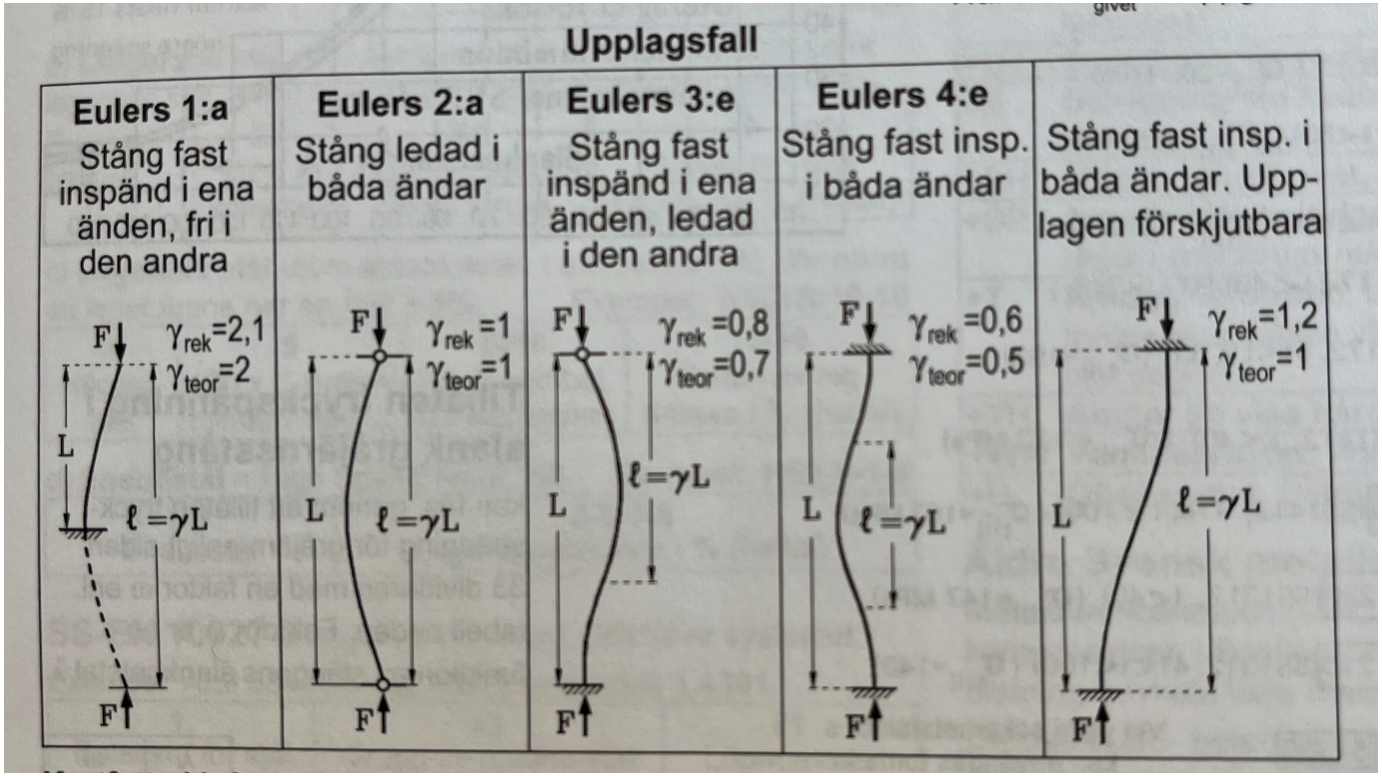
Beräkningsgång för knäckning

Eulers olika fall ger en teoretisk övre gräns för den kritiska lasten. Vid praktisk dimensionering måste man dock ha tillräcklig säkerhet där olika normer och standarder kan ha lite olika krav. Här ges den beräkningsgång som används i Karl Björks formelsamling som i sin tur bygger på den gamla BSK94.



