

## Szükséges szigetelési vastagság számítása (A1 feladat)

Számítsa ki, hogy milyen hőátbocsátási tényezőjű (X) padlásfödém tervezése szükséges ahhoz, hogy az épület fajlagos hőveszteségtényezője pontosan megfeleljen a fajlagos hőveszteségtényező követelményének! (egyszerűsített számítás sugárzási nyereségek számítása nélkül).

Ezt követően számítsa ki, hány cm vastag 0,04 W/mK átlagos (eredő) hővezetési tényezőjű hőszigetelés szükséges a számított hőátbocsátási tényező eléréséhez, ha a többi szerkezeti réteg hővezetési ellenállása összesen 0,30 m<sup>2</sup>K/W (hőátadási tényezők: 10 és 12 W/m<sup>2</sup>K). A számított vastagságot kerekítse fel egész cm-re.

Lehűlő felületek (A, m<sup>2</sup>):

- Homlokzat: 500
- Homlokzati fal (hőszigetetlen): 360
- Homlokzati üvegezett nyílászárók: 140
- Padlásfödém: 250
- Pincefödém (szerkezeten belüli hőszigeteléssel, fűtetlen pincetér felett): 250

Rétegtervi hőátbocsátási tényezők (U, W/m<sup>2</sup>K):

- Homlokzati fal: 0,40
- Homlokzati üvegezett nyílászárók: 1,50
- Padlásfödém: X
- Pincefödém: 0,50

Hőhidak hossza (m): Homlokzati fal: 400

Fűtött épülettérfogat: V = 1600 m<sup>3</sup>

### Feladat megoldása

#### Az épület geometriai jellemzőjének számítása

Lehűlő összfelület:  $\sum A = 500 + 250 + 250 = 1000 \text{ m}^2$

$\sum A/V = 1000/1600 = 0,625 \text{ m}^2/\text{m}^3$

#### A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke:

$A/V \leq 0,3$   $q_m = 0,2$  W/m<sup>3</sup>K

$0,3 \leq A/V \leq 1,3$   $q_m = 0,086 + 0,38 (\sum A/V)$  W/m<sup>3</sup>K

$A/V \geq 1,3$   $q_m = 0,58$  W/m<sup>3</sup>K

$q_m = 0,086 + 0,38 \cdot \sum A/V = 0,086 + 0,38 \cdot 0,625 = 0,3235 \text{ W/m}^3\text{K}$

#### Az épület hőveszteségtényezőjének számítása a sugárzási nyereségek számítása nélkül

$$q = \frac{1}{V} \cdot \left( \sum A \cdot U_R + \sum l \cdot \Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72} \right) [W / m^3 K]$$

Mivel egyszerűsített számítás a feladat, az összefüggés így módosul:

$$q = \frac{1}{V} \cdot \sum A \cdot U_R [W / m^3 K]$$

$U_R$  - a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényezővel ( $\chi$ ) módosított rétegtervi hőátbocsátási tényező:

$U_R = U (1 + \chi)$

## Rétegtervi hőátbocsátási tényezők korrekciója

1 m<sup>2</sup>-re jutó hőhid hossza a fal esetén:  $400 \text{ m} / 500 \text{ m}^2 = 0,8 \text{ m/m}^2$

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet II/2. táblázat

| Épülethatároló szerkezetek                 | A hőhidak hosszának fajlagos mennyisége (fm/m <sup>2</sup> ) |                 |              |
|--|--|-----------------|--------------|
|  | Épülethatároló szerkezet besorolása                          |                 |              |
|  | gyengén hőhid  | közepesen hőhid | erősen hőhid |
| Külső falak                                | < 0,8  | 0,8 – 1,0       | > 1,0        |
| Lapostetők                                 | < 0,2  | 0,2 – 0,3       | > 0,3        |
| Beépített tetőtereket határoló szerkezetek | < 0,4  | 0,4 – 0,5       | > 0,5        |

A külső fal besorolása **közepesen hőhid**.

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet II/1. táblázat

| Épülethatároló szerkezetek  |   |                                 | A hőhidak hatását<br>kifejező korrekciós<br>tényező<br>$\chi$ |
|---|---|---------------------------------|---|
| Külső falak   | külső oldali, vagy szerkezeten<br>belüli megszakítatlan hőszigeteléssel | gyengén hőhidas <sup>1)</sup>   | 0,15  |
|   |   | közepesen hőhidas <sup>1)</sup> | 0,20  |
|   |   | erősen hőhidas <sup>1)</sup>    | 0,30  |
|   | egyéb külső falak   | gyengén hőhidas <sup>1)</sup>   | 0,25  |
|   |   | közepesen hőhidas <sup>1)</sup> | 0,30  |
|   |   | erősen hőhidas <sup>1)</sup>    | 0,40  |
| Lapostetők  | gyengén hőhidas <sup>2)</sup>   | 0,10                            |   |
|   | közepesen hőhidas <sup>2)</sup>   | 0,15                            |   |
|   | erősen hőhidas <sup>2)</sup>  | 0,20                            |   |
| Beépített tetőteret határoló szerkezetek  | gyengén hőhidas <sup>3)</sup>   | 0,10                            |   |
|   | közepesen hőhidas <sup>3)</sup>   | 0,15                            |   |
|   | erősen hőhidas <sup>3)</sup>  | 0,20                            |   |
| Padlásfödémek <sup>4)</sup>   |   |                                 | 0,10  |
| Árkádfödémek <sup>4)</sup>  |   |                                 | 0,10  |
| Pincefödémek  | szerkezeten belüli hőszigeteléssel <sup>4)</sup>                        | 0,20                            |   |
|   | alsó oldali hőszigeteléssel <sup>4)</sup>                               | 0,10                            |   |
| Fűtött és fűtetlen terek közötti falak, fűtött pincetereket határoló, külső oldalon hőszigetelt falak |   |                                 | 0,05  |

Hőmérsékleti korrekciót kell alkalmazni. Egyszerűsített számítást választunk

a padlásfödémre 0,9

a pincefödémre 0,5

$$U_{Rfal} = 0,4 \cdot (1 + 0,3) = 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{Rpad} = X \cdot (1 + 0,1)$$

$$U_{Rpi} = 0,5 \cdot (1 + 0,2) = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### A hővesztésgtényező számított értéke

$$q = \sum A \cdot U_R / V = (U_{Rf\grave{a}l} \cdot A_{f\grave{a}l} + U_{Rpad} \cdot A_{pad} \cdot 0,9 + U_{Rpir}^* \cdot A_{pir} \cdot 0,5 + U_{Rnyz} \cdot A_{nyz}) / V$$

$$q = (0,52 \cdot 360 + X \cdot (1 + 0,1) \cdot 250 \cdot 0,9 + 0,6 \cdot 250 \cdot 0,5 + 1,50 \cdot 140) / 1600$$

$$q = (187,2 + X \cdot 247,5 + 75 + 210) / 1600 = 0,3235 \text{ W/m}^3\text{K}$$

A padlásfödém hőátbocsátási tényezője:  $X = 0,1834 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Szükséges szigetelési vastagság számítása

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{R_e}$$

$$R_e = \frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{0,1834} = \frac{1}{12} + 0,3 + \frac{d}{0,04} + \frac{1}{10}$$

$$d = 0,1987 \text{ m} \cong 20 \text{ cm}$$

## HMV primer energiaigény számítása (B1 feladat)

Határozza meg egyszerűsített számítással az adott  $A_N=105 \text{ m}^2$  alapterületű lakóépület (családi ház) folyamatos melegvízellátása primer energia igényét, a végeredménynél számológépéből kiadódó 4 tizedes jegy pontossággal!

