

# **SZAKDOLGOZAT**

**Salagvárdi István**

**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Műszaki Intézet**

**Létesítményenergetikai szakmérnök szakirányú**

**továbbképzési szak**

**Lakóépület energiahatékonysági fejlesztése**

**Belső konzulens:** Dr. Szabó Márta  
egyetemi docens

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:** MATE, Műszaki Intézet.  
Épületgépészeti és Energetikai  
Tanszék

**Külső konzulens:** Szilágyi Gábor  
karbantartó mérnök

**Készítette:** Salagvárdi István

**Gödöllő  
2023**

MŰSZAKI INTÉZET  
LÉTESÍTMÉNYENERGETIKAI SZAKMÉRNÖK SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS

**SZAKDOLGOZAT**

feladatlapp

Salagvárdi István (ZLÉJT)

részére

A szakdolgozat címe:

**Lakóépület energiahatékonysági fejlesztése**

Feladatleírás:

Készségen elemzést egy lakóépület energetikai jellemzőiről és határozza meg az energetikai besorolását. Tegyen javaslatot energetikai korszerűsítésre a gazdaságosságot és a fajlagos költségeket is figyelembevéve.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és energetikai tanszék


Külső konzulens: Szilágyi Gábor, karbantartó mérnök, Knorr-Bremse Kft.

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2023. november. 06.

Kelt: Gödöllő, 2023. 09. 15.

Jóváhagyom

  
\_\_\_\_\_  
(tanszékegyeztető)

  
\_\_\_\_\_  
(szakfelelős)

Átvettem

  
\_\_\_\_\_  
(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt: Gödöllő, 2023. év 11 hó 15 nap

  
\_\_\_\_\_  
(külső konzulens)

Lakóépület energiahatékonysági fejlesztése.  
Salagvárdi István

Létesítményenergetikai szakmérnök, szakirányú továbbképzés, Levelező  
Műszaki Intézet, Épületgépészeti és energetikai tanszék

*Belső témavezető:* Dr. Szabó Márta, MATE, Műszaki Intézet

*Külső témavezető:* Szilágyi Gábor, karbantartó mérnök, Knorr-Bremse Kft., Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	5
2. Irodalom elemzés .....	6
2.1 Magyarország energiafelhasználásának rövid bemutatása .....	6
2.1.1 Az energiafelhasználás változása, a felhasználás céljai .....	6
2.1.2 A megújuló energiaforrások részaránya.....	10
2.2 A magyarországi lakásállomány rövid bemutatása .....	10
2.3 Lakóépületek energetikai tanúsítása .....	13
2.3.1 A szabályozás szintjei .....	13
2.3.1.1 Összesített energetikai jellemző.....	13
2.3.1.2 Fajlagos hőveszteség tényező .....	14
2.3.1.3 Hőátbocsátási tényezők.....	15
2.3.1.4 Épületek tanúsításánál alkalmazott számítás lépései .....	18
2.4 Épületek hőszigetelési megoldásainak ismertetése .....	23
2.4.1 Leggyakoribb hagyományos szigetelőanyagok tulajdonságai .....	25
2.4.1.1 Kőzetgyapot .....	26
2.4.1.2 Üveggyapot .....	27
2.4.1.3 Perlit, agyagtermékek, ömlesztett termékek .....	28
2.4.2 Habosított műanyagtermékek.....	29
2.4.2.1 Polisztirol .....	29
2.4.2.2 Poliuretán .....	30

2.4.2.3	Polietilén .....	31
2.4.3	Megújuló/természetes anyagok .....	31
2.4.3.1	Cellulóz .....	31
2.4.3.2	Parafa .....	32
2.4.3.3	Fagyapot.....	32
2.4.4	Különböző anyagok összehasonlítása .....	33
2.5	Számításba vehető fűtési és használati melegvíz termelő rendszerek ismertetése .....	35
2.5.1	Fűtési és HMV rendszerek korszerűsítési szempontjai.....	35
2.5.2	Fűtési és HMV rendszerek .....	35
2.5.3	Hagyományos hőtermelők - kazánok .....	37
2.5.4	Megújuló energia felhasználási lehetőségek .....	39
2.5.4.1	Hőszivattyúk .....	39
2.5.5	Számításba vehető alternatívák energetikai összehasonlítása .....	43
2.6	Komfortelméleti áttekintés .....	45
3.	Adott lakóépület bemutatása .....	48
3.1	Épület bemutatása, előzmények .....	48
3.2	Épület energetikai jellemzőinek meghatározása.....	51
3.2.1	követelményérték meghatározása .....	51
3.2.2	Szerkezeti típusok és hőátbocsátási tényezők .....	52
3.2.2.1	Nyílászárók méretei, becsült hőátbocsátási tényezők .....	53
3.2.2.2	Rétegtervi hőátbocsátási tényezők.....	54
3.2.3	Fajlagos hőveszteségtényező meghatározása.....	61
3.2.4	Számított adatok összefoglalása.....	63
3.2.5	Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése .....	64
3.2.6	Fűtési primer energiaigény kiszámítása .....	65
3.2.7	Melegvízellátás primer energiaigényének kiszámítása .....	68
3.2.8	Összesített energetikai jellemző meghatározása, épület osztályba sorolása .....	69
3.2.9	Összesített energetikai jellemző meghatározása WinWatt szoftverrel .....	69

3.3	Javaslat kidolgozása hőveszteségek csökkentésére .....	70
3.4	Javaslat falszerkezet hőszigetelésére .....	71
3.4.1	Szükséges homlokzati hőszigetelés kiszámítása .....	71
3.4.2	Javaslat padlásfödém hőszigetelésére .....	73
3.4.3	Javaslat pincefödém hőszigetelésére .....	76
3.4.4	Fajlagos hőveszteségtényező értéke szigetelés után: .....	78
3.4.5	Nyílászárók felülvizsgálata. ....	79
3.5	Gépészeti rendszerek felülvizsgálata, javaslattétel fejlesztésre.....	79
3.6	Megtakarítási lehetőségek a fűtési rendszerben. ....	80
3.6.1	Termosztatikus szelepek alkalmazása .....	80
3.6.2	Kazán áthelyezése fűtött térbe.....	80
3.6.3	Fatüzelésű kályha megszüntetése és levegő-víz hőszivattyú alkalmazása a kazánal párhuzamosan .....	81
3.7	Használati melegvíz ellátás energiaigényének csökkentése .....	82
3.7.1	Meglévő kondenzációs kazán fűtött térbe helyezésének vizsgálata.....	83
3.7.2	Pincében elhelyezett hőszivattyús melegvítároló alkalmazásának vizsgálata.....	83
3.7.3	Hőszivattyús rendszer és napkollektorok együttes használatának vizsgálata .....	83
3.8	Különböző megoldási javaslatok összehasonlítása. ....	84
3.8.1	Hőszigetelési rendszerek felvétele. ....	85
3.8.2	Alternatív fűtési rendszerek felvétele.....	89
3.8.3	Alternatív használati melegvízkészítő rendszerek felvétele.....	90
3.8.4	Nyereségáramforrás felvétele.....	91
3.8.5	Eredmények elemzése, összehasonlítás .....	91
3.8.5.1	Az 1. változat ismertetése .....	91
3.8.5.2	A 2. változat ismertetése .....	92
3.8.5.3	A 3. változat ismertetése .....	93
3.8.5.4	A 4. változat ismertetése .....	95
3.8.5.5	Kiértékelés .....	96

3.9	Épület energetikai jellemzőinek meghatározása a választott fejlesztési megoldások figyelembevételével.....	98
3.9.1	U értékek és fajlagos hővesztésgényező.....	98
3.9.2	Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése .....	99
3.9.3	Fűtési primer energiaigény kiszámítása .....	100
3.9.4	Melegvízellátás primer energiaigényének kiszámítása .....	102
3.9.5	Összesített energetikai jellemző meghatározása, épület osztályba sorolása .....	103
3.10	Komfort szempontok összegzése.....	104
4.	Összefoglalás .....	105
5.	English summary .....	107
6.	Hivatkozások.....	110
6.1	Ábrajegyzék.....	113
6.2	Táblázatok jegyzéke .....	114
7.	Nyilatkozat .....	116
8.	Mellékletek .....	117
8.1	Energetikai számítás WinWatt-tal eredeti állapot .....	117
8.2	Energetikai számítás WinWatt-tal új állapot .....	140
8.3	Eredeti hőfokelési diagramok (WinWatt) .....	163
8.4	Új hőfokelési diagramok (WinWatt).....	164
8.5	Optimalizálási eredmények WinWatt-ból .....	165

# 1. Bevezetés

Az energiahatékonyság és fenntarthatóság napjainkban az építőipar legfontosabb prioritásai. A lakóingatlanok jelentős része már meglévő, korábban épült ingatlan, ezért fontos, hogy ne csak az új épületek energiafogyasztásával foglalkozzunk, hanem a már meglévő, korábban épült épületekével is. Az energiafelhasználás csökkentése azért elengedhetetlen, mert növekednek a környezeti kihívások és az energiaköltségek folyamatosan növekednek. Az épületek energiafogyasztása nem csak a pénztárcánkat, de a környezetet is terheli, az épületek egy jelentős hányada lakóépület, amik energiafelhasználása egy jelentős tétel. Ebben a dolgozatban egy tipikus magyarországi ingatlan energetikai jellemzőit fogom meghatározni, illetve javaslatot teszek energiahatékonysági fejlesztésre, ezáltal lehetőséget adva az energiaköltségek és a károsanyag kibocsátás csökkentésére.

A dolgozatban bemutatom a hazai lakóingatlan állomány megoszlását különböző szempontok szerint úgy, mint falazat minősége, komfortfokozat, építés ideje. Ezeket az adatokat felhasználva választottam ki a vizsgált ingatlanunkat, a kiválasztás során törekedtem rá, hogy minél nagyobb mértékben lefedjem a magyarországi viszonyoknak megfelelő szintet.

A kiválasztott lakóépület példáján keresztül bemutatom az energetikai jellemzők meghatározásának folyamatát, a számítások menetét és betekintést adok a jogszabályi háttérbe is. A számítások kiterjednek az épület hőleadó felületeinek felmérésére és hőveszteség meghatározására a vonatkozó rendelet figyelembevételével. Az épület energiaigényének kiszámítása után a meglévő gépészeti rendszereket elemzem, majd az így kapott energiaigény alapján energetikai osztályba sorolom az épületet. Ez az osztályozási módszer használható arra, hogy összehasonlítható módon képet kapjunk az adott ingatlan energiahatékonyságáról. A dolgozat célja nem csak az épület energetikai osztályba sorolása, hanem egy olyan javaslat kidolgozása amellyel optimális költségfelhasználással a lehető legnagyobb energiahatékonysági megtakarítást érhetjük el szem előtt tartva a megtérülési időt, az ellátásbiztonságot és a környezetvédelmet. A kutatás során kitérek az épület hőszigetelési lehetőségeire, modern fűtési és hűtési rendszereire, valamint az energiatakarékos technológiák bevezetésére.

A kutatás eredményei segítséget nyújthatnak abban, hogy megértsük, hogyan lehet javítani a lakóépületek energiahatékonyságát, és hogyan lehet hozzájárulni a fenntartható építészet és a környezetvédelem céljaihoz.



## **2. Irodalom elemzés**

### **2.1 Magyarország energiafelhasználásának rövid bemutatása**

#### **2.1.1 Az energiafelhasználás változása, a felhasználás céljai**

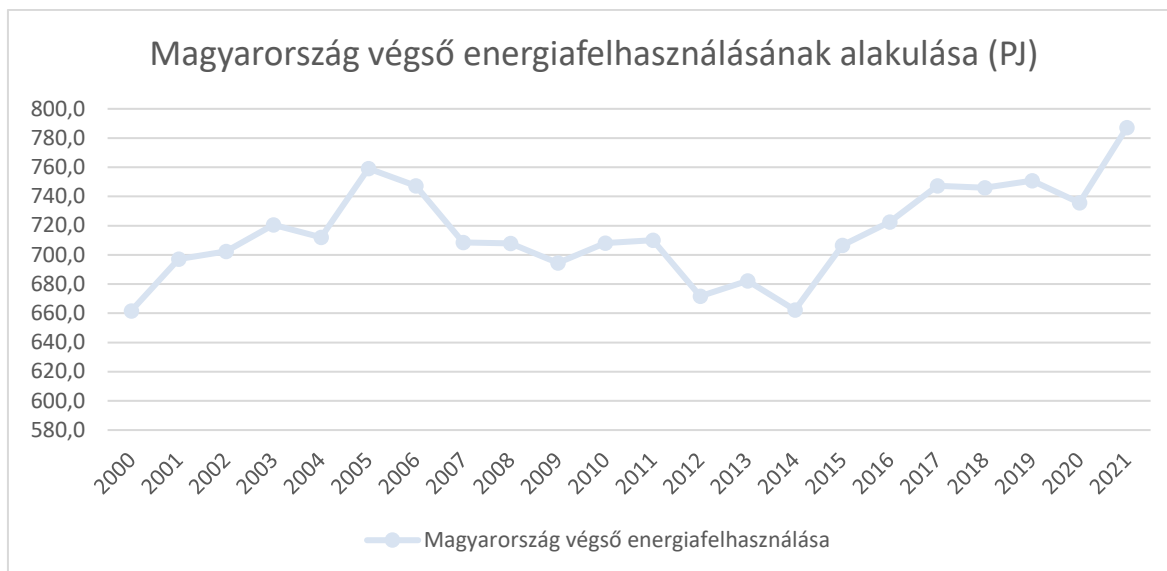
Nincs olyan emberi tevékenység amelyhez ne lenne szükség energiára. Az iparosodás kezdete óta folyamatosan nő az emberiség energiaigénye, amit az is jól mutat, hogy 2000-ben a föld teljes energiafelhasználása primerenergiában kifejezve 400 EJ volt (Vajda 2001) Ez a növekedés nem áll meg, mivel a technikai fejlődés lehetővé teszi újabb és újabb szolgáltatások, eszközök igénybevételét. Az energiafelhasználás legnagyobb hányada (60-70%) hőfejlesztésre fordítódik, ennek a hőenergiának a fele térfűtésre fordítódik, másik fele technológiai célokat szolgál. 2000-ben a teljes hőhasznosításnak a fele térfűtésre fordítódott, aminek a jelentős hányadát, 63%-ot a lakások fűtése tett ki (Vajda 2001).

