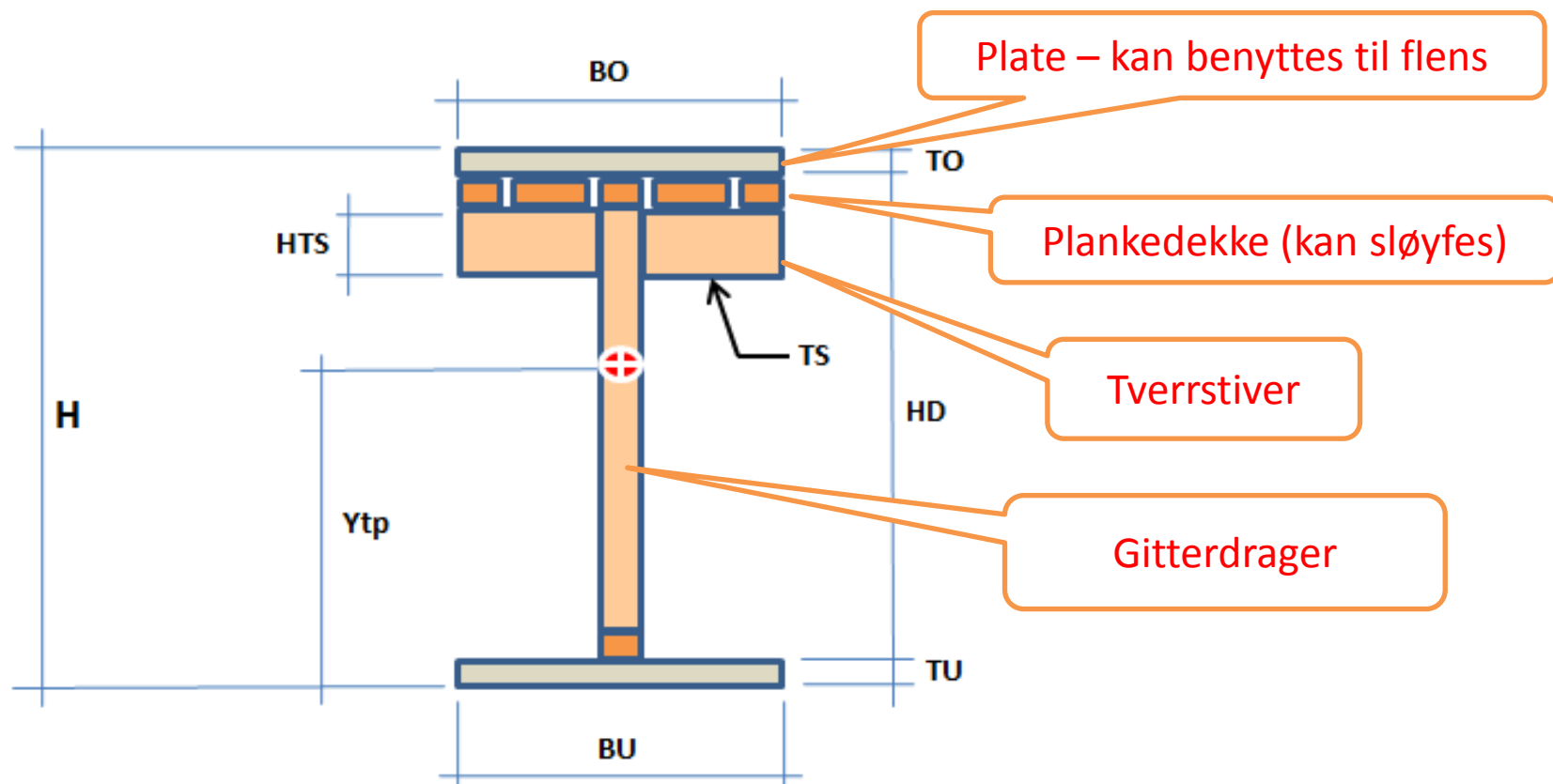


## Huldekke i tre – hvor står vi?

Stivhet gitterdrager:

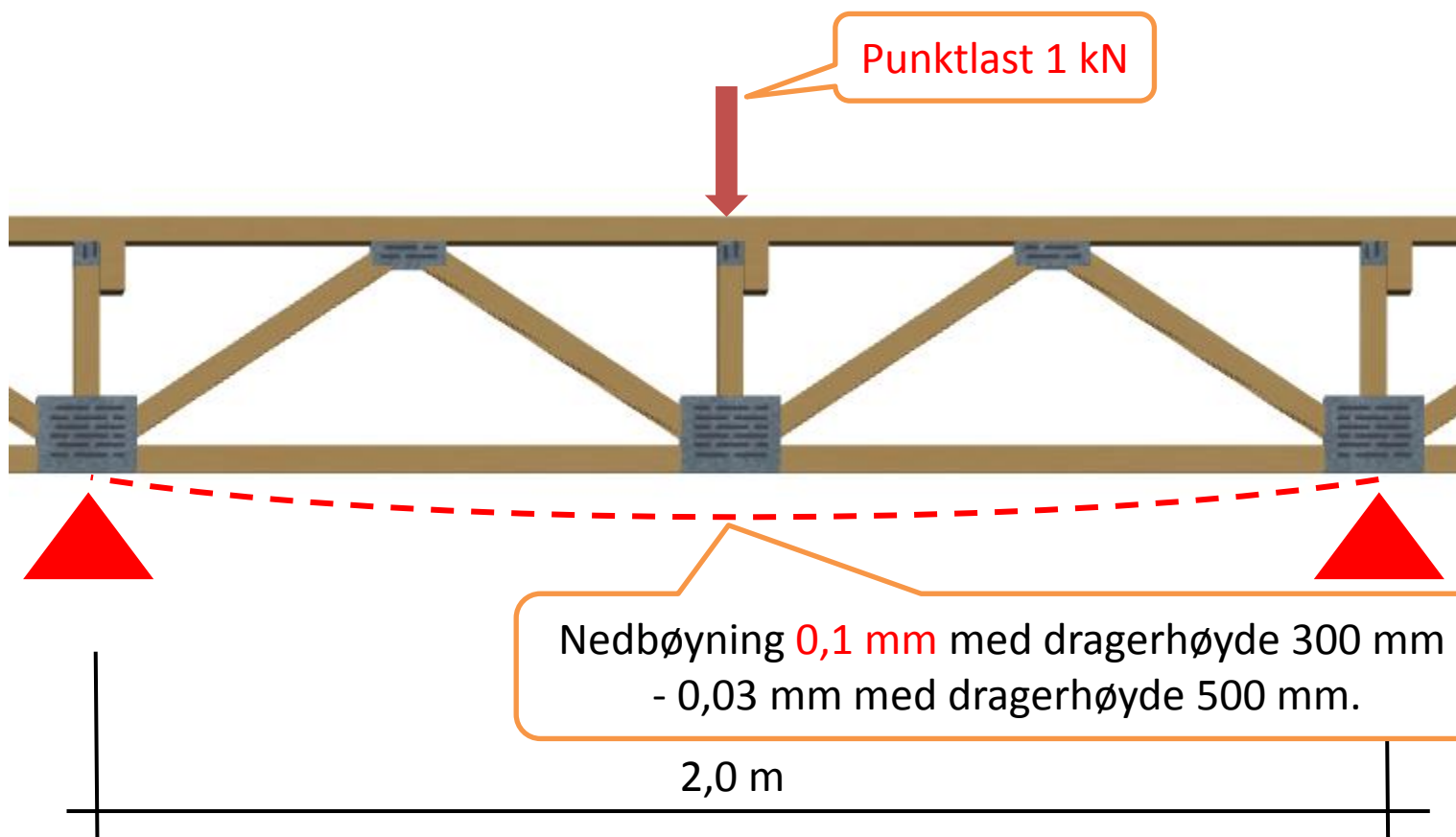
Gitterdrageren vil få øke stivhet dersom **platen limes til plankedekket** - det oppnås **flensvirkning**. Det samme kàn gjøres på undergurt, men krever himling av plater med en viss fasthet, og at platene skjøtes for strekkraften som oppstår!