A HMV ellátás jellemzői:

- 50 %-ban az áramszolgáltatótól nyert villamos árammal üzemelő hőszivattyúval (a távozó levegő felhasználásával), külön villamos segédenergia beszámítás nélkül
- 50 %-ban villamos segédenergia nélküli napkollektoros hőenergia felhasználással
- cirkulációval, elosztással, a fűtött téren belül
- indirekt tárolóval a fűtött téren belül
- a villamos fogyasztások 2/3-része csúcsidőben, 1/3 része csúcsidőn kívül történik, ez a primer-energia átalakítási tényező meghatározásához figyelembe veendő!
- a tárolási veszteséget, valamint az elosztási és cirkulációs vezeték fajlagos energia igényét a HMV teljes nettó hőenergia igényére számítjuk!

### Feladat megoldása

#### A HMV rendszer fajlagos energiaigénye

$$E_{HMV} = q_{HMV} \cdot \left( 1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100} \right) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_C + E_K) e_v$$

#### Tervezési adatok

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 3. melléklet IV.1. táblázat

| Az épület rendeltetése          | Légcsere-szám fűtési idényben [1/h] |     |     | Használati melegvíz nettó hőenergia igénye [kWh/m <sup>2</sup> a] | Világítás energia igénye [kWh/m <sup>2</sup> a] | Világítási energia igény korrekciós szorzó $\psi^4)$ | Szakaszos üzem korrekciós szorzó $\sigma^5)$ | Belső hőnyereség átlagos értéke [W/m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|---|---|--|--|---|
|                                 | 1)                                  | 2)  | 3)  |   |   |  |  |   |
| Lakóépületek <sup>6)</sup>      | 0,5                                 |     |     | 30  | (8) <sup>9)</sup>                               | -  | 0,9  | 5   |
| Irodaépületek <sup>7)</sup>     | 2                                   | 0,3 | 0,8 | 9   | 22  | 0,7  | 0,8  | 7   |
| Oktatási épületek <sup>8)</sup> | 2,5                                 | 0,3 | 0,9 | 7   | 12  | 0,6  | 0,8  | 9   |

#### Hőszivattyú teljesítménytényezője

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VII.2. táblázat

| Hőforrás                     |   | Teljesítménytényező $C_K [-]$ |
|------------------------------|---|-------------------------------|
| Elektromos fűtőpatron        |   | 1,00                          |
| Átfolyós vízmelegítő, tároló |   | 1,00                          |
| Hőszivattyú HMV készítésre   | Távozó levegő   | 0,26                          |
|                              | Távozó levegő/Friss levegő hővisszanyerő $\eta_r=0,6$ | 0,29                          |
|                              | Távozó levegő/Friss levegő hővisszanyerő $\eta_r=0,8$ | 0,31                          |
|                              | Pince levegő  | 0,33                          |

Hőszivattyú segédenergia igénye a kiírás értelmében  $E_K=0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Napkollektor teljesítménytényezője érdektelen, a megújuló energia miatt 0 szorzóval szorozzuk. Legyen  $C_K=1$

Napkollektor segédenergia igénye a kiírás értelmében  $E_K=0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

## Az elosztás fajlagos vesztesége, a cirkuláció segédenergia igénye

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VII.6. táblázat

| Alap-<br>terület<br>$A_N$<br>[m <sup>2</sup> ] | Az elosztás hővesztesége a nettó melegvíz készítési hőigény százalékában |                                  |                                  |                                  |
|--|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|  | Cirkulációval  |                                  | Cirkuláció nélkül                |                                  |
|  | Elosztás a fűtött<br>téren kívül   | Elosztás a fűtött<br>téren belül | Elosztás a fűtött<br>téren kívül | Elosztás a fűtött<br>téren belül |
|  | %  | %                                | %                                | %                                |
| 100  | 28   | 24                               | 13                               | 10                               |
| 150  | 22   | 19                               |                                  |                                  |
| 200  | 19   | 17                               |                                  |                                  |
| 300  | 17   | 15                               |                                  |                                  |
| 500  | 14   | 13                               |                                  |                                  |
| 750  | 13   | 12                               |                                  |                                  |
| >750   | 13   | 12                               |                                  |                                  |

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VII.7. táblázat

| $A_N$<br>[m <sup>2</sup> ] | Fajlagos segédenergia igény<br>[kWh/m <sup>2</sup> a] |
|----------------------------|---|
| 100                        | 1,14  |
| 150                        | 0,82  |
| 200                        | 0,66  |
| 300                        | 0,49  |
| 500                        | 0,34  |
| 750                        | 0,27  |
| 1000                       | 0,22  |
| 1500                       | 0,18  |
| 2500                       | 0,14  |
| 5000                       | 0,11  |
| >5000                      | 0,10  |

## A hőtárolás fajlagos vesztesége

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VII.4. táblázat

| Alap-<br>terü-<br>let<br>$A_N$<br>[m <sup>2</sup> ] | A tárolás hővesztesége a nettó melegvízkészítési hőigény százalékában |  |  |                    |
|---|---|--|--|--------------------|
|   | A tároló a fűtött légtéren belül                                      |  |  |                    |
|   | Indirekt fűtésű<br>tároló   | Csúcson kívüli árammal<br>működő elektromos bojler | Nappali árammalműködő<br>elektromos bojler | Gázüzemű<br>bojler |
|   | %   | %  | %  | %                  |
| 100   | 24  | 20   | 13   | 78                 |
| 150   | 17  | 16   | 10   | 66                 |
| 200   | 14  | 14   | 8  | 58                 |
| 300   | 10  | 12   | 7  | 51                 |
| 500   | 7   | 8  | 6  | 43                 |
| >500  | 5   | 6  | 5  | 35                 |

