

## BI/1 feladat megoldása

Meghatározzuk a hőátbocsátási tényezőt 3 különböző szigetelés vastagság (0, 3 és 6 cm) mellett.

$$U_{6cm} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,06}{0,04} + \frac{0,3}{0,52} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{8}} = 0,4387 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$U_{3cm} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,03}{0,04} + \frac{0,3}{0,52} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{8}} = 0,6539 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

$$U_{0cm} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,3}{0,52} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{8}} = 1,2831 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

A tényleges kialakításhoz tartozó hőátbocsátási tényezőt felületarányosan számítjuk.

$$U_{eredő} = (U_{6cm} \cdot h_{6cm} + U_{3cm} \cdot h_{3cm}) / (h_{6cm} + h_{3cm}) = (0,439 \cdot 180 + 0,654 \cdot 80) / 260 = 0,5049 \text{ W / m}^2 \text{ K}$$

Az erősen hőhidas szerkezetre a korrekció a szigeteletlen esetben 40 %, szigetelt esetben 30 %.

A fajlagos hővesztéstényezőt szintén három esetre határozzuk meg, szigeteletlen, teljes 6cm szigetelés és a megadott kialakítású szigetelés mellett.

$$q = (\sum A \cdot U + \sum l \cdot Y) / V$$

$$q_{szigeteletlen} = \frac{\sum AU - \frac{Q_{sd}}{72}}{V} = \frac{82 + 80 \cdot 1,2831 \cdot 1,4 - \frac{1450}{72}}{156} = 1,3178 \frac{W}{m^3 K}$$

$$q_{6cm \text{ szigeteléssel}} = \frac{\sum AU - \frac{Q_{sd}}{72}}{V} = \frac{82 + 80 \cdot 0,4387 \cdot 1,3 - \frac{1450}{72}}{156} = 0,6890 \frac{W}{m^3 K}$$

$$q_{tényleges \text{ szigeteléssel}} = \frac{\sum AU - \frac{Q_{sd}}{72}}{V} = \frac{82 + 80 \cdot 0,5049 \cdot 1,3 - \frac{1450}{72}}{156} = 0,7332 \frac{W}{m^3 K}$$

## ÉPFIZ 1 feladat megoldása

Határozzuk meg a fajlagos hővesztéstényező követelményértékét.

$$q = 0,086 + 0,38 * \frac{\sum A}{V} = 0,086 + 0,38 * \frac{360 + 140 + 250 + 250}{1600} = 0,3235 \text{ W/m}^3 \text{K}$$

Számítsuk ki a többi szerkezetre a  $\sum A U$  értéket, figyelembe véve az egyes szerkezetekre a hőhíd és a hőmérsékleti korrekciót. A homlokzati fal a  $400/500=0,8$  érték alapján közepesen hőhidas kategóriába tartozik.

$$\sum_{\substack{\text{padlásfödém} \\ \text{nélkül}}} AU = 360 * 0,4 * 1,3 + 140 * 1,5 + 250 * 0,5 * 1,2 * 0,5 = 472,2 \text{ W/K}$$

A megengedett érték alapján a  $\sum A U$  visszaszámítása.

$$q = \frac{\sum AU - \frac{Q_{sd}}{72}}{V}$$

A sugárzási nyereségek elhagyásával a képletet átrendezve:

$$\sum AU = q * V = 0,3235 * 1600 = 517,6 \text{ W/K}$$

A padlásfödémre eső rész tehát  $517,6 - 472,2 = 45,4 \text{ W/K}$ .

Ebből a szükséges hőátbocsátási tényező, figyelembe véve ismét a hőhidasság miatti növelést és a hőmérséklet korrekciót is.

$$U = \frac{AU}{A * 1,1 * 0,9} = \frac{45,4}{250 * 1,1 * 0,9} = 0,1834 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

A rétegek szükséges összes hővezetési ellenállása ez alapján:

$$\sum R = \frac{1}{U} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e} = \frac{1}{0,1834} - \frac{1}{12} - \frac{1}{10} = 5,268 \text{ m}^2 \text{K/W}$$

A szükséges rétegvastagság:

$$d = \left( \sum R - R_1 \right) * \lambda = (5,268 - 0,3) * 0,04 = 0,1987 \text{ m}$$

Tehát a szükséges vastagság 20 cm.