Magyarország primerenergia felhasználása 2000-ben 1056,5 PJ, 2021-ben 1154,8 PJ, 2022-ben 1091,2 PJ volt, ami enyhe növekedést mutat, miközben jelentős behozatalra szorulunk. Az energiafüggőség, vagyis a nettó import és a teljes felhasználás hányadosa nagyobb mint 50%. Ez a mutató jól mutatja, hogy jelentős behozatalra szorulunk (1. táblázat Magyarország primer energiamérleg 2000-2022 között (2)1. táblázat).

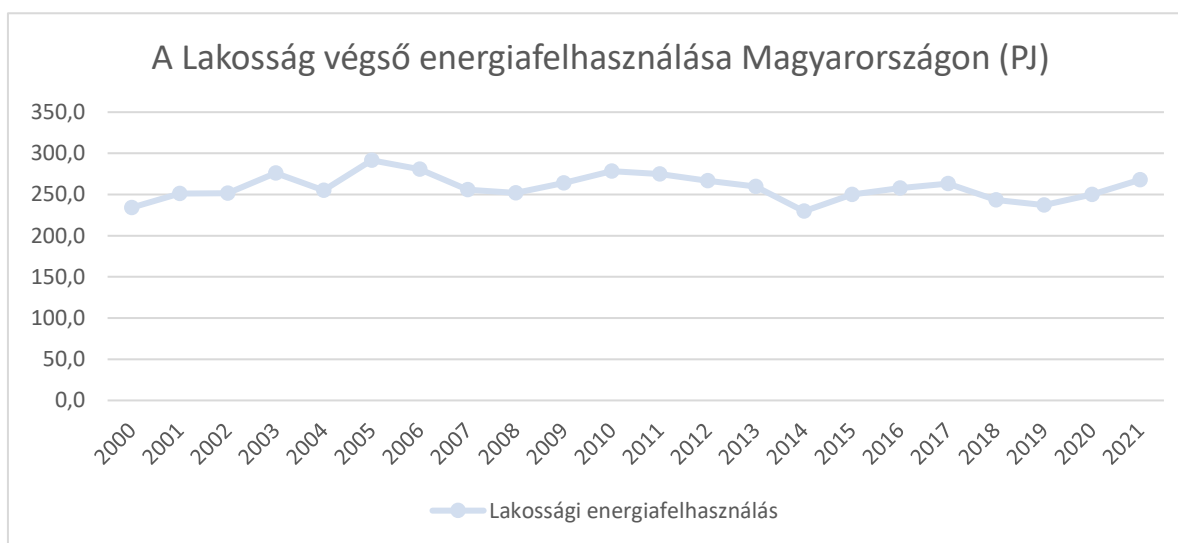
1. táblázat Magyarországi primer energiamérleg 2000-2022 között (2) (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023)

Év	Termelés, petajoule	Behozatal, petajoule	Kivitel, petajoule	Készletváltozás, petajoule	Primer energia felhasználás összesen, petajoule	Energiafüggőség, %
2000	486,4	685,2	104,6	-10,5	1 056,5	55,0
2001	473,2	703,2	126,4	30,6	1 080,7	53,4
2002	468,9	753,3	138,9	-2,7	1 080,6	56,9
2003	435,9	816,2	131,8	-17,4	1 102,8	62,1
2004	428,6	804,0	131,8	0,5	1 101,2	61,0
2005	455,1	910,4	172,0	-7,9	1 185,6	62,3
2006	452,5	911,6	185,8	-3,0	1 175,3	61,8
2007	449,3	885,3	192,3	8,5	1 150,8	60,2
2008	456,2	897,3	186,0	-31,0	1 136,5	62,6
2009	490,3	750,0	127,9	-33,1	1 079,4	57,6
2010	496,9	789,2	156,4	-9,9	1 119,8	56,5
2011	493,2	732,5	185,1	55,2	1 095,7	50,0
2012	492,1	720,8	201,8	30,2	1 041,3	49,8
2013	480,4	721,4	220,3	25,8	1 007,3	49,7
2014	464,1	806,1	210,2	-55,0	1 005,1	59,3
2015	472,9	757,2	189,4	21,5	1 062,2	53,5
2016	480,2	771,0	175,1	-0,3	1 075,8	55,4
2017	474,7	887,9	188,6	-49,9	1 124,1	62,2
2018	462,4	854,6	204,9	12,5	1 124,6	57,8
2019	460,9	975,9	196,8	-112,4	1 127,5	69,1
2020	451,7	797,9	178,2	31,4	1 102,7	56,2
2021	454,3	796,2	175,9	80,2	1 154,8	53,7
2022	449,4	855,9	155,7	-58,5	1 091,2	64,2

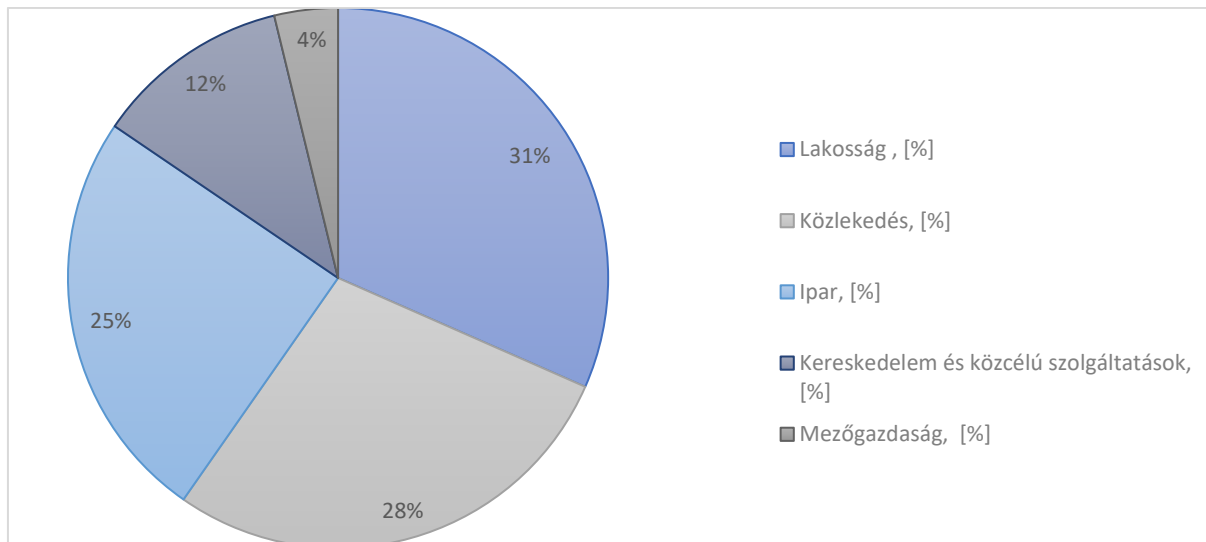
A primer energiaforrásokat felhasználhatóvá kell tenni, ennek a rendszernek veszteségei vannak, a ténylegesen felhasznált végső energia a primer energia és a veszteségek különbsége. A magyarországi végső energiafelhasználás az ezredfordulón 661,7 PJ volt, 2021-ben már 787,2 PJ volt (1. ábra, ami egyértelmű növekedést mutat. (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023) A lakosság energiafelhasználása 268PJ, 114%-a a 2000-es felhasználásnak (2. ábra2. ábra Magyarországi lakossági végső energiafelhasználás 2000-2021 között ) (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023). 2019-ben a teljes végső energiafelhasználás 32%-át tette ki a lakossági energiafelhasználás. Ezt követte a közlekedés 28%-kal, az ipar a harmadik helyen állt 25%-kal. (3. ábra) (S. Központi, Energiaintenzitás 2023)



1. ábra Magyarországi végső energiafelhasználás 2000-2021 között (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023)

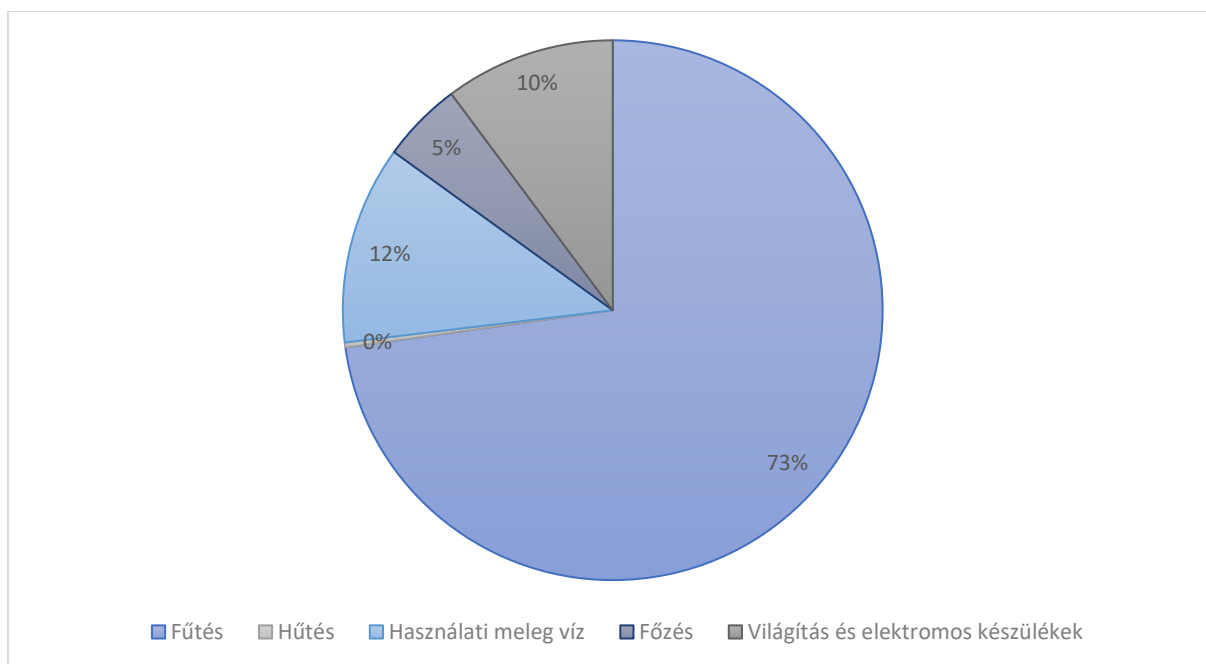


2. ábra Magyarországi lakossági végső energiafelhasználás 2000-2021 között (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023)



3. ábra Közvetlen energiafelhasználás szektorok szerint (%) (2)

A háztartások energiafelhasználása szinte csak hőenergiára fordítódik. Az elhasznált energia 73%-a fűtésre, 12%-a használati melegvízkészítésre fordítódik (2021-es adat), (4. ábra). (S. H. Központi, A háztartások végső energiafelhasználása felhasználási célok szerint 2023)



4. ábra A háztartások végső energiafelhasználása felhasználási célok szerint (%) (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023)

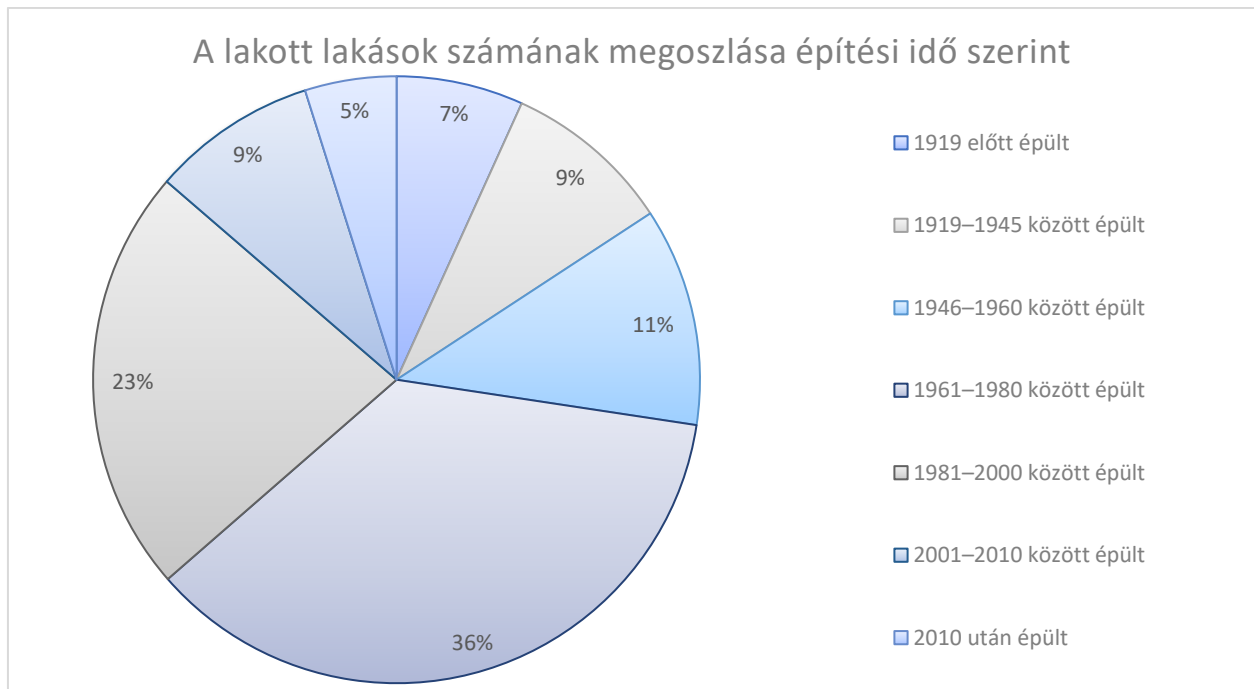
## 2.1.2 A megújuló energiaforrások részaránya

Ahogy Magyarországon, úgy Európában is folyamatosan növekszik az energiaigény, ezek mellett az ellátásbiztonság és az energiaárak is ingadoznak. Az uniós energiapolitika három fő szempontja: az ellátásbiztonság, a versenyképesség és a fenntarthatóság. Hosszútávú cél a fosszilis energiahordozóktól való függés és az ezzel járó üvegházhatású gázok kibocsájtásának csökkentése. A 2009/28/EK uniós irányelv szerint 2020-ig a megújuló energiaforrások felhasználásának arányát 20%-ra kellett növelni a közösségi energiafogyasztásban. Ez az irányelv tagországokként is előírt célt, ez Magyarország esetében 13%, az önként vállalt 14,65%. (S. Központi, Megújuló energiaforrások 2023) A fent említett irányelv revíziója a 2018/2001-es irányelv, ami 2030-ra 32%-os megújuló részarányt ír elő (EUROPEAN, Directive (EU) 2018/2001 2018), 2023-ban pedig született egy megegyezés, ami szerint ez a cél 45%-ra változik (EUROPEAN, Renewable Energy Directive 2018). A magyarországi megújuló részarány a bruttó végső energiafelhasználásban 14,1% (2021-es adat) (S. Központi, Megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztáson belül [%] 2022).