## A primer energia átalakítási tényezők

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 3. melléklet V.1. táblázat

| Energia   | e    |
|---|------|
| elektromos áram   | 2,50 |
| csúcson kívüli elektromos áram  | 1,80 |
| földgáz   | 1,00 |
| tüzelőolaj  | 1,00 |
| szén  | 1,00 |
| megújuló: tűzifa, biomassza, biomasszából közvetve vagy közvetlenül előállított energia, a biogázok energiája, fapellet, agripellet | 0,60 |
| megújuló: nap-, szél-, hullám energia, vízenergia, a geotermikus, hidrotermikus, légtermikus energia                                | 0,00 |

## A HMV rendszer fajlagos energiaigénye

$$E_{HMV} = q_{HMV} \cdot \left( 1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100} \right) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_C + E_K) e_v$$

$$E_{HMV} = 30 \cdot \left( 1 + \frac{24}{100} + \frac{24}{100} \right) \cdot \left( 0,26 \cdot 0,5 \cdot \left( \frac{2}{3} \cdot 2,5 + \frac{1}{3} \cdot 1,8 \right) + 1 \cdot 0,5 \cdot 0 \right) + (1,14 + 0) \cdot 2,5$$

$$E_{HMV} = 15,93 \text{ kWh} / a$$

## Fűtés primer energiaigény számítása (B2 feladat)

Egy lakóépületben 4 db 140 m<sup>2</sup>-es lakás hőellátását a fűtetlen alagsorban elhelyezett széntüzelésű 90/70 °C hőlépcsőjű központi fűtéses kazán biztosítja. Az állandó hőmérsékletű fűtési rendszerben központi szabályozó van beépítve. A keringtetést állandó fordulátú szivattyú biztosítja. Az épület fajlagos nettó fűtési energiaigénye:  $q_F = 150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . A rendszerben nincs hőtároló.

Állapítsa meg, hogy

- széntüzeléses
- fatüzelésű, szabályozott
- pellet tüzelésű, ventilátorral, elektromos gyújtással ellátott

központi fűtéses kazán esetében lesz-e kedvezőbb a fajlagos fűtési primer energiaigény.

### Feladat megoldása

#### A fűtési rendszer fajlagos energiaigénye

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

#### A hőtermelők adatai

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.5. táblázat

| Szilárdtüzelésű kazán | Fatüzelésű kazán | Pellettüzelésű kazán | Faelgázosító kazán |
|-----------------------|------------------|----------------------|--------------------|
| 1,85                  | 1,75             | 1,49                 | 1,2                |

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.6. táblázat

| Alapterületig $A_N [\text{m}^2]$ | Szilárdtüzelésű kazán (szabályozó nélkül) | Fatüzelésű kazán (szabályozóval) | Pellet-tüzelésű kazán (Ventilátorral/elektromos gyújtással) |
|----------------------------------|---|----------------------------------|---|
| 100                              | 0   | 0,19                             | 1,96  |
| 150                              | 0   | 0,13                             | 1,84  |
| 200                              | 0   | 0,10                             | 1,78  |
| 300                              | 0   | 0,07                             | 1,71  |
| 500                              | 0   | 0,04                             | 1,65  |

#### Az elosztás fajlagos vesztesége

A rendszer által kiszolgált alapterület:  $4 \cdot 140 = 560 \text{ m}^2$

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.7. táblázat

| Alapterület $A_N [\text{m}^2]$ | A hőelosztás veszteségei $q_{f,v} [\text{kWh/m}^2\text{a}]$<br>Vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren kívül |         |         |         |
|--------------------------------|---|---------|---------|---------|
|                                | 90/70°C   | 70/55°C | 55/45°C | 35/28°C |
| 100                            | 13,8  | 10,3    | 7,8     | 4,0     |
| 150                            | 10,3  | 7,7     | 5,8     | 2,9     |
| 200                            | 8,5   | 6,3     | 4,8     | 2,3     |
| 300                            | 6,8   | 5,0     | 3,7     | 1,8     |
| 500                            | 5,4   | 3,9     | 2,9     | 1,3     |
| >500                           | 4,6   | 3,4     | 2,5     | 1,1     |

## A keringtetés fajlagos vesztesége

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.9. táblázat

| Alap-<br>terület<br>$A_N$<br>[m <sup>2</sup> ] | Fordulatszám szabályozású szivattyú |                     |                     |                          | Állandó fordulatu szivattyú |                     |                     |                          |
|--|-------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
|  | Szabad fűtőfelületek                |                     |                     | Beágyazott fűtőfelületek | Szabad fűtőfelületek        |                     |                     | Beágyazott fűtőfelületek |
|  | 20 K<br>90/70<br>°C                 | 15 K<br>70/55<br>°C | 10 K<br>55/45<br>°C | 7 K                      | 20 K<br>90/70<br>°C         | 15 K<br>70/55<br>°C | 10 K<br>55/45<br>°C | 7 K                      |
| 100  | 1,69                                | 1,85                | 1,98                | 3,52                     | 2,02                        | 2,22                | 2,38                | 4,22                     |
| 150  | 1,12                                | 1,24                | 1,35                | 2,40                     | 1,42                        | 1,56                | 1,71                | 3,03                     |
| 200  | 0,86                                | 0,95                | 1,06                | 1,88                     | 1,11                        | 1,24                | 1,38                | 2,44                     |
| 300  | 0,61                                | 0,68                | 0,78                | 1,39                     | 0,81                        | 0,91                | 1,04                | 1,85                     |
| 500  | 0,42                                | 0,48                | 0,57                | 1,01                     | 0,57                        | 0,65                | 0,78                | 1,38                     |
| 750  | 0,33                                | 0,38                | 0,47                | 0,83                     | 0,45                        | 0,52                | 0,64                | 1,14                     |
| 1000   | 0,28                                | 0,33                | 0,42                | 0,74                     | 0,39                        | 0,46                | 0,58                | 1,02                     |
| 1500   | 0,23                                | 0,28                | 0,37                | 0,65                     | 0,33                        | 0,39                | 0,51                | 0,90                     |
| 2500   | 0,20                                | 0,24                | 0,33                | 0,58                     | 0,28                        | 0,34                | 0,46                | 0,81                     |
| 5000   | 0,17                                | 0,22                | 0,30                | 0,53                     | 0,24                        | 0,30                | 0,42                | 0,74                     |
| 10000  | 0,16                                | 0,20                | 0,28                | 0,50                     | 0,22                        | 0,28                | 0,40                | 0,70                     |

