



## TUNGE SKILLEVÆGGE PÅ FLERE LAG TRYKFAST ISOLERING

### Indledning

Teknologisk Institut, byggeri har for **Plastindustrien i Danmark** udført dette projekt vedrørende bestemmelse af bæreevne for tunge skillevægge på betondæk uden skillevægsfundamenter, men understøttet af flere lag trykfast isolering.

Til praktisk anvendelse ved beregningen er udviklet et regneark. Denne rapport er opdelt i 2 sektioner. Første sektion vedrører den praktiske brug af regnearket. Anden sektion vedrører teorien bag beregningsreglerne. Anden sektion er angivet i bilagene.

### Anvendelse af regneark

**Orange** inputfelter er de typiske felter, der skal inddateres i forbindelse med en beregning.

**Gule** inputfelter kan ændres, men det er sjældent nødvendigt.

#### ID

Her inddateres firmanavn og andre relevante data.

#### Input

##### Betondæk

Her angives *tykkelsen* på dækket samt den aktuelle karakteristiske *trykstyrke*.

##### Armering

Her angives *diameter*, den aktuelle karakteristiske *trækstyrke*, *vandret afstand* mellem armeringsstænger (denne afstand regnes ens i begge vandrette retninger).

Endvidere angives den *lodrette afstand* fra bund (*c*). Såfremt dækket har en tykkelse på 120 mm og armeringen er tilstræbt placeret i midten sættes  $c = 60$  mm.

Bemærk: Teknologisk Institut anbefaler, at armeringen placeres i midten. Dels for at hindre krumninger af dækket i forbindelse med svind og dels for at sikre, at eventuelle gulvvarmeslanger bliver placeret i den øverste halvdel af dækket.

#### EPS

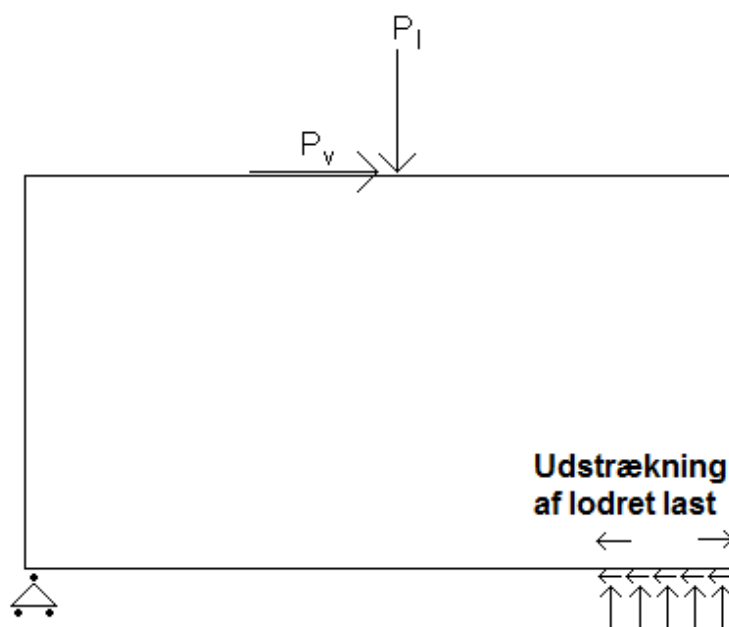
Her angives *tykkelse* og *E-modul* for den aktuelle type. Værdierne for E-modulet aflæses i øverste grå tekstboks. Her er konservativt angivet langtids E-moduler.

Endvidere angives *antal lag*. To lag er relevant, når der anvendes EPS med radonsug. I disse plader er der udført langs- og tværgående huller. Den gennemgående hulreduktion angives. De forskellige tilgængelige produkter med relevante parametre ses i nederste grå tekstboks.

### Væg

Her angives den aktuelle lodrette regningsmæssige *last* samt *udstrækningen af lasten*.

- Såfremt væggen kun er påvirket af lodret last er udstrækningen hele væggen længde til døråbning eller anden afslutning
- Såfremt væggen er påvirket af vandret last vil reaktionen i bund typisk være koncentreret på et mindre område. Se nedenstående figur.



Figur 1. Illustration af parameteren "Udstrækning af lodret last". Her vist med bunden væg

Da lasten angives i kN/m kan denne blive betragtelig på dette korte område. Kapaciteten bliver til gengæld også forøget, da der er væsentlige randeffekter.

