



AZ ÉPÜLETENERGETIKAI KÖVETELMÉNYEK VÁLTOZÁSAI – NETTÓ FŰTÉSI ÉS HŰTÉSI ENERGIAIGÉNY SZÁMÍTÁSA

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS

Dr. Szalay Zsuzsa
2024.04.30.



**BUDAPESTI MŰSZAKI
ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM**
Építőmérnöki Kar - építőmérnöki képzés 1782 óta

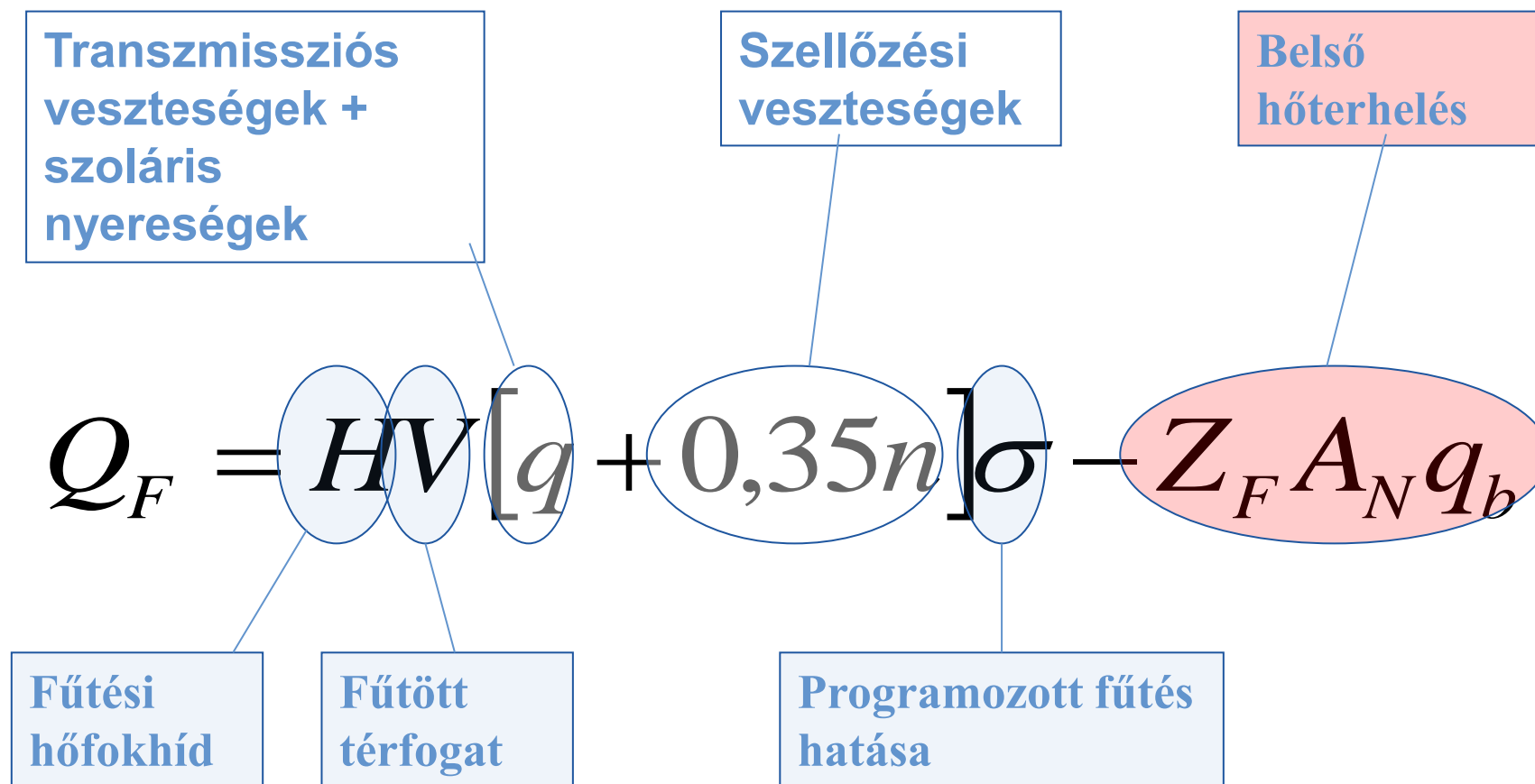
Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Figyelem!

Az előadás anyaga szerzői jogvédelem alatt áll, azt a szerző kizárólag a tanfolyam résztvevői számára, saját felhasználásra bocsátotta rendelkezésre, harmadik személyek számára nem átruházható. Jelen dokumentum a szerző írásos engedélye nélkül sem elektronikus, sem más adathordozón nem terjeszthető, másolható.

Éves nettó fűtési energiaigény – 7/2006 TNM szerint

Szezonális módszer!



Gépi hűtés fajlagos energiaigénye – 7/2006 TNM szerint

Szezonális módszer!

$$E_{hű} = \frac{Q_{hű} \cdot \sum \alpha_h \cdot C_h \cdot e_{hű}}{A_N} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

Nincs általános összefüggés, mert a hűtési hőterhelés csak helyiségenként vagy zónánként végezhető.

Becslés:

$$Q_{hű} = \frac{24}{1000} \cdot n_{hű} \cdot (\sum A_N q_b + Q_{sdnyár})$$

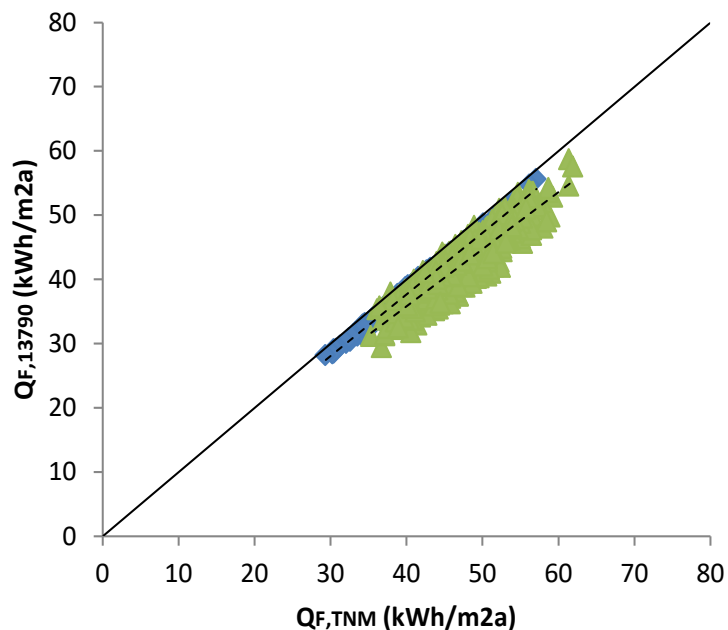
ahol $n_{hű}$ azon napok száma, amikor:

$$\bar{t}_e \geq 26 - \Delta t_{bnyár} \quad \Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sdnyár} + A_N q_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35n_{nyár} V}$$

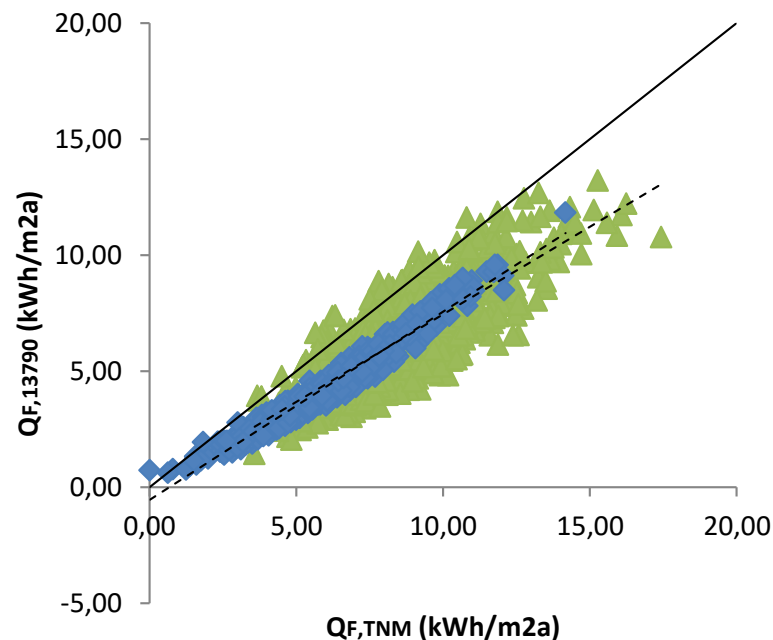
te, közepes °C	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$n_{hű}$	110	95	80	66	52	38	25	15	8	5	3	1