## 2.2 A magyarországi lakásállomány rövid bemutatása

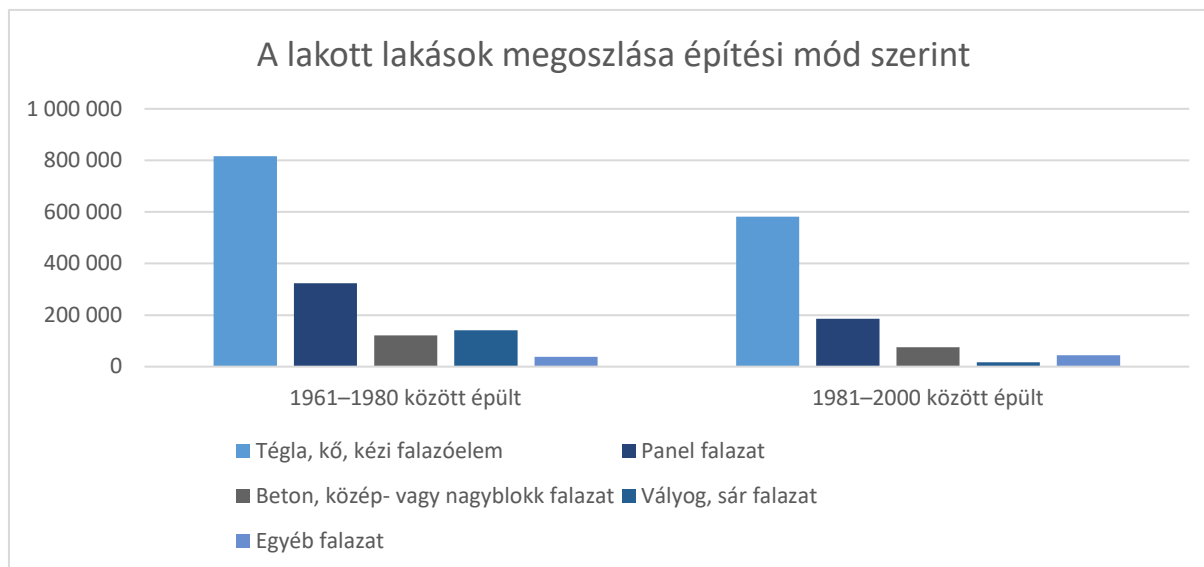
Magyarországon lakossága a KSH adatai szerint 2022-ban 9,604 millió fő volt, ugyanebben az évben a lakásállomány 4,581 millió darab. Míg a lakosság 3,4%-ot csökkent a 2011-es állapothoz képest, a lakásállomány 4,3%-ot nöött (S. H. Központi, Népszámlálás 2022). Érdekes tény, hogy Magyarországon minden második lakosra jut egy lakás (S. Központi, Népszámlálási adatbázis 2022).

2022-ben 3 981 515 darab lakás volt lakott Magyarországon, ezek 36%-a 40-60 éves, 23%-a 20-40 éves épület – ez összesen több mint 1,9 millió lakás (5. ábra) (S. H. Központi, Népszámlálás 2022).



5. ábra A lakott lakások számának megoszlása építési idő szerint (%) (S. H. Központi, Népszámlálás 2022)

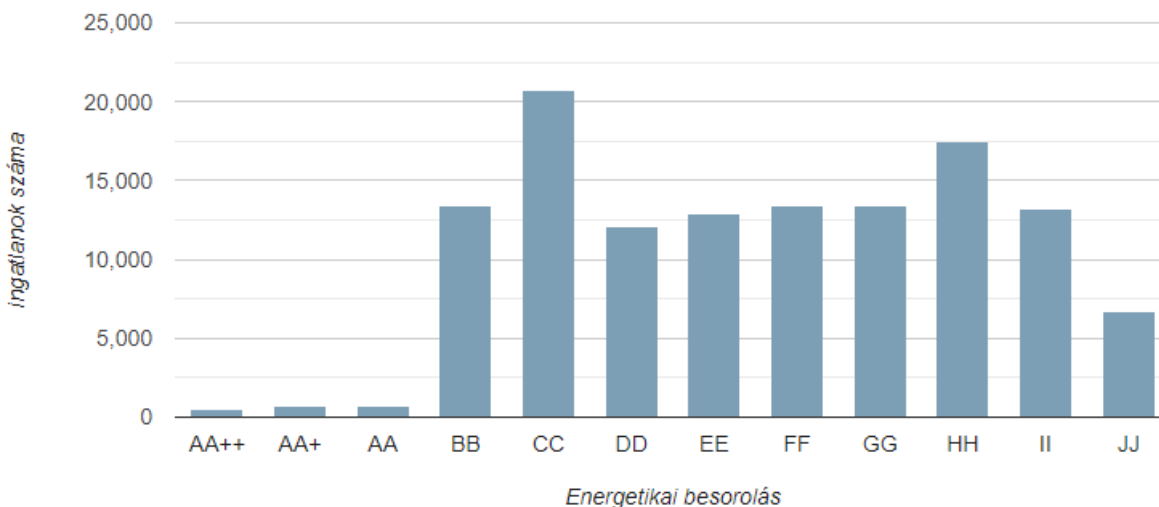
Az 1961 és 1980 közötti 20 év egyértelműen az az időszak amikor a legtöbb lakás épült Magyarországon, a 80-as évektől folyamatos csökkenés tapasztalható ami részben annak is köszönhető, hogy a 80-as évek végén gyakorlatilag megszűnt az előregyártott panelből történő építés. Szintén megfigyelhető, hogy 1981 és 2000 között jelentősen visszaesett a vályog falazatú építési mód is (6. ábra),(S. H. Központi, Népszámlálás 2022).



6. ábra A lakott lakások megoszlása építési mód szerint 1961-200 (db)

2010 után napjainkig összesen 467 ezer lakás épült (S. H. Központi, Népszámlálás 2022), ami egyértelmű lassulást jelent. Ezzel az ütemmel 100 év is eltelik, mire a teljes lakásállomány lecserélődik, így fontos, hogy új épületek tervezésénél a lehető leghatékonyabb energiafelhasználás valósuljon meg, de figyelmet kell fordítani a meglévő épületek energiahatékonyására is (Baumann 2009).

A 2022-ben tanúsított 125293db ingatlannak a fele FF, vagy rosszabb minősítésű, vagyis az átlagostól rosszabb besorolást kapott (Lechner Nonprofit Kft. 2023) (7. ábra).



7. ábra Épületek energetikai besorolásának alakulása 2022-ben (Lechner Nonprofit Kft. 2023)

## 2.3 Lakóépületek energetikai tanúsítása

2003-ban jelent meg a 2002/92/EK európai direktíva, amelynek alapvető célja az épületek energiahatékonyságának növelése. Az irányelv követelményeket állít fel az épületek energiateljesítményének számításával, az épületek energiateljesítményére vonatkozó minimumkövetelményekkel kapcsolatban, az épület energiatanúsításával és a gépészeti rendszerek ellenőrzésével kapcsolatban (EUROPEAN, Az Európai Parlament és a Tanács 2002/91/EK irányelve az épületek energiateljesítményéről 2002). A Magyarországon jelenleg érvényben lévő szabályozás a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról és a 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról. Ezek a rendeletek a fent említett európai irányelvnek megfelelően lettek kiadva.

A direktíva (és a rendelet) többek között meghatározza, hogy új épületek használatbavételekor és meglévő épületek tulajdonjog átruházásakor energetikai tanúsítványt kell készíteni. Az épületek energiaigényét primer energiában kell megadni, a számításoknál figyelembe kell venni a rendeltetészerű használathoz szükséges összes rendszert (fűtés, szellőztetés, világítás).

### 2.3.1 A szabályozás szintjei

#### 2.3.1.1 Összesített energetikai jellemző



Definíciója: „összesített energetikai jellemző: az épület energiafelhasználásának hatékonyságát jellemző számszerű mutató, amelynek kiszámítása során figyelembe veszik az épület telepítését, a homlokzatok benapozottságát, a szomszédos épületek hatását, valamint más klimatikus tényezőket, az épület hőszigetelő képességét, épületszerkezeti és más műszaki tulajdonságait, az épülettechnikai berendezések és rendszerek jellemzőit, a felhasznált energia fajtáját, az előírt beltéri légállapot követelményeiből származó energiaigényt, továbbá a sajátenergia-előállítást;” (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

A tanúsítás során az épület összesített energetikai jellemzőjét kell kiszámítani, ami az épülethez tartozó, a rendeltetészerű használatot biztosító gépészeti rendszerek egységnyi térfogatra vetített éves energiafogyasztása primer energiában kifejezve. Jele:  $E_p$ , Mértékegysége: kWh/(m<sup>3</sup>\*a). „Primerenergia: az a megújuló és nem megújuló energiaforrásból származó energia, amely nem esett át átalakításon vagy feldolgozási eljáráson” (13) Az energiafogyasztás jelentősen függ a fogyasztói magatartástól. ennek ellenére a TNM rendelet standard fogyasztói magatartást feltételez, illetve a számításoknál standard fogyasztói magatartásból adódó adatokkal számolunk (Baumann 2009).

A szabályozás az összesített energetikai jellemzőre ad meg követelményt, ennek betartása kötelező. Az energetikai jellemző követelményértéke korábban az épület rendeltetésétől és geometriai méretétől függött, jelenleg csak a rendeltetésétől. Előfordulhat, hogy speciális, egyedi rendeltetésű épületekre nincs ilyen követelményérték, ilyenkor egy – a vizsgálthoz hasonló – referenciaépülethez kell hasonlítanunk, amelynek a jellemzőit a rendelet írja elő (Baumann 2009).

### **2.3.1.2 Fajlagos hőveszteség tényező**

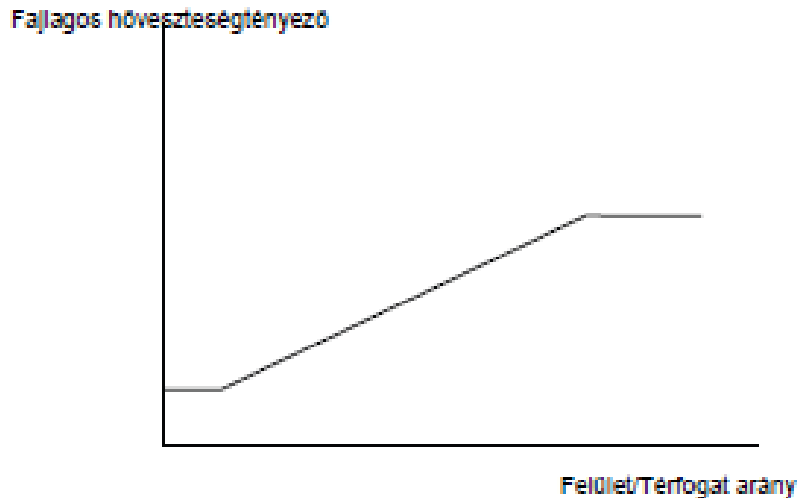
Definíciója: „A fajlagos hőveszteségtényező a transzmissziós hőáramok és a fűtési idény átlagos feltételei mellett kialakuló (passzív) sugárzási hőnyereség hasznosított hányadának algebrai összege egységnyi belső - külső hőmérsékletkülönbségre és egységnyi fűtött térfogatra vetítve.” (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

A szabályozás következő szintje a fajlagos hőveszteség tényező. Erre azért van szükség, hogy az épület önmagában is garantáljon egy elfogadható energetikai minőséget. Ebben a tényezőben olyan jellemzők szerepelnek, amelyek az épülettől függenek. (12) Jele:  $q$ , Mértékegysége: 1 W/(m<sup>3</sup>\*K) (12). A fajlagos hőveszteségtényező az épület geometriai tulajdonságaitól

(felület/térfogat aránya) függ, a rendeltetéstől nem. A hőveszteség tényező az alábbiak összegéből áll:

- A határoló felületek és hőátbocsátási tényezők szorzatösszege
- A határoló élek és csomópontok mentén kialakuló hőhidak miatti veszteség
- Az üvegezett szerkezetek direkt sugárzási nyeresége (napsugárzás)
- Passzív sugárzási nyereség (Baumann 2009).