## Huldekke i tre – hvor står vi?

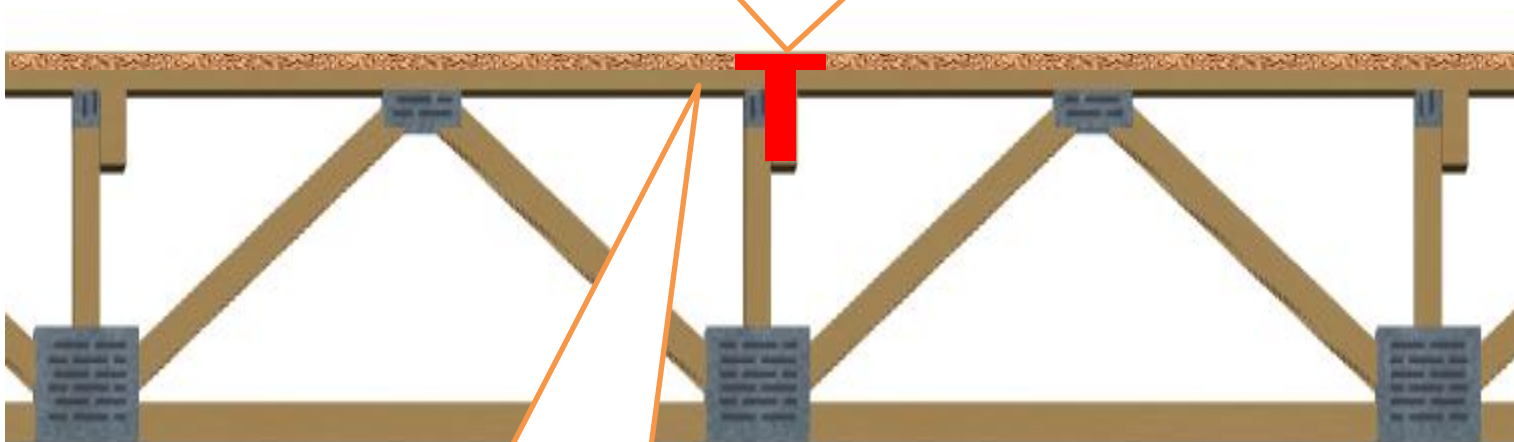
### Sidevegs stivhet:

Gitterdrageren er så stiv i forhold til tverrstiverne at **punktlasten** vil "dra" med seg **minst 3** tverrstivere ned! Men dette **stemmer dårlig** for den stivheten vi må bruke for å få riktig **frekvens!**



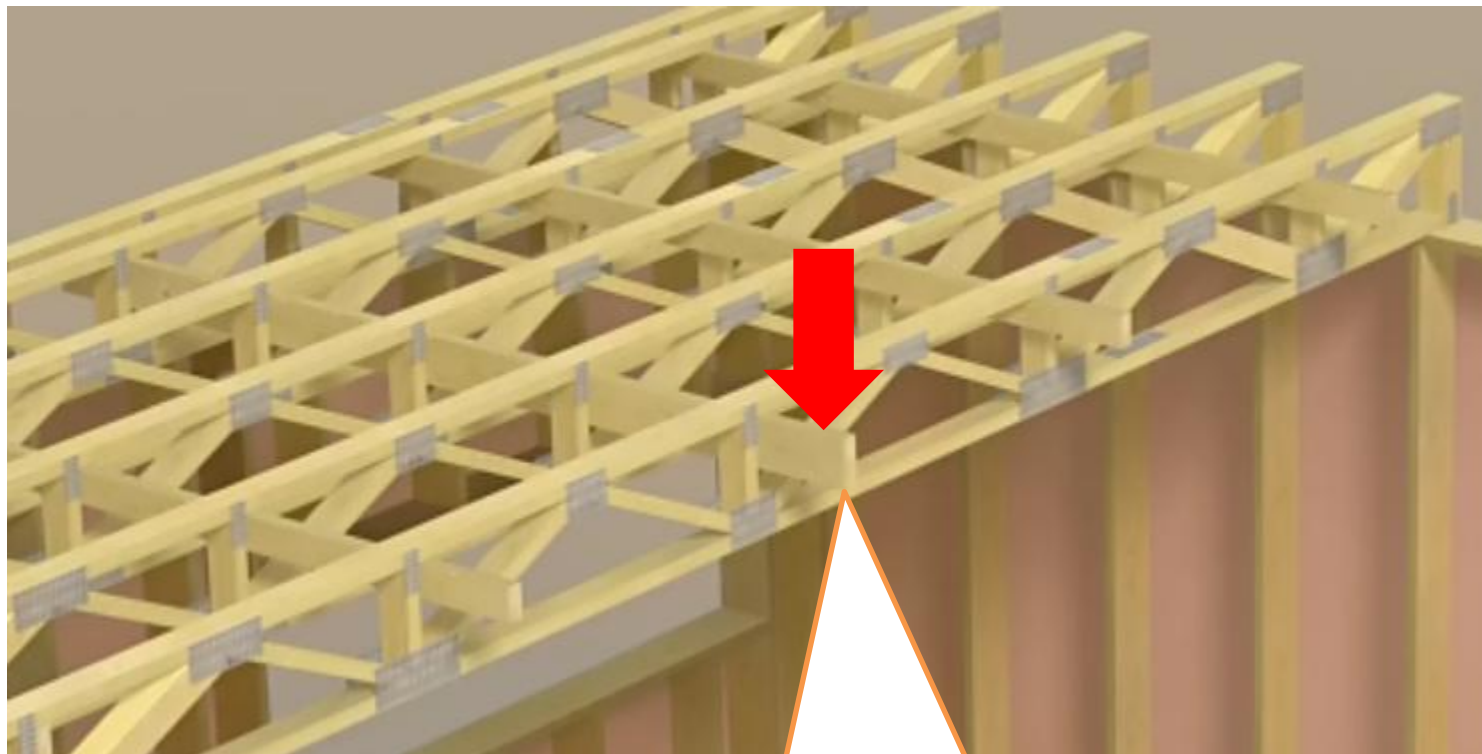
## Huldekke i tre – hvor står vi?

Med limte plater oppå plankedekket, vil også tverrstiveren få økt stivhet - flensvirkning!



Plankedekket tar opp skjærkraften mellom tverrstiver og plateflens.

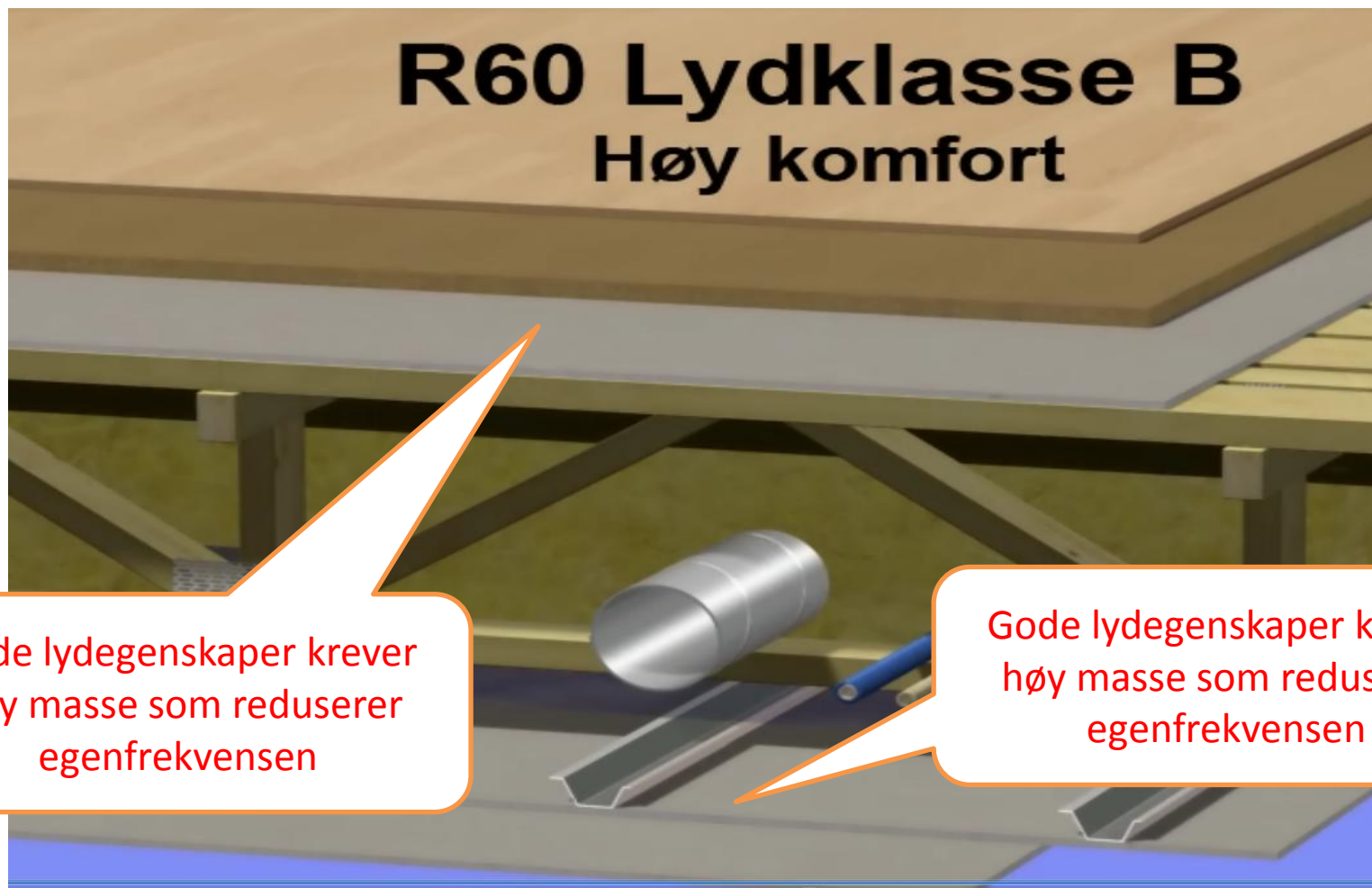
## Huldekke i tre – hvor står vi?