## KÖLTSEGHATÉKONYSÁG-1 feladat megoldása

Kiindulási állapotra számítsuk ki a  $\sum A U$  értéket, figyelembe véve az egyes szerkezetekre a hőhíd és a hőmérsékleti korrekciót.

| Szerkezet   | A   | U    | Korrekciók | A*U*c |
|-------------|-----|------|------------|-------|
| Fal         | 100 | 0,75 | 1,4        | 105   |
| Nyílászárók | 20  | 1,6  | -          | 32    |
| Padlásfödém | 100 | 0,95 | 1,1*0,9    | 94    |
| Pincefödém  | 100 | 0,6  | 1,2*0,5    | 36    |
| Összesen    | 320 |      |            | 267   |

A sugárzási nyereség számítása.

$$Q_{sd} = \varepsilon * A_{\ddot{u}} * g * Q_{tot} = 0,75 * 20 * 0,8 * 0,65 * 100 = 780 \text{ kWh/a}$$

A fajlagos hővesztésgtényező számítása:

$$q = \frac{\sum AU - \frac{Q_{sd}}{72}}{V} = \frac{267 - \frac{780}{72}}{270} = 0,949 \text{ W/m}^3\text{K}$$

A fűtés nettó hőenergia igénye, fajlagos értéke.

$$Q_F = HV(q + 0,35 * n)\sigma - Z_F A_N q_b = 72 * 270 * (0,949 + 0,35 * 0,5) * 0,9 - 4,4 * 100 * 5 = 17464,6 \text{ kWh/a}$$

$$q_f = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{17464,6}{100} = 174,646 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A fűtési rendszer földgáz illetve elektromos energia fogyasztása.

$$E_{F,földgáz} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) * C_k * A_N = (174,646 + 9,6 + 10,3 + 0) * 1,14 * 100 = 22178 \text{ kWh/a}$$

$$E_{F,vill} = (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) * A_N = (2,22 + 0 + 0,79) * 100 = 301 \text{ kWh/a}$$

Eredeti állapot energiaköltsége  $22178*20 + 301*50 = 458616 \text{ Ft/a}$ .

A felújított állapothoz tartozó hőátbocsátási tényezők számítása, azok alapján az új  $\sum A U$  érték.

| Szerkezet   | A   | U                            | Korrekciók | A*U*c |
|-------------|-----|------------------------------|------------|-------|
| Fal         | 100 | $1/(1/0,75+0,1/0,04)=0,261$  | 1,3        | 33,9  |
| Nyílászárók | 20  | 0,85                         | -          | 17    |
| Padlásfödém | 100 | $1/(1/0,95+0,15/0,04)=0,208$ | 1,1*0,9    | 20,6  |
| Pincefödém  | 100 | $1/(1/0,6+0,1/0,036)=0,225$  | 1,1*0,5    | 13,5  |
| Összesen    | 320 |                              |            | 85    |

A sugárzási nyereség számítása.

$$Q_{sd} = \varepsilon * A_{\ddot{u}} * g * Q_{tot} = 0,75 * 20 * 0,8 * 0,55 * 100 = 660 \text{ kWh/a}$$

A fajlagos hővesztésgtényező számítása:

$$q = \frac{\sum AU - \frac{Q_{sd}}{72}}{V} = \frac{85 - \frac{660}{72}}{270} = 0,281 \text{ W/m}^3\text{K}$$

A fűtés nettó hőenergia igénye, fajlagos értéke.

$$Q_F = HV(q + 0,35 * n)\sigma - Z_F A_N q_b = 72 * 270 * (0,281 + 0,35 * 0,5) * 0,9 - 4,4 * 100 * 5 \\ = 5777,2 \text{ kWh/a}$$

$$q_f = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{6664}{100} = 57,772 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**A fűtési rendszer földgáz illetve elektromos energia fogyasztása.**

$$E_{F,\text{földgáz}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) * C_k * A_N = (57,772 + 9,6 + 10,3 + 0) * 1,14 * 100 \\ = 8854,6 \text{ kWh/a}$$

$$E_{F,\text{vill}} = (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) * A_N = (2,22 + 0 + 0,79) * 100 = 301 \text{ kWh/a}$$

**Felújított állapot energiaköltsége  $8854,6 * 20 + 301 * 50 = 192143$  Ft/a.**

**A költségmegtakarítás  $458616 - 192143 = 266473$  Ft/a**

**A beruházás költsége  $100 * 13e + 100 * 2,5e + 20 * 65e + 100 * 7e = 3550$  eFt.**

**A beruházás megtérülési ideje  $3550000 / 266473 = 13,3$  év.**

## SZ6-1 feladat megoldása

A sugárzási nyereség meghatározása.