A fajlagos hőveszteségtényező követelményértékének való megfelelés még nem jelenti azt, hogy az összesített energetikai jellemző követelményértékének is megfelel az épületünk, utóbbi ugyanis az épületgépészeti rendszerek, illetve az energiahordozók megválasztásától is függ. A gépészeti rendszerek előnytelen megválasztása vagy előnytelen energiahordozó választása esetén előfordulhat, hogy a fajlagos hőveszteségtényező megengedett értékénél jobb épületet kell terveznünk ahhoz, hogy az összesített energetikai jellemző előírt értékét is teljesíteni tudjuk. A fajlagos hőveszteségtényező és a felület/térfogat arány kapcsolatát a 8. ábra szemlélteti (Baumann 2009).



8. ábra A fajlagos hőveszteségtényező a felület térfogat arány függvényében (Baumann 2009).

### 2.3.1.3 Hőátbocsátási tényezők

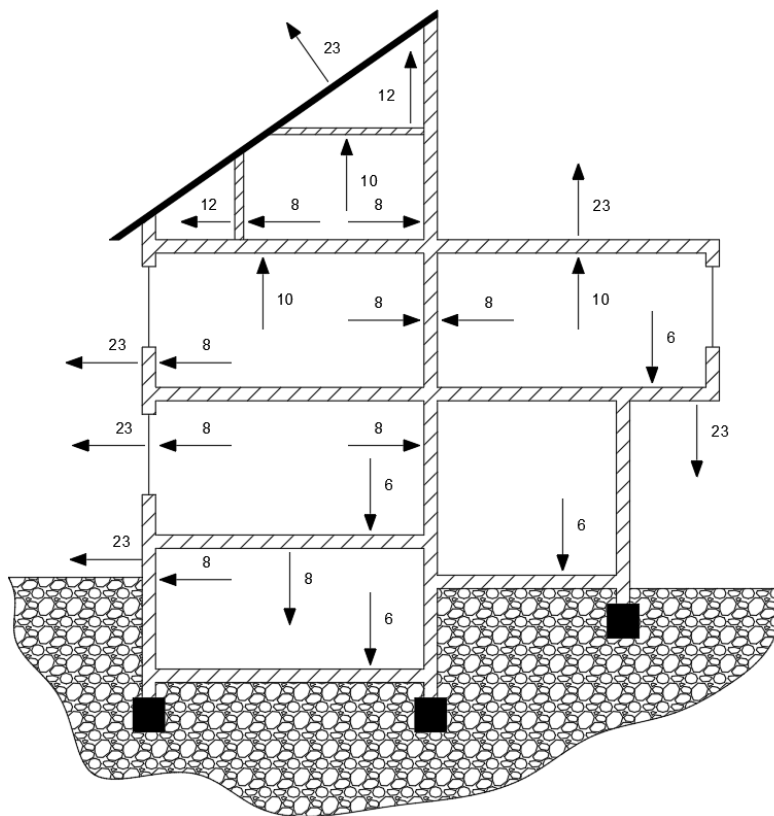
A szabályozás harmadik szintje a hőátbocsátási tényező. Jele: U, Mértékegysége: W/mK . A fajlagos hőveszteségtényező értéke az épület különböző, egyedi hőátbocsátási tényezőjű felületétől függ. Elméletben előfordulhat, hogy egy épület egyik felülete rosszabb, másik felülete jobb hőátbocsátási tényezőjű, ezért a szabályozás határértékeket ír elő az egyes szerkezetekre is. Ez az előírt hőátbocsátási tényező egy átlagos rétegtervi hőátbocsátási tényező amely tartalmazza a szerkezeten belüli eltérő hővezetési képességű anyagok hatását is. Nyílászárók esetén az üvegezés és a keret szerkezetének felületre vetített átlagával kell számolni. Jele: U, Mértékegysége: (W/mK) (Baumann 2009).

A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) meghatározható a szerkezet általános helyen vett metszetére az MSZ EN ISO 6946 szerint, vagy a termék egészére, ha rendelkezésre állnak a minőséget igazoló dokumentumok. Mértékegysége : W/(m<sup>2</sup>·K) . Értéke az alábbi összefüggéssel határozható meg (Zöld, és mtsai. 2019):

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad [1]$$

Ahol az:

- $\alpha_i$ : belső hőátadási tényező (W/m<sup>2</sup>K) (9. ábra)
- $\alpha_e$ : külső hőátadási tényező (W/m<sup>2</sup>K) (2. ábra)
- d: szerkezet rétegvastagsága (mm)
- $\lambda$ : szerkezeti rétek hővezetési tényezője (W/mK)



9. ábra Hőátadási tényezők értékei különböző határoló szerkezetek esetén (Zöld, és mtsai. 2019)

Bizonyos esetekben a számított hőátbocsátási tényezőt módosítanunk kell. A rendelet lehetőséget ad részletes és egyszerűsített módszerrel való számításra több esetben is. Az egyik ilyen eset, ha az épület határoló felülete nem a külső térrel határos, hanem egy fűtött vagy fűtetlen zárt térrel. Ebben az esetben részletes módszer alkalmazása esetén szabvány alapján, egyszerűsített módszer esetén arányszámokkal (pincefödém 0,5, padlásfödém 0,9) (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

Abban az esetben, ha a veszteséget nem egydimenziós hőáramot feltételezve kell számolni, részletes módszer alkalmazása esetén szabvány alapján, egyszerűsített módszer alkalmazása esetén a rendelet 3. mellékletében található táblázatból kivett vonalmenti hőátbocsátási tényező használandó (176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról 2008).

A felületi, szerkezeti csatlakozásoknál keletkező hőhídveszteségeket figyelembe vehetjük szabvány szerint, illetve egyszerűsített számítási módszer esetén az  $U_R = U^*(1+\chi)$  összefüggés

szerint, ahol a  $\chi$  a rendelet mellékletében található táblázatból olvasható ki a szerkezet típusa és a határolás tagoltsága függvényében. Használatához meg kell határoznunk a hőhidak hosszát, a falak felületét és a kettő viszonya alapján a hőhidasság mértékét is (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

#### **2.3.1.4 Épületek tanúsításánál alkalmazott számítás lépései**

A számítás lépéseit és módszerét A 7/2006 TNM Rendelet szabályozza. A számítási módszer lehet egyszerűsített és részletes is. A lépések a következők (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006):

1. Épület rendeltetésének meghatározása
2. Geometriai adatok meghatározása: Meghatározandó az épület valamennyi fűtött teret határoló szerkezetének a felülete (A), A fűtött épülettérfogat (V) és a vonalmenti hőveszteség alapján számítandó szerkezetek kerülete.
3. A felület térfogat arány függvényében a fajlagos hőveszteségtényező tervezett értékének megállapítása.
4. Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése
5. A fűtési rendszer energiaigényének meghatározása,
6. A melegvízellátás energiaigényének meghatározása,
7. A légtechnikai rendszer energiaigényének meghatározása,
8. A hűtés energiaigényének meghatározása,
9. A világítás éves energiaigényének meghatározása,
10. Az épület saját rendszereiből származó nyereségáramok meghatározása
11. Az összesített energetikai jellemző számítása

Az épület rendeltetését a rendelet szerinti kategóriák szerint kell történjen – a későbbiekben az adott rendeltetéshez tartozó követelményeket kell használni (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

A geometriai adatok meghatározásánál a fűtött teret határoló szerkezetek belső méretét kell figyelembe venni a felület és a térfogat meghatározásánál is. A rendeltetés és a felület térfogat

arány ismeretében meghatározható a fajlagos hőveszteségtényező tervezett értéke. Ez az érték az, amelynek meg kell majd felelnie az épületünknek. A következő lépés a rétegtervi hőátbocsátási tényezők kiszámítása. Ennél a lépésnél lehetőség van egyszerűsített és részletes módszer szerint számolni. Egyszerűsített módszer esetén a szerkezet hőhidasságát egy táblázatból kivett szorzóval vesszük figyelembe, míg a részletes módszer esetén meg kell határozni a csatlakozó élek vonalmenti hőátbocsátási tényezőjét és a pontszerű hőhidak veszteségét is – MSZ EN ISO 10211 szabvány szerint (Baumann 2009). Az egyszerűsített és részletes módszer közötti különbség az egyszerűsített módszer esetén „gyengébb” eredményt fog adni a biztonság javára.

A fajlagos hőveszteségtényező a következő összefüggéssel számítható ki (Baumann 2009):

$$q = \frac{1}{V} (\sum AU + \sum \Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72}) \quad [2]$$

Az összefüggésben a  $\sum AU$  szorzat a fűtött teret határoló felületek és a hozzájuk tartozó számított hőátbocsátási tényezők szorzatainak összege. A  $\sum \Psi$  a hőhidak hosszának és a vonalmenti hőátbocsátási tényezők szorzatainak összege – vagyis a talajjal érintkező padlók, pincefalak vonalmenti veszteségei  $Q_{sd}$  a nyílászárók fűtési idényre vonatkoztatott direkt sugárzási hőnyeresége,  $Q_{sid}$  az indirekt sugárzási hőnyereség (Baumann 2009).

A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzéséhez az ablakfelületek üvegezett részének felületét kell meghatározni számítással, az üvegfelületek sugárzásátbocsátó tényezőjét és a napsugárzás intenzitását (égtájak szerint) táblázatból kiolvasni. Az így kiszámolt sugárzási hőnyereségtől függ a nyári hőmérsékletkülönbség számított értéke

A következő lépés a különböző épületgépészeti rendszerek energiaigényének meghatározása. Az első a fűtési rendszer energiaigénye, amelyhez először meg kell határozni az épület éves nettó fűtési energiaigényét (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006):

$$Q_F = 72V(q + 0,35n)\sigma - 4,4A_N q_b \quad [kWh/a] \quad [3]$$

Ebben az összefüggésben a  $V$  a fűtött térfogat, a  $q$  a fajlagos hőveszteségtényező, az  $A_N$  a névleges alapterület számítandó. Az  $n$  (légcserezszám,  $q_b$  - belső hőterhelés fajlagos értéke és a  $\sigma$  a szakaszos üzemvitel hatásást kifejező korrekciós tényező a rendelet mellékleteiben található táblázatokból olvasható ki. Részletes számítási módszer esetén a képletbe bekerül a fűtési hőfokhíd és a fűtési idény hossza, amit számítással, illetve táblázatos adatok felhasználásával határozhatunk meg (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

Az épület fűtési igénye fedezhető csak fűtési rendszerrel, de a légtechnikai rendszerbe épített hővisszanyerővel és a légtechnikai rendszerbe épített léghevítővel is. Ha vannak ilyen rendszerek akkor a képlet módosul (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

Az így meghatározott fűtési energiaigényből ki kell számítanunk a fajlagos éves fűtési energiaigényt az alábbi összefüggés szerint:

$$q_f = \frac{Q_F}{A} \quad [kWh/m^2/a] \quad [4]$$

A következő lépés a fűtési rendszer primer energiaigényének meghatározása. Ezt a rendelet szerint az alábbi összefüggés alapján kell számítani:

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v \quad [kWh/m^2/a] \quad [5]$$

A  $q_f$  a korábban meghatározott fajlagos fűtési energiaigény, az összefüggés többi eleme táblázatból meghatározandó.

Az egyes tényezők rövid ismertetése:

- $q_{f,h}$  a teljesítmény és hőigény pontatlansága miatti veszteség – azt kell figyelembe venni, hogy milyen szinten szabályozott a fűtésünk, van-e központi hőmérsékletszabályozó, vagy termosztatikus szelep beépítve. Értelemszerűen az érték annál kisebb lesz, minél jobban szabályozott a rendszer.
- $q_{f,v}$  a hőelosztás vesztesége – ez a tényező leginkább attól függ, hogy mekkora az alapterületünk és mekkora hőlépcsővel működik a fűtési rendszer. Kis alapterület

esetén jelentős a különbség a fűtött téren belül- és kívül elhelyezett elosztóvezetékhez tartozó értékek között.

- $q_{f,t}$  a hőtárolás fajlagos veszteségét fejezi ki, amennyiben van hőtároló a rendszerünkben. Ebben az esetben is számít, hogy mekkora alapterületünk van, mekkora a hőfoklépcső és fűtött- vagy fűtetlen térben helyeztük el a hőtárolónkat (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).
- A  $C_k$  – teljesítménytényező, a berendezéstől és a fűtött alapterülettől függ, értéke 0,19 – 2 között lehet a berendezés függvényében.  $e_f$  – primerenergia átalakítási tényező – ez a tényező a felhasznált energiahordozótól függ. A jelenlegi szabályozás a földgáz esetén ír elő 1-et, elektromos áram esetén 2,5-öt.  $\alpha_k$  – hőtermelő által lefedett energiaarány. Értéke 1 vagy annak törtrésze, attól függően, hogy hány hőtermelőnk van és milyen arányban hasznosítjuk azokat (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

Az összefüggés második tagjában a segédenergia igények összegét kell behelyettesítenünk,

- $E_{FSZ}$  - fajlagos villamos segédenergia igény,
- $E_{FT}$  - hőtárolás fajlagos segédenergiaigénye és
- $q_{k,v}$  – kazán segédenergia igénye (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

A használati melegvíz készítés energiaigénye a második legnagyobb tényező a lakások energiafelhasználásában (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023). Ebben az esetben is standard felhasználói szokásokat vesz alapul a rendelet, a melegvízkészítés hőigénye az alapterület függvényében táblázat alapján számítandó (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).