TNM kontra EN szabványok

Fűtési energiaigény TNM részletes módszerrel és az MSZ EN ISO 13790 módszerrel, lakóépületek (zöld: könnyű épületek, kék: nehéz épületek)



Átlagos épületek



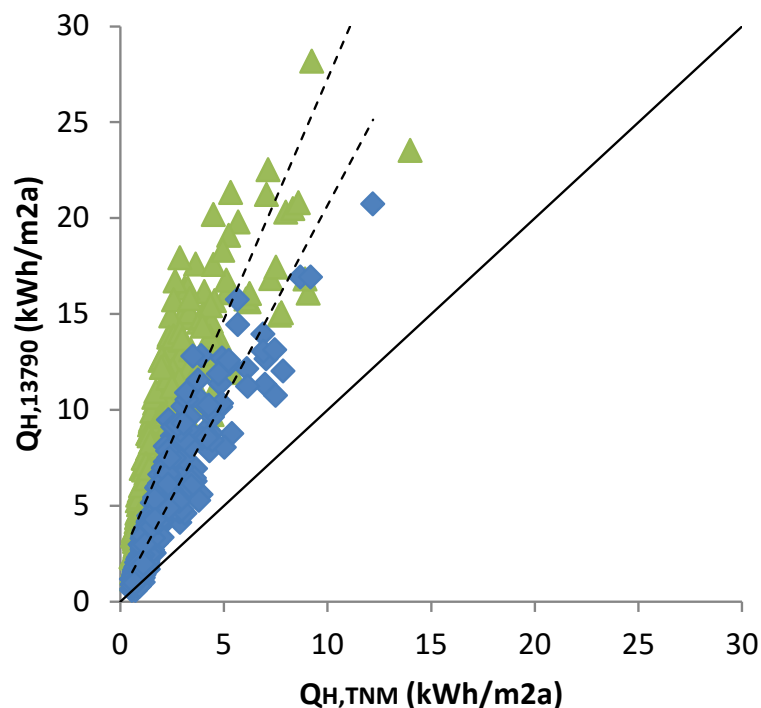
Jól hőszigetelt, hővisszanyerővel ellátott épületek

Szalay Zsuzsa, Kiss Benedek

Dinamikus paraméterek az energiaigény számításában. 1. rész: Nettó fűtési energiaigény avagy szorozzunk e hasznosítási tényezővel? MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET LXVI:(9) pp. 20-27. (2017)

TNM kontra EN szabványok

Hűtési energiaigény TNM részletes módszerrel és az MSZ EN ISO 13790 módszerrel, lakóépületek (zöld: könnyű épületek, kék: nehéz épületek)



Szalay Zsuzsa, Kiss Benedek

Dinamikus paraméterek az energiaigény számításában. 2. rész: Nettó hűtési energiaigény
MAGYAR ÉPÜLETGÉPÉSZET LXVI:(11) pp. 12-18. (2017)

Számítási módszerek

Egyszerűsített módszer

A rendelet által megadott közelítő összefüggések, bizonyos elhanyagolások megengedettek

A biztonság javára téved!

Részletes módszer

Vonatkozó EN, MSZ szabvány vagy számítógépes módszer

Pontosabb eredményeket ad!

Számítógépes szimulációs módszer

A rendelet által megadott módszerrel egyenértékű, a nemzetközi gyakorlatban elfogadott szimulációs módszerrel

Szabadság a módszerek megválasztásában (akár lépésenként felváltva)
Az épületek sokfélék
Pontosság – ráfordított idő

Fűtés/ hűtés nettó hőenergia igénye az új rendeletben

Cél:

- az EU-s szabványokkal a harmonizáció megteremtése,
- a hűtési igény számítása „tükörben” a fűtés analógiájára

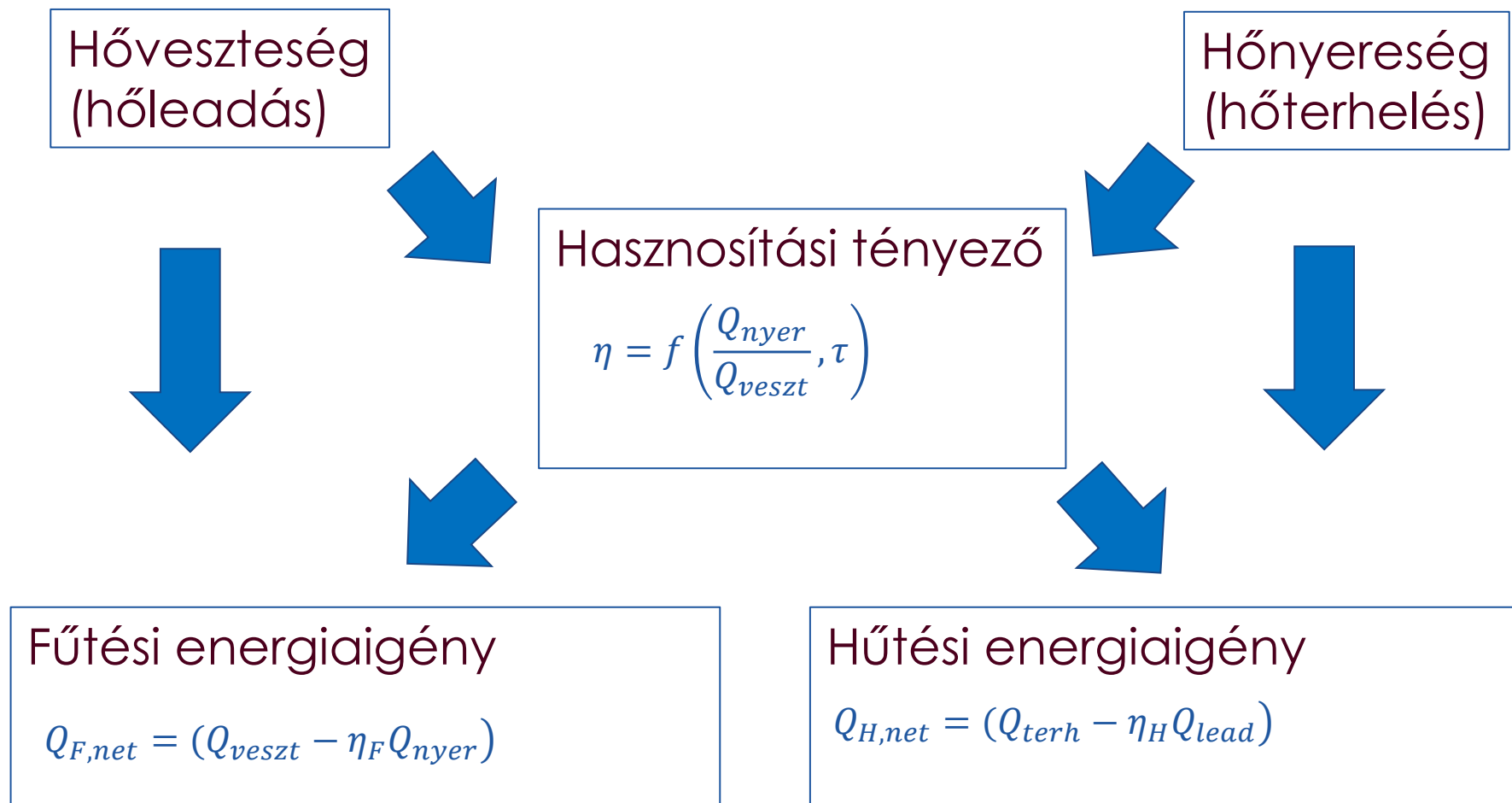
Képletek és jelölések változnak, de a tartalmuk csak kis mértékben.

Egyszerűsített és részletes számítás lehetősége több lépésnél, de a részletes számítás nem a kategóriába sorolás feltétele.

Energiaigény számítás zónánként:

- Részletes számítással: órai módszerrel, MSZ EN ISO 52016 szerint vagy dinamikus szimulációval
- Egyszerűsített számítás: havi alapon

Fűtés/ hűtés nettó hőenergia igénye – havi módszer szerint (MSZ EN ISO 52016)



A termikus zónák típusai

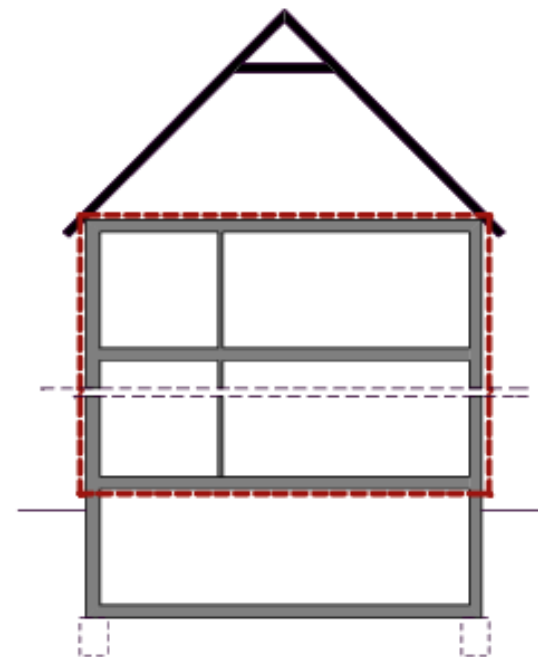
Számítást zónánként kell elvégezni.