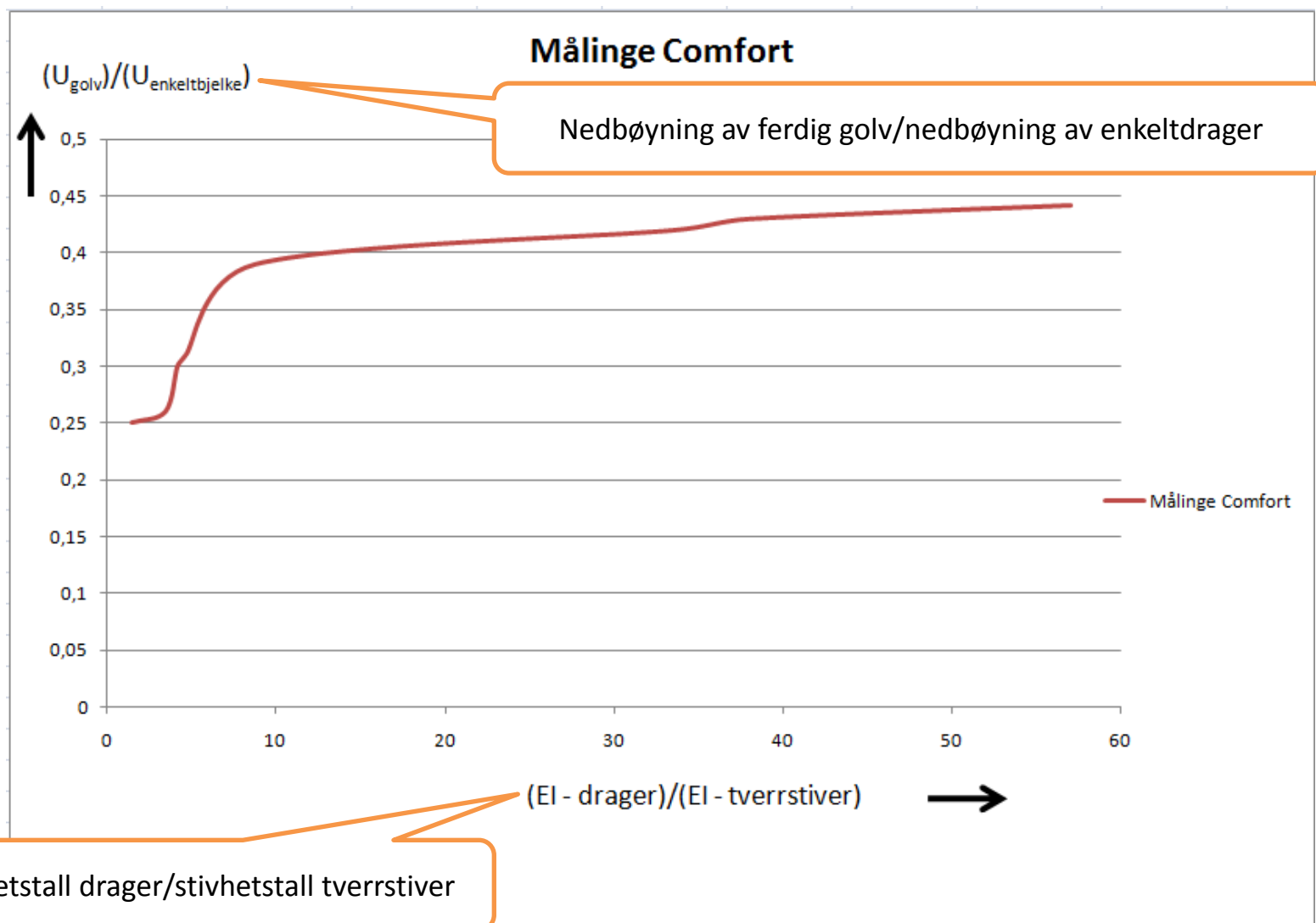
Den midtre tverrstiveren betyr absolutt mest for å redusere nedbøyningen.

## Huldekke i tre – hvor står vi?

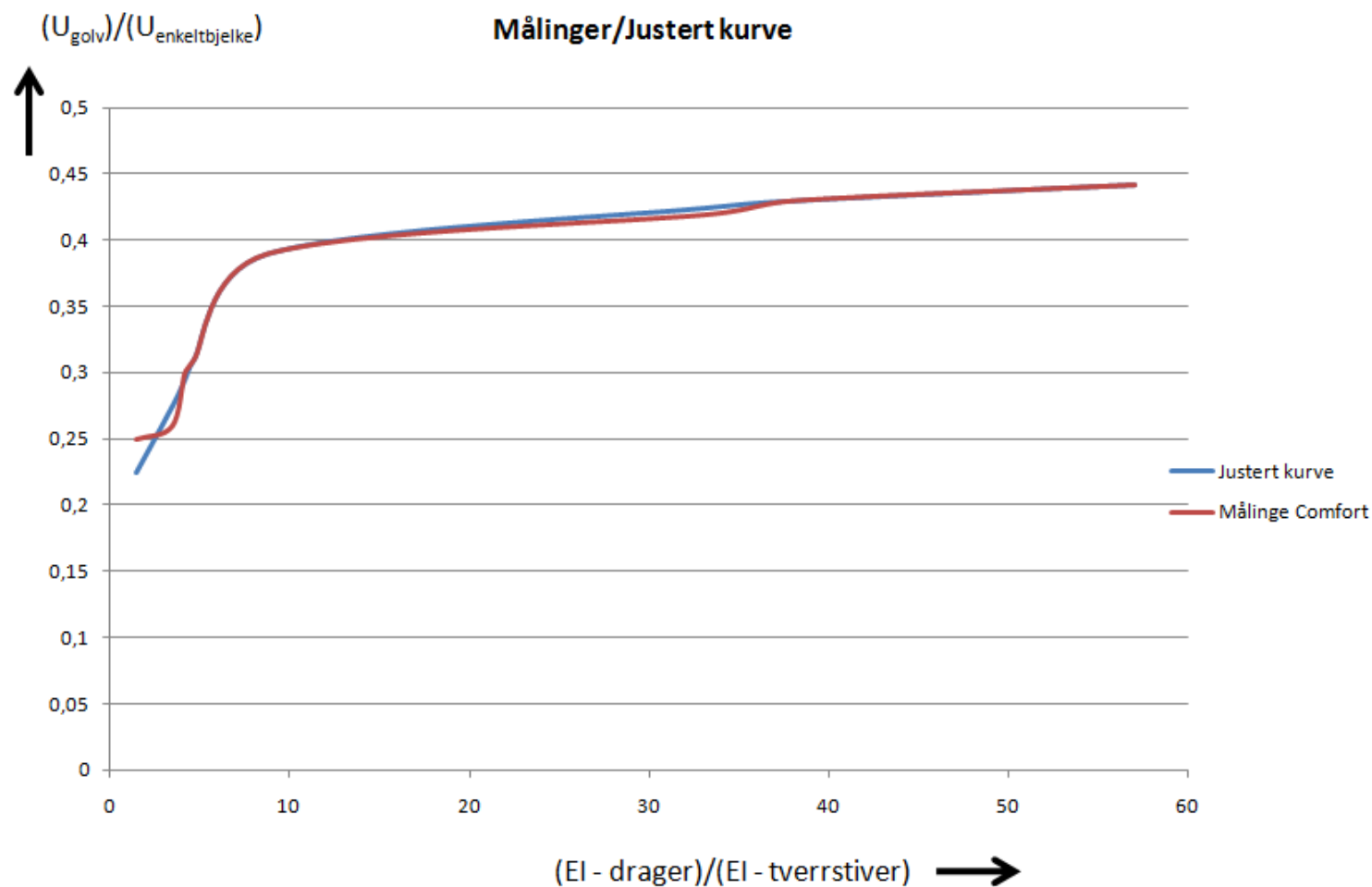
Det er vanskelig å ha topp lydegenskaper og samtidig spenne *veldig* langt!