Det angives om væggen er *fri/bunden*. Dvs der kan vælges mellem følgende 2 muligheder:

- Fri væg ved begge lodrette kanter
- Fri væg ved den ene lodrette kant samt stift forbundet til en bagmur på sokkel ved den anden lodrette kant.

Grafisk illustration er angivet i bilag 2.

Såfremt en "Bunden væg" er vandret påvirket med en lille "udstrækning af den lodrette last" modsat soklen til følge (svarende til figur 1), kan væggen angives som værende "Fri".

Væg stift forbundet til en bagmur på sokkel ved begge lodrette kanter kunne teoretisk også forekomme, men i praksis er det næppe relevant med en tværvæg, der medfører, at passage gennem huset i en etage ikke er mulig. Denne (sjældne) type væg må derfor behandles selvstændigt.

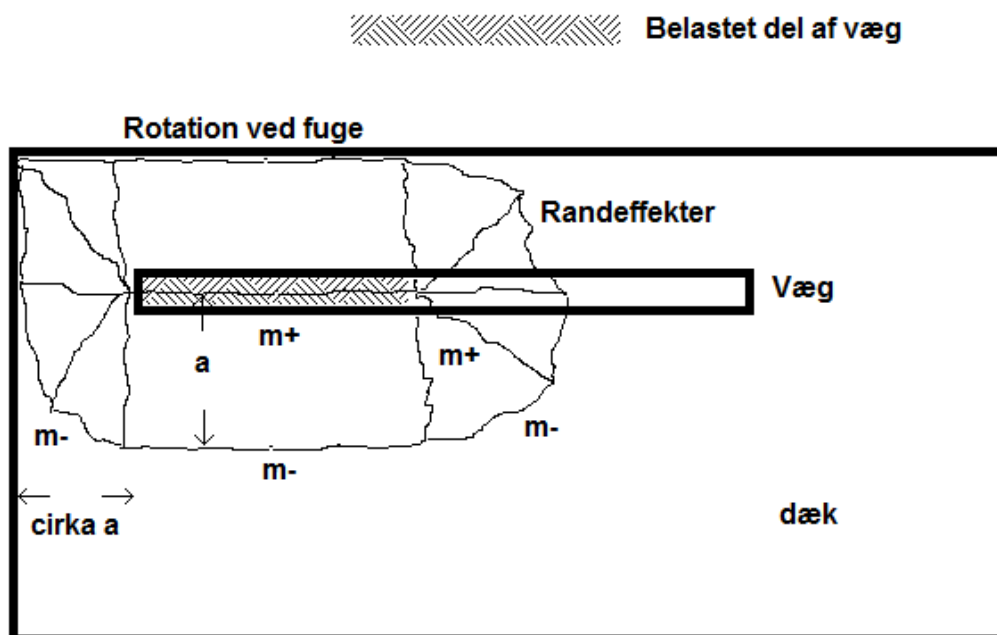
Parameteren ”Væg tæt på dækkant” angives for at afklare randeffekter.

- For ”fri vægge” regnes med randeffekt i den ene ende, men såfremt væggen (eller rettere området ”udstrækning af lodret last”) ikke er tæt på nogen dækkant (herunder også eventuelle dilatationsfuger i dækket) markeres dette og der regnes med randeffekter i begge ender (se efterfølgende figur).
- For bundne vægge regnes der ikke med randeffekt i den ende, der står på sokkel. Såfremt væggen ved den modsatte ende ikke er tæt på nogen dækkant markeres dette og der regnes med randeffekt i den ende.

Ved tæt forstås her værdien  $\approx "a"$ . Da ”a” ikke er kendt på forhånd, kan det forekomme, at beregningen skal justeres. Den beregnede værdi for ”a” angives under output.

Såfremt 2 eller flere vægge mødes i et X, L eller tilsvarende regnes ikke med randeffekter. Parameteren ”Tæt på dækkant” markeres således med ”Nej” for alle de indgående vægge.

Randeffekter er yderligere uddybet i bilag 3.



Figur 2. Illustration af randeffekter

*Den Tilladelige nedbøjning:* For at EPS'en kan optage belastningerne fra væggen opstår der en vis lodret flytning af dækket. Denne værdi er default sat til 2,5 mm, men kan for armerede vægkonstruktioner sættes højere.

Den trykfaste isolering forudsættes placeret på komprimeret bæredygtig bund, som ikke undergår nævneværdige deformationer.

