

Lakóépületek energetikai felújításának optimalizálása

Baumann Mihály

PTE PMMK Épületgépészeti Tanszék

Pécsi Tudományegyetem
Pollack Mihály Műszaki Kar
7624 Pécs, Boszorkány u. 2.



7/2006 TNM rendelet

5134

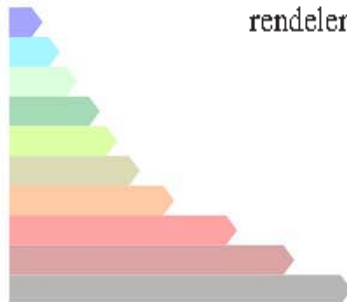
MAGYAR KÖZLÖNY

2006/62. szám

**A tárca nélküli miniszter
7/2006. (V. 24.) TNM
rendelete**

**az épületek energetikai jellemzőinek
meghatározásáról**

Az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. törvény 62. §-a (2) bekezdésének h) pontjában kapott felhatalmazás alapján a következőket rendelem el:



épület hőszigetelőképességét, épületszerkezeti és más műszaki tulajdonságait; az épületgépészeti berendezések és rendszerek jellemzőit, a felhasznált energia fajtáját, az előírt beltéri légállapot követelményeiből származó energiaigényt, továbbá a sajátenergia-előállítást;

3. *hővel kapcsolt villamosenergia-termelés*: az elsődleges tüzelőanyagok egyidejű átalakítása mechanikus vagy villamos és hőenergiává, az energiahatékonyság bizonyos minőségi feltételeinek teljesítése mellett (a továbbiakban: KHV);

4. *jelentős mértékű felújítás*: ahol a felújítás összköltsége meghaladja az épület külön jogszabály¹ szerinti értékének 25%-át.

176/2008 Korm. rendelet



Budapest,
2008. június 30.,
hétfő

5908

MAGYAR KÖZLÖNY

2008/96. szám

96. szám

A Kormány 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelete

az épületek energetikai jellemzőinek
tanúsításáról

A Kormány az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. törvény 62. §-a (1) bekezdésének *k)* pontjában kapott felhatalmazás alapján, a Magyar Köztársaság Alkotmányáról szóló 1949. évi XX. törvény 35. §-a (1) bekezdésének *b)* pontjában megállapított feladatkörében eljárva a következőket rendeli el:

bb) egy évet meghaladó bérbeadása;
c) 1000 m²-nél nagyobb hasznos alapterületű hatósági rendeltetésű, állami tulajdonú közhasználatú épület esetén.

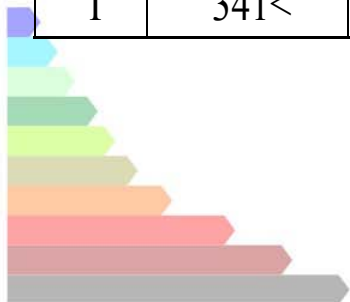
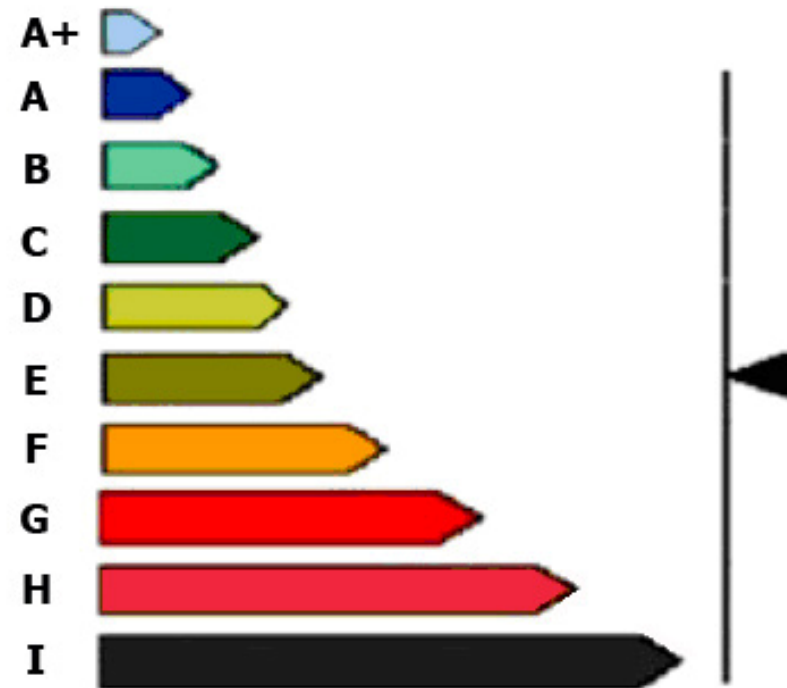
Értelmező rendelkezések