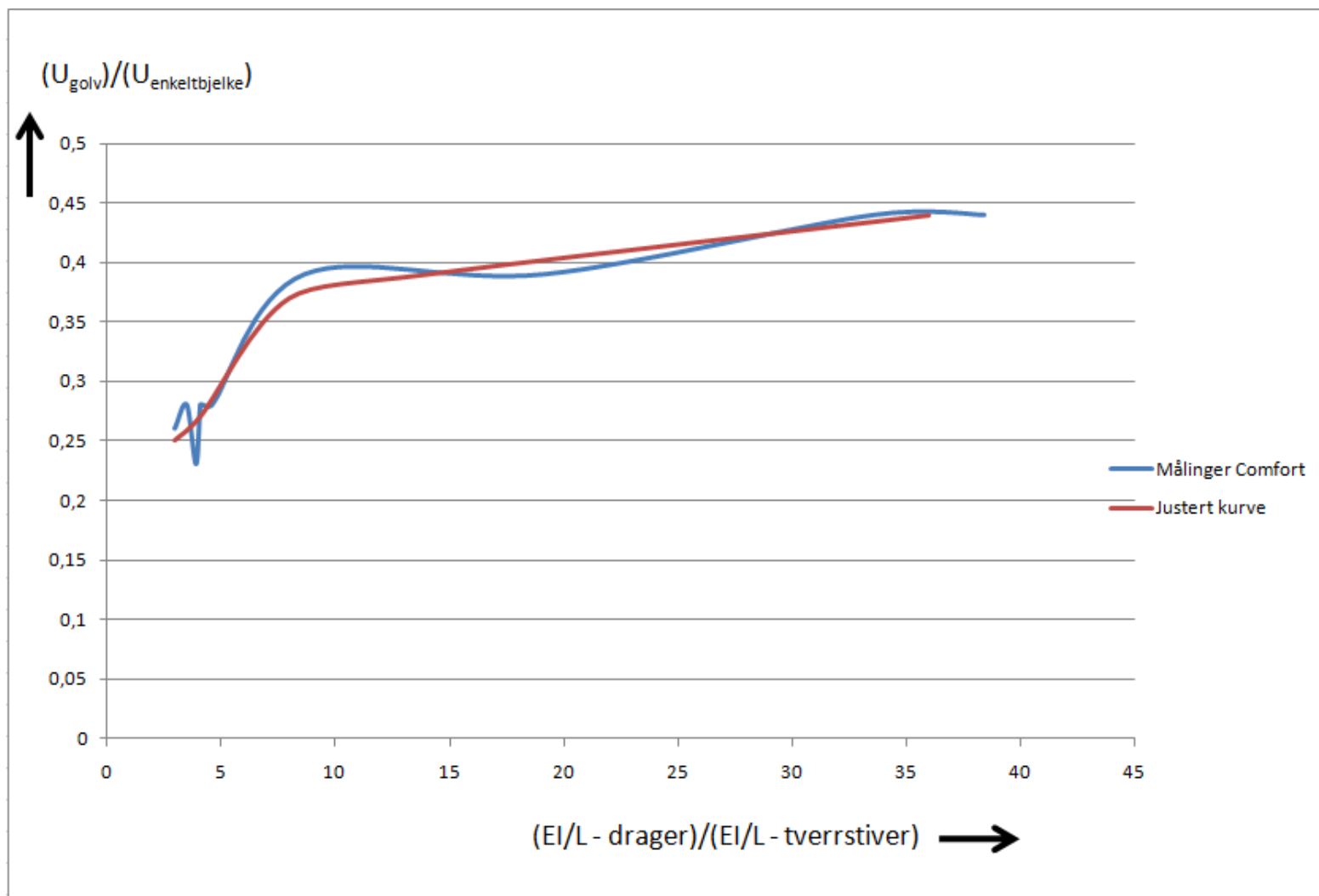
## Huldekke i tre – hvor står vi?



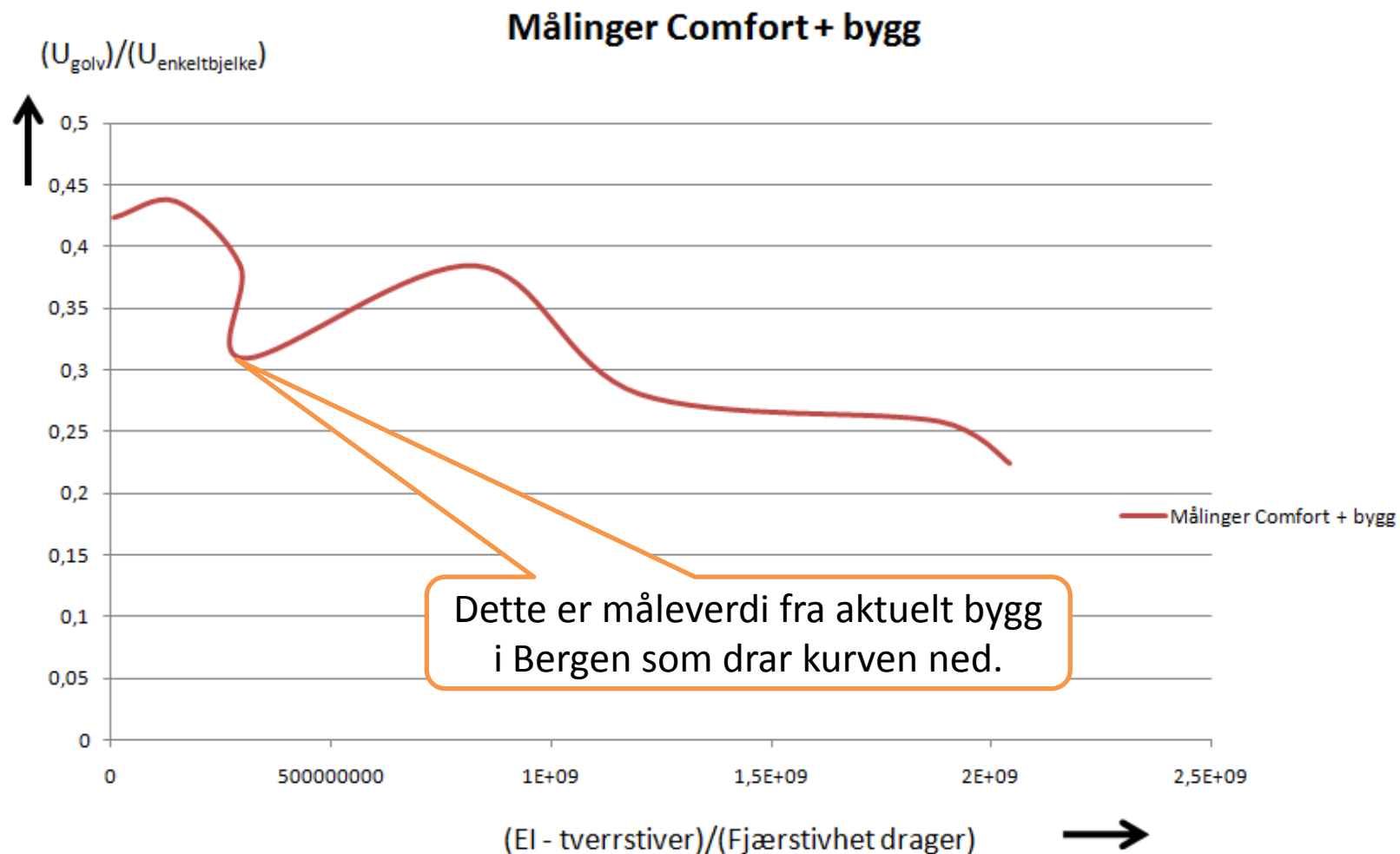
## Huldekke i tre – hvor står vi?



