

Fajlagos hőveszteségtényező ellenőrzése

Ellenőrizze, hogy az alábbi adatokkal rendelkező lakóépület megfelel-e a fajlagos hőveszteségtényező követelményének! (egyszerűsített számítás sugárzási nyereségek számítása nélkül)

Lehűlő felületek (A [m^2]) és a rétegtervi hőátbocsátási tényezők (U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]):

- Homlokzat: 510 m^2
- Homlokzati fal (hőszigetetlen): 330 m^2 $0,43 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Homlokzati üvegezett nyílászárók: 180 m^2 $1,50 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Lapostető: 240 m^2 $0,24 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- Pincefödém (alsó oldali hőszigeteléssel): 240 m^2 $0,45 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

Hőhidak hossza:

- Homlokzati fal: 570 m
- Lapostető: 90 m

Fűtött épülettérfogat: 2800 m^3

Megoldás

Az épület geometriai jellemzőjének és a fajlagos hőveszteségtényező követelményértékének számítása

Az épület geometriai jellemzőjének számítása

Lehűlő összfelület: $\Sigma A = 510 + 240 + 240 = 990 \text{ m}^2$

$\Sigma A/V = 990/2800 = 0,3536 \text{ m}^2/\text{m}^3$

A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke:

$A/V \leq 0,3$ $q_m = 0,2$ $\text{W}/\text{m}^3\text{K}$

$0,3 \leq A/V \leq 1,3$ $q_m = 0,086 + 0,38 (\Sigma A/V)$ $\text{W}/\text{m}^3\text{K}$

$A/V \geq 1,3$ $q_m = 0,58$ $\text{W}/\text{m}^3\text{K}$

$q_m = 0,086 + 0,38 * \Sigma A/V = 0,086 + 0,38 * 0,3536 = 0,220 \text{ W}/\text{m}^3\text{K}$

Az épület hőveszteségtényezőjének számítása a sugárzási nyereségek számítása nélkül

$$q = (\Sigma A * U + \Sigma I * Y) / V$$

Mivel egyszerűsített számítás a feladat, az összefüggés így módosul:

$$q = \Sigma A * U_R / V$$

U_R - a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényezővel (χ) módosított rétegtervi hőátbocsátási tényező: $U_R = U (1 + \chi)$

Rétegtervi hőátbocsátási tényezők korrekciója

1 m^2 -re jutó hőhíd hossza a fal esetén: $570 \text{ m} / 330 \text{ m}^2 = 1.72 \text{ m}/\text{m}^2$

1 m^2 -re jutó hőhíd hossza a lapostetőre: $90 \text{ m} / 240 \text{ m}^2 = 0.375 \text{ m}/\text{m}^2$

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet II/2. táblázat

Határoló szerkezetek	A hőhidak hosszának fajlagos mennyisége (fm/m ²)		
	Határoló szerkezet besorolása		
	gyengén hőhidas	közepesen hőhidas	erősen hőhidas
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 **erősen hőhidas**.

A lapostető besorolása **erősen hőhidas**.

Korrektciós értékek, a módosított hőátbocsátási tényezők számítása.

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet II/1. táblázat

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

Falra	$\chi=0.4$	$U_R=0.45 \cdot (1+0.4)=0.602 \text{ W/m}^2\text{K}$
Lapostetőre	$\chi=0.2$	$U_R=0.24 \cdot (1+0.2)=0.288 \text{ W/m}^2\text{K}$
Pincefödémre	$\chi=0.1$	$U_R=0.45 \cdot (1+0.1)=0.495 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőmérsékleti korrekció a pincefödémre

$$U_{\text{Rpif}}^* = 0,5 \cdot U_{\text{Rpif}} = 0,5 \cdot 0,495 = 0,2475 \text{ W/m}^3\text{K}$$

A hővesztésgtényező számított értéke.

$$q = \Sigma A \cdot U_R / V = (U_{\text{Rfal}} \cdot A_{\text{fal}} + U_{\text{Rtető}} \cdot A_{\text{tető}} + U_{\text{Rpif}} \cdot A_{\text{pif}} + U_{\text{Rnyz}} \cdot A_{\text{nyz}}) / V$$

$$q = (0,602 \cdot 330 + 0,288 \cdot 240 + 0,2475 \cdot 240 + 1,50 \cdot 180) / 2800 = 0,213 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Értékelés

Mivel $q < q_m$ ($0,213 < 0,220$), az épület megfelel.