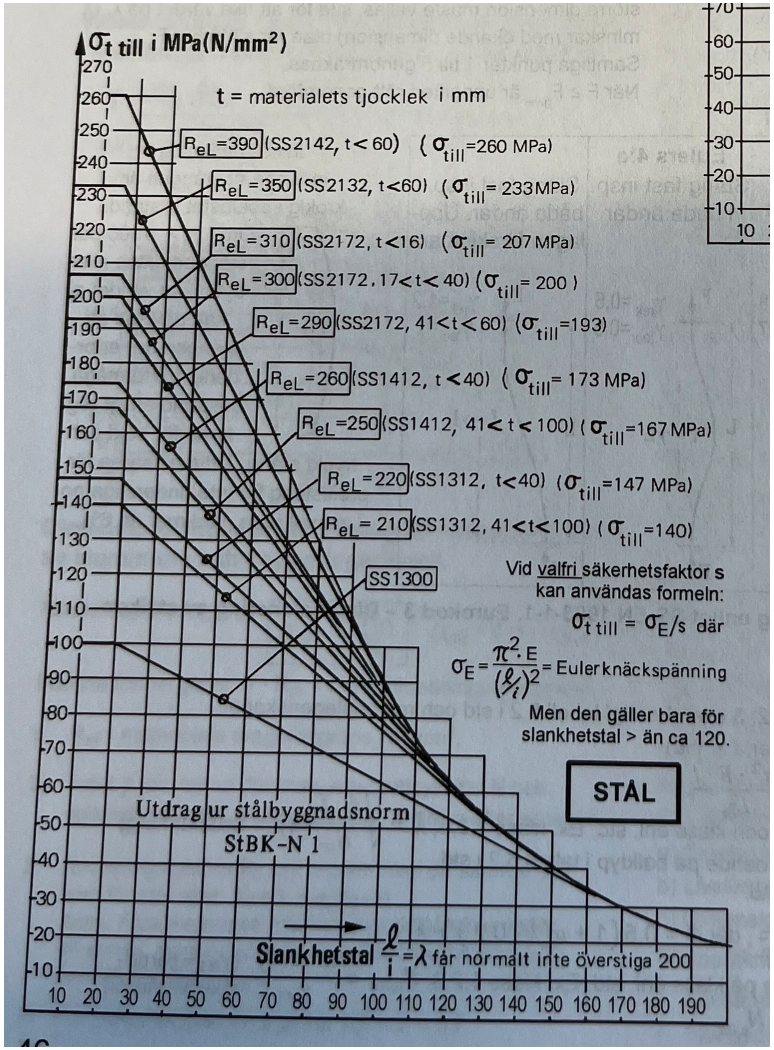
Med hjälp av slankhetstalet läses tillåten spänning av i olika diagram beroende på material.

γ-faktorn och knäcklängden avläses ur tabell



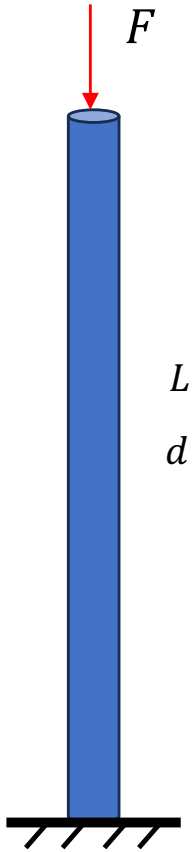
Utdrag ur KB Formelsamling

Tillåten tryckspänning avläses ur diagram



Utdrag ur KB Formelsamling

Exempel: Beräkna max tillåten tryckkraft F i nedanstående tryckbelastade stråva



$L = 1m$

$d = 40mm$

$$A = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = 1257mm^2 \qquad I = \pi \cdot \frac{d^4}{32} = 251327mm^4$$

Tröghetsradien , $i = \sqrt{\frac{I}{A}} = 14.1\text{mm}$

Gammafaktorn för Euler 1 avläses ur diagram : $\gamma = 2.1$

Knäcklängden , $l = \gamma \cdot L = 2100mm$

Slankhetstalet , $\lambda = \frac{l}{i} = 148$

Tillåten spänning avläses ur diagram: $\sigma_{till} = 40MPa$

Tillåten kraft $F_{till} = \sigma_{till} \cdot A = 50.2\ kN$

*) Jämför med Eulers teoretiska last: $P_1 = \pi^2 \cdot \frac{EI}{4L^2} = \pi^2 \cdot \frac{210000 \cdot 251327}{4 \cdot 1000^2}$ = 130 kN