## A szabályozás pontatlansága miatti veszteség

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.10. táblázat

| Rendszer   | Szabályozás   | $q_{f,h}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> a] | Megjegyzések   |
|--|---|-------------------------------------|--|
| Vízfűtés<br>Kétsőves<br>radiátoros<br>és beágyazott<br>fűtések | Szabályozás nélkül  | 15,0                                |  |
|  | Épület vagy rendeltetési egység egy központi szabályozóval (pl. szobatermosztáttal) | 9,6                                 |  |
|  | Termosztatikus szelepek és más arányos szabályozók 2 K arányossági sávval           | 3,3                                 |  |
|  | 1 K arányossági sávval  | 1,1                                 |  |
|  | Elektronikus szabályozó   | 0,7                                 | Idő- és hőmérséklet szabályozás PI - vagy hasonló tulajdonsággal |
|  | Elektronikus szabályozó optimalizálási funkcióval                                   | 0,4                                 | Pl. ablaknyitás, jelenlét érzékelés funkciókkal kibővítve        |
| Egysőves<br>fűtések  | Épület vagy rendeltetési egység 1 központi szabályozóval (pl. szobatermosztáttal)   | 9,6                                 | Pl. lakásonkénti vízszintes egysőves rendszer                    |
|  | Időjárásfüggő központi szabályozás helyiségenkénti szabályozás nélkül               | 5,5                                 | Pl. panelépületek átfolyós vagy átkötőszakaszos rendszere        |
|  | Termosztatikus szelepekkel  | 3,3                                 |  |

## A hőtárolás fajlagos vesztesége és a primer energia átalakítási tényezők

Hőtároló nincs, ezért annak fajlagos energiaigénye  $q_{f,t}=0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , és segédenergia igénye  $E_{FT}=0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 3. melléklet V.1. táblázat

| Energia  | e    |
|--|------|
| elektromos áram  | 2,50 |
| csúcson kívüli elektromos áram   | 1,80 |
| földgáz  | 1,00 |
| tüzelőolaj   | 1,00 |
| szén   | 1,00 |
| megújuló: tűzifa, biomassa, biomasszából közvetve vagy közvetlenül előállított energia, a biogázok energiája, fapellet, agripellet | 0,60 |
| megújuló: nap-, szél-, hullám energia, vízenergia, a geotermikus, hidrotermikus, légtermikus energia                               | 0,00 |

## A fűtési rendszer fajlagos energiaigénye

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v})e_v$$

### Széntüzeléses kazánnal

$$E_F = (150+9,6+4,6+0) \cdot (1,85 \cdot 1 \cdot 1) + (0,57+0+0) \cdot 2,5 = 305,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

### Fatüzelésű, szabályozott kazánnal

$$E_F = (150+9,6+4,6+0) \cdot (1,75 \cdot 1 \cdot 0,6) + (0,57+0+0,04) \cdot 2,5 = 173,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

### Pellet tüzelésű, ventilátorral, elektromos gyújtással ellátott kazánnal

$$E_F = (150+9,6+4,6+0) \cdot (1,49 \cdot 1 \cdot 0,6) + (0,57+0+1,65) \cdot 2,5 = 152,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A pellet tüzelésű, ventilátorral, elektromos gyújtással ellátott kazánnal lesz a legalacsonyabb a fajlagos primer energiaigény.

## Légtechnikai rendszer fajlagos energiaigénye (C1 feladat)

Számítsa ki az alábbi adatokkal rendelkező épületnél a légtechnikai rendszer fajlagos energiaigényét.

Alapadatok:

Egy 2400 m<sup>3</sup> fűtött térfogatú, 800 m<sup>2</sup> fűtött alapterületű irodaépület szellőző rendszere használati időben n=2 1/h légcsereszámmal üzemel. A befűvő rendszer áramlási ellenállása 450 Pa, az elszívó rendszeré 250 Pa. A befűvő légcsatorna 25 m hosszúságú, NA 600 mm méretű szakasza a fűtetlen padláson halad keresztül, a padlástér átlaghőmérséklete télen +4 °C. A légcsatorna 20 mm hőszigeteléssel rendelkezik. A szellőzőrendszer működési ideje fűtési időben Z<sub>LT</sub>=1833 óra, a teljes évben Z<sub>a,LT</sub>=3650 óra. A befűjt levegő hőmérséklete 24 °C, központilag szabályozva, az épület átlagos belső hőmérséklet 20 °C. A szellőző rendszer η<sub>r</sub>=0,6 hatásfokú hővisszanyerővel rendelkezik. A kalorifer fűtővizét az épület alatti fűtetlen alagsorban elhelyezett hagyományos kazán állítja elő földgáz energiahordozóból. Ugyanez a kazán szolgálja ki a fűtési rendszert, ezért nem kell ismételt a segédenergia felhasználással számolni.

### Feladat megoldása

#### Számítási összefüggés

$$E_{LT} = \{ [Q_{LT,n} \cdot (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v}] \cdot C_k \cdot e_{LT} + (E_{VENT} + E_{LT,s}) \cdot e_v \} \cdot \frac{1}{A_N}$$

#### Légtechnika nettó energiaigénye

$$Q_{LT,n} = 0,35 \cdot V \cdot n_{LT} \cdot (1 - \eta_r) \cdot Z_{LT} \cdot (\bar{t}_{bef} - 4) \quad [kWh/a]$$

$$Q_{LT,n} = 0,35 \cdot 2400 \cdot 2 \cdot (1 - 0,6) \cdot 1,833 \cdot (24 - 4) = 24636 \quad [kWh/a]$$

#### Ventilátor villamos energiaigénye

$$E_{VENT} = \frac{V_{LT} \cdot \Delta p_{LT}}{3600 \cdot \eta_{vent}} \cdot Z_{a,LT} \quad [kWh/a]$$

A rendszer térfogatárama:

$$V_{LT} = V \cdot n_{LT} = 2400 \cdot 2 = 4800 \quad [m^3/h]$$

Ventilátorok összhatásfoka:

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VIII.1. táblázat

|                      | Ventilátor térfogatárama<br>$V_{LT} [m^3/h]$ | Ventilátor összhatásfoka<br>$\eta_{vent} [-]$ |
|----------------------|--|---|
| Nagy ventilátorok    | $10.000 \leq V_{LT}$                         | 0,70  |
| Közepes ventilátorok | $1.000 \leq V_{LT} < 10.000$                 | 0,55  |
| Kis ventilátorok     | $V_{LT} < 1.000$                             | 0,40  |

$$E_{VENT} = \frac{4800 \cdot (450 + 250)}{3600 \cdot 0,55} \cdot 3,65 = 6193,9 [kWh/a]$$

#### Légcsatorna hőleadása

A légcsatorna keresztmetszete:

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \frac{\left(\frac{600}{1000}\right)^2 \cdot \pi}{4} = 0,283 \quad [m^2]$$

Az áramlási sebesség:

$$v = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{\left(\frac{4800}{3600}\right)}{0.283} = 4.7 \quad [m/s]$$