Falszerkezet hőátbocsátási tényezőjének számítása 1.

Számítsa ki az alábbi rétegrendű falszerkezet hőátbocsátási tényezőjét! Alkalmazza a szabványban előírt korrekciós értékeket a hővezetési tényezőknél! Vegye figyelembe a szerkezetben megadott hőhidak hatását!

Alapadatok:

A B-30 falazatból készült fal polisztirol külső szigetelése műanyag dübelekkel van rögzítve. 8 db/m² 6 mm átmérőjű dübel kerül alkalmazásra, a műanyag hővezetési tényezője 0,14 W/mK.

A falazat rétegei kívülről befelé:

- 1 cm vakolatrendszer, $\lambda=0,8$ W/mK
- 8 cm polisztirolhab, $\lambda=0,04$ W/mK
- 30 cm B30 téglafalazat, $\lambda=0,64$ W/mK
- 1 cm mészvakolat, $\lambda=0,81$ W/mK

A külső hőátadási tényező $\alpha_a=24$ W/m²K, a belső hőátadási tényező $\alpha_i=8$ W/m²K.

Megoldás

A dübelek és a rávakolás hatásának figyelembe vétele a hővezetési tényező korrekciójával

MSZ-04-140-2:1991 M.1.1. melléklet 4. táblázat

Anyag és beépítési mód	korrekciós tényező
Polisztirol hab, amelyre rávakolnak vagy rábetonoznak	0.42
Perlitbeton ($\rho \leq 400$ kg/m ³), amelyre rábetonoznak	0.57
Bitumoperlit ($\rho \leq 300$ kg/m ³), amelyre rábetonoznak	0.51
Expanzit, amelyre rávakolnak	0.20
Polisztirol hab két falazott réteg között	0.10
Isolyth két falazott réteg között	0.10
Perlit ömlesztve, két falazott réteg között	0.38
Poliuretán (40 kg/m ³) kiszellőztetett légrétegben	0.25
Izofen kiszellőztetett légrétegben	0.25
NIKECELL kiszellőztetett légrétegben	0.50

$$A_{\text{dübel}} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot n = \frac{(6/1000)^2 \cdot \pi}{4} \cdot 8 = 0.000226 \quad m^2$$

$$\lambda_{\text{szig,eredő}} = (A_{\text{szig}} \cdot \lambda_{\text{szig}} \cdot (1 + \kappa) + A_{\text{düb}} \cdot \lambda_{\text{düb}}) / (A_{\text{szig}} + A_{\text{düb}}) = \\ = (1 - 0.000226) \cdot 0.04 \cdot (1 + 0.42) + 0.000226 \cdot 0.14 = 0.05682 \quad W / mK$$

A falszerkezet hőátbocsátási tényezője

$$U_{\text{fal}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{0.01}{0.8} + \frac{0.08}{0.05682} + \frac{0.3}{0.64} + \frac{0.01}{0.81} + \frac{1}{8}} = 0.484 \quad W / m^2 K$$

Falszerkezet hőátbocsátási tényezőjének számítása 2.

Számítsa ki az alábbi rétegrendű padlásfödém hőátbocsátási tényezőjét! Vegye figyelembe a szerkezetben megadott hőhidak hatását!

Alapadatok:

Egy fafödém az alábbi rétegekből épül fel:

- 2.5 cm deszka burkolat, $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$
- 20 cm ásványgyapot, $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$
- 0.05 cm PVC fólia, $\lambda=0,1 \text{ W/mK}$
- 1 cm gipszburkolat, $\lambda=0,24 \text{ W/mK}$

A külső hőátadási tényező $\alpha_a=12 \text{ W/m}^2\text{K}$, a belső hőátadási tényező $\alpha_i=10 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Az ásványgyapot réteget 1 m-es távolságonként 5 cm szélességű, a szigetelés vastagsággal megegyező magasságú pallók/gerendák szakítják meg.