A számításban az első tag a melegvízkészítés nettó hőigénye, valamint az elosztás és a tárolás veszteségei szerepelnek. Ezek az értékek szintén táblázatokból határozandók meg, aszerint, hogy milyen elosztóvezeték/tárolók vannak, ezek fűtött vagy fűtetlen térben vannak-e, van-e cirkuláció. Az így kapott összeget szoroznunk kell a hőtermelő teljesítménytényezőjével és a tüzelőanyag primer energiataralmával. Az is előfordulhat, hogy több forrásból fedezzük az



energiaigényt, ezt az  $\alpha_k$  – hőtermelő által lefedett energiaarány tényezővel tudjuk figyelembe venni. HMV készítésnél is lehet szükség segédenergiára, ezek az energiaigények szerepelnek a képlet utolsó tagjában, szorozva a felhasznált energia átalakítási tényezőjével. A számításhoz használt képletet a 7. ábra mutatja (Baumann 2009).

$$E_{HMV} = q_{HMV} \left(1 + \frac{q_{HMV,v}}{100} + \frac{q_{HMV,t}}{100}\right) \cdot \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_K) e_v \quad [kWh/m^2/a] \quad [5]$$

- $q_{HMV}$  – használati melegvíz nettó hőenergia igénye (kWh/m<sup>2</sup>a)
- $q_{HMV,v}$  – A melegvízelosztás fajlagos vesztesége (%)
- $q_{HMV,t}$  – Tárolás fajlagos vesztesége (%)
- $c_k$  – teljesítménytényező, táblázatból
- $\alpha_k$  – a hőtermelő által lefedett részarány
- $e_{HMV}$  – primer energia átalakítási tényező
- $E_C$  – cirkuláció fajlagos villamos segédenergiaigény értéke (kWh/m<sup>2</sup>a)
- $E_K$  – fajlagos segédenergia igény (kWh/m<sup>2</sup>a)
- $e_v$  – elektromos áram primer energia átalakítási tényezője

Olyan esetben, ha az épület szellőztetését légtechnikai rendszer vagy rendszerek biztosítják, illetve van hűtési rendszer is az épületben, ezt az energiaigényt is ki kell számítani a rendeletben előírt módszerrel. Lakóépületeknél nem számolunk világítási energiaigényt.

Külön tételként felvehető az épület saját rendszereiből származó nyereségáram. Ez lakóépületeknél jellemzően napelemes háztartási méretű kiserőműből származó villamos energia. Itt a termelt és fel nem használt villamos energiát kell megadni és ez az energiamennyiség levonható az összesített energetikai jellemzőből, így kedvezőbb energetikai besorolást elérve. Az összesített energetikai jellemző az előzőekben felsorolt energiaigények összege egy évre és egységnyi alapterületre vetítve. Ezt az összeget kell hasonlítanunk a követelményértékhez (Baumann 2009).

## 2.4 Épületek hőszigetelési megoldásainak ismertetése

Az épületek energiaszükséglete az épület geometriájából és a határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőjétől függő hőveszteségből és a rendeltetésszerű használatot biztosító gépészeti rendszerek energiaigényéből tevődik össze. a hőveszteség úgy csökkenthető, ha a határoló felületek eredő hőátbocsátó képességét csökkentjük. Meglévő szerkezeteket szigeteléssel ellátva ez a cél teljesül.

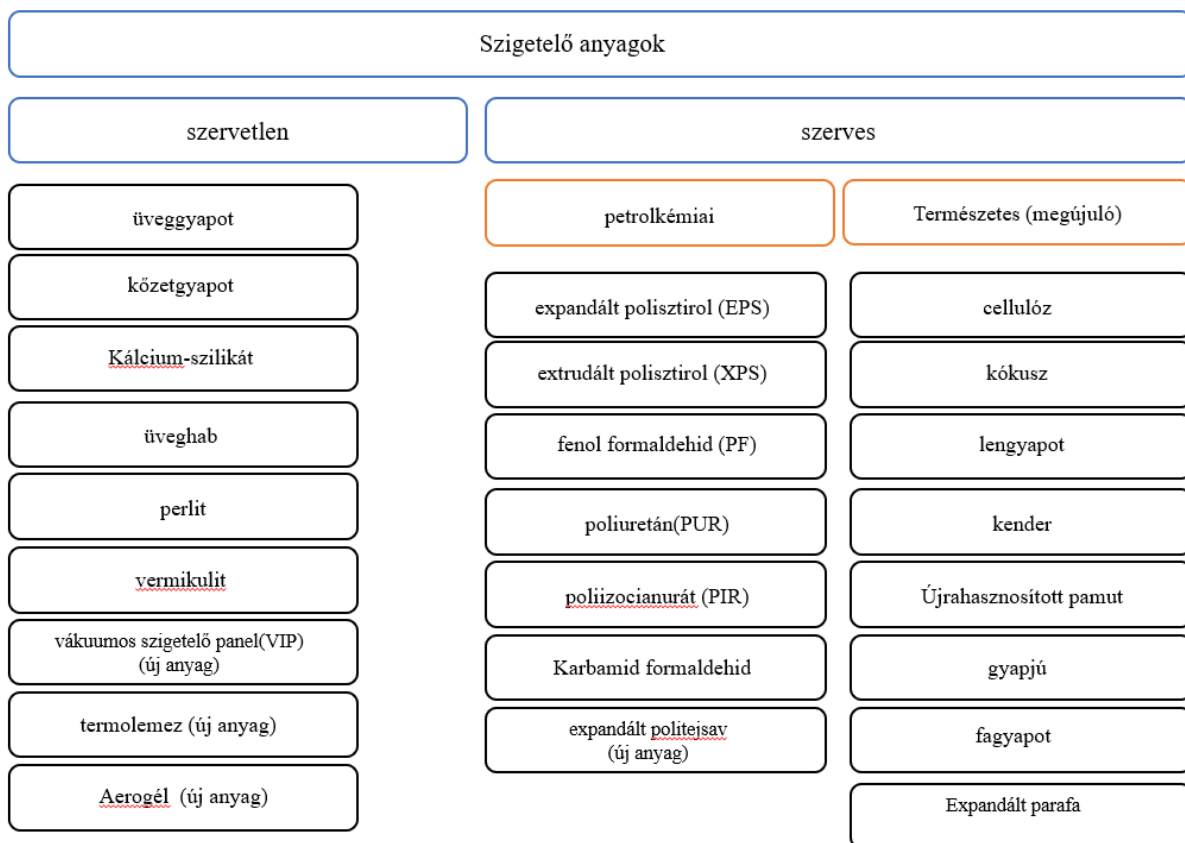
A 7/2006 TNM rendelet 5. számú melléklete tartalmazza az épület határoló szerkezeteinek és nyílászáróinak hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelményértékeket (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006). Ahhoz, hogy ezeket a követelményértékeket a meglévő szerkezetek teljesíteni tudják, utólagos hőszigetelésre van szükség.

A határoló szerkezetek szigetelésekor nemcsak a hőátbocsátási tényező és ezáltal a hőveszteség csökken. Külső oldali szigetelés esetén ellenállóbb a szerkezet a víznek, ami szintén jelentős állagvédelmi kérdés. ezek mellett magasabb lesz a fal vagy földem belső hőmérséklete, ezáltal jobb lesz a komfortérzet, magasabb lehet a levegő páratartalma és kevesebb légcsereszám is elegendő lesz – csökken a szellőzési hőigény is. A külső fal szigetelés a hőhidak hatását is mérsékli. Mivel a magasabb hőmérséklet miatt a szerkezetben eltárolt hőmennyiség nagyobb, alacsonyabb belső léghőmérséklet is megengedhető, a sugárzási nyereségek nagyobb arányban hasznosulnak - a fűtési időny rövidül (Zöld, és mtsai. 2019).

Ma az energiaszükségletek túlnyomó többsége fosszilis tüzelőanyagokkal biztosított. Az energiaigény növekedése miatt a fosszilis tüzelőanyagoktól való függőség csökkentése elsődleges szempont ebben a században. Az energiafelhasználás legnagyobb részben az ipar és a lakások által kerül felhasználásra, a lakások által felhasznált energia nagy része pedig fűtésre és melegvízkészítésre van fordítva. Az épület burkolatának hőszigetelése az elmúlt évtizedekben az építés elkerülhetetlen elemévé vált az energiaigény csökkenése érdekében amelyet az okoz, hogy a külső és belső tér között hőmérséklet különbség van. Különbféle hagyományos szigetelőanyagok építési alkalmazása gyorsan növekedett, de a közelmúltban számos kezdeményezés született a környezetbarát anyagok felhasználásra is, amelyek még mindig elenyésző részesedéssel bírnak a piacon (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020).

Életciklusa során hagyományos szigetelőanyagok jelentős hatással vannak a globális felmelegedésre, így fontos szerepet játszanak a környezetszennyezésben. Kutatók folyamatosan vizsgálatokat végeznek azzal a céllal, hogy új módszereket kutassanak fel az épületek energiaigényének csökkentésére. Előtérbe kerülnek olyan természetes anyagok, amelyek hatékonysága összehasonlítható a hagyományos anyagokéval valamint kevésbé terhelik a környezetet (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020).

Minden építőipari szigetelőanyag három fő csoportba sorolható, mint a szerves, szerves és új technológiai anyagok. A szerves anyagok hagyományosnak számító anyagok, például üvegyapot, kőzetgyapot, kalcium-szilikát, üveghab, perlit és vermikulit. A szerves anyagok azok két csoportra oszthatóak, ezek a csoportok petrokémiai és megújuló anyagok. A petrokémiai anyagok: expandált polisztirol (EPS), extrudált polisztirol (XPS), fenol formaldehid, poliuretán, poliizocianurát (PIR) és karbamid formaldehid. A megújuló szigetelőanyagok jobban környezetbarátnak tekinthetők, ezek: cellulóz, kókusz, lengyapot, kender, újrahasznosított pamut, gyapjú, és expandált parafa. Az új anyagok: termolapok, aerogélek, expandált politejsav és vákuumszigetelő panelek (VIP) (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020) A 10. ábra a fent említett anyagok osztályozását mutatja be.



10. ábra Hőszigetelő anyagok osztályozása. (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020)

Kutatások kimutatták, hogy a természetes/megújuló szigetelő anyagok, például papírgyapot, lengyapot, kendergyapot, újrahasznosított pamut, juhgyapjú, cellulóz stb. gyakran megtalálható helyben, összehasonlítható termikus tulajdonságokkal és költségekkel bír a hagyományos szervetlen és petrolkémiai anyagokkal szemben. A megújuló anyagok tűállósága hasonló a petrolkémiaival, de lényegesen alacsonyabb a szervetlen anyagokéhoz képest. Azt is megállapították, hogy a természetes/megújuló anyagok lényegesen alacsonyabb globális felmelegedést okoznak, a hővezetőképességük rosszabb és páraáteresztő képességük jobb mint a hagyományos anyagok, amelyeknek tekinthetők előnynek a hagyományos anyagokkal szemben. Ezek alapján a megállapítások alapján a természetes szigetelőanyagok ajánlottak a felsorolt előnyök miatt annak érdekében, hogy az energiamegtakarítás mellett a környezeti hatást is csökkentsük (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020).

### 2.4.1 Leggyakoribb hagyományos szigetelőanyagok tulajdonságai

A hőszigetelő anyagokkal szemben támasztott legfontosabb követelmény a jó hőszigetelő képesség, vagyis az alacsony hővezetési tényező ( $\lambda < 0,06 \text{ W/mK}$ ). További követelmények: fizikai és kémiai stabilitás abban a hőmérsékleti tartományban, amelyben az anyagot alkalmazzák. A hőszigetelő anyagokba kerülő víz jelentősen rontja a hőszigetelő képességet, ezért fontos, hogy közömbösen viselkedjen a nedvességgel szemben. Ellenállónak kell lenni korrózióval, rágcsálókkal, gombákkal szemben is. Speciális alkalmazási területeken, pl földeméknél a szigetelőanyagoknak terhelhetőnek kell lenniük (kreativlakas.com dátum nélk.).

Hőszigetelés alkalmazásának előnyei a fogyasztás csökkentése, ezáltal a kisebb ökológiai lábnyom, lakóterek hőingadozásának csökkentése, páralecsapódás elkerülése, fűtési/hűtési rendszerek hatékonyságának növelése, szerkezeti károk megelőzése, hőhidak hatásának csökkentése. A hőszigetelő rendszerbe befektetett pénz megtérül, hiszen a kisebb hőveszteség miatt kevesebb lesz a fűtésre, hűtésre fordított energia mennyisége, az erre kifizetett összeg is (Mitró 2021).

A szigetelő rendszer anyagának megválasztásakor a következő szempontokat ajánlott figyelembe venni:

- Hővezetési tényező – ez az egyik legfontosabb jellemző, minél alacsonyabb ez az érték, annál jobb a szigetelőanyag szigetelési képessége.
- Időtállóság: Mivel egy lakás élettartama több évtized, fontos, hogy a beépített szigetelés hosszú ideig tartsa meg eredeti tulajdonságait.
- Költség. Jelentős eltérés lehet a különböző rendszerek ára között, célszerű mérlegelni a fajlagos költségek és a várható megtakarítás alapján.
- Megfelelő szilárdság, terhelhetőség
- Páraáteresztő képesség. Az alacsony páradiffúziós ellenállású anyagok jobb választást jelenthetnek, ha fennáll a párakicsapódás kockázata.
- Tűzállóság.
- Vízállóság, alacsony vízfellevő képesség (Mitró 2021).

### **2.4.1.1 Kőzetgyapot**

A kőzetgyapot a szálás hőszigetelő anyagok közé tartozik. Ezekre az anyagokra jellemző, hogy az anyag összesűrített elemi szálakból áll, amik közé szorul be a szigetelésért felelős levegő. Ezek az anyagok általában salakból, kőzetekből, üvegből olvasztással létrehozott anyagok. Az egyik legnépszerűbb szigetelőanyag, a kőzetgyapot természetes anyagból, bazaltkőből készül. A gyártása során az őrölt bazalt egy kohóba kerül, ahol 1300-1400°C-on egy centrifugálási eljárással vékony szálakat hoznak létre. Ezeket a szálakat különböző anyagokkal kezelik, majd paplant képeznek belőle és méretre vágják (Mitró 2021), (11. ábra).

