

Sundolitt as
Industrivej 8
3550 Slangerup

Att.: Claus Jørgensen

20. februar 2004

BYG·DTU
Brovej
DTU - Bygning 118
2800 Kgs.Lyngby
telefon:
45 25 17 00
fax:
45 93 44 30
email:
byg@byg.dtu.dk

Vedr.: Beregninger af betydningen af luftspalter mellem gulvisoleringsplader.

I det følgende gennemgås den varmetekniske betydning af forekomsten af luftspalter mellem gulvisoleringsplader af EPS. Der tages ikke stilling til hvorvidt luftspalterne forekommer.

Antagelser

Beregningerne foretages ifølge forskrifterne angivet i DS418, hvilket medfører at følgende randbetingelser er gældende:

Inde: $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
Jord: $T_j = 10 \text{ }^\circ\text{C}$

jro
telefon direkte:
45 25 18 84
email:
jro@byg.dtu.dk
website:
www.byg.dtu.dk

Endvidere antages det, at:

- konstruktionen er lukket, og luften i spalterne mellem gulvisoleringspladerne regnes således som uventileret.
- luften mellem gulvisoleringspladerne regnes som værende rektangulære områder som helt 'gennembryder' isoleringen.
- Emittanser i luftspalten sættes til 0,90.
- effekten af luftspalterne mellem gulvisoleringspladerne beregnes som kombineret stråling og ledning, på baggrund af formlerne givet i "Heat Transfer" [1] (formlerne er givet på efterfølgende side).
- der tages udgangspunkt i EPS-plader med $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

Jnr. 1000

$$\text{Ledningsbidrag: } Q_{\text{ledning}} = \frac{1}{R_{\text{spalte}}} \cdot A \cdot \Delta T = \left(\frac{1}{\left(\frac{d_{\text{luft}}}{\lambda_{\text{luft}}} \right)} \right) \cdot A \cdot \Delta T$$

20. februar 2004

hvor

- λ_{luft} er varmeledningsevnen for stillestående luft (0,024 W/mK)
 d_{luft} er isoleringstykkelsen (spaltens højde)
 A er arealet af luftspalten
 ΔT er temperaturforskellen mellem inde og jord

$$\text{Strålingsbidrag: } Q_{\text{stråling}} = A \cdot F_{12} \cdot \sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4)$$

hvor

$$F_{12} = \frac{1}{(1 - \epsilon_1) / \epsilon_1 + 1 / F_{12}^b + (1 - \epsilon_2) / \epsilon_2}, \text{ og}$$

- ϵ_1 og ϵ_2 er emissiviteterne i hulrummet
 F_{12}^b aflæses af figur 6.20 i [1] (se bilag 1)
 T_1 er temperaturen på oversiden af isoleringen
 T_2 er temperaturen på undersiden af isoleringen

Den totale linietafskoefficient for spalten svarer til det ekstra varmetab som forekommer, i forhold til en situation hvor der ikke er spalte i isoleringen. Derfor kan linietafskoefficienten beregnes som:

$$y_{\text{spalte}} = \frac{Q_{\text{ledning}} + Q_{\text{stråling}} - Q_{\text{isolering}}}{\Delta T}$$

hvor $Q_{\text{isolering}}$ er varmestrømmen gennem isolering svarende til spaltens areal.

Resultater

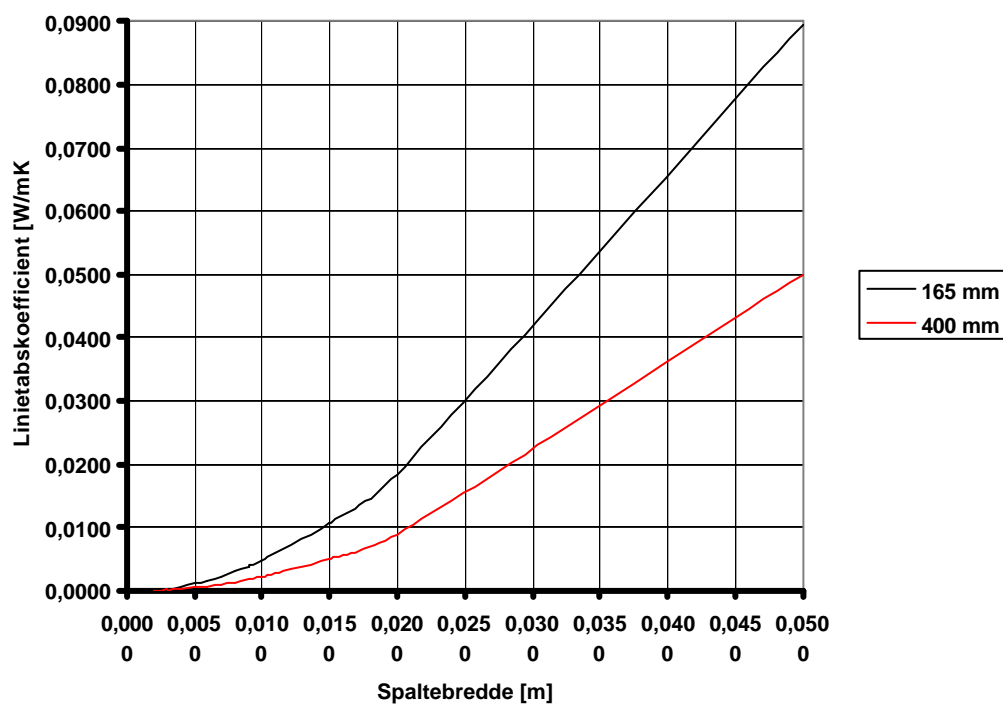
Der blev gennemregnet i alt 28 modeller, 14 modeller hvor isoleringstykkelsen var 165 mm og 14 modeller hvor isoleringstykkelsen var 400 mm. De 14 modeller som blev beregnet for hver isoleringstykkelse havde spalter på hhv. 0 (reference), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20 og 50 mm. I bilag 2 er vist et eksempel på en beregning.