A gerenda hővezetési tényezője $\lambda=0,14 \text{ W/mK}$

Megoldás

A pallók/gerendák hatásának figyelembe vétele a hővezetési tényező korrekciójával.

A pallók keresztmetszete m^2 -enként.

$$A_{ger} = s \cdot L = 0.05 \cdot 1 = 0.05 \text{ m}^2$$

$$\lambda_{szig,eredő} = (A_{szig} \cdot \lambda_{szig} + A_{ger} \cdot \lambda_{ger}) / (A_{szig} + A_{ger}) = (1 - 0.05) \cdot 0.04 + 0.05 \cdot 0.14 = 0.045 \text{ W/mK}$$

A szerkezet hőátbocsátási tényezője

$$U_{fal} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{0.025}{0.13} + \frac{0.2}{0.045} + \frac{0.0005}{0.1} + \frac{0.01}{0.24} + \frac{1}{10}} = 0.205 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nettó fűtési energiaigény 1.

Számítsa ki az alábbi adatokkal rendelkező épület nettó fűtési energiaigényét.

Alapadatok:

Egy 1200 m² fűtött alapterületű, 3480 m³ térfogatú irodaépület központi szellőző berendezése $\eta_r=0.65$ hatásfokú hővisszanyerővel van felszerelve. A szellőzőberendezés heti 60 órát üzemel, a szellőzés működésekor a légcsereszám $n_{LT}=2.2$ 1/h, üzemszünetben $n_{inf}=0.3$ 1/h.

Az épület fajlagos hővesztésgtényezője $q=0.34$ W/m³K. Az épület belső átlaghőmérséklete 20 °C, a fűtési idényre számított egyensúlyi hőmérsékletkülönbség 10 °C, (vegye figyelembe a hőfokhíd és fűtési idény hossz korrekcióját). Az épület szakaszos használatú.

Megoldás

A nettó fűtési energiaigény hővisszanyerővel felszerelt szellőzés figyelembe vételével

$$Q_F = HV \left[q + 0,35n_{inf} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} + 0,35n_{LT}(1 - \eta_r) \frac{Z_{LT}}{Z_F} \right] \sigma - Z_F A_N q_b \quad [kWh/a]$$

Fűtési hőfokhíd és a fűtési idény hossza

$\Delta t_b = 10$ °C egyensúlyi hőmérséklet esetén a fűtési határhőmérséklet

$t_{fh} = t_{i,átl} - \Delta t_b = 20 - 10 = 10$ °C

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 3. melléklet I.2. táblázat (részlet)

Napi középhőmérséklet $t_{köz}$	$t_{köz}$ -nél alacsonyabb átlaghőmérsékletű órák száma	H ₂₀
°C	h	hK/a
-19	0,9	30,9
-18	1,7	61,0

8	3451,7	60270,7
9	3756,5	63623,5
10	4073,3	66791,5
11	4361,3	69383,5
12	4615,7	71418,7
13	4886,9	73317,1
14	5147,3	74879,5

H = 66791 hK

Z_F = 4073 h

A légtechnikai rendszer működési ideje:

$$Z_{LT} = 4073 \cdot \frac{60}{7 \cdot 24} = 1455$$

Az összefüggésbe H, Z_F és Z_{LT} ezredrészét kell behelyettesíteni!

A szakaszos üzem és a belső hőnyereségek

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 3. melléklet IV.1. táblázat

Az épület rendeltetése	Légcsere- szám fűtési idényben n [1/h]			Használati melegvíz nettó hőenergia Igénye $q_{H MV}$ [kWh/m ² /a]	Világítás energia igénye q_{vil} [kWh/m ² /a]	Világítási energia Igény korrekció szorzó $\psi^{4)}$	Szakaszos üzem korrekció szorzó $\sigma^{5)}$	Belső hő- nyereség átlagos értéke q_b [W/m ²]
	1)	2)	3)					
Lakóépületek ⁶⁾	0,5			30	(4) ⁹⁾	-	0,9	5
Irodaépületek ⁷⁾	2	0,3	0,8	9	11	0,7	0,8	7
Oktatási épületek ⁸⁾	2,5	0,3	0,9	7	6	0,6	0,8	9