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\bar{u}} I_g = 0,75 * (20 * 0,75 * 27 * 0,65 + 24 * 0,75 * 96 * 0,65 + 64 * 0,75 * 50 * 0,65) \\ = 2210 \text{ W}$$

A  $\sum AU + \sum l\Psi$  érték számítása, figyelembe véve az egyes szerkezetekre a hőhíd és a hőmérsékleti korrekciót.

| Szerkezet   | A vagy l | U vagy $\psi$ | Korrekciók | A*U*c |
|-------------|----------|---------------|------------|-------|
| Fal         | 310      | 0,22          | 1,2        | 81,8  |
| Ablak       | 108      | 1,1           | -          | 118,8 |
| Ajtó        | 2,4      | 1,8           | -          | 4,3   |
| Padlásfödém | 1000     | 0,15          | 1,1*0,9    | 148,5 |
| Padló       | 140      | 0,85          | -          | 119   |
| Összesen    | 1560,4   |               |            | 472,4 |

Téli egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számítása.

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N q_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35nV} + 2 = \frac{2210 + 0 + 1000 * 5}{472,4 + 0,35 * 0,5 * 2700} + 2 = 9,6 \text{ K}$$

A fűtési határhőmérséklet.

$$t_{fh} = t_{\text{átl}} - \Delta t_b = 21 - 9,6 = 11,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A hőfokhíd táblázat részlete.

| $t_{fh}$ | $Z_F$  | $H_{20}$ |
|----------|--------|----------|
| 10       | 4073,3 | 66791,5  |
| 11       | 4361,3 | 69383,5  |
| 12       | 4615,7 | 71418,7  |
| 13       | 4886,9 | 73317,1  |

A táblázat alapján lineáris interpolációval adódó értékek.

$$Z_{F;11,4} = Z_{F;11} * 0,6 + Z_{F;12} * 0,4 = 4361,3 * 0,6 + 4615,7 * 0,4 = 4463 \text{ h}$$

$$H_{20;11,4} = H_{20;11} * 0,6 + H_{20;12} * 0,4 = 69383,5 * 0,6 + 71418,7 * 0,4 = 70198 \text{ hK}$$

A tényleges hőfokhíd.

$$H = H_{20} - (20 - t_{\text{átl}})Z_F = 70198 - (20 - 21) * 4463 = 74661 \text{ hK}$$

### SZ7-1 feladat megoldása

A fűtési energiaigény fajlagos értékének számítása az első lakástípusra. A táblázati értékeket a 65 m<sup>2</sup>-hez tartozó értékekkel vesszük fel.

$$\begin{aligned} E_{F1} &= (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t})C_k e_f + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v})e_v \\ &= (130 + 5,5 + 0 + 0) * 1,40 * 1 + (0 + 0 + 0) * 2,5 = 189,7 \text{ kWh/m}^2\text{a} \end{aligned}$$

A fűtési energiaigény fajlagos értékének számítása a második lakástípusra. A táblázati értékeket a 24\*84=2016 m<sup>2</sup>-hez tartozó értékekkel vesszük fel.

$$\begin{aligned} E_{F2} &= (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t})C_k e_f + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v})e_v \\ &= (130 + 9,6 + 3,4 + 0) * 1,16 * 1 + (0,34 + 0 + 0,18) * 2,5 = 167,18 \text{ kWh/m}^2\text{a} \end{aligned}$$

A teljes épületre az alapterületekkel súlyozott átlag számítása.

$$E_F = \frac{(E_{F1}A_{N1} + E_{F2}A_{N2})}{(A_{N1} + A_{N2})} = \frac{189,7 * 780 + 167,18 * 2016}{780 + 2016} = 173,46 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

### SZ8-1 feladat megoldása

A H MV energiaigény fajlagos értékének számítása az első lakástípusra. A táblázati értékeket a 65 m<sup>2</sup>-hez tartozó értékekkel vesszük fel.

$$\begin{aligned} E_{H MV1} &= q_{H MV} \left( 1 + \frac{q_{H MV,v}}{100} + \frac{q_{H MV,t}}{100} \right) C_k e_{H MV} + (E_C + E_K) e_v \\ &= 30 * \left( 1 + \frac{0}{100} + \frac{20}{100} \right) * 1 * 1,8 + (0 + 0) * 2,5 = 64,8 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} \end{aligned}$$

A H MV energiaigény fajlagos értékének számítása a második lakástípusra. A táblázati értékeket a 30\*84=3300 m<sup>2</sup>-hez tartozó értékekkel vesszük fel.

$$\begin{aligned} E_{H MV2} &= q_{H MV} \left( 1 + \frac{q_{H MV,v}}{100} + \frac{q_{H MV,t}}{100} \right) C_k e_{H MV} + (E_C + E_K) e_v \\ &= 30 * \left( 1 + \frac{13}{100} + \frac{4}{100} \right) * 1,09 * 1 + (0,14 + 0,069) * 2,5 = 38,78 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} \end{aligned}$$