Tabel 1 : Beregningsresultater. Linietafskoefficienter

20. februar 2004

Luftspalte (mm)	165 mm isolering W/mK	400 mm isolering W/mK
0	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000
2	0,0001	0,0000
3	0,0003	0,0001
4	0,0006	0,0003
5	0,0010	0,0005
6	0,0016	0,0007
7	0,0022	0,0010
8	0,0030	0,0013
9	0,0038	0,0017
10	0,0048	0,0022
15	0,0107	0,0050
20	0,0184	0,0089
50	0,0896	0,0500

I figur 1 er sammenhængen optegnet.



Figur 1: Sammenhæng mellem spaltebredde og linietafskoefficient.

20. februar 2004

Hvis man beregner tillæggene til U-værdierne for et tilfælde hvor der benyttes isoleringsblokke på 0,6 m x 2,4 m får man følgende resultater:

Tabel 2 : Tillæg til U-værdier. Isoleringsblokke på 0,6 m x 2,4 m.		
Luftspalte (mm)	165 mm isolering W/m ² K	400 mm isolering W/m ² K
0	0,0000	0,0000
1	-0,0002	-0,0001
2	-0,0002	-0,0001
3	-0,0001	0,0000
4	0,0001	0,0001
5	0,0005	0,0003
6	0,0009	0,0006
7	0,0015	0,0010
8	0,0021	0,0014
9	0,0029	0,0019
10	0,0037	0,0025
15	0,0091	0,0064
20	0,0161	0,0117
50	0,0728	0,0635

Tabellen viser at man for luftspalter under 10 mm ikke har noget tillæg til U-værdien, men at man for hhv. 165 mm isolering og 400 mm isolering, ved hhv. 15 mm og 20 mm luftspalter får et tillæg til U-værdien på 0,01 W/m²K.

Beregninger med THERM 5.1 (ISO 15099)

For at underbygge resultaterne beregnet ovenfor er der ligeledes gennemført en beregning vha. det detaljerede beregningsprogram THERM 5.1 [2]. Beregningen er gennemført for et tilfælde hvor man har 50 mm beton, 165 mm isolering kl. 40 og 50 mm beton. I isoleringslaget forekommer en lodret spalte i 10 mm's bredde. På hver side af spalten er medtaget 100 mm af konstruktionen (dvs. ialt 210 mm). Der fastholdes en temperatur på 20 °C på oversiden og 10 °C på undersiden af konstruktionen.

Varmestrømmen gennem referencekonstruktionen (dvs. uden luftspalte) bestemmes til 0,49035 W/mK. Varmestrømmen gennem konstruktionen med luftspalte bestemmes til

0,48216 W/mK. Beregningerne med THERM viser således at luftspalten har en meget lille, men positiv indflydelse på den samlede varmestrøm gennem konstruktionen.

20. februar 2004

Konklusion

Beregningerne beskrevet i dette lille notat viser, at man ikke behøver at indføre tillæg på U-værdier for terrændæk med EPS-isolering, så længe luftspalterne mellem blokkene er mindre end 10 mm.

Referencer

[1] Heat Transfer, A. F. Mills, University of California at Los Angeles, R. R. Donnelley & Sons Company, 1992.

[2] THERM 5.1, Windows and Daylighting Group, Building Technologies Department, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley CA 94720, USA, 2002.

Med venlig hilsen

Jørgen Rose, Forskningsadjunkt.

Svend Svendsen, Professor