Zónák két fő típusa:

- kondicionált zóna: fűtési és/ vagy hűtési szezonra van előírt hőmérséklet
- nem kondicionált zóna

Nem kondicionált terek típusai a termikus kapcsolat szempontjából:

- erősen kapcsolt nem kondicionált zóna
- gyengén kapcsolt nem kondicionált zóna
- gyengén kapcsolt nem kondicionált zóna jelentős szoláris és/vagy belső hőnyereséggel



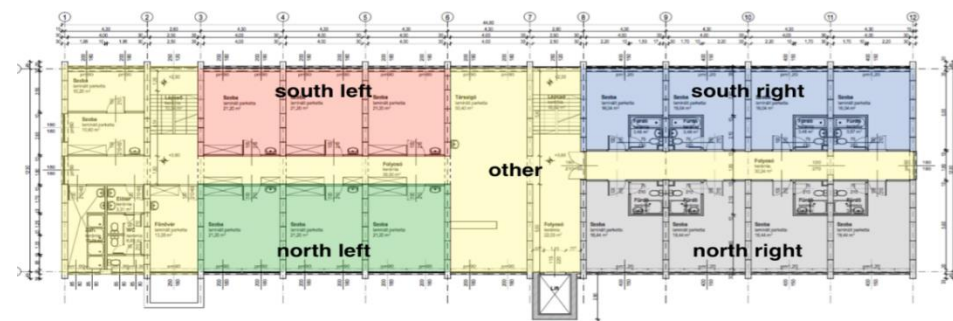
A termikus zónázás szabályai

Az épület egy termikus zónaként kezelhető, bizonyos kivételekkel (pl. különböző használati feltételek, különbségek az épülettechnikai rendszerben, jelentős eltérés a hőmérlegben).

Számítást zónánként kell végezni, majd a zónák eredményeit összesíteni.

A zónákra osztás lépései:

1. Helyiségek kategóriába sorolása a fő funkció alapján, zónákba sorolás
2. Felosztás az épülettechnikai rendszerek alapján
3. Összevonás hasonló használati feltételek esetén
4. (További) felosztás a hőegyensúly szempontjából
5. Egyszerűsítés kisméretű zónák esetén
6. Egyszerűsítés nagyon kisméretű zónák esetén



Az épület pillanatnyi energiamérlege

$$\dot{Q}_{\text{tr}} + \dot{Q}_{\text{szell}} + \dot{Q}_{\text{sug}} + \dot{Q}_{\text{belső}} + \frac{\dot{Q}_{\text{tárolt}}}{T} + \dot{Q}_{\text{F/H}} = 0$$

\dot{Q}_{tr} - transzmissziós veszteségek

\dot{Q}_{szell} - szellőzési veszteségek

\dot{Q}_{sug} - sugárzási nyereségek

$\dot{Q}_{\text{belső}}$ - belső nyereségek

$\frac{\dot{Q}_{\text{tárolt}}}{T}$ - tárolt hő időbeni változása

$\dot{Q}_{\text{F/H}}$ - fűtési (hűtési) rendszer teljesítménye

Tipikus meteorológiai év

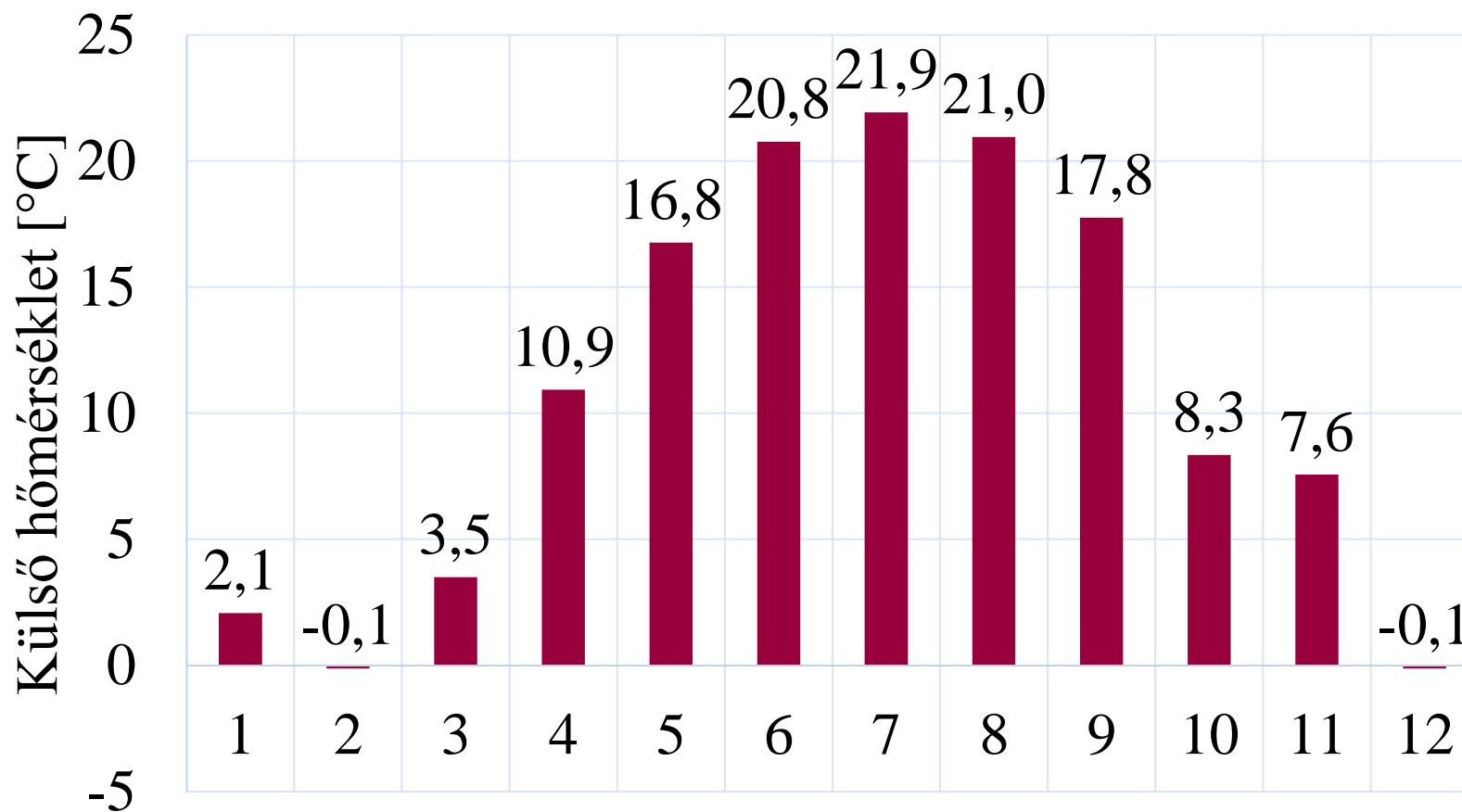
Tipikus meteorológiai év: 2007 – 2016 adataiból szerkesztve, PVGIS adatbázis

- Hőmérséklet – hagyományosan értelmezett hőfokhidat nem használjuk
- Napsugárzás: átlagintenzitás, energiahozam
Tájolás: É, ÉK, K, DK, D, DNy, Ny, ÉNy
Dőlésszög: 0° , 30° , 45° , 60° , 90°
- Páratartalom: relatív, abszolút
- Szél: sebesség, irány (csak órai)

Időlépték

- Órai – csak fájl formátumban
- Havi
- Szezonális

Külső hőmérséklet – havi átlag



Transzmissziós hőátviteli tényező

$$H_{tr,D} = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j \quad [\text{W/K}]$$

- Csatlakozási hőhidak:
 - egyszerűsített: táblázatos módszer, nem változott
 - részletes: hőhídkatalógus vagy numerikus modellezés

