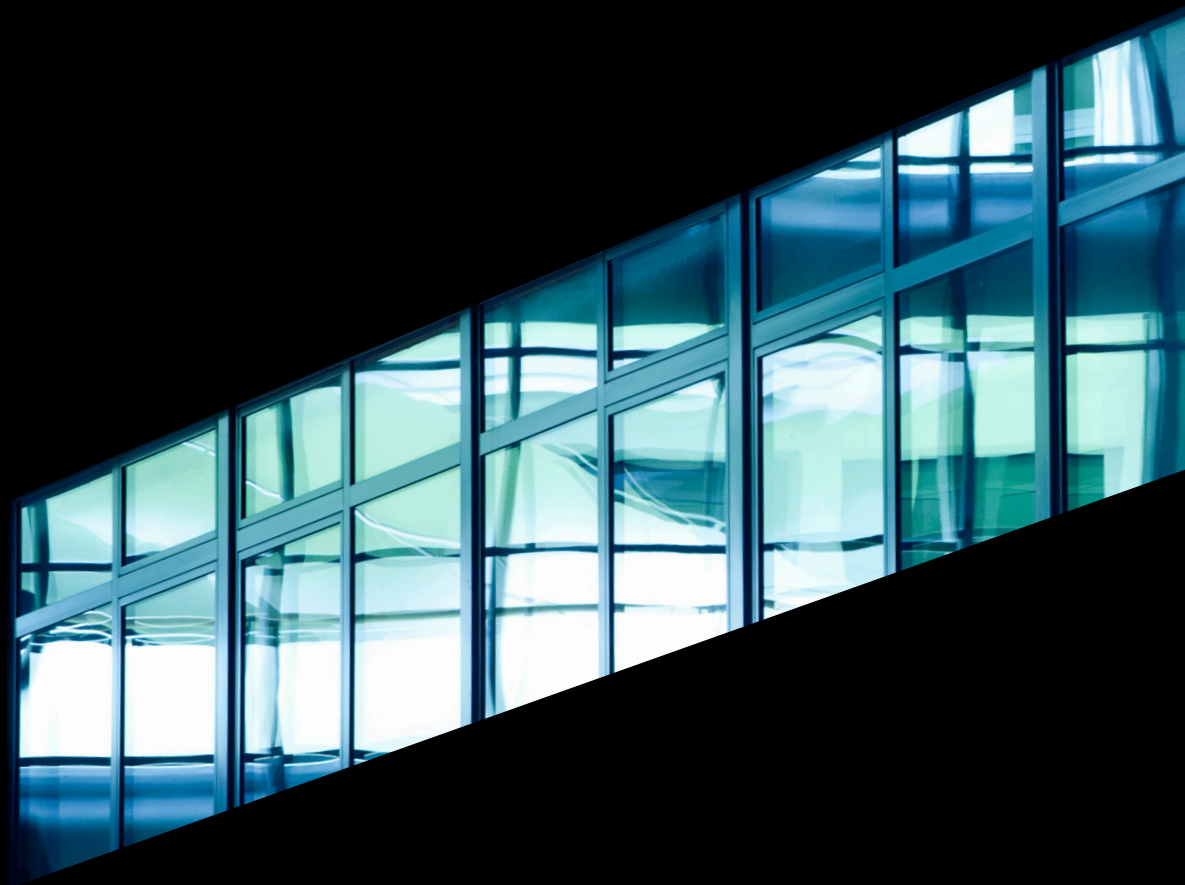


Pécsi Tudományegyetem
Pollack Mihály Műszaki Kar
7624 Pécs, Boszorkány u. 2.



ÉPÜLETENERGETIKA

ÉPÜLETENERGETIKA

ÉPÜLETENERGETIKA

SEGÉDLET

Baumann Mihály
Dr. Csoknyai Tamás
Dr. Kalmár Ferenc
Dr. Magyar Zoltán
Dr. Majoros András
Dr. Osztrólczy Miklós
Szalay Zsuzsa
Prof. Zöld András

2009. április

A 2002/91/EK számú Épületenergetikai direktíva (EPBD) 2003. január 4-én jelent meg az Európai Közösség Hivatalos Lapjában, hatályba lépése is ezen a napon történt. A direktíva szerint a tagállamoknak 2006. január 4-ig létre kell (kellett volna) hozniuk azokat a rendeleteket, törvényeket, amelyek biztosítják, hogy az ismertetett célkitűzések megvalósuljanak. Felmentést, illetve kiterjesztést csak abban az esetben lehetett kérni, ha az adott országban nincs elegendő képzett és akkreditált szakember az épületek tanúsításához és a kazánok, fűtési- és légkondicionáló rendszerek felülvizsgálatához.

A direktívának megfelelően hazánkban három rendelet jelent meg, amely az irányelv bevezetését teszi kötelezővé.

1. 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet: Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
2. 176/2008 (VI.30.) Kormányrendelet: Az épületek energetikai tanúsításáról
3. 264/2008 (XI. 6.) Kormányrendelet: A hőtermelő berendezések és légkondicionáló rendszerek energetikai felülvizsgálatáról

Jelen kiadvány bemutatja az Épületenergetika direktíva lényeges pontjait, a hazai szabályozáshoz, tanúsításhoz és felülvizsgálathoz tartozó rendeleteket. Gyakorlati példákon keresztül nyújt segítséget az épületenergetikai számításokhoz, az épület tanúsításának, valamint a fűtési és légkondicionáló rendszerek felülvizsgálatának elvégzéséhez.

A kiadvány hasznos segédanyag a Magyar Mérnöki Kamara és a Magyar Építész Kamara épületenergetikai szakértői jogosultság megszerzésére irányuló vizsgáihoz, a felsőoktatási intézmények épületenergetikai oktatásához, valamint hasznosan forgathatják e terület iránt érdeklődő egyéb szakemberek is.

A segédlet a BAUSOFT Pécsvárad Kft. 2006 decemberében kiadott „Az új épületenergetikai szabályozás” című segédlete felhasználásával készült. Kiadása a **Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium** által kiírt „Építésügy 2008” pályázat keretében történik.

A kötetet szerkesztette: Baumann Mihály adjunktus
Kiadja: PTE Pollack Mihály Műszaki Kar
Felelős kiadó: Baumann Mihály adjunktus
Készült: BORNUS 2009 Kft. pécsi nyomdájában 2000 példányban
Felelős vezető: Borbély Tamás ügyvezető
ISBN 978-963-7298-31-8

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	7
1.1 Miért van szükség új szabályozásra?.....	7
1.2. A Direktíva lényeges pontjai.....	8
1.3. A szabályozás formája Magyarországon.....	9
2. A SZABÁLYOZÁS HÁTTERE	10
2.1. Hatály és kivételek.....	10
2.2. Új fogalmak.....	11
2.2.1. A lényeges felújítás.....	11
2.2.2. Az összesített energetikai jellemző.....	11
2.2.3. A primer energia.....	11
2.2.4. A fogyasztói magatartás.....	12
2.3. A szabályozás háttere.....	12
2.3.1. Milyen formában kell megfogalmazni a követelményértékeket?.....	12
2.3.2. Mit kell beszámítani e fajlagos adatba?.....	13
2.3.3. Mi a jó az összesített energetikai jellemzőben?.....	13
2.3.4. Mi a gond az összesített energetikai jellemzővel?.....	13
2.3.5. A követelményértékek és az arculatformálás.....	14
2.3.6. Mit kellett még megfontolni a követelmények előírása során?.....	15
2.3.7. Milyen legyen a számítási módszer?.....	15
2.3.8. A követelmények „tartóssága”.....	16
2.3.9. Hőérzet.....	16
2.3.10. Gépi hűtés: igen vagy nem?.....	16
2.3.11. Belső hőterhelések.....	17
2.4. A szabályozás szintjei.....	17
2.4.1. A szabályozás „felső” szintje: az összesített energetikai jellemző.....	17
2.4.2. A szabályozás második szintje: a fajlagos hőveszteségtényező.....	18
2.4.3. A szabályozás harmadik szintje: a hőátbocsátási tényezők.....	19
2.4.4. A követelmények egymáshoz való viszonya.....	20
2.4.5. A követelményszintek összefoglaló áttekintése.....	21
2.4.6. Mikor mely követelményeket kell figyelembe venni?.....	22
2.4.7. Az épület rendeltetése.....	22
2.4.8. Mi a teendő, ha egy épületben többféle rendeltetésű terek vannak?.....	23
2.4.9. Az épületek csoportosítása a számítási módszerek szempontjából.....	24
2.5. Jelölések, mértékegységek.....	25
2.6. A számítás áttekintése.....	28
2.6.1. A számítások tárgya.....	28
2.6.2. A számítási módszer lépéseinek áttekintése.....	28
3. TERVEZÉS – HATÁROLÓSZERKEZETEK	29
3.1. A hőátbocsátási tényező követelményértékei.....	29
3.2. Rétegtervek áttekintése.....	32
3.3. Homlokzati üvegezett nyílászáró szerkezetek és tetősík-ablakok.....	48
4. TERVEZÉS – AZ ÉPÜLET	50
4.1. A fajlagos hőveszteségtényező értelmezése.....	50
4.2. A hőátbocsátási tényezők korrekciója.....	51
4.3. Vonalmenti veszteségek.....	51
4.4. A sugárzási nyereségek.....	54
4.4.1. A direkt sugárzási nyereségek.....	54
4.4.2. Az indirekt sugárzási nyereségek.....	55
4.4.3. A benapozás vizsgálata.....	55
4.5. Az épület hőtároló tömege és a hasznosítási tényező.....	59

4.6. A számítási módszerek áttekintése még egyszer	60
4.6.1. A fajlagos hőveszteségtényező számítása egyszerűsített módszerrel	60
4.6.2. A fajlagos hőveszteségtényező számítása részletes módszerrel	61
4.6.3. Választási lehetőségek a kétféle módszer között	62
4.7. A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke	63
4.8. A nyári túlmelegedés kockázata	65
5. TERVEZÉS – AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETI RENDSZEREK	67
5.1. Fűtés	67
5.1.1. A nettó fűtési energiaigény egyszerűsített módszerrel	67
5.1.2. A nettó fűtési energiaigény részletes módszerrel	68
5.1.3. A fűtési rendszerrel fedezendő nettó hőigény	71
5.1.4. A fűtés primer energiaigénye	72
5.1.5. Központi fűtések hőtermelőinek teljesítménytényezői és segédenergia igénye	73
5.1.6. A hőelosztás veszteségei	75
5.1.7. A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek	76
5.1.8. A hőtárolás veszteségei és segédenergia igény	77
5.1.9. Egyedi fűtések	77
5.2. A melegvízellátás primer energia igénye	78
5.2.1. A melegvízellátás primer energiaigénye	78
5.2.2. A melegvíztermelés teljesítménytényezői és fajlagos segédenergia igénye	79
5.2.3. A melegvítárolás fajlagos vesztesége	80
5.2.4. A melegvíz elosztás veszteségei	80
5.2.5. A cirkulációs vezeték fajlagos segédenergia igénye	81
5.3. A szellőzési rendszerek primer energia igénye	81
5.3.1. A légtechnikai rendszer primer energiaigénye	81
5.3.2. A légtechnikai rendszerek ventilátorainak villamos energia igénye	82
5.3.3. A légtechnikai rendszer nettó éves hőenergia igénye	82
5.3.4. A légtechnikai rendszer veszteségei	82
5.3.5. A légtechnikai rendszer villamos segédenergia fogyasztása	83
5.4. A gépi hűtés fajlagos éves primer energiafogyasztása	84
5.5. A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása	84
5.6. Az épület energetikai rendszereiből származó nyereségáramok	85
5.7. Az összesített energetikai jellemző számítása	85
5.8. Az összesített energetikai jellemző követelményértéke	86
6. AZ ALTERNATÍV ENERGIAELLÁTÁS MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI ELEMZÉSE	92
6.1. A rendelet hatálya	92
6.2. A műszaki-környezeti feltételek vizsgálata	93
6.3. Gazdaságossági vizsgálat	94
6.4. Mintalap a megvalósíthatósági elemzés eredményeinek dokumentálásához	95
7. AZ ÉPÜLETEK ENERGETIKAI MINŐSÉGÉNEK TANÚSÍTÁSA	98
7.1. Miért van szükség tanúsítványra?	98
7.2. Kik a szereplők?	99
7.3. Lakás és/vagy épület?	99
7.4. A tanúsítvány kiállításával kapcsolatos számítások	101
7.5. Miért százalék alapján történik az osztályba sorolás?	102
7.6. Utalás a szakma szabályaira	102
7.7. Az „ellenőrzött dokumentáció”	103
8. TANÚSÍTÁS – ÉPÜLETSZERKEZETEK	104
8.1. Meglévő épülethatároló szerkezetek hőtechnikai azonosítása	104
8.1.1. Azonosítás építési idő szerint	104
8.1.2. Külső falak azonosítása	107
8.1.3. Nyílászáró szerkezetek azonosítása	113

8.1.4. Lapostetők azonosítása	114
8.1.5. Beépített tetőteret határoló szerkezetek azonosítása	117
8.1.6. Padlásfödémek azonosítása	118
8.1.7. Pincefödémek és árkádfödémek azonosítása.....	121
8.2. Meglévő épülethatároló szerkezetek energiatudatos felújítása	123
8.2.1. Külső falak utólagos hőszigetelése.....	123
8.2.2. Lapostetők utólagos hőszigetelése	127
8.2.3. Beépített tetőteret határoló szerkezetek utólagos hőszigetelése	130
8.2.4. Padlásfödémek utólagos hőszigetelése.....	132
8.2.5. Pincefödémek és árkádfödémek utólagos hőszigetelése	135
9. TANÚSÍTÁS – AZ ÉPÜLET	137
9.1 A sugárzási nyereség.....	137
9.2. A fajlagos hőveszteségtényező.....	137
9.3. Légcsereszám a vizsgált épületben.....	137
9.3.1. Természetes szellőztetés és filtrációs légcseré becslése.....	137
9.3.2. Légtechnikai rendszerrel ellátott, mesterséges szellőztetésű épületek	140
9.4. A nettó fűtési energiaigény.....	140
9.5. A nyári túlmelegedés kockázata.....	140
10. TANÚSÍTÁS – ÉPÜLETGÉPÉSZET	141
10.1. A tanúsítás általános szempontjai.....	141
10.1.1. Fűtési rendszerek azonosítása	141
10.1.1.1. Kazánok, hőtermelők azonosítása	142
10.1.1.2. Fűtési hálózat azonosítása	142
10.1.1.3. Fűtési rendszer szabályozásának azonosítása.....	143
10.1.1.4. Beszabályozás ellenőrzése.....	144
10.1.2. HMV rendszerek azonosítása.....	145
10.1.2.1. HMV előállítás azonosítása.....	146
10.1.2.2. HMV hálózat azonosítása.....	146
10.1.3. Szellőzési rendszerek azonosítása	147
10.1.3.1. Légkezelők azonosítása.....	147
10.1.3.2. Légelosztó hálózat azonosítása.....	148
10.1.3.3. Légtechnikai hálózat beszabályozásának ellenőrzése	150
10.1.4. Hűtési rendszerek azonosítása.....	150
10.2. Az épületgépészeti rendszerek energiafelhasználásának meghatározása	151
10.2.1. Hőtermelők és műszaki adataik.....	151
10.2.2. Fűtés elosztó vezetékrendszer hővesztesége	158
10.2.3. HMV elosztó vezetékrendszer hővesztesége.....	160
10.3. A belső környezet paramétereinek ellenőrzése	162
10.4. Az épületgépészeti rendszerek energiatudatos korszerűsítése.....	166
10.4.1. Fűtési rendszerek korszerűsítése	166
10.4.2. Használati melegvíz rendszerek korszerűsítése.....	167
10.4.3. Szellőzési rendszerek korszerűsítése.....	168
10.4.4. Hűtési rendszerek korszerűsítése.....	171
10.4.5. Megújuló energiaforrások alkalmazása.....	171
10.4.5. Épületfelügyeleti rendszerek szerepe az energiafelhasználás csökkentésében	172
10.5. Világítás	172
10.5.1. A világítási berendezés éves energiafogyasztása	173
10.5.2. A világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása	173
10.5.2.1. Kisfeszültségű izzólámpákkal, kisfeszültségű halogén izzólámpákkal és kompakt fénycsőekkel működő világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása	174
10.5.2.2. Törpefeszültségű izzólámpákkal működő világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása	174
10.5.2.3. Fénycsőekkel és egységekből összeállított kompakt fénycsőekkel működő világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása.....	174

10.5.2.4. Higanylámpákkal, fémhalogén lámpákkal és nagynyomású nátriumlámpákkal működő világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása.....	175
10.5.3. A világítási berendezések üzemidejének meghatározása	176
11. A TANÚSÍTVÁNY	178
11.1. A tanúsítás alapja.....	178
11.2. Az ET tartalmi lényege.....	181
11.3. Az ET formája	185
12. A TANÚSÍTÁS VAGY AUDITÁLÁS?	190
12.1. Mi a tanúsítás?.....	190
12.2. Mi az auditálás?.....	192
12.3. Mi köze lehet egymáshoz a tanúsításnak és az auditálásnak?	193
12.4. Összefoglalás.....	194
12.5. Tanúsítvány formák.....	195
12.5.1 Miben fejezzük ki az energetikai minőséget?.....	195
12.5.2 Grafikai megjelenítés.....	195
12.6. Lakás és/vagy épület?.....	199
13. TANÚSÍTÁS – ENERGIAFOGYASZTÁS ALAPJÁN	201
13.1. Az épületek energetikai tanúsításával foglalkozó MSZ EN szabványok	201
13.1.1. MSZ EN15217 : 2008	201
13.1.2. MSZ EN15603:2008	203
13.2. Display kampány	206
13.3. A méréses eljárás alkalmazása különböző EU országokban	207
13.4. Javaslat a méréses eljárás alkalmazására hazánkban.....	208
14 PASSÍVHÁZAK ÉS A HAZAI ÉPÜLETENERGETIKAI SZABÁLYOZÁS	209
14.1 Passzívház kritériumok.....	209
14.2 Ellenőrzés a passzívház kritériumok alapján.....	209
14.3 Ellenőrzés a nettó HMV igények hazai előírt értéke alapján	211
14.4 Feloldási lehetőségek.....	212
12. PÉLDÁK	215
12.1. A tervezés célszerű menete.....	215
12.2. Benapozás ellenőrzése – példák	218
12.3. Családi ház – tervezési példa.....	221
12.4. Iskola épület egyéb rendeltetésű terekkel – tervezési példa	231
12.5. Irodaház – tervezési példa	244
12.6. Meglévő családi ház tanúsítása.....	264
12.7. Többlakásos lakóépület tanúsítása.....	275
12.8. Érdemes-e többet számolni – egy társasház példája.....	291
12.9. Vendéglátóipari egység tanúsítása.....	307

1. BEVEZETÉS

1.1 Miért van szükség új szabályozásra?

Elvi szempontok

A pusztán biológiai igényeken túlmenően, az élet minőségének, a kényelemérzet javításának érdekében, az épített terekben – legalábbis az év egy jelentős részében – olyan állapotokat kell fenntartanunk, amelyek a külső környezettől különböznek. Ez csak úgy lehetséges, ha egyrészt az épületben energiát használunk fel, másrészt építészeti-épületszerkezeti eszközökkel célszerű módon befolyásoljuk az épületen belüli, valamint az épület és a környezet közötti energiaáramokat. Minél tudatosabb és szakszerűbb a tervezés és az üzemeltetés, annál kevésbé van szükség véges energiaforrások igénybevételére. Túl azon, hogy az épületek üzemeltetésére felhasznált energia az országos fogyasztás jelentős hányadát teszi ki, ez a fogyasztás az időjelleg és a véletlenszerűen változó időjárási feltételek miatt, a beépített-lekötött kapacitás, a tárolás, készletezés, a tartalékolás gondjaival is terhes. Ennek az energiafogyasztásnak ugyanakkor súlyos a környezetre gyakorolt negatív hatása is. Szemben a gazdaság többi ágazataival, ahol egy technológiát 10-15 év alatt le lehet, sőt le kell cserélni (például a gépkocsikat, ahol általában ennyi a fizikai élettartam reális határa), vagy néhány nagy környezetszennyező forrást központi intézkedésekkel lehet semlegesíteni (például egy erőmű kéményeit elektrofilterekkel felszerelni), az építési ágazat helyzete sokkal nehezebb: egyrészt csaknem négymillió háztartás és néhány százezer köz- és ipari épület, ennyi szétszórtan telepített kislétszámú esetében sem műszaki, sem gazdasági lehetőség nincs például hatásos szűrők utólagos felszerelésére, másrészt az *épületek fizikai élettartama* száz év, a jelenlegi ütemben a meglévő épületállomány újjal való felváltása egy évszázadot igényel. Ez jelzi azt is, hogy:

- egyrészt napjaink döntései egy évszázad múlva is kihatnak az ország energetikai, gazdasági, ökológiai helyzetére;
- másrészt azt, hogy az új épületek mellett figyelmet kell fordítani a meglévő – és még évtizedekig használatban maradó – épületek energetikai minőségére is.

Jogi szempontok

Statisztikai adatok bizonyítják, hogy az európai országok energiafogyasztásának 45–50%-a az épületek létesítésére és üzemeltetésére fordítódik, vagyis az energiafelhasználás és a fenntartható fejlődés szempontjából ez a legkritikusabb és legfontosabb szektor.

Ennek értelmében, a fenntartható fejlődés biztosítása érdekében, az Európai Parlament és a Tanács kiadta az épületek energiateljesítményéről szóló 2002/91/ EK direktívát, amely kötelezően *előírja* a tagállamok részére, hogy léptessék hatályba mindazokat a belső szabályokat, amelyek szükségesek ahhoz, hogy az irányelvben megfogalmazott követelmények legkésőbb 2006. január 4-ig hatályba lépjenek.

1.2. A Direktíva lényeges pontjai

- Az új épületek energiafogyasztását az észszerűség határain belül korlátozni kell.
- Az energiafogyasztást primer energiában kell kifejezni, értékének meghatározása során az épület rendeltetésszerű használatához szükséges valamennyi rendszert (fűtés, hűtés, szellőztetés, világítás, melegvízellátás) figyelembe kell venni.
- Meglévő, 1000 m²-nél nagyobb nettó fűtött alapterületű épületek lényeges felújítása esetén ugyanazokat a követelményeket kell alkalmazni, mint az új épületek esetében.
- Az 1000 m²-nél nagyobb nettó fűtött alapterületű új épületek esetében meg kell vizsgálni az alternatív energiaellátás célszerűségét.
- Valamennyi új épületet használatbavételekor, valamennyi meglévő épületet tulajdonjogának változásakor energetikai minőségtanúsítvánnyal (a továbbiakban a magyar rövidítés szerint **ET**). kell ellátni, amelynek érvényességi időtartama tíz év.
- Az 1000 m²-nél nagyobb nettó fűtött alapterületű, nagy közönségforgalmú középületekben ezt a tanúsítványt közszemlére kell tenni.
- A 12 kW-nál nagyobb teljesítményű légkondicionáló rendszereket rendszeres időszakos felülvizsgálatnak kell alávetni.
- A 20 kW-nál nagyobb teljesítményű kazánokat rendszeres időszakos felülvizsgálatnak kell alávetni.
- A tizenöt évnél régebbi kazánokkal üzemelő fűtési rendszereket egyszeri felülvizsgálatnak kell alávetni.
- A minőségtanúsítást végző szakemberek tevékenységét és a tevékenységre vonatkozó jogosítvány megszerzésének feltételeit szabályozni kell.

A hivatkozott irányelv keretrendeletnek tekintendő abban az értelemben, hogy a számítási és vizsgálati módszerek részletes előírását, a tervezési adatok, a követelményértékek és a minőségi osztályok határértékeinek meghatározását minden tagországnak magának kell elvégeznie az éghajlati adottságok, az építőipari feltételek, az energiahordozók struktúrájának figyelembevételével.

Az új szabályozással kapcsolatban a tagországok szintjén nem képezheti mérlegelés tárgyát (azaz kötelező) az, hogy:

- a követelményérték az épület valamennyi épületgépészeti és világítási rendszerének összesített energiafogyasztására vonatkozik,
- az összesített energiafogyasztást primer energiában kell kifejezni,
- 1000 m² hasznos alapterületet meghaladó épületek lényeges felújítása esetén a felújított épületre ugyanazokat a követelményeket kell alkalmazni, mint az új épületek esetében.

A szabályozás hatálya alá eső épületek körét illetően a Direktíva részben konkrét meghatározásokat, részben útmutatást ad. a „lényeges felújítás” fogalmára példaként két meghatározást közöl.

Elvárás, hogy a tagországok idevágó szabályozásai között a fogalommeghatározások, egyes számítási módszerek tekintetében összhang legyen, az ehhez szükséges folyamatos egyeztetések a tagországok tevékenységét összefogó szakmai bizottságokban folytak és folynak.

1.3. A szabályozás formája Magyarországon

A Direktívával kapcsolatos legmagasabb szintű hazai szabályozás rendeletek formájában jelenik meg, amely meghatározza az új és a "lényeges felújításra kerülő" épületek azon körét, amelyekre az új követelményeket alkalmazni kell - ezzel együtt tételes felsorolását adja a kivételeknek is.

A segédlet kiadásának időpontjában már megjelentek a kapcsolódó rendeletek, egyedül a tanúsítás számlák alapján való elvégzésének módszere nem végleges, de ezzel kapcsolatos tervezet már ismert, a segédlet 12. fejezete ismerteti a jelenleg ismert állapotot. Miután a tanúsítás számításos módszerrel is elvégezhető, ezzel lényegében a tanúsítás folyamatára vonatkozó számos kérdés is eldőltnek tekinthető.

A rendeletek önmagukban fogalom-meghatározásokat tartalmaznak, megadják az egyes intézkedések alkalmazásának határidőit, a részleteket szabályozó, ezután előkészítendő alsóbb szintű rendeletek és azok mellékleteinek listáját, de - természetesen - nem tartalmaznak számítási módszereket, tervezési adatokat és követelményértékeket. A szabályozás műszaki tartalmát a rendelet mellékletei tartalmazzák, ezek a számítási módszereket, a tervezési adatokat, a követelményértékeket és az ET kiállítására vonatkozó szabályokat foglalják össze. A direktíva és a rendelet elvekre és jogszabályok megfogalmazására összpontosít, amelyek hosszú távon érvényesek, a részletek a mellékletekben vannak: ezeket a részleteket, a számszerű értékeket (a direktíva tételes rendelkezése szerint) ötvenként felül kell vizsgálni és szükség esetén módosítani. Ebben a struktúrában ez a rendelet módosítása nélkül lehetséges.

A jelen segédletben szó szerinti idézetekben és kiegészítő magyarázatokkal, értelmező megjegyzésekkel a mellékletek teljes tartalma megtalálható. Ezt a szabályozásra vonatkozó háttér ismertetés előzi meg és kidolgozott mintapéldák követik.

2. A SZABÁLYOZÁS HÁTTERE

2.1. Hatály és kivételek

Az energetikai követelmények tekintetében a rendelet hatálya kiterjed valamennyi

a/ olyan új épületre, amelyben az előírt belső hőmérséklet a november 15. – március 15. közötti időszakban legalább 100 napon, legalább napi 8 órán át $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ vagy annál magasabb, fűtött térfogata legalább 150 m^3 , és létesítésére

illetőleg

b/ olyan meglévő épületre, amelyben az előírt belső hőmérséklet a november 15. – március 15. közötti időszakban legalább 100 napon, legalább napi 8 órán át $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ vagy annál magasabb, fűtött alapterülete 1000 m^2 -nél nagyobb, és lényeges felújítására

az építési engedély iránti kérelmet a rendeletben megadott időpontot követően adták be.

A 7/2006 TNM rendelet más szabályozási iratok szóhasználatával egyszerűen „szokványos használatú épületeket” említ, a hatálybalépés időpontja 2006 szeptember 1.

Az előírt belső hőmérsékletre és az időtartamra vonatkozó feltételek, illetve a „szokványos használat” általánosan elfogadott értelmezése - alapján nem esik a rendelet hatálya alá az az épület, amelyben a fűtési üzem tartós, de az előírt belső hőmérséklet alacsony, vagy amelyben az előírt belső hőmérséklet magas, de a fűtés csak alkalomszerű, rövidebb időszakokra korlátozódik.

Kivételek

Az energetikai követelményeket illetően a rendelet hatálya nem terjed ki:

a/ *lényeges felújítás esetén* a műemléki vagy városképi szempontból helyi védelem alatt álló épületekre, ahol az energiatakarékosági követelményeknek való megfelelés elfogadhatatlan mértékben megváltoztatná ezen épületek jellegzetességeit vagy megjelenését,

továbbá

(akár új építés, akár lényeges felújítás esetén)

b/ istentiszteletra vagy vallásos tevékenységre használt épületekre,

c/ az 50 m^2 -nél kevesebb hasznos alapterületű, illetve évente 4 hónapnál rövidebb használatra szánt épületre

d/ 3 évnél nem hosszabb ideig használt (ideiglenes) épületekre,

e/ sátorszerkezetű építményekre,

f/ részben vagy egészben föld alatti létesítményekre (amelynél az épület külső határoló felületének legalább 70%-a minimum 1 m vastag földtakarással érintkezik)

g/ szaporítási, termesztési, árusítási célú üvegházakra,

h/ állattartási és egyéb alacsony energiaszükségletű, nem lakáscélú mezőgazdasági épületekre,

i/ olyan ipari épületekre, amelyekben a technológiából származó belső hőnyereség a rendeltetésszerű használat időtartama alatt nagyobb, mint 20 W/m^3 ,

j/ olyan épületekre, amelyekben az október 15. – április 15. közötti időszakban a technológia folyamatok következtében több mint 20-szoros légcserre szükséges, illetve alakul ki.

A 7/2006 TNM rendelet ezeken túlmenően további olyan kivételeket említ, mint a nemzetbiztonsági szolgálat, a fegyveres testületek egyes épületei és más különleges létesítmények.

2.2. Új fogalmak

2.2.1. A lényeges felújítás

Lényeges felújítás: ahol az épület burkolatának és/vagy energetikai berendezéseinek (pl. fűtés, melegvíz-ellátás, légkondicionálás, szellőzés és világítás) felújításával kapcsolatos összes költség nagyobb az épület értékének 25%-ánál, nem számítva a telek értékét, amelyen az épület elhelyezkedik.

A meghatározás a Direktívában szereplő példa szabatosabb megfogalmazású változata.

2.2.2. Az összesített energetikai jellemző

Az épület *összesített energetikai jellemzője* az épület rendeltetésszerű használatának feltételeit biztosító épületgépészeti rendszerek egységnyi fűtött térfogatra vonatkozó, primer energiában kifejezett, kWh/(m³·a) mértékegységű éves fogyasztása.

Az összesített energetikai jellemző tartalmazza a fűtési, légtechnikai, melegvízellátási és (a lakóépületek kivételével) a világítási rendszereinek fogyasztását, beleértve e rendszerek hatásfokát és önfogyasztását.

Az aktív szoláris, fotovoltaikus rendszerekkel és az épület saját rendszereként üzemeltetett kapcsolt energiatermeléssel nyert energia az összfogyasztásból levonható.

Az összesített energetikai jellemző *nem* tartalmazza

- az épületben lévő technológiai célú hőellátó,
- technológiai célú légtechnikai (például peremelszívás),
- technológiai célú melegvízellátási,
- uszodagépészeti,
- balneológiai rendszerek
- és a kültéri világítás energiafogyasztását.

Az összesített energetikai jellemző ilyen formájú – a Direktívából származó és ezért megkerülhetetlen – megfogalmazása két új problémát vet fel: a primer energia és a fogyasztói magatartás kérdését.

2.2.3. A primer energia

Az egyes energiahordozók nem egyformán „értékesek”. Ha például az egységnyi fűtési célú hőenergia fogyasztást összevetjük az egységnyi villamos energiafogyasztással (amely szolgálhatja a világítást, a kompresszorok, szivattyúk, ventilátorok meghajtását), akkor nyilvánvaló, hogy az egységnyi villamos energia az erőművekben kétszer – háromszor annyi hőenergia fogyasztásból származik – a pontos szám az erőművek fajtájától (nukleáris, hő, víz...) és hatásfokától függ. A szállítás és elosztás veszteségei szintén befolyásolják ezt az arányt. Figyelembe vehető egy adott energiahordozó környezeti hatása is: fatüzelés esetén például a CO₂ kibocsátást semlegesíti az a tény, hogy a növény növekedése közben a légkörből széndioxidot von ki és köt le. A primer energiataralom megállapítása egy-egy év statisztikai adatai alapján műszaki kérdés. Az, hogy egy hosszabb (ötéves) időszakban az épületekkel kapcsolatos számításokban milyen adatokat használunk ezen túlmenően energiapolitikai-stratégiai kérdés is, hiszen ezek révén a tervezők-építetők bizonyos energiahordozók használatára ösztönözhetők.

A Direktívában megfogalmazott szándék egyértelmű:

- csökkenteni az épületek energiafogyasztását – hiszen ha kevesebb energiára van szükség a felhasználónál, akkor bármiféle energiahordozóból kevesebbre van szükség,
- a fennmaradó energiaigény lehető legnagyobb hányadát megújuló energiával fedezni – ennek primer energiataralma zérus (de a rendszer esetleges villamos energiafogyasztását – például szivattyúk hajtására – figyelembe kell venni),
- előnyben részesíteni a kizárólag hőenergiát előállító rendszerekkel szemben a kapcsolt (villamos és hő) energiatermelésből származó hőenergiát,

- a lehetőségek határáig mérsékelni a legértékesebb energia: a villamos energia fogyasztását.

2.2.4. A fogyasztói magatartás

Egyértelmű, hogy a fűtési és a hűtési energiaigény (is) függ a fogyasztói magatartástól: elegendő csak a belső hőmérséklet parancsolt értékére, az esetleges szakaszos vagy térben részleges üzemeltetésre, a szellőztetésre gondolni. Ennek ellenére a fűtési és hűtési energiafogyasztás számításának vannak már kialakult, elfogadott tervezési adatai, amelyek a belső hőmérséklet előírt értéke, a kötelező légcsereszám, az esetleges éjszakai leszabályozás értékein keresztül bizonyos „standard fogyasztói magatartáshoz” tartoznak. A fogyasztói magatartáson túl pedig a fűtési és hűtési igény nagyban függ az épület építészeti koncepciójától és szerkezeti megoldásaitól.

Nagyobb a bizonytalanság a többi rendszert illetően, hiszen akár a melegvízfogyasztást, akár a világítást tekintjük, ezek nem az épülettől, hanem a fogyasztók számától és magatartásától függenek. Nyilvánvaló, hogy itt is valamilyen „standard fogyasztó” képezi a számítás alapját, akinek nemcsak a melegvízfogyasztási és világítási szokásait kell megfogalmazni, hanem először még azt is, hogy mekkora alapterületre jut egy fogyasztó, például egy lakó vagy egy irodai dolgozó. A „standard fogyasztó” meghatározása alapulhat statisztikai adatokon is, de önkényes számokon is: utóbbiakkal esetleg azt a *látzatot* lehet kelteni (legalábbis a laikus nagyközönség és döntéshozók köreiben), hogy jelentős eredmények születtek az energiatakarékosság területén, mert előírás van arról, hogy a melegvízfogyasztás holnaptól x %-kal kevesebb (vannak fejlett tagországok, amelyekben élnek az arculatformálás eme technikájával).

Ráadásul ami a melegvízfogyasztást illeti, csak az egyik kérdés az, hogy hány liter milyen hőmérsékletű vízről van szó, mivel a melegvízellátás energiahordozója igen sokféle lehet: földgáz, elektromos áram, távhő, szilárd tüzelő, hévíz, szoláris energia. Primer energiában kifejezve ez tetemes különbségekkel jár és - például lakóépületek esetében - a használati melegvízfogyasztás az összesített energetikai jellemző legfontosabb tételévé lép elő.

A „standard fogyasztó” adatai, mint a tervezés bemenő értékei, a gépkocsik katalógusaiban közölt üzemanyag-fogyasztási adatokkal hasonlíthatók össze. Ez utóbbiakat is bizonyos standard útvonalakon, standard vezetői magatartás mellett határozzák meg. Ezek után egy adott tulajdonos azonos típusú gépkocsijával akármekkora fogyasztási adatot mérhet, attól függően, hogy mekkora terheléssel, milyen úton, mekkora sebességgel, milyen gyorsulásokkal és fékezésekkel vezetett, mennyire volt járműve karbantartva, beszabályozva, mekkora volt az abroncsokban a légnyomás, stb.

Ehhez hasonlóan a melegvízellátás és a világítás energiafogyasztásában is nagy eltérések lehetségesek a „standard” értékekhez képest. Hogy akkor mi értelme van az egésznek? Valamilyen megoldást egy másikkal vagy egy szabványos követelményértékkel összehasonlítani csak akkor lehet, ha a számítás kiinduló adatai azonosak.

2.3. A szabályozás háttere

2.3.1. Milyen formában kell megfogalmazni a követelményértékeket?

A kérdés költői, mert az egyetlen lehetséges választ a direktíva megadja és ez a primer energiahordozóban kifejezett fajlagos éves energiafogyasztás (a választási lehetőség $\text{kWh/m}^3, \text{év}$ vagy $\text{kWh/m}^2, \text{év}$).

2.3.2. Mit kell beszámítani e fajlagos adatba?

Szintén költői kérdés, a válasz a direktívában benne van: az épület rendeltetésszerű használatához szükséges valamennyi épületgépészeti rendszer (fűtés, hűtés, szellőztetés, melegvízellátás, lakóépületek kivételével a világítás) fogyasztását, beleértve e rendszerek hatásfokát, veszteségeit, önfogyasztását (ventilátor, szivattyú) - a mozgástér egyes definíciók értelmezésére, pontosítására szűkül (pl. egy adott légtechnikai vagy melegvízellátó rendszer mikor szolgálja az épület rendeltetésszerű használatát és mikor a technológiát). A tagországok szakértő bizottságában ezen túlmenően egyetértés alakult ki tekintetben, hogy a lakóépületek világítási energiaigényét nem szerepeltetik az összesített mérlegben.

2.3.3. Mi a jó az összesített energetikai jellemzőben?

Az, hogy

- a valós kérdést állítja előtérbe: az energiafogyasztás végül is nem az egyes határolószervektől, nemcsak az épülettől, hanem az épületgépészeti és világítási rendszerektől is és mindezek összehangoltságától is függ,
- minden eddiginél hatékonyabb együttműködést igényel az építész- és szakági tervezőktől,
- a primer energia révén közös nevezőre hozza a fogyasztás különböző összetevőit.

Ezzel az alapelvvel egyrészt egyet lehet érteni, hiszen végső soron az elfogyasztott energia mennyisége és értéke ténylegesen ennek az összetett rendszernek a függvénye. Másrészt látni kell azt, hogy ez az alapelv két további új kérdést vet fel.

2.3.4. Mi a gond az összesített energetikai jellemzővel?

Az egyikről már esett szó: nevezetesen arról, hogy a fogyasztói magatartástól függő, „standardizált” fogyasztói magatartáson alapuló – és ezért meglehetősen bizonytalan – tételek teszik ki az összesített energiafogyasztás jelentős részét, és ezek a primer energiataralom tekintetében további változatokat is eredményeznek.

A kérdés az energiahordozók struktúrájával, az adott ország vagy régió energetikai rendszerével függ össze. A különböző energiatípusok közötti „váltószámok” markánsan megjelennek az összesített energetikai jellemzőben. Nyilvánvaló hogy az épület villamos áramot is fogyaszt, nemcsak a világítás céljára, hanem ventilátorok, szivattyúk, kompresszorok meghajtására, esetleg használati melegvíz termelés céljára is. Az épülettel szembeni követelmények tehát függenek attól, hogy az adott régióban például milyen erőművekben, mennyi primer energia felhasználásával lehet egységnyi villamos energiát termelni. Ebből a szempontból kiemelkedő szerepet kapnak a megújuló energiaforrások, akár közvetlen, akár közvetett felhasználásról van szó (például: szoláris melegvíz ellátó rendszer az épületben vagy megújuló forrásból származó villamos áram).

Az integrált energiámérlegnek van egy kockázata is, amelynek lehetőségét ki kell zárni: ha csak az összesített energetikai jellemző formájában jelenik meg **a** követelmény, akkor abban az épület maga „elveszhet”.

Formailag ugyanis nem lenne akadálya annak, hogy egy jó (vagy legalábbis az engedélyezési terv készítésének időszakában annak feltételezett) melegvízellátási és/vagy világítási rendszer alacsony energiaigényével ellentétezzék egy rosszul hőszigetelt épület magasabb fűtési energiaigényét.

Elvileg elképzelhető, hogy ha csak az összesített energetikai jellemzőre vonatkozik egy követelményérték, azt nemcsak egy jó épülettel és egy átlagos épületgépészeti rendszerrel lehet teljesíteni, hanem egy rosszabb épület és kiváló(nak feltételezett) épületgépészeti rendszer kombinációjával is. Csak hogy a tervezés engedélyezési szakaszában néha még a rendeltetés, az épület használatának módja sem biztos, vagy ha az is, az épület élettartama során többször is

változhat. Egyes épületgépészeti beruházások elmaradhatnak. Az épületgépészeti rendszerek élettartama sokkal rövidebb, mint az épületé. Így előállhat az a helyzet, hogy a rosszabb épület és a kiváló épületgépészeti rendszer kombinációja helyett a valóságban egy rosszabb épület és egy átlagos vagy még olyan sem épületgépészeti rendszer kombinációjával fogunk találkozni, amelyen utólag aligha lehet segíteni.

De számolni kell azzal is, hogy a felújítás során a korábbtól eltérő minőségű rendszer kerül beépítésre (az eltérő minőség jelenthet olyan magasabb komfortfokozatot biztosító rendszert, amelynek primer energiafogyasztása kedvezőtlenebb: például a korábban más energiahordozóval üzemelő melegvízellátást átállítják villamos üzeműre!).

Azzal a lehetőséggel is számolni kell, hogy az épület fizikai élettartama alatt a rendeltetés esetleg többször is megváltozik, az épület határolószervezeteinek érdemi módosítása nélkül.

A nem kívánatos ellentételezés megakadályozása végett és a fizikai élettartam során lehetséges változásokra való tekintettel szükség van arra, hogy az épület önmagában is biztosítson egy elfogadható energetikai minőséget. Ez egy többszintű szabályozást tesz szükségessé (a tagországok többségében ilyen szabályozás készül).

2.3.5. A követelményértékek és az arculatformálás

A „standard fogyasztó” meghatározása történhet alapos statisztikai és szociológiai kutatás alapján, de lehetséges ehelyett egy arculatformáló önkényes döntés. Szorítkozzunk a melegvízfogyasztás példájára. Jó hatásfokú rendszerekkel, víztakarékos szerelvényekkel a fogyasztás mérséklésének vannak műszaki eszközei, de az *igények* befolyásolása csak a tudatformálás vagy a tarifa révén lehetséges. Legalábbis megkérdőjelezhetőek azok a publikációk, sőt szabályzatok, amelyek mondjuk 20-25 % reális energiamegtakarítást ígérő műszaki megoldások alkalmazása mellé 50% energiamegtakarítást jósolnak vagy írnak elő.

Saját követelményrendszerünket illetően statisztikai adatokkal alátámasztott reális fogyasztói magatartásból igyekeztünk kiindulni. A lehetséges következmény a szabályozást, a követelményrendszert elmarasztaló kritika: elmaradott, enyhe, megrekedt a fejlődés múlt századi szintjén. *De legalább a számok reálisak.*

Elő lehetett volna írni alacsony értékeket is. Ezzel olybá tűnhet, vagyunk mi is olyan jók, mint a gazdagabb, műszakilag fejlettebb más tagállamok. Csak ezeknek a számoknak a valósághoz nem lenne közük (a gazdagabb, műszakilag fejlettebb tagországokban sem) és az értelmes szabályozások rangját is csorbítja az a szabályozás, amelyről a kezdettől fogva mindenki tudja, hogy távol áll a valóságtól. *Ebben az esetben talán jó képet festettünk volna magunkról a (látszatokra figyelő laikus és döntéshozó) külvilág felé.*

Mindebbe bele lehet vinni egy-egy csavart felfelé és lefelé. Lehet azt mondani, hogy azért kicsi a melegvízfogyasztás, mert korszerűek a háztartási gépek, étteremből étkezünk vagy azért nagy, mert minderre nincs pénzünk. Lehet azt mondani, hogy azért kicsi, mert kevés fogyasztó jut nagy alapterületre, mert hetenként csak egyszer fürdünk, ...stb.

A melegvízfogyasztás előzőekben történő kiemelése a fogyasztói magatartástól függő tételek közül nem véletlen: ez egy igen jelentős, az egész éven végighúzódó összetevője az összesített mérlegnek és az energiahordozók tekintetében a legszélesebb skálát mutatja: szóba jöhet gáz, elektromos áram, csúcson kívüli elektromos áram, fosszilis és megújítható szilárd vagy folyékony tüzelő, távhő, szoláris vagy geotermális energia.

Nem részletezve, hogy egy szoláris rendszer üzemeltetésének energiafelhasználása csak az önfogyasztásra (szivattyú) szorítkozik, a többi energiahordozó primer energiataralmi között igen nagy különbségek vannak. Ezeket energetikai szakértők tárgyevi statisztikai adatok gondos elemzésével állapítják meg.

A követelményrendszer és a számítási eljárás megfogalmazásához ötéves távlatban alkalmazható adatokkal kell dolgozni. Ezekben a tárgyyszerű, tényleges évi adatok mellett meg kell jeleníteni egy hosszabbtávú energetikai stratégia elemeit is a tervezők, építetők magatartásának célszerű befolyásolása végett.

Van olyan, gazdagabb és műszakilag fejlettebb tagország, ahol a stratégiai megfontolásokon alapuló "terelés" olyan szélsőségek felé tart, hogy a fa primer energiatartalmát a földgázénak egy tizedével veszik számításba.

A követelmények meghatározása szempontjából a primer energiatartalom kérdése sokkal jelentősebb, stratégiai megfontolást is igénylő kérdés, mint az, hogy maga az épületgépészeti rendszer milyen határfokú.

2.3.6. Mit kellett még megfontolni a követelmények előírása során?

Induljunk ki először magának az épületnek az energiaigényéből. Tételezzük fel, hogy ez szigorúan alacsony határértékkel van korlátozva (nehogy már kedvezőtlenebb arculatot mutassunk a világnak, mint a szomszédos vagy távolabbi tagországok). Vegyünk hozzá "normális", átlagosan jó épületgépészeti rendszereket: a fűtés és a használati melegvízellátás energiahordozója földgáz, a fogyasztói magatartás "standard". Számítsuk ki erre az esetre az épületgépészeti rendszerek fogyasztását, legyen ez az összesített fajlagos jellemző határértéke.

Mi történik, ha a földgáznál magasabb primer energiatartalmú energiahordozót akarunk vagy kell használni? Az összesített fogyasztás határértékét már az előbb meghatároztuk, ebbe csak akkor férünk bele, ha az épülettel szembeni követelmény a szigorúan alacsonynál is lényegesen szigorúbb. De még ennek is műszakilag reálisnak kell lennie! Tehát ha ezt a megközelítést alkalmazzuk, akkor a szigorú nem lehet *túl* szigorú.

Elvileg lehetséges lenne két további opció is, csak hogy mindkettő sánta.

Legyen az épülettel szembeni követelmény szigorú, de ehhez az összesített fogyasztásra vonatkozó követelményt magas primer energiatartalmú energiahordozók alapján határozzuk meg. Ebben az esetben az összesített fogyasztásra vonatkozó határérték jó magas lesz (veszélyben az energiatudatos arculat!), és az esetek többségében (pl. földgáz üzemű fűtés és melegvízellátás) a követelménynél jóval kedvezőbb számot kapunk. De semmi sem ösztönöz a kisebb primer energiatartalmú energiahordozók használatára, hiszen nincs ellentételezési lehetőség.

Másik opció: az összesített fogyasztásra vonatkozó követelmény szigorúbb, ha alacsony primer energiatartalmú és enyhébb, ha magas primer energiatartalmú energiahordozót használunk (pl. melegvízellátás gázzal vagy elektromos árammal). Vagyis ösztönzés itt sincs, olyan energiahordozót választunk, amelyet akarunk, a követelményérték pedig majd igazodik az energiahordozóhoz. (van ilyen szabályozás, gazdagabb, műszakilag fejlettebb tagországban).

Látható, hogy az épületre önmagára vonatkozó követelményérték meghatározása nemcsak épületfizikai, épületszerkezeti kérdés, hanem egy sokszorosan összetett problémahalmaz egy eleme.

2.3.7. Milyen legyen a számítási módszer?

Nem a képletekről, néhány alapelvről van most szó. A kiinduló feltételek a következők:

- a számításokat a tervezés kezdeti szakaszában kell elvégezni, amikor még számos részlet tisztázatlan,
- a számítások az épület egészére vagy legfeljebb annak zónáira vonatkoznak,
- a számítások célja nem az épületgépészeti rendszerek méretezése (az előzőek alapján ez nem is lenne lehetséges), hanem az eredményeknek a követelményértékekkel való összehasonlítása,
- a számítások nem a konkrét, hanem a "standard" fogyasztóra vonatkoznak,
- az összesített mérlegben a műszaki tényezők mellett nagy súllyal szerepelnek a fogyasztói magatartást jellemző, "standard" adatokkal becsült tételek.

Mindebből következik, hogy egy látszólag nagy pontosságra törekvő, részletekkel terhes és ezért munkaigényes módszer alkalmazásának sok értelme nem lenne. Az egyszerűsítések, elhanyagolások esetében természetesen a biztonságos közelítésre kell törekedni. A lényegre kell

megbízható eljárással dokumentálni, lehetőséget adva arra, hogy a feladat ismeretében a tervező még ezen belül is választhasson egyszerűsített és részletesebb módszer, valamint mindkettőnek kézi és gépi változata között.

Ugyanakkor nem feledhető, hogy számos idevágó MSz EN szabvány van hatályban, amelyek tartalmával ellentétes szabályozási irat nem adható ki.

Az egy további kérdés, hogy a számítási módszerek gépi változata is készíthető, akár oly módon is, hogy abból a részletes épületgépészeti méretezés egyenesen folytatható legyen.

2.3.8. A követelmények „tartóssága”

A mellékleteket a jelen rendelet hatálybalépésétől számítva ötvenként felül kell vizsgálni. Ez az előírás uniós követelmény, részben az elkerülhetetlenül szükségessé váló korrekciókra ad módot, részben azt sugallja, hogy a műszaki fejlődés lehetőségeire és a várhatóan tovább emelkedő energiaárakra való tekintettel a követelményeket fokozatosan szigorítani kell.

2.3.9. Hőérzet

Bár a Direktíva lényegét tekintve energetikai és környezetvédelmi fogantatású, tartalmaz olyan kitételeket is, miszerint az energiatakarékosság nem mehet a hőérzet, az egészség rovására. Ennek jegyében azt is előírja, hogy figyelemmel kell lenni az épületek nyári túlzott felmelegedésének kockázatára is. Ez nagyon is kézenfekvő, ha meggondoljuk, hogy egy jól hőszigetelt épület nyáron csak tetemes túlmelegedés révén képes a hőnyereségektől „megszabadulni”. A cél tehát nem a direkt szoláris nyereségek maximalizálása, hanem a téli és nyári követelmények közötti kiegyensúlyozott kompromisszum keresése. Az eszközök között az árnyékolás és a gondosan megtervezett természetes szellőztetés említendő. A legfontosabb szempont az elfogadható hőérzeti feltételek biztosítása gépi hűtés nélkül, vagy ha az elkerülhetetlen, a gépi hűtés energiafogyasztásának mérséklése. Primer energiafogyasztás tekintetében ugyanis a gépi hűtés rendkívül súlyos tétel, sok esetben az országos villamos hálózat csúcsterhelésének okozója.

2.3.10. Gépi hűtés: igen vagy nem?

Az új előírás bizonyos esetekre egyszerűsített eljárást ír elő az épületek túlzott nyári felmelegedése kockázatának megítélésére.

Nyilvánvaló, hogy a túlzott nyári felmelegedés kockázatának mérséklésére a tervezők lehetőségei nem korlátlanok: a tájolás, az üvegarány, az üvegezés típusa, az árnyékolás a napsugárzából származó hőterhelés csökkentésére, a természetes szellőztetés a hőterhelés eltávolítására kínál lehetőséget. Nem sok lehetőség van azonban a rendeltetésszerű használatból származó belső hőterhelés mérséklésére.

Ennek megfelelően azokban az esetekben, amikor a rendeltetésszerű használatból származó belső hőterhelés nagy, az összesített energetikai jellemző követelményértéke akkora, hogy abba az átlagosan jó gépi hűtés energiaigénye „befér”.

Ha a rendeltetésszerű használatból származó hőterhelés kicsi, a túlzott nyári felmelegedés építészeti-épületszerkezeti eszközökkel megakadályozható, az összesített energetikai jellemző követelményértéke a gépi hűtésre „nem tartalmaz keretet”.

Ezzel együtt ilyen esetben is alkalmazható gépi hűtés, ha annak energiafogyasztását valamelyik másik területen ellentételezik. Vagyis az összesített energetikai jellemző adott értékébe kell (gépi hűtéssel együtt) „beférni”.

Tételesen tehát a gépi hűtés szükségessége kimondva egy esetben sem jelenik meg, még kevésbé van szó bármiféle „tilalomról” – a mértékadó az összesített energetikai jellemző adott esetre megengedett határértéke.

2.3.11. Belső hőterhelések

Az épületek energiamérlegében vannak olyan összetevők, amelyeket mint fogyasztást nem veszünk számításba, de amelyek az épületgépészeti rendszerek fogyasztását befolyásolják. Ilyenek például az emberek hőleadása, a háztartási vagy irodai berendezésekből származó hőleadás. Egy jól hőszigetelt épületben ezek a belső hőterhelések a hőveszteség jelentékeny részét fedezik, ennél is komolyabb azonban a nyári túlmelegedés kockázatában vagy a hűtési hőterhelésben játszott szerepük. Ezért ezeket a méretezés során figyelembe kell venni: természetesen a „standardizált fogyasztó” adataival.

2.4. A szabályozás szintjei

2.4.1. A szabályozás „felső” szintje: az összesített energetikai jellemző

A Direktívának megfelelően a szabályozás - ahol (már) lehet - az összesített energetikai jellemzőre ad meg követelményt.

Minden olyan esetben, amikor az összesített energetikai jellemzőre követelmény van előírva, annak betartása kötelező.

De mit jelent az, hogy „ahol (már) lehet” és „minden olyan esetben”?

Egyrészt azt, hogy

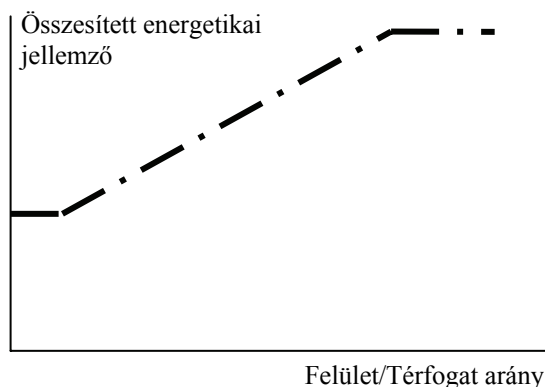
vannak olyan épületek, amelyek a rendeletben felsorolt kategóriák egyikébe sem sorolhatók be: lásd a rendeletben: „egyéb épületek (az előző kategóriába be nem sorolható más rendeltetésű épületek, pl: egyes múzeumok, sajátos egészségügyi vagy termelési célú épületek, épületrészek, ha a gyűjtemény megóvása, a terápia, a tárolás, illetve a technológia speciális beltéri klímát igényel).” Bizonyos esetekben a „fogyasztói magatartás” meghatározására alig van esély: az általánosítás sok pontatlansággal járna, nagyszámú épületkategória meghatározásának sok értelme nem lenne, a tervezés tárgyát képező épület besorolása ezek egyikébe vitatható lenne.

Másrészt azt, hogy

vannak olyan – energetikai szempontból bonyolult, összetett rendszerű épületek (a feltételeket lásd később), amelyek energetikai méretezése csak a referencia-év órai adatain alapuló számítógépes szimulációval lehetséges. Ezekben az esetekben a követelmény meghatározása is ilyen eljárást igényel.

Ma is léteznek a szakma által a nemzetközi gyakorlatban elfogadott és használt szimulációs eljárások, de ezek „nem szabványosak”. E tekintetben a Direktíva némileg „előreszaladt” – az ISO és a CEN az idevágó szabványokat csak 2008-ra ígéri, bizonyos esetekben az összesített energetikai jellemző követelményértékeinek megfogalmazásával ezeket a szabványokat be kell várni.

Az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelmény az épület rendeltetésétől és felület/térfogatarányától függ (2.1. ábra). (Részletes adatokat lásd a követelmények leírásánál.)



2.1. ábra Az összesített energetikai jellemző a felület/térfogat arány függvényében

A különböző rendeltetésű épületekre a felület/térfogat arány függvényében egy-egy ilyen függvény mutatja a megengedett határértéket.

2.4.2. A szabályozás második szintje: a fajlagos hőveszteségtényező

A szabályozás következő szintje az épület fajlagos hőveszteségtényezője. Ez részben azért szükséges, mert (az előzőek szerint) nem minden esetben létezik (még) az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelmény, leginkább pedig azért fontos, hogy az *épület önmagában* is garantáljon egy elfogadható energetikai minőséget.

Ebben a tényezőben csak olyan jellemzők szerepelnek, amelyek az épülettől és csak az épülettől függenek.

A fajlagos hőveszteségtényező: a transzmissziós hőáramok és a fűtési idény átlagos feltételei mellett kialakuló sugárzási hőnyereség hasznosított hányadának algebrai összege egységnyi belső-külső hőmérsékletkülönbségre és egységnyi fűtött térfogatra vetítve.

Részletesebben kifejtve a fajlagos hőveszteségtényező a következő tételek algebrai összege:

- a határoló- és nyílászárószerkezetek felületének és hőátbocsátási tényezőjének szorzatösszege,
- a csatlakozási élek és szerkezeti csomópontok mentén kialakuló hőhidak miatti hőveszteség,
- az üvegezett szerkezeteken az épületbe bejutó direkt sugárzási nyereség,
- az esetleges passzív szoláris (csatlakozó üvegházakból, energiagyűjtő falakból stb. származó) nyereségek.

A fajlagos hőveszteségtényező *nem* tartalmazza

- az aktív szoláris és fotovoltaikus rendszerekből származó nyereségeket (azokat az épületgépészeti rendszereknél kell figyelembe venni),
- a szellőzési veszteségeket (a szükséges légcserre az épületben tartózkodók számától és tevékenységétől függ, feltételezhető, hogy jó minőségben kivitelezett épületekben a szükségesnél nagyobb spontán – filtrációs – légcserre nem alakul ki).

Az összefüggések megtalálhatóak a számítási módszerek leírásánál.

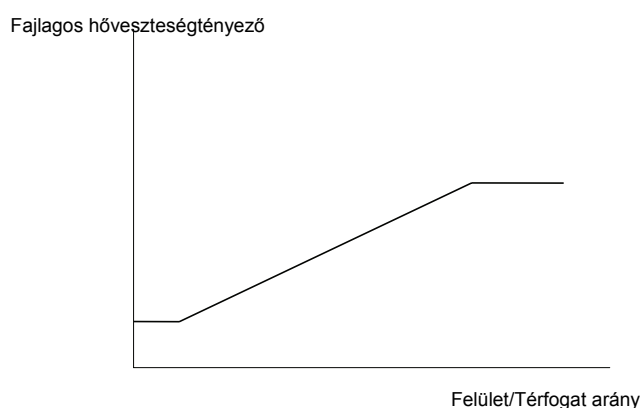
A fajlagos hőveszteségtényező csak az épület felület/térfogat viszonyától függ, az épület rendeltetésétől nem. A fajlagos hőveszteségtényező megengedett legnagyobb értékét túllépni nem szabad.

Ha az adott esetben az összesített energetikai mutatóra *is* van követelményérték, azt sem szabad túllépni. Ez azzal járhat, hogy a fajlagos hőveszteségtényező megengedett legnagyobb értékénél kisebb értéket kell elérni (például jobb hőszigeteléssel, jobb nyílászárókkal, a passzív sugárzási nyereségek jobb hasznosításával) akkor, ha az épületgépészeti rendszerek primer

energiafogyasztása magas, mert az összesített energetikai mutatóra vonatkozó követelmény csak így teljesíthető. Ilyen helyzet adódhat például azért, mert az energiahordozók megválasztása előnytelen vagy azért, mert egy többlakásos lakóépületben egy központ rendszer helyett – a veszteségek és a segédenergia igény szempontjából előnytelenebb – lakásonkénti rendszereket alkalmaznak.

Ugyanez más szavakkal azt is jelenti, hogy a fajlagos hőveszteségtényező követelményértékének betartása még nem garantálja azt, hogy az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelmény is teljesül. Ez csak akkor várható, ha az épületgépészeti rendszereket célszerűen választják meg.

Legyen viszont bármilyen előnyös az energiahordozók megválasztása, a fajlagos hőveszteségtényező határértéke akkor sem léphető túl, ha az összesített energetikai jellemző a követelményértéknél alacsonyabbra adódik. (Részletes adatokat lásd a követelmények leírásánál.)



2.2. ábra. A fajlagos hőveszteségtényező a felület/térfogat arány függvényében.

2.4.3. A szabályozás harmadik szintje: a hőátbocsátási tényezők

A fajlagos hőveszteségtényező egy adott értéke a különböző határoló- és nyílászáró szerkezetek tetszőleges számú kombinációjával állítható elő, például szuper hőszigetelésű falak és gyenge minőségű ablakok, vagy csúcsminőségű ablakok és rosszul szigetelt falak kombinációjával is. A szélsőséges változatoknak azonban állagvédelmi és hőérzeti szempontból kellemetlen következményei lehetnek. Ezt megakadályozandó a szabályozás harmadik szintje felső korlátokat ír elő az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőinek megengedhető legnagyobb értékeire.

A határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőire előírt megengedhető határértékek betartása nem garantálja azt, hogy a fajlagos hőveszteségtényező értéke a követelményeknek automatikusan megfelel: a felület/térfogat viszonytól függ, hogy a határértékeken belül milyen (mennyivel alacsonyabb) hőátbocsátási tényezőjű szerkezeteket kell alkalmazni.

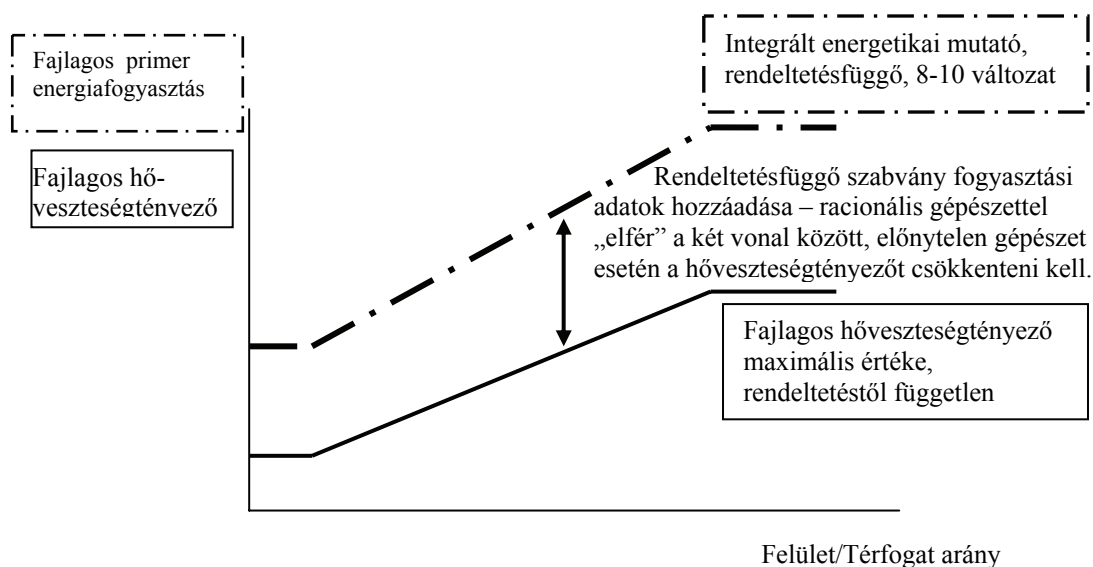
Legyen viszont bármilyen kedvező és könnyen betartható is adott esetben a fajlagos hőveszteségtényező értéke (szélsőséges példa: foghíjbeépítés, egy szabad homlokzattal), a megengedettnél magasabb hőátbocsátási tényezőjű szerkezeteket akkor sem szabad alkalmazni, ha a fajlagos hőveszteségtényező értéke a megengedettnél alacsonyabbra adódik. (Részletes adatokat lásd a követelmények leírásánál.)

2.4.4. A követelmények egymáshoz való viszonya

A szabályozás első és második szintjének viszonyát az 3.3. ábra mutatja.

Egyik határérték sem léphető túl. A két vonal között kell „elférnie az épületgépészet” fogyasztásának, primer energiában kifejezve!

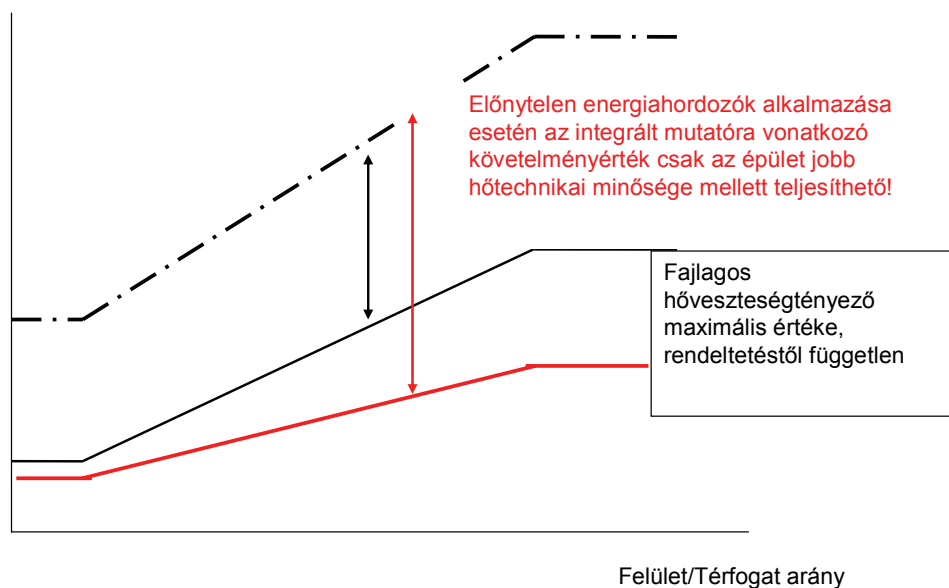
Az egyik követelmény csak az épületre vonatkozik és a *rendeltetéstől független*, ennek célja az, hogy (ha az épület rendeltetése változik, a rövidebb élettartamú gépészeti, szoláris, stb. rendszereket más, rosszabb energetikai hatékonysággal rendelkező rendszerekkel pótolják, vagy ha a használati mód a szokványostól eltér, stb., akkor is) az épület önmagában garantáljon egy megfelelő energetikai színvonalat. A követelmény formája: fajlagos hővesztésgtényező, (az épület és a környezet között egységnyi belső – külső hőmérsékletkülönbség mellett időben állandósult állapotban kialakuló hőáram W/m^3K), amely az épület felület/térfogat arányától függ, azaz formailag megegyezik a legutolsó MSz 04-140/2 szabványlapban használttal, számszerű értéke a korábbinál alacsonyabb.



2.3. ábra Az első és a második követelményszint kapcsolata

A másik követelmény a Direktíva által előírt összesített energetikai jellemző. Ezt úgy kapjuk, hogy az épület hővesztésgtényezőjéből számított fűtési energiafogyasztásnál figyelembe vesszük a fűtési rendszer veszteségeit és önfogyasztását (többnyire csak a mellékletekben megadott tájékoztató értékekből választva adatokat), továbbá *rendeltetésfüggő tervezési adatokkal* (mellékletekből) számítjuk a használati melegvíz és a világítás energiaigényét, a rendszerek saját fogyasztását, veszteségeit és az energiahordozók/források közötti váltószámokat is figyelembe véve.

Ha kényszerből, tervezői vagy építetói szándékból kifolyólag a gépészeti energiafogyasztást túl nagy, akkor az integrált energetikai mutatóra vonatkozó követelmény csak úgy tartható, ha az épület hővesztésgtényezője kisebb, mint az arra vonatkozó követelményérték (2.4. ábra).



2.4. ábra Az összesített energetikai jellemző követelményértékének teljesítése

A számszerű követelményeket úgy kellett kialakítani, hogy azok még ilyen esetben is reális szerkezetekkel, de esetleg némi építészeti megszorításokkal (pl. üvegezési arány) teljesíthetők legyenek.

2.4.5. A követelményszintek összefoglaló áttekintése

Az energetikai követelmények három formája:

a/ Az épület *összesített energetikai jellemzője* az épület rendeltésszerű használatának feltételeit biztosító épületgépészeti rendszerek egységnyi fűtött térfogatra vonatkozó, primer energiában kifejezett, kWh/(m³·a) mértékegységű éves fogyasztása.

Az összesített energetikai jellemző tartalmazza a fűtési, légtechnikai, melegvízellátási és (lakóépületek kivételével) a világítási rendszerek fogyasztását, beleértve e rendszerek hatásfokát és önfogyasztását.

Az aktív szoláris, fotovoltaikus rendszerekkel és az épület saját rendszereként üzemeltetett kapcsolt energiatermeléssel nyert energia az összfogyasztásból levonható.

Az összesített energetikai jellemző *nem* tartalmazza
 az épületben lévő technológiai célú hőellátó,
 technológiai célú légtechnikai (például peremelszívás),
 technológiai célú melegvízellátási,
 uszodagépészeti,
 balneológiai rendszerek
 és a kültéri világítás energiafogyasztását.

b/ Az épület *fajlagos hővesztésgtényezője* a transzmissziós hővesztesség és a hasznosított passzív sugárzási hőnyereség algebrai összegéből a 2. melléklet szerint képezett (W/(m³·K) mértékegységű) jellemző.

c/ A rétegtervi hőátbocsátási tényező az egyes elemek (fal, zárófüdém, ablak....) általános helyen vett metszetére számított vagy a termék egészére /minősítési iratban megadott (W/(m²·K) mértékegységű) jellemző.

2.4.6. Mikor mely követelményeket kell figyelembe venni?

A rendeletben felsorolt rendeltetésű új épületek és 1000m²-nél nagyobb fűtött alapterületű, lényeges felújításra kerülő épületek esetében az a/, b/ és c/ alatti formában előírt követelmények mindegyikének egyidejűleg teljesülnie kell.

Ugyanezeket kell alkalmazni olyan, a rendeletben felsorolt rendeltetésű bővítványokra, toldalékokra, amelyek fűtött tereinek belső méretek alapján számított nettó alapterülete 1000 m² vagy annál több. Bővítványnek tekintendő a hozzáépítés, a ráépítés vagy az épület olyan tere, amely eredetileg nem tartozott a rendelet szerint meghatározott körbe. A bővítvány helyett – a tervező döntése alapján – a követelményértékek teljesülése az épület egészére (eredeti + bővítvány) is igazolható.

A fenti esetekben tehát az összesített energetikai jellemzőre, a fajlagos hőveszteségtényezőre és a hőátbocsátási tényezőkre vonatkozó követelményeknek *egyidejűleg* teljesülniük kell. Ha egy lakóépületen egy lakás célú bővítvány, toldalék, ráépítés nettó alapterülete meghaladja az 1000 m²-t, arra is érvényes mind a három szint követelménye. Ha egy más rendeltetésű épületre egy ekkora ráépítés történik vagy az eredetileg más rendeltetésű épületben átalakítással egy ekkora lakáscélú teret alakítanak ki, akkor erre is mind a három szint követelményének teljesülnie kell.

Ha a rendelet hatálya alá eső új épületek és 1000m²-nél nagyobb fűtött alapterületű, lényeges felújításra kerülő épület rendeltetése olyan, amelyre nincs megadva az összesített energetikai jellemző követelményértéke, akkor a b/ és c/ alatti formában előírt követelményeknek (fajlagos hőveszteségtényező és határolószervezetek) kell egyidejűleg teljesülniük.

E követelményeket kell alkalmazni olyan bővítványokra, toldalékokra, amelyek fűtött tereinek belső méretek alapján számított nettó alapterülete 1000 m² vagy annál több. Bővítványnek tekintendő a hozzáépítés, a ráépítés vagy az épület olyan tere, amely eredetileg nem tartozott a rendelet szerint meghatározott körbe. A bővítvány helyett – a tervező döntése alapján – a követelményértékek teljesülése az épület egészére (eredeti + bővítvány) is igazolható.

Azaz ha nincs (még) követelmény az összesített energetikai jellemzőre, akkor a fajlagos hőveszteségtényezőre és a hőátbocsátási tényezőkre vonatkozó követelményeknek kell *egyidejűleg* teljesülniük.

Az 1000 m²-nél kisebb alapterületű épületek lényeges felújítása, az eredeti épület nettó fűtött alapterületének 20%-át vagy 100 m²-t (a kisebbik érték a mérvadó) meghaladó, de 1000 m²-nél kisebb bővítványok-toldalékok esetében a c/ alatti formában megfogalmazott követelményeknek kell teljesülniük.

Azaz a kisebb épületek lényeges felújítása és a kisebb toldalékok, bővítványok létesítése esetén az egyes szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelményeket kell betartani

2.4.7. Az épület rendeltetése

Ha az energiafogyasztás fogyasztói magatartástól függő összetevői ilyen jelentős szerepet játszanak az összesített energetikai jellemzőben, akkor nyilvánvaló, hogy a különböző rendeltetésű épületek energiamérlegét különböző „standard” fogyasztói adatokkal kell számolni, hiszen egészen más világítási és melegvíz fogyasztási igények merülnek fel például egy lakóépületben és egy irodaházban. A szabályozás bevezetésekor a következő rendeltetésű épületekre készült összesített energetikai jellemzőre követelményérték.

- a/ lakó- és szállásjellegű épületek;
- b/ irodaépületek;
- c/ oktatási épületek.

Bár a korábbiakból és a rendeletből értelemszerűen következik, célszerű a fentieket összefoglalóan áttekinteni:

Milyen új épületről, felújításról, bővítményről van szó?	a rendeltetés függvényében van-e előírás az összesített energetikai jellemzőre?	A szabályozás adott esetre vonatkozó szintjei		
		Összesített energetikai jellemző	Fajlagos hőveszteség tényező	Szerkezet U értéke
50 m ² -nél nagyobb szintterületű új	igen	+	+	+
1000 m ² -nél nagyobb szintterületű lényeges felújítás	igen	+	+	+
50 m ² -nél nagyobb szintterületű új	nem		+	+
1000 m ² -nél nagyobb szintterületű lényeges felújítás	nem		+	+
1000 m ² -nél nagyobb szintterületű bővítmény, a bővítményre is és az eredeti épületre is	igen	+	+	+
1000 m ² -nél nagyobb szintterületű bővítmény, a bővítményre az eredeti épületre	igen nem	+	+	+
1000 m ² -nél nagyobb szintterületű átalakítás meglévő épületben a rendeltetés megváltozásával átalakított rész eredeti épület	igen nem	+	+	+
1000 m ² -nél nagyobb szintterületű bővítmény, a bővítményre is és az eredeti épületre is	nem		+	+
1000 m ² -nél kisebb szintterületű lényeges felújítás	érdektelen			+
100 m ² -nél vagy az eredeti épület alapterületének 20%-át meghaladó bővítmény (a kisebbik érték a mértékadó)	érdektelen			+

2.4.8. Mi a teendő, ha egy épületben többféle rendeltetésű terek vannak?

Ha az épületben többféle rendeltetésű tér található, a méretezési alapadatokra és az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelményt illetően

- vagy az a rendeltetésű térrész a mérvadó, amelynél nagyobb térfogatú más rendeltetésű térrész az épületben nincsen (*jellemző rendeltetés*),
- vagy a különböző rendeltetésű térrészeknek térfogatarányosan átlagolt alapadatai és követelményei a mérvadóak,

a tervező döntése szerint.

„Vegyes” helyzet alakulhat ki, ha egy épületben olyan rendeltetésű terek is vannak, amelyekre az összesített energetikai jellemző formájában is létezik követelmény és olyan terek is, amelyekre ilyen nem létezik. (Talán nem erőltetett példa egy „lakóparki” épület felső szintjein lakások, alsó szintjén uszoda, konditerem). Az nyilvánvaló, hogy az épület *egészére* a fajlagos hőveszteségtényezőre vonatkozó követelménynek teljesülnie kell. Az összesített energetikai jellemzőt viszont csak arra az épületrészre kell vizsgálni, amelyre az vonatkozik, ennek a résznek a felület/térfogataránya függvényében. (A példabeli esetben a fajlagos hőveszteségtényezőt az épület egészére, az összesített energetikai jellemzőt a lakásokat tartalmazó részre.)

2.4.9. Az épületek csoportosítása a számítási módszerek szempontjából

Ahogy az már a szabályozás „felső szintjével” kapcsolatban említésre került, bizonyos esetekben szabatos számításokra szimulációs eljárást kell alkalmazni, ennek a feltételei azonban még nincsenek meg. A CEN az ehhez szükséges szabványokat 2008-nál előbbre nem ígéri.

A számítási módszer szempontjából a szabályozás hatálya alá tartozó épületek két csoportra oszthatók:

- többszörösen összetett energetikai rendszerű épületek,
- szokványos épületek.

Egy épület akkor többszörösen összetett energetikai rendszerű, ha az épület fűtött tereinek alapján számított alapterülete 1000 m^2 vagy annál több és az alábbi feltételek közül legalább kettő egyidejűleg teljesül:

- a beépített világítás és a technológiai berendezések fajlagos egyidejű teljesítménye az év legalább 100 napján legalább napi 8 órán át meghaladja az egységnyi fűtött térfogatra vetített 20 W/m^3 fajlagos értéket,
- az épület burkoló felületeinek (az üvegezés nettó méretei alapján számított) üvegezési aránya 40%-nál nagyobb,
- a határolószervezetek légjáratai a légtechnikai rendszer részét képezik („klímahomlokzatok”),
- az épületben az év legalább 100 napján legalább napi nyolc órán át gépi hűtést alkalmaznak.

Az épület szokványos, ha nem teljesül az előző feltételrendszer.

A többszörösen összetett energetikai rendszerű épületek energetikai számítására az időben változó hőáramok meghatározására alkalmas számítógépes szimulációt és az időjárási jellemzők óraértékeit tartalmazó adatsort kell használni.

A nemzetközi gyakorlat jelenleg is ismer és elismer ilyen módszereket (ESPr, TRNSYS, Energy+...), ezek azonban „nem szabványosak”. „Szabványos” eljárások a CEN munkaterve szerint 2008 előtt nem várhatók. Addig a tervező döntése szerint vagy az említett vagy hasonló programok alkalmazhatók, vagy a melléklet szerinti „kézi számítási” módszer alkalmazható.

A szokványos épületek energetikai jellemzőinek meghatározása a tervező döntése alapján háromféle eljárással végezhető:

- az időben változó hőáramok meghatározására alkalmas, az időjárási jellemzők óraértékein alapuló, a nemzetközi gyakorlatban elfogadott számítógépes szimulációs módszerrel (ESPr, TRNSYS, Energy+...);
- a következő pontokban előírt részletes számítási módszerrel;
- a következő pontokban előírt egyszerűsített módszerrel.

A részletes és az egyszerűsített számítási módszerek egyes lépései felváltva, „vegyesen” is alkalmazhatók.

Mindkét utóbbi eljárás során alkalmazható „kézi” számítás vagy számítógépes program.

(Figyelem! Ne tévesszük össze az óraértékek alapján működő (korábbiakban említett) szimulációs programot és az (egyszerűsített vagy részletes) „kézi” számítás algoritmusán alapuló számítógépes programot!)

A követelményértékek szempontjából az eljárások között nincs különbség. A részletes számítási eljárás vagy a szimulációs módszer lehetőséget ad arra, hogy a pontosabb részeredmények és az energiamérleg egyes tételeinek egymást ellentételező hatását kihasználva racionálisabb, gazdaságosabb megoldást lehessen kialakítani.

A szimulációs eljárásokkal kapcsolatban elegendő utalni arra, hogy “szabványos” eljárások 2008 előtt nem várhatók, a nemzetközi gyakorlatban elfogadott programokhoz pedig vannak hozzáférhető leírások.

A szabályozásban leírt számítási módszereknek van egy egyszerűsített és egy részletesebb változata. A tervező ezek között szabadon választhat, sőt a két eljárás egyes lépéseit felváltva, csereberélve is alkalmazhatja.

Ennek háttérében a következő megfontolások állnak:

Nyilván mások az igények és lehetőségek egy családi ház és egy irodaház tervezése esetén.

A részletes számítás több időt, nagyobb felkészültséget igényel, de

- vagy racionálisabb megoldást tesz lehetővé (egy a lehetséges példák közül: ha a direkt sugárzási nyereségek hasznosítása bizonyított, ugyanolyan fajlagos hőveszteségtényező olcsóbb hőszigeteléssel érhető el),
- vagy az igazoltan jobb eredmény alapján az épület energetikailag jobb minőségi osztályba nyer besorolást.

Egyes esetekben a kétféle módszer keverését kézenfekvő szakmai szempontok indokolhatják. Például a részletes módszerből kihagyható a benapozás ellenőrzésére szolgáló lépés, ha „ránézésre” megállapítható, hogy az adott sűrű beépítésű városi környezetben a benapozásra nincs esély (vagy kihagyható, ha a tervező egyszerűen nem kívánja ezt az ellenőrzést elvégezni). Természetesen mind az egyszerűbb, mind a részletesebb módszer szerinti számítás elvégezhető az előírt algoritmus alapján fejlesztett számítógépes programokkal is.

2.5. Jelölések, mértékegységek

Jelölés	A mennyiség megnevezése	Mértékegység
A	felület, a belméretek alapján számolva	m^2
A_N	nettó fűtött szintterület	m^2
$A_{\bar{U}}$	az üvegezés felülete, az üvegezés mérete alapján számolva	m^2
C_k	a hőtermelő teljesítménytényezője	
E_C	a cirkulációs szivattyú fajlagos energiaigénye	kWh/m^2a
E_F	a fűtés fajlagos primer energiaigénye	kWh/m^2a
E_{FSz}	a keringtetés fajlagos energiaigénye	kWh/m^2a
E_{FT}	a tárolás segédenergia igénye	kWh/m^2a
E_{HMV}	a melegvízellátás fajlagos primer energiaigénye	kWh/m^2a
E_{fagy}	a fagyvédelmi rendszer villamos segédenergia igénye	kWh/a
$E_{h\bar{u}}$	a gépi hűtés fajlagos éves primer energia igénye	kWh/m^2a
E_K	a melegvíztermelés segédenergia igénye	kWh/m^2a
E_{LT}	a légtechnikai rendszer fajlagos primer energiaigénye	kWh/m^2a
E_P	az összesített energetikai jellemző	kWh/m^2a
E_{VENT}	a légtechnikai rendszerbe épített ventilátorok villamos energiaigénye	kWh/a
$E_{LT,s}$	a légtechnikai rendszer villamos segédenergia igénye	kWh/a
E_{vil}	a beépített világítás fajlagos éves primer energia igénye	kWh/m^2a
$E_{vil,n}$	a beépített világítás fajlagos éves nettó villamos energia igénye	kWh/m^2a
H	az éves fűtési hőfokhíd ezredrésze	hK/a
I	a napsugárzás intenzitása	W/m^2

I_b	a napsugárzás intenzitása egyensúlyi hőmérséklet számítására	W/m ²
$I_{nyár}$	a napsugárzás intenzitása (nyári átlagos feltételek)	W/m ²
M	hőtároló tömeg	kg
Q_F	éves nettó fűtési energiaigény	kWh/a
$Q_{hű}$	a gépi hűtés éves nettó energiaigénye	kWh/a
$Q_{LT,n}$	a légtechnikai rendszer nettó hőigénye	kWh/a
$Q_{LT,v}$	a levegő elosztás hővesztesége	kWh/a
Q_{sd}	a direkt sugárzási hőnyereség vagy hőterhelés	W
Q_{sid}	az indirekt sugárzási hőnyereség	W
Q_{TOT}	a hagyományos fűtési idényre vonatkozó sugárzási energiahozam	kWh/m ² idény
U	hőátbocsátási tényező. Üvegezett szerkezetek esetében tartalmazhatja a társított szerkezetek (redőny, stb.) hatását is, ekkor a társított szerkezet „nyitott” és „csukott” helyzetére vonatkozó hőátbocsátási tényezők számtani átlaga vehető figyelembe.	W/(m ² ·K)
U_m	az átlagos hőátbocsátási tényező	W/(m ² ·K)
U_R	hőhidak hatását kifejező szorzóval korrigált („eredő”) hőátbocsátási tényező	W/(m ² ·K)
$U_{kör}$	körkeresztmetszetű légcsatorna hosszegységre vonatkozó hőátbocsátási tényezője	W/mK
U_{nsz}	négyszög keresztmetszetű légcsatorna hőátbocsátási tényezője	W/(m ² ·K)
V	a fűtött térfogat, belméretek szerint számolva	m ³
V_{LT}	a levegő térfogatárama	m ³ /h
$Z_{a,LT}$	a légtechnikai rendszer egész évi működési idejének ezredrésze	h/1000a
Z_{LT}	a légtechnikai rendszer működési idejének ezredrésze a fűtési idényben	h/1000a
Z_F	a fűtési idény hosszának ezredrésze	h/1000a
a és b	a négyszög keresztmetszetű légcsatorna belső élméretei	m
d	rétegvastagság	m
e	primer energia átalakítási tényező	
e_f	a fűtésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője	
e_{HMV}	a melegvízkészítésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője	
$e_{hű}$	a gépi hűtésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője	
e_{LT}	a légtechnikai rendszer hőforrása által használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője;	
e_v	a villamos energia primer energia átalakítási tényezője	
e_{vil}	a világításra használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője	
$f_{LT,sz}$	a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlanságából származó veszteség	
f_v	a légcsatorna veszteségtényezője	
g	az üvegezés összesített sugárzásátbocsátó képessége	
$g_{nyár}$	az üvegezés és a „zárt” társított szerkezet együttesének összesített sugárzásátbocsátó képessége.	
l	csatlakozási élék hossza vagy kerület	m
l_v	a légcsatorna hossza	m
m	fajlagos hőtároló tömeg	kg/m ²

n	légcsereszám (átlagos)	1/h
n_{LT}	légcsereszám a légtechnikai rendszer üzemidejében	1/h
n_{inf}	légcsereszám a légtechnikai rendszer üzemszünete alatt	1/h
$n_{hű}$	hűtési napok száma	1/a
$n_{nyár}$	légcsereszám nyáron	1/h
q	fajlagos hőveszteségtényező	W/(m ³ K)
q_b	a belső hőterhelés fajlagos értéke	W/m ²
q_f	a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye	kWh/m ² a
$q_{f,h}$	a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti fajlagos veszteségek	kWh/m ² a
$q_{f,t}$	a hőtárolás fajlagos vesztesége	kWh/m ² a
$q_{f,v}$	az elosztóvezeték fajlagos vesztesége	kWh/m ² a
q_{HMV}	a melegvíz készítés nettó energiaigénye	kWh/m ² a
$q_{HMV,v}$	a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége	kWh/m ² a
$q_{HMV,t}$	a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége	kWh/m ² a
$q_{k,v}$	segédenergia igény	kWh/m ² a
q_m	fajlagos hőveszteségtényező megengedett legnagyobb értéke	W/(m ³ K)
t	hőmérséklet	°C
\overline{t}_{bef}	a befűjt levegő átlagos hőmérséklete a fűtési idényben	°C
t_e	a külső hőmérséklet	°C
\overline{t}_e	a külső hőmérséklet napi átlagértéke	°C
t_i	a belső hőmérséklet	°C
$t_{i,átl}$	a légcsatorna körüli átlagos környezeti hőmérséklet	°C
$t_{i,köz}$	a légcsatornában áramló levegő közepes hőmérséklete	°C
t_x	a szomszédos tér hőmérséklete	°C
w_{lev}	a levegő áramlási sebessége légcsatornában	m/s
Δp_{LT}	a rendszer áramlási ellenállása	Pa
Δt_b	egyensúlyi hőmérsékletkülönbség	K
$\Delta t_{bnyár}$	a belső és külső hőmérséklet napi középértékeinek különbsége nyári feltételek között	K
α_k	a hőtermelő által lefedett energiaarány (többféle forrásból táplált rendszer esetén)	
ε	hasznosítási tényező	
η_r	a szellőző rendszerbe épített hővisszanyerő hatásfoka	
η_{vent}	a ventilátor összhatásfoka	
ρ	sűrűség	kg/m ³
σ	a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező	
ν	a szabályozás hatását kifejező korrekciós tényező	
χ	a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező	
Ψ	vonalmonti hőátbocsátási tényező az élek vagy a kerület hosszegységére vonatkozóan	W/(m·K)

Konstansok

0,35	szellőzési hőveszteség számításánál: a levegő sűrűségének, fajhőjének és a mértékegység átváltásához szükséges tényezőknek a szorzata
72	hőfogyasztás számításánál: az órafokban kifejezett konvencionális (12 °C határhőmérséklethez, azaz 8 K egyensúlyi hőmérséklet-különbséghez tartozó) hőfokhíd értékének ezredrésze (a W/kW átszámítás miatt)
4,4	hőfogyasztás számításánál: a konvencionális (12 °C határhőmérséklethez, azaz 8 K egyensúlyi hőmérséklet-különbséghez tartozó) fűtési idény órában mért hosszának ezredrésze (a W/kW átszámítás miatt)
4	külső hőmérséklet átlaga a fűtési idényben

2.6. A számítás áttekintése

2.6.1. A számítások tárgya

Az épületek energetikai minőségét igazoló számítást az épület *egészére* kell elvégezni.

Ha a tervező ezt egyéb szempontok alapján célszerűnek tartja, akkor épület energetikai minősége *egyes zónákra vagy egyes helyiségekre elvégzett számítások eredményeinek összegezésével* is igazolható – ez a módszer egyben a hőszükséglet és a beépítendő fűtőteljesítmény meghatározását és további, az épületgépészeti tervezést szolgáló programmodulok használatát is lehetővé teszi. Ez az eljárás várhatóan akkor kerül alkalmazásra, ha épületgépészeti tervezés is folyik.

2.6.2. A számítási módszer lépéseinek áttekintése

1. Az épület rendeltetésének és az ehhez tartozó alapadatoknak és követelményeknek a meghatározása.
2. Geometriai adatok meghatározása, beleértve a vonalmenti hőveszteség alapján számítandó szerkezetek (talajon fekvő padló, pincefal) kerületét és a részletes eljárás választása esetén a csatlakozási élhosszakat is.
3. A felület/térfogatarány számítása.
4. A fajlagos hőveszteségtényező határértékének leolvasása a felület/térfogatarány és a rendeltetés függvényében.
5. A fajlagos hőveszteségtényező tervezett értékének eldöntése: ez a határértéknél semmiképpen sem lehet magasabb, de magas primer energiataralmú energiahordozók és/vagy kevésbé energiatakarékos épületgépészeti rendszerek alkalmazása esetén a határértéknél alacsonyabbnak kell lennie.
6. A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése.
7. A nettó fűtési hőenergia igény számítása.
8. A fűtési rendszer veszteségeinek meghatározása.
9. A fűtési rendszer villamos segédenergia igényének meghatározása.
10. A fűtési rendszer primer energia igényének meghatározása.
11. A melegvízellátás nettó hőenergia igényének számítása.
12. A melegvízellátás veszteségeinek meghatározása.
13. A melegvízellátás villamos segédenergia igényének meghatározása.
14. A melegvízellátás primer energia igényének meghatározása.
15. A légtechnikai rendszer hőmérlegének számítása.
16. A légtechnikai rendszer veszteségeinek számítása.
17. A légtechnikai rendszer villamos energia igényének meghatározása.
18. A légtechnikai rendszer primer energia igényének meghatározása.
19. A hűtés energiaigényének meghatározása
20. A világítás éves energia igényének meghatározása.
21. Az épület saját rendszereiből származó nyereségáramok meghatározása.
22. Az összesített energetikai jellemző számítása.

3. TERVEZÉS – HATÁROLÓSZERKEZETEK

3.1. A hőátbocsátási tényező¹⁾ követelményértékei

Épülethatároló szerkezet	A hőátbocsátási tényező követelményértéke U [W/m ² K]
Külső fal	0,45
Lapostető	0,25
Padlásfödém ²⁾	0,30
Fűtött tetőteret határoló szerkezetek	0,25
Alsó zárófödém árkád felett	0,25
Alsó zárófödém fűtetlen pince felett ³⁾	0,50
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)	1,60
Homlokzati üvegezett nyílászáró (fém keretszerkezettel)	2,00
Homlokzati üvegezett nyílászáró, ha névleges felülete kisebb, mint 0,5 m ⁴⁾	2,50
Homlokzati üvegfal ⁴⁾	1,50
Tetőfelülvilágító	2,50
Tetősík ablak	1,70
Homlokzati üvegezetlen kapu	3,00
Homlokzati, vagy fűtött és fűtetlen terek közötti ajtó	1,80
Fűtött és fűtetlen terek közötti fal	0,50
Szomszédos fűtött épületek közötti fal	1,50
Talajjal érintkező fal 0 és -1 m között	0,45
Talajon fekvő padló a kerület mentén 1,5 m széles sávban (a lábazon elhelyezett azonos ellenállású hőszigeteléssel helyettesíthető)	0,50

¹⁾ A követelményérték határolószerkezetek esetében „rétegtervi hőátbocsátási tényező”, amin az adott épülethatároló szerkezet *átlagos* hőátbocsátási tényezője értendő: ha tehát a szerkezet, vagy annak egy része több anyagból összetett (pl. váz- vagy rögzítőelemekkel megszakított hőszigetelés, pontszerű hőhidak, stb), akkor ezek hatását is tartalmazza.

A nyílászáró szerkezetek esetében a keretszerkezet, üvegezés, üvegezés távtartói stb. hatását is tartalmazó hőátbocsátási tényezőt kell figyelembe venni.

A csekély számszerű eltérésre tekintettel, a talajjal érintkező szerkezetek esetében a külső oldali hőátadási tényező hatása elhanyagolható.

²⁾ Egyszerűsített épületenergetikai számítás esetén a fajlagos hőveszteségtényező számításakor a padlástér külső légtérnél magasabb léghőmérséklete miatt a rétegtervi hőátbocsátási tényező 0,9-szeresét kell figyelembe venni.

3) Egyszerűsített épületenergetikai számítás esetén a fajlagos hővesztéstényező számításakor a fűtetlen pincetér külső légtérnél magasabb léghőmérséklete miatt a rétegtervi hőátbocsátási tényező 0,5-szörösét kell figyelembe venni.

4) Az üvegezésre és a távtartókra együttesen értelmezett átlag.

3.1.1 Hőátbocsátási tényező számítása

Többrétegű szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének számítására az alábbi összefüggés szolgál:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum \frac{d_j}{\lambda_{j,be}} + \frac{1}{\alpha_i}} \quad [W / m^2 K]$$

ahol:

α_e külső oldali hőátadási tényező, W/m^2K
 α_i belső oldali hőátadási tényező, W/m^2K
 d_j réteg vastagsága, m
 $\lambda_{j,be}$ réteg beépítési hővezetési tényezője, W/mK

A beépítési hővezetési tényező attól tér el a gyártó által megadott hővezetési tényezőtől, hogy figyelembe veszi a beépítési feltételeket, külső hatásokat. A számítása az alábbiak szerint történik:

$$\lambda_{be} = \lambda \cdot (1 + \kappa) \quad [W / mK]$$

ahol:

λ gyártó által megadott hővezetési tényezője, W/mK
 κ korrekciós tényezője

A korrekciós tényezők értékeit az alábbi táblázatok tartalmazzák. A táblázatok az MSZ-04-140-2: 1991 szabvány mellékletéből származnak.

Korrekciós tényezők a beépített hőszigetelő anyagok hővezetési tényezőjének meghatározásához hazai mérések alapján

Anyag és beépítési mód	korrekciós tényező
Polisztirol hab, amelyre rávakolnak vagy rábetonoznak	0.42
Perlitbeton ($\rho \leq 400 \text{ kg/m}^3$), amelyre rábetonoznak	0.57
Bitumoperlit ($\rho \leq 300 \text{ kg/m}^3$), 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 hőszigetelő réteg hővezetési tényezőjének helyesbítése a beépítési feltételek függvényében

A szigetelés beépítése	korrekciós tényező
Külső falburkolat vagy hidegtető alá, a külső levegővel érintkező légrétegbe beépített, légzáró bevonattal el nem látott hőszigetelés, a hőszigetelő réteg páradiffúziós ellenállásától függően, ha $R_v < 0.8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ sPa/kg}$ $R_v = 0.8 - 5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ sPa/kg}$ $R_v > 5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ sPa/kg}$	0.35 0.25 0.10
Porózus felületű réteg, amelyre az építés vagy a gyártás során habarcsréteget hordanak fel, vagy betonréteget öntenek	0.30
Higroszkópikus hőszigetelő anyagok, könnyűbetonok olyan helyiség térelhatároló szerkezetében, ahol a belső relatív nedvesség folyamatosan 80% felett van, ha a helyiség levegőjével közvetlenül érintkezik ha attól párafékező vagy beton réteg választja el	0.25 0.10
400 kg/m ³ -nél kisebb sűrűségű, ülepedésre, vetemedésre, roskadásra hajlamos hőszigetelés függőleges rétegeként beépítve ásványgyapot, polisztirolhab táblák formájában előregyártva	0.20 0.15
Lapostetőkbe beépített hőszigetelő táblák egy rétegben, tompa ütközéssel fektetve kasírozás nélkül legalább egy oldalról kasírozva	0.25 0.10

Ha egy adott esetben több hatás érvényesül (például rábetonozás és roskadási hajlam), a korrekciós tényezők összeadódnak.

Külső hatásoknak kitett falszerkezeti rétegek hővezetési tényezőjének helyesbítése

Az anyag megnevezése	testsűrűség kg/m ³	korrekciós tényező
Vasbeton	2400	0.29
Beton	2200	0.31
Könnyűbeton	900	0.67
	900-1200	0.55
	1500-1800	0.41
Tégla (tömör vagy üreges)	1000	0.52
	1000-1600	0.39
	1600	0.22
Cementvakolat	1900	0.61

Külső hatásoknak kitettnek tekinthető az adott építőanyagból készített réteg, ha
 - a csapadék közvetlenül éri (azaz külső oldalán nincs védő felületképző réteg),
 - a talaj nedvessége közvetlenül éri (a vízszigetelés és a talaj közötti réteg/ek).

3.2. Rétegtervek áttekintése

A következő táblázatokban néhány épülethatároló szerkezet rétegtervi hőátbocsátási tényezői jelennek meg az új szabályozás követelményeinek tükrében. A táblázatokból kiolvasható, hogy mely szerkezetek, illetve hőszigetelési mértékek felelnek meg a rendeletben szereplő követelményértékeknek, illetve javasolt értékeknek.

Külső falak (3.2. és 3.3. táblázatok)

Követelményérték: $U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

A 3.2. és 3.3. táblázatból kitűnik, hogy a kiegészítő hőszigetelés nélkül csak a legjobb hőszigetelő képességű falszerkezetek (a hőszigetelő habarccsal falazott POROTHERM és YTONG szerkezetek egy része) felelnek meg.

A hőszigetelő anyag költsége csupán kis hányada a kivitelezési összköltségnek, ezért célszerű olyan vastagságot választani, amivel az $U = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőátbocsátási tényező teljesül. A kiegészítő hőszigeteléssel ellátott falszerkezetek egyébként hőcsillapítás és léghanggátlás szempontjából is előnyösek.

Lapostetők (3.4, 3.5. és 3.6. táblázatok)

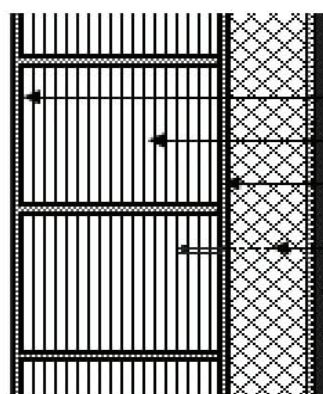
Követelményérték: $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

A lapostetők javasolt mértékű hőszigetelése indokolt, mivel:

- a hőszigetelő réteg vastagságának növelése (a korábban általános 10-12 cm-ről 18-20 cm-re) nem eredményez számottevő szerkezeti változást (és többletköltséget) a fűdémszerkezetek építésében sem a külső, sem pedig a belső (Magyarországon általában attikafalakkal határolt) vízelvezetésű lapostetőknél.
- a hőszigetelő réteg (kb. 8 cm-es) vastagságnövelésének költsége – a rétegfelépítéstől is függően – mintegy 12-20 %-al növeli meg a tetőszigetelő rétegek (lejtést adó réteg, páravédelmi rétegek, hőszigetelés, csapadékvíz szigetelés) beépítési összköltségét, míg ugyanez a vastagság-növelés legalább 35%-os hőveszteség-csökkenést eredményez. Ezért javasolható az előírtnál alacsonyabb (pl. $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$) hőátbocsátási tényezőjű szerkezet tervezése.
- többszintes épületek legfelső szintjén a fajlagos hőveszteség a nagyobb lehülő felületek és a lapostető emissziós (az égboltra irányuló sugárzásos) többlet-hővesztesége miatt jóval nagyobb mértékű, mint a közbenső épületszinteken, ezért e szerkezetek fokozott hőszigetelése indokolt és ugyanezen épületszintek helyiségeinél fontos a helyiséget határoló felületek közepes sugárzási hőmérsékletének növelése is.

A hasznosított lapostetőknél (tetőteraszok, zöldsztetők) a hőátbocsátási tényező követelményértéke a 3.4. és 3.5. táblázatokban feltüntetettnél kisebb vastagságú hőszigetelő réteggel is teljesíthető.

Egyhájú fal ragasztott és mechanikai rögzítésű hőszigeteléssel, homlokzati vékonyvakolattal

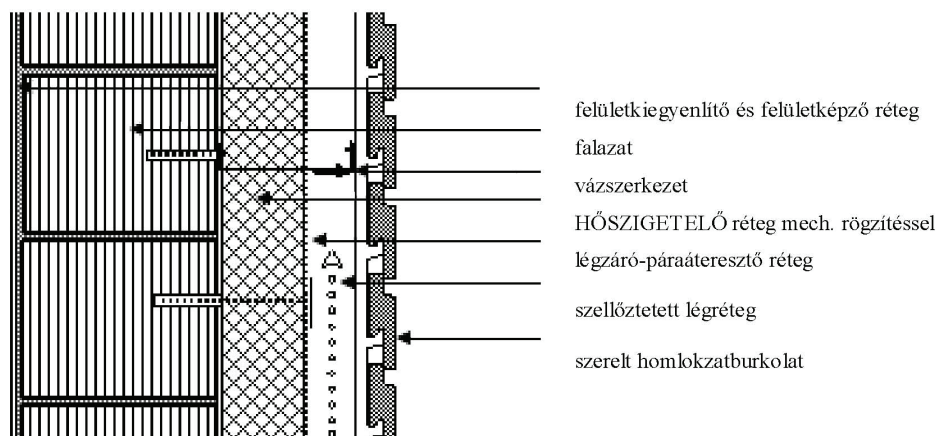


felületkiegyenlítő és felületképző réteg
falazat
felületkiegyenlítő réteg (szükség esetén)
HŐSZIGETELŐ réteg ragasztással és mechanikai rögzítéssel beépítve hálórősítésű alapvakolat
színvakolat

Falszerkezet		Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m^2K) ***				
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm				
eleme (anyaga)	vastagsága cm	0	6	8	10	12
Kisméretű téglá	38			0,40 - 0,44	0,34 - 0,37	0,30 - 0,32
B30 blokk	30			0,40 - 0,43	0,34 - 0,37	0,30 - 0,32
Soklyukú téglá	38		0,43 - 0,45	0,36 - 0,39	0,31 - 0,33	0,27 - 0,29
HB 38 blokk	38		0,36 - 0,38	0,31 - 0,33	0,27 - 0,29	0,24 - 0,26
UNIFORM 14	30		0,42 - 0,44	0,35 - 0,38	0,30 - 0,33	0,27 - 0,29
MÁTRATHERM 38 N+F *	38		0,31 - 0,32	0,27 - 0,29	0,24 - 0,26	0,22 - 0,23
MÁTRATHERM 30 N+F *	30		0,36 - 0,38	0,31 - 0,33	0,27 - 0,29	0,24 - 0,26
BAUTHERM 38 N+F *	38		0,32 - 0,33	0,28 - 0,29	0,25 - 0,26	0,22 - 0,24
BAUTHERM 30 N+F *	38		0,35 - 0,37	0,30 - 0,32	0,27 - 0,29	0,24 - 0,26
POROTHERM 44 N+F *	44	0,34	0,24 - 0,24	0,21 - 0,22	0,20 - 0,20	0,18 - 0,19
POROTHERM 38 N+F *	38	0,41	0,27 - 0,28	0,24 - 0,25	0,22 - 0,23	0,20 - 0,21
POROTHERM 30 N+F *	38		0,30 - 0,31	0,26 - 0,28	0,24 - 0,25	0,21 - 0,23
YTONG 37,5 P2-05 *	37,5	0,32	0,23 - 0,23	0,21 - 0,21	0,19 - 0,20	0,17 - 0,18
YTONG 37,5 P4-06 *	37,5	0,37	0,25 - 0,26	0,23 - 0,23	0,20 - 0,21	0,19 - 0,20
YTONG 30,0 P2-05 *	30	0,40	0,26 - 0,27	0,24 - 0,25	0,21 - 0,22	0,20 - 0,21
Monolit vasbeton fal	15 - 20				0,40 - 0,44	0,34 - 0,37

* Hőszigetelő falazóhabarccsal falazva
** A hőátbocsátási tényezők számítása során figyelembe véve az acél rögzítő elemek (átlagosan $7 \text{ db}/m^2$, $\varnothing 5 \text{ mm}$ acél) hőhíd-hatása.

Kéthéjű fal szellőztetett légréteggel, szerelt homlokzatburkolattal

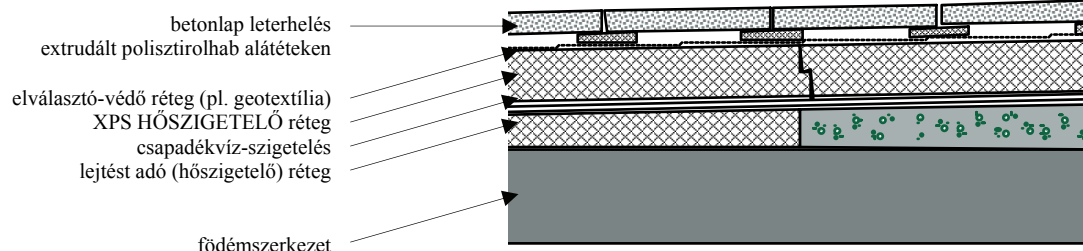


Teherhordó fal		Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m^2K) **				
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm				
Eleme (anyaga)	vastagsága cm	0	6	8	10	12
Kisméretű téglá	38				0,38 - 0,42	0,34 - 0,37
B30 blokk	30				0,38 - 0,42	0,33 - 0,37
Soklyukú téglá	38			0,39 - 0,42	0,34 - 0,37	0,30 - 0,33
HB 38 blokk	38		0,38 - 0,40	0,33 - 0,35	0,30 - 0,32	0,27 - 0,29
UNIFORM 14	30		0,45 - 0,48	0,38 - 0,41	0,34 - 0,36	0,30 - 0,32
MÁTRATHERM 38 N+F *	38		0,32 - 0,34	0,29 - 0,30	0,26 - 0,28	0,24 - 0,25
MÁTRATHERM 30 N+F *	30		0,38 - 0,40	0,33 - 0,35	0,30 - 0,32	0,27 - 0,29
BAUTHERM 38 N+F *	38		0,33 - 0,35	0,30 - 0,31	0,27 - 0,28	0,24 - 0,26
BAUTHERM 30 N+F *	30		0,37 - 0,39	0,33 - 0,35	0,29 - 0,31	0,26 - 0,28
POROTHERM 44 N+F *	44	0,33	0,25 - 0,25	0,23 - 0,23	0,21 - 0,22	0,19 - 0,20
POROTHERM 38 N+F *	38	0,40	0,28 - 0,29	0,25 - 0,26	0,23 - 0,24	0,21 - 0,23
POROTHERM 30 N+F *	38		0,31 - 0,33	0,28 - 0,30	0,25 - 0,27	0,23 - 0,23
YTONG 37,5 P2-05 *	37,5	0,31	0,24 - 0,24	0,22 - 0,22	0,20 - 0,21	0,19 - 0,20
YTONG 37,5 P4-06 *	37,5	0,36	0,26 - 0,27	0,24 - 0,25	0,22 - 0,23	0,20 - 0,21
YTONG 30,0 P2-05 *	30	0,39	0,27 - 0,28	0,25 - 0,26	0,23 - 0,24	0,21 - 0,22
Monolit vasbeton fal	15-20					0,39 - 0,43

* Hőszigetelő falazóhabarccsal falazva
 ** A hőátbocsátási tényezők számítása során figyelembe véve az acél vázszerkezet és a rögzítő elemek hatása
 Légzáró-páraáteresztő réteg hiányában az ásványgyapot hőszigetelés hővezetési tényezőjének 25-35 %-os növekedésével, illetve a rétegtervi hőátbocsátási tényező mintegy 15– 25 %-os növekedésével lehet számolni.

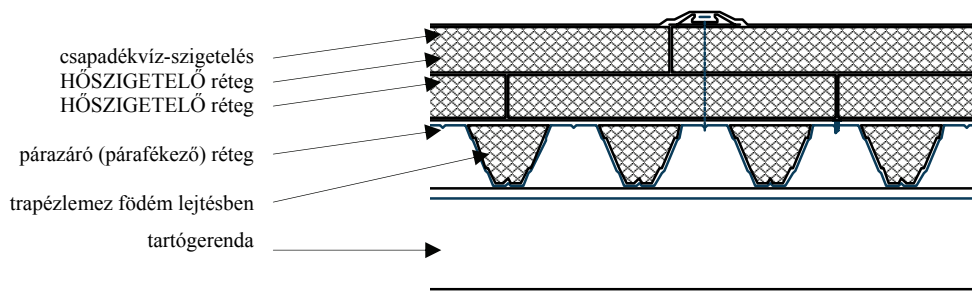
Nem hasznosított egyenes rétegrendű lapostetők						
leterhelő réteg (pl. kavics, betonlap) elválasztó-védő réteg (pl. geotextília) csapadékvíz-szigetelés HŐSZIGETELŐ réteg lejtést adó HŐSZIGETELŐ réteg párazáró (párafékező) réteg (felületkiegyenlítő simítás) födémszerkezet						
Lejtést adó réteg		Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)				
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm ($\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{mK}$)				
megnevezése	átlagos vastagsága, cm	6	8	10	12	14
Lejtésbe szabott lépésálló hőszigetelő táblák $\lambda = 0,040 \text{ W}/\text{mK}$	7		0,25	0,22	0,20	0,18
	9	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17
	11	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16
	13	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14

Nem hasznosított fordított rétegrendű és DUO tetők



Lejtést adó réteg		Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m^2K)				
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm				
anyaga	átlagos vastagsága, cm	10	12	14	16	18
Kavicsbeton ($\lambda = 1,28$)	10 - 14			0,25	0,22	0,20
Könnyűbeton ($\lambda = 0,10$ W/mK)	10		0,23	0,21	0,19	0,17
	14	0,24	0,21	0,19	0,18	0,16
Lejtésbe szabott expandált polisztirolhab táblák ($\lambda = 0,040$ W/mK)	7	0,22	0,20	0,18	0,17	0,15
	9	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14
	11	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13

Egyenes rétegrendű könnyűszerkezetes lapostetők



Hőszigetelő anyag hővezetési tényezője λ (W/mK)	Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező * U (W/m ² K)				
	Hőszigetelő rétegek összvastagsága, cm				
	16	18	20	22	24
0,038	0,25	0,22	0,20	0,19	0,17
0,039		0,23	0,21	0,19	0,18
0,040		0,24	0,21	0,19	0,18

Hőátbocsátási tényezők számítása bordakitöltés figyelembe vétele nélkül

* A hőátbocsátási tényezők számítása során figyelembe véve az acél rögzítő elemek (átlagosan 3 db/m², ϕ 5 mm acél) hőhíd-hatása.

Tetőtér-beépítést határoló szerkezetek (3.7, 3.8. és 3.9. táblázatok)

Követelményérték: $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

A tetőtér-beépítést határoló szerkezetek javasolt mértékű hőszigetelése indokolt, mivel:

- a hőszigetelő réteg vastagságának növelése (a korábban általános 12-14 cm-ről 18-24 cm-re) csak a 3.7. táblázat szerinti szerkezettypusnál eredményez változást: a szarufák, illetve a szarufák alatti lécváz magasságnövelésének igénye révén.
- a hőszigetelő réteg (kb. 8-10 cm-es) vastagságnövelésének költsége – a rétegfelépítéstől is függően – mintegy 10-12 %-al növeli meg a szerkezeti, szigetelő és tetőfedő rétegek (faszerkezetek, páravédelmi rétegek, hőszigetelés, tetőfedés) beépítési összköltségét, míg ugyanez a vastagság-növelés legalább 50%-os hőveszteség-csökkenést eredményez. Ezért javasolható az előírtnál alacsonyabb (pl. $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$) hőátbocsátási tényezőjű szerkezet tervezése.
- a 3.7. és 3.9. táblázat szerinti könnyű szerkezetek „gyenge” pontjai – elsősorban megfelelő szerkezet-tömeg híján - a léghangátlás és a nyári hővédelem. A hőszigetelő réteg(ek) vastagságának növelésével és megfelelő hőszigetelő anyagok beépítésével ezek a tulajdonságok jelentős mértékben javíthatók.