Åbninger i væggen i form af vinduer negligeres, såfremt højden og bredden af åbningen er mindre end  $0,5 \times$  væghøjden, ellers regnes med en fri kant.

Åbninger i væggen i form af døre regnes således som en fri kant.

Såfremt konsekvensklasse/kontrolklasse afviger fra normal/normal angives dette gennem partialkoefficienterne.

Der skelnes i beregningerne ikke mellem de forskellige typer af vægge. Det vil typisk være murede vægge, vægge af letklinkerbeton, tung beton eller porebeton. I beregningerne indgår væggene blot med den lodrette last.

### **Output**

Som output angives den aktuelle lodrette bæreevnekapacitet samt den beregnede værdi for "a". Såfremt bæreevnen er større end den angivne påvirkning er "Bæreevnen tilstrækkelig".

Århus, den 8. november 2011  
Teknologisk Institut, Byggeri

Poul Christiansen

/

Jørgen Nymark Klavsén

Dir. tf.: 72 20 38 20

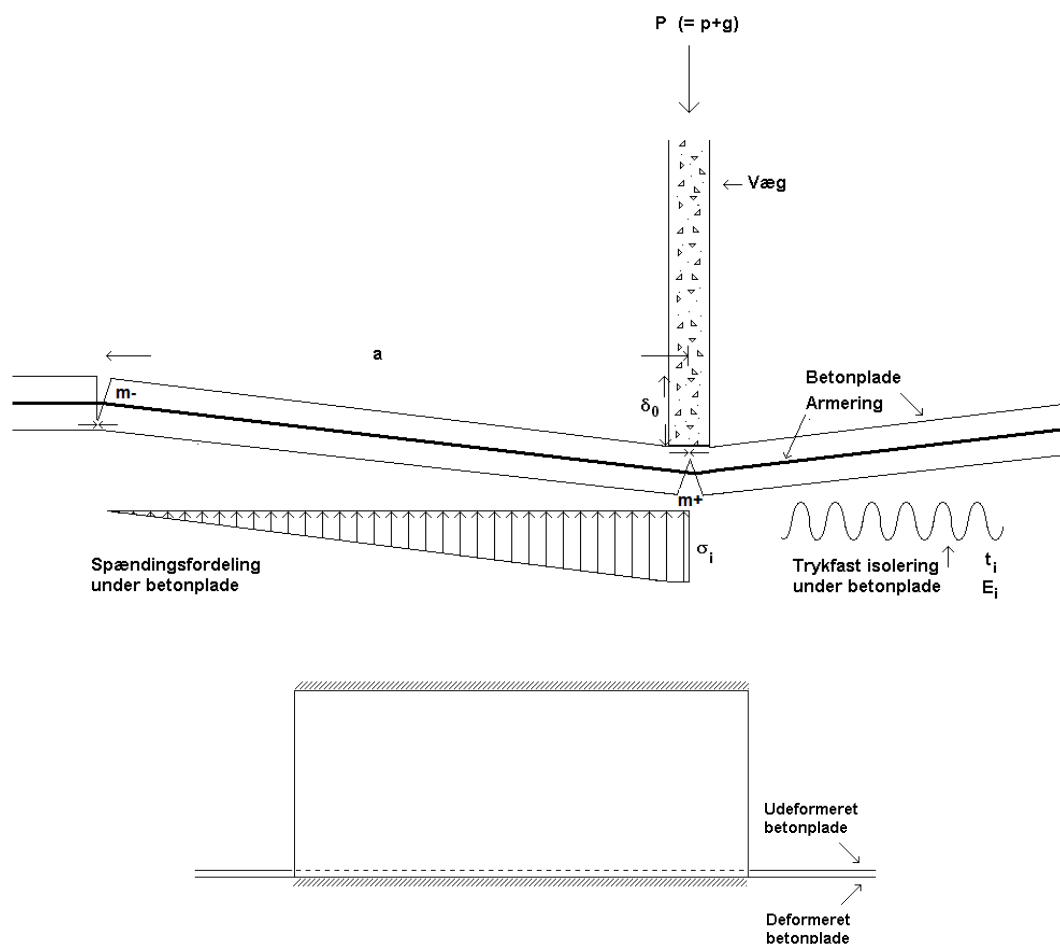
E-mail: pdc@teknologisk.dk

Dir. tf.: 72 20 38 28

E-mail: jnk@teknologisk.dk

## Generel bæreevne. Væg fri i begge ender

*Statisk system*



Figur 3. Generel brudmekanisme. Snit og opstalt af væg

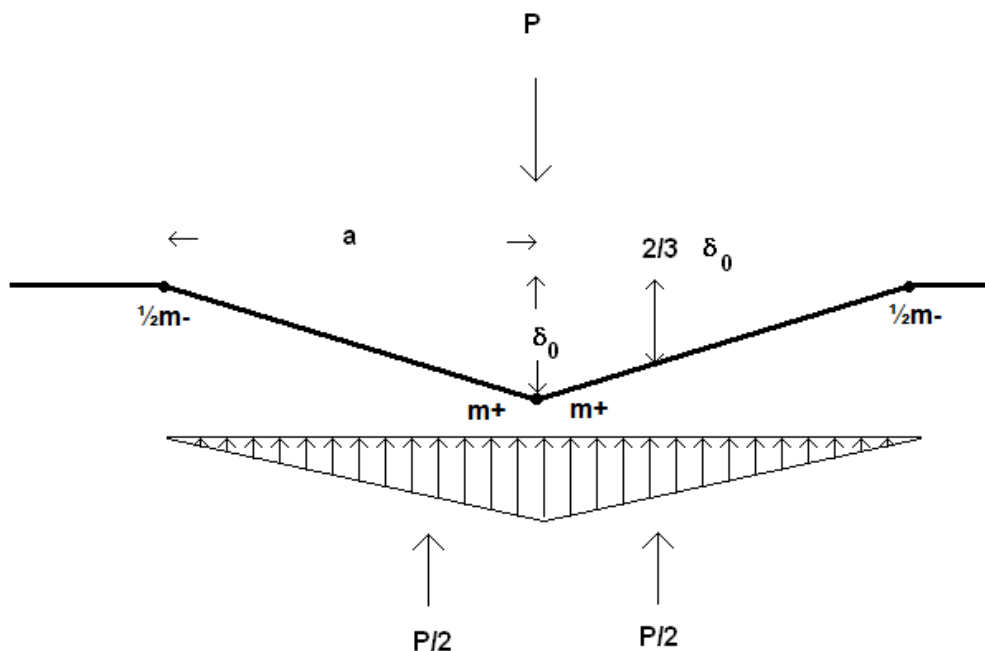
### *Forudsætninger*

- Spændingsfordelingen under betonpladen regnes trekantformet.