A kőzetgyapot előnyös tulajdonságai:

- újrahasznosítható
- természetes anyag
- jó hő és hangszigetelő képességű
- jó tűzállóság (nem éghető)
- nem érzékeny a hőingadozásra – megtartja alakját
- jó páraáteresztő
- gombák, rágcsálók nem károsítják

A kőzetgyapot hővezetési tényezője:  $\lambda = 0,032-0,042 \text{ W/mK}$ , sűrűsége:  $40-220 \text{ kg/m}^3$  (Subrt 1999). Jellemzően 1000x600 mm-es táblaméretben beszerezhető, különböző vastagságokban.



11. ábra Kőzetgyapot tábla. (Mitró 2021)

### 2.4.1.2 Üveggyapot



12. ábra: Üveggyapot. (Mitró 2021)

Az üveggyapot termékek fő alapanyaga az üvegtörmelék és a kvarchomok. Az üveggyapot hosszú és vékony üvegszálakból álló szövet amit levegő tölt ki. A szálszerkezet miatt az üveggyapot rugalmas, amely nemcsak a könnyű feldolgozhatóságot és kiváló térkitöltést biztosít, hanem a hangszigetelési paramétereket is kiemelkedővé teszi. A hővezetési tényező nagyban függ a szálak vékonyságától. Hátránya, hogy nedvesség hatására romlik a hőszigetelő képessége, vagyis olyan helyen lehet alkalmazni, ahol védve van a nedvességtől. A kőzetgyapothoz hasonlóan az üveggyapot is kiváló tűzállósági tulajdonságokkal bír (Mitró 2021).

Fontos viszont, hogy nedvesség hatására romlanak a szigetelési tulajdonságai. Az üveggyapotot óvni kell a nedvességtől, mert nedvességtűrő képessége alacsony – beépítés során párafékező fólia szükséges a meleg felület oldalán. Az üveggyapotok a kőzetgyapotokhoz hasonlóan A1, vagyis a legjobb tűzvédelmi minősítéssel rendelkeznek.

Az üveggyapot hővezetési tényezője:  $\lambda = 0,031-0,04 \text{ W/mK}$ , sűrűsége:  $10-110 \text{ kg/m}^3$ , megjelenési formája lehet: ömlesztett szálak, kötőanyag nélküli csomagolt termékek, tekercselt szövetek (12. ábra), paplanok, méretre vágott táblák vagy alakos elemek, pl.: csőszigetelések (Subrt 1999). Ára 60-70%-a a kőzetgyapoténak, így egy megfizethető, jó ár-érték arányú hőszigetelő anyagnak számít (Fix24 2023)

### **2.4.1.3 Perlit, agyagtermékek, ömlesztett termékek**

Az ömlesztett anyagok hőszigetelő képessége abból adódik, hogy a szemcsék között pórusok alakulnak ki. Ömlesztett hőszigetelő anyagok: duzzasztott agyagkavics, duzzasztott perlit, a

duzzasztott verkimulit, a duzzasztott üvegekavics, vagy üveghab granulátum, fűjt szigetelőanyagok. A perlit kőzetből készült szigetelőanyag, 900-1200°C-ra hevítve 20-30-szorosára duzzad – ez az állapot a duzzasztott perlit. Alkalmazási területei: perlitbeton, perlitvakolat, illetve fóliába töltve perlitpaplanként. Agyag és perlit 1:1 arányú keverékéből ipari kemencékben használható szigetelő téglákat készítenek (Mitró 2021).

A perlit többféle szemcseméretben és sűrűséggel elérhető, hővezetési tényezője :  $\lambda = 0,045-0,065$  W/mK. Ömlesztett formában csak csomagoltan lehet használni terhelésnek nem kitett helyen. Gyakoribb alkalmazási területe a perlittartalmú hőszigetelő habarcs, hővezetési tényezője:  $\lambda = 0,1-0,18$  W/mK, sűrűsége:  $700 \text{ kg/m}^3$  (Subrt 1999).

## **2.4.2 Habosított műanyagtermékek**

A habosított műanyagtermékeket többféle eljárással, állítják elő. Az ilyen anyagok a cellák közé beszorult levegő miatt jó hőszigetelők. A műanyagok szinte mindegyikét lehet habosítani, a legnagyobb jelentősége a polisztirolnak és a poliuretánnak van (Mitró 2021).

### **2.4.2.1 Polisztirol**

A polisztirol az egyik legelterjedtebb szigetelőanyag, elsősorban homlokzati hőszigeteléseknél használják. Széleskörű felhasználásának egyik oka a kedvező ára az egyéb szigetelőanyagokhoz képest, illetve az, hogy könnyen feldolgozható. Könnyen szállítható, könnyen formázható és egyszerűen beépíthető. Általában ragasztással és dübeleléssel rögzítik a falazathoz (Mitró 2021).

Az expandált polisztirol hővezetési tényezője  $0,030-0,040$  W/mK, testsűrűsége  $12-40 \text{ kg/m}^3$  között van, az extrudált polisztirol jobb,  $0,025-0,027$  W/mK hővezetési tényezőjű. Az extrudált polisztirol nagyobb szilárdságú, kevesebb vizet vesz fel mint az expandált változat és a sűrűsége is nagyobb. Lábzatokhoz, nagyobb terhelésnek kitett szerkezetekhez, pl. födémekhez az extrudált változatot lehet használni. Oldószernek, savaknak nem áll ellen. Külön kiemelendő a grafitos polisztirol (13. ábra), 20%-kal jobb a hővezetési tényezője mint a hagyományos polisztirol lapoké (Mitró 2021).





13. ábra grafitos polisztirol lapok. (Mitró 2021)

### 2.4.2.2 Poliuretán

A poliuretán habot elsősorban szendvicsszerkezetek gyártásához használják, mivel jól tapad bizonyos felületekhez. A poliuretánt fizikai, vagy kémiai és fizikai habosítással gyártják, félkemény és kemény kivitelben. A jó hőszigetelő képességet a pórusok közé zárt gázok biztosítják (pl. freon). Általában padlásterek (14. ábra) , de kisebb hézagok, üregek, pl. nyílászáró és fal közötti tér szigetelésére is alkalmas helyszíni habosítással. Hővezetési tényezője  $0,030 \text{ W/mK}$ , építőanyagokhoz jól tapad, könnyen éghető. Lúgok, savak, szerves oldószerek nem támadják (Mitró 2021).



14. ábra poliuretán habbal szigetelt padlástér (fujtszigetelések.hu 2023)

### **2.4.2.3 Polietilén**

A polietilén hab zártpórusú habtermék, hővezetési tényezője  $0,037-0,065 \text{ W/mK}$ . Vízfelvevő tulajdonsága nincs, jó párazáró tulajdonságú (Mitró 2021).

## **2.4.3 Megújuló/természetes anyagok**

Kutatások igazolták, hogy a megújuló anyagok hőszigetelő tulajdonságai versenyképesek a hagyományos, vagy műanyagipari termékekkel szemben, az előállításuk költségeiben nincs szignifikáns különbség, ugyanakkor a globális felmelegedéshez való hozzájárulásuk alacsonyabb (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020). A megújuló vagy természetes szigetelőanyagok közül a cellulózt, a parafát és a fagyapotot szeretném kiemelni.

### **2.4.3.1 Cellulóz**

A cellulóz apró farostokból álló szigetelőanyag (15. ábra), leggyakoribb alapanyaga az újrafelhasznált papír, amelyhez égésgátló és penészesedés-gátló adalékokat adnak hozzá.

Leggyakoribb felhasználási módja födécek, padlásterek és könnyűszerkezetes falszerkezetek szigetelése befűvások technológiával vagy kézi bedolgozással. Mivel ömlesztett anyagról van szó, bármilyen alakú tér kitölthető vele. Hővezetési tényezője  $\lambda = 0.039 \text{ W/mK}$  (Nordwelle Kft 2021).



15. ábra cellulóz (ISOPOLY 2022)

### **2.4.3.2 Parafa**

A parafa szintén természetes eredetű anyag, a paratölgy kérgének lefejtésével állítható elő. A sejtfalak közé bezárt levegő biztosítja a jó hőszigetelő képességet. Nagy a páradiffúziós ellenállása, a hővezetési tényezője  $\lambda = 0.05 \text{ W/mK}$ . Fagyálló, penészesedésre, rothadásra nem hajlamos. Expandálás során 250-300 °C-os gőz hatására a parafából gyantaszerű anyag válik ki, ami összeragasztja a szemcséket. A parafa termékeket hűtőházak, fürdőépületek, nedves környezetű terek hőszigetelésére használják (Mitró 2021).

### **2.4.3.3 Fagyapot**

Fenyő vagy nyárfa rostok, különböző segédanyagok, víz és sóoldat keveréke a fagyapot. Hasonlóan a cellulózhoz, befűvások technológiával dolgozható be födécekbe, tetők alá (16. ábra) vagy falszerkezetek üregeibe. A fújható változat mellett létezik táblás verzióban is. Hővezetési tényezője  $\lambda = 0.03-0,04 \text{ W/mK}$  (fujtszigetelések.hu 2023).



16. ábra fagyapottal szigetelt padlástér (fujszigetelések.hu 2023)

#### 2.4.4 Különböző anyagok összehasonlítása

Napjainkban a szigetelőanyagok széles választéka áll rendelkezésre akár hagyományos, akár megújuló anyagokat kívánunk alkalmazni. Mivel a szigetelés célja a megtakarítás és végső soron a környezetterhelés csökkentése, célszerűnek tartom ezt a szempontot is szem előtt tartani a választáskor. A megújuló anyagok közül széles körben elterjedt a fagyapot és a cellulóz, ezek az anyagok árban és tulajdonságaikban is versenyképesek a hagyományos vagy műanyagipari termékekkel.

A különböző szigetelőanyagok hővezetési tényezőit összehasonlítva belátható, hogy a természetes/megújuló anyagok hőszigetelőképessége nem marad el a hagyományos ásványi vagy műanyagtermékekétől.

A globális felmelegedésre gyakorolt hatás a megújuló anyagoknál a legkisebb. Ennek az oka, hogy a műanyag vagy ásványi szigetelőanyagok előállításához nagyobb energiára van szükség, így a környezetre gyakorolt hatásuk is nagyobb. A megújuló/természetes anyagok hasznos élettartama hosszabb mint a hagyományos anyagoké. A szervetlen és a szerves műanyag szigetelőanyagok élettartama átlagosan 40-60 év, míg kutatások szerint a megújuló anyagok élettartama 80-100 év is lehet. A különböző termékek árának elemzése arra az eredményre vezetett, hogy nincs jelentős eltérés a hagyományos és a megújuló anyagok egységnyi térfogatra vetített ára között (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020).

A hődiffúzió, vagy hőmérséklet vezetés egy anyagi tulajdonság, azt fejezi ki, hogy hő hatására milyen gyorsan reagál az adott anyag. Alacsony hődiffúzivitású anyag lassabban veszi át a környezet hőjét. Szigetelőanyagokkal szemben az az alvárás, hogy alacsony hődiffúziós tényezője

legyen. Kutatások szerint a természetes/megújuló anyagok alacsony hődiffúziós tulajdonsággal rendelkeznek, így előnyösebb az alkalmazásuk mint a műanyag termékeké olyan területeken, ahol számolni kell túlmelegedéssel (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020).

A megújuló anyagok páraáteresztő képessége jelentősen nagyobb, mint a hagyományos anyagoké ezért olyan esetekben, ahol szempont a páraáteresztés előnyösebb az alkalmazásuk (16). Tűzveszélyességi szempontból az ásványi anyagok a legjobbak, a műanyagtermékek, mint a polisztirol gyengén ellenállóak. A megújuló/természetes anyagok tűzállósága szintén alacsony, bár ez a tulajdonság égésgátló adalékanyagokkal javítható (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020).

A különböző anyagok tulajdonságai: (2. táblázat) (hővezetési tényező: forgalmazók által közzétett adatok alapján gyűjtve, tűzállóság: legjobb=1, legrosszabb=7)

2. táblázat táblázat: szigetelőanyagok összehasonlító táblázata

	hővezetési tényező (W/mK) *	páradiffúziós ellenállási tény.	tűzállóság	várható élettartam (év)	ár (EUR/m <sup>3</sup> )
szervetlen					
üveggyapot	0,039	1-1,1	1	30-50	77-147
kőzetgyapot	0,039	1-1,3	1	30-50	102-180
kalcium szilikát	0,06-0,07	6-20	1	N/A	95-285
üveghab	0,086	400	1	50-80	357-445
perlit	0,05	2-3	1	N/A	207,89
vermikulit	0,161	2-3	1	N/A	152,6
petrolkémiai					
expandált polisztirol	0,038	20-70	6-7	50	61-187
extrudált polisztirol	0,034	80-300	6-7	50	156-180
fenol formaldehid		30-50	3-5	N/A	302,63
poliuretán	0,022	30-170	5-7	30-50	303,78
poliizocianurát	0,023	55-150	5-7	N/A	250-287
Karbamid formaldehid	0,035-0,040	1,5-2,4	5-6	N/A	400
természetes					
cellulóz	0,039	1-7,3	6	N/A	175,71
fagyapot	0,09	5	6	75	190-236
expandált parafa		5-30	6	80	156-320

\* forgalmazók által közölt adat

## **2.5 Számításba vehető fűtési és használati melegvíz termelő rendszerek ismertetése**

A 2022-es népszámlálási adatok szerint Magyarországon 4 008 541 db lakásban van valamilyen fűtés. Ebből 2,8 millió lakásban van központi fűtés, melyből 618 ezer a távfűtés. Fűtőanyagok tekintetében a földgáz dominál, a 4 millióból 1,8 millió lakásban csak vezetékes gázzal fűtenek, míg azok közül a lakások közül ahol több fűtési rendszer is van, 708 ezer lakásban van vezetékes gáz és valamilyen más fűtési lehetőség. 2011-hez képest jelentősen, 53 ezerről 293 ezerre nőtt azoknak a lakásoknak a száma ahol elektromos áram a fűtésre használt energiahordozó (S. Központi, A lakott lakások legfontosabb jellemzői településenként 2022). 2000 óta folyamatosan nő a megújuló energiaforrások részaránya az egy főre vetített energiafogyasztásban, míg az elektromos áramé nem változott jelentősen (S. Központi, Háztartások energiafogyasztása 2022). Ezekből az adatokból arra lehet következtetni, hogy míg a fűtési rendszereknél emelkedik az elektromos berendezések részaránya - ezen belül a hőszivattyús rendszereké, egyre nagyobb mértékű a megújuló energiafelhasználás. 2022-ben 165 ezer lakás volt napelemmel, 28 ezer napkollektorral ellátott és 67 ezer lakásban volt hőszivattyús fűtési lehetőség (S. Központi, A lakott lakások legfontosabb jellemzői településenként 2022).