### Egységnyi hosszra vonatkoztatott hőátbocsátási tényező:

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VIII.3. táblázat

| Cső<br>átmérő<br>d [mm] | Szigetelés nélkül                 |      |      | 20 mm hőszigetelés |      |      | 50 mm hőszigetelés |      |      |
|-------------------------|-----------------------------------|------|------|--------------------|------|------|--------------------|------|------|
|                         | Áramlási sebesség $w_{lev}$ [m/s] |      |      |                    |      |      |                    |      |      |
|                         | 2                                 | 4    | 6    | 2                  | 4    | 6    | 2                  | 4    | 6    |
| 100                     | 1,39                              | 1,83 | 2,08 | 0,53               | 0,57 | 0,59 | 0,32               | 0,33 | 0,34 |
| 150                     | 1,95                              | 2,57 | 2,93 | 0,73               | 0,80 | 0,83 | 0,43               | 0,45 | 0,46 |
| 200                     | 2,48                              | 3,28 | 3,74 | 0,94               | 1,03 | 1,06 | 0,53               | 0,56 | 0,57 |
| 300                     | 3,49                              | 4,63 | 5,29 | 1,33               | 1,47 | 1,52 | 0,75               | 0,79 | 0,80 |
| 500                     | 5,49                              | 7,27 | 8,30 | 2,13               | 2,34 | 2,43 | 1,17               | 1,23 | 1,25 |
| 800                     | 8,30                              | 11,0 | 12,5 | 3,29               | 3,63 | 3,78 | 1,79               | 1,88 | 1,92 |
| 1000                    | 10,1                              | 13,4 | 15,3 | 4,05               | 4,48 | 4,66 | 2,20               | 2,32 | 2,37 |
| 1250                    | 12,2                              | 16,2 | 18,5 | 4,99               | 5,52 | 5,76 | 2,71               | 2,86 | 2,92 |
| 1600                    | 15,2                              | 20,1 | 23,0 | 6,29               | 6,97 | 7,28 | 3,42               | 3,61 | 3,69 |

Légcsatorna veszteségtényezője  $f_v=1$ . (fűtetlen téren halad keresztül)

$$U_{k\ddot{o}r} = (0,65 \cdot 2,34 + 0,35 \cdot 2,43) \cdot \frac{2}{3} + (0,65 \cdot 3,63 + 0,35 \cdot 3,78) \cdot \frac{1}{3} = 2,81 \quad [W/mK]$$

$$Q_{LT,v} = U_{k\ddot{o}r} \cdot l_v \cdot (t_{l,k\ddot{o}z} - t_{i,\ddot{a}tl}) \cdot f_v \cdot Z_{LT}$$

$$Q_{LT,v} = 2,81 \cdot 25 \cdot (24 - 4) \cdot 1 \cdot 1,833$$

$$Q_{LT,v} = 2575 \quad [kWh/a]$$

### A szabályozás pontatlansága miatti veszteség

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VIII.2. táblázat

| Rendszer                                  | Hőmérséklet szabályozás módja                                  | $f_{LT,sz}$<br>% | Megjegyzés   |
|---|--|------------------|--|
| 20 °C feletti befűvási hőmérséklet esetén | Helyiségenkénti szabályozás                                    | 5                | Érvényes az egyes helyi (helyiségenkénti) és a központi kialakításokra, függetlenül a levegő melegítés módjától. |
|   | Központi előszabályozással, helyiségenkénti szabályozás nélkül | 10               |  |
|   | Központi és helyiségenkénti szabályozás nélkül                 | 30               |  |
| 20 °C alatti befűvási hőmérséklet esetén  |  | 0                | Pl.: hővisszanyerős rendszer utófűtő nélkül  |

## Kazán teljesítménytényezője

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.1. táblázat

| Alapterület<br>$A_N$ [m <sup>2</sup> ] | Teljesítménytényezők $C_k$ [-]   |                                   |                       | Segédenergia $q_{k,v}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> a] |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|
|  | Állandó<br>hőmérsékletű<br>kazán | Alacsony<br>hőmérsékletű<br>kazán | Kondenzációs<br>kazán |  |
| 100                                    | 1,38                             | 1,14                              | 1,05                  | 0,79   |
| 150                                    | 1,33                             | 1,13                              | 1,05                  | 0,66   |
| 200                                    | 1,30                             | 1,12                              | 1,04                  | 0,58   |
| 300                                    | 1,27                             | 1,12                              | 1,04                  | 0,48   |
| 500                                    | 1,23                             | 1,11                              | 1,03                  | 0,38   |
| 750                                    | 1,21                             | 1,10                              | 1,03                  | 0,31   |
| 1000                                   | 1,20                             | 1,10                              | 1,02                  | 0,27   |
| 1500                                   | 1,18                             | 1,09                              | 1,02                  | 0,23   |
| 2500                                   | 1,16                             | 1,09                              | 1,02                  | 0,18   |
| 5000                                   | 1,14                             | 1,08                              | 1,01                  | 0,13   |
| 10000                                  | 1,13                             | 1,08                              | 1,01                  | 0,09   |

## A primer energia átalakítási tényezők

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 3. melléklet V.1. táblázat

| Energia  | e    |
|--|------|
| elektromos áram  | 2,50 |
| csúcson kívüli elektromos áram   | 1,80 |
| földgáz  | 1,00 |
| tüzelőolaj   | 1,00 |
| szén   | 1,00 |
| megújuló: tűzifa, biomassa, biomasszából<br>közvetve vagy közvetlenül előállított energia,<br>a biogázok energiája, fapellet, agripellet | 0,60 |
| megújuló: nap-, szél-, hullám energia,<br>vízenergia, a geotermikus, hidrotermikus,<br>légtermikus energia                               | 0,00 |

## Légtechnika primer energiaigénye

$$E_{LT} = \left\{ \left[ Q_{LT,n} \cdot (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v} \right] \cdot C_k \cdot e_{LT} + (E_{VENT} + E_{LT,s}) \cdot e_v \right\} \cdot \frac{1}{A_N}$$

$$E_{LT} = \left\{ \left[ 24636 \cdot \left( 1 + \frac{10}{100} \right) + 2575 \right] \cdot 1,21 \cdot 1 + (6193,9 + 0) \cdot 2,5 \right\} \cdot \frac{1}{800}$$

$$E_{LT} = 64,24 \quad [kWh / m^2 a]$$

## Fűtési rendszer fajlagos energiaigénye (C2 feladat)

Számítsa ki az alábbi adatokkal rendelkező épületnél a fűtési rendszer fajlagos energiaigényét.

Alapadatok:

Egy 466 m<sup>2</sup> összterületű társasház kétféle típusú lakásból áll. Az egyik lakás típusból 2 db 65 m<sup>2</sup> alapterületű lakás van az épületben, ezekben a lakásokban szabályozó termosztáttal ellátott parapet konvektorok üzemelnek.