Padlásfödémek (3.10. és 3.11. táblázatok)

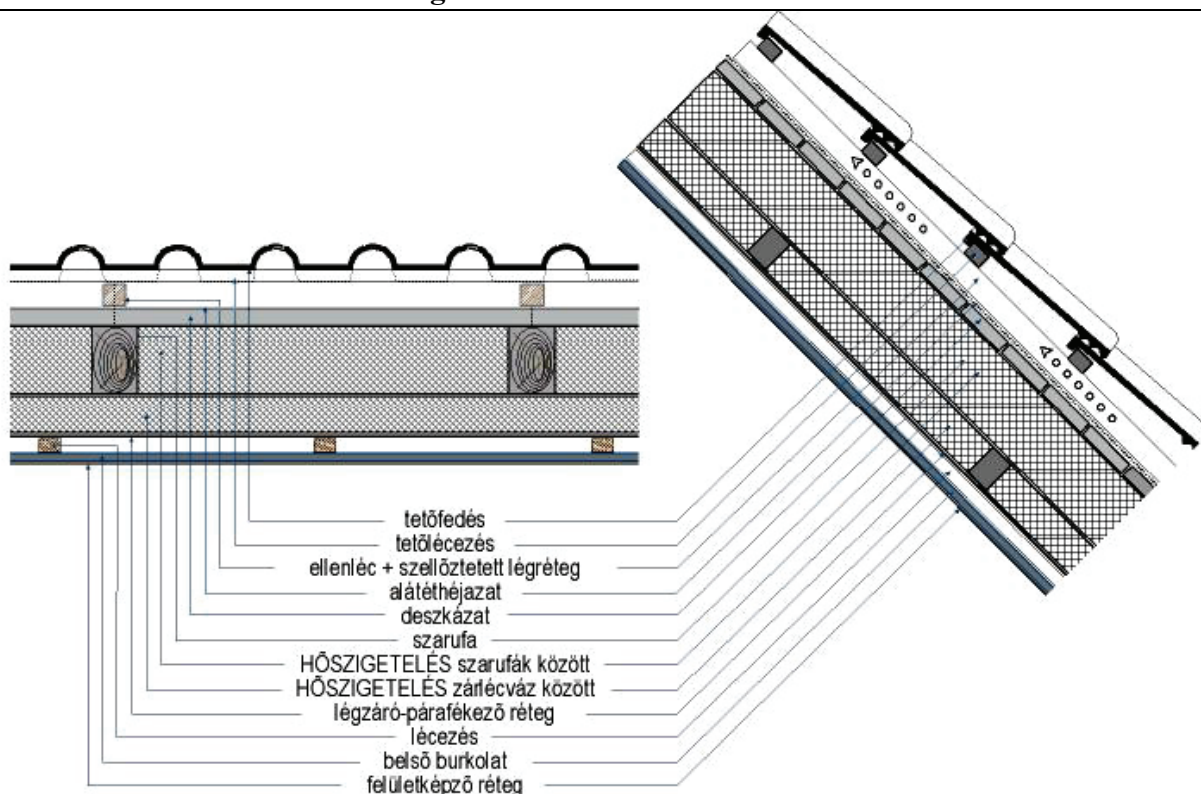
Követelményérték: $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

A padlásfödémek javasolt mértékű hőszigetelésének indokai:

- a hőszigetelő réteg vastagságának növelése (a korábban általános 8-10 cm-ről 16-20 cm-re) nem eredményez számottevő változást (és többletköltséget) a padlásfödémek és a tetőszerkezet építésében.
- a hőszigetelő réteg (kb. 8-10 cm-es) vastagságnövelésének költsége – a rétegfelépítéstől is függően – mintegy 20-25 %-al növeli meg a szerkezeti rétegek (páravédelmi réteg, hőszigetelés, járóréteg) beépítési összköltségét, míg ugyanez a vastagság-növelés legalább 35-40%-os hőveszteség-csökkenést eredményez. Ezért javasolható az előírtnál alacsonyabb (pl. $U = 0,20-0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) hőátbocsátási tényezőjű szerkezet tervezése.
- többszintes épületek legfelső szintjén a fajlagos hőveszteség a nagyobb lehülő felületek miatt jóval nagyobb mértékű, mint a közbenső épületszinteken, ezért e szerkezetek fokozott hőszigetelése indokolt és ugyanezen épületszintek helyiségeinél fontos a helyiséget határoló felületek közepes sugárzási hőmérsékletének növelése is.

A javasolt követelményérték magasabb, mint az egyéb zárófödémeké: ezt indokolják a kéthéjú tető alsó héjaként funkcionáló padlásfödém épületfizikai jellemzői: a padlástér mértékadó átlagos téli léghőmérséklete, az eltérő hőátadási tényezők, a szerkezet jobb nyári hővédelme stb.

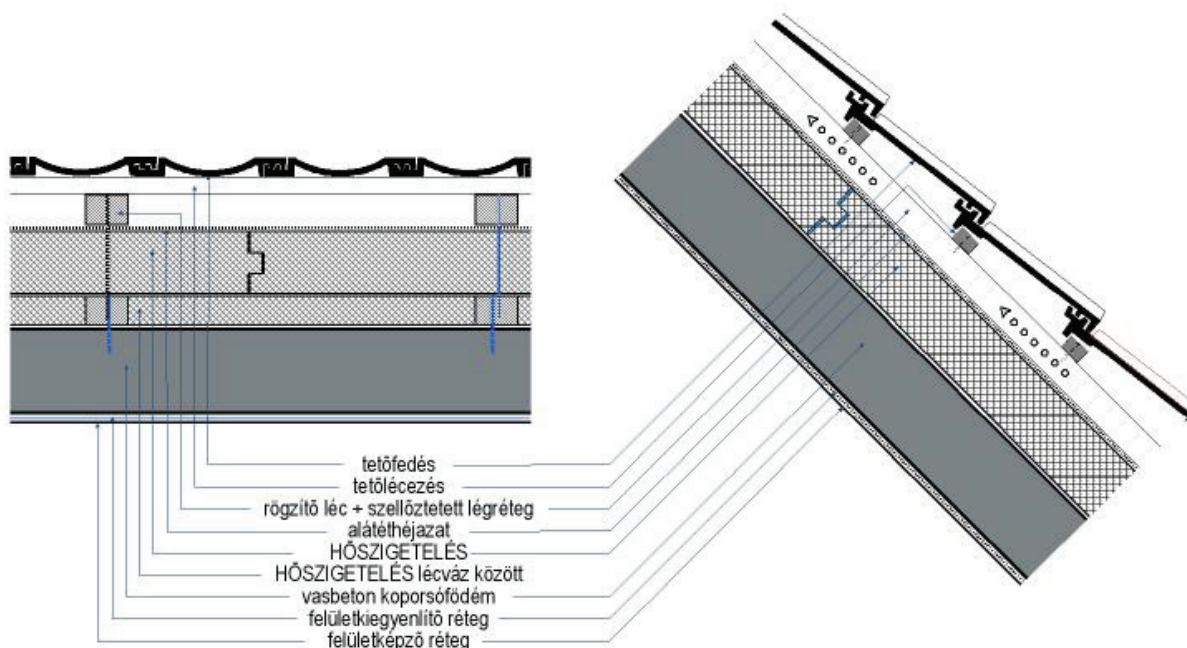
Tetőtér-beépítést határoló épületszerkezetek Hőszigetelés a szarufák között és alatt



Tetőtér-beépítést határoló ferde fal		Hővezetési tényezők		Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)					
				Hőszigetelő rétegek vastagsága, cm					
Hőszigetelő termék (szarufák között + szarufák alatt)		λ (W/mK)		16	18	20	22	24	26
				(10+6)	(12+6)	(14+6)	(16+6)	(16+8)	(18+8)
KG Y	ROCKWOOL DELTAROCK+RP-V	0,033	0,037	0,25	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16
	TOPLAN NF, KL	0,036	0,0366		0,24	0,22	0,20		
ÜG Y	UNIROLL KOMFORT + ROLLISOL	0,037	0,039		0,24	0,22	0,20	0,19	0,17
	THERWOO-filc + THERWO-roll	0,036	0,034		0,23	0,21	0,19	0,18	0,16

A hőátbocsátási tényezők számítása során figyelembe véve a szarufák (12,5%) és zárlecek (10,0%)

Tetőtér-beépítést határoló szerkezetek Hőszigetelés a vasbeton koporsófödém felett



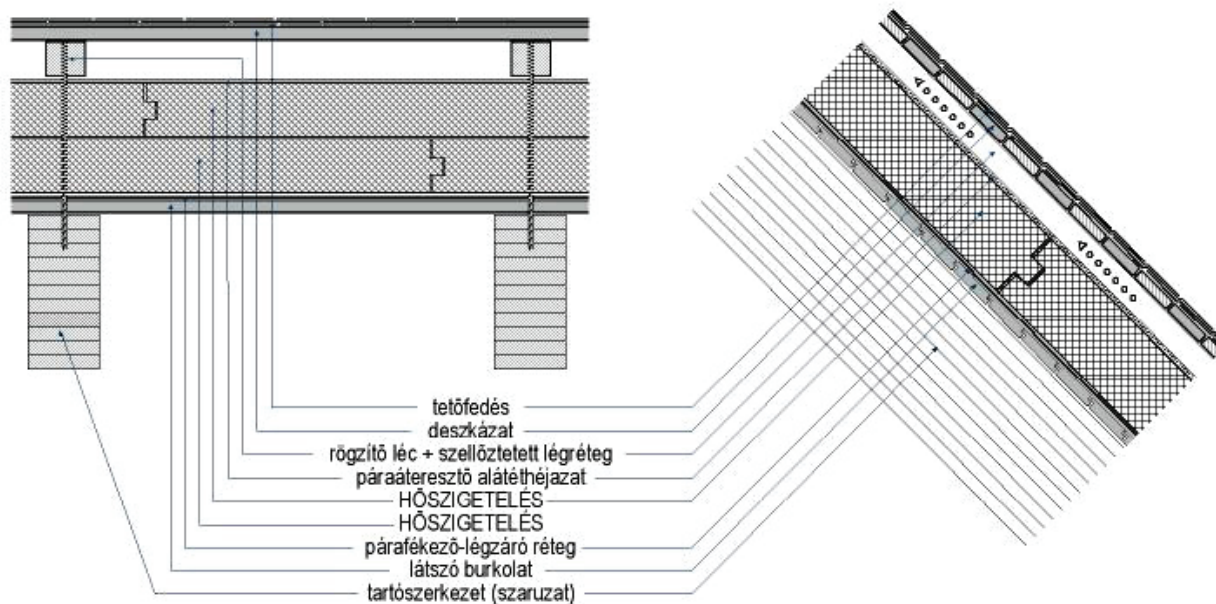
hőszigetelés két rétegben

hőszigetelés egy rétegben

Tetőtér-beépítést határoló ferde fal		Hővezetési tényező λ (W/mK)	Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)				
			Hőszigetelő réteg vastagsága, cm				
Hőszigetelő termékek			14	16 (10+6)	18 (12+6)	20 (12+8)	22 (12+10)
XS	AUSTROTHERM XPS	0,035		(0,24)	(0,22)	(0,20)	(0,18)
	ROOFMATE TG-A	0,035		0,24	(0,22)	(0,20)	(0,18)
EPS	AUSTROTHERM AT-	0,035		0,24	0,21	0,19	0,18
	NIKECELL NC 150	0,035		0,24	0,21	0,19	0,18
PU	BACHL tecta-PUR HD-	0,030	0,24	0,21	(0,19)	(0,17)	(0,16)

* A hőátbocsátási tényezők számításakor a rögzítő elemek (1,15 cm²/m² acél) hatását, kétrétegű hőszigetelésnél pedig az alsó réteg lécbetéteink hatását (9 % faanyag) is számításba véve. (Zárójelben) a jelenleg kétrétegű hőszigeteléssel készíthető szerkezetek U tényezői

Tetőtér-beépítést határoló épületszerkezetek Hőszigetelés a szarufák felett



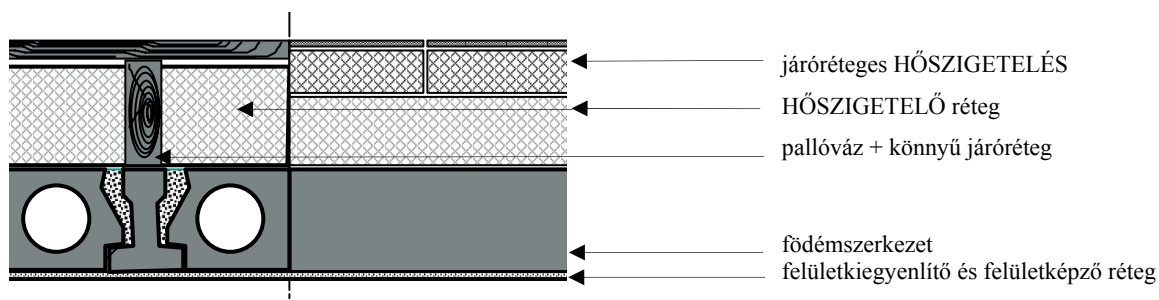
hőszigetelés két rétegben

hőszigetelés egy rétegben

Tetőtér-beépítést határoló ferde fal		Hővezetési tényező λ (W/mK)	Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)				
			Hőszigetelő réteg vastagsága, cm				
Hőszigetelő termékek			14	16 (8+8)	18 (10+8)	20 (10+10)	22 (12+10)
XP	AUSTROTHERM XPS	0,035		(0,24)	(0,22)	(0,20)	(0,18)
S	ROOFMATE TG-A	0,035		0,24	(0,22)	(0,20)	(0,18)
PU	BACHL tecta-PUR HD-	0,030	0,24	0,21	(0,19)	(0,17)	(0,16)

A hőátbocsátási tényezők számításakor a rögzítő elemek hatását (1,15 cm²/m² acél) figyelembe véve (Zárójelben) a jelenleg kétrétegű hőszigeteléssel készíthető szerkezetek U tényezői

Padlásfödémek könnyű járóréteggel



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)		
			ha a teherhordó szerkezet		
anyaga és terméktípusa	termékjele		Monolit vasbeton lemez-födémek	Egy. vb. gerendás és körüreges pallófödémek	Vázkerámia elemes födémek
Üveggyapot filc fapallók között	THERWOOLIN LHF ISOVER UNIROLL $\lambda = 0,040 \text{ W/mK} *$	140			0,30
		160		0,28	0,27
		180	0,26	0,25	0,24
		200	0,23	0,23	0,22
Kőzetgyapot filc vagy lap fapallók között	TOPLAN NT, NF ROCKWOOL ROLLROCK HERALAN DP NOBASIL MPN $\lambda = 0,034 - 0,039 \text{ W/mK} *$	140	0,28 – 0,31	0,27 – 0,31	0,26 – 0,30
		160	0,25 – 0,28	0,24 – 0,27	0,23 – 0,26
		180	0,22 – 0,25	0,22 – 0,25	0,21 – 0,24
		200	0,20 – 0,23	0,20 – 0,22	0,19 – 0,22
Expandált polisztirolhab	AUSTROTHERM AT-PA fagyapot járóréteggel társított expandált polisztirolhab lap,	80 + 50	0,27	0,27	0,26
		100 + 50	0,24	0,24	0,23
		120 + 50	0,22	0,22	0,21

* A hőátbocsátási tényezők számítása során figyelembe véve a pallóváz (10%) hőhíd-hatását

Padlásfödémek beton járóréteggel					
<p>kavicsbeton vagy könnyűbeton padozat</p> <p>technológiai szigetelés</p> <p>HŐSZIGETELŐ réteg</p> <p>párafékező/záró réteg (szükség esetén)</p> <p>födém szerkezet</p> <p>felületkiegészítő és felületképző réteg</p>					
Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagság (mm)	Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)		
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha a járóréteg anyaga és vastagsága		
			kavicsbeton (min. 60 mm) $\lambda = 1,28$ W/mK	könnyűbeton habcement 100 mm $\lambda = 0,10$ W/mK	könnyűbeton, habcement 140
Expandált polisztirol-hab Üveggyapot Kőzetgyapot	AUSTROTHERM AT-N100	100		0,24 – 0,26	0,22 – 0,24
		110		0,23 – 0,25	0,21 – 0,22
	NIKECELL NC -100	120		0,22 – 0,23	0,20 – 0,21
		130		0,20 – 0,22	0,19 – 0,20
	THERWOOLIN tl-tt	140	0,23 – 0,26	0,19 – 0,21	0,18 – 0,19
		150	0,22 – 0,24	0,18 – 0,20	0,17 – 0,18
	TOPLAN T	160	0,21 – 0,23	0,17 – 0,19	0,16 – 0,17
		180	0,19 – 0,21	0,16 – 0,17	0,15 – 0,16
	NOBASIL MPN	200	0,17 – 0,19	0,15 – 0,16	0,14 – 0,15
$\lambda = 0,035 - 0,039$ W/mK					
Párafékező/záró réteg beépítésére a szerkezet páradiffúziós ellenőrzése alapján szükség lehet					

Pincefödémek fűtetlen pincetér felett (3.12. és 3.13. táblázatok)

Követelményérték: $U = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

A pincefödémek előírt mértékű hőszigetelésével kapcsolatos megjegyzések:

- a külső levegővel közvetlenül érintkező épülethatároló szerkezetekre javasolt követelményértékeknél jóval magasabb követelményértéket a szerkezet speciális helyzete (fűtetlen, de zárt térrel határos), a lefelé hűlő szerkezet alacsonyabb hőátadási tényezői és a pincetér mértékadó átlagos léghőmérséklete indokolja. Mindezek következtében a hőáram a külső levegővel érintkező határoló szerkezetek hőáramának kb. 45-55%-át teszi ki.
- a pincefödém szerkezeten belüli (szerkezeti, építéstechnológiai és pénzügyi szempontból egyaránt előnyösebb) hőszigetelésére gyakran tervezési kötöttségek miatt nincs lehetőség, még a 12. táblázat szerinti 5-6 cm vastagságú hőszigetelő réteg esetén sem. Ezért szükséges az alsó oldalán hőszigetelt pincefödémek számításba vétele is. Ez esetben előnyös, hogy csekély többletköltséggel igen alacsony hőátbocsátási tényezőjű és magasabb belső (felső oldali) felületi hőmérsékletű szerkezet is megvalósítható.

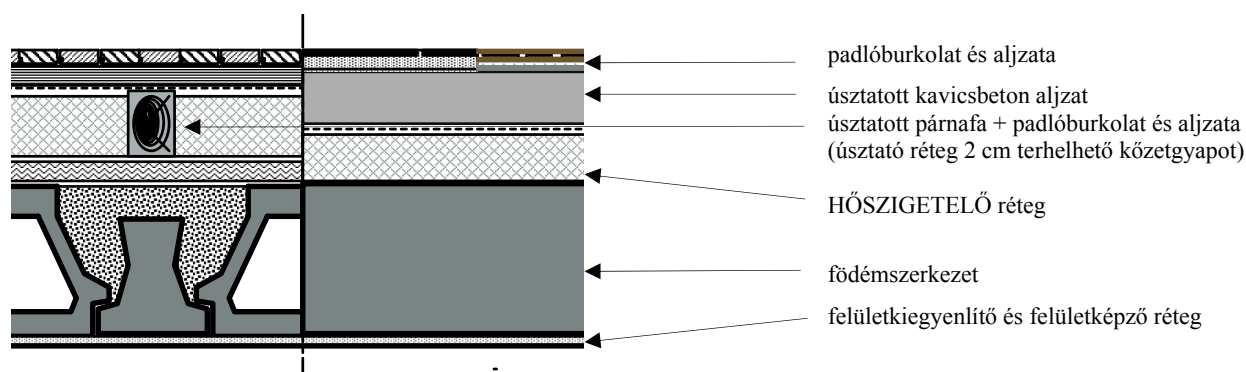
Árkádfödémek (3.14. táblázat)

Követelményérték: $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

A külső légtérrel közvetlenül érintkező árkádfödémek előírt mértékű hőszigetelésének indokai:

- a hőszigetelő réteg vastagságának növelése (a korábban általános 8-10 cm-ről 16-18 cm-re) nem eredményez számottevő szerkezeti változást (és többletköltséget) a födém szerkezetek építésében.
- a hőszigetelő réteg (kb. 8 cm-es) vastagságnövelésének költsége – a rétegfelépítéstől is függően – mintegy 20-25 %-al növeli meg a teherhordó födém alatti szerkezeti rétegek (hőszigetelés, burkolat, vagy álmennyezet) beépítési összköltségét, míg ugyanez a vastagság-növelés legalább 45%-os hővesztés-csökkenést eredményez. Ezért javasolható az előírtnál alacsonyabb (pl. $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$) hőátbocsátási tényezőjű szerkezetek tervezése.
- az előírt mértékű hőszigetelés igen kedvező az árkádfödém belső (felső oldali) felületi hőmérsékletének alakulása szempontjából is: például $t_e = -5 \dots -15 \text{ }^\circ\text{C}$ külső és $t_i = +20 \text{ }^\circ\text{C}$ léghőmérséklet mellett mindössze 0,8...1,2 K hőmérséklet-különbség adódik a belső léghőmérséklet és a padló felületi hőmérséklete között. Ez hőérzeti szempontból fontos tényező.

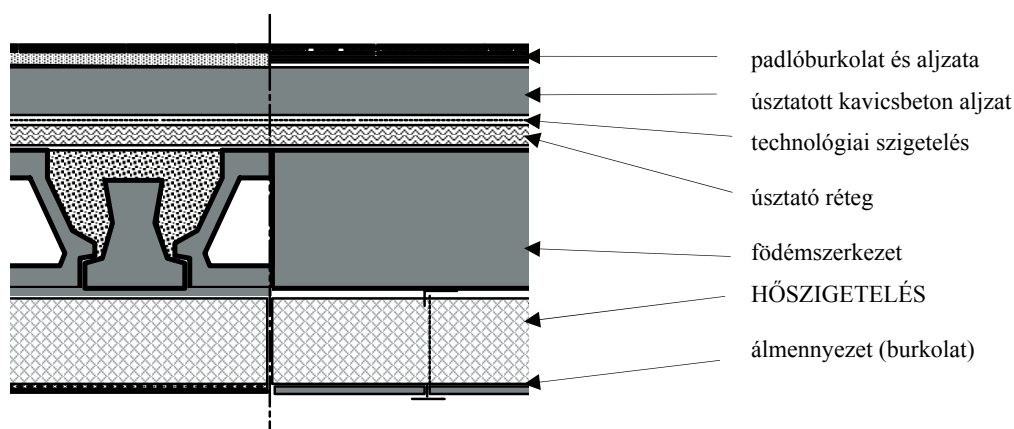
Pincefödémek szerkezetén belüli hőszigeteléssel



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m ² K) ha a teherhordó szerkezet		
anyaga és terméktípusa	termékjele		Monolit vasbeton lemez-födémek	Egy. vb. gerendás és körüreges pallófödémek	Vázkerámia elemes födémek
Kőzetgyapot vagy üveggyapot filc vagy lap úsztatott párnafák között	THERWOOLIN LHF ISOVER UNIROLL	40 + 20*		0,49 – 0,51	0,46 – 0,48
	TOPLAN NK ROCKWOOL	50 + 20*	0,46 – 0,48	0,44 – 0,46	0,42 – 0,43
	ROLLROCK	60 + 20*	0,42 – 0,44	0,40 – 0,42	0,38 – 0,40
	$\lambda = 0,037 - 0,040 \text{ W/mK}$ **	80 + 20*	0,35 – 0,37	0,34 – 0,36	0,33 – 0,34
Kőzetgyapot, üveggyapot, vagy expandált polisztirolhab lapok úsztatott beton aljzat alatt	THERWOOLIN L-TK ISOVER TDPT	50		0,49 – 0,61	0,46 – 0,57
	TOPLAN T AUSTROTHERM AT-L	60	0,45 – 0,56	0,43 – 0,54	0,41 – 0,51
	ROCKWOOL RT-U HERALAN TP, TS	70	0,39 – 0,50	0,38 – 0,48	0,36 – 0,46
	$\lambda = 0,033 - 0,045 \text{ W/mK}$	80	0,35 – 0,45	0,34 – 0,44	0,33 – 0,41

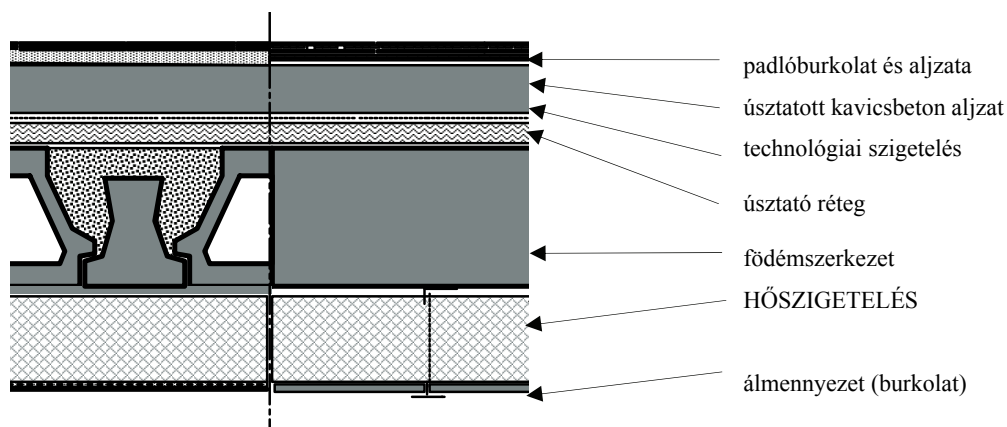
* Úsztatóréteg a párnafák alatt, teljes felületen: 20 mm vastagságú terhelhető kőzetgyapot lapokból ** Átlagos hővezetési tényező 10% fa (párnafák) és 90% hőszigetelő anyag számításba vételével

Pincefödémek alsó oldali hőszigeteléssel



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m^2K)		
anyaga és terméktípusa	termékjele		ha a teherhordó szerkezet		
			Vasbeton lemezfödém	Egy. vasbeton gerendás/pallós födém	Vázkerámia elemes födém
Expandált polisztirolhab vagy ásványgyapot lapok ragasztással és /vagy mechanikai rögzítéssel	AUSTROTHERM AT-H80 NIKECELL LH HERALAN PTP ROCKWOOL MULTIROCK ISOVER KDP $\lambda=0,035-0,040$ W/mK	40			0,48-0,51
		60	0,42-0,45	0,41-0,44	0,39-0,42
		80	0,35-0,38	0,34-0,37	0,33-0,35
		100	0,30-0,32	0,29-0,32	0,28-0,31
		120	0,26-0,28	0,26-0,28	0,25-0,27
		140	0,23-0,25	0,23-0,25	0,22-0,24
Ásványgyapot lapok álmennyezet felett mechanikai rögzítéssel	THERWOOLIN HL HERALAN DP ROCKWOOL MULTIROCK ISOVER DOMO TOPLAN NT, NF $\lambda=0,035-0,040$ W/mK	40			0,48-0,51
		60	0,42-0,45	0,41-0,44	0,39-0,42
		80	0,35-0,38	0,34-0,37	0,33-0,35
		100	0,30-0,32	0,29-0,32	0,28-0,31
		120	0,26-0,28	0,26-0,28	0,25-0,27
		140	0,23-0,25	0,23-0,25	0,22-0,24

Árkádfödémek alsó oldali hőszigeteléssel



Hőszigetelés		Hőszigetelő réteg vastagsága (mm)	Rétegtervi átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)		
			ha a teherhordó szerkezet		
anyaga és terméktípusa	termékjele		vasbeton lemezfödém	egy. vasbeton gerendás/pallós födém	vázkerámia elemes födém
Expandált polisztirolhab vagy ásványgyapot lapok ragasztással és /vagy mechanikai rögzítéssel	AUSTROTHERM AT-H80 NIKECELL LH HERALAN PTP ROCKWOOL MULTIROCK ISOVER KDP $\lambda=0,035-0,040$ W/mK	140	0,23-0,26	0,23-0,25	0,22-0,25
		160	0,21-0,23	0,21-0,23	0,20-0,22
		180	0,19-0,21	0,19-0,21	0,18-0,20
		200	0,18-0,19	0,17-0,19	0,17-0,19
		220	0,16-0,18	0,16-0,18	0,16-0,17
Ásványgyapot lapok álmennyezet felett mechanikai rögzítéssel	THERWOOLIN HL HERALAN DP ROCKWOOL MULTIROCK ISOVER DOMO TOPLAN NT, NF $\lambda=0,035-0,040$ W/mK	140	0,23-0,26	0,23-0,25	0,22-0,25
		160	0,21-0,23	0,21-0,23	0,20-0,22
		180	0,19-0,21	0,19-0,21	0,18-0,20
		200	0,18-0,19	0,17-0,19	0,17-0,19
		220	0,16-0,18	0,16-0,18	0,16-0,17

Átlagos hővezetési tényező a rögzítő/függesztő elemek hőveszteség-növelő hatását figyelembe véve

Úsztatóréteg: 20 mm vastagságú terhelhető kőzetgyapot lapokból

3.3. Homlokzati üvegezett nyílászáró szerkezetek és tetősík-ablakok

Követelményértékek:

Fa és PVC keretszerkezetű nyílászárók és tetősík-ablakok

$$U_f = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Tetősík ablakok

$$U_p = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fém keretszerkezetű nyílászárók

$$U_p = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Az üvegezett nyílászáró szerkezetek (ablakok és erkélyajtók, illetve keretszerkezetek és üvegezések) folyamatos fejlődése lehetővé teszi, hogy az épülethomlokzatokban a külső falak hőszigetelési mértékéhez közelítő, kiváló hő- és hangszigetelésű, illetve lég- és vízzáró képességű szerkezeteket építsünk be. A mai keretszerkezetek (tok- és szárny szerkezetek) mértékadó hőátbocsátási tényezőit a 3.15. táblázat tartalmazza:

3.15. táblázat

anyaga	Keretszerkezet		Hőátbocsátási tényező U_f (W/m ² K)
	vastagsága (mm)	kamráinak száma	
Fa	56		1,6 – 1,8
	62		1,4 – 1,5
	68		1,2 – 1,3
	80		1,0 – 1,1
PVC	50 - 60	2	1,8 – 2,0
	58 - 60	3	1,5 – 1,8
	68 - 75	4 - 5	1,1 – 1,4
Fém	45 - 55	2	3,2 – 3,8
	50 - 62	3	2,4 – 3,0
	68 - 72	3	1,8 – 2,2

A táblázat adataiból lemérhető, hogy indokolt a fa és PVC, illetve a fém (sajtott alumínium és acél) keretszerkezetű nyílászáró szerkezetekre eltérő hőátbocsátási tényezőket előírni.

Ami az üvegszerkezeteket illeti, manapság már mindenki számára hozzáférhető az E-LOW (kis emissziós tényezőjű) felületbevonattal és gáztöltéssel készített 2-3 rétegű „hőszigetelő” üvegek ($U = 0,9 - 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) és a különböző hőszigetelő képességű üvegszerkezetek közötti árkülönbség sem számottevő, illetve az árkülönbség nem arányos a fűtési energia csökkenésével.

A különböző anyagú keretszerkezetekkel és üvegezésekkel elérhető átlagos hőátbocsátási tényezőket a 3.16. táblázat szemlélteti:

3.16. táblázat

Üvegtípus, rétegfelépítés (mm)		Keretszerkezet anyaga		
		Fa	PVC	Fém
4 - 12 - 4	levegő	2,5 – 2,7	2,5 – 2,8	2,9 – 3,5
4 - 16 - 4	levegő	2,3 – 2,6	2,5 – 2,6	2,7 – 3,2
4 - 16 - 4	argongáz	2,2 – 2,4	2,3 – 2,5	2,6 – 3,0
4 - 8 - 4 - 8 - 4	levegő	2,0 – 2,1	2,0 – 2,2	2,4 – 2,8
4 - 8 - 4 - 8 - 4	argongáz	1,8 – 1,9	1,8 – 2,0	2,2 – 2,7
4 - 16 - 4	E-LOW bevonat+argongáz	1,1 – 1,3	1,2 – 1,8	1,7 – 2,2
4 - 8 - 4 - 8 - 4	E-LOW bevonat+xenongáz	0,9 – 1,0	0,9 – 1,2	1,3 – 1,6

A követelményértékeknek a táblázat utolsó két sorában szereplő nyílászárók felelnek meg. A korszerű fa, PVC vagy fa+PVC keretszerkezetű tetősík-ablakokkal (átlagos hőátbocsátási tényező $U_m = 1,5 - 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$) a követelmény teljesíthető.

A 3.17 táblázat az üvegezések (keretszerkezet nélkül) néhány jellemzője szerepel.

3.17. táblázat

Üvegtáblák száma	Töltet	Résméret mm	U _g W/m ² K	g-érték	Fényáteresztés (t)
3 LEC	Xenon	8 mm	0,4	0,42	64%
3 LEC	Krypton	10 mm	0,5	0,42	64%
2 LEC	Xenon	8 mm	0,8	0,57	76%
2 LEC	Argon, kripton	16 mm	1,1	0,65	78%
2 LEC	Levegő	20 mm	1,5	0,65	78%
2	Levegő		3,0	0,75	80%
1	-	-	5,8	0,9	90%

Végezetül a 3.18 táblázat az üvegezéssel párhuzamos, mozgatható árnyékolószerkezetek naptényezőit tartalmazza. A táblázat az MSZ-04-140-4:1978 szabványból átvett értékeket tartalmaz.

3.18. táblázat

Megnevezés	Szinezés (reflexiós tényező)			
	Világos (>0,5)	Középszín (0,3 – 0,5)	Sötét (0,1 – 0,3)	Fekete (<0,1)
Belső árnyékoló szerkezetek				
Reluxa	0,50	0,65	0,75	0,85
Gördülő vászonredőny (roló)	0,40	0,55	0,65	0,75
Függöny	0,45	0,60	0,70	0,80
Közbenső árnyékoló szerkezetek				
Reluxa	0,35	0,40	0,45	0,50
Gördülő vászonredőny (roló)	0,30	0,35	0,40	0,45
Külső árnyékoló szerkezetek				
Esslingeni redőny	0,09	0,09	0,10	0,10
Reluxa	0,10	0,10	0,12	0,12
Rolplast redőny	0,10	0,10	0,10	0,11
Zsalutábla nyitott levelekkel				
Fa	0,17	0,15	0,14	0,13
Fém	0,16	0,14	0,14	0,14
Zsalutábla félig zárt levelekkel				
Fa	0,12	0,13	0,14	0,15
Fém	0,13	0,14	0,15	0,16

4. TERVEZÉS – AZ ÉPÜLET

4.1. A fajlagos hőveszteségtényező értelmezése

A fajlagos hőveszteségtényező a transzmissziós hőáramok és a fűtési idény átlagos feltételei mellett kialakuló (passzív) sugárzási hőnyereség hasznosított hányadának algebrai összege egységnyi belső – külső hőmérsékletkülönbségre és egységnyi fűtött térfogatra vetítve.

Ez a tényező az épületre és csak az épületre jellemző adatoktól függ és így az épület rendeltetésétől független.

A fajlagos hőveszteségtényező értéke a

$$q = \frac{1}{V} \left(\sum AU + \sum \Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72} \right) \quad (4.1.)$$

összefüggéssel számítható. A számítás a tervező döntése alapján többféle módon: elhanyagolással, egyszerűbb és részletesebb változatban végezhető.

Az összefüggés jobboldalán V a belméretek szerint számított fűtött térfogat.

A zárójelen belül az első tag a „lehülő” felületek és hőátbocsátási tényezők szorzatösszege. A felületeket belméretek alapján kell számítani. A hőátbocsátási tényezők a 3. fejezetben részletezett „rétegtervi” hőátbocsátási tényezők. Ezek egyes esetekben korrigálhatók, ha a szerkezet nem a külső levegővel érintkezik (bővebben a 4.2. pont alatt).

Az összefüggés jobb oldalán a második szorzatösszegben a csatlakozási élek mentén kialakuló „vonalmonti” vagy „hőhid” veszteségek szerepelnek. Az élek hosszát össze kell számlálni, ezt követően itt a tervező többféle lehetőség között választhat.

Egyszerűsített eljárás esetén nem foglalkozik az egyes éltípusok vonalmonti hőátbocsátási tényezőivel, hanem a rétegtervi hőátbocsátási tényezőt megszorozza egy korrekciós tényezővel: az így kapott „eredő” hőátbocsátási tényező a hőhidak hatását is kifejezi (bővebben a 4.3. pont alatt).

Részletes eljárás esetén a tervező minden csatlakozási éltípusra meghatározza Ψ értékét. az MSZ EN ISO 10211 szabványok szerint. Megbízható hőhid katalógusok adatai szintén használhatók.

Akár egyszerűsített, akár részletes számítási eljárás esetén a zárójelen belüli második tagban – annak eredeti formája szerint – számítandók a lábatatok, talajjal érintkező padlók, pincefalak vonalmonti veszteségei (bővebben a 4.3. pont alatt).

A zárójelen belüli harmadik tag az épület passzív sugárzási nyereségeit fejezi ki. Ezen belül Q_{sd} az üvegezett szerkezeteken bejutó „direkt” nyereség, Q_{isd} pedig az üvegházakból, energiagyűjtő falakból származó „indirekt” nyereség.

A tervező itt is többféle lehetőség közül választhat. Megteheti, hogy a sugárzási nyereségeket teljesen elhanyagolja, hisz ezzel a biztonság javára téved. Egyszerűsített eljárás keretében megteheti, hogy a benapozási feltételeket nem vizsgálja és „körben észak” vagy „minden árnyékban van” feltételezéssel alacsony sugárzási nyereséggel számol. Részletes számítás keretében a benapozás vizsgálatával igazolja, hogy a magasabb sugárzási nyereség figyelembe vétele megalapozott (bővebben a 4.4. pont alatt).

4.2. A hőátbocsátási tényezők korrekciója

Ha az épület egyes határolásai nem a külső környezettel, hanem attól eltérő t_x hőmérsékletű fűtetlen vagy fűtött terekkel érintkeznek (raktár, pince, szomszédos épület...), akkor ezen felületek U hőátbocsátási tényezőit

$$\frac{t_i - t_x}{t_i - t_e}$$

arányban kell módosítani, ahol t_x és t_e a fűtési idényre vonatkozó átlagértékek. Egyszerűsített eljárás keretében ez az arányszám pincefödémek esetében 0,5, padlásfödémek esetében 0,9 értékkel vehető figyelembe. Részletes számítás esetén a szomszédos zónák hőmérséklete számítható a hőegyensúly alapján (MSZ – EN 832 szerint).

4.3. Vonalmenti veszteségek

Részletes eljárás esetén a tervező minden csatlakozási éltípusra meghatározza Ψ értékét. az MSZ EN ISO 10211 szabványok szerint. Megbízható hőhíd katalógusok adatai szintén használhatók.

Egyszerűsített eljárás esetén nem foglalkozik az egyes éltípusok vonalmenti hőátbocsátási tényezőivel, hanem a rétegtervi hőátbocsátási tényezőt megszorozza egy korrekciós tényezővel: az így kapott „eredő” hőátbocsátási tényező a hőhidak hatását is kifejezi.

A hőhídvesztések részletes módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 10211 szabványok szerint számítandók. Egyszerűsített módszer alkalmazása esetén a hőhidak hatása az

$$U_R = U(1 + \chi) \tag{4.2.}$$

összefüggés szerint is figyelembe vehető. A χ korrekciós tényező értékeit a szerkezet típusa és a határolás tagoltsága függvényében a 4.1. táblázat tartalmazza.

4.1. táblázat. A hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező

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

- 1) Besorolás a pozitív falsarkok, a falazatokba beépített acél vagy vasbeton pillérek, a homlokzatsíkból kinyúló falak, a nyílászáró-kerületek, a csatlakozó födémek és belső falak, erkélyek, lodzsák, függőfolyosók hosszának fajlagos mennyisége alapján.
- 2) Besorolás az attikafalak, a mellvédfalak, a fal-, felülvilágító- és felépítményszegélyek hosszának fajlagos mennyisége alapján (a tetőfödém kerülete a külső falaknál figyelembe véve).
- 3) Besorolás a tetőélek és élszaruk, a felépítményszegélyek, a nyílászáró-kerületek hosszának, valamint a térd- és oromfalak és a tető csatlakozási hosszának fajlagos mennyisége alapján (a födém kerülete a külső falaknál figyelembe véve).
- 4) A födém kerülete a külső falaknál figyelembe véve

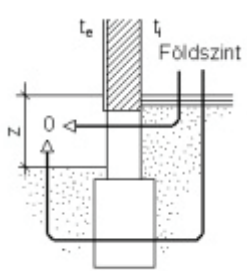
A besoroláshoz szükséges tájékoztató adatokat a 4.2. táblázat tartalmazza

4.2. táblázat: Tájékoztató adatok a χ korrekciós tényező kiválasztásához

Épülethatároló szerkezetek	A hőhidak hosszának fajlagos mennyisége (fm/m ²)		
	Épülethatároló 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

Egyes szerkezetek (talajon fekvő padló, lábazat, pincefal) hővesztesége az élhosszak (az épület kerülete) alapján számítható. Az ehhez szükséges adatokat a 4.3. és 4.4. táblázatok tartalmazzák.

4.3. táblázat: A talajon fekvő padlók vonalmenti hőátbocsátási tényezői a kerület hosszegységére vonatkoztatva

	A padlószint és a talajszint közötti magasság-	A padlószigetelés hővezetési ellenállása a kerület mentén legalább 1,5 m szélességű sávban ¹⁾							
	különbség z (m)	Szigetel- etlen	0,20- -0,35	0,40- -0,55	0,60- -0,75	0,80- -1,00	1,05- -1,50	1,55- -2,00	2,05- -3,00
-6,00	0	0	0	0	0	0	0	0	
-6,00...-4,05	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
-4,00...-2,55	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	
-2,50...-1,85	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,40	
-1,80...-1,25	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,45	
-1,20...-0,75	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,55	
-0,70...-0,45	1,20	1,05	1,00	0,95	0,90	0,80	0,75	0,65	
-0,40...-0,25	1,40	1,20	1,10	1,05	1,00	0,90	0,80	0,70	
-0,20...+0,20	1,75	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,85	
0,25...0,40	2,10	1,70	1,55	1,45	1,30	1,20	1,05	0,95	
0,45...1,00	2,35	1,90	1,70	1,55	1,45	1,30	1,15	1,00	
1,05...1,50	2,55	2,05	1,85	1,70	1,55	1,40	1,25	1,10	

¹⁾A szigetelt sáv függőleges is lehet: a szigetelés a pincefalra vagy a lábazatra is elhelyezhető (a geodetikus magasságkülönbség előjelének megfelelően). A vízszintes és függőleges helyzetű szigetelt sávok összegeztetett kiterített szélességének minimális szélessége 1,5m.

4.4. táblázat: *A pincefalak vonalmenti hőátbocsátási tényezői a terület hosszegységére vonatkoztatva*

A talajjal érintkező falszakasz magassága [m]	A falszerkezet hőátbocsátási tényezője								
	0,30... 0,39	0,40... 0,49	0,50... 0,64	0,65... 0,79	0,80... 0,99	1,00... 1,19	1,20... 1,49	1,50... 1,79	1,80... 2,20
...- 6,00	1,20	1,40	1,65	1,85	2,05	2,25	2,45	2,65	2,80
- 6,00...- 5,05	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90	2,05	2,25	2,45	2,65
- 5,00...- 4,05	0,95	1,15	1,35	1,50	1,65	1,90	2,05	2,25	2,45
- 4,05...- 3,05	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,85	2,00	2,20
- 3,00...- 2,05	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,80	2,00
- 2,00...- 1,55	0,55	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,45	1,65	1,80
- 1,50...- 1,05	0,45	0,60	0,70	0,85	1,00	1,10	1,25	1,40	1,55
- 1,00...- 0,75	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,90	1,00	1,15	1,30
- 0,70...- 0,45	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60	0,65	0,80	0,90	1,05
- 0,40...- 0,25	0,15	0,20	0,30	0,35	0,40	0,50	0,55	0,65	0,74
- 0,25 -...	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,45	0,45

4.4. A sugárzási nyereségek

4.4.1. A direkt sugárzási nyereségek

A direkt sugárzási nyereség meghatározása a fűtési idényre:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U g Q_{TOT} \quad [kWh/a] \quad (4.3.)$$

Az összefüggésben az üvegezett felületeket (figyelem: nem az ablak felületét!) szorozzuk az üvegezés összesített sugárzásátbocsátási (nap-) tényezőjével és a fűtési idényre vonatkozó sugárzási energiahozammal. A szorzatösszeget az ε hasznosítási tényezőjével szorozzuk, amely az épület hőtároló tömegétől függ (erről bővebben a 4.5. pont alatt).

A direkt sugárzási nyereség meghatározása egy adott dátumra:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U I_b g \quad [W] \quad (4.4.)$$

Az előző összefüggéshez képest a változás annyi, hogy a jobboldalon az egy napra vonatkozó átlagos sugárzás intenzitás adat szerepel.

A direkt sugárzási nyereség meghatározására három okból kerül sor:

Az éves fűtési energiaigény meghatározása során (ha a tervező ezt a nyereségáramot figyelembe akarja venni).

A fűtés határhőmérsékletének (vagy egyensúlyi hőmérsékletének) számításához (ha a tervező a fűtés energiafogyasztását részletesen akarja számítani).

A nyári egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához.

E célokra a 4.5. táblázat sugárzási adatai használandók.

4.5. 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 [W/m ²]	27	96	50
Átlagintenzitás nyári túlmelegedés kockázatának számításához I [W/m ²]	85	150	150

Az ÉK-ÉN szektorban az É-i tájolás adatai használandók. A kedvezőbb (télre a nagyobb, nyárra a kisebb) értékek akkor vehetők figyelembe, ha annak megalapozottságát benapozás vizsgálat igazolja.

Részletes számítási módszer alkalmazása esetén a transzparens szerkezetek benapozásának ellenőrzése homlokzatonként a november 15. – március 15. közötti időszakra végzendő a fűtési idény energiafogyasztásának számításához, november hónapra a fűtés egyensúlyi hőmérsékletének számításához és júniusi hónapra a nyári túlzott felmelegedés kockázatának számításához.

4.4.2. Az indirekt sugárzási nyereségek

Részletes számítási módszer alkalmazása esetén az indirekt sugárzási nyereségek (Q_{sid}) meghatározása, az MSZ EN 832 (lakóépület esetében) vagy az EN ISO 13790 (egyéb esetben) szabvány szerint, ha az épületnek van csatlakozó üvegháza, energiagyűjtő fala.

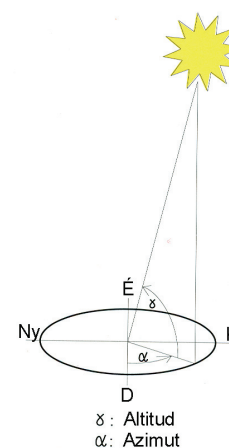
4.4.3. A benapozás vizsgálata

A részletes módszer szerint a sugárzási energiahozam, illetve a napsugárzás intenzitása a 3. mellékletben az adott tájolásra előírt tervezési adat, amennyiben az adott felület benapozottsága/árnyékoltsága bizonyított.

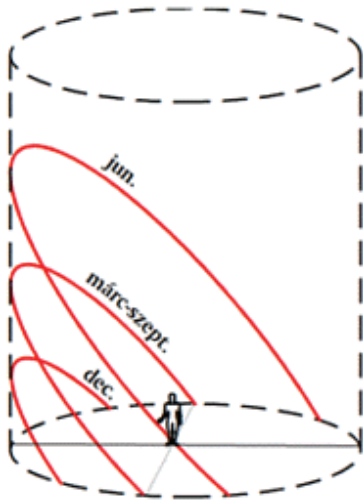
A nappályadiagram

A benapozás vizsgálata sokféle számítógépes és grafikus eljárással lehetséges. A gyakorlat számos feladata viszonylag egyszerűen megoldható hengeres vetületű nappályadiagramok segítségével.

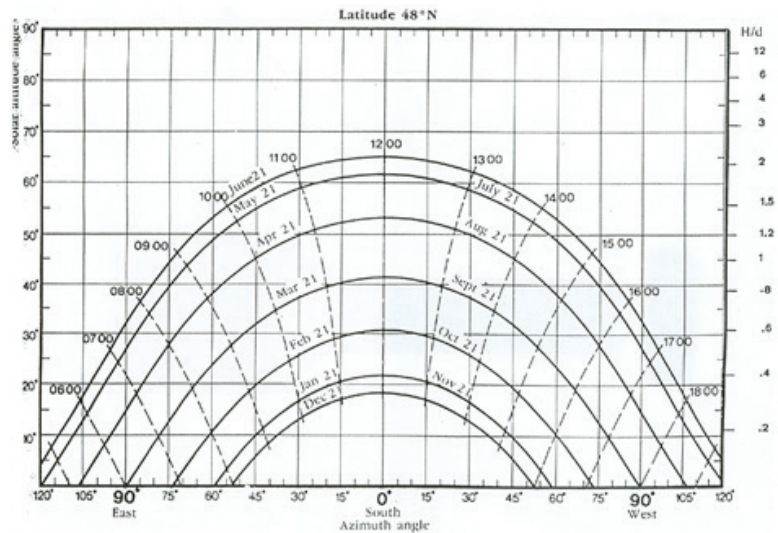
Ezek úgy származtathatók, hogy a Nap látszólagos pályáját egy henger palástjára vetítjük. A szemlélő a henger alapkörének középpontjában áll, mely egy adott földrajzi helynek felel meg és az Egyenlítő irányába néz. A kétdimenziós nappályadiagramot úgy kapjuk, hogy a henger palástját az ellentétes oldali alkotó mentén felvágjuk és kiterítjük. A görbék az év bizonyos napjaira vonatkoznak (egy hónapot egy nap jellemez), a trajektóriák a szoláris idő szerinti óraidőpontok. A nappályadiagramról leolvasható, hogy az év egy adott napjának adott órájában hol jár a Nap az égbolton, azaz mekkora szög alatt látszik a vízszintes síktól mérve (magassági vagy altitud szög), illetve mekkora a napsugárzás vízszintes vetületi szöge egy kitüntetett irányhoz, általában délhez képest (azimut szög). Magyarországon a 47° szélességi körhöz tartozó nappályadiagram használható.



4.1. ábra Altitud és azimut szögek



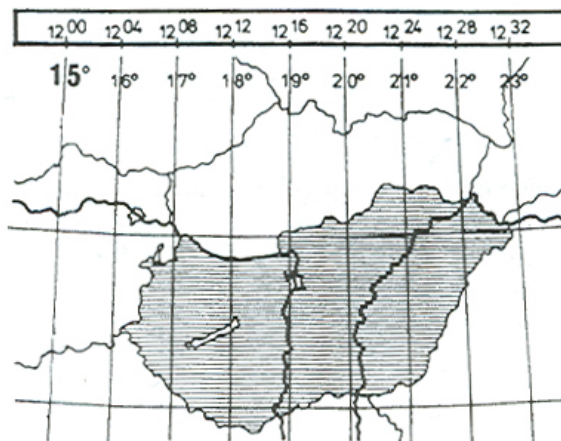
4.2. ábra A hengeres nappályadiagram származtatása



4.3. ábra A hengeres nappályadiagram

A szoláris idő

A nappályadiagramon és általában az összes Nappal kapcsolatos számításban az ún. szoláris időt használjuk. E szerint déli 12 óra akkor van, amikor a Nap az adott földrajzi hely hosszúsági körén áthalad. A szoláris idő általában nem egyezik meg az óra által mutatott idővel, mely a nemzetközi megegyezés szerinti zónaidő. A Földet a London melletti Greenwich-en átmenő 0°-os földrajzi hosszúságtól indulva 15°-os zónákra osztották. A zónaidő a két egymástól 15°-ra lévő hosszúság között a közepes hosszúságra vonatkoztatott középideő. A zónaidő nem veszi figyelembe a közbülső hosszúságok mentén a Nap tényleges állását. Greenwich-től keletre haladva a zónaidő 15°-ként egy órával növekszik, nyugat felé csökken. A földrajzi helyzeten túl országoként megegyezés dönti el, hogy melyik legközelebb eső zónához csatlakoznak.



4.4. ábra A Magyarországon áthaladó hosszúsági körök

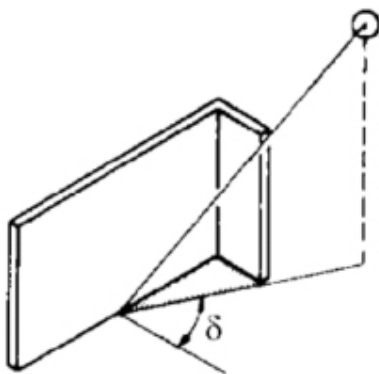
Magyarország területén a 15 °-os hosszúságra vonatkozó középido az érvényes. Mivel azonban ez a hosszúság nem hazánkon halad át, a "pontos idő" nem egyezhet meg a Nap állásának megfelelő középidoval. Így amikor nálunk deket jeleznek, akkor Budapesten a Nap a valóságban már 16 perccel túlhaladt a zeniten. Pontos napszögek meghatározásához a zónaidőt ("pontos időt") a vizsgált földrajzi hely földrajzi hosszúságának megfelelő tényleges középidoire kell átszámítani: a 15. hosszúságtól keletre hosszúsági fokonként 4-4 percet kell a zónaidőhöz adnunk, hogy helyi középido-t kapjunk. Magyarországon a helyi középido:

$$\text{helyi középido} = \text{zónaidő} + (\text{adott hosszúsági kör} - 15^\circ) * 4 \text{ perc}$$

Ne feledjük a nyári idősámítás miatti önkényes módosítást figyelembe venni. Nagy pontossági igény esetén a Föld nem egyenes mozgása miatti időkiegyenlítés további \pm negyedórányi korrekciót jelenthet egyes hónapokban.

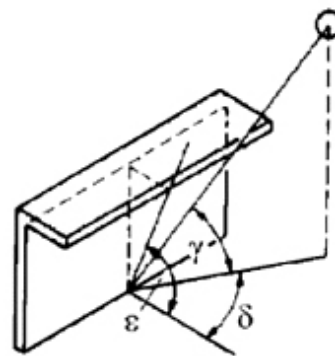
Benapozás

Az épület benapozását különböző akadályok befolyásolják, mint például az épület saját tagozatai, árnyékvetői, a környező beépítés, a terepalakulatok és a növényzet. A Nap a homlokzathoz viszonyított helyzetét két szöggel jellemezhetjük. A homlokzat egy adott pontjában a vízszintes árnyékszög a Nap vízszintes vetülete és a homlokzat normálisa által bezárt szög (az azimutuszögek különbsége), a függőleges árnyékszög pedig a Nap magassági szögének a homlokzat síkjára merőleges síkba eső komponense.



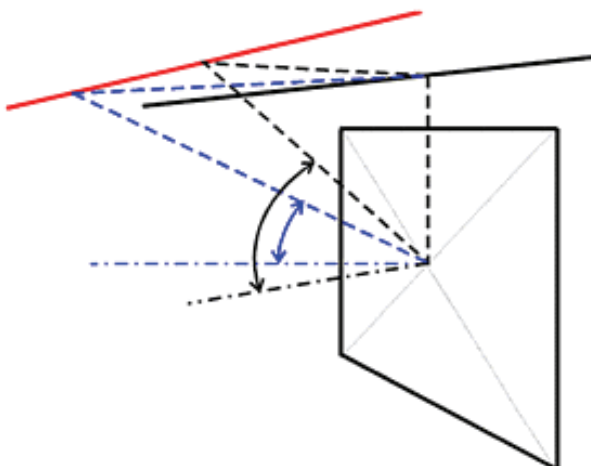
δ = vízszintes árnyékszög

4.5. ábra A vízszintes árnyékszög

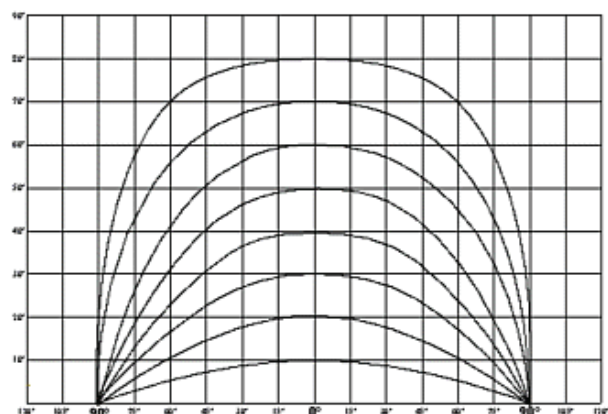


ϵ = függőleges árnyékszög

4.6. ábra A függőleges árnyékszög

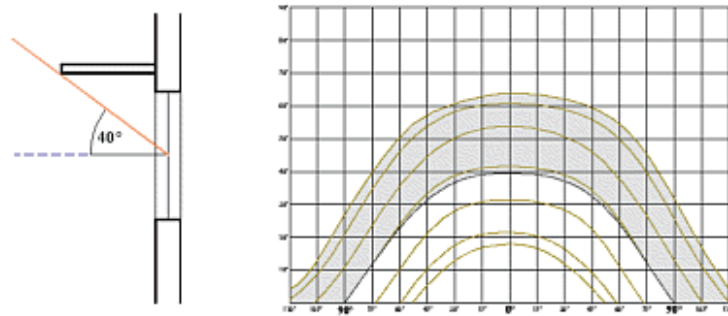


4.7. ábra Az élleképző görbék származtatása

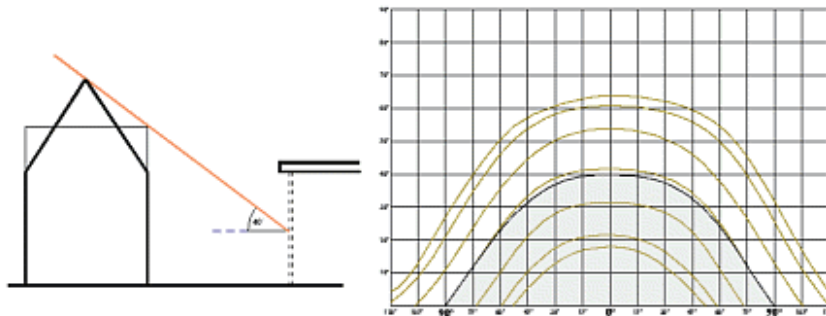


4.8. ábra Az élleképző görbesereg

Az árnyékmásk az élleképző görbék segítségével szerkeszthető. Az élleképző görbék a vízszintes árnyékszög függvényében a függőleges árnyékszöget mutatják. Tekintsük egy ablak középpontjából a felette lévő tagozat élét. A homlokzatra merőleges irányban a tagozat éle például 45° -os szög alatt látszik. Minél inkább oldalra fordítjuk tekintetünket, az él annál kisebb szög alatt látszik. Rajzoljuk fel, hogy milyen függőleges síkban mért szög alatt látjuk a tagozat élét, ha különböző vízszintes szög irányában nézünk kifelé: így kapjuk a 45° -os szöghöz tartozó élleképző görbét. Az ablak középpontjából ekkor az égbolt azon tartománya nem látható, mely az élleképző görbe fölött van. Más szavakkal: amikor a Nap az égboltnak ebben a tartományában jár, a Nap az adott pontból nem látható, azaz a pont árnyékban van.



4.9. ábra Az akadály egy párkány

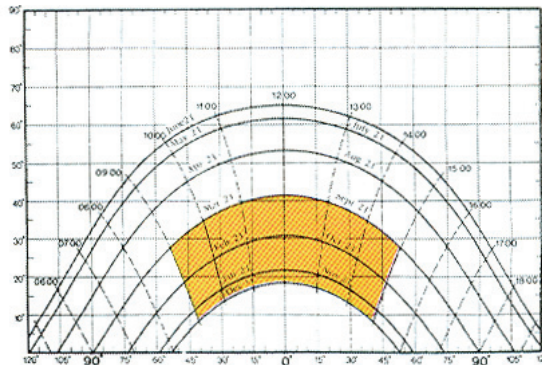


4.10. ábra Az akadály egy szemközti épület

Az adott pont árnyékmáskja megszerkeszthető, ha az összes akadály által vetett árnyéket bejelöljük az élleképző görbesereg diagramján. Az adott pont benapozottsága ezek után meghatározható, ha az árnyékmáskot egy azonos léptékben készült nappályadiagramra helyezük. Az élleképző görbesereg vízszintes tengelyének 0 pontját ahhoz a szögértékhez kell csúsztatni, amely a vizsgált felület azimutjához tartozik. Az árnyékmásk a nappályadiagramon kitarolja azokat az időpontokat, amikor a Nap az adott pontból nem látható, azaz a pont árnyékban van. Természetesen egy homlokzat esetében a $\pm 90^\circ$ -os vízszintes szögeken (illetve az árnyékmáskon az ezekhez a szögekhez tartozó függőleges vonalakon) túl a Nap a sík mögött van, azaz a homlokzat önárnyékos. A benapozás vizsgálata kézi szerkesztés helyett számítógépes programmal is elvégezhető.

A szoláris ablak

A téli félévben az a kedvező, ha a sugárzás abban az időszakban éri a felületet, amikor a lehetséges intenzitás nagy és a napsütéses órák várható száma magas. Ez Magyarországon azt jelenti, hogy a nappályadiagramon a szeptember/március és a december hónapok vonalai között, a reggel 9 és délután 3 óra időpontokat jelölő vonalak közé eső tartomány zavartalansága a legfontosabb. Az épület tervezésénél (tájolás, saját tagozatok, árnyékvetők) arra kell törekedni, hogy ez a tartomány, a „szoláris ablak” ne legyen kitakarva az árnyékmaszkon, az ablak „nyitva” legyen. Adott esetben a délutáni órák értékesebbek a reggeli ködképződés nagyobb gyakorisága miatt.



4.11. ábra A „szoláris ablak”

A nyári túlmelegedés kockázatának csökkentése szempontjából előnyös, ha a szoláris ablak feletti rész takarásban van: ilyenkor ugyanis az intenzív sugárzás mellett magas hőmérséklettel is számolnunk kell.

4.5. Az épület hőtároló tömege és a hasznosítási tényező

Az épület fajlagos hőtároló tömegének számítását az EN ISO 13790 szerint kell végezni. Az épület hőtároló tömege az épület belső levegőjével közvetlen kapcsolatban lévő határolószervezetek hőtároló tömegének összege:

$$M = \sum_j \sum_i \rho_{ij} d_{ij} A_j \quad (4.5.)$$

Az összegzést minden szerkezet minden rétegére el kell végezni a legnagyobb figyelembe vehető vastagságig, mely a belső felülettől mérve 10 cm, vagy a belső felület és az első hőszigetelő réteg, vagy a belső felület és az épületszerkezet középvonalának távolsága, attól függően, hogy melyik a legkisebb érték. A fajlagos értéket (m) úgy kapjuk, hogy a (4.5.) szerint számított összes hőtároló tömeget osztjuk a hasznos szinterülettel.

Az épület nettó fűtött alapterületre vetített fajlagos hőtároló tömege alapján az épület:

- nehéz, ha $m \geq 400 \text{ kg/m}^2$;
- könnyű, ha $m < 400 \text{ kg/m}^2$.

Sok esetben már a födécek és a teherhordó falak hőtároló tömege alapján eldönthető a besorolás. Ne feledkezzünk viszont meg arról, hogy egyes szilikátbázisú falazatok is a könnyű szerkezet kategóriájába tartozhatnak, továbbá, hogy egyes burkolatok vagy belső oldali hőszigetelések a mögöttük lévő bármilyen nehéz szerkezet hőtároló tömegét is „kikapcsolhatják”.

A hasznosítási tényező értéke

- nehéz szerkezetű épületekre 0,75
- könnyűszerkezetű épületekre 0,50

4.6. A számítási módszerek áttekintése még egyszer

A 4.1. – 4.5. pontokban sok mindenről volt szó. Ezek egy része közvetlenül a fajlagos hőveszteségtényező kiszámításához kell. Más részük az épületre vonatkozik, de a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzésére szolgál (ami szintén a Direktíva előírása, de nem hasznoltan feladat). Van viszont néhány olyan rész, ami már egy későbbi feladat, a fűtési energiaigény számításának előkészítésére irányul. Több dolgot lehet egyszerűsített vagy részletes eljárással számolni. Ezek után talán nem fölösleges egy összefoglaló áttekintés: mit, miért, hogyan.

4.6.1. A fajlagos hőveszteségtényező számítása egyszerűsített módszerrel

Geometriai adatok meghatározása belméretek alapján.

A felület/térfogatarány számítása. (A belméretek és a külső méretek szerint számított arányok között az eltérés csekély, ezért az utóbbi változat is elfogadható.)

A fajlagos hőveszteségtényező határértékének leolvasása a felület/térfogatarány és a rendeltetés függvényében.

A fajlagos hőveszteségtényező tervezett értékének eldöntése: ez a határértéknél semmiképpen sem lehet magasabb, de kedvezőtlen épületgépészeti rendszerek esetében a határértéknél alacsonyabbnak kell lennie.

A rétegtervi hőátbocsátási tényezők meghatározása számítással vagy minőségtanúsító iratok alapján.

A hőátbocsátásra vonatkozó követelmények ellenőrzése.

A rétegtervi hőátbocsátási tényezők esetleges módosítása abban az esetben, ha nem külső, hanem fűtött és fűtetlen tereket elválasztó határolásról van szó.

A hőhidak hatását kifejező korrekciós szorzók felvétele.

A vonalmenti veszteségek alapján számítandó határolószervezetek (talajon fekvő padló, lábazat, pincefal) adatainak meghatározása (hosszúság, vonalmenti hőátbocsátási tényező).

Figyelem: az, hogy minden egyes határoló és nyílászáró szerkezet hőátbocsátási tényezője éppen a magengedett határon belül van, még nem garantálja azt, hogy az ezekből „összerakott” épület fajlagos hőveszteségtényezője kielégíti a követelményt! Ez függ az épület felület/térfogat arányától, a homlokzatok üvegezési arányától, attól, hogy az épületet burkoló összes felületből mennyi a fal, az ablak, a tető, stb.

Nem kötelező választható lépés: a direkt sugárzási nyereség meghatározása a fűtési idényre:

$$Q_{sd} = \sum A_{ij} I_g$$

A napsugárzás intenzitásának értéke a 3. mellékletben a fűtési idényre északi tájolásra előírt tervezési adat.

A fajlagos hőveszteségtényező számítása:

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

Az összefüggés jobb oldalán a második szorzatösszegben a lábazatok, talajjal érintkező padlók, pincefalak vonalmenti veszteségei szerepelnek. Ha a direkt sugárzási nyereség meghatározásától eltekintünk, akkor az összefüggés jobb oldalán a kivonandó tag elmarad.

4.6.2. A fajlagos hőveszteségtényező számítása részletes módszerrel

Geometriai adatok meghatározása, beleértve a csatlakozási élhosszakat is.

A felület/térfogatarány számítása.

A fajlagos hőveszteségtényező határértékének leolvasása a felület/térfogatarány és a rendeltetés függvényében.

A fajlagos hőveszteségtényező tervezett értékének eldöntése: ez a határértéknél semmiképpen sem lehet magasabb, de magas primer energiatartalmú energiahordozók alkalmazása esetén (például villamos energia használati melegvíztermelésre) a határértéknél alacsonyabbnak kell lennie.

A rétegtervi hőátbocsátási tényezők meghatározása számítással vagy minőségtanúsító iratok alapján.

A hőátbocsátásra vonatkozó követelmények ellenőrzése.

A rétegtervi hőátbocsátási tényezők esetleges módosítása abban az esetben, ha nem külső, hanem fűtött és fűtetlen tereket elválasztó határolásról van szó.

A hőhidak, csatlakozási élek vonalmenti hőátbocsátási tényezőinek meghatározása.

A vonal- és pontszerű hőhidak miatti hőveszteséget az MSz EN ISO 10211 szabványok szerint kell meghatározni. (Természetesen ez a lépés az egyszerűsített módszer biztonságosabb korrekciós szorzóival is végrehajtható.)

A vonalmenti veszteségek alapján számítandó határolószerkezetek (talajon fekvő padló, lábazat, pincefal) adatainak meghatározása (hosszúság, vonalmenti hőátbocsátási tényező).

A transzparens szerkezetek benapozásának ellenőrzése homlokzatonként

- Ha a direkt sugárzás a vizsgált felületet a november 15. – március 15. közötti időszakban napi négy vagy több órán keresztül éri, akkor a fajlagos hőveszteségtényezőben igazoltan magasabb sugárzási nyereséget vehetünk figyelembe. Ha az előző feltétel nem teljesül avagy ha a benapozás nem bizonyított, akkor a sugárzási nyereség az északi tájolásra vonatkozó intenzitásértékkel számítandó. A „benapozás nem bizonyított” egyik értelmezése az, hogy az elvégzett ellenőrzés szerint a felület, a vizsgált időszakban árnyékban van, a másik értelmezése pedig az, hogy nem végeztük el a benapozás ellenőrzését és ezért a biztonságos alacsony értékkel számolunk.
- Ha a direkt sugárzás a vizsgált felületet novemberben napi négy vagy több órán keresztül éri, akkor a direkt sugárzási nyereség az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához a tájolásokra megadott intenzitás adatok alkalmazhatók (4.5. táblázat).: Ez a lépés nem a fajlagos hőveszteségtényező számításához kell, hanem a fűtési energiaigény részletes számításánál használható adott esetben annak igazolására, hogy az épület kedvező hőtechnikai tulajdonságai rövidebb fűtési időnyt tesznek lehetővé.
- Célszerűen ehhez a lépéshez kötendő a nyári sugárzási hőterhelés meghatározása az esetleges társított szerkezet hatását is figyelembe véve.

$$Q_{sdnyár} = \sum A_U I_{g_{nyár}}$$

A napsugárzás intenzitásának értékei a 3. mellékletben a nyári időnyire előírt tervezési adatok. Ha a direkt sugárzás a vizsgált felületet júniusban legalább napi négy órán át éri, avagy ha nem bizonyított, hogy a vizsgált felület árnyékban van, akkor az adott tájolásához tartozó intenzitás értékkel, egyébként az északi tájolásához tartozó (tehát nyári szempontból kedvezőbb) intenzitás értékkel kell számolni.

Az indirekt sugárzási nyereségek (Q_{sid}) meghatározása, az MSz-EN 832 (lakóépületek esetében) vagy az EN ISO 13790 (nem lakóépületek esetében) szabvány szerint, ha az épületnek van csatlakozó üvegháza, energiagyűjtő fala. Ha az épületnek nincsenek passzív szoláris elemei, akkor, természetesen, ezt a pontot az algoritmus lépéseiből kihagyjuk. E lépés elvégzése akkor sem kötelező, ha az épületnek van csatlakozó üvegháza vagy energiagyűjtő fala. A hiba a „biztonság” irányában hat.

Figyelem: az, hogy minden egyes határoló és nyílászáró szerkezet hőátbocsátási tényezője éppen a magengedett határon belül van, még nem garantálja azt, hogy az ezekből „összerakott” épület fajlagos hőveszteségtényezője kielégíti a követelményt! Ez függ az épület felület/térfogat arányától, a homlokzatok üvegezési arányától, attól, hogy az épületet burkoló összes felületből mennyi a fal, az ablak, a tető, stb. Mindazonáltal a sugárzási nyereségek figyelembevétele növeli annak esélyét, hogy az épület megfelelő energetikai minőségét igazolni tudjuk.

4.6.3. Választási lehetőségek a kétféle módszer között

A tervezőnek többször van lehetősége választani, hogy a számítás egy-egy lépését az egyszerűsített vagy a részletes módszerrel hajtsa végre.

Ezek sorrendben:

A hőhidak miatti többlet hőveszteséget

vagy a 4.1. táblázat szerinti korrekciós tényezőkkel

vagy az MSZ EN ISO 10211 szabvány szerint részletesen számolja (utóbbi helyett esetleg hőhidkatalógusból vesz adatokat).

A korrekciós tényezők alkalmazása egyszerűbb, a szabvány szerinti számítás időigényesebb, még hőhidkatalógusok használata esetén is – de a részletes számítással valószínűleg kedvezőbb eredmény adódik, mint a közelítéssel.

Figyelem! A vonalmenti veszteségek alapján számítandó elemekre (lábazat, talajon fekvő padló....) a korrekciós tényezőkön alapuló közelítés nem alkalmazható, azokat minden esetben a vonalhosszak (kerület...) alapján kell számítani!

Fűtetlen terek hőmérséklet

vagy a csatlakozó zónák hőmérlege (MSZ EN 832) alapján számítható,

vagy a 4.2. szerinti közelítés alkalmazható.

Direkt sugárzásos hőnyereség télen

vagy elvégezzük a benapozás ellenőrzését és ha a benapozás bizonyított, akkor tájolósonként különböző intenzitás adatokkal számíthatjuk a nyereséget,

vagy nem ellenőrizzük a benapozottságot és akkor egy alacsony (az árnyékoltóság feltételezésével meghatározott, „körben észak”) intenzitás adattal számíthatjuk a nyereséget,

vagy egyáltalán nem számítunk (és nem is vonunk le) nyereséget.

Indirekt sugárzási nyereség

Ha van csatlakozó üvegház, energiagyűjtő fal, az abból származó nyereséget

vagy számítjuk az MSZ – EN 832, illetve az EN ISO 13790 szabvány alapján,

vagy nem számítjuk (és ebben az esetben persze nem is vonunk le semmit).

Fajlagos hőveszteségtényező

vagy levonjuk a sugárzási nyereségeket (ehhez persze azokat előbb – tetszés szerint közelítőleg vagy részletesen - ki is kell számítani)

vagy nem vesszük figyelembe a sugárzási nyereségeket.

A nettó fűtési energiafogyasztás számítása során a nyereségek levonásakor a sugárzási nyereséget

vagy a benapozás ellenőrzése alapján tájolósonként differenciált intenzitás adatokkal,

vagy a benapozás ellenőrzése nélkül a megadott alacsonyabb intenzitás adattal vesszük figyelembe.

Megjegyzés

A „benapozás ellenőrzése” több tételnél is előfordul: természetesen a benapozás ellenőrzését csak egyszer kell elvégezni, annak eredménye alkalmazható minden említett számítási lépésnél.

Nyári túlmelegedés kockázata

vagy az egyszerűsített módszert választva a sugárzási hőterhelést a megadott magasabb intenzitás értékkel kell számítani.

vagy részletes módszer szerint a benapozás (nyári szempontból az árnyékolás) ellenőrzése alapján adott esetben más (alacsonyabb) sugárzási hőterheléssel lehet számolni.

4.7. A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke

A fajlagos hőveszteségtényező megengedett legnagyobb értéke a felület/térfogat arány függvényében a következő összefüggéssel számítandó:

$A/V \leq 0,3$	$q_m = 0,2$	W/m^3K
$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$q_m = 0,086 + 0,38 (\Sigma A/V)$	W/m^3K
$A/V \geq 1,3$	$q_m = 0,58$	W/m^3K

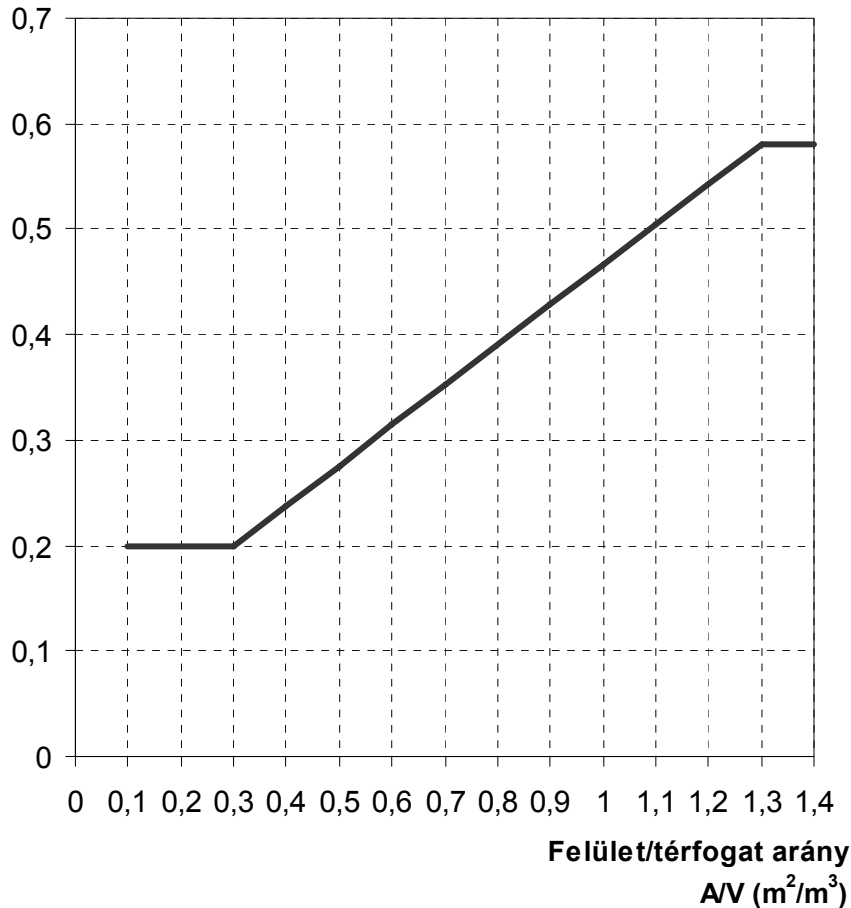
ahol ΣA = az épülethatároló szerkezetek összfelülete
 V = fűtött épülettérfogat (fűtött légtérfogat)

Az épületet határoló szerkezetek körébe beletartozik minden, a fűtött teret körbevevő határolás: külső levegővel, talajjal, fűtetlen terekkel, szomszédos fűtött épülettel érintkező szerkezet.

A fajlagos hőveszteségtényező megengedett legnagyobb értékét a felület/térfogat arány függvényében a 2.1. ábra szemlélteti.

Fajlagos
hővesztés-
tényező
 q_m (W/m³K)

$$q_m = 0,086 + 0,38 \Sigma A/V$$



4.12. ábra: A fajlagos hővesztéstényező követelményértéke

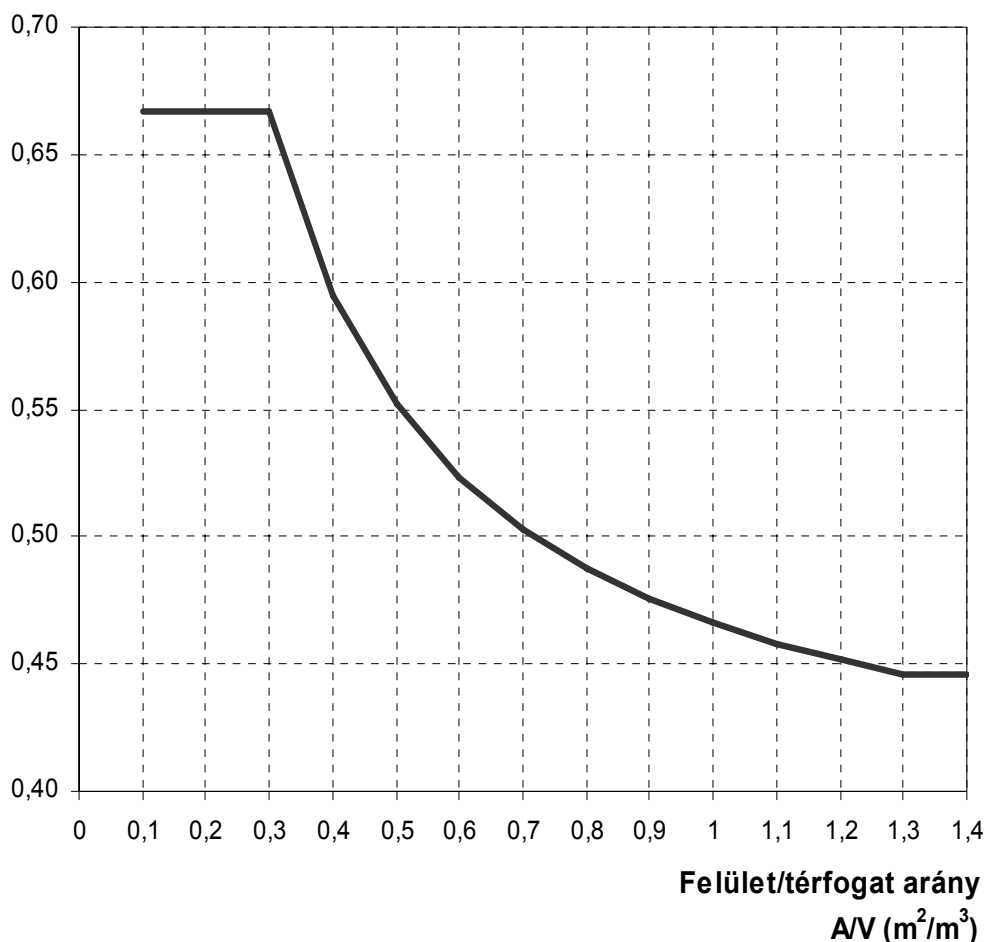
Ha a sugárzási nyereségek hatását nem vesszük figyelembe (ez az egyszerűsített eljárásban megengedett, a biztonság javára történő elhanyagolás), akkor a fajlagos hővesztéstényező követelményértékeiből az épülethatároló szerkezetek *átlagos hőátbocsátási tényezője* is származtatható a következő összefüggés szerint:

$$U_m = 0,38 + 0,086 V/\Sigma A \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

U_m értéke a 4.13. ábráról is leolvasható. Ennek az értéknek a betartása biztosítja azt, hogy a fajlagos hővesztéstényező követelményértéke akkor is teljesül, ha az épületnek nincs sugárzásos nyeresége. Ennél magasabb U_m érték is megengedhető azonban, ha az emiatti veszteséget a sugárzási nyereség ellentételezi.

Átlagos
hőátbocsátási
tényező
 U_m (W/m²K)

$$U_m = 0,38 + 0,086 V/\Sigma A$$



4.13. ábra: Az átlagos hőátbocsátási tényező

Az átlagos hőátbocsátási tényező értelemszerűen tartalmazza a fajlagos hőveszteségtényezőtől meghatározott jellemzőket (rétegtervi hőátbocsátási tényező, hőhidak okozta hőveszteség). A sugárzási nyereség nagyságától függően magasabb átlagos hőátbocsátási tényező is megengedhető lehet – ez a sugárzási nyereség számításával kell igazolni.

4.8. A nyári túlmelegedés kockázata

A nyári sugárzási hőterhelés meghatározása az esetleges társított szerkezet hatását is figyelembe véve a 4.5. táblázatban is közölt adatokkal északi és bizonyítottan árnyékban lévő homlokzatokra

$$Q_{sdnyár} = 85 \sum A_{\bar{U}} g_{nyár}$$

egyébként

$$Q_{sdnyár} = 150 \sum A_{\bar{U}} g_{nyár}$$

A korszerű üvegezésekre g általában 0,5 – 0,7 között van, csökkentő hatásúak a különböző LE és „hővédő” fóliák. A $g_{nyár}$ az alkalmazott társított szerkezet hatását is tartalmazza. Megjegyzendő, hogy a jó hőszigetelés következtében nyáron elfogadható belső állapotok csak akkor várhatók, ha jól szerkesztett árnyékvetőkről vagy *hatásos* társított szerkezetekről gondoskodunk – a belső oldali árnyékolók nem hatásosak.

Számítandó a belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége a következő összefüggéssel:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sányár} + Vq_b}{\sum AU + \sum lk_l + 0,35n_{nyár}V} \quad (4.6.)$$

A légcsereszámot a 3. mellékletben nyári feltételekre megadott értékekkel kell figyelembe venni. Természetes szellőzésről, vagyis kezeletlen külső levegőről van szó, értelmes szellőztetési stratégiát feltételezve (ha a külső hőmérséklet a magasabb, akkor csak a szükséges, ha a külső hőmérséklet alacsonyabb, akkor intenzív légcseré). A megadott becsült légcsereszámok a nyílászárók helyétől: a keresztzellőzés lehetőségétől függenek. Nagyobb számokkal vehető figyelembe az éjszakai szellőztetés (ez nem jelent nagyobb légcserét, de így egyszerűbb kifejezni az éjszakai szellőztetés jobb hatékonyságát). Részletes elemzések szerint az éjszakai szellőztetés (természetes vagy a légtechnikai rendszerrel megvalósított tiszta friss levegős) igen hatásos, a klímatisztított épületekben is jelentős hűtési energiamegtakarítást tesz lehetővé.

A nyári túlzott felmelegedés kockázata elfogadható, ha $\Delta t_{bnyár}$ kisebb, mint nehéz szerkezetű épületek esetében 3 K, könnyűszerkezetű épületek esetében 2 K

4.6. táblázat: Légcsereszám tervezési adatok a nyári túlmelegedés kockázatának megítéléséhez természetes szellőztetés esetén

A légcsereszám tervezési értékei nyáron, természetes szellőztetéssel		Nyitható nyílások	
		egy homlokzaton	több homlokzaton
Éjszakai szellőztetés	nem lehetséges	3	6
	lehetséges	5	9

Megjegyzés: Éjszakai szellőztetés esetében a nagyobb érték az alacsonyabb hőmérsékletű külső levegő kedvező előhűtő hatását fejezi ki.

5. TERVEZÉS – AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETI RENDSZEREK

5.1. Fűtés

5.1.1. A nettó fűtési energiaigény egyszerűsített módszerrel

Egyszerűsített számítási módszer alkalmazása esetén a fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$Q_F = 72V(q + 0,35n)\sigma - 4,4A_Nq_b \quad [kWh/a] \quad (5.1.)$$

Az összefüggésben szereplő mennyiségek

72 a konvencionális fűtési hőfokhíd (20 fokos belső, 12 fokos határhőmérsékletre) órafokban kifejezett értékének ezredrésze (a W/kW átszámítás miatt) hK/a

V az épület térfogata, m^3

q a fajlagos hővesztésgtényező, W/m^3K

n a légcsereszám $1/h$

4,4 a fűtési idő órában mért hosszának ezredrésze (a W/kW átszámítás miatt), h/a

A_N a nettó szinterület, m^2

q_b a belső hőterhelés fajlagos értéke, W/m^2

A légcsereszám, a belső hőterhelés fajlagos értéke és a szakaszosan (éjszakára, hétvégére) leszabályozott fűtési üzem hatását kifejező σ csökkentő tényező a 3. mellékletben megadott, az épület rendeltetésétől függő adat, alábbiakban 5.1. táblázatban idézve.

Figyelem! A tervezési adatok egy része alapterületre, más része beépített térfogatra vonatkozik.

5.1. táblázat: Tervezési adatok

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 ν^4	Szakaszos üzem korrekciós szorzó σ^5	Belső hő- nyereség átlagos értéke [W/m ²]
	1)	2)	3)					
Lakóépületek ⁶⁾	0,5			30	(8) ⁹⁾	-	0,9	5
Irodaépületek ⁷⁾	2	0,3	0,8	9	22	0,7	0,8	7
Oktatási épületek ⁸⁾	2,5	0,3	0,9	7	12	0,6	0,8	9

1) Légcsereszám a használati időben

2) Légcsereszám használati időn kívül

3) Átlagos légcsereszám a használati idő figyelembevételével

Megjegyzés: az átlagos légcsereszámmal számítandó az éves nettó fűtési hőigény, a használati időre vonatkozó légcsereszámmal számítandók azok az adatok, amelyek a szellőzési rendszer üzemidejétől függenek.

4) A világítási energia igény csökkenthető, ha a rendszer jelenlét- vagy mozgásérzékelőkkel és a természetes világításhoz illeszkedő szabályozással van ellátva.

5) A szakaszos éjszakai - hétvégi leszabályozott teljesítményű fűtési üzem hatását kifejező korrekciós tényező

- 6) Folyamatos használat
- 7) Napi és heti szakaszosságú használat
- 8) Napi és heti szakaszosságú használat két hónap nyári szünet feltételezésével
- 9) Lakóépületek esetében nem kell az összevont jellemzőben szerepeltetni.

Megjegyzések a rendeltetés értelmezéséhez

Lakóépületek. Ezek az adatok használhatók egyéb szállásjellegű épületek esetében is (szanatórium, idősotthon, diákszálló...).

Irodaépületek. Az adatok középületek, irodaépületek, kisebb belső hőterhelésű szolgáltató létesítmények esetében használhatók. Kivételt képezhetnek a hőérzeti előírások alapján „A” kategóriába sorolt épületek, amelyek egyébként is jellemzően az összetett energetikai rendszerű kategóriába tartoznak.

Oktatási épületek. Gyermekintézmények, alap- és középfokú iskolák esetére vonatkozó adatok. Tanműhelyekkel, laboratóriumokkal, sportlétesítményekkel ellátott oktatási épületek esetében az épület különböző rendeltetésű részekre is bontható.

5.1.2. A nettó fűtési energiaigény részletes módszerrel

Az épület transzmissziós és szellőzési veszteségeinek, valamint sugárzási és belső hőnyereségeinek arányától függ, hogy a fűtés és hűtés nélküli épületben kialakuló hőmérséklet mennyivel magasabb, mint a külső hőmérséklet. Ebből adódik az is, hogy milyen külső hőmérsékletnél kell bekapcsolni, illetve lehet kikapcsolni a fűtési rendszereket (fűtési határhőmérséklet). Ez a külső hőmérséklet a mai épületállomány esetében általában + 12 °C (azaz, ha $t_i = 20$ °C, akkor az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség 8 K).

Jól hőszigetelt épületek esetében az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség nagyobb, a fűtési határhőmérséklet alacsonyabb. Ha a fűtési határhőmérséklet alacsonyabb, akkor a fűtési idény rövidebb. Ha a fűtési idény rövidebb, akkor a fűtési energiafogyasztás is kisebb. A részletes számítási módszerben ezt a nem jelentéktelen hatást is figyelembe lehet venni. További választási lehetőség, hogy a sugárzási nyereséget a benapozás ellenőrzésével, pontosabb adatokkal számítsuk, vagy a benapozás ellenőrzése nélkül biztonságosan alacsony bemenő adatokkal.

Részletes számítási módszer alkalmazása esetén számítandó az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség:

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N q_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35nV} + 2 \quad (5.2.)$$

Megjegyzés:

a) Novemberi adatokkal ellenőrizendő az üvegezett és energiagyűjtő felületek benapozottsága. Az árnyékban lévő felület vagy az, amelynek benapozottsága nem bizonyított a továbbiakban az É-i tájolás adataival számítandó.

b) A napsugárzás intenzitása, a belső hőterhelés és a légcserezszám a 4.5. táblázatban megadott tervezési értékekkel számítandók.

c) $t_i - \Delta t_b = t_h$, a fűtési határhőmérséklet

Ezzel a lépéssel azt vehetjük figyelembe, hogy a kedvező hőtechnikai minőségű épületekben a fűtési határhőmérséklet alacsonyabb, a fűtési idény rövidebb lehet. Ezzel adott esetben az épület kedvező energetikai tulajdonságai igazolható.

Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség függvényében a 3. melléklet szerint meghatározandó a fűtési idény hossza és a fűtési hőfokhíd.

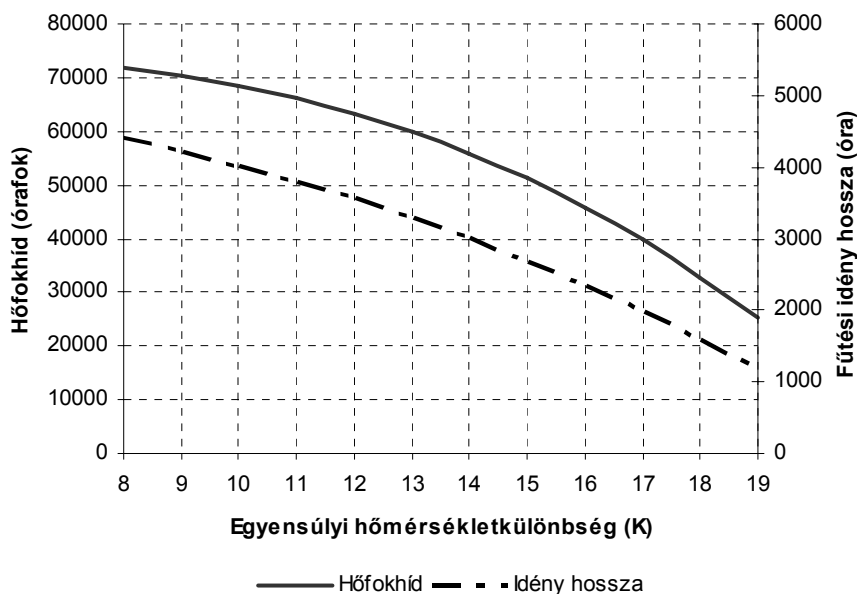
Részletes számítási módszer alkalmazása esetén az éves nettó fűtési energiaigény

$$Q_F = HV(q + 0,35n)\sigma - Z_{FA_N}q_b \quad [kWh/a] \quad (5.3.)$$

Az összefüggésben H a fűtési hőfokhíd órafokokban kifejezett értékének, Z a fűtési idény órában kifejezett hosszának ezredrésze (a W/kW átszámítás miatt). Ezek az értékek az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség függvényében az 5.2. és 5.3. táblázatokból, illetve az 5.1. és 5.2. ábránál határozhatók meg.

5.2. táblázat: *Hőfokhíd és fűtési idény hossza 20 °C belső hőmérséklet esetén az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség függvényében*

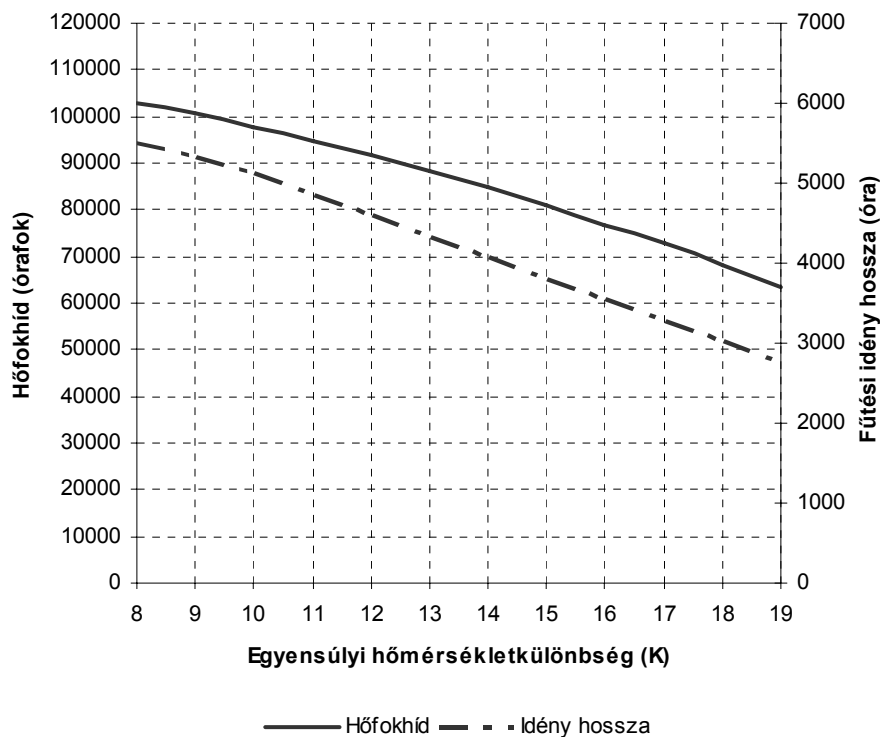
Egyensúlyi hőmérsékletkülönbség [K]	Hőfokhíd [hK]	Idény hossza [h]
≤ 8,0	72000	4400
9,0	70325	4215
10,0	68400	4022
11,0	66124	3804
12,0	63405	3562
13,0	60010	3295
14,0	55938	3003
15,0	51191	2687
16,0	45766	2346
17,0	39666	1980
18,0	32889	1590
19,0	25436	1175



5.1. ábra: Hőfokhíd és fűtési idény hossza 20 °C belső hőmérséklet esetén az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség függvényében

5.3. táblázat: Hőfokhíd és fűtési idény hossza 24 °C belső hőmérséklet esetén az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség függvényében

Egyensúlyi hőmérsékletkülönbség [K]	Hőfokhíd [hK]	Idény hossza [h]
≤ 8,0	103000	5500
9,0	100700	5330
10,0	97663	5114
11,0	94734	4853
12,0	91591	4593
13,0	88235	4332
14,0	84665	4070
15,0	80882	3808
16,0	76886	3545
17,0	72676	3282
18,0	68253	3019
19,0	63616	2755



5.2. ábra: Hőfokhíd és fűtési idény hossza 24 °C belső hőmérséklet esetén az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség függvényében

A táblabeli értékek közötti lineáris interpoláció megengedett. Az adatok az ábráról is leolvashatók.

Értelmezési viták megelőzése végett megjegyzendő, hogy belső hőmérséklet alatt az operatív hőmérséklet értendő, de a számítások során a belső levegő hőmérséklete és az operatív hőmérséklet közötti különbség elhanyagolható, ha a Celsius skálán mért értékek közötti eltérés nem nagyobb, mint 5% és a tér rendeltetése nem kíván, vagy okoz a szokványostól eltérő légnedvességet, illetve légmozgást.

5.1.3 A fűtési rendszerrel fedezendő nettó hőigény

A nettó fűtési energiaigényt fedezheti

- a fűtési rendszer,
- a légtechnikai rendszerbe beépített hővisszanyerő,
- a légtechnikai rendszerbe beépített léghevítő

különböző teljesítmény és üzemidő kombinációkban.

Ha a fűtési energiaigényt kizárólag a fűtési rendszer fedezi, akkor a fűtési rendszerrel fedezendő nettó energiaigény az 5.1. illetve az 5.3. összefüggéssel számítandó. A légcserre részben infiltrációval, részben természetes szellőztetéssel jön létre.

Ha a nettó fűtési energiaigény fedezéséhez a fűtési rendszeren kívül a légtechnikai rendszerbe beépített *folyamatos* működésű hővisszanyerő is hozzájárul (pl. lakóépület), akkor a fűtési rendszerrel fedezendő nettó energiaigény a következők szerint módosul:

$$Q_F = HV[q + 0,35n(1-\eta_r)]\sigma - Z_F A_N q_b \quad [kWh/a] \quad (5.4.)$$

Egyszerűsített módszer alkalmazása esetén az összefüggésben $H = 72$ és $Z_F = 4,4$ helyettesítési érték alkalmazandó.

A képletben annyi az újdonság, hogy a légcsereszám mellett szorzóként megjelenik egy tag a hővisszanyerő hatásfokával.

Ha a nettó fűtési energiaigény fedezéséhez a fűtési rendszeren kívül a légtechnikai rendszerbe beépített *szakaszos* működésű hővisszanyerő is hozzájárul (pl. középület), akkor a fűtési rendszerrel fedezendő nettó energiaigény a következők szerint módosul:

$$Q_F = HV \left[q + 0,35n_{\text{inf}} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} + 0,35n_{LT}(1-\eta_r) \frac{Z_{LT}}{Z_F} \right] \sigma - Z_F A_N q_b \quad (5.5.)$$

Egyszerűsített módszer alkalmazása esetén az összefüggésben $H = 72$ és $Z_F = 4,4$ helyettesítési érték alkalmazandó.

Vélelmezhető, hogy szakaszosan használt épületben (például irodaház) a légtechnikai rendszer csak munkaidőben jár, mégpedig a jelenlétnek megfelelő nagyobb légcsereszámmal időszakban (Z_{LT} a légtechnikai rendszer üzemideje órában a fűtési idény alatt, osztva ezerrel a W/kW átszámítás miatt). Ebben az a nagyobb légcserre miatti fűtőteljesítmény igényt a hővisszanyerő mérsékli. Amikor a légtechnikai rendszer nem jár, a hővisszanyerő hatása sem érvényesül, de a légcsereszám is kisebb, jelenlét hiányában csak az infiltrációnak megfelelő.

Figyelem: ebben az esetben a hővisszanyerőből az épületbe befűvott levegő helyiség-hőmérsékletre való továbbmelegítését a fűtési rendszer fedezi!

Ha a légtechnikai rendszerben a levegő felmelegítésére léghevítő (is) szolgál, akkor a fűtési rendszerrel fedezendő nettó energiaigény a következők szerint módosul:

$$Q_F = HV \left[q + 0,35n_{\text{inf}} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} \right] \sigma + 0,35n_{LT} V (t_i - \overline{t_{\text{bef}}}) Z_{LT} - Z_F A_N q_b \quad (6.6.)$$

Egyszerűsített módszer alkalmazása esetén az összefüggésben $H = 72$ és $Z_F = 4,4$ helyettesítési érték alkalmazandó.

A zárójelben a második tag a légtechnikai rendszer üzemszünetére vonatkozik, amikor is a kis (infiltrációs) légáram felmelegítésére a fűtési rendszer szolgál. A harmadik tag a légtechnikai rendszerrel fedezett hányad: előjele attól függ, hogy a befűvési és a helyiség hőmérséklet közül melyik a magasabb:

A nettó fűtési energiaigénynek a légtechnikai rendszerrel fedezett része a légtechnikai rendszer energiafogyasztásánál számítandó.

A fűtési rendszerrel fedezendő nettó fűtési energiaigény fajlagos értéke

$$q_f = \frac{Q_F}{A} \quad [kWh/m^2 a] \quad (5.7.)$$

5.1.4 A fűtés primer energiaigénye

A fűtés fajlagos primer energia igénye a következő összefüggéssel számítandó:

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v \quad (5.8.)$$

Az összefüggés kevésbé borzasztó, mint ahogy első látásra tűnik. Az első zárójelben szereplő összeadandók rendre:

- a fűtés fajlagos nettó energiaigénye;
- a teljesítmény és az igény pontatlan illesztéséből származó (tehát a tökéletlen szabályozás miatti) veszteség;
- az elosztóhálózatok hővesztesége;
- az esetleges tároló hővesztesége.

Ennyi hőt kell a „forrásból” a rendszerbe betáplálni. A forrás rendszerint a kazán, amelynek magának is van teljesítménytényezője (a hatásfok reciproka). A kazánban valamilyen tüzelőanyagot használunk, amelynek primer energiataralma e . Az esetek többségében e két értékkel kell szorozni az első zárójelben lévő tagot.

A szorzatösszeg azért szerepel a második zárójelben, mert elképzelhető, hogy a fűtési rendszert nem csak egy forrás táplálja (például gáz- és vegyes tüzelésű kazán, hőszivattyú és csúcs kazán, stb.). Ezek „tüzelőanyagainak” primer energiataralma különböző lehet, α pedig az éves igény egyes forrásokból fedezett részarányát jelzi.

A fűtési rendszernek többnyire van villamos energiaigénye is. Ennek meghatározásához a szabályozás, az elosztás, a tárolás és a hőtermelő (primer energiában kifejezett) villamos segédenergia igényét kell összegezni: e_v a villamos energia primer energiataralma. Ezek értékét adjuk hozzá a hőenergia igényhez.

Egyszerűsített módszer alkalmazása esetén tételes számítás helyett a következő pontokban közölt tájékoztató adatok használhatók. Részletes eljárás alkalmazása esetén minősítési iratokon alapuló teljesítménytényező (hatásfok) adatok alkalmazhatók, a veszteségek és a segédenergia igény (elosztó vezetékek hővesztesége, szivattyúk villamos energiafogyasztása...) a szakma szabályai szerint számítandók.

5.1.5. Központi fűtések hőtermelőinek teljesítménytényezői és segédenergia igénye

A teljesítménytényező meghatározásához azt az alapterületet kell figyelembe venni, amelynek fűtésére az adott berendezés szolgál. Erre különösen olyan társasházaknál kell figyelni, ahol lakásonként vannak hőtermelők beépítve.

A táblázatban szereplő értékek $\alpha_k = 1$ lefedési arány mellett készültek (tehát minden fűtési rendszer csak egy forrásból van táplálva..

Távfűtés

Távfűtés esetén a teljesítménytényező $C_k = 1,01$, a villamos segédenergia igény 0.

A folyékony és gáznemű tüzelőanyagokkal üzemelő hőtermelők teljesítménytényezői és villamos segédenergia igénye

5.4. táblázat. A fűtött téren **kívül** elhelyezett kazánok teljesítménytényezői C_k és segédenergia igénye $q_{k,v}$

Alap-terület A_N [m ²]	Teljesítménytényező 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

5.5. táblázat: A fűtött téren **belül** elhelyezett kazánok teljesítménytényezői C_k és segédenergia igénye $q_{k,v}$

Alap-terület A_N [m ²]	Teljesítménytényező C_k [-]			Segédenergia $q_{k,v}$ [kWh/m ² a]
	Állandó hőmérsékletű kazán	Alacsony hőmérsékletű kazán	Kondenzációs kazán	
100	1,30	1,08	1,01	0,79
150	1,24			0,66
200	1,21			0,58
300	1,18			0,48
500	1,15			0,38

5.6. táblázat: Elektromos üzemű hőszivattyúk C_k teljesítménytényezője

Hőforrás / Fűtőközeg	Fűtővíz hőmérséklete	Teljesítménytényező C_k [-]
Víz/Víz	55/45	0,23
	35/28	0,19
Talajhő/Víz	55/45	0,27
	35/28	0,23
Levegő/Víz	55/45	0,37
	35/28	0,30
Távozó levegő/Víz	55/45	0,30
	35/28	0,24

5.7. táblázat: Szilárd- és biomasszatüzelés C_k [-] teljesítménytényezője

Szilárd tüzelésű kazán	Fatüzelésű kazán	Pellet tüzelésű kazán
1,85	1,75	1,49

5.8.. táblázat: Szilárd- és biomasszatüzelés $q_{k,v}$ segédenergia igénye

Alap-terület A_N [m ²]	Szilárd-tüzelésű 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

5.1.6. A hőelosztás veszteségei

5.9. táblázat. A hőelosztás fajlagos veszteségei $q_{f,v}$ az alapterület és a rendszer méretezési hőfoklépcső függvényében. Vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren kívül.

Alap- terület 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
750	4,6	3,4	2,5	1,1
1000	4,3	3,1	2,3	1,0
1500	3,9	2,9	2,1	0,9
2500	3,7	2,7	1,9	0,8
5000	3,4	2,5	1,8	0,8
10000	3,3	2,4	1,8	0,7

A közölt tájékoztató adatok átlagosan jól hőszigetelt elosztó hálózatokra vonatkoznak.

5.10. táblázat: A hőelosztás fajlagos vesztesége $q_{f,v}$ az alapterület és a rendszer méretezési hőfoklépcső függvényében. Vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren **belül**.

Alap- terület A_N [m ²]	A hőelosztás veszteségei $q_{f,v}$ [kWh/m ² a] Vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren belül			
	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C
100	4,1	2,9	2,1	0,7
150	3,6	2,5	1,8	0,6
200	3,3	2,3	1,6	0,6
300	3,0	2,1	1,5	0,5
500	2,8	2,0	1,4	0,5
750	2,7	1,9	1,3	0,5
1000	2,6	1,8	1,3	0,5
1500	2,5	1,8	1,3	0,4
2500	2,5	1,8	1,2	0,4
5000	2,5	1,7	1,2	0,4
10000	2,4	1,7	1,2	0,4

A hőelosztás segédenergia igénye

Az elektromos segédenergia igény az épület alapterület, a rendszer méretezési hőfoklépcső és további befolyásoló tényezők függvényében van megadva. A vezetékrendszer alatt az elosztó vezetékek (vízszintes vezetékek), strangok (függőleges vezetékek) és bekötővezetékek értendők.

5.11. táblázat: *Fajlagos villamos segédenergia igény E_{FSz} [[kWh/m²a] 20, 15, 10 és 7 K hőfoklépcső esetén*

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

Eltérő méretezési hőfoklépcső esetén a közelebb eső szomszédos táblázati értékkel kell számolni.

5.1.7. *A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek*

5.11. táblázat: *A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek $q_{f,h}$*

Rendszer	Szabályozás	$q_{f,h}$ [kWh/m ² a]	Megjegyzések
Vízfűtés Kétsőves 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
Egysőves 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	

Az elektromos segédenergia igény 0 kWh/m²a értékkel számolható, ha a hőleadásnál nincs szükség ventilátorra.

5.1.8. A hőtárolás veszteségei és segédenergia igény

5.12.. táblázat: Hőtárolás fajlagos energiaigénye $q_{f,t}$ és segédenergia igénye E_{FT}

Alap- terület A_N [m ²]	Fajlagos energiaigény $q_{f,t}$ [kWh/m ² a]				Segéd- energia igény [kWh/m ² a]
	Elhelyezés a fűtött térben		Elhelyezés a fűtött téren kívül		
	55/45°C	35/28°C	55/45°C	35/28°C	
100	0,3	0,1	2,6	1,4	0,63
150	0,2		1,9	1,0	0,43
200	0,2		1,5	0,8	0,34
300	0,1	0,0	1,1	0,6	0,24
500			0,7	0,4	0,16
750			0,5	0,3	0,12
1000	0,0		0,4	0,2	0,10
1500			0,3	0,2	0,08
2500			0,2	0,1	0,07
5000		0,2	0,1	0,06	
10000			0,2	0,1	0,05

Szilárdtüzelésű vagy biomassza tüzelésű rendszer tárolóinál a 8.10. táblázatban szereplő fajlagos energiaigény értékeket 2,6 szorzótényezővel meg kell szorozni. A segédenergia igény értékei változtatás nélkül felhasználhatóak.

5.1.9. Egyedi fűtések

5.13. táblázat: Egyéb berendezések C_k teljesítménytényezője

Hőforrás / Fűtőközeg	Teljesítménytényező C_k [-]
Elektromos hőszugárzó	1,0
Elektromos hőtárolós kályha	1,0
Gázkonvektor	1,40
Cserépkályha	1,60
Kandalló	1,80
Egyedi fűtés kályhával	1,90

Elektromos üzemű hőtárolós kályhánál a ventilátor energiája a hőátadás fajlagos energiájába bele van számítva.

5.14. táblázat: A hőleadás veszteségei, $q_{f,h}$ (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Rendszer	Szabályozás	$q_{f,h}$ kWh/m ² a	Megjegyzések
Egyedi fűtések Gázkonvektor	Szabályozó termosztáttal Szabályozás nélkül	5,5	
Egyedi kályha Kandalló	Szabályozás nélkül Szabályozás nélkül	15,0 10,0	
Elektromos fűtések			
• Hősugárzó	Szabályozás nélkül Szabályozó termosztáttal	5,5 0,7	
• Hőtárolós kályha	Szabályozó termosztáttal	4,4	

5.2. A melegvízellátás primer energia igénye

5.2.1. A melegvízellátás primer energiaigénye

A melegvízellátás primer energiaigénye a következő összefüggéssel számítható

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_K) e_v \quad (5.9.)$$

Az összefüggésben az első zárójelben a melegvízellátás nettó hőigénye, az elosztás és a tárolás hővesztesége szerepel. Ezt a hőtermelő teljesítménytényezőjével (a hatásfok reciproka) és a tüzelőanyag primer energiatartalmával szorozzuk. A második tagban azért van szorzatösszeg, mert adott esetben a melegvízellátó rendszer több forrásról van táplálva (például szoláris és villamos) – ilyen esetben meg kell adni, melyiknek mekkora a részesedése az éves igények fedezésében (α) és természetesen mindegyik forrás esetében a megfelelő teljesítménytényezőt és primer energiatartalmat kell figyelembe venni.

A melegvízellátási rendszernek lehet villamos segédenergia igénye is, akár a hőtermelőnél, akár a keringtetés céljára – ezek szerepelnek az utolsó zárójelben, szorozva a villamos áram primer energiaátalakítási tényezőjével.

Egyszerűsített módszer alkalmazása esetén tételes számítás helyett a következő pontokban közölt tájékoztató adatok használhatók.

Részletes eljárás alkalmazása esetén minősítési iratokban megadott teljesítménytényező (hatásfok) adatok alkalmazhatók, a veszteségek és a segédenergiaigény (elosztó vezetékek hővesztesége, szivattyúk villamos energiafogyasztása...) a szakma szabályai szerint számítandók.

5.2.2. A melegvíztermelés teljesítménytényezői és fajlagos segédenergia igénye

5.15.. táblázat: Kazánüzemű HMV készítés C_K teljesítménytényezője és fajlagos segédenergia igénye

Alap-terület A_N [m ²]	Teljesítménytényező					Segédenergia	
	Állandó hóm. kazán (olaj és gáz)	Alacsony hóm. kazán	Konden-zációs kazán	Kombi-kazán ÁF/KT*	Kondenzációs kombikazán ÁF/KT*	Kombi-kazán	Más kazánok
	C_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

* AF: fűtőkazán integrált HMV készítéssel, hőcserélő átfolyós üzemmódban $V < 2$ l

* KT: fűtőkazán integrált HMV készítéssel, hőcserélő kis tárolóval $2 < V < 10$ l

5.16. táblázat. Elektromos üzemű HMV készítés C_K teljesítménytényezője

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

5.17. táblázat: Egyéb HMV készítő rendszerek C_K teljesítménytényezője és villamos segédenergia igénye

Rendszer	Teljesítménytényező	Segédenergia
	C_K [-]	[kWh/m ² a]
Távfűtés	1,14	0,40
Gázüzemű bojler	1,22	0
Átfolyós gáz-vízmelegítő	1,30	0
Szilárdtüzelésű fürdőhenger	2,00	0

5.2.3. A melegvítárolás fajlagos vesztesége

5.18. táblázat: A melegvítárolás $q_{HMV,t}$ fajlagos vesztesége

Alap-terület A_N [m ²]	A tárolás hővesztesége a nettó melegvízkészítési hőigény százalékában			
	A tároló a fűtött légtéren belül			
	Indirekt fűtésű tároló	Csúcson kívüli árammal működő elektromos bojler	Nappali árammal működő elektromos bojler	Gázüzemű 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

5.19. táblázat (folytatás): A melegvítárolás $q_{HMV,t}$ fajlagos vesztesége

Alap-terület 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

5.2.4. A melegvíz elosztás veszteségei

5.20. táblázat: A melegvíz elosztó és cirkulációs vezeték fajlagos energiaigénye $q_{HMV,v}$

Alap-terület 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		
>1000	13	12		

5.2.5. A cirkulációs vezeték fajlagos segédenergia igénye

5.21. táblázat. A cirkulációs vezeték E_c fajlagos segédenergia igénye

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

5.3. A szellőzési rendszerek primer energia igénye

5.3.1. A légtechnikai rendszer primer energiaigénye

A légcserét és esetleg a levegő melegítését is szolgáló szellőzési rendszerek fajlagos primer energia igénye

$$E_{LT} = \left\{ Q_{LT,n} (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v} \right\} C_k e_{LT} + (E_{VENT} + E_{LT,s}) e_v \frac{1}{A_N} \quad [kWh/m^2a] \quad (5.10.)$$

Az egyenlet jobboldalán két tag összege látható. Az első tag csak abban az esetben játszik szerepet, ha a légtechnikai rendszerben a levegőt felmelegítjük, ugyanis az első tag a rendszer hőenergia igényét fejezi ki.