- Fűtetlen terek hatása: $H_{tr,x} = b \cdot H_{tr,ix}$

- Talajjal érintkező szerkezetek: $H_{tr,T,tp} = AU_{T,p} + P\Psi_{p,f}$

$$H_{tr,T,p} = AU_{T,p} + zPU_{T,pf} + P\Psi_{p,f}$$

Nemzeti hőhídatalógus


Lábazat-padró-fal csp. ψ (W/(m ² *K))		Lábazat hőszigetelés kialakítása, anyaga, vastagsága																		
Falazat anyaga	Hőszigetelés vtg. (cm)	Lábazat hőszigetetlen			Lábazat csak a terepszint felett hőszigetelt (XPS hőszig.)						Lábazat terepszint alatt 0.5 m-ig hőszigetelt (XPS hőszig.)									
					Lábazat hőszig. vtg = fal hőszig. vtg.			Lábazat hőszig. vtg > fal hőszig. vtg.			Lábazat hőszig. vtg = fal hőszig. vtg.					Lábazat hőszig. vtg > fal hőszig. vtg.				
		Padló hőszigetelése és vastagsága (cm)																		
		Nincs	EPS/XPS	EPS/XPS	Nincs	EPS/XPS	EPS/XPS	Nincs	EPS/XPS	EPS/XPS	Nincs	EPS/XPS	EPS/XPS	Üveghab	Üveghab	Nincs	EPS/XPS	EPS/XPS	Üveghab	Üveghab
		0	10	20	0	10	20	0	10	20	0	10	20	25	50	0	10	20	25	50
20 cm monolit vasbeton	0	0.26	0.42	0.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	0.45	0.72	0.66	0.48	0.47	0.47	-	-	-	0.11	0.31	0.36	0.11	0.10	-	-	-	-	-
	10	0.50	0.77	0.70	0.49	0.47	0.46	-	-	-	0.08	0.27	0.32	0.09	0.09	-	-	-	-	-
	15	0.52	0.80	0.71	0.48	0.46	0.45	-	-	-	0.07	0.26	0.30	0.09	0.08	-	-	-	-	-
	20	0.54	0.81	0.72	0.47	0.45	0.44	-	-	-	0.06	0.25	0.29	0.08	0.08	-	-	-	-	-
Porotherm 25 N+F habarccsal	0	0.10	0.20	0.20	-	-	-	0.13	0.18	0.19	-	-	-	-	-	0.17	0.17	0.19	0.09	0.09
	5	0.12	0.23	0.20	0.07	0.17	0.17	0.06	0.16	0.16	0.06	0.14	0.15	0.04	0.04	0.06	0.13	0.14	0.04	0.04
	10	0.13	0.25	0.21	0.06	0.17	0.16	0.05	0.16	0.16	0.04	0.12	0.13	0.04	0.04	0.04	0.12	0.13	0.04	0.03
	15	0.14	0.26	0.21	0.05	0.16	0.16	0.05	0.16	0.15	0.04	0.12	0.13	0.04	0.04	0.04	0.11	0.12	0.03	0.03
	20	0.15	0.26	0.22	0.05	0.16	0.15	0.04	0.15	0.15	0.03	0.11	0.12	0.04	0.04	0.03	0.11	0.12	0.03	0.03
Leiertherm 25 N+F	0	0.09	0.18	0.17	-	-	-	0.11	0.15	0.16	-	-	-	-	-	0.14	0.14	0.16	0.07	0.07
	5	0.10	0.20	0.17	0.06	0.15	0.14	0.06	0.14	0.14	0.06	0.12	0.13	0.04	0.04	0.06	0.11	0.12	0.04	0.03
	10	0.11	0.21	0.17	0.05	0.14	0.14	0.05	0.14	0.13	0.04	0.11	0.11	0.03	0.03	0.04	0.10	0.11	0.03	0.03
	15	0.12	0.22	0.18	0.04	0.14	0.13	0.04	0.13	0.13	0.03	0.10	0.11	0.03	0.03	0.03	0.10	0.11	0.03	0.03
	20	0.12	0.22	0.18	0.04	0.14	0.13	0.04	0.13	0.13	0.03	0.10	0.11	0.03	0.03	0.03	0.10	0.10	0.03	0.03
Bakonytherm 25 N+F	0	0.10	0.20	0.20	-	-	-	0.13	0.18	0.19	-	-	-	-	-	0.17	0.17	0.19	0.09	0.09
	5	0.12	0.23	0.20	0.07	0.17	0.17	0.06	0.16	0.16	0.06	0.14	0.15	0.04	0.04	0.06	0.13	0.14	0.04	0.04
	10	0.13	0.25	0.21	0.06	0.17	0.16	0.05	0.16	0.16	0.04	0.12	0.13	0.04	0.04	0.04	0.12	0.13	0.04	0.03
	15	0.14	0.26	0.21	0.05	0.16	0.16	0.05	0.16	0.15	0.04	0.12	0.13	0.04	0.04	0.04	0.11	0.12	0.03	0.03
	20	0.15	0.26	0.22	0.05	0.16	0.15	0.04	0.15	0.15	0.03	0.11	0.12	0.04	0.04	0.03	0.11	0.12	0.03	0.03
Silka HM 250 NF+GT	0	0.16	0.29	0.31	-	-	-	0.22	0.26	0.29	-	-	-	-	-	0.28	0.26	0.29	0.14	0.14
	5	0.22	0.39	0.35	0.10	0.26	0.27	0.09	0.25	0.26	0.08	0.20	0.23	0.07	0.07	0.08	0.18	0.21	0.06	0.06
	10	0.25	0.42	0.37	0.09	0.26	0.26	0.08	0.24	0.25	0.06	0.19	0.21	0.07	0.06	0.06	0.17	0.20	0.06	0.05
	15	0.26	0.44	0.37	0.08	0.26	0.25	0.07	0.24	0.24	0.05	0.18	0.20	0.06	0.06	0.05	0.17	0.19	0.05	0.05
	20	0.27	0.45	0.38	0.08	0.25	0.25	0.07	0.23	0.24	0.04	0.17	0.19	0.06	0.06	0.04	0.16	0.18	0.05	0.05
Alfa falazóblokk	0	0.11	0.23	0.22	-	-	-	0.14	0.20	0.21	-	-	-	-	-	0.18	0.18	0.21	0.09	0.09
	5	0.14	0.28	0.24	0.08	0.20	0.20	0.07	0.19	0.19	0.07	0.16	0.17	0.05	0.05	0.07	0.14	0.16	0.05	0.05
	10	0.17	0.30	0.26	0.07	0.20	0.20	0.06	0.19	0.19	0.05	0.15	0.16	0.05	0.05	0.05	0.14	0.15	0.05	0.04
	15	0.18	0.32	0.27	0.06	0.20	0.19	0.06	0.19	0.19	0.04	0.14	0.15	0.05	0.05	0.04	0.13	0.15	0.04	0.04
	20	0.19	0.32	0.27	0.06	0.20	0.19	0.05	0.19	0.18	0.04	0.14	0.15	0.05	0.05	0.03	0.13	0.14	0.04	0.04

Forrás: Nagy Balázs

Nemzeti hőhídkatalógus

<https://em.bme.hu/em/emkek>

BME.HU | EPITO.BME.HU | EDU.EPITO.BME.HU | HELP.EPITO.BME.HU OKTATÓI BELÉPÉS | E-MAIL

 BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Építőmérnöki Kar - építőmérnök képzés 1782 óta
ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MAGASÉPÍTÉS TANSZÉK

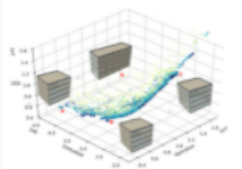
TANSZÉK OKTATÁS KUTATÁS LABORATÓRIUM, SZAKÉRTÉS

ÉMKÉK

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS ÉPÜLETENERGETIKA KUTATÓCSOPORT

A kutatócsoport tanszéki tagjai: **Nagy Balázs, Szagri Dóra, Szalay Zsuzsa**
A kutatócsoport külsős tagjai: **Kiss Benedek, Medgyasszay Péter**
Cím: 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3. "K" épület 1. em. 85.

Elyert főbb kutatási pályázataink:



NKFI-6 FK_18-128663 (Épületek és épületszerkezetek élelciklus és épületfizikai szemléletű optimalizációja komplex numerikus modellezéssel)

Projektvezető: Dr. Szalay Zsuzsa

A kutatás célja egy, az épületek és épületszerkezetek többszintű optimalizációját lehetővé tevő keretrendszer kidolgozása komplex numerikus modellek alapján. Részletes dinamikus modelleket fejlesztünk ki talajjal érintkező szerkezetek és hőhidak modellezésére, melyek figyelembe veszik a kapcsolt hő- levegő- és nedvességtranszport folyamatait is. Egy élelciklus modellt is integrálunk a rendszerbe. A dinamikus modellek a jelenlegi szimulációk pontosságát várhatóan növelni fogják, így eltérő optimum megoldásokhoz és szerkezeti kialakításokhoz vezetnek, mint az egyszerűsített eljárások.