A nettó fűtési energiaigény

$$Q_F = HV \left[q + 0,35 n_{inf} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} + 0,35 n_{LT} (1 - \eta_r) \frac{Z_{LT}}{Z_F} \right] \sigma - Z_F A_N q_b \quad [kWh/a]$$

$$Q_F = 66.791 \cdot 3480 \cdot \left[0,34 + 0,35 \cdot 0,3 \cdot \frac{4.073 - 1.455}{4.073} + 0,35 \cdot 2,2 \cdot (1 - 0,65) \cdot \frac{1.455}{4.073} \right] \cdot 0,8 - 4.073 \cdot 1200 \cdot 7$$

$$Q_F = 59460 [kWh/a] = 59.460 [MWh/a]$$

Nettó fűtési energiaigény 2.

Számítsa ki az alábbi adatokkal rendelkező épület nettó fűtési energiaigényét.

Alapadatok:

Egy 1200 m² fűtött alapterületű, 3480 m³ térfogatú irodaépület központi szellőző berendezésének befűjt levegő hőmérséklete $t_{bef}=22$ °C. A szellőzőberendezés heti 60 órát üzemel, a szellőzés működésekor a légcsereszám $n_{LT}=2.2$ 1/h, üzemszünetben $n_{inf}=0.3$ 1/h.

Az épület fajlagos hővesztésgtényezője $q=0.34$ W/m³K. Az épület belső átlaghőmérséklete 20 °C, a fűtési idényre számított egyensúlyi hőmérsékletkülönbség 10 °C, (vegye figyelembe a hőfokhíd és fűtési idény hossz korrekcióját). Az épület szakaszos használatú.

Megoldás

A nettó fűtési energiaigény hővisszanyerővel felszerelt szellőzés figyelembe vételével

$$Q_F = HV \left[q + 0,35 n_{inf} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} \right] \sigma + 0,35 n_{LT} V (t_i - \overline{t_{bef}}) Z_{LT} - Z_F A_N q_b \quad [kWh/a]$$

Fűtési hőfokhíd és a fűtési idény hossza

$\Delta t_b = 10$ °C egyensúlyi hőmérséklet esetén a fűtési határhőmérséklet

$$t_{fh} = t_{i, \text{átl}} - \Delta t_b = 20 - 10 = 10 \text{ °C}$$

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 3. melléklet I.2. táblázat (részlet)

Napi középhőmérséklet $t_{köz}$	$t_{köz}$ -nél alacsonyabb átlaghőmérsékletű órák száma	H ₂₀
°C	h	hK/a
-19	0,9	30,9
-18	1,7	61,0

8	3451,7	60270,7
9	3756,5	63623,5
10	4073,3	66791,5
11	4361,3	69383,5
12	4615,7	71418,7
13	4886,9	73317,1
14	5147,3	74879,5

$$H = 66791 \text{ hK}$$

$$Z_F = 4073 \text{ h}$$

A légtechnikai rendszer működési ideje:

$$Z_{LT} = 4073 \cdot \frac{60}{7 \cdot 24} = 1455$$

Az összefüggésbe H, Z_F és Z_{LT} ezredrészét kell behelyettesíteni!

A szakaszos üzem és a belső hőnyereségek

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 3. melléklet IV.1. táblázat

Az épület rendeltetése	Légcsere- szám fűtési idényben n [1/h]			Használati melegvíz nettó hőenergia Igénye q_{HMV} [kWh/m ² /a]	Világítás energia igénye q_{vil} [kWh/m ² /a]	Világítási energia Igény korrekciós szorzó ψ ⁴⁾	Szakaszos üzem korrekciós szorzó σ ⁵⁾	Belső hő- nyereség átlagos értéke q_b [W/m ²]
	1)	2)	3)					
Lakóépületek ⁶⁾	0,5			30	(4) ⁹⁾	-	0,9	5
Irodaépületek ⁷⁾	2	0,3	0,8	9	11	0,7	0,8	7
Oktatási épületek ⁸⁾	2,5	0,3	0,9	7	6	0,6	0,8	9