A zárójelen belül elsőként a levegő felmelegítésének nettó hőigénye szerepel. Erre a későbbiekben található összefüggés.

A nettó hőigény korrekciós szorzója a teljesítmény és az igény pontatlan illesztéséből, azaz a szabályozás tökéletlenségéből származó veszteséget fejezi ki. Az első zárójelen belüli második tag a légcsatorna hővesztesége, ezt elegendő a fűtetlen térben haladó szakaszra számolni, ha a hőmérsékletkülönbség ezt indokolja.

Az első zárójeles tag szorzója a hőellátásra használt energiahordozó primer energiatartalma.

Primer energiatartalom tekintetében

- a fűtési rendszer energiahordozójának primer energiatartalma mérvadó, ha a légtechnikai és a fűtési rendszer energiaellátása azonos forrásról történik,
- a légtechnikai rendszerben használt energiahordozó a mértékadó egyéb esetben.

A hőtermelők teljesítménytényezőjét és a primer energia átalakítási tényezőket a fűtésnél megadott módon kell felvenni.

A második zárójelben a levegő keringtetésének és a rendszerben lévő esetleges további berendezéseknek a villamos energiaigénye szerepel, a villamos energia primer energiaátalakítási tényezőjével szorozva.

A fajlagos érték számításához az energiaigényt a hasznos szinterülettel osztjuk.

Egy épületben több egymástól független légtechnikai rendszer lehet. Minden légtechnikai rendszer fajlagos primer energia igénye külön számítandó, és azokat a végén kell összegezni és az alapterülettel elosztani.

Egyszerűsített módszer alkalmazása esetén tételes számítás helyett a következő pontokban közölt tájékoztató adatok és összefüggések használhatók.

5.3.2. A légtechnikai rendszerek ventilátorainak villamos energia igénye

A rendszerekbe épített ventilátorok villamos energiaigényét az alábbi összefüggéssel lehet meghatározni:

$$E_{VENT} = \frac{V_{LT} \cdot \Delta p_{LT}}{3600 \eta_{vent}} Z_{a,LT} \quad (5.11.)$$

A ventilátor összhatásfoka magában foglalja a ventilátor, a hajtás és a motor veszteségeit. Értéke pontosabb adat hiányában az alábbi táblázat szerint vehető fel:

5.22. táblázat: Ventilátorok összhatásfoka η_{vent}

	Ventilátor térfogatárama V_{LT} [m ³ /h]	Ventilátor összhatásfoka η_{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

Ha az épületben több ventilátor/légtechnikai rendszer üzemel, azok fogyasztását összegezni kell.

5.3.3. A légtechnikai rendszer nettó éves hőenergia igénye

Amennyiben a légtechnikai rendszerben a levegőt melegítik, annak hőenergia igénye az alábbi összefüggéssel számítandó:

$$Q_{LT,h} = 0,35 V n_{LT} (1 - \eta_r) Z_{LT} (\overline{t_{bef}} - 4) \quad (5.13.)$$

Az összefüggésben Z_{LT} a légtechnikai rendszer üzemóráinak száma a fűtési idényben osztva ezerrel (a W/kW átszámítás miatt) Az utolsó zárójelben az átlagos befűvási hőmérséklet és a fűtési idény (kerekített) átlagos külső hőmérséklete szerepel.

5.3.4. A légtechnikai rendszer veszteségei

5.23. táblázat: A teljesítmény és az igény illesztésének pontatlansága miatti veszteség a nettó hőigény százalékában $f_{LT,sz}$

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

Levegő elosztás hővesztesége $Q_{LT,v}$

Ha a szállított levegő hőmérséklete a környezeti hőmérsékletnél 15 K-nél magasabb, akkor a befűvő hálózat hővesztesége az alábbi összefüggésekkel számítható:

- kör keresztmetszetű légszatórna hővesztesége hosszegységre vonatkoztatva

$$Q_{LTv} = U_{kör} l_v (t_{l,köz} - t_{i,átl}) f_v Z_{LT} \quad (5.14.)$$

- négyszög keresztmetszetű légszatórna hővesztesége felületre vonatkoztatva

$$Q_{LTv} = U_{nsz} 2(a + b) l_v (t_{l,köz} - t_{i,átl}) f_v Z_{LT} \quad (5.15.)$$

5.24. táblázat: Kör keresztmetszetű légszatórnák egységnyi hossza vonatkoztatott hőátbocsátási tényezője $U_{kör}$ [W/mK] a csőátmérő, sebesség és hőszigetelés függvényében

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

5.25.. táblázat: Négyszög keresztmetszetű légszatórnák belső felületre vonatkoztatott hőátbocsátási tényezője U_{nsz} [W/m²K] a sebesség és hőszigetelés függvényében

Áramlási sebesség w_{lev} [m/s]	Szigetelés vastagsága [mm]									
	0	10	20	30	40	50	60	80	100	
1	2,60	1,60	1,16	0,91	0,75	0,64	0,55	0,44	0,36	
2	3,69	1,95	1,33	1,01	0,82	0,68	0,69	0,46	0,38	
3	4,40	2,12	1,41	1,05	0,84	0,70	0,60	0,47	0,39	
4	4,90	2,23	1,45	1,08	0,86	0,72	0,61	0,48	0,39	
5	5,29	2,30	1,48	1,10	0,87	0,72	0,62	0,48	0,39	
6	5,60	2,36	1,51	1,11	0,88	0,73	0,62	0,48	0,39	

A légszatórna f_v veszteségtényezője fűtetlen téren kívül haladó légszatórna esetén $f_v = 1$, fűtött térben haladó vezetékknél $f_v = 0,15$ értékkel számítható.

5.3.5. A légtechnikai rendszer villamos segédenergia fogyasztása

Az $E_{LT,v}$ villamos segédenergia igény számításához az átadás, elosztás és hőtermelés igényeit kell összegezni. Egy légtechnikai rendszer esetében jellemzően csak a hőtermelő és hővisszanyerő működtetéséhez szükséges segédenergia, esetleg a helyiségenkénti szabályozás, vagy a befűvőszerkezethez tartozó ventilátor segédenergia igényét kell fedezni. A segédenergia igény alapvetően a rendszer kialakításnak és alkalmazott berendezésnek a függvénye, ezért azt a rendszer ismeretében kell meghatározni. A segédenergia igény $E_{LT,v}$ mértékegysége kWh/a. Ha

az épületben több rendszer van, akkor ezek fajlagos segédenergia igényét összegezni kell. E tételben vehető figyelembe az esetleges villamos árammal történő fagyvédelmi fűtés is.

A berendezések segédenergia igénye a következő összefüggéssel számítható:

$$E_{LT,s} = \sum E_{LT,sj} \quad kWh/m^2a \quad (5.16.)$$

5.4. A gépi hűtés fajlagos éves primer energiafogyasztása

A gépi hűtés fajlagos éves primer energiafogyasztása a bruttó energiafogyasztásból számítandó:

$$E_{hű} = \frac{Q_{hű} e_{hű}}{A_N} \quad [kWh/m^2a] \quad (5.17.)$$

A beépítendő teljesítményre és az üzemidőre nem adható általánosan használható összefüggés, mert a követelmények az épület egészére vonatkoznak, a hűtési hőterhelés számítása viszont csak helyiségenként vagy zónánként végezhető.

A mesterséges hűtés átlagos teljesítményét és évi üzemóráinak számát vagy a beépített teljesítmény és a csúskihasználási óraszámot a tervező adja meg.

A nettó hűtési energiaigény előzetes becslésére a következő közelítés alkalmazható:

$$Q_{hű} = 24 \cdot n_{hű} \cdot (\sum A_N q_b + Q_{sdnyár}) \quad (5.18.)$$

ahol $n_{hű}$ azoknak a napoknak a száma, amelyre teljesül a

$$\bar{t}_e \geq 26 - \Delta t_{bnyár} \quad (5.19.)$$

feltétel.

A hűtőgép villamos vagy hőenergia fogyasztását teljesítménytényezőik (COP) alapján, a szállítás és szabályozás veszteségeit a 10. fejezet szerint lehet meghatározni.

5.5. A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása

A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása:

$$E_{vil} = E_{vil,n} e_{vil} \nu \quad [kWh/m^2a] \quad (5.20.)$$

Néhány rendeltetés esetére a beépített világítás fajlagos energia igényére vonatkozó tervezési adatokat az 5.1 táblázat tartalmazza.

5.6. Az épület energetikai rendszereiből származó nyereségáramok

Az épület saját energetikai rendszereiből származó, az épületben fel nem használt és más fogyasztóknak átadott (fotovoltaikus vagy motorikus áramfejlesztésből származó elektromos, aktív szoláris rendszerből származó hő) energia az épületben felhasznált primer energia összegéből levonható.

Adott esetben például a szoláris rendszerből származó hőenergiát a használati melegvízellátó rendszerben hasznosítjuk. Ekkor az ott került beszámításra: a melegvízellátás hőigényének valamekkora hányadát a szoláris rendszerrel fedezzük (és az összefüggésekben a megújuló energia zéró primer energiataralmával kedvező energetikai minőséget igazolhatunk). Hasonló a helyzet, ha egy gázmotoros kapcsolt energia termelésből vagy fotovoltaikus rendszerből származó villamos áramot az saját épületünk rendszereiben használunk fel. (Ez a megújuló energia hasznosítás is a saját épület primer energia igényét csökkenti a kedvező primer energia átalakítási tényezők révén.)

A levonás arra az esetre vonatkozik, amikor ilyen rendszerből több energia származik, mint amennyit a saját épületben hasznosítani tudunk és a fölösleget „eladjuk” az országos hálózatnak vagy más épületeknek.

5.7. Az összesített energetikai jellemző számítása

Az összesített energetikai jellemző az épületgépészeti és világítási rendszerek primer energiafogyasztása összegének egységnyi fűtött alapterületre vetített értéke. Ezt kell összevetni a követelményértékkel.

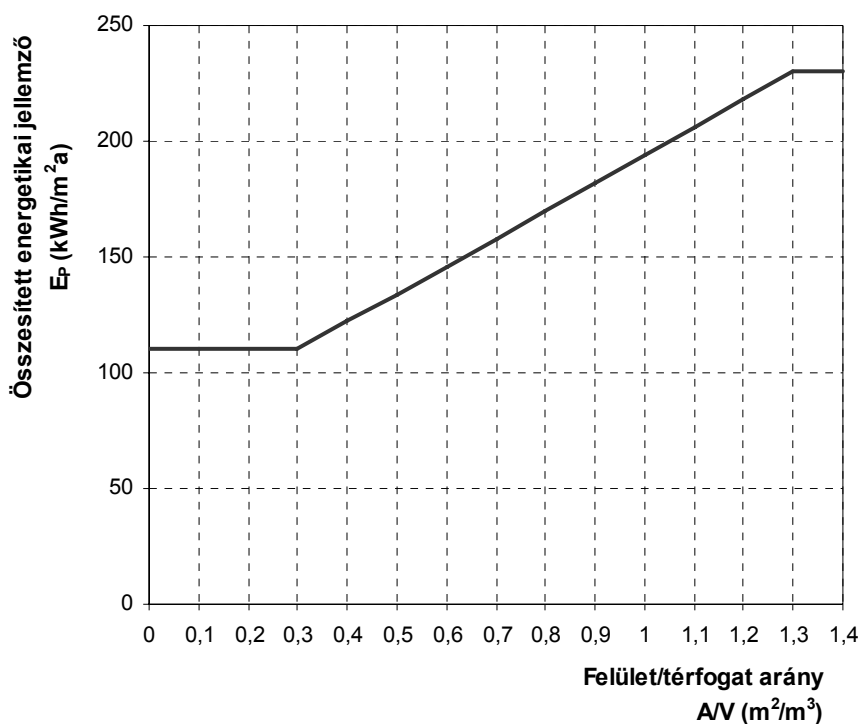
5.8. Az összesített energetikai jellemző követelményértéke

Lakó- és szállásjellegű épületek

Lakó- és szállásjellegű épületek összesített energetikai jellemzőjének megengedett legnagyobb értéke a következő összefüggéssel számítandó:

$A/V \leq 0,3$	$E_p = 110$	$\text{kWh/m}^2\text{a}$
$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$E_p = 74 + 120 \cdot (A/V)$	$\text{kWh/m}^2\text{a}$
$A/V \geq 1,3$	$E_p = 230$	$\text{kWh/m}^2\text{a}$

A fenti összefüggéssel megadott értékek az 5.3. ábrából is leolvashatók.



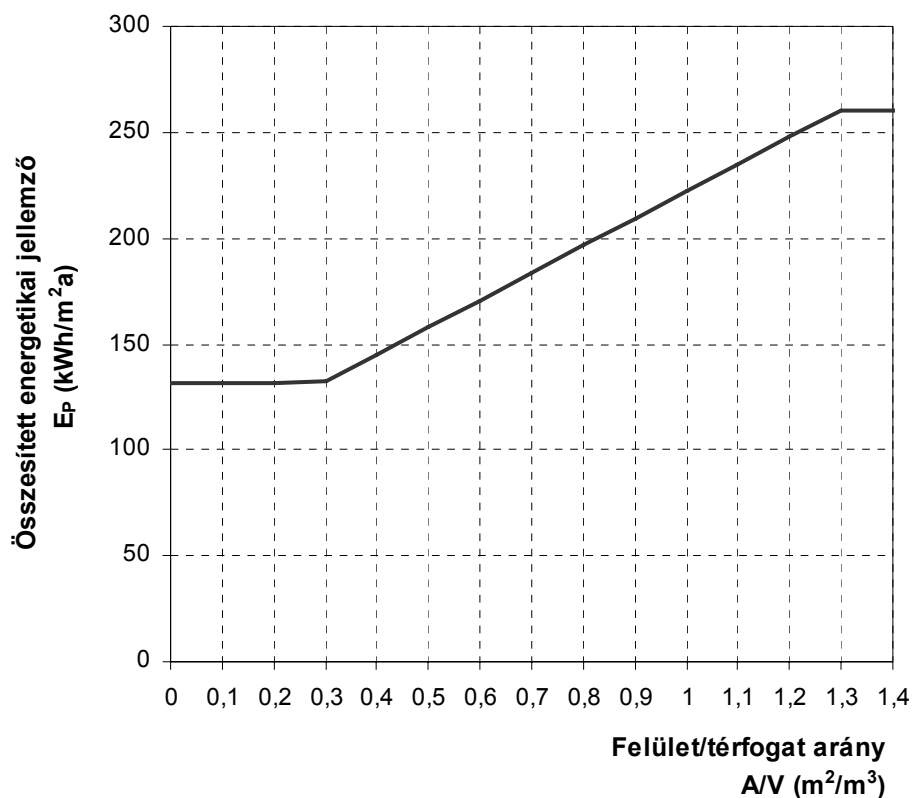
5.3. ábra: Lakó- és szállásjellegű épületek összesített energetikai jellemzőjének követelményértéke (nem tartalmaz világítási energia igényt)

Irodaépületek

Az irodaépületek (egyszerűbb középületek) összesített energetikai jellemzőjének megengedett legnagyobb értéke a következő összefüggéssel számítandó:

$A/V \leq 0,3$	$E_p = 132$	$\text{kWh/m}^2\text{a}$
$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$E_p = 94 + 128 \cdot (A/V)$	$\text{kWh/m}^2\text{a}$
$A/V \geq 1,3$	$E_p = 260$	$\text{kWh/m}^2\text{a}$

A fenti összefüggéssel megadott értékek az 5.4. ábrából is leolvashatók.



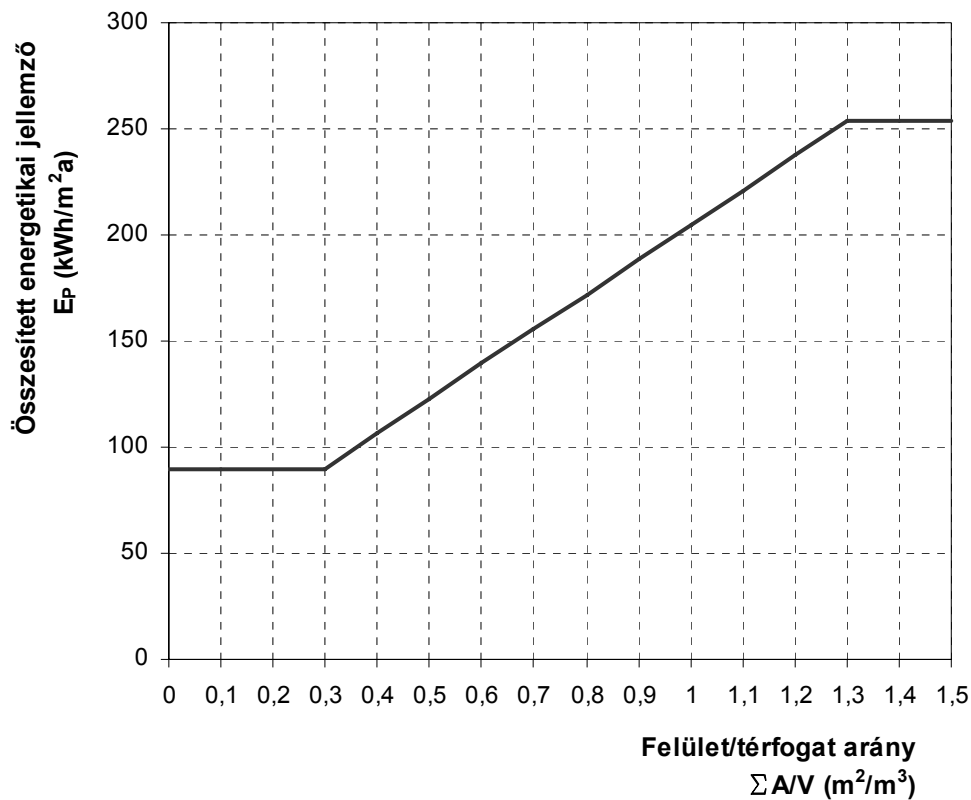
5.4. ábra: Irodaépületek összesített energetikai jellemzőjének követelményértéke (világítási energia igényt is beleértve)

Oktatási épületek

Az oktatási épületek összesített energetikai jellemzőjének megengedett legnagyobb értéke a következő összefüggéssel számítandó:

$A/V \leq 0,3$	$E_p = 90$	kWh/m ² a
$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$E_p = 40,8 + 164 \cdot (A/V)$	kWh/m ² a
$A/V \geq 1,3$	$E_p = 254$	kWh/m ² a

A fenti összefüggéssel megadott értékek a 5.5. ábrából is leolvashatók.



5.5. ábra: Oktatási épületek összesített energetikai jellemzőjének követelményértéke (világítási energia igényt is beleértve)

Számos olyan eset van, amikor az épület használatától függő energiaigények nem számíthatók statisztikai alapon meghatározott, „standardizált” bemenő adatokkal. A légszűrés, melegvíz, stb. igényeken kívül olyan alapvető adatokról is szó van, mint a használat ideje (pl. egy étterem nyitvatartásának napi és heti menetrendje). Nem ritka az sem, hogy egy épületen belül különböző rendeltetésű helyiségcsoportok vannak (pl. egy szállodában konyha, étterem, uszoda, kondicionáló terem, konferencia terem...), mindegyik sajátos használati idővel és igényekkel.

Természetesen nem lehet annyiféle fajlagos primer energiaigény követelmény függvényt „előregyártani”, amely minden esetet lefedne és amelyek egyikét bármelyik épületre alkalmazni lehetne. Ezekben az esetekben a „követelményérték” – amely egyszersmind a tanúsításnál a minősítés alapja is – a tervező (tanúsító) saját maga határozza meg. Az eljárás nem szokatlan: számos nemzeti szabályozásban szerepel a „notional” vagy referencia épület fogalma és hasonló gondolatmenet alapján történő alkalmazása.

Az eljárás lényege a következő:

Feltételezzük, hogy a fajlagos hővesztésgtényező értéke a felület/térfogat viszony függvényében megadott követelményérték és az éghajlati adatok a mellékletben megadottaknak felelnek meg.

A nettó igényeket a vonatkozó szabályozási iratok, ilyenek hiányában a szakma szabályai szerint állapítjuk meg. Ezek a nettó igények a következők:

- használati idő,
- belső hőmérséklet,
- a légszűrés szám az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, technológia, stb.) alapján a szakma szabályai szerint számított szükséges érték,
- a belső hőterhelés az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, technológia, stb.) alapján a szakma szabályai szerint számított érték,
- a világítási energiaigény az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, technológia, stb.) alapján a szakma szabályai szerint számított szükséges érték,
- a használati melegvízellátás energiaigénye az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, stb.) alapján a szakma szabályai szerint számított szükséges érték.

A nettó igények között vannak olyanok, amelyek az épülettől is függenek. Ezek természetesen kötődnek ahhoz a kiinduló feltételezéshez, hogy az épület pontosan kielégíti a fajlagos hővesztésgtényezőre vonatkozó követelményértéket – ez nyilván befolyásolja a nettó fűtési hőigényt. A nettó fűtési hőigény azonban függ a használat üzemidejétől, a légtechnikai rendszer (ha alkalmazása indokolt) működési módjától is.

A nettó igények másik csoportjába olyan adatok tartoznak, amelyek az épülettől magától nem függenek, csak annak rendeltetésétől, a használói magatartástól. Ilyen a használati melegvíz igény és (bizonyos közelítéssel) a világítás.

Ezen nettó igényeket „bruttósítjuk”. Annak érdekében, hogy mindenki, aki a szakma szabályai szerint jár el, lehetőleg ugyanazt az eredményt kapja, ehhez egy nem túl bonyolult „standard” épületgépészeti rendszert tételezünk fel, amelyet a következők jellemeznek:

- a fűtési rendszer hőtermelőjének helye (fűtött téren belül, vagy kívül) adottságként veendő
- a feltételezett energiahordozó földgáz,
- a feltételezett hőtermelő alacsony hőmérsékletű kazán,
- a feltételezett szabályozás termosztatikus szelep 2K arányossági sávval,
- a fűtési rendszerben tároló nincs,
- a vezetékek nyomvonala a ténylegessel megegyező (az elosztó vezeték fűtött téren belül, vagy kívül való vezetése),

- a vezetékek hőveszteségének számításakor a 70/55 °C hőfoklépcsőhöz tartozó vezeték veszteségét kell alapul venni,
- a szivattyú fordulatszám szabályozású,
- a melegvízellátás hőtermelője földgáztüzelésű alacsony hőmérsékletű kazán,
- a vezetékek nyomvonala a ténylegessel megegyező,
- 500 m² hasznos alapterület felett cirkulációs rendszer van,
- a tároló helye adottság (fűtött téren belül, vagy kívül),
- a tároló indirekt fűtésű,
- a gépi szellőzéssel befűjt levegő hőmérséklete a helyiség hőmérséklettel egyező, a léghevítőt az alacsony hőmérsékletű, földgáz tüzelésű kazánról táplálják,
- a légszűrő hőszigetelése 20 mm vastag

A gépi hűtés számításait az 5.4 fejezet szerint kell elvégezni ugyanazokkal a paraméterekkel, mint amilyenekkel a tényleges berendezés rendelkezik.

A számítás során a fejezetben közölt táblázatok, azaz közelítő számítási módszer használható. Ily módon előállítottuk a követelményértéket.

Ezek után a tanúsítás – besorolás gondolatmenete a következő:

Tekintsük a tényleges épületet tényleges határoló és nyílászáró szerkezeteivel és számítsuk ki annak fajlagos hőveszteségtényezőjét. Tetszés szerint választható egyszerűsített vagy részletes eljárás (mint más esetekben is – kétségtelen, hogy ezzel a besorolás befolyásolható). Ez a számított fajlagos hőveszteségtényező valószínűleg nem lesz azonos a követelményértékkel. Emiatt a nettó igények közül a nettó fűtési hőigény értéke is módosul, hiszen az épületfüggő. A légszűrőt, az esetleges légtechnikai rendszer üzemidejét, a belső hőterhelést azonban nem módosítjuk, hiszen a használók számától, a használat időbeli lefutásától függő tételekről van szó.

Értelemszerűen nem módosítjuk a használati melegvízellátás és a világítás nettó energiaigényét, hiszen ezek a használat módjától függenek.

Ezek után a tényleges épületgépészeti rendszer adatait figyelembe véve a nettó igényeket „felbruttósítjuk”. Ennek során akár a fejezetben közölt táblázatokat használva közelítő módszert alkalmazhatunk vagy - ha a tényleges adatok ismertek – akkor azokkal számolunk. Az eredmény a „standard” esettől mindkét irányban eltérhet. Jobb eredményt kapunk nyilvánvalóan akkor, ha a valós épület és/vagy gépészeti rendszer jobb, de jobb eredményt akkor is kaphatunk, ha az épületben alacsony primer energiatartalmú tüzelőanyagot (pl. fát) használnak fűtésre és melegvíztermelésre. A besorolás alapja a tényleges helyzetre és a „standard” esetre kapott végeredmények hányadosa.

5.9. A primer energia „váltószámok”

Primer energia átalakítási tényezők.

Energia	e
elektromos áram	2,50
csúcson kívüli elektromos áram	1,80
földgáz	1,00
tüzelőolaj	1,00
szén	0,95
fűtőművi távfűtés	1,20
távfűtés kapcsolt energiatermelés	1,12
tűzifa, biomassa	0,60
megújuló	0,00

Félreértések elkerülése végett a következőket kell megjegyezni:

A fenti számokat országos szinten és évente minisztériumi háttérintézmény állapítja meg: a közölt értékek 2010-ig használandó, a közelmúlt adatain alapuló előrejelzésnek tekintendők. Az elektromos áram primer energiatartalma az úgynevezett „áram-mix”-ből származik, vagyis abból, hogy az országos fogyasztást milyen erőművekből fedezik. Az éjszakai áram váltószáma ehhez viszonyítva torzított a tárolós üzemű készülékek preferálása, tehát a csúcsterhelés mérséklése végett. Az adatok *nem arányokat* fejeznek ki!

6. AZ ALTERNATÍV ENERGIAELLÁTÁS MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI ELEMZÉSE

6.1. A rendelet hatálya

A 7/2006 TNM rendelet 4. melléklete a Direktívában tételesen megfogalmazott követelményt tartalmazza, amely szerint minden 1000 m²-nél nagyobb hasznos alapterületű új épület esetében meg kell vizsgálni azt, hogy célszerű-e az épület energiaellátását valamilyen, a környezetterhelés és az energiagazdálkodás szempontjából preferált alternatív forrásból biztosítani. A direktíva tételesen fel is sorolja ezeket az alternatív megoldásokat a következők szerint:

- megújuló energiaforrásokat használó decentralizált rendszerek;
- kapcsolt hő- és villamos energiatermelés;
- tömb- és távfűtés/hűtés;
- hőszivattyú.

Az első csoportba a szoláris rendszerek és a biomassza tüzelés tartoznak.

A célszerűség kritériumait a direktíva tételesen nem fogalmazza meg. Természetesen a célszerűségről dönteni leginkább a megtérülési idő alapján lehet, de erről sem tartalmaz a Direktíva részleteket, nyitva marad a számítás módja (egyszerű megtérülési idő, diszkontálás, ...stb.), a költségadatok származtatása.

Az eredeti szándék nyilvánvalóan az, hogy amennyiben az alternatív források alkalmazása célszerű, akkor azok alkalmazását kötelezőnek kell tekinteni.

Egyes tagállamokban, ahol a nemzeti szabályozásban ez az előírás már hatályban van, a célszerűség (és ezzel a kötelező alkalmazás) feltétele a számszerűen előírt megtérülési idő.

A hazai szabályozásban a 4. melléklet szerinti vizsgálat három részből áll:

- az alternatív energiaellátás alkalmazási lehetőségének vizsgálata,
- az alternatív energiaellátás célszerűségének vizsgálata az összesített energetikai jellemző alapján,
- az alternatív energiaellátás célszerűségének vizsgálata gazdaságossági szempontból.

Természetesen a fenti sorrend szerinti második lépésre csak akkor kerül sor, ha az első lépés eredménye pozitív. Ugyanez vonatkozik a harmadik lépésre is, amelyre csak akkor kerül sor, ha a második lépés eredménye pozitív.

Az első és a második lépés műszaki tartalmú kérdésekre vonatkozik és kellő szabatossággal előírásra is került. A harmadik lépést illetően a szabályozás csak általánosságokat tartalmaz: nyilvánvaló, hogy bizonytalan gazdasági helyzetben a megtérülési időt vagy akár csak az annak számításához szükséges leszámítolási kamatlábat számszerűen elég kockázatos lett volna előírásban rögzíteni. Valószínűsíthető, hogy az engedélyezési eljárások során a tervező által felvett adatokkal számított megtérülési idő lesz néhány évig az elbírálás alapja,- ennek természetesen csak akkor van jelentősége, ha az első két lépés eredménye pozitív és a tervező mégsem alternatív energiaellátást akar alkalmazni.

6.2. A műszaki-környezeti feltételek vizsgálata

6.2.1. A napsugárzás energiájának hasznosítását illetően a következő feltételeket kell megvizsgálni:

- az épületnek van-e energiagyűjtő elemek elhelyezésére alkalmas, elegendő területű, tájolású és dőlésszögű határoló felülete;
- e határoló felületek szerkezete, felületképzése energiagyűjtő elemek rögzítésére avagy azokkal való szerkezeti és funkcionális integrálására alkalmas-e;
- e határoló felületek benapozását a környező terepalakulatok, növényzet, épületek (beleértve a tervezett beépítést is) akadályozzák-e.

Amennyiben az előző szempontok alapján az energiagyűjtő elemek elhelyezése és benapozottsága lehetséges, illetve biztosított, akkor a következő kérdéseket kell megvizsgálni:

- ha a szoláris rendszer használati melegvízellátásra vagy fűtésre szolgál, annak kiegészítő hőellátása milyen energiahordozóval biztosítható és a lefedési arányok alapján számított fajlagos primer energiaigény mekkora;
- ha a szoláris rendszer hűtési célra szolgál, akkor annak villamos segédenergia igénye mekkora;
- ha a szoláris rendszer elektromos energiaellátásra szolgál akkor a termelt energia teljes egészében az épületben szigetüzemben hasznosítható-e;
- ha a szoláris rendszer elektromos energiaellátásra szolgál és nem szigetüzemben működik, akkor a hálózatra való csatlakozás feltételei adottak-e.

6.2.2. A biomassza alapú alternatív energiaellátást illetően a következő feltételeket kell megvizsgálni:

- a tüzelőanyag szállítási távolsága mekkora;
- a szükséges teljesítményű hőtermelő berendezés beszerezhető-e, üzemeltetése milyen mértékben automatizált illetve milyen személyi kiszolgálást igényel;
- az épületben vagy a telekhatáron belül a szükséges tüzelőanyag tároló terület biztosítható-e.

A heti rendszerességű vagy annál gyakoribb személyi kiszolgálási igény az ilyen rendszer alkalmazásának kizárását megalapozó indokként elfogadható. Nyilván egy kisebb épület esetében sem az nem tételezhető fel, hogy „laikusok” végzik a kazán kiszolgálását, sem az nem várható el, hogy az üzemeltetésre személyzetet alkalmazzanak. Természetesen ha az építető számára a kiszolgálás nem okoz gondot, akkor ezzel az indoklással nem kell élni.

Amennyiben az előző szempontok alapján a biomassza alapú alternatív energiaellátás lehetséges, akkor számítandó a rendszer fajlagos primer energiaigénye.

6.2.3. A kapcsolt hő-és villamos energiatermelést illetően a következő feltételeket kell megvizsgálni:

- a kapcsolt hő- és villamos energiatermeléshez milyen energiahordozó áll rendelkezésre;
- a termelt hőenergia mekkora hányada hasznosítható az épületben illetve szükség van-e kiegészítő hőtermelő berendezésre, ha igen, akkor annak a lefedési tényezője mekkora, energiahordozója milyen;
- a termelt villamos energia mekkora hányada hasznosítható az épületben illetve a hálózatra való csatlakozás feltételei adottak-e;
- a szükséges berendezések az épületben elhelyezhetők-e.

Amennyiben az előző szempontok alapján a kapcsolt hő-és villamos energiatermelés lehetséges, akkor számítandó a rendszer fajlagos primer energiaigénye.

6.2.4. A tömb- és távfűtést/hűtést illetően a következő feltételeket kell megvizsgálni:

- milyen távolságban van a telekhatár közelében hálózat, annak és a forrásoldalnak a kapacitása a vizsgált épület ellátására elegendő-e;
- a hőhordozó paraméterei a tervezett fűtési (hűtési) rendszer szempontjából megfelelőek-e.

Amennyiben a távhőellátás lehetséges, akkor számítandó a rendszer fajlagos primer energiaigénye.

6.2.5. A hőszivattyús energiaellátást illetően a következőket kell megvizsgálni:

- milyen forrásoldal jöhet számításba fűtési üzemmódra, elérhető-e a méretezést megalapozó hiteles geológiai adat (adatok hiánya esetén biztonságos – kedvezőtlen helyzetet feltételező – becslés alkalmazható);
- szükség van-e kiegészítő hőtermelő berendezésre és amennyiben igen, akkor milyenek a lefedési arányok;
- a kiegészítő hőellátás milyen energiahordozóval biztosítható és a lefedési arányok alapján számított fajlagos primer energiaigény mekkora.

6.2.6. Valamennyi előbb felsorolt esetben az alternatív energiaellátást műszaki-környezeti szempontból célszerűnek kell minősíteni, ha a vizsgált alternatív energiaellátási megoldás(ok) alkalmazása esetén az épület fajlagos primer energiaigénye kisebb, mint a tervező által választott megoldásé.

Általános esetben az összehasonlítás alapja lehet az ugyanazon geometriájú és azonos határoló- és nyílászáró szerkezetekkel, valamint a standard épületgépészeti rendszerekkel kialakított épület fajlagos primer energiaigénye.

A tervező természetesen a „standardnál” jobb épületgépészeti rendszert is tervezhet, a kérdés az, hogy melyik esetben kisebb a fajlagos primer energiaigény (és persze emellett az is, hogy melyik megoldás mennyibe kerül).

6.3. Gazdaságossági vizsgálat

6.3.1. Amennyiben a 6.2.6. szerinti elemzés alapján az alternatív energiaellátás műszaki-környezeti szempontból célszerűnek minősül, akkor annak gazdaságossági célszerűségét a megtérülési idő alapján kell megítélni.

6.3.2. Megállapítandó az alternatív energiaellátás beruházási költsége. A költségbecslés során a vizsgált alternatív energiaellátási módozat valamennyi járulékos költségét (energiatároló, tüzelőtároló, hálózat, konverter, szabályozó, helyigény, épületszerkezet, mélyépítés, műtárgyak, stb.), továbbá nem 100% lefedési arány esetén a kiegészítő rendszer költségeit is figyelembe kell venni.

6.3.3. Megállapítandó a standard épületgépészeti rendszerek vagy a tervezett épületgépészeti rendszerek beruházási költsége.

6.3.4. Számítandó a 6.3.2. és a 6.3.3. alatti beruházási költségek különbsége.

6.3.5. Számítandó az alternatív energiaellátás és a 6.3.3. szerinti épületgépészeti rendszer üzemeltetési költségeinek különbsége.

6.3.6. Az alternatív energiaellátás gazdaságossági szempontból célszerűnek minősítendő, ha a 6.3.4. és 6.3.5. pontok eredményeivel számított megtérülési idő tíz éven belül van.

6.3.7. A gazdaságossági szempontok mellett ajánlott az ellátás biztonságának szempontjait is mérlegelni.

6.4. Mintalap a megvalósíthatósági elemzés eredményeinek dokumentálásához

Az épület azonosító adatai			
A tervező azonosító adatai			
Szoláris rendszerek műszaki-környezeti feltételei			
1	Határoló felületek (m ² , tájolás, dőlés)		
2	A határoló felületek energiagyűjtő elemek elhelyezésére alkalmasak	I	N
3	Benapozás akadálytalan	I	N
4	Ha 2. és 3. I, akkor		
5	HMV és/vagy fűtési energiaigény lefedési aránya		
6	Ha 5, kisebb, mint 100%, a kiegészítő ellátás energiahordozója		
7	Primer energiaigény		
8	szoláris hűtés villamos segédenergia igénye		
9	Fotovoltaikus rendszer szigetüzemben	I	N
10	Fotovoltaikus rendszer hálózatra köthető	I	N
11	Villamos energiaigény lefedési aránya		
12	Villamos fogyasztók primer energiaigénye		
13	Szoláris rendszer műszaki-környezeti szempontból alkalmazható	I	N

A biomassza alapú alternatív energiaellátás műszaki-környezeti feltételei			
1	A tüzelőanyag szállítási távolsága		
2	Hőtermelő beszerezhető	I	N
3	Tüzelőtárolás helyigénye biztosítható	I	N
4	Ha 2. és 3. I, akkor		
5	Kiszolgálási igény gyakorisága		
6	Primer energiaigény		
7	Szoláris rendszer műszaki-környezeti szempontból alkalmazható	I	N

A kapcsolt hő-és villamos energiatermelés műszaki-környezeti feltételei			
1	Rendelkezésre álló energiahordozó		
2	Lefedési arány		
3	Ha 2, kisebb, mint 100%, a kiegészítő ellátás energiahordozója		
4	Villamos energia épületen belül hasznosítható hányada		
5	Hálózatra való csatlakozás feltételei adottak	I	N
6	Berendezések az épületen belül elhelyezhetők	I	N
7	Primer energiaigény		
8	Kapcsolt energiatermelés műszaki-környezeti szempontból alkalmazható	I	N

A tömb- és távfűtés/hűtés műszaki-környezeti feltételei			
1	Hálózat távolsága a telekhatártól		
2	A forrásoldal és a hálózat kapacitása elegendő	I	N
3	A hőhordozó paraméterei megfelelőek	I	N
4	Primer energiaigény		
5	Kapcsolt energiatermelés műszaki-környezeti szempontból alkalmazható	I	N

A hőszivattyús energiaellátás műszaki-környezeti feltételei			
1	Lehetséges forrásoldal fűtési üzemmódra		
2	Geológiai adatok (hivatkozott dokumentáció azonosítója)		
3	Lefedési arány		
4	Ha 2, kisebb, mint 100%, a kiegészítő ellátás energiahordozója		
5	Primer energiaigény		
6	Hőszivattyús energiaellátás műszaki-környezeti szempontból alkalmazható	I	N

Primer energiaigények összehasonlítása (amennyiben van műszaki-környezeti szempontból alkalmazható alternatív energiaellátási változat)			
1	Primer energiaigény alternatív energiaellátás esetén		
2	Primer energiaigény a 4. melléklet 4.5. pontjának megfelelő vagy a tervezett épületgépészeti rendszerrel		

Gazdaságossági vizsgálat (amennyiben az alternatív energiaellátás primer energiaigénye a kisebb)		
1	Az alternatív energiaellátás beruházási költségei a főbb tételek megadásával összesen	
2	A 4. melléklet 4.5. pontjának megfelelő vagy a tervezett épületgépészeti rendszer beruházási költségei	
3	1. és 2. különbsége	
4	Az alternatív energiaellátás és a 2. szerinti rendszer üzemeltetési költségeinek különbsége	
5	Megtérülési idő	
6	Alternatív energiaellátás gazdaságossági szempontból célszerű	I N

7. AZ ÉPÜLETEK ENERGETIKAI MINŐSÉGÉNEK TANÚSÍTÁSA

7.1. Miért van szükség tanúsítványra?

Az Európai Unió direktívája előírja az épületek és/vagy az egyes, a rendeltetés, a tulajdonjog és/vagy a bérleti jog szempontjából egyértelműen körülhatárolható épületrészek (például lakás, üzlethelyiség, iroda...) energetikai minőségének tanúsítását.

A továbbiakban csak épületről történik említés, de minden esetben a fenti értelmezés érvényes. A direktíva értelmében az energiafogyasztás minden összetevőjét (fűtés, hűtés, szellőztetés, használati melegvíz és - lakóépületek kivételével - világítás) figyelembe kell venni.

E tanúsítvány (a továbbiakban ET) célja a tájékoztatás, hasonlóan ahhoz, ami más fogyasztási javak esetén (gépkocsi, hűtőszekrény) már jó ideje gyakorlat: miért pont a legértékesebb és leghosszabb fizikai élettartamú dolog maradna ki ebből a rendszerből?

A tanúsítványt egy bizonyos reális dátum után ki kell állítani az új épületek használatbavételi eljárásakor, és be kell tudni mutatni meglévő épületről is elidegenítés vagy bérleti jogviszony létrejöttkor.

A tanúsítvány alapján

- az adott épület energetikai minősége a 2006-tól érvényes követelményekkel összevethető,
- az egyes épületek energetikai minősége egymással összehasonlítható,
- az épületek energetikai szempontból minőségi osztályokba sorolhatók.

A fentiek természetesen csak akkor lehetségesek, ha az egyedi fogyasztói magatartás és a véletlen időjárás jellemzők hatását kizárjuk (hasonlóan a gépkocsikhoz, amelyeknek standard körülmények között meghatározott fogyasztását adják meg, noha természetesen az egyes vezetők magatartása, a terhelés, az időjárás függvényében attól lényegesen eltérő adatokat is mérhetünk). Jelen esetben ilyen előre meghatározott, „standardizált” adatokkal kell számolni a belső hőmérsékletet, a hőfokhidat, a sugárzási nyereséget, az egy főre jutó alapterületet, a használati időt, a melegvízfogyasztást, a világítást minden olyan épületre, amelyre az összesített energetikai jellemző követelményértéke meg van adva. Ha ezeket az adatokat nem „standardizálnánk”, akkor az épületek sem egymással, sem megadott határértékekkel nem lennének összevethetők.

Némileg más a helyzet azon épületek esetében, amelyekre a használati idő, az épületben lévők száma, magatartása, az épület rendeltetése nem teszi lehetővé ezeknek az adatoknak a „standardizálását”. Gondoljunk például egy színházra vagy egy „wellnes” szállóra. Az utóbbiban keverednek a „szállásjellegű” helyiségek, a szauna, a fitness terem, az uszoda, a nagykonyha, a konferenciatermek, a balneológiai és terápiás célú helyiségek. Ebben az esetben a viszonyítási alapot a szakma szabályai szerint a 11. fejezetben leírt módon esetenként kell meghatározni.

Természetesen marad még sok olyan tényező, amely az adott épület energiafogyasztását befolyásolja. A teljesség igénye nélkül ezek közül néhány:

- a külső határoló szerkezetek és nyílászárók geometriai méretei, hőtechnikai adatai,
- a kazán típusa, a fűtési alapvezeték hossza, helyzete, hőszigetelése, a vezérlés vagy szabályozás módja,
- a használati melegvíztermelés berendezései (központi, egyedi, átfolyós, tárolós), hálózata és szerelvényei (víztakarékos szerelvények, egyedi mérés),
- az esetleges légtechnikai rendszerek, a klímatisztálás rendszere (például lehetséges-e tiszta frisslevegős üzem),
- a világítás fényforrásai és esetleges szabályozása (pl mozgásérzékelők) és végül, de egyáltalán nem utolsó sorban

- a használt energiahordozók.

Ezek az adatok nagyrészt a tervdokumentációból (ha megvan), helyszíni szemlén, felméréssel, a szereplők által szükségesnek ítélt méréssel határozhatók meg.

7.2. Kik a szereplők?

Szereplő a tanúsítványt kiállítására jogosult szakember. Az ő felelőssége elsősorban szakmai alapon megítélni, hogy a tanúsítvány kiállításához elegendő és megbízható adat áll-e rendelkezésre. Helyzete hasonlítható a házi orvoséhoz, aki szintén szakmai ismeretei és tapasztalata alapján („szemrevételezést” és igen korlátozott fizikális vizsgálatot követően) vagy egy doboz Aszpirint ír fel, vagy CT-re és endoszkópiára küldi betegét. A tanúsítvány kiállítója diplomás, vizsgázott szakember, számára nem kell tételesen előírni, hogy mikor milyen forrásból származó adatot fogadjon el, mikor milyen feltárást vagy mérést végezzen. Azt sem szabad elfelejteni, hogy használatbavételi eljárásra, elidegenítésre az év bármely munkanapján sor kerülhet, a mérések között viszont vannak olyanok, amelyek elvégzése évszakhoz, időjárási feltételekhez kötött, tehát nem lehet része egy kötelező tanúsítási protokollnak.

Szereplők az épület tulajdonosa, vevője, bérlője. Ők bizonyos szempontból ellenérdekű felek lehetnek, akik érdekeltek az „árú” jobb vagy rosszabb minőségének bizonyításában, és igényelhetik a részletesebb vizsgálatot. A tanúsító feladata, hogy ennek célszerűségéről, lehetőségéről (és költségeiről) a feleket korrekt módon tájékoztassa és megállapodás esetén a részletesebb vizsgálatot szabatosan elvégezze.

Adott esetben megjelenhet egy további szereplő is. Ha egy épület energiatudatos felújításáról van szó, amelyhez támogatásra lehet pályázni, a pályázat kiírója, a támogatás odaitélője rendelkezhet arról, hogy a tanúsítványhoz milyen adatszolgáltatást igényel azért, hogy megalapozott döntést hozhasson.

Ez már átvezet az ET másik kötelező részéhez, nevezetesen a tanúsítónak az adott épület energiafogyasztásának csökkentését eredményező üzemeltetési, felújítási javaslatokat kell megfogalmaznia. Ezek nem lehetnek sem teljesen általánosak, sem (akár az anyagiakat, akár a meglévő szerkezetek állagvédelmét tekintve) irreálisak és természetesen ezek kizárólag csak tájékoztatásul szolgálnak, kötelezettséggel nem járnak. Nyilatkozni kell arról, hogy a javaslatok végrehajtása esetén az épület jelenlegi minőségi osztályából milyen osztályba kerül. A támogatás odaitélésénél pedig szempont *lehet* egy megadott energetikai minőségi osztály elérése.

7.3. Lakás és/vagy épület?

Az ET kiadható

- a) az épület egészére egyetemlegesen és ezzel egyidejűleg minden egyes, a rendeltetés, a tulajdonjog és/vagy a bérleti jog szempontjából egyértelműen körülhatárolható épületrészre (például lakás, üzlethelyiség, iroda...), az egyes épületrészek épületen belüli helyzetének (szabályozási irat szerinti) figyelembevételével,
- b) az épület egy, a rendeltetés, a tulajdonjog és/vagy a bérleti jog szempontjából egyértelműen körülhatárolható részére az épületnek és az épületgépészeti rendszereknek az épületrészhez tartozó, tulajdonhányad szerinti közös részeinek (szabályozási irat szerinti) figyelembevételével.

A *b)* szerinti eljárás a tulajdonos, a bérlő vagy vásárló kérésére alkalmazható abban az esetben is, ha az épületre van érvényes ET, amennyiben az érdekeltek egyike az épületrész energetikai minőségének az épület hasonló rendeltetésű jellemző részeitől való (például a csak abban az épületrészben elvégzett beavatkozások miatti) különbözőségét szándékozik bizonyítani.

A racionális változat az *a)* szerinti és használatbavételi eljárás esetén nyilván ezt kell választani. Egy eljárás keretében készülhet az épület és a lakások tanúsítványa. Az egyes lakásokat illetően nyilván szerkezeteik területe, minősége, a benapozás vehető figyelembe.

Egy meglévő épület esetében tíz évesnél nem régebbi tanúsítványra akkor van szükség, ha az épület vagy annak egy része gazdát cserél. Természetesen nem kötelezhető egy közösség arra, hogy a szándékoltnál korábban végeztesse az egész épületre tanúsítást azért, mert a lakók egyike el akarja adni lakását, mint ahogyan nem korlátozható egyetlen tulajdonos sem lakásának elidegenítését illetően. Lehet tehát egy lakásra külön is tanúsítást igényelni. Természetesen a tulajdoni hányad arányában ebben az épület közösen használt terei is benne foglaltatnak (és természetesen az egyenkénti minősítés költsége magasabb, mint az *a)* változat szerint egy lakásra jutó költséghányad). Ha pedig a tulajdonos a saját lakásában olyan egyedi felújítást, átalakítást végeztetett, amelytől annak energetikai minősége az épület többi lakásától érdemben eltér (például belső oldali hőszigetelés készült, kicserélték az ablakokat, új egyedi fűtőkészüléket szereltek be), akkor kérhet a lakásra külön tanúsítványt abban az esetben is, ha az épületre már van érvényes ET (ilyet nyilván annak érdekében tesz, hogy a jobb minőséget az árban érvényesítse).

A tanúsítvány „standard” fogyasztói magatartás esetére vonatkozik. Felvethető a kérdés, hogy az ET miért nem mérési adatokon alapul?

Tekintsünk el azoktól a gyakorlati problémáktól, hogy évekre visszamenően kellene összegyűjteni a közüzemi számlákat (a vonatkozó CEN szabvány e tekintetben tíz évet említ), hogy a számlák alapján a fűtés, a melegvíz-termelés, a főzés, a világítás energiafogyasztása nem mindig különíthető el, hogy egyes szolgáltatók évente csak egyszer-kétszer olvassák le a mérőket, a köztes hónapokban átalánydíjat számolnak el: még ha minden adat egyértelműen rendelkezésre állna, azokból akkor is csak az lenne megállapítható, hogy egy adott fogyasztó egy adott időszakban (tehát adott időjárási feltételek mellett) mennyit fogyasztott. Innen kezdve kezdődhet a számítás: a mért adatokat át kell transzformálni „standard” fogyasztóra és átlagos időjárási feltételekre, egyébként a mért adatok sem a követelményekkel, sem a minőségi osztályok határértékeivel nem lennének összevethetők.

Az egy más kérdés, hogy az adott fogyasztói magatartás mellett összegyűjtött adatok alapján az adott fogyasztó értékes információkhoz juthat az adott épület vagy épületrész üzemeltetése, felújítása, a lehetséges energia megtakarítás tekintetében. Ezek az adatok az adott fogyasztó és épület „saját skáláján” értékelhetők és értékesek, nem a „standard” fogyasztói magatartásra vonatkoznak és nem általános tájékoztatásra szolgálnak. A „tanúsítás” és az „auditálás” között talán olyan szempontból lehet különbséget tenni, hogy az előbbi standard bemenő adatokkal meghatározott és általános tájékoztatást szolgáló információt nyújt, az utóbbi pedig az adott konkrét esetről szól.

Gondoljunk végig egy hasonlatot a gépkocsizás köréből.

- a) A szakértő beül Kovács úr mellé, méri a távolságokat, a terheléseket, a sebességet, a fogyasztást, figyelembe veszi az időjárást és a forgalmi viszonyokat. Értékelése Kovács úr számára bizonyára nagyon érdekes, de az eredmények a vezetőt és a kocsit együtt jellemzik. Ez felel meg az auditálásnak vagy az „operational method” szerinti eljárásnak.
- b) A szakértő begyűjti Kovács úr benzinszámláit és megállapítja, hogy a fogyasztás átlagosan 8 liter/100 km volt. Ennek alapján megállapítható, hogy az illető az átlagos autóshoz képest sokat fogyasztott vagy sem, de hogy a 8 liter sok vagy nem? – ha egy Smartról van szó, akkor sok, ha egy összerékmeghajtású terepjáróról, akkor nem. Az abszolút szám félrevezető lehet, nem kötődik szorosan a kocsihoz és függ a vezető magatartásától is. Az ilyen eljárás felel meg a „key number methodnak”.
- c) Gyári tesztpilóták „standardizált” stílusban, előírt útvonalakon (város, autópálya, országút) teszik meg a próbautakat és ebből határozzák meg a fogyasztást: ez a gépkocsira és kizárólag csak arra jellemző adat, amely minősítési iratokban, katalógusokban az adott gépkocsiról

publikálható. Tartalma: ha a gépkocsit „standard” módon használnák, ennyi lenne a fogyasztása. Ettől persze a tényleges fogyasztás egy adott vezető esetén eltérhet, függően attól, hogy hogyan használják, de az adott gépkocsit egy másikkal összehasonlítani mégiscsak a katalógusadat alapján lehet. Ez felel meg az „asset method” szerinti tanúsításnak.

Félreértések elkerülése végett meg kell említeni, hogy az épületek energetikai minőségtanúsításán túl a Direktíva előírja (bizonyos teljesítményhatárok felett) a kazánok és a légkondicionáló rendszerek időszakos, továbbá a tizenöt évnél régebbi fűtési rendszerek egyszeri felülvizsgálatát. Ezek nyilvánvalóan műszeres méréseket is tartalmazhatnak és az előző megjegyzés szerint az auditálás körébe eshetnek.

7.4. A tanúsítvány kiállításával kapcsolatos számítások

Az ET kiállításához a számításokat háromszor kell elvégezni ugyanazon összefüggések alapján, amelyek a tervezés során használandók..

Az első számítás az épület (vagy rendeltetési egység) adott állapotára vonatkozik. Ehhez a felhasznált adatok egy része a tényhelyzetet tükrözi. Ide a következők tartoznak:

- geometriai adatok,
- határoló- és nyílászáró szerkezetek hőtechnikai adatai,
- csatlakozási élek, hőhidak jellemzői,
- benapozás,
- társított szerkezetek, árnyékvetők,
- becsült légcsereszám,
- éjszakai szellőztetés lehetősége,
- fűtési rendszer: hőforrás típusa, szivattyú, elosztóhálózat kiterjedtsége, szabályozási lehetőségek, karbantartás és üzemeltetés színvonala alapján becsült veszteségek, teljesítménytényezők,
- melegvízellátási rendszer: hőforrás típusa, elosztóhálózat, szabályozás, üzemeltetés és karbantartás alapján becsült veszteségek, teljesítménytényezők,
- légtechnikai rendszer típusa, ventilátor, kompresszor adatai, elosztóhálózat tömörsége, hőszigetelése alapján becsült teljesítménytényezők,
- világítási rendszer típusa, fényforrások, szabályozás alapján becsült teljesítménytényezők.

A számítás más adatai mindig a *3. melléklet* szerintiék, ezek a következők:

- fűtési hőfokhíd,
- sugárzás intenzitás,.

Amennyiben az adott rendeltetésű épületre az összesített energetikai jellemző követelményértéke elő van írva, akkor a *3. melléklet* rögzített adataival számítandó még:

- lakók/használók száma alapterületre vonatkoztatva,
- fajlagos melegvízfogyasztás nettó hőigénye,
- fajlagos világítási energiafogyasztás.

Ha az adott rendeltetésű épületre az összesített energetikai jellemző követelményértéke nincs előírva, akkor ezt az utóbbi adatesoportot is a tényszámokkal kell figyelembe venni.

A fenti adatokból számítandók:

- a határolószervezetek hőátbocsátási tényezői,
- a fajlagos hőveszteségtényező,
- az összesített energetikai jellemző.

A második számítás egy ugyanilyen méretű, épületre vagy rendeltetési egységre vonatkozik: meghatározandó, hogy az új követelmények szerint mekkora a fajlagos hőveszteségtényező és az összesített energetikai mutató határértéke. Ha ez utóbbi elő van írva, akkor ez a szakasz igen rövid, tulajdonképpen csak a követelményértékek leolvasására szorítkozik.

Az előző két számítás alapján megállapítandó a tényadatok alapján meghatározott adatok és a határértékek aránya. Ez százalékban is kifejezhető és az eredmény alapján az épület energetikai minősége szerint valamelyik osztályba besorolható.

Az ET kötelezően tartalmazza az épület és az épületgépészeti rendszerek energetikai minőségének javítására vonatkozó javaslatokat (ezek több változatban is előterjeszthetők). Harmadik menetben számítandó a javított állapotra vonatkozó fajlagos hőveszteségtényező és összesített energetikai jellemző, meghatározandó a javított állapot minőségi osztálya.

A számítások során az egyszerűsített és a részletes eljárás egyaránt alkalmazható, de egy tanúsítás esetében az eljárásnak koherensnek kell lennie, azaz mind a meglévő épületet, mind a felújítás várható eredményét azonos pontossággal vagy elhanyagolásokkal kell számítani.

7.5. Miért százalék alapján történik az osztályba sorolás?

A követelményértékek az épület felület/térfogat arányától és a rendeltetéstől függenek, azaz gyakorlatilag ahány épület, annyi követelményérték. Egy természetes mutatóban (pl. kWh/m³a) megadott szám éppúgy nem lenne kifejező, mintha típus megadása nélkül egy gépkocsi fogyasztásáról azt mondanák, hogy 8 liter/100km: ez lehet nagyon sok egy 1000 cm³-es kisautó és igen jó egy terepjáró esetében. Vagyis minden épületet a „saját skáláján” kell mérni.

A betűkkel jelzett osztályok közül az **A** jelenti a csúcsmínőséget, **C** azt, amely az új szabályozásnak megfelel.

7.6. Utalás a szakma szabályaira

Hasonlóan más országok szabályozási irataihoz, a nulla szintről indított, látszatra szabatos, de körülményes tételes leírások helyett több alkalommal történik utalás „a szakma szabályaira” (Stand der Technik, State of the Art).

A „szakma szabályai” alatt azok a számítási módszerek, tervezési alapadatok értendők, amelyek ismerete a szakma művelőitől elvárható, és amelyek helyességét a tapasztalat igazolta. Ezek a szabályok ha nem is jelennek meg minden esetre vonatkozóan szabályozási iratokban, azokkal összhangban vannak vagy egyik a másikból következtethető.

Ilyen például az elosztóvezetékek hőveszteségének számítása, amely a következők ismeretét feltételezi: hőátadási tényezők a vezeték belső és külső oldalán, hőátbocsátás a vezeték hőszigetelő rétegében, az áramló közeg átlagos hőmérséklete a vizsgált időszakban, a környezet hőmérséklete (fűtetlen helyiség hőmérsékletének számítása egyensúlyi egyenlet alapján vagy felvétele gyakorlati tapasztalatok, segédletek alapján), a fűtési idény hossza.

A felsoroltak ismerete megalapozottan feltételezhető, és ezért a példában szereplő számítási összefüggések felsorolása, avagy mindazon hatályos szabványra történő tételes utalás, amely a felsorolt folyamatokkal, adatokkal összefügg, felesleges (és terjedelmi, áttekinthetőségi okokból nem is lehetséges).

7.7. Az „ellenőrzött dokumentáció”

A helyszíni szemle alapján ellenőrizhető, hogy a létesítmény (épület, épületgépészeti rendszer) valóban a megvalósulási vagy kiviteli terveknek megfelelő méretekkel, anyagokból, szerelvényekkel, stb. valósult-e meg. (A dokumentációba az építési napló és a beépített anyagok bizonylatai is beleérthetők.) Igenlő esetben az ET kiállításához szükséges adatok a dokumentáció alapján állapíthatók meg.

8. TANÚSÍTÁS - ÉPÜLETSZERKEZETEK

8.1. Meglévő épülethatároló szerkezetek hőtechnikai azonosítása

A meglévő épületek határoló szerkezeteinek azonosítása, azaz az épületenergetikai minősítéshez számításba vehető hőátbocsátási tényezők meghatározása a következő szakértői tevékenységek valamelyikével, vagy több tevékenység együttes alkalmazásával lehetséges:

- az építési idő ismerete alapján
- tervek megismerése alapján
- szemrevételezés alapján
- méretfelvétel alapján
- feltárások alapján
- műszeres mérések alapján

A következőkben az alábbi épülethatároló szerkezetek azonosítási módjára és lehetőségeire térünk ki:

- Külső falak
- Homlokzati nyílászáró szerkezetek
- Lapostetők
- Beépített tetőtereket határoló szerkezetek
- Padlásfödémek
- Pincefödémek és árkádfödémek

8.1.1. Azonosítás építési idő szerint

Mivel az azonosítás módja az építési idő szerinti rendszerezésben a falak és födémek teherhordó szerkezeteivel is kapcsolatos, ezt az összeállítást egy helyen, a 8.1. és 8.2. számú táblázatokban közöljük.

A táblázatok adatai a különböző funkciójú, vagy rétegfelépítésű szerkezetek azonosítása során értelemszerűen használhatók. Az adatok az esetek többségében közvetlenül nem alkalmasak az azonosításra, de segítségével kizárhatók azok a szerkezettípusok vagy szerkezeti elemek, amelyek a vizsgált épület építési ideje után kerültek forgalomba.

8.1. Külső falszerkezetek építési ideje

Falazatok	Falvastagság ¹⁾ cm	Építés ideje
mészkö+nagvméretű tömör téglafalak	44, 59, 74	1870-1910
nagvméretű mészhomok téglafalak	44, 59, 74	1870-1910
nagvméretű tömör téglafalak	44, 59, 74	1870-1910
kisméretű tömör téglafalak	38, 51, 64	1920 - től
kisméretű mészhomok téglafalak	38, 51, 64	1870-1910
kevéslyukú és soklyukú téglafalak	25, 38, 51	1952-től
B25 blokkteglafal	25	1958-1990
B29 blokkteglafal	29	1960-1990
B30 blokkteglafal	30	1960-től
Kohóhabsalakbeton blokkfal	25, 29	1958-1980
Házgvári vb. falpanel	25-30	1958-1981-ig
Egvségesített házgvári vb. falpanel	30	1981-1991
ALFA blokkteglafal	30	1978-1984
RÁBA blokkteglafalak	25, 38	1983-tól
UNIFORM blokkteglafalak	30	1983-tól
POROTON PF-45/19, 29, PF 30/29	30	1984-től
POROTON-36 blokkfal	36	1978-1991
HB-30 blokkfal	30	1986-1992
HB-36, HB 38 blokkfalak	36, 38	1986-1992
HB-38 blokkfal	38	1988 -tól
THERMOTON blokkfalak	30	1986 -tól
THERMOPOR-36 blokkfal	36	1990 -tól
BUDA-36 blokkfal	36	1992-1998
KÖRÖS-30 blokkfal	30	1998-től
MÁTRA GM 500/2, GM 700/2 gázbeton	30	1986-1990
DURISOL DS 30 blokkfal	30	1986 - től
MÁTRATHERM 38 N+F vázkerámia	38	1997 - től
MÁTRATHERM 30 N+F vázkerámia	30	1991 - től
BAUTHERM 38 N+F vázkerámia falazat	38	2002 -tól
BAUTHERM 30 N+F vázkerámia falazat	30	2000 -tól
BAUTHERM 38 vázkerámia falazat	38	1985 -tól
BAUTHERM 30 vázkerámia falazat	30	1984 -tól
UNIPOR 38, 38 N+F vázkerámia falazat	38	1994-2001
UNIPOR 30 N+F, 38 N+F vázkerámia	30, 38	1994-2001
BUDATHERM 30 N+F, 38 N+F	38	1998-2004
POROBRICK HB 30, HB 38, NF 30, NF 38	30, 38	2001-től
DURISOL DS(S) 25, 30 (Nikecell betéttel)	25, 30	1985-től
FABETON FFA 30, FFH 30 falazatok	30	2001-től
HABISOL falazat (perlitbázisú kitöltéssel)	30	1998-től
HABISOL falazat (polisztirolbázisú)	30	1998-től
YTONG falazatok, normál P2-0,5; P4-0,6	25, 30, 37,5	1992-től
YTONG falazatok, NF+GT P2-0,5; P4-0,6	25, 30, 37,5	1995-től
POROTHERM vázkerámia falazatok	25, 30, 38, 44	1990-től
1) Vakolatlan falvastagság		

8.2. táblázat Födém szerkezetek építési ideje

Födém szerkezetek	Építés ideje
FAFÖDÉMEK	
csapos gerendafödém	XVIII.sz.-1915
borított gerendafödém	1880 -tól
ACÉLGERENDÁS FÖDÉMEK	
téglaboltozatos ("Poroszsüveg") födém (orrtégla nélkül)	1880-1920
téglaboltozatos ("Poroszsüveg") födém (orrtéglával)	1920-1940-es évekig
téglabeton lemezes ("Horcsik") födém	1920-1950-es évekig
alul- és felülbordás acélgerendás vasbeton födémek	1910-1940-es évekig
VASBETON FÖDÉMEK	
vasbeton síklemez födémek	1920-tól
sűrűbordás-kerámia idomtestes födémek	1920-1945
BOHN födém	1930-1970-es évekig
F, FE, L és G gerendás, BH elemes födémek	1954-1975
FF és G gerendás, B elemes födémek	1954-1990-es évekig
GM gerendás, B elemes födémek	191-1990-es évekig
E gerendás, EB elemes födémek	1964-től
M gerendás, MB elemes födémek	1970-1990-es évekig
PPB födémek beton béléstesttel	1984-től
PPB födémek kerámia béléstesttel	1984-től
CMG és FERT födém kerámia béléstesttel	1977-1985
WEILER PK, PS előregyártott vasbeton pallófödémek	1954-1964
PK és PS (PSN) előfeszített vasbeton pallófödémek	1964-től
PG födémgerendás födémek	1975-1978
UF6, UF12 jelű előregyártott vasbeton pallófödémek	1971-1992
VIPS, VIPK jelű előregyártott vasbeton pallófödémek	1971-1981
UF-MV jelű előregyártott vasbeton pallófödémek	1971-1992
SPAN-DECK jelű pallófödém	1976-tól
Házgyári vb. födémpanel (v=11 – 16,5 cm)	1961-1991
Mátray födém	1880-1905
Leier Mesterpaneles födém	1998-tól
Leier Mesterfödém (gerendás födém)	1993-tól
Trigon-H vasbeton gerendás födémek	1990-től
Wienerberger Profipanel	2001-től
Wienerberger Protherm Födém	2001-től
YTONG Pbe födém bélés elemek (PPB gerendákhoz)	2003-tól
YTONG Pbe-EB60 főd. bélés elemek (E és TRIGON gerendákhoz)	2003-tól
YTONG vasalt födempallók és tetőpallók	1999-től

8.1.2. Külső falak azonosítása

Meglévő épületek külső falszerkezeteinek hőszigetelő képessége a következő módokon határozható meg:

Tervek alapján

Ez a módszer általában csak iparosított építésmódban kivitelezett épületek típustervei alapján megbízható. Ide tartoznak a kohóhabsalak-beton falblokkos, illetve házgyári panelos épületek.

Ugyancsak tervek képezhetik a számítás alapját, ha megvalósulási tervek is készültek, és ezeken a falszerkezetek anyagát is feltüntették.

Valamivel kisebb az esély a helyes diagnózisra, ha kiviteli tervek is feltalálhatók. Ez esetben a falvastagság ellenőrzésével, műszeres méréssel, lehetőség szerint szűrőpróbaszerű feltárással célszerű ellenőrizni a terv megvalósulását.

Az engedélyezési tervek az esetek többségében nem alkalmasak a falszerkezet anyagának megállapítására.

Méretfelvétel alapján

A táblázatokból kitűnik, hogy a falszerkezetek vastagsági mérete – önmagában - legtöbbször nem nyújt kellő információt. A 8.3. számú táblázatban – ha csak a vázkerámia falazó-elemekből készített falszerkezeteket vesszük figyelembe - a 38 cm vakolatlan vastagságú falazatok névleges hőátbocsátási tényezője 0,50 és 0,78 W/m²K, a 30 cm vastagságúaké pedig 0,61 és 1,27 W/m²K értékek között változik.

Valamivel kedvezőbb a helyzet az 1977-ig kivitelezett épületek falszerkezetei esetében, mivel a vázkerámia falazóelemek csak ez után jelentek meg a hazai építésben.

A falszerkezet vastagsági mérete csak más vizsgálatok eredményeivel együtt szűkítheti a lehetőségek körét.

Feltárás alapján

A falszerkezet feltárására nincs minden esetben mód, mivel a feltárási helyek helyreállítása során az eredeti felületképzés színe és struktúrája egyszerű eszközökkel általában nem reprodukálható. Helyreállítást nem igénylő (vagy csak a felületsík helyreállítását igénylő) feltárások végezhetők az alábbi esetekben:

- magastető épületeknél a padlástérben (ahol a térdfalak, illetve a falazatok padozatsík fölé nyúló részei általában felületképzés nélküliek és feltárhatók),
- épületlábazatok felett (ha a lábazatsík a külső falsíktól „hátraugratott”),
- alárendelt helyiségekben (ha a teljes helyreállítás nem igény),
- szerelt külső vagy belső falburkolat mögött (ha a falburkolat a feltárás után kifogástalan minőségben visszaszerelhető).

A falszerkezet feltárása biztos információt nyújt a falazóelemek anyagáról és méreteiről, illetve üreges égetett agyag falazóelemek esetén arról, hogy az anyag tömör, vagy (a gyártáskor az agyagból kiégetett adalékok révén) porózus-e.

Ezek az információk már alkalmasak lehetnek a lehetséges változatok szűkítésére annak ellenére, hogy az azonos méretű, porózus vagy tömör anyagú vázkerámia falazó elemeket is több változatban, illetve márkánévvel gyártották.

Műszeres mérések alapján

A falszerkezet **közelítő** hőátbocsátási tényezője a fűtési időszakban számítható, ha azonos időpontban mérhető a külső és belső léghőmérséklet és a falszerkezet belső oldali felületi hőmérséklete. Ekkor a hőátbocsátási tényező a következő összefüggéssel számítható:

$$U = \frac{8(t_i - \vartheta_i)}{\Delta t}$$

ahol

t_i = belső léghőmérséklet (°C)

t_e = külső léghőmérséklet (°C)

Δt = $t_i - t_e$ (°C)

ϑ_i = belső felületi hőmérséklet (°C)

A vizsgálat eredményei csak akkor fogadhatók el, ha a számított U-értékek legfeljebb 20%-al térnek el egymástól. A közelítő hőátbocsátási tényező a számított értékek átlaga.

A vizsgálat feltételei:

- a külső és belső léghőmérséklet eltérése legalább 20 K,
- legalább 3 mérésorozat a falszerkezet megszakítatlan, „zavartalan” helyein (mérési helyek távolsága a homlokzati nyílászáró szerkezetektől, belső falaktól, födémektől és fűtőtestektől legalább 100 cm),
- valamennyi hőmérséklet-mérésnél azonos, és legalább 0,1 °C mérési pontosságú, hitelesített mérőműszer használata. (Javasolt mérőműszer: GANN Hydromette UNI 2)

Hőfénykép segítségével

A thermovíziós vizsgálat alkalmas a homlokzati falak *átlagos* hőátbocsátási tényezőjének megállapítására, és ezért - a vizsgálati eredmények pontosságát is figyelembe véve – megbízhatóbbnak tekinthető, mint az előzőekben felsorolt módszerek. Ugyanakkor tudni kell, hogy ez a vizsgálat csak a fűtési időnyben hajtható végre.

A külső falszerkezetek hőtechnikai minőségének megállapításához segítséget nyújthatnak a 8.3. és 8.4. számú táblázatok, amelyek a leggyakrabban előforduló szerkezetek névleges rétegrendi hőátbocsátási tényezőit tartalmazzák.

8.3.-1 Normál és hőszigetelő homlokzatvakolatos falszerkezetek hőátbocsátási tényezői

Külső falak jellemzői – 1								
Külső falak normál és hőszigetelő homlokzatvakolattal								
Fal anyaga - falazóelem	Vakolatlan fal-vas tagság cm	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)						
		Normál vakolat	Hőszigetelő vakolat vastagsága, cm					
			λ = 0,14 W/mK			λ = 0,09 W/mK		
			3	4	5	3	4	5
mészkö+nagyméretű tömör	44	1,37	1,06	0,99	0,92	0,94	0,86	0,78
mészkö+nagyméretű tömör	59	1,11	0,90	0,85	0,80	0,81	0,75	0,69
mészkö+nagyméretű tömör	74	0,93	0,78	0,74	0,70	0,71	0,66	0,62
nagyméretű tömör téglafal	44	1,29	1,01	0,95	0,89	0,91	0,82	0,76
nagyméretű tömör téglafal	59	1,04	0,85	0,81	0,76	0,78	0,72	0,66
nagyméretű tömör téglafal	74	0,87	0,74	0,70	0,67	0,68	0,63	0,59
kisméretű tömör téglafal	38	1,43	1,10	1,02	0,95	0,97	0,88	0,80
kisméretű tömör téglafal	51	1,16	0,94	0,88	0,82	0,84	0,77	0,71
kisméretű tömör téglafal	64	0,97	0,81	0,76	0,72	0,74	0,68	0,63
nagyméretű mészhomok téglafal	44	1,44	1,11	1,02	0,96	0,98	0,88	0,80
nagyméretű mészhomok téglafal	59	1,17	0,94	0,88	0,83	0,85	0,77	0,71
nagyméretű mészhomok téglafal	74	0,98	0,82	0,77	0,73	0,74	0,69	0,64
kisméretű mészhomok téglafal	38	1,59	1,20	1,10	1,02	1,04	0,94	0,85
kisméretű mészhomok téglafal	51	1,30	1,03	0,95	0,89	0,91	0,83	0,76
kisméretű mészhomok téglafal	64	1,10	0,90	0,84	0,79	0,81	0,74	0,69
kevésllyukú téglafal	38	1,33	1,04	0,97	0,91	0,93	0,84	0,77
kevésllyukú téglafal	51	1,07	0,86	0,82	0,78	0,79	0,73	0,68
soklyukú téglafal	25	1,41	1,09	1,01	0,94	0,96	0,87	0,80
soklyukú téglafal	38	1,03	0,85	0,80	0,76	0,77	0,71	0,66
soklyukú téglafal	51	0,82	0,70	0,67	0,64	0,65	0,60	0,57
B25 blokkteglafal	25	1,39	1,08	1,00	0,93	0,95	0,86	0,79
B29 blokkteglafal	29	1,44	1,11	1,02	0,96	0,98	0,88	0,80
B30 blokkteglafal	30	1,47	1,13	1,04	0,97	0,99	0,89	0,81
TB25 tufabeton blokkfal	30	1,27	1,01	0,94	0,88	0,90	0,82	0,75
TB35 tufabeton blokkfal	30	1,37	1,07	0,99	0,92	0,94	0,86	0,78
TB50 tufabeton blokkfal	30	1,47	1,13	1,04	0,97	0,99	0,89	0,81
NO-FINES betonfal	30	1,49	1,14	1,05	0,98	1,00	0,90	0,82
Kohóhabsalakbeton blokkfal	25	1,55	1,17	1,08	1,00	1,03	0,92	0,84
Kohóhabsalakbeton blokkfal	29	1,40	1,09	1,00	0,94	0,96	0,87	0,79
ALFA blokkteglafal	30	1,08	0,88	0,83	0,78	0,80	0,73	0,68
RÁBA blokkteglafal	25	1,20	0,96	0,90	0,84	0,86	0,79	0,72
RÁBA blokkteglafal	38	0,78	0,67	0,64	0,61	0,62	0,58	0,55
UNIFORM blokkteglafal, 10/19	30	1,27	1,01	0,94	0,88	0,90	0,82	0,75
UNIFORM blokkteglafal, 11/19	30	1,18	0,95	0,89	0,83	0,85	0,78	0,72
UNIFORM blokkteglafal, 12/19	30	1,16	0,94	0,88	0,82	0,84	0,77	0,71
UNIFORM blokkteglafal, 13/19	30	1,04	0,86	0,81	0,76	0,78	0,72	0,66
UNIFORM blokkteglafal, 14/19	30	0,98	0,82	0,77	0,73	0,74	0,69	0,64

8.3.-2. Normál és hőszigetelő homlokzatvakolatossal felszerelt falak hőátbocsátási tényezői

Külső falak jellemzői								
Külső falak normál és hőszigetelő homlokzatvakolattal								
Fal anyaga - falazóelem	Vakolatlan fal-vas tagság cm	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)						
		Normál vakolat	Hőszigetelő vakolat vastagsága, cm					
			λ = 0,14 W/mK			λ = 0,09 W/mK		
			3	4	5	3	4	5
POROTON PF-45/19,29	30	0,85	0,73	0,69	0,66	0,67	0,62	0,58
POROTON PF-30/29 blokkfal	30	0,85	0,73	0,69	0,66	0,67	0,62	0,58
POROTON-36 blokkfal	36	0,65	0,58	0,55	0,53	0,54	0,51	0,48
HB-38 blokkfal (több	38	0,66	0,58	0,56	0,54	0,54	0,51	0,49
THERMOTON blokkfal 1 sor	30	0,83	0,71	0,68	0,64	0,65	0,61	0,57
THERMOTON blokkfal 2 sor	30	0,64	0,57	0,55	0,52	0,53	0,50	0,48
THERMOPOR-36 blokkfal	36	0,69	0,61	0,58	0,56	0,56	0,53	0,50
BUDA-36 blokkfal	36	0,69	0,61	0,58	0,56	0,56	0,53	0,50
KÖRÖS-30 blokkfal	30	0,66	0,58	0,56	0,54	0,54	0,51	0,49
BORSOD GB550/2 gázbeton	30	0,61	0,55	0,52	0,50	0,51	0,48	0,46
MÁTRA GM 500/2 gázbeton	30	0,61	0,55	0,52	0,50	0,51	0,48	0,46
MÁTRA GM 700/2 gázbeton	30	0,76	0,66	0,63	0,60	0,61	0,57	0,54
DURISOL DS 30	30	0,70	0,61	0,59	0,56	0,57	0,54	0,51
MÁTRATHERM 38 N+F	38	0,52	0,47	0,46	0,44	0,45	0,43	0,41
MÁTRATHERM 30 N+F	30	0,68	0,60	0,57	0,55	0,56	0,53	0,50
BAUTHERM 38 N+F	38	0,54	0,49	0,47	0,46	0,46	0,44	0,42
BAUTHERM 30 N+F	30	0,66	0,58	0,56	0,54	0,54	0,51	0,49
BAUTHERM 38	38	0,56	0,51	0,49	0,47	0,48	0,45	0,43
BAUTHERM 30	30	0,68	0,60	0,57	0,55	0,56	0,53	0,50
UNIPOR 38	38	0,54	0,49	0,47	0,46	0,46	0,44	0,42
UNIPOR 38 N+F	38	0,50	0,46	0,44	0,43	0,43	0,41	0,40
UNIPOR 30 N+F	30	0,68	0,60	0,57	0,55	0,56	0,53	0,50
POROBRICK HB 38	38	0,53	0,48	0,46	0,45	0,45	0,43	0,41
POROBRICK NF 38	38	0,48	0,44	0,43	0,41	0,42	0,40	0,38
YTONG P2-05 NF+GT	25	0,47	0,43	0,42	0,41	0,41	0,39	0,38
YTONG P2-05 NF+GT	30	0,40	0,37	0,36	0,35	0,36	0,34	0,33
YTONG P2-05 NF+GT	37,5	0,32	0,30	0,30	0,29	0,29	0,28	0,28
YTONG P4-06 NF+GT	25	0,54	0,49	0,47	0,46	0,46	0,44	0,42
YTONG P4-06 NF+GT	30	0,46	0,42	0,41	0,40	0,40	0,39	0,37
YTONG P4-06 NF+GT	37,5	0,37	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,31
POROTHERM 25 N+F	25	1,04	0,85	0,81	0,76	0,78	0,72	0,66
POROTHERM 30	30	0,69	0,61	0,58	0,56	0,56	0,53	0,50
POROTHERM 30 N+F	30	0,58	0,52	0,50	0,48	0,49	0,47	0,44
POROTHERM 38 N+F	38	0,49	0,45	0,43	0,42	0,43	0,41	0,39
POROTHERM 44 N+F	44	0,36	0,34	0,33	0,32	0,33	0,31	0,30
POROTHERM 25 N+F	25	0,98	0,77	0,75	0,73	0,74	0,69	0,64
POROTHERM 30	30	0,63	0,56	0,54	0,52	0,52	0,50	0,47
POROTHERM 30 N+F	30	0,49	0,45	0,43	0,42	0,43	0,41	0,39
POROTHERM 38 N+F	38	0,41	0,38	0,37	0,36	0,36	0,35	0,34
POROTHERM 44 N+F	44	0,34	0,32	0,31	0,31	0,31	0,30	0,29

(hfh) = hőszigetelő falazóhabarccsal épített falazatok

8.4.-1. táblázat. Ragasztott homlokzati kiegészítő hőszigeteléssel ellátott falszerkezetek hőátbocsátási tényezői

Külső falak jellemzői						
Külső falak ragasztott hőszigeteléssel és vékonyvakolattal						
Fal anyaga - falazóelem	Vakolatlan falvastagság cm	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)				
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm $\lambda = 0,04$ W/mK				
		3	4	5	6	7
mészkö+nagyméretű tömör	44	0,68	0,58	0,51	0,45	0,41
mészkö+nagyméretű tömör	59	0,61	0,53	0,47	0,42	0,38
mészkö+nagyméretű tömör	74	0,55	0,49	0,43	0,39	0,36
nagyméretű tömör téglafal	44	0,66	0,57	0,50	0,44	0,40
nagyméretű tömör téglafal	59	0,59	0,51	0,46	0,41	0,37
nagyméretű tömör téglafal	74	0,53	0,47	0,42	0,38	0,35
kisméretű tömör téglafal	38	0,69	0,59	0,52	0,46	0,41
kisméretű tömör téglafal	51	0,62	0,54	0,48	0,43	0,39
kisméretű tömör téglafal	64	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36
nagyméretű mészhomok téglafal	44	0,70	0,59	0,52	0,46	0,41
nagyméretű mészhomok téglafal	59	0,63	0,54	0,48	0,43	0,39
nagyméretű mészhomok téglafal	74	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36
kisméretű mészhomok téglafal	38	0,73	0,62	0,54	0,47	0,42
kisméretű mészhomok téglafal	51	0,66	0,56	0,50	0,44	0,40
kisméretű mészhomok téglafal	64	0,61	0,53	0,47	0,42	0,38
kevéslyukú téglafal	38	0,67	0,57	0,50	0,45	0,40
kevéslyukú téglafal	51	0,60	0,52	0,46	0,41	0,38
soklyukú téglafal	25	0,69	0,59	0,51	0,46	0,41
soklyukú téglafal	38	0,59	0,51	0,45	0,41	0,37
soklyukú téglafal	51	0,51	0,45	0,41	0,37	0,34
B25 blokkteglafal	25	0,68	0,59	0,51	0,45	0,41
B29 blokkteglafal	29	0,70	0,59	0,52	0,46	0,41
B30 blokkteglafal	30	0,70	0,60	0,52	0,46	0,42
TB25 tufabeton blokkfal	30	0,65	0,56	0,49	0,44	0,40
TB35 tufabeton blokkfal	30	0,68	0,58	0,51	0,45	0,41
TB50 tufabeton blokkfal	30	0,70	0,60	0,52	0,46	0,42
NO-FINES betonfal	30	0,71	0,60	0,53	0,46	0,42
Kohóhabsalakbeton blokkfal	25	0,72	0,61	0,53	0,47	0,42
Kohóhabsalakbeton blokkfal	29	0,69	0,51	0,51	0,46	0,41
Házgvári vb.falpanel (1981	29-30	0,71	0,60	0,53	0,47	0,42
Egvségesített házgvári	30	0,42	0,38	0,35	0,32	0,30
ALFA blokkteglafal	30	0,60	0,52	0,46	0,42	0,38
RÁBA blokkteglafal	25	0,64	0,55	0,48	0,43	0,39
RÁBA blokkteglafal	38	0,50	0,44	0,65	0,36	0,33
UNIFORM blokkteglafal, 10/19	30	0,65	0,56	0,49	0,44	0,40
UNIFORM blokkteglafal, 11/19	30	0,68	0,55	0,48	0,43	0,39
UNIFORM blokkteglafal, 12/19	30	0,62	0,54	0,48	0,43	0,39

8.4.-2. táblázat Ragasztott homlokzati kiegészítő hőszigeteléssel ellátott falszerkezetek hőátbocsátási tényezői

Külső falak jellemzői						
Külső falak ragasztott hőszigeteléssel és vékonyvakolattal						
Fal anyaga - falazóelem	Vakolatlan falvastagság cm	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)				
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$				
		3	4	5	6	7
UNIFORM blokkteglafal, 13/19	30	0,59	0,51	0,46	0,41	0,37
UNIFORM blokkteglafal, 14/19	30	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36
POROTON PF-45/19,29	30	0,52	0,46	0,42	0,38	0,35
POROTON PF-30/29 blokkfal	30	0,52	0,46	0,42	0,38	0,35
POROTON-36 blokkfal	36	0,44	0,40	0,36	0,33	0,31
HB-38 blokkfal (több	38	0,45	0,40	0,37	0,34	0,31
THERMOTON blokkfal 1 sor	30	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34
THERMOTON blokkfal 2 sor	30	0,44	0,39	0,36	0,33	0,31
THERMOPOR-36 blokkfal	36	0,46	0,41	0,37	0,34	0,32
BUDA-36 blokkfal	36	0,46	0,41	0,37	0,34	0,32
KÖRÖS-30 blokkfal	30	0,45	0,40	0,37	0,34	0,31
BORSOD GB550/2 gázbeton	30	0,42	0,38	0,35	0,32	0,30
MÁTRA GM 500/2 gázbeton	30	0,42	0,38	0,35	0,32	0,30
MÁTRA GM 700/2 gázbeton	30	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33
DURISOL DS 30	30	0,46	0,42	0,38	0,35	0,32
MÁTRATHERM 38 N+F	38	0,38	0,35	0,32	0,30	0,28
MÁTRATHERM 30 N+F	30	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31
BAUTHERM 38 N+F	38	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28
BAUTHERM 30 N+F	30	0,45	0,40	0,37	0,34	0,31
BAUTHERM 38	38	0,40	0,36	0,33	0,31	0,29
BAUTHERM 30 (hfh)	30	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31
UNIPOR 38	38	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28
UNIPOR 38 N+F	38	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27
UNIPOR 30 N+F	30	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31
POROBRICK HB 38	38	0,38	0,35	0,32	0,30	0,28
POROBRICK NF 38	38	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26
YTONG P2-05 NF+GT	25	0,35	0,32	0,30	0,28	0,26
YTONG P2-05 NF+GT	30	0,31	0,29	0,27	0,25	0,24
YTONG P2-05 NF+GT	37,5	0,26	0,25	0,23	0,22	0,21
YTONG P4-06 NF+GT	25	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28
YTONG P4-06 NF+GT	30	0,35	0,32	0,30	0,28	0,26
YTONG P4-06 NF+GT	37,5	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23
POROTHERM 25 N+F	25	0,59	0,51	0,46	0,41	0,37
POROTHERM 30	30	0,46	0,41	0,37	0,34	0,32
POROTHERM 30 N+F	30	0,41	0,37	0,34	0,31	0,29
POROTHERM 38 N+F	38	0,36	0,33	0,31	0,29	0,27
POROTHERM 44 N+F	44	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22
POROTHERM 25 N+F	25	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36
POROTHERM 30	30	0,43	0,39	0,36	0,33	0,30
POROTHERM 30 N+F	30	0,36	0,33	0,31	0,29	0,27
POROTHERM 38 N+F	38	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24
POROTHERM 44 N+F	44	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22

(hfh) = hőszigetelő falazóhabarccsal épített falazatok

8.1.3. Nyílászáró szerkezetek azonosítása

A transzmissziós hőátbocsátási tényező a keretszerkezet (tok- és szárny szerkezetek) és az üvegezés felületarányos átlagértékét jelöli.

A 8.5. számú táblázatban az 1991 előtt gyártott, különféle keretszerkezetű, és üvegezésű nyílászáró szerkezetek átlagos transzmissziós hőátbocsátási tényezői találhatók. A „hőszigetelő” üveggel gyártott nyílászárók esetében a gáztöltés és E_LOW bevonat nélküli termékek szerepelnek a táblázatban.

8.5. táblázat Nyílászárók hőátbocsátási tényezői

Nyílászáró szerkezetek (ablakok és erkélyajtók gáztöltés és bevonat nélküli üvegezéssel)		Átlagos transzmissziós hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)					
		Külső árnyékoló szerkezet nélkül			Külső árnyékoló szerkezettel		
		Nyílászáró üvegezési aránya, %					
Típusa	Légréteg vastagság mm	<50	50-65	>65	<50	50-65	>65
Kapcsolt gerébtokos (fa)	126	2,05	2,20	2,35	1,75	1,90	2,00
Egyesített szárnyú nyíló/bukó/forgó (fa)	40	2,15	2,30	2,45	1,85	1,95	2,10
Vastag gerébtokos fa, 2 rtg. hőszigetelő üveg (pl. FH, DUFA, SOFA, DUNATHERM)	12	2,35	2,50	2,70	2,00	2,15	2,30
	15-16	2,25	2,40	2,55	1,95	2,05	2,20
Vastag gerébtokos fa, 3 rtg. hőszigetelő üveg (pl. FH, DUFA, SOFA, DUNATHERM)	2x9	1,90	1,95	2,00	1,65	1,70	1,75
	2x12	1,84	1,87	1,90	1,55	1,60	1,65
Műanyag keret, 2 rétegű hőszigetelő üveg (pl. ONGROPAT, ALBA-PANORÁMA)	16	2,45	2,60	2,75	2,10	2,20	2,35
Alumínium keret, 2 rétegű hőszigetelő üveg	12	3,20	3,20	3,20	2,75	2,75	2,75
Alumínium keret, 3 rétegű hőszigetelő üveg	2x9	2,85	2,75	2,65	2,45	2,35	2,25
Műanyag bevonatú fa keret, 2 rétegű hőszigetelő üveg (ALBAPLAST)	9	2,45	2,70	2,90	2,10	2,30	2,50
Alumínium – fa keret, 2 rétegű hőszigetelő üveg (ALU-FA)	40	2,15	2,35	2,45	1,85	2,00	2,10
Alumínium – fa keret, 3 rétegű hőszigetelő üveg (FERRFA-DUFA)	12+40	1,75	1,85	1,90	1,50	1,55	1,60
Tetősík ablakok 2 rétegű hőszigetelő üveg (pl. VELUX, BULAV, PETA)	9	2,50	2,70	2,90	2,15	2,30	2,50

8.1.4. Lapostetők azonosítása

Meglévő épületek lapostetőinek hőszigetelő képessége a következő módokon határozható meg:

Tervek alapján

Ez a lehetőség – önmagában - általában csak iparosított építésmódokban kivitelezett épületek títustervei alapján jöhet szóba. Ide tartoznak azok az építési rendszerek, amelyeknél a hőszigetelés módja és anyaga valamilyen okból (pl. a zárófödém teherbírás jellemzőiből adódóan) eleve meghatározott volt (ilyen pl. a CLASP és a KIPSZER építési rendszer). A méretellenőrzés (elsősorban a tetőfödém vastagságának ellenőrzése) azonban ezekben az esetekben is szükséges.

Ugyancsak tervek képezhetik a számítás alapját, ha megvalósulási tervek is készültek, és ezeken a lapostető rétegfelépítését, a rétegek vastagságát és a hőszigetelő réteg anyagát is feltüntették.

Valamivel kisebb az esély a helyes diagnózisra, ha a kiviteli tervek találhatók fel. Ilyen esetben első lépésben a zárófödém vastagságának és a csapadékvíz szigetelés lejtésének mérésével lehet ellenőrizni a terv megvalósulását, de a szerkezet feltárása az esetek többségében nem nélkülözhető.

Az engedélyezési tervek az esetek többségében nem alkalmasak a lapostetők rétegfelépítésének megállapítására.

Szemrevételezés és méretfelvétel alapján

A szemrevételezés általában csak a tetőfödém teherhordó szerkezetének megállapítására alkalmas. Az acélgerendás, és előregyártott gerendás és pallós vasbeton födéme mennezetén megjelenő különféle jelekből (pl. repedésképződés, repedések távolsága, „páros” repedések képződése, sávos elszíneződések stb.) sok esetben következtetni lehet a födémszerkezet típusára.

E födéme esetében azonban problémát jelent, hogy korábban sokáig a gerendamagasságnál kisebb magassági méretű béléstesteket, vagy a gerendaközöket kitöltő lemezszerkezeteket is használtak (BH-tálcák, Horcsik-födém stb.), ami kihat a hőszigetelő réteg (általában salakfeltöltés) átlagos vastagságára, azaz a szerkezet hőszigetelő képességére.

Ami a méretellenőrzést illeti, legfontosabb a tetőfödém maximális vastagsági méretének ellenőrzése, amely az esetek többségében nem igényel feltárást. Ez a méret belső vízvezetésű tetőknél a homlokzati (ablakszemöldök-attikafal-korona), a legfelső szinti belső (ablakszemöldök-mennezet) és az attikafal belső (tetősík menti) magassági méreteinek összevetésével állapítható meg. Ha készült tetőkibúvó, még egyszerűbb a méretellenőrzés, ám ez csak a tetőlejtés mértékének ismerete esetén használható adat.

A méretfelvétel elengedhetetlen része a csapadékvíz szigetelés lejtésének megállapítása akkor, ha a teherhordó szerkezet vízszintes síkban beépített és feltételezhető, hogy a tetőlejtést a hőszigetelés anyagából képezték ki (jellemzően ilyenek a salakfeltöltéssel készített tetők)

Az építési idő alapján

Ez a módszer csak a 60-as évek végéig kivitelezett épületeknél lehet eredményes, mivel a „hagyományos” építésmódban általános volt a kazánsalak (lásd a 8.2. táblázatban), mint hőszigetelő-lejtésképző anyag alkalmazása, a csapadékvíz-szigetelés alatti beton aljzattal és „kavicsolt” bitumenes fedéllemez szigeteléssel. Ezekben az esetekben a feltöltés helyi vastagsága és nedvességállapota legtöbbször a szerkezeti rétegek feltárása nélkül is ellenőrizhető (pl. méretfelvétel és mintavétel salakszellőzőkön keresztül) és a lejtésmérés eredményeinek segítségével a salakfeltöltés átlagos vastagsága számítható.

A későbbiek során igen változatosá vált a lapostetők hőszigetelési módja és a hőszigetelés és lejtésképzés anyaga (könnyűbetonok, könnyűbeton+polisztirolhab, polisztirolhab+salak-feltöltés, polisztirolhab lemezekkel „kikönnyített” kavicsbeton stb.), ezért ezeknél a tetőknél gyakorlatilag csak a „komplex” felülvizsgálat (méretfelvétel, lejtésmérés és feltárás) hozhat reális eredményt.

Feltárás alapján

Általánosságban megállapítható, hogy a lapostetők pontos rétegfelépítésének és a hőszigetelő réteg(ek) anyagának és nedvességállapotának megbízható eredményű ellenőrzésére egyedül a feltárás alkalmas. A nedvességállapot ellenőrzése azért fontos, mert az elnedvesedés mértéke jelentős mértékben befolyásolhatja a tetőszerkezet hőszigetelési minőségét.

A lapostetők feltárására mindig lehetőség van és a feltárás, valamint a helyreállítás általában egyszerű szakértői eszközökkel elvégezhető.

Laboratóriumi vizsgálatok alapján

Ilyen vizsgálatokra akkor van szükség, ha a feltárás(ok) során a hőszigetelés, illetve más szerkezeti rétegek számottevő mértékű elnedvesedése tapasztalható.

A súlyállandóságig történő kiszáritás adhat támpontot az anyagok tényleges hővezetési tényezőjének megállapításához.

A lapostetők hőtechnikai minőségének megállapításához segítséget nyújthat a 8.6. számú táblázat, amely a leggyakrabban előforduló szerkezetek névleges hőátbocsátási tényezőit tartalmazza.

*8. 6.-1. Lapostetők hőátbocsátási tényezője
(közelítő értékek kavicsbeton lejtést adó réteg feltételezésével)*

Födémszerkezet fajtája	Hőátbocsátási tényező U (W/m²K)
SALAKFELTÖLTÉSES TETŐFÖDÉMEK	
ACÉLGERENDÁS FÖDÉMEK	
téglaboltozatos ("Poroszsüveg") födém	0,88
tégla betéttetes födém	0,84
alulbordás vb.lemezes födém	0,90
téglabeton lemezes ("Horcsik") födém	0,84
MONOLIT VASBETON FÖDÉMEK	
vb.lemezfödém (12-18 cm)	1,38
sűrűbordás-ker.idomtestes födémekek	1,38
BOHN födém	0,96
ELŐREGYÁRTOTT ELEMES VASBETON FÖDÉMEK	
F, FE és G gerendás, BH elemes födémekek	0,74
FF és G gerendás, B elemes födémekek	0,93
GM gerendás, B elemes födémekek	0,85
E gerendás, EB elemes födémekek	1,00
M gerendás, MB elemes födémekek	0,92
PPB födémekek beton béléssttel	0,96
PPB födémekek kerámia béléssttel	0,85
CMG és FERT födém kerámia béléssttel	0,85
WEILER PK, PS pallófödémek	1,00
PK és PS pallófödémek	1,00

8. 6.-2. Lapostetők hőátbocsátási tényezője

HŐSZIGETELT TETŐK	
Teherhordó szerkezet + 4-5 cm hőszigetelés ($\lambda=0,04-0,06$W/mK)	
MONOLIT VASBETON FÖDÉMEK	
vb.lemezfödém (12-18 cm)	1,00
sűrűbordás-ker.idomtestes födémekek	0,80
BOHN födém	0,77
ELŐREGYÁRTOTT ELEMES VASBETON FÖDÉMEK	
E gerendás, EB elemes födémekek	0,94
M gerendás, MB elemes födémekek	0,87
PPB födémekek beton béléssttel	0,91
PPB födémekek kerámia béléssttel	0,82
CMG és FERT födém kerámia béléssttel	0,82
PS pallófödémek	0,94
PK pallófödémek	0,94
PG födémgerendás födémekek	0,94
UF6, UF12 jelű pallófödém	0,94
VIPS, VIPK jelű pallófödém	0,94
UF-MV jelű pallófödém	0,88
SPAN-DECK jelű pallófödém	0,80
Házgyári vb. födémpanel (v=11 – 16,5 cm)	1,00

8. 6.3. Lapostetők hőátbocsátási tényezője

HŐSZIGETELT TETŐK - 2	
Teherhordó szerkezet + 6-8 cm hőszigetelés ($\lambda=0,04-0,06\text{W/mK}$)	
MONOLIT VASBETON FÖDÉMEK	
vb.lemezfödém (12-18 cm)	0,76
sűrűbordás-kerámia idomtestes födémekek	0,64
BOHN födém	0,61
ELŐREGYÁRTOTT ELEMES VASBETON FÖDÉMEK	
E gerendás, EB elemes födémekek	0,72
M gerendás, MB elemes födémekek	0,68
PPB födémekek beton béléstesttel	0,70
PPB födémekek kerámia béléstesttel	0,65
CMG és FERT födém kerámia béléstesttel	0,64
PS pallófödémek	0,72
PK pallófödémek	0,72
PG födémgerendás födémekek	0,72
UF6, UF12 jelű pallófödém	0,72
VIPS, VIPK jelű pallófödém	0,72
UF-MV jelű pallófödém	0,68
SPAN-DECK jelű pallófödém	0,65
Házgyári vb. födémpanel (v=11 – 16,5 cm)	0,76

8.1.5. Beépített tetőteret határoló szerkezetek azonosítása

Meglévő épületek beépített tetőteret határoló szerkezetek hőszigetelő képessége a következő módokon határozható meg:

Tervek alapján

Kiviteli tervek alkalmasak lehetnek a határoló szerkezet rétegfelépítésének megállapítására, vagyis annak megismerésére, hogy a szerkezetben milyen anyagú és vastagságú hőszigetelő réteg került beépítésre. Gyakorlati tapasztalatok alapján ezek az adatok fenntartással kezelendők. Az engedélyezési tervek az esetek többségében nem alkalmasak a födémekek rétegfelépítésének megállapítására.

Szemrevételezés és méretfelvétel alapján

A szemrevételezés ez esetben hasznos információkat nyújthat a hőszigetelő réteg hézagmentes elhelyezésére vonatkozóan: a belső oldalon az esetleges elszíneződések, a külső oldalon (de csak téli, havas időszakban) pedig a szarufák vonalában megjelenő olvadási sávok révén.

Ami a méretellenőrzést illeti, legfontosabb a szerkezetek (térdfal, ferde fal és födém) vastagsági méretének ellenőrzése, amely általában nem igényel feltárást.

Feltárás alapján

Búvóteres tetőtérbeépítés esetében tényleges („roncsolásos”) feltárássra nincs szükség: a ferde falak és a födémekek rétegfelépítése és a hőszigetelő rétegek vastagsága gyakorlatilag a teljes szerkezetekre vonatkozóan megállapítható. Ennek során kell ellenőrizni a hőszigetelő rétegek hézagmentes elhelyezését is.

A beépített tetőtereket határoló szerkezetek hőtechnikai minőségének megállapításához segítséget nyújthat a 8.7. számú táblázat, amely a leggyakrabban előforduló szerkezetek névleges hőátbocsátási tényezőit tartalmazza

8.7. táblázat Beépített tetőteret határoló szerkezetek névleges hőátbocsátási tényezői (közelítő értékek)

Beépített tetőtereket határoló szerkezetek			Átlagos hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)				
			Hőszigetelő réteg(ek) (össz)vastagsága, cm				
típusa	hőszigetelésének módja		8	10	12	14	16
Könnyű- szerkezetes	Hőszigetelés a szarufák és földem-gerendák között 3)	1)	0,57	0,46	0,40	0,34	0,31
		2)	0,50	0,41	0,35	0,30	0,27
	Hőszigetelés a szarufák és földem-gerendák között és alatt 3)	1)	0,54	0,44	0,38	0,33	0,29
		2)	0,49	0,40	0,34	0,30	0,26
	Megszakítatlan hőszigetelés a szarufák felett		0,45	0,37	0,31	0,27	0,24
Vasbeton szerkezetes	Hőszigetelés szarufák között 3)	1)	0,54	0,44	0,38	0,33	0,30
		2)	0,48	0,39	0,34	0,29	0,26
	Megszakítatlan hőszigetelés a vasbeton szerkezet felett		0,43	0,36	0,30	0,26	0,23

A anyagainak számításba vett hővezetési tényezői:

- 1) Ásványgyapot lemez $\lambda = 0,037$ W/mK (Átlagos hőátbocsátási tényező számítása 10% fa szerkezet figyelembe vételével)
- 2) Extrudált polisztirolhab lemez $\lambda = 0,035$ W/mK (Átlagos hőátbocsátási tényező számítása 1,15 cm²/m² keresztmetszetű acél rögzítő elem figyelembe vételével) (felső) hőszigetelő réteg légzáró-páraáteresztő réteg nélkül
- 3) A (felső) hőszigetelő réteg légzáró-páraáteresztő réteggel társítva

8.1.6. Padlásfödémek azonosítása

Meglévő épületek padlásfödémek hőszigetelő képessége a következő módokon határozható meg:

Tervek alapján

Mivel a padlásfödémek döntő többsége a „hagyományos” építésmódban kivitelezett épületekben fordul elő, tervekre nem célszerű hagyatkozni.

Szemrevételezés és méretfelvétel alapján

A szemrevételezés általában csak a padlásfödém teherhordó szerkezetének megállapítására alkalmas.

A régebbi épületek padlásfödémek egy részét fafödémekkel építették, ennek meglétéről a nádvakolatban keletkezett jellegzetes hajszálrepedésekből, illetve „kopogtatásos” vizsgálattal lehet meggyőződni. Az acélgerendás, és előregyártott gerendás és pallós vasbeton födémek mennyezetén megjelenő különféle jelekből (pl. repedésképződés, repedések távolsága, „páros” repedések képződése, sávos elszíneződések stb.) sok esetben következtetni lehet a födém szerkezet típusára. Utóbbi födémek esetében azonban problémát jelent, hogy korábban

sokáig a gerendamagasságnál kisebb magassági méretű béléstesteket, vagy a gerendaközöket kitöltő lemezszerkezeteket is használtak (BH-tálcák, Horcsik-födém stb.), ami kihat a hőszigetelő réteg (általában salakfeltöltés) átlagos vastagságára, azaz a szerkezet hőszigetelő képességére.

Ami a *méretellenőrzést* illeti, legfontosabb a padlásfödém vastagsági méretének ellenőrzése (pl. a padlásfeljárónál), ami a feltárás során elvégzett méretellenőrzéssel együtt pontos információt nyújt a teherhordó szerkezet vastagsági méretéről.

Az építési idő alapján

Az építési idő e szerkezetnél legfeljebb a teherhordó szerkezet anyagára nézve jelenthet némi előzetes információt, ami a felső oldali feltárás tapasztalataival pontosítható.

Feltárás alapján

A padlásfödémek feltárása és a feltárás helyreállítása az esetek többségében nem jelent nehézséget, ezért a szerkezet hőszigetelési minőségének megállapításához elsősorban ez a módszer javasolható.

A padlásfödémek hőtechnikai minőségének megállapításához segítséget nyújthat a 8.8. számú táblázat, amely a leggyakrabban előforduló szerkezetek névleges hőátbocsátási tényezőit tartalmazza – az esetleges alsó oldali hőszigetelés számításba vétele nélkül.

8.8. táblázat Padlásfödémek hőátbocsátási tényezője (közelítő értékek)

Födémszerkezet fajtája	Födém- vastagság cm	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)
FAFÖDÉMEK		
csapos gerendafödém+agyagtapasztás (5-6 cm)	21-23	0,85
csapos gerendafödém+agyagtapasztás (8-10 cm)	23-27	0,83
csapos gerendafödém+feltöltés+téglaburkolat	26-30	0,79
borított gerendafödém+agyagtapasztás (5-6 cm)	30-35	1,25
borított gerendafödém+agyagtapasztás (8-10 cm)	32-40	1,19
borított gerendafödém+feltöltés+téglaburkolat	35-40	1,10
ACÉLGERENDÁS FÖDÉMEK		
téglaboltozatos ("Poroszsüveg") födém+feltöltés+burk.	35-40	1,10
téglabetéttetes födém+feltöltés+burkolat	35-40	1,04
felülbordás vb.lemezes födém+feltöltés+burkolat	35-40	1,15
téglabeton lemezes("Horcsik")födém+feltöltés+burkolat	30-35	1,04
MONOLIT VASBETON FÖDÉMEK		
vb.lemezfödém+feltöltés (9-12cm) +téglaburkolat	25-30	1,60
vb.lemezfödém+feltöltés (9-12 cm)+betonburkolat	25-30	1,60
felülbordás vb.födém+feltöltés+burkolat	35-40	1,15
sűrűbordás-ker.idomtestes födémek+feltöltés+burkolat	30-35	1,15
BOHN födém + feltöltés+burkolat	35-40	1,05
vb.lemezfödém+feltöltés (9-12cm) +téglaburkolat	25-30	1,60
ELŐREGYÁRTOTT VASBETON ELEMES FÖDÉMEK		
FF és G gerendás, BH béléstestes födémek+feltöltés+burk	35-40	0,97
FF és G gerendás, B béléstestes födémek+feltöltés+burk	35-40	1,33
GM gerendás, B béléstestes födémek+feltöltés+burkolat	40-45	1,18
E gerendás, EB béléstestes födémek+feltöltés+burkolat	30-35	1,41
M gerendás, MB béléstestes födémek+feltöltés+burkolat	40-45	1,27
PPB födémek beton béléstesttel feltöltés+burkolat	30-35	1,35
PPB födémek kerámia béléstesttel feltöltés+burkolat	30-35	1,15
CMG és FERT födém ker. béléstesttel feltöltés+burkolat	30-35	1,15
PK és PS jelű pallófödémek+feltöltés+burkolat	30-35	1,41

8.1.7. Pincefödémek és árkádfödémek azonosítása

Meglévő épületek pincefödémek és árkádfödémek hőszigetelő képessége a következő módokon határozható meg:

Tervek alapján

Kiviteli tervek alkalmasak lehetnek a padlószerkezet típusának (rétegfelépítésének) megállapítására, vagyis annak megismerésére, hogy a szerkezetben milyen számottevő hőszigetelő képességű anyagok (pl. feltöltés, úsztató réteg) kerültek beépítésre.

Az engedélyezési tervek az esetek többségében nem alkalmasak a födémek rétegfelépítésének megállapítására.

Szemrevételezés és méretfelvétel alapján

A szemrevételezés általában csak a födém teherhordó szerkezetének megállapítására alkalmas. Az acélgerendás, és előregyártott gerendás és pallós vasbeton födémek mennyezetén megjelenő különféle jelekből (pl. repedésképződés, repedések távolsága, „páros” repedések képződése, sávós elszíneződések stb.) sok esetben következtetni lehet a födém szerkezet típusára.

Ami a méretellenőrzést illeti, legfontosabb a födém vastagsági méretének ellenőrzése, amely az esetek többségében nem igényel feltárást.

Az építési idő alapján

Ez a módszer csak bizonyos teherhordó szerkezet típusok kizárására lehet jó, főként a vasbeton gerendás-bélestest födémeknél (lásd a 8.2. táblázatot)

Feltárás alapján

Feltárára csak akkor van szükség, ha a födém eredetileg alsó oldali hőszigeteléssel, illetve felületkiegyenlítő réteggel látták el. Pincefödémeknél a feltárás alárendelt helyiségekben végezhető, azaz a feltárás helyreállítása nem mindig szükséges. Árkádfödémeknél szükséges lehet a burkolat, illetve álmennyezet helyi eltávolítása.

A feltárás során ellenőrizni kell a hőszigetelő réteg felületfolytonosságát, és a hőszigetelő anyag tényleges hővezetési tényezőjét ennek alapján kell meghatározni.

A pincefödémek és árkádfödémek hőtechnikai minőségének megállapításához segítséget nyújthat a 8.9. számú táblázat, amely a leggyakrabban előforduló szerkezetek névleges hőátbocsátási tényezőit tartalmazza – az esetleges alsó oldali hőszigetelés számításba vétele nélkül. A pince- és árkádfödémek hőátbocsátási tényezőinek eltérése a különböző külső hőátadási tényezők miatti.

*8.9. Pincefödémek és árkádfödémek hőátbocsátási tényezői az alsó oldali hőszigetelés nélkül
(közelítő értékek)*

Födémszerkezet	Födém- vastagság cm	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)	
		Pince- födém	Árkád- födém
ACÉLGERENDÁS FÖDÉMEK			
téglabeltozatos ("Poroszsüveg") födém+feltöltés+p.burk	35-40	0,90	0,97
téglabeltettetes födém+feltöltés+padlóburkolat	30-40	0,86	0,92
felülbordás vb.lemezes födém+feltöltés+padlóburkolat	40-45	0,93	1,00
alulbordás vb.lemezes födém+feltöltés+padlóburkolat	30-35	1,45	1,63
téglabelton lemezes ("Horesik") födém+feltöltés+padlóburkolat	30-35	0,86	0,92
MONOLIT VASBETON FÖDÉMEK			
vb.lemezfödém+feltöltés+padlóburkolat	25-35	1,46	1,64
vb.lemezfödém+feltöltés+betonaljzatos padlóburkolat	25-35	1,50	1,70
vb.lemezfödém úsztatott betonaljzatos padlóburkolat	25-35	1,15	1,26
felülbordás vb.födém feltöltés+padlóburkolat	40-45	0,93	1,00
felülbordás vb.födém feltöltés+betonaljzatos p.burkolat	40-45	1,05	1,14
sűrűbordás-ker.idomtestes födémek feltöltés+padlóburk.	30-40	1,07	1,17
sűrűbordás-ker.idomtestes födémek b.aljzatos p.burkolat	30-40	1,22	1,35
sűrűbordás-ker.idomtestes födémek úsztatott padlószerk.	30-40	0,97	1,05
BOHN födém + betonaljzatos padlóburkolat	40-45	1,27	1,40
ELŐREGYÁRTOTT ELEMES VASBETON FÖDÉMEK			
F, FE és G gerendás, BH elemes födémek+salakfelt+padlóburk	35-40	0,82	0,88
F, FE és G gerendás, B elemes födémek+salakfelt+padlóburk	35-40	1,05	1,14
GM gerendás, B elemes födémek+salakfeltöltés+padlóburk	40-45	0,95	1,03
E gerendás, EB elemes födémek+salakfeltöltés+padlóburk	30-35	1,30	1,44
E gerendás, EB elemes födémek+ úszt.b.aljzat+padlóburk	30-35	1,15	1,26
M gerendás, MB elemes födémek+salakfeltöltés+padlóburk	40-45	1,18	1,30
M gerendás, MB elemes födémek+ úszt.b.aljzat+padlóburk	40-45	1,05	1,14
PPB födémek beton b.testtel+salakfeltöltés+padlóburk	30-35	1,25	1,38
PPB födémek beton b.testtel+úszt.betonaljzat+padlóburk	30-35	1,11	1,22
PPB födémek kerámia b.testtel+salakfeltöltés+padlóburk	30-35	1,08	1,18
PPB födémek kerámia b.testtel+úszt.betonaljzat+padlóburk	30-35	0,97	1,05
CMG és FERT födém kerámia b.testtel+salakfeltölt+p.burk	30-35	1,08	1,18
CMG és FERT födém kerámia b.testtel+úszt.b.aljzat+p.burk	30-35	0,97	1,05
PK, PKL, PS, PSL j.pallófödémek+salakfeltöltés+padlóburk	30-35	1,30	1,44
PK, PKL, PS, PSL j.pallófödémek+úszt.betonaljzat+padlóburk	30-35	1,15	1,26
UF-MV jelű pallófödém+salakfeltöltés+padlóburk	40-45	1,19	1,31
UF-MV jelű pallófödém+úsztatottbetonaljzat+padlóburk	40-45	1,07	1,17
Házgyári födémpanel (v=16 cm)+úszt.betonaljzat+padlóburk	30	1,27	1,40

8.2. Meglévő épülethatároló szerkezetek energiatudatos felújítása

Meglévő épületek határoló szerkezeteinek utólagos hőszigetelése szerkezetenként is több módszerrel történhet. A következőkben azokra a megoldásokra térünk ki, amelyekkel viszonylag csekély költségráfordítással energetikai szempontból hatékony – és természetesen az új épületenergetikai szabályozás követelményeinek megfelelő - felújított szerkezetek hozhatók létre.

Az összeállítás a következő épülethatároló szerkezetek utólagos hőszigetelésére terjed ki:

- Külső falak
- Lapostetők
- Beépített tetőtereket határoló szerkezetek
- Padlásfödémek
- Pincefödémek és árkádfödémek

A táblázatokban a külső falak esetében konkrét falszerkezetek jelennek meg, míg a többi esetben a felújítás előtti szerkezetek - értéklépcsőnként feltüntetett - rétegrendi hőátbocsátási tényezői a kiinduló adatok. A táblázatokban közölt adatok a felújított szerkezetek rétegrendi hőátbocsátási tényezői, amelyek a hőszigetelő réteget megszakító vagy áttörő szerkezeti elemek (pl. vázelemek, rögzítő elemek) hőhíd-hatásának figyelembe vételével számítottak.