- A projekt keretében elkészült Hőhídkatalógus v1.1 verziója (készítette: Dr. Nagy Balázs, BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék 2020), összesen 21.617 értékkel: letöltés



Fűtetlen terek miatti „b” módosító tényezők

<i>A gyengén kapcsolt nem kondicionált térrel határos szerkezet</i>	$b_{tél}$	$b_{nyár}$
Padlástérrel határos födém vagy fal	0,9	0,0
Zárt, fűtetlen pincével határos födém vagy fal	0,5	1,5
Zárt, fűtetlen mélygarázzsal határos födém vagy fal	0,8	0,8
Zárt, fűtetlen garázzsal határos födém vagy fal	0,9	0,9
Fűtetlen/ hűtés nélküli helyiséggel határos födém vagy fal	0,5	0,5
Fűtetlen, külső homlokzattal rendelkező lépcsőházzal határos fal	0,7	0,7
Naptérrel vagy fűtetlen átriummal határos fal, ha az üvegezett szerkezet ¹		0,0
- egyrétegű	0,8	
- kétrétegű	0,7	
- hőszigetelő üvegezésű ²	0,5	

Októbertől áprilisig $b_{tél}$, májustól szeptemberig $b_{nyár}$ értékek alkalmazandók

¹ napterek esetén, ha a b tényezőt jelen egyszerűsített módszerrel számoljuk indirekt sugárzási nyereség nem vehető figyelembe

² hőszigetelő üvegezés: legalább kétrétegű, legalább egy low-e bevonattal ellátott és argon nemesgázzal töltött üvegezés

Talajjal érintkező szerkezetek

Terepszint közelében vagy felett fekvő padló

$$H_{tr,T,tp} = (AU_{T,p} + P\Psi_{p,f})$$

$H_{tr,T,tp}$ a terepszint közelében vagy felett fekvő padló hőátviteli tényezője állandósult állapotban [W/K],

A a padló területe [m²],

$U_{T,p}$ a terepszint közelében vagy felett fekvő padló a talaj hatását is tartalmazó egyenértékű hőátbocsátási tényezője [W/m²K],

P a padló kitett kerülete [m],

$\Psi_{p,f}$ a padló-fal csatlakozás vonalmenti hőátbocsátási tényezője [W/mK]

Fűtött pince $H_{tr,T,p} = AU_{T,p} + zPU_{T,pf} + P\Psi_{p,f}$

- Csatlakozási hőhíd**
- Részletes számítás: numerikus modellezés/ hőhídkatalógus
 - Egyszerűsített: táblázat

Transzmissziós hőátvitel

$$Q_{tr,F/H} = \left((\sum H_{tr,D,F/H} + \sum H_{tr,x,F/H}) (\theta_{i,F/H} - \theta_{e,átlag}) + H_{tr,T} (\theta_{i,F/H} - \theta_{e,év}) \right) \cdot \Delta t / 1000 \quad [\text{kWh}]$$

$H_{tr,D,F/H}$ direkt transzmissziós hőátviteli tényező külső környezettel határos szerkezetek esetén fűtésre/hűtésre [W/K],

$H_{tr,x,F/H}$ transzmissziós hőátviteli tényező nem kondicionált térrel határos szerkezetek esetén fűtésre/hűtésre [W/K],

$H_{tr,T}$ talajjal érintkező szerkezetek transzmissziós hőátviteli tényezője [W/K],

$\theta_{i,F/H}$ a zóna/épület parancsolt hőmérséklete fűtés/ hűtés esetén [$^{\circ}\text{C}$],

$\theta_{e,átlag}$ a külső tér átlaghőmérséklete, havi átlagérték [$^{\circ}\text{C}$],

$\theta_{e,év}$ a külső tér éves átlaghőmérséklete [$^{\circ}\text{C}$],

Δt a számítási időszak hossza (hónap) [h].

Meghatározandó minden zónára és minden hónapra

Szellőzési hőátviteli tényező

$$H_{szell,F/H} = 0,35 \cdot \sum_k \left(b_{szell,k} \cdot n_k \cdot V_k \cdot \frac{\Delta t_k}{\Delta t} \right) [W/K]$$

- 0,35 a levegő térfogatra vonatkoztatott hőkapacitása [Wh/m³K],
- $b_{szell,k}$ hőmérséklet korrekciós tényező a k szellőzési mód esetén, értéke 1, amennyiben a szellőző levegő hőmérséklete megegyezik a külső hőmérséklettel, egyéb esetben a 6.9. képlet szerint számítható,
- n_k légcsereszám a k szellőzési mód esetén, havi átlagérték, figyelembe véve ha a szellőzési mód nem teljes időben működik [1/h],
- V_k a szellőztetett térfogat [m³],
- k az egyes szellőzési módokat jelöli, (pl. infiltráció, természetes szellőzés, gépi szellőztetés, éjszakai többletszellőztetés, stb),
- Δt_k a k szellőzési módhoz tartozó időszak hossza (használati idő) [h],
- Δt a vizsgált teljes időszak (hónap) [h].

Szellőzési hőátviteli tényező

$$H_{szell,F/H} = 0,35 \cdot \sum_k \left(b_{szell,k} \cdot n_k \cdot V_k \cdot \frac{\Delta t_k}{\Delta t} \right) [W/K]$$

Esetek:

- természetes szellőzés télen/ nyáron
- éjszakai többletszellőzés
- folyamatos üzemű hővisszanyerős szellőzés
- szakaszos gépi szellőzés, fagyvédelmi előfűtéssel, talajhőcserélővel

Tömítetlenségből származó légcserre növekedés

ÉKM 2. függelék, 2.4. táblázat: Tömítetlenségből származó légcserre növekedés¹⁾

Nyílászáró légáteresztése	Nyílások elhelyezkedése	Szintek	Tömítetlenségből származó légcserre ¹⁾	
			n_{filtr} [1/h]	
		száma	szélvédett	szélnek kitett ²⁾
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteltetlen, tömítetlen nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,20	0,35
		3-6		0,40
		7-		0,60
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,40	0,65
		3-6		0,75
		7-		1,00
Közepes légzárású: kettős jól illeszkedő, de tömítetlen, vagy egyszeres jól illeszkedő öntapadó tok-szárnytömítéssel ellátott; vagy falhézagban csak hőszigeteléssel tömített nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,05	0,10
		3-6		0,15
		7-		0,25
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,10	0,20
		3-6		0,25
		7-		0,40
Jó légzárású: körbemenő, gyárilag beépített, alakos-tok-szárnytömítéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő iratban MSZ EN 12207 szerint 4-es légáteresztési osztályú; és minden esetben falhézagnál légzáróan is tömített nyílászárók	Egy homlokzaton	0,03		
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	0,06		
Kiváló légzárású ³⁾	$V \leq 1500 \text{ m}^3$	nincs gépi szellőzés $n_{50} \leq 2,0 \text{ h}^{-1}$	0,00	
		van gépi szellőzés $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$		
	$V > 1500 \text{ m}^3$	nincs gépi szellőzés $q_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$		
		van gépi szellőzés $q_{50} \leq 2,0 \text{ h}^{-1}$		

Szükséges szellőzési térfogatáram - táblázatok

*ÉKM 2. függelék, 2.1. táblázat:
Különböző funkciójú épületekre vonatkozó ajánlott számítási alapadatok*

	Napi használati idő	Éves használati idő	Éves használati idő	Hőmérséklet fűtési idény	Hőmérséklet hűtési idény	Szükséges szellőzési térfogatáram üzemidőben	Megvilágítás **	Hőnyereség napi átlag
	h/nap	nap/év	h/év	°C	°C	\dot{V}_{LT}/A_k m ³ /(m ² h)	MV lx	q _b W/m ²
Lakóépület egésze*	24	365	8760	20	26	n _{szüks} =0,5 /h	-	5
Kis iroda (1-5 fő)	11	250	2750	20	26	4	500	7
Nagy iroda (>5 fő)	11	250	2750	20	26	6	500	8
Tárgyaló	11	250	2750	20	26	15	500	8
Osztályterem, óvoda csoportszoba	10	szept.-jún.: 22 nap/hó júl.-aug.: 0 nap/hó	szept.-jún.: 220 h/hó, júl.-aug.: 0 h/hó	20	26	10	300	9

Kivonat!

***Lakóépületekre a megadott értékek alkalmazása kötelező**

Szellőzési hőátvitel

$$Q_{szell,F/H} = \sum H_{szell,F/H} (\theta_{i,F/H} - \theta_{e,átlag}) \Delta t / 1000 \quad [\text{kWh}]$$

$\theta_{i,F/H}$ a zóna/épület parancsolt hőmérséklete fűtés/
hűtés esetén [$^{\circ}\text{C}$],

$\theta_{e,átlag}$ a külső tér átlaghőmérséklete, havi átlagérték [$^{\circ}\text{C}$],

Δt a számítási időszak hossza (hónap) [h]

Meghatározandó minden zónára és minden hónapra

Sugárzási nyereség

$$Q_{s,F/H} = Q_{sd,F/H} + Q_{sid,F/H} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{sd,F/H}$ a direkt sugárzási hőnyereség fűtés vagy hűtés esetén;

$Q_{sid,F/H}$ az indirekt sugárzási hőnyereség a fűtés vagy hűtés esetén.