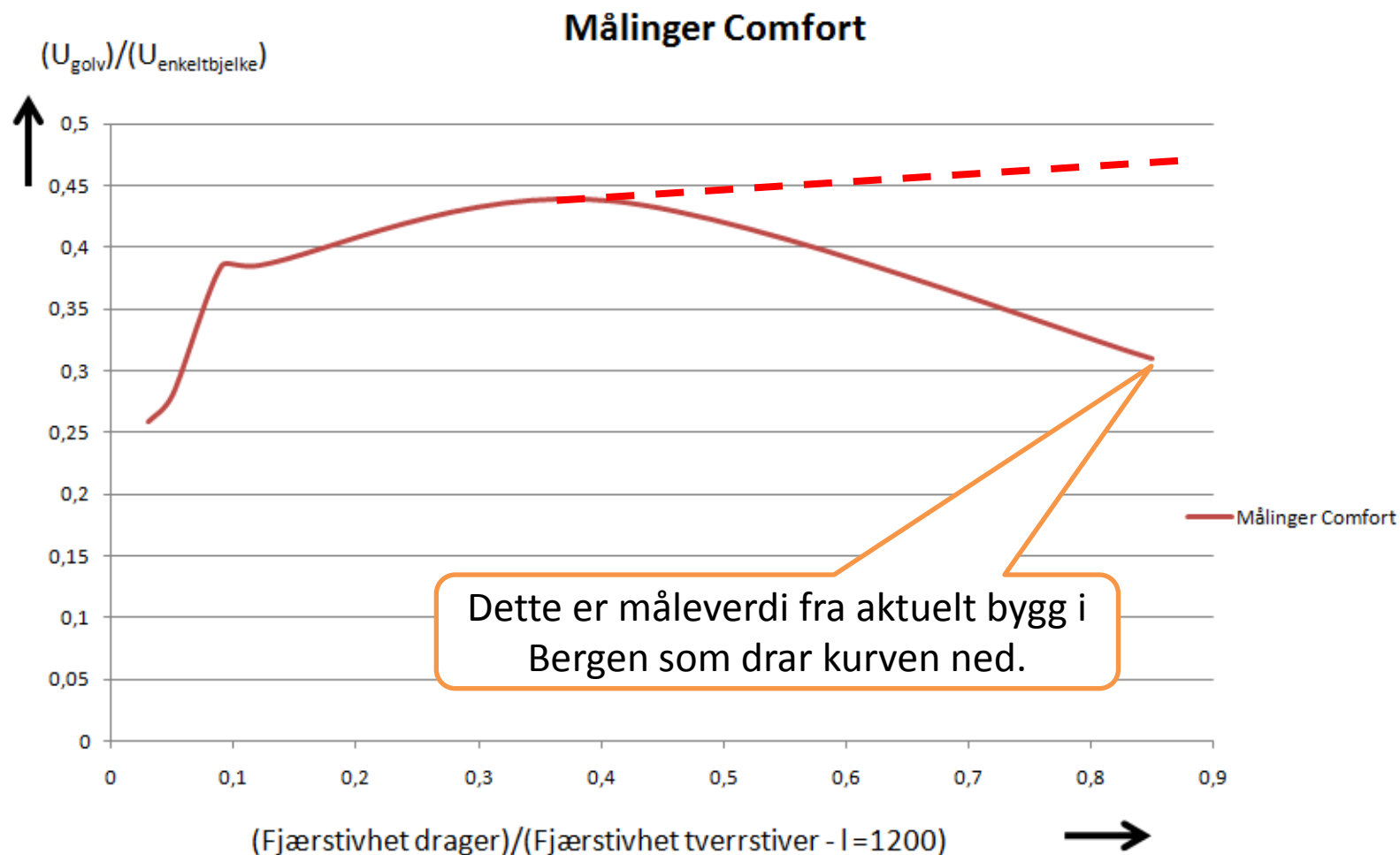
## Huldekke i tre – hvor står vi?



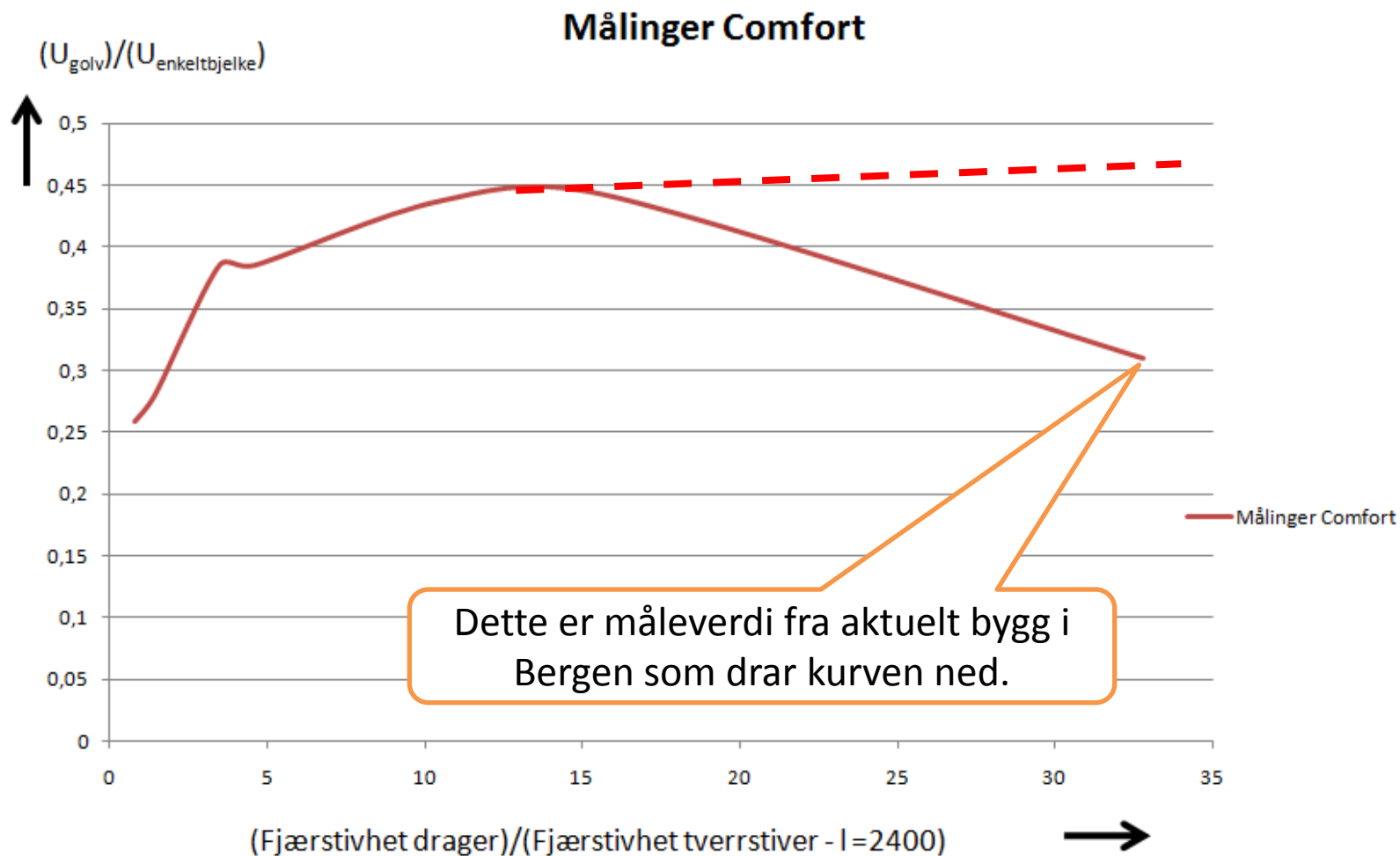
## Huldekke i tre – hvor står vi?