8.2.1. Külső falak utólagos hőszigetelése

A 8.10. táblázatban a meglévő külső falszerkezetek leggyakrabban alkalmazott hőszigetelési módszere követhető, különböző falszerkezetekre vetítve.

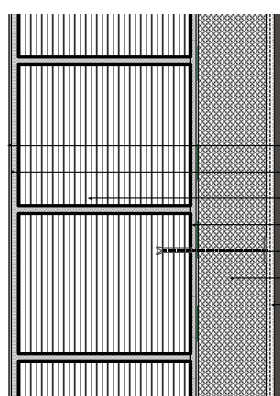
A számításba vett utólagos hőszigetelés vékonyvakolattal ellátott, ragasztással és/vagy mechanikai rögzítéssel készített expandált polisztirolhab (EPS), vagy vakolható kőzetgyapot lemezekből készül. Porózus-üreges falazóelemekből készült falazatok esetén célszerű vakolható kőzetgyapot, vagy pártaáteresztő képességű EPS lemezeket használni (pl. Baumit Open). A hőszigetelő anyag számításba vett átlagos hővezetési tényezője $\lambda_{..} = 0,047$ W/mK, az alapértéknek ($\lambda_{.} = 0,040$ W/mK) a mechanikai rögzítések (átlagosan 7 db/m² ø5 mm-es acéldübel) hőhíd-hatásával növelt értéke.

Az utólagos hőszigetelés 8 cm-nél vékonyabb hőszigetelő réteggel nem gazdaságos, mivel a hőszigetelő termék ára a hőszigetelő rendszer kivitelezési költségének legfeljebb 20 %-át teszi ki.

A táblázatban csak azok a falszerkezetek szerepelnek, amelyek rétegtervi hőátbocsátási tényezője kiegészítő hőszigetelés nélkül nagyobb, mint 0,45 W/m²K.

8.10.-1. táblázat

Külső falak ragasztott/mechanikai rögzítésű hőszigeteléssel és vékonyvakolattal



- belső felületképzés
- belső felületkiegyenlítő réteg
- meglévő fal/falazat
- meglévő külső felületkiegyenlítő réteg
- ragasztás és mechanikai rögzítés
- **Kiegészítő hőszigetelés**
- hálóerősítésű vékonyvakolat
- színvakolat

Fal anyaga - falazóelem	Vako- latlan falvas- tagság	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)					
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm					
		0	6	7	8	10	12
mészkö+nagyméretű tömör téglafal	44	1,37		0,45	0,42	0,35	0,31
mészkö+nagyméretű tömör téglafal	59	1,11		0,42	0,39	0,33	0,29
mészkö+nagyméretű tömör téglafal	74	0,93	0,43	0,39	0,36	0,32	0,28
nagyméretű tömör téglafal	44	1,29		0,45	0,41	0,35	0,30
nagyméretű tömör téglafal	59	1,04	0,45	0,41	0,38	0,33	0,29
nagyméretű tömör téglafal	74	0,87	0,42	0,38	0,35	0,31	0,27
kisméretű tömör téglafal	38	1,43			0,42	0,36	0,31
kisméretű tömör téglafal	51	1,16		0,43	0,39	0,34	0,30
kisméretű tömör téglafal	64	0,97	0,44	0,40	0,37	0,32	0,28
nagyméretű mészhomok téglafal	44	1,44			0,42	0,36	0,31
nagyméretű mészhomok téglafal	59	1,17		0,43	0,40	0,34	0,30
nagyméretű mészhomok téglafal	74	0,98	0,44	0,40	0,37	0,32	0,28
kisméretű mészhomok téglafal	38	1,59			0,43	0,37	0,32
kisméretű mészhomok téglafal	51	1,30		0,45	0,41	0,35	0,31
kisméretű mészhomok téglafal	64	1,10		0,42	0,39	0,33	0,29
kevéslyukú téglafal	38	1,33		0,45	0,41	0,35	0,31
kevéslyukú téglafal	51	1,07		0,42	0,38	0,33	0,29
soklyukú téglafal	25	1,41			0,42	0,36	0,31
soklyukú téglafal	38	1,03	0,45	0,41	0,38	0,33	0,29
soklyukú téglafal	51	0,82	0,41	0,37	0,35	0,30	0,27
B25 blokkteglafal	25	1,39			0,42	0,36	0,31
B29 blokkteglafal	29	1,44			0,42	0,36	0,31
B30 blokkteglafal	30	1,47			0,42	0,36	0,31
TB25 tufabeton blokkfal	30	1,27		0,44	0,41	0,35	0,30
TB35 tufabeton blokkfal	30	1,37		0,45	0,42	0,35	0,31
TB50 tufabeton blokkfal	30	1,47			0,42	0,36	0,31
Kohóhabsalakbeton blokkfal	25	1,55			0,43	0,36	0,32

A hőszigetelő anyag számításba vett átlagos hővezetési tényezője $\lambda^* = 0,047$ W/mK, az alapértéknek ($\lambda = 0,040$ W/mK) a mechanikai rögzítések (átlagosan 7 db/m² $\Phi 5$ mm-es acélszeg) hőhídhatásával módosított értéke.

Külső falak ragasztott/mechanikai rögzítésű hőszigeteléssel és vékonyvakolattal

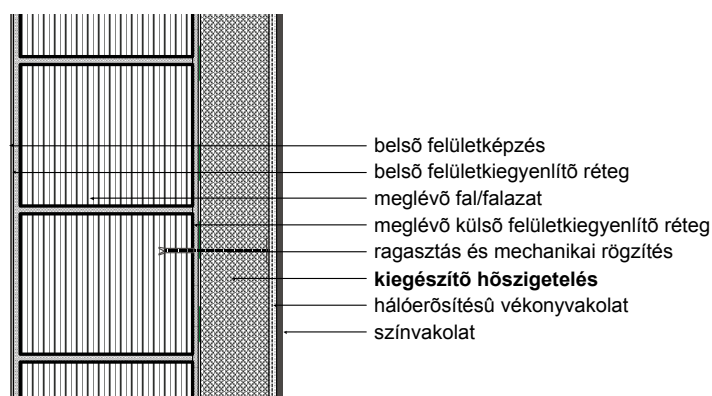


Fal anyaga - falazóelem	Vakolatlan falvastagság [cm]	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)					
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm					
		0	6	7	8	10	12
Kohóhabsalakbeton blokkfal	29	1,40			0,42	0,36	0,31
Házgyári vb.falpanel (1981 előtti)	29-30	1,50			0,43	0,36	0,31
Egységesített házgyári vb.falpanel	30	0,60	0,34	0,32	0,30	0,27	0,24
ALFA blokkteglafal	30	1,08		0,42	0,38	0,33	0,29
RÁBA blokkteglafal	25	1,20		0,43	0,40	0,34	0,30
RÁBA blokkteglafal	38	0,78	0,39	0,36	0,34	0,30	0,26
UNIFORM blokkteglafal, 10/19	30	1,27		0,44	0,41	0,35	0,30
UNIFORM blokkteglafal, 11/19	30	1,18		0,43	0,40	0,34	0,30
UNIFORM blokkteglafal, 12/19	30	1,16		0,43	0,39	0,34	0,30
UNIFORM blokkteglafal, 13/19	30	1,04	0,45	0,41	0,38	0,33	0,29
UNIFORM blokkteglafal, 14/19	30	0,98	0,44	0,40	0,37	0,32	0,28
POROTON PF-30 és PF 45	30	0,85	0,41	0,38	0,35	0,31	0,27
POROTON-36 blokkfal	36	0,65	0,36	0,33	0,31	0,28	0,25
HB-38 blokkfal (több sor)	38	0,68	0,37	0,34	0,32	0,28	0,25
THERMOTON blokkfal 1 sor hősz.	30	0,83	0,41	0,38	0,35	0,30	0,27
THERMOTON blokkfal 2 sor hősz.	30	0,64	0,36	0,33	0,31	0,28	0,25
THERMOPOR-36 blokkfal	36	0,69	0,37	0,34	0,32	0,28	0,25
BUDA-36 blokkfal	36	0,69	0,37	0,34	0,32	0,28	0,25
MÁTRA GM 500/2 gázbeton	30	0,61	0,35	0,32	0,30	0,27	0,24
MÁTRA GM 700/2 gázbeton	30	0,76	0,39	0,36	0,34	0,29	0,26
DURISOL DS 30	30	0,55	0,33	0,31	0,29	0,26	0,23
MÁTRATHERM 38 N+F	38	0,52	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23
MÁTRATHERM 30 N+F	30	0,68	0,37	0,34	0,32	0,28	0,25
BAUTHERM 38 N+F	38	0,54	0,32	0,30	0,29	0,26	0,23
BAUTHERM 30 N+F	30	0,66	0,36	0,34	0,31	0,28	0,25
BAUTHERM 38	38	0,56	0,33	0,31	0,29	0,26	0,23
BAUTHERM 30	30	0,68	0,37	0,34	0,32	0,28	0,25

(hfh) = hőszigetelő falazóhabarccsal épített falazatok

A hőszigetelő anyag számításba vett átlagos hővezetési tényezője $\lambda^* = 0,047$ W/mK, mechanikai rögzítések (átlagosan 7 db/m² $\Phi 5$ mm-es acélszeg) hőhid-hatásával módosított érték.

Külső falak ragasztott/mechanikai rögzítésű hőszigeteléssel és vékonyvakolattal



Fal anyaga - falazóelem	Vako- latlan falvas- tagság	Hőátbocsátási tényező U (W/m ² K)					
		Hőszigetelő réteg vastagsága, cm					
		0	6	7	8	10	12
UNIPOR 38	38	0,54	0,32	0,30	0,29	0,26	0,23
UNIPOR 38 N+F	38	0,62	0,35	0,33	0,31	0,27	0,24
UNIPOR 30 N+F	30	0,68	0,37	0,34	0,32	0,28	0,25
POROBRICK HB 30	30	0,62	0,35	0,33	0,31	0,27	0,24
POROBRICK NF 30	30	0,54	0,32	0,30	0,29	0,26	0,23
POROBRICK HB 38	38	0,53	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23
POROBRICK NF 38	38	0,48	0,30	0,28	0,27	0,24	0,22
BUDATHERM 38 N+F	38	0,48	0,30	0,28	0,27	0,24	0,22
BUDATHERM 38 habarctáskás	38	0,50	0,31	0,29	0,27	0,25	0,22
BUDATHERM 30 N+F	30	0,60	0,34	0,32	0,30	0,27	0,24
BUDATHERM 30	30	0,51	0,31	0,29	0,28	0,25	0,23
POROTEK HB 38	38	0,62	0,35	0,33	0,31	0,27	0,24
POROTEK 30, HB 30	30	0,68	0,37	0,34	0,32	0,28	0,25
POROTEK 38	38	0,53	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23
POROTEK 30 N+F	30	0,58	0,34	0,32	0,30	0,26	0,24
POROTEK 38 N+F	38	0,48	0,30	0,28	0,27	0,24	0,22
EUROTHERM 38 UT	38	0,50	0,31	0,29	0,27	0,25	0,22
EUROTHERM 30 UT	30	0,60	0,34	0,32	0,30	0,27	0,24
KÖRÖS 45	45	0,51	0,31	0,29	0,28	0,25	0,23
KÖRÖS 38 N+F	38	0,55	0,33	0,31	0,29	0,26	0,23
KÖRÖS 38	38	0,64	0,36	0,33	0,31	0,28	0,25
KÖRÖS 30 N+F	30	0,68	0,37	0,34	0,32	0,28	0,25
KÖRÖS 30	30	0,73	0,38	0,35	0,33	0,29	0,26
YTONG P2-05 NF+GT	25	0,47	0,30	0,28	0,27	0,24	0,22
YTONG P4-06 NF+GT	25	0,54	0,32	0,30	0,29	0,26	0,23
YTONG P4-06 NF+GT	30	0,47	0,30	0,28	0,27	0,24	0,22

(hfh) = hőszigetelő falazóhabarccsal épített falazatok

A hőszigetelő anyag számításba vett átlagos hővezetési tényezője $\lambda^* = 0,047$ W/mK, az alapértéknek ($\lambda = 0,040$ W/mK) a mechanikai rögzítések (átlagosan 7 db/m² $\Phi 5$ mm-es acélszeg) hőhíd-hatásával módosított értéke.

8.2.2. Lapostetők utólagos hőszigetelése

A lapostetők utólagos hőszigetelése során a következő alapesetek vehetők figyelembe:

- a)** A csapadékvíz-szigetelés állapota nem megfelelő (károsodott, vagy tönkrement, felújítása indokolt), lejtéskialakítása előírászerű, illetve megfelelő.
- b)** A csapadékvíz-szigetelés állapota nem megfelelő (károsodott, vagy tönkrement, felújítása indokolt), lejtéskialakítása nem megfelelő.
- c)** A csapadékvíz-szigetelés állapota megfelelő (teljes felújítása nem indokolt), lejtéskialakítása előírászerű, illetve megfelelő.
- d)** A csapadékvíz-szigetelés állapota megfelelő (teljes felújítása nem indokolt), lejtéskialakítása nem megfelelő.

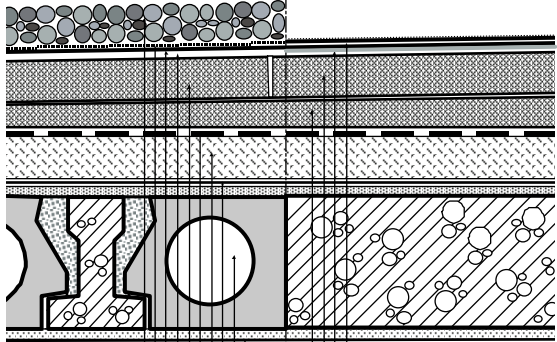
Az utólagos hőszigetelés módját egyrészt a felsoroltak, másrészt más tényezők (pl. a födémszerkezet teherbírasi tartalékai, az új csapadékvíz-szigetelés rögzítésének lehetőségei, a meglévő hőszigetelés nedvességállapota, a belső nedvesség elleni védelem lehetőségei stb.) befolyásolják.

A 8.11. számú táblázatban a b) pont szerinti esetben lehetséges egyik megoldás (egyenes rétegtrendű tető, kiegészítő hőszigetelő-lejtésképző réteg beépítésével, bármilyen alkalmas rögzítésmódú új csapadékvíz-szigetelés készítésével) szerepel.

A 8.12. számú táblázatban a c) pont szerinti esetben lehetséges egyik megoldás (Plusz-tető, a meglévő csapadékvíz-szigetelés felett elhelyezett kiegészítő hőszigetelő réteg beépítésével, leterhelt új csapadékvíz-szigetelés készítésével) szerepel.

A táblázatokban $0,4 \dots 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ rétegtervi hőátbocsátási tényezőjű, eredetileg egyenes rétegtrendű felújítandó lapostetők szerepelnek $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ méretlépcsőkben. A táblázatokban csak azok a felújítási változatok jelennek meg, amelyeknél a felújított tető hőátbocsátási tényezője kisebb, mint $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Javasolhatók azok a megoldások, amelyeknél a felújított tető rétegtervi hőátbocsátási tényezője $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, vagy annál kisebb.

8.11. táblázat Felújított egyenes rétegendű lapostetők



leterhelő réteg
 védőréteg (geotextília)
 új csapadékvíz-szigetelés
 gőznyomást kiegyenlítő réteg
kiegészítő hőszigetelés
 meglévő csapadékvíz-szigetelés
 meglévő hőszigetelés
 párazáró réteg
 födémszerkezet
 felületkiegyenlítő réteg

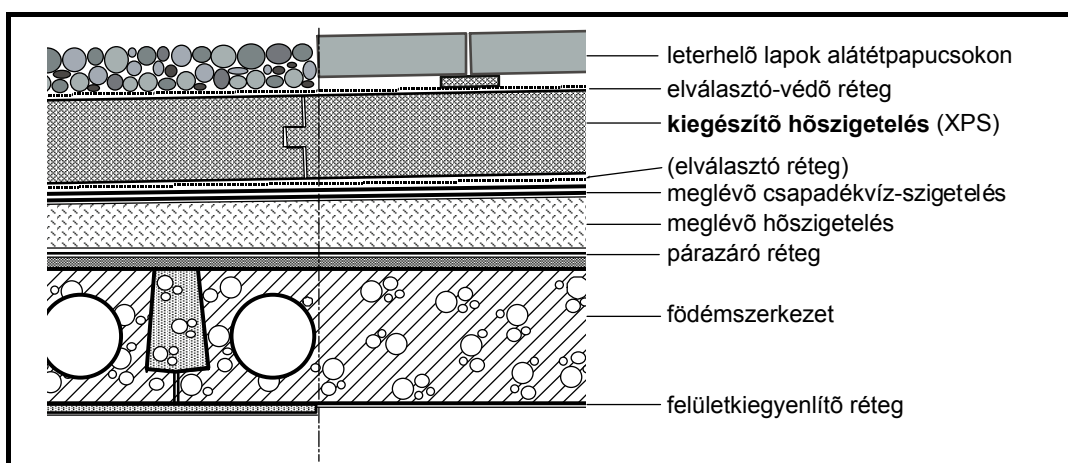
új csapadékvíz-szigetelés
 gőznyomást kiegyenlítő réteg
kiegészítő hőszigetelés
kiegészítő-lejtésképző hőszigetelés

Felújítandó tető rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m^2K)	Felújított tető rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m^2K)					
	Kiegészítő hőszigetelés átlagos vastagsága cm					
	8	10	11	12	13	14
1,10				0,23-	0,22-	0,21-
1,05			0,24-	0,23-	0,22-	0,21-
1,00			0,24-	0,23-	0,22-	0,20-
0,95			0,24-	0,23-	0,21-	0,20-
0,90			0,23-	0,22-	0,21-	0,20-
0,85			0,23-	0,22-	0,21-	0,20-
0,80		0,25-	0,23-	0,22-	0,21-	0,19-
0,75		0,24-	0,22-	0,21-	0,20-	0,19-
0,70		0,24-	0,22-	0,21-	0,20-	0,19-
0,65		0,23-	0,21-	0,21-	0,19-	0,18-
0,60		0,23-	0,21-	0,20-	0,19-	0,18-
0,55	0,25-0,27	0,22-	0,20-	0,19-	0,18-	0,18-
0,50	0,24-0,26	0,21-	0,20-	0,19-	0,18-	0,17-
0,45	0,23-0,24	0,20-	0,19-	0,18-	0,17-	0,17-
0,40	0,21-0,23	0,19-	0,18-	0,17-	0,16-	0,16-

Kiegészítő hőszigetelés: lépésálló közetgyapot vagy expandált polisztirolhab táblákkal (nem megfelelő eredeti lejtéskialakítás esetén az alsó réteg lejtésbe szabott hőszigetelő táblákkal)

Számításba vett hővezetési tényező: $\lambda = 0,035 - 0,041$ W/mK

8.12. táblázat Felújított fordított rétegendű lapostetők (PLUSZ-tetők)



Felújítandó rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m ² K)	tető	Felújított tető rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m ² K)				
		Kiegészítő hőszigetelés névleges vastagsági mérete cm				
		8	10	12	14	16
1,10				0,25	0,22	0,20
1,05				0,25	0,22	0,20
1,00				0,24	0,22	0,20
0,95				0,24	0,22	0,19
0,90				0,24	0,21	0,19
0,85				0,23	0,21	0,19
0,80				0,23	0,21	0,19
0,75				0,23	0,20	0,18
0,70			0,25	0,22	0,20	0,18
0,65			0,24	0,22	0,20	0,18
0,60			0,24	0,21	0,19	0,17
0,55			0,23	0,21	0,19	0,17
0,50		0,25	0,22	0,20	0,18	0,17
0,45		0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
0,40		0,22	0,20	0,18	0,17	0,15

Kiegészítő hőszigetelés: extrudált polisztirolhab táblákkal
 Számításba vett hővezetési tényező: $\lambda = 0,038$ W/mK (Tervezési érték folyamatos intenzív nedvesség mellett)

8.2.3. Beépített tetőteret határoló szerkezetek utólagos hőszigetelése

Meglévő épületek beépített tetőterét határoló szerkezetek utólagos hőszigetelése során a következő alapesetek vehetők figyelembe:

- a) A beépítés a tetőtér teljes terjedelmében történt, vagyis a határoló szerkezetek követik a fedélszerkezet (tetőfedés) síkját.
- b) A tetőtér beépítése részleges (belső térdfal és födém is készült a tetőtérben), vagyis a határoló szerkezetek közül csak a ferde falak követik a fedélszerkezet (tetőfedés) síkját.
- c) A tetőtér beépítése részleges: belső térdfal készült a tetőtérben, de máshol a határoló szerkezetek követik a fedélszerkezet (tetőfedés) síkját.
- d) A tetőtér beépítése részleges: födém készült a tetőtérben, de máshol a határoló szerkezetek követik a fedélszerkezet (tetőfedés) síkját.

Az utólagos hőszigetelés beépítése a ferde falak szakaszán viszonylag egyszerű eszközökkel csak a szerkezet belső oldalán lehetséges, míg a belső térdfalak és födémek hőszigetelése esetenként a külső oldalon (a bűvóterekben) is kivitelezhető és célszerű.

A belső oldali utólagos hőszigetelés tervezése során figyelembe kell venni a meglévő szerkezet rétegfelépítését és páratechnikai tulajdonságát, és a kiegészítő hőszigetelés fajtáját, illetve az esetlegesen szükséges páratechnikai réteg fajtáját ennek megfelelően kell megválasztani.

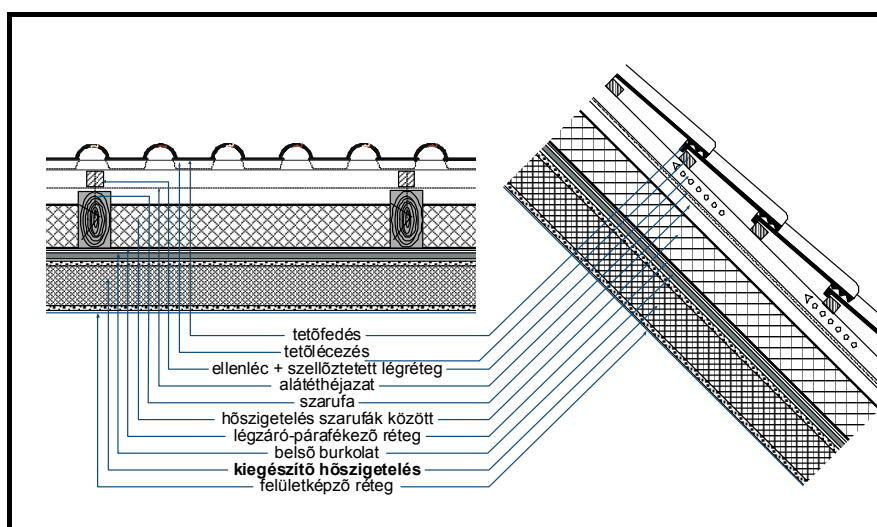
A 8.13. táblázatban a ferde falak utólagos hőszigetelésének egyik lehetséges módszere szerepel, amikor a belső oldalon a hőszigetelő táblák segédszerkezet (lécváz) nélkül kerülnek beépítésre, és így külön hőhíd-hatást csak a mechanikai rögzítő elemek idéznek elő. Erre alkalmasak pl. a fagyapot réteggel mindkét oldalán társított kőzetgyapot, vagy expandált polisztirolhab anyagú hőszigetelő elemek.

A 8.13. táblázatban $0,3...0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ rétegtervi hőátbocsátási tényezőjű felújítandó szerkezetek szerepelnek $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ méretlépcsőkben ($0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ -nél nagyobb rétegtervi hőátbocsátási tényezőjű felújítandó szerkezetek esetében az utólagos hőszigetelési módszer nem alkalmas az új szabályozás szerinti hőátbocsátási követelmény teljesítésére). A felújítási módszer hátrányos vonásai (lakótér csökkenése, felújítási munkák üzemelő helyiségekben, utólagos teljes felületképzés igénye stb.) miatt $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ -nél kisebb rétegtervi hőátbocsátási tényezőjű szerkezeteknél az utólagos hőszigetelés csak akkor javasolható, ha a meglévő szerkezet légzárási tulajdonságai nem megfelelőek.

A táblázatokban csak azok a felújítási változatok jelennek meg, amelyeknél a felújított szerkezet hőátbocsátási tényezője kisebb, mint $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Javasolhatók azok a megoldások, amelyeknél a felújított tető rétegtervi hőátbocsátási tényezője $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, vagy annál kisebb.

Ha az egyéb határoló szerkezetek (belső térdfal, födém) utólagos hőszigetelését nem a szerkezetek belső oldalán, hanem a bűvóterek felőli oldalon építik be, a felújított szerkezetek hőszigetelésének mértéke legalább a ferde falakéval azonos (de javasolhatóan annál nagyobb) legyen.

8.13. táblázat. Felújított beépített tetőteret határoló ferde fal



Felújítandó szerkezet rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m^2K)	Felújított szerkezet rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m^2K)			
	Kiegészítő hőszigetelés névleges vastagsági mérete, cm			
	5	7,5	10	1
0,926	1,488	2,049	2,5	0,4
0,65			0,2	0,4
0,60			0,2	0,4
0,55			0,2	0,4
0,50		0,25	0,2	0,4
0,45		0,24	0,2	0,4
0,40	0,25	0,22	0,2	0,4
0,35	0,23	0,21	0,2	0,4
0,30	0,24	0,21	0,19	0,4

Kiegészítő hőszigetelés: fagyapot lemezzel mindkét oldalán társított kőzetgyapot, vagy expandált polisztirolhab anyagú hőszigetelő elemek.
Számításba vett hővezetési tényező az acél rögzítő elemek ($1,15 \text{ cm}^2/m^2$) hőhíd-hatását figyelembe véve.

8.2.4. Padlásfödémek utólagos hőszigetelése

Meglévő épületek beépített tetőterét határoló szerkezetek utólagos hőszigetelése során a következő szerkezeti alapesetek vehetők figyelembe:

- a) A padlásfödém fa teherhordó szerkezetű (legtöbbször borított gerendás födém, ritkábban csapos gerendafödém), csekély vastagságú hőszigeteléssel (pl. agyagtapasztás, salakbeton, salakfeltöltés+padlástégla burkolat stb.)
- b) A padlásfödém „masszív” (acélgerendás, monolit vasbeton, előregyártott elemes vasbeton) teherhordó szerkezetű, nem terhelhető hőszigeteléssel, padozat nélkül
- c) A padlásfödém „masszív” (acélgerendás, monolit vasbeton, előregyártott elemes vasbeton) teherhordó szerkezetű, terhelhető, hőszigetelt padozattal (pl. könnyűbeton, habcement, feltöltés+betonburkolat stb.)

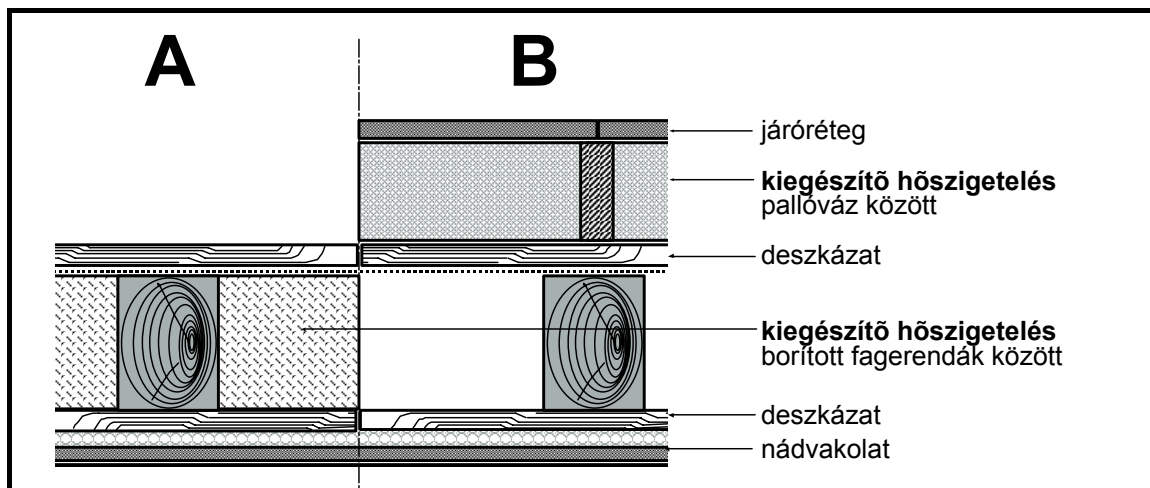
A padlásfödémek utólagos hőszigetelése a legegyszerűbb feladat, mivel a hőszigetelés külön védelme – alátéthéjazattal vízhatlanná tett tetőfedés esetén – nem szükséges, és páravédelmi réteg beépítése is csak ritkán indokolt. Esetenként – nem hasznosított padlástereknel – a burkolat készítése is elmaradhat: ilyenkor csak a hőszigetelés elhelyezése a feladat.

Padlásfödémek utólagos hőszigetelése esetén gondosan ügyelni kell arra, hogy a hőszigetelő réteg teljes felületű és megszakítatlan legyen, és hézagmentesen csatlakozzon a külső falak (esetleges) külső oldali hőszigeteléséhez.

A 8.14. táblázatban a fa teherhordó szerkezetű padlásfödémek utólagos hőszigetelésének kétféle példája szerepel. A baloldali ábrarész azt az esetet példázza, amikor eleve szükséges a károsodott felső deszkázat cseréje, és ennek során kézenfekvő megoldás a fagerendák közeinek kitöltése hőszigetelő anyaggal. A jobb oldali ábrarész szerinti szerkezetnél a deszkázatcsere nem indokolt és elegendő a kiegészítő hőszigetelés elhelyezése, esetleg (az ábra szerinti) könnyű járóréteg elkészítése.

A 8.15. táblázat a masszív teherhordó szerkezetű padlásfödémek kétféle hőszigetelési módszerének adatai találhatóak. A baloldali ábrarészen és oszlopokban a hőszigetelés felett könnyű, a jobb oldalin pedig terhelhető könnyűbeton járóréteg készül a felújítás során.

A táblázatokban csak azok a felújítási változatok jelennek meg, amelyeknél a felújított szerkezet hőátbocsátási tényezője kisebb, mint $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Javasolhatók azok a megoldások, amelyeknél a felújított tető rétegtervi hőátbocsátási tényezője $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, vagy annál kisebb, annál is inkább, mivel a padlásfödémek utólagos hőszigetelése – bármilyen rétegfelépítési változatban - jóval gazdaságosabb, mint más épülethatároló szerkezeteké.



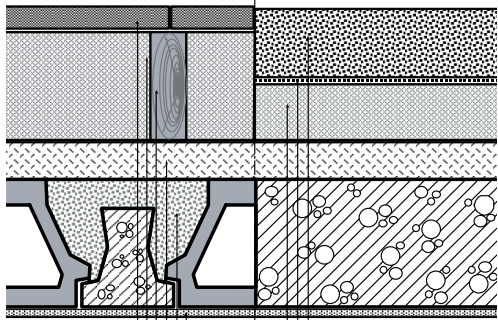
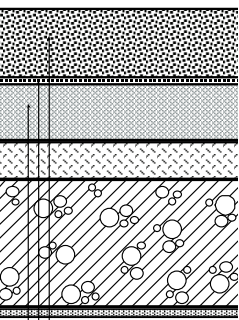
Felújítandó padlásfödém rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m ² K)	Felújított padlásfödém rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m ² K)					
	Kiegészítő hőszigetelés vastagsági mérete cm					
	„A” változat		„B” változat			
	20	24	12	14	16	18
1,10	0,25	0,21	0,27	0,24	0,22	0,20
1,05	0,24	0,21	0,27	0,24	0,22	0,20
1,00	0,24	0,21	0,26	0,24	0,21	0,19
0,95	0,24	0,21	0,26	0,23	0,21	0,19
0,90	0,24	0,21	0,26	0,23	0,21	0,19
0,85	0,23	0,20	0,25	0,23	0,21	0,19
0,80	0,23	0,20	0,25	0,22	0,20	0,19
0,75	0,22	0,20	0,24	0,22	0,20	0,18
0,70	0,22	0,19	0,24	0,21	0,20	0,18
0,65	0,21	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18
0,60	0,21	0,19	0,22	0,20	0,19	0,17
0,55	0,20	0,18	0,22	0,20	0,18	0,17
0,50	0,20	0,17	0,21	0,19	0,18	0,16
0,45	0,19	0,17	0,20	0,18	0,17	0,16
0,40	0,18	0,16	0,19	0,18	0,16	0,15

Kiegészítő hőszigetelések:

A) változat: laza ásványgyapot vagy ásványgyapot filc ($\lambda = 0,046$ W/mK), a felület 74 %-án (26 % fagerenda)

B) változat: ásványgyapot filc vagy lemez ($\lambda = 0,046$ W/mK), a felület 90 %-án (10 % fa pallóváz)

8.15. táblázat Felújított acél- és vasbeton szerkezetű padlásfödémek

		A		B		
						
		könnyű járóréteg kiegészítő hőszigetelés pallóváz meglévő hőszigetelés födém szerkezet felületkiegyenlítő réteg		könnyűbeton járóréteg technológiai szigetelés kiegészítő hőszigetelés		
Felújítandó padlásfödém rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m ² K)	Felújított padlásfödém rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m ² K)					
	Kiegészítő hőszigetelés vastagsági mérete, cm					
	„A” változat			„B” változat		
	12	14	16	8	10	12
1,10	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21
1,05	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21
1,00	0,26	0,24	0,21	0,25	0,23	0,20
0,95	0,26	0,23	0,21	0,25	0,22	0,20
0,90	0,26	0,23	0,21	0,25	0,22	0,20
0,85	0,25	0,23	0,21	0,24	0,22	0,20
0,80	0,25	0,22	0,20	0,24	0,21	0,20
0,75	0,24	0,22	0,20	0,23	0,21	0,19
0,70	0,24	0,21	0,20	0,23	0,21	0,19
0,65	0,23	0,21	0,19	0,22	0,20	0,19
0,60	0,22	0,20	0,19	0,22	0,20	0,18
0,55	0,22	0,20	0,18	0,21	0,19	0,18
0,50	0,21	0,19	0,18	0,20	0,19	0,17
0,45	0,20	0,18	0,17	0,20	0,18	0,16
0,40	0,19	0,18	0,16	0,19	0,17	0,16

Kiegészítő hőszigetelések:

A) változat: ásványgyapot filc vagy lemez ($\lambda = 0,046$ W/mK), a felület 90 %-án (10 % fa pallóváz)

B) változat: terhelhető ásványgyapot vagy expandált polisztirolhab lemezek ($\lambda = 0,040$ W/mK), felette 10 cm vastag könnyűbeton vagy habcement járóréteg ($\lambda = 0,10$ W/mK)

8.2.5. Pincefödémek és árkádfödémek utólagos hőszigetelése

Meglévő épületek fűtetlen pinceterei feletti födémek és az árkád (áthajtó) feletti födémek utólag csak alsó oldalukon hőszigetelhetők. Ez csökkenti a számításba vehető hőszigetelési megoldások számát, amelyek a következők:

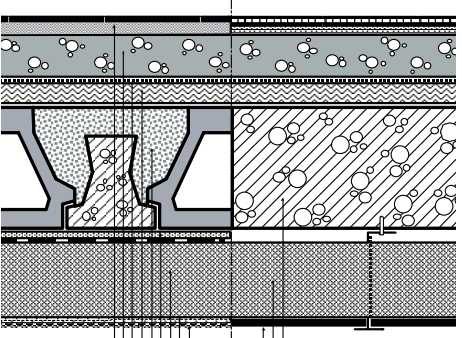
- a) Ragasztással és/vagy mechanikai rögzítéssel beépített hőszigetelő lapok hálóerősítő alapvakolattal és színvakolattal (vagy pincefödémek esetén színvakolat nélkül)
- b) Fa- vagy fémszerkezetű segédváz elemei közé elhelyezett hőszigetelő lemezekkel és alsó oldali burkolattal (pince- és árkádfödémek esetén is lehetséges)
- c) Függesztett állmennyezet felett, az állmennyezeti tér teljes vagy részleges kitöltésével

(általában csak árkádfödémek esetén).

A 8.16. táblázatban az a) és c) megoldás ábrái és hőtechnikai adatait tüntettük fel.

A táblázatban csak azok a felújítási változatok jelennek meg, amelyeknél a felújított pincefödémek hőátbocsátási tényezője kisebb, mint $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$, a felújított árkádfödémeké pedig kisebb, mint $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ugyanakkor ez esetben is érvényes, hogy az utólagos hőszigetelés tervezése során célszerű a hőátbocsátási tényező követelményértékénél jobb hőszigetelő képességű felújított pince- vagy árkádfödém kialakítása. Ezt indokolja az is, hogy a hőszigetelő anyag beépítési költsége csak töredéke az utólagos hőszigetelt szerkezetek teljes kivitelezési költségének. A javasolt értékek: pincefödém esetén $U < 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, árkádfödémeknél pedig $U < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

8.16 táblázat *Felújított acél- és vasbeton szerkezetű pincefödémek és árkádfödémek*



Felújítandó födémek rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m ² K)	Felújított födémek rétegtervi hőátbocsátási tényezője U (W/m ² K)					
	Kiegészítő hőszigetelés vastagsági mérete, cm					
	Pincefödém			Árkádfödém		
	6	8	10	14	16	18
1,10	0,46	0,39	0,33		0,24	0,22
1,05	0,45	0,38	0,33		0,23	0,21
1,00	0,44	0,37	0,32		0,23	0,21
0,95	0,43	0,37	0,32	0,25	0,23	0,21
0,90	0,42	0,36	0,31	0,25	0,23	0,21
0,85	0,41	0,35	0,31	0,24	0,22	0,20
0,80	0,40	0,34	0,30	0,24	0,22	0,20
0,75	0,39	0,33	0,29	0,24	0,22	0,20
0,70	0,37	0,32	0,29	0,23	0,21	0,19
0,65	0,36	0,31	0,28	0,23	0,21	0,19
0,60	0,34	0,30	0,27	0,22	0,20	0,19
0,55	0,33	0,29	0,26	0,21	0,20	0,18
0,50	0,31	0,27	0,25	0,20	0,19	0,18
0,45				0,20	0,18	0,17
0,40				0,19	0,17	0,16

Kiegészítő hőszigetelések: ásványgyapot vagy expandált polisztirolhab lemezek ($\lambda = 0,040$ W/mK), a mechanikai rögzítések, ill. függesztő elemek hőhíd-hatását figyelembe véve ($\lambda = 0,047$ W/mK)

9. TANÚSÍTÁS – AZ ÉPÜLET

9.1 A sugárzási nyereség

A transzparens szerkezetek össz-sugárzás átbocsátási vagy naptényezői a minősítési iratokban, régebbi szerkezetek esetén katalógusokban, segédletekben közölt adatokkal vehetők figyelembe. A sugárzási nyereség a 4. fejezetben leírt módszerek egyikével számítandó (a benapozási feltételek ellenőrzése alapján vagy a benapozási feltételek ellenőrzése nélkül, az előírt tervezési intenzitás adatokkal).

A módszerek közötti választás a tanúsító döntésére van bízva, de egy eljáráson belül azonos módon kell számítani a tényleges és a felújítás utáni állapotot.

9.2. A fajlagos hőveszteségtényező

A fajlagos hőveszteségtényező értékét a 4. fejezetben közölt módszerrel kell számítani. Ennek során a sugárzási nyereség figyelembevételére egyszerűsített vagy részletes eljárás egyaránt alkalmazható a tanúsító döntése szerint, de egy eljáráson belül azonos módon kell számítani a tényleges és a felújítás utáni állapotot.

9.3. Légcsereszám a vizsgált épületben

9.3.1. Természetes szellőztetés és filtrációs légcseré becslése

A jelen alfejezetben ismertetett adatok, módszerek

- a természetes szellőztetésű épületekben kialakuló légcsereszám és

- a gépi szellőztetésű épületekben kialakuló filtrációs (szabályozatlan) légcseré becslésére szolgálnak.

Magától értetődően ha a természetes szellőztetésre kapott légcsereszám kisebb, mint az előírt tervezési adat vagy a szakma szabályai szerint számított kötelező légcsereszám, akkor az utóbbit kell a fűtési energiaigény számításánál használni.

9.1. táblázat: Cellás épületek légcsereszámának becslése szemle alapján (fűtési időre vonatkozó adatok)

Nyílászáró légáteresztése	Nyílások elhelyezkedése	Szintek száma	Korrektíós szorzó szél ¹⁾	Légcsere-szám
vetemedett, rosszul illesztett ablakok, forgó ablakok	Egy homlokzaton	1-2	1,20	
		3-6	1,30	0,7
		7-15	1,60	
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	1,30	
		3-6	1,40	0,9
		7-15	1,70	
rossz légzárású ablakok, műanyag vagy ép fakeretes ablakok	Egy homlokzaton	1-2	1,10	
		3-6	1,20	0,5
		7-15	1,40	
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	1,15	
		3-6	1,25	0,6
		7-15	1,50	
jó légzárású ablakok	Egy homlokzaton	1-2	1,00	0,5
		3-6		
		7-15		
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2		
		3-6		
		7-15		

¹⁾ A korrektíós szorzó szabadon álló vagy az épített környezetből kiemelkedő magasabb épületek esetében alkalmazható.

A légcsereszám becslése az **50 Pascal** nyomáskülönbségnél mért légcsereszám alapján:

A tömörtelen határolószerkezeteken bejutó légáram a következő összefüggéssel számítható:

$$\dot{V}_{in} = \frac{V \cdot n_{50} \cdot e}{1 + \frac{f}{e} \left[\frac{\dot{V}_{sup} - \dot{V}_{ex}}{V \cdot n_{50}} \right]^2}$$

\dot{V}_{in} a spontán (filtrációs) légáram

\dot{V}_{sup} a gépi szellőztetéssel befűvott légáram

\dot{V}_{exn} a gépi szellőztetéssel elszívott légáram

n_{50} a légcsereszám 50 Pa belső-külső nyomáskülönbség mellett a légbevezető szellőző nyílások hatását is beleértve

e és f szélvédettségi tényezők (következő táblázat).

9.2. táblázat. *Az e és f szélvédeettségi együttható a tömörtelen határolószerkezeteken bejutó légáram számításához*

<i>e</i> együttható		
Különböző szélvédeettségi fokozatokra vonatkozó <i>e</i> szélvédeettségi együttható	Egy szélhatásnak kitett homlokzat	Egynél több szélhatásnak kitett homlokzat
Nincs védelem: szabadon álló épületek, városközponti magas házak.	0,03	0,10
Közepes védelem: szabadon álló épületek fákkal vagy más épületekkel körülvéve, külváros.	0,02	0,07
Erős védelem: városközpontokban átlagos magasságú épületek, vagy erdőben lévő épületek.	0,01	0,04
<i>f</i> együttható	20	15

9.3. táblázat: *Légtömörégi fokozatok az MSZ - EN 832 szabvány melléklete szerint*

Légcserezszám [h ⁻¹] 50 Pa nyomáskülönbség mellett	Többlakásos épület	Családi ház	Légtömörégi szint
	kevesebb mint 2	kevesebb mint 4	magas
	2 és 5 között	4 és 10 között	közepes
	több mint 5	több mint 10	alacsony

Megjegyzés 1.: Az egylakásos és többlakásos épületek közötti különbség az adott térfogathoz tartozó külső határolószerkezetek jellemző különbségére vonatkozik.

Megjegyzés 2.: Ha n_{50} kisebb mint 3 h⁻¹ (nyitott légbevezető nyílásokkal) akkor az épület a természetes szellőzés szempontjából túlságosan tömör lehet. Ilyen esetben a szükséges légszere ablakszellőzéssel biztosítandó.

Amennyiben V_{sup} (a gépi szellőztetéssel befűvott légáram) és V_{exn} (a gépi szellőztetéssel elszívott légáram) egyaránt zérus, akkor az 50 Pascal nyomáskülönbségnél mért légcserezszám alapján a következő tájékoztató adatok használhatók:

9.4. táblázat: *Természetes szellőzésű többszintes cellás épületek n [h⁻¹] légcserezsáma szélvédeettségi fokozattól és légtömörégtől függően*

Szélvédeettségi fokozat	Egynél több szélhatásnak kitett homlokzat			Egy szélhatásnak kitett homlokzat		
	Az épület légtömörése			Az épület légtömörése		
	Alacsony	Közepes	Magas	Alacsony	Közepes	Magas
Nincs védelem	1,2	0,7	0,5	1,0	0,6	0,5
Közepes védelem	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
Erős védelem	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

*9.5. táblázat: Természetes szellőzésű családi házak
n [h⁻¹] légcserezés száma szélvédettségi fokozattól és a légtömörségtől függően*

Szélvédettségi fokozat	Az épület légtömörsége		
	Alacsony	Közepes	Magas
Nincs védelem	1,5	0,8	0,5
Közepes védelem	1,1	0,6	0,5
Erős védelem	0,7	0,5	0,5

9.3.2. Légtechnikai rendszerrel ellátott, mesterséges szellőztetésű épületek

Mesterséges szellőztetés esetén a légcserezés szám a légtechnikai rendszer adatai alapján a szakma szabályai szerint számítandó. Szakaszosan üzemeltetett légtechnikai rendszer (szakaszosan foglalt épület) esetén a légtechnikai rendszer üzemszünetének tartamára a természetes szellőztetésre vonatkozó módszerek egyikével kell a légcserezés számot becsülni.

9.4. A nettó fűtési energiaigény

A nettó fűtési energiaigény a 4. fejezetben közölt módszerrel számítandó.

Ennek során a légcserezés számot a vizsgált épületre a 9.3. alfejezet szerint megállapított értékkel kell figyelembe venni. Szakaszosan üzemeltetett légtechnikai rendszer esetében a légcserezés szám az üzemidőre vonatkozó érték és az üzemszünetre a 9.3.1. szerint becsült természetes légcsere időarányos átlagát kell figyelembe venni.

Ha az adott épületre (épületrészre) rendeltetése alapján az összesített energetikai jellemző követelményértéke elő van írva, akkor a belső hőterhelést a rendeltetés alapján a 4. fejezet adataival kell figyelembe venni.

Ha az adott épületre (épületrészre) rendeltetése alapján az összesített energetikai jellemző követelményértéke nincs előírva, akkor az *átlagos* belső hőterhelést a személyek száma, a világítás és az egyéb berendezések adatai alapján, a használat szakaszosságát is időarányosan figyelembe véve a szakma szabályai szerint kell számítani.

A fűtési üzemvitel az épület rendeltetésének megfelelően szakaszosnak tételezhető fel, amennyiben a szakaszos üzemeltetés technikai feltételei (teljesítmény leszabályozására alkalmas szabályozás vagy vezérlés, a felfűtés többlet teljesítmény-igénye) biztosítottak.

9.5. A nyári túlmelegedés kockázata

A transzparens szerkezetek össz-sugárzás átbocsátási vagy naptényezői a minősítési iratokban, régebbi szerkezetek esetén katalógusokban, segédletekben közölt adatokkal vehetők figyelembe. A társított szerkezetek hatása figyelembe vehető, amennyiben azok működésképesek.

A sugárzási hőterhelés a 4. fejezetben leírt számítási módszerek egyikével számítandó (a benapozási feltételek ellenőrzése alapján vagy a benapozási feltételek ellenőrzése nélkül, a közölt tervezési intenzitás adatokkal).

A belső hőterhelést illetően amennyiben az épület rendeltetése alapján van előírt tervezési adat, akkor az a mértékadó. Ha ilyen előírt adat nincs, akkor a tényleges adatokból (személyek száma, tartózkodási idő, világítás, technológia) a szakma szabályai szerint kell megállapítani a belső hőterhelés fajlagos értékét.

A nyári túlmelegedés kockázatára vonatkozó számítás 4. fejezetben közöltek szerint hajtható végre.

10. TANÚSÍTÁS - ÉPÜLETGÉPÉSZET

10.1. A tanúsítás általános szempontjai

A rendszerek energiafelhasználását a számítási módszerek standardizálása érdekében ugyanazokkal az összefüggésekkel és paraméterekkel kell számítani, mert amelyeket a tervezés során használunk a fajlagos hőveszteségtényező és az összesített energetikai mutató számítására. Erre azért van szükség, hogy az eredmények egymással és más épületekre elvégzett számításokkal összevethetőek legyenek. Előnyt jelent azonban az, hogy a meglévő épület esetében több információ áll rendelkezésre, mint az engedélyezési terv kapcsán, így bizonyos adatokat pontosítani lehet, precízebben lehet figyelembe venni.

Ebben a fejezetben azokat a kérdéseket járjuk körül, amelyek a számítások pontosságát segíthetik elő, illetve bizonyos kérdések magyarázatául szolgálnak.

Az épületgépészeti rendszerek felmérés alapján történő beazonosítása során az alábbi feladatokat kell elvégezni:

- rendszerek és a rendszerhez tartozó fogyasztói kör, épületrész behatárolása
- üzemidők, üzemeltetési szokások felmérése
- hőtermelők műszaki adatainak felmérése, műszaki állapotának megítélése
- szabályozó berendezések beazonosítása, műszaki állapotának megítélése
- rendszer beszabályozottságával kapcsolatos információk begyűjtése
- rendszerelemek (hőleadók, ventilátorok, melegvíz termelők, tárolók, szivattyúk, hűtőberendezések, vezetékrendszerek) típusának beazonosítása, főbb adatainak felmérése, műszaki állapotának megítélése, hőszigetelésének felmérése

Az épületgépészeti rendszerek közül a fűtési, HMV, szellőzési és hűtési rendszerek azonosítását mutatjuk be.

10.1.1. Fűtési rendszerek azonosítása

A fűtési rendszereknél csak a melegvízes fűtési rendszereket tárgyaljuk, amikor a hőleadók radiátorok. Az alábbiakban elmondottak azonban érvényesek a sugárzó fűtési rendszerekre (padlófűtés, mennyezetfűtés, falfűtés) és a fan-coil rendszerekre is.

A fűtési rendszer a következő fő elemeket tartalmazza:

Kazánok
Szivattyúk
Szabályozó szelepek
Tágulási tartályok, biztonsági szerelvények
Szűrők
Beszabályozó szelepek
Hőleadók, radiátorok
Automatika

A fűtési rendszerek energiafelhasználása szempontjából a kazánok, a szivattyúk, a szabályozás és a beszabályozás a legfontosabbak, ezért a továbbiakban csak ezeket tárgyaljuk.

10.1.1.1. Kazánok, hőtermelők azonosítása

A kazánok azonosítása történhet:

- **Tervek alapján**
Amennyiben a tervdokumentáció rendelkezésre áll, a kazán típusa, mérete, névleges teljesítménye, égőjének fajtája leolvasható a rajzokról. A tervek alapján történő azonosítás megkönnyíti a munkát, de a megvalósult állapotnak a tervekkel történő összevetése ebben az esetben is szükséges.
- **Helyszíni szemrevételezés alapján**
Egy adott kazángyártó adott esetben több különböző gyártmánysorozatot készít, ezért fontos a kazán típusának pontos megállapítása is. Adott esetben ugyanazon a sorozaton belül több különböző nagyság is készül, ezért meg kell állapítani ezt is. Ez lehet tagszám, fűtőfelület vagy teljesítmény formájában megadva. Ha kétséges a kazántípus, akkor célszerű a kazán befoglaló méreteit is felmérni, hogy később katalógus segítségével esetleg beazonosítható legyen. Érdeemes a gyártás illetve beépítés évét is megtudni, mert előfordulhat, hogy egy adott gyártmánysorozaton az évek során műszaki változtatásokat hajtottak létre.

A kazán névleges teljesítményének megállapításánál ügyelni kell arra, hogy az adattáblán a kazán hőteljesítménye, tehát a rendszer felé kinyerhető, rendelkezésre álló teljesítmény, vagy a kazán hőterhelése, vagyis az eltüzelt tüzelőanyagból számítható teljesítmény van-e megadva. A két érték közt a berendezés tüzeléstechnikai hatásfoka teremti meg a kapcsolatot. A névleges teljesítmény úgy kapjuk meg a hőterhelésből, ha azt a tüzeléstechnikai hatásfokkal megszorozzuk. A teljesítményre vonatkozó információk közt esetleg szerepel a minimális teljesítmény is. Ebből arra lehet következtetni, hogy a kazán égője egy pont-, kétpont- vagy folyamatos szabályozású.

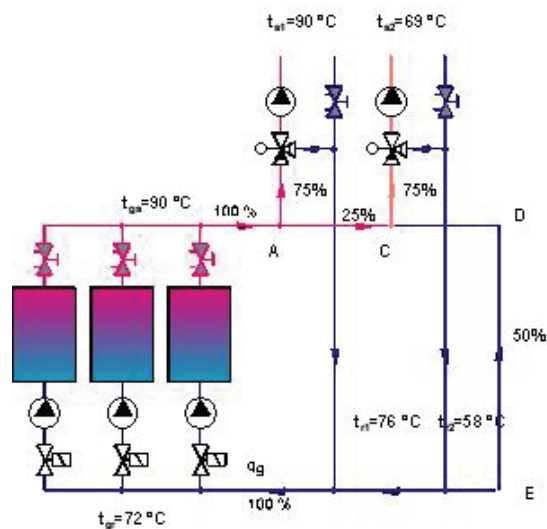
Az égő fajtája a kazán készenléti veszteségeinek megítélésében jelent segítséget. A készenléti veszteségek szempontjából különbséget jelent, hogy a készüléken a levegő a kémény és huzata (atmoszférikus égőjű gázkazánok), vagy pedig ventilátor (blokkégővel ellátott túlnyomásos kazánok, égéstermék ventilátorral felszerelt készülékek) segítségével áramlik keresztül. Az előbbi esetben az égő kikapcsolt időszakában is jelentős mennyiségű levegő áramlik a készüléken keresztül, ami ott felmelegedve veszteséget, az úgynevezett „készenléti veszteséget” okozza. Amennyiben a ventilátor mozgatja a levegőt és égéstermékét, akkor az égő kikapcsolásával ez is leáll, ami a készüléken átáramló levegő mennyiségét jelentősen csökkenti.

Kazán vízhőmérséklet szerint csoportosításakor 3 típust szokás megkülönböztetni, szabványos, alacsony hőmérsékletű és kondenzációs kazánokat.

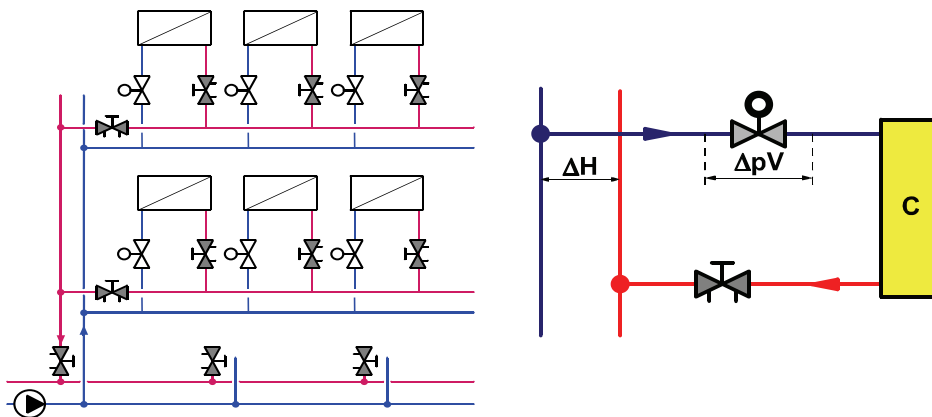
10.1.1.2. Fűtési hálózat azonosítása

A fűtési hálózat azonosítása során a legfontosabb az adott kapcsolás meghatározása. Egyértelműen meg kell határozni, hogy a rendszer mely része állandó tömegáramú, melyik a változó tömegáramú szakasz. Az állandó tömegáramú résznél általában háromjártú szelepet és állandó fordulatszámú szivattyút találunk. A változó tömegáramú rész többnyire együtű szeleppel és folyamatosan változtatható fordulatszámú szivattyúval jellemezhető.

A rendszer kapcsolására jellemző, hogy az osztó-gyűjtő nyomáskülönbséggel rendelkezik, vagy nem. Amennyiben az osztó-gyűjtő egy by-pass vezetékkel össze van kötve, vagy az előremenő és a visszatérő vezeték között egy összekötést találunk, a rendszer nyomáskülönbség nélküli osztó-gyűjtővel rendelkezik. Ebben az esetben primer és a szekunder rendszer hidraulikailag szétválasztható.



10.1.1. ábra. Párhuzamosan kötött kazánok, nyomáskülönbség nélküli osztó-gyűjtő és állandó tömegáramú szekunder rendszer

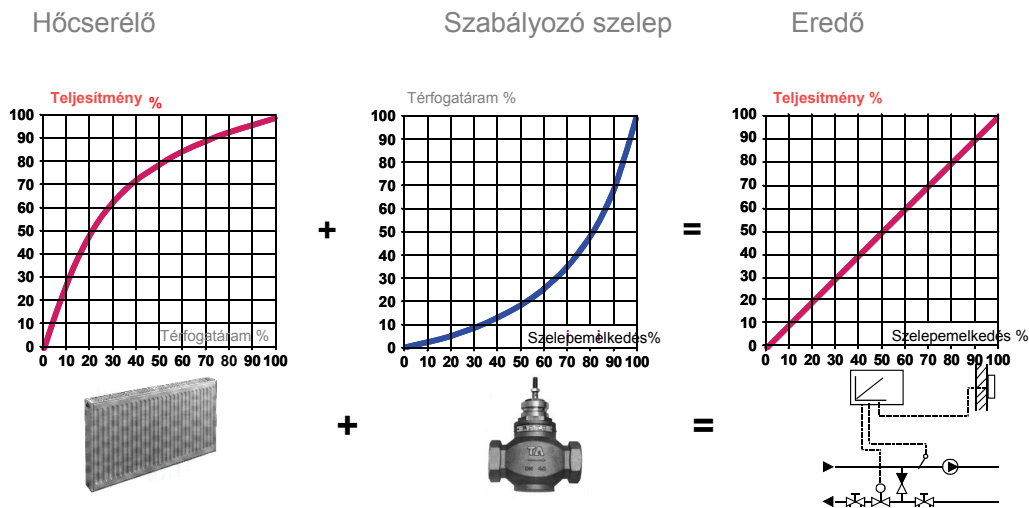


10.1.2. ábra. Változó tömegáramú elosztóhálózat együtű szabályozó szelepekkel

10.1.1.3. Fűtési rendszer szabályozásának azonosítása

Az előző pontban leírtak szerint a fűtési rendszer lehet állandó vagy változó tömegáramú. Ennek megfelelően a szabályozó szelep háromjártatú, vagy együtű.

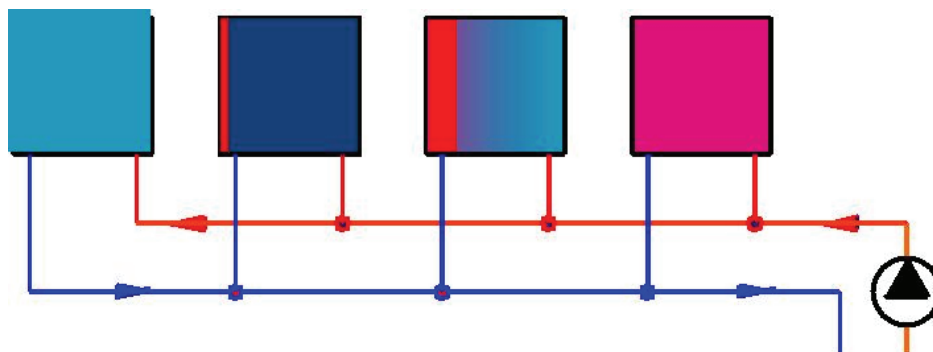
Szabályozástechnikai szempontból kívánatos, hogy az xB beavatkozó és xSZ szabályozott jellemző között megközelítően lineáris összefüggés legyen, melyet a megfelelő beavatkozó szerv (szabályozó szelep) és hőcserélő ill. szabályozott szakasz jelleggörbéjének illesztésével érhetünk el. Látható, hogy megfelelő szabályozó szelep kiválasztásával a hőcserélő és a szabályozó szelep eredő jelleggörbéje közel lineáris összefüggést mutat a teljesítmény (%-ban) és a szelepmelkedés (%-ban) között. Az autoritás magas és közel állandó értéken való tartásával a lineáris jelleg nem torzul, a szabályozó kör megfelelő stabilitási és minőségi paraméterekkel rendelkezik.



10.1.3. ábra. Az egyenszálalékos szabályozó szelep jelleggörbéjének illesztése a hőcserélő jelleggörbéjéhez

10.1.1.4. Beszabályozás ellenőrzése

A beszabályozatlan fűtési rendszerrel rendelkező épület egyik részén melegebb van a tervezettnél és a zárt térben tartózkodó emberek által elvárt légállapotnál, ugyanakkor az épület más részén hideg van.



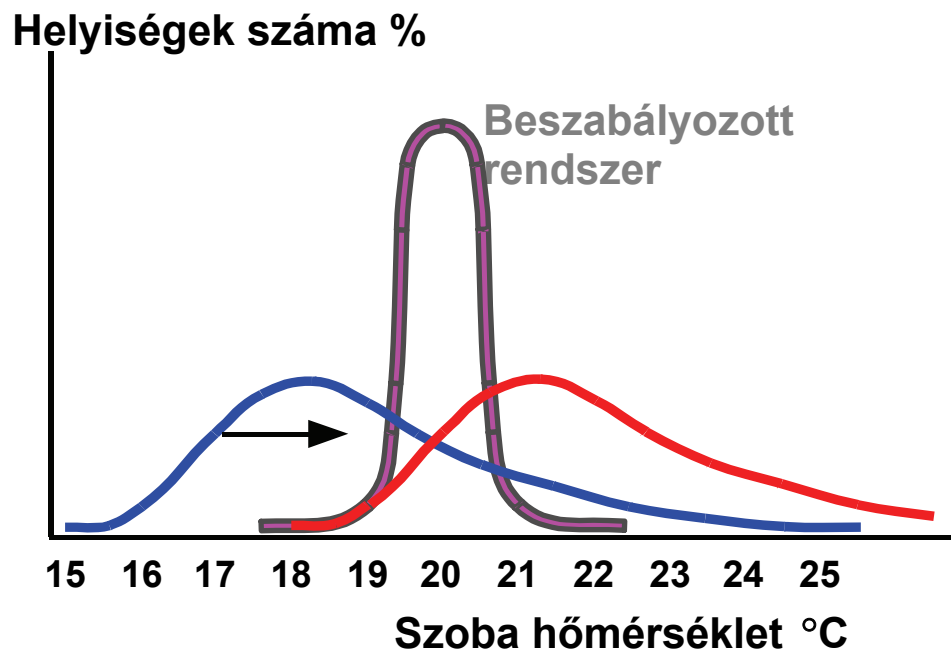
10.1.4. ábra. Beszabályozatlan fűtési rendszer

A tervezettnél nagyobb térfogatáram következtében a szabályozó szelep két oldalán nagy a nyomáskülönbség, így az gyakran túlságosan zajos.

Az alábbi ábra *kék* színű görbéje egy hidraulikai beszabályozás nélküli fűtési rendszer helyiségeinek hőmérséklet megoszlását mutatja. A kb. 18-19 °C átlag hőmérsékletű épület helyiségeinek hőmérséklete igen nagy szórást mutat, 16 °C- tól egészen 25 °C-ig. Annak érdekében, hogy a 16 °C-os helyiségben is meglegyen az előírt 20 °C-os megemeljük az előre menő fűtővíz hőmérsékletét. Az új, piros színű görbe szerinti megoszlás alakja megegyezik a korábbi kék görbe lefutásával, az átlag hőmérséklete azonban 21-22 °C.

A lila színű megoszlás görbe a helyiség-hőmérsékletek hidraulikai beüzemelés utáni elosztását mutatja. Látható, hogy az előírt 20 °C-os belső hőmérsékletet +/- 1 °C pontossággal lehet biztosítani, így az épület átlag hőmérséklete és előírt hőmérséklete közel azonos.

Látható, hogy a hidraulikai beüzemelés nélküli épület átlag hőmérséklete kb. 2 °C-kal magasabb, mint a hidraulikailag kiegyensúlyozott házé. A fűtött épület átlaghőmérsékletének 1 °C-kal való növelése 5-7% többlet energiát igényel.



10.1.5. ábra. Fűtési rendszerek hőmérséklet megoszlása a beüzemeltség függvényében

10.1.2. HMV rendszerek azonosítása

A használati melegvíztermelő (HMV) berendezések feladata a fogyasztó által igényelt megfelelő hőmérsékletű, az ivóvízzel azonos minőségű melegvíz biztosítása. A melegvíz hőmérséklete a hazai gyakorlatban 45 °C, de a legionella baktériumok elleni védekezés miatt 60 °C körüli vízhőmérséklet lenne indokolt.

A HMV rendszerek a következő fő elemeket tartalmazzák:

- HMV termelő (átfolyós készülék, kazán vagy hőcserélő)
- Tároló
- HMV hálózat (melegvíz és cirkulációs vezetékek)
- Cirkulációs szivattyú
- Szabályozás

10.1.2.1. HMV előállítás azonosítása

A HMV előállítás lehet átfolyós, vagy tárolós kialakítású. Az átfolyós rendszerű melegvíztermelő mindig a pillanatnyi fogyasztásnak megfelelő vízmennyiséget melegíti fel az előírt hőmérsékletre. Az átfolyós üzemben a hőtermelőt csak a csúcsfogyasztásra lehet méretezni, ezért ez a HMV kialakítás energetikailag gazdaságtalan. Kisebb teljesítményeknél gyártanak közvetlen átfolyós HMV termelő berendezéseket, de ez a kialakítási mód hőcserélő készülékek beépítésével nagyobb rendszereknél is megvalósítható.

A tárolós HMV előállításnál a tároló felfűtése – általában éjszaka – kisebb teljesítménnyel és olcsóbb energiával történik. A tárolós megoldás speciális esete, amikor a hideg vizet közvetlenül a tárolóba vezetik, és ott történik annak a felfűtése, majd a tárolása, a HMV igény keletkezésekor pedig a tároló kisütése.

Az általános megoldásnál a hőtermelő berendezést és a tárolót sorosan vagy párhuzamosan kapcsolhatjuk. Soros kapcsolásnál a hidegvíz először a hőtermelőn halad keresztül, majd onnan a tárolón át jut el a fogyasztókhoz. Párhuzamos kapcsolás esetén a hőtermelőt a tárolóval párhuzamosan kapcsoljuk, így a hidegvíz vagy a tárolóba, vagy a hőtermelőbe kerül. Elvételkor a melegvíz vagy a tároló tetejéről, vagy közvetlenül a hőtermelőből érkezik a fogyasztóhoz.

Tárolós HMV termelésnél használhatunk nagy teljesítményű hőtermelőt kis tárolóval, vagy kis teljesítményű hőtermelőt nagy tárolóval. Ez általában tervezési feladat, a HMV előállítás típusának azonosítása során meg kell határozni, illetve mérni kell a

- Beépített hőtermelő típusát, teljesítményét
- Tároló térfogatát
- A melegvíz hőmérsékletét
- A hidegvíz hőmérsékletét
- A kazán és hőcserélő hőtermelő esetén a belépő és a kilépő vízhőmérsékleteket

10.1.2.2. HMV hálózat azonosítása

A HMV előállítása során a minden fogyasztó részére bármilyen időpontban biztosítani kell a megfelelő hőmérsékletű melegvizet. Ez csak akkor érhető el, ha a melegvíz hálózaton kívül cirkulációs hálózat is kiépítésre kerül.

A HMV hálózat azonosítása során meg kell vizsgálni, illetve mérni kell a

- Cirkulációs szivattyú adatait (típus, munkapont)
- Melegvíz vezeték hőszigetelésének állapotát
- Cirkulációs vezeték hőszigetelésének állapotát
- Melegvíz hőmérsékletét
- Cirkulációs vezetékben a vízhőmérséklet

A HMV hálózatoknál gyakori probléma, hogy a melegvíz hőmérséklete nem megfelelő, illetve a fogyasztónál lévő csap kinyitásakor várni kell a melegvízre. Ez a HMV hálózat besabályozatlanságára utal.

10.1.3. Szellőzési rendszerek azonosítása

Amennyiben a zárt térben emberek tartózkodnak, friss levegő bevitelére van szükség. A friss levegőt elő kell készíteni, fűteni vagy hűteni kell, a páratartalmát be kell állítani. A szellőzési rendszerek ezen kívül fűtési és/vagy hűtési igényeket részben, vagy egészben is kielégíthetnek. A szellőzési rendszereknél az igényelt levegő előállítása a légkezelőkben történik, majd a léghelosztó hálózaton keresztül a kezelt levegő a kiszolgált térbe jut.

10.1.3.1. Légkezelők azonosítása

A légkezelők azonosítása történhet:

- **Tervek alapján**
Amennyiben a tervdokumentáció rendelkezésre áll, a légkezelők felépítése, fő elemei, a szállított légmennyiségek és nyomásveszteségek leolvashatók a rajzokról. Általában a kapcsolási rajz és a beszabályozási tervdokumentáció beszerzése a legfontosabb. A tervek alapján történő azonosítás megkönnyíti a munkát, de a megvalósult állapotnak a tervekkel történő összevetése ebben az esetben is szükséges.
- **Helyszíni szemrevételezés alapján**
A légkezelők adattábláján megtalálhatók a berendezések típusai, névleges teljesítményei, a szállított légmennyiség és a nyomásveszteség értékei. A készülékek gyári száma alapján a gyártótól is beszerezhetők a tervezési paraméterek.

A légkezelők a következő fő elemeket tartalmazhatják:

- Ventilátorok
- Fűtő- és hűtő kaloriferek
- Légnedvesítő egységek
- Hővisszanyerő egységek
- Légszűrők
- Hangcsillapítók
- Zsaluszerkezetek
- Automatika

A légkezelők energiafelhasználása szempontjából a ventilátorok, a kaloriferek, a hővisszanyerők, a szűrők és az automatika a legfontosabbak, ezért a továbbiakban csak ezeket tárgyaljuk.

A ventilátornál a következő adatokat kell mérni, illetve feljegyezni:

- A ventilátor adatai
- A motor adatai
- A ventilátor munkapontja
- A ventilátor fordulatszám
- Nyomások és nyomáskülönbségek a szívó és a nyomó oldalon
- A ventilátor áramfelvétele
- A tárcsák mérete

A ventilátor energiafelhasználása a szállított légmennyiségtől, a léghelosztó hálózat teljes nyomásvesztésétől és a ventilátor éves hatásfokától függ. A szállított légmennyiség lehet állandó (CAV rendszer) vagy változó (VAV rendszer). Az állandó térfogatáramú rendszerek ventilátorainak energiaigénye a következő összefüggéssel számítható:

$$W = \frac{V * \Delta p_{\text{össz}}}{\eta_{\text{teljes}}}$$

ahol: W a ventilátor elektromos áramfelvétele [kW]
 V a ventilátoron áthaladó térfogatáram [m³/h]
 $\Delta p_{\text{össz}}$ nyomáskülönbség a ventilátoron [kPa]
 η_{teljes} a ventilátor hatásfoka [-]

Változó térfogatáramú rendszereknél a ventilátor energiaigénye a szabályozás módjától függ. Leggyakrabban a ventilátor járókerekének fordulatszámát változtatják, mert ekkor közelíthető meg a legjobban az ideális szabályozás görbéje.

Fűtő- és hűtő kaloriferek folyadék-levegő hőcserélők, melyeknek azonosításához a kalorifer fűtőfelületének, valamint a tervezési térfogatáramok melletti ellenállásának az ismerete szükséges. A gyakorlatban mérni tudjuk mindkét oldalon a belépő- és kilépő hőmérsékleteket, valamint a hőcserélőkön áthaladó közeg térfogatáramait. A fűtő kaloriferek légoldali ellenállása általában 20 – 50 Pa. A hűtő kaloriferek esetén a logaritmikus hőmérsékletkülönbség általában kisebb, mint a fűtő kalorifereknél, ezért a hőátadó felületük nagyobb. Ennek megfelelően a hűtő kaloriferek légoldali ellenállása általában 50 – 150 Pa.

A hővisszanyerők alkalmazásával a szellőző, vagy klímarendszerünk energiafelhasználását csökkenthetjük. A távozó levegő előmelegíti/előhűti a friss levegőt, ugyanakkor a rendszerbe egy viszonylag nagy ellenállású elemet építünk be. A hővisszanyerők lehetnek közvetítőközege (folyadék-levegő hőcserélők), vagy közvetlen (levegő-levegő hőcserélők) kialakításúak. A közvetítőközege megoldásnál a frisslevegős és a távozó levegős oldalra is egy-egy kalorifert építenek be. Az azonosításuk és ellenállásuk az előző bekezdésben leírtak szerint történik.

A levegő-levegő hővisszanyerő hőcserélők hatásfoka és nyomásesése a következők szerint alakul:

	η	Δp
Táskás, lemezes hővisszanyerő	50- 80 %	100-150 Pa
Forgódobos hővisszanyerő	70- 80 %	70-130 Pa

Egyre gyakoribb a hőcsövek alkalmazása is, ahol a hatásfok 45-65 % és a nyomásesés 100-150 Pa.

A szűrők feladata a levegőben lévő porszennyeződés kiszűrése. Az első fokozatban durva (G1-G4) és finom (F5-F9) porszűrőt, a másodikban standard HEPA (H10-H14) és nagyteljesítményű (U15-U17) aerosol szűrőt építenek be. A szűrők ellenállása a kialakításuk és a gyártmányuk szerint széles sávban változik 25 és 250 Pa között.

Az automatika beállításai a légtechnikai rendszer teljes energiafelhasználása szempontjából lényegesek. A légkezelők azonosítása során el kell végezni az ide tartozó automatika beállításainak rögzítését, a szabályozási görbe megadását, az épületfelügyeleti rendszer különböző beállítási paramétereit.

10.1.3.2. Légelosztó hálózat azonosítása

Meglévő légelosztó hálózat esetén a légszatórna hálózat áramlástechnikai, hőtechnikai, zajtechnikai és akusztikai méretezése, nyomásviszonyainak értékelése nem feladatunk, de tájékoztatásként megadjuk a leggyakrabban előforduló légsebesség értékeket:

	Hidraulikai átmérő	Légsebesség (m/s)
Központi légcsatorna	500 – 1200 mm	< 7 – 9
Ágvezetékek	250 – 500 mm	< 5 – 6
Fogyasztói légcsatorna	100 – 315 mm	< 2 – 3

A légelosztó hálózat légtömörsege, illetve annak hiánya tovább növeli a ventilátor energiafogyasztását. A légcsatorna hálózat falán távozó légmennyiség:

$$V_{\text{tömörtelenség}} = C_L * \Delta p_{\text{stat}}^{0,65}$$

ahol: $V_{\text{tömörtelenség}}$ légcsatorna falán távozó légmennyiség, l/s,m² csőfal
 C_L légtömörsegi együttható, l/s,m² csőfal 1 Pa –nál
 Δp_{stat} statikus nyomáskülönbség a légcsatornában lévő levegő és a környezet között, Pa

Az Eurovent ajánlásai szerint a C_L légtömörsegi együttható értékei különböző légtömörsegi osztályoknál:

Osztály	C_L [l/s,m ² csőfal 1 Pa –nál]
A	0,027
B	0,009
C	0,003

A tömörtelenség miatt a ventilátor munkapontját meg kell emelni:

$$\Delta p_{\text{össz}} = \Delta p_{\text{össz},0} \left(1 + \frac{V_{t,\text{össz}}}{V_0} \right)$$

ahol: $\Delta p_{\text{össz}}$ nyomáskülönbség a tömörtelenség figyelembe vételével Pa
 $\Delta p_{\text{össz},0}$ nyomáskülönbség a tömörtelenség nélkül Pa
 $V_{t,\text{össz}}$ légcsatorna falán távozó légmennyiség m³/s
 V_0 tervezési térfogatáram m³/s

A légtechnikai rendszerbe - annak kialakítása függvényében - CAV és VAV egységek kerülhetnek beépítésre. A légelosztó hálózat azonosítása során ezen egységek helyét, méreteit és jellemző tervezési értékeit fel kell jegyezni.

A CAV (Constant Air Volume) olyan egység, amely a légcsatornába szerelve a beállított térfogatáramnál nagyobb légmennyiséget nem enged át, így korlátozza a térfogatáram értékét. A CAV-n található skála segítségével lehet beállítani a légmennyiség maximális értékét, melyet célszerű helyszíni méréssel is ellenőrizni.

A VAV (Variable Air Volume) olyan egység, amely a légcsatornába szerelve valamilyen alapjel függvényében változtatja a térfogatáramot. Ha VAV egységeket helyezünk a rendszerbe, akkor azok működésük során hatással lesznek a rendszer többi részére.

10.1.3.3. Légtechnikai hálózat beszabályozásának ellenőrzése

A beszabályozatlan légtechnikai rendszerrel rendelkező épület egyik részén melegebb van a tervezettnél és a zárt térben tartózkodó emberek által elvárt légállapotnál, ugyanakkor az épület más részén hideg van, fáznak az emberek.

Az energiaköltségek is magasabbak a szükségesnél, hiszen a ventilátor légszállítása nagyobb, így az üzemeltetési költsége is magasabb.

A tervezettnél nagyobb légmennyiség következtében a ventilátor gyakran túlságosan zajos, a zárt térben pedig húzathatás léphet fel. A megnövekedett szellőző levegő miatt a hűtési, illetve a fűtési teljesítmény is nagyobb a tervezettnél.

Az épület más részein, ahol a térfogatáram kevesebb, mint a tervezett, a térben feldúsul a széndioxid, a levegő túlságosan szárazzá válik, így előidézi a beteg épület szindrómát.

A fenti problémákból látható, hogy a légtechnikai hálózat beszabályozására van szükség

- az előírt és elvárt komfort paraméterek biztosítása;
- energiaköltségek csökkentése;
- beteg épület szindróma megelőzése érdekében.

Amennyiben a fenti jelenségek lépnek fel, a légtechnikai hálózat beszabályozottsága nem megfelelő. A beszabályozottság méréssel is ellenőrizhető, amennyiben a hálózat légtechnikai beszabályozási terve rendelkezésre áll.

10.1.4. Hűtési rendszerek azonosítása

Az épületgépészeti rendszerek egyre gyakrabban tartalmaznak hűtési alrendszereket. Ezek állítják elő a légkezelőkhöz és a fain-coil rendszerekhez szükséges hűtővizet. A hűtési rendszerek azonosítása történhet:

- Tervek alapján
Amennyiben a tervdokumentáció rendelkezésre áll, a hűtési rendszer felépítése, fő elemei, a térfogatáramok és nyomásveszteségek leolvashatók a rajzokról. Általában a kapcsolási rajz és a beszabályozási tervdokumentáció beszerzése a legfontosabb. A tervek alapján történő azonosítás megkönnyíti a munkát, de a megvalósult állapotnak a tervekkel történő összevetése ebben az esetben is szükséges.
- Helyszíni szemrevételezés alapján
A hűtőgépek és hűtőtornyok adattábláján megtalálhatók a berendezések típusai, névleges teljesítményei, a szállított térfogatáram és a nyomásveszteség értékei. A készülékek gyári száma alapján a gyártótól is beszerezhetők a tervezési paraméterek.

A hűtési rendszerek a következő fő elemeket tartalmazhatják:

- Kompresszoros hűtőgépek
- Abszorpciós hűtőgépek
- Elpárologtató
- Kondenzátor
- Fojtószelep
- Keringtető szivattyú
- Automatika

A hűtési rendszerek energiafelhasználása szempontjából a keringtetett térfogatáramokon keresztül a szivattyúzási munka, a hűtőgépek hatásfoka szempontjából a COP (coefficient of performance) érték a lényeges.

10.2. Az épületgépészeti rendszerek energiafelhasználásának meghatározása

10.2.1. Hőtermelők és műszaki adataik

A hőtermelők adatainak felmérésénél a legfontosabb cél, hogy meg lehessen állapítani annak teljesítménytényezőjét. A kazánok beazonosításához a 10.1.1.1. fejezetben leírtak szerint kell eljárni.

Kazán vízhőmérséklet szerint csoportosításakor 3 típust szokás megkülönböztetni, szabványos, alacsony hőmérsékletű és kondenzációs kazánokat.

A szabványos, vagy normál kazánokra az a jellemző, hogy a kazán vízhőmérsékletét nem szabad tartósan 60-65 °C alá csökkenteni, mert ilyenkor az égéstermék kondenzálódik a kazán belső felületén, és ez a kazán korrózióját eredményezi. Ezeknél a kazánoknál ezért a szabályozójuk állandó kazánvíz hőmérsékletet tart.

Az alacsony hőmérsékletű kazánoknál a német elnevezések megkülönböztetik a „Niedertemperaturkessel” és „Tieftemperaturkessel” kategóriát is. Az elsőnél a vízhőmérséklet alsó korlátja 35-40 °C, míg a másodiknál esetleg nincs is alsó korlát megállapítva. Hazánkban nem terjedt el a két kategória megkülönböztetése, mi csak a közös „alacsony hőmérsékletű kazán” kategóriát szoktuk használni. Mivel a kazán alacsonyabb vízhőmérséklet melletti üzemben sem károsodik, ezért ezeket a készülékeket úgy célszerű üzemeltetni, hogy a fűtővíz hőmérsékletét a külső hőmérséklet függvényében változtatjuk. Mindig csupán a szükséges hőmérsékletet tartjuk, ezzel a készenléti veszteségek csökkenthetők. A kazánok jellemzően fel vannak szerelve egy olyan szabályozóval, amely az időjárásfüggő központi szabályozást biztosítja.

A kondenzációs kazánoknál az égéstermékkel távozó vízgőz energiátartalmát is hasznosítani lehet, ezért ezeknek a kazánoknak jellemzően 8-10 %-al magasabb lehet a hatásfoka. A kazánokat célszerű minél alacsonyabb vízhőmérséklettel üzemeltetni, hogy minél nagyobb mértékű kondenzáció legyen elérhető. Ha a kazán alacsonyabb vízhőmérséklettel üzemel, az nem csupán azért növeli a hatásfokát, mert nagyobb mértékű a kondenzáció, hanem azért is, mert a kazán készenléti veszteségei csökkennek.

A kazánok minősítésénél meg kell különböztetnünk annak kazánhatásfokát, tüzeléstechnikai hatásfokát és éves hatásfokát. Az η_K tüzeléstechnikai hatásfokot gyakran egyszerűen csak hatásfoknak nevezik, ez félreértésre ad lehetőséget, mert gyakran keveredik az η_N kazánhatásfokkal. Német nyelvterületen szerencsés megkülönböztetést jelent, hogy különböző kifejezéseket használnak. A „Wirkungsgrad” alatt a tüzeléstechnikai hatásfokot értik, a „Nutzungsgrad” vagy „Teillastnutzungsgrad” a kazánhatásfokot jelenti. A „Normnutzungsgrad” a DIN 4702 8. rész értelmében a „Jahresnutzungsgrad” elnevezéssel is helyettesíthető, ennek magyar megfelelője az éves hatásfok. Az η_K tüzeléstechnikai hatásfok a berendezés égőjének üzeme közben értelmezett hatásfok. Fontos, hogy a definíció szerint folyamatosan van energia bevitel, nincsenek az égő üzemszünetek közbeni veszteségek figyelembe véve. Az η_N kazánhatásfok mind az égő üzeme közbeni, mind az üzemszünetben fellépő veszteségeket figyelembe veszi. Mindkét hatásfokot különböző kazán terheléseknél, különböző vízhőmérsékleteknél lehet értelmezni.

A *tüzeléstechnikai hatásfok* a kazánból felhasznált fűtési energia és a tüzelőanyag eltüzelésénél felhasznált energia hányadosa.

$$\eta_K = \frac{\dot{Q}_{\text{hasznosított}}}{\dot{Q}_{\text{bevezetett}}}$$

A kazán hasznosított teljesítménye azért kisebb, mert a kazánnak különböző veszteségei vannak.

$$Q_{\text{hasznosított}} = Q_{\text{bevezetett}} - (Q_f + Q_e + Q_k + Q_s + Q_r)$$

Az összefüggésben Q_f a füstgáz- vagy kéményvesztés. Ez azért jelentkezik, mert az égéstermék a bevezetett tüzelőanyag és égési levegő hőmérsékleténél magasabb hőmérsékleten távozik. Jellemzően a korszerű kazánoknak ez a legjelentősebb vesztesége. Számítani az alábbi módon lehet:

$$Q_f = m_f \cdot c_f \cdot (t_f - t_l) \quad [W]$$

ahol: m_f a keletkezett égéstermék tömegárama [kg/s]
 c_f az égéstermék fajhője [J/kgK]
 t_f az égéstermék hőmérséklete [°C]
 t_l az égési levegő hőmérséklete [°C]

Q_e az elégetlen gázok okozta veszteség. Ez a veszteség az olaj- és gáztüzelésű berendezések esetén elhanyagolható értékű, jelenléte az égő rossz beállítására utal. Szilárd tüzelés esetén azonban jelentős tétel lehet. A leggyakrabban a tökéletlen égés következtében visszamaradó CO vagy H_2 okoz ilyen veszteséget. Minden 1 tf% CO vagy H_2 jelenléte az égéstermékben kb. 4-5 % veszteséget jelent.

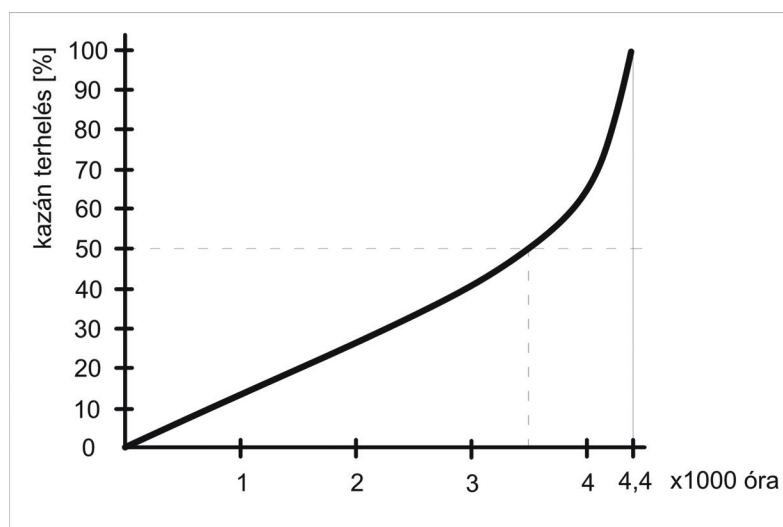
Q_k a korom- és pernyevesztés. Az elégetlen C hőtartalma miatt jelentkezik. Értéke szilárd tüzelőanyagoknál 1-3 %, olaj- és gáztüzelésnél elhanyagolható.

Q_s a sugárzási veszteség. Mivel a kazántest melegebb a környezeténél, ezért konvekcióval és sugárzással energiát ad le. Ez a veszteség szigetetlen kazánoknál jelentős lehet, a kazán szigetelésével azonban töredékére csökkenthető. Szigetetlen készülékeknél elérheti akár a 10 %-ot is, jól szigetelt, nagyteljesítményű berendezéseknél néhány tized százalék.

Q_r a rostély és salak veszteség. Ez természetesen csupán szilárdtüzelésű berendezésekre jellemző veszteség. A két veszteség 5-10 % értéket érhet el.

A kazán tüzeléstechnikai hatásfokát megkapjuk akkor is, ha a kazán hőteljesítményét a hőterhelésével osztjuk.

A kazánnak azonban nem kell teljes fűtési időszakban teljes terheléssel üzemelnie. A kazán terhelés és az idő közti kapcsolatot jól szemlélteti az alábbi ábra:



10.2.1. ábra: Kazánterhelés és a fűtési órák kapcsolata a hőfokgyakorisági görbe alapján

Általánosságban kijelenthető, hogy a csak fűtésre szolgáló berendezések esetén a fűtési idény több mint 80 %-ában a méretezési teljesítmény felénél kisebb teljesítményre van szükség. A teljes terheléssel való üzemelés csak nagyon rövid időszakokra jellemző.

A kazán részterhelésen való üzemeltetése gyakran az égő ki-bekapcsolásával érhető el. Amikor az égő ki van kapcsolva, akkor nincs energia bevitel, de a kazánban továbbra is meleg a fűtővíz, ezért változatlanul van vesztesége a környezeté felé. Ezt a veszteséget készenléti veszteségnek nevezzük. A készenléti veszteség jellemzően kétféleképpen, sugárzási veszteségként és kéményvesztésként jelentkezik. A kéményvesztés jelentősen csökkenthető, ha égéstermék csappantyú van a készülék után beépítve. A ventilátorral működő készülékeknél a ventilátor kikapcsolásával a berendezésen átáramló levegő mennyisége jelentősen csökken. Ha figyelembe vesszük azt is, hogy a készüléken átáramló és a kéményen keresztül távozó levegő utánpótlása a külső térből történik, akkor belátható, hogy egy a tétel egyes készülékeknél nagyon jelentős lehet. A teljes fűtési idényre vetített veszteség atmoszférikus égővel felszerelt készülékeknél elérheti a teljes energiafelhasználás 10 %-át is.

A készenléti veszteségeket is figyelembe vevő *kazánhatásfok* a tüzeléstechnikai hatásfok közt az alábbi kapcsolat van:

$$\eta_N = \frac{\eta_K}{1 + q_b \cdot \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}}$$

- ahol: η_N a kazánhatásfok [-]
 η_K a kazán tüzeléstechnikai hatásfoka [-]
 Δt_1 az égő üzemidejének hossza egy kapcsolási intervallumban [h]
 Δt_2 a készenléti időszak hossza egy kapcsolási intervallumban [h]
 q_b a kazán fajlagos készenléti vesztesége a teljesítményre vetítve [-]

A kazánhatásfok minimumára és a kazánok besorolására nemzetközi és hazai rendeletek születtek. A kazánhatások minimumára vonatkozó előírásokat az alábbi tartalmazza:

10.2.1. táblázat: 20/1998. (IV.17.) IKIM rendelet előírásai a kazánhatásfok minimum követelményeire

Kazán fajtája	Névleges telj. kW	Hatásfok névleges teljesítményen		Hatásfok részleges teljesítményen	
		Átlagos vízhőm. °C	Hatásfok %	Átlagos vízhőm. °C	Hatásfok %
Szabványos kazán	4-400	70	$\geq 84 + 2 \log(P_n)$	50	$\geq 80 + 3 \log(P_n)$
Alacsony hőmérsékletű kazán	4-400	70	$\geq 87,5 + 1,5 \log(P_n)$	50	$\geq 87,5 + 1,5 \log(P_n)$
Kondenzációs kazán	4-400	70	$\geq 91 + 1 \log(P_n)$	30	$\geq 91 + 1 \log(P_n)$

A kazánok tényleges energiafelhasználását legjobban az éves *hatásfoka* jellemzi. Ez a teljes fűtési idényben hasznosított és a kazánba ténylegesen bevezetett energia hányadosa.

A tüzeléstechnika hatásfok és az éves hatásfok közt az alábbi összefüggés teremti meg a kapcsolatot:

$$\eta_{NN} = \frac{\eta_K}{\left(\frac{Z}{Z_v} - 1\right) \cdot q_b + 1}$$

- ahol: η_{NN} a kazán éves hatásfoka [-]
 η_K a kazán tüzeléstechnikai hatásfoka [-]
 Z a fűtési idény hossza [h]
 Z_v a kazán égő teljes terheléssel való működésének időtartama [h]
 q_b a kazán fajlagos készenléti vesztesége a teljesítményre vetítve [-]

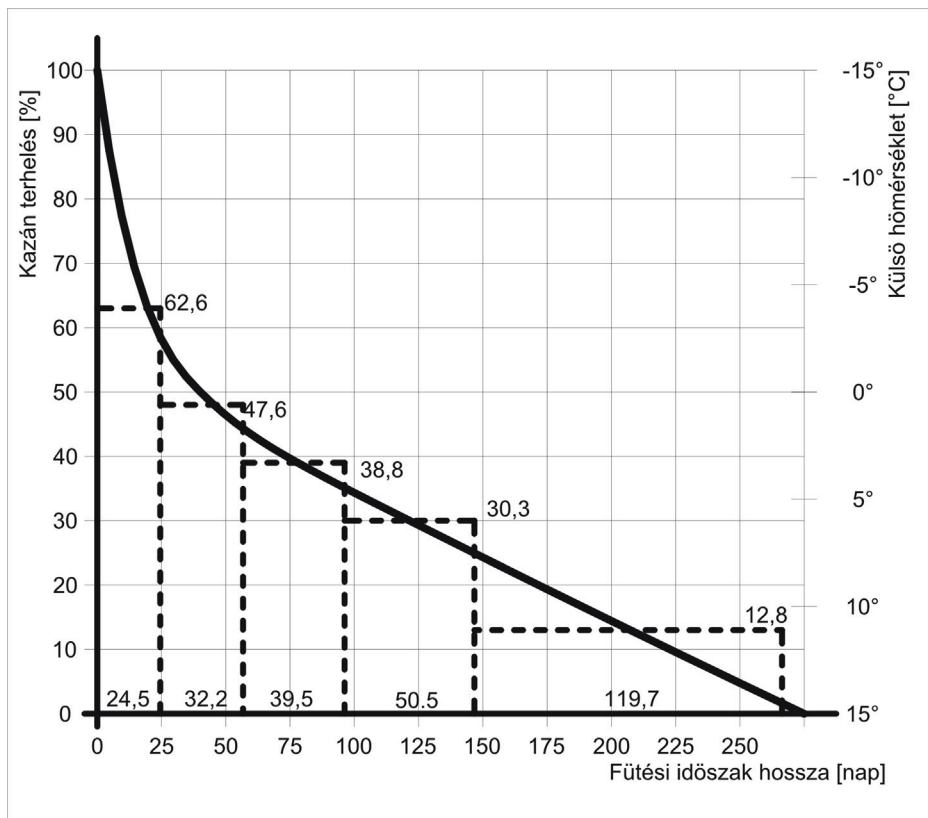
A Z_v égő üzemidő egyes kazánoknál esetleg a beépített üzemóra számlálóról leolvasható, vagy ha a kazán fogyasztása külön mért, akkor abból számítható.

A különböző terheléseknél mérhető kazánhatásfokokat is fel lehet használni arra, hogy a kazán éves hatásfokát megállapítsuk. A DIN 4702 értelmében a fűtési időszakot 5 részre kell bontani olyan módon, hogy az egy részek során felhasznált energiafelhasználás egyenlő legyen. Ezeknél a jellemző terheléseknél kell a kazánhatásfokot megállapítani, és azokból az éves hatásfok az alábbi módon számítható:

$$\eta_{NN} = \frac{5}{\sum_{i=1}^5 \eta_{\varphi,i}}$$

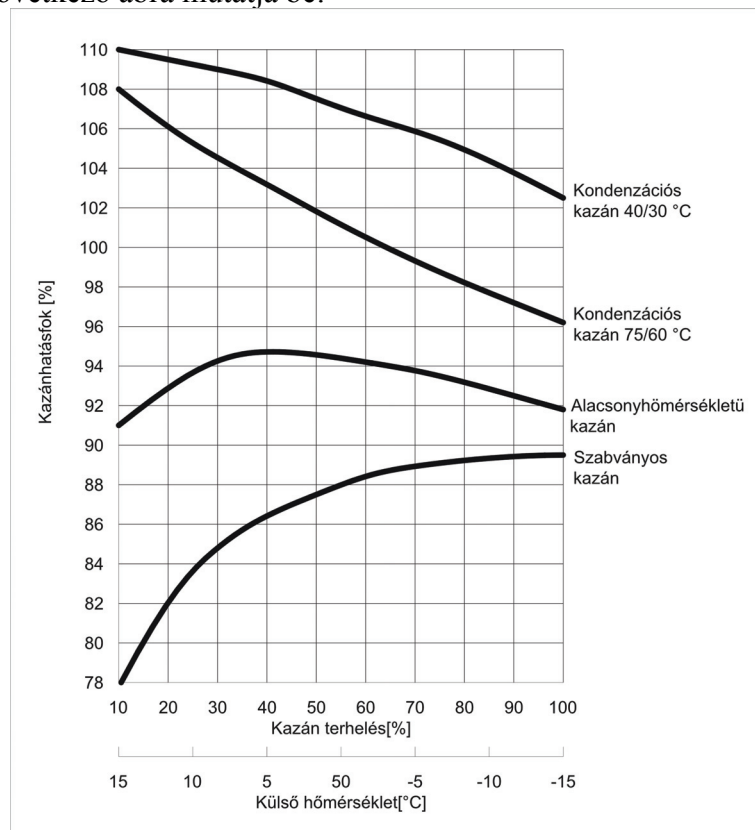
- ahol: η_{NN} a kazán éves hatásfoka [-]
 $\eta_{\varphi,i}$ a kazánhatásfok hatásfoka [-]
 Z a fűtési idény hossza [h]
 Z_v a kazán égő teljes terheléssel való működésének időtartama [h]
 q_b a kazán fajlagos készenléti vesztesége a teljesítményre vetítve [-]

A német előírások 12.8, 30.3, 38.8, 47.6 és 62.6 % terhelések melletti kazánhatásfok mérését írják elő. A következő ábrán szereplő diagram mutatja be a hőfokgyakorosság, a külső hőmérséklet, fűtési napok és a kazánterhelés kapcsolatát.



10.2.2. ábra: Éves hatásfok meghatározására szolgáló terhelések, és az azokhoz tartozó időtartamok

A különböző kazántípusoknál a kazán terhelés függvényében eltérően változik a kazánhatásfok. Ennek jellegét a következő ábra mutatja be:



10.2.3. ábra: Kazánhatásfok és kazánterhelés kapcsolata

A szabványos kazán esetében az állandó kazánvízhőmérséklet miatt a készenléti veszteség állandó. A kazán terhelés csökkenésével a készenléti időszak hossza nő az égő üzemidő hosszához viszonyítva, ezért ez jelentős kazánhatásfok romlást jelent.

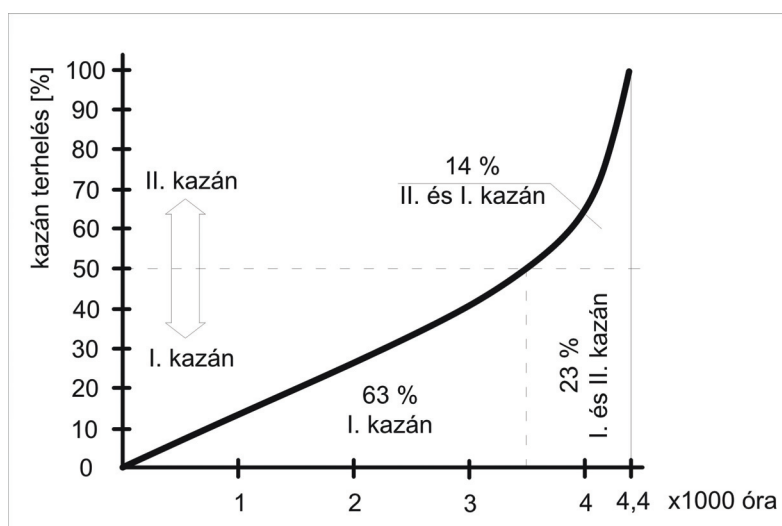
Az alacsonyhőmérsékletű kazánnál többnyire elmondható, hogy a kazán terhelésének csökkenése egybeesik azzal, hogy ilyenkor a rendszer üzemeltetéséhez alacsonyabb vízhőmérséklet is elegendő. Ez a készenléti veszteség csökkenését eredményezi. Gyakran elmondható, hogy ez ellensúlyozza a kazánhatásfok romlását, sőt egy ideig még nagyobb hatású is lehet.

A kondenzációs kazánoknál hasonló a hatás mint az alacsonyhőmérsékletű kazánoknál, de itt a kondenzáció mértéke növekszik, ezért jelentősebb a kazánhatásfok javulása.

Mivel részterhelésnél a legnagyobb mérvű hatásfok csökkenés a szabványos kazánoknál tapasztalható, ezért ezeknél jelent legnagyobb gondot a kazán túlméretezése. A túlméretezett kazán miatt a kazánterhelések még alacsonyabbak lesznek, tehát a kazán éves hatásfoka ezzel romlik. Erre azért is figyelni kell, mert meglévő épületek energetikai korszerűsítése során gyakran történnek olyan intézkedések, amelyek az épület energiaigényét csökkentik (pl. épületszerkezetek utólagos szigetelése, ablakok cseréje, stb.). Ha ezzel nem párosul a kazán cseréje, akkor előfordulhat, hogy a meglévő szabványos kazán ettől kezdve lényegesen alacsonyabb éves hatásfokkal üzemeltethető csak, tehát az energia megtakarító intézkedések nem érik el maradéktalanul a céljukat.

Alacsonyhőmérsékletű kazánoknál a túlméretezés kevésbé jelent problémát, míg kondenzációs kazánál egyenesen arról lehet beszélni, hogy a működési feltételeket javítja a kazán túlméretezése.

Nagyobb rendszerek esetén gyakran több kazán van beépítve. Egy jó minőségű kazántelep kialakításánál nem szükséges feltétlenül valamennyi kazánt ugyanolyan minőségűre választani. Költségtakarékos megoldás lehet két egyforma teljesítményű kazán beépítése. Ha az I. számú kazán viszi az alapterhelést, és az kondenzációs kazán, akkor a II. számú csúcskazán lehet egyszerűbb, olcsóbb kivitelű, mert a teljes energiafelhasználás 86 %-át a jó kazánhatásfokú készülék fedezi, csupán 14 %-ot kell a csúcskazánnal fedezni. A megoldásnak csupán az a problémája, hogy az I. számú készülék sokkal magasabb üzemórával üzemel, ezért esetleg kisebb élettartamú, mint a másik készülék.



10.2.4. ábra: Alap- és csúcskazán terhelésének megoszlása

Nagyon gyakran tapasztalható, hogy a beépített kazántelesítmény nagyobb, mint az épület hőigénye, vagy nagyobb, mint a beépített hőleadó teljesítmény. Mindkét esetben túlméretezett

kazánokról kell beszélni. Ha a kazánok túlméretezettek, akkor ugyanazt az energiát kisebb kazánterhelések mellett kell biztosítaniuk, mint a helyesen megválasztott kazánoknak. Ebben az esetben az éves hatásfok is megváltozik. Az éves hatásfok értékét az égő teljes terheléssel való működésének üzemóráiból lehet az előzőekben ismertetett összefüggéssel meghatározni.

Amennyiben ez az adat nem áll rendelkezésre, akkor a DIN 4702-ben szereplő kazánterheléseket kell arányosan megváltoztatva a diagram alapján az új kazánhatásfokokat megbecsülni, és azokból egy új éves átlagot számítani.

A fűtés fajlagos primer energia igényének számításához szükséges kazán teljesítménytényezőt az éves hatásfok reciprokaként kell felvenni:

$$C_K = \frac{1}{\eta_{NN}}$$

10.2.2. Fűtés elosztó vezetékrendszer hővesztése

Ha az elosztó vezetékek fűtetlen térben haladnak, akkor hőleadásuk egyértelműen veszteség. Ha fűtött térben belül haladnak, akkor is veszteséget jelent a hőleadás, mert az szabályozatlan módon történik. A fűtött helyiségekben időnként felesleges túlmelegedést okoznak, ezért a hőleadás egy részét ugyancsak veszteségnek kell tekinteni.

Ebből a szempontból nem kell foglalkozni azokkal a vezetékekkel, amelyek az adott helyiség hőleadójának bekötésére szolgálnak. Ilyenkor a helyiségenkénti szabályozás a hőleadó teljesítményének csökkentésével kompenzálja a csővezeték hőleadását.

A csővezetékek hőleadását a csőméret, a szigetelés és a hőmérsékletkülönbség függvényében a 10.1. és a 10.2. táblázatok tartalmazzák. A táblázatok a hőleadást 50 °C és 100 °C hőmérsékletkülönbség esetére tartalmazzák. Ettől eltérő hőmérsékletkülönbségnél a hőleadást arányosan át kell számítani.

10.2.2. táblázat: Zárt térben levő szigetetlen/szigetelt csövek és sík fal hőleadása (hőhordozó közeg és környezeti levegő közti átlagos hőmérsékletkülönbség 50 °C) [W/m] ill. [W/m²]

Cső belső / külső átmérője [mm]	Szigetelés hővezetési tényezője [W/mK]	Szigetelés vastagsága [mm]								
		0	20	30	40	60	80	100	125	150
10/14	0.035	86	7	6	6					
	0.045	86	11	9	7					
	0.07	86	14	13	11					
	0.093	86	18	16	14					
	0.117	86	21	19	18					
50/57	0.035	301	19	14	12	10	9	7		
	0.045	301	24	19	17	13	11	10		
	0.07	301	33	27	24	19	17	14		
	0.093	301	42	34	30	25	21	19		
	0.117	301	49	41	35	30	26	24		
100/118	0.035	515	31	24	19	14	12	11	10	9
	0.045	515	40	31	25	19	17	13	12	11
	0.07	515	55	42	35	28	24	21	19	17
	0.093	515	69	54	46	37	31	27	24	21
	0.117	515	82	64	55	45	38	33	30	27
200/216	0.035	878	56	41	33	25	20	17	14	13
	0.045	878	73	54	44	32	26	21	19	17
	0.07	878	101	76	61	46	38	32	28	25
	0.093	878	125	95	78	60	49	41	35	33
	0.117	878	148	114	94	73	60	53	46	41
400/419	0.035	1537	104	75	59	42	33	28	24	20
	0.045	1537	134	97	76	55	44	37	30	27
	0.07	1537	185	137	109	80	63	54	46	40
	0.093	1537	231	171	139	103	83	70	60	53
	0.117	1537	273	205	167	125	102	87	74	64
sík fal	0.035	425	75	53	41	27	21	17	13	12
	0.045	425	97	69	53	35	27	23	18	16
	0.07	425	135	97	75	53	41	33	27	23
	0.093	425	166	123	95	68	53	44	35	30
	0.117	425	196	146	114	82	64	53	44	37

10.2.3. táblázat: Zárt térben levő szigetetlen/szigetelt csövek és sík fal hőleadása (hőhordozó közeg és környezeti levegő közti átlagos hőmérsékletkülönbség 100 °C) [W/m] ill. [W/m²]

Cső belső / külső átmérője [mm]	Szigetelés hővezetési tényezője [W/mK]	Szigetelés vastagsága [mm]								
		0	20	30	40	60	80	100	125	150
10/14	0.035	180	16	13	12					
	0.045	180	20	17	14					
	0.07	180	27	25	21					
	0.093	180	35	31	28					
	0.117	180	44	38	34					
50/57	0.035	603	38	28	24	19	17	14		
	0.045	603	47	38	32	25	21	19		
	0.07	603	66	54	46	37	32	28		
	0.093	603	83	68	59	48	41	37		
	0.117	603	98	82	70	59	52	47		
100/118	0.035	1088	61	46	38	28	24	21	19	17
	0.045	1088	78	60	49	38	32	27	25	23
	0.07	1088	110	84	70	55	46	41	37	33
	0.093	1088	137	106	90	71	60	53	47	44
	0.117	1088	162	127	110	88	74	66	59	53
200/216	0.035	1863	112	82	66	48	39	33	28	25
	0.045	1863	145	107	85	63	51	44	38	33
	0.07	1863	201	151	121	91	75	64	55	49
	0.093	1863	248	189	155	119	97	83	73	66
	0.117	1863	295	227	187	144	119	104	90	81
400/419	0.035	3283	208	148	117	83	66	55	47	40
	0.045	3283	268	194	152	109	87	73	61	54
	0.07	3283	370	273	216	159	126	106	91	80
	0.093	3283	461	342	276	205	164	139	119	104
	0.117	3283	545	410	333	248	202	171	146	128
sík fal	0.035	830	151	106	82	55	42	34	27	24
	0.045	830	194	138	106	73	55	45	37	31
	0.07	830	270	195	151	106	82	66	54	45
	0.093	830	335	245	190	137	106	87	70	59
	0.117	830	395	294	232	166	130	106	87	73

Az elosztóvezeték rendszer hőleadását az alábbi összefüggéssel lehet számítani:

$$Q_{f,v} = Z_F \cdot \sigma \cdot \sum (L_i \cdot Q_i) \quad [kWh/a]$$

- ahol: Z_F a fűtési idény hosszának ezredrésze [h/1000a]
 σ a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező [-]
 L_i az i-ik szakasz hossza [m]
 Q_i az i-ik szakasz fajlagos hőleadása [W/m]

A σ korrekciós tényező értékét az épületenergetikai követelményekről szóló rendelet 3. melléklet C) IV. 1. táblázata tartalmazza.

A szakaszok hőleadásának számításakor a számítások egyszerűsítése érdekében össze lehet vonni az egymáshoz közel eső vezetékátmérőket.

A vezeték fajlagos hőleadását az alábbi összefüggéssel lehet becsülni:

$$Q_i = Q_{50} \cdot \frac{(t_{v,köz} - t_{i,átl})}{50} \quad [W/m]$$

ahol: Q_{50} a vezeték hőleadása 50 °C hőmérsékletkülönbség mellett [W/m]
 $t_{v,köz}$ a vezetékben áramló fűtővíz átlagos hőmérséklete [°C]
 $t_{i,átl}$ a vezeték körüli átlagos környezeti hőmérséklet [°C]

A vezetékben áramló fűtővíz átlagos hőmérsékletét a fűtési idény átlagos külső hőmérsékletéhez tartozó előremenő és visszatérő víz hőmérsékletek átlaga. Ha a rendszer nem rendelkezik időjárásfüggő központi szabályozással, akkor ez a méretezési állapothoz tartozó előremenő és visszatérő víz hőmérsékletek átlaga. Időjárásfüggő szabályozás esetében az átlagos víz hőmérséklet pontosabb adat hiányában becsülhető az alábbi összefüggéssel:

$$t_{v,köz} = \left(\frac{t_{v,előre} - t_{v,vissza}}{2} - t_i \right) \cdot \frac{t_i - t_{e,átl}}{t_i - t_{e,m}} \quad [°C]$$

ahol: $t_{v,előre}$ a fűtővíz előremenő hőmérséklete méretezési állapotban [°C]
 $t_{v,vissza}$ a fűtővíz visszatérő hőmérséklete méretezési állapotban [°C]
 t_i az átlagos belső hőmérséklet [°C]
 $t_{e,átl}$ a fűtési idény átlagos külső hőmérséklete [°C]
 $t_{e,m}$ a méretezési külső hőmérséklet [°C]

Elkülönítve kell számítani az épület fűtött légtérén kívül és belül haladó vezetékek hőleadását. A fűtött téren kívül haladó vezetékek hőveszteségét 100 %-ban, a fűtött téren belül haladó vezetékekét 30 %-ban kell veszteségként felvenni. A fajlagos veszteséget úgy kapjuk, hogy a számított veszteséget a rendszerhez tartozó alapterülettel elosztjuk:

$$q_{f,v} = \frac{Q_{f,v,külső} + 0,3 \cdot Q_{f,v,belső}}{A_N} \quad [kWh/m^2a]$$

ahol: $Q_{f,v,külső}$ a fűtött téren kívül haladó vezetékek hővesztesége [kWh/a]
 $Q_{f,v,belső}$ a fűtött téren belül haladó vezetékek hővesztesége [kWh/a]
 A_N a nettó fűtött szintterület [m²]

10.2.3. HMV elosztó vezetékrendszer hővesztesége

A használati melegvíz cirkulációs vezetéknek energetikailag kétféle hatása van. Egyrészt a keringetéssel elkerülhető az a probléma, hogy huzamosabb idejű fogyasztási szünet után először ki kell folytatni a melegvíz vezetékben levő lehűlt vizet, hogy meleget tudjunk fogyasztani. Ez nem csupán vízpazarlással jár együtt, hanem hőveszteséggel is, mert a melegvíz termelőtől mindvégig meleg vizet indítottunk. Ha ezután ismét hosszabb üzemszünet következik, akkor a vezetékben maradt melegvíz ismét le fog hűlni a következő fogyasztásig.

Nem szabad azonban arról sem megfeledkezni, hogy a cirkuláció segítségével a melegvíz és cirkulációs vezetékek hőmérsékletét magasabb értéken tartjuk, ezért azoknak folyamatosan hővesztesége van a környezetére felé.

Ha az épületben a fogyasztási szokások ismertek, akkor elképzelhetőek olyan időszakok, amikor a célszerű a cirkulációt leállítani, mert ezzel több energia megtakarítható, mint amennyit az előzőekben vázolt, fogyasztásból eredő veszteség okoz. A fogyasztói hálózat kiterjedése, a

vezetékek mérete és szigeteltsége döntik el, mi az optimális üzemeltetési magatartás. Nagyságrendileg azt lehet mondani, hogy egyetlen fogyasztás kb. 1-1,5 órás cirkulációs veszteséggel egyenértékű. Ebben a becslésben az van figyelembe véve, hogy a fogyasztás elején elfolyik a vezetékben levő víz, illetve fogyasztás után a bennmaradt víz helyiséghőmérsékletre visszahűl.

Lakóépületekben gyakran az éjszakai időszakban vannak fogyasztói szünetek. Közintézményeknél, irodaépületeknél, üzemépületeknél, tehát mindenütt, ahol határozott munkaidőről lehet beszélni, ott a munkaidőn kívüli időszakban, mivel fogyasztás nem várható, egyértelműen a cirkuláció leállításával lehet a rendszer veszteségét csökkenteni.

Ha egy meglévő épületnél a HMV rendszer kiterjedése ismert, akkor pontosabban lehet a veszteségeket becsülni. A használati melegvíz rendszer és a cirkulációs rendszer csővezetékének hőveszteségét ugyanúgy lehet számítani, mint a fűtési rendszer esetében. Ugyan jellemzően a HMV rendszer vezetékai falba vagy padlóba süllyesztve haladnak, de mivel hőszigeteltek, ezért nincs számottevő különbség a falon kívül vagy belül szerelt vezeték vesztesége közt. A veszteségek számításához a 10.2.1. fejezet táblázatát lehet alapul venni.

A HMV és cirkulációs vezeték rendszer hőleadását az alábbi összefüggéssel lehet számítani:

$$Q_{f,v} = Z_a \cdot \sigma \cdot \sum (L_i \cdot Q_i) \quad [kWh/a]$$

- ahol: Z_a a szolgáltatási idény hosszának ezredrésze [h/1000a]
 σ szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező [-]
 L_i az i-ik szakasz hossza [m]
 Q_i az i-ik szakasz fajlagos hőleadása [W/m]

Teljes éves folyamatos HMV szolgáltatás esetén az idényhosszúság $Z_a = 8,76$ [h/1000a] értékkel vehető figyelembe.

A σ korrekciós tényező értékét az alábbiak szerint kell felvenni:

- Ha nincs cirkulációs rendszer $\sigma = 0,25$
- Ha a cirkuláció folyamatosan üzemel $\sigma = 1,0$
- Ha cirkuláció szakaszosan üzemel a korrekciós tényező értéke az alábbiak szerint vehető fel:

$$\sigma = \frac{z_c + 2}{24}$$

- ahol: z_c a cirkulációs szivattyú napi üzemórája [h/d]

A szakaszok hőleadásának számításakor a számítások egyszerűsítése érdekében össze lehet vonni az egymáshoz közel eső vezetékátmérőket.

A vezeték fajlagos hőleadását az alábbi összefüggéssel lehet becsülni:

$$Q_i = Q_{50} \cdot \frac{(t_{v,HMV} - t_{i,átl})}{50} \quad [W/m]$$

- ahol: Q_{50} a vezeték hőleadása 50 °C hőmérsékletkülönbség mellett [W/m]
 $t_{v,HMV}$ a használati melegvíz hőmérséklete [°C]
 $t_{i,átl}$ a vezeték körüli átlagos környezeti hőmérséklet [°C]

10.3. A belső környezet paramétereinek ellenőrzése

A 91/2002/EK irányelv az épületek energiafelhasználásával foglalkozik, azzal a céllal, hogy olyan intézkedések szülessenek, hogy az épületek energiaigénye és felhasználása csökkenjen. Az energiamegtakarítási intézkedések azonban nem mehetnek a belső környezet paramétereinek rosszabbodása felé. Erre utal a direktívához kapcsolódó – még nem jóváhagyott –, jelenleg TC 156 WI 31 00156100:2005 szám alatt nyilvántartott készülő CEN szabvány is. A szabvány a belső környezet kritériumait foglalja össze, beleértve a hőkomfortot, a belső levegő minőségét, a megvilágítást és a zajt. A CEN szabvány tervezete kapcsolódik a direktíva 3 (épületek tervezése), 4 (követelményrendszerek) és 7 (épületek tanúsítása) fejezetéhez.

A készülő szabvány alapelveiben hasonlít a jelenleg hazánkban is érvényben lévő MSZ CR 1752:2000 uniós szabványra, amely az épületek belső környezetének a tervezési alapjait határozza meg. Eszerint az igények megfogalmazásánál el kell dönteni a tervezendő épületgépészeti rendszer szintjét, amely lehet: A (magas fokú elvárás), B (közepes szint), vagy C (elfogadható, szerény szint) kategóriájú. A besorolástól függően a tervezési kritériumok más-más igényt támasztanak a rendszerrel szemben.

Hőkomfort vonatkozásában az energetikai számításokhoz a javasolt hőmérséklet tartomány a különböző épülettípusok és épületgépészeti rendszer szint függvényében

10.3.1. táblázat

Épület típusa	Kategória	Hőmérséklet tartomány télen (°C); ruházat: 1,0 clo	Hőmérséklet tartomány nyáron (°C); ruházat: 0,5 clo
Lakóépület tartózkodási zónái (nappali, hálószoba,..) Tevékenység: 1,2 met	A	21,0 – 25,0	23,5 – 25,5
	B	20,0 – 25,0	23,0 – 26,0
	C	18,0 – 25,0	22,0 – 27,0
Lakóépület egyéb területei (konyha, előszoba,..) Tevékenység: 1,5 met	A	18,0 – 25,0	-
	B	16,0 – 25,0	-
	C	14,0 – 25,0	-
Iroda- és hasonló tevékenységű épületek (iroda, konferencia terem, előadó, étterem, kávézó, iskola,..) Tevékenység: 1,2 met	A	21,0 – 23,0	23,5 – 25,5
	B	20,0 – 24,0	23,0 – 26,0
	C	19,0 – 25,0	22,0 – 27,0
Óvoda, bölcsőde Tevékenység: 1,4 met	A	19,0 – 21,0	22,5 – 24,5
	B	17,5 – 22,5	21,5 – 25,5
	C	16,5 – 23,5	21,0 – 26,0
Áruház Tevékenység: 1,6 met	A	17,5 – 20,5	22,0 – 24,0
	B	16,0 – 22,0	21,0 – 25,0
	C	15,0 – 23,0	20,0 – 26,0

A hőmérséklet értékei az operatív hőmérsékletet jelentik a tartózkodási zónában. A hőmérséklet értékeinek az egész épület vonatkozásában a megadott zónában kell maradnia.

A tanúsítás során mindig meg kell határozni az épületgépészeti rendszer kategóriájának a besorolását (A,B,C) és méréssel kell ellenőrizni a belső környezet paramétereit.

A belső levegő minősége a legegyszerűbben a zárt térbe érkező szellőző levegő mennyiségével jellemezhető. A készülő szabvány a következő térfogatáram értékek figyelembe vételét javasolja:

10.3.2. táblázat

Épület típusa	Kategória	Alapterület m ² /fő	Térfogatáram l/s, m ²
Cellás irodák	A	10	1,0
	B	10	0,7
	C	10	0,4
Egylégtérű irodák	A	15	0,7
	B	15	0,5
	C	15	0,3
Konferencia terem	A	2	5,0
	B	2	3,5
	C	2	2,0
Előadóterem	A	0,75	15,0
	B	0,75	10,5
	C	0,75	6,0
Étterem	A	1,5	7,0
	B	1,5	4,9
	C	1,5	2,8
Osztályterem	A	2	5,0
	B	2	3,5
	C	2	2,0
Bölcsőde, óvoda	A	2	6,0
	B	2	4,2
	C	2	2,4
Áruház	A	7	2,1
	B	7	1,5
	C	7	0,9

A térfogatáram mérésére a legalkalmasabb hely a szellőző légcsonna, amennyiben a méréshez szükséges védőtávolságok betarthatók. A mérést hődrótos vagy szárnykerekű anemométerrel, illetve Prandtl-csővel lehet elvégezni, a légmennyiség értékét a megfelelő számú mérési pontok átlagából képezzük.

A mérés zsákos anemométerrel elvégezhető az anemosztátokon keresztül.

Lakóépületeknél folyamatos gépi szellőzés mellett (akkor is, ha csak elszívás van) a következő légcseres számok betartását javasolja a szabvány tervezete:

Kategória	Légcsere (helység térfogat/h)
A	1,0
B	0,75
C	0,5

A belső levegő megfelelő minőségének a tartásához gyakran nagyobb mennyiségű szellőző levegő bevezetése szükséges. A szellőző levegő térfogatáramának növelése húzathatást okozhat, amely a megfelelő légvezetési rendszer választásával küszöbölhető ki.

A szabvány tervezete megadja A, B és C kategóriás épületgépészeti rendszer esetén a légsebesség maximális értékét a tartózkodási zónában.

10.3.3. táblázat

Épület típusa	Kategória	Max. légsebesség nyáron, m/s	Max. légsebesség télen, m/s
Cellás irodák	A	0,18	0,15
	B	0,22	0,18
	C	0,25	0,21
Egylégterű irodák	A	0,18	0,15
	B	0,22	0,18
	C	0,25	0,21
Konferencia terem	A	0,18	0,15
	B	0,22	0,18
	C	0,25	0,21
Előadóterem	A	0,18	0,15
	B	0,22	0,18
	C	0,25	0,21
Étterem	A	0,18	0,15
	B	0,22	0,18
	C	0,25	0,21
Osztályterem	A	0,18	0,15
	B	0,22	0,18
	C	0,25	0,21
Bölcsőde, óvoda	A	0,16	0,13
	B	0,20	0,16
	C	0,24	0,19
Áruház	A	0,16	0,13
	B	0,20	0,15
	C	0,23	0,18

A tartózkodási légsebességet 0,2 m/s értékig szárnykerekes anemométerrel, alatta hődrótos anemométerrel tudjuk mérni.

A légszatórnában a sebesség növelésével a helységben növekedhet a hangnyomás szintje. Ugyancsak nagyobb zajterhelés tartozik a fan-coil készülékek magasabb fordulatszámához. A fűtési rendszerek energiatudatos korszerűsítéséhez tartozik a termosztatikus radiátorszelepek beépítése. A nagyobb ellenállás miatt megnő a nyomáskülönbség, így a szelep zajossá válhat (megoldás és helyes rendszerkialakítás a 10.4.1. pontban található).

Az épületgépészeti rendszerek korszerűsítésénél a felújítást úgy kell elvégezni, hogy a helyiségben a hangnyomás szintje a szabványban javasolt érték alatt maradjon.

10.3.4. táblázat

Épület típusa	Kategória	Hangnyomás szint, dB(A)
Cellás irodák	A	30
	B	35
	C	40
Egylégterű irodák	A	35
	B	40
	C	45
Konferencia terem	A	30
	B	35
	C	40
Előadóterem	A	30
	B	33
	C	35
Étterem	A	35
	B	45
	C	50
Osztályterem	A	30
	B	35
	C	40
Bölcsőde, óvoda	A	30
	B	40
	C	45
Áruház	A	40
	B	45
	C	50

A megvilágítás értékei nem kötődnek épületgépészeti kategóriákhoz, értékei csak az épület funkciójától függenek. A szabvány tervezete a következő értékek betartását javasolja:

10.3.5. táblázat

Épület típusa	Helység	Megvilágítás értéke a munkaterületen, lx
Irodaépület	Cellás iroda	500
	Egylégterű iroda	500
	Konferencia terem	500
Oktatási épület	Osztály terem	300
	Osztályterem felnőtt oktatáshoz	500
	Előadó terem	500
Kórház	Általános helyiség	100
	Vizsgáló helyiség	300
	Műtő	1000
Sport létesítmény	Sportesarnok	300
Üzletek	Eladó tér	300
	Pénztár	500
Közlekedő tér	Folyosó	100
	Lépcsőház	150

A megvilágítás értékeit ellenőrizni kell a beépített világítótestek esetén. Sok esetben a világítótestek cseréje után a megvilágítás értékei javulnak, ugyanakkor az energiafelhasználás is csökken.

10.4. Az épületgépészeti rendszerek energiatudatos korszerűsítése

10.4.1. Fűtési rendszerek korszerűsítése

A rendszerek korszerűsítése elemezni kell a rendszer felépítését, milyen fogyasztókat lát el, hogyan alakul azok energiaigénye, nincs-e szükség a szabályozás szempontjából a rendszer további megbontására, esetleg egyesítésére. Amennyiben egy épületrész igényelt fűtővíz hőmérsékletszintje, különböző forrásokból származó energiaigénye, használati ideje jelentősen eltér más részekétől, akkor célszerű önállóan szabályozott fűtési körként üzemeltetni.

Ilyenre lehet példa a fűtési rendszer égtájankénti bontása, ahol a központi szabályozás a különböző tájolású épületrészek időben eltérő napsugárzásból származó hőnyereséget kompenzál. Nem működteti a D-i oldali helyiségek fűtését feleslegesen magas vízhőmérséklettel, azért mert az É-i oldalon csak így biztosítható a megfelelő hőmérsékletszint. Így nem okozza a D-i helyiségek túlfűtését, ami nyilvánvalóan felesleges veszteséget jelent.

Egy másik példa lehet egy iskola, ahol célszerű a tantermeknek, tornateremnek és szolgálati lakásnak önálló fűtést kialakítani. Így nem kell azért a teljes fűtési rendszer üzemeltetni, mert a tornatermet esti órákban, hétvégén bérbe adják, vagy nem kell azért a rendszert folyamatosan üzemeltetni, hogy szolgálati lakást ellássuk. Amennyiben a rendszerek funkció szerint szét vannak választva, úgy azokat önálló időprogram szerint lehet működtetni, amelyben a normál fűtés és csökkentett fűtés időszakai szétválaszthatóak.

A fűtési rendszer időjárásfüggő szabályozása két feladatot biztosít. A fűtővíz hőmérsékletét a külső hőmérséklet alapján szabályozva megakadályozza a túlfűtést az egyes helyiségekben, illetve ezzel biztosítható a teljes rendszer időprogram szerinti működtetése. A használaton kívüli időszakokban így lehet csökkentett fűtéssel, adott esetleg a rendszer teljes kikapcsolásával energiát megtakarítani.

A korszerű, hőszigetelt épületekre jellemző, hogy csökkent az egyes helyiségek hővesztesége, de ugyanez nem mondható el a különböző hőnyereségekre. A napsugárzásból származó nyereség továbbra is jelentős. A belső tevékenységből származó nyereség is esetleg növekszik, mert egyre több elektromos üzemű berendezés jelenik meg a lakásokban, irodákban. Ezeknek gyakran a hőveszteséggel összemérhető hőleadása van. Mivel az egyes helyiségeknek ez a hőnyeresége nagyon különböző lehet, ezért egyre fontosabb az egyes helyiségeket önálló, helyiségenkénti hőmérsékletszabályozással ellátni.

A helyiségenkénti szabályozás egyik, sok esetben legolcsóbb megoldása a termosztatikus radiátorszelepek használata. A termosztatikus szelepek biztosítják, hogy valamennyi helyiségben egyedileg választható meg a kívánt helyiség-hőmérséklet. A termosztatikus szelepek használatával kétféle módon jelentkezik energia megtakarítás. Egyrészt azért, mert a szelepek megakadályozzák a helyiség túlfűtését, és az ebből származó többlet hőveszteséget. Másrészt ugyanennyire fontos, hogy valamennyi helyiségben önállóan dönthető el, hogy mikor van szükség a helyiség normál fűtésére, mikor lehet a helyiség hőmérsékletének csökkentésével energiát megtakarítani, mert éppen nincs szükség olyan magas hőmérsékletre. Leegyszerűsítve a kérdést, úgy lehet fogalmazni, hogy a szelepet ugyanúgy kell használni, mint a villanykapcsolót. Ha huzamosabb ideig nem használjuk a helyiséget, akkor nem csupán a világítást kell lekapcsolni, célszerű a helyiség hőmérsékletét is 5-6 °C-al alacsonyabbra állítani. A két hatás együttesen a tapasztalatok szerint akár 25-30 % energia megtakarítást is eredményezhet.

Közintézményeknél a helyiségekben tartózkodóktól általában elmondható, hogy nem érdekeltek az energia megtakarításban, ezért nem várható el sem az, hogy ne fűtsék túl a hőmérsékletet a tartózkodási időben, illetve az sem, hogy távozáskor alacsonyabb hőmérsékletet állítsanak be. Ezért ezeken a helyeken olyan termosztátfejeket célszerű használni, amelyeknél a beállítható hőmérséklet felülről korlátozható, illetve sokszor fontos lehet az is, hogy vandálbiztos, lopás elleni védelemmel rendelkező szerelvényeket használjunk. Ezeknél a fejeknél gyakran a csökkentett fűtés sem állítható be, mert csak speciális szerszámmal lehet a fejet állítani. Ez

ellentmond ugyan az energiatakarékos üzemeltetésnek, de még mindig kedvezőbb az energiafelhasználás, mint korlátozás nélküli szerelvényekkel.

Gyakran felmerül az a kérdés, hogy központi szabályozást, vagy helyiségenkénti szabályozást célszerű kialakítani. Erre véleményünk szerint az a helyes válasz, hogy mindkettőt együtt kell alkalmazni, mert más célokat szolgálnak. A központi szabályozás feladata az időjárásfüggő szabályozás mellett a rendszer időprogramjának beállíthatóságát biztosítani, míg a helyi szabályozás az egyes helyiségeket érő zavarások hatását tudja ellensúlyozni, illetve az éppen nem használt helyiségek alacsonyabb hőmérsékleten való üzemeltetését teszi lehetővé.

Ma elvárható minőségi szint, hogy minden helyiségben önálló helyiségenkénti szabályozás áll rendelkezésre és kb. 50 kW felett elvárható az is, hogy a rendszer időjárásfüggő központi szabályozással rendelkezzen. Ezeket az elvárásokat Nyugat-Európában törvényi elő.

A termosztatikus szelepek használatával változó tömegáramú rendszerek alakulnak ki, így az elektronikus szabályozású szivattyú alkalmazása is természetes. A szivattyúknál fontos, hogy azok megfelelően alacsony paraméterekre legyenek beállítva, mert a tapasztalat szerint gyakran feleslegesen magas emelőmagasságú szivattyúk vannak beépítve, amelyek a pazarló energiafelhasználás mellett esetleg kellemetlen áramlási zajt is okoznak.

A hőtermelők esetében ma elvárható szint az alacsony hőmérsékletű kazánok használata, de gyakran felmerül a kondenzációs berendezések alkalmazásának lehetősége is. Törekedni kell arra, hogy a kazán üzemeltetése is változó vízhőmérséklettel történjen, hogy a készenléti veszteségei minimálisra csökkenjenek.

A fűtési rendszer besabályozásáról gondoskodni kell. A hidraulikailag helyesen besabályozott rendszer esetében az egyes fogyasztók teljesítménye alacsony fűtővíz tömegáram mellett is biztosítható. Besabályozatlan rendszer esetében egyes fogyasztóknál teljesítményhiány lép fel. Ezt gyakran a fűtővíz hőmérsékletének emelésével, illetve a szivattyú tömegáramának emelésével próbálják kompenzálni. Mindkét esetben ez a rendszer többlet energia felhasználását jelenti. Ráadásul a túl kis rendelkezésre álló nyomáskülönbség esetén az arányos szabályozóknál, így a termosztatikus szelepeknél is túl nagy arányossági sáv alakul ki, nagy hőmérséklet lengések tapasztalhatók.

A vezetékek, szerelvények hőszigetelése ellenőrizni, szükség esetén felújítani célszerű.

10.4.2. Használati melegvíz rendszerek korszerűsítése

A rendszerek korszerűsítése során felül kell vizsgálni az energiahordozó váltás lehetőségét. A villamos energiával való melegvíz termelés helyett földgáz, vagy esetleg napenergia felhasználása a kedvezőbb primer energia átalakítási tényezők miatt az épület összesített energia jellemzőjének jelentős javulását eredményezheti.

A közvetlen HMV termelés helyett az indirekt fűtésű tárolók kedvezőbb megoldást jelentenek, mert ezek hővesztesége gyakran alacsonyabb, illetve a fűtésben alkalmazott hőtermelők hatásfoka jellemzően magasabb.

A cirkulációs rendszer besabályozása fontos, hogy a felesleges hőveszteséget csökkenteni lehessen. Meg kell vizsgálni termosztatikus HMV cirkulációs szelepek alkalmazhatóságát. A szivattyú üzemidejét kapcsolóórával a tényleges használati szakásokhoz kell igazítani.

A vezetékek, szerelvények hőszigetelése ellenőrizni, szükség esetén felújítani célszerű.

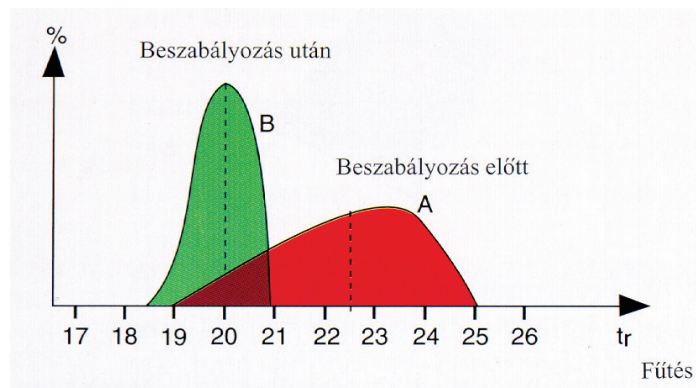
10.4.3. Szellőzési rendszerek korszerűsítése

A szellőzési rendszerek korszerűsítése során a zárt térben tartózkodó személyek igényeinek megfelelően, az adott épületgépészeti rendszer besorolásának megfelelő belső légállapot elérését kell biztosítani kevesebb energia felhasználásával.

A korszerűsítés során az újabb berendezések, pl. ventilátorok, szivattyúk energia-felvétele alacsonyabb, így csupán az új berendezések alkalmazásával is energia-megtakarítást lehet elérni.

A ventilátorok helyes munkapontja – amelynél a légelosztó hálózat minden fogyasztójához eljut a szükséges légállapotú és mennyiségű szellőző levegő – sokszor alacsonyabb, mint a korábban működő rendszerré.

Első lépésben a légtechnikai rendszer besabályozását kell elvégezni. A besabályozási módszerek közül a légtechnikai besabályozásnál az arányos módszert alkalmazzuk. A módszer alapja az arányossági törvény. Az arányossági törvény szerint, ha a gerincvezetékben változtatjuk a légmennyiséget, akkor a gerincvezeték által ellátott modulon belül ugyanolyan arányban változik a térfogatáram. Ez a törvény az elektromosságban is közismert.



10.4.1. ábra. Beszabályozott és beszabályozatlan helyiségek hőmérséklet-eloszlása

A módszer alkalmazása során a légszatórnában mérjük a térfogatáramot, beállítjuk a zsalukat, beszabályozzuk a rendszer különböző részeit, majd az egészet. Első közelítésben a beszabályozás két részből áll:

- Az arányossági törvényt alkalmazva beszabályozzuk az alrendszereket, beállítjuk a zsalukat, anemosztátokat. Ebben a fázisban nem törekszünk a légmennyiség pontos értékének a beállítására, csak a modulon, az adott egységen belül a helyes arányok beállítása, vagyis a beszabályozás a cél. Tapasztalat alapján a modulon belül a helyes arányok pontosan beállíthatók, ha az összes légmennyiség a tervezett érték 70 %-a és 130 %-a közötti tartományban található.
- A második lépésben állítjuk be a tényleges térfogatáramot, elvégezzük a modulok beszabályozását egymáshoz képest, majd meghatározzuk a ventilátor szükséges fordulatszámát.

Amikor beszabályoztuk az összes modult egymáshoz képest, a ventilátornál kell beállítanunk a tervezési légáramot. Amennyiben a főágban mért érték 5 %-kal tér el a tervezettől, a beszabályozás megfelelő. A ventilátornál a következő adatokat kell mérni, illetve feljegyezni:

- A ventilátor adatai
- A motor adatai
- A ventilátor munkapontja
- A ventilátor fordulatszámja
- Nyomások és nyomáskülönbségek a szívó és a nyomó oldalon
- A ventilátor áramfelvétele
- A tárcsák mérete

Amennyiben a mért térfogatáram eltérése a tervezettől nagyobb, mint 5 % meghatározzuk a tervezési légmennyiséghez tartozó motor, illetve ventilátor átmérőt az alábbi összefüggések alapján:

$$\frac{Q_{new}}{Q_{old}} = \frac{D_{fan,old}}{D_{fan,new}}$$

$$\frac{Q_{new}}{Q_{old}} = \frac{D_{motor,new}}{D_{motor,old}}$$

$$\frac{Q_{new}}{Q_{old}} = \frac{perc_{new}}{perc_{old}}$$

A modulok egymáshoz képest történt beszabályozása után például a főágban a mért légmennyiség 110%-a a tervezett értéknek. A ventilátor tárcsájának átmérője legyen

$$D_{jelenlegi} = 120 \text{ mm}$$

A jelenlegi esetben, mivel a rendszer beszabályozását már minden modulban elvégeztük, így a hálózat minden fogyasztójánál 10 %-kal nagyobb a térfogatáram, mint a tervezett érték. Ez bizonyos esetekben rontja a komfort paramétereket, például a tartózkodási zónában a légsebesség nagyobb a megengedettnél, így húzathatást idézhet elő. A fenti képletek alkalmazásával a ventilátor tárcsájának szükséges átmérője:

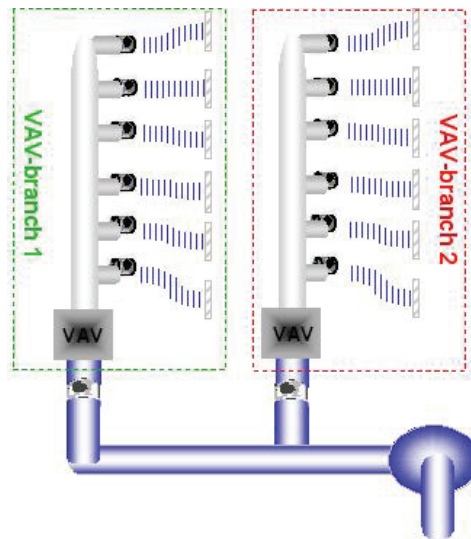
$$D_{új} = (100/110) \times 120 = 109 \text{ mm}$$

Egy új tárcsával a ventilátor légszállítása pontosan a tervezett érték lesz. Változtatható fordulatszámú ventilátor alkalmazásával a tervezett légmennyiséghez szükséges fordulatszám közvetlenül beállítható.

A változó tömegáramú rendszereinkben új elem a VAV egység. A VAV (Variable Air Volume) olyan egység, amely a légcsatornába szerelve valamilyen alapjel függvényében változtatja a térfogatáramot. Ha VAV egységeket helyezünk a rendszerbe, akkor azok működésük során hatással lesznek a rendszer többi részére.

A VAV egység beszabályozása előtt a következő előkészítéseket kell elvégeznünk:

- az anemosztátok előtti zsaluk nyitott állapotának ellenőrzése;
- a légcsatornában lévő zsaluk nyitott állapotának ellenőrzése;
- tűzcsappantyúk és motoros zsaluk nyitott állapotának ellenőrzése;
- a ventilátor fordulatszámának maximális értékre történő beállítása és rögzítése;
- az anemosztátok terelőlemezeinek terv szerinti beállításának az ellenőrzése
- a VAV egység beépítésének ellenőrzése (helyes beépítési irány, méret, térfogatáram)
- a VAV egység teljesen nyitott állapotra történő beállítása

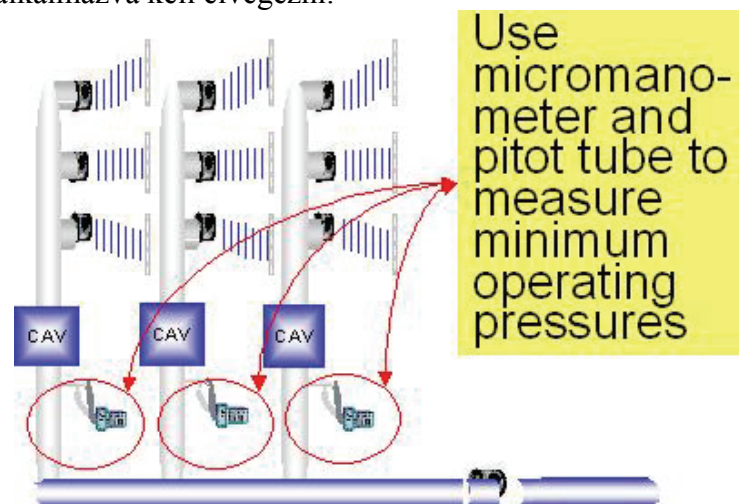


10.4.2. ábra. VAV egységet tartalmazó modul besabályozása

Első lépésben az összes VAV egységhez tartozó modul besabályozását kell egymástól függetlenül elvégezni. A következő lépés a referencia VAV egység meghatározása, amikor minden egységnél a 100 % a légáram. Ezzel meghatározzuk azt a minimális statikus nyomást, amely ahhoz szükséges, hogy a legkedvezőtlenebb helyzetben lévő VAV egységhez is eljusson a méretezési állapotban a szükséges térfogatáram. A VAV egységeket tartalmazó modulokat egymáshoz képest az előzőekben leírtak szerint az arányos módszert alkalmazva kell elvégezni.

A légtechnikai rendszer korszerűsítésénél új elem a CAV egység is. A CAV (Constant Air Volume) olyan egység, amely a légszatórnába szerelve a beállított térfogatáramnál nagyobb légmennyiséget nem enged át, így korlátozza a térfogatáram értékét. A CAV-on található skála segítségével lehet beállítani a légmennyiség maximális értékét, melyet célszerű helyszíni méréssel is ellenőrizni.

A CAV egységet tartalmazó rendszer moduljait, az anemosztátokat az előzőekben leírtak szerint kell besabályozni. A CAV egységeket tartalmazó modulok besabályozását egymáshoz képest az arányos módszert alkalmazva kell elvégezni.



CAV egységet tartalmazó modul besabályozása

A következő lépésben - az alrendszerek beszabályozása után – meghatározzuk azt a minimális statikus nyomást, amely elegendő ahhoz, hogy a legkedvezőtlenebb helyen lévő CAV egység méretezési állapotban megkapja a tervezési térfogatáramot.

A szellőzési rendszerek korszerűsítése során a szabályozás módjának a függvényében - a teljesítmény és az igény illesztésének a pontatlansága miatt - a levegő felmelegítésére fordított hőigény különböző. Az eltérés akár 30 % is lehet. Erről részletesen beszéltünk az 5.3.3. fejezetben.

A szellőzési rendszerek primer energia igényének számítása az 5.3. fejezetben található.

10.4.4. Hűtési rendszerek korszerűsítése

A korszerű, új berendezések alkalmazásával a folyadékűtő COP értéke magasabb, a szivattyú hatásfoka jobb, így eleve kisebb az energiaelhasználás. Amennyiben a rendszer fő elemei nem változnak, a korszerűsítés során akkor is jelentős energiamegtakarítás érhető el.

A folyadékűtő esetén a következő intézkedésekkel csökkenthetjük a hűtési rendszer energiaigényét:

- a hűtőközeg helyes megválasztásával a folyadékűtő COP értéke növelhető;
- a folyadékűtő szabályozásával, a megfelelő hőmérsékletkülönbség beállításával a COP érték nő.

A hűtési rendszer energiaigénye csökkenthető:

- a rendszer hidraulikai beszabályozásával;
- a kondenzátor hulladékűtőjének a felhasználásával;
- átmeneti időben és télen a szabad hűtés alkalmazásával.

A hidraulikai beszabályozásról a 10.4.1. pontban írtunk részletesen. A kondenzátor hulladékűtőjét hővisszanyerő hőcserélő alkalmazásával HMV és fűtési melegvíz előmelegítésére lehet felhasználni.

A gépi hűtés fajlagos éves primer energiafogyasztásának a számítása az 5.4. pontban található.

10.4.5. Megújuló energiaforrások alkalmazása

A 2002/91/EC direktíva 5. cikkelye - amely az új épületekre vonatkozik - szerint az 1000 m²-nél nagyobb alapterületű épületek esetén az építkezés megkezdése előtt meg kell vizsgálni a műszaki, környezetvédelmi és gazdasági feltételeit

- a megújuló energiaforrások alkalmazásának;
- a kapcsolt hő- és villamosenergia termelés alkalmazásának;
- a távfűtés és távhűtés alkalmazhatóságának;
- a hőszivattyúk alkalmazhatóságának.

Az épületgépészeti rendszerek energiatudatos korszerűsítése során a fenti tényezők vizsgálata azért is fontos, mert az EU elvárása az, hogy az újonnan csatlakozott országokban az összes energiafelhasználáson belül a megújuló energiaforrások arányát 2010-ig a jelenlegi átlag 6 %-ról 12 %-ra kell növelni. A fenti rendszerekkel elérhető, illetve kiváltható energia meghatározásával jelen segédletben nem foglalkozunk részletesen.

10.4.5. Épületfelügyeleti rendszerek szerepe az energiafelhasználás csökkentésében

Az épületfelügyeleti rendszerek feladata az épületen belüli gépészeti, elektromos, biztonsági és egyéb rendszerek összehangolása, szabályozása, védelme. Röviden azt mondhatjuk, hogy minden ide tartozik, amit épületechnika néven foglalnunk össze.

Az épületfelügyeleti rendszerekben rejlik olyan lehetőség, amivel az energiafelhasználást csökkenteni lehet. A különböző gépészeti berendezések, szabályozók egy adott függvény szerint végzik feladatukat. A függvények meredekségét, a szabályozók szélső értékeit, mint bemenő jellemzőt kell megadni az épületfelügyeleti rendszert programozó szakember részére.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatták, hogy panaszmentesen üzemelő szállodák, irodaházak esetén 10 – 12 %-os energiamegtakarítást lehetett elérni csupán az épületfelügyeleti rendszer setpoint-jainak beállításával. A rendszer továbbra is panaszmentesen működött, csak az energiafelhasználása lett kevesebb.

10.5. Világítás

Az épület mesterséges világítás értékelendő egysége egy helyiség. Egy helyiségnek általában egy világítási berendezése van, de esetenként a különböző használat miatt egyetlen helyiségben több világítási berendezés is üzemelhet.

Következésképpen egy épületben legalább a helyiségek számának megfelelő világítási berendezés üzemel. Így az épület mesterséges világításának energiafogyasztása az egyes helyiségek világítási energiafogyasztásának összege.

A mesterséges világítás energetikai értékelését helyiségenként kell elvégezni.

Természetesen az azonos megoldású és üzemeltetési módú világítási berendezések összevontan is értékelhetők.

Az alap, amiből kiindulva egy energetikai minősítés történhet az, hogy a világítási berendezés rendeltetésének megfelelő.

A rendeltetésből következő elvárásokat az EN 12 464 European Standard tartalmazza. Ezek vonatkoznak

- az ajánlott átlagos megvilágításra a látási feladat területén,
- a megvilágításra a látási feladat környezetében,
- a megvilágítás egyenletességére,
- a káprázás korlátozásra,
- a fátyol reflexió és reflektált káprázás korlátozására,
- a fényirányra és formálásra,
- a fényszínre és színvisszaadásra
- a fényvibrálás és stroboszkóp hatás kiküszöbölésére.

A követelmények mindegyike kapcsolatban van az energiafogyasztással, azonban ez a kapcsolat nem egyaránt erős.

Legerősebb kapcsolatban az átlagos megvilágítás és a káprázás korlátozás van az energiafogyasztással. Ugyanis adott világítási rendszer-jellemzők (fényforrás, világításmód stb.) mellett az energiafogyasztás arányos a szolgáltatott átlagos megvilágítással.

A többi igény mindegyikének van hatása az berendezés energiafogyasztására, de ezek általában nem meghatározóak.

A világítás energetikai értékeléséhez tehát helyiségenként dokumentálni kell

- a helyiség rendeltetésének megfelelő, szabványban ajánlott megvilágítás értéket és
- a berendezés által szolgáltatott megvilágítás értéket,
- a helyiség rendeltetésének megfelelő, szabványban előírt káprázás korlátozás
- mértékét (UGRL érték) és azt a korlátozást, amit a berendezés megvalósít.
- és ennek alapján a berendezés e szempontokból történő megfelelőségét.

Annak megállapítása, hogy a mesterséges világítás megfelel a szabványosított követelményeknek, szakszerű elemzést igényel.

Ennek deklarációja szigorúan nézve az energetikai értékelés kiindulási alapja. A mesterséges világítási megfelelőségét tanúsíthatják

- a létesített állapotnak megfelelő olyan tervek, amelyek közlik a berendezés által
- szolgáltatott átlagos megvilágítás és káprázás korlátozás értékeit.
- a berendezésre vonatkozó helyszíni mérések.

Amennyiben a helyiség világítása nem felel meg a szabványban előírt követelményeknek, akkor az energetikai értékelés egy a célnak nem megfelelő villamos berendezés energiafogyasztására vonatkozik!

10.5.1. A világítási berendezés éves energiafogyasztása

Az épület mesterséges világítási berendezéseinek éves energiafogyasztása a

$$W = \sum P_i t_{üi}$$

összefüggés alapján számolható. ahol:

- ahol: i az épületben működő világítási berendezések száma
- P_i az i -edik világítási berendezés névleges teljesítményigénye [kW]
- $t_{ü,i}$ az i -edik világítási berendezés éves üzemideje [h/a]

10.5.2. A világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása

A mesterséges világítási berendezések villamos teljesítményigényét a fényforrások, és a működésükhöz szükséges segédberendezések teljesítményigénye adja. A teljesítményigény meghatározása szempontjából a fényforrások két csoportba sorolhatók

- a kisméretű izzólámpák, kisméretű halogén izzólámpák és kompakt fénycsővek csoportja, ezek külön segédberendezések nélkül üzemelnek,
- a nagyfeszültségű izzólámpák és a fénycsővek, kompakt fénycsővek, higanylámpák, fémhalogén lámpák és nagynyomású nátriumlámpák csoportja, amelyek segédberendezésekkel kiegészítve működnek..

10.5.2.1. Kisfeszültségű izzólámpákkal, kisfeszültségű halogén izzólámpákkal és kompakt fénycsővel működő világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása

Az ilyen fényforrásokból álló, i-edik világítási berendezés névleges teljesítményigénye

$$P_i = \sum P_{ik}$$

ahol: k a világítási berendezés fényforrásainak száma
 P_k a k-adik fényforrás névleges teljesítményigénye [kW]

Azonos típusú fényforrásokból álló világítási berendezések esetén

$$P_i = k P_i$$

A fényforrások névleges teljesítménye a lámpán feltüntetett érték vagy ennek hiányában típus megjelölése alapján katalógusból vehető érték.

10.5.2.2. Törpefeszültségű izzólámpákkal működő világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása

Az ilyen fényforrásokból álló világítási berendezéseket transzformátor táplálja a 230 V-os kisfeszültségű hálózatról. A világítási berendezés teljesítményigényét a transzformátor vesztesége kb. 10%-al növeli.

Az ilyen fényforrásokból álló, i-edik világítási berendezés névleges teljesítményigénye

$$P_i = 1,1 \sum P_{ik}$$

ahol: k a világítási berendezés fényforrásainak száma
 P_k a k-adik fényforrás névleges teljesítményigénye [kW]

Azonos típusú fényforrásokból álló világítási berendezések esetén

$$P_i = 1,1 k P_i$$

10.5.2.3. Fénycsővel és egységekből összeállított kompakt fénycsővel működő világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása

A fénycsővek segédberendezésekkel működő fényforrások, ezért az ilyen fényforrásokkal működő világítási berendezések teljesítményigényét a fényforrások és segédberendezéseik teljesítményigény összege adja.

A fényforrások névleges teljesítménye függ a hosszuktól, az átmérőjüktől.

A segédberendezések elótétek, amelyek lehetnek normál, kisveszteségű, különlegesen kisveszteségű vagy elektronikus elótétek.

A fénycsővel működő, i-edik világítási berendezés névleges teljesítményigénye

$$P_i = \sum (P_{ik} + P_{ikelötét})$$

ahol: k a világítási berendezés fényforrásainak száma
 P_k a k-adik fényforrás névleges teljesítményigénye [kW]
 $P_{ikelötét}$ a k-adik fényforrás előtétének névleges teljesítménye [kW]

Azonos típusú fényforrásokból álló világítási berendezések esetén

$$P_i = k (P_i + P_{ielötét})$$

A fénycsövek teljesítményigénye hosszuk és átmérőjük segítségével, vagy gyártmány és típusjelük alapján katalógusból vehető. Az előtét teljesítményigénye gyártmány és típusjelölés alapján katalógusból állapítható meg.

10.5.2.4. Higanylámpákkal, fémhalogén lámpákkal és nagynyomású nátriumlámpákkal működő világítási berendezés névleges teljesítményigényének meghatározása

Az ilyen fényforrásokkal működő, i-edik világítási berendezés névleges teljesítményigénye

$$P_i = \sum (P_{ik} + P_{iksegédber})$$

ahol: k a világítási berendezés fényforrásainak száma
 P_k a k-adik fényforrás névleges teljesítményigénye [kW]
 $P_{iksegédber}$ a k-adik fényforrás segédberendezés névleges teljesítménye [kW]

Azonos típusú fényforrásokból álló világítási berendezések esetén

$$P_i = k (P_i + P_{isegédber})$$

A fényforrás és segédberendezés névleges teljesítményigénye a gyártmány és típusjelük alapján katalógusból vehető.

A világítási berendezések névleges teljesítményigény meghatározásához helyiségenként a következők helyszíni megállapítása szükséges:

1. A helyiségben üzemelő világítási berendezések száma
2. Világítási berendezésenként
 - a fényforrások száma, névleges teljesítménye vagy gyártmánya és típusa,
 - a beépített előtétek vagy segédberendezések gyártmánya és típusa.

10.5.3. A világítási berendezések üzemidejének meghatározása

A világítási berendezések várható üzemideje alapvetően függ a helyiség használati idejétől, nevezetesen attól, hogy az év mely részében, a hét hány napján és naponként milyen időtartamban használják rendeltetésszerűen a helyiséget. Ebből adódik egy olyan éves időkeret, amelyben a mesterséges világítás egyáltalán üzemelhet. Ez tekinthető maximális használati időnek, továbbiakban t_{\max} .

Ezt a lehetséges legnagyobb üzemelési időt több körülmény korlátozza illetve korlátozhatja. Így

- a helyiség természetes világítása, ami esetenként és a használati idő egy részében szükségtelenné teszi a mesterséges világítás működését,
- a helyiség nem teljes idejű használata, a mesterséges világítás működése ugyanis indokolatlan, ha senki sem tartózkodik a helyiségben,
- a helyiség alapterületének részleges használata, minthogy a nem használt rész világítása indokolatlan.

Mesterséges világítás üzemideje tehát a felsorolt körülmények miatt korlátozható. Ennek mértéke esetenként változik, minthogy azok a körülmények, amelyek ezt lehetővé teszik is helyiségenként általában különbözőek.

A körülmények által lehetővé tett üzemidő korlátozás csak lehetőség, amit a mesterséges világítás működtetésének a segítségével lehet kihasználni.

Jelenleg a világítási berendezések működtetése jellemzően kézi működtetés. A használói magatartásra, pedig az a jellemző, hogy bekapcsolja mesterséges világítást, ha a helyiség világítása elégtelen, de nem kapcsolja ki, ha már az elegendőnek ítélt mértéknél nagyobb, vagy ha elhagyja a helyiséget, vagy nem használja annak egy részét.

Kézi működtetés esetén a mesterséges világítás korlátozása azokban az esetekben, ha az indokolt csak esetleges. Ezt támasztják alá a mindennapok tapasztalatai.

Mindebből következik, hogy az üzemidő korlátozás lehetősége csakis az automatikus világítás vezérlés esetén használható ki. A mesterséges világítás automatikus működtetésével lehet elérni, hogy akkor és csak annyi mesterséges világítás működjön, amikor és amennyi pont szükséges, továbbá, ha a helyiség egésze vagy egy része használaton kívül van, ott ne működjön fölöslegesen a mesterséges világítás.

Természetesen, kézi működtetés esetén is a használati idő egy részében várható a célszerű kézi működtetés ez azonban sokkal kisebb mértékben hatásos, mint az automatikus működtetés. A mesterséges világítás kézi működtetése esetén a használati időnek csak kis részében várható célszerű, energiatakarékos üzemeltetés.

Azok a körülmények, amelyek lehetőséget teremtenek egy energiatakarékos világítás-működtetésre, széles határok között változnak.

A helyiség természetes világításának mértéke, az, hogy a helyiség milyen területén elegendő egy adott időpontban, helyiségenként változhat.

A használói magatartásban, arra vonatkozóan, hogy a tényleges használati idő milyen mértékben kisebb a lehetséges használati időnél, szintén igen nagy különbségek tételezhetők fel. E tekintetben is csak nagyon durva becsléssel élhetünk.

Az i -edik világítási berendezés éves üzemideje

$$t_{\text{üi}} = q_i t_{\text{maxi}}, \text{h/év}$$

ahol: t_{maxi} az i -edik világítási berendezés maximális éves használati ideje [h/a]
 q_i az i -edik világítási berendezés működésének becsült idő-hányada

10.5.1. táblázat. q értékének becsült tartományai

A helyiség természetes világítása	A mesterséges világítás				
	ablakkal párhuzamos csoportokban	kézi működtetésű	a természetes világításhoz illesztetten vezérelt	jelenlét érzékelővel vezérelt	a természetes világításhoz illesztetten és jelenlét érzékelővel vezérelt
jó	külön működtethető	0,7 – 0,9	0,4 – 0,7	0,7- 0,9	0,3 - 0,6
	nem működtethető külön	0,9 - 1	0,7 – 0,9	0,7- 0,9	0,5 – 0,8
rossz	külön működtethető	0,85 – 0,95	0,8 – 0,9	0,7- 0,9	0,6 – 0,8
	nem működtethető külön	0,95 - 1	0,9 – 0,95	0,7- 0,9	0,65 – 0,85
nincs	-	1	-	0,7- 0,9	-

A világítási berendezések éves üzemidejének meghatározásához helyiségenként a következők helyszíni megállapítása szükséges:

1. Milyen az éves üzemvitel, mennyi a lehetséges maximális üzemidő (h/év).
2. Milyen a helyiség természetes világítása, jónak vagy rossznak vélhető.
3. A mesterséges világítás kapcsolása szakaszol-e ablakkal párhuzamos területekre.
4. Milyen a működtetés, kézi vagy automatikus.
5. Vezérelt-e a mesterséges világítás a természetes világítástól függően, és jelenlét érzékelővel ellátott-e a működtetés.

11. A TANÚSÍTVÁNY

11.1. A tanúsítás alapja

A tanúsítási folyamat (dokumentáció, szemle, esetleges mérés, majd az ezeken alapuló számítás) eredményeként rendelkezésre állnak az alábbiak:

- Határolószervezetek adatai
- Fajlagos hőveszteségtényező
- Összesített energetikai jellemző

Ez **utóbbi** alapján kell az épületet valamely energetikai minőségi osztályba besorolni. A besorolás tájékoztat az energetikai minőségről, befolyásolhatja a piaci értéket, feltétele lehet valamilyen támogatásnak.

A besorolás alapja az, hogy a tanúsító által megállapított **összesített energetikai jellemző hány százaléka a referencia értéknek.**

A kérdés „csak” az, hogy mi az összehasonlítás alapja, mi a referencia?

Ebből a szempontból számos változat van, amelyeket érdemes egyenként áttekinteni.

a) Ha a vizsgálat tárgya egy teljes épület és az épület rendeltetése olyan, hogy az összesített energetikai jellemzőre van előírt követelményérték (lakó, iroda, iskola) akkor az összehasonlítás alapja az azonos felület/térfogatarányú és azonos rendeltetésű épületre előírt összesített energetikai jellemző.

NB! A vizsgált épület adatait „standard” lakóval (belső hőterhelés, melegvízigény), tényleges határolószervezetekkel, (becsült) légcsereszámmal, adott gépészettel határozzuk meg „standard” évre. „Becsült” – a 9. fejezetben leírtak szerint - a légcsereszám természetes szellőzés esetén (beleértve a gépi szellőzés üzemszünetét is), számítható a légcsereszám gépi szellőztetés esetén (annak üzemidejére).

b) Ha a vizsgálat tárgya egy elkülönített egység és az elkülönített egység rendeltetése megegyezik az épület rendeltetésével (pl. lakás lakóépületben, irodahelyiség irodaépületben) és az épület rendeltetése olyan, hogy az összesített energetikai jellemzőre van előírt követelményérték (lakó, iroda,)

akkor az összehasonlítás alapja az azonos felület/térfogatarányú és azonos rendeltetésű **épületre** előírt összesített energetikai jellemző.

NB! A vizsgált elkülönített egység adatait „standard” lakóval (belső hőterhelés, melegvízigény), tényleges határolószervezetekkel, (becsült) légcsereszámmal, adott gépészettel határozzuk meg „standard” évre.

Az elkülönített egységhez hozzászámítandó a közös terek energiaigényének a tulajdoni hányad aránya szerinti része (például közlekedő, fűtött lépcsőház).

NB! egy adott minőségű épületben eltérő minőségű lakások lehetnek.

Minden szempontból azonos épületrészek (pl. lakások azonos mérettel, tájolással általános szinten) minősítésénél az egy épületrészre készített tanúsítvány alapján a további épületrészek tanúsítványa kiadható.

c) Ha a vizsgálat tárgya egy elkülönített egység és az elkülönített egység rendeltetése *különbözik* az épület rendeltetésétől (pl. iroda lakóépületben) és az épület rendeltetése olyan, hogy az összesített energetikai jellemzőre van előírt követelményérték és az elkülönített egység rendeltetése is olyan, hogy az összesített energetikai jellemzőre van előírt követelményérték akkor a vizsgált elkülönített egység adatait „standard” használóval (belső hőterhelés, melegvízigény, esetleg világítás), tényleges határolószerkezetekkel, (becsült) légcsereszámmal, adott gépészettel határozzuk meg „standard” évre és az összehasonlítás alapja az egész épülettel azonos felület/térfogatarányú és az elkülönített egységgel azonos rendeltetésű *épületre* előírt összesített energetikai jellemző (tehát pl. ha iroda van lakóépületben, a követelmény az egész épülettel azonos felület/térfogat arányú irodaépületre előírt adat).

d) Ha a feladat egy olyan épület minősítése, amelyre az *1. melléklet* nem tartalmaz összesített energetikai mutató formájában számszerű követelményt akkor

a viszonyítási alapot a következők szerint kell meghatározni:

- a fajlagos hővesztésgtényező értéke a felület/térfogat viszony függvényében megadott követelményérték,
- az éghajlati adatok a mellékletben megadottaknak felelnek meg,
- a légcsereszám az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, technológia, stb.) alapján a szakma szabályai szerint számított szükséges érték,
- a belső hőterhelés az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, technológia, stb.) alapján a szakma szabályai szerint számított érték,
- a világítási energiaigény az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, technológia, stb.) alapján a szakma szabályai szerint számított szükséges érték,
- a használati melegvízellátás energiaigénye az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, stb.) alapján a szakma szabályai szerint számított szükséges érték,
- a fűtési rendszer hőtermelőjének helye (fűtött téren belül, vagy kívül) adottságként veendő
- a feltételezett energiahordozó földgáz,
- a feltételezett hőtermelő alacsony hőmérsékletű kazán,
- a feltételezett szabályozás termosztatikus szelep 2K arányossági sávval,
- a fűtési rendszerben tároló nincs,
- a vezetékek nyomvonala a ténylegessel megegyező (az elosztó vezeték fűtött téren belül, vagy kívül való vezetése),
- a vezetékek hővesztésének számításakor a 70/55 °C hőfoklépcsőhöz tartozó vezeték veszteségét kell alapul venni,
- a szivattyú fordulatszám szabályozású,
- a melegvízellátás hőtermelője földgáztüzelésű alacsony hőmérsékletű kazán,
- a vezetékek nyomvonala a ténylegessel megegyező,
- 500 m² hasznos alapterület felett cirkulációs rendszer van,
- a tároló helye adottság (fűtött téren belül, vagy kívül),
- a tároló indirekt fűtésű,
- a gépi szellőzéssel befűjt levegő hőmérséklete a helyiség hőmérséklettel egyező, a léghevítőt az alacsony hőmérsékletű, földgáz tüzelésű kazánról táplálják,
- a légszűrő hőszigetelése 20 mm vastag

A gépi hűtés számításait az 5.4 fejezet szerint kell elvégezni ugyanazokkal a paraméterekkel, mint amilyenekkel a tényleges berendezés rendelkezik.

Lényegében arról van szó, hogy amennyiben az épület rendeltetése olyan, hogy arra a szabályozás nem adhatott összesített energetikai jellemző formájában követelményértéket, akkor az adott esetre a tanúsítónak kell meghatározni a referenciaértéket (ha úgy tetszik, az adott eseti követelményt – ez a technika egyébként több ország szabályozásában régóta ismert, mint például az angol „notional building”).

Ilyen esetek nyilván előfordulhatnak: gondoljunk egy „plázára”, ahol eladóteret, raktárakat, irodákat, mozikat, sportcélú helyiségeket, stb. egy épületen belül, különböző használati menetrendekkel. Nyilván nem lehet a szabályozásban ilyen összetett épületre „standard fogyasztói magatartást” jellemző tervezési adatokat megadni, a tervező, a tanúsító viszont a szakma szabályai szerint meg tudja határozni a reális igényeket (légcserre, melegvízigény, világítás...). Ennek alapján azt is meg tudja állapítani, hogy amennyiben az épület (adott geometriával) ezen igények kielégítésének mekkora a nettó energiaigénye. Azt is meg tudja állapítani, hogy amennyiben az adott geometriájú épület kielégítené a fajlagos hővesztésgtényezőre vonatkozó követelményt, akkor mekkora lenne a fűtés nettó energiaigénye.

Igenám, de az összesített energetikai jellemzőben a bruttó energiaigény szerepel. A tanúsítóknak tehát még mindehhez hozzá kell képzelnie valamilyen épületgépészeti rendszert is. Nyilván tudnak ilyet – de sokféleképpen. Az előző hosszadalmas felsorolás arról, hogy milyen gépészetet tételezünk fel akkor, amikor az adott esetre referenciaértéket gyártunk, arra szolgál, hogy egyféle (szolid) színvonalú gépészetre számoljunk bruttó energiaigény referenciaértéket.

Ami az energiatakarékossági intézkedéseket, felújítási, korszerűsítési javaslatokat illeti, azokban a tanúsítónak szabad keze van és valószínűleg a referencia rendszernél sokkal jobb megoldásokat is nagy számban tudnak és fognak javasolni. Ha ezeket meg is valósítják, akkor az épület csúcsmínősítést kaphat.

E szükséges kitérő után következzenek a további változatok.

e) Ha a feladat egy elkülönített épületrész minősítése, és sem az épületrészre, sem a befogadó épületre az *1. melléklet* nem tartalmaz összesített energetikai mutató formájában számszerű követelményt akkor a teljes épület fajlagos hővesztésgtényezőjére vonatkozó követelmény és a szakma szabályai szerint számított fogyasztói igények alapján, elvárható színvonalú gépészet feltételezésével kell meghatározni a teljes épületre vonatkozó viszonyítási alapot, és a tényleges helyzet alapján kell meghatározni az épületrész adatait és azokat a teljes épületre vonatkozó referenciaértékkel kell összehasonlítani.

Épületrész minősítése esetén a szabályok azért ilyenek, hogy az eredményben tükröződjének az elkülönített résznek a befogadó épületen belüli fekvésével összefüggő energetikai hatások.

f) Ha egy olyan elkülönített épületrészt kell minősíteni, amelyre - rendeltetése alapján - van összesített energetikai jellemző formájában előírt követelményérték de ez az egység olyan épületben van, amelyre nincs összesített energetikai jellemző formájában követelmény (pl. irodák egy ipari épületben, vagy iskolai funkciójú helyiségek egy olyan épületben, amely tantermeken, zsibongón, tanárin, stb. kívül például nagykonyhát, étkezőt és tanuszodát is tartalmaz) akkor az elkülönített rész jellemzőit „standard” használóval, tényleges határolószerkezetekkel, (becsült) légcsereszámmal, tényleges gépészettel számítjuk és az összehasonlítás alapja az épületrész felület/térfogat aránya és rendeltetése alapján megállapított összesített energetikai jellemző követelményértéke.

NB! Amikor egy épületrész felület/térfogat viszonyáról beszélünk, akkor abban az épületrészt körülvevő minden határolás (tehát a fűtött terekkel érintkező határolás is) benne van.

g) Ha egy olyan elkülönített épületrészt kell minősíteni, amelyre nincs összesített energetikai jellemző formájában előírt követelményérték és ez az egység olyan épületben van, amelyre van összesített energetikai jellemző formájában követelmény (uszoda egy iskolaépületben) akkor az elkülönített rész jellemzőit a tényadatok alapján a szakma szabályai szerint számítjuk és az összehasonlítás alapja egy ugyanilyen (az elkülönített résszel megegyező) felület/térfogat viszonyú épület, amelynek fajlagos hőveszteségtényezője a követelményértéket kielégíti, gépészete elvárható színvonalú, fogyasztói igényei a szakma szabályainak megfelelően számítottak.

A fentiek alapján megállapítást nyer, hogy a vizsgált dolog (épület, elkülönített épületrész) összesített energetikai jellemzője a referenciaérték hány százaléka: **ez képezi a besorolás alapját**, de eközben azt is megállapítottuk, hogy az egyes határolószerkezetek hőtechnikai adatai hogyan viszonyulnak a határoló szerkezetekre vonatkozó követelményekhez és a fajlagos hőveszteségtényező hogyan viszonyul a követelményértékhez.

A tanúsítványban mindhárom dologról nyilatkozunk.

Az ET kötelezően tartalmazza a minősített épület(rész) energetikailag hatékony, ésszerű felújítására vonatkozó javaslat(oka)t.

A helyszíni szemle alapján a tanúsítónak meg kell állapítania, hogy az adott épület(rész) primer energiafogyasztásának csökkentésére milyen ésszerű lehetőség kínálkozik. A mérlegelendő lehetőségek körébe tartozik (a teljesség igénye nélkül) az utólagos hőszigetelés, a nyílászárók tömítése vagy cseréje, társított szerkezetek alkalmazása, a hőtermelő készülék vagy az ahhoz tartozó egyes elemek (égő, szabályozók) cseréje, elosztó hálózatok és szerelvények hőszigetelése, hőleadók, ventilátorok, szivattyúk, fényforrások cseréje, energiahordozók cseréje. A javasolt felújítás nem vezethet állagkárosodási és egészségkárosodási kockázathoz és az épület, valamint az épületgépészeti rendszerek várható élettartamának figyelembevételével kell ésszerűnek lennie.

Ez azonban csak tanács, amely a megrendelőt semmire sem kötelezi!

11.2. Az ET tartalmi lényege

Abban az esetben, ha a vizsgált dologra van összesített energetikai jellemző formájában megfogalmazott követelmény:

Az ET kiállításának alapját képező input adatok és azok eredetének rögzítése.

Annak kiszámítása, hogy mennyi lenne a vizsgált állapotban az épület(rész) fajlagos éves energiaigénye a *3. mellékletben* megadott tervezési adatokkal (használok száma, melegvíz igény, világítási energiaigény, belső hőterhelés, belső hőmérséklet, fűtési hőfokhíd, sugárzás intenzitás) és

a tényleges fajlagos hőveszteségtényezővel, a becsült vagy számított légcserezéssel, a tényleges benapozási feltételekkel, a tényleges épületgépészeti rendszerekkel és energiahordozókkal számítva,

E számítás eredménye „szabványos” használat esetén is a követelményértéktől eltérhet

- az épület(rész) tényleges fajlagos hőveszteségtényezője,
- a becsült tényleges és a 3. mellékletben megadott légcsereszám különbsége
- az épületgépészeti rendszerek teljesítménytényezői és önfogyasztása
- a ténylegesen használt energiahordozók primer energiataralma

miatt

a tényleges használat esetén pedig további eltérés adódhat

- a használók száma
- a tényleges belső hőmérséklet és időjárás, stb.

miatt is.

Az ET szempontjából a „szabványos” használat mellett kialakuló eltérések a mértékadók, a tulajdonost a második csoportban felsoroltak is érdekelhetik.

A számítás alapján megállapítható, hogy az így kapott összesített energetikai jellemző a követelményérték hány százaléka és hogy az épület(rész) melyik energetikai minőségi kategóriába sorolható be (N.B. előfordul, hogy például egy C osztályú épületben B és D osztályú lakások vannak!)

Annak rögzítése, hogy milyen üzemvitel módosítások, korszerűsítések javasolhatók.

Annak meghatározása, hogy a javaslatok egyenkénti vagy együttes megvalósítása esetén – továbbra is a tervezési bemenő adatokkal (belső hőterhelés, melegvízfogyasztás, stb.) számítva - mennyi lenne az épület(rész) fajlagos éves energiaigénye és hogyan változna besorolása. Nem képezi az ET kötelező részét az adott számú és magatartású fogyasztóra vonatkozó adatok közlése, de lehet elvárás, hogy ezeket kérésre a megrendelőnek átadják.

Abban az esetben, ha a vizsgált dologra nincs összesített energetikai jellemző formájában megfogalmazott követelmény:

Az ET kiállításának alapját képező input adatok és azok eredetének rögzítése.

Annak kiszámítása, hogy mennyi lenne a vizsgált állapotban az épület(rész) fajlagos éves energiaigénye a 3. mellékletben megadott fűtési hőfokhíd, sugárzás intenzitás tervezési adatokkal

- a fajlagos hőveszteségtényező,
- a becsült vagy számított légcsereszám,
- a tényleges benapozási feltételek,
- az épületgépészeti rendszerek,
- az energiahordozók,
- a használók száma,
- a belső hőterhelés
- a világítási energiaigény,
- a használati melegvízigény

adatait a tényleges adatokkal számítva,

vagyis az éghajlati adatoktól eltekintve itt minden más a tényleges helyzetet tükrözi.

A viszonyítási alap meghatározása – miután a fogyasztó nem «standardizálható» a követelményszintet is esetenként kell megállapítani az alábbiak szerint

- feltételezzük, hogy az adott épület fajlagos hőveszteségtényezője a követelményértéknek megfelel,
- mennyi a szakma szabályai szerint megállapított reális légcsereszám, használati melegvíz és világítási energiaigény,
- mennyi lenne az épületgépészeti rendszerek energiafogyasztása a 11.1. alatt ismertetett módon meghatározott referenciarendszer esetén

mindezt a használók tényleges száma és a tényleges belső hőterhelések mellett a szakma szabályai szerint számolva.

Annak meghatározása, hogy a fentiek szerint számított viszonyítási értékkel összehasonlítva az épület(rész) melyik energetikai minőségi kategóriába sorolható be,

Annak rögzítése, hogy milyen üzemvitel módosításokat, korszerűsítéseket javasolhatók.

Annak kiszámítása, hogy a javaslatok egyenkénti vagy együttes megvalósítása esetén mennyi lenne az épület(rész) fajlagos éves energiaigénye és hogyan változna besorolása (e számítás során a használók számát, a használat időbeli alakulását és belső hőterhelés értékét a tényleges adatokkal számolva)

Nem képezi az ET kötelező részét az adott számú és magatartású fogyasztóra vonatkozó adatok közlése, de elvárás lehet, hogy ezeket kérésre a megrendelőnek átadják.

Érdemes táblázatos formában megegyeszer áttekinteni, milyen esetben mit mivel hasonlítunk össze és az összehasonlításban szereplő számokat miből számoljuk.

A vizsgált dologra van összesített energetikai mutató formájában megfogalmazott követelmény		
A tanúsítás alapja	mit	mivel
	hasonlítunk össze	
egyres szerkezetekre U	tény	követelmény
Qsd	tény (opcionális)	
q fajlagos hőveszteségtényező	tény	követelmény A/V függvényében
energiahordozók	tény	
légcserre	tény (becsült)	
fűtési rendszer	tény	
fűtési üzem	tény	
nettó fűtési igény	tény	
Nettó HMV igény	3. melléklet	
HMV rendszer	tény	
légtechnika	tény	
hűtés	tény	
világítás	tény	
belső hőterhelés	3. melléklet	
éghajlati adatok	3. melléklet	
összesített energetikai jellemző	standard fogyasztó a tényleges épületben és a tényleges épületgépészettel	követelmény A/V és rendeltetés függvényében (magától értetődően standard fogyasztóval)

Miről szól az eredmény?

Ha a jelenlegi épületet és épületgépészeti rendszereket standard fogyasztók használnák, mennyi lenne az összesített energetikai jellemző? Ez hány százaléka az adott rendeltetésű épületre előírt követelményértéknek?

Köztes szinteken összevethető az adott épület fajlagos hőveszteségtényezője az arra előírt követelménnyel és minden egyes határolószervezet hőátbocsátási tényezője a követelményértékkel.

Az előző és a következő táblázatban is a „vizsgált dolog jelentheti a teljes épületet vagy annak egy részét. A lehetséges változatokat, a felület/térfogatarány értelmezését a 11.1. pont szerint kell figyelembe venni.

A vizsgált dologra nincs összesített energetikai mutató formájában megfogalmazott követelmény		
A tanúsítás alapja	mit	mivel
	hasonlítunk össze	
U	tény	követelmény
Qsd	tény (opcionális)	
q	tény	követelmény A/V függvényében
energiahordozók	tény	különösen indokolt esetben csere javasolható
légcseré	tény	szakma szabályai szerint számított
fűtési rendszer	tény	átlagosan jó
fűtési üzem	tény	rendeltetésnek megfelelő esetleges szakaszosság
kazán helye	tény	eredeti helyen
elosztó vezeték	tény	eredeti helyen
nettó fűtési igény	tény	előzőekből szakma szabályai szerint
nettó HMV igény	tény	szakma szabályai szerint számított
HMV rendszer	tény	átlagosan jó
tároló helye	tény	eredeti
elosztó vezeték	tény	eredeti helyen
légtechnika	tény	átlagosan jó, ha a rendeltetés indokol légtechnikai rendszert
hűtés	tény	átlagosan jó, ha a rendeltetés indokol gépi hűtést
világítás	tény	szakma szabályai szerint számított
belső hőterhelés	tény	szakma szabályai szerint számított
éghajlati adatok	3. melléklet	3. melléklet
összesített energetikai jellemző	tényleges fogyasztó a tényleges épületben és a tényleges épületgépészettel, standard időjárás mellett	ha az adott épületre teljesülne a fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke, akkor a tényleges fogyasztók a szakma szabályai szerint számított igényekkel átlagosan jó épületgépészeti rendszerekkel mennyit fogyasztanának

Miről szól az eredmény?

A jelenlegi épületet és épületgépészeti rendszereket tényleges fogyasztók használják tényleges módon, ebből adódik egy összesített energetikai jellemző. Az összehasonlítás alapja a jobboldali oszlopban számított összesített energetikai jellemző: feltételezzük, hogy az adott épületre teljesül a fajlagos hővesztésgtényező követelményértéke, adottságként helyükön hagyjuk az épületgépészeti rendszereket (kazán, tároló, vezetékek fűtött vagy fűtetlen térben, stb.), adottságnak tekintjük az adott energiahordozókat (különösen indokolt esetben javasolható csere), a tényleges fogyasztók melegvíz, légcserre és világítási igényeit a szakma szabályai szerint számítjuk, átlagosan jó épületgépészeti rendszerek veszteségeit és teljesítménytényezőit vesszük figyelembe. Így kapjuk a „reális idealizált” összehasonlítás alapját.

Köztes szinteken összevethető az adott épület fajlagos hővesztésgtényezője az arra előírt követelménnyel és minden egyes határolószerkezet hőátbocsátási tényezője a követelményértékkel.

11.3. Az ET formája

Az ET nyomtatott és elektronikus formában készítendő.

A tanúsítvány készítésének szabályait és formai követelményeit a 176/2008. (VI.30.) Korm. rendelet az épületek energetikai tanúsításáról tartalmazza. Ennek mellékletei tartalmazzák a formanyomtatványok lehetséges mintáit is.

Nyomtatott formában az ET a következő adatokat tartalmazza (a táblázat értelemszerű részei alkalmazandók a vizsgált épület(rész)ben lévő rendszereknek megfelelően, a sorok, mezők sokszorozásával a határolószerkezetek, hőtermelők, légtechnikai rendszerek, stb. számának megfelelően). Épületrész minősítése esetén a határoló- és nyílászáró szerkezetek adatai az épületrészre vonatkoznak, az épületrész önálló épületgépészeti rendszerei mellett az épület egészét kiszolgáló rendszerek adatait is figyelembe kell venni és utóbbiakból a tulajdoni hányadnak megfelelő részt kell meghatározni.

A 277/2008. (XI.24.) Korm. rendelete az építésügy, a településfejlesztés és –rendezés körébe tartozó dokumentációk központi nyilvántartásáról előírja, hogy az elkészül műszaki dokumentációkat elektronikus formában az arra kijelölt VÁTI Magyar Regionális Fejlesztési és Urbanisztikai Kht. részére meg kell küldeni. Az 1.§ d pontja külön kitér az energetikai tanúsítványra, mint kötelezően beadandó dokumentumra. A segédlet írásának időpontjában folyt az egyeztetés, hogy mi legyen a formája és tartalma a beadandó dokumentumnak.

Több országban ugyancsak kötelező elektronikusan egy központi adattárba eljuttatni a tanúsítványokat, mert ez az alapja a később készülő statisztikáknak. Hazánkban ez a törekvés jelenleg kormány szinten nem érzékelhető, hacsak a VÁTI által gyűjtött dokumentációk követelményeit alakítják olyanra, hogy ennek a célnak is megfelelő legyen.

Hazánkban erre a feladatra egy vállalkozás alakult EQ Energy Quality Kft. néven. Az EQ Kft. üzleti alapon kívánja ezt a feladatot elvégezni tagjai számára. A szervezet tagjai részére internetes hozzáférést biztosít a WinWatt alapon elkészült tanúsítványok elektronikus beküldésére és hosszú távú tárolására. A tárolásnál további kapcsolódó dokumentumok, munkaanyagok beküldésére is lehetőség van, így a törvényben előírt minimum 10 éves megőrzés biztosított. A kapcsolódó szolgáltatásokról a www.eeq.hu vagy www.tanusitvany.eu internetes oldalakon lehet részletes információkat szerezni.

A következő oldalak a tanúsítvány dokumentációjához használható mintákat mutatnak be.

A tanúsító adatai				
Az épület(rész) azonosító adatai, rendeltetése (épületrész minősítése esetén a tulajdoni hányad)				
A tanúsítvány kiállításának időpontja:				
Határolószerkezetek				
Megnevezés	Méret	Rétegterv	Azonosítás módja	Hőátbocsátási tényező
Hőhidak, csatlakozási élek				
Megnevezés	Méret	Azonosítás	Azonosítás módja	Vonalmenti veszteség
Nyílászárók				
Megnevezés, típus	Méret	Tájolás, benapozás	Társított szerkezet	Hőátbocsátási tényező
Épület(rész) veszteségtényezője:				
Belső hőforrások (előírt vagy számított adat – utóbbi esetben tételesen):				
Becsült légcsereszám, a becslés módja:				
Épület(rész) nettó fűtési hőigénye:				

Fűtési rendszer				
Hőtermelő típus, elhelyezése, terhelési tényező	Energiahordozó	Azonosítás módja	Teljesítménytényező	Villamos energiaigény
Elosztóvezeték	Adatfelvétel módja	Hossza fűtetlen térben	Hőszigetelése	Hővesztesége
Keringtetés	Adatfelvétel módja	Szivattyú típusa		Villamos energiaigény
Tárolás	Tároló mérete	Tároló hőszigetelése		Tárolási veszteség
Szabályozás módja, üzemvitel				Illesztési veszteség
Bruttó fűtési energiaigény (épületrész minősítése esetén a közös rendszerekre a tulajdoni hányad alapján):				

Használati melegvízellátás				
Hőtermelő típus, elhelyezése, terhelési tényező	Energiahordozó	Azonosítás módja	Teljesítménytényező	Villamos energiaigény
Elosztóvezeték	Adatfelvétel módja	Hossza fűtetlen térben	Hőszigetelése	Hővesztesége
Keringtetés	Adatfelvétel módja	Szivattyú típusa		Villamos energiaigény
Tárolás	Tároló mérete	Tároló hőszigetelése		Tárolási veszteség
Víztakarékos szerelvények				
Melegvízellátás bruttó energiaigénye (épületrész minősítése esetén a közös rendszerekre a tulajdoni hányad alapján):				

Légtechnikai rendszer

Rendszer megnevezése, névleges légszállítás, üzemeltetési menetrend

Ventilátor típus	Légszállítás	Nyomáskülönbség	Azonosítás módja	Villamos energiaigény
Hőtermelő típus, elhelyezése,	Energiahordozó	Azonosítás módja	Teljesítménytényező	Villamos energiaigény
Hővisszanyerő típusa	Hőmérséklet-adatok	Légáram adatok	Adatmeghatározás módja	Hatásfok
Fagyvédelmi fűtés	Energiahordozó	Beépített teljesítmény	Üzemórák száma	Energiaigény
Légcsatorna fűtetlen térben	Légcsatorna mérete	Légcsatorna hőszigetelése	Szállított levegő hőmérséklete	Légcsatorna hővesztesége
Anemosztátok típusa	Anemosztátok be szabályozása	Azonosítás módja		Illesztési veszteségek
Szabályozás módja	Villamos energiaigénye			Illesztési veszteségek

Légtechnikai rendszer bruttó energiaigénye (épületrész minősítése esetén a közös rendszerekre a tulajdoni hányad alapján):

Gépi hűtés

Rendszer megnevezése, névleges légszállítás, üzemeltetési menetrend

Ventilátor típus	Légszállítás	Nyomáskülönbség	Azonosítás módja	Villamos energiaigény
Hőtermelő típus, elhelyezése,	Energiahordozó	Azonosítás módja	Teljesítménytényező	Villamos energiaigény
Kompresszor típusa	Névleges teljesítmény	Azonosítás módja	Teljesítménytényező	Villamos energiaigény
Kondenzátor típusa				Villamos energiaigény
Mosókamra	Szivattyú típusa	Azonosítás módja		
Hővisszanyerő típusa	Hőmérséklet-adatok	Légáram adatok	Adatmeghatározás módja	Hatásfok
Fagyvédelmi fűtés	Energiahordozó	Beépített teljesítmény	Üzemórák száma	Energiaigény
Légcsatorna fűtetlen térben	Légcsatorna mérete	Légcsatorna hőszigetelése	Szállított levegő hőmérséklete	Légcsatorna hővesztesége
Anemosztátok típusa	Anemosztátok be szabályozása	Azonosítás módja		Illesztési veszteségek
Szabályozás módja	Villamos energiaigénye			Illesztési veszteségek

Mesterséges hűtés bruttó energiaigénye (épületrész minősítése esetén a közös rendszerekre a tulajdoni hányad alapján):

Világítás				
Rendszer, üzemórák száma, csatlakozási érték				
Fényforrás típusa	Megvilágítás	Szabályozás	Azonosítás módja	Villamos energiaigény
Világítás bruttó energiaigénye				

Aktív szoláris és fotovoltaikus rendszerből származó, az előzőekben figyelembe nem vett energia (épületrész minősítése esetén a közös rendszerekre a tulajdoni hányad alapján):

Kapcsolt energiatermelésből származó, az előzőekben figyelembe nem vett energia (épületrész minősítése esetén a közös rendszerekre a tulajdoni hányad alapján):

Összefoglaló adatok
Az összesített energiamérleg
Az összesített energetikai mutató
Az épület felület/térfogat viszony
A fajlagos hővesztésgtényező
A fajlagos hővesztésgtényező követelményértéke
Az összesített energetikai jellemző követelményértéke vagy A viszonyítási alap
Az épület(rész) minősítése











Javasolt korszerűsítési megoldás(ok)
A javasolt megoldás rövid műszaki leírása
A javasolt megoldás hatása a bruttó energiafogyasztásra
A javasolt megoldás hatása az épület besorolására
Valamennyi javaslat egyidejű alkalmazásának hatása az épület(rész) besorolására

A vizsgált épület(rész) összesített energetikai jellemzője és a viszonyítási alap arányának százalékban kifejezett értéke alapján az épületrész minőségi osztályának betűjele és szóveges jellemzése az alábbiak szerinti.

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

Az összefoglaló lap a következő oldalon található.

Energetikai minőségtanúsítvány összefoglaló mintalapja

Megrendelő neve (elnevezése), címe (székhelye):		
Az épület (önálló rendeltetési egység) címe, helyrajzi száma:		
Tanúsító neve, címe, jogosultsági száma:		
Az épület (önálló rendeltetési egység) fajlagos primer energiafogyasztása kWh/m ² a:		
Referenciaérték az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V.24.) TNM rendelet alapján:		
A követelményérték (viszonyítási alap) kWh/m ² a:		
Fajlagos hővesztésgtényező a követelményérték százalékában:		
Az energetikai minőség szerinti besorolás:		
A+		Az épület összesített energetikai jellemzője a követelményérték ...%-a, besorolása
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		
Nyári túlmelegedésre vonatkozó észrevétel:		
Egyéb megjegyzés:		
A javasolt korszerűsítések:		
A javaslat(ok) együttes) megvalósításával elérhető minőség:		
A tanúsítvány kiállításának kelte:	A tanúsítvány azonosító száma:	Aláírás:

12. TANÚSÍTÁS VAGY AUDITÁLÁS?

12.1 Mi a tanúsítás?

Az Európai Unió direktívája előírja az épületek és/vagy az egyes, a rendeltetés, a tulajdonjog és/vagy a bérleti jog szempontjából egyértelműen körülhatárolható épületrészek (például lakás, üzlethelyiség, iroda...) energetikai minőségének tanúsítását.

A továbbiakban csak épületről és egységről történik említés, de minden esetben a fenti értelmezés érvényes. A direktíva értelmében az energiafogyasztás minden összetevőjét (fűtés, hűtés, szellőztetés, használati melegvíz, és - a lakóépületek kivételével - világítás) figyelembe kell venni. *Nem* tartozik viszont ebbe a körbe az iroda- és háztartási gépek, a telekommunikáció és a főzés energiaigénye.

E tanúsítvány (a továbbiakban ET) célja a tájékoztatás, hasonlóan ahhoz, ami más fogyasztási javak esetén (gépkocsi, hűtőszekrény) már jó ideje gyakorlat: miért pont a legértékesebb és leghosszabb fizikai élettartamú dolog maradna ki ebből a rendszerből?

A tanúsítványt egy bizonyos reális dátum után ki kell állítani az új épületek használatbavételi eljárásakor és be kell tudni mutatni elidegenítés vagy bérleti jogviszony létrejöttkor.

A tanúsítvány alapján

- az adott épület energetikai minősége a 2006-tól érvényes követelményekkel összevethető,
- az egyes épületek energetikai minősége egymással összehasonlítható,
- az épületek energetikai szempontból minőségi osztályokba sorolhatók.

Az épületek energetikai minőségtanúsítványa az épületről és az épület „üzemeltetéséhez” szükséges épületgépészeti rendszerekről szól. A „címzett” az a potenciális tulajdonos, aki egy új épületet használatba kíván venni, avagy egy meglévő épületet (vagy annak egy egységét) meg akarja vásárolni. A „címzettek” körébe tartozhat még az, aki ezeket az adatokat nyilvántartásba veszi, aki ezen adatok alapján esetleges támogatás vagy hitel odaitéléséről dönt. A tanúsítvány a konkrét – fizikai mértékegységekben kifejezett – energetikai adatokon túl egy relatív skálán minőségi osztályba sorolást is tartalmaz. A tanúsítvány törvényes kelleke egy olyan tanácsadás, amely az épület energiaigényének csökkentését célzó felújításokra, korszerűsítésekre vonatkozik, megadva azt, hogy ezek fogantatása esetén hogyan változik az energiaigény és az osztályba sorolás.

A különböző épületek eltérő időben készített tanúsítványainak összehasonlíthatóaknak kell lenniük. Ez azt jelenti, hogy a tanúsítás során a minősítést befolyásoló minden esetlegességet ki kell zárni.

Ilyen esetlegesség:

- az adott helyszín időjárási adatsora (a regionális eltéréseken – Mátra, Pécs – túl a városi hősziget hatása – Budapest belső és külső területeinek január havi átlaghőmérsékletei közötti különbség 3 K – és a közvetlen mikroklimatikus jellemzők – széljárás, zöldterület, sugárzás);
- egy adott időszak időjárási adatsora;
- a fogyasztói magatartás.

Az esetlegességek kizárásának módja:

- az időjárási adatsorok (éghajlati jellemzők) mind területi szempontból, mind időbeli szempontból rögzítettek (a fűtési hőfokhíd, a fűtési idény hossza, a különböző tájolású felületekre jutó sugárzásösszeg és méretezési sugárzás intenzitás adatok azonosak minden tanúsítvány kiállításakor),
- a fogyasztói magatartás épület- illetve egységtípusonként azonosnak feltételezett (ennek elemei a fogyasztók fajlagos száma/m², a használat időtartama, a belső hőmérséklet, a

légcserre, a használati melegvízfogyasztás, a világítás). Ha ezeket az adatokat nem „standardizálnánk”, akkor az épületek sem egymással, sem megadott határértékekkel nem lennének összevethetők.

A fogyasztói magatartást illetően bizonyos adatok szabványokból vagy tervezési segédletekben megadott, a gyakorlat által elfogadott szabályokból (a technika állása, Stand der Technik, State of the Art) származtathatók. Ilyenek például a belső hőmérséklet, a minimális légcsereszám, a megvilágítás szintje. Más értékek statisztikai adatok alapján rögzíthetők (például a használati melegvízfogyasztás) olyan épületek vagy egységek esetében, amelyek nagy számban fordulnak elő (például lakóépületek, lakások).

Ezen adatokkal alapján a tanúsítvány arról szól, hogy amennyiben az épületet a statisztikai átlagnak vagy a technika jelenlegi állásának megfelelő igényű és magatartású fogyasztók használják, és az időjárási adatsor megfelel a területi és időbeli átlagok alapján rögzítettnek, akkor az épület energiaigénye mekkora.

A tényleges energiafogyasztás ettől eltérhet, ha az adott helyen és adott időszakban az időjárás a területi és időbeli átlagtól eltér, és/vagy az adott fogyasztó magatartása a feltételezett standardtól eltér.

A helyzet hasonló a gépkocsik fogyasztási adatainak kérdéséhez: a tényleges fogyasztás akkor fog megegyezni a gyári adatokkal, ha ugyanolyan körülmények között, ugyanakkora terheléssel és technikával vezetünk, mint a gyári tesztpilóták (nyilvánvaló, hogy az egyes vezetők magatartása, a terhelés, az időjárás függvényében attól lényegesen eltérő adatokat is mérhetünk). Természetesen marad még sok olyan tényező, amely az adott épület energiafogyasztását befolyásolja. A teljesség igénye nélkül ezek közül néhány:

- a külső határoló szerkezetek és nyílászárók geometriai méretei, hőtechnikai adatai,
- a kazán típusa, a fűtési alapvezeték hossza, helyzete, hőszigetelése, a vezérlés vagy szabályozás módja,
- a használati melegvíz termelés berendezései (központi, egyedi, átfolyós, tárolós), hálózata és szerelvényei (víztakarékos szerelvények, egyedi mérés),
- az esetleges légtechnikai rendszerek, a klímatisztítás rendszere (például lehetséges-e tiszta frisslevegős üzem),
- a világítás fényforrásai és esetleges szabályozása (mozgásérzékelők) és végül, de egyáltalán nem utolsónak, de
- a használt energiahordozók.

Ezek az adatok nagyrészt a tervdokumentációból (ha megvan), helyszíni szemlén, felméréssel, a szereplők által szükségesnek ítélt méréssel határozhatók meg.

A tanúsítvány kiállítása tehát nem nélkülözheti a helyszíni szemlét, az adategyeztetést, a felmérést, és adott esetben a műszeres vizsgálat is szóba jöhet. A tényadatok rögzítése és a csak becsléssel megállapítható adatok (például légcserre) egységes szabályok alapján történő felvétele után a tanúsító számítással határozza meg, hogy

- „standard” fogyasztói magatartás és időjárás esetén mekkora az épület energiaigénye az adott állapotban,
- az épület adott állapotában milyen minőségi osztályba sorolható,
- a javasolt felújítás, korszerűsítés fogantatása esetén „standard” fogyasztói magatartás és időjárás esetén mekkora lenne az épület energiaigénye és
- milyen minőségi osztályba lenne sorolható.

Ezekben az információkban nyilván az új – potenciális – tulajdonos az, aki elsősorban érdekelt. Az esetleges támogatás mérlegelése szempontjából is az a mértékadó, hogy az épület és az épületgépeszeti rendszerek minősége milyen hatással van a „standard” körülmények esetén kialakuló energiaigényre.

12.2 Mi az auditálás?

Az auditálás gyakorlata az Épületenergetikai Direktívától függetlenül korábban kialakult. Egy adott épület egy adott időszakra vonatkozó vizsgálatáról van szó. A feladat a rendelkezésre álló időtől és pénzügyi kerettől, a technikai lehetőségektől és a megbízó igényétől függően különböző szinteken oldható meg. Egy kellően komplex változatban az eljárás a következőket foglalja magában:

- az épület és az épületgépészeti rendszerek szemrevételezése, az egyes elemek azonosítása, beállításának, működőképességének ellenőrzése,
- a fogyasztási adatok összegyűjtése a szolgáltatók számlái alapján,
- ad hoc műszeres mérések (az ad hoc értelmezése: adott pillanatban történő adatfelvétel, rövidebb időtartamú adatrögzítés) – ezek tárgya lehet belső légállapot, térfogatáramok, hőhordozó hőmérsékletek, stb.,
- az adatok elemzése számításokkal,
- az energiafogyasztás mérséklésére irányuló javaslatok kidolgozása számítások és becslések alapján (például a légcsereszám ebben az esetben is csak becsülhető).

Nyilvánvaló, hogy ahogyan a tanúsítás nem nélkülözheti a helyszíni szemlét, az auditálás sem nélkülözheti a számításokat.

Az auditálás eredménye természetesen esetleges, függ attól, hogy

- mikori, milyen időszakra (azaz milyen időjárási adatsorra) vonatkoznak az adatok,
- hol van az épület (hegytetőn, déli lejtőn, belvárosban, külterületen, parkban), azaz a helyi időjárási adatsor mennyiben tér el az azonos időszakra vonatkozó területileg átlagos időjárási adatsortól,
- milyen az adott fogyasztók magatartása (kezdve azzal, hogy hányan vannak az adott alapterületen).

Az auditálás eredménye az épületre, épületgépészeti rendszerekre és a fogyasztóra *együttesen* jellemző. Az auditálás eredményeként nemcsak az épület és az épületgépészeti rendszerek korszerűsítésére, beszabályozására vonatkozóan tehetők ajánlások, hanem a fogyasztói magatartásra vonatkozóan is.

Az auditálás eredményeinek értékét érdemben befolyásolják a technikai lehetőségek. A mért energiafogyasztást illetően kérdés a mérés maga, ha a hőtermelés szilárd vagy folyékony tüzelőanyaggal történik. Kérdés a szolgáltatók számláinak értelmezhetősége, ha a számlák kiállításának alapja tizenegy becsült átalány és évi egyszeri leolvasás (ez például a téli és a nyári félév adatainak összevethetőségét, azaz a fűtésre jutó hányad becslését teszi lehetetlenné). A fogyasztási adatok alapján az egyes fogyasztói csoportok nem különíthetők el (például a gázszámlában a fűtésre, melegvízre, főzésre jutó hányad, a villanyszámlában a szivattyúk, a ventilátorok, a hűtőkompresszorok, a világítás, az irodagépek, felvonók, háztartási és telekommunikációs fogyasztók részesedése). Általában ugyanis nem jellemző, hogy ezek a fogyasztói csoportok külön almérőkkel rendelkezzenek, sőt az is lehetséges, hogy az épületen belüli egységeknek sincsenek almérők, vagy egy épületcsoport (például pavilonos kórház) esetében az egyes épületek fogyasztási adatai sem különíthetők el egymástól.

Az auditálás eredményeinek összehasonlíthatósága csak igen tetemes adatbeszerzések és számítások alapján lehetséges. Ha két azonos rendeltetésű és egymás közelében lévő épület auditálása azonos időben és azonos módszerrel történik, az eredmények összevethetők, de nem tudhatni, hogy az eredmények azonossága vagy különbözősége mennyiben tudható be az épületeknek és az épületgépészeti rendszereknek, és mennyiben a fogyasztói magatartásnak.

Egy adott épület korábbi és későbbi auditálási eredményeinek összevetése akkor lehetséges, ha mindkét esetben beszerezzük az adott helyszínre és adott időszakokra vonatkozó időjárási adatsorokat és ezeket „közös nevezőre” hozzuk, azaz a hőfokhidak és a sugárzási energiahozamok függvényében az egyik auditálási eredményt átszámítjuk, „normalizáljuk”. Ha az épületben semmi beavatkozás nem történt, akkor a normalizált eredmények alapján a

fogyasztói magatartásról kapunk információt. Ha az épületben valamilyen beavatkozás (beszabályozás, korszerűsítés) történt, akkor az eredmény ennek és a fogyasztói magatartás esetleges változásának hatását együttesen (egymástól el nem választhatóan) tükrözi.

Két, azonos rendeltetésű, de különböző helyen lévő épület auditálási eredményei akkor vethetők össze, ha a fentiekén túlmenően az időjárási adatsorokat a helyszínek szerinti eltérések szempontjából is „közös nevezőre” hozzuk.

Az időjárási adatsorok beszerzése és „normalizálása” nem lehetetlen, de költség- és időigényes. Az auditálás eredménye az épületet, épületgépészeti rendszereket és a fogyasztói magatartást együttesen (egymástól el nem választhatóan) tükrözi. Az auditor által adott, az energiafogyasztás csökkentésére irányuló javaslatok is mindkét területet érinthetik. Adott esetben nem kizárt, hogy két egymással szomszédos épület azonos időben és azonos technikával elvégzett auditja azonos eredményre vezet, mégis az energiafogyasztás mérséklésére vonatkozó javaslatok egymástól – indokoltan – különbözőek lesznek.

Az auditálás eredménye elsősorban annak a tulajdonosnak/üzemeltetőnek/használónak fontos, aki továbbra is az épület vagy egység tulajdonosa/üzemeltetője/használója marad. E minőségében akár az üzemeltetési költségek, akár a felújítás, korszerűsítés terheinek, akár a bérleti díjnak viselője, az eredmények első számú címzettjeként jelenik meg. Aki e költségek támogatásáról dönt, annak konkrét adatok vannak birtokában az adott épületről, de azt nem tudja egyértelműen elkülöníteni, mennyiben támogatja az épület és épületgépészeti rendszerek korszerűsítését és mennyiben a fogyasztói magatartást. A címzettek tájékozódhatnak arról, hogy máskor és máshol az azonos rendeltetésű épületek auditálásának milyen eredményei voltak, az összehasonlítást azonban fenntartásokkal kell kezelni, hiszen csak a fűtési idények időjárási adatsorai közötti különbségek (a konkrét évek és a területi különbségek miatt) 20-25% eltérést okozhatnak, ekkora hibahatár mellett tehát csak a kirívóan szélsőséges eseteket lehet kiemelni.

A gépkocsik példáján: gyűjtheti az auditor XY és NN üzemanyag számláit, ülhet mellettük, hogy megfigyelje és rögzítse vezetési szokásaikat. Lehet a két jármű azonos típusú és évjáratú, de megeshet, hogy az egyiket egy utassal főleg városi csúcsforgalomban, a másikat négy utassal és csomagokkal főleg országúton használják. XY esetében valamelyik pedál a padlón van, NN megfontoltan vezet. A végeredmény csak részben jellemzi a járművet magát, a végeredmény a járművet és a vezetőt együttesen jellemzi. A fogyasztáscsökkentésre vonatkozó javaslat két azonos típusú kocsira és azonos túlfogyasztás esetében is különbözhet: egyik esetben javasolható a tető csomagtartó levétele, ha nem szállít csomagot, a másik esetben az abroncsok nyomásának beállítása, fűvóka tisztítás vagy éppen a vezetési stílus megváltoztatása.

Megjegyzés: egy alapos, idő- és költségigényes eljárás során lehetséges, hogy a vizsgálat időtartamára az épületbe és az épületgépészeti rendszerekbe olyan mérőket és műszereket építenek be, amelyek eredetileg nem voltak a rendszer részei. Ezekkel hosszabb időtartamban folyik adatrögzítés, és ennek alapján részletes (validált) elemzés készül. Természetesen egy ilyen eljárás eredményei is tükrözik azokat az esetlegességeket, amelyekről már szó volt. Egy ilyen eljárást azonban célszerű megállapodás alapján inkább monitoringnak, semmint auditálásnak nevezni.

12.3 Mi köze lehet egymáshoz a tanúsításnak és az auditálásnak?

A két dolognak lehet egymáshoz köze, de a két dolog nem keverhető össze egymással. Az Épületenergetikai Direktíva elvileg kétféle tanúsítási koncepciót említ: a számításokon alapuló „asset” és a méréseken alapuló „operational” módszert.

Új épületek esetében nyilvánvalóan csak az első jöhet számításba. Az egyszerűség végett a tagországok többsége minden esetben a számításos módszert vezette be, hiszen így csak egyféle eljárás van, a számítás alapján kiállított és a mérés alapján kiállított tanúsítványok összehasonlíthatóságának a problémája elesik. Azokban a tagországokban, ahol a mérés alapján

is tanúsítanak, az ez alá vont épületek köre korlátozott: nyilván csak meglévő épületekről van szó és ezen belül is elsősorban a középületekről (esetleg nagyon régen épült épületekről).

A középületek esetében általában nem változik a tulajdonos, ebben a körben tehát az auditálás eredménye az elsősorban érdekelt „címezett” jut.

Auditálás esetén az osztályba sorolás az épület, az épületgépészeti rendszerek és a fogyasztói magatartás esetében lehetséges – ha a fogyasztó nem változik, a „címezett” számára az eredmény informatív – adott esetben a fogyasztói magatartás megváltoztatásának szükségességére és módjára is utal. Ettől azonban még lehet, hogy az épület és az épületgépészeti rendszerek jobb kategóriába tartoznak (csak a fogyasztói magatartás pazarló) vagy rosszabbak (de a fogyasztói magatartás tudatos, takarékos). A „display”, vagyis az eredmények közzététele a középületekben ilyen értelemben is lehet példaértékű, nevelő hatású (vagy az ellentettje...). Egy felújítás, korszerűsítés, beszabályozás kedvező eredményei lehetnek bátorító hatással azokra, akik egy ilyen eshetőséget mérlegelnek.

Mind a tanúsítás, mind az auditálás tartalmaz közös vagy hasonló elemeket. Nyilvánvaló, hogy az auditornak is rendelkeznie kell az épület és az épületgépészeti rendszerek tényleges állapotát tükröző tervekkel, adatokkal, amelyek elérhető és ellenőrzött dokumentációból és/vagy helyszíni felmérésből származnak – ezek mindkét eljárás esetében felhasználhatók. Ha ad hoc műszeres vizsgálattal került megállapításra egy szerkezet hőátbocsátási tényezője, az adat mindkét esetben felhasználható. Az adatok alapján kiszámítható, mekkora az épület energiaigénye „standardizált” fogyasztói magatartás és időjárási adatsorok esetén: ennek alapján az épület (az épületgépészeti rendszerekkel együtt) minősíthető. A mérési adatokból származó energiafogyasztást az időjárási adatsorok szempontjából „normalizálva” az épületre és a fogyasztóra együttesen jellemző besorolás végezhető. A két besorolás különbségének oka a fogyasztói magatartás.

12.4 Összefoglalás

A tanúsítvány „standard” fogyasztói magatartás esetére vonatkozik. Felvethető a kérdés, hogy az ET miért nem mérési adatokon alapul?

Tekintsünk el azoktól a gyakorlati problémáktól, hogy évekre visszamenően kellene összegyűjteni a közüzemi számlákat, hogy a számlák alapján a fűtés, a melegvíz-termelés, a világítás energiafogyasztása nem mindig különíthető el, még ha minden adat egyértelműen rendelkezésre állna, azokból akkor is csak az lenne megállapítható, hogy egy adott fogyasztó egy adott időszakban (tehát adott időjárási feltételek mellett) mennyit fogyasztott. Innen kezdve kezdődhet a számítás: a mért adatokat át kell transzformálni „standard” fogyasztóra és átlagos időjárási feltételekre, egyébként a mért adatok sem a követelményekkel, sem a minőségi osztályok határértékeivel nem lennének összevethetők.

Az egy más kérdés, hogy az adott fogyasztói magatartás mellett összegyűjtött adatok alapján az adott fogyasztó értékes információkhoz juthat az adott épület vagy épületrész üzemeltetése, felújítása, a lehetséges energia megtakarítás tekintetében. Ezek az adatok az adott fogyasztó és épület „saját skáláján” értékelhetők és értékesek, nem a „standard” fogyasztói magatartásra vonatkoznak és nem általános tájékoztatásra szolgálnak. A „tanúsítás” és az „auditálás” között talán olyan szempontból lehet különbséget tenni, hogy az előbbi standard bemenő adatokkal meghatározott és általános tájékoztatást szolgáló információt nyújt, az utóbbi pedig az adott konkrét esetről szól.

Félreértések elkerülése végett meg kell említeni, hogy az épületek energetikai minőség-tanúsításán túl a Direktíva előírja (bizonyos teljesítményhatárok felett) a kazánok és a légkondicionáló rendszerek időszakos, továbbá a tizenöt évnél régebbi fűtési rendszerek egyszeri felülvizsgálatát. Ezek az előző megjegyzés szerint az auditálás körébe esnek.

12.5 Tanúsítvány formák

A tanúsítványnak könnyen áttekinthető, a laikusok által is értelmezhető formában kell tartalmaznia az épületre vonatkozó legfontosabb információkat. Általában a tanúsítvány fedőlapján vagy első oldalán erre grafikus ábra is szolgál. Hasonlóan a közérthetőség kell, hogy jellemezze a felújításra, üzemeltetésre vonatkozó tanácsokat és azt, hogy a javaslatok realizálása esetén milyen eredmény várható.

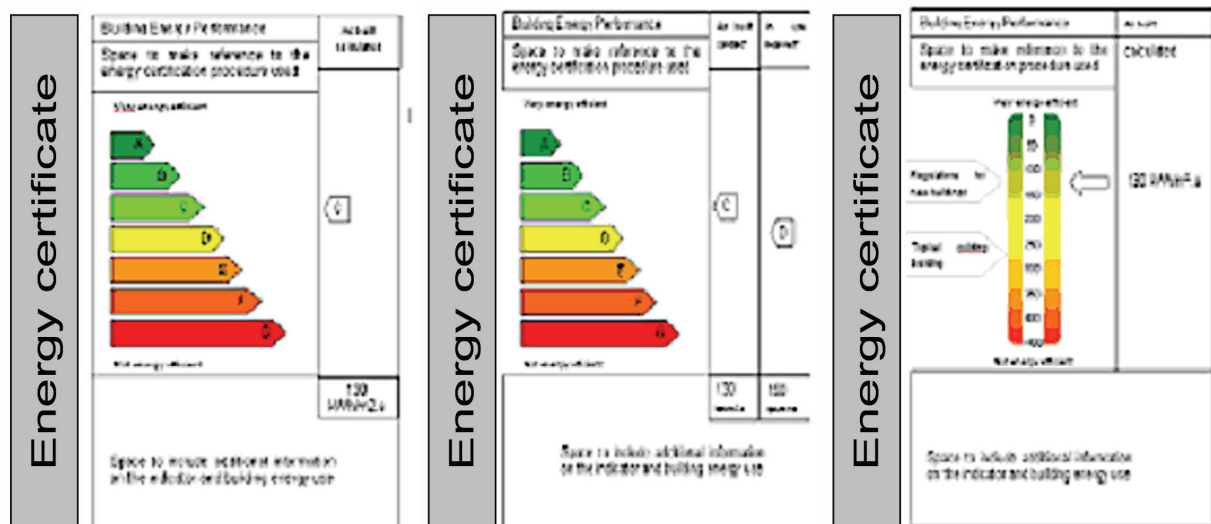
12.5.1 Miben fejezzük ki az energetikai minőséget?

A legcélszerűbb megoldás egy viszonyszám, százalékos érték használata. Vannak olyan vélemények, miszerint a fizikai mértékegységek használata lenne helyes, például a kWh/m²a vagy a széndioxid kibocsátás fajlagos értéke. Ez azonban megtévesztő lenne, amit ismét csak a gépkocsik példáján lehet bemutatni: 8 liter/100km sok egy városi kisautó esetén és elfogadható egy öszkerék meghajtású terepjárónál – azaz minden fizikai mértékegységben kifejezett adatot a saját kategóriájában kell megítélni.

Öt tagországban használnak fizikai mértékegységben (kWh/m²a) és csak abban kifejezett jellemző számokat. Emellett kiegészítő információként több tagországban a széndioxid kibocsátás fajlagos éves értéke is megjelenik, ami ha a nagyközönség számára nem is egyszerűen értelmezhető, de a környezettudatos szemlélet alakítása szempontjából nem haszontalan.

12.5.2 Grafikai megjelenítés

Az idevágó CEN szabvány az osztályba sorolásra, illetve a folyamatos skálán történő minősítésre az alábbi változatokat ajánlja:

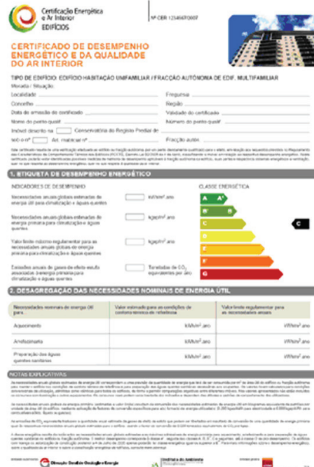


A tagországok többségében a baloldali mintának megfelelő besorolási skálát alkalmazzák. Jellemző, hogy a nyílak hossza arányos a fajlagos energiaigénnyel, a nyílhegyeket összekötő vonal egyenes, a nyílak színe sötét az alsó, egyre világosabb, majd a környezetbarátságra utaló kék, zöld a felső kategóriákban.

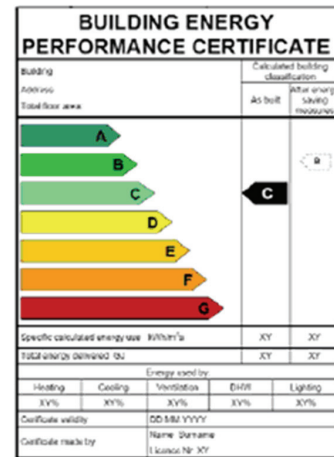
Néhány példa:



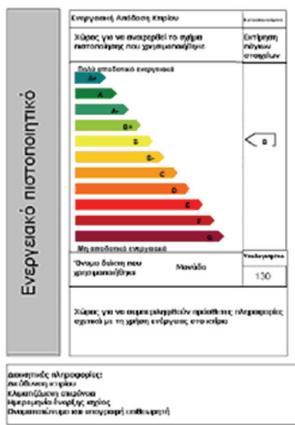
Dánia



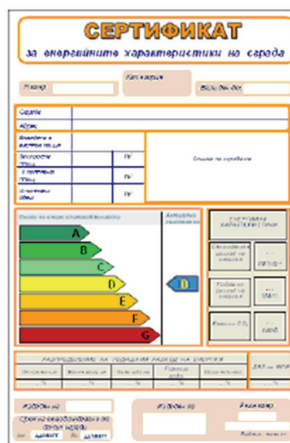
Portugália



Csehország



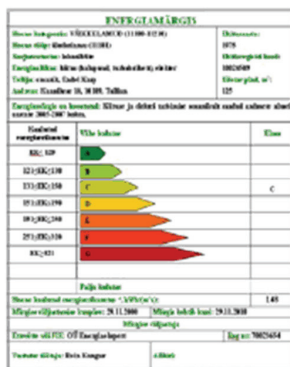
Görögország



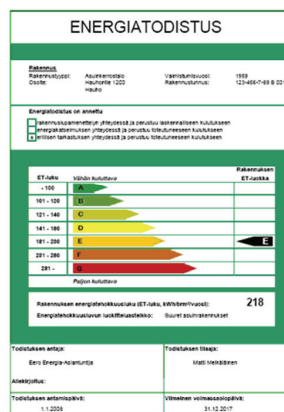
Bulgária



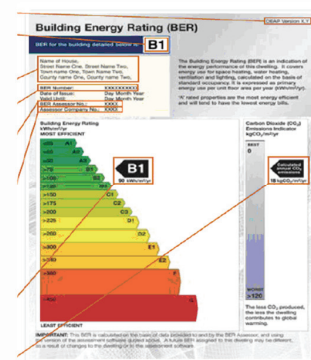
Litvánia



Észtország



Finnország

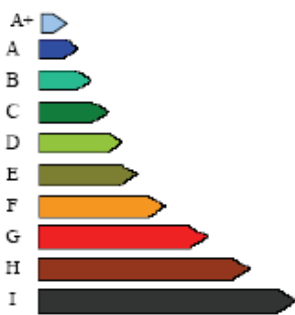


Írország

Az osztályok számát illetően egyrészt elegendő számúra van szükség ahhoz, hogy az épületeket differenciáltan lehessen értékelni, másrészt a túlságosan sok osztály nehezebben lenne áttekinthető.

Itt megjegyezhető, hogy ha a jó minőség esetén az osztályközök szűkek, akkor a fogyasztói magatartást is tükröző audit eredmények alapján történő besorolás folyamán könnyen arrébb kerülhet az épület egy minőségi osztállyal feljebb vagy leginkább lejjebb. Ha pedig az alsóbb osztályok esetén túl szűkek az osztályközök határai, akkor nagyobb a kockázata annak, hogy a besorolásnál akár több osztályt is tévedünk. Itt ugyanis általában a régi, energetikailag rossz minőségű épületekről van szó, ahol a tervek elérhetősége kérdéses, a bemenő adatok és ezzel a számítás végeredménye is bizonytalanabb.

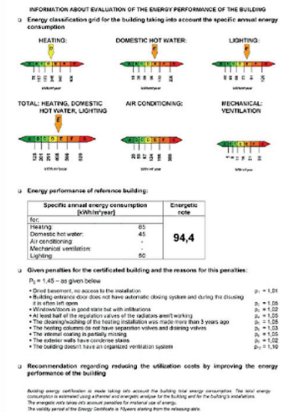
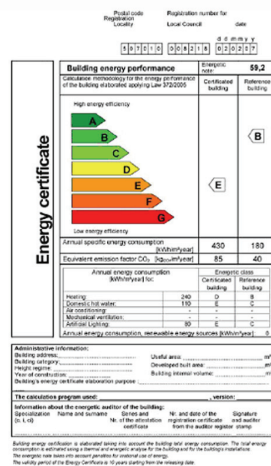
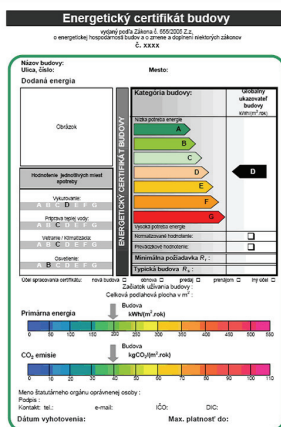
Ezt a problémát az ír és a magyar osztályzási rendszer oldja fel. Az előbbinél a felsőbb osztályok további alcsoportokra vannak bontva: minél magasabb az energetikai minőség szerinti besorolás, annál több alcsoport van.



A magyar séma

A hazai sémában az osztályközök határai a rosszabb minőség esetén tágak, jobb minőség esetén egyre szűkebbek. Ez, illetve az ír séma egyaránt jól kifejezi azt a tényt, hogy amíg egy egyszerű intézkedésnek (például 2 cm hőszigetelésnek a tömör téglafalazaton) markáns hatása van egy rossz minőségű épület esetén, addig nagyon komoly beavatkozásokkal lehet csak valamit javítani egy jó minőségű épületen - más szavakkal: könnyű 30 kWh/m²a javulást elérni, ha az eredeti érték 250 volt, de nehezebb, ha az csak 50 volt és nagy szellemi és anyagi befektetést igényel, ha az eredeti csak 35 volt. Ezt pedig a minősítésnél úgymond honorálni kell.

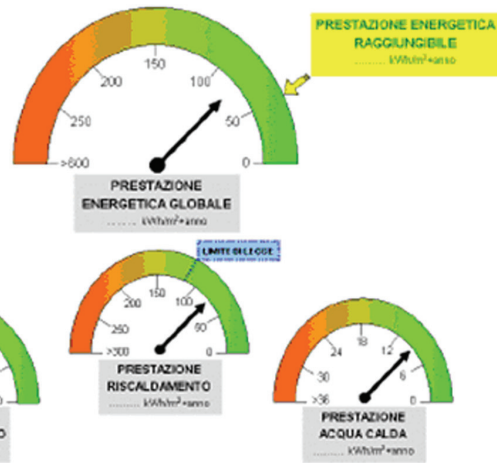
Egyes tanúsítványokon a besoroláson túl más skálák is megjelennek. A szlovák változatban például az épület egészen kívül külön-külön minősítik az egyes alrendszereket (melegvízellátás, világítás...) és megjelenítik a széndioxid kibocsátást is.



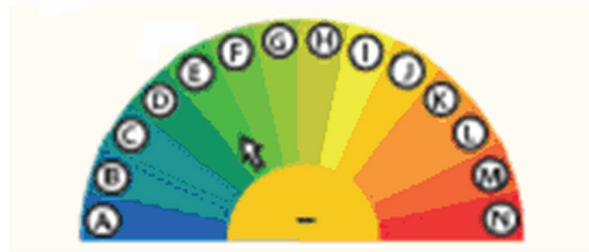
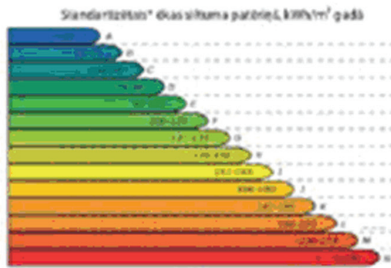
Ehhez hasonló a fent látható román (jobb oldali 2 ábra) és a következő oldalon látható olasz példa is – utóbbinál a skála a sebességmérőre hasonlít.



EMISSIONI DI CO2
... kgCO₂/m²*anno



Az olaszhoz hasonló megoldás tűnik fel a litván skálán – az osztályközök számát tekintve egyébként jelenleg ez a csúcstartó.



Néhány tagországban az osztályba sorolás helyett a folyamatos skálán történő minősítést alkalmazzák.

energieprestatiecertificaat
bestand gebouw met woonfunctie

certificatenummer: NIS-44040-1960/vg/033
 straat: Vaartstraat
 nummer: 70 bus
 postnummer: 9090 gemeente: Melle

bestemming: eengezinswoning
 type: halloplan bebouwing

rekeningnummer: 13.123
berekend energieverbruik (kWh/m²J)
280

Het berekende energieverbruik is een inschatting van de energiezuinigheid van de woning. Op de schaal wordt het energieverbruik van de woning vergeleken met het energieverbruik van alle bestaande gebouwen met woonfunctie.

0 kWh/m² 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

meer energiezuinig
lage energiekosten

280

niet energiezuinig
hoge energiekosten

energieadviseur
 rechtzvrnm: nv
 voornaam: Kris
 straat: Poststraat
 postnummer: 3000 gemeente: Lauven

firm: Energieconsulentenbureau
 adresnaam: Heylen
 KBO-nummer: 0996.909.909
 erkeningscode: E=01234
 nummer: 333 bus

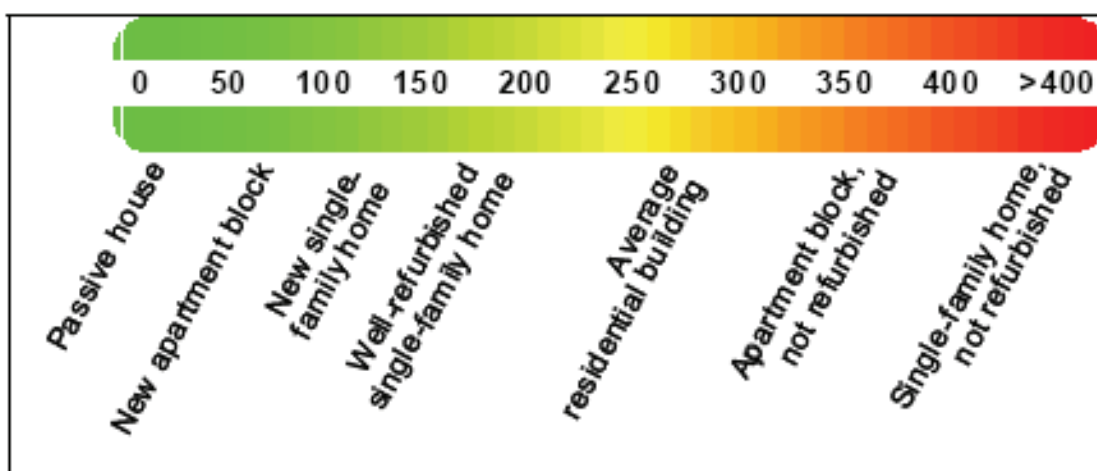
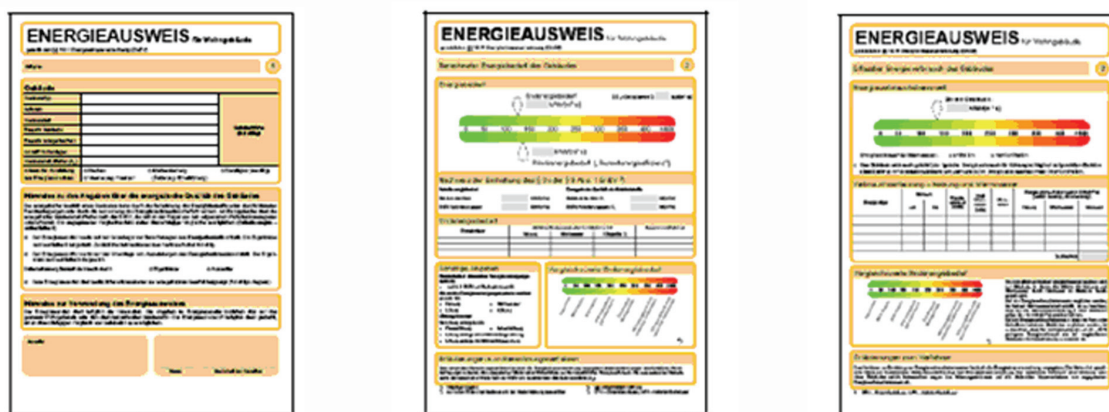
Ik verklaar dat alle gegevens op dit certificaat overeenstemmen met de werkelijkheid.

datum: 26-02-2009
 handtekening:

Dit certificaat is geldig tot en met 26 februari 2019

Belgium flamand régió - tervezet

Németországban kétféle összefoglaló lap létezik: aszerint, hogy a minősítés számlák alapján vagy számítással történt az egyiket használják.



Németországban használatos a fenti tájékoztató ábra, amely a laikusok számára is érthetően mutatja, hogy *általában* mennyi a fajlagos energiaigénye egy bizonyos épületfajtának.

12.6 Lakás és/vagy épület?

A válasz egy lehetséges megfogalmazása:

Az ET kiadható

a) az épület egészére egyetemlegesen és ezzel egyidejűleg minden egyes, a rendeltetés, a tulajdonjog és/vagy a bérleti jog szempontjából egyértelműen körülhatárolható épületrészre (például lakás, üzlethelyiség, iroda...), az egyes épületrészek épületen belüli helyzetének (szabályozási irat szerinti) figyelembevételével,

b) az épület egy, a rendeltetés, a tulajdonjog és/vagy a bérleti jog szempontjából egyértelműen körülhatárolható részére az épületnek és épületgépészeti rendszereinek az épületrészhez tartozó tulajdonhányad szerinti közös részeinek (szabályozási irat szerinti) figyelembevételével.

A *b*) szerinti eljárás a tulajdonos, a bérlő vagy vásárló kérésére alkalmazható abban az esetben is, ha az épületre van érvényes ET, amennyiben az érdekeltek egyike az épületrész energetikai minőségének az épület hasonló rendeltetésű jellemző részeitől való (például a csak abban az épületrészben elvégzett beavatkozások miatti) különbözőségét szándékozik bizonyítani.

A racionális változat az *a*) szerinti és használatbavételi eljárás esetén nyilván ezt kell választani. Egy eljárás keretében készülhet az épület és a lakások tanúsítványa. Az egyes lakásokat illetően nyilván külső szerkezeteik területe, minősége, a benapozás vehetők figyelembe.

Természetesen nem kötelezhető egy közösség arra, hogy a szándékoltnál korábban végeztessen az egész épületre tanúsítást, mint ahogyan nem korlátozható egyetlen tulajdonos sem lakásának elidegenítését illetően. Lehet tehát egy lakásra külön is tanúsítást igényelni. Természetesen a tulajdoni hányad arányában-ebben az épület közösen használt terei is benne foglaltatnak (és természetesen az egyenkénti minősítés költsége magasabb, mint az *a*) változat szerint egy lakásra jutó költséghányad). Ha pedig a tulajdonos a saját lakásában olyan egyedi felújítást, átalakítást végeztetett, amelytől annak energetikai minősége az épület többi lakásától érdemben eltér (például belső oldali hőszigetelés készült, kicserélték az ablakokat, új egyedi fűtőkészüléket szereltek be), akkor kérhet a lakásra külön tanúsítványt abban az esetben is, ha az épületre már van érvényes ET (ilyet nyilván annak érdekében tesz, hogy a jobb minőséget az árban érvényesítse).

13. TANÚSÍTÁS – ENERGIAFOGYASZTÁS ALAPJÁN

A 176/2008. (VI. 30.) Kormányrendelet ismerteti az energetikai tanúsítás alkalmazási körét, a tanúsítás szabályait, tartalmi követelményeit, az energia-megtakarításra irányuló javaslatok kidolgozását, a tanúsítvány érvényességi idejét. A Rendelet 5.§ (1) bekezdés b) pontja szerint a tanúsítást „az 1.§ (3) bekezdés b) és c) pontja szerinti esetekben a mért energiafogyasztási adatokból számítva a rendelkezésre álló számlák és tervrajzok alapján kell elvégezni”. Az 1.§ (3) bekezdés b) pontja meglévő épület ba) ellenérték fejében történő tulajdon-átruházására, vagy bb) egy évet meghaladó bérbeadására vonatkozik. Az 1.§ (3) a c) pontja pedig az 1000 m²-nél nagyobb hasznos alapterületű hatósági rendeltetésű, állami tulajdonú közhasznú épületre vonatkozik. A hatályos rendeletek alapján a tanúsítást mért energiafogyasztási adatok alapján is el kell tudni végezni. A tanúsításnak ezen módszerét azonban egyik hazai rendelet sem tartalmazza, ezért megvizsgáljuk a vonatkozó MSZ EN szabványokat és az Európai Unióban a jelenleg alkalmazott mérési eljárással történő tanúsítás módszereit.

13.1. Az épületek energetikai tanúsításával foglalkozó MSZ EN szabványok

A mért energiafogyasztási adatokon alapuló minősítéssel két MSZ EN magyar szabvány is foglalkozik. A szabványok többféle tanúsítási módszert ismertetnek, valamint példákat adnak az energiatanúsítvány megjelenítésére, melyek közül az adott nemzetnek kell a megfelelőt kiválasztani.

13.1.1. MSZ EN15217 : 2008

A szabvány címe: Épületek Energetikai teljesítőképessége – Módszerek az épületek energetikai teljesítőképességének kifejezésére és energetikai tanúsítására (Energy performance of buildings – Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings)

A szabvány szerint az EP (Energy Performance) kifejezi a fűtési, hűtési és páratlanítási, szellőzési és nedvesítési, HMV készítési, világítási, ill. opcionálisan az egyéb fogyasztók energiafelhasználását primer energiában (E_p) vagy CO₂ emisszióban (m_{CO_2}).

$$EP = \sum (E_{del,i} \cdot f_{P,del,i}) - \sum (E_{exp,i} \cdot f_{P,exp,i})$$

ahol

$E_{del,i}$:	bevitt energia az i-dik energiahordózóra vonatkozóan
$E_{exp,i}$:	exportált energia az i-dik energiahordózóra vonatkozóan
$f_{P,del,i}$:	primer energiatényező az i-dik bevitt energiahordózóra vonatkozóan
$f_{P,exp,i}$:	primer energiatényező az i-dik exportált energiahordózóra vonatkozóan

Az épület energetikai teljesítőképességének meg kell felelnie a funkcióra vonatkozó követelményértéknek:

$$EP \leq EP_r$$

ahol

EP:	a teljes energetikai teljesítőképesség indikátora
EP _r :	a teljes energetikai teljesítőképesség követelményértéke

Érdemes kiemelni a szabvány azon részét, amely a többfunkciós épületek tanúsítására vonatkozik. Amikor az adott épületnek különböző funkciója van (pl. oktatás és sport) - és az egyes funkciókhoz különböző követelményértékek tartoznak $EP_{r,k}$ - abban az esetben súlyozni kell a követelményértékeket. Amíg más eljárást nem határoznak meg erre vonatkozóan, addig a következőt kell alkalmazni:

$$EP_r = \frac{\sum_{k=1}^n A_{C,k} \cdot EP_{r,k}}{A_C},$$

ahol

EP_r: a teljes energetikai teljesítőképesség követelményértéke
 k: különböző funkciókat fejez ki: k = 1, 2, ..., n
 AC: fűtött, klímatisztított terület

Referenciaértékek

A különböző funkciójú (családi ház, társasház, irodaház, oktatási épület, kórház, hotel és étterem, sportlétesítmény, kis és nagykereskedelmi épület, egyéb) épületekhez különböző referenciaértékeket kell hozzárendelni.

A következő referenciaértékek használhatók:

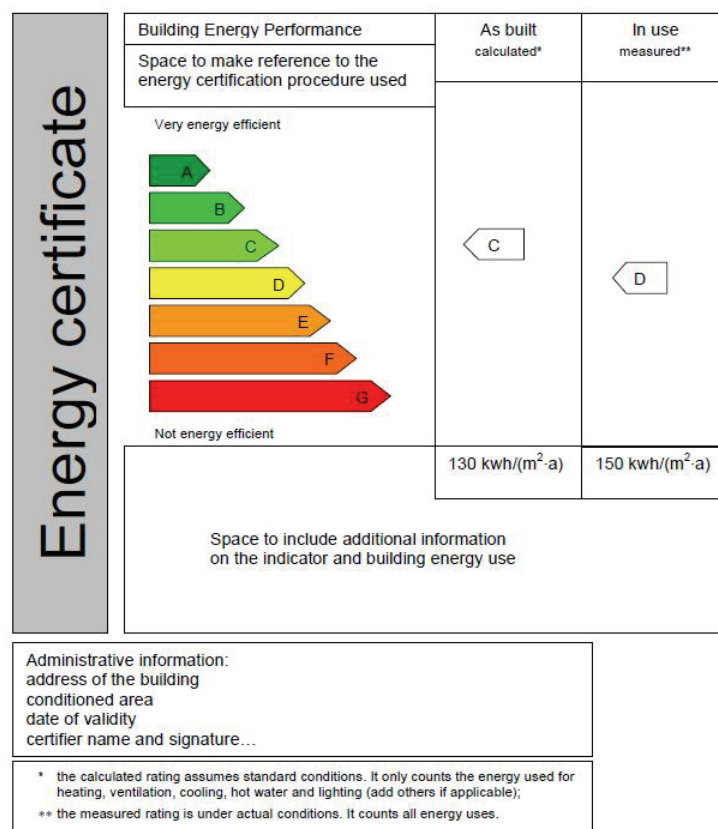
- R_r: Előírt referenciaérték (r a „regulation” kifejezésből), az új épületekre vonatkozó érték. Az R_r a C kategóriának felel meg.
- R_s: Épületállomány referenciaérték (S a „stock” kifejezésből), amely országos vagy területi szinten az épületek 50%-ánál elért energetikai jellemző értéke. (Durva becsléssel az épületállomány reprezentatív mintájának energiafogyasztási adatainak összegyűjtésével határozható meg). Az R_s az E kategóriának felel meg.

Minősítés, skála

A fenti R_r és R_s referenciaértékek meghatározásával az épületek besorolása a következőképpen történik:

A osztály:	$EP < 0,5 \cdot R_r$
B osztály:	$0,5 \cdot R_r \leq EP < R_r$
C osztály:	$R_r \leq EP < 0,5 \cdot (R_r + R_s)$
D osztály:	$0,5 \cdot (R_r + R_s) \leq EP < R_s$
E osztály:	$R_s \leq EP < 1,25 \cdot R_s$
F osztály:	$1,25 \cdot R_s \leq EP < 1,5 \cdot R_s$
G osztály:	$1,5 \cdot R_s \leq EP$

A tanúsítvány ajánlott megjelenési formáját számításos és méréses eljárás együttes alkalmazása mellett a 13.1. ábra szemlélteti.



13.1. ábra: Számításos és méréses eljárás eredményét bemutató tanúsítvány

A 13.1. ábrán látható tanúsítvány is szemlélteti, hogy a számítással és a méréses eljárással meghatározott eredmények nem egyeznek meg. A méréses eljárás figyelembe veszi az adott felhasználói szokásokat és az épület üzemeltetését, a menedzsment hatékonyságát is.

13.1.2. MSZ EN15603:2008

A szabvány címe: Épületek energetikai teljesítőképessége – A teljes energiaigény és az energetikai minőség meghatározása (Energy performance of buildings – Overall energy use and definition of energy ratings)

A szabvány a méréses és az úgynevezett validált számításos módszert mutatja be az energiafogyasztás alapján történő tanúsításra.

Méréses módszer

A módszer szerint az összes bevitt, valamint az összes exportált energiát mindegyik felhasznált energiahordozóra vonatkozóan kell mérni. Amennyiben csak az energiahordozók mennyisége ismert, abban az esetben a fűtőértéküknek megfelelően kell meghatározni a bevitt hőmennyiséget. Az elektromos energia, a földgáz és a távfűtés számlái alkalmasak az adott periódusra vonatkozó energiafelhasználás megállapítására.

Folyékony halmazállapotú tüzelőanyag esetén az adott időszakra vonatkozó fogyasztás:

A tartály tartalma a méréses időszak elején mínusz a tartály tartalma a méréses időszak végén plusz a méréses időszakban vásárolt tüzelőanyag mennyisége.

Amennyiben a fűtőberendezés égője fix teljesítményű (nem modulációs) és rendelkezik égési időszámlálóval, abban az esetben a méréses időszak eleje és vége közt eltelt időt meg kell szorozni a tüzelőanyag térfogatáramával.

Szilárd tüzelőanyagok esetén az adott időszakra vonatkozó fogyasztás:

A tárolóban lévő tüzelőanyag súlya a méréses időszak elején mínusz a tárolóban lévő tüzelőanyag súlya a méréses időszak végén plusz a méréses időszakban vásárolt tüzelőanyag mennyisége.

Amennyiben az energiafelhasználási adatok kevesebb, mint 3 évre vonatkoznak, abban az esetben az időjárás változását csökkentő korrekció szükséges, melynek eredményeképp az átlagos időjárási feltételekre jellemző energiafogyasztást kapunk. Ezt az átlagos időjárási évhez tartozó hőfokhíd alapján tudjuk átszámolni.

Validált számítási módszer

A módszer meglévő épületek energetikai tanúsítására alkalmazható, különösen alkalmas az energiahatékonyságot fokozó intézkedések kidolgozásához. A módszer tulajdonképpen a számítási eljárás eredményének „valóságtartalmát” növeli, úgy hogy összehasonlítja a számítással kapott eredményt a tényleges energiafelhasználással.

A módszer lépései:

1. A mért adatokból meghatározzuk a teljes energiafelhasználást.
A mért energiafelhasználási adatokból a primer energiaátalakítási tényezőkkel meghatározzuk a teljes energiafelhasználást és az épület minősítését.
2. Az épülethez illesztett számítási eljáráshoz szükséges információk begyűjtése.
A területre jellemző meteorológiai adatok, fajlagos szellőzési érték, fűtési rendszer hatásossága, belső állapot adatai (hőmérsékletek, létszám adat, kihasználtság, szakaszos fűtés, szellőzés, stb.) a műszaki dokumentáció, helyszíni szemle, mérés ill. monitoring alapján.
3. Az aktuális épületadatokkal számítsuk ki az épület energiafelhasználását.
4. A fűtés, hűtés, szellőzés, HMV és világítás melletti „egyéb fogyasztók” energiafelhasználását adjuk hozzá a 3. pontban számított energiafelhasználáshoz. Ha nincsenek külön mérve, akkor becsüljük meg. Az egyéb fogyasztók energiafelhasználását az egyes nemzeteknek maguknak célszerű meghatározni. Amennyiben ilyen információ nem áll rendelkezésre, abban az esetben a következő értékek vehetők figyelembe. Mivel az értékeket erősen befolyásolja a fogyasztó viselkedés, ezért az értékek valószínűségi mértéke $\pm 50\%$.

Szobák száma	1	2	3	4	5	6
Lakók száma	1	1,5	2	3	4	5
Hűtőszekrény	250 *	250 *	270 *	270 *	170 +	170 +
Fagyasztó	0	0	0	0	200	200
Mosogatógép	110	150	210	260	320	330
Sütő	30	40	80	80	80	80
Mosógép	70	100	130	200	270	330
Szárítógép	130	200	260	390	525	660
Tűzhely	220	240	260	300	340	380
Egyéb berendezés	130	150	180	220	270	290
Összes kWh	940	1130	1390	1720	2175	2440

*Fagyasztóval

+Fagyasztó nélkül

13.1. Táblázat: Lakóépületek éves elektromos energiafogyasztása energia hatékony berendezésekkel [kWh]

Irodaépületek, a következő berendezéseket feltételezve:

- munkahelyenként 1 számítógép, 1 flat monitor, 1 telefon
- 10 munkahelyenként 1 nyomtató
- irodánként 1 telefax, 1 másológép, 1 szkennel, 1 kávéfőzőgép

	Munkahelyenként	m ² kondicionált területre		
Személyenkénti terület		10 m ²	15 m ²	20 m ²
Energiahatékony berendezésekkel	120	12	8	6
Tipikus berendezésekkel	230	23	15	12

13.2. Táblázat: Irodai berendezések éves elektromos energiafogyasztása munkahelyre és kondicionált területre [kWh/m²]

5. Hasonlítsuk össze a mért adatokból meghatározott energiafelhasználást a fentiekben számított energia felhasználással minden energiahordozóra vonatkozóan.
6. Amennyiben az értékek nagyon különböznek, abban az esetben további módosítások szükségesek a számításban: alapadatok ellenőrzésével és az esetleg korábban figyelmen kívül hagyott faktorok bevezetésével ismételjük meg a számítást. Amennyiben szükséges a bemenő adatokat is megváltoztathatjuk, a „hihetőség” határain belül. A két eljárással kapott minősítésnek közel azonosnak kell lenniük.

Ez a speciális számítási eljárás – melynek alapja a tényleges fogyasztási adatok és az aktuális épületadatok – lehetőséget ad arra vonatkozólag, hogy meghatározzuk, milyen hatása van egy hatékonyabban működő épületüzemeltetői vagy épülethasználói viselkedésnek. Elsősorban akkor használatos, amikor az épület funkciója, használóinak száma nem változik. Ha az épületet eladják vagy bérbe adják, akkor a standard adatokat figyelembe vevő számítási módszer javasolt.

13.2. Display kampány

A Display kampány 2003-ban indult a francia Energie-Cités kezdeményezésében a European Commission támogatásával. A Display programmal az épület energia és vízfogyasztási adatai alapján minősítik az épületet. A kampány kezdetben csak önkormányzati intézmények minősítésére volt használható, azonban nemrégiben a magánszektor épületeire is kiterjesztették. A Display rendszert 18 ország 20 városában tesztelték. A kampányban kidolgozták a megfelelő módszert az energiafelhasználás, a CO₂ kibocsátás és a vízfogyasztás minősítéséhez, meghatározták a referenciaértékeket és egy könnyen használható online programot fejlesztettek ki, mellyel az épületek mért adatok alapján történő minősítése elvégezhető. Az épületre vonatkozó minősítés eredményét a Display plakáton jelenítik meg. A cél az volt, hogy felhívják a társadalom figyelmét a tudatos energiafelhasználásra, ezzel csökkentve az energiafogyasztást és az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását, valamint az energiafogyasztás csökkenéséből adódó pénzügyi megtakarításokat érnének el. Jelenleg 27 országban több mint 300 önkormányzat csatlakozott a rendszerhez, több mint 9000 épületet minősítettek. A rendszer nagy előnye, hogy az interneten keresztül összekapcsolja a kampányhoz csatlakozott városokat, így bármikor betekinthetünk az országon belüli vagy akár más országban lévő épületek energiafelhasználási adataiba. A rendszerben tárolt adatokkal a meglévő épületállomány energiafelhasználási adatbázisa létrehozható.

Az alapadatok közül meg kell adni az alapterületet, a működési órák számát, az épületfunkciót, valamint uszodák esetén az éves vendégszámot és a medencék területét is. A fűtési energiafelhasználás korrigálása miatt meg kell adni a helyi időjárási tényezőt. Ez a tényező a vizsgált év téli hőmérsékleteit és a sokéves téli átlaghőmérsékleteket hasonlítja össze és a hőfokhíd alapján kell számítani: átlagos (20 vagy 30 éves) hőfokhíd az adott városra / vizsgált év hőfokhídja az adott városra. Tipikus értéke 0,85 és 1,15 között van, a 0,85 érték hideg telet, az 1,15 érték enyhe telet mutat. Az adott város hőfokhídjának értéke a meteorológiai intézettől szerezhető be. Az adott év hőfokhídját nem szabad az országos vagy egy másik területi régió hőfokhídjával összehasonlítani, hanem a város átlagos hőfokhídjával kell összevetni. Az energiafelhasználásokat energiahordozónként kell megadni: gáz (földgáz, cseppfolyós gáz, biogáz), olaj, szén, távhő, hőre használt napenergia, elektromos energia (hálózati, megújuló, fotovoltaikus).

Energia fajták és energia források	Egység	Helyiség fűtés	Hűtés	Használati melegvíz	Egyéb	Összesen
Gáz	kWh					
Tüzelő olaj	kWh					
Szén	kWh					
Távfűtés	kWh					
Tüzipifa	kWh					
Napenergia	kWh					
Villamos energia (vásárolt)	kWh					
Villamos energia (zöld)	kWh					
Szolárcella (Photovoltaic)	kWh					

13.2. ábra: Energiafelhasználások megadása a Display kampányban

A módszer elsősorban az adott épület energiafelhasználásának a bemutatására alkalmas és demonstrálható ugyanannak az épületnek a megváltozott energiafelhasználása adott energiahatékonysági intézkedések elvégzése után. A Display kampány alkalmas lehet az önkormányzatok energiatudatos gondolkodásmódjának kialakítására és előkészítheti az épületenergetikai tanúsítvány bevezetését az önkormányzati épületekre.

13.3. A méréses eljárás alkalmazása különböző EU országokban

Az épületek energiafelhasználásának vizsgálata néhány országban a mért fogyasztás alapján történik, más országokban számítás alapján végzik a tanúsítást, míg bizonyos országokban használják a két tanúsítási eljárást, ill. olyan ország is van, ahol választani lehet a két vizsgálati módszer közül. Bizonyos esetekben a számításos eljárást használják az épületek egy csoportjához, míg más épületekhez a méréses eljárást.

Fontos téma, hogy a méréses vagy a számításos eljárás alkalmazható-e a nem lakáscélú épületek energetikai tanúsításának elkészítéséhez. A méréses eljárást több ország alkalmazza, vagy megengedi a nagy, nem lakáscélú épületeknél, ahol a fogyasztói viselkedések változása nem jelentős. Franciaországban és Finnországban a meglévő épületek tanúsítása a mért fogyasztás alapján történik különösen a középületekre vonatkozóan, de sokszor lakóépület esetén is. Németországban és Cipruson a választási lehetőség adott a számításos és a méréses eljárás között, és mindkét módszer egymás mellett létezik. Dániában az 1000 m²-nél nagyobb meglévő épületek esetén a fogyasztást mérik és a hőfokhídnak megfelelően korrigálják, de a tanúsítás jelenleg számításos eljárással történik (korábban a méréses eljárást alkalmazták). Ausztriában minden épület tanúsítása számítással történik. Az épületek tanúsítására vonatkozó módszer kidolgozásában több tényezőt figyelembe kell venni. A nagy középületek és a soklakásos társasházak esetén a fogyasztói viselkedés változása kismértékű. Néhány fogyasztó viselkedésének változása nem változtatja meg a teljes épület fogyasztását. A nagy középületek és a soklakásos házak tanúsítása ezért több országban a mért fogyasztási adatokon alapszik vagy megengedi a tanúsítás ezen módszerét is.

Lengyelországban egy különleges probléma jelentkezett, mert a lakások kb. 20%-a nincs használatban. Azokban a házakban, ahol sok a nem lakott lakás, a fogyasztási adatok hibás energetikai besorolást eredményeztek volna. Németországban a mért fogyasztási adatok 70%-a használhatatlannak vagy félrevezetőnek bizonyult.

A tanúsítás különböző módszerei ahhoz a megállapításhoz vezettek, hogy bizonyos módszerek egyik típusú épülethez megfelelnek, míg másik típusú épületekre egyáltalán nem. Például: a meglévő középületek rendszeres energetikai tanúsítására ésszerű lehetőség a mért fogyasztási adatokon alapuló tanúsítási módszer, amíg családi házak esetén ez a módszer nehézkes és helytelen.

Megállapíthatjuk, hogy a mért fogyasztási adatok alapján történő tanúsítás alapvetően azoknál az épületeknél alkalmazható, melyek tulajdonosa ill. használója nem változik. Meglévő épületek eladása vagy bérbeadása esetén az épület üzemeltetése változhat és ennek eredményeképpen a méréses eljárással meghatározott indikátor is változik. Az épület használójának vagy az épület fő funkciójának változása után a méréses eljárással meghatározott indikátor így nem lesz többé érvényes. A meglévő középületek esetén nincs változás a tulajdonos kilétét illetően, ezért a mért energetikai jellemző lehet az épületmenedzsmentre utaló adat, így felhasználható az üzemeltetők illetve a felhasználók értékelésére és motiválására.

13.4. Javaslat a méréses eljárás alkalmazására hazánkban

A hazai módszer kidolgozásánál figyelembe vettük az európai projektek tapasztalatait, az érvényes MSZ EN szabványok előírásait, a meglévő hatályos a tanúsítás szabályozását, számítását tartalmazó 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet, valamint a tanúsítás elvégzését ismertető 176/2008 (VI.30.) Kormányrendelet előírásait. Kidolgoztunk egy olyan módszert, mellyel a meglévő épületek mért fogyasztási adatok ill. energiaszámlák alapján történő tanúsítása elvégezhető.

A kidolgozott módszer lépései:

1. Az épület teljes energiafelhasználása legalább 3 teljes év energiaszámlái, mért fogyasztási adatai alapján [kWh/év]
2. Egyéb energiafelhasználások levonása (13.1. Táblázat)
3. Fűtési hőfogyasztás korrigálása 20 év átlagának hőfokhídjával
4. Fűtés, hűtés, szellőzés, HMV, világítás energiafelhasználásnak meghatározása
5. Primer energiafelhasználás kiszámítása a 7/2006 TNM rendelet 3. melléklet V. pontja szerinti energiaátalakítási tényezőkkel
6. A referenciaérték (követelmény) meghatározása
7. Az energiafelhasználás összehasonlítása a referenciaértékekkel, az épület besorolása

14 PASSÍVHÁZAK ÉS A HAZAI ÉPÜLETENERGETIKAI SZABÁLYOZÁS

Jelenleg passzívházakra hazai szabvány nem áll rendelkezésre, a szakma a német Passivhaus Standard szerint dolgozik. A gyakorlatban leginkább az ezen a szabványon alapuló PHPP szoftvert alkalmazzuk, mely már magyar nyelven is rendelkezésre áll, igaz a magyar változat megfelelő szakmai adaptációja még nem történt meg. Pillanatnyilag egy épület akkor tekinthető passzívháznak, ha a Passivhaus Standard szerint leminősítik, ezen kívül viszont kötelező a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerint is tanúsítani. Vagyis mindkét minősítést el kell végezni, ami bosszantó dolog, dupla munka és költség. Nem tekinthetjük-e A+ kategóriásnak azt az épületet, mely megkapta a passzívház minősítést? A következőkben ezzel a kérdéssel foglalkozunk.

14.1 Passzívház kritériumok

A Passivhaus Standard három kritériumot ír elő passzívházakra:

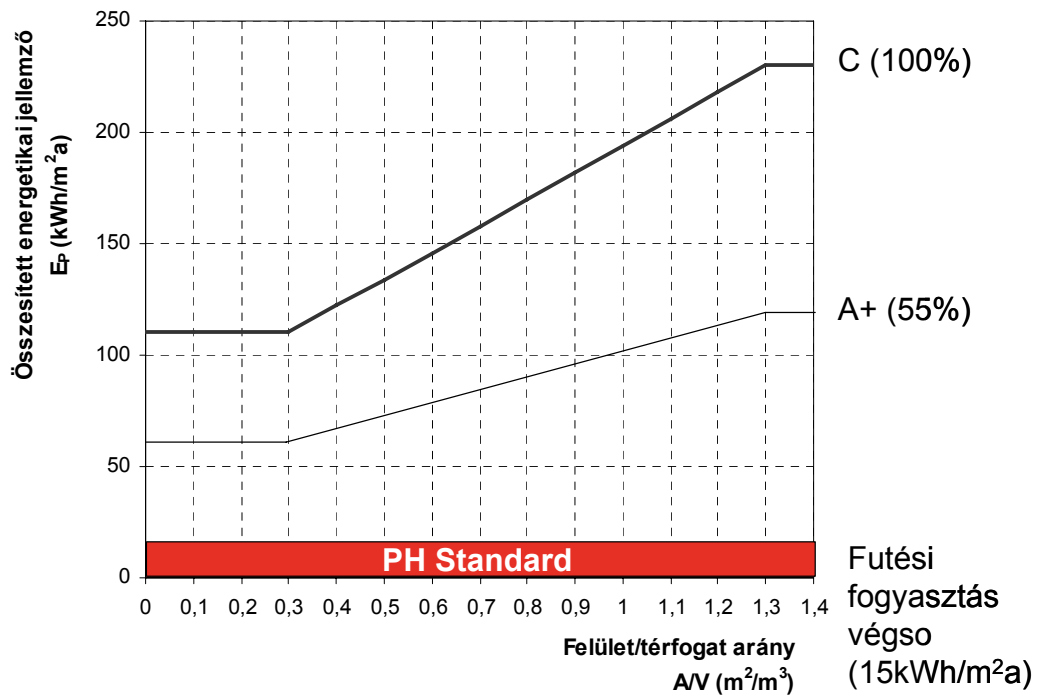
- Az épület fajlagos éves fűtési energiafelhasználása nem lehet nagyobb, mint $15 \text{ kWh/m}^2, \text{év}$. Ez az érték végfelhasználói energiában értendő.
- Az épület összes primer energiafelhasználása nem lehet nagyobb, mint $120 \text{ kWh/m}^2, \text{év}$. Ez az érték magában foglalja a háztartási gépek energiafelhasználását is, vagyis nem hasonlítható össze a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerint számolt primer energiával. Ráadásul a PHPP által használt primer energiafaktorok a német viszonyokat tükrözik, nem azonosak a hazaiakkal.
- Az épület 50 Pa nyomáskülönbség esetén mért légcsereszámja nem haladhatja meg az 50 Pa-t (azaz $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$). Ez a kivitelezés szempontjából érdekes.

Negyedik kritériumnak tekinthető az a PHPP-ben is megtalálható követelmény, hogy az épület fűtési és használati melegvíz együttes energiafelhasználása primer energiában értve nem lehet nagyobb, mint $40 \text{ kWh/m}^2, \text{év}$. Ezt a feltételt írják elő Németországban állami támogatások igénybe vételéhez.

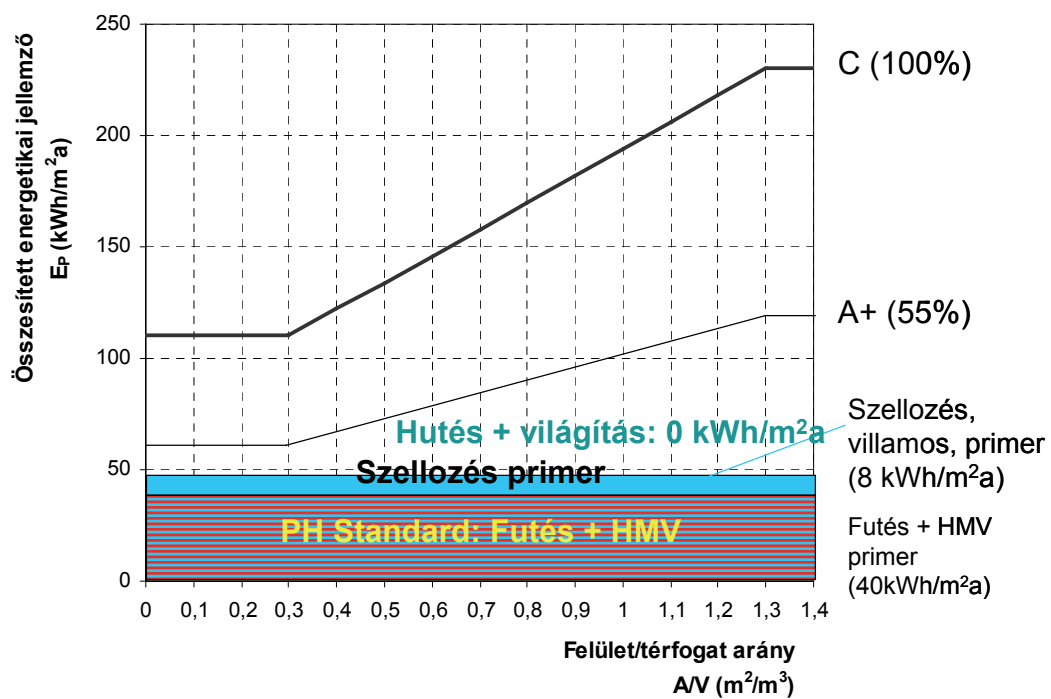
Ezen követelményértékekből kiindulva ellenőrizhetjük, hogy a passzívház megfelel-e a hazai A+ kategória kritériumának. Gondolatmenetünk lakóépületekre vonatkozik.

14.2 Ellenőrzés a passzívház kritériumok alapján

Ha az összesített energetikai jellemző követelménydiagramjába berajzoljuk a passzívházak maximális fűtési energia felhasználását a *13.1 ábrát* kapjuk. Az érték független a felület-térfogat aránytól, ugyanis a passzívház szabvány nem engedékeny az előnytelen geometriájú épületekkel szemben. Látható, hogy az A+-hoz tartozó követelményérték jóval magasabb, mint a fűtési egyenes.



13.1 ábra Passzívházak maximális fűtési energiafogyasztása a geometria függvényében



14.2 ábra Passzívházak teljes energiafelhasználása a Passivhaus Standard alapján

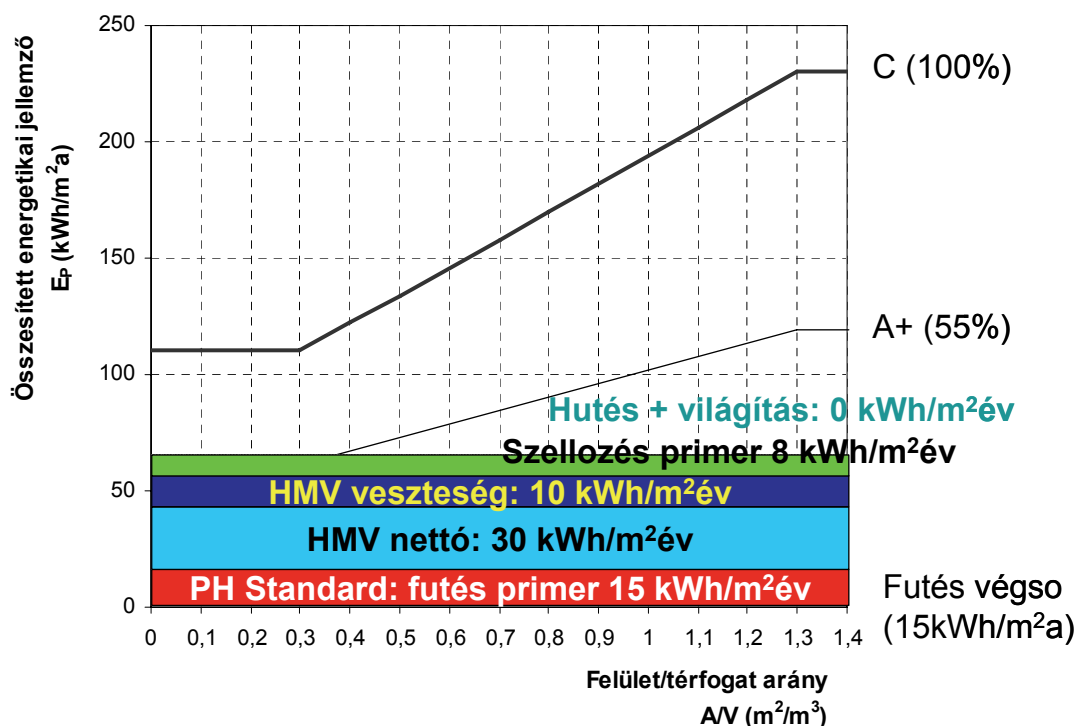
A fűtés azonban nem minden. Mint korábban kiderült a fűtés és a HMV együttes primerenergia felhasználása legfeljebb $40 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ lehet (lásd 14.2 ábra). Így már jóval közelebb vagyunk az A+ határértékhez, különösen a kis $\Sigma A/V$ -vel jellemezhető épületek esetén. Ehhez hozzá kell adni a többi energiafelhasználást is. Hűtés passzívházakra nem jellemző, a világítást lakóépületekre elhanyagoljuk (ezt teszi a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet is). Marad a szellőzés, amit meg kell határoznunk. Induljunk ki decentralizált, lakásonkénti szellőzőrendszerből (ez az elterjedtebb), és vegyünk a piacon található egyik legenergiatakarékosabb készüléket, melynek villamos teljesítményfelvétele 51 W . Ez 4400 üzemórára és 70 m^2 -es lakásra $4400 \cdot 51 / (1000 \cdot 74) = 3,2 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ végső energiát jelent, ami primer energiában $3,2 \cdot 2,5 = 8 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ -et jelent (lásd 14.2 ábra). Látható, hogy bár kis $\Sigma A/V$ -vel jellemezhető épületek esetén megközelítettük az A+ határértéket, de azért alatta vagyunk, vagyis ez alapján igazoltnak tűnik az az állítás, hogy a passzívházak teljesítik az A+ kategóriát.

14.3 Ellenőrzés a nettó HMV igények hazai előírt értéke alapján

Az előbbi gondolatmenettel az a probléma, hogy nem felel meg a 7/2006 (V.24.) TNM rendeletnek, ugyanis a fűtés és a HMV együttes primer energiaigényét a Passivhaus Standard alapján vettük fel. A fűtéssel nincs is komolyabb baj, de a HMV nettó hőenergia igényét tekintve a Passivhaus Standard és a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet között nagyon nagy az eltérés. A Passivhaus Standard napi 12 liter/fő-t , a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet pedig $30 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ -et ír elő melegvíz igényre. Nézzük meg mi van, ha az utóbbiból indulunk ki! Tegyük fel, hogy az épületben nem megújuló energia szolgáltatja a hőt, hanem mondjuk gáz, ami különösen a kis $\Sigma A/V$ -vel rendelkező épületekre jellemző (nagyobb épületek). (Tévhit az, hogy a passzívházakban kell legyen megújuló rendszer.)

Ha a HMV primer energiafelhasználását a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet egyszerűsített módszere szerint számoljuk, akkor a veszteségek könnyen elérik a $10 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ -et még passzívházak esetén is, ugyanis a csővezetékek hőszigetelésének hatása az egyszerűsített módszer esetén nem jelenik meg. (Részletes módszerrel általában igazolható az ennél jóval alacsonyabb érték.) Ha a nettó igényt és a veszteségeket berajzoljuk a diagramba (lásd 14.3 ábra), valamint berajzoljuk a korábban meghatározott szellőzést, akkor meglepve tapasztaljuk, hogy teljes primer energiafelhasználás metszésbe kerül az A+ követelmény-görbével. **Mindebből következik, hogy létezik olyan eset, amikor a tanúsító és A+-nál rosszabbra értékeli az amúgy minősített passzívházat és jogilag helyesen jár el!**

Természetesen ez csak az esetek egy szűk körében áll elő és részletes módszerrel valószínűleg akkor is igazolható az A+ kategória. De egyértelműen nem jelenthető ki, hogy a passzívházak automatikusan jogosultak az A+ kategóriára.

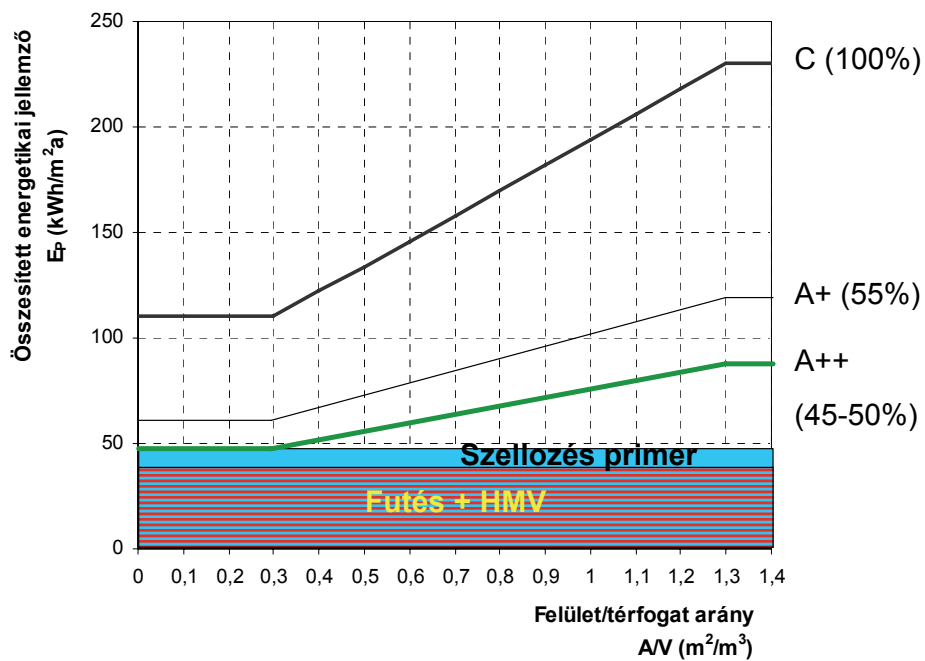


13.3 ábra Számítási eredmény a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet szerinti nettó HMM igényből kiindulva

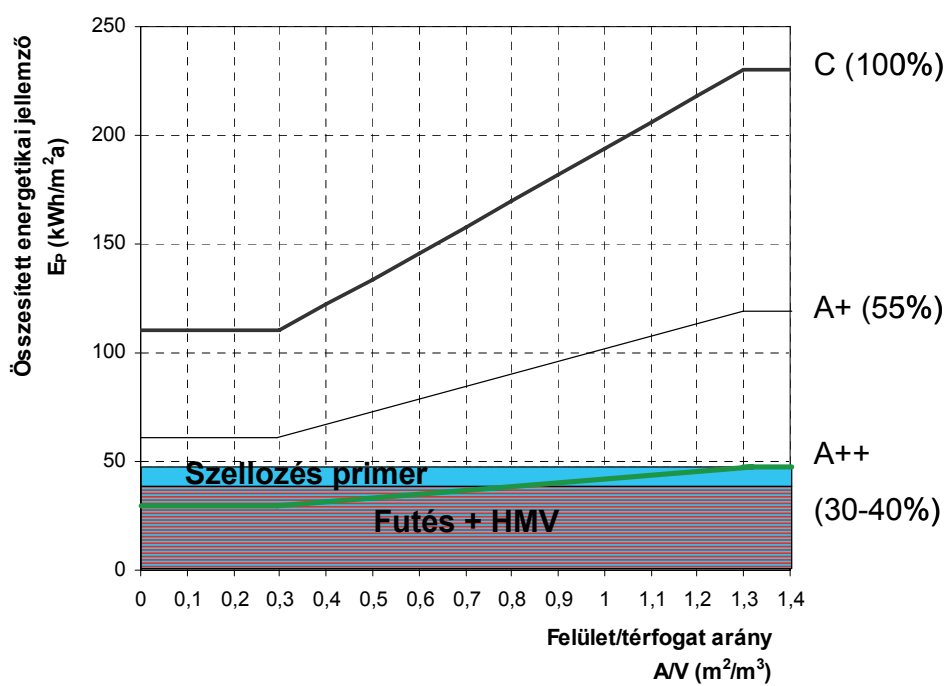
14.4 Feloldási lehetőségek

A probléma oka a Passivhaus Standard és a 7/2006 (V.24.) TNM rendelet módszertana és előírt bemenő adatai közti különbség. Nyilvánvaló, hogy a víztakarékos szerelvények miatt a 30 kWh/m²év HMM igény passzívházakra túlzás. Ugyanakkor a németek által előírt 12 liter/fő,nap érték irreális alacsony magyar fogyasztói magatartásra. A probléma orvoslására alapvetően két út kínálkozik:

- A német passzívház szabvány adaptációja magyar viszonyokra, különös tekintettel a klimatikus viszonyokra, a fogyasztói szokásokra, valamint a primer energia faktorokra.
- A hazai tanúsítási rendszerbe egy új, A++ kategória bevezetése, mely illeszkedik a létező rendszer logikájához ($\Sigma A/V$ -től függő követelmény, azonos számítási módszer). Szükséges azonban a bemenő adatokon némi módosítás: pl. alacsonyabb vízigények az ilyen épületekre jellemző víztakarékos szerelvények miatt, előírt légtömörség mérés a kivitelezési minőség biztosítására, valamint a belső hőterhelések minimalizálása miatt megfontolandó a háztartási gépek energiafelhasználásának maximalizálása is. Ez utóbbi a számításban alacsonyabb fajlagos belső hőterhelés felvételét jelenthetné. Kérdés persze, hogyan vegyük fel az A++ kategória vonalát. Két lehetséges változatot mutat a 14.14.4 ábra és az 14.5.



14.4 ábra Az A++ kategória egyik lehetséges változata



14.5 ábra Az A++ kategória másik lehetséges változata

Az első változatot nyilvánvalóan csak a Passivhaus Institut-tal együttműködve lehetne kialakítani. Mellette szól, hogy a német rendszer arra motivál, hogy a geometria kompakt legyen, hiszen a követelmény független a $\Sigma A/V$ -től. Ez nagyobb épületekre könnyebben teljesíthető, vagyis elősegíthetné a passzívházak építését nem csak a családi házak kategóriájában. Másik érv, hogy a passzívház elnevezés csak ilyen minősítési módszerrel lehetne jogos, vagyis csak ezt fogadná el a Passivhaus Institut, ami PR-szempontról nem elhanyagolható, hiszen a passzívház elnevezés nemzetközileg elfogadott. Hátránya, hogy a kisebb épületek esetén szigorúbb követelményeket támaszt, valamint az, hogy a számítási módszer nagyon eltér a 7/2006 (V.24.) TNM rendeletről, ezért nem végezheti a minősítést tanúsító szakember a Passivhaus Institut jóváhagyása nélkül.

A második módszer mellett szól, hogy jobban illeszkedik a hazai jogszabályi háttérbe, valamint az EPBD uniós irányelvhez is. A tanúsítást elvégezhetnék ugyanazok a szakemberek, akik korábban tanúsítói jogosítványt szereztek. (A passzívház minősítést jelenleg egyetlen hazai szakember vagy cég sem végezheti, a minősítéshez a csak Passivhaus Institut adhat jogosultságot.) Megoldódna a kettős minősítés problémája, vagyis elegendő lenne egyetlen tanúsítás. A hátrányokról is említést kell tenni: Ezeket a házakat nem lehetne passzívház elnevezéssel illetni, hiszen más számítási módszer és követelményrendszer állna mögöttük, igaz energetikai minőségben hasonló szintről beszélünk. Ettől függetlenül marketing szempontból érdemes lenne egy hangzatos nevet¹ találni ennek a kategóriának. Másik hátrány, hogy a rendszer kevésbé motivál a kompakt geometriára. Végezetül pedig nem elhanyagolható tény, hogy az A++ kategória sikeressége a tanúsítási rendszer hitelességétől függene.

¹ Más országok is kidolgoztak saját minősítő rendszert passzívház jellegű házakra. Ilyenek például a francia Effinergie, a svájci Minergie, az osztrák: Klima:Aktiv Haus, vagy az olasz Casa Clima ultra-hatékony épületei.

15. PÉLDÁK

15.1. A tervezés célszerű menete

Induljunk el onnan, hogy elkészültek az első vázlatok, megállapítható a felület/térfogatarány. Ennek függvényében leolvasható a fajlagos hőveszteségtényező megengedett legnagyobb értéke. Az első kérdés az, hogy ezt a követelményértéket célozzuk meg vagy ennél jobbat (alacsonyabbat)?

A későbbi problémák megelőzése végett a követelményértéknél jobb fajlagos hőveszteségtényezőt célszerű megelőzni akkor,

- ha az adott rendeltetéshez van az összesített energetikai mutatóra előírt követelményérték,
- ha a gépészet „előnytelen” (nagyobb primer energiatartalmú energiahordozó – például elektromos áram melegvízellátásra, a gépészet „szétszóró” - például nagy többlakásos épületben lakásonkénti rendszerek, magas komfortigények miatt gépi hűtés olyan helyiségekben, ahol azt a belső hőterhelés nem igazán tenné szükségessé),
- ha az egyszerűsített módszerrel akarunk számolni,
- ha jobb épületet, jobb minősítést akarunk,
- ha a minősítéshez támogatási feltétel kötődik

Hogyan lehet a fajlagos hőveszteségtényezőt „lefordítani” az épület határolására?

Ha – a biztonság javára tévedve – eltekintek attól, hogy az épületnek magának van sugárzási hőnyeresége, akkor a felületarányosan súlyozott átlagos U érték diagramból leolvasható. Ha ezt az értéket tartjuk, akkor a fajlagos hőveszteségtényezőt is biztosan tartjuk.

De ne feledjük, hogy ebben az U átlagban már a hőhidak, vonalmenti veszteségek hatása is benne van. Ez a legegyszerűbb módon, a χ korrekciós tényezőkkel számolható, amelyek a tömeg „mozgalmasságától”, a hőhidak „sűrűségétől” függenek, többször 10%-ot is kitehetnek.

Ezt követően lényeges építészeti-épületszerkezeti döntéseket kell hozni. A következőket kell rögzíteni:

- üvegarány, nyílászáró típus (tok- és szárnyszerkezet) – a szempontok: U érték, légzárás
- benapozási feltételek, g érték (vagy naptényező),
- nyári túlmelegedés kockázatának mérlegelése, árnyékvetők (benapozási feltételek vizsgálata szükséges), mobil árnyékolók, természetes szellőztetés lehetősége.
- a külső fal típusa (réteges vagy nem ?) – mérlegelendő az U érték és a hőhídhatás!

Eldöntendő, hogy akarjuk-e pontosabban számolni a fajlagos hőveszteségtényező számértékét? (Vagy azért, hogy a beruházási költségek némileg csökkenjenek, vagy azért, hogy jobb minőséget tudjunk igazolni.)

Ha igen, akkor vegyük figyelembe a sugárzási nyereséget is! Két opció közül választhatunk:

Nem vizsgáljuk a benapozási feltételeket – „körben észak” alapon biztonságosan alacsony sugárzási energiahozammal számolunk, vagy vizsgáljuk a benapozási feltételeket és amennyiben azok kedvezőek, akkor a tényleges sugárzási energiahozammal számolunk.

A számításra fordított munkával sok esetben lényegesen jobb energetikai minőség igazolható.

Miután meghatároztuk a fajlagos hőveszteségtényező q „célértékét”, rakjuk össze a házat!

Az épület hőveszteségtényezője $Q_0 = qV$ [W/K] lehet. Kezdjük azokkal a tételekkel, amelyeken nem szívesen változtatnánk, nem nagyon tudunk változtatni vagy amelyek kevésbé fontosak az adott esetben.

A nyílászárók vesztesége $Q_U = \Sigma A_U U_U$

Lábazat, pincefal, talaj felé $Q_T = \Sigma I_T \Psi_T$

Pincefödém $Q_P = 0,5 \Sigma A_P U_P$

Az épület hőveszteségtényezőjéből eddig ezeket a tételeket „használtuk el”, marad még

$$\Delta Q = Q_0 - Q_U - Q_T - Q_P$$

a falakra és a „kalapra” (padlásfödém vagy lapostető vagy tetőtérbeépítés).

Két U értékről kell dönteni úgy, hogy teljesüljön az alábbi feltétel:

$$\Delta Q = A_{FAL} U_{FAL} + A_{KALAP} U_{KALAP}$$

Lehet, hogy az egyikről már van döntés (nem réteges fal), így már csak egy ismeretlen meghatározására van szükség.

Mindegyik szerkezetnek persze ki kell elégítenie a rá vonatkozó követelményértéket !

Ha „baj van”, azaz a fajlagos hőveszteségtényezőre vonatkozó követelményérték betartása nehézségekbe ütközik, akkor megoldást jelent réteges falra váltani (amennyiben nem az volt az eredeti elképzelés: ez U és hőhid szempontjából egyaránt javulást jelent!), jobb nyílászárókra váltani, végszükség esetében üvegarányt csökkenteni.

Célszerű ebben a szakaszban elintézni az épületre vonatkozó egyéb számításokat is. Állapítsuk meg, hőtároló tömeg szempontjából milyen kategóriába tartozik és ellenőrizzük a nyári túlmelegedés kockázatát!

Részletes számítási módszer alkalmazása esetén az épület fajlagos hőtároló tömege az EN ISO 13790 szerint határozandó meg (belső felülettől az első 10 cm vagy a hőszigetelő réteg határáig vagy a szerkezet fele vastagságáig – a legkisebb érték a mértékadó). Az épület hőtároló tömege az épület belső levegőjével közvetlen kapcsolatban lévő határolószerkezetek hőtároló tömegének összege.

Az esetek többségében persze „ránézésre megállapítható”, hogy az épület „nehéz” vagy „könnyű”

Ha a részletes módszert választjuk, akkor ellenőrizzük a nyári benapozási feltételeket! Ha ettől eltekintünk, akkor biztonságos (ez esetben magasabb) intenzitás értékekkel számolunk, feltételezve, hogy nincs árnyékban a homlokzat.

Ellenőrizendő a nyári túlmelegedés kockázata. A 2-3 fokot meghaladó átlagos hőmérsékletkülönbség óvatosságra int: ha ennek oka nem a belső hőterhelés, árnyékvető vagy külső árnyékoló alkalmazása javasolt. Minden esetben jó hatású az intenzív természetes szellőztetés, különösen az éjszakai-hajnali órákban – ezt a mellékletben megadott légcsereszámmal ellenőrizendő (egyszerű ökölszabály alapján becsült értékek).

A következő lépésben számítsuk ki az épület nettó fűtési energiaigényét! Két opció közül választhatunk:

vagy a szokványos hőfokhid értéket és fűtési idényt vesszük figyelembe, ezzel feltételezve, hogy a fűtési idény határhőmérséklete $+12$ °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.

Mérlegeljük, hogy mi fedezi a fűtési energiaigényt?

A nettó fűtési energiaigényt fedezheti

a fűtési rendszer,

a légtechnikai rendszerbe beépített hővisszanyerő,

a légtechnikai rendszerbe beépített léghevítő

mindez különböző teljesítmény és üzemidő kombinációkban. Ebből adódik, hogy adott esetben a fűtési energiaigény fedezése esetleg megoszlik a fűtési rendszer és a légtechnikai rendszer között.

Eldöntendő, megállapítandó, hogy

- 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 energiatartalma?
- mekkora a veszteség a pontatlan szabályozás, az elosztó hálózat lehülése, a tároló (ha van) lehülése miatt?
- mennyi villamos energiát igényel a keringtetés, a szabályozás, a tárolás? Ezt természetesen a villamos energia primer energiatartalmával szorozva kell figyelembe venni.

A melegvízellátás nettó energiaigénye vagy előírt tervezési adat vagy a szakma szabályai szerint számítandó. Eldöntendő, megállapítandó, hogy

- hány forrásból fedezzük az igényt? Melyik forrás energiahordozójának mekkora a primer energiatartalma? Melyik forrásnak mekkora a teljesítménytényezője?
- mennyi a veszteség az elosztóhálózat és a tároló lehülése miatt?
- mekkora a cirkulációs szivattyú és a hőtermelő villamos energiaigénye? (ami természetesen a villamos áram primer energiatartalmával szorzandó)

A légtechnikai rendszert illetően a bruttó éves hőigény számításához a szabályozás (a teljesítmény és az igény illesztésének) pontatlanságát, valamint a fűtetlen terekben haladó légcsatornák hőveszteségét kell figyelembe venni. Számítandó,

- mennyi a ventilátorok (és esetleges egyéb készülékek) villamos energiaigénye?
- Van-e hőleadó a légtechnikai rendszerben?
- a szabályozás pontatlansága miatt mekkora a veszteség?
- az elosztó hálózat lehülése miatt mekkora a veszteség?

Meghatároztuk a légtechnikai rendszer bruttó hőigényét. Ez szorzandó a forrás teljesítménytényezőjével és energiahordozójának primer energiatartalmával.

Primer energiatartalom tekintetében

- a fűtési rendszer energiahordozójának primer energiatartalma mérvadó, ha a
- légtechnikai és a fűtési rendszer energiaellátása azonos forrásról történik,
- a légtechnikai rendszerben használt energiahordozó a mértékadó egyéb esetben.

A hűtési energiaigény esetében csak a hűtésről magáról van szó: a közvetítő légtechnikai rendszer energiaigényét az előzőekben számoltuk!

Ha nem lakóépületről van szó, a világítás energiaigényét is figyelembe kell venni.

Az épület saját energetikai rendszereiből származó, az épületben fel nem használt és más fogyasztóknak átadott (fotovoltaikus vagy motorikus áramfejlesztésből származó elektromos, aktív szoláris rendszerből származó hő) energia az épületben felhasznált primer energia összegéből levonható.

Az összesített energetikai jellemző az épületgépészeti és világítási rendszerek primer energiafogyasztása összegének egységnyi fűtött alapterületre vetített értéke.

Az összegezés után ellenőrizhető, belefértünk-e az összesített energetikai jellemző megengedett értékébe? Ha nem, akkor annak oka a következőkben keresendő:

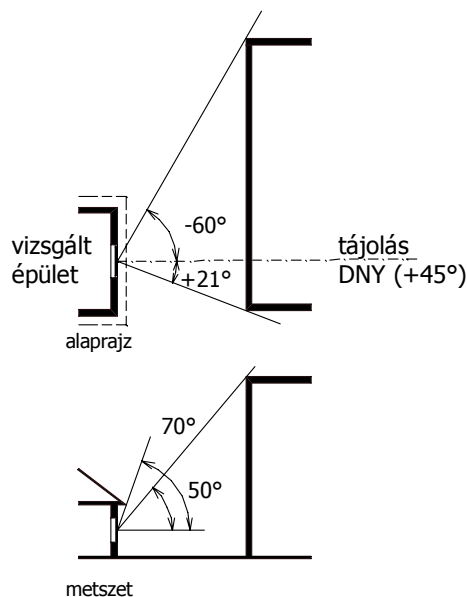
- az energiahordozó előnytelen megválasztása (a követelmény földgázra „készült”).
- szétaprózott épületgépészet (pl. nagy lakóépületben lakásonkénti fűtés és melegvízellátás vélelmezhetően rosszabb hatásfokkal).
- rossz hatásfokú berendezések, alacsony színvonalú szabályozás
- túlzott hűtési igény

Megoldási lehetőségek:

- részletes számítás, ha eddig nem az történt
- esetleges koncepcióváltás, megújuló energia alkalmazása
- jobb hatásfokú berendezések, jobb szabályozás
- árnyékolás
- a fajlagos hővesztésgtényező csökkentésével járó épületszerkezeti, építészeti módosítás (ami nyilván nem egyszerű, ezért indokolt „gyanús” esetekben eleve a megengedettnél alacsonyabb hővesztésgtényezőt megelőzni)

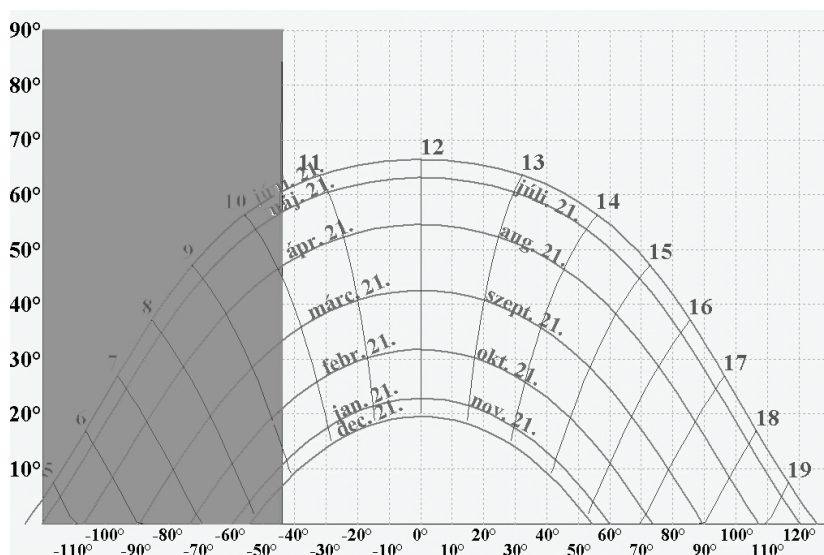
15.2. Benapozás ellenőrzése – példák

Adott egy földszintes épület délnyugati tájolású homlokzata. Vizsgáljuk meg, hogy a homlokzat közepén lévő ablak középpontja mely hónapokban és mely órákban benapozott, illetve mikor van árnyékban.



Önárnyék

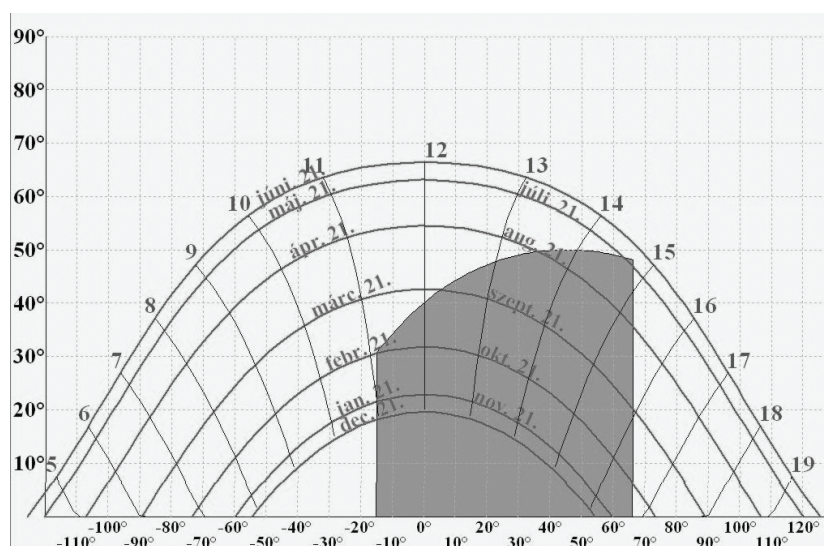
A homlokzat önárnyékos, ha a Nap a sík mögött jár. Az árnyékmászkon első lépésben takarjuk ki a megfelelő tartományt: a $\pm 90^\circ$ -os vízszintes szögekhez tartozó függőleges vonalaktól jobbra és balra eső részt. Az árnyékmászkot a helyes tájolással a nappályadiagramra helyezve (vízszintes tengelyének 0 pontját a délnyugati tájolásnak megfelelő 45° szöghöz csúsztatva) az önárnyékos tartomány a -45° -hoz tartozó függőleges vonaltól balra eső rész.



15.1. ábra Az önárnyék bejelölése

Szemközti épület árnyéka

A szemközti épület oldalélei az adott pontból kitekintve a felület normálisától balra -60° , jobbra 21° vízszintes szögek alatt látszanak (vízszintes árnyékszögek). Az árnyékmázkon ezek az élek a megfelelő szögekhez tartozó függőleges vonalként jelennek meg. Ha a szemközti épület végtelen magas lenne, az adott pontból az égboltnak az a tartománya nem látszana, amely a két függőleges vonal között van. A szemközti épület párkánya az adott pontból a homlokzat síkjára merőleges síkban 50° szög alatt látszik (függőleges árnyékszög). Az árnyékmázkon ez az 50° -os éllekpéző görbeként jelenik meg. Ha a szemközti épület végtelen széles lenne, az égboltnak az adott pontból az a tartománya nem látszana, amely az éllekpéző görbe alatt van. Az egyesített árnyékmázkot a helyes tájolással a nappályadiagramra helyezve, a következő ábrát kapjuk:

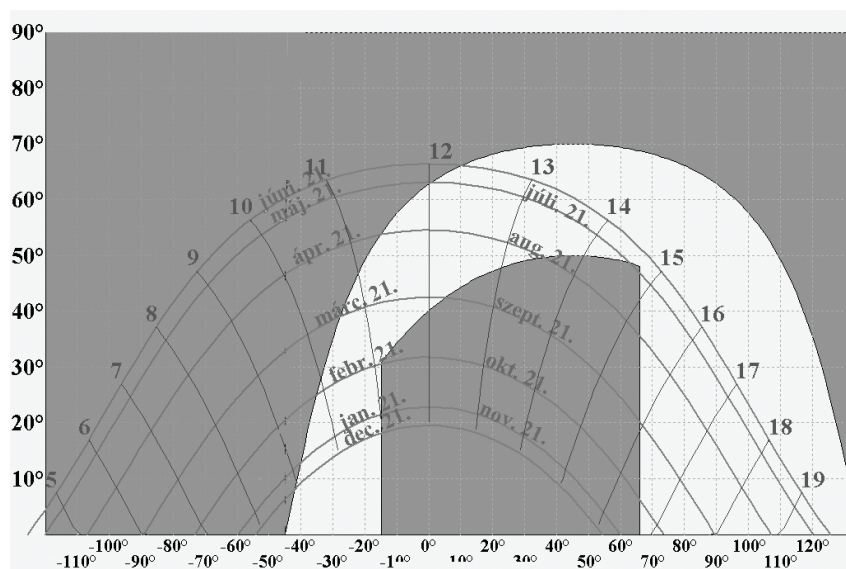


15.2. ábra A szemközti épület árnyékmázkja

Saját tagozat árnyéka

A földszintes ház ablakát egy kinyúló eresz is árnyékolja. Az eresz az ablak középpontjából 70° -os szög alatt látszik. Az akadály az ablak szemöldöke fölött van, így az árnyékmázkon a kitakart, árnyékolt tartomány a 70° -os éllekpéző görbe feletti rész. Az eresz az ablak szélességéhez viszonyítva végtelen hosszúnak tekinthető, így a vízszintes árnyékszögek -90° és

+90°. Az önárnyék és a szemközti épület, illetve az eresz árnyékmaszkjainak egyesítésével a következő ábrát kapjuk:



15.3. A saját tagozat árnyékmaszkjja és az egyesített árnyékmaszkj

A részletes vizsgálathoz a november 15. -március 15. közötti időszakra, illetve a novemberi és júniusi hónapokra kell igazolni, hogy a felület legalább napi négy órán át éri direkt sugárzás.

A felület benapozott:

- novemberben: ~9.10- 11.00. A felületet valamivel kevesebb, mint két órán át éri direkt sugárzás.
- november 15.- március 15. között: novemberben és januárban ~9.10-11.00; decemberben ~9.00-11.00; februárban ~8.50 – 11.10; márciusban ~10.35 – 12.15. A felületet átlagosan kb. két órán át éri direkt sugárzás.
- júniusban: ~12.20-napnyugtáig. A felületet több, mint négy órán át éri direkt sugárzás.

Télen a felület benapozottsága kevesebb, mint napi négy óra, a mellékletben megadott tervezési sugárzási értékeket csökkenteni kell. Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához a DNY-i tájoláshoz tartozó intenzitásérték 50 W/m^2 . A sugárzás egy része irányítatlan (szórt, reflektált), más része irányított formában érkezik. Az északi, szórt sugárzás 27 W/m^2 . Az ezen felüli 23 W/m^2 intenzitást arányosan csökkentve a figyelembe vehető érték $I = 27 + 23/2 = 38,5 \text{ W/m}^2$. A fűtési idényre ugyanígy a sugárzási energiahozam $200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, az északhoz tartozó érték $100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. A benapozottságot átlagosan két órának véve a figyelembe vehető sugárzási energiahozam $Q_{\text{TOT}} = 100 + 100/2 = 150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Nyáron az ablakot az eresz kis mértékben ugyan árnyékolja, de a felületet így is több mint négy órán át éri sugárzás, ráadásul a legkellemetlenebb kora délutáni órákban. A felület benapozottnak minősül, így a napsugárzás intenzitásának értéke a 3. melléklet szerinti 150 W/m^2 .

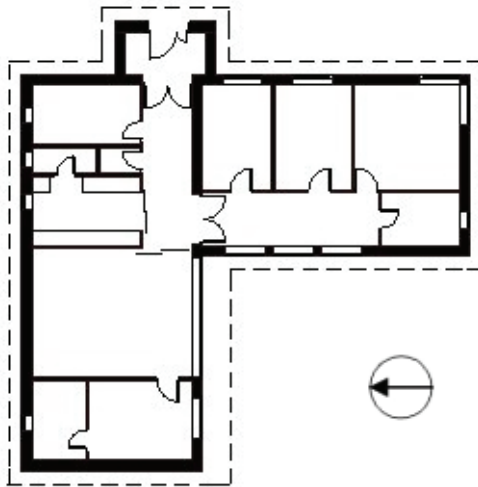
Többszintes bérház

Ha egy többszintes épület (például szűk utcában épült belvárosi bérház) benapozottságát vizsgáljuk, a különböző szintek ablaksávjainak függőleges árnyékszöge változó. Egy szűk utcában épült belvárosi bérházban jellemzően az alsó szintek kapják a legkevesebb napfényt, a felsők a legtöbbet. A homlokzat átlagos benapozottsága általában jól közelíthető a középső ablaksáv vizsgálatával.

A párkányok, függőfolyosók, loggiák vagy erkélyek árnyékoló hatása az előző példa ereszéhez hasonlóan vizsgálható.

15.3. Családi ház – tervezési példa

Földszintes L- alaprajzú könnyűszerkezetes családi ház, talajon fekvő padlóval és fűtetlen padlóssal.



15.4. ábra A családi ház alaprajza

Családi ház egyszerűsített módszerrel

1. A geometriai adatok meghatározása: minden geometriai adatot (alapterület, beépített térfogat) belméretek szerint kell értelmezni.

Nettó fűtött szintterület: $A_N = 150 \text{ m}^2$

Belmagasság: $bm = 3,0 \text{ m}$

Külső homlokzat területe: $A_{homl} = 192 \text{ m}^2$

Ebből tömör: $A_{fal} = 136,27 \text{ m}^2$

Ebből ajtó: $A_{ajtó} = 2,4 \text{ m}^2$

Ebből ablak: $A_{ablak} = 53,33 \text{ m}^2$

Az üvegezés felülete: $A_{ü} = 40 \text{ m}^2$

Padlásfödém: $A_{padlás} = 150 \text{ m}^2$

Talajon fekvő padló: $A_{padló} = 150 \text{ m}^2$

A burkolófelület összesen: $A = A_{homl} + A_{padlás} + A_{padló} = 192 \text{ m}^2 + 150 \text{ m}^2 + 150 \text{ m}^2 = 492 \text{ m}^2$

Fűtött térfogat: $V = A_N * bm = 150 \text{ m}^2 * 3,0 \text{ m} = 450 \text{ m}^3$

A padló kerülete: $l_{padló} = 64 \text{ m}$

A padlószint és a talajszint közötti magasság $0,5 \text{ m}$.

2. A burkolófelület és a fűtött térfogat arányának számítása:

$$A/V = 492 / 450 = 1,093 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

3. A fajlagos hővesztégtényező határértékének leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében.

A megengedett fajlagos hővesztégtényező a *TNM 1. melléklet II.1. képletbe* behelyettesítve vagy az 1. ábráról leolvasva $q_m = 0,501 \text{ W/m}^3\text{K}$.

4. A fajlagos hővesztésgtényező tervezett értékének eldöntése

Ez a határértéknél semmiképpen sem lehet magasabb, de magas primer energiatartalmú energiahordozók alkalmazása esetén (például villamos energia használati melegvíztermelésre) a határértéknél alacsonyabbnak kell lennie annak érdekében, hogy az összesített energetikai mutatóra előírt követelmény is teljesíthető legyen.

Mivel az adott épületben gázüzemű fűtés és használati melegvízellátás van, feltételezzük, hogy a fajlagos hővesztésgtényező tervezett értéke megegyezhet a határértékkel.

5. A határolószervezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározása

Az egyszerűsített módszer szerint a fajlagos hővesztésgtényező:

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

Ha a sugárzási nyereséget nem vesszük figyelembe (a biztonság javára történő elhanyagolás), a fajlagos hővesztésgtényező adott értékének „beállítása” annyit jelent, hogy a külső határolás három - négy - ötféle elemének és korrigált hőátbocsátási tényezőjének, illetve a talajon fekvő padló esetén a kerületre vonatkoztatott vonalmenti hőátbocsátási tényezőjének szorzatösszegével el kell találni a megcélzott értéket. Képletszerű formában példázva:

$$Vq = A_{fal}U_{R,fal} + A_{ablak}U_{ablak} + A_{ajtó}U_{ajtó} + A_{padlás}U_{R,padlás} + l_{padló}\Psi_{padló}$$

A bal oldalon a fűtött térfogat és a megcélzott fajlagos hővesztésgtényező szorzata áll, azaz az egész épület tervezett hővesztésgtényezője:

$$Vq = 450 * 0,501 = 225,66 \text{ W/K}$$

Az ablakok és ajtók hőátbocsátási tényezője diszkrét értékek közül katalógusból választható. Az üvegezett szerkezetek hőátbocsátási tényezője legyen $U_{ablak} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, összesített sugárzásátbocsátó képességük $g = 0,65$. A bejárati ajtó hőátbocsátási tényezője legyen $U_{ajtó} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. A külső nyílászárók hővesztése:

$$AU = 53,33 * 1,3 + 2,4 * 1,8 = 73,65 \text{ W/K}$$

A talajon fekvő padlószervezet hővezetési ellenállását a kerület mentén 1,5 m széles sávban $R = 2,1 \text{ m}^2\text{W/K}$ -nek véve a vonalmenti hőátbocsátási tényező a *TNM 3. melléklet C) III. 1. táblázata* alapján $1,0 \text{ W/mK}$. A padló hővesztésgtényezője:

$$l_{padló}\Psi_{padló} = 64 * 1,0 = 64 \text{ W/K}$$

A falra és padlásfödémre marad $225,66 - 73,65 - 64 = 88,01 \text{ W/K}$. A padlásfödémre $0,9$ korrekció alkalmazható, mivel nem külső levegővel, hanem fűtetlen térrel érintkezik. E két szerkezet átlagos hőátbocsátási tényezője:

$$U = 88,01 / (136,27 + 0,9 * 150) = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ez kielégíthető például:

Padlásfödémre legyen $U_{padlás} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. A *TNM 2. melléklet II. 1. táblázata* szerint a hőhidveszteség miatt a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező $\chi = 0,1$. A padlásfödém hővesztesége:

$$AU_{R, padlás} = 150 * 0,9 * 1,1 * 0,2 = 29,7 \text{ W/K}$$

Ebben a változatban külső falra marad $88,01 - 29,7 = 58,31 \text{ W/K}$. Az eredő hőátbocsátási tényező maximális értéke:

$$U_{R, fal} = 58,31 / 136,27 = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ha csak a pozitív falsarkok és a csatlakozó födégek hosszát nézzük, a külső falra jutó hőhidak hossza $21 + 64 + 64 = 149 \text{ fm}$. Ehhez még hozzáadódik a nyílászárók kerülete, így az összes hőhidhossz biztosan több mint 192 fm , a fajlagos mennyiség nagyobb mint 1 fm/m^2 . Ez alapján a külső fal az erősen hőidas kategóriába sorolható. A hőhidak hatását $\chi = 0,3$ korrekciós tényezővel figyelembe véve (külső oldali hőszigetelést feltételezve) a fal rétegtervi hőátbocsátási tényezője nem haladhatja meg a $0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$ értéket.

A padlásfödémre a hőátbocsátási tényező megengedett maximális értéke $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, a külső falakra $U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$. Könnyű épület esetén a sugárzási nyereségek kedvezőtlenebb hasznosulása miatt ajánlott értékek $U_{padlás} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ és $U_{fal} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$. Az eredmények a szerkezetekre vonatkozó követelmények szempontjából megfelelőek és az ajánlott értékekhez képest is elfogadhatók.

Vegyük észre, hogy több szerkezeti elem (fal, ablak, padlásfödém) esetében a választott szerkezetek hőátbocsátási tényezője a megengedett határértéknél alacsonyabb. Ha minden esetben a határértéknek éppen megfelelő szerkezeteket választunk, akkor a kedvezőtlen felület/térfogat arány miatt az egyszerűsített módszerrel nem igazolható, hogy a fajlagos hőveszteségtényezőre vonatkozó követelmény teljesül ($q = 0,62 > q_m = 0,501 \text{ W/m}^3\text{K}$).

6. A nyári túlmelegedés kockázatának jellemzése.

Számítandó a belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sdnyár} + A_N q_b}{\sum AU + \sum \Psi + 0,35 n_{nyár} V}$$

Ehhez meg kell határozni a nyári sugárzási hőterhelést (zavartalan benapozást feltételezve, az adott tájolásra vonatkozó *3. melléklet* szerinti intenzitás adattal) az esetleges társított szerkezet hatását is figyelembe véve. A sugárzási hőterhelés 2 m^2 északi, 38 m^2 K-NY-D tájolású ablakot és $0,75$ naptényezőjű mobil árnyékoló szerkezetet feltételezve:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_{\ddot{U}} I_{nyár} g_{nyár} = 2 * 85 * 0,65 + 38 * 150 * 0,65 * 0,75 = 2889,25 \text{ W}$$

A légcsereszám a *TNM 3. melléklet C) II. 1. táblázatban* nyári feltételekre megadott értékekkel $n_{nyár} = 6$, ha több homlokzaton vannak nyitható nyílások és az éjszakai szellőztetés hatását nem vesszük figyelembe.

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{2889,25 + 150 \cdot 5}{225,66 + 0,35 \cdot 6 \cdot 450} = 3,1 \text{ K} > 2 \text{ K}$$

A belső és külső hőmérséklet napi átlagértékeinek különbsége nyári feltételek között nagyobb, mint 2 K (könnyűszerkezetes épület), így a túlmelegedés kockázata *nem fogadható el*.

Amennyiben a homlokzati üvegezési arányon nem kívánunk változtatni, úgy hatékony külső árnyékoló alkalmazásával mérsékelhető a túlmelegedés kockázata: 0,4 naptényezőjú árnyékoló szerkezettel $Q_{s\text{dnyár}} = 1592,5 \text{ W}$ és $\Delta t_{b\text{nyár}} = 2 \text{ K}$.

7. A fűtés éves nettó hőenergia igénye (TNM 2. melléklet IV.1. képlet):

$$Q_F = 72V(q + 0,35n)\sigma - 4,4A_N q_b$$

A TNM 2. melléklet tervezési adataival lakóépület esetén a légcsereszám $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$, a belső hőnyereség átlagos értéke $q_b = 5 \text{ W/m}^2$, a szakaszos fűtés hatását kifejező korrekciós szorzó $\sigma = 0,9$ (TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat). Az éves nettó fűtési energiaigény:

$$Q_F = 72 * 450 * (0,501 + 0,35 * 0,5) * 0,9 - 4,4 * 150 * 5 = 16425,77 \text{ kWh/a}$$

Egységnyi alapterületre vetítve: $q_f = 109,51 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

8. A fűtés fajlagos primer energiaigénye (TNM 2. melléklet VI.1.a. képlet):

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

Ahol:

- A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek kétsőves radiátoros fűtés, termosztatikus szelepek és más arányos szabályozók alkalmazása esetén 2 K arányossági sávval: $q_{f,h} = 3,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata);
- A hőelosztás fajlagos vesztesége 70/55 °C fűtővíz hőmérséklet feltételezésével $q_{f,v} = 2,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren belül, TNM 2. melléklet VI.3. 2. táblázat);
- A rendszerben tároló nincs, így $q_{f,t} = 0$, $E_{FT} = 0$;
- Fűtött téren belül elhelyezett, állandó hőmérsékletű kazánt feltételezve a teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye: $C_k = 1,24$, $q_{k,v} = 0,66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TNM 2. melléklet VI.2. 2. táblázata);
- Mivel a kazán az egyedüli hőforrás: $\alpha_k = 1$;
- A hőelosztás segéd villamos energia igénye fordulatszám szabályozású szivattyút, radiátorokat (szabad fűtőfelület) feltételezve: $E_{FSz} = 1,24 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata);
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője $e_f = 1,0$, a villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata).

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_F = (109,51 + 3,3 + 2,5 + 0) * (1,24 * 1 * 1) + (1,24 + 0 + 0,66) * 2,5 = 147,73 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

9. A melegvízellátás primer energiaigénye (TNM 2. melléklet VII.1.a. képlet)

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

Ahol:

- A használati melegvíz nettó hőenergia igénye a TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat szerint $q_{HMV} = 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$;
- A melegvíz elosztás veszteségei cirkuláció nélkül, elosztás a fűtött téren belül: $q_{HMV,v} = 0,1 * 30 = 3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázata), $E_C = 0$;

- Tároló nincsen, így $q_{HMV,t} = 0$;
- Állandó hőmérsékletű átfolyós kombikazánt, $\alpha_k = 1,0$ lefedési arányt feltételezve a teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye: $C_k = 1,22$, $E_K = 0,19 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata);
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője $e_{HMV} = 1,0$; a villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata).

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_{HMV} = (30 + 3 + 0) * (1,22 * 1 * 1) + (0 + 0,19) * 2,5 = 40,74 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

10. A szellőzési rendszerek primer energiaigénye

Az épületben légtechnikai rendszer nincsen.

11. A gépi hűtés primer energiaigénye

Az épületben gépi hűtés nem szükséges.

12. A beépített világítás primer energiaigénye

Lakóépület esetén a világítás primer energiaigényét nem kell az összevont energetikai jellemzőben szerepeltetni.

13. Az épület energetikai rendszereiből származó nyereségáramok

Saját energetikai rendszerből származó, az épületben fel nem használt más fogyasztóknak átadott energia nincsen.

14. Az összesített energetikai jellemző számítása

$$E_p = \sum E_j$$

Az összesített energetikai jellemző:

$$E_p = 147,73 + 40,74 + 0 + 0 + 0 = 188,47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az összesített energetikai jellemző megengedett legnagyobb értéke:

$$E_p = 205,2 \text{ kWh/m}^2\text{a} > 188,47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az egyszerűsített eljárással igazolható, hogy az épület a harmadik követelményszintet teljesíti!

A tanulság kedvéért vizsgáljuk meg, mi lenne a helyzet, ha a használati melegvízellátásra magas primer energiatartalmú energiahordozót alkalmaznánk. Ha csúcson kívüli árammal működő elektromos bojleret használnának, akkor annak fajlagos primer energiafogyasztása :

$$E_{HMV} = (30 + 3 + 4,8) * (1 * 1 * 1,8) + (0 + 0) * 2,5 = 68,04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az összesített energetikai jellemző így $215,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ lenne, azaz a határértéknél magasabb. A többletet ($215,8 - 205,2 = 10,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) az épület kisebb hőveszteség-tényezőjével kell ellentételezni. A fűtés maximális fajlagos primer energiaigénye $137,16 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ lehet, ebből a fajlagos éves nettó hőenergia igény $q_{f,max} = 100,98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Az épület fajlagos

hővesztégtényezőjét $0,446 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékre kell csökkenteni, az épület hővesztégtényezője $Vq = 200,84 \text{ W/K}$ lehet.

Az ablakok és ajtók, illetve a talajon fekvő padló maradjon változatlan. A padlásfödémre és a külső falra marad: $200,84 - 73,65 - 64 = 63,19 \text{ W/K}$.

Ez kielégíthető például, ha a padlásfödém rétegtervi hőátbocsátási tényezője $U_{\text{padlás}} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$, illetve a falé $U_{\text{fal}} = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ekkor a szerkezetek hővesztégtényezője:

- Padlásfödém: $AU_{R,\text{padlás}} = 150 * 0,9 * 1,1 * 0,16 = 23,76 \text{ W/K}$
- Külső fal: $AU_{R,\text{fal}} = 136,27 * 1,3 * 0,222 = 39,43 \text{ W/K}$

Természetesen a fajlagos hővesztégtényezőre vonatkozó követelmény többféle rétegterv kombinációval is kielégíthető.

Figyelemreméltó, hogy az energiahordozó – jelen esetben a használati melegvíztermelés energiahordozójának – megválasztása milyen drasztikus hatással van az összesített energetikai jellemzőre és az előnytelen választást a hőszigetelés milyen jelentős mértékű javításával kell ellentételezni! Amennyiben a tervezés kezdetétől ismert, hogy a melegvíztermelés elektromos forróvíztárolóval történik, úgy már az építészeti-épületszerkezeti koncepció alakításánál a követelményértéknél jobb fajlagos hővesztégtényezőt célszerű megcélozni!

Családi ház részletes módszerrel

1. A geometriai adatok meghatározása: minden geometriai adatot (alapterület, beépített térfogat) belméretek szerint kell értelmezni.

Nettó fűtött szintterület:	$A_N = 150 \text{ m}^2$
Belmagasság:	$bm = 3,0 \text{ m}$
Külső homlokzat területe:	$A_{\text{homl}} = 192 \text{ m}^2$
Ebből tömör:	$A_{\text{fal}} = 136,27 \text{ m}^2$
Ebből ajtó:	$A_{\text{ajtó}} = 2,4 \text{ m}^2$
Ebből ablak:	$A_{\text{ablak}} = 53,33 \text{ m}^2$
Az üvegezés felülete:	$A_{\text{ü}} = 40 \text{ m}^2$
Padlásfödém:	$A_{\text{padlás}} = 150 \text{ m}^2$
Talajon fekvő padló:	$A_{\text{padló}} = 150 \text{ m}^2$
A burkolófelület összesen:	$A = A_{\text{homl}} + A_{\text{padlás}} + A_{\text{padló}} = 192 \text{ m}^2 + 150 \text{ m}^2 + 150 \text{ m}^2 = 492 \text{ m}^2$
Fűtött térfogat:	$V = A_N * bm = 150 \text{ m}^2 * 3,0 \text{ m} = 450 \text{ m}^3$
A padló kerülete:	$l_{\text{padló}} = 64 \text{ m}$

A padlószint és a talajszint közötti magasság $0,5 \text{ m}$.

Üvegezett szerkezetek:

É-i tájolású:	$A_{\text{ü}, \text{É}} = 2 \text{ m}^2$
D-i tájolású:	$A_{\text{ü}, \text{D}} = 14 \text{ m}^2$
K-Ny - i tájolású:	$A_{\text{ü}, \text{K-Ny}} = 24 \text{ m}^2$

Az ereszkinyúlása $0,50 \text{ m}$, a déli oldalon az ábra szerint $1,2 \text{ m}$.

2. A burkolófelület felület és a térfogat arányának számítása:

$$A/V = 492 / 450 = 1,093 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

3. A fajlagos hővesztégtényező határértékének leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében.

7. A határolószervezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározása

A részletes módszer szerint a fajlagos hőveszteségtényező:

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

Az ablakok a fűtési idényben benapozottak, a sugárzási energiahozam értékei a különböző tájolásokra a 3. mellékletben a fűtési idényre előírt tervezési adatok. Könnyűszerkezetes épület esetén a hasznosítási tényező $\varepsilon = 0,5$. Az üvegezett szerkezetek összesített sugárzásátbocsátó képességét $g = 0,65$ -nek véve a direkt sugárzási nyereség a fűtési idényre:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U g Q_{TOT} = 0,5 * (2 * 0,65 * 100 + 14 * 0,65 * 400 + 24 * 0,65 * 200) = 3445 \text{ kWh/a}$$

A fajlagos hőveszteségtényezőben a sugárzási nyereségáram: $3445/72 = 47,85 \text{ W/K}$, az egységnyi fűtött térfogatra jutó érték $0,106 \text{ W/m}^3\text{K}$. A fajlagos hőveszteségtényezőnek a transzmissziós veszteségeket kifejező tagja így $0,501 + 0,106 = 0,608 \text{ W/m}^3\text{K}$ értéket vehet fel. Az egész épület transzmissziós veszteségei ezzel $450 * 0,608 = 273,51 \text{ W/K}$ értéket vehetnek fel.

Ez kielégíthető, ha minden elemre a szerkezetre vonatkozó ajánlott rétegtervi hőátbocsátási tényezőt választjuk (mivel a csomópontok pontos kialakítása nem ismert, a hőhídatást az egyszerűsített módszerrel vesszük figyelembe):

- Ablakokra: $AU_{ablak} = 53,33 * 1,6 = 85,33 \text{ W/K}$
- Ajtóra: $AU_{ajtó} = 2,4 \text{ m}^2 * 1,8 = 4,32 \text{ W/K}$
- Talajon fekvő padlóra: $l_{padló} \Psi_{padló} = 64 * 1,0 = 64 \text{ W/K}$
- Padlásfödémre: $AU_{R,padlás} = 150 * 0,9 * 1,1 * 0,25 = 37,13 \text{ W/K}$
- Külső falra: $AU_{R,fal} = 136,27 * 1,3 * 0,35 = 62,0 \text{ W/K}$

Az épület hőveszteségtényezőjének transzmissziós veszteségeket kifejező tagja $252,78 \text{ W/K}$, az épületre megengedettnél kisebb. A fajlagos hőveszteségtényező: $252,78 / 450 - 0,106 = 0,455 \text{ W/m}^3\text{K}$.

Figyelemre méltó, hogy jó tájolás, bizonyított benapozás esetén a nyereségek miatt a részletes számítás eredményei lényegesen kedvezőbb energetikai minőséget igazolnak. A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke az ajánlott U értékeknek megfelelő szerkezetekkel kielégíthető. Ha azonban minden szerkezetre az előírt határérték hőátbocsátási tényezőket vennénk fel, a fajlagos hőveszteségtényezőre vonatkozó követelmény nem teljesülne ($q = 0,511 > q_m = 0,501 \text{ W/m}^3\text{K}$).

8. A nyári túlmelegedés kockázatának jellemzése

A nyári sugárzási hőterhelés számításánál a bizonyítottan árnyékos déli ablakok az északi tájolásra vonatkozó hőterhelési értékkel vehetők figyelembe. A sugárzási hőterhelés:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_U I_{nyár} g_{nyár} = (2 + 11,4) * 85 * 0,65 + 26,6 * 150 * 0,65 * 0,75 = 2528 \text{ W}$$

Számítandó a belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége (az egyszerűsített módszernél alkalmazott feltételezésekkel):

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{2528 + 150 \cdot 5}{252,78 + 0,35 \cdot 6 \cdot 450} = 2,74 \text{ K}$$

A bizonyítottan árnyékos üvegezéseknek köszönhetően ez az érték kisebb, mint az egyszerűsített számításból származó eredmény, azonban még így is nagyobb mint 2 K, ezért a túlmelegedés kockázata *nem fogadható el*. Amennyiben a homlokzati üvegezési arányon nem kívánunk változtatni, úgy hatékony külső árnyékoló alkalmazásával mérsékelhető a túlmelegedés kockázata: 0,4 naptényezőjű árnyékoló szerkezettel $Q_{sdnyár} = 1399,84 \text{ W}$ és $\Delta t_{bnyár} = 1,79 \text{ K}$.

9. Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számítása

Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség a belső és a külső hőmérséklet különbségének az az értéke, amely mellett a (passzív sugárzási és belső) nyereségáramok fedezik az épület (tervezési légcsereszám mellett kialakuló) hővesztését.

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N q_b}{\sum AU + \sum \Psi + 0,35nV} + 2$$

A sugárzási energiahozam értékei a különböző tájolásokra a 3. mellékletben az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához előírt tervezési adatok. A direkt sugárzási nyereség:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U I_b g = 0,5 * (2 * 0,65 * 27 + 14 * 0,65 * 96 + 24 * 0,65 * 50) = 844,35 \text{ W}$$

Indirekt sugárzási nyereség (üvegház, Trombe fal...) nincsen. A TNM 3. melléklet tervezési adataival lakóépület esetén a légcsereszám $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$, a belső hőnyereség átlagos értéke $q_b = 5 \text{ W/m}^2$.

$$\Delta t_b = \frac{844,35 + 0 + 150 \cdot 5}{252,78 + 0,35 \cdot 0,5 \cdot 403,2} + 2 = 6,809 \text{ K}$$

Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség kisebb, mint 8 K. A fűtési idény hossza a 3. melléklet C) I. 1. táblázata szerint 4400 h/a, a fűtési hőfokhíd 72000 hK/a.

10. Az éves nettó fűtési energiaigény számítása (TNM 2. melléklet IV.4. képlet):

$$Q_F = HV(q + 0,35n)\sigma - Z_F A_N q_b$$

Az éves fűtési hőfokhíd ezredrésze $H = 72 \text{ hK}/1000a$, a fűtési idény hosszának ezredrésze $Z_F = 4,4 \text{ h}/1000a$. A szakaszos fűtés hatását kifejező korrekciós szorzó $\sigma = 0,9$. Az éves nettó fűtési energiaigény:

$$Q_F = 72 * 450 * (0,455 + 0,35 * 0,5) * 0,9 - 4,4 * 150 * 5 = 15082,62 \text{ kWh/a}$$

Egységnyi alapterületre vetítve: $q_f = 100,55 \text{ kWh/m}^2a$, az egyszerűsített módszerrel meghatározott értékhez képest 8 %-kal kevesebb.

11. A gépészeti rendszerek primer energiaigénye

A gépészeti rendszerek primer energiaigényét az egyszerűsített módszer szerint számítjuk. Az előzőekhez képest csak a fűtési rendszer energiaigénye változik az éves nettó fűtési energiaigény csökkenése miatt (*TNM 2. melléklet VI.1.a. képlet*):

$$E_F = (100,55 + 3,3 + 2,5 + 0) * (1,24 * 1 * 1) + (1,24 + 0 + 0,66) * 2,5 = 136,63 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

12. Az összesített energetikai jellemző számítása:

$$E_P = 136,63 + 40,74 + 0 + 0 + 0 = 177,37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az összesített energetikai jellemző megengedett legnagyobb értéke:

$$E_P = 205,2 \text{ kWh/m}^2\text{a} > 177,37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület a harmadik követelményszintet teljesíti!

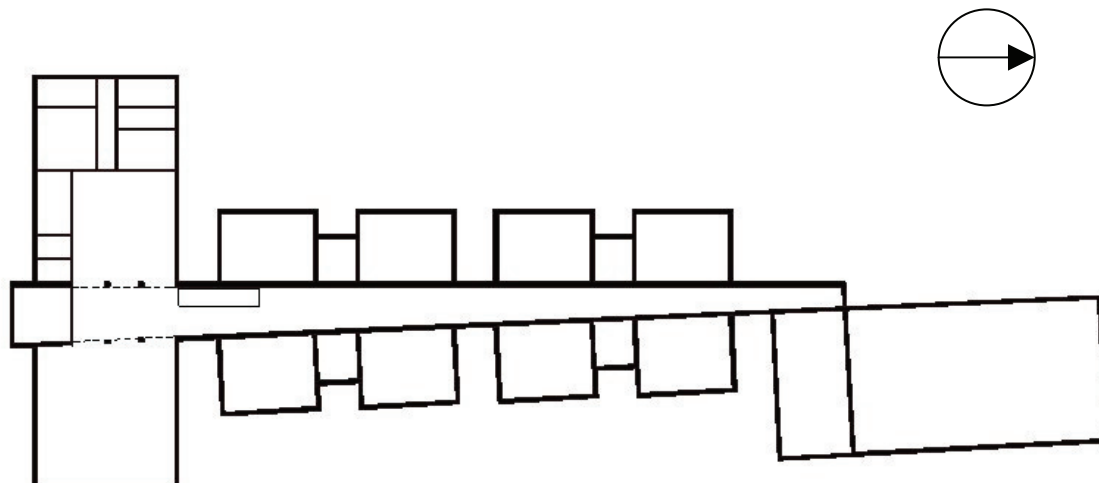
Ha ugyanebben az épületben a használati melegvízellátásra csúcson kívüli árammal működő elektromos bojleret használnak, akkor annak fajlagos primer energiafogyasztása $68,04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Ezzel az összesített energetikai jellemző $204,67 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ értékre nő, az épület így is teljesíti a harmadik követelményszintet.

A részletes számítással igazolható, hogy az épület a kedvező sugárzási nyereség miatt még kedvezőtlenebb gépészeti rendszer esetén is az előírt U határértékeknek megfelelő szerkezetekkel kielégíti az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelményt.

15.4. Iskola épület egyéb rendeltetésű terekkel – tervezési példa

Geometriai adatok

Kétszintes, lapostetős 16 tantermes általános iskola tornateremmel, konyhával és étteremmel, talajon fekvő padlóval.



15.8. ábra Az iskola alaprajza

Nettó fűtött szintterület:	$A_N = 2269 \text{ m}^2$
Ebből előadóterem:	$A_N = 147 \text{ m}^2$
Ebből konyha+étterem:	$A_N = 212 \text{ m}^2$
Ebből tornaterem:	$A_N = 344 \text{ m}^2$
Belmagasság:	$bm = 3,5 \text{ m}$, tornaterem és előadóterem $bm = 7 \text{ m}$
Külső homlokzat területe:	$A_{homl} = 2457,05 \text{ m}^2$
Ebből tömör fal:	$A_{fal} = 1652,1 \text{ m}^2$
Ebből ajtó:	$A_{ajtó} = 30 \text{ m}^2$
Ebből ablak:	$A_{ablak} = 775 \text{ m}^2$
Üvegezett felület:	$A_{ü} = 620 \text{ m}^2$
É-i tájolású	$A_{Ü,É} = 25 \text{ m}^2$
K-Ny-i tájolású	$A_{Ü,K-N} = 445 \text{ m}^2$ (mobil külső árnyékolóval)
D-i tájolású	$A_{Ü,D} = 150 \text{ m}^2$ (mobil külső árnyékolóval)
Lapostető:	$A_{tető} = 1380 \text{ m}^2$
Alsó zárófödém:	$A_{padló} = 1380 \text{ m}^2$
A burkolófelület összesen:	$A = A_{homl} + A_{tető} + A_{padló} = 2457 \text{ m}^2 + 1380 \text{ m}^2 + 1380 \text{ m}^2 = 5217 \text{ m}^2$
Fűtött térfogat:	$V = A_N * bm = 2 * 1380 * 3,5 = 9660 \text{ m}^3$
A padló kerülete:	$l_{padló} = 351 \text{ m}$
A padlószint magassága:	$0,3 \text{ m}$

A hőhidak hossza:

- Pozitív falsarkok	182 fm
- Nyílászárók kerületei	1240 fm
- Födém-külső fal	1053 fm
<hr/>	
Külső falak hőhídjai:	2475 fm
Erősen hőhidas: $2475/2457 = 1,01 \text{ fm/m}^2$,	
<hr/>	
- Lapostető hőhídjai (attikafalak és tetőfelépítmények):	432 fm
Erősen hőhidas: $432/1380 = 0,32 \text{ fm/m}^2$, $\chi = 0,20$	

Ez az épület kétféle tércsoportot tartalmaz:

- iskola tantermekkel, szertárakkal, előadóval, zsibongóval, közlekedő terekkel, iroda- és mellékhelyiségekkel, erre a szabályozás előírja az összesített energetikai jellemző határértékét,
- „vendéglátó” és sport célú tereket, amelyekre a szabályozás nem rögzíti az összesített energetikai jellemző értékét, mivel az a használati mód és a technológia szempontjából igen sokféle lehet (adagok száma, műszakok száma, használat időtartama, medencevíz hőmérséklete, stb.)

Ilyen esetekben a követendő eljárás a következő:

- természetesen a határolószerkezetekre vonatkozó követelményeket (U megengedett legnagyobb értéke) be kell tartani,
- természetesen az épület egészére a teljes épület felület/térfogat viszonya alapján előírt fajlagos hőveszteségtényező követelményértéket be kell tartani, (hiszen a szabályozásnak ez a két szintje az épület rendeltetésétől, a használat módjától független),
- az épületben ki kell jelölni azt a részt, amelyre – rendeltetése alapján - az összesített energetikai jellemző követelményértéke elő van írva – jelen esetben ez az „iskola”,
- erre a részre külön megállapítandó a felület/térfogat arány (itt a felületek között szerepelnek azok a határolások is, amelyek a kijelölt részt a többitől elválasztják – jelen esetben ez az „iskola” és a sport és „vendéglátó” célú terek közötti határolás,
- erre a részre ennek a felület/térfogat aránya alapján kell az iskolákra vonatkozó összesített energetikai jellemző követelményértékét megállapítani és betartani.

A fajlagos hőveszteségtényező meghatározása az egyszerűsített módszerrel

1. A felület/térfogat arány számítása a teljes épületre:

$$A/V = 5217 / 9660 = 0,54 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

2. A fajlagos hőveszteségtényező határértékének leolvasása a felület/térfogatarány és a rendeltetés függvényében.

A megengedett fajlagos hőveszteségtényező a *TNM 1. melléklet II.1. képletbe* behelyettesítve vagy az 1. ábráról leolvasva $q_m = 0,291 \text{ W/m}^3\text{K}$.

3. A fajlagos hőveszteségtényező tervezett értékének eldöntése:

Az adott épületben gázüzemű fűtés van, a fajlagos hőveszteségtényező tervezett értéke feltételezhetően megegyezhet a határértékkel.

4. A határolószervezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározása

Az egyszerűsített módszer szerint a fajlagos hőveszteségtényező:

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

Ha a sugárzási nyereséget nem vesszük figyelembe (a biztonság javára történő elhanyagolás):

$$Vq = A_{fal}U_{R,fal} + A_{ablak}U_{ablak} + A_{ajtó}U_{ajtó} + A_{tető}U_{R,tető} + l_{padló}\Psi_{padló}$$

A bal oldalon a fűtött térfogat és a megcélzott fajlagos hőveszteségtényező szorzata áll, azaz az egész épület tervezett hőveszteségtényezője:

$$Vq = 9660 * 0,291 = 2813,24 \text{ W/K}$$

Az üvegezett szerkezetek hőátbocsátási tényezője legyen $U_{ablak} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, összesített sugárzásátbocsátó képességük $g = 0,65$. A bejárati ajtók hőátbocsátási tényezője legyen $U_{ajtó} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. A külső nyílászárók hőveszteségtényezője:

$$AU = 775 * 1,6 + 30 * 1,8 = 1294 \text{ W/K}$$

A talajon fekvő padlószervezet hővezetési ellenállását a kerület mentén 1,5 m széles sávban $R = 2 \text{ m}^2\text{W/K}$ -nek véve a vonalmenti hőátbocsátási tényező a *TNM 3. melléklet C) III. 1. táblázata* alapján $1,05 \text{ W/mK}$. A hőveszteségtényező:

$$l_{padló}\Psi_{padló} = 351 * 1,05 = 368,55 \text{ W/K}$$

A falra és lapostetőre marad $2813,24 - 1294 - 368,55 = 1150,7 \text{ W/K}$. E két szerkezet átlagos hőátbocsátási tényezője:

$$U = 1150,7 / (1652 + 1380) = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ez kielégíthető például a következő változattal:

- Lapostetőre legyen $U_{tető} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ (a határérték). A lapostető a fajlagos hőhíd hossz alapján erősen hőhidas, a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező $\chi = 0,2$. A lapostető hőveszteségtényezője:

$$AU_{R,tető} = 1380 * 1,2 * 0,25 = 414 \text{ W/K}$$

A külső falra marad $1150,7 - 414 = 736,7 \text{ W/K}$. A fal a hőhidak hosszának fajlagos mennyisége alapján a *TNM 1. melléklet 4.2. táblázata* szerint az erősen hőhidas kategóriába sorolható be. Egyrétegű falat feltételezve a hőhidak hatását $\chi = 0,4$ korrekciós tényezővel vehetjük figyelembe. Ekkor a rétegtervi hőátbocsátási tényező maximális értéke:

$$U_{fal} = 736,7 / 1652 / 1,4 = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ez a hőátbocsátási tényező egyrétegű falazattal reálisan alig teljesíthető. Legyen a fal kívülről hőszigetelt. Ekkor a korrekciós tényező $\chi = 0,3$, a rétegtervi hőátbocsátási tényező maximális értéke $U_{fal} = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ez az érték a szerkezetre vonatkozó követelmény szempontjából is elfogadható.

A hőveszteségtényezőre vonatkozó követelmény többféle rétegterv kombinációval is kielégíthető. Ha mégis egyrétegű falat szeretnénk, alkalmazzunk jobb minőségű ablakokat. A talajon fekvő padló, ajtó és a lapostető maradjon változatlan, az ablak hőátbocsátási tényezője legyen $U_{ablak} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ekkor a külső fal hőveszteségtényezője $969,2 \text{ W/K}$ lehet. A rétegtervi hőátbocsátási tényező maximális értéke:

$$U_{fal} = 969,2 / 1652 / 1,4 = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}, \text{ a határérték.}$$

5. A nyári túlmelegedés kockázatának jellemzése.

Számítandó a belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sdnyár} + Aq_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35n_{nyár}V}$$

Ehhez meg kell határozni a nyári sugárzási hőterhelést (zavartalan benapozást feltételezve, az adott tájolásra vonatkozó *TNM 3. melléklet* szerinti intenzitás adattal) az esetleges társított szerkezet hatását is figyelembe véve. A sugárzási hőterhelés 25 m² északi, 595 m² K-NY-D tájolású ablakot és 0,75 naptényezőjű mobil árnyékoló szerkezetet feltételezve:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_U I_{nyár} g_{nyár} = 25 * 85 * 0,65 + 595 * 150 * 0,65 * 0,75 = 44890,6 \text{ W}$$

A légcsereszám a *TNM 3. mellékletben* nyári feltételekre megadott értékekkel $n_{nyár} = 5$, ha éjszakai szellőztetés lehetséges és egy homlokzaton vannak nyitható nyílások.

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{44890,6 + 2269 \cdot 9}{2813,2 + 0,35 \cdot 5 \cdot 9660} = 3,3K > 3K$$

A belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége nagyobb, mint 3 K, a túlmelegedés kockázata nem fogadható el! Alkalmazzunk olyan társított szerkezetet, amellyel a kockázat elfogadható szintű, a naptényező legyen például 0,6. Ekkor a sugárzási hőterhelés 36188,75 W, a belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége pedig:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{36188,75 + 2269 \cdot 9}{2813,2 + 0,35 \cdot 5 \cdot 9660} = 2,87K < 3K$$

A túlmelegedés kockázata elfogadható!

A fajlagos hővesztéstényező meghatározása a részletes számítási eljárás egyes lépéseit alkalmazva

1. A felület/térfogat arány számítása:

$$A/V = 5217 / 9660 = 0,54 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

2. A fajlagos hővesztéstényező határértékének leolvasása a felület/térfogatarány és a rendeltetés függvényében.

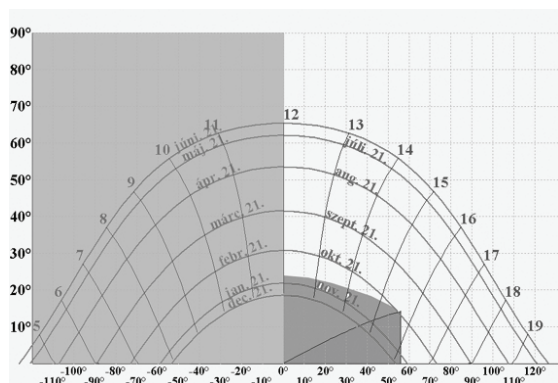
A megengedett fajlagos hővesztéstényező a *TNM 1. melléklet II.1. képletbe* behelyettesítve vagy az 1. ábráról leolvasva $q_m = 0,291 \text{ W}/\text{m}^3\text{K}$.

3. A fajlagos hővesztéstényező tervezett értékének eldöntése:

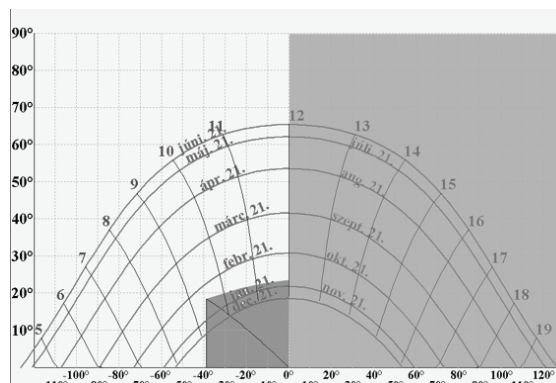
Az adott épületben gázüzemű fűtés van, a fajlagos hővesztéstényező tervezett értéke feltételezhetően megegyezhet a határértékkel.

4. A transzparens szerkezetek benapozásának ellenőrzése homlokzatonként.

A déli homlokzatot nem árnyékolja akadály. A keleti és nyugati tájolású tanterem és a közlekedő bizonyos ablakait a homlokzatsík elé ugró épületrészek árnyékolhatják. Vizsgáljuk meg a fejpület melletti két tanterem benapozottságát a homlokzat középpontjában! A következő árnyékmáskot kapjuk:



15.9. ábra Fejpület melletti nyugati tanterem ablaka



15.10. ábra Fejpület melletti keleti tanterem ablaka

A nappályadiagram szerint az ablakok novemberben nem benapozottak. November 15-től március 15-ig a felületeket átlagosan kb. két órán át éri sugárzás (részleges benapozottság). A többi tanterem ablaka benapozott. A közlekedők és a szertárak benapozottságát ellenőrizni kell. Ettől most eltekintünk és ezeknek az ablakoknak a sugárzási nyereségét az északi tájolásra vonatkozó értékkel számítjuk (a benapozottság nem bizonyított).

Nyáron az üvegezett szerkezetek benapozottak, vagy árnyékoltságuk nem bizonyított.

5. Az épület fajlagos hőtároló tömegének számítása

A födémek legyenek vasbeton lemezek. Ha nem alkalmazunk álmennyezetet, illetve az aljzatbeton fölött nincs hőszigetelő réteg (pl. padlószőnyeg), csak a födémek nettó padlófelületre vetített hőtároló tömege kb. $(0,1 \text{ m} + 0,06 \text{ m}) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 384 \text{ kg/m}^2$. Ehhez hozzáadódik még a külső és belső falak hőtároló tömege, így az épület fajlagos hőtároló tömege biztosan meghaladja a 400 kg/m^2 -t. Az épület ezek alapján nehéznek minősül.

6. A sugárzási nyereségek meghatározása

A keleti és nyugati üvegezett felületek közül 120 m^2 benapozottságát nem bizonyítottuk, 253 m^2 benapozott és 72 m^2 részlegesen benapozott. A részleges benapozottság esetén a figyelembe vehető sugárzási energiahozam $Q_{TOT} = 100 + 100/2 = 150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. A hasznosítási tényező $0,75$. Az üvegezett szerkezetek összesített sugárzásátbocsátó képességét $g = 0,65$ -nek véve a direkt sugárzási nyereség a fűtési idényre:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\bar{U}} g Q_{TOT} = 0,75 * ((25 + 120) * 0,65 * 100 + 150 * 0,65 * 400 + 253 * 0,65 * 200 + 72 * 0,65 * 150) = 66251,25 \text{ kWh/a}$$

A direkt sugárzási nyereség az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\bar{U}} I_b g = 0,75 * ((25 + 120 + 72) * 0,65 * 27 + 150 * 0,65 * 96 + 253 * 0,65 * 50) = 16043,14 \text{ W}$$

Célszerűen ehhez a lépéshez kötve a nyári sugárzási hőterhelés 0,75 naptényezőjű mobil árnyékoló szerkezetet feltételezve:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_U I_{nyár} g_{nyár} = 25 * 85 * 0,65 + 595 * 150 * 0,65 * 0,75 = 44890,6 \text{ W}$$

7. A határolószervezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározása

A részletes módszer szerint a fajlagos hővesztéstényező:

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

A fajlagos hővesztéstényezőben a sugárzási nyereségáram: $66251,25 / 72 = 920,16 \text{ W/K}$, az egységnyi fűtött térfogatra jutó érték $0,096 \text{ W/m}^3\text{K}$. A fajlagos hővesztéstényezőnek a transzmissziós veszteségeket kifejező tagja így $0,291 + 0,096 = 0,386 \text{ W/m}^3\text{K}$ értéket vehet fel. Az egész épület transzmissziós veszteségei ezzel $9660 * 0,386 = 3733,4 \text{ W/K}$ értéket vehetnek fel.

Ez kielégíthető, ha minden elemre a szerkezetre vonatkozó megengedett legnagyobb rétegtervi hőátbocsátási tényezőt választjuk. Mivel a csomópontok pontos kialakítását még nem ismerjük, a hőhídatást az egyszerűsített módszerrel vesszük figyelembe:

- Ablakok: $AU_{ablak} = 775 * 1,6 = 1240 \text{ W/K}$
- Ajtó: $AU_{ajtó} = 30 * 1,8 = 54 \text{ W/K}$
- Tetőfödém: $AU_{R,tető} = 1380 * 1,2 * 0,25 = 414 \text{ W/K}$
- Talajon fekvő padló: $l_{padló} \Psi_{padló} = 351 * 1,05 = 368,55 \text{ W/K}$
- Külső fal (egyrétegű): $AU_{R,fal} = 1652,05 * 1,4 * 0,45 = 1040,8 \text{ W/K}$

Az épület hővesztéstényezőjének transzmissziós veszteségeket kifejező tagja $3117,3 \text{ W/K}$, az épületre megengedettnél kisebb. A fajlagos hővesztéstényező: $3117,3/9660 - 0,096 = 0,227 \text{ W/m}^3\text{K}$!

A fajlagos hővesztéstényező kedvezőbb értékét a részletes számítás igazolta, enyhébb a hőszigetelésre vonatkozó követelmény, de a túlzott enyhítés lehetőségét a szerkezetekre vonatkozó minimumkövetelmények kizárják.

8. Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számítása

Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség a belső és a külső hőmérséklet különbségének az az értéke, amely mellett a (passzív sugárzási és belső) nyereségáramok fedezik az épület (tervezési légcsereszám mellett kialakuló) hővesztését.

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N q_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35nV} + 2$$

A TNM 3. melléklet tervezési adataival oktatási épület esetén a légcsereszám $n = 0,9 \text{ h}^{-1}$, a belső hőnyereség átlagos értéke $q_b = 9 \text{ W/m}^2$.

$$\Delta t_b = \frac{16043,14 + 2269 \cdot 9}{3117,34 + 0,35 \cdot 0,9 \cdot 9660} + 2 = 7,9 \text{ K}$$

A fűtési időny hossza 4400 h, a fűtési hőfokhíd 72000 hK, az egyszerűsített módszerhez képest nem változik.

9. A nyári túlmelegedés kockázatának jellemzése

A légcsereszám a *TNM 2. mellékletben* nyári feltételekre megadott értékekkel $n_{nyár} = 5$, ha éjszakai szellőztetés lehetséges és egy homlokzaton vannak nyitható nyílások.

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{44890,6 + 2269 \cdot 9}{3117,3 + 0,35 \cdot 5 \cdot 9660} = 3,26K > 3K$$

A belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége nagyobb, mint 3 K, a túlmelegedés kockázata nem fogadható el. Alkalmazzunk olyan társított szerkezetet, amellyel a kockázat elfogadható szintű, a naptényező legyen például 0,6. Ekkor a sugárzási hőterhelés 36188,75 W, a belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége pedig:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{36188,75 + 2269 \cdot 9}{3117,34 + 0,35 \cdot 5 \cdot 9660} = 2,83K < 3K$$

A túlmelegedés kockázata elfogadható.

Az összesített energetikai jellemző meghatározása

Míg a hővesztéstényező követelményértéknek való megfelelést az épület egészére kellett vizsgálni, az épület összesített energetikai jellemzőjére már csak az oktatási funkciójú épületrészekre ad követelményt a *TNM 1. melléklet (III. 4.)*. Ennek tükrében fejtegetéseinket két irányban folytatjuk tovább:

A) Meghatározzuk az összesített energetikai jellemzőt csak az oktatási funkciójú épületrészekre mesterséges szellőzést tételezve fel az előadóteremben és a tantermekben.

Itt csak az oktatási épületrészre vonatkozó $\Sigma A/V$ -ből kell kiindulni a követelményértékek meghatározásánál.

B) Meghatározzuk az összesített energetikai jellemzőt csak az oktatási funkciójú épületrészekre természetes szellőzést tételezve fel az előadóteremben és a tantermekben.

Itt is csak az oktatási épületrészre vonatkozó $\Sigma A/V$ -ből kell kiindulni a követelményértékek meghatározásánál.

Kiindulásképpen határozzuk meg az oktatási épületrészre vonatkozó geometriai adatokat:

$$\Sigma A_{okt} = 3856 \text{ m}^2$$

Ebbe bele értendők például a konyha és a szomszédos – már oktatási funkcióba sorolt terek közötti felületek is, függetlenül attól, hogy azok fűtött térrel érintkeznek. Továbbá:

$$\begin{aligned} V_{okt} &= 6468 \text{ m}^3 \\ \Sigma A_{okt}/V_{okt} &= 0,60 \text{ m}^2/\text{m}^3 \text{ (a teljes épületre } \Sigma A/V = 0,54 \text{ m}^2/\text{m}^3 \text{ volt)} \\ A_{N,okt} &= 1703 \text{ m}^2 \text{ (a teljes épületre } A_N = 2269 \text{ m}^2 \text{ volt)} \end{aligned}$$

Az összesített energetikai tényezőkre vonatkozó követelmények ebből:

Csak az oktatási épületrészre:

$$EP_{max,okt} = 138,6 \text{ kWh/m}^2\text{év}$$

Ha az egész épületben oktatási funkciót tételeznénk fel (csak érdekességképpen):

$$EP_{max} = 129,4 \text{ kWh/m}^2\text{év}$$

Ettől a ponttól a két esetet külön vizsgáljuk. Célszerű a szellőzéssel kezdeni, mert annak adatai befolyásolják a fűtésre vonatkozó számítást.