A nettó fűtési energiaigény

$$Q_F = HV \left[q + 0,35 n_{inf} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} \right] \sigma + 0,35 n_{LT} V (t_i - \overline{t_{bef}}) Z_{LT} - Z_F A_N q_b \quad [kWh/a]$$

$$Q_F = 66.791 \cdot 3480 \left[0,34 + 0,35 \cdot 0,3 \cdot \frac{4.073 - 1.455}{4.073} \right] \cdot 0,8 + 0,35 \cdot 2,2 \cdot 3480 \cdot (20 - 22) \cdot 1.455 - 4.073 \cdot 1200 \cdot 7$$

$$Q_F = 33760 \quad [kWh/a] = 33.760 \quad [MWh/a]$$

Egyensúlyi hőmérsékletkülönbség, fűtési hőfokhíd és a fűtési idény hossza

Határozza meg az alábbi adatok mellett a számításban figyelembe veendő fűtési hőfokhíd értékét és a fűtési idény hosszát.

Az épület főbb adatai:

Rendeltetése: Lakóépület

Épület besorolása: nehéz szerkezetű

Fűtött alapterület: 1000 m², belmagasság 2.7 m.

Átlagos belső hőmérséklet 20 °C.

Ablak: É-i tájolással 20 m², D-i tájolással 24 m², K-i és Ny-i tájolással 64 m²

Ablak hőátbocsátási tényező: U=1.6 W/m²K, összes sugárzás átbocsátó képesség: 0.65

Ajtó: 2.4 m², U=1.8 W/m²K

Külső fal: 310 m², U=0.41 W/m²K, hőhíd korrekció 20%

Talajjal érintkező padló: kerület l=140 m, Ψ=1.15 W/mK

Padlásfödém: 1000 m², U=0.22 W/m²K, hőhíd korrekció 10%

Megoldás

A szerkezetek veszteségtényezői

$$\begin{aligned} \sum A \cdot U &= (20 + 24 + 64) \cdot 1.6 + 2.4 \cdot 1.8 + 310 \cdot 0.41 \cdot (1 + 0.2) + 1000 \cdot 0.22 \cdot (1 + 0.1) \cdot 0.9 \\ \sum A \cdot U &= 547.4 \quad W / K \\ \sum l \cdot \Psi &= 140 \cdot 1.15 = 161 \quad W / K \end{aligned}$$

ablakok ajtó fal padlásfödém

talajon lévő padló hőhíd korrekció hőmérséklet korrekció

A sugárzási energiahozam

$$Q_{sd} = \varepsilon \cdot \sum A_{\tilde{u}} \cdot I_b \cdot g$$

Nehéz szerkezetű épületnél a hasznosítási tényező ε=0,75

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 3. melléklet I.3. táblázat

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

$$Q_{sd} = 0.75 \cdot (20 \cdot 27 + 24 \cdot 96 + 64 \cdot 50) \cdot 0.65 = 2946.5 \quad W / K$$

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

Egyensúlyi hőmérsékletkülönbség

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N \cdot q_b}{\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi + 0.35 \cdot n \cdot V} + 2 \quad ^\circ C$$

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 3. melléklet IV.1. táblázat

Az épület rendeltetése	Légcsere- szám fűtési idényben n [1/h]			Használati melegvíz nettó hőenergia igénye q_{HMV} [kWh/m ² /a]	Világítás energia igénye q_{vil} [kWh/m ² /a]	Világítási energia igény korrekciós szorzó $\psi^4)$	Szakaszos üzem korrekciós szorzó $\sigma^5)$	Belső hő- nyereség átlagos értéke q_b [W/m ²]
	1)	2)	3)					
Lakóépületek ⁶⁾	0,5			30	(4) ⁹⁾	-	0,9	5
Irodaépületek ⁷⁾	2	0,3	0,8	9	11	0,7	0,8	7
Oktatási épületek ⁸⁾	2,5	0,3	0,9	7	6	0,6	0,8	9

$$\Delta t_b = \frac{2946.5 + 0 + 1000 \cdot 5}{547.4 + 161 + 0.35 \cdot 0.5 \cdot 1000 \cdot 2.7} + 2 = 8.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A hőfokhíd és a fűtési idény hossza

$\Delta t_b = 8,7 \text{ } ^\circ\text{C}$ egyensúlyi hőmérséklet esetén a fűtési határhőmérséklet

$$t_{fh} = t_{i, \text{átl}} - \Delta t_b = 20 - 8,7 = 11,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 3. melléklet I.2. táblázat (részlet)