- Der optræder flydeled i dækket under væg og i afstanden  $a$  i den ene side af dækket. I den anden side regnes konservativt, at dækket støder op til fri kant (fuge eller lignende). I praksis regnes med et negativt moment i begge sider, men blot med størrelsen  $\frac{1}{2} m-$ , således at forholdene bliver symmetriske.
- Nedtrykningen ( $\delta$ ) i afstanden  $a$  regnes lig 0.
- Nedtrykningen under væggen betegnes som ( $\delta_0$ ).
- Egenvægten af betonpladen tages ikke i regning, da den ikke giver anledning til differenspændinger og -flytninger eller momenter i betonpladen.
- Underlagets bevægelse under den trykfaste isolering forudsættes neglignibel.
- Der regnes med samme spænding hele vejen igennem den trykfaste isolering.

*Statiske ligninger*

$$\begin{aligned} \sigma_i &= E_i \delta_0 / t_i && \text{(spænding under betonplade ved væg)} \\ P &= \sigma_i a \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 && \text{(ligevægt i lodret retning)} \\ &= \sigma_i a \\ &= E_i a \delta_0 / t_i && (1) \end{aligned}$$

Ved hjælp af arbejdsligningen fås:



Figur 4. Ligevægt

$$A_y = P \times \delta_0 - \left( 2 \times \frac{P}{2} \times \frac{2}{3} \delta_0 \right) = \frac{P}{3} \times \delta_0$$