2. §

E rendelet alkalmazásában
a) energetikai tanúsítvány: igazoló okirat, amely az épületnek (önálló rendeltetési egységnek, lakásnak) a külön jogszabály szerinti számítási módszerrel meghatáro-

Épület besorolása

A+	<55	Fokozottan energiatakarékos
A	56-75	Energiatakarékos
B	76-95	Követelménynél jobb
C	96-100	Követelménynek megfelelő
D	101-120	Követelményt megközelítő
E	121-150	Átlagosnál jobb
F	151-190	Átlagos
G	191-250	Átlagost megközelítő
H	251-340	Gyenge
I	341<	Rossz



Szabályozás három szintje

az **összesített primer energiafogyasztás** ne legyen nagyobb, mint $X \text{ kWh/m}^2\text{év}$

ezen belül az épület **fajlagos hőveszteségtényezője** ne legyen nagyobb, mint $Y \text{ W/m}^3\text{K}$

az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek **hőátbocsátási tényezője** ne haladja meg az adott szerkezetre előírt határértéket

A szabályozás lényege: „integrált” energiamérlegre vonatkozik, amely tartalmazza:

- a fűtés és a légtechnika termikus fogyasztását,
- a nyereségáramok hasznosított hányadát,
- a ventilátorok, szivattyúk energiafogyasztását,
- a használati melegvíztermelés energiafogyasztását,
- a világítás energiafogyasztását, (lakóépületek esetében nem)
- az aktív szoláris és fotovoltaiikus rendszerekből származó nyereséget,
- a kapcsolt energiatermelésből származó nyereséget

valamennyi tételt primer energiahordozóra átszámítva

Fajlagos hőveszteségtényező

$$q = \frac{1}{V} \left(\sum AU + \sum l\Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72} \right)$$

Egyszerűsítési lehetőségek:

- a fűtetlen tér egyensúlyi hőmérsékletének számítása helyett U értékének megadott korrekciós tényezővel való szorzása
- a hőhidak hatása az U korrekciós szorzójával is kifejezhető,
- a talajba irányuló hőveszteség „vonalmenti k-val” számítható,
- a benapozás ellenőrzésének elhagyásával „körben észak” sugárzási nyereség számítható,
- a sugárzási nyereséget kifejező tag elhagyható



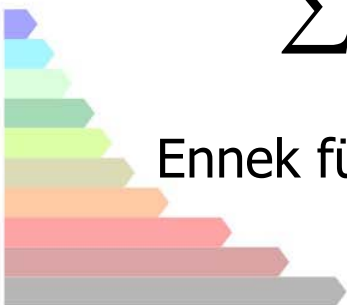
Éves nettó fűtési energiaigény

$$Q_F = VH [q + 0,35n(1 - \eta_r)]\sigma - Z_F A_N q_b$$

- Egyszerűsített eljárásban a fűtési hőfokhíd konvencionális értéke (72000 órafok) és az ehhez tartozó fűtési időny (4400 óra) vehető számításba.
- Részletes számítás esetén érdemes meghatározni a fűtési időny hosszát és a hőfokhidat az egyensúlyi hőmérséklet-különbség alapján:

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N q_b}{\sum AU + \sum l\Psi_l + (1 - \eta_r)0,35nV} + 2$$

Ennek függvényében H és Z értéke táblázatosan és diagramon adott.