Direkt sugárzási nyereség

$$Q_{sd,F/H} = \sum_i A_{\ddot{u},i} \cdot g_{F/H,i} \cdot g_{\text{árny},H,i} \cdot F_{\text{árny},i} \cdot G_{S,i}$$

$A_{\ddot{u},i}$ az i tájolású és hajlásszögű üvegezés területe [m^2]

$g_{F/H,i}$ az i tájolású és hajlásszögű üvegezés összesített sugárzásátbocsátási képessége fűtés/hűtés esetén

$g_{\text{árny},H,i}$ az i tájolású és hajlásszögű nyílászáró társított (napvédő) szerkezetének sugárzásátbocsátási képessége,

$F_{\text{árny},i}$ a külső akadályok (pl. horizont, függőleges és vízszintes árnyékvető szerkezetek) miatti összesített árnyékoltsági tényező az i tájolású és hajlásszögű nyílászáró esetén

$G_{S,i}$ az i tájolású és hajlásszögű felületre érkező napsugárzási energiahozam az adott időszakra [kWh/m^2]

Nyílászáró segéd táblázat

ÉKM 2. függelék 4.1. táblázat: Néhány üvegezés hőátbocsátási és sugárzásátbocsátási tényezője

Az üvegezés típusa	$U_{\ddot{u}} \left[\frac{W}{m^2K} \right]$	$g_n [-]$
Egyrétegű üvegezés (4 mm float)	5,8	0,85
Kétrétegű üvegezés (4-12-4 mm) bevonat nélkül	2,9	0,75
Kétrétegű üvegezés (4-12-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán ($\epsilon=0,15$)	1,6	0,7
Kétrétegű üvegezés (4-16-4 mm) egy szelektív low-e bevonattal a belső üveg külső oldalán ($\epsilon<0,05$), argon nemesgáz töltéssel (>90%)	1,2	0,59
Reflektív kétrétegű hővédő ($g=0,32$) üvegezés (4-16-4 mm) egy low-e bevonattal a külső üveg belső oldalán, argon nemesgáz töltéssel (>90%)	1,1	0,32
Háromrétegű üvegezés (4-12-4-12-4 mm) két szelektív low-e bevonattal ($\epsilon<0,05$), argon nemesgáz töltéssel (>90%)	0,8	0,55

Árnyékoló segéd táblázat

ÉKM 2. függelék 4.5. táblázat: Néhány mobil árnyékoló árnyékolási tényezője

Árnyékoló típus	Árnyékolási tényező (g _{árny})	
	belül elhelyezve	kívül elhelyezve
Spaletta	-	0,15
Redőny	-	0,1
Reluxa, világos	0,45	0,15
Reluxa, sötét	0,80	0,35
Textil roló, világos	0,55	0,35
Textil roló, sötét	0,85	0,6
Roló reflexív (alu) bevonattal	0,2	0,1
Függöny, világos	0,8	-
Függöny, sötét	0,95	-

Átlagos havi sugárzási energiahozam (Gs,i)

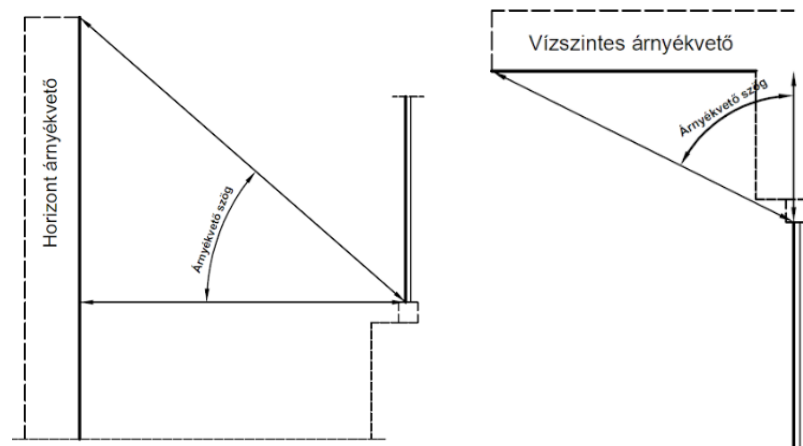
ÉKM 2. függelék, 1.6. táblázat: Átlagos havi sugárzási energiahozam adatok ($G_{s,i}$)

Havi sugárzási energiahozam [kWh/m ²]														
	Hajlásszög	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Éves
	0	33,0	50,6	66,6	136,4	197,1	183,0	173,0	166,8	112,7	80,5	43,7	23,4	1266,9
É	30	16,9	24,2	39,3	96,1	152,7	152,5	139,5	120,5	66,8	31,5	18,6	14,5	873,2
	45	16,2	22,7	30,1	69,0	118,3	125,5	112,0	88,0	40,7	26,2	18,2	13,7	680,6
	60	15,2	21,4	28,1	48,5	79,0	92,9	79,7	57,2	34,7	25,6	17,4	12,7	512,5
	90	12,6	18,1	23,4	41,1	56,7	60,0	53,4	47,0	31,9	23,5	15,2	10,1	393,0
ÉK	30	19,2	31,0	47,8	105,9	160,4	153,7	141,7	127,3	79,6	46,8	23,9	15,4	952,6
	45	17,1	26,8	40,0	89,2	134,4	130,3	118,6	105,2	65,1	37,6	20,3	13,9	798,3
	60	15,7	24,1	34,3	75,7	112,0	109,0	98,1	87,5	55,1	32,8	18,4	12,8	675,4
	90	12,8	19,4	26,1	55,8	80,8	77,5	69,1	64,0	41,8	26,7	15,5	10,1	499,5
K	30	31,7	45,2	62,8	128,7	184,5	167,8	157,3	152,8	106,0	74,8	41,2	22,3	1175,1
	45	30,6	42,6	59,0	120,8	171,0	154,9	144,4	141,7	99,8	70,7	39,4	21,4	1096,4
	60	28,8	39,6	53,9	110,4	154,0	138,9	128,6	128,1	91,5	65,5	36,7	20,0	996,0
	90	23,3	31,5	40,7	83,8	113,8	101,5	92,8	95,6	69,9	51,0	29,0	15,8	748,7
DK	30	46,6	62,2	76,4	146,5	202,0	178,7	170,7	174,0	129,0	103,3	60,9	30,9	1381,2
	45	50,1	63,8	76,6	142,8	192,3	167,1	159,9	167,6	128,5	107,2	65,3	32,7	1353,8
	60	51,1	62,3	73,2	133,1	174,6	149,5	143,4	154,3	122,3	105,9	66,1	33,0	1268,9
	90	45,3	51,4	57,7	98,8	121,8	102,3	98,2	111,5	94,3	87,1	57,4	28,9	954,6
D	30	54,5	73,3	82,8	153,6	206,9	182,1	176,4	184,3	139,5	118,8	72,0	36,5	1480,9
	45	61,3	79,3	85,0	150,4	195,6	168,3	165,0	178,6	141,8	128,6	80,7	40,5	1475,0
	60	64,7	81,0	83,0	139,5	174,6	146,8	145,3	163,3	136,4	130,9	84,7	42,4	1392,6
	90	60,6	71,5	67,0	98,3	110,0	88,4	89,7	110,4	104,5	113,5	78,4	39,6	1032,0
DNy	30	48,4	69,6	77,3	147,8	201,7	181,6	175,3	180,9	131,5	109,1	64,8	33,4	1421,3
	45	52,6	74,1	77,6	143,6	190,8	169,6	164,8	175,3	131,4	115,0	70,5	36,2	1401,6
	60	54,0	74,8	74,2	133,7	173,1	152,0	148,0	162,3	125,4	115,1	72,3	37,2	1322,1
	90	48,5	65,2	58,5	99,5	121,7	104,6	102,2	118,9	97,1	97,1	64,2	33,5	1011,1
Ny	30	33,4	53,9	63,5	130,2	185,2	174,0	164,8	162,4	108,9	81,2	44,7	24,3	1226,6
	45	32,7	53,7	59,8	122,7	171,7	161,6	152,6	153,3	103,2	79,0	44,0	24,1	1158,4
	60	31,4	51,7	55,0	113,2	156,0	146,9	137,8	141,2	95,9	75,0	41,9	23,3	1069,2
	90	25,8	42,8	43,0	88,6	118,3	111,4	103,3	109,9	75,4	60,6	34,6	19,5	833,1
ÉNy	30	19,7	35,2	48,3	107,5	162,6	160,2	148,6	135,7	81,8	50,3	25,1	15,9	990,8
	45	17,5	30,3	41,1	91,3	136,8	138,5	127,1	115,0	68,0	41,4	21,6	14,5	843,1
	60	16,0	27,0	36,3	79,4	115,5	118,4	107,5	99,0	59,0	36,6	19,9	13,2	727,8
	90	13,1	21,6	28,4	61,7	87,3	89,2	79,9	76,8	46,8	30,2	16,7	10,6	562,4