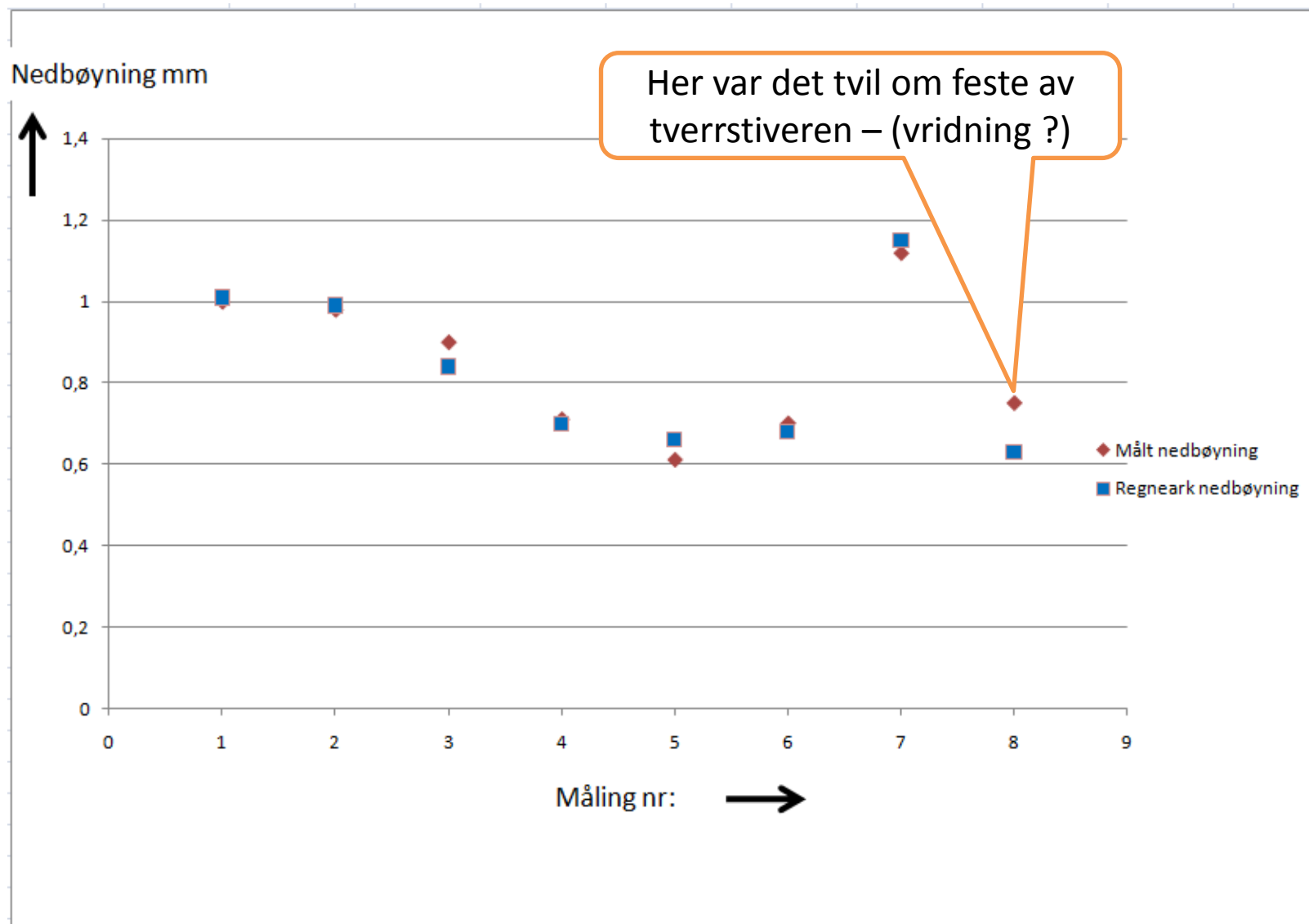
## Huldekke i tre – hvor står vi?



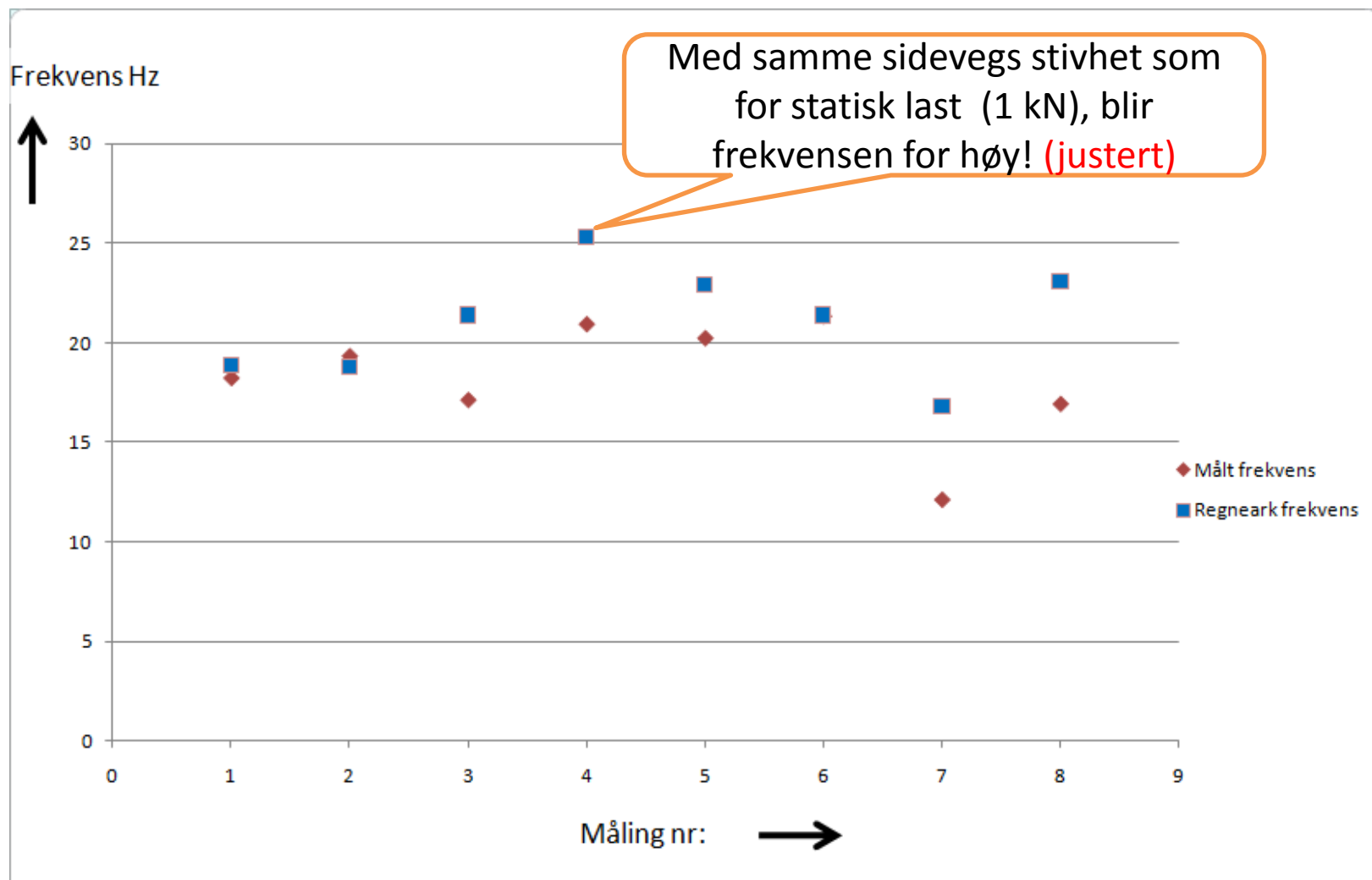
## Huldekke i tre – hvor står vi?



## Huldekke i tre – hvor står vi?



## Huldekke i tre – hvor står vi?



## Hulldekke i tre – hvor står vi?

---

Glidning i forbindelsene ?:

I Comfort.. prosjektet måtte E-modulen justeres fra  $12000 \text{ N/mm}^2$  (C30) til  $10520 \text{ N/mm}^2$  for å stemme med målt stivhetstall (EI) for enkeltbjelkene.