A) változat

7A. Szellőzés

Miután leválasztjuk a nem oktatási funkciójú tereket (konyha, étterem, tornaterem), gépi szellőzés és légfűtés csak az előadóban és a tanterekben marad. Ezek összapterülete 947 m², de az oktatási részhez tartozik még 756 m² egyéb tér is, mely tisztán természetes úton szellőzik. Az egyéb terek fűtési hőfelhasználását a légtechnika üzemidejében „A belső környezet paramétereinek ellenőrzése” c. fejezetben határozzuk meg, most csak a gépi szellőzésű terekkel foglalkozunk. Az oktatási rész nettó alapterülete 1703 m².

A szellőztetett terekre vonatkozó értékek:

	előadó	tanterem (16 terem)	összesen
alapterület [m ²]	147	800	947
fűtött térfogat [m ³]	1029	2800	3829
szellőzés módja	hővisszanyerős tisztá friss levegős	hővisszanyerős tisztá friss levegős	
légcsereszám üzemidőben (n _{LT}) (TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat)	2,5	2,5	2,5
V _{LT} [m ³ /h]	2572	7000	9572
Δp _{LT} [Pa]	600	1200	
Z _{a,LT} [h/a,1000].	1,2	1,2	
Ventilátorok száma	2	2	4
E _{vent} [kWh/a]	935*2	5091*2	12053
Q _{LT,n} [kWh/a]	5942	16170	22112

A tanterekben, az előadóban a TNM 3. melléklet szerinti légcsereszámokkal számoltunk, kiegyenlített hővisszanyerős szellőzésben gondolkoztunk. A szellőzési rendszer fajlagos primer energia igénye (TNM 2. melléklet VIII.1.a) képlet):

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

A rendszer nyomásvesztését annak méretezése után tudjuk pontosan meghatározni. Becslésképpen a ventilátort a szállított térfogatáram alapján választhatjuk ki és annak jelleggörbéjét használhatjuk fel a tervezett munkapont meghatározásához. A munkapont megadja a becsült vagy célzott nyomásvesztéséget.

Először a ventilátorok villamos teljesítményigényét határozzuk meg:

$$E_{VENT} = \frac{V_{LT} \Delta p_{LT}}{3600 \eta_{vent}} Z_{a,LT} \quad (TNM 2. melléklet VIII.2. képlet)$$

A ventilátorok hatásfokát a TNM 2. melléklet VIII.2. 1. táblázatból a térfogatáram függvényében határozhatjuk meg.

Feltételezzük, hogy valamennyi ventilátor szeptember elejétől június végéig (10 hónap) minden hétköznap (havi 20 nap) napi 6 órát üzemel, azaz

$$Z_{a,LT} = 10 * 20 * 6 / 1000 = 1,2 \text{ [h/a,1000].}$$

A hidraulikai számítás alapján (mely a szakma szabályai szerint történik és itt csak az eredményét közöljük) határozható meg a légtechnikai hálózat nyomásvesztése (lásd a táblázatban).

A következő lépés a légtechnikai rendszer nettó éves hőenergia igényének meghatározása (*TNM 2. melléklet VIII.3. képlet*):

$$Q_{LT,h} = 0,35Vn_{LT}(1 - \eta_r)Z_{LT}(\overline{t_{bef}} - 4) \quad [kWh/a]$$

A kiegyenlített rendszerekben 60%-os hatásfokú hővisszanyerőket feltételezünk, a befűvási hőmérséklet 25 °C, a fűtési idény hossza 4400 h, mely során hétköznapokon (5/7) napi 6 órát üzemel a légtechnika:

A teljesítmény és az igény illesztésének pontatlansága miatti veszteség fajlagos értékét a *TNM 2. melléklet VIII.4. 1. táblázatból* olvashatjuk ki. Helyiségenkénti szabályozást feltételezve $f_{LT,sz} = 5\%$.

A levegő elosztás veszteségét elhanyagolhatjuk, ha a szállított levegő és a környezeti levegő közötti hőmérsékletkülönbség 15 °C alatt van. Mivel a vezetékek az iskolában mindenütt fűtött térben haladnak élhetünk az elhanyagolással, azaz: $Q_{LT,v} = 0 kWh/a$.

A rendszer villamos segédenergia fogyasztását a rendszer megtervezése után, annak részleteinek pontos ismeretében tudjuk meghatározni. Annak értéke viszont a ventilátorok villamos energiaigényéhez képest nagyon kicsi, ezért elhanyagoljuk: $Q_{LT,s} \cong 0 kWh/a$.

A levegő elosztás veszteségét, valamint a rendszer villamos segédenergia fogyasztását a fentiek szerint elhanyagolva: $Q_{LT,v} = 0 kWh/a$ és $Q_{LT,s} \cong 0 kWh/a$.

Már csak néhány adat hiányzik a légtechnika fajlagos primer energiaigényének meghatározásához. Feltételezzük, hogy a légfűtéshez a hőt ugyanaz a gázkazán szolgáltatja, amit a hagyományos fűtéshez is alkalmazunk. Ennek teljesítménytényezője $C_k = 1,16$. A primer energia átalakítási tényezők $e_{LT} = 1$ (gázkazán), illetve $e_v = 2,5$ (. Most már minden adat ismert: Most már minden adat ismert:

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

$$= \left\{ [22112(1 + 0,05) + 0] 1,16 \cdot 1,0 + (12053 + 0) 2,5 \right\} \frac{1}{1703} = 34 \quad kWh/m^2a$$

8A. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

A fűtés éves nettó hőenergia igényét két részletben kell meghatározni, mert más képlettel számoljuk a szakaszos légfűtéssel ellátott tereket és a tisztán természetes szellőzésű tereket. A légfűtéses terek nettó fűtési energiaigénye (*TNM 2. melléklet IV.5.3. képlet*):

$$Q_{F1} = HV \left(q + 0,35n_{inf} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} \right) \sigma + 0,35n_{LT} V (t_i - \overline{t_{bef}}) Z_{LT} - Z_F A_N q_b$$

A hőfokhíd $H=72$, a fűtési idény hossza $Z_F=4,4$ a fajlagos hővesztéstényező értéke $q=0,291 W/m^2K$, a légcserezám a használati időn kívül $n_{inf} = 0,3 h^{-1}$, a belső hőnyereség átlagos értéke $q_b = 9 W/m^2$, a szakaszos fűtés hatását kifejező korrekciós szorzó $\sigma = 0,8$. A megkívánt belső hőmérséklet $t_i = 20$ °C, a befűvási hőmérséklet $t_{bef} = 25$ °C és a légtechnika éves üzemidejének ezredrésze (aW/kW váltószám miatt van az ezerrel való osztás) $Z_{LT} = 0,786$.

A fűtött térfogat $V = 3829 \text{ m}^3$, a nettó alapterület $A_N = 947 \text{ m}^2$ (ezek a mesterségesen szellőztetett terekre vonatkoznak), valamint a légtechnika üzemidejében a légcsereszám $n_{LT} = 2,5 \text{ h}^{-1}$. Behelyettesítve:

$$Q_{F1} = 72 \cdot 3829 \left(0,291 + 0,35 \cdot 0,3 \frac{4,4 - 0,786}{4,4} \right) 0,9 + 0,35 \cdot 2,5 \cdot 3829 (20 - 25) 0,786 - 4,4 \cdot 947 \cdot 9$$

$$Q_{F1} = 32589 \text{ kWh/a}$$

A természetes szellőztetésű épületrész térfogata $V=2639 \text{ m}^3$, alapterülete $A_N=756 \text{ m}^2$. Ezen terek nettó fűtési energiaigénye (TNM 2. melléklet IV.4. képlet):

$$Q_{F2} = HV(q + 0,35n)\sigma - Z_F A_N q_b$$

ahol a napi átlagos légcsereszámmal számolhatunk. Ennek értéke a TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat szerint $n_{\text{inf,átl}} = 0,9 \text{ h}^{-1}$. Behelyettesítve:

$$Q_{F2} = 72 \cdot 2639 (0,291 + 0,35 \cdot 0,9) 0,9 - 4,4 \cdot 756 \cdot 9 = 62212 \text{ kWh/a}$$

Az oktatási épületrész nettó fűtési hőenergia igénye:

$$Q_F = Q_{F1} + Q_{F2} = 32589 + 62212 = 94801 \text{ kWh/a}$$

Fajlagosan pedig:

$$q_F = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{94801}{1703} = 55,7 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$$

9A. A fűtés fajlagos primer energia igénye

Ezután rátérhetünk a fűtés fajlagos primer energia igényének meghatározására. Az iskolában a hőt központi gázkazán szolgáltatja a radiátoros központi fűtésnek, a légfűtésnek és a HMV-nek. A radiátorok termosztatikus szelepekkel vannak ellátva, a fűtés 75/65 °C-os rendszerű, a keringető szivattyú változó fordulatszámú. A fűtés fajlagos primer energia igényének képlete (TNM 2. melléklet VI.1.a. képlet):

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

Ahol:

- Mivel központi rendszerről van szó, az alapterület függő értékeknél a teljes nettó alapterületet kell venni, ez 2269 m^2 .
- A fűtött téren kívül elhelyezett, állandó hőmérsékletű kazánt figyelembe véve teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (TNM 2. melléklet VI.2. 1. táblázata): $C_k = 1,16$, $q_{k,v} = 0,18 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$
- A gázkazán az egyetlen hőtermelő, így a lefedési arány $\alpha_k = 1,0$.
- A hőelosztás fajlagos veszteségének meghatározásához: a rendszer 75/65 °C-os, de a TNM 2. melléklet VI.3. 1. táblázata ilyen nem kínál. Ezért hozzá legközelebb eső 70/55 °C fűtővíz hőmérsékletet alapul véve (vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren kívül) $q_{f,v} = 1,8 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$.
- A hőelosztás villamos segédenergia igénye a fordulatszám szabályozású szivattyút, radiátorokat (szabad fűtőfelület) tekintve (TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata) $E_{FSz} = 0,24 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$.

- A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek termodinamikai szelepek (2K arányossági sávval) esetén (TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata): $q_{f,h} = 3,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A rendszerben tároló nincs, így $q_{f,t} = 0$, $E_{FT} = 0$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata) $e_f = 1,0$, a villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

$$E_F = (31 + 3,3 + 1,8 + 0) \cdot \sum (1,16 \cdot 1,0 \cdot 1,0) + (0,24 + 0 + 0,18)2,5 = 44,9 \quad \text{kWh/m}^2\text{a}$$

A nettó fűtési hőenergia igényt, ami $q_F = 45,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, behelyettesítve

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

$$E_F = (55,7 + 3,3 + 1,8 + 0) \cdot \sum (1,16 \cdot 1,0 \cdot 1,0) + (0,24 + 0 + 0,18)2,5 = 71,54 \quad \text{kWh/m}^2\text{a}$$

10A. A HMV fajlagos primer energia igénye

A központi rendszerű HMV ellátás cirkulációval működik. A készülék és a vezetékek a fűtött téren kívül vannak. A primer energiaigény képlete (TNM 2. melléklet VII.1.a. képlet):

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

Ahol:

- Mivel központi rendszerről van szó, az alapterület függő értékeknél a teljes nettó alapterületet kell venni, ez 2269 m^2 .
- A használati melegvíz nettó hőenergia igénye a TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat szerint oktatási funkció esetén $q_{HMV} = 7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Az állandó hőmérsékletű gázkazánt figyelembe véve a teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata): $C_k = 1,26$, $E_K = 0,069 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A gázkazán az egyetlen hőtermelő, így a lefedési arány $\alpha_k = 1,0$.
- A tároló a fűtött téren kívül található, azaz (TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázat második fele) $q_{HMV,t} = 0,04 \cdot q_{HMV} = 0,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A melegvíz elosztás veszteségei cirkulációval, elosztás a fűtött téren belül (TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázata): $q_{HMV,v} = 0,12 \cdot q_{HMV} = 0,84 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. $E_C = 0,14$ (TNM 2. melléklet VII.5. 1. táblázata).
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata) $e_{HMV} = 1,0$. A villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A TNM 3. melléklet IV. 1. táblázatban található oktatási épületekre ajánlott értékkel: $q_{HMV} = 7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ számolunk. A tárolási és az elosztási veszteségek ezzel arányosak, így azok értéke: $q_{HMV,t} = 0,04 \cdot q_{HMV} = 0,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, $q_{HMV,v} = 0,12 \cdot q_{HMV} = 0,84 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

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

$$E_{HMV} = (7 + 0,84 + 0,28) \cdot \sum (1,26 \cdot 1,0 \cdot 1,0) + (0,14 + 0,069)2,5 = 10,8 \quad \text{kWh/m}^2\text{a}$$

11A. A világítás, a hűtés fajlagos primer energia igénye és az épület saját energetikai rendszereiből származó nyereségáramok

A világítás, a hűtés fajlagos primer energia igénye és az épület saját energetikai rendszereiből származó nyereségáramok:

$$E_{vil} = 18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{hü} = 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{ER} = 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

12A. Az összesített energetikai tényező számítása

$$E_P = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{vil} + E_{hü} + E_{ER} = 71,5 + 10,8 + 34,0 + 18,0 + 0 + 0 = 134,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Ez az érték alacsonyabb, mint az oktatási épületrészre előírt $E_{Pmax} = 138,6 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ (melyet csak az oktatási épületrészre vonatkozó $\Sigma A/V$ -ből határoztunk meg), vagyis a tervezett épület harmadik szintű követelménynek való megfelelését igazoltuk.

B) változat

7B. Szellőzés

Mivel a B) változat tisztán természetes szellőzésű épületet feltételez, mesterséges szellőzés nincs az épületben:

$$E_{LT} = 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

8B. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

A természetes szellőztetésű épület éves nettó fűtési hőenergia igényét a *TNM 2. melléklet IV.4. képlet* szerint számolhatjuk.

$$Q_F = HV(q + 0,35n)\sigma - Z_F A_N q_b$$

A 8A. alatt számított Q_{F2} -höz képest csak annyi a változás, hogy az oktatási rész teljes térfogatát és nettó alapterületét kell figyelembe venni: $V=6468 \text{ m}^3$, alapterülete $A_N=1703 \text{ m}^2$. Behelyettesítve:

$$Q_F = 72 \cdot 6468(0,291 + 0,35 \cdot 0,9)0,8 - 4,4 \cdot 1703 \cdot 9 = 158415 \text{ kWh/a}$$

Fajlagosan pedig:

$$q_F = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{158415}{1703} = 93 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

9B. A fűtés fajlagos primer energia igénye

A fűtés fajlagos primer energia igényének bemenő adatai az A) változathoz képest változatlanok, kivéve a nettó fűtési hőenergia igényt, ami $q_F = 93 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Behelyettesítve

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

$$E_F = (93 + 3,3 + 1,8 + 0) \cdot \sum (1,16 \cdot 1,0 \cdot 1,0) + (0,24 + 0 + 0,18)2,5 = 114,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

10B. A HMV fajlagos primer energia igénye

A HMV fajlagos primer energia igényének bemenő adatai a B) változathoz képest változatlanok, ezért értéke is:

$$E_{HMV} = 10,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

11B. A világítás, a hűtés fajlagos primer energia igénye és az épület saját energetikai rendszereiből származó nyereségáramok

A világítás, a hűtés fajlagos primer energia igénye és az épület saját energetikai rendszereiből származó nyereségáramok nem változnak, azaz

$$E_{vil} = 18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{hü} = 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{ER} = 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

12B. Az összesített energetikai tényező számítása

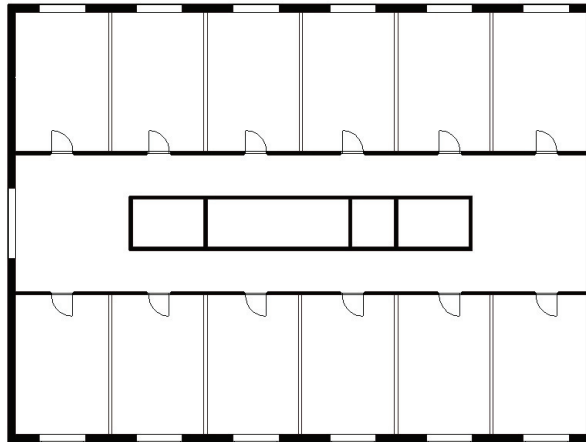
$$E_P = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{vil} + E_{hü} + E_{ER} = 114,9 + 10,8 + 0 + 18,0 + 0 + 0 = 143,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Ez az érték kissé meghaladja az oktatási épületrészre előírt $E_{Pmax} = 138,6 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ értéket, vagyis egyszerűsített számítási módszerrel természetes szellőzés esetén a harmadik szintű követelménynek való megfelelés nem igazolható.

Összevetve az A) és B) változatokat megállapítható, hogy a fajlagos primer energiaigény tekintetében az A) és a B) változatok eredményei közel azonosak, amiből arra következtethetünk, hogy az A) változatban alkalmazott hővisszanyerővel elért fűtési hőmegtakarítás kompenzálja a ventilátorok magas elektromos energiafogyasztását, sőt kis mértékben javul is az összenergia felhasználás.

15.5. Irodaház – tervezési példa

Három szint + pince + padlás, középfolyosós irodaház, a középső traktusban összevont szociális és közlekedő mag. Jellemző irodaméret 4 * 6 m. Az irodák K-Ny-i tájolásúak.



15.11. ábra Az irodaház alaprajza

Irodaház egyszerűsített számítási eljárással

1. Geometriai adatok meghatározása

Nettó fűtött szintterület:	$A_N = 3 * 24,75 m * 18,3 m = 1358,8 m^2$
Belmagasság:	$bm = 3,5 m$
Külső homlokzat területe:	$A_{homl} = 3 * 2 * 3,5 * (24,75 + 18,3) = 904,05 m^2$
Ebből tömör:	$A_{fal} = 558,55 m^2$
Ebből ajtó:	$A_{ajtó} = 8 m^2$
Ebből ablak:	$A_{ablak} = 337,5 m^2$
Az üvegezett rész területe:	$A_{\bar{U}} = 270 m^2$
É-i tájolású	$A_{\bar{U},\bar{E}} = 15 m^2$
K-Ny-i tájolású	$A_{\bar{U},K-N} = 225 m^2$ (mobil külső árnyékolóval)
D-i tájolású	$A_{\bar{U},D} = 30 m^2$ (mobil külső árnyékolóval)
Padlásfödém:	$A_{padlás} = 452,93 m^2$
Pincefödém:	$A_{pince} = 452,93 m^2$
A burkolófelület összesen:	$A = A_{homl} + A_{padlás} + A_{pince} = 904,05 + 452,93 + 452,93 = 1809,91 m^2$
Fűtött térfogat:	$V = A_N * bm = 1358,8 m^2 * 3,5 m = 4755,71 m^3$
Csatlakozási élhosszak:	
Pozitív falsarkok:	$l = 42 m;$
Nyílásszárók kerülete:	$l = 442,3 m;$
Csatlakozó födémek:	$l = 344,4 m.$

2. A burkolófelület és a fűtött térfogat arányának számítása:

$$A/V = 1809,91 / 4755,71 = 0,38 m^2/m^3$$

3. A fajlagos hőveszteségtényező határértékének leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

A fajlagos hőveszteségtényező megengedett legnagyobb értéke a *TNM 1. melléklet II.1. képletbe* behelyettesítve vagy az 1. ábráról leolvasva $q_m = 0,231 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4. A fajlagos hőveszteségtényező tervezett értékének eldöntése

Gázkazánnal üzemelő fűtési rendszer esetén vélelmezhetjük, hogy ha a fajlagos hőveszteségtényező tervezett értéke megegyezik a határértékkel, akkor az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelmény is teljesül.

5. A határolószerkezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározása

Az egyszerűsített módszer szerint a fajlagos hőveszteségtényező:

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

Ha a sugárzási nyereséget nem vesszük figyelembe (a biztonság javára történő elhanyagolás), a fajlagos hőveszteségtényező adott értékének „beállítása” annyit jelent, hogy a külső határolás három - négy - ötféle elemének és korrigált hőátbocsátási tényezőjének szorzatösszegével el kell találni a megcélzott értéket. Képletszerű formában példázva:

$$Vq = A_{fal}U_{R,fal} + A_{ablak}U_{ablak} + A_{ajtó}U_{ajtó} + A_{padlás}U_{R,padlás} + A_{pince}U_{R,pince}$$

A bal oldalon a fűtött térfogat és a megcélzott fajlagos hőveszteségtényező szorzata áll, azaz az egész épület tervezett hőveszteségtényezője:

$$Vq = 4755,71 * 0,231 = 1096,76 \text{ W/K}$$

Az üvegezett szerkezetek hőátbocsátási tényezője legyen $U_{ablak} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, összesített sugárzásátbocsátó képességük $g = 0,65$. A bejárati ajtó hőátbocsátási tényezője legyen $U_{ajtó} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. A külső nyílászárók hővesztesége:

$$AU = 337,5 * 1,6 + 8 * 1,8 = 554,4 \text{ W/K}$$

A tömör szerkezetekre marad: $1096,76 - 554,4 = 542,36 \text{ W/K}$. A padlásfödémre $0,9$, a pincefödémre $0,5$ korrekció alkalmazható, mivel nem külső levegővel, hanem fűtetlen terekkel érintkeznek. A szerkezetek átlagos hőátbocsátási tényezője:

$$U = 542,36 / (558,55 + 0,9 * 452,93 + 0,5 * 452,93) = 0,455 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Alkalmazzunk nehéz határolószerkezeteket. A szerkezet nehéznek minősül, ha az egységnyi homlokfelületre vetített fajlagos tömege nagyobb, mint 300 kg/m^2 . Ezt a feltételt bármilyen vasbeton födém és több vázkerámia falazat kielégíti. Az átlagos hőátbocsátási tényező kielégíthető például:

- Padlásfödémre legyen $U_{padlás} = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (a határérték). A *TNM 2. melléklet II. 1. táblázat* szerint a hőhidveszteség miatt a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező $\chi = 0,1$. A padlásfödém hőveszteségtényezője:

$$AU_{R,padlás} = 452,93 * 0,9 * 1,1 * 0,3 = 134,52 \text{ W/K}$$

- Pincefödémre legyen $U_{pince} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (a határérték). A 2. melléklet szerint a hőhidavesztés miatt a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező $\chi = 0,1$, ha alsó oldali hőszigetelést alkalmazunk. A pincefödém hővesztéstényezője:

$$AU_{R,pince} = 452,93 * 0,5 * 1,1 * 0,5 = 124,56 \text{ W/K}$$

- A külső falra marad $542,36 - 134,52 - 124,56 = 283,28 \text{ W/K}$. A hőhidak hatását is tartalmazó („eredő”) hőátbocsátási tényező maximális értéke lehet:

$$U_{R,fal} = 283,28 / 558,55 = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

A falra jutó hőhidak hossza összesen $828,7 \text{ fm}$, az egységnyi homlokfelületre vetített fajlagos mennyiség $0,92 \text{ fm/m}^2$. Ez alapján a fal a közepesen hőidas kategóriába sorolható be. A hőhidak hatását $\chi = 0,3$ korrekciós tényezővel figyelembe véve (egyrétegű falat megengedve) a külső fal rétegtervi hőátbocsátási tényezője nem haladhatja meg a $0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$ értéket. Ezt az értéket bizonyos megfelelő vastagságú hőszigetelő falazóblokkok külön hőszigetelés nélkül is teljesítik. Ha külső oldalon hőszigetelt falat alkalmazunk, a korrekciós tényező $\chi = 0,2$, ebből a rétegtervi hőátbocsátási tényező maximális értéke $0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$ lehet. Az értékek a szerkezetre vonatkozó követelmény szempontjából is elfogadhatók.

Természetesen a fajlagos hővesztéstényezőre vonatkozó követelmény többféle rétegterv kombinációval is kielégíthető és az adott esetben viszonylag könnyen elérhető a megengedettnél kisebb hővesztéstényező is.

6. A nyári felmelegedés kockázatának jellemzése

Számítandó a belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sdnyár} + Aq_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35n_{nyár}V}$$

Ehhez meg kell határozni a nyári sugárzási hőterhelést (zavartalan benapozást feltételezve, az adott tájolásra vonatkozó 3. melléklet szerinti intenzitás adattal) az esetleges társított szerkezet hatását is figyelembe véve. A sugárzási hőterhelés 15 m^2 északi, 255 m^2 K-NY-D tájolású ablakot és $0,75$ naptényezőjű mobil árnyékoló szerkezetet feltételezve:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_U I g_{nyár} = 15 * 85 * 0,65 + 255 * 150 * 0,65 * 0,75 = 18647,5 \text{ W}$$

A légcsereszám a 3. mellékletben nyári feltételekre megadott értékekkel $n_{nyár} = 5$, ha éjszakai szellőztetés lehetséges és egy homlokzaton vannak nyitható nyílások.

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{18647,5 + 1358,8 \cdot 7}{1096,76 + 0,35 \cdot 5 \cdot 4755,71} = 2,99 \text{ K}$$

Nehéz épületszerkezetek esetén a határérték 3 K , a túlmelegedés kockázata elfogadható.

7. A fűtés éves nettó hőenergia igénye:

Mivel a légtechnikai rendszerben a levegő felmelegítésére léghevítő (is) szolgál, a fűtési rendszerrel fedezendő nettó energiaigény a következők szerint módosul:

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

ahol:

H – a fűtési hőfokhíd ezredrésze, egyszerűsített módszer alkalmazása esetén $H = 72$;

V – a fűtött térfogat, $V = 4755,71 \text{ m}^3$;

q – a fajlagos hővesztégtényező, $q = 0,231 \text{ W/m}^3\text{K}$;

n_{inf} – légcsereszám a légtechnikai rendszer üzemszünete alatt, $n_{inf} = 0,3 \text{ 1/h}$ (3. melléklet C) IV.1. táblázat);

Z_F – a fűtési idény hosszának ezredrésze, egyszerűsített módszer alkalmazása esetén $Z_F = 4,4 \text{ h/1000a}$;

Z_{LT} – a légtechnikai rendszer működési idejének ezredrésze a fűtési idényben; az üzemórák száma a fűtési idényben az alábbi táblázat szerint $Z_{LT} = 1,27 \text{ h/1000a}$:

Fűtési idény, [nap]	Hétvége, [nap]	Munkaszünet	Munkanap	Munkaidő, [h/nap]	Z_{LT} , [h/1000a]
180	48	5	127	10	1,270

σ – a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező, $\sigma = 0,8$ (3. melléklet C) IV.1. táblázat);

n_{LT} – légcsereszám a munkaidőben, $n_{LT} = 2$ (3. melléklet C) IV.1. táblázat);

t_i – a belső hőmérséklet, $t_i = 20 \text{ °C}$;

$\overline{t_{bef}}$ – a befűjt levegő átlagos hőmérséklete a fűtési idényben, $\overline{t_{bef}} = 24 \text{ °C}$;

q_b – a belső hőterhelés fajlagos értéke, $q_b = 7 \text{ W/m}^2$ (3. melléklet C) IV.1. táblázat).

Behelyettesítve a megfelelő adatokat:

$$Q_F = 72 \times 4755,71 \times \left(0,231 + 0,35 \times 0,3 \frac{4,4 - 1,27}{4,4} \right) \times 0,8 + 0,35 \times 2 \times 4755,71 \times (20 - 24) \times 1,27 - 4,4 \times 1358,8 \times 7 = 24975,85 \text{ kWh/a}$$

A fajlagos nettó fűtési energiaigény, egységnyi padlófelületre vetítve:

$$q_F = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{24975,85}{1358,8} = 18,38 \text{ kWh/m}^2\text{a.}$$

8. A fűtés fajlagos primer energia igénye:

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

A tervezett fűtési rendszer felépítése a következő:

- az alkalmazott primer energiahordozó földgáz;
- a beépített állandó hőmérsékletű kazán az egyedüli hőtermelő és a keringtetett fűtőközeg 70/55 °C hőfoklépcsővel rendelkező melegvíz;
- a fűtőközeg keringtetését állandó fordulatszámmal üzemelő szivattyúval oldjuk meg;
- a kétcsöves rendszer alsóelosztású (elosztóvezetékek a pincszinten elhelyezve), a hőleadók radiátorok;
- a radiátorok termosztatikus szelepekkel vannak felszerelve, amelyeknél az arányossági sáv 2K.

Mindezek alapján az összefüggésben alkalmazott értékek a következők:

- q_f – a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye, $q_f = 18,38 \text{ kWh/m}^2\text{a}$;
- $q_{f,h}$ – a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti fajlagos veszteségek, *TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata* alapján $q_{fh} = 3,3$ (kétsőves melegvízfűtés, termosztatikus szelepek, 2 K arányossági sávval);
- $q_{f,v}$ – az elosztóvezeték fajlagos hővesztesége, az *TNM 2. melléklet VI.3. 1. táblázata* alapján $q_{fv} = 2,956$ (70/55, vízszintes elosztóvezeték a fűtött téren kívül);
- $q_{f,t}$ – a hőtárolás fajlagos hővesztesége, mivel nincs fűtési melegvítárolás $q_{ft} = 0$;
- C_k – a hőtermelő teljesítménytényezője, az *TNM 2. melléklet VI.2. 1. táblázata* alapján $C_k = 1,185$ (állandó hőmérsékletű kazán esetében);
- α_k – a hőtermelő által lefedett energiaarány, mivel a kazán az egyedüli hőforrás $\alpha_k = 1$;
- e_f – a fűtésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője, földgáz esetében $e_f = 1$ (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*);
- E_{FSz} – a keringtetés fajlagos energiaigénye, az *TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata* szerint $E_{FSz} = 0,404$ (állandó fordulatszámmal üzemelő keringtető szivattyú);
- E_{FT} – a tárolás segédenergiaigénye, mivel nincs fűtési energiahordozó tárolás $E_{FT} = 0$;
- $q_{k,v}$ – a hőtermelő segédenergiaigénye, $q_{kv} = 0,27$ (*TNM 2. melléklet VI.2. 1. táblázata*);
- e_v – a villamosenergia primer energia átalakítási tényezője, $e_v = 2,5$ (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*).

Mindezeket az értékeket behelyettesítve:

$$E_F = (18,38 + 3,3 + 2,956 + 0) \times 1,185 \times 1 \times 1 + (0,404 + 0 + 0,27) \times 2,5 = 30,82 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

9. A melegvízellátás primer energiaigénye

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

A szükséges használati melegvíz mennyiség előállításához ugyanazt a kazánt alkalmazzuk, mint a fűtési rendszernél. A rendszer cirkulációs vezetékkel van ellátva, az elosztóvezetékek és a HMV tároló a pinceszinten (fűtetlen térben) vannak elhelyezve.

Az összefüggésben alkalmazott értékek a következők:

- q_{HMV} – a melegvíz készítés nettó energiaigénye, $q_{HMV} = 9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (*TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat*);
- $q_{HMV,v}$ – a melegvíz elosztás fajlagos energiaigénye, $q_{HMV,v} = 0,13 \times q_{HMV} = 1,17$ (a *TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázatából* 13%);
- $q_{HMV,t}$ – a melegvíz tárolás fajlagos energiaigénye, $q_{HMV,t} = 0,0428 \times q_{HMV} = 0,385$ (*TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázatából* 4,28%);
- C_k – a hőtermelő teljesítménytényezője, $C_k = 1,324$ (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázatából* állandó hőmérsékletű kazán);
- α_k – a hőtermelő által lefedett energiaarány, $\alpha_k = 1$;
- e_{HMV} – a melegvíz készítésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője, földgáz esetében $e_f = 1$ (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*);
- E_C – a cirkulációs szivattyú fajlagos energiaigénye, $E_c = 0,191$ (*TNM 2. melléklet VII.5. 1. táblázata*);
- E_K – a melegvíztermelés segédenergia igénye, $E_k = 0,088$ (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázatából* állandó hőmérsékletű kazán);

e_v – a villamos energia primer energia átalakítási tényezője, $e_v = 2,5$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata).

A melegvízellátás primer energiaigénye:

$$E_{HMV} = (9 + 0,385 + 1,17) \times 1,324 \times 1 \times 1 + (0,088 + 0,191) \times 2,5 = 14,67 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

10. A szellőzési rendszerek primer energia igénye

A légcserét és a levegő melegítését szolgáló szellőzési rendszerek fajlagos primer energia igénye:

$$E_{LT} = \left\{ Q_{LT,n} (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v} \right\} C_k e_{LT} + (E_{VENT} + E_{LT,s}) e_v \frac{1}{A_N} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

ahol:

e_{LT} – a légtechnikai rendszer hőforrása által használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője, földgáz esetén $e_{LT} = 1$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata).;

C_k – a hőtermelő teljesítménytényezője, $C_k = 1,185$ állandó hőmérsékletű kazán esetében;

$E_{LT,s}$ – a légtechnikai rendszer villamos segédenergia igény, $E_{LT,s} = 0$;

e_v – a villamos energia primer energia átalakítási tényezője, $e_v = 2,5$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata).

A többi paraméter számítását a következő pontok tartalmazzák.

10.1 A légtechnikai rendszer ventilátorainak energiaigénye:

$$E_{VENT} = \frac{V_{LT} \cdot \Delta p_{LT}}{3600 \eta_{vent}} Z_{a,LT}$$

ahol:

V_{LT} – a levegő térfogatárama, a TNM 3. melléklet IV. 1. táblázatából a szükséges légcsereszám a használati időben: $n = 2 \text{ h}^{-1}$. Ezzel a levegő térfogatárama:

$$V_{LT} = nV = 2 \times 4755,71 = 9511,42 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Δp_{LT} – a rendszer áramlási ellenállása, $\Delta p_{LT} = 1000 \text{ Pa}$;

η_{vent} – a ventilátor összhatásfoka, $\eta_{vent} = 0,55$ (TNM 2. melléklet VIII.2. 1. táblázatból).

$Z_{a,LT}$ – a légtechnikai rendszer éves üzemóráinak száma, $Z_{a,LT}$ [h/a]:

Összes nap	Hétféje, [nap]	Munkaszünet	Munkanap	Munkaidő, [h/nap]	$Z_{a,LT}$, [h/1000a]
365	104	10	251	10	2,510

Mindezen értékek alapján a ventilátorok éves energiaigénye:

$$E_{VENT} = \frac{9511,42 \times 1000}{3600 \times 0,55} \times 2,51 = 12057,41 \text{ kWh/a}$$

10.2 A légtechnikai rendszer nettó hőigénye:

$$Q_{LT,n} = 0,35 V n_{LT} (1 - \eta_r) Z_{LT} (\bar{t}_{bef} - 4)$$

A tervezési adatok alapján:

$$Q_{LT,n} = 0,35 \times 4755,71 \times 2 \times (1 - 0,7) \times 1,27 \times (24 - 4) = 25366,96 \text{ kWh/a}$$

10.3 A teljesítmény és az igény illesztésének pontatlansága miatti veszteség

A teljesítmény és az igény illesztésének pontatlansága miatti veszteség fajlagos értékét az *TNM 2. melléklet VIII.4. 1. táblázat* tartalmazza. Ha a rendszer központi előszabályozással van ellátva, helyiségenkénti szabályozás nélkül, értéke $f_{LT,sz} = 10\%$. A felfűtést melegvizet fűtőkalferek segítségével oldjuk meg.

10.4 Levegő elosztás hővesztesége

A levegőt kör keresztmetszetű légszatórnákon vezetjük a légkezelő központtól a helyiségekbe. A légkezelő központ a pinceszinten van elhelyezve. A megfelelő hőmérsékletre felfűtött friss levegőt a pinceszinten kétféle osztjuk és két 6 m hosszú vízszintes légszatórnán át a felszálló légszatórnáig vezetjük. Ezekon a vízszintes légszatórnákon hőveszteség lép fel, mivel a pince átlagos hőmérséklete $+5\text{ }^\circ\text{C}$ (a levegő átlagos hőmérséklete pedig $24\text{ }^\circ\text{C}$). Az áramlási sebesség 4 m/s .

A kör keresztmetszetű légszatórna hővesztesége:

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

$U_{kör}$ – az egységnyi hosszra vonatkoztatott hőátbocsátási tényező, $U_{kör} = 5,95\text{ W/mK}$ (*TNM 2. melléklet VIII.4. 2. táblázatból*)

A hőveszteségek számítását a következő táblázat tartalmazza:

$V_{LT}/2$ [m ³ /s]	v [m/s]	A [m ²]	d [m]	$U_{kör}$ [W/mK]	l_v [m]	$t_{i,átl}$ [°C]	Q_{LTv} [kWh/a]
1,321031	4	0,165129	0,458645	5,95	6	5	1722,882

10.5 Mindezen adatok alapján a légtechnikai rendszer éves fajlagos primer energiafogyasztása:

$$E_{LT} = \{[25366,96 \times (1 + 0,1) + 1722,88] \times 1 \times 1,185 + (12057,41 + 0) \times 2,5\} \times \frac{1}{1358,8} = 48,02\text{ kWh/m}^2\text{a}$$

11. Gépi hűtés primer energiafogyasztása

A gépi hűtés fajlagos éves primer energiafogyasztása a következő összefüggéssel számítható:

$$E_{hű} = \frac{Q_{hű} e_{hű}}{A_N}$$

ahol:

$e_{hű}$ – kompresszoros hűtés esetében $e_{hű} = e_v = 2,5$;

A_N – a hűtött alapterület, $A_N = 1358,8\text{ m}^2$.

Nyári időszakban az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség $\Delta t_{bnyár} = 2,99\text{ }^\circ\text{C}$. Ha az épület belső hőmérséklete nyári időszakban maximum $26\text{ }^\circ\text{C}$ lehet, akkor az *TNM 2. melléklet IX.3. képlet* közölt közelítő összefüggéssel a hűtési határhőmérséklet becslése:

$$\bar{t}_e = t_{inyár} - \Delta t_{bnyár} = 26 - 2,99 = 23,01\text{ }^\circ\text{C}$$

A 2. melléklet alapján a „hűtési napok” száma: $n_{hű} = 15\text{ nap}$.

A nettó hűtési energiaigény előzetes becslésére a következő közelítés alkalmazható (2. Melléklet):

$$Q_{h\ddot{u}} = \frac{24}{1000} \cdot n_{h\ddot{u}} \cdot (\sum A_N q_b + Q_{sdny\ddot{a}r}) \quad (TNM 2. melléklet IX.2. képlet)$$

vagyis:

$$Q_{h\ddot{u}} = \frac{24}{1000} \times 15 \times (1358,8 \times 7 + 18647,5) = 10137,28 \text{ kWh/a}$$

Kompresszoros hűtésnél, figyelembe véve a rendszer hatásfokát ($COP = 3$) a hűtés bruttó energiafogyasztása:

$$Q_{h\ddot{u}} = \frac{10137,28}{3} = 3379,1 \text{ kWh/a}$$

Mindezek alapján a hűtési rendszer primer energiafogyasztása:

$$E_{h\ddot{u}} = \frac{3379,1 \times 2,5}{1358,8} = 6,21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

12. A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása

A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása:

$$E_{vil} = E_{vil,n} e_{vil} v \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

ahol:

$E_{vil,n}$ - a beépített világítás fajlagos éves nettó villamos energia igénye, $E_{vil,n} = 22 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TNM 2. melléklet X.1. képlet);

e_{vil} - a világításra használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője, $e_{vil} = 2,5$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata);

v - a szabályozás hatását kifejező korrekciós tényező, $v = 0,7$ (TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat);

$$E_{vil} = 22 \times 2,5 \times 0,7 = 38,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

13. Az épület összesített energetikai jellemzője

Az épület összesített energetikai jellemzője a fűtési, a melegvíz készítő, a légtechnikai, a hűtési és a világítási rendszerek fajlagos primer energiafogyasztásainak összege.

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{h\ddot{u}} + E_{vil} = 30,82 + 14,67 + 48,02 + 38,5 + 6,21 = 138,24 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A követelmény:

$$E_p = 94 + 128 \frac{\sum A}{V} = 94 + 128 \times 0,38 = 142,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület a harmadik követelményszintet teljesíti!

Vizsgáljuk meg, hogyan változik az épület energetikai mutatója abban az esetben, ha jobb hatásfokú épületgépészeti rendszereket és berendezéseket alkalmaznánk.

8*. A fűtés fajlagos primer energia igénye:

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

A tervezett fűtési rendszer felépítése a következő:

- az alkalmazott primer energiahordozó földgáz;
- a beépített kondenzációs kazán az egyedüli hőtermelő és a keringtetett fűtőközeg 70/55 °C hőfoklépcsővel rendelkező melegvíz;
- a fűtőközeg keringtetését fordulatszám szabályozással ellátott keringtető szivattyúval oldjuk meg;
- a kétcsöves rendszer alsóelosztású (elosztóvezetékek a pinceszinten elhelyezve), a hőleadók radiátorok;
- a hőleadók radiátorok, a rendszer pedig optimalizálási funkcióval rendelkező elektronikus szabályozóval van ellátva;

Ezek alapján:

q_{fh} értéke 0,4;

q_{fv} értéke az *TNM 2. melléklet VI.3. 1. táblázata* alapján 2,956 (70/55, vízszintes elosztóvezeték a fűtött téren kívül);

q_{ft} értéke 0, $E_{FT} = 0$ (nincs fűtési melegvíztárolás);

$C_k = 1,02$ a *TNM 2. melléklet VI.1. 1. táblázata* alapján (kondenzációs kazán esetében);

$E_{FSz} = 0,384$ (a *TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata* (fordulatszám szabályozással üzemelő keringtető szivattyú);

$q_{kv} = 0,241$ a *TNM 2. melléklet VI.1. 1. táblázata* alapján.

Mindezeket az értékeket behelyettesítve:

$$E_F = (18,38 + 0,4 + 2,956 + 0) \times 1,02 \times 1 \times 1 + (0,384 + 0 + 0,241) \times 2,5 = 23,73 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

9*. A melegvízellátás primer energiaigénye

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

A szükséges használati melegvíz mennyiség előállításához ugyanazt a kazánt alkalmazzuk, mint a fűtési rendszernél. A rendszer cirkulációs vezetékkel van ellátva, az elosztóvezetékek és a HMV tároló a pinceszinten (fűtetlen térben) vannak elhelyezve.

Mindezek alapján az összefüggésben alkalmazott értékek a következők:

$q_{HMV,v} = 0,13 \times q_{HMV} = 1,17$ (*TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázatából* 13%);

$q_{HMV,t} = 0,0428 \times q_{HMV} = 0,385$ (*TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázat második feléből* 4,28%);

$C_k = 1,1$ (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata*, kondenzációs kazán);

$E_C = 0,191$ (*TNM 2. melléklet VII.5. 1. táblázata*);

$E_K = 0,088$ (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata*, kondenzációs kazán);

$$E_{HMV} = (9 + 0,385 + 1,17) \times 1,1 \times 1 \times 1 + (0,088 + 0,191) \times 2,5 = 12,31 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

10*. *A szellőzési rendszerek primer energia igénye*

Az előző rendszerhez viszonyítva csak a szabályozás módja változik, ezzel a teljesítmény és az igény illesztésének pontatlansága miatti veszteség.

A rendszer központi helyiségenkénti szabályozással van ellátva, $f_{LT,sz} = 5\%$ (a *TNM 2. melléklet VIII.4. 1. táblázatból*). A felfűtést melegvizes fűtőkalekerek segítségével oldjuk meg. Az energiahordozó földgáz. A légtechnikai rendszer éves fajlagos primer energiafogyasztása:

$$E_{LT} = \{[25366,96 \times (1 + 0,05) + 1722,88] \times 1 \times 1,02 + (12057,41 + 0) \times 2,5\} \times \frac{1}{1358,8} = 43,47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

11*. Gépi hűtés primer energiafogyasztása:

A hűtési rendszer nem változik, $E_{hü} = 6,21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

12*. *A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása:*

A világítási rendszer nem változik, $E_{vil} = 38,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

13*. Az épület összesített energetikai jellemzője

Az épület energetikai mutatója a fűtési, a melegvíz készítő, a légtechnikai, a hűtési és a világítási rendszerek fajlagos primer energiafogyasztásainak összege.

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{hü} + E_{vil} = 23,73 + 12,31 + 43,47 + 38,5 + 6,21 = 124,23 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A követelmény: $E_p = 142,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Az épület a harmadik követelményszintet teljesíti!

Mivel az energetikai mutató értéke jóval kisebb a követelményszintnél az épület ebben az esetben akár jobb minőségi kategóriába is kerülhet.

Feltétlenül szükség lenne viszont ilyen színvonalú gépészeti rendszerre vagy előnyösebb építészeti-épületszerkezeti megoldásra akkor, ha a nyári időszakban a belső hőmérséklet értékét $24 \text{ }^\circ\text{C}$ körül akarnók tartani – ez ugyanis a „hűtési napok” száma 38, a hűtés energiaigénye a korábbi érték két és félszerese lenne.

Ugyanez az épület a részletes számítási eljárás egyes lépéseit alkalmazva

1. Geometriai adatok meghatározása

Nettó fűtött szintterület:	$A_N = 3 * 24,75 \text{ m} * 18,3 \text{ m} = 1358,8 \text{ m}^2$
Belmagasság:	$bm = 3,5 \text{ m}$
Külső homlokzat területe:	$A_{homl} = 3 * 2 * 3,5 * (24,75 + 18,3) = 904,05 \text{ m}^2$
Ebből tömör:	$A_{fal} = 558,55 \text{ m}^2$
Ebből ajtó:	$A_{ajtó} = 8 \text{ m}^2$
Ebből ablak:	$A_{ablak} = 337,5 \text{ m}^2$
Az üvegezett rész területe:	$A_{\bar{U}} = 270 \text{ m}^2$
É-i tájolású	$A_{\bar{U},\bar{E}} = 15 \text{ m}^2$
K-Ny-i tájolású	$A_{\bar{U},K-N} = 225 \text{ m}^2$ (mobil külső árnyékolóval)
D-i tájolású	$A_{\bar{U},D} = 30 \text{ m}^2$ (mobil külső árnyékolóval)
Padlásfödém:	$A_{padlás} = 452,93 \text{ m}^2$
Pincefödém:	$A_{pince} = 452,93 \text{ m}^2$
A burkolófelület összesen:	$A = A_{homl} + A_{padlás} + A_{pince} = 904,05 + 452,93 + 452,93 = 1809,91 \text{ m}^2$
Fűtött térfogat:	$V = A_N * bm = 452,93 \text{ m}^2 * 3 * 3,5 \text{ m} = 4755,71 \text{ m}^3$

Csatlakozási hosszak:

Pozitív falsarkok:	$l = 42 \text{ m};$
Nyílászárók kerülete:	$l = 442,3 \text{ m};$
Csatlakozó födécek:	$l = 344,4 \text{ m}.$

2. A burkolófelület és a fűtött térfogat arányának számítása:

$$A/V = 1809,91 / 4755,71 = 0,38 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

3. A fajlagos hővesztégtényező határértékének leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

A megengedett fajlagos hővesztégtényező a *TNM 1. melléklet II.1. képletbe* behelyettesítve vagy az 1. ábráról leolvasva $q_m = 0,231 \text{ W/m}^3\text{K}$.

4. A fajlagos hővesztégtényező tervezett értékének eldöntése

Gázkazánnal üzemelő fűtési rendszer esetén a fajlagos hővesztégtényező tervezett értéke vélelmezhetően megegyezhet a határértékkel, mert az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelmény így is teljesül.

5. A transzparens szerkezetek benapozásának ellenőrzése homlokzatonként

Az üvegezések a nappálya diagram szerinti ellenőrzés alapján a november 15- március 15. közötti időszakban, novemberben és júniusban is benapozottak.

6. Az épület fajlagos hőtároló tömege

A födécek legyenek vasbeton lemezek. Ha nem alkalmazunk álmennyezetet, illetve az aljzatbeton fölött nincs hőszigetelő réteg (pl. padlászőnyeg), csak a födécek nettó padlófelületre vetített hőtároló tömege kb. 350 kg/m^2 . Ehhez hozzáadódik még a külső és belső falak hőtároló

tömege, így az épület fajlagos hőtároló tömege biztosan meghaladja a 400 kg/m^2 -t. Az épület ezek alapján nehéznek minősül.

7. A határolószervezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározása.

A részletes módszer szerint a fajlagos hőveszteségtényező:

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

A sugárzási energiahozam értékei a különböző tájolásokra a 3. mellékletben a fűtési idényre előírt tervezési adatok. A hasznosítási tényező nehéz épület esetén $0,75$. Az üvegezett szerkezetek összesített sugárzásátbocsátó képességét $g = 0,65$ -nek véve a direkt sugárzási nyereség a fűtési idényre:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U g Q_{TOT} = 0,75 * (15 * 0,65 * 100 + 30 * 0,65 * 400 + 225 * 0,65 * 200) = 28518,8 \text{ kWh/a}$$

A fajlagos hőveszteségtényezőben a sugárzási nyereségáram: $28518,8/72 = 396,1 \text{ W/K}$, az egységnyi fűtött térfogatra jutó érték $0,08 \text{ W/m}^3\text{K}$. A fajlagos hőveszteségtényezőnek a transzmissziós veszteségeket kifejező tagja így $0,231 + 0,08 = 0,314 \text{ W/m}^3\text{K}$ értéket vehet fel. Az egész épület transzmissziós veszteségei ezzel $4755,71 * 0,314 = 1492,85 \text{ W/K}$ értéket vehetnek fel.

Mivel a csomópontok pontos kialakítása nem ismert, a hőhídhatást az egyszerűsített módszer szerint vesszük figyelembe. A transzmissziós veszteségekre vonatkozó követelmény kielégíthető, ha minden elemre a szerkezetre vonatkozó megengedett legnagyobb rétegtervi hőátbocsátási tényezőt választjuk:

- Ablakokra: $AU_{ablak} = 337,5 * 1,6 = 540 \text{ W/K}$
- Ajtóra: $AU_{ajtó} = 8 * 1,8 = 14,4 \text{ W/K}$
- Padlásfödémre: $AU_{R, padlás} = 452,93 * 0,9 * 1,1 * 0,3 = 134,52 \text{ W/K}$
- Pincefödémre: $AU_{R, pince} = 452,93 * 0,5 * 1,1 * 0,5 = 124,56 \text{ W/K}$
- Külső falra (egyrétegű): $AU_{R, fal} = 558,55 * 1,3 * 0,45 = 326,75 \text{ W/K}$

Az egyszerűsített módszerhez képest a külső fal maximális rétegtervi hőátbocsátási tényezője $0,39$ helyett a határérték, $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$. A sugárzási nyereség beszámításával a fajlagos hőveszteségtényező a külső falak külön hőszigetelése nélkül is teljesíthető. A részletes számítással igazoltuk, hogy az épület energetikailag jobb, mint amit a – biztonságos elhanyagolásokkal élő – közelítő számítás mutat.

Az épület hőveszteségtényezőjének transzmissziós veszteségeket kifejező tagja $1140,23 \text{ W/K}$, az épületre megengedettnél kisebb. A fajlagos hőveszteségtényező: $1140,23/4755,71 - 0,08 = 0,156 \text{ W/m}^3\text{K}$, a határértéknél kisebb!

Figyelemre méltó, hogy jó forma, jó tájolás, bizonyított benapozás esetén a nyereségek miatt a fajlagos hőveszteségtényező kedvezőbb értéke a részletes számítási eljárással igazolható, enyhébb a hőszigetelésre vonatkozó követelmény, de a túlzott enyhítés lehetőségét a szerkezetekre vonatkozó minimumkövetelmények kizárják.

8. A nyári felmelegedés kockázatának jellemzése

Számítandó a belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége (az egyszerűsített módszernél alkalmazott feltételezésekkel):

$$\Delta t_{\text{bnyár}} = \frac{18647,53 + 1358,8 \cdot 7}{1140,23 + 0,35 \cdot 5 \cdot 4755,71} = 2,97K$$

Nehéz épületszerkezetek esetén a határérték 3 K, a túlmelegedés kockázata elfogadható.

9. Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számítása

Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség a belső és a külső hőmérséklet különbségének az az értéke, amely mellett a (passzív sugárzási és belső) nyereségáramok fedezik az épület (tervezési légcsereszám mellett kialakuló) hőveszteségét.

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + Q_{sid} + A_N q_b}{\sum AU + \sum \Psi + 0,35nV} + 2$$

A sugárzási energiahozam értékei a különböző tájolásokra a 3. mellékletben az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához előírt tervezési adatok, teljes benapozottság feltételezésével. A direkt sugárzási nyereség:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{ij} I_{b,ij} = 0,75 \cdot (15 \cdot 0,65 \cdot 27 + 30 \cdot 0,65 \cdot 96 + 225 \cdot 0,65 \cdot 50) = 7085,8 W$$

Indirekt sugárzási nyereség nincsen. A 3. melléklet tervezési adataival irodaépület esetén a légcsereszám $n = 0,8 h^{-1}$, a belső hőnyereség átlagos értéke $q_b = 7 W/m^2$.

$$\Delta t_b = \frac{7085,8 + 0 + 1358,8 \cdot 7}{1140,23 + 0,35 \cdot 0,8 \cdot 4755,71} + 2 = 8,72K$$

Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség függvényében felvehető a fűtési idény hossza és a fűtési hőfokhíd. A 3. melléklet C) I. 1. táblázatának adatai között interpolálva a fűtési hőfokhíd $70803,1 hK$, a fűtési idény hossza $4267,8 h$. Az egyszerűsített eljáráshoz viszonyítva a nyereségáramok következtében a fűtési idény rövidebb lett.

10. Az éves nettó fűtési energiaigény számítása:

Mivel a légtechnikai rendszerben a levegő felmelegítésére léghevítő (is) szolgál, a fűtési rendszerrel fedezendő nettó energiaigény a következők szerint módosul (TNM 2. melléklet IV.5.3. képlet):

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

H – a fűtési hőfokhíd ezredrésze, $H = 70,8 hK/1000a$;

V – a fűtött térfogat, $V = 4755,71 m^3$;

q – a fajlagos hőveszteségtényező, $q = 0,156 W/m^3K$;

n_{inf} – légcsereszám a légtechnikai rendszer üzemszünete alatt, $n_{inf} = 0,3 1/h$ (TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat);

Z_F – a fűtési idény hosszának ezredrésze, egyszerűsített módszer alkalmazása esetén $Z_F = 4,27 h/1000a$;

Z_{LT} – a légtechnikai rendszer működési idejének ezredrésze a fűtési idényben; az üzemórák száma a fűtési idényben az alábbi táblázat szerint $Z_{LT} = 1,27 h/1000a$:

Fűtési idény, [nap]	Hétvége, [nap]	Munkaszünet	Munkanap	Munkaidő, [h/nap]	Z_{LT} , [h/1000a]
180	48	5	127	10	1,270

σ – a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező, $\sigma = 0,8$ (TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat);

n_{LT} – légcsereszám a munkaidőben, $n_{LT} = 2$ (TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat);

t_i – a belső hőmérséklet, $t_i = 20$ °C;

t_{bef} – a befűjt levegő átlagos hőmérséklete a fűtési idényben, $t_{bef} = 24$ °C;

q_b – a belső hőterhelés fajlagos értéke, $q_b = 7$ W/m² (TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat).

Behelyettesítve a megfelelő adatokat:

$$Q_F = 70,8 \times 4755,71 \times \left(0,156 + 0,35 \times 0,3 \frac{4,27 - 1,27}{4,27} \right) \times 0,8 + \\ + 0,35 \times 2 \times 4755,71 \times (20 - 24) \times 1,27 - 4,27 \times 1358,8 \times 7 = 4385,23 \text{ kWh/a}$$

A fajlagos nettó fűtési energiaigény, egységnyi padlófelületre vetítve:

$$q_F = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{4385,23}{1358,8} = 3,23 \text{ kWh/m}^2\text{a.}$$

11. A fűtés fajlagos primer energia igénye (TNM 2. melléklet VI.1.a. képlet):

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

A tervezett fűtési rendszer felépítése a következő:

- az alkalmazott primer energiahordozó földgáz;
- a beépített állandó hőmérsékletű kazán az egyedüli hőtermelő és a keringtetett fűtőközeg 70/55 °C hőfoklépcsővel rendelkező melegvíz;
- a fűtőközeg keringtetését állandó fordulatszámmal üzemelő szivattyúval oldjuk meg;
- a kétcsöves rendszer alsóelosztású (elosztóvezetékek a pinceszinten elhelyezve), a hőleadók radiátorok;
- a radiátorok termostatikus szelepekkel vannak felszerelve, amelyeknél az arányossági sáv 2K.

Mindezek alapján az összefüggésben alkalmazott értékek a következők:

q_f – a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye, $q_f = 3,23$ kWh/m²a;

$q_{f,h}$ – a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti fajlagos veszteségek, a TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata alapján $q_{fh} = 3,3$ (kétcsöves melegvízfűtés, termostatikus szelepek, 2 K arányossági sávval);

$q_{f,v}$ – az elosztóvezeték fajlagos hővesztesége, a TNM 2. melléklet VI.3. 1. táblázata alapján $q_{fv} = 2,956$ (70/55, vízszintes elosztóvezeték a fűtött téren kívül);

$q_{f,t}$ – a hőtárolás fajlagos hővesztesége, mivel nincs fűtési melegvítárolás $q_{ft} = 0$;

C_k – a hőtermelő teljesítménytényezője, a TNM 2. melléklet VI.2. 1. táblázata alapján $C_k = 1,185$ (állandó hőmérsékletű kazán esetében);

α_k – a hőtermelő által lefedett energiaarány, mivel a kazán az egyedüli hőforrás $\alpha_k = 1$;

e_f – a fűtésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője, földgáz esetében $e_f = 1$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata);

- E_{FSz} – a keringtetés fajlagos energiaigénye, a *TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata* szerint $E_{FSz} = 0,404$ (állandó fordulatszámmal üzemelő keringtető szivattyú);
 E_{FT} – a tárolás segédenergiaigénye, mivel nincs fűtési energiahordozó tárolás $E_{FT} = 0$;
 $q_{k,v}$ – a hőtermelő segédenergiaigénye, $q_{kv} = 0,27$ (*TNM 2. melléklet VI.2. 1. táblázata*);
 e_v – a villamosenergia primer energia átalakítási tényezője, $e_v = 2,5$ (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*).

Az értékeket behelyettesítve:

$$E_F = (3,23 + 3,3 + 2,956 + 0) \times 1,185 \times 1 \times 1 + (0,404 + 0 + 0,27) \times 2,5 = 12,86 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

12. A melegvízellátás primer energiaigénye (*TNM 2. melléklet VII.1.a. képlet*)

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

A szükséges használati melegvíz mennyiség előállításához ugyanazt a kazánt alkalmazzuk, mint a fűtési rendszernél. A rendszer cirkulációs vezetékkel van ellátva, az elosztóvezetékek és a HMV tároló a pinceszinten (fűtetlen térben) vannak elhelyezve.

Az összefüggésben alkalmazott értékek a következők:

- q_{HMV} – a melegvíz készítés nettó energiaigénye, $q_{HMV} = 9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (*TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat*);
 $q_{HMV,v}$ – a melegvíz elosztás fajlagos energiaigénye, $q_{HMV,v} = 0,13 \times q_{HMV} = 1,17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (a *TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázatából* 13%);
 $q_{HMV,t}$ – a melegvíz tárolás fajlagos energiaigénye, $q_{HMV,t} = 0,0428 \times q_{HMV} = 0,385$ (*TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázatából* 4,28%);
 C_k – a hőtermelő teljesítménytényezője, $C_k = 1,324$ (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázatából* állandó hőmérsékletű kazán);
 α_k – a hőtermelő által lefedett energiaarány, $\alpha_k = 1$;
 e_{HMV} – a melegvíz készítésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője, földgáz esetében $e_f = 1$ (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*);
 E_C – a cirkulációs szivattyú fajlagos energiaigénye, $E_c = 0,191$ (*TNM 2. melléklet VII.5. 1. táblázata*);
 E_K – a melegvíztermelés segédenergia igénye, $E_k = 0,088$ (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázatából* állandó hőmérsékletű kazán);
 e_v – a villamos energia primer energia átalakítási tényezője, $e_v = 2,5$ (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*).

A melegvízellátás primer energiaigénye:

$$E_{HMV} = (9 + 0,385 + 1,17) \times 1,324 \times 1 \times 1 + (0,088 + 0,191) \times 2,5 = 14,67 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

13. A szellőzési rendszerek primer energia igénye

A légcserét és a levegő melegítését szolgáló szellőzési rendszerek fajlagos primer energia igénye (*TNM 2. melléklet VIII.1.a. képlet*):

$$E_{LT} = \left\{ Q_{LT,n} (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v} \right\} C_k e_{LT} + (E_{VENT} + E_{LT,s}) e_v \left. \right\} \frac{1}{A_N} \quad [\text{kWh/m}^2\text{a}]$$

ahol:

- e_{LT} – a légtechnikai rendszer hőforrása által használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője, földgáz esetén $e_{LT} = 1$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata);
 C_k – a hőtermelő teljesítménytényezője, $C_k = 1,185$ állandó hőmérsékletű kazán esetében;
 $E_{LT,s}$ – a légtechnikai rendszer villamos segédenergia igénye, $E_{LT,s} = 0$;
 e_v – a villamos energia primer energia átalakítási tényezője, $e_v = 2,5$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata).

A többi paraméter számítását a következő pontok tartalmazzák.

13.1 A légtechnikai rendszer ventilátorainak energiaigénye:

$$E_{VENT} = \frac{V_{LT} \cdot \Delta p_{LT}}{3600 \eta_{vent}} Z_{a,LT}$$

ahol:

V_{LT} – a levegő térfogatárama, a TNM 3. melléklet IV. 1. táblázatából a szükséges légcsereszám a használati időben: $n_{LT} = 2 \text{ h}^{-1}$. Ezzel a levegő térfogatárama:

$$V_{LT} = nV = 2 \times 4755,71 = 9511,42 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Δp_{LT} – a rendszer áramlási ellenállása, $\Delta p_{LT} = 1000 \text{ Pa}$;

η_{vent} – a ventilátor összhatásfoka, $\eta_{vent} = 0,55$ (TNM 2. melléklet VIII.2. 1. táblázatból).

$Z_{a,LT}$ – a légtechnikai rendszer éves üzemóráinak száma, $Z_{a,LT}$ [h/a]:

Összes nap	Hétvége, [nap]	Munkaszünet	Munkanap	Munkaidő, [h/nap]	$Z_{a,LT}$, [h/1000a]
365	104	10	251	10	2,510

Mindezen értékek alapján a ventilátorok éves energiaigénye:

$$E_{VENT} = \frac{9511,42 \times 1000}{3600 \times 0,55} \times 2,51 = 12057,41 \text{ kWh/a}$$

13.2 A légtechnikai rendszer nettó hőigénye:

$$Q_{LT,n} = 0,35 V n_{LT} (1 - \eta_r) Z_{LT} (\overline{t_{bef}} - 4)$$

A tervezési adatok alapján:

$$Q_{LT,n} = 0,35 \times 4755,71 \times 2 \times (1 - 0,7) \times 1,27 \times (24 - 4) = 25366,96 \text{ kWh/a}$$

13.3 A teljesítmény és az igény illesztésének pontatlansága miatti veszteség

A teljesítmény és az igény illesztésének pontatlansága miatti veszteség fajlagos értékét a TNM 2. melléklet VIII.4. 1. táblázat tartalmazza. Ha a rendszer központi előszabályozással van ellátva, helyiségenkénti szabályozás nélkül, értéke $f_{LT,sz} = 10 \%$. A felfűtést melegvizet fűtőkaloriferek segítségével oldjuk meg.

13.4 Levegő elosztás hővesztesége

A levegőt kör keresztmetszetű légszatórnákon vezetjük a légkezelő központtól a helyiségekbe. A légkezelő központ a pinceszinten van elhelyezve. A megfelelő hőmérsékletre felfűtött friss levegőt a pinceszinten kétfele osztjuk és két 6 m hosszú vízszintes légszatórnán át a felszálló légszatórnáig vezetjük. Ezek a vízszintes légszatórnákon hőveszteség lép fel, mivel a pince átlagos hőmérséklete +5 °C. Az áramlási sebesség 4 m/s.

A kör keresztmetszetű légszatórna hővesztesége:

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

$U_{kör}$ – az egységnyi hossza vonatkoztatott hőátbocsátási tényező, $U_{kör} = 5,95 \text{ W/mK}$ (TNM 2. melléklet VIII.4. 2. táblázatból)

A hőveszteségek számítását a következő táblázat tartalmazza:

$V_{LT}/2$ [m ³ /s]	v [m/s]	A [m ²]	d [m]	$U_{kör}$ [W/mK]	l_v [m]	$t_{i,átl}$ [°C]	Q_{LTv} [kWh/a]
1,321031	4	0,165129	0,458645	5,95	6	5	1722,882

13.5 Mindezen adatok alapján a légtechnikai rendszer éves fajlagos primer energiafogyasztása:

$$E_{LT} = \{[25366,96 \times (1 + 0,1) + 1722,88] \times 1 \times 1,185 + (12057,41 + 0) \times 2,5\} \times \frac{1}{1358,8} = 48,02 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

14. Gépi hűtés primer energiafogyasztása

A gépi hűtés fajlagos éves primer energiafogyasztása a következő összefüggéssel számítandó (TNM 2. melléklet IX.1. képlet):

$$E_{hű} = \frac{Q_{hű} e_{hű}}{A_N}$$

ahol:

$e_{hű}$ - kompresszoros hűtés esetében $e_{hű} = e_v = 2,5$;

A_N – a hűtött alapterület, $A_N = 1358,8 \text{ m}^2$.

Nyári időszakban az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség $\Delta t_{bnyár} = 2,97 \text{ °C}$. Ha az épület belső hőmérséklete nyári időszakban maximum 26 °C lehet, akkor a TNM 2. melléklet IX.3. képlet közölt közelítő összefüggéssel a hűtési határhőmérséklet becslése:

$$\bar{t}_e = t_{inyár} - \Delta t_{bnyár} = 26 - 2,97 = 23,03 \text{ °C}$$

A 2. melléklet alapján a hűtési napok száma: $n_{hű} = 15$ nap.

A nettó hűtési energiaigény előzetes becslésére a következő közelítés alkalmazható (2. Melléklet):

$$Q_{hű} = \frac{24}{1000} \cdot n_{hű} \cdot (\sum A_N q_b + Q_{sbnnyár}) \quad (\text{TNM 2. melléklet IX.2. képlet})$$

vagyis:

$$Q_{h\ddot{u}} = \frac{24}{1000} \times 15 \times (1358,8 \times 7 + 18647,5) = 10137,28 \text{ kWh/a}$$

Kompresszoros hűtésnél, figyelembe véve a rendszer hatásfokát ($COP = 3$) a hűtés bruttó energiafogyasztása:

$$Q_{h\ddot{u}} = \frac{10137,28}{3} = 3379,1 \text{ kWh/a}$$

Mindezek alapján a hűtési rendszer primer energiafogyasztása:

$$E_{h\ddot{u}} = \frac{3379,1 \times 2,5}{1358,8} = 6,21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

15. A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása

A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása:

$$E_{vil} = E_{vil,n} e_{vil} v \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

ahol:

$E_{vil,n}$ - a beépített világítás fajlagos éves nettó villamos energia igénye, $E_{vil,n} = 22 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TNM 2. melléklet X.1. képlet);

e_{vil} - a világításra használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője, $e_{vil} = 2,5$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata);

v - a szabályozás hatását kifejező korrekciós tényező, $v = 0,7$ (TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat);

$$E_{vil} = 22 \times 2,5 \times 0,7 = 38,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

16. Az épület összesített energetikai jellemzője

Az épület összesített energetikai jellemzője a fűtési, a melegvíz készítő, a légtechnikai, a hűtési és a világítási rendszerek fajlagos primer energiafogyasztásainak összege.

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{h\ddot{u}} + E_{vil} = 12,86 + 14,67 + 48,02 + 38,5 + 6,21 = 120,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A követelmény:

$$E_p = 94 + 128 \frac{\sum A}{V} = 94 + 128 \times 0,38 = 142,64 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

Az épület a harmadik követelményszintet teljesíti!

Mint látható, részletes számítási módszer esetében, hagyományos épületgépészeti berendezéseket alkalmazva, az épület energetikai mutatója kisebb lesz, mint a modern, nagy hatásfokú épületgépészeti berendezések esetében, ha azt az egyszerűsített módszerrel számoljuk.

Ha tovább szeretnénk csökkenteni az épületünk energetikai mutatóját, számítsunk részletes módszerrel és, ha van rá mód, alkalmazzunk jobb hatásfokú épületgépészeti rendszereket és berendezéseket.

11*. A fűtés fajlagos primer energia igénye:

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

A tervezett fűtési rendszer felépítése a következő:

- az alkalmazott primer energiahordozó földgáz;
- a beépített kondenzációs kazán az egyedüli hőtermelő és a keringtetett fűtőközeg 70/55 °C hőfoklépcsővel rendelkező melegvíz;
- a fűtőközeg keringtetését fordulatszám szabályozással ellátott keringtető szivattyúval oldjuk meg;
- a kétcsöves rendszer alsóelosztású (elosztóvezetékek a pinceszinten elhelyezve), a hőleadók radiátorok;
- a hőleadók radiátorok, a rendszer pedig optimalizálási funkcióval rendelkező elektronikus szabályozóval van ellátva;

$$q_f = 3,23 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

q_{fh} értéke 0,4;

q_{fv} értéke a *TNM 2. melléklet VI.3. 1. táblázata* alapján 2,956 (70/55, vízszintes elosztóvezeték a fűtött téren kívül);

q_{ft} értéke 0, $E_{FT} = 0$ (nincs fűtési melegvíztárolás);

$C_k = 1,02$ a *TNM 2. melléklet VI.1. 1. táblázata* alapján (kondenzációs kazán esetében);

$E_{FSz} = 0,384$ (a *TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata* (fordulatszám szabályozással üzemelő keringtető szivattyú);

$q_{kv} = 0,241$ a *TNM 2. melléklet VI.1. 1. táblázata* alapján.

Mindezeket az értékeket behelyettesítve:

$$E_F = (3,23 + 0,4 + 2,956 + 0) \times 1,02 \times 1 \times 1 + (0,384 + 0 + 0,241) \times 2,5 = 8,28 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

12*. A melegvízellátás primer energiaigénye

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

A szükséges használati melegvíz mennyiség előállításához ugyanazt a kazánt alkalmazzuk, mint a fűtési rendszernél. A rendszer cirkulációs vezetékkel van ellátva, az elosztóvezetékek és a HMV tároló a pinceszinten (fűtetlen térben) vannak elhelyezve.

Mindezek alapján az összefüggésben alkalmazott értékek a következők:

$q_{HMV,v} = 0,13 \times q_{HMV} = 1,17$ (*TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázatából* 13%);

$q_{HMV,t} = 0,0428 \times q_{HMV} = 0,385$ (*TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázat második feléből* 4,28%);

$C_k = 1,1$ (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata*, kondenzációs kazán);

$E_C = 0,191$ (*TNM 2. melléklet VII.5. 1. táblázata*);

$E_K = 0,088$ (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata*, kondenzációs kazán);

$$E_{HMV} = (9 + 0,385 + 1,17) \times 1,1 \times 1 \times 1 + (0,088 + 0,191) \times 2,5 = 12,31 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

13*. Szellőzési rendszerek primer energia igénye

Az előző rendszerhez viszonyítva csak a szabályozás módja változik, ezzel a teljesítmény és az igény illesztésének pontatlansága miatti veszteség.

A rendszer központi helyiségenkénti szabályozással van ellátva, $f_{LT,sz} = 5\%$ (a *TNM 2. melléklet VIII.4. 1. táblázatból*). A felfűtést melegvizes fűtőkaloriferek segítségével oldjuk meg. Az energiahordozó földgáz. A légtechnikai rendszer éves fajlagos primer energiafogyasztása:

$$E_{LT} = \{[25366,96 \times (1 + 0,05) + 1722,88] \times 1 \times 1,02 + (12057,41 + 0) \times 2,5\} \times \frac{1}{1358,8} = 43,47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

14*. Gépi hűtés primer energiafogyasztása

A hűtési rendszer nem változik, $E_{hű} = 6,21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

15*. A beépített világítás fajlagos éves primer energiafogyasztása

A világítási rendszer nem változik, $E_{vil} = 38,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

16*. Az épület összesített energetikai jellemzője

Az épület energetikai mutatója a fűtési, a melegvíz készítő, a légtechnikai, a hűtési és a világítási rendszerek fajlagos primer energiafogyasztásainak összege.

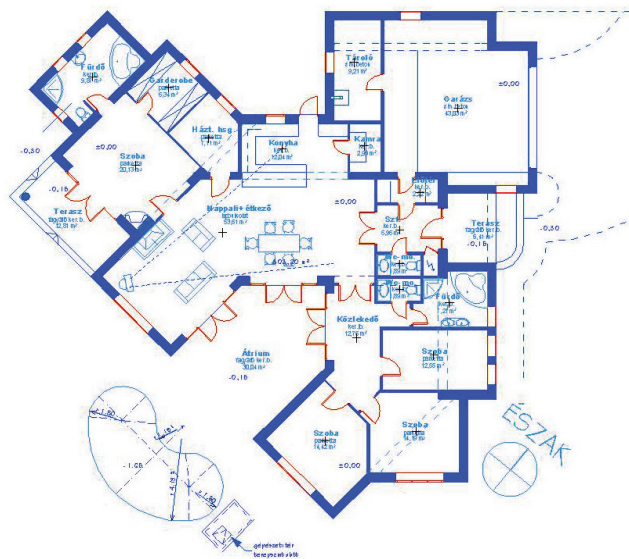
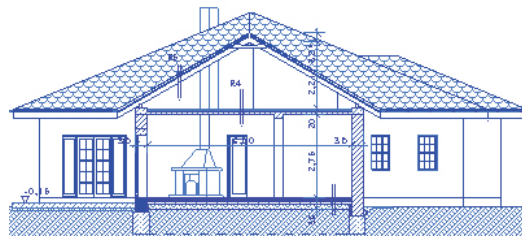
$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 8,28 + 12,31 + 43,47 + 38,5 + 6,21 = 108,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A követelmény: $E_p = 142,64 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Az épület a harmadik követelményszintet teljesíti!

A jobb hatásfokú épületgépészeti rendszerek és a részletes számítási módszer együttesen tehát, a követelményszintnél csaknem 24%-al kisebb primer energiafogyasztást igazol a vizsgált épület esetében. Ez az új követelményérték 76%-a, a követelménynél magasabb osztályba sorolást eredményez, ami egy új épület tervezésénél akár egy energetikai pályázati támogatás elnyerésének alapfeltétele is lehet. Miután a határolószervezetek hőszigetelését illetően is lehetséges még további javítás, annak fogantatásával az épület a csúcs kategória felé közelíthető.

15.6. Meglévő családi ház tanúsítása



15.12. ábra A családi ház terve és a megvalósult épület fényképei

Adatok

Egyszintes, alápincézetlen, magastetős, padlásteres, szabadon álló családi ház (Mór).

Bruttó beépített alapterület	281 m^2
Bruttó szintterület	281 m^2
Nettó szintterület	236 m^2
Hasznos fűtött szintterület	$A_N = 236 \text{ m}^2$
Belmagasság	$bm = 2,7 \text{ m}$
Fűtött térfogat	$V = A_N * bm = 236 \text{ m}^2 * 2,7 \text{ m} = 637,2 \text{ m}^3$
Az épület kerülete	$l_{padló} = 101 \text{ m}$
Az ereszkinyúlás mindenhol	110 cm

Felületek és a nyílászárók transzmissziós hőátbocsátási tényezői (árnyékoló nélkül):

	A homlokzat területe (m ²)	Tömör felület (m ²)	Nyílászáró (m ²)	Üvegfelület (m ²)	Átlagos U (W/m ² K)
É	18,55	16,55	2	1,2	1,18
ÉK	53,23	36,23	6,5 + 10,5(garázskapu)	4,4	1,13 0,9
K	17,27	11,27	6	4,8	1,04
DK	35,05	25,05	10	7,8	1,06
D	41,98	28,98	13	10,1	1,06
DNY	23,43	16,43	7	5,6	1,04
NY	36,05	35,05	1	0,4	1,32
ÉNY	40,36	37,36	3	1,8	1,18
Összesen	265,92	206,92	59	36,1	1,082 (átlag)

Nyílászárók:

Fa keretszerkezet: ($U = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Kétrétegű LOW-E üvegezés: ($U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Árnyékoló mindenhol: külső alumínium redőny, lamellák PUR-hab kitöltéssel

Külső falak:

- Homlokzati színvakolat (4 mm), ill. terméskő burkolat
- Hálóerősítésű alapvakolat (6 mm)
- NOBASIL vakolható kőzetgyapot hőszigetelés (12 cm)
- LEIER MÁTRATHERM 38 N+F vázkerámia falazat (38 cm)
- Belső vakolat és felületképzés (2 cm)

Hőátbocsátási tényező: $U_{fal} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Padlásfödém (fapalló teherhordó szerkezetű, nem járható):

- NOBASIL kőzetgyapot hőszigetelés zárlécváz között (5 cm)
- NOBASIL kőzetgyapot hőszigetelés fapallók között (25 cm)
- (Acél csirkeháló a pallók alsó oldalán)
- Álmennyezeti tér (30 cm)
- Gipszkarton álmennyezet

Hőátbocsátási tényező: $U_{padlás} = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Talajon fekvő padló (padlófűtéshez):

- Hideg és melegpadló burkolatok
- Kavicsbeton aljzat (6 cm)
- Technológiai szigetelés
- (Fűtési csővezetékek)
- Expandált polisztirolhab lemez hőszigetelés (6 cm)
- Kavicsbeton aljzat (10 cm)
- Kőzúzalék feltöltés (15 cm)

Hőátbocsátási tényező: $0,587 \text{ W/m}^2\text{K}$

A padlószint magassága a terepszinttől: 20 cm

Lábazati falak:

- Beton lábazati fal (38 cm)
- Extrudált polisztirolhab lemez hőszigetelés (8 cm)
- Terméskő lábazatburkolat (8 cm)

Hőátbocsátási tényező: $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

A lábazat magassága a terepszinttől: 30 cm

A hőszigetelés mélysége a terepszinttől: 15 cm

Padlásfödém koszorú:

- Homlokzati színvakolat (4 mm)
- Hálóerősítésű alapvakolat (6 mm)
- NOBASIL vakolható kőzetgyapot hőszigetelés (12 cm)
- Vasbeton koszorú (38x30 cm)

Hőhidak hossza:

- Pozitív falsarkok $15 * 2,7 = 40,5 \text{ fm}$
- (Negatív falsarkok) $12 * 2,7 = 32,4 \text{ fm}$
- Terasz pofafal 3 fm
- Nyílászárók kerületei 149 fm
(az üvegfalak és ajtók küszöbeivel együtt)
- A nyílászárók a nyers falazat külső síkján,
a hőszigetelés a tokra takar
- Födém - külső fal: 101 fm
- Lábazati fal: 82 fm
- Külső fal - válaszfal csatlakozás: 24,3 fm

Fűtés:

- 20 kW-os Vaillant ecoCOMPACT kondenzációs kombi gázkazán, átlagos hatásfok 108 %
- Az épület teljes területén padlófűtés
- Garázs is fűtött (fűthető)

Családi ház tanúsítása egyszerűsített módszerrel

1. A felület/térfogat arány számítása:

$$A/V = 737,92 / 637,2 = 1,16 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

2. A fajlagos hőveszteségtényező határértékének leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében.

A megengedett fajlagos hőveszteségtényező a *TNM 1. melléklet* szerint $q_m = 0,526 \text{ W/m}^3\text{K}$. A tanúsításban nyilatkozni kell a fajlagos hőveszteségtényező és a követelményérték viszonyáról, ez azonban csak a tájékoztatást szolgálja.

3. A szerkezetek hőveszteségének számítása

A külső fal a hőhidak hosszának fajlagos mennyisége alapján (a külső–belső falcsatlakozásokat nem számítva $375,5 \text{ fm} / 265,9 \text{ m}^2 = 1,41 \text{ fm/m}^2$) az erősen hőhidas kategóriába sorolható. A korrekciós tényező a 2. melléklet szerint $\chi = 0,30$ külső oldali hőszigetelés esetén. A padlásfödém korrekciós tényezője $\chi = 0,10$. Mivel a födém fűtött és fűtetlen teret választ el, rétegtervi hőátbocsátási tényezője $0,9$ értékkel módosítható. A talajon fekvő padló hőveszteségét a vonalmenti veszteségek alapján kell számítani, a vonalmenti hőátbocsátási tényező a 3. melléklet szerint $0,95 \text{ W/mK}$.

	$A \text{ (m}^2\text{)}$ vagy $l \text{ (m)}$	$U \text{ (W/m}^2\text{K)}$ vagy ψ (W/mK)	$1 + \chi$	módosító- tényező	$AU_R + l\psi$ (W/K)
Külső fal	206,9	0,20	1,3		53,80
Padlásfödém	236,0	0,14	1,1	0,9	32,71
Ablak	48,5	1,08			52,48
Kapu	10,5	0,90			9,45
Talajon fekvő padló	101,0	0,95			95,95
Összesen					244,39

4. Az épület hőtároló tömegének megítélése:

Az épület hőtároló tömeg szerinti besorolása nem egyértelmű, hiszen a külső falazat vázkerámia, de a hőszigetelt favázis, álmennyezetes padlásfödémnek szinte nincs hőtároló tömege. A külső fal és az alsó zárófödém fajlagos hőtároló tömege kb. $m = (0,1 \text{ m} * 800 \text{ kg/m}^3 * 206,9 \text{ m}^2 + 0,08 \text{ m} * 2200 \text{ kg/m}^3 * 236 \text{ m}^2) / 236 \text{ m}^2 = 246,1 \text{ kg/m}^2$. Ha a belső falak hőtároló tömegét is figyelembe vennénk, a teljes épület fajlagos hőtároló tömege valószínű akkor sem haladná meg a 400 kg/m^2 -t. Az épület ez alapján könnyűszerkezetesnek minősül.

5. A sugárzási nyereségek meghatározása:

A hasznosítási tényező $0,5$. A direkt sugárzási nyereség minimális értéke a fűtési időnyre:

$$Q_{sd} = 0,5 * 36,1 * 100 * 0,65 = 1173,25 \text{ kWh/a}$$

6. A fajlagos hőveszteségtényező számítása:

$$q = \frac{1}{637,2} \left(244,39 - \frac{1173,25}{72} \right) = 0,36 \text{ W/m}^3\text{K}$$

7. A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A külső alumínium redőny hatását is figyelembe véve a nyári sugárzási hőterhelés:

$$Q_{sdnyár} = 7,4 * 85 * 0,65 + 28,7 * 150 * 0,65 * 0,2 = 694,46 W$$

Éjszakai szellőztetésre van mód, nyitható nyílások több homlokzaton is vannak. A belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{694,5 + 236 \cdot 5}{244,39 + 0,35 \cdot 9 \cdot 637} = 0,83 K < 2 K$$

A hatásos társított szerkezetnek és az éjszakai szellőztetésnek köszönhetően a túlmelegedés kockázata elfogadható.

8. A fűtés éves nettó hőenergia igénye:

Korszerű, jó légzárású ablakok kerültek beépítésre, így a légcsereszám $n = 0,5$. A *TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat* adataival a szakaszos fűtési üzem hatását kifejező szorzó $\sigma = 0,9$ és a belső hőterhelés átlagos értéke $q_b = 5 W/m^2$.

$$Q_F = 72 * 637,2 * (0,36 + 0,35 * 0,5) * 0,9 - 4,4 * 236 * 5 = 16814,12 kWh/a$$

(*TNM 2. melléklet IV.1. képlet*) illetve ennek fajlagos értéke $q_f = 71,25 kWh/m^2 a$.

9. A fűtés fajlagos primer energiaigénye (*TNM 2. melléklet VI.1.a. képlet*):

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

Ahol:

- A nettó alapterület $236 m^2$.
- A hőtermelő 20 kW-os Vaillant ecoCOMPACT kondenzációs kombi gázkazán a fűtött téren belül elhelyezve. A teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (*TNM 2. melléklet VI.2. 2. táblázata*): $C_k = 1,04$, $q_{k,v} = 0,48 kWh/m^2 a$
- A rendszer alacsony hőmérsékletű, ezért a hőelosztás fajlagos vesztesége $55/45$ °C fűtővíz hőmérséklet esetén (vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren belül, *TNM 2. melléklet VI.3. 2. táblázat*) $q_{f,v} = 1,6 kWh/m^2 a$.
- A hőelosztás segéd villamos energia igénye fordulatszám szabályozású szivattyút, padlófűtés (beágyazott fűtőfelület) esetén (*TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázat*) $E_{FSz} = 1,39 kWh/m^2 a$.
- A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek központi szabályozó rendeltetési egységenkénti alkalmazása esetén 2 K arányossági sávval (*TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata*): $q_{f,h} = 9,6 kWh/m^2 a$.
- A rendszerben tároló nincs, így $q_{f,t} = 0$, $E_{FT} = 0$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*) $e_f = 1,0$, a villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_F = (71,25 + 9,6 + 1,6 + 0) * (1,04 * 1 * 1) + (1,39 + 0 + 0,48) * 2,5 = 90,4 kWh/m^2 a$$

10. A melegvízellátás primer energiaigénye (TNM 2. melléklet VII.1.a. képlet)

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

Ahol:

- A használati melegvíz nettó hőenergia igénye a TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat szerint $q_{HMV} = 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- Az indirekt tárolóra fűtő kondenzációs kombikazán teljesítménytényezője és segédenergia igénye (TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata): $C_k = 1,13$, $E_K = 0,17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A tárolás vesztesége (TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázat első fele) $q_{HMV,t} = 0,1 * 30 = 3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A melegvíz elosztás veszteségei cirkulációval, elosztás a fűtött téren belül (TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázata): $q_{HMV,v} = 0,15 * 30 = 4,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. $E_C = 0,49$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata) $e_{HMV} = 1,0$. A villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_{HMV} = (30 + 4,5 + 3) * (1,13 * 1 * 1) + (0,49 + 0,17) * 2,5 = 44,025 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

11. A szellőzési rendszerek primer energiaigénye

Az épületben légtechnikai rendszer nincsen.

12. A gépi hűtés primer energiaigénye

Az épületben gépi hűtés nem szükséges.

13. A beépített világítás primer energiaigénye

Lakóépület esetén a világítás primer energiaigényét nem kell az összevont energetikai jellemzőben szerepeltetni.

14. Az épület energetikai rendszereiből származó nyereségáramok

Saját energetikai rendszerből származó, az épületben fel nem használt, más fogyasztóknak átadott energia nincsen.

15. Az összesített energetikai jellemző számítása

$$E_p = \sum E_j$$

Az összesített energetikai jellemző:

$$E_p = 90,4 + 44,0 + 0 + 0 + 0 = 134,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az összesített energetikai jellemző megengedett legnagyobb értéke:

$$E_p = 212,97 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület **minősítése az energetikai jellemző alapján energiatakarékos, A osztályú** ($100 * 134,4/212,97 = 63,1\%$).

Családi ház tanúsítása részletes módszerrel

1. A felület/térfogatarány számítása.

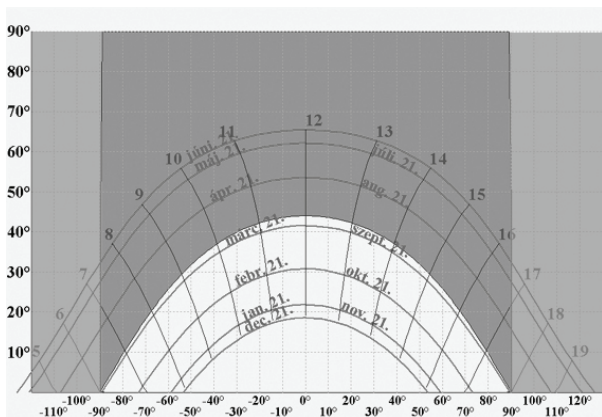
$$A/V = 738 / 637,2 = 1,16 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

2. A fajlagos hővesztégtényező határértékének leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében.

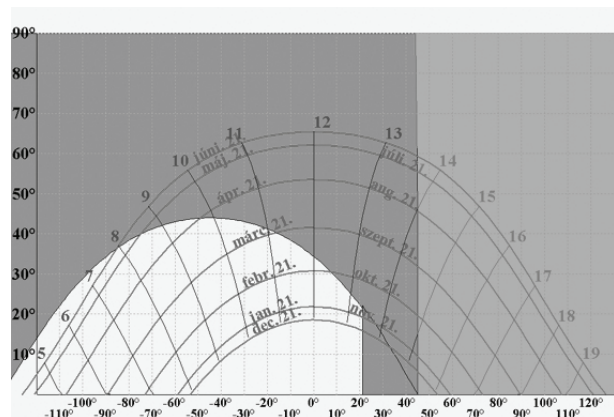
A megengedett fajlagos hővesztégtényező a *TNM 1. melléklet* szerint $q_m = 0,526 \text{ W/m}^3\text{K}$. A tanúsításban nyilatkozni kell a fajlagos hővesztégtényező és a követelményérték viszonyáról, ez azonban csak a tájékoztatást szolgálja.

3. A transzparens szerkezetek benapozásának ellenőrzése

Az épület nagyon tagolt alaprajza miatt a benapozottság ellenőrzése nehézkes. Az átrium K-DK-DNy tájolású üvegezésett szerkezeteit a kinyúló eresz mellett az épület maga is jelentősen árnyékolja, a benapozottság valószínűleg részletes vizsgálattal sem igazolható. Vizsgáljuk csak a viszonylag könnyen ellenőrizhető ablakokat: az átrium melletti két déli ablakot és a délkeleti ablakot. Előzőeket csak a kilógó eresz, utóbbit egy falszakasz is árnyékolja.



15.13. ábra A két déli ablak árnyékmátrixa



15.14. ábra A délkeleti ablak árnyékmátrixa

A nappályadiagrammal egyesített árnyékmátrix szerint az ablakok télen benapozottak, nyáron árnyékban vannak. A keleti és nyugati ablakok esetében az eresz árnyékmátrixa megegyezik a déli ablakéval, de az árnyékmátrix középpontját a tájolásnak megfelelően -90° illetve $+90^\circ$ -kal el kell tolni. Júniusban így ezek az ablakok csak reggel 9.00 előtt, illetve 16.00 után benapozottak, átlagosan kevesebb mint négy órában, ráadásul a kevésbé veszélyes órákban. Mindezek alapján nyáron az összes ablak árnyékosnak tekinthető.

4. Az épület fajlagos hőtároló tömegének számítása

A külső fal és az alsó zárófödém fajlagos hőtároló tömege kb. $m = (0,1 \text{ m} * 800 \text{ kg/m}^3 * 206,9 \text{ m}^2 + 0,08 \text{ m} * 2200 \text{ kg/m}^3 * 236 \text{ m}^2) / 236 \text{ m}^2 = 246,1 \text{ kg/m}^2$. Ha a belső falak hőtároló tömegét is figyelembe vennénk, a teljes épület fajlagos hőtároló tömege akkor sem haladná meg a 400 kg/m^2 -t. Az épület ez alapján könnyűszerkezetesnek minősül.

5. A szerkezetek hőveszteségének meghatározása

A padlásfödém fűtött és fűtetlen teret választ el, rétegtervi hőátbocsátási tényezője 0,9 értékkel módosítható. A talajon fekvő padló hőveszteségét a vonalmenti veszteségek alapján kell számítani, a vonalmenti hőátbocsátási tényező a 3. melléklet szerint 0,95 W/mK. Ez alapján az épülethatároló felületek hővesztesége:

	A (m ²) vagy l (m)	U (W/m ² K) vagy ψ (W/mK)	módosító- tényező	$AU + l\psi$ (W/K)
Külső fal	206,9	0,20		41,38
Padlásfödém	236,0	0,14	0,9	29,74
Ablak	48,5	1,08		52,48
Kapu	10,5	0,90		9,45
Talajon fekvő padló	101,0	0,95		95,95
Összesen				229,0

A hőhídveszteségeket szabványos módszereken alapuló hőhídkatalógus szerint vesszük figyelembe. Az adott csomóponti kialakítás mellett a csatlakozási élek vonalmenti hőátbocsátási tényezői és a hőhídveszteség:

A hőhíd típusa	l (m)	ψ (W/mK)	$l\psi$ (W/K)
Pozitív falsarkok	40,5	0,02	0,81
Terasz pofafal	3,0	0,04	0,12
Nyílászárók kerülete	149,0	0,02	2,98
Födém-külső fal csatlakozás	101,0	0,02	2,02
Lábazati fal	82,0	0,05	4,10
Külső fal – téglaválaszfal csatlakozás	24,3	0,01	0,24
Összesen			10,27

Az összes transzmissziós hőveszteség **239,27 W/K**. A hőhídveszteségek részletes számítása kisebb veszteségeket igazolt.

6. A sugárzási nyereségek meghatározása

A 3. melléklet C) III. 2. pontja szerint az ÉK és ÉNY szektorban az északi tájolás adatai a mérvadók. A DK és DNY tájolású üvegezések esetén a két szomszédos égtáj közül a kedvezőtlenebb, azaz télen a K-NY tájoláshoz tartozó érték vehető fel. Az előírt nyári intenzitásértékek a K-D-NY szektorban azonosak. A hasznosítási tényező 0,5.

A direkt sugárzási nyereség a fűtési idényre:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U g Q_{TOT} = 0,5 * (5,04 * 0,65 * 400 + 2,52 * 0,65 * 200 + (36,1 - 7,56) * 0,65 * 100) = 1746,55 \text{ kWh/a}$$

A direkt sugárzási nyereség az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U I_b g = 0,5 * (5,04 * 96 * 0,65 + 2,52 * 50 * 0,65 + (36,1 - 7,56) * 27 * 0,65) = 448,64 \text{ W}$$

Célszerűen ehhez a lépéshez kötve a nyári sugárzási hőterhelés meghatározása a társított szerkezet hatását is figyelembe véve:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_{ij} I_{nyár} g_{nyár} = 36,1 * 85 * 0,65 * 0,2 = 398,9 W$$

7. A fajlagos hővesztéstényező számítása:

$$q = \frac{1}{637,2} \left(239,27 - \frac{1746,55}{72} \right) = 0,337 W / m^3 K$$

A részletes számítás jobb energetikai minőséget igazolt.

8. A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Éjszakai szellőztetésre van mód, nyitható nyílások több homlokzaton is vannak. A belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{398,91 + 236 \cdot 5}{239,27 + 0,35 \cdot 9 \cdot 637} = 0,7 K < 2 K$$

Az érték a bizonyítottan árnyékolt nyílászáróknak köszönhetően alacsonyabb, mint az egyszerűsített számításból származó eredmény.

9. Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számítása:

Korszerű, jó légzárású ablakok kerültek beépítésre, így a légcsereszám $n = 0,5$. A 3. melléklet tervezési adataival lakóépület esetén a belső hőnyereség átlagos értéke $q_b = 5 W/m^2$.

$$\Delta t_b = \frac{448,64 + 0 + 236 \cdot 5}{239,27 + 0,35 \cdot 0,5 \cdot 637,2} + 2 = 6,6 K$$

A fűtési hőfokhíd $72000 hK$, a fűtési idény hossza $4400 h$.

10. A fűtés nettó hőenergiaigénye:

A szakaszos fűtés hatását kifejező korrekciós szorzó $\sigma = 0,9$. Az éves nettó fűtési energiaigény (TNM 2. melléklet IV.4. képlet):

$$Q_F = 72 * 637,2 * (0,337 + 0,35 * 0,5) * 0,9 - 4,4 * 236 * 5 = 15966,65 kWh/a$$

Egységnyi alapterületre vetítve: $q_f = 67,66 kWh/m^2 a$.

A részletes számítással jobb energetikai minőség igazolható, a fűtési energiaigény kisebb.

11. A fűtés fajlagos primer energiaigénye (TNM 2. melléklet VI.1.a. képlet):

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

Ahol:

- A nettó alapterület $236 m^2$.
- A hőtermelő 20 kW-os Vaillant ecoCOMPACT kondenzációs kombi gázkazán a fűtött téren belül elhelyezve. A teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (TNM 2. melléklet VI.2. 2. táblázata): $C_k = 1,04$, $q_{k,v} = 0,48 kWh/m^2 a$

- A rendszer alacsony hőmérsékletű, ezért a hőelosztás fajlagos vesztesége 55/45 °C fűtővíz hőmérséklet esetén (vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren belül, *TNM 2. melléklet VI.3. 2. táblázat*) $q_{f,v} = 1,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A hőelosztás segéd villamos energia igénye fordulatszám szabályozású szivattyút, padlófűtés (beágyazott fűtőfelület) esetén (*TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata*) $E_{FSz} = 1,39 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek központi szabályozó rendeltetési egységenkénti alkalmazása esetén 2 K arányossági sávval (*TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata*): $q_{f,h} = 9,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A rendszerben tároló nincs, így $q_{f,t} = 0$, $E_{FT} = 0$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*) $e_f = 1,0$, a villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_F = (67,66 + 9,6 + 1,6 + 0) * (1,04 * 1 * 1) + (1,39 + 0 + 0,48) * 2,5 = 86,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

12. A melegvzellátás primer energiaigénye (*TNM 2. melléklet VII.1.a. képlet*)

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

Ahol:

- A használati melegvíz nettó hőenergia igénye a *TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat* szerint $q_{HMV} = 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- Az indirekt tárolóra fűtő kondenzációs kombikazán teljesítménytényezője és segédenergia igénye (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata*): $C_k = 1,13$, $E_K = 0,17 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A tárolás vesztesége (*TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázat első fele*) $q_{HMV,t} = 0,1 * 30 = 3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A melegvíz elosztás veszteségei cirkulációval, elosztás a fűtött téren belül (*TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázata*): $q_{HMV,v} = 0,15 * 30 = 4,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. $E_C = 0,49$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*) $e_{HMV} = 1,0$. A villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_{HMV} = (30 + 4,5 + 3) * (1,13 * 1 * 1) + (0,49 + 0,17) * 2,5 = 44,025 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

13. A szellőzési rendszerek primer energiaigénye

Az épületben légtechnikai rendszer nincsen.

14. A gépi hűtés primer energiaigénye

Az épületben gépi hűtés nem szükséges.

15. A beépített világítás primer energiaigénye

Lakóépület esetén a világítás primer energiaigényét nem kell az összevont energetikai jellemzőben szerepeltetni.

16. Az épület energetikai rendszereiből származó nyereségáramok

Saját energetikai rendszerből származó, az épületben fel nem használt más fogyasztóknak átadott energia nincsen.

17. Az összesített energetikai jellemző számítása

$$E_p = \sum E_j$$

Az összesített energetikai jellemző:

$$E_p = 86,7 + 44,0 + 0 + 0 + 0 = 130,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

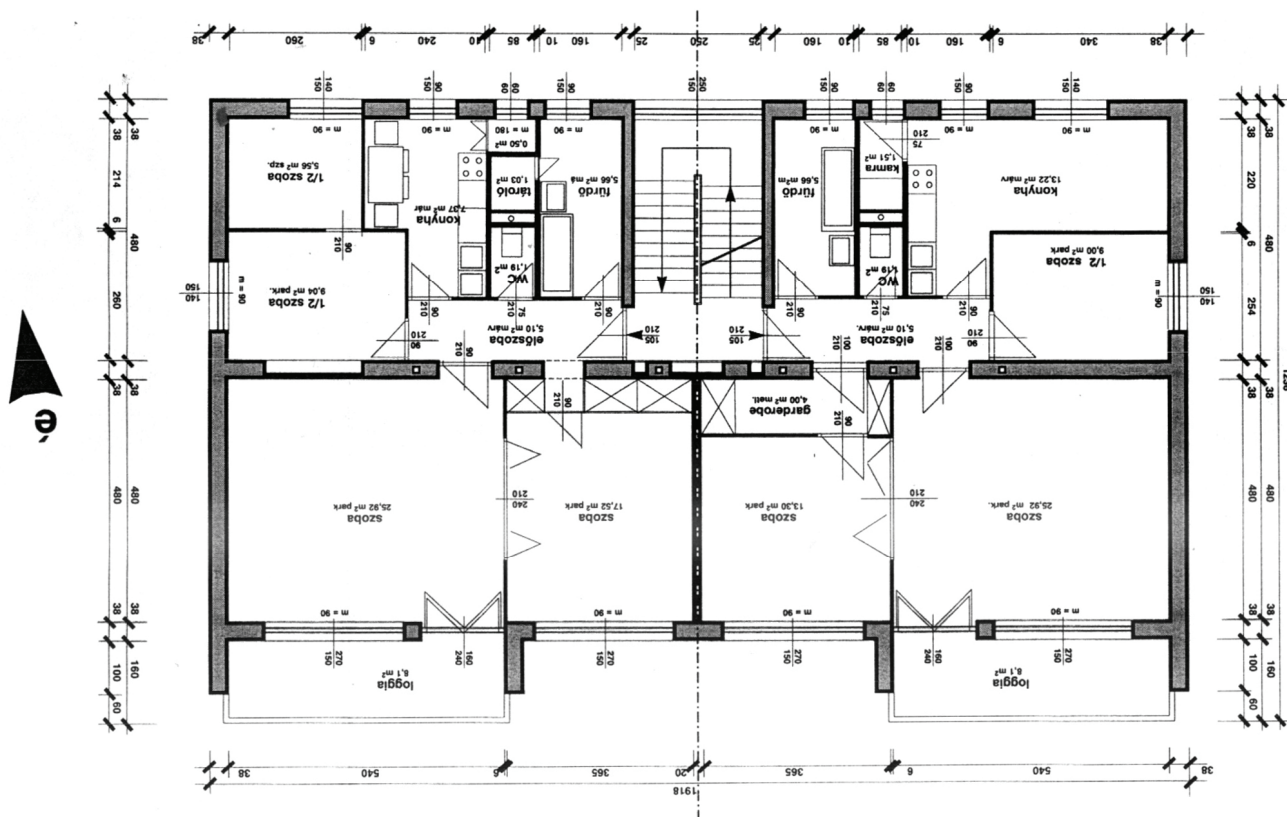
Az összesített energetikai jellemző megengedett legnagyobb értéke:

$$E_p = 212,97 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület **minősítése az energetikai jellemző alapján energiatakarékos, A osztályú** ($100 * 130,7/212,97 = 61,37\%$).

15.7. Többlakásos lakóépület tanúsítása

Három szintes, alápincézett, lapostetős, szabadon álló hatlakásos társasház.



15.15. ábra Földszinti és emeleti alaprajzok



15.16. ábra Déli homlokzat

Adatok

Bruttó beépített alapterület:	208 m^2
Bruttó szintterület:	624 m^2
Nettó szintterület:	510 m^2
Hasznos fűtött szintterület:	$A_N = 474 \text{ m}^2$
Belmagasság:	$bm = 2,70 \text{ m}$
Az épület kerülete:	$K = 68 \text{ m}$
Fűtött térfogat:	$V = A_N * bm = 474 \text{ m}^2 * 2,7 \text{ m} = 1279,8 \text{ m}^3$

A függőleges határolószerkezetek területe (belső méretekkel számítva):

	Homlokzatok (m^2)	Ebből tömör felület (m^2)	Ebből nyílászáró (m^2)	Üvegfelület (m^2)
É	121	90	31,0	16,4
K	77	70,7	6,3	3,7
D	147	75,3	71,7	47,4
NY	77	70,7	6,3	3,7
Fűtetlen lépcsőház	97	84	13 (bejárati ajtók)	-
Összesen	519	390,7	115,3 + 13	71,2

A vízszintes határoló szerkezetek területe (belső méretekkel számítva, fűtött terek felett, illetve alatt):

- Pincefödém:	158 m^2
- Lapostető:	158 m^2

Épülethatároló szerkezetek:

Üvegezett homlokzati nyílászárók:

Kapcsolt gerébtokos fa ablakok és erkélyajtók árnyékoló szerkezet nélkül, gyenge légzárású szerkezetek (1971)

Hőátbocsátási tényező: $U_{ablak} = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Össz. sugárzásátbocsátás: $g = 0,75$

Bejárati ajtók:

Hőátbocsátási tényező: $U_{ajtó} = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Külső falak:

Soklyukú téglafalazat (38 cm) kétoldali normál vakolattal

Hőátbocsátási tényező: $U_{fal} = 1,03 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:

Soklyukú téglafalazat (25 cm) kétoldali normál vakolattal

Hőátbocsátási tényező: $U_{lépcsőház} = 1,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Pincefalak:

Beton pincefal (30 cm), hőszigeteletlen, vakolva (3 cm)

Hőátbocsátási tényező: $U_{pincefal} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Pincefödém:

- Ragasztott parketta, ill. lapburkolat
- Kavicsbeton aljzat (6 cm)
- Technológiai szigetelés
- Bazaltgyapot hőszigetelő-úsztató réteg (4 cm)
- PK-PS egy. vb. pallófödém (19 cm)

Hőátbocsátási tényező: $U_{pince} = 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$

Lapostető (nem járható):

- Bitumenes lemez szigetelés
- Kavicsbeton aljzat (6 cm)
- Kazánsalak feltöltés lejtésben (10-30 cm, átlag 22 cm)
- HUNGAROCCELL hőszigetelés (4 cm)
- PK-PS egy. vb. pallófödém (19 cm)
- Mennyezetvakolat (3 cm)

Hőátbocsátási tényező: $U_{tető} = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

Födém koszorú:

- Homlokzati vakolat (1 cm)
- Hálóerősítésű alapvakolat (2 cm)
- HUNGAROCCELL hőszigetelés (2 cm)
- Vasbeton koszorú

A hőhidak hossza:

- | | |
|---|--------|
| - Pozitív falsarkok | 36 fm |
| - Loggia pofafalak | 36 fm |
| - Nyílászárók kerületei (kivéve a födémcsatlakozásokat) | 217 fm |
| - Födém-külső fal | 181 fm |
| - Külső fal – téglaválaszfal csatlakozás | 81 fm |
| - Hőszigetelt loggialemez | 33 fm |

Külső falak hőhidjai: 584 fm

Erősen hőhidas: $584/519 = 1,13 \text{ fm/m}^2$, $\chi = 0,40$

-
- | | |
|--|-------|
| - Lapostető hőhidjai (attikafalak és tetőfelépítmények): | 78 fm |
|--|-------|

Erősen hőhidas: $78/158 = 0,49 \text{ fm/m}^2$, $\chi = 0,20$

- | | |
|------------|-------|
| - Lábazat: | 68 fm |
|------------|-------|

Fűtés és HMV:

JUNKERS fali kombikazán lakásonként

Az épület fajlagos hővesztésgtényezőjének számítása egyszerűsített módszerrel

1. A felület/térfogat arány számítása.

$$A/V = 835 / 1279,8 = 0,652 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

2. A fajlagos hőveszteségtényező határértékének leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében.

A megengedett fajlagos hőveszteségtényező az 1. melléklet szerint $q_m = 0,334 \text{ W/m}^3\text{K}$. A tanúsításban nyilatkozni kell a fajlagos hőveszteségtényező és a követelményérték viszonyáról, ez azonban csak a tájékoztatást szolgálja.

3. A szerkezetek hőveszteségtényezőjének számítása

A külső fal és a lapostető a hőhidak hosszának fajlagos mennyisége alapján erősen hőhidas, a χ korrekciós tényező a 2. melléklet szerint 0,40 illetve 0,20. A pincefödém és a fűtetlen lépcsőház falai és bejárati ajtóit fűtött és fűtetlen teret választanak el, rétegtervi hőátbocsátási tényezőjük ezért 0,5 illetve 0,6 értékkel módosítható.

	A (m ²)	U (W/m ² K)	1 + χ	módosító-tényező	AU _R (W/K)
Külső fal	306,7	1,03	1,4		442,26
Lépcsőház falak	84	1,41	1,05	0,6	74,62
Ablak	115,3	2,2			253,66
Ajtó	13	2,0		0,6	15,60
Lapostető	158	0,6	1,2		113,76
Pincefödém	158	0,84	1,2	0,5	79,63
Összesen					979,53

5. Az épület hőtároló tömegének megítélése

Az épület földemei előregyártott vasbeton pallófödémek, külső fala soklyukú téglából épült. A földémek nettó padlófelületre vetített hőtároló tömege kb. 330 kg/m². Ehhez hozzáadódik még a külső és belső falak hőtároló tömege, így az épület fajlagos hőtároló tömege biztosan meghaladja a 400 kg/m²-t. Az épület nehéz szerkezetűnek minősül.

6. A sugárzási nyereségek számítása

A hasznosítási tényező 0,75. A direkt sugárzási nyereség minimális értéke a fűtési idényre:

$$Q_{sd} = 0,75 * 71,2 * 100 * 0,75 = 4005 \text{ kWh/a}$$

7. A meglévő épület fajlagos hőveszteségtényezője:

$$q = \frac{1}{1279,8} (979,53 - \frac{4005}{72}) = 0,722 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Az egyszerűsített számítás alapján az épület hőveszteségtényezője a követelményértéknél magasabb.

8. A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzási hőterhelés meghatározása társított szerkezet nélkül:

$$Q_{snyár} = 16,4 * 85 * 0,75 + 54,8 * 150 * 0,75 = 7210,50 \text{ W}$$

Nyitható nyílások több homlokzaton vannak, éjszakai szellőztetés lehetséges, így a légcsereszám nyári tervezési értéke $n_{nyár} = 9$. A belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{\text{bnyár}} = \frac{7210,5 + 474 \cdot 5}{980,31 + 0,35 \cdot 9 \cdot 1279,8} = 1,9K < 3K$$

A túlmelegedés kockázata elfogadható.

Az épület fajlagos hőveszteségtényező számítása részletes módszerrel

1. A felület/térfogat arány számítása.

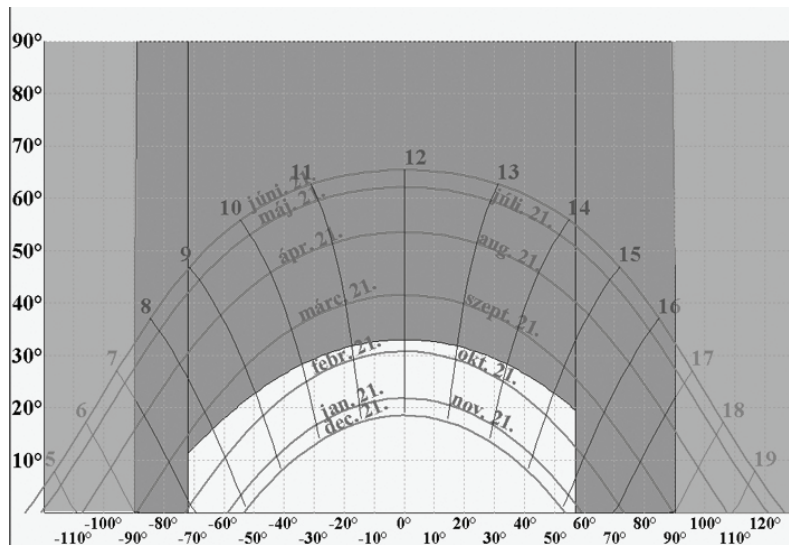
$$A/V = 835 / 1279,8 = 0,652 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

2. A fajlagos hőveszteségtényező határértékének leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében.

A megengedett fajlagos hőveszteségtényező az 1. melléklet szerint $q_m = 0,334 \text{ W/m}^3\text{K}$. A tanúsításban nyilatkozni kell a fajlagos hőveszteségtényező és a követelményérték viszonyáról, ez azonban csak a tájékoztatást szolgálja.

3. A transzparens szerkezetek benapozásának ellenőrzése homlokzatonként:

Az épületet a szomszédos házak és növényzet nem árnyékolja. Vizsgáljuk meg a loggia és a loggia pofafalak árnyékoló hatását a homlokzat bal oldalán lévő ablak középpontjára nézve. A nappályadiagrammal egyesített árnyékmáskot a következő ábra mutatja:



15.17. ábra A loggiára néző ablak árnyékmáskja

A nappályadiagram alapján a loggiák kialakítása kedvező: nyári időszakban megfelelően árnyékolnak, télen (október elejétől március elejéig) nem csökkentik a szoláris nyereséget. A pofafalak nyáron a délutáni napsugárzás ellen hatékonyak. Ez alapján a loggia üvegezett szerkezetei a november 15- március 15. közötti időszakban és novemberben benapozottak, nyáron árnyékosak. A többi nyílászáró télen-nyáron benapozottként számítható.

4. Az épület fajlagos hőtároló tömegének számítása

Az aljzatbeton, a vasbeton pallófödém, valamint a külső és lépcsőházi falak fajlagos hőtároló tömege:

$$m = (0,06 \cdot 2200 \cdot 474 + 0,1 \cdot 1675 \cdot 474 + 0,1 \cdot 1600 \cdot 390,7)/474 = 431,4 \text{ kg/m}^2$$

Ehhez még hozzáadódik a belső falak hőtároló tömege is, az épület azonban már így is nehéz szerkezetesnek minősül.

5. A szerkezetek hőveszteségének meghatározása

A pincefödém és a fűtetlen lépcsőház falai és bejárati ajtó fűtött és fűtetlen teret választanak el, rétegtervi hőátbocsátási tényezőjük ezért 0,5 illetve 0,6 értékkel módosítható.

	A (m ²)	U (W/m ² K)	módosító-tényező	AU (W/K)
Külső fal	306,7	1,03		315,90
Lépcsőház fala	84	1,41	0,6	71,06
Ablak	115,3	2,20		253,66
Ajtó	13	2,0	0,6	15,60
Lapostető	158	0,6		94,80
Pincefödém	158	0,84	0,5	66,36
Összesen				817,39

Az adott csomóponti kialakítás mellett a csatlakozási élek vonalmenti hővesztesége:

A hőhid típusa	l (m)	ψ (W/mK)	$l\psi$ (W/K)
Pozitív falsarkok	36	0,10	3,6
Loggia pofafalak	36	0,50	18,0
Nyílászárók kerülete	217	0,05	10,85
Födém-külső fal csatlakozás	181	0,30	54,3
Külső fal – téglaválaszfal csatlakozás	81	0,12	9,72
Hőszigetetlen loggialemezek	33	0,50	16,5
Attikafalak	78	0,20	15,60
Lábazat	68	1,30	88,4
Összesen			216,97

Az épület összes hővesztesége **1034,36 W/K**. Ebben az esetben az átlagosnál rosszabb minőségű csomópontok miatt a hőhidak részletes módszerrel számított vesztesége nagyobb, mint a korrekciós tényezőkkel kapott érték.