A teljes épületre az alapterületekkel súlyozott átlag számítása.

$$E_{H MV} = \frac{(E_{H MV1} A_{N1} + E_{H MV2} A_{N2})}{(A_{N1} + A_{N2})} = \frac{64,8 * 780 + 38,78 * 3300}{780 + 3300} = 44,93 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$$

### EG 1/A feladat megoldása

A HMV energiaigény fajlagos értékének számítása. A táblázati értékeket a 150 m<sup>2</sup>-hez tartozó értékekkel vesszük fel.

$$\begin{aligned} E_{HMV} &= q_{HMV} \left( 1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100} \right) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_K) e_v \\ &= 30 * \left( 1 + \frac{19}{100} + \frac{17}{100} \right) * \left( 0,26 * 0,4 * \left( \frac{2}{3} * 2,5 + \frac{1}{3} * 1,8 \right) + 1 * 0,6 * 0 \right) \\ &\quad + (0,82 + 0) * 2,5 = 11,67 \text{ kWh/a} \end{aligned}$$

## EG 2/B feladat megoldása

A talajon lévő padló felülete  $7 \cdot 11 = 77 \text{ m}^2$ , a kerülete  $2 \cdot (7+11) = 36 \text{ m}$ . A többi felület összege  $7 \cdot 11 + 2 \cdot (7 \cdot 12) + 2 \cdot (11 \cdot 12) = 509 \text{ m}^2$ . Az épület térfogata  $7 \cdot 11 \cdot 12 = 924 \text{ m}^3$ . A négy szint teljes alapterülete  $4 \cdot 7 \cdot 11 = 308 \text{ m}^2$ .

A fajlagos hővesztéstényező számítása.

$$q = \frac{\sum AU + \sum l\Psi - \frac{Q_{sd}}{72}}{V} = \frac{509 \cdot 0,45 + 36 \cdot 1,25 - \frac{0}{72}}{924} = 0,2966 \text{ W/m}^3\text{K}$$

A fűtés nettó hőenergia igénye, fajlagos értéke.

$$\begin{aligned} Q_F &= HV(q + 0,35 \cdot n(1 - \eta_r))\sigma - Z_F A_N q_b \\ &= 72 \cdot 924 \cdot (0,2966 + 0,35 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,6)) \cdot 0,9 - 4,4 \cdot 308 \cdot 5 \\ &= 15174 \text{ kWh/a} \end{aligned}$$

$$q_f = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{15174}{308} = 49,27 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

### EG 3/C feladat megoldása

A talajon lévő padló felülete  $12 \cdot 14 = 168 \text{ m}^2$ , a kerülete  $2 \cdot (12+14) = 52 \text{ m}$ . A többi felület összege  $12 \cdot 14 + 2 \cdot (12 \cdot 14) + 2 \cdot (14 \cdot 14) = 896 \text{ m}^2$ . Az épület térfogata  $12 \cdot 14 \cdot 14 = 2352 \text{ m}^3$ . A négy szint teljes alapterülete  $4 \cdot 12 \cdot 14 = 672 \text{ m}^2$ .

A légtechnika a teljes 4400 órából  $4400 \cdot 6 \cdot 10 / 168 = 1571$  órát üzemel.

A fajlagos hővesztésgtényező számítása.

$$q = \frac{\sum AU + \sum l\Psi - \frac{Q_{sd}}{72}}{V} = \frac{896 \cdot 0,35 + 52 \cdot 1,3 - \frac{0}{72}}{2352} = 0,162 \text{ W/m}^3\text{K}$$

A fűtés nettó hőenergia igénye, fajlagos értéke.

$$\begin{aligned} Q_F &= HV \left( q + 0,35 \cdot n_{inf} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} + 0,35 \cdot n_{LT} (1 - \eta_r) \frac{Z_{LT}}{Z_F} \right) \sigma - Z_F A_N q_b \\ &= 72 \cdot 2352 \cdot \left( 0,162 + 0,35 \cdot 0,3 \cdot \frac{4400 - 1571}{4400} + 0,35 \cdot 2 \cdot (1 - 0,65) \cdot \frac{1571}{4400} \right) \\ &\quad \cdot 0,8 - 4,4 \cdot 672 \cdot 7 = 22246 \text{ kWh/a} \end{aligned}$$

$$q_f = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{22246}{672} = 33,10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A fűtési rendszer fajlagos energiaigénye.

$$\begin{aligned} E_F &= (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) C_k e_f + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v \\ &= (33,10 + 9,6 + 0,5 + 0) \cdot 0,19 \cdot 1,8 + (0,83 + 0 + 0) \cdot 2,5 = 16,85 \text{ kWh/a} \end{aligned}$$