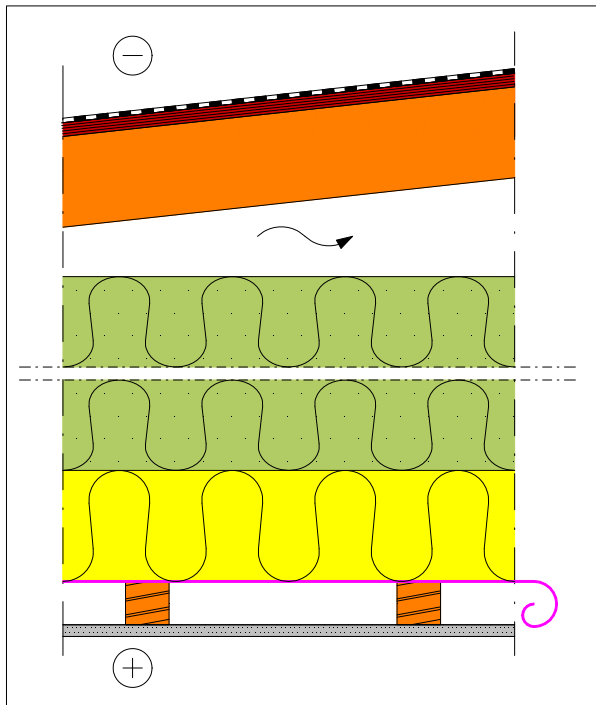


Moduuli 5

Kotitehtävä 29_KYSYMYS

19.5.2015

a) Laske alla esitetyn ristikkorakenteisen yläpohjarakenteen U-arvo. Esitettyjä λ -arvoja saa käyttää laskelmassa sellaisenaan.



YP001

Bitumikermi

Kuusivaneri 15 mm

Tuuletettu ontelotila >100 mm

Puhallusvilla 400 mm

($\lambda=0,041$ W/mK, $\delta_p = 194 \times 10^{-12}$)

alapaarre (42x123 k900) + mineraalivilla (levy) 123 mm

($\lambda=0,036$ W/mK, $\delta_p = 194 \times 10^{-12}$)

Ilman- ja höyrynsulkumuovi 0,2 mm

(polyeteenikalvo, $\lambda=0,33$ W/mK, $\delta_p = 0,0019 \times 10^{-12}$)

koolaus 48x48 k400 + ilmatila

($\lambda=0,13$ W/mK, $\delta_p = 3,88 \times 10^{-12}$)

Kipsikartonkilevy 13 mm

($\lambda=0,25$ W/mK, $\delta_p = 19,4 \times 10^{-12}$)

Moduuli 5

Kotitehtävä 29_VASTAUS (5p)

19.5.2015

a) Yläpohjan U-arvo

<u>Rakenne:</u> (alhaalta ylöspäin)	<u>d [m]</u>	<u>λ [W/mK]</u>	<u>R=d/λ [(m²K)/W]</u>
1. sisäpintavastus, R _{si}	-	-	0,10
2. kipsilevy	0,013	0,25	ei huomioida
3. Ilmatila + koolaus 48x48 k400			ei huomioida
4. ilman- ja höyrynsulkumuovi	0,0002	0,33	0,0006
5. alapaarre 42x123 k900	0,123	0,13	0,946
+ mineraalivilla	0,123	0,036	3,417
6. puhallusvilla	0,400	0,041	9,756
7. tuuletettu ontelotila	≥ 0,100...0,150		ei huomioida
8. havuvaneri,	0,015	0,17	ei huomioida
9. bitumikermi	0,005	0,23	ei huomioida
10. ulkopintavastus, R _{se}	-	-	0,10

Kokonaislämmönvastuksen yläraja R'_T:

(EN 6946 s.13)

$$\frac{1}{R'_T} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_q}{R_{Tq}}$$

(EN 6946 s.13)

Puurungon osuus f_a: 42 mm / 900 mm = 0,047 (paarteen leveys / ristikkojako)

Villan osuus f_b: 858 mm / 900 mm = 0,953 (eristeen leveys / ristikkojako)