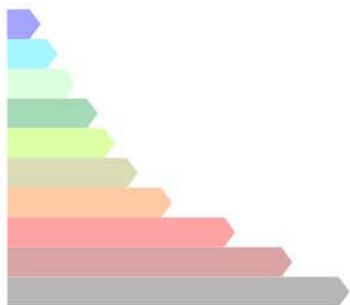
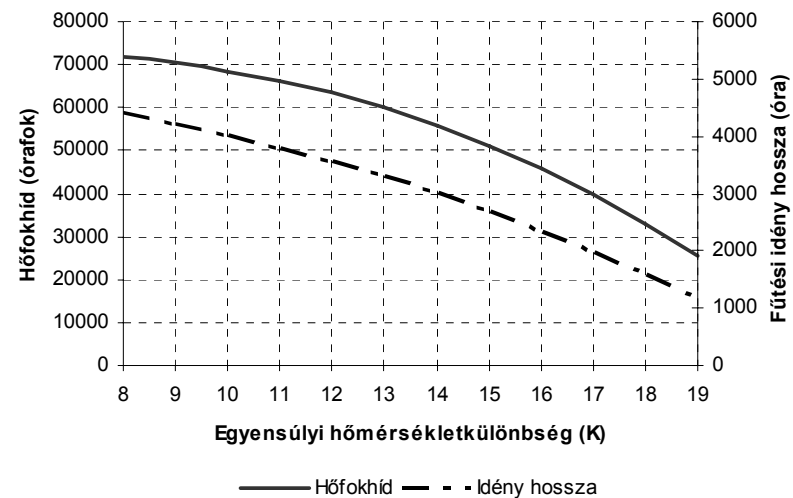


Tervezési algoritmus

Két opció közül választhatunk:

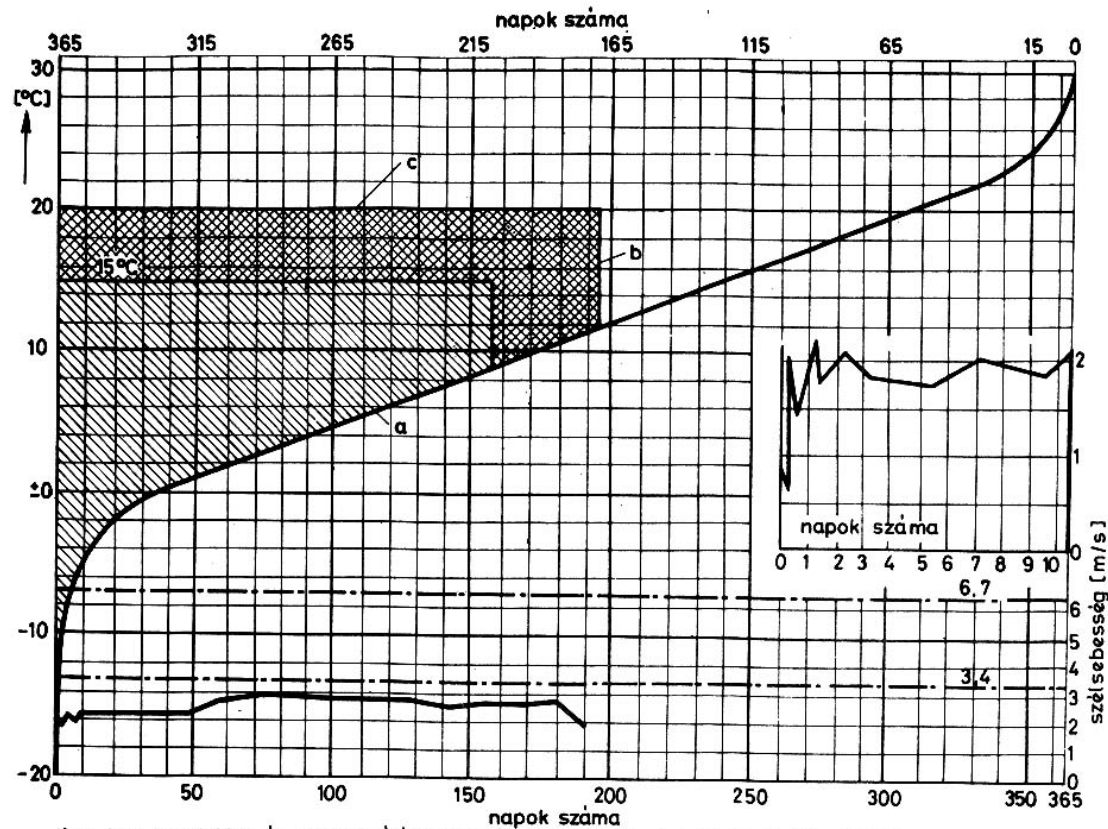
vagy a szokványos hőfokhid értéket és fűtési időnyt vesszük figyelembe, ezzel feltételezve, hogy a fűtési idény határhőmérséklete $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ vagy számítjuk az egyensúlyi hőmérsékletkülönbséget (a belső hőmérséklet és a határhőmérséklet különbségét) és ebből a fűtési hőfokhidat és a fűtési idény hosszát.