$$A_i = (2m + +2 \times \frac{1}{2} \times m-) \times \frac{\delta_0}{a}$$

$$A_i = A_y$$

$$\frac{m + +2m +}{a} = \frac{P}{3} \quad (2)$$

(1) og (2) giver således

$$(3m - +6m+) \times E_i \delta_0 = P^2 \times t_i$$

Bestemmelse af m+ og m- foretages på sædvanlig vis. Her angivet for m+

$$T = f_{yd} \times A_a$$

$$h_c = \frac{T}{f_{cd}}$$

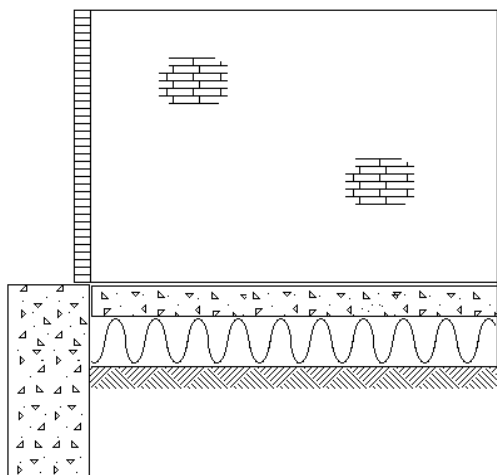
$$m = T \times \left( h_{eff} - \frac{l}{2} h_c \right)$$

$$h_{eff} = t - c$$

Udtrykkene er indsat i regnearket.

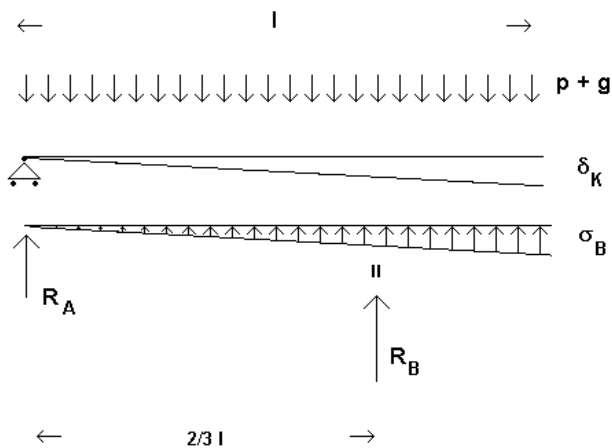
## Bunden væg / fri væg

Her betragtes en væg, som er stift forbundet til bagvæg ved den ene lodrette kant og fri i den anden lodrette kant. Væggen er illustreret nedenstående:



Figur 5. Bunden væg

I den deformerede tilstand fås følgende spændingsfordeling:



Figur 6. Spændingsfordeling

Ud fra ligevægtsberegninger fås:

$$R_B = \frac{3}{4} \times (p + g) \times l$$

$$R_A = \frac{1}{4} \times (p + g) \times l$$

$\sigma_B$  bestemmes til:



$$\begin{aligned} \frac{3}{4} (p+g) l &= \frac{1}{2} l \sigma_b \\ \frac{3}{2} (p+g) &= \sigma_b \end{aligned}$$

Såfremt væggen er fri i begge ender fås følgelig  $(p+g) = \sigma_b$ . Dvs at bæreevnen af væggen er  $\frac{2}{3}$  af bæreevnen af en tilsvarende væg, fri i begge ender.

Bidraget fra reaktionen i den trykfaste isolering, introduceret i opførelsesfasen før sammenmuring med bagvæggen, er konservativt ikke medtaget, da det vil komplicere beregningsmodellen markant, uden tilsvarende at give en markant forøget bæreevne.

Såfremt en ”Bunden væg” er vandret påvirket med en lille ”udstrækning af den lodrette last” modsat soklen sættes væggen som værende ”Fri”.

## Andre forhold

### Randeffekter

Randeffekterne medregnes som angivet i følgende matrix:

Tabel 1. Randeffekt faktor (f)

Væg tæt på dækkant	Fri væg	Bunden væg
Ja	1/3	0
Nej	2/3	1/3

Randeffekterne medregnes i regnearket ved at forlænge ”udstrækningen af den lodrette last” med  $a \times f$ . Værdien 1/3 pr aktiv rand er et pragmatisk konservativt estimat bestemt ud fra brudlinjeberegninger og den typiske opbygning af dækkonstruktioner.

Rent praktisk forøges den lodrette bæreevne med en faktor:  $(L_p + f \times a) / L_p$

hvor

f er randeffekt faktor (0, 1 eller 2)  $\times$  1/3

a er vist på figur 4

$L_p$  er udstrækningen af den lodrette last

### Effektivt elasticitetsmodul

Elasticitetsmodulet i 2. lag EPS reduceres med en faktor  $(1 - \text{hulreduktion})^2$  svarende til, at tværsnittet er reduceret i begge retninger. På baggrund af dette reducerede elasticitetsmodul og E-modulet af lag 1 udregnes det effektive E-modul ud fra de sædvanlige ligninger for serielt forbundne lineære fjedre.