6. A sugárzási nyereségek meghatározása

A hasznosítási tényező 0,75. A direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U g Q_{TOT} = 0,75 * (16,4 * 0,75 * 100 + (3,7 + 3,7) * 0,75 * 200 + 47,4 * 0,75 * 400) = 12420 \text{ kWh/a}$$

A direkt sugárzási nyereség az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számításához:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_U I_b g = 0,75 * (16,4 * 27 * 0,75 + (3,7 + 3,7) * 50 * 0,75 + 47,4 * 96 * 0,75) = 3016,8 \text{ W}$$

Célszerűen ehhez a lépéshez kötve a nyári sugárzási hőterhelés, a bizonyítottan árnyékos déli nyílászárók területét az északi tájoláshoz tartozó értékkel számítva:

$$Q_{sdnyár} = \sum A_U I_{nyár} g_{nyár} = (16,4 + 29,35) * 85 * 0,75 + 25,45 * 150 * 0,75 = 5779,68 \text{ W}$$

7. A fajlagos hővesztésgtényező számítása:

$$q = \frac{1}{1279,8} \left(1034,36 - \frac{12420}{72} \right) = 0,673 \text{ W/m}^2\text{K} > 0,334 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A részletes számítással kapott eredmény a kedvező sugárzási nyereségek miatt kb. 10 %-kal jobb, mint az egyszerűsítettől származó. Bár a részletes számítás jobb energetikai minőséget mutat, így sem igazolható, hogy az épület megfelel a hővesztésgtényező követelményértékének.

8. A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Nyitható nyílások egy homlokzaton vannak, éjszakai szellőztetés lehetséges, így a légcsereszám nyári tervezési értéke $n_{nyár} = 9$. A belső és külső hőmérséklet napi átlagos különbsége:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{5779,68 + 474 \cdot 5}{1034,36 + 0,35 \cdot 9 \cdot 1279,8} = 1,61\text{K} < 3 \text{ K}$$

A túlmelegedés kockázata elfogadható. Az eredmény az egyszerűsített számításhoz viszonyítva sokkal kedvezőbb, hiszen igazoltuk, hogy az üvegezett szerkezetek jelentős hányada a legmelegebb nyári órákban árnyékban van.

9. Az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számítása:

Az ablakok a szemle alapján vetemedettek, gyenge légzárásúak. Nyílások több homlokzaton vannak, az épület szabadon álló, szintjeinek száma 3. Ezek alapján a légcsereszám 0,9 és a szél korrekciós tényező 1,4, azaz a becsült légcsereszám $n = 1,4 \cdot 0,9 = 1,26 \text{ h}^{-1}$. A belső hőnyereség átlagos értéke $q_b = 5 \text{ W/m}^2$.

$$\Delta t_b = \frac{3016,8 + 0 + 474 \cdot 5}{1034,36 + 0,35 \cdot 1,26 \cdot 1279,8} + 2 = 5,37\text{K}$$

Mivel az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség kisebb mint 8 K, a fűtési hőfokhíd 72000 hK, a fűtési idény hossza 4400 h.

Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

Az összesített energetikai jellemző meghatározásához a továbbiakban használjuk az egyszerűsített számítás eredményeit.

1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye (TNM 2. melléklet IV.1. képlet):

$$Q_F = 72 \cdot 1279,8 \cdot (0,723 + 0,35 \cdot 1,26) \cdot 0,9 - 4,4 \cdot 474 \cdot 5 = 86021 \text{ kWh/a}$$

illetve ennek fajlagos értéke $q_f = 181,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

A társasházban lakásonkénti állandó hőmérsékletű JUNKERS kombi falikazánok szolgáltatják a fűtést és a melegvizet. A radiátorok kéziszелеpekkal vannak ellátva, a lakások szabályozása központi, helyiségenkénti szabályozás nem lehetséges. A fűtés 75/65 °C-os rendszerű, a keringtető szivattyú állandó fordulátú.

A primer energiaigény képlete (TNM 2. melléklet VI.1.a. képlet):

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

Ahol:

- Mivel lakásonkénti rendszerről van szó, az alapterület függő értékeknél a lakások nettó alapterületét kell venni, ez minden lakásnál 100 m² alatt van.
- A fűtött téren belül elhelyezett, állandó hőmérsékletű kazánt figyelembe véve a teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (TNM 2. melléklet VI.2. 2. táblázata): $C_k = 1,3$, $q_{k,v} = 0,79 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- A kombi készülék az egyetlen hőtermelő, így a lefedési arány $\alpha_k = 1,0$.
- A hőelosztás fajlagos vesztesége 70/55 °C fűtővíz hőmérséklet feltételezésével (vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren belül, TNM 2. melléklet VI.3. 2. táblázat) $q_{f,v} = 2,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Valójában 75/65 °C-os rendszerről van szó, mely nem szerepel a táblázatban, ezért a legközelebbi szomszédos értéket kell figyelembe venni.
- A hőelosztás villamos segédenergia igénye az állandó fordulatú szivattyút, radiátorokat (szabad fűtőfelület) tekintve (TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata) $E_{FSz} = 2,22 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek központi szabályozók alkalmazása esetén (TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata): $q_{f,h} = 9,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A rendszerben tároló nincs, így $q_{f,t} = 0$, $E_{FT} = 0$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata) $e_f = 1,0$, a villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_F = (181,5 + 9,6 + 2,9 + 0) * (1,3 * 1 * 1) + (2,22 + 0 + 0,79) * 2,5 = 259,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

3. A melegvízellátás primer energiaigénye

A lakásonkénti átfolyós rendszerű kombikészülék cirkuláció nélkül működik. A készülék és a vezetékek a fűtött téren belül vannak. A primer energiaigény képlete (TNM 2. melléklet VII.1.a. képlet):

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

Ahol:

- Mivel lakásonkénti rendszerről van szó, az alapterület függő értékeknél a lakások nettó alapterületét kell venni, ez minden lakásnál 100 m² alatt van.
- A használati melegvíz nettó hőenergia igénye a TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat szerint lakófunkció esetén $q_{HMV} = 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A fűtött térben levő, állandó hőmérsékletű átfolyós kombikazánt figyelembe véve a teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata): $C_k = 1,27$, $E_K = 0,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A kombi készülék az egyetlen hőtermelő, így a lefedési arány $\alpha_k = 1,0$.
- Tároló nincsen, így $q_{HMV,t} = 0$.
- A melegvíz elosztás veszteségei cirkuláció nélkül, elosztás a fűtött téren belül (TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázata): $q_{HMV,v} = 0,1 * 30 = 3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. $E_C = 0$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata) $e_{HMV} = 1,0$. A villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_{HMV} = (30 + 3 + 0) * (1,27 * 1 * 1) + (0 + 0,2) * 2,5 = 42,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

4. Az összesített energetikai jellemző:

$$E_p = \sum E_j = 259,7 + 42,4 + 0 + 0 + 0 + 0 = 302,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az összesített energetikai jellemző megengedett legnagyobb értéke:

$$E_p = 152,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület **minősítése az energetikai jellemző alapján átlagost megközelítő, G osztályú** ($100 * 302,1/152,3 = 199,1\%$).

Egy lakás tanúsítása

Mi történik akkor, ha a többlakásos épületben csak egy lakás tanúsítását kell elvégezni?

Épületrész minősítése esetén annak összesített energetikai jellemzőjét az épületrésszel azonos rendeltetésű, a tartalmazó épülettel azonos felület / térfogat arányú épületre az 1. mellékletben megadott követelményérték százalékában kell kifejezni.

Tehát: lakóépületben van a vizsgált épületrész, az épületrész rendeltetése ugyanaz, mint az egész épületé. A követelményértéket ($\text{kWh/m}^2\text{a}$) a lakóépület egésze alapján kell meghatározni. Ezután az épületrész adataival meghatározzuk annak összesített energetikai jellemzőjét ($\text{kWh/m}^2\text{a}$) és ezt az épületre vonatkozó követelményértékkel kell összevetni.

Az eljárás lényege: egy épületen belül eltérő tájolású, fekvésű lakások vannak (általános, legalsó, legfelső szintek, sarokfekvés). Minden további nélkül előfordulhat, hogy egy-egy lakás energetikai minőségi osztálya nem azonos az épületével, hanem annál jobb vagy rosszabb.

Ennek értelmében meg kell határozni az adott lakás összesített energetikai jellemzőjét a lakásra vonatkozó adatok alapján. Nézzük meg, hogy alakul egy középső és egy legfelső szintű lakás besorolása ebben a példában (az egyszerűsített számítási eljárással).

Legfelső szintű lakás

A legfelső szintű lakást alulról fűtött tér határolja. Így a lehülő felületek a külső homlokzat, a lapostető és a fűtetlen lépcsőház. Mivel a lakások egyformák, a lakás függőleges lehülő felületeinek területe hatoda a teljes épület egyes függőleges lehülő felületeinek, a lakáshoz tartozó lapostető pedig a teljes lapostető területének fele. A lakás hőveszteségtényezője:

	A (m^2)	U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	$1 + \chi$	módosító-tényező	AU _R (W/K)
Külső fal	51,12	1,03	1,40		73,71
Lépcsőház falak	14	1,41	1,05	0,6	12,44
Ablak	19,22	2,2			42,28
Ajtó	2,17	2,0		0,6	2,60
Lapostető	79,00	0,6	1,20		56,88
Pincefödém	0	0,84	1,20	0,5	0
Összesen					187,9

A sugárzási nyereség szintén hatoda a teljes épület sugárzási nyereségének, $Q_{sd} = 667,5 \text{ kWh/a}$ (egyszerűsített módszerrel). Ezek alapján a lakás fajlagos hőveszteségtényezője $q = 0,837 \text{ W/m}^3\text{K}$, a fűtés éves nettó hőenergia igénye $Q_F = 15933 \text{ kWh/a}$, fajlagosan $q_F = 201,68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

A fűtési rendszer fajlagos veszteségei azonosak a teljes épületre számított értékekkel annál is inkább, mert lakásonkénti rendszerekről van szó. Ennek figyelembe vételével: $E_F = 286,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

A HMV fajlagos primer energiaigénye marad ugyanannyi, azaz $E_{HMV} = 42,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Az összesített energetikai jellemzője $E_P = 328,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Bár a lakás összesített energetikai jellemzője rosszabb, mint az teljes épületé, a lakás minősítése szintén **átlagost megközelítő, azaz G osztályú** ($100 * 328,4/152,3 = 215,8\%$).

Középső szinti lakás

A számítás hasonló az előzőekhez, annyi különbséggel, hogy a lakást alulról és felülről is fűtött tér határolja. A lehülő felületek csak a külső homlokzat, és a fűtetlen lépcsőház. A lakás hővesztégtényezője $131,02 \text{ W/K}$, a sugárzási nyereség $667,5 \text{ kWh/a}$, fajlagos hővesztégtényezője $q = 0,57 \text{ W/m}^3\text{K}$, a fűtés éves nettó hőenergia igénye $Q_F = 12247,0 \text{ kWh/a}$, fajlagosan $q_F = 155,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

A fűtési rendszer fajlagos primer energiaigénye: $E_F = 225,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

A HMV fajlagos primer energiaigénye marad ugyanannyi, azaz $E_{HMV} = 42,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Az összesített energetikai jellemzője $E_P = 267,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Ennek az a következménye, hogy a teljes épület összesített energetikai jellemzője G osztályú, az általános szinti lakás minősítése ennél jobb, **F osztályú, azaz átlagos** ($100 * 267,7/152,3 = 175\%$).

A felújítás tervezése

A társasház felújításba fog és szeretne jobb minősítési osztályba kerülni. Célozzuk meg a követelménynek megfelelő C minősítési osztályt, ami egy esetleges támogatás feltétele is lehet. Mit kell ehhez elvégezni? A számítást visszafele végezzük el, azaz a primer energiafelhasználásra vonatkozó követelményekből indulunk ki.

Tegyük fel, hogy a felújítás során sem bővítés sem bontás nem történik, azaz a $\Sigma A/V$ arány nem változik, így a követelmény sem. Így az összesített energetikai jellemző megengedett legnagyobb értéke azonos a tanúsításnál számítottal:

$$E_P = 152,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az eredeti épületgépészeti rendszer nem felel meg a kor energetikai és komfortkövetelményeinek, de példánkban olyan rendszereket vizsgálunk, melyek a gyakorlatban gyakran előfordulnak. A kondenzációs kazánokat és a megújuló energiaforrások bevonását azért nem vizsgáljuk, mert azok kevésbé problematikusak a követelmények teljesítése szempontjából.

A kéziszелеpes fűtési rendszert mindenképpen szabályozható, termosztatikus szelepes rendszerré kell alakítani. Az átfolyós HMV rendszer esetén pedig a kívánt melegvíz hőmérséklet beállítása nehézkes, egyszerre csak egy csapoló működtethető és előfordulhat, hogy sokáig kell várni, míg meleg víz folyik a csapból. Ezért a lakók gyakran preferálják a tárolós rendszereket. Ennek tükrében a következő épületgépészeti változatokat vizsgáljuk meg:

A) Marad az egyedi kombi készülék átfolyós HMV készíttéssel, de a radiátorok termosztatikus szelepeket kapnak

Az összesített energetikai jellemző tehát:

$$E_P = \sum E_j = E_{HMV} + E_F + 0 + 0 + 0 + 0 \leq 152,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Ebből az egyenlőtlenségből kell visszafelé meghatározni a q fajlagos hőveszteség tényező maximális értékét. Elsőként a HMV primer energiaigényét határozzuk meg. Mivel ez a rendszer HMV szempontjából lényegében azonos a tanúsított változattal az energiaigény is azonos:

$$E_{HMV} = 42,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Ebből:

$$E_{Fmax} = E_P - E_{HMV} = 152,3 - 42,4 = 109,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Nézzük meg most a fűtési rendszer veszteségeit. A tanúsítási változathoz képest két eltérés van. A termosztatikus szelepek miatt az illesztési veszteségek jóval kisebbek, valamint a keringtető szivattyú áramigénye is alacsonyabb, hiszen itt már fordulatszám szabályozású szivattyút feltételezünk. A változásokat vastaggal szedjük, tehát:

- Mivel lakásonkénti rendszerről van szó, az alapterület függő értékeknél a lakások nettó alapterületét kell venni, ez minden lakásnál 100 m^2 alatt van.
- A fűtött téren belül elhelyezett, állandó hőmérsékletű kazánt figyelembe véve a teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (*TNM 2. melléklet VI.2. 2. táblázata*): $C_k = 1,3$, $q_{k,v} = 0,79 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- A kombi készülék az egyetlen hőtermelő, így a lefedési arány $\alpha_k = 1,0$.
- A hőelosztás fajlagos vesztesége $70/55 \text{ }^\circ\text{C}$ fűtővíz hőmérséklet feltételezésével (vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren belül, *TNM 2. melléklet VI.3. 2. táblázat*) $q_{f,v} = 2,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Valójában $75/65 \text{ }^\circ\text{C}$ -os rendszerről van szó, mely nem szerepel a táblázatban, ezért a legközelebbi szomszédos értéket kell figyelembe venni.
- A hőelosztás villamos segédenergia igénye a fordulatszám szabályozású szivattyút, radiátorokat (szabad fűtőfelület) tekintve (*TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata*) $E_{FSz} = 1,85 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek termosztatikus szelepek alkalmazása esetén 2 K arányossági sávval (*TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata*): $q_{f,h} = 3,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A rendszerben tároló nincs, így $q_{f,t} = 0$, $E_{FT} = 0$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*) $e_f = 1,0$, a villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A fűtés primer energiaigényének képletéből a $q_{f,max}$ meghatározható (*TNM 2. melléklet VI.1.a. képlet*):

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

$$q_{f,max} = \frac{E_{F,max} - (E_{FSz} + E_{FT} + E_{FK}) e_v}{\sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f)} - q_{f,h} - q_{f,v} - q_{f,t} = 72,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Amiből a fajlagos hőveszteség tényező maximuma a *TNM 2. melléklet IV.5.1. képletből* számolható vissza:

$$Q_F = q_F A = [72V(q + 0,35n) - 4,4Aq_b] \sigma \quad [\text{kWh/a}]$$

A képletben a q_F kivételével minden azonos a tanúsításnál ismertekkel, tehát

$$q_{max} = \frac{A \left(\frac{q_{F,max}}{\sigma} + 4,4 \cdot q_b \right)}{72 \cdot V} - 0,35 \cdot n = 0,35 \text{ W/m}^3\text{K}$$

B) Az egyedi rendszereket központi gázkazán váltja fel, mely indirekt fűtésű HMV-tárolót fűt, a radiátorok termosztatikus szelepeket kapnak.

A számítás menete azonos az A) alatt ismerttetettel. Elsőként a HMV primer energiaigényét határozzuk meg. A központi rendszerű HMV ellátás cirkulációval működik. A készülék és a vezetékek a fűtött téren kívül vannak. A primer energiaigény képlete:

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

Ahol:

- Mivel központi rendszerről van szó, az alapterület függő értékeknél a teljes nettó alapterületet kell venni, ez 474 m².
- A használati melegvíz nettó hőenergia igénye a *TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat* szerint lakófunkció esetén $q_{HMV} = 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- Az állandó hőmérsékletű gázkazánt figyelembe véve a teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (*TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata*): $C_k = 1,46$, $E_K = 0,13 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A gázkazán az egyetlen hőtermelő, így a lefedési arány $\alpha_k = 1,0$.
- A tároló a fűtött téren kívül található, azaz (*TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázat második fele*) $q_{HMV,t} = 0,09 \cdot q_{HMV} = 2,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A melegvíz elosztás veszteségei cirkulációval, elosztás a fűtött téren kívül (*TNM 2. melléklet VII.4. 2. táblázata*): $q_{HMV,v} = 0,14 \cdot q_{HMV} = 4,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. $E_C = 0,34$.
- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (*TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata*) $e_{HMV} = 1,0$. A villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A fajlagos primer energiaigény:

$$E_{HMV} = (30 + 4,2 + 2,7) \cdot (1,46 \cdot 1 \cdot 1) + (0,34 + 0,13) \cdot 2,5 = 55,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Látható, hogy a központi tárolós HMV készítés bár komfort és üzemvitel szempontból jobb, energetikailag kedvezőtlenebb, mint átfolyós rendszer esetén ($E_{HMV} = 42,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$). Ez jól illusztrálja, hogy felújítás esetén előállhat, hogy a gépészet primer energiaigénye nagyobb lesz, mint felújítás előtt volt. Ebből:

$$E_{Fmax} = E_P - E_{HMV} = 152,3 - 55,0 = 97,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Nézzük meg most a fűtési rendszer veszteségeit.

- Mivel központi rendszerről van szó, az alapterület függő értékeknél az összes nettó fűtött alapterületet kell venni, ez 474 m².
- A fűtött téren kívül elhelyezett, állandó hőmérsékletű kazánt figyelembe véve a teljesítménytényező és a kazán segédenergia igénye (*TNM 2. melléklet VI.1. 1. táblázata*): $C_k = 1,23$, $q_{k,v} = 0,38 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- A gázkazán az egyetlen hőtermelő, így a lefedési arány $\alpha_k = 1,0$.
- A hőelosztás fajlagos vesztesége 70/55 °C fűtővíz hőmérséklet feltételezésével (vízszintes elosztóvezetékek a fűtött téren kívül, *TNM 2. melléklet VI.3. 1. táblázat*) $q_{f,v} = 3,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Valójában 75/65 °C-os rendszerről van szó, mely nem szerepel a táblázatban, ezért a legközelebbi szomszédos értéket kell figyelembe venni.
- A hőelosztás segéd villamos energia igénye a fordulatszám szabályozású szivattyút, radiátorokat (szabad fűtőfelület) tekintve (*TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata*) $E_{FSz} = 0,48 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteségek termosztatikus szelepek alkalmazása esetén 2 K arányossági sávval (*TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata*): $q_{f,h} = 3,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A rendszerben fűtési tároló nincs, így $q_{f,t} = 0$, $E_{FT} = 0$.

- Földgáz esetén a primer energia átalakítási tényezője (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata) $e_f = 1,0$, a villamos segédenergia átalakítási tényezője $e_v = 2,5$.

A $q_{f,\max}$ értéke ebből:

$$q_{f,\max} = \frac{E_{F,\max} - (E_{FSz} + E_{FT} + E_{FK})e_v}{\sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f)} + q_{LT \Rightarrow f} - q_{f,h} - q_{f,v} - q_{f,t} = 69,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Amiből a fajlagos hőveszteség tényező maximuma:

$$q_{\max} = \frac{A \left(\frac{q_{F,\max}}{\sigma} + 4,4 \cdot q_b \right)}{72 \cdot V} - 0,35 \cdot n = 0,34 \text{ W/m}^3\text{K}$$

C) Marad az egyedi gázfűtés, de a HMV-t ettől függetlenül, villanybojlerrel készítik, mely éjszakai árammal működik, a radiátorok termosztatikus szelepeket kapnak.

A számítás menete azonos az A) alatt ismertetettel. Elsőként a HMV primer energiaigényét határozzuk meg. A primer energiaigény képlete (TNM 2. melléklet VII.1.a. képlet):

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

Ahol:

- Mivel lakásonkénti rendszerről van szó, az alapterület függő értékeknél a lakások nettó alapterületét kell venni, ez minden lakásnál 100 m^2 alatt van.
- A használati melegvíz nettó hőenergia igénye a TNM 3. melléklet IV. 1. táblázat szerint lakófunkció esetén $q_{HMV} = 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- Elektromos fűtőpatron esetén a teljesítménytényező (TNM 2. melléklet VII.2.2. képlet): $C_k = 1,0$. Mivel nincs kazán, a kazán segédenergia igénye $E_K = 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A fűtőpatron az egyetlen hőtermelő, így a lefedési arány $\alpha_k = 1,0$.
- A tároló a fűtött téren belül van (TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázat első fele), így $q_{HMV,t} = 0,2 * 30 = 6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- A melegvíz elosztás veszteségei cirkuláció nélkül, elosztás a fűtött téren belül (TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázata): $q_{HMV,v} = 0,1 * 30 = 3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. $E_C = 0$.
- A villamos segédenergia átalakítási tényezője éjszakai áram esetén $e_v = 1,8$ (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata).

A fajlagos primer energiaigény:

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

$$E_{HMV} = (30 + 3 + 6) * (1,0 * 1 * 1,8) + 0 = 70,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Ebből:

$$E_{Fmax} = E_P - E_{HMV} = 152,3 - 70,2 = 82,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Nézzük meg most a fűtési rendszer veszteségeit. A rendszer fűtési szempontból azonos az A) rendszerrel, tehát az ott meghatározott veszteségeket behelyettesítve a $q_{f,\max}$ értéke:

$$q_{f,\max} = \frac{E_{F,\max} - (E_{FSz} + E_{FT} + E_{FK})e_v}{\sum(C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f)} + q_{LT \Rightarrow f} - q_{f,h} - q_{f,v} - q_{f,t} = 51,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Amiből a fajlagos hőveszteség tényező maximuma:

$$q_{\max} = \frac{A \left(\frac{q_{F,\max}}{\sigma} + 4,4 \cdot q_b \right)}{72 \cdot V} - 0,35 \cdot n = 0,23 \text{ W/m}^3\text{K}$$

D) *Marad az egyedi gázfűtés, de a HMV-t ettől függetlenül, villanybojlerrel készítik, mely nappali árammal működik, a radiátorok termosztatikus szelepeket kapnak*

A számítás menete azonos az A) alatt ismertetettel. Elsőként a HMV primer energiaigényét határozzuk meg. A változás a C) változathoz képest az, hogy $e_{HMV}=2,5$. A fajlagos primer energiaigény:

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

$$E_{HMV} = (30 + 3 + 6) * (1,0 * 1 * 2,5) + 0 = 92,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Ebből:

$$E_{F\max} = E_P - E_{HMV} = 152,3 - 92,2 = 60,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A rendszer fűtési szempontból azonos az A) illetve a C) rendszerrel, tehát az ott meghatározott veszteségeket behelyettesítve a $q_{f,\max}$ értéke:

$$q_{f,\max} = \frac{E_{F,\max} - (E_{FSz} + E_{FT} + E_{FK})e_v}{\sum(C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f)} + q_{LT \Rightarrow f} - q_{f,h} - q_{f,v} - q_{f,t} = 34,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Amiből a fajlagos hőveszteség tényező maximuma:

$$q_{\max} = \frac{A \left(\frac{q_{F,\max}}{\sigma} + 4,4 \cdot q_b \right)}{72 \cdot V} - 0,35 \cdot n = 0,135 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Az eddigiek alapján megállapítható, hogy amennyiben a „követelménynek megfelelő” C minőségi besorolás elérése a cél, akkor a vizsgált egyes épületgépészeti felújítási változatok esetén mekkora fajlagos hőveszteségtényezőt kell az épület felújítása során megcélozni.

A felújításnak az ablakcsere minden esetben része lesz, ennek eredményeképpen a légcsereszám jelentősen csökkent, értéke $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

Tekintsük át még egyszer a különböző változatok esetén a primer energiafelhasználásra vonatkozó követelményekből meghatározott maximális fajlagos hőveszteség tényező értékeket.

Vessük össze ezeket az épületburokra vonatkozó követelmény értékekkel:

	A) változat	B) változat	C) változat	D) változat
HMV	egyedi átfolyós	központi tárolós	éjszakai árammal	nappali árammal
fűtés	lakásonkénti kombikazán	központi	lakásonkénti falikazán	lakásonkénti falikazán
q_{\max} [W/m^3K] (összenergetikai mutatóból)	0,35	0,34	0,23	0,135
q_{\max} [W/m^3K] (az épület egészére)	0,334			

Nézzük meg, hogy mit eredményezne egy **átlagos felújítás**:

- Homlokzati falak és pofafalak külső oldali hőszigetelése 6 cm vastag vakolható hőszigeteléssel (hőátbocsátási tényező: $U_{\text{fal}} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$, a „nehéz” fal rétegtervi hőátbocsátási tényezőjére vonatkozó határérték);
- Homlokzati nyílászáró szerkezetek (ablakok és erkélyajtók) cseréje kettős üvegezésű műanyag szerkezetekre (4+16+4, argongáz töltés, E-LOW, átlagos hőátbocsátási tényező: $U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$, az ablak rétegtervi hőátbocsátási tényezőjére vonatkozó határérték; $g = 0,65$).
- A légzárás is javult: $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

Egyszerűsített módszerrel számítva a külső fal hőveszteségtényezője 179,42 W/K-re, az ablakok hőveszteségtényezője 184,48 W/K-re csökken. Az épület fajlagos hőveszteségtényezőjének transzmissziós tagja 647,51 W/K. A sugárzási nyereségek az eredeti állapothoz képest kis mértékben csökkennek, hiszen a jobb minőségű nyílászáró szerkezetek összesített sugárzásátbocsátási képessége kisebb:

$$Q_{sd} = 0,75 * 71,2 * 0,65 * 100 = 3471 \text{ kWh/a}$$

Az átlagosan felújított épület fajlagos hőveszteségtényezője $q = 0,47 \text{ W/m}^3\text{K}$, a határértéknél magasabb. Az épület energetikai minősége a C minősítési osztályt még nem éri el.

Milyen mértékű hőszigetelésre van szükség, hogy az összesített energetikai mutató pont a határérték legyen? Az A) változat szerinti épületgépészet esetén (egyedi kombi készülék átfolyós HMV készíttéssel, radiátorok termosztatikus szeleppel) a fajlagos hőveszteségtényező értéke maximum 0,35 W/m^3K , az épület hővesztesége 447,93 W/K lehet. Alkalmazzuk a következő felújítási módot:

- Homlokzati falak és pofafalak külső oldali hőszigetelése vakolható hőszigeteléssel;
- Homlokzati nyílászáró szerkezetek (ablakok és erkélyajtók) cseréje kettős üvegezésű műanyag szerkezetekre (4+16+4, argongáz töltés, LOW-E, átlagos hőátbocsátási tényező: $U_{\text{ablak}} = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,65$);
- Pincefödém alsó oldali hőszigetelése 8 cm vastag hőszigeteléssel (hőátbocsátási tényező: $U_{\text{pince}} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$);
- Lapostető kiegészítő hőszigetelése 8 cm vastag extrudált polisztirolhab lemez hőszigeteléssel és leterhelő réteggel (hőátbocsátási tényező: $U_{\text{tető}} = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$)

A kérdés, hogy milyen vastagságú hőszigetelésre van szükség a külső falon.

Az egyszerűsített módszerrel számítva a sugárzási nyereség 3471 kWh/a, $Q_{sd}/72 = 48,21$ W/K. A szerkezetek hőveszteségtényezője:

	A (m ²)	U (W/m ² K)	1 + χ	módosító-tényező	AU _R +l ψ (W/K)
Lépcsőház fala	84	1,41	1,05	0,6	74,62
Ablak	115,3	1,60			184,48
Ajtó	13	2,0		0,6	15,60
Lapostető	158	0,26	1,2		49,30
Pincefödém	158	0,35	1,1	0,5	30,42
Összesen					354,41

A külső falra juthat: $447,93 + 48,21 - 354,41 = 141,73$ W/K. A fal a hőhidak hatását kifejező korrekciós tényezője a külső oldali hőszigetelés miatt 0,3-ra változik. A fal rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének maximális értéke $141,73 / (306,7 * 1,3) = 0,355$ W/m²K. A hőszigetelés szükséges vastagsága ez alapján 8 cm. Ha ezt a felújítási módot alkalmazzuk, az egyszerűsített módszerrel igazolható, hogy az épület az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelményt kielégíti, a C minősítési osztályba kerül.

Egy lakás tanúsítása a felújított épületben

Végezzük el a felújított, C minősítésű épület legfelső és középső szinti lakásának tanúsítását.

A *legfelső szinti lakás* hőveszteségtényezője 94,02 W/K, a sugárzási nyereség $Q_{sd} = 578,5$ kWh/a. Ezek alapján a lakás fajlagos hőveszteségtényezője $q = 0,403$ W/m³K, a fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye $q_F = 79,2$ kWh/m²a.

A fűtési rendszer fajlagos veszteségei azonosak a teljes épületre számított értékekkel. Ennek figyelembe vételével: $E_F = 117,6$ kWh/m²a.

A HMV fajlagos primer energiaigénye marad ugyanannyi, azaz $E_{HMV} = 42,4$ kWh/m²a. Az összesített energetikai jellemzője $E_P = 160$ kWh/m²a.

Ennek az a következménye, hogy bár a teljes épület összesített energetikai jellemzője C osztályú, a felső szinti lakás minősítése ennél rosszabb, **D osztályú**, azaz **a követelményt megközelítő** ($100 * 160,0/152,3 = 105,5\%$).

Középső szinti lakás

A *középső szinti lakás* hőveszteségtényezője 69,37 W/K, a sugárzási nyereség 578,5 kWh/a, fajlagos hőveszteségtényezője $q = 0,288$ W/m³K, a fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye $q_F = 58,9$ kWh/m²a.

A fűtési rendszer fajlagos primer energiaigénye: $E_F = 91,2$ kWh/m²a.

A HMV fajlagos primer energiaigénye marad ugyanannyi, azaz $E_{HMV} = 42,4$ kWh/m²a. Az összesített energetikai jellemző $E_P = 133,6$ kWh/m²a.

Ennek az a következménye, hogy bár a teljes épület összesített energetikai jellemzője C osztályú, a tetőszinti lakás összesített energetikai jellemzője D osztályú, az általános szinti lakás minősítése mindkettőnél jobb, azaz **B osztályú**, vagyis **a követelménynél jobb** ($100 * 133,6/152,3 = 87,7\%$). Ez azt is bizonyítja, hogy egy épületen belül két lakás között akár két kategóriányi eltérés is lehet.

15.8. Érdemes-e többet számolni – egy társasház példája

Az új épületenergetikai szabályozás igen rugalmas a számítási módszerek alkalmazásának tekintetében. A tervező egy szokványos épület esetében gyakorlatilag három különböző módszer közül választhat a számítások során. Ezek közül a legösszetettebb az éves adatok alapján készült számítógépes szimulációs módszer. Ezt kell majd egy későbbi időszakban alkalmazni a többszörösen összetett energetikai rendszerű épületek esetében. Ennél a módszernél szükséges egy olyan számítógépes program használata, amely segítségével az elemzés elvégezhető. Ma is vannak olyan programok (TRNSYS, ESPr, Energy+, stb.), amelyek a gyakorlat próbáját kiállták, de ezek formálisan még nem tekinthetők „szabványosnak”. A CEN 2008-ra ígéri a szimulációs programokra vonatkozó szabványok közzétételét. Amíg ez nem történik meg, a tervező döntésén múlik, hogy használja-e a ma elérhető programok egyikét (az ezzel kapott eredmények természetesen az eljárások során használhatók) avagy átmenetileg csak az *TNM rendelet 2. mellékletben* leírt kézi számítási módszert alkalmazza.

A számítógépes szimuláció mellett a tervező/tanúsító rendelkezésére áll még két „kézi” számítási módszer: egy egyszerűsített és egy részletes. Természetesen ezen módszerek algoritmusai alapján is készíthető és készült számítógépes program, de az nem tévesztendő össze az előzőekben bemutatott szimulációs programmal.

A kétféle „kézi” módszer egyes számítási lépéseit a tervező keverve is elvégezheti aszerint, hogy mennyi idő és milyen adatok állnak rendelkezésére. Az egyszerűsített módszerrel a számítások gyorsabban, rövidebb idő alatt elvégezhetőek, azonban a közelítő összefüggések/értékek miatt az eredmények a valóságosnál kedvezőtlenebb képet mutatnak.

Felmerülhet a kérdés, miért van szükség „egyszerűbb” és „részletesebb” számítási módszerre?

Nyilván a feladat léptékétől is és a tervező felkészültségétől, a rendelkezésre álló időtől is függ a választás: más egy családi ház és megint más egy sokszintes irodaház vagy üzletközpont tervezése. Az egyszerűsített módszer könnyíti a tervező munkáját. A részletes számítási módszer bonyolultabb lépései/számításai nem kötelezőek. A részletes módszer pontosabb eredményt ad, segítségével határesetben sokszor igazolni lehet a megfelelő energetikai minőséget, ami az egyszerűsített eljárással – az abban lévő elhanyagolások miatt – nem igazolható.

Mi a jó a részletes módszer alkalmazásában?

A részletes módszer nagyobb idő- és munkaigényét néhány körülmény ellentételezi. Kétféle megközelítés említhető:

- ha a szándék a követelményeknek éppen megfelelő épület és épületgépészeti rendszer létesítése, akkor a részletes módszerrel kapott pontosabb adatok valamivel olcsóbb hőszigetelés vagy árnyékoló szerkezet vagy egyszerűbb épületgépészeti rendszer alkalmazását teszik lehetővé úgy, hogy a követelmények minden szinten teljesülnek;

- ha nem a követelményeknek éppen megfelelő, hanem annál jobb épület és rendszer létesítése a cél, akkor a részletes módszer pontosabb adataival bizonyítható, hogy az épület mennyivel jobb a követelményszintnél. Ez az ET kiállításakor kedvezőbb besorolást eredményez, növelheti a létesítmény piaci értékét, esetleg feltétele lehet valamilyen támogatás elnyerésének.

Bonyolult-e a számítási módszer? Ha igen, miért?

Az első kérdésre a válasz: nézőpont kérdése. Nyilván egyszerűbb volt évtizedekkel ezelőtt két *k* értéket ellenőrizni, csak hát abból még sem az épület, sem az épületgépészeti rendszerek energetikai minősége nem ítélt meg.

Ha azt gondoljuk, hogy ez a szabályozás bonyolult és a miértre keressük a választ, akkor elegendő átfutni a mai hatályos szabványokat: példaként az itt is hivatkozott EN ISO 13790, MSZ EN 832, MSZ EN ISO 13370, MSZ EN ISO 10211 említhető, de még egy tucat másik is. Ehhez jön a Direktívának az a kikerülhetetlen követelménye, hogy a számítás és a követelmények tárgya az épület és az épületgépészeti rendszerek összesített, primer energiában

kifejezett fajlagos fogyasztása. Ehhez tulajdonképpen már szimulációs eljárásokra, vagy havi mérlegeken alapuló kézi számításokra van szükség. A tagországok többségének szabályozása ezeken alapul és ilyen módszerek a hazai szabályozásban is megjelennek, de csak kevés esetben kötelező érvénnyel és halasztott bevezetési határidővel.

Ahhoz képest, hogy milyen bonyolultak a vonatkozó hatályos szabványok és mi az, ami a Direktíva megkerülhetetlen követelménye, az új szabályozás a lehetőségek határáig egyszerű. Ezt szolgálják a számítási módszer elágazásai is, számos lépésnél felkínálva a tervezőnek az egyszerűbb vagy a részletesebb módszerek közötti választás lehetőségét.

Mit számolhatunk részletesen?

A részletes módszerrel pontosabb eredményeket kapunk az épület energiafelhasználásával kapcsolatban. A pontosabb általában az egyszerűsített módszer eredményeinél kedvezőbb értékeket jelent. A számítások során részletesen is számíthatjuk:

- a fűtlen terek hőmérsékletét, így pontosan meghatározva a fűtött tér határoló szerkezetének korrekciós tényezőjét:

$$\frac{t_i - t_x}{t_i - t_e}$$

(a t_x meghatározható az MSZ EN 832 alapján);

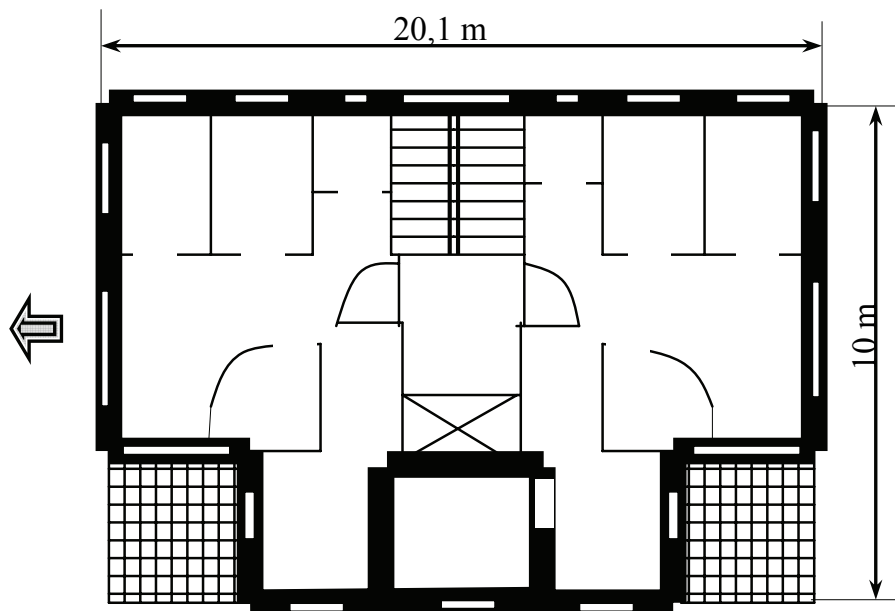
- a hőhídvesztéseket (az MSZ EN ISO 10211 alapján) – az e szabványokkal összhangban lévő, megbízható hőhídkatalógusok adatai is használhatók;

- a talajba irányuló hőáramokat (az MSZ EN ISO 13370 alapján);

- a sugárzásos nyereségeket (a benapozás vizsgálata és ellenőrzése után);

- a fűtési hőfokhidat és a fűtési órák számát (ha kiszámítjuk az egyensúlyi hőmérsékletkülönbséget).

Társasház számítása egyszerűsített és részletes módszerrel



15.18. A példaépület alaprajza

Vizsgáljuk meg egy társasház esetében milyen eredményeket kapunk, ha az egyszerűsített módszerrel vagy a részletes módszerrel számolunk.

Az épület bemutatása:

5 szintes lakóépület (talajra fektetett padlóval és fűtetlen padlástérrel)
szintenként 2 lakás

Nettó alapterület:	$A_N = 201 \text{ m}^2$
Belmagasság:	$bm = 2,8 \text{ m}$
Külső homlokzat felülete:	$A_{homl} = 842,8 \text{ m}^2$
Ebből tömör:	$A_{fal} = 612,42 \text{ m}^2$
Ebből bejárati ajtó:	$A_a = 3,78 \text{ m}^2$
Ebből üvegezett felület:	$A_{\ddot{U}} = 226,6 \text{ m}^2$
É-i tájolású:	$A_{\ddot{U}, \text{É}} = 27 \text{ m}^2$
D-i tájolású:	$A_{\ddot{U}, \text{D}} = 27 \text{ m}^2$
Ny-i tájolású:	$A_{\ddot{U}, \text{Ny}} = 93 \text{ m}^2$
K-i tájolású:	$A_{\ddot{U}, \text{K}} = 79,6 \text{ m}^2$
Talajra fektetett padló kerülete:	$l_{padló} = 60,2 \text{ m}$
Padlásfödém:	$A_{padlás} = 201 \text{ m}^2$

A burkolófelület összesen: $A = A_{homl} + A_{padlás} + A_{padló} = 1244,8 \text{ m}^2$

Fűtött térfogat: $V = A_N \times bm = 187,68 \times 2,8 \times 5 = 2814 \text{ m}^3$

$\Sigma A/V = 0,442 \text{ m}^{-1}$

A követelményérték (az 1. *Melléklet* alapján):

$$q = 0,086 + 0,38 \frac{\Sigma A}{V} = 0,086 + 0,38 \times 0,442 = 0,254 \text{ W}/(\text{m}^3 \text{K})$$

Próbáljuk olyan szerkezetekkel megtervezni ezt az épületet, amelyek éppen megfelelnek az első követelményszintnek. A határolószerkezetek esetében a következő hőátbocsátási tényezőkkel számoljunk:

A falszerkezet hőátbocsátási tényezője (pl. PTH38):	$U_{fal} = 0,43 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$
Üvegezett szerkezetek hőátbocsátási tényezője:	$U_{\ddot{U}} = 1,6 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$
Összesített sugárzásátbocsátó képessége.	$g = 0,65$
Üvegarány a nyílászáró névleges méretében:	$0,75$
Bejárati ajtó hőátbocsátási tényezője:	$U_a = 1,8 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$
A padlásfödém hőátbocsátási tényezője:	$U_{padlás} = 0,3 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$

A talajra fektetett padló hőátbocsátási ellenállása:

$$R_{padló} = 2,0 \text{ m}^2 \text{K}/\text{W}$$

Padlószint magasság: $Z = 0,6 \text{ m}$ (4 lépcsőfok)

A padló vonalmenti hőátbocsátási tényezője (2. *Melléklet*, 3.1 táblázat)

$$\Psi_{padló} = 1,15 \text{ W}/\text{mK}$$

A szerkezetek hőtechnikai szempontból megfelelnek a *TNM 1. Melléklet I.1. táblázatában* megadott követelményértékeknek.

Az épület ellenőrzése az egyszerűsített módszerrel

Ebben az esetben ugyan nem számoljuk részletesen a hőhidak hatását, de ezeknek összes hosszát szükséges meghatározni, mivel ez alapján az épület homlokzata, zárófödémői erősen-, közepesen- vagy gyengén hőhidas kategóriába sorolhatók.

A csatlakozási élek hosszának számítása:

Falazott sarokél:	$6 \times 2,8 \times 5 = 84 \text{ m}$
Külső fal-belső fal:	$8 \times 2,8 \times 5 = 112 \text{ m}$
Külső fal-födém:	$60,2 \times 6 = 361,2 \text{ m} - 63 \text{ m} = 298,2 \text{ m}$
Nyílászárók kerülete:	603 m
Erkély:	$12,6 \times 5 = 63 \text{ m}$

Összes hőhidhossz: $\Sigma l = 1160,2 \text{ m}$

$$\Sigma l / A_{\text{homl}} = 1160,2 / 842,8 = 1,376 \text{ fm/m}^2$$

A TNM 2. melléklet II.2 táblázata alapján az épület homlokzata (a külső falak) erősen hőidas. A TNM 2. melléklet II.1 táblázata alapján a külső falak esetében a χ korrekciós tényező 0,4. Padlásfödémnél pedig külön részletes vizsgálat nélkül a hivatkozott táblázat szerint $\chi = 0,1$.

Ezzel a falszerkezet korrigált vagy eredő, átlagos – a megnevezések ugyanazt a tartalmat sugallják) hőátbocsátási tényezője (a hőhidak hatását is figyelembe veszi):

$$U_{R_{fal}} = U(1 + \chi) = 0,43 \times 1,4 = 0,602 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A padlásfödém hőátbocsátási tényezője:

$$U_{R_{padlás}} = U(1 + \chi) = 0,3 \times 1,1 = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A padlásfödém esetében ugyanakkor másik korrekciós tényezőt is kell alkalmaznunk a hőmérsékletkülönbség eltérése miatt. Ennek értéke 0,9. Ezzel a padlásfödémre vonatkozóan a számítások során alkalmazott hőátbocsátási tényező értéke:

$$U'_{R_{padlás}} = 0,33 \times 0,9 = 0,297 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fajlagos veszteségtényező számítása

a) sugárzásos hőnyereségek nélkül

Az épület energetikai minőségének megállapításánál a tervezőnek lehetősége van, az egyszerűsített módszer alkalmazásánál a sugárzásos hőnyereségek teljes mellőzésére. Ebben az esetben a fajlagos hőveszteségtényező:

$$q = \frac{1}{V} (\Sigma A U_R + \Sigma \Psi l)$$

vagyis:

$$q = \frac{1}{V} (A_{fal} U_{R_{fal}} + A_a U_a + A_{\dot{U}} U_{\dot{U}} + A_{padlás} U'_{R_{padlás}} + \Psi_{padló} I_{padló})$$

Behelyettesítve a megfelelő értékeket:

$$q = \frac{1}{2814} (61242 \times 0,602 + 3,78 \times 1,8 + 2266 \times 1,6 + 201 \times 0,297 + 60,2 \times 1,15) = 0,308 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Tehát a sugárzásos nyereségek elhanyagolásával és az egyszerűsített eljárással nem igazolható, hogy az épület a második követelményszintnek megfelelő lenne

Ha hőtechnikai szempontból rosszabb minőségű üvegezett szerkezeteket alkalmaznánk, akkor:

$$U_{\tilde{v}} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad q = 0,324 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$U_{\tilde{v}} = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad q = 0,340 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Természetesen ebben az esetben is fennáll, hogy a sugárzási nyereségek elhanyagolásával és az egyszerűsített eljárással nem igazolható, hogy az épület a második követelményszintnek megfelelő lenne

b) sugárzásos hőnyereségek egyszerűsített számítása

A sugárzásos hőnyereségek számításánál figyelembe kell venni a hasznosítási tényező értékét. Ennek megállapításához viszont szükséges a fajlagos hőtároló tömeg meghatározása.

A szerkezetek hőtárolásban résztvevő rétegei a következők:

Külső fal

Ssz.	Réteg	d , [m]	ρ , [kg/m ³]
1	mészvakolat	0,02	1650
2	PTH38	0,08	800

Belső fal/1 (1,5+10+1,5 cm)

Ssz.	Réteg	d , [m]	ρ , [kg/m ³]
1	mészvakolat	0,015	1650
2	válaszfal1	0,05	700

Belső fal/2 (1,5+38+1,5 cm)

Ssz.	Réteg	d , [m]	ρ , [kg/m ³]
1	mészvakolat	0,015	1650
2	válaszfal2	0,085	800

Padló

Ssz.	Réteg	d , [m]	ρ , [kg/m ³]
1	parketta	0,028	750
2	kavicsbeton	0,05	2200

Mennyezet

Ssz.	Réteg	d , [m]	ρ , [kg/m ³]
1	mészvakolat	0,015	1650
2	vasbeton	0,085	2400

A rétegeknek megfelelően számítható az egyes szerkezetek fajlagos hőtároló tömege, illetve a felület ismeretében az összes hőtároló tömeg:

$$A_{kfal} = 612,42 \text{ m}^2$$

$$A_{padló} = 1005 \text{ m}^2$$

$$A_{födém} = 1005 \text{ m}^2$$

$$A_{bfal1}(10) = 1115,8 \text{ m}^2$$

$$A_{bfal2}(40) = 242,9 \text{ m}^2$$

$$m_{kfal} = 97 \text{ kg/m}^2$$

$$m_{padló} = 131 \text{ kg/m}^2$$

$$m_{födém} = 228,75 \text{ kg/m}^2$$

$$m_{bfal1} = 59,75 \text{ kg/m}^2$$

$$m_{bfal2} = 92,75 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{kfal} = 59404,74 \text{ kg}$$

$$M_{padló} = 131655 \text{ kg}$$

$$M_{födém} = 229893,8 \text{ kg}$$

$$M_{bfal1} = 66669,05 \text{ kg}$$

$$M_{bfal2} = 22528,98 \text{ kg}$$

$$M_{\delta} = 510151,5 \text{ kg}$$

Az épület fajlagos hőtároló tömege:

$$m = \frac{M_{\delta}}{A_{padló}} = \frac{510151,5}{1005} = 507,61 \text{ kg/m}^2$$

A TNM 2. melléklet III.2b alapján, mivel a fajlagos hőtároló tömeg nagyobb, mint 400 kg/m^2 az épület a nehéz szerkezetű kategóriába sorolható. Vagyis a hőnyereségek hasznosítási tényezője $\varepsilon=0,75$.

A sugárzásos hőnyereségek egyszerűsített számításánál minden tájolásra az É-i értéket vesszük figyelembe (TNM 3. melléklet, I.2):

$$Q_{TOT}=100 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

Ezzel:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\tilde{U}} g Q_{TOT} = 0,75 \times (226,6 \times 0,65 \times 100) = 8285,063 \text{ kWh/a}$$

Az épület fajlagos hőveszteségtényezője az egyszerűsített módszerrel számított sugárzásos hőnyereségek figyelembevételével:

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

Behelyettesítve a megfelelő értékeket:

$$q = \frac{1}{2814} \left(612,42 \times 0,602 + 3,78 \times 1,8 + 226,6 \times 1,6 + 201 \times 0,297 + 60,2 \times 1,15 - \frac{8285,063}{72} \right)$$
$$q = 0,267 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Tehát a fajlagos hőveszteségtényező értéke az előző esethez viszonyítva csökkent de még ebben az esetben (egyszerűsített eljárás, a sugárzási nyereség egyszerűsített figyelembevétele, benapozás ellenőrzése nélkül) sem bizonyított, hogy az épület a második követelményszintnek megfelel!

Ha hőtechnikai szempontból rosszabb minőségű ablakokat alkalmaznánk, azonos sugárzásátbocsátó képesség mellett:

$$U_{\tilde{U}}=1,8 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad q = 0,283 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$U_{\tilde{U}}=2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad q = 0,299 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Ezekben az esetekben tehát a fajlagos hőveszteségtényező még nagyobbra adódik.

Ahhoz, hogy az épület a fajlagos hőátbocsátási tényezőre vonatkozó követelménynek is megfeleljen csökkenteni kell határolószerkezetek hőátbocsátási tényezőjét! Vizsgáljunk meg, a külső falszerkezet esetében, két lehetőséget.

Külső falszerkezet utólagos hőszigetelése

Ebben az esetben a követelményérték függvényében meghatározunk egy fajlagos hővesztéstényező értéket, amit a hőszigetelt épületnek teljesítenie kell, és ebből kiindulva számoljuk ki a falszerkezet szükséges hőátbocsátási tényezőjét. Legyen a fajlagos hővesztés:

$$q' = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ugyanakkor q' a következő összefüggéssel határozható meg:

$$q' = \frac{1}{V} \left(A_{fal} U'_{R_{fal}} + A_a U_a + A_{\ddot{U}} U_{\ddot{U}} + A_{padlás} U'_{R_{padlás}} + \Psi_{padló} I_{padló} - \frac{Q_{sd}}{72} \right)$$

Ebben az összefüggésben az egyedüli ismeretlen a hőszigetelt falszerkezet eredő hőátbocsátási tényezője $U'_{R_{fal}}$. Ezzel:

$$0,25 = \frac{1}{2814} \left(612,42 \times U'_{R_{fal}} + 3,78 \times 1,8 + 226,6 \times 1,6 + 201 \times 0,297 + 60,2 \times 1,15 - \frac{8285,063}{72} \right)$$

Az előző összefüggésből a külső fal eredő hőátbocsátási tényezője:

$$U'_{R_{fal}} = \frac{2814 \times 0,25 - 3,78 \times 1,8 - 226,6 \times 1,6 - 201 \times 0,297 - 60,2 \times 1,15 + 115,07}{612,42}$$

Ha az előző összefüggést elosztjuk a hőhidak hatását kifejező χ korrekciós tényező értékével, akkor a hőszigetelt falszerkezet rétegtervi hőátbocsátási tényezőjét számíthatjuk ki:

$$U'_{fal} = \frac{2814 \times 0,25 - 3,78 \times 1,8 - 226,6 \times 1,6 - 201 \times 0,297 - 60,2 \times 1,15 + 115,07}{612,42 \times 1,4} = 0,373 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Tehát, ha a többi határoló szerkezet hőátbocsátási tényezőjén nem változtatunk, akkor a külső falszerkezetet úgy kell hőszigetelni, hogy a hőátbocsátási tényező értéke $0,43 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ -ről $0,373 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ -re csökkenjen. Ha ismerjük a hőátbocsátási tényező szükséges értékét, akkor meghatározható az új szerkezet hőátbocsátási ellenállása (a hőátbocsátási tényező reciprok értéke). Ez az új ellenállás az előző szerkezet hőátbocsátási ellenállásából és a szükséges hőszigetelő réteg hővezetési ellenállásából tevődik össze:

$$R' = R + \frac{x}{\lambda_{beép}}$$

Ha expandált polisztirol lemezt alkalmazunk, akkor figyelembe kell venni, hogy a beépítés során a hővezetési tényező értéke változik (nedvesedés, stb.):

$$\lambda_{beép} = \lambda_0 (1 + \kappa) = 0,04(1 + 0,42) = 0,057 \text{ W/mK}$$

Ezzel a hőszigetelő réteg szükséges vastagsága:

$$x = (R' - R)\lambda_{beép} = \left(\frac{1}{U'} - \frac{1}{U} \right) \lambda_{beép}$$

$$x = (2,677 - 2,325) \times 0,057 = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$$

Ugyanez az érték abban az esetben, ha a nyílászárók rosszabb minőségűek:

$$U_{\tilde{U}} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad x = 0,045 \text{ m} = 4,5 \text{ cm}$$

$$U_{\tilde{U}} = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad x = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

Természetesen, a tényleges rétegrend megállapításánál figyelembe kell venni a gyártmánykínálatot és a vastagságra kapott eredményt gyártott méretre kell felkerekíteni. Viszont ha már úgyis alkalmazunk hőszigetelő réteget, akkor – figyelembe véve, hogy a költségeknek a hőszigetelő anyag maga csak csekély töredékét teszi ki – észszerű legalább 10 cm vastagságot választani: a 2 – 4 cm vastagság csak azért, hogy a hőátbocsátási tényező éppen megfeleljen a követelményértéknek mind a beruházási, mind az üzemeltetési költségek szempontjából ostobaság lenne. .

Jobb hőtechnikai paraméterekkel rendelkező falazóblokk alkalmazása

Egy másik lehetőségként a jobb minőségű falazóblokkok alkalmazása kínálkozik. Ebben az esetben (pl. PTH44) $U_{fal} = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ezzel az $U_{Rfal} = 0,504 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ha $U_{\tilde{U}} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, a fajlagos hővesztéstényező:

$$q = \frac{1}{2814} \left(612,42 \times 0,504 + 3,78 \times 1,8 + 226,6 \times 1,6 + 201 \times 0,297 + 60,2 \times 1,15 - \frac{8285,063}{72} \right)$$

$$q = 0,246 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Más típusú nyílászárókkal::

$$U_{\tilde{U}} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad q = 0,262 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$U_{\tilde{U}} = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad q = 0,278 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Az első esetben, hőtechnikai szempontból jó minőségű ablakokkal ($U_{\tilde{U}} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$) az egyszerűsített módszerrel is igazolható, hogy az épület fajlagos hővesztéstényezője a megengedett érték alatt van ($q < 0,254 \text{ W/m}^3\text{K}$). A másik két esetben („rosszabb” ablakokkal) ez nem igazolható.

Természetesen még számos további változatban kipróbálható, hogy az épület megfelelősége az egyszerűsített módszerrel igazolható-e. Szóba jöhet a zárófüdémek hőszigetelésének javítása, 1,6 – nál kisebb hőátbocsátási tényezőjű nyílászárók alkalmazása vagy akár az üvegezési arány mérséklése is, ha ez utóbbi egyéb nem sérti az építészeti koncepciót vagy valamilyen más igény (pl. természetes világítás) kielégítését.

A bemutatott változatokból mindenesetre látható, hogy a fajlagos hővesztéstényező szempontjából az épület “határesethez közeli”, de hogy a határon innen van, azt az egyszerűsített módszerrel az eredeti elképzelés esetében nem lehetett igazolni. Egyszerűsített módszerrel a megfelelőség csak olyan esetekben volt igazolható, amikor az eredeti elképzelést módosítottuk: hőszigetelő réteget vagy nagyobb vastagságú falazatot választottunk.

Kérdés: milyen eredményre jutunk, ha a részletes számítási módszert alkalmazzuk?

Hőhidak hatásának számítása

Az egyszerűsített módszernél kiszámítottuk a csatlakozási élek hosszát. Az egyes hőhíd típusoknak megfelelően szabványos módszereken alapuló hőhídkatalógusból meghatározzuk a megfelelő „vonalmonti hőátbocsátási tényező értékét” (Ψ), majd kiszámítjuk a $\Sigma \Psi$ értéket:

Falazott sarokél:	$84 \text{ m} \times 0,1 = 8,4$
Külső fal-belső fal:	$(112 \text{ m} \times 0,06) \times 2 = 13,44$
Külső fal-födém: (talajon fekvő padló és erkélyhossz külön számítva)	$60,2 \times 0,07 + (190,4 \times 0,07) \times 2 = 30,87$
Nyílászárók kerülete:	$603 \text{ m} \times 0,07 = 42,21$
Erkély:	$(50,4 \text{ m} \times 0,15) \times 2 = 15,12$

Összes hőhíd: $\Sigma \Psi = 110,04 \text{ W/K}$

Sugárzásos hőnyereségek meghatározása

Ebben az esetben meg kell vizsgálni, hogy a téli hónapokban éri-e napsugárzás megfelelő időintervallumban az üvegezett szerkezeteket. Ha a vizsgálatok alapján november. 15 – március. 15 közötti időszakban az üvegezett felületeket naponta legalább négy órát éri a napsugárzás, a sugárzásos hőnyereség a következőképpen számítható (3. melléklet, I.2 táblázat):

$$Q_{sd} = \varepsilon \Sigma A_{\bar{U}} g Q_{TOT} = 0,75 \times (27 \times 100 + 27 \times 400 + 79,6 \times 200 + 93 \times 200) \times 0,65 \times 0,75 = 17557,31 \text{ kWh/a}$$

Ezek alapján a fajlagos hővesztéstényező:

$$q = \frac{1}{2814} (612,42 \times 0,43 + 3,78 \times 1,8 + 226,6 \times 1,6 + 203 \times 0,27 + 60,2 \times 1,15 + 110,04 - \frac{17557,31}{72}) = 0,221 \text{ W/m}^3 \text{K}$$

Vagyis igazolható, hogy az épület a második szint követelményértékének **megfelel** ($q < 0,254 \text{ W/m}^3 \text{K}$)

Ha a benapozást nem számolnánk részletesen, akkor:

$$q = \frac{1}{2814} (612,42 \times 0,43 + 3,78 \times 1,8 + 226,6 \times 1,6 + 203 \times 0,27 + 60,2 \times 1,15 + 110,04 - \frac{8285,063}{72}) = 0,267 \text{ W/m}^3 \text{K}$$

Ebben az esetben *nem* tudnánk bizonyítani az épület megfelelőségét.

Ha a benapozást részletesen számolnánk, a hőhidakat pedig nem:

$$q = \frac{1}{2814} \left(612,42 \times 0,602 + 3,78 \times 1,8 + 226,6 \times 1,6 + 203 \times 0,27 + 60,2 \times 1,15 - \frac{17557,31}{72} \right) = 0,219 \text{ W/m}^3\text{K}$$

akkor is tudjuk igazolni, hogy az épület a fajlagos hőveszteségtényező követelményértékének *megfelel!*

A részletes eljárás szerint elvégezve a benapozás vizsgálatát - amennyiben a benapozás feltételei adottak – az eredeti épületre (még a rosszabb minőségű nyílászárók esetében is) igazolható, hogy a fajlagos hőveszteségtényező szempontjából az épület megfelel.

Az alábbi táblázat összefoglalja a különböző esetekre különböző módszerekkel számított fajlagos hőveszteségtényező értékeit.

Második követelményszint teljesítésének igazolása különböző esetekben

Részletesen számolt	U_{Σ} [W/m ² K]	q_s [W/m ³ K]	Köv.	Igazolható, hogyan megfelel?
Hőhíd és benapozás	1,6	0,221	0,254	Igen
Csak hőhíd	1,6	0,267		Nem
Csak benapozás	1,6	0,219		Igen
Hőhíd és benapozás	1,8	0,237		Igen
Csak hőhíd	1,8	0,283		Nem
Csak benapozás	1,8	0,235		Igen
Hőhíd és benapozás	2,0	0,253		Igen
Csak hőhíd	2,0	0,299		Nem
Csak benapozás	2,0	0,251		Igen

A nettó fűtési energiaigény számítása (PTH38 szerkezet)

A számítási módszer megválasztásának hatása nem ér véget a fajlagos hőveszteségtényező ellenőrzésénél, hiszen ebből számítjuk tovább a nettó fűtési energiaigényt, amelyre azután rárakódnak a fűtési rendszer veszteségei, így az épület szintjén elvégzett számítások vagy egyszerűsítések hatása továbbgyűrűzve megjelenik az összesített energetikai jellemző értékében is.

A nettó fűtési energiaigény számítása során is lehetőség van egyszerűsített vagy részletes módszer alkalmazására.

Egyszerűsített módszer

Ebben az esetben az előírt összefüggés:

$$Q_f = 72V(q + 0,35n)\sigma - 4,4Vq_b \text{ [kWh/a]}$$

fajlagosan: $q_f = \frac{Q_f}{A}$, [kWh/(m²a)]

A 72 és a 4,4 a hőfokhid és a fűtési órák száma egy fűtési idényben osztva 1000-rel a W/kW átszámítás miatt. Tehát ezeket az értékeket nem kell részletesen számolni.

A *TNM 3. melléklet IV.1 táblázatából*:

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$q_b = 5 \text{ W/m}^2$$

$$\sigma = 0,9 \text{ (szakaszos fűtési üzemet feltételezve)}$$

A következő táblázat a számított értékeket tartalmazza figyelembe véve a részletes számítási módszer (hőhid+benapozás) során kapott fajlagos hőveszteségtényező értékeket.

Nettó fűtési energiaigény és annak fajlagos értéke

$U_{\bar{U}}$, [W/m ² K]	q , [W/m ³ K]	Q_f , [kWh/a]	q_f , [kWh/(m ² a)]
1,6	0,221	52310,49	52,05
1,8	0,237	55228,05	54,95
2,0	0,253	58145,6	57,85

Nettó fűtési energiaigény a részletes módszerrel számítva

Ebben az esetben az összefüggés:

$$Q_f = [HV(q + 0,35n) - ZVq_b]\sigma, [\text{kWh/a}]$$

$$\text{fajlagosan: } q_f = \frac{Q_f}{A}, [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$$

A képlet formája ugyanaz, mint az előbb, de a tartalma más annyiban, hogy a H és a Z (a hőfokhid és a fűtési órák száma) nem a "hagyományos", rögzített érték, hanem az adott épületre számítandó. Arról van szó, hogy egy jobb épület esetében a fűtési határhőmérséklet alacsonyabb (például 12 helyett 10 °C), vagyis a fűtési idény rövidebb – és ezzel az energia igény is kisebb.

H és Z értékének meghatározásához szükséges az egyensúlyi hőmérsékletkülönbség számítása (ez a belső hőmérséklet és a fűtési határhőmérséklet különbsége, amely mellett a nyereségek még éppen fedezik a veszteségeket). A *TNM 2. melléklet IV.2-ben* adott összefüggéssel:

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

Ebben az esetben a direkt sugárzási nyereség – az ablakon besüt a Nap - (Q_{sd}) értékeit a *TNM 3. melléklet, I.2 táblázat* adataival számoljuk:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\bar{U}} gI = 0,75 \times (27 \times 27 + 27 \times 96 + 79,6 \times 50 + 93 \times 50) \times 0,65 \times 0,75 = 4369,58 \text{ W}$$

Lakóépületek esetében a fajlagos belső hőnyereség: 5 W/m².

$$Aq_b = 1005 \times 5 = 5025 \text{ W}$$

A szellőzési hőveszteségtényező:

$$0,35nV = 0,35 \times 0,5 \times 2814 = 492,45 \text{ W/K}$$

A transzmissziós hővesztésgtényező:

$$\sum AU + \sum \Psi l = 612,42 \times 0,43 + 3,78 \times 1,8 + 1,15 \times 60,2 + 0,27 \times 201 + 226,6 \times 1,6 + 110,04 = 866,24 \text{ W/K}$$

Ezzel:

$$\Delta t_b = \frac{4369,58 + 5025}{866,24 + 492,45} + 2 = 8,91 \text{ K} > 8 \text{ K}$$

ezért a *TNM 3. melléklet I.1 táblázata* szerint:

$$H=68926 \text{ [hK]}, Z=4248 \text{ [h]}$$

Ha

$$U_{\bar{U}}=1,8 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad \Delta t_b = 8,69 \text{ K}$$

$$U_{\bar{U}}=2,0 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \Rightarrow \quad \Delta t_b = 8,48 \text{ K}$$

A *TNM 3. melléklet I.1 táblázata* szerint a kapott értékhez legközelebbi táblabeli adat használható ezekben az esetekben is.

A nettó fűtési energiafogyasztás értékeit táblázatban foglaltuk össze. A táblázat tartalmazza az egyszerűsített és a részletes (kiemelve) módszer esetében kapott eredményeket is.

Nettó fűtési energiaigény

$U_{\bar{U}}$ [W/m ² K]	q_s [W/m ³ K]	Hőfokhíd számítás nélkül		Hőfokhíd számítással	
		Q_f [kWh/a]	q_f [kWh/(m ² a)]	Q_f [kWh/a]	q_f [kWh/(m ² a)]
1,6	0,221	52310,49	52,05	49914,97	49,66
1,8	0,237	55228,05	54,95	52707,96	52,44
2,0	0,253	58145,6	57,85	55500,95	55,22

Amint a táblázatok összevetéséből látható, a részletes módszerrel számolva alacsonyabb nettó fűtési energiaigényeket kapunk. Ennek hatása természetesen markánsan megjelenik a bruttó energiaigények értékében is, így könnyebb igazolni, hogy az összesített energetikai mutató követelményértéke teljesül vagy a követelményértéknél jobb.

Ennek a körülménynek a gyakorlati következménye kétféle lehet:

- vagy azt igazoljuk, hogy az épület az összesített energetikai jellemző szempontjából a követelményértéknél jobb és ennek alapján kedvezőbb minőségi osztályba kerül,
- vagy (ha csak éppen teljesíteni akarjuk a követelményértéket) esetleg egyszerűbb, olcsóbb megoldások alkalmazására nyílik lehetőség.

Hőtechnikailag jobb minőségű falazóblokk

A PTH44 külső falszerkezet esetében kapott eredményeket az alábbi táblázatban foglaltuk össze.

Nettó fűtési energiafogyasztás

$U_{\bar{U}}$ [W/m ² K]	q_s [W/m ³ K]	Hőfokhíd számítás nélkül		Hőfokhíd számítással	
		Q_f [kWh/a]	q_f [kWh/(m ² a)]	Q_f [kWh/a]	q_f [kWh/(m ² a)]
1,6	0,206	49575,28	49,33	44981,03	44,75
1,8	0,222	52492,84	52,23	50089,53	49,84
2,0	0,238	55410,39	55,13	52882,52	52,62

Fűtési primer energiafogyasztás

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

A nettó fűtési igényhez adjuk hozzá a szabályozás tökéletlensége miatti, az elosztás és a tárolás veszteségeit. Szorozzuk a hőtermelés teljesítménytényezőjével, az adott energiahordozóra vonatkozó primer energia átalakítási tényezővel (több forrás is lehet). Adjuk össze a kazán, a keringtetés és a szabályozás villamos energiaigényét és ezt szorozzuk a villamos energiára vonatkozó primer energia átalakítási tényezővel.

Az összeg a fűtési rendszer fajlagos primer energia igénye egy évre.

Adott esetben az épület fajlagos hővesztesége (a PTH38 és $U_{\bar{U}} = 1,6$ W/m²K változatra):

$$q_f = 52,05 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

- q_{fh} értéke a *TNM 2. melléklet VI.4 1. táblázata* alapján 3,3 (kétsőves melegvízfűtés, termosztatikus szelepek, 2 K arányossági sávval).
- q_{fv} értéke a *TNM 2. melléklet VI.3 1. táblázata* alapján 3,1 (70/55, vízszintes elosztóvezeték a fűtött téren kívül).
- q_{ft} értéke 0 (nincs fűtési hőtárolás).
- $C_k = 1,2$ a *TNM 2. melléklet VI.2 1. táblázata* alapján (állandó hőmérsékletű kazán esetében).
- $\alpha_k = 1$ (nincs más hőforrás csak a kazán).
- $e_f = 1$ (földgáz esetében – *TNM 3. melléklet, V. 1 táblázat*).
- $E_{FSz} = 0,33$ (a *TNM 2. melléklet VI.3, 3. táblázata* - fordulatszám szabályozású szivattyú)
- $E_{FT} = 0$
- $q_{kv} = 0,27$ a *TNM 2. melléklet VI.2 1. táblázata* alapján.
- $e_v = 2,5$ (*TNM 3. melléklet, V. 1 táblázat*).

$$E_F = (52,05 + 3,3 + 3,1) \times 1,2 \times 1 \times 1 + (0,33 + 0,27) \times 2,5 = 71,64 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

A fűtési primer energiaigényt ugyanezekkel a fűtési rendszert jellemző adatokkal elvégezzük a másik két üvegezés esetében is, illetve mindhárom üvegezésre a PTH44-es falazóblokk esetében. A számított értékeket az alábbi táblázatok tartalmazzák.

Fűtési primer energiaigény PTH38 változat estében

Számítási mód	$U_{\tilde{U}_2}$ [W/m ² K]	q_f [kWh/(m ² a)]	E_F [kWh/(m ² a)]
Hőfokhíd számítás nélkül	1,6	52,05	71,64
	1,8	54,95	75,12
	2,0	57,85	78,6
Hőfokhíd számítással	1,6	49,66	68,78
	1,8	52,44	72,11
	2,0	55,22	75,45

Fűtési primer energiaigény PTH44 változat estében

Számítási mód	$U_{\tilde{U}_2}$ [W/m ² K]	q_f [kWh/(m ² a)]	E_F [kWh/(m ² a)]
Hőfokhíd számítás nélkül	1,6	49,33	68,37
	1,8	52,23	71,85
	2,0	55,13	75,34
Hőfokhíd számítással	1,6	44,75	62,88
	1,8	49,84	68,98
	2,0	52,62	72,32

HMV primer energiafogyasztása

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) C_k \alpha_k e_{HMV} + (E_c + E_k) e_v$$

- $q_{HMV}=30$ [kWh/(m²a)] a TNM 2. melléklet 4.1 táblázatából.
- $C_k=1,36$ (TNM 2. melléklet, VII.2, 1. táblázatából, állandó hőmérsékletű kazán)
- $q_{kv}=0,1$ (TNM 2. melléklet, VII.2, 1. táblázatából, állandó hőmérsékletű kazán)
- $q_{HMV,t}=0,05 \times q_{HMV}=1,5$ (TNM 2. melléklet, VII.3, 2 táblázatából 5%)
- $q_{HMV,v}=0,13 \times q_{HMV}=3,9$ (TNM 2. melléklet, VII.4, 1 táblázatából 13%)
- $E_c=0,22$ (TNM 2. melléklet, VII.5, 1 táblázatából)

$$E_{HMV} = (30 + 1,5 + 3,9) \times 1,36 \times 1 \times 1 + (0,1 + 0,22) \times 2,5 = 48,94 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

A használati melegvíz primer energiafogyasztása nem függ az épületszerkezetek hőtechnikai jellemzőitől, így ez az érték az összes vizsgált esetre vonatkozik.

Összesített energetikai jellemző

Az összesített energetikai jellemző értékeit a következő táblázatok tartalmazzák a vizsgált esetekben.

Összesített energetikai jellemző PTH38 estében

Számítási mód	$U_{\bar{U}}$ [W/m ² K]	E_F [kWh/(m ² a)]	E_{HMV} [kWh/(m ² a)]	E_P [kWh/(m ² a)]
Hőfokhíd számítás nélkül	1,6	65,79	48,94	120,58
	1,8	68,98		124,06
	2,0	72,18		127,55
Hőfokhíd számítással	1,6	63,17	48,94	117,72
	1,8	66,23		121,05
	2,0	69,28		124,39

Összesített energetikai jellemző PTH44 estében

Számítási mód	$U_{\bar{U}}$ [W/m ² K]	E_F [kWh/(m ² a)]	E_{HMV} [kWh/(m ² a)]	E_P [kWh/(m ² a)]
Hőfokhíd számítás nélkül	1,6	62,80	48,94	117,32
	1,8	65,99		120,8
	2,0	69,18		124,28
Hőfokhíd számítással	1,6	57,77	48,94	111,83
	1,8	63,36		117,93
	2,0	66,42		121,26

KÖVETELMÉNY (a TNM 1. melléklet III.2 szerint):

$$E_p = 74 + 120 \frac{\sum A}{V} \Rightarrow E_p = 127,04 \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]}$$

Mint látható az esetek többségében igazolható, hogy az megfelel a harmadik szint követelményének. Csak akkor kapunk a követelménynél nagyobb értéket, ha a falszerkezet PTH38, az üvegezés hőátbocsátási tényezője $U_{\bar{U}} = 2,0$ [W/m²K] **és nem számolunk** egyensúlyi hőmérsékletet és hőfokhidat. Ez viszont csak abban az esetben igaz, ha az épületbe valóban olyan fűtési és HMV előállító rendszer kerül, amelyekre érvényesek a számításoknál figyelembe vett fajlagos adatok, vagy a valós adatok a felvett értékeknél jobbak.

Összegzés

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a részletes számítással kapott eredmények sokkal kedvezőbbek, mint az egyszerűsített módszer esetében kapott értékek. Mint látható a sugárzásos hőnyereségek befolyása igen nagy. Ha első ránézésre vélelmezhető, hogy az épület jó tájolású homlokzatai benapozottak, célszerű ennek igazolása, hiszen a sugárzási nyereség részletes beszámításával kedvezőbb eredmény igazolható.

A megfelelő eredmény igazolását persze a tervező egyszerűen is elérheti hőtechnikailag jobb minőségű szerkezet beépítésével – az elhanyagolások miatt legfeljebb az épület jobb, mint amit az egyszerűsített számítás mutat. De természetesen hőtechnikailag jobb minőségű szerkezetek esetében is érdemes többet számolni, hiszen akkor az épület akár minőségileg jobb kategóriába is kerülhet.

A hőhidak hatásának pontos számítása erősen tagolt és hőhidas épületek esetében akár kedvezőtlenebb eredményekre is vezethet, ha az építész nem figyel a csatlakozások és egyéb hőhidak megfelelő kialakítására.

A kisebb fajlagos hővesztéstényező, amit a részletes számítással nyerünk, lehetővé teszi a harmadik követelményszint kielégítését, rosszabb minőségű (olcsóbb) épületgépészeti rendszerek és berendezések alkalmazása esetén is, de ez persze nem elsődleges cél.

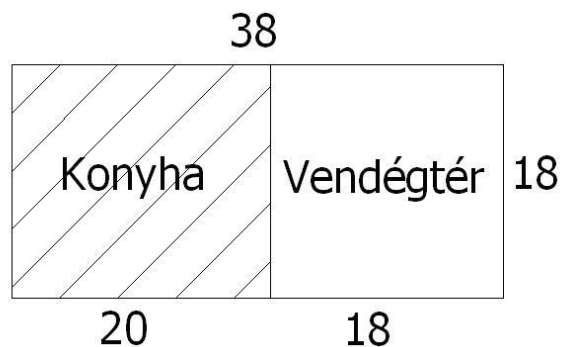
A nettó fűtési energiaigény meghatározásánál ismét csak kedvezőbb értékeket nyerhetünk, ha kiszámoljuk az egyensúlyi hőmérséklet különbséget és az ennek megfelelő hőfokhíd és fűtési óraszámokkal dolgozunk.

Az eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a szabályozás lehetőséget biztosít egy gyors és egyszerű számításra, amely alapján – a biztonság javára történő elhanyagolások miatt - a kapott értékek kedvezőtlenebbek a valós értékeknél. Ha az épület ebben az esetben is megfelel, akkor a tervező és a megrendelő közös döntése, hogy alkalmazzák-e a részletes számítási módszert, amely alapján minden bizonnyal kisebb összesített energetikai jellemzőt kapunk, de ebben az esetben „csak” a minőségileg jobb kategória lehet az eredmény (ami viszont adott esetben egy támogatás odaítélésének a feltétele lehet). Ha az épület megfelelősége az egyszerűsített módszer alkalmazása esetében nem bizonyítható, még jó esély lehet arra, mielőtt a tervező újratervezné a határolószervezeteket, hogy a megfelelőséget a részletes módszerrel bizonyítsa. Ebben az esetben, ha a számítás alapján kapott energetikai mutató kisebb a követelményértéknél, sok felesleges áttervezési munkát és költségnövelő megoldást takaríthatunk meg, és akár a beruházási költségek is csökkenthetők.

15.9. Vendéglátóipari egység tanúsítása

A feladat ismertetése

Adott egy egyszintes, lapostetős, tizemeletes panelépületek által körülzárt lepényszerű menzaépület. Az épület funkcionálisan három részre osztható: vendégtérre, főzőkonyhára és a főzőkonyhát kiszolgáló helyiségekre (előkészítők, fehér és fekete mosogatók, raktárak, közlekedők, gépészeti terek). A belmagasság egységesen 3,5 m. A vendégtér 200 ülőhelyes, a konyhában naponta 400 adag étel készül. Az épületben gépi hűtés nincs. Az épületet 12 évvel ezelőtt felújították az akkori felújítási gyakorlatnak megfelelően. Az épület határoló felületei telekhatáron állnak. Az ábrán feltüntetett méretek nettó méretek (belméretek összegezve).



Az épületben a funkciók a következőképpen alakulnak:

	m ²
Árubeszállítás (ellenőrzés és hulladéktárolás is)	36
Tárolás (mélyhűtő, hűtő, szárazáru)	72
Felszíni raktár	0
Zöldség- és salátaelőkészítő konyha	7,2
Hidegkonyha, desszert	28,8
Cukrászda	28,8
Húselőkészítés	7,2
Főzőkonyha	28,8
Mosogatók	36
Közlekedőterület	61,2
Személyzeti helyiségek és iroda	54
Konyha összesen	360
Vendégtér	324
Összesen	684

Ezeket három fő csoportba sorolhatjuk a gépészeti igények szerint:

Konyha nettó szintterület:	28,8 m ²
Kiegészítő terek nettó szintterület:	331,2 m ²
Étterem nettó szintterület:	324 m ²

A főzőkonyhában és a vendégtérben légtechnika üzemel napi 5 órán keresztül, mégpedig úgy, hogy a konyhában történik az elszívás, a vendégtérben pedig a befújás. A kiszolgáló terek természetes szellőzésűek. A szellőzéssel ellátott terekben a légfűtés mellett radiátoros alapfűtés is működik. A kiszolgáló terekben csak radiátoros fűtés van. A kazánház és a szellőzőgépház a fűtött térben van, a vezetékek is a fűtött térben mennek.

Feladat, az épület tanúsítása. Ehhez először a követelményértéket kell meghatározni a szakma szabályai szerint. Ez úgy történik, hogy meghatározzuk a fajlagos hőveszteségtényező követelményértékét a szokásos módon, majd erre "ráépítjük" a gépészeti energiaigényeket és veszteségeket egy standard gépészeti rendszer feltételezésével. Így megkapjuk a követelményt, melyhez kell majd viszonyítani a tényleges gépészetre meghatározott összesített energetikai jellemzőt. A kategóriákba sorolás ezután a szokásos skála segítségével történik.

A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke

Mivel nem új épületről vagy felújításról van szó, a fajlagos hőveszteségtényező nem jelent követelményértéket. Viszont a tanúsításhoz mégis szükség van rá, hiszen a követelményértéket úgy határozzuk meg, hogy a hőveszteségtényező követelményértékére "ráépítjük" a standard gépészet energiaigényét.

Nettó szintterület: 684 m^2
 Hasznos fűtött összterület: $A_N = 684 \text{ m}^2$
 Belmagasság: $bm = 3,5 \text{ m}$
 Az épület belső oldalon mért kerülete:
 $K = 56 \text{ m}$
 Fűtött térfogat: $V = A_N * bm = 684 \text{ m}^2 * 3,5 \text{ m} = 2394 \text{ m}^3$
 Összes hűlő felület (belméretek szerint):
 $A = 2 * A_N + K * bm = 2 * 684 + 56 * 3,5 = 1760 \text{ m}^2$
 Hűlő felület – fűtött térfogat arány: $\Sigma A/V = 1760 / 2394 = 0,74 \text{ m}^2/\text{m}^3$

A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke (TNM 1. melléklet II.1. képlet):
 $q_m = 0,086 + 0,38 * \Sigma A/V = 0,37 \text{ W}/\text{m}^3\text{K}$

A szakma szabályai szerint számított értékek

A nettó igények felhasználóktól függő része azonos a standard épület és a tényleges épület esetén, hiszen a tényleges épületet is standard felhasználói magatartással kell figyelebe venni. A nettó igényeken kívül vannak egyéb értékek is, melyek a szakma szabályai szerint számítandók. Ezeket az alábbi táblázat foglalja össze.

	konyha kiszolgáló terei (természetes szellőzés)	főzőkonyha	étterem
Fűtés			
átlagos légcsereszám a természetes szellőzésű terekben	$n = 0,9 \text{ h}^{-1}$	-	-
belső hőterhelés átlagos értéke	$q_b = 7 \text{ W}/\text{m}^2$	$q_b = 50 \text{ W}/\text{m}^2$	$q_b = 11 \text{ W}/\text{m}^2$
szakaszos fűtés hatását kifejező szorzó	$\sigma = 0,8$	$\sigma = 0,8$	$\sigma = 0,8$

Szellőzés			
légcsereszám üzemszünetben	-	$n_{inf} = 0,3 \text{ h}^{-1}$	$n_{inf} = 0,3 \text{ h}^{-1}$
légcsereszám üzemidőben*	-	$n_{LT} = 15 \text{ h}^{-1}$	$n_{LT} = 3266/1134=2,88 \text{ h}^{-1}$ *
a légtechnika üzemórái összesen a fűtési időnyben	-	$Z_{LT} = Z_F * 5 * 5 / (7 * 24) = 0,65 \text{ h}/1000$ (hétköznaponként napi 5 óra)	$Z_{LT} = Z_F * 5 * 5 / (7 * 24) = 0,65 \text{ h}/1000$
a légtechnika üzemórái összesen a fűtési időnyben	-	$Z_{a,LT} = 52 * 5 * 5 / 1000 = 1,3 \text{ h}/1000$	$Z_{a,LT} = 52 * 5 * 5 / 1000 = 1,3 \text{ h}/1000$
Használati melegvízellátás (HMV)			
HMV nettó hőigénye**	$q_{HMV} = Q_{HMV} / A_N = 196\,240 / 684 = 287 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{év}$		
Világítás			
A világítás nettó energia igénye	$E_{vil,n} = 12 \text{ kWh}/\text{m}^2, \text{év}$		
Világítás energiaigény korrekciós szorzó	$\nu = 0,7$		

*Az étterem légcsereszámát a 10.3.2. táblázat C kategóriához tartozó érték alapján számoljuk, mivel a tényleges étterem is C kategóriájú komfortszintre lett tervezve. Ez alapján a szükséges szellőző levegő mennyisége $2,8 \text{ l/s}, \text{m}^2$. Ebből
 $V_{sz} = 324 \text{m}^2 * 2,8 \text{ l/s}, \text{m}^2 = 907,2 \text{ l/s} = 3266 \text{ m}^3/\text{h}$
vagyis
 $n_{LT} = 3266/1134=2,88 \text{ h}^{-1}$.

** A HMV nettó hőigénye a következőképpen határozható meg:

1. fajlagos vízigény: 100 l/adag (a szakma szabályai szerint)
2. adagok száma: 400 adag/nap
3. vízigény $= 100 * 400 \text{ l/nap} = 100 * 400 / 1000 = 40 \text{ m}^3/\text{nap}$
4. melegvízigény $V_{HMV} = 0,4 * \text{vízigény} = 16 \text{ m}^3/\text{nap}$ (a szakma szabályai szerint)
5. $Q_{HMV} = 223 * V_{HMV} [\text{m}^3/\text{nap}] * (t_m - t_h) = 223 * 16 * (65 - 10) = 196\,240 \text{ W}$ (a szakma szabályai szerint)
6. $q_{HMV} = Q_{HMV} / A_N = 196\,240 / 684 = 287 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{év}$

A fűtés és a légtechnika nettó hőenergia igényét a standard gépészet definiálása után tárgyaljuk, mert azok függenek a gépészettől is (pl. hővisszanyerő hatásfoka szerepel a képletben).

A standard gépészet definiálása

Az alábbi táblázat összefoglalja az elfogadható (standard) gépészet elemeit. Bár a meglévő gépészetet csak később tárgyaljuk, az összehasonlíthatóság kedvéért azt is bemutatjuk ugyanezen táblázatban.

	elfogadható (standard) gépészet	meglévő rendszer
FŰTÉSI RENDSZER		
hőhordozó	földgáz	ua.
hőtermelő	alacsony hőmérsékletű kazán	állandó hőmérsékletű kazán
szabályozás	helyiségenként termosztatikus szelepekkel, 2K arányossági sávval	ua.
fűtési hőtároló	nincs	ua.
hőfoklépcső	70/55 °C	ua.
szivattyú	fordulatszám szabályozású	ua.
HMV		
hőhordozó	földgáz	ua.
hőtermelő	alacsony hőmérsékletű kazán	állandó hőmérsékletű kazán
cirkuláció	van	ua.
tároló	indirekt fűtésű	ua.
LÉGTECHNIKA		
szellőzés a konyhában	elszívás (szakma szabályai szerint)	ua.
szellőzés a vendégtérben	kiegyenlített hővisszanyerős (szakma szabályai szerint)	csak befűtés
befűtési hőmérséklet	azonos a helyiségben parancsolt hőmérséklettel: konyha: csak elszívás étterem: $\overline{t_{bef}} = t_i = 22 \text{ °C}$	ua.

A standard gépészet számítása

A fűtési rendszer nettó hőenergia igénye

A fűtés nettó hőenergia igénye különbözőképpen számolandó a természetes szellőzésű és a légtechnikával ellátott terekben.

A természetes szellőzésű terekben (TNM 2. melléklet IV.4. képlet):

$$Q_{F1} = 72V(q + 0,35n)\sigma - 4,4A_N q_b$$

ahol

$A = 331,2 \text{ m}^2$	a kiszolgáló helyiségek nettó alapterülete
$V=331,2 \cdot 3,5=1159,2 \text{ m}^3$	a kiszolgáló helyiségek össztérfogata
$n = 0,9 \text{ h}^{-1}$	átlagos légcsereszám a természetes szellőzésű terekben (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)
$q_b = 7 \text{ W/m}^2$	belső hőterhelés átlagos értéke (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)
$\sigma = 0,8$	szakaszos fűtés hatását kifejező szorzó (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)

$$Q_{F1} = 72 \cdot 1159,2 \cdot (0,37 + 0,35 \cdot 0,9) \cdot 0,8 - 4,4 \cdot 331,2 \cdot 7 = 35227 \text{ kWh/a}$$

A főzőkonyhában (TNM 2. melléklet IV.5.2. képlet):

$$Q_{F2} = H \cdot V \cdot \left[q + 0,35 \cdot n_{\text{inf}} \cdot \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} + 0,35 \cdot n_{LT} \cdot (1 - \eta_r) \cdot \frac{Z_{LT}}{Z_F} \right] \cdot \sigma - Z_F \cdot A_N \cdot q_b$$

ahol

$A = 28,8 \text{ m}^2$ a kiszolgáló helyiségek nettó alapterülete

$V=28,8 \cdot 3,5=100,8 \text{ m}^3$ a kiszolgáló helyiségek össztérfogata

$n_{\text{inf}} = 0,3 \text{ h}^{-1}$ légcsereszám üzemszünetben (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)

$Z_F = 4,4 \text{ h/1000}$ a fűtési idény hosszának az ezredrésze (egyszerűsített számítás)

$Z_{LT} = Z_F \cdot 5 \cdot 5 / (7 \cdot 24) = 0,65 \text{ h/1000}$ a légtechnika üzemórái összesen a fűtési idényben

$n_{LT} = 15 \text{ h}^{-1}$ légcsereszám üzemidőben (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)

$\eta_r = 0$ csak elszívás van, hővisszanyerő nincs

$q_b = 50 \text{ W/m}^2$ belső hőterhelés átlagos értéke (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)

$\sigma = 0,8$ szakaszos fűtés hatását kifejező szorzó

$$Q_{F2} = 72 \cdot 100,8 \cdot \left[0,37 + 0,35 \cdot 0,3 \cdot \frac{4,4 - 0,65}{4,4} + 0,35 \cdot 15 \cdot (1 - 0) \cdot \frac{0,65}{4,4} \right] \cdot 0,8 - 4,4 \cdot 28,8 \cdot 50 = 840 \text{ kWh/a}$$

A vendégtérben légfűtés is van (TNM 2. melléklet IV.5.3. képlet):

$$Q_{F3} = HV \left(q + 0,35 n_{\text{inf}} \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} \right) \sigma + 0,35 n_{LT} V (t_i - \overline{t_{\text{bef}}}) Z_{LT} - Z_F A_N q_b$$

ahol

$A = 324 \text{ m}^2$	a kiszolgáló helyiségek nettó alapterülete
$V = 324 \cdot 3,5 = 1134 \text{ m}^3$	a kiszolgáló helyiségek össztérfogata
$n_{\text{inf}} = 0,3 \text{ h}^{-1}$	légcserezszám üzemszünetben (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)
$Z_F = 4,4 \text{ h}/1000$	a fűtési idény hosszának az ezredrésze (egyszerűsített számítás)
$Z_{LT} = Z_F \cdot 5 \cdot 5 / (7 \cdot 24) = 0,65 \text{ h}/1000$	a légtechnika üzemórái összesen a fűtési idényben (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)
$V_{sz} = 324 \text{ m}^2 \cdot 2,8 \text{ l/s, m}^2 = 907,2 \text{ l/s} = 3266 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{LT} = 3266 / 1134 = 2,88 \text{ h}^{-1}$	légcserezszám üzemidőben (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)
$\overline{t_{\text{bef}}} = t_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$	a befűvási hőmérséklet standard gépészet esetén előírás szerint azonos a parancsolt hőmérséklettel
$\eta_r = 70\%$	hővisszanyerő hatásfoka
$q_b = 11 \text{ W/m}^2$	belső hőterhelés átlagos értéke (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)
$\sigma = 0,8$	szakaszos fűtés hatását kifejező szorzó (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot)

$$Q_{F3} = 72 \cdot 1134 \cdot \left[0,37 + 0,35 \cdot 0,3 \cdot \frac{4,4 - 0,65}{4,4} \right] \cdot 0,8 + 0,35 \cdot 2,88 \cdot (22 - 22) \cdot 0,65 - 4,4 \cdot 324 \cdot 11 =$$

$$= 14021 \text{ kWh/a}$$

Összesen

$$Q_F = Q_{F1} + Q_{F2} + Q_{F3} = 50089 \text{ kWh/a}$$

A fűtés nettó hőenergia igénye:

$$q_f = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{50089}{684} = 73,2 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$$

A fűtés fajlagos primer energia igénye (TNM 2. melléklet VI.1.a képlet):

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

ahol (a figyelembe vett nettó alapterület mindenhol $A_N = 684 \text{ m}^2$)

$q_{f,h} = 3,3 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	illesztési pontatlanság okozta veszteség (előírás: termosztatikus szelepek 2K arányossági sávval) (TNM 2. melléklet VI.4. 1. táblázata)
$q_{f,v} = 1,9 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	csővezetési veszteség (a vezeték a fűtött térben, az előírt rendszer 70/55 °C-os) (TNM 2. melléklet VI.3. 2. táblázata)
$q_{f,t} = 0 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	előírás: fűtési hőtároló nincs
$C_k = 1,08$	teljesítménytényező (fűtött térben, előírás: alacsony hőmérsékletű kazán) (TNM 2. melléklet VI.1. 2. táblázata)
$\alpha_k = 1$	a kazán az egyetlen hőtermelő
$e_f = 1$	előírt hőhordozó: földgáz
$E_{FSz} = 0,38 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	előírás: fordulatszám szabályozású szivattyú (TNM 2. melléklet VI.3. 3. táblázata)
$E_{FT} = 0 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	előírás: fűtési hőtároló nincs
$q_{k,v} = 0,31 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	hőtermelő segédenergia igénye (fűtött térben, előírás: alacsony hőmérsékletű kazán) (TNM 2. melléklet VI.1. 2. táblázata)
$e_v = 2,5$	villamos áram primer átalakítási tényező (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata)

$$E_F = (73,2 + 3,3 + 1,9 + 0) \cdot \sum (1,08 \cdot 1 \cdot 1) + (0,38 + 0 + 0,31)2,5 = 86,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A HMV fajlagos primer energiafelhasználása (TNM 2. melléklet VII.1.a képlet):

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

A veszteségek és átalakítási tényezők pedig (a figyelembe vett nettó alapterület mindenhol $A_N = 684 \text{ m}^2$)

$q_{HMV} = 287 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	lásd a "szakma szabályai szerint számított értékek" pontot
$q_{HMV,v} = 34 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ (12%)	csővezetékek vesztesége (elosztás a fűtött térben belül, előírás: cirkuláció van) (TNM 2. melléklet VII.4. 1. táblázata)
$q_{HMV,t} = 20 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ (7%)	tárolási veszteségek (előírás: közvetett fűtésű melegvíztároló) (TNM 2. melléklet VII.3. 1. táblázata)
$C_k = 1,14$	teljesítménytényező (fűtött térben, előírás: alacsony hőmérsékletű kazán) (TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata)
$\alpha_k = 1$	a kazán az egyetlen hőtermelő

$e_f = 1$	előírt hőhordozó: földgáz (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata)
$E_C = 0,27 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	előírás: cirkuláció van (TNM 2. melléklet VII.5. 1. táblázata)
$E_K = 0,11 \text{ kWh/m}^2\text{év}$	hőtermelő segédenergia igénye (fűtött térben, előírás: alacsony hőmérsékletű kazán) (TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata)
$e_v = 2,5$	villamos áram primer átalakítási tényező (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata)

$$E_{HMV} = (287 + 34 + 20) \cdot \sum (1,14 \cdot 1 \cdot 1) + (0,27 + 0,11) \cdot 2,5 = 390,2 \text{ kWh/m}^2\text{év}$$

A légtechnika nettó hőenergia igénye

A nettó hőenergia képlete (TNM 2. melléklet VIII.3. képlet):

$$Q_{LT,h} = 0,35 \cdot V \cdot n_{LT} \cdot (1 - \eta_r) Z_{LT} (\overline{t_{bef}} - 4)$$

A légtechnika különböző jellegű a főzőkonyhában és a vendégtérben, ezért külön kell őket vizsgálni.

A főzőkonyha nettó hőenergia igénye

A főzőkonyhában csak elszívás van, légfűtés nincs. A fűtés hagyományos módon történik. Tehát

$$Q_{LT,h1} = 0 \text{ kWh/év}$$

A vendégtér előírt hőmérsékletét a 10.3. fejezet első táblázatából kell kiolvasni (C kategória) feltételezve. A táblázat 19-25 °C-t ír elő télen, válasszuk a középértéket 22 °C-t. A többi adat ismert, így

$$Q_{LT,h2} = 0,35 \cdot 1134 \cdot 2,88 \cdot (1 - 0,7) \cdot 0,65 \cdot (22 - 4) = 4042 \text{ kWh/év}$$

A ventilátorok villamos áram igénye

$$E_{VENT} = \frac{V_{LT} \Delta p_{LT}}{3600 \eta_{vent}} Z_{a,LT} \quad (\text{TNM 2. melléklet VIII.2. képlet})$$

A főzőkonyha esetén csak elszívás van, ezért csak egy ventilátor üzemel. A vendégtérben kiegyenlített a szellőzés, ezért két ventilátor működik. A szállított térfogatáramok

$$V_{LT,1} = n_{LT} V = 15 \cdot 100,8 = 1512 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$V_{LT,2} = n_{LT} V = 2,88 \cdot 1134 = 3266 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Ezen térfogatáramokkal a ventilátorok közepes méretűnek számítanak, ezért hatásfokuk 55%.

A légszűrő hálózat nyomásvesztései hidraulikai számításal határozhatók meg, itt csak a végeredményt közöljük:

$$\Delta p_{LT,1} = 300 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_{LT,2} = 700 \text{ Pa} \quad (\text{csak az egyik ág})$$

A ventilátorok egész évben üzemelnek, minden hétköznap 5 órát (lásd a “szakma szabályai szerint számított értékek” pontot):

$$Z_{a,LT} = 52 \cdot 5 \cdot 5 / 1000 = 1,3 \frac{h}{1000}$$

Ebből

$$E_{VENT,1} = \frac{1512 \cdot 300}{3600 \cdot 0,55} \cdot 1,3 = 298 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ év}$$

$$E_{VENT,2} = 2 \cdot \frac{3266 \cdot 700}{3600 \cdot 0,55} \cdot 1,3 = 3002 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ év}$$

A légtechnika fajlagos primer energiaigénye (TNM 2. melléklet VIII.1.a) képlet)

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

A hiányzó adatok a következők:

$f_{LT,sz1} = 0\%$	illesztési pontatlanságból eredő veszteségek (20 °C befűvási hőmérséklet alatt értéke zérus) (TNM 2. melléklet VIII.4. 1. táblázata)
$f_{LT,sz2} = 5\%$	illesztési pontatlanságból eredő veszteségek (helyiségenkénti szabályozás) (TNM 2. melléklet VIII.4. 1. táblázata)
$Q_{LT,v} = 0 \text{ kWh/év}$	légcsatornák hővesztesége (elhanyagolható, mert a szállított levegő hőmérséklete és a környezeti hőmérséklet közötti különbség kisebb, mint 15 °C)
$e_{LT} = 1$	előírt hőhordozó: földgáz (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata)
$C_K = 1,08$	azonos a fűtésnél meghatározott értékkel, mert a hőtermelő ugyanaz
$E_{LT,s} = 0 \text{ kWh/év}$	légtechnikai rendszer villamos segédenergia igénye (a ventilátorok energiaigénye mellett elhanyagolható)
$e_v = 2,5$	villamos áram primer átalakítási tényező (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata)

A főzőkonyha és a vendégtér szellőzésének teljes primerenergia felhasználása:

$$E\ddot{O}_{LT,1} = \left\{ \left[0 \cdot (1 + 0) + 0 \right] \cdot 1,08 \cdot 1 + (298 + 0) \cdot 2,5 \right\} = 744 \text{ kWh} / \text{év}$$

$$E\ddot{O}_{LT,2} = \left\{ \left[4042 \cdot (1 + 0,05) + 0 \right] \cdot 1,08 \cdot 1 + (3002 + 0) \cdot 2,5 \right\} = 12088 \text{ kWh} / \text{év}$$

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a különböző zónákra nem szabad külön-külön fajlagos primerenergia felhasználást számolni, mert azok nem összegeezhetők. A teljes primerenergia felhasználásokat kell az épület teljes nettó alapterületével osztani, azaz

$$E_{LT} = \frac{E\ddot{O}_{LT,1} + E\ddot{O}_{LT,2}}{A_N} = \frac{744 + 12088}{684} = 18,8 \text{ kWh} / \text{m}^2 \text{ év}$$

A világítás fajlagos primer energiaigénye

A világítás nettó energia igénye (lásd a "szakma szabályai szerint számított értékek" pontot):

$$E_{vil,n} = 12 \text{ kWh/m}^2, \text{év}$$

Világítás energiaigény korrekciós szorzó

$$\nu = 0,7 \text{ (lásd a "szakma szabályai szerint számított értékek" pontot)}$$

A világítás fajlagos primer energiaigénye

$$E_{vil} = E_{vil,n} \cdot \nu \cdot e_{vil} = 12 \cdot 0,7 \cdot 2,5 = 21 \text{ kWh/m}^2 \text{év (TNM 2. melléklet X.1. képlet)}$$

Az összesített energetikai jellemzőre vonatkozó követelményérték meghatározása

Az összesített primer energetikai tényező követelményértéke a fajlagos hőveszteségtényező követelményértékének felbruttósításával, standard gépészet figyelembe vételével számolt összesített energetikai jellemző.

$$E_{P,max} = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{vil} + E_{hű} = 86,4 + 390,2 + 18,8 + 21 = 516,3 \text{ kWh/m}^2 \text{év}$$

A meglévő gépészet számítása

Az épületbe ténylegesen beépített gépészet sok ponton azonos a már ismertetett standard gépészettel. Ezért az alábbi számításokban csak a különbségeket emeljük ki.

A fajlagos hőveszteségtényező (meglévő)

Jelen példának nem célja a fajlagos hőveszteségtényező számításának bemutatása (ennek elve nem tér el a korábbi példától), ezért értékét adottnak tekintjük. Az épület fajlagos hőveszteségtényezőjének értéke:

$$q = 0,52 \text{ W/m}^3 \text{K}$$

Ez magasabb, mint a megengedett érték.

A fűtés nettó hőenergia igénye (meglévő)

A geometriai adatok, a természetes szellőzésű terek légcsereszám, az üzemszüneti légcsereszámok, a légtechnikai rendszer fűtési idényben vett üzemideje, a belső hőterhelés, a főzőkonyhai légcsereszám, a hőfokhíd és a szakaszos fűtés hatását kifejező szorzó nem változik. Eltérés abban van, hogy a vendégtérben nincs hővisszanyerő, ezért $\eta_r = 0\%$. Ebből

$$V_{sz} = 324 \text{m}^2 \cdot 4,9 \text{ l/s, m}^2 = 1587,6 \text{ l/s} = 5717 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n_{LT} = 5717/1134 = 5,04 \text{ h}^{-1}$$

$$Q_{F1} = [72V(q_m + 0,35n) - 4,4Aq_b] \sigma \quad (\text{TNM 2. melléklet IV.4. képlet})$$

$$Q_{F1} = 72 \cdot 1159,2 \cdot (0,52 + 0,35 \cdot 0,9) \cdot 0,8 - 4,4 \cdot 331,2 \cdot 7 = 45552 \text{ kWh/év}$$

$$Q_{F2} = H \cdot V \cdot \left[q + 0,35 \cdot n_{\text{inf}} \cdot \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} + 0,35 \cdot n_{LT} \cdot (1 - \eta_r) \cdot \frac{Z_{LT}}{Z_F} \right] \cdot \sigma - Z_F \cdot A_N \cdot q_b$$

(TNM 2. melléklet IV.5.2. képlet)

$$Q_{F2} = 72 \cdot 100,8 \cdot \left[0,52 + 0,35 \cdot 0,3 \cdot \frac{4,4 - 0,65}{4,4} + 0,35 \cdot 15 \cdot (1 - 0) \cdot \frac{0,65}{4,4} \right] \cdot 0,8 - 4,4 \cdot 28,8 \cdot 50 =$$

$$= 1738 \text{ kWh/év}$$

$$Q_{F3} = H \cdot V \cdot \left(q + 0,35 \cdot n_{\text{inf}} \cdot \frac{Z_F - Z_{LT}}{Z_F} \right) \cdot \sigma + 0,35 \cdot n_{LT} \cdot (t_i - \overline{t_{\text{bef}}}) \cdot Z_{LT} - Z_F \cdot A_N \cdot q_b$$

(TNM 2. melléklet IV.5.3. képlet)

$$Q_{F3} = 72 \cdot 1134 \cdot \left[0,52 + 0,35 \cdot 0,3 \cdot \frac{4,4 - 0,65}{4,4} \right] \cdot 0,8 + 0,35 \cdot 5,04 \cdot (22 - 22) \cdot 0,65 - 4,4 \cdot 324 \cdot 11 =$$

$$= 24122 \text{ kWh/év}$$

összegezve:

$$Q_F = Q_{F1} + Q_{F2} + Q_{F3} = 71412 \text{ kWh/a}$$

$$q_f = \frac{Q_F}{A_N} = \frac{71412}{684} = 104,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A fűtés fajlagos primer energiafelhasználása (meglévő):

Eltérés csak a kazán teljesítménytényezőjében van, hiszen állandó hőmérsékletű készülék van beépítve.

$$C_k = 1,15 \quad (\text{TNM 2. melléklet VI.1. 2. táblázata})$$

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

(TNM 2. melléklet VI.1.a képlet)

$$E_F = (104,4 + 3,3 + 1,9 + 0) \cdot \sum (1,15 \cdot 1 \cdot 1) + (0,38 + 0 + 0,31) \cdot 2,5 = 127,8 \text{ kWh/m}^2\text{év}$$

A HMV fajlagos primer energiafelhasználása (meglévő):

Eltérés csak a kazán teljesítménytényezőjében van, hiszen állandó hőmérsékletű készülék van beépítve.

$$C_k = 1,4 \quad (\text{TNM 2. melléklet VII.2. 1. táblázata})$$

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

(TNM 2. melléklet VII.1.a képlet)

$$E_{HMV} = (287 + 34 + 20) \cdot \sum (1,4 \cdot 1 \cdot 1) + (0,27 + 0,11) \cdot 2,5 = 478,9 \text{ kWh/m}^2\text{év}$$

A légtechnika nettó hőenergia igénye (meglévő)

Eltérés ugyanazon pontokon van, mint a fűtésnél: nincs hővisszanyerő a vendégtérben és a szállított térfogatáram a vendégtérben nagyobb:

$$Q_{LT,h} = 0,35 \cdot V \cdot n_{LT} \cdot (1 - \eta_r) Z_{LT} (t_{bef} - 4) \quad (TNM 2. melléklet VIII.3. képlet)$$

$$Q_{LT,h1} = 0 \text{ kWh / év}$$

$$Q_{LT,h2} = 0,35 \cdot 1134 \cdot 2,88 \cdot (1 - 0) \cdot 0,65 \cdot (22 - 4) = 13472 \text{ kWh / a}$$

Látható, hogy ez a két változás majdnem meghatszorozza a vendégtér légtechnikájának hőenergia igényét, míg a főzőkonyháé változatlan.

A ventilátorok villamos áram igénye (meglévő)

$$E_{VENT} = \frac{V_{LT} \Delta p_{LT}}{3600 \eta_{vent}} Z_{a,LT} \quad (TNM 2. melléklet VIII.2. képlet)$$

A bemenő adatok nem változtak, így:

$$E_{VENT,1} = 298 \text{ kWh / m}^2 \text{ a (változatlan)}$$

$$E_{VENT,2} = 3002 \text{ kWh / m}^2 \text{ a (változatlan)}$$

A légtechnika fajlagos primer energiaigénye (meglévő)

$$E_{LT} = \left\{ [Q_{LT,n} (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v}] C_k e_{LT} + (E_{VENT} + E_{LT,s}) e_v \right\} \frac{1}{A_N} \quad (TNM 2. melléklet VIII.1.a) képlet)$$

A hiányzó adatokban eltérés csak a kazán teljesítménytényezőjében van, mégpedig ugyanúgy, ahogy a fűtésnél.

$$C_k = 1,15$$

Ez mind a főzőkonyhánál, mind a vendégtérnél érezteti hatását.

$$E\ddot{O}_{LT,1} = \{ [0 \cdot (1 + 0) + 0] \cdot 1,15 \cdot 1 + (298 + 0) \cdot 2,5 \} = 744,5 \text{ kWh / a}$$

$$E\ddot{O}_{LT,2} = \{ [13472 \cdot (1 + 0,05) + 0] \cdot 1,15 \cdot 1 + (3002 + 0) \cdot 2,5 \} = 23772 \text{ kWh / a}$$

$$E_{LT} = \frac{E\ddot{O}_{LT,1} + E\ddot{O}_{LT,2}}{A_N} = \frac{744,5 + 23772}{684} = 35,8 \text{ kWh / m}^2 \text{ a}$$

A légtechnika primer energiaigénye kb. 3-szorosa a standard gépészetnél számolt értéknek.

A világítás fajlagos primer energiaigénye (meglévő)

A világítás nettó energia igénye nem változik, azaz:

$$E_{vil} = E_{vil,n} \cdot v \cdot e_{vil} = 12 \cdot 0,7 \cdot 2,5 = 21 \text{ kWh / m}^2 \text{ a}$$

Összesített primer energetikai tényező és minősítés

$$E_P = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{vil} + E_{hü} = 127,8 + 478,9 + 35,8 + 21 + 0 = 663,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{P,max} = 516,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$\frac{E_P}{E_{P,max}} = \frac{663,5}{516,3} = 1,28 = 128\%$$

Ez alapján az épület minősítése **E kategóriás**, azaz az átlagosnál jobb.

4. Az épület alternatív energiaellátási lehetőségeinek elemzése

A) Műszaki, környezeti feltételek adottak-e?

A feltételek meglétét az alábbi megoldásokra kell vizsgálni:

- Megújuló energiaforrásokat használó decentralizált rendszerek:
 - Napenergia: a benapozás-vizsgálat szerint az épület teljes tetőfelülete árnyékolt a környező tízemeletes lakóházak által, ezért napenergia hasznosítás nem jöhet számításba.
 - Szélenergia: az épület szélvédett területen áll, valamint a esetleges szélerőmű zajkeltése nem elfogadható a sűrűn lakott területen.
 - Biomassza: nem áll rendelkezésre szükséges méretű tárolótér. Csak funkcionális átalakítás esetén jöhet szóba.
- Kapcsolt hő- és villamos energiaellátás vizsgálata: Elméletileg gáz-energiahordozóval lehetséges. Ezért a kapcsolt energiatermelés primer energiaigényét meg kell vizsgálni, mely alapján mérlegelhető a célszerűség műszaki környezetvédelmi szempontból. Amennyiben a kapcsolt energiaellátás primer energiaigénye kisebb, mint a standard gépészettel, meglévő határoló szerkezetekkel meghatározott energiaigény akkor a műszaki környezetvédelmi célszerűség igazoltnak tekinthető. Ekkor gazdaságossági szempontból is meg kell vizsgálni. Jelen mintapéldában a kapcsolt energiaellátás további vizsgálatát nem tárgyaljuk.
- Tömb- vagy távfűtés alkalmazhatósága: A telekhatártól 35 m-re található távhőhálózat és a forrásoldal kapacitása elegendő a vizsgált épület ellátására. A hőhordozó paraméterei megfelelőek, a távhő kapcsolt energiatermelésből származik. Ezért a távhőellátás primer energiaigényét meg kell vizsgálni.
- Hőszivattyús energiaellátás alkalmazhatósága: Az épület telekhatáron áll, ezért nincs hely szondák, illetve föld-hőcserélő telepítésére. Föld-hőszivattyú alkalmazása nem jöhet szóba. Víz-hőszivattyú szintén nem jöhet szóba, mert nincs a közelben tó vagy folyó.

Ezek alapján a távfűtés műszaki-környezeti célszerűségi vizsgálatát tárgyaljuk tovább.

B) Az alternatív energiaellátás primer energiaigénye, célszerűségi vizsgálat műszaki-környezeti szempontból

A viszonyítási alapot az épület $\Sigma A/V$ arányához tartozó fajlagos hőveszteség-tényező követelményértékre épített standard gépészeti rendszer képezi. Ezt a 2. pontban ismertettük és az összesített primerenergetikai jellemző viszonyítási értékét meghatároztuk:

$$E_{P,standard} = 516,3 \text{ kWh/m}^2\text{év}$$

A távhőellátásos rendszer számítása a következő adatokban tér el a standard gépészetétől:

- A fűtés (és a légfűtés) teljesítménytényezője $C_k = 1,08$ helyett $C_k = 1,01$ (TNM 2. melléklet VI.2. pont).
- A fűtés, a légfűtés és a HMV primer átalakítási tényezője $e = 1,0$ helyett $e = 1,12$ (kapcsolt energiatermelés) (TNM 3. melléklet C)V. 1. táblázata).
- A HMV teljesítménytényezője (véletlenül) azonos, azaz $C_k = 1,14$. (TNM 2. melléklet VII.2. 3. táblázat).
- A fűtés (és a légfűtés) hőtermelőjének villamos segédenergia igénye $q_{k,v} = 0,31$ helyett $q_{k,v} = 0$ (TNM 2. melléklet VI.2. pont).
- A HMV hőtermelőjének villamos segédenergia igénye $E_K = 0,11$ helyett $E_K = 0,4$ (TNM 2. melléklet VII.2. 3. táblázat).

Vessük össze a fajlagos primer energiaigény összetevőit:

	Standard gépészet	Távhő
Fűtés	$E_F = 86,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$E_F = 89,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
HMV	$E_{HMV} = 390,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$E_{HMV} = 437,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Légtechnika	$E_{LT} = 18,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$E_{LT} = 19,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Világítás	$E_V = 21,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$E_V = 21,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Összesen	$E_{P,standard} = 516,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$E_{P,távhő} = 567,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Mivel $E_{P,standard} < E_{P,távhő}$, a távhő célszerűsége műszaki-környezeti szempontból nem igazolt. Így a gazdaságossági vizsgálat sem szükséges.