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_n}$$

(EN 6946 s.7)

$$R_{Ta} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \Rightarrow R_{Ta} = R_{si} + d_4/\lambda_4 + d_{5a}/\lambda_{5a} + d_6/\lambda_6 + R_{se}$$

$$\Rightarrow R_{Ta} = 0,10 + 0,0002/0,33 + 0,123/0,13 + 0,400/0,041 + 0,10$$

$$\Rightarrow R_{Ta} = 10,903 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$R_{Tb} = R_{si} + d_4/\lambda_4 + d_{5b}/\lambda_{5b} + d_6/\lambda_6 + R_{se}$$

$$\Rightarrow R_{Tb} = 0,10 + 0,0002/0,33 + 0,123/0,036 + 0,400/0,041 + 0,10$$

$$\Rightarrow R_{Tb} = 13,373 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$\frac{1}{R'_T} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} \Rightarrow \frac{1}{R'_T} = \frac{0,047}{10,903} + \frac{0,953}{13,373} \Rightarrow \frac{1}{R'_T} = 0,0756$$

$$\Rightarrow R'_T = 1/0,0748 = 13,232 \text{ (m}^2\text{K)/W (1p)}$$

Kokonaislämmönvastuksen alaraja R''_T :

$$R_4 = 0,0002/0,33 = 0,0006 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$R_{5a} = R_{\text{puurunko}} = 0,123/0,13 = 0,946 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$R_{5b} = R_{\text{min.villa}} = 0,123/0,036 = 3,417 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$R_6: 0,400/0,041 = 9,756 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

Ekvivalentti lämmönvastus R_j (lämpöteknisesti epähomogeeniselle kerrokselle)

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_q}{R_{qj}} \quad (\text{EN 6946 s.13})$$

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} \Rightarrow \frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{\text{puurunko}}} + \frac{f_b}{R_{\text{min.villa}}} \Rightarrow \frac{1}{R_j} = \frac{0,047}{0,946} + \frac{0,953}{3,417} = 0,329$$

$$\Rightarrow R_j = 3,043 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$R''_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_j + \dots + R_n + R_{se} \quad (\text{EN 6946 s.13})$$

$$R''_T = 0,10 + 0,0006 + 3,043 + 9,756 + 0,10 = 13,000 \text{ (m}^2\text{K)/W} \text{ (1p)}$$

Rakennusosan kokonaislämmönvastus:

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \quad (\text{EN 6946 s.12})$$

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \Rightarrow R_T = \frac{13,232 + 13,000}{2} = 13,116 \text{ (1p)}$$

Korjaamaton lämmönläpäisykerroin:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (\text{EN 6946 s.14})$$

$$U = \frac{1}{R_T} \Rightarrow U = \frac{1}{13,116} = 0,076 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \text{ (1p)}$$

Lämmönläpäisykertoimen (U-arvon) korjaukset:

(EN 6946, liite D)

U-arvoon tehdään tarvittaessa seuraavia tekijöitä koskevat korjaukset:

- lämmöneristyksessä olevat raot, ΔU_g (EN 6946, s.27)
- lämmöneristyskerrosta läpäisevät mekaaniset kiinnikkeet, ΔU_f (EN 6946, s.28)
- käännetyillä katoilla eristeeseen kulkeutuva sadevesi, ΔU_r (EN 6946, s.28)

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

Tässä laskelmassa tehdään ilmaraoista johtuva korjaus. U-arvoon lisätään korjaustermi ΔU_g .

$$\Delta U_g = \Delta U \times \left(\frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2 \quad (EN 6946, s.27)$$

$\Delta U'' = 0,00...0,04$ (taso 0, 1 ja 2) => tässä laskussa taso 1 eli 0,01 (EN 6946, s.27)

R_1 = ilmarakoja sisältävän kerroksen lämmönvastus. Tässä tapauksessa vain paarteen tasossa oleva eristyskerros, koska puhallusvilla menee yhtenäisenä läpi.

R_{Th} = rakenteen kokonaislämmönvastus

$$\Delta U_g = 0,01 \times \left(\frac{3,043}{13,116} \right)^2 = 0,00054$$

Lopullinen U-arvo: $U_c = U + \Delta U = 0,076 + 0,001 = 0,077 \Rightarrow \underline{U_c = 0,08 \text{ W/(m}^2\text{K)}} \text{ (1p)}$

Vastaus: U-arvo 0,08 W/(m²K)