Jó épület esetében ezzel a számítási ráfordítással jobb energetikai minőség igazolható.



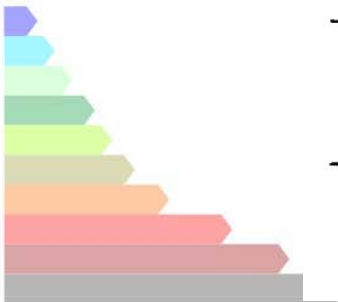
Tervezési algoritmus

Hőfokgyakorisági görbe, hőfokhíd



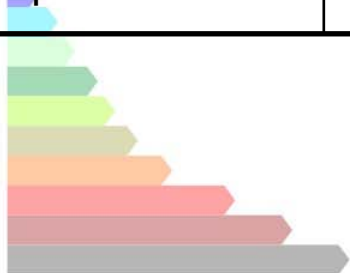
A c b a vonalakkal és az ordinátákkal határolt terület Budapest hőfokhídja G 20/12; az egyszerűsített vonalkázott terület G 15/8

V. 6. ábra



Tervezési algoritmus

Az épület rendeltetése	Légcsere- szám fűtési idényben [1/h]			Használati melegvíz nettó hőenergia igénye [kWh/m ² a]	Világítás energia igénye [kWh/m ² a]	Világítási energia igény korrekciós szorzó υ	Szakaszos üzem korrekciós szorzó σ	Belső hő- nyereség átlagos értéke [W/m ²]
	1)	2)	3)					
Lakóépületek	0,5			30	(8)	-	0,9	5
Irodaépületek	2	0,3	0,8	9	22	0,7	0,8	7
Oktatási épületek	2, 5	0,3	0,9	7	12	0,6	0,8	9



Tervezési algoritmus

A fűtés fajlagos primer energia igénye $[kWh/m^2a]$:

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

A fajlagos nettó igény az előzőekből adott (kWh/m²a)

Hány forrásból tápláljuk a fűtési rendszert? Többnyire egy forrás van, de lehet több is (szilárd tüzelésű kazán gázkazán mellett, szolár, bivalens).

Melyik forrásnak mekkora a részesedése a szezon folyamán az igények fedezésében?

Melyik forrásnak mekkora a teljesítménytényezője (a hatásfok reciproka)?

Melyik forrás energiahordozójának mennyi a primer energia átalakítási tényezője?

Tervezési algoritmus

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

Mekkora a veszteség a pontatlan szabályozás, az elosztó hálózat lehűlése, a tároló (ha van) lehűlése miatt?

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

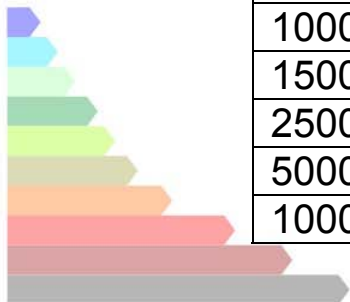
Mennyi villamos energiát igényel a keringtetés, a szabályozás, a tárolás? Ezt természetesen a villamos energia primer energiataralmával szorozva kell figyelembe venni.



Tervezési algoritmus

Fűtött téren kívül elhelyezett kazánok teljesítménytényezői és segédenergia igénye

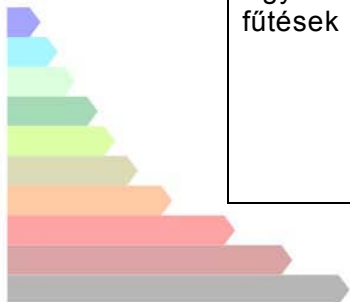
Alapterület A [m ²]	Teljesítménytényezők C_k [-]			Segédenergia E_{FK} [kWh/m ² a]
	Állandó hőmérsékletű kazán	Alacsony hőmérsékletű kazán	Kondenzációs kazán	
100	1,38	1,14	1,05	0,79
150	1,33	1,13	1,05	0,66
200	1,30	1,12	1,04	0,58
300	1,27	1,12	1,04	0,48
500	1,23	1,11	1,03	0,38
750	1,21	1,10	1,03	0,31
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



Tervezési algoritmus

A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek

Rendszer	Szabályozás	$q_{f,h}$ [kWh/m ² a]	Megjegyzések
Vízfűtés Kétsöves 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	PI. ablaknyitás, jelenlét érzékelés funkciókkal kibővítve
Egysöves fűtések	Épület vagy rendeltetési egység 1 központi szabályozóval (pl. szobatermosztáttal)	9,6	PI. lakásonkénti vízszintes egysöves rendszer
	Időjárásfüggő központi szabályozás helyiségenkénti szabályozás nélkül	5,5	PI. panelépületek átfolyós vagy átkötőszakaszos rendszere
	Termosztatikus szelepekkel	3,3	



Tervezési algoritmus

A melegvízellátás primer energiaigénye $[kWh/m^2a]$

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

A nettó igény vagy előírt tervezési adat vagy a szakma szabályai szerint számítandó.

- Hány forrásból fedezzük az igényt?
- Melyik forrás energiahordozójának mekkora a primer energiatartalma?
- Melyik forrásnak mekkora a teljesítménytényezője?

Tervezési algoritmus

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

Mennyi a veszteség az elosztóhálózat és a tároló lehűlése miatt?

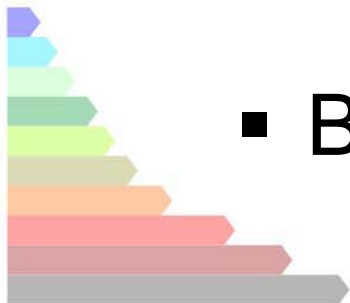
$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_K) e_v$$

Mekkora a cirkulációs szivattyú és a hőtermelő villamos energiaigénye? (ami természetesen a villamos áram primer energiataralmával szorzandó)

Rekonstrukciók hatása

Épületszerkezetek szigetelése

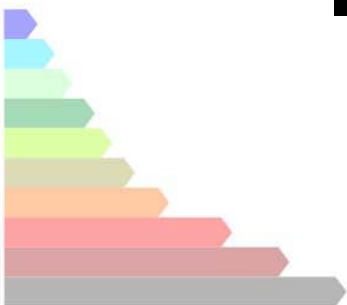
- Hőátbocsátási tényező csökkenése
 - Fajlagos hőveszteségtényező csökkenése
- Egyensúlyi hőmérsékletkülönbség növekedése
 - Fűtési hőfokhíd és fűtési idény hosszának csökkenése
- Belső hőmérséklet csökkenthető



Rekonstrukciók hatása

Ablakok cseréje

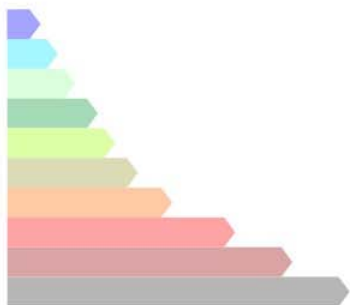
- Hasonló hatások, mint a szerkezet szigetelésénél
- Filtráció mértéke változik
 - Tanúsításnál standard használatot tételezünk fel
 - A takarékoság nem vezethet elégtelen szellőzéshez



Rekonstrukciók hatása

Hőtermelő berendezés cseréje

- A hőtermelő teljesítménytényezője változik
(fontos a teljesítménytényező vagy az éves hatásfok pontos ismerete)



Szabályozás rekonstrukciója

- Helyiségenkénti szabályozás
 - A felesleges túlmelegedésekből származó energiaveszteséget lehet megtakarítani
 - A TNM rendelet számítással az energia megtakarításnál kisebb a tapasztaltnál



Optimalizálás

- Számos rekonstrukciós variáció lehet
- Több tényező szerepét kell együtt vizsgálni
- TNM rendelet standard felhasználói szokásokat tételez fel
- Döntés több paraméter alapján
 - Rekonstrukció költsége
 - Megtérülési idő
 - CO₂ kibocsátás csökkenés
 - Felújítás utáni besorolás