I Bergen ble det også målt nedbøyning på grunn 1 kN punktlast (1 Tore) på en enkeltbjelke. Her måtte E-modulen justeres fra  $12000 \text{ N/mm}^2$  til  $10100 \text{ N/mm}^2$  for å få det stivhetstallet som gir målt nedbøyning.

Tar vi snittverdiene av dette får vi:

$$10310/12000 = 0,86$$

Det kan bety 2 ting:

Enten er E-modulen for benyttet trevirke lavere enn det vi regner med - eller så har vi glidning i forbindelsene, som begge vil bidra til større nedbøyning . Svaret kàn være at begge deler er tilfelle her.

Målingene gir i hvert fall ca. 15 % større nedbøyning enn beregnet for dragerhøyde på rundt 500 mm. Glidningen vil i tilfelle bety enda mer for lavere dragerhøyder!

## Huldekke i tre – hvor står vi?

# Spennviddetabell

Tabellen er beregnet etter følgende forutsetninger:

Egenlast = beregnet vekt av komplette dekke, Nyttelast =  $3,0 \text{ kN/m}^2$ , senteravstand =  $0,6 \text{ m}$

Platelag over plankedekke = min. 16 mm OSB plate, limt til overgurt og plank med monteringslim.

Himling montert på elektrikerlekter,  $23 \times 48 \text{ mm}$ , med max. centeravstand 600 mm.

Dimensjon på tverravnstivere vil variere med spennvidden.

Tabellen er kontrollert etter komfortkriteriet: Sammenheng mellom nedbøyning ved punktlast  $1 \text{ kN}$  og dekkets egenfrekvens.

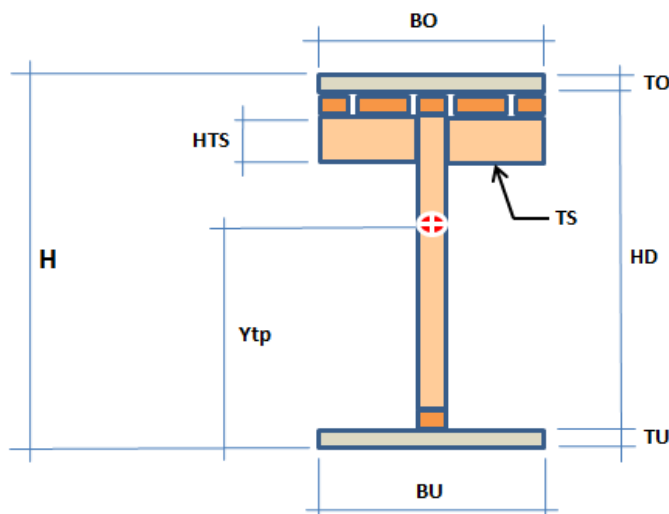
Dette er utgangspunkt for aktuelt bygget i Bergen

| <u>Dragerghøyde i mm</u> | <u>Lysåpning i mm</u> |
|--------------------------|-----------------------|
| 300                      | 5800                  |
| 350                      | 6400                  |
| 400                      | 6900                  |
| 450                      | 7400                  |
| 500                      | 8000                  |
| 550                      | 8400                  |
| 600                      | 8900                  |
| 650                      | 9300                  |
| 700                      | 9700                  |
| 750                      | 10100                 |

# Hulldেকে i tre – hvor står vi?

AS - 11.08.2010

Regnearket beregner nedbøyning for punktlast 1 kN og egenfrekvens for hulldekket. Komfortkontrollen gjøres ut fra Canadiske undersøkelser som bygger på sammenhengene mellom nedbøyning og frekvens. Den røde markøren i diagrammet skal ligge under kurven!



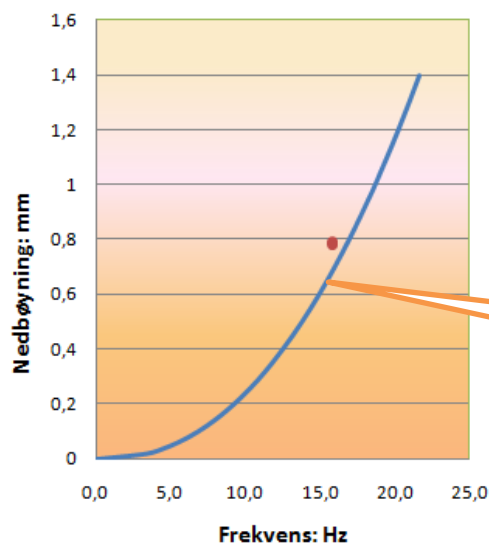
H = 500 mm

## Nedbøyning og egenfrekvens for hulldekker i tre:

### Input geometri og materialer:

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| L =                  | 7830 mm                 |
| HD =                 | 500 mm                  |
| BO =                 | 200 mm                  |
| TO =                 | 0 mm                    |
| $E_{plateO}$ =       | 2500 N/mm <sup>2</sup>  |
| BU =                 | 98 mm                   |
| TU =                 | 0 mm                    |
| $E_{plateU}$ =       | 2500 N/mm <sup>2</sup>  |
| $E_{drager}$ =       | 12000 N/mm <sup>2</sup> |
| $E_{plank/tverrs}$ = | 9000 N/mm <sup>2</sup>  |

### Gulvet er for dårlig!!



### Input for frekvensberegning:

|                       |                     |                                              |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------------------|
| C/C - TS:             | 900 mm              | → Angi C/C avstand for tverrstiverne         |
| HTS:                  | 98 mm               | → Angi høyde på vanlige tverrstivere         |
| Spennvidde midtre TS: | 7830 mm             | → Angi opplegg for midtre tverrstiver        |
| HTS midtre TS:        | 98 mm               | → Angi høyde for midtre tverrstiver          |
| Ekstra vekt:          | 0 kg/m <sup>2</sup> | → Ta bort plankedekke: -14 kg/m <sup>2</sup> |
| Feltlengde overgurt:  | 1500 mm             | → For sjekk av lokal svingning               |

Flatemasse: 32,2 kg/m<sup>2</sup>

### Forklaringer - se skisse:

HD = Høyde gitterdrager i mm, L = lysåpning  
BO, BU = Medvirkende flensbredder i mm

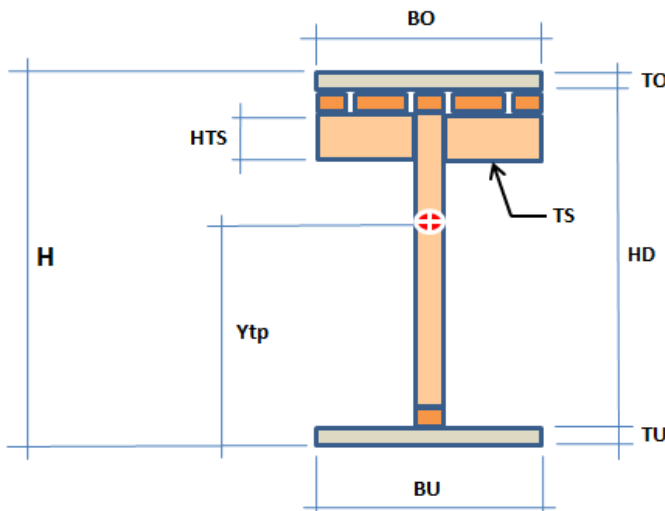
Måling med tverrstivere og plankedekke montert:  
Frekvens stemmer bra, men nedbøyning er målt til 0,65 mm.  
Vesentlig mindre enn det målingene i Comfort ... gir!

Ia bort andre tverrstivere: HTS = 1

# Hulldেকে i tre – hvor står vi?

AS - 05.11.2010

Regnearket beregner nedbøyning for punktlast 1 kN og egenfrekvens for hulldekket. Komfortkontrollen gjøres ut fra Canadiske undersøkelser som bygger på sammenhengene mellom nedbøyning og frekvens. Den røde markøren i diagrammet skal ligge under kurven!