Árnyékoltsági tényező

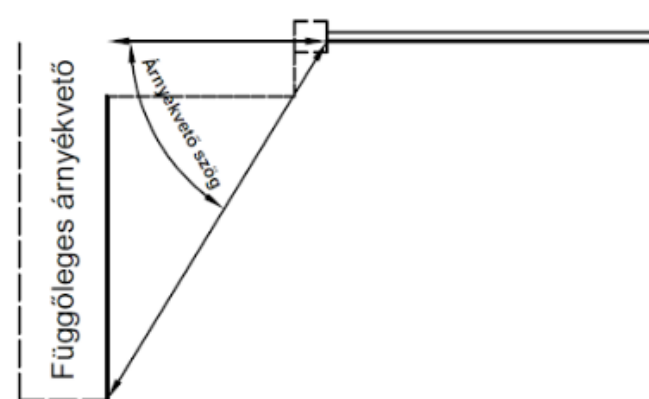
Benapozásvizsgálat:

- Részletes módszerrel
benapozásvizsgálat MSZ EN ISO 52016 szerint
- Egyszerűsített módszerrel
táblázatok alapján



Egyszerűsített módszerrel háromféle akadály megkülönböztetése:

- Horizont árnyékvető – F_h
- Vízszintes árnyékvető – F_v
- Függőleges árnyékvető – F_f



$$F_{\text{árny}} = F_h \cdot F_v \cdot F_f$$

Árnyékoltsági tényező segédtablázatok

Árnyékvető szög: 20 fok					
Horizont árnyékvet ő, F_h	90 fokos hajlásszög (függőleges)				
	É	ÉNy/ÉK	Ny/K	DNy/DK	D
január	1,00	0,98	0,84	0,75	0,65
február	1,00	0,93	0,88	0,87	0,77
március	1,00	0,95	0,94	0,95	0,93
április	0,91	0,92	0,91	0,92	0,98
május	0,86	0,92	0,92	0,92	1,00
június	0,88	0,93	0,93	0,94	1,00
július	0,91	0,95	0,95	0,96	1,00
augusztus	0,88	0,91	0,91	0,91	1,00
szeptember	0,96	0,91	0,91	0,91	0,92
október	1,00	0,89	0,87	0,87	0,78
november	1,00	0,96	0,85	0,80	0,68
december	1,00	0,98	0,84	0,72	0,61

Különböző hajlásszögekre és tájolásokra ÉKM 2. függelékben

Belső hőnyereség/ hőterhelés

$$Q_{b,F/H} = A_N \cdot q_b \Delta t / 1000$$

q_b a fajlagos átlagos belső hőnyereség, mely tartalmazza a használók, berendezések, háztartási gépek, világítás hőleadását, illetve az épülettechnikai rendszerek hasznosítható veszteségeit [W/m²],

Δt a számítási időszak hossza (hónap) [h].

ÉKM 2. függelék, 2.1. táblázat:

Különböző funkciójú épületekre vonatkozó ajánlott számítási alapadatok

	Napi használati idő	Éves használati idő	Éves használati idő	Hőmérséklet fűtési idény	Hőmérséklet hűtési idény	Szükséges szellőzési térfogatáram üzemidőben	Megvilágítás	Hőnyereség napi átlag
	h/nap	nap/év	h/év	°C	°C	\dot{V}_{LT}/A_k m ³ /(m ² h)	MV lx/m ²	q_b W/m ²
Lakóépület egésze*	24	365	8760	20	26	$n_{szüks}=0,5$ /h	-	5
Kis iroda (1-5 fő)	11	250	2750	20	26	4	500	7
Nagy iroda (>5 fő)	11	250	2750	20	26	6	500	8
Tárgyaló	11	250	2750	20	26	15	500	8
Osztályterem, óvoda, bölcsőde csoportszoba	10	szept.-jún.: 22 nap/hó júl.-aug.: 0 nap/hó	szept.-jún.: 220 h/hó, júl.-aug.: 0 h/hó	20	26	10	300	9
Előadó	7	szept.-jún.: 22 nap/hó júl.-aug.: 0 nap/hó	szept.-jún.: 154 h/hó, júl.-aug.: 0 h/hó	20	26	30	500	19

Teljes hőnyereség és hőátvitel

FŰTÉS

Teljes hőátvitel (hővesztés):

$$Q_{veszt} = \sum Q_{tr,F} + \sum Q_{szell,F}$$

Teljes hőnyereség:

$$Q_{nyer} = \sum Q_{s,F} + \sum Q_{b,F}$$

Nyereség/ veszteség arány:

$$\gamma_F = \frac{Q_{nyer}}{Q_{veszt}}$$

HŰTÉS

Teljes hőátvitel (hőleadás):

$$Q_{lead} = \sum Q_{tr,H} + \sum Q_{szell,H}$$

Teljes hőterhelés:

$$Q_{terh} = \sum Q_{s,H} + \sum Q_{b,H}$$

Hőterhelés/ hőleadás arány:

$$\gamma_H = \frac{Q_{terh}}{Q_{lead}}$$

Hőtároló képesség

A zóna/épület $C_{m,eff}$ effektív belső hőtároló képessége:

- részletes módszer esetén az MSZ EN ISO 52016-1 és az MSZ EN ISO 13786 szabvány szerint határozható meg,
- egyszerűsített számítási módszer esetén táblázatból

ÉKM 1. függelék 6.5. táblázat: A hőtároló képesség

	$C_{m,eff} / A_N$ (kJ/m ² K)	Besorolás	<i>alapértékei</i> Jellemzők
1	95	könnyű épület	Könnyűszerkezetes épület nehéz belső szerkezetek nélkül
2	190	közepesen nehéz épület	- Vegyes építési mód vagy nehéz szerkezetű épület álmennyezettel és/vagy álpadlóval és túlnyomórészt könnyű válaszfalakkal - vagy nagy belmagasságú terek (pl. tornacsarnok, múzeum).
3	280	nehéz épület	Jellemzően nehéz külső és belső szerkezetek (vasbeton födém, külső és belső épületszerkezetek átlagos testsűrűsége $\geq 600 \text{ kg/m}^3$), álmennyezet és álpadló nélkül, belső hőszigetelés nélkül. Normál belmagasságú terek (< 4,5 m).
4	560	nagyon nehéz épület	Nagyon nehéz külső és belső szerkezetek (vasbeton födém, külső és belső épületszerkezetek átlagos testsűrűsége $\geq 1600 \text{ kg/m}^3$), álmennyezet és álpadló nélkül, belső hőszigetelés nélkül. Normál belmagasságú terek (< 4,5 m).

Zóna/ épület időállandója

$$\tau_{F/H} = \frac{C_{m,eff}/3,6}{\sum H_{tr,F/H} + H_{tr,T} + \sum H_{szell,F/H}}$$

$C_{m,eff}$ a zóna effektív hőtároló képessége [kJ/K],

$H_{tr,F/H}$ a teljes transzmissziós hőátviteli tényező fűtés/hűtés esetén, a talajjal érintkező szerkezetek hatása nélkül [W/K],

$H_{tr,T}$ a teljes transzmissziós hőátviteli tényező a talajon fekvő padlón keresztül [W/K],

$H_{szell,F/H}$ a teljes szellőzési hőátviteli tényező a fűtés/ hűtés esetén [W/K]

Hasznosítási tényező - fűtés

Hasznosítási tényező: nyereség/ veszteség arány és az időállandó alapján számítható az egyes hónapokra:

$$\text{ha } \gamma_F > 0 \text{ és } \gamma_F \neq 1 \quad \eta_F = \frac{1 - \gamma_F^{a_F}}{1 - \gamma_F^{a_F+1}}$$

$$\text{ha } \gamma_F = 1 \quad \eta_F = \frac{a_F}{a_F + 1}$$

$$\text{ha } \gamma_F \leq 0 \text{ és } Q_{\text{nyer},F} > 0 \quad \eta_F = 1/\gamma_F$$

$$\text{ha } \gamma_F \leq 0 \text{ és } Q_{\text{nyer},F} \leq 0 \quad \eta_F = 1$$