A másik lakás típusból 4 db 84 m<sup>2</sup> alapterületű lakás van az épületben, ezekben a fűtési rendszer közös, a fűtetlen pincében elhelyezett állandó hőmérsékletű kazánról üzemel. A kétsöves fűtési rendszer 70/55 °C hőfoklépcsőjű, állandó fordulató szivattyúval üzemel, a rendszer központi időjárásfüggő szabályozással rendelkezik. Az alapvezetékek a fűtetlen pincetérben vannak kiépítve.

A nettó fűtési energiaigény valamennyi lakásnál az átlagos 130 kWh/m<sup>2</sup>a értékkel veendő figyelembe.

(A táblázati értékek megválasztásánál nem kell interpolálni, használja a közelebbi értéket!)

### Feladat megoldása

#### Számítási összefüggés

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

Mivel az épületben 2 különböző rendszer van, ezért kétszer kell alkalmazni az összefüggést.

### 1. Lakástípus fűtési rendszere

#### Gázkonvektor teljesítménytényezője

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.12. táblázat

| Hőforrás / Fűtőközeg  | Teljesítménytényező<br>$C_k$ [-] |
|---|----------------------------------|
| Elektromos hőszugárzó   | 1,0                              |
| Elektromos hőtárolós kályha   | 1,0                              |
| Cserépkályha  | 1,60                             |
| Kandalló  | 1,80                             |
| Egyedi fűtés kályhával  | 1,90                             |
| Hőmérséklet szabályozó nélküli, vagy csak folyamatos hőmérséklet szabályozásra képes gázkonvektorok (A készülék nem képes a csökkentett gázterhelés állapotából a főgőg kikapcsolt állapotába kapcsolni.)                 | 1,40                             |
| Kombinált hőmérséklet szabályozással ellátott, hagyományos gázkonvektor (A készülék képes a csökkentett gázterhelés állapotából a főgőg kikapcsolt állapotába kapcsolni.)   | 1,32                             |
| Kombinált hőmérséklet szabályozóval ellátott és szakaszos gázkevegő arányszabályozást megvalósító nyílt égésterű, gravitációs kéménybe kötött gázkonvektorok, amelyek csökkentett terhelésen mért hatásfoka legalább 89%. | 1,12                             |
| Kombinált hőmérséklet szabályozóval ellátott és szakaszos gázkevegő arányszabályozást megvalósító külsőfali gázkonvektorok, amelyek csökkentett terhelésen mért hatásfoka legalább 93%.                                   | 1,07                             |

## Szabályozás pontatlansága miatti veszteség

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.13. táblázat

| Rendszer           |                  | Szabályozás              | $q_{f,h}$ [kWh/m <sup>2</sup> /a] |
|--------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Egyedi fűtések     | Gázkonvektor     | Szabályozó termosztáttal | 5,5                               |
|                    |                  | Szabályozás nélkül       |                                   |
|                    | Egyedi kályha    | Szabályozás nélkül       | 15,0                              |
|                    | Kandalló         | Szabályozás nélkül       | 10,0                              |
| Elektromos fűtések | Hősugárzó        | Szabályozás nélkül       | 5,5                               |
|                    |                  | Szabályozó termosztáttal | 0,7                               |
|                    | Hőtárolós kályha | Szabályozó termosztáttal | 4,4                               |

Nem kell vezeték és tároló hőveszteséggel számolni. Valamennyi elektromos segédenergia igény 0 kWh/m<sup>2</sup>a.

## A primer energia átalakítási tényezők

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 3. melléklet V.1. táblázat

| Energia   | e    |
|---|------|
| elektromos áram   | 2,50 |
| csúcson kívüli elektromos áram  | 1,80 |
| földgáz   | 1,00 |
| tüzelőolaj  | 1,00 |
| szén  | 1,00 |
| megújuló: tűzifa, biomassza, biomasszából közvetve vagy közvetlenül előállított energia, a biogázok energiája, fapellet, agripellet | 0,60 |
| megújuló: nap-, szél-, hullám energia, vízenergia, a geotermikus, hidrotermikus, légtermikus energia                                | 0,00 |

## Fűtési rendszer fajlagos energiaigénye

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (130 + 5,5 + 0 + 0) \cdot (1,40 \cdot 1 \cdot 1) + (0 + 0 + 0) \cdot 2,5$$

$$E_F = 189,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

## 2. lakástípus fűtési rendszere

A fűtési rendszer összterülete: 4 lakás x 84 m<sup>2</sup>/lakás = 336 m<sup>2</sup>

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.1. táblázat

| Alapterület<br>$A_N$ [m <sup>2</sup> ] | Teljesítménytényezők $C_k$ [-]   |                                   |                       | Segédenergia $q_{k,v}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> a] |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|
|  | Állandó<br>hőmérsékletű<br>kazán | Alacsony<br>hőmérsékletű<br>kazán | Kondenzációs<br>kazán |  |
| 100                                    | 1,38                             | 1,14                              | 1,05                  | 0,79   |
| 150                                    | 1,33                             | 1,13                              | 1,05                  | 0,66   |
| 200                                    | 1,30                             | 1,12                              | 1,04                  | 0,58   |
| 300                                    | 1,27                             | 1,12                              | 1,04                  | 0,48   |
| 500                                    | 1,23                             | 1,11                              | 1,03                  | 0,38   |
| 750                                    | 1,21                             | 1,10                              | 1,03                  | 0,31   |
| 1000                                   | 1,20                             | 1,10                              | 1,02                  | 0,27   |
| 1500                                   | 1,18                             | 1,09                              | 1,02                  | 0,23   |
| 2500                                   | 1,16                             | 1,09                              | 1,02                  | 0,18   |
| 5000                                   | 1,14                             | 1,08                              | 1,01                  | 0,13   |
| 10000                                  | 1,13                             | 1,08                              | 1,01                  | 0,09   |

## Az elosztás fajlagos vesztesége

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.7. táblázat

| Alapterület<br>$A_N$ [m <sup>2</sup> ] | A hőelosztás veszteségei $q_{f,v}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]<br>Vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren <b>kívül</b> |         |         |         |
|--|--|---------|---------|---------|
|  | 90/70°C  | 70/55°C | 55/45°C | 35/28°C |
| 100                                    | 13,8   | 10,3    | 7,8     | 4,0     |
| 150                                    | 10,3   | 7,7     | 5,8     | 2,9     |
| 200                                    | 8,5  | 6,3     | 4,8     | 2,3     |
| 300                                    | 6,8  | 5,0     | 3,7     | 1,8     |
| 500                                    | 5,4  | 3,9     | 2,9     | 1,3     |
| >500                                   | 4,6  | 3,4     | 2,5     | 1,1     |

## A keringtetés fajlagos vesztesége

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.9. táblázat

| Alap-<br>terület<br>$A_N$<br>[m <sup>2</sup> ] | Fordulatszám szabályozású szivattyú |                     |                     |                             | Állandó fordulatu szivattyú |                     |                     |                             |
|--|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|
|  | Szabad fűtőfelületek                |                     |                     | Beágyazott<br>fűtőfelületek | Szabad fűtőfelületek        |                     |                     | Beágyazott<br>fűtőfelületek |
|  | 20 K<br>90/70<br>°C                 | 15 K<br>70/55<br>°C | 10 K<br>55/45<br>°C |                             | 20 K<br>90/70<br>°C         | 15 K<br>70/55<br>°C | 10 K<br>55/45<br>°C |                             |
| 100  | 1,69                                | 1,85                | 1,98                | 3,52                        | 2,02                        | 2,22                | 2,38                | 4,22                        |
| 150  | 1,12                                | 1,24                | 1,35                | 2,40                        | 1,42                        | 1,56                | 1,71                | 3,03                        |
| 200  | 0,86                                | 0,95                | 1,06                | 1,88                        | 1,11                        | 1,24                | 1,38                | 2,44                        |
| 300  | 0,61                                | 0,68                | 0,78                | 1,39                        | 0,81                        | 0,91                | 1,04                | 1,85                        |
| 500  | 0,42                                | 0,48                | 0,57                | 1,01                        | 0,57                        | 0,65                | 0,78                | 1,38                        |
| 750  | 0,33                                | 0,38                | 0,47                | 0,83                        | 0,45                        | 0,52                | 0,64                | 1,14                        |
| 1000   | 0,28                                | 0,33                | 0,42                | 0,74                        | 0,39                        | 0,46                | 0,58                | 1,02                        |
| 1500   | 0,23                                | 0,28                | 0,37                | 0,65                        | 0,33                        | 0,39                | 0,51                | 0,90                        |
| 2500   | 0,20                                | 0,24                | 0,33                | 0,58                        | 0,28                        | 0,34                | 0,46                | 0,81                        |
| 5000   | 0,17                                | 0,22                | 0,30                | 0,53                        | 0,24                        | 0,30                | 0,42                | 0,74                        |
| 10000  | 0,16                                | 0,20                | 0,28                | 0,50                        | 0,22                        | 0,28                | 0,40                | 0,70                        |

## A szabályozás pontatlansága miatti veszteség

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet VI.10. táblázat

| Rendszer   | Szabályozás   | $q_{f,h}$<br>[kWh/m <sup>2</sup> a] | Megjegyzések   |
|--|---|-------------------------------------|--|
| Vízfűtés<br>Kétsőves<br>radiátoros<br>és beágyazott<br>fűtések | Szabályozás nélkül  | 15,0                                |  |
|  | Épület vagy rendeltetési egység egy központi szabályozóval (pl. szobatermosztáttal) | 9,6                                 |  |
|  | Termosztatikus szelepek és más arányos szabályozók 2 K arányossági sávval           | 3,3                                 |  |
|  | 1 K arányossági sávval  | 1,1                                 |  |
|  | Elektronikus szabályozó   | 0,7                                 | Idő- és hőmérséklet szabályozás PI - vagy hasonló tulajdonsággal |
|  | Elektronikus szabályozó optimalizálási funkcióval                                   | 0,4                                 | Pl. ablaknyitás, jelenlét érzékelés funkciókkal kibővítve        |
| Egysőves<br>fűtések  | Épület vagy rendeltetési egység 1 központi szabályozóval (pl. szobatermosztáttal)   | 9,6                                 | Pl. lakásonkénti vízszintes egysőves rendszer                    |
|  | Időjárásfüggő központi szabályozás helyiségenkénti szabályozás nélkül               | 5,5                                 | Pl. panelépületek átfolyós vagy átkötőszakaszos rendszere        |
|  | Termosztatikus szelepekkel  | 3,3                                 |  |

## A hőtárolás fajlagos vesztesége és a primer energia átalakítási tényezők

Hőtároló nincs, ezért annak fajlagos energiaigénye  $q_{f,t}=0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , és segédenergia igénye  $E_{FT}=0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 3. melléklet V.1. táblázat

| Energia  | e    |
|--|------|
| elektromos áram  | 2,50 |
| csúcson kívüli elektromos áram   | 1,80 |
| földgáz  | 1,00 |
| tüzelőolaj   | 1,00 |
| szén   | 1,00 |
| megújuló: tűzifa, biomassa, biomasszából közvetve vagy közvetlenül előállított energia, a biogázok energiája, fapellet, agripellet | 0,60 |
| megújuló: nap-, szél-, hullám energia, vízenergia, a geotermikus, hidrotermikus, légtermikus energia                               | 0,00 |

## A fűtési rendszer fajlagos energiaigénye

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v})e_v$$

$$E_F = (130 + 9,6 + 5,0 + 0) \cdot (1,27 \cdot 1 \cdot 1) + (0,91 + 0 + 0,48) \cdot 2,5$$

$$E_F = 187,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

## A kétféle lakás átlagos fűtési fogyasztása

A kétféle rendszer fogyasztását területarányosan kell átlagolni.

$$E_F = \frac{n_1 \cdot A_1 \cdot E_{F1} + n_2 \cdot A_2 \cdot E_{F2}}{n_1 \cdot A_1 + n_2 \cdot A_2}$$

$$E_F = \frac{2 \cdot 65 \cdot 189,7 + 4 \cdot 84 \cdot 187,1}{2 \cdot 65 + 4 \cdot 84}$$

$$E_F = 187,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

## Külső fal hőszigetelésének gazdaságossági számítása (D1 feladat)

Adott egy egyszintes alápincézetlen lakóépület ( $A_N = 65 \text{ m}^2$ ;  $V = 174 \text{ m}^3$ ), melynél a vonalmenti hőátbocsátás veszteségtényezője:  $33,3 \text{ W/K}$

padlásfödém veszteségtényezője:  $A_{\text{padlás}} \cdot U_{\text{Rpadlás}} = 20,6 \text{ W/K}$

nyílászárók veszteségtényezője:  $A_{\text{nyz}} \cdot U_{\text{Rnyz}} = 18,9 \text{ W/K}$

nyílászárók üvegfelületei:  $A_{\text{ÜÉ}} = 2,4 \text{ m}^2$ ;  $A_{\text{ÜD}} = 6,4 \text{ m}^2$ ;  $A_{\text{ÜK}} = 0,8 \text{ m}^2$ ;  $A_{\text{ÜNY}} = 3,2 \text{ m}^2$

a tömör, szigetetlen közepesen hőhidas falfelület adatai:  $A = 81 \text{ m}^2$ ,

belső és külső vakolat:  $d = 1,5 \text{ cm}$ ;  $\lambda = 0,87 \text{ W/mK}$ ;

tégla:  $d = 30 \text{ cm}$ ,  $\lambda = 0,72 \text{ W/mK}$

$\alpha_e = 24$  és  $\alpha_i = 8$  értékkel számoljunk,  $\varepsilon = 0,75$ ,  $g = 0,65$

1. Milyen mértékű lesz a fajlagos hőveszteségtényező változása, ha a tömör falfelületre  $15 \text{ cm}$ -es szigetelést teszünk? A szigetelőanyag adatai:  $d = 15 \text{ cm}$ ;  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$
2. ha feltételezzük, hogy az egyszerűsített számítási módszerrel meghatározott nettó fűtési energiaigény megegyezik a tényleges gázfogyasztással, akkor a szigetelt fal milyen gázfelhasználás-csökkenést eredményez?