Napi középhőmérséklet $t_{köz}$	$t_{köz}$ -nél alacsonyabb átlaghőmérsékletű órák száma	H_{20}
$^\circ\text{C}$	h	hK/a
-19	0,9	30,9
-18	1,7	61,0

8	3451,7	60270,7
9	3756,5	63623,5
10	4073,3	66791,5
11	4361,3	69383,5
12	4615,7	71418,7
13	4886,9	73317,1
14	5147,3	74879,5

$$H_{11,3} = 0.7 \cdot H_{11} + 0.3 \cdot H_{12} = 0.7 \cdot 69383.5 + 0.3 \cdot 71418.7 = 69994 \text{ hK}$$

$$Z_{11,3} = 0.7 \cdot Z_{11} + 0.3 \cdot Z_{12} = 0.7 \cdot 4361.3 + 0.3 \cdot 4615.7 = 4437.2 \text{ h}$$

Fűtési rendszer fajlagos energiaigénye

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

Alapadatok:

Egy 195 m² fűtött alapterületű épület fűtési energiáját 60%-ban alacsonyhőmérsékletű gázkazán és 40%-ban szabályozással ellátott fatüzelésű kazán fedezi. Az épület nettó fűtési energiaigénye 120.5 kWh/m²a. A fűtési rendszer 70/55 °C hőfoklépcsőjű, termosztatikus szelepekkel (2K arányossági sávval) felszerelt kétcsöves radiátoros fűtés, fordulatszám szabályozású szivattyúval. A kazánok az épület alatti fűtetlen alagsorban vannak elhelyezve, itt haladnak az alapvezetékek is. A rendszer puffertárolóval nem rendelkezik.

Megoldás

Számítási összefüggés

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

A hőtermelők adatai

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VI.1. táblázat

Alapterület A_N [m ²]	Teljesítménytényezők C_k [-]			Segédenergia $q_{k,v}$ [kWh/m ² /a]
	Állandó hőmérsékletű kazán	Alacsony hőmérsékletű kazán	Kondenzációs 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

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VI.5. táblázat

Szilárdtüzelésű kazán	Fatüzelésű kazán	Pellet-tüzelésű kazán	Faelgázosító kazán
1,85	1,75	1,49	1,2

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VI.6. táblázat

Alapterületig A_N [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

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VI.7. táblázat

Alap- területig A_N [m ²]	A hőelosztás veszteségei $q_{f,v}$ [kWh/m ² /a] 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

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VI.9. táblázat

Alap- területig A_N [m ²]	Fordulatszám szabályozású szivattyú				Állandó fordulatu szivattyú			
	Szabad fűtőfelületek			Beágyazott fűtőfelületek	Szabad fűtőfelületek			Beágyazott fűtőfelületek
	20 K 90/70 °C	15 K 70/55 °C	10 K 55/45 °C	7 K	20 K 90/70 °C	15 K 70/55 °C	10 K 55/45 °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

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VI.10. táblázat

Rendszer	Szabályozás	$q_{f,h}$ [kWh/m ² /a]	Megjegyzések
Vízfűtés Kétcsöves radiátoros és beágyazott 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
Egycsöves fűtések	Épület vagy rendeltetési egység 1 központi szabályozóval (pl. szobatermosztáttal)	9,6	Pl. lakásonkénti vízszintes egycsöves rendszer
	Időjárásfüggő központi szabályozás helyiségenkénti szabályozás nélkül	5,5	Pl. panelépületek átfolyós vagy átkötő szakaszos rendszere
	Termosztatikus szelepekkel	3,3	

A hőtárolás fajlagos vesztesége

Hőtároló nincs, ezért annak fajlagos energiaigénye $q_{f,t}=0$ kWh/m²a, és segédenergia igénye $E_{FT}=0$ kWh/m²a.