Fűtési numerikus tényező:

$$a_F = a_{F,0} + \frac{\tau_F}{\tau_{F,0}}$$

A fűtési referencia értékek: $a_{F,0} = 1,0$ és $\tau_{F,0} = 15 \text{ h}$

Fűtés nettó hőenergiaigénye

$$Q_{F,net} = (Q_{veszt} - \eta_F Q_{nyer})$$

Q_{veszt} a teljes hőveszteség fűtés esetén [kWh]

η_F a nyereségek hasznosítási tényezője,

Q_{nyer} a teljes hőnyereség fűtés esetén [kWh]

Fűtési energiaigény nulla, ha:

a) $\gamma_F \leq 0$ és $Q_{nyer} > 0$

b) $\gamma_F > 2,0$

Éves fűtési energiaigény:

$$Q_{F,net,év} = \sum_{m=1}^{12} Q_{F,net,m}$$

Fajlagos nettó fűtési energiaigény:

$$q_{F,net} = \frac{Q_{F,net}}{A_N}$$

Számítás zónánként és havonta, majd összegzés az egész épületre és évre

Hasznosítási tényező - hűtés

Hasznosítási tényező: hőterhelés/ hőleadás arány és az időállandó alapján számítható az egyes hónapokra:

$$\text{ha } \gamma_H > 0 \text{ és } \gamma_H \neq 1 \quad \eta_H = \frac{1 - \gamma_H^{-a_H}}{1 - \gamma_H^{-(a_H+1)}}$$

$$\text{ha } \gamma_H = 1 \quad \eta_H = \frac{a_H}{a_H + 1}$$

$$\text{ha } \gamma_H \leq 0 \quad \eta_H = 1$$

Hűtési numerikus tényező:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau_H}{\tau_{H,0}}$$

A hűtési referencia értékek: $a_{H,0} = 1,0$ és $\tau_{H,0} = 15$ h

Hűtés nettó hőenergiaigénye

$$Q_{H,net} = (Q_{terh} - \eta_H Q_{lead})$$

Q_{lead} a teljes hőleadás (hővesztés) hűtés esetén [kWh]

η_H hasznosítási tényező

Q_{terh} a teljes hőterhelés (hőnyereség) hűtés esetén [kWh]

Hűtési energiaigény nulla, ha: $(1/\gamma_H) > 2,0$

Éves nettó hűtési energiaigény:

$$Q_{H,net,év} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H,net,m}$$

Fajlagos nettó hűtési energiaigény:

$$q_{H,net} = \frac{Q_{H,net}}{A_N}$$

Számítás zónánként és havonta, majd összegzés az egész épületre és évre

Nettó fűtési és hűtési energiaigény

Egyéb számítások:

- Szakaszos üzem fűtés esetén
- Szakaszos üzem hűtés esetén
- Hosszú szünet figyelembe vétele
- Látens hőenergiaigény figyelembe vétele

Nettó energiaigény

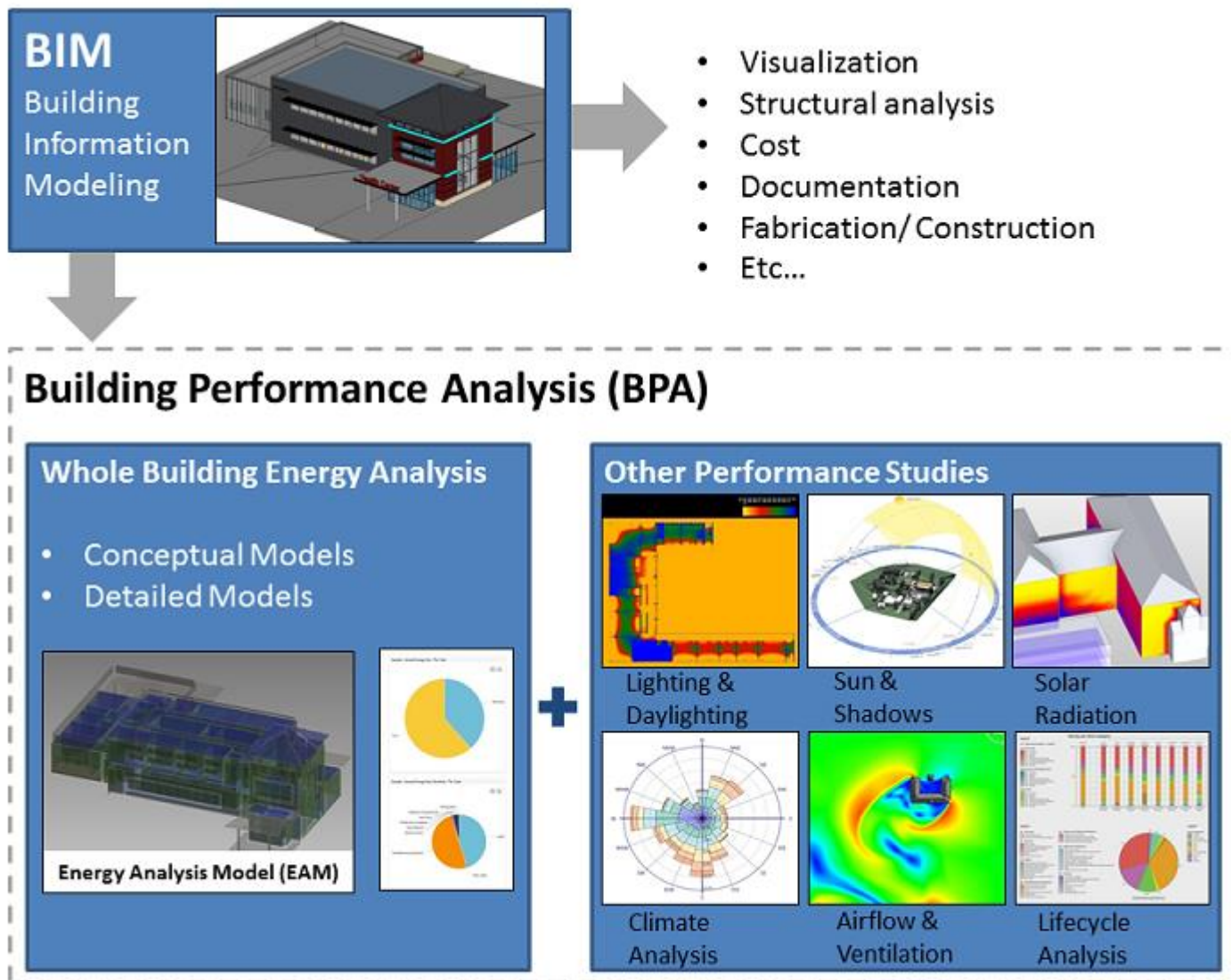
Hónap	Nettó hűtési igény									
	ΣQ_{lead} [kWh/év]	Q_{terh} [kWh/év]	γ_H	τ_H [h]	$a_{H,0}$	$\tau_{H,0}$ [h]	a_H	η_H	$Q_{H,net}$ [kWh/év]	$q_{H,net}$ [kWh/(m ² év)]
1	6636	862	0,13	39,7	1,0	15,0	3,6	0,13	0	0,0
2	6523	861	0,13	39,7	1,0	15,0	3,6	0,13	0	0,0
3	6264	978	0,16	39,7	1,0	15,0	3,6	0,16	0	0,0
4	4156	1177	0,28	39,7	1,0	15,0	3,6	0,28	0	0,0
5	3094	1360	0,44	34,8	1,0	15,0	3,3	0,42	0	0,0
6	1808	1306	0,72	34,8	1,0	15,0	3,3	0,63	163	0,8
7	1532	1282	0,84	34,8	1,0	15,0	3,3	0,70	216	1,1
8	1808	1277	0,71	34,8	1,0	15,0	3,3	0,62	152	0,8
9	2698	1101	0,41	34,8	1,0	15,0	3,3	0,40	0	0,0
10	4986	1029	0,21	39,7	1,0	15,0	3,6	0,21	0	0,0
11	5006	878	0,18	39,7	1,0	15,0	3,6	0,18	0	0,0
12	7222	825	0,11	39,7	1,0	15,0	3,6	0,11	0	0,0
Éves	51731	12938							531	2,7

Fajlagos hőveszteségtényező

$$q = \frac{1000}{V \cdot \Delta t} \sum_{\text{nov}}^{\text{márc}} \frac{Q_{tr,F} - \eta_F(Q_{sd,F} + Q_{sid,F})}{\theta_{i,F} - \theta_{e,\text{átlag}}}$$

Összegzés november – március hónapokra, $\Delta t = 3624$ h

Energiaigény számítása dinamikus szimulációval



Köszönöm a figyelmet!

szalay.zsuzsa@emk.bme.hu