### Feladat megoldása

#### A falszerkezet hőátbocsátási, eredeti és szigetelt állapotban

$$U_{\text{fal}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

$$U_{\text{fal}} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,3}{0,72} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{1}{8}} = 1,619 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{fal,sz}} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{0,3}{0,72} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{1}{8}} = 0,229 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### A sugárzási energiahozam

$$Q_{\text{sd}} = \varepsilon \cdot \sum A_{\text{ü}} \cdot Q_{\text{TOT}} \cdot g$$

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 3. melléklet I.3. táblázat

| A számítás célja   | Tájolás |     |       |
|--|---------|-----|-------|
|  | É       | D   | K - N |
| Sugárzási energiahozam a fűtési idényre fajlagos hőveszteségtényező számításához $Q_{\text{TOT}}$ [ $\text{kWh/m}^2\text{a}$ ] | 100     | 400 | 200   |
| Átlagintenzitás egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához $I$ [ $\text{W/m}^2$ ]  | 27      | 96  | 50    |
| Átlagintenzitás nyári túlmelegedés kockázatának számításához $I$ [ $\text{W/m}^2$ ]  | 85      | 150 | 150   |

$$Q_{\text{sd}} = 0,75 \cdot (2,4 \cdot 100 + 6,4 \cdot 400 + 0,8 \cdot 200 + 3,2 \cdot 200) \cdot 0,65 = 1755 \text{ kWh/a}$$

Az épületben nincsen üvegház, Trombe-fal stb. ezért  $Q_{\text{sid}} = 0 \text{ W/K}$ .

## Rétegtervi hőátbocsátási tényezők korrekciója

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 2. melléklet II/1. táblázat

| Épülethatároló szerkezetek  |   |                                 | A hőhidak hatását<br>kifejező korrekciós<br>tényező<br>$\chi$ |
|---|---|---------------------------------|---|
| Külső falak   | külső oldali, vagy szerkezeten<br>belüli megszakítatlan hőszigeteléssel | gyengén hőhidas <sup>1)</sup>   | 0,15  |
|   |   | közepesen hőhidas <sup>1)</sup> | 0,20  |
|   |   | erősen hőhidas <sup>1)</sup>    | 0,30  |
|   | egyéb külső falak   | gyengén hőhidas <sup>1)</sup>   | 0,25  |
|   |   | közepesen hőhidas <sup>1)</sup> | 0,30  |
|   |   | erősen hőhidas <sup>1)</sup>    | 0,40  |
| Lapostetők  | gyengén hőhidas <sup>2)</sup>   | 0,10                            |   |
|   | közepesen hőhidas <sup>2)</sup>   | 0,15                            |   |
|   | erősen hőhidas <sup>2)</sup>  | 0,20                            |   |
| Beépített tetőteret határoló szerkezetek  | gyengén hőhidas <sup>3)</sup>   | 0,10                            |   |
|   | közepesen hőhidas <sup>3)</sup>   | 0,15                            |   |
|   | erősen hőhidas <sup>3)</sup>  | 0,20                            |   |
| Padlásfödémek <sup>4)</sup>   |   |                                 | 0,10  |
| Árkádfödémek <sup>4)</sup>  |   |                                 | 0,10  |
| Pincefödémek  | szerkezeten belüli hőszigeteléssel <sup>4)</sup>                        | 0,20                            |   |
|   | alsó oldali hőszigeteléssel <sup>4)</sup>                               | 0,10                            |   |
| Fűtött és fűtetlen terek közötti falak, fűtött pincetereket határoló, külső oldalon hőszigetelt falak |   |                                 | 0,05  |

### A fajlagos hővesztéstényező számítása mindkét esetre

$$q = \frac{1}{V} \cdot \left( \sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72} \right) [W / m^3 K]$$

$$q = \frac{1}{174} \cdot \left( 20,6 + 18,9 + 81 \cdot 1,619 \cdot 1,3 + 33,3 - \frac{1755}{72} \right) = 1,258 [W / m^3 K]$$

$$q_{szig} = \frac{1}{174} \cdot \left( 20,6 + 18,9 + 81 \cdot 0,229 \cdot 1,2 + 33,3 - \frac{1755}{72} \right) = 0,406 [W / m^3 K]$$

A fajlagos hővesztéstényező az eredeti érték  $0,406/1,258 \cdot 100 = 32,3$  %-ára csökkent.

## Tervezési adatok

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet 3. melléklet IV.1. táblázat

| Az épület rendeltetése          | Légcsere-szám fűtési idényben [1/h] |     |     | Használati melegvíz nettó hőenergia igénye [kWh/m <sup>2</sup> a] | Világítás energia igénye [kWh/m <sup>2</sup> a] | Világítási energia igény korrekciós szorzó $\psi^{4)}$ | Szakaszos üzem korrekciós szorzó $\sigma^{5)}$ | Belső hőnyereség átlagos értéke [W/m <sup>2</sup> ] |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|---|---|--|--|---|
|                                 | 1)                                  | 2)  | 3)  |   |   |  |  |   |
| Lakóépületek <sup>6)</sup>      | 0,5                                 |     |     | 30  | (8) <sup>9)</sup>                               | -  | 0,9  | 5   |
| Irodaépületek <sup>7)</sup>     | 2                                   | 0,3 | 0,8 | 9   | 22  | 0,7  | 0,8  | 7   |
| Oktatási épületek <sup>8)</sup> | 2,5                                 | 0,3 | 0,9 | 7   | 12  | 0,6  | 0,8  | 9   |

### A nettó fűtési energiaigény mindkét esetre

$$Q_F = H \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n_{LT}) \cdot \sigma - Z_F \cdot A_N \cdot q_b \quad [kWh/a]$$

$$Q_F = 72 \cdot 174 \cdot (1,258 + 0,35 \cdot 0,5) \cdot 0,9 - 4,4 \cdot 65 \cdot 5 = 14727 \quad [kWh/a]$$

$$Q_{F,szig} = 72 \cdot 174 \cdot (0,406 + 0,35 \cdot 0,5) \cdot 0,9 - 4,4 \cdot 65 \cdot 5 = 5121 \quad [kWh/a]$$

A nettó fűtési energiaigény az eredeti érték  $5121/14727 \cdot 100 = 34,8$  %-ára csökkent, 65,2 %-os a csökkenés.