A primer energia átalakítási tényezők

40/2012. (VIII. 13.) BM 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
tüzifa, biomassa, pellet	0,60
megújuló (pl. napenergia)	0,00

A fűtési rendszer fajlagos energiaigénye

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

$$E_F = (120.5 + 3.3 + 6.3 + 0) \cdot (1.12 \cdot 0.6 \cdot 1 + 1.75 \cdot 0.4 \cdot 0.6) + (0.95 + 0 + (0.6 \cdot 0.58 + 0.4 \cdot 0.1)) \cdot 2.5$$

$$E_F = 145.41 \quad [kWh / m^2 a]$$

HMV rendszer fajlagos energiaigénye

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

Alapadatok:

Egy 195 m² fűtött alapterületű lakóépület használati melegvizét 60 %-ban napkollektor és 40 %-ban állandó hőmérsékletű gázkazán fedezi. A kazán és a HMV közös indirekt tárolója az épület alatti fűtetlen alagsorban vannak elhelyezve, itt haladnak az alapvezetékek is. A rendszer cirkulációs vezetékkel rendelkezik. A napkollektoros rendszer fajlagos villamosenergia fogyasztása E_k=2,5 kWh/m²a

Megoldás

Számítási összefüggés

$$E_{\text{HMV}} = (q_{\text{HMV}} + q_{\text{HMV,v}} + q_{\text{HMV,t}}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_C + E_K) \cdot e_v \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

A hőtermelők adatai

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VII.1. táblázat

Alap- területig A _N [m ²]	Teljesítménytényező					Segédenergia	
	Állandó hőm. Kazán (olaj és gáz)	Alacsony hőm. kazán	Konden- zációs kazán	Kombi- kazán ÁF/KT*	Kondenzációs kombikazán ÁF/KT*	Kombi- kazán	Más kazánok
	C _k [-]					E _k [kWh/m ² /a]	
100	1,82	1,21	1,17	1,27/1,41	1,23/1,36	0,20	0,30
150	1,71	1,19	1,15	1,22/1,32	1,19/1,28	0,19	0,24
200	1,64	1,18	1,14	1,20/1,27	1,16/1,24	0,18	0,21
300	1,56	1,17	1,13	1,17/1,22	1,14/1,19	0,17	0,17
500	1,46	1,15	1,12	1,15/1,18	1,11/1,15	0,17	0,13
750	1,40	1,14	1,11				0,11
1000	1,36	1,14	1,10				0,10
1500	1,31	1,13	1,10				0,084
2500	1,26	1,12	1,09				0,069
5000	1,21	1,11	1,08				0,054
10000	1,17	1,10	1,08				0,044

A napkollektor teljesítménytényezője érdektelen a nullával való szorzás miatt, C_k=1, elektromos segédenergia igénye az alapadatok szerint E_k=2.5 kWh/m²a.

Az elosztás fajlagos vesztesége, a cirkuláció segédenergia igénye, a hőtárolás fajlagos vesztesége

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VII.6. táblázat

Alap- területig A_N [m ²]	Az elosztás hővesztesége a nettó melegvíz készítési hőigény százalékában			
	Cirkulációval		Cirkuláció nélkül	
	Elosztás a fűtött téren kívül	Elosztás a fűtött téren belül	Elosztás a fűtött téren kívül	Elosztás a fűtött 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		

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VII.7. táblázat

Alapterületig A_N [m ²]	Fajlagos segédenergia igény [kWh/m ² /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

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VII.5. táblázat

Alapterü- letig A_N [m ²]	A tárolás hővesztesége a nettó melegvízkészítési hőigény százalékában			
	A tároló a fűtött légtéren kívül			
	Indirekt fűtésű tároló	Csúcson kívüli árammal működő elektromos bojler	Nappali árammal működő elektromos bojler	Gázüzemű bojler
	%	%	%	%
100	28	24	16	97
150	21	20	12	80
200	16	16	10	69
300	12	14	8	61
500	9	10	6	53
750	6	8	5	49
1000	5	8	4	46
1500	4	7	4	40
2500	4	6	3	32
5000	3	5	2	26
10000	2	4	2	22

A primer energia átalakítási tényezők

40/2012. (VIII. 13.) BM 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
tüzifa, biomassa, pellet	0,60
megújuló (pl. napenergia)	0,00