### **2.5.1 Fűtési és HMV rendszerek korszerűsítési szempontjai**

2022-ben a hazai lakásállomány 62%-ában volt földgáz az egyedüli vagy alternatív fűtőanyag. Hosszútávú cél, hogy ez az arány csökkenjen és megújuló energiaforrással legyen kiváltva, ahol erre reális lehetőség van. A fűtött lakások 70%-a rendelkezik központi fűtéssel (24), ezeknél meg kell vizsgálni, van-e lehetőség hőszivattyús vagy egyéb megújuló energiaforrást használó rendszer alkalmazására.

### **2.5.2 Fűtési és HMV rendszerek**

2022-ben a hazai lakásállomány 62%-ában volt földgáz az egyedüli vagy alternatív fűtőanyag. Hosszútávú cél, hogy ez az arány csökkenjen és megújuló energiaforrással legyen kiváltva, ahol erre reális lehetőség van. A fűtött lakások 70%-a rendelkezik központi fűtéssel (S. Központi, A lakott lakások legfontosabb jellemzői településenként 2022), ezeknél meg kell

vizsgálni, van-e lehetőség hőszivattyús vagy egyéb megújuló energiaforrást használó rendszer alkalmazására.

A Fűtési rendszerek többféle szempont szerint csoportosíthatóak, a legalapvetőbbek:

- a hőtermelés és a hőleadók helyzete szerint:
  - egyedi fűtések: a fűtőberendezés a fűtendő térben helyezkedik el
  - központi fűtés: az épület vagy lakás helyiségeinek fűtését egy vagy több kazán látja el, a fűtendő helyiségekben hőleadók vannak. A kazán és a hőleadók között egy csővezetéken hőhordozó közeg kering.
  - távhőszolgáltatás: több épületcsoport vagy egy városrész hőellátása
- A felhasznált energia szerint:
  - hagyományos fűtőanyaggal működtetett (fosszilis tüzelőanyagokkal, szén, olaj, gáz)
  - nem hagyományos, például.: biomassza tüzelésű
  - elektromos
  - megújuló energiával működő (napenergiával működő, hőszivattyús, vagy egyéb megújuló energiával működő)
  - alternatív
- Központi és távfűtési rendszereknél a rendszerben keringő hőhordozó szerint:
  - víz-,
  - gőz-,
  - légfűtés
- A hőleadás módja szerint:
  - konvekciós
  - sugárzó
  - kombinált fűtések (Homonnai, és mtsai. 2001)

A hazai lakásállomány döntő többségben központi fűtéssel ellátott, a hőhordozó közeg víz, illetve a felhasznált energiahordozó a földgáz (S. Központi, A lakott lakások legfontosabb jellemzői településenként 2022), de szükséges a megújuló energiaforrások bevonása is. A következő néhány fejezetben elsősorban a gáz központifűtésekről és azok elemeiről szeretnék egy

rövid összefoglalót adni, illetve megvizsgálni a helyettük vagy mellettük alkalmazható alternatív megoldásokat.

A központi fűtési rendszerek alkotóelemei három alapvető csoportba sorolhatók, a hőtermelő, a hőszállító és a hőleadó rendszerekére. A lehetséges hőtermelők a különböző kazánok illetve hőcserélők és az égéstermék elvezetés berendezései is amennyiben szükséges, a szállítási feladatokat a különböző csővezetékek és szivattyúk látják el, a hőleadók közé a különböző fűtőtestek tartoznak (Homonnai, és mtsai. 2001).

### **2.5.3 Hagyományos hőtermelők - kazánok**

A családi házak lakások központi fűtési rendszereinek leggyakrabban alkalmazott hőtermelői a különböző gázkazánok. A kazánok, beleértve a gázkazánokat is, több szempont szerint tovább csoportosíthatóak. Az egyik ilyen szempont a fűtés hőmérsékleti viszonyaihoz és a tüzelőanyag felső fűtőértékének hasznosítása szerinti csoportosítás. Ez szerint megkülönböztetünk:

- Hagyományos kazánok (magas hőmérsékletű, leggyakrabban 90/70 °C előremenő/visszatérő hőmérséklettel,
- Alacsony hőmérsékletű, maximum 70°C, leggyakrabban 55/40 °C előremenő/visszatérő hőmérséklettel,
- kondenzációs kazánokat (az égéstermékben lévő vízgőz hőjét is hasznosító kazán (Homonnai, és mtsai. 2001)

Hagyományos, vagy magas hőmérsékletű kazánokkal elsősorban régi vízfűtéses rendszerek esetén találkozhatunk, ahol a méretezési előremenő hőmérséklet 90°C volt. A magas hőmérséklet azt a célt szolgálta, hogy a távozó égéstermék hőmérséklete magasan harmatpont felett legyen. Az ilyen kazánok hatásfoka gyenge volt, mivel az égéstermékkel a hő jelentős része is távozott. A teljes bevitt energiát a tüzelőanyag felső fűtőértékével számításba véve a 111% bevitt égéshő helyett 86% hasznosítható. A hagyományos kazánok energiacsúszása a 17. ábra-n látható (Homonnai, és mtsai. 2001):





17. ábra hagyományos kazánok energiafolyama (Homonnai, és mtsai. 2001)

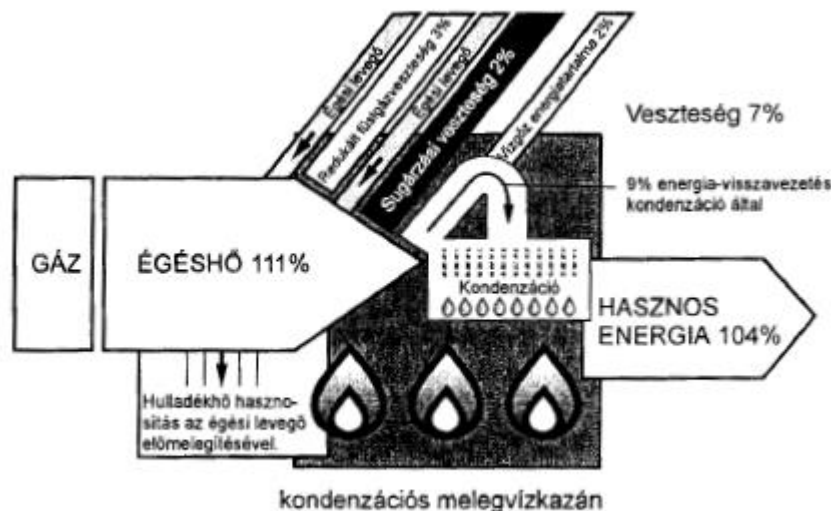
A szigorodó környezetvédelmi és energiatakarékosági követelmények felszínre hozták a kishőmérsékletű, később a kondenzációs kazánokkal szerelt fűtéseket. A kishőmérsékletű kazánoknál (18. ábra) arra törekedtek, hogy az égéstermék hőmérséklete felülről közelítse a harmatponti hőmérsékletet, de ne legyen alacsonyabb. Ez a megoldás már nagyobb hatásfokot (93%) eredményezett, mivel kisebb lett a füstgázzal és sugárzás útján elveszett energia de az égéstermékben lévő vízgőz energiataralma kihasználatlan (Homonnai, és mtsai. 2001).



18. ábra alacsony hőmérsékletű kazán hagyományos kazánok energiafolyama (Homonnai, és mtsai. 2001)

. Az ilyen kazánok jellemzője, hogy az előremenő vízhőmérséklet maximum 75°C és minimum 40°C közötti, de egyes esetekben, mint a padlófűtések, lehet alacsonyabb is (Homonnai, és mtsai. 2001).

A kondenzációs kazánok az égéstermékben lévő gőz rejtett hőjét is használják a vízgőz kondenzációja által, vagyis a tüzelőanyag felső fűtőértékét – égéshőjét vesszük számításba. Alkalmazási területük alapvetően a földgáztüzelésű kazánoké, mivel a kondenzációs berendezések előállítása drágább, mint a hagyományosaké, illetve az égéshő/fűtőérték arány is kedvezőtlenebb szilárd és folyékony tüzelőanyagok esetén. A kondenzációs kazánok (19. ábra) alacsony, 60/55, vagy ennél is alacsonyabb vízhőmérséklet lépcsővel üzemelnek és a külső hőmérséklet függvényében ez a hőfoklépcső szabályozható. Ez azt jelenti, hogy részterhelésnél – ami a fűtési időny jelentős részére igaz – nagyobb hatásfokkal tudjuk üzemeltetni mivel az alacsonyabb fűtővíz hőmérséklet nagyobb mértékű kondenzációt eredményez (Homonnai, és mtsai. 2001).



6.12 ábra. Kondenzációs kazán energiafolyama

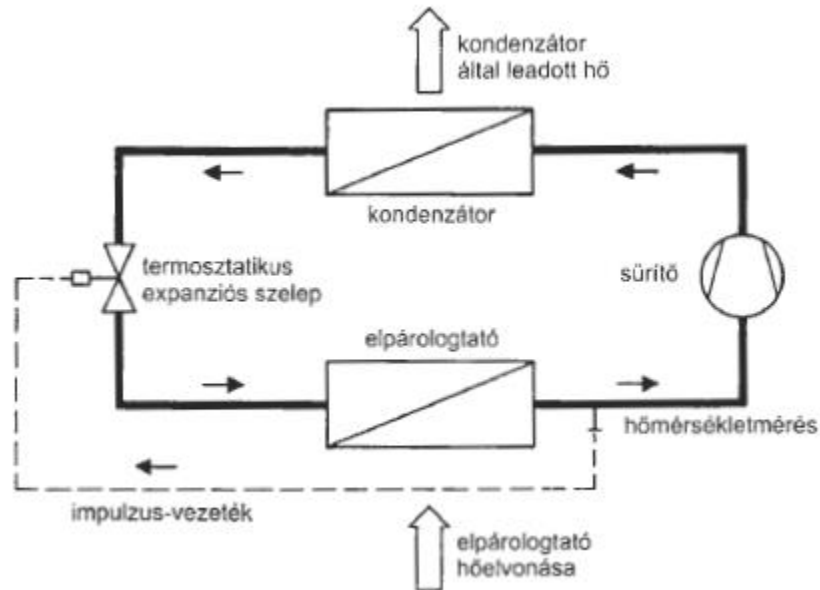
19. ábra kondenzációs kazánok energiafolyama

## 2.5.4 Megújuló energia felhasználási lehetőségek

### 2.5.4.1 Hőszivattyúk

A hőszivattyúk működése azon az elven alapszik, hogy a környezetünkben megtalálható hőenergiát valamilyen technikai beavatkozással egy körfolyamatban magasabb hőfokszintre hozzuk és a belső térben hasznosítjuk. A körfolyamat (20. ábra) egy zárt rendszerben történik úgy,

hogy egy munkaközeget keringtetünk és ennek a közegnek a halmazállapota változik a folyadék és gőzállapot között. Ez a változás főfelvétellel és hőleadással jár, amit hasznosítani lehet (Homonnai, és mtsai. 2001).



20. ábra hőszivattyú körfolyamat egyszerűsített ábrája

A rendszer fő elemei a sűrítő vagy kompresszor, a kondenzátor, az expanziós szelep és az elpárolgató. A kondenzátor és az elpárolgató technikailag hasonló kialakítású, általában valamilyen csőketeg. A kondenzátor esetében az a cél, hogy a környezetbe leadjuk a hőt, az elpárolgatón keresztül pedig elvonjuk a környezet hőjét. A rendszer fontos eleme az expanziós szelep, amely azt biztosítja, hogy az elpárolgató folyamatosan a megfelelő állapotú közeggel legyen ellátva. Az expanziós szelep a hőszivattyú szabályozásának feladatát is ellátja (Homonnai, és mtsai. 2001).

A hőszivattyúk üzemeltethetőek

- monovalens,
- bivalens
- és párhuzamos módon

A monovalens mód esetén a hőszivattyú a kizárólagos hőforrás. Ebben az esetben szükséges, hogy a használandó hőforrás egész évben rendelkezésre álljon és biztosítani tudjuk a megfelelő fűtőközeg hőmérsékletet. Ez általában alacsony hőmérsékletű rendszereknél valósítható meg.

A bivalens üzem azt jelenti, hogy a hőszivattyú mellett egy másik hőforrás, általában gázkazán is beépítésre kerül. A bivalens hőszivattyú üzem lehet alternatív -, párhuzamos -, és részleges párhuzamos bivalens üzemmódú. Az alternatív üzem lényege, hogy az év bizonyos – általában hidegebb – napjain a hagyományos kazánt használjuk, a párhuzamos üzemben a hőszivattyú használatban van az összes fűtési napon, a kazán párhuzamos üzemben biztosítja a hidegebb napokon szükséges többlet energiát (Homonnai, és mtsai. 2001).