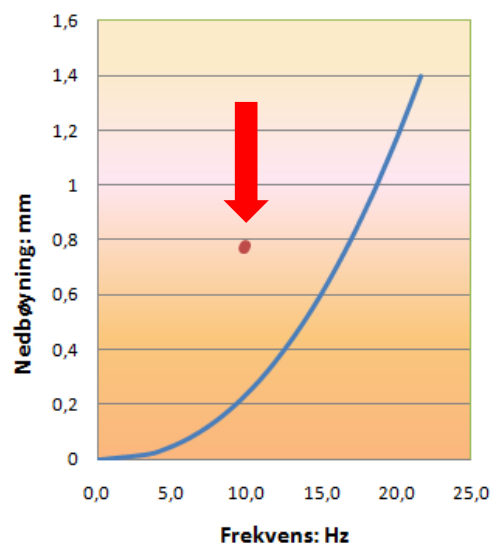
## Nedbøyning og egenfrekvens for hulldekker i tre:

### Input geometri og materialer:

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| L =                  | 7830 mm                 |
| HD =                 | 500 mm                  |
| BO =                 | 0 mm                    |
| TO =                 | 22 mm                   |
| $E_{plateO}$ =       | 2500 N/mm <sup>2</sup>  |
| BU =                 | 0 mm                    |
| TU =                 | 30 mm                   |
| $E_{plateU}$ =       | 2500 N/mm <sup>2</sup>  |
| $E_{drager}$ =       | 12000 N/mm <sup>2</sup> |
| $E_{plank/tverrs}$ = | 9000 N/mm <sup>2</sup>  |

H = 552 mm

### Gulvet er for dårlig!!



### Input for frekvensberegning:

|                       |                     |                                              |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------------------|
| C/C - TS:             | 900 mm              | → Angi C/C avstand for tverrstiverne         |
| HTS:                  | 98 mm               | → Angi høyde på vanlige tverrstivere         |
| Spennvidde midtre TS: | 7830 mm             | → Angi opplegg for midtre tverrstiver        |
| HTS midtre TS:        | 98 mm               | → Angi høyde for midtre tverrstiver          |
| Ekstra vekt:          | 0 kg/m <sup>2</sup> | → Ta bort plankedekke: -14 kg/m <sup>2</sup> |
| Feltlengde overgurt:  | 1500 mm             | → For sjekk av lokal svingning               |

Flatemasse: 68,6 kg/m<sup>2</sup>

Når alle platelagene er montert, vil flatemassen øke og frekvensen gå ned!

### Forklaringer - se skisse:

HD = Høyde gitterdrager i mm, L = lysåpning  
BO, BU = Medvirkende flensbredder i mm  
TO, TU = Tykkelse av øvre/undre plate i mm  
 $E_{plate...}$  = E-moduler for delene i N/mm<sup>2</sup>

Ta bort midtre tverrstiver: HTS midtre TS = 1

Ta bort andre tverrstivere: HTS = 1

## Hulldেকে i tre – hvor står vi?

---

### Status per dato:

Målinger ute på byggeplass tyder på at nedbøyningen er noe mindre enn det som ble målt i Comfort .. prosjektet, og som er grunnlag for regnearket.

Altså - er kanskje ikke spennviddetabellen så "ekspansiv" som vi trodde!

Det er ingen reklamasjoner på noe levert prosjekt – bare fornøyde kunder!

Inntil flere målinger fra byggeplass foreligger, gjøres ingen endringer.

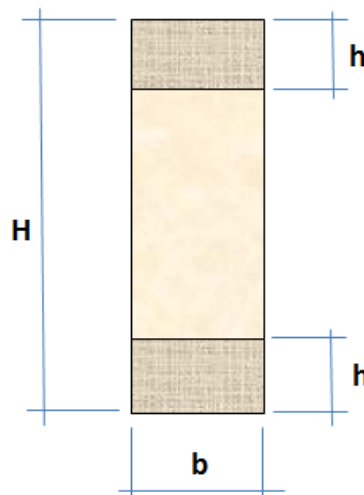
Og: Ikke trekk spennviddetabellen for langt og følg anvisningene (regnearket)!

# Huldekke i tre – hvor står vi?

## Valg av gurtdimensjoner i gitterbjelker:

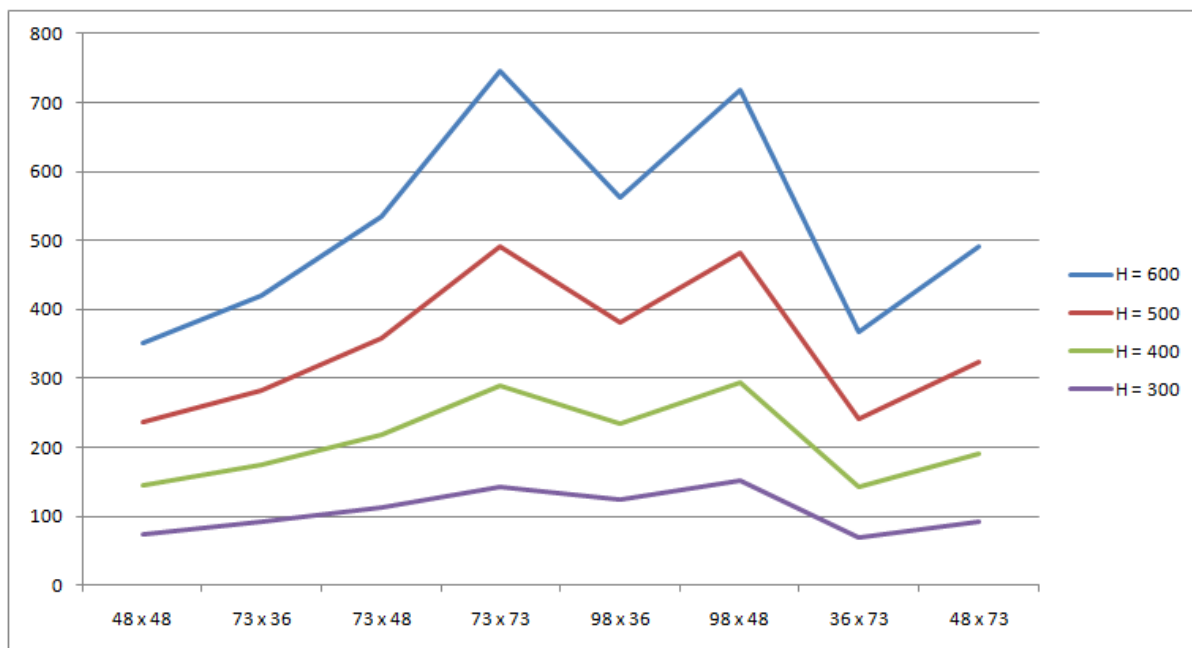
Dragerhøyde H:

Gurtdimensjon - b x h:



Arnold 271010

Treghetsmoment I: **718,47** x 10<sup>6</sup> mm<sup>4</sup>



### Treghetsmoment avhengig av dragerhøyde og gurtdimensjon:

| H = 600 mm | H = 500 mm | H = 400 mm | H = 300 mm | b x h   |
|------------|------------|------------|------------|---------|
| 352        | 236        | 144        | 74         | 48 x 48 |
| 419        | 283        | 175        | 92         | 73 x 36 |
| 535        | 359        | 218        | 113        | 73 x 48 |
| <b>745</b> | 491        | 290        | 142        | 73 x 73 |
| 562        | 381        | 234        | 124        | 98 x 36 |
| 719        | 482        | 293        | 151        | 98 x 48 |
| 367        | 242        | 143        | 70         | 36 x 73 |
| 490        | 323        | 190        | 93         | 48 x 73 |

### Eksempel:

|                          |         |      |    |
|--------------------------|---------|------|----|
| Dragerhøyde H = 250 mm   | b x h   |      |    |
| Gurtdimensjon i drager A | 73 x 36 | I A: | 61 |
| Gurtdimensjon i drager B | 73 x 48 | I B: | 73 |

Materialbesparelse: 0,75 **25 %**

Reduksjon i treghetsm. I: 0,84 **16 %**

## Huldekke i tre – hvor står vi?

---

### Videre arbeid:

Videre målinger på byggeplass vil gi bedre trygghet for de teoretiske beregningene. Dette pågår nå!

Når vi er trygge på det vi gjør: Ytelseskrav – er den Canadiske det vi vil ha her??

Vi må skape trygghet/løsninger for punktering av brann/lydhimling

Ta hensyn til andre bygningsdeler – evt. nytt prosjekt.

**Men for all del:**

**Dere har allerede et godt produkt – bare selg!**