A HMV rendszer fajlagos energiaigénye

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_C + E_K) \cdot e_v \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

$$E_{HMV} = (30 + 30 \cdot 0.19 + 30 \cdot 0.16) \cdot (1 \cdot 0.6 \cdot 0 + 1.64 \cdot 0.4 \cdot 1) + ((0.6 \cdot 2.5 + 0.4 \cdot 0.21) + 0.66) \cdot 2.5$$

$$E_{HMV} = 32.18 \quad [\text{kWh} / \text{m}^2\text{a}]$$

Légtechnikai rendszer fajlagos energiaigénye

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

Alapadatok:

Egy 2400 m³ fűtött térfogatú, 800 m² fűtött alapterületű irodaépület szellőző rendszere használati időben n=2 1/h légcsereszámmal üzemel. A befúvó rendszer áramlási ellenállása 450 Pa, az elszívó rendszeré 250 Pa. A befúvó légcsatorna 25 m hosszúságú, NA 800 mm méretű szakasza a fűtetlen padláson halad keresztül. A légcsatorna 20 mm hőszigeteléssel rendelkezik. A szellőzőrendszer hétfőtől péntekig napi 14 órát üzemel, szombaton és vasárnap ki van kapcsolva. A befűjt levegő hőmérséklete 24 °C, központilag szabályozva, az épület átlagos belső hőmérséklet 20°C. A szellőző rendszer $\eta_r=0,6$ 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.

Megoldás

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

$$Q_{LT,h} = 0.35 \cdot V \cdot n_{LT} \cdot (1 - \eta_r) \cdot Z_{LT} \cdot (\bar{t}_{bef} - 4) \quad [kWh/a]$$

Működési idő fűtési időnyben:

$$Z_{LT} = 4400 \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{14}{24} = 1833.3 [\text{óra}] = 1.8333 [\text{ezeróra}]$$

Éves működés időtartama:

$$Z_{a,LT} = 365 \cdot \frac{5}{7} \cdot 14 = 3650 [\text{óra}] = 3.65 [\text{ezeróra}]$$

$$Q_{LT,h} = 0.35 \cdot 2400 \cdot 2 \cdot (1 - 0.6) \cdot 1.833 \cdot (24 - 4)$$

$$Q_{LT,h} = 24640 \quad [kWh/a]$$

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 összehatásfoka:

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VIII.1. táblázat

	Ventilátor térfogatárama $V_{LT} [m^3/h]$	Ventilátor összehatásfoka $\eta_{vent} [-]$
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:

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = \frac{\left(\frac{800}{1000}\right)^2 \cdot \pi}{4} = 0.503 [m^2]$$

Az áramlási sebesség:

$$v = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{\left(\frac{4800}{3600}\right)}{0.503} = 2.7 [m/s]$$

Egységnyi hossza vonatkoztatott hőátbocsátási tényező:

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VIII.3. táblázat

Cső átmérő 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

$$U_{kör} = 3.4 W/mK$$

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

$$Q_{LT,v} = U_{kör} \cdot l_v \cdot (t_{l,köz} - t_{i,átl}) \cdot f_v \cdot Z_{LT}$$

$$Q_{LT,v} = 3.4 \cdot 25 \cdot (24 - 4) \cdot 1 \cdot 1.833$$

$$Q_{LT,v} = 3116.1 [kWh / a]$$

A szabályozás pontatlansága miatti veszteség

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VIII.2. táblázat

Rendszer	Hőmérséklet szabályozás módja	$f_{LT,sz}$ %	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

40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet VI.1. táblázat

Alapterület A_N [m ²]	Teljesítménytényezők C_k [-]			Segédenergia $q_{k,v}$ [kWh/m ² /a]
	Állandó hőmérsékletű kazán	Alacsony hőmérsékletű kazán	Kondenzációs 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

40/2012. (VIII. 13.) BM 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
tüzifa, biomassza, pellet	0,60
megújuló (pl. napenergia)	0,00

Légtechnikai primer energiaigénye

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

$$E_{LT} = \left\{ \left[24640 \cdot \left(1 + \frac{10}{100} \right) + 3116.1 \right] \cdot 1.21 \cdot 1 + (6193.9 + 0) \cdot 2.5 \right\} \cdot \frac{1}{800}$$

$$E_{LT} = 65.06 \quad [\text{kWh} / \text{m}^2 \text{a}]$$