A hőszivattyúk hőforrásai:

- hulladékhő (valamilyen technológiai folyamat melléktermékei)
- természetes hőhordozók: talajhő, talaj és felszíni vizek hője, levegő, napsugárzás.

Az egyik legkönnyebben hozzáférhető hőforrás a levegő, mely gyakorlatilag korlátlan mértékben rendelkezésre áll a külső térben. Hátránya, hogy a fűtési idény maximuma egybeesik a külső hőmérséklet minimumával. A levegő hőátadási tulajdonságai gyengébbek mint a folyadékoké, ezért nagy hőcserélő felületeket igényel, amiken a hideg napokon jegesedéssel is számolni kell (Homonnai, és mtsai. 2001). A többi rendszerhez képest előny a levegőhöz való korlátlan hozzáférés, az egyszerűbb kivitelezés/telepítés és a kisebb bekerülési ár.

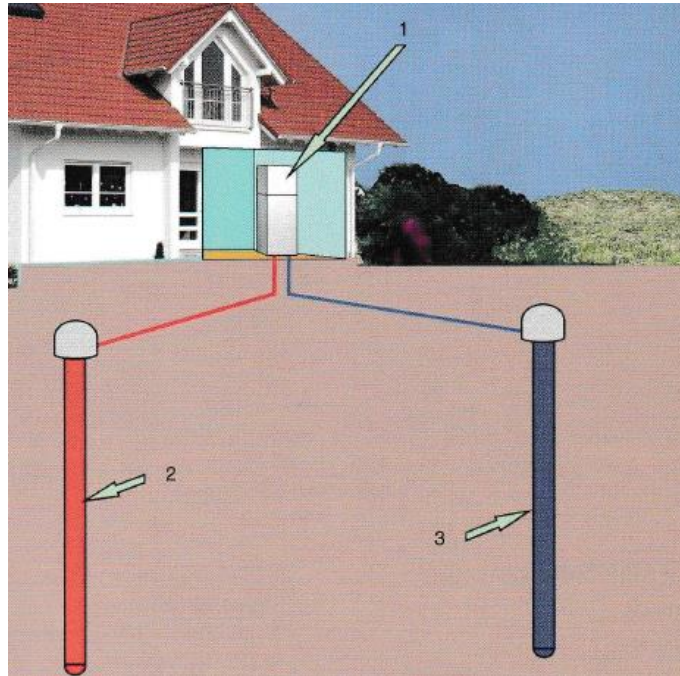
A rendszer előnyei:

- kis alapterület
- alacsonyabb beszerzési ár a többi hőszivattyús rendszerhez képest
- hőforrás rendelkezésre áll
- nincs szükség engedélyezésre

hátrányok:

- télen kedvezőtlenebb felhasználási feltételek

Felszíni vagy felszín alatti vizek hőforrásként való alkalmazása is lehetséges (21. ábra). Az ilyen rendszerek általában a talajvíz hőjét hasznosító berendezések. Egy ilyen rendszerhez általában két kút szükséges, ezek egyikéből vételezzük az ellátáshoz szükséges vizet (2), a másikba pedig az elvezetés történik (3). Ezek a rendszerek a legkevésbé elterjedtek magas árak és a bonyolult kivitelezés/engedélyeztetés miatt (Hanus 2011).



21. ábra talajvíz hőszivattyú

A rendszer előnyei:

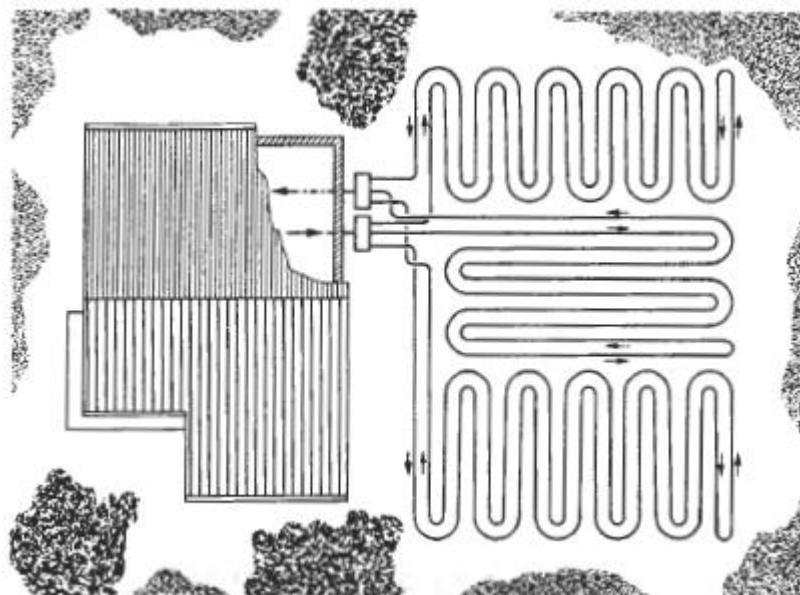
- kis alapterület
- kisebb áramfogyasztás mint levegő hőforrás esetén

hátrányok:

- magas beszerzési ár a levegő hőforráshoz képest
- csak megfelelő adottságú talajba telepíthető
- engedélyköteles

A talajhő felhasználására a talajszondás és a talajkollektoros hőszivattyú rendszerek adnak megoldási lehetőséget. Előbbinél több, 50-60 m mély furatot kell a talajba fúrni, melyek mélysége függ az épület hőigényétől és a talaj adottságaitól is. Hátrányai hasonlóak a talajvíz hőszivattyúéhoz, az egyik legnagyobb a magas bekerülési ár. A talajkollektoros rendszer annyiban tér el a talajszondás rendszertől, hogy ebben az esetben egy padlófűtéshez hasonló rendszert kell kiépíteni a talajban meghatározott mélységben, 1-1,5 m mélyen (22. ábra). Ennek a rendszernek

nagy területre van szükség a kollektor miatt, ami a fűtött alapterület minimum kétszerese. További hátrány még, hogy a hideg hónapokban csökken a hatékonysága (Hanus 2011).



22. ábra talajkollektor csővezetési megoldása

A hőszivattyúk kivitel szerinti csoportosítása:

- levegő-víz: a hőforrás a levegő, a fűtés vagy melegvíztermelés céljára vizet melegítünk
- levegő-levegő: a hőforrás és az előállított közeg is levegő
- víz-víz hőszivattyúk: talajvíz, vagy felszíni víz vagy talajkollektoros hőforrás, az előállított közeg fűtési vagy használati melegvíz (Homonnai, és mtsai. 2001)

### 2.5.5 Számításba vehető alternatívák energetikai összehasonlítása

Egy példán keresztül belátható, hogy az egyes rendszerek közötti különbségek milyen eltérést okoznak a fajlagos fűtési energiaigényben. A példában szereplő lakás egy 100 m<sup>2</sup> alapterületű családi ház, ahol a központi fűtést egy a fűtött térben elhelyezett 70/55°C hőlépcsőjű földgáz tüzelésű állandó hőmérsékletű kazánnal oldjuk meg, ennek a rendszernek az adatai vannak az első oszlopban. A következő hat oszlop eltérő rendszerek adatait tartalmazza. A számításhoz a

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet fűtési energiaigényre vonatkozó összefüggését használtam, ezek alapján a következő eredményeket kaptam (3. táblázat):

A táblázat felső sora a számított fajlagos fűtési energiaigényt mutatja, a különböző változatok:

1. állandó hőmérsékletű kazán 70/55°C hőfoklépcsővel, állandó fordulatszámú szivattyúval, tároló nélkül, kétsöves fűtés egy központi szabályozóval, földgázüzem,
2. alacsony hőmérsékletű kazán 55/45°C hőfoklépcsővel, állandó fordulatszámú szivattyúval, tároló nélkül, kétsöves fűtés egy központi szabályozóval, földgázüzem,
3. kondenzációs kazán 55/45°C hőfoklépcsővel, fordulatszám szabályozású szivattyúval, tároló nélkül, kétsöves fűtés egy központi szabályozóval, földgázüzem,
4. kondenzációs kazán 55/45°C hőfoklépcsővel, fordulatszám szabályozású szivattyúval, tároló nélkül, kétsöves termosztatikus szelepekkel, 2K arányossági sávval, földgázüzem,
5. pellet-tüzelésű kazán 55/45°C hőfoklépcsővel, állandó fordulatszámú szivattyúval, tároló nélkül, kétsöves fűtés egy központi szabályozóval, elektromos árammal,
6. levegő-levegő hőszivattyú 35/28°C hőfoklépcsővel, állandó fordulatszámú szivattyúval, tárolóval, kétsöves fűtés egy központi szabályozóval, elektromos árammal,

3. táblázat Különböző fűtési rendszerek energiaigényének összehasonlítása (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006)

	1	2	3	4	5	6	7
$E_F$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	217,995	181,913	172,072	165,709	149,241	158,95	161,1425
$q_f$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	149,4	149,4	149,4	149,4	149,4	149,4	149,4
$q_{fh}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	9,6	9,6	9,6	3,3	3,3	9,6	9,6
$q_{fv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	2,9	2,1	0,7	0,7	2,1	2,1	0,7
$q_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	0	0	0	0	0	2,6	1,4
$c_k$	1,3	1,08	1,01	1,01	1,49	0,37	0,37
$\alpha_k$	1	1	1	1	1	1	1
$e_f$	1	1	1	1	0,6	2,5	2,5
$E_{fsz}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	2,22	2,38	3,52	3,52	2,38	2,38	4,22
$E_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	0	0	0	0	0	0,63	0,63
$q_{kv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	0,79	0,79	0,79	0,79	1,96	0	0
$e_v$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Belátható, hogy egy régi gázkazánt kondenzációsra cserélve és termosztatikus szelepeket alkalmazva, megtakarítható a fűtésre fordított energiamennyiség negyede. Hasonló az eredmény a

pellet-tüzelésű kazán és a levegő-víz hőszivattyú alkalmazása esetén, mindkét esetben jelentős megtakarítás érhető el.

## 2.6 Komfortelméleti áttekintés

Az ember környezetéhez való viszonyát a következő tényezők befolyásolják:

- Fizikai tényezők: zaj, fény, tér, sugárzás, légnyomás, levegő összetétele, légmozgás, hőmérséklet.
- Emberi tényezők: genetika, fizikai kondíció, életkor, pszichés állapot, nem.
- Adaptív tényezők: aktivitás, ruházat, helyzet.

A közérzet az egyénben kialakuló szubjektív érzés, amelyet a különböző környezeti tényezők befolyásolnak, mint: akusztika, szaglás, légzés, érintés, látás, nedvesség, hőmérséklet, egyéb tényezők. Zárt térben alkalmazható a komfortérzet fogalma, ezt elsősorban a hőmérséklet, nedvességtartalom, légmozgás, a zaj és a megvilágítás befolyásolja (Dr. Kalmár 2013).

A belső környezet minőségét befolyásoló tényezők:

- Épület (tér, belsőépítészet, ergonómia)
- Hőérzet (levegő hőmérséklete, közepes sugárzási hőmérséklet, levegő nedvességtartalma, levegő sebessége)
- Belső levegő minősége (szaganyagok, gázok, porok, pollenek, vírusok, gombák, baktériumok)
- Zaj (Hangteljesítmény, Frekvencia, hangelnyelés, hangszigetelés)
- Világítás (megvilágítás, színhőmérséklet, természetes fény, kontraszt)

A hőérzetet alapvetően befolyásoló tényezők:

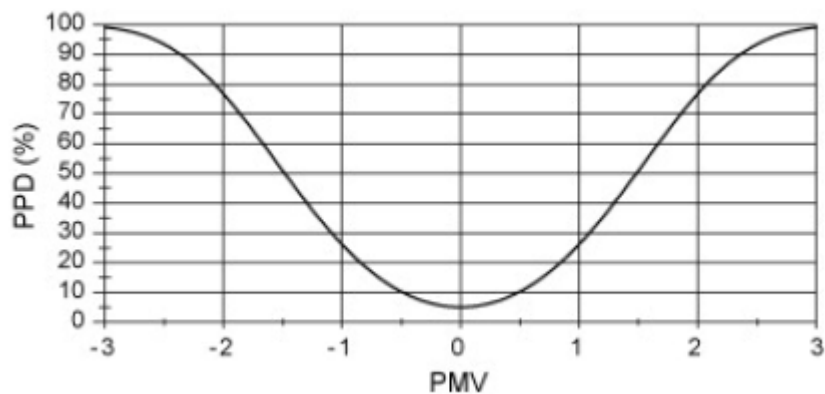
- levegő hőmérséklete, illetve a hőmérséklet térbeli eloszlása)
- környező felületek sugárzási hőmérséklete
- levegőben lévő nedvességtartalom
- levegő relatív sebessége (huzathatás)
- emberi test hőleadása
- ruházat hőszigetelő képessége.

A belső terek hőérzeti méretezésénél különböző szabványokat, előírásokat lehet figyelembe venni, mint: Fanger-diagramok, ISO 7730, MSZ CR 1752, EN 15251, ASHRAE 55.



A Fanger féle PMV, azaz Predicted Mean Vote így több tényező (léghőmérséklet, páratartalom, felületi hőmérséklet) együttes hatását elemzi úgy, hogy a helyiségekben kialakuló hőkomfort állapotot  $-3$  és  $+3$  között egy értékkel jellemzi. A nagyon forró állapotot  $+3$ , a nagyon hideget  $-3$  érték jelöl. A hőérzettel elégedetlenek százalékos arányát (PPD (%)) egy függvénnyel lehet felírni, ami azt fejezi ki, hogy adott körülmények között az emberek hány százaléka érzi magát komfortosan (Dr. Kalmár 2013).

- PMV =  $+0,5$ -nél 10 %,
- PMