

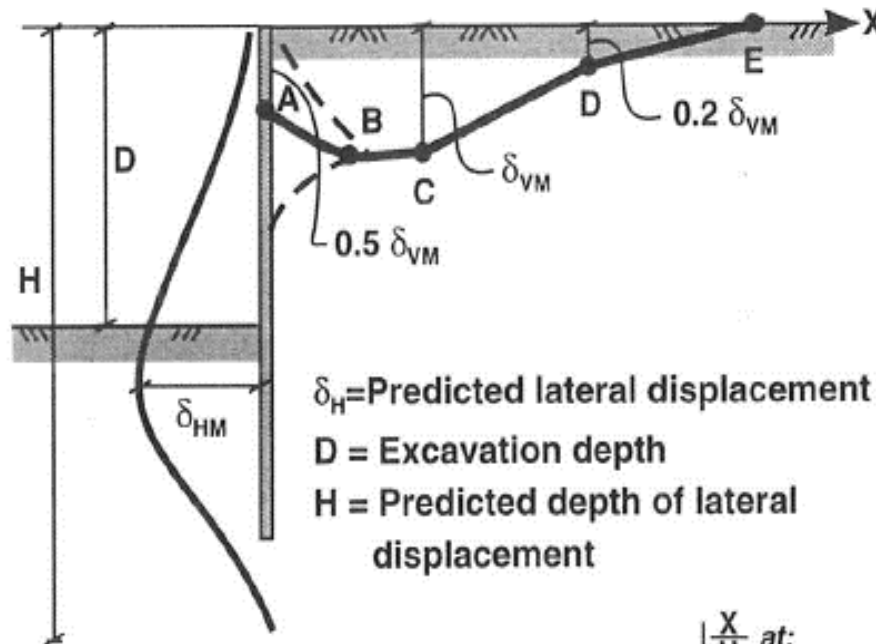
# Vurdering av skadegrenser

Delprosjekt 1+2  
Kjell Karlsrud, NGI

- To vesentlige nye elementer i forhold til vanlig praksis i Norge:
  - Hensyntagen til hele setningsbildet ikke bare skjevsetning
  - Hensyntagen til horisontale tøyninger i tillegg til setninger

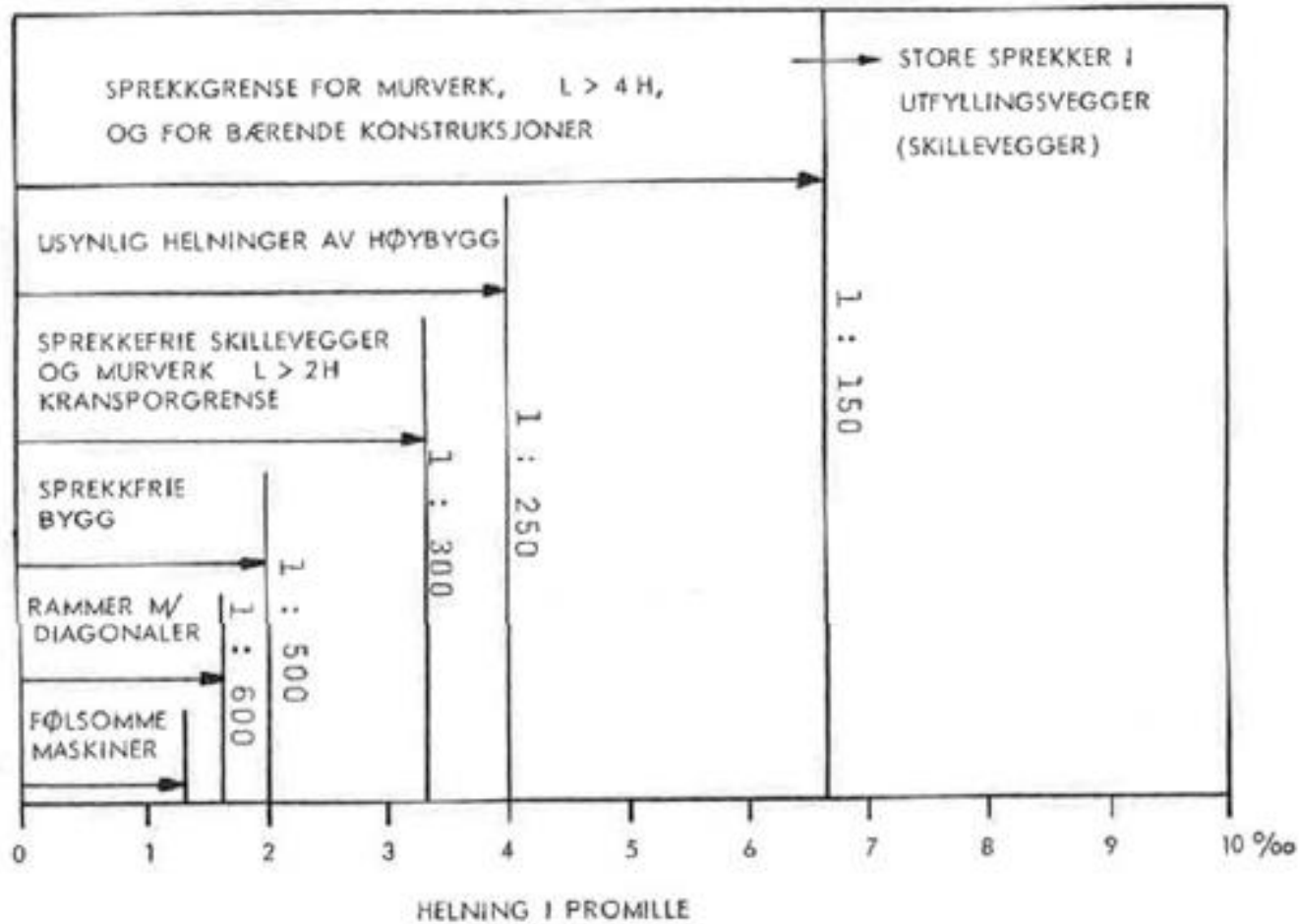
# Deformasjoner som normalt kan forventes

Karlsruud (1997)



Soil condition	$\frac{\delta_{VM}}{\delta_{HM}}$	$\frac{X}{H}$ at:				
		A	B	C	D	E
Mostly clays	0.7-1.0	0	0.2	0.4	1.0	1.5
Mostly sands	0.5-1.0	0	0.2	0.3	0.7	1.0

# Skadegrenser etter Bjerrum (1967)- bare knyttet til vinkelendring



## Grenseverdier for relative rotasjoner (Eurocode 7)

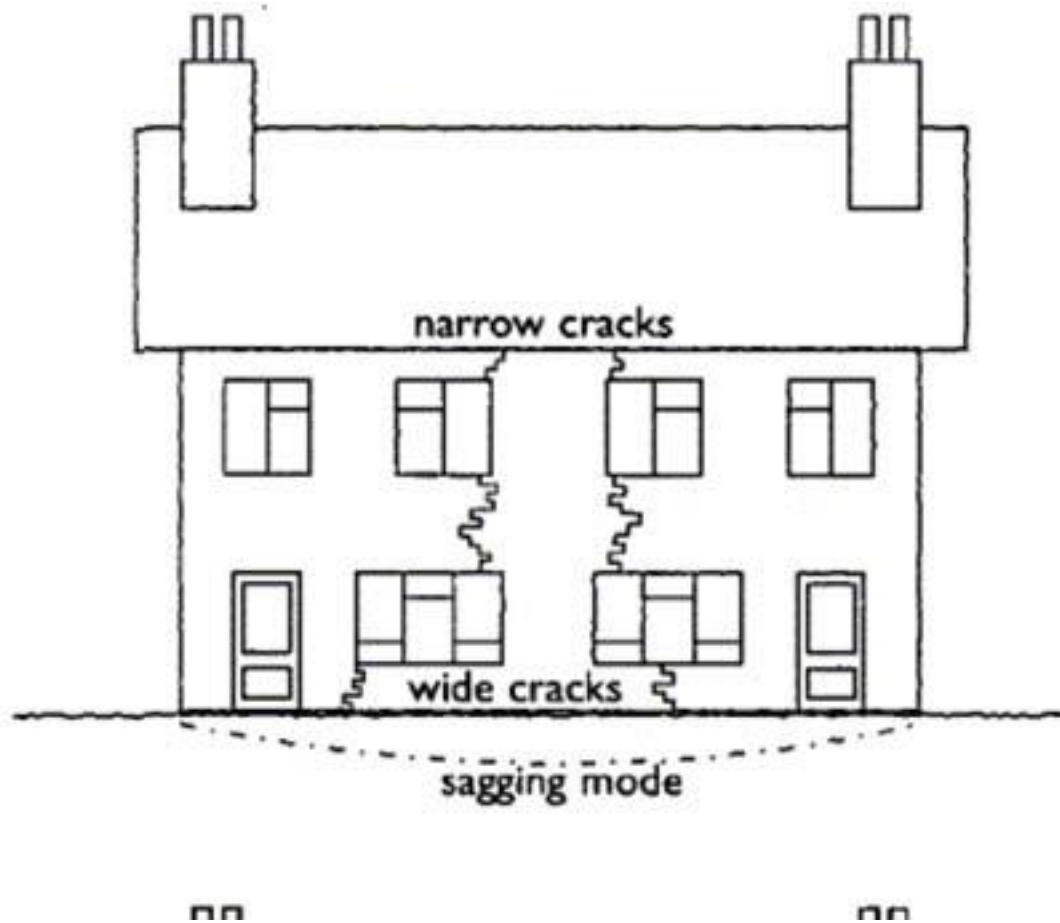
	Største akseptable relative rotasjoner	
	Bruksgrensetilstand <sup>1</sup>	Bruddgrensetilstand
<b>Kantene setter seg mer enn delene mellom</b>	1/2000-1/300	1/150
<b>Kantene setter seg mindre enn delene mellom</b>	1/4000-1/600	1/300

*«For normale konstruksjoner med enkeltfundamenter er setninger på inntil 50 mm ofte akseptable. Større setninger kan aksepteres forutsatt at de relative rotasjonene er innenfor akseptable grenser, og forutsatt at setningene ikke forårsaker skjevsetninger osv.» (Kilde: NS-EN 1997-1 Eurokode 7)*

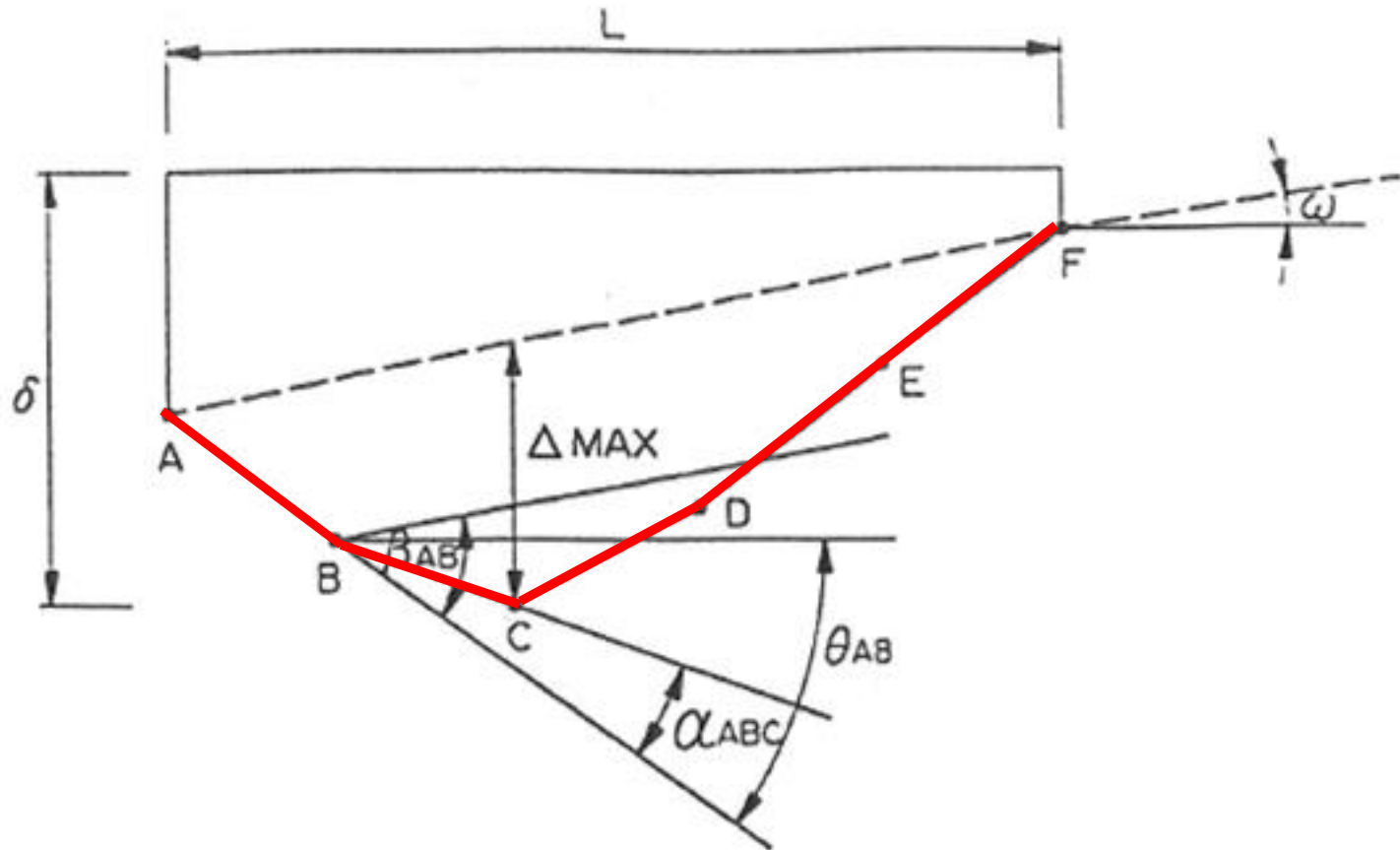
## Skader er knyttet til form på setningsmønsteret

- «Sagging eller «hengende» form
- «Hogging eller «bulende» form
- Lokal setning

# Sagging eller hengende form

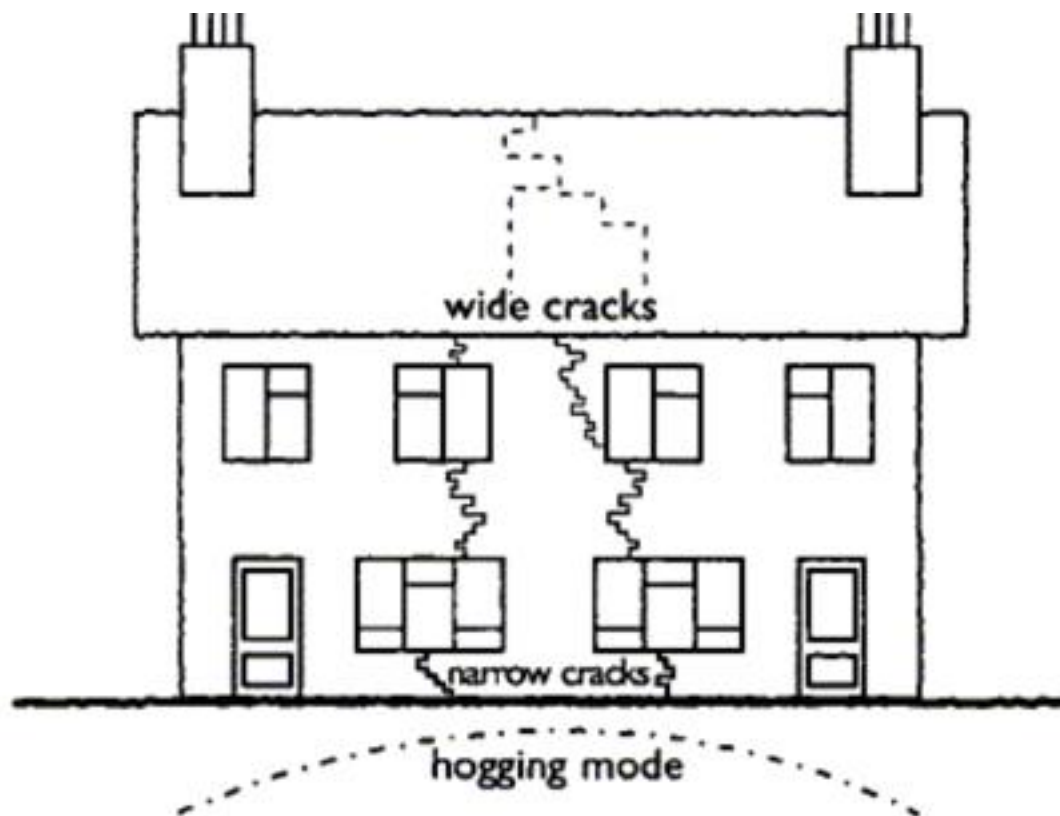


# Mer komplett definisjon av setningsformen «hogging»

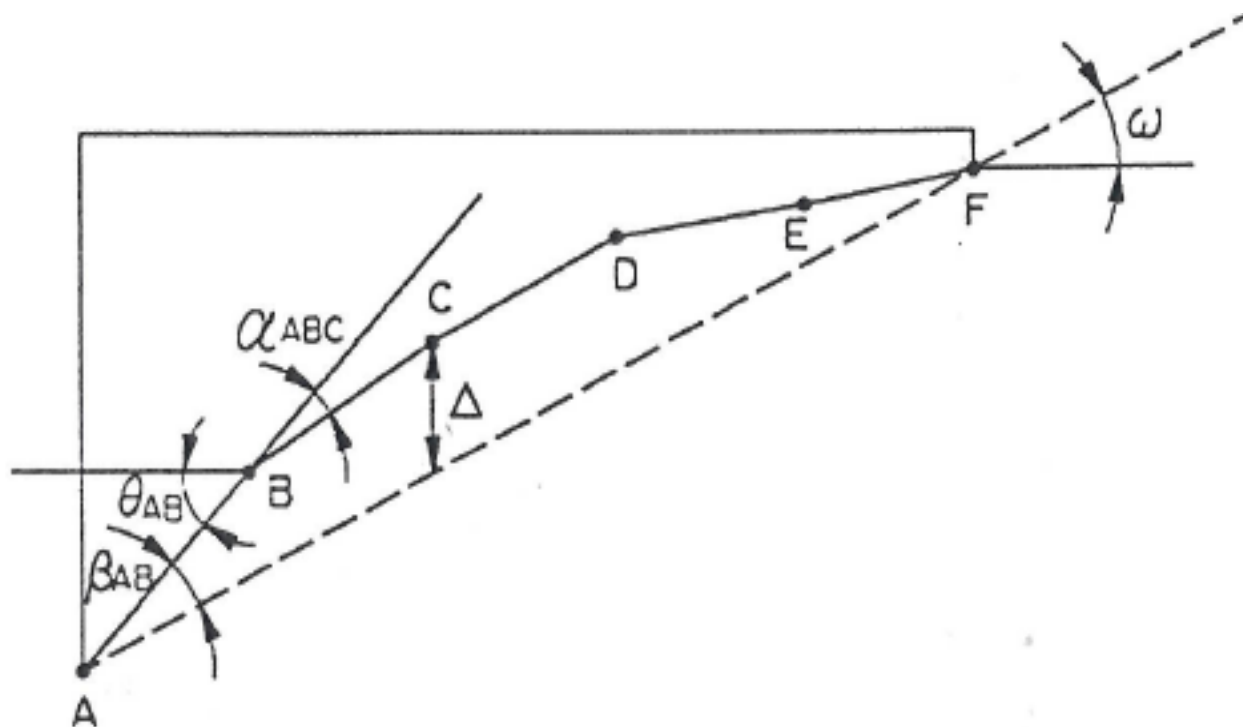




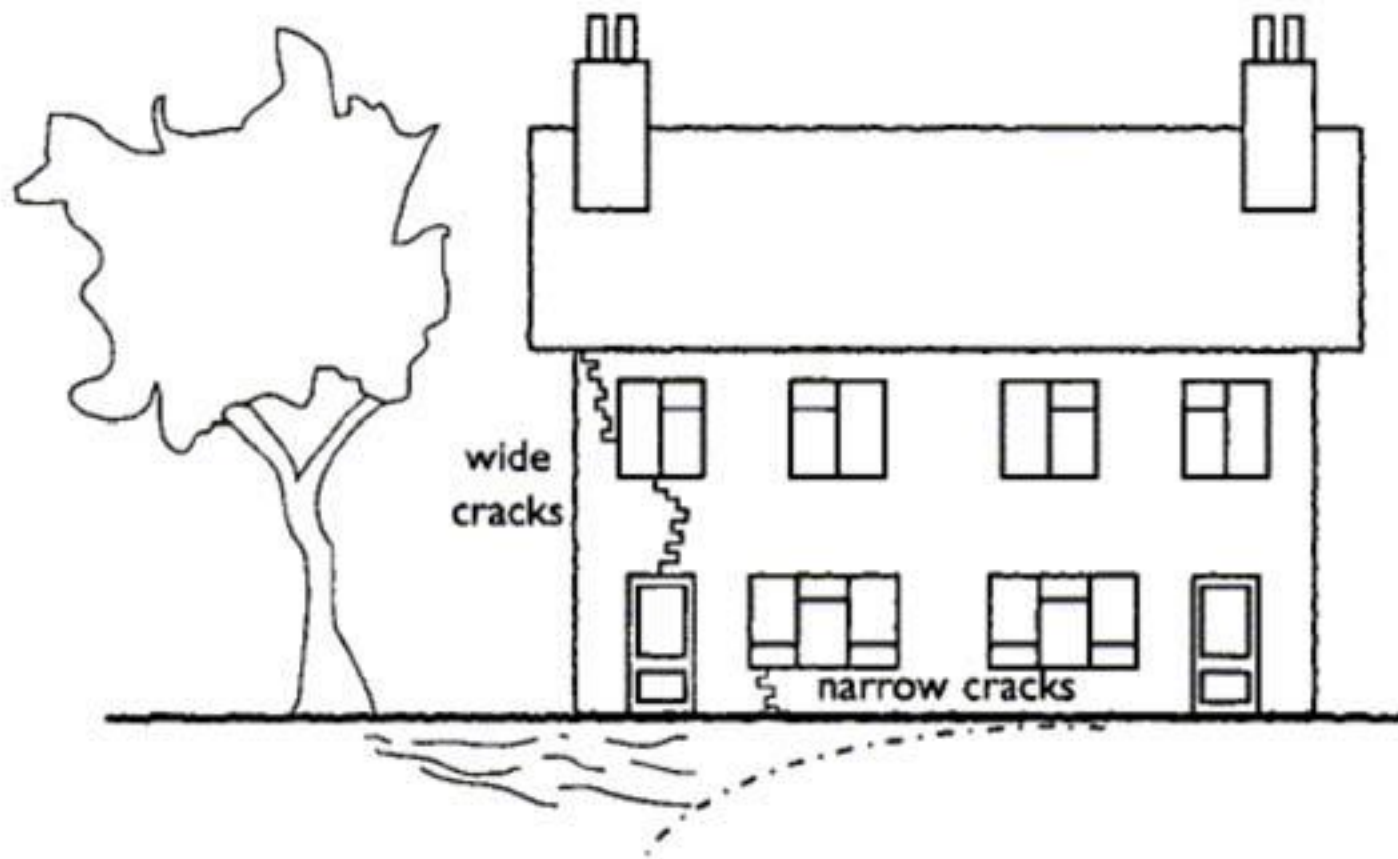
# Hogging eller bulende form



# Definisjoner av setningsform- »sagging»



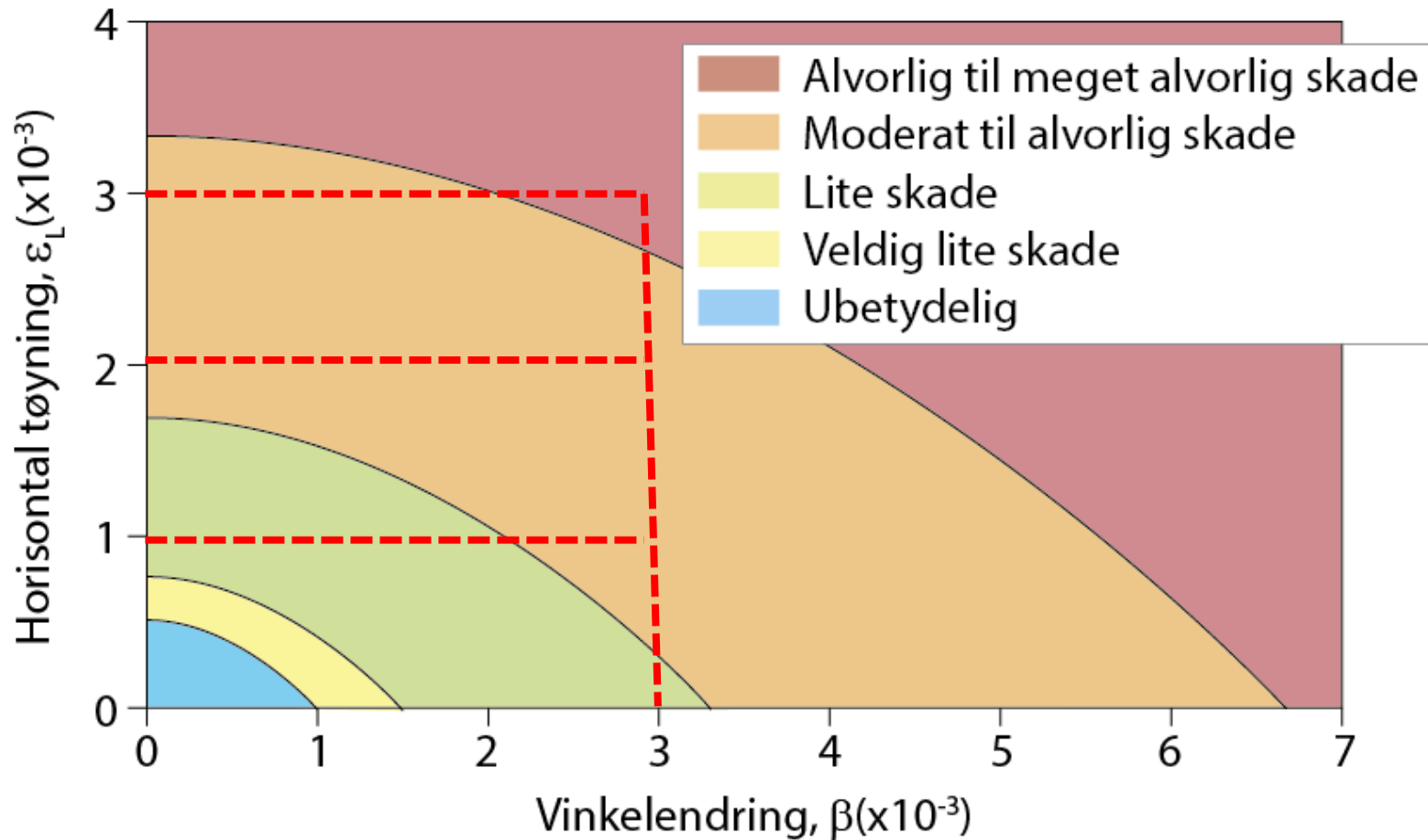
# Lokal setning



# Eksempel på anbefalte setningskrav for T-bane Taipei (Karlsruud, 1990)

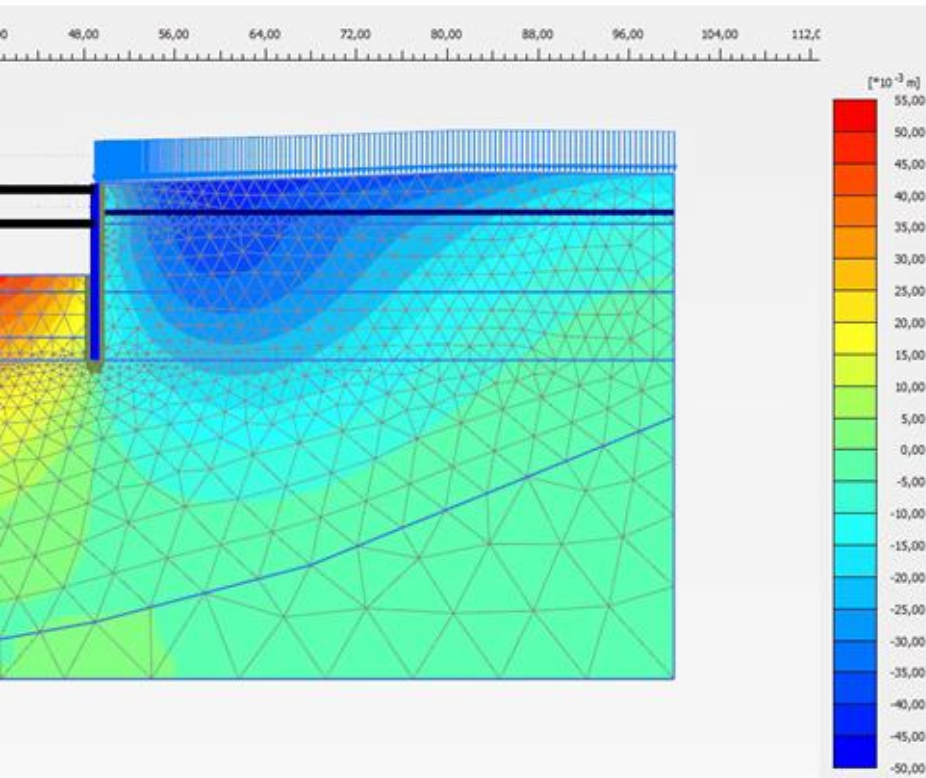
Type bygg	Setning			Hogging $\Delta/L$ (rad)	Sagging $\Delta/L$ (rad)
	$\delta_{\max}$ (mm)	$\theta_{\max}$ (rad)	$\beta_{\max}$ (rad)		
Høyhus (>8 etg) stålrammeverk fundamentert på hel plate	45	$2 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$	$8 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-3}$
Sålefundamenterte bygg- bæresystem av betong	40	$2 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$	$6 \times 10^{-4}$	$8 \times 10^{-4}$
Sålefundamenterte murbygg	25	$2 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$4 \times 10^{-4}$

# Skadegrense ved både setning og horizontal tøyning (basert Son&Cording, 2005)

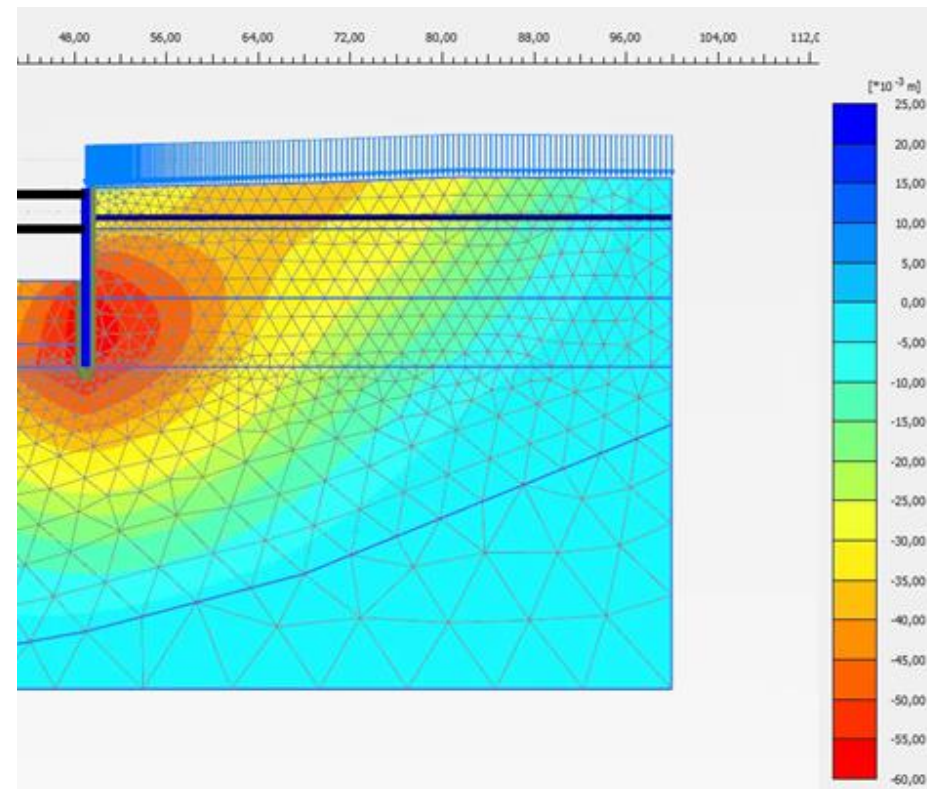


# Elementberegninger kan gi et komplett bilde av deformasjoner

## Vertikal deformasjon



## Horisontal deformasjon



## Noen observervasjoner fra 380 forskjellige bygg (Zhang and Ng,2007)

- Tendens til at bygg fundamentert på peler får skade ved mindre relativ rotasjon enn direkte fundamenterte (hel plate eller såler).
- Bygg på leire har fått relativt sett mindre skader enn bygg på sand. Dette delvis fordi setninger utvikler seg senere for bygg på leire enn på sand, som gjør at bygget får mer tid til å tilpasse seg deformasjonene.
- Bygg med rammekonstruksjoner (stål eller betong) får ikke så lett skade som bygg med bærende vegger av murstein eller andre blokkmaterialer. Forskjellen kan utgjøre 20-25 % i relativ rotasjon.

- Mulige påhengslaster
- Horisontale deformasjoner utløser momenter
- Skråpeler får både påhengslast og moment pga setninger alene
- Betongpeler er langt mer utsatte en stålpeler
- Ulike programmer kan ta hensyn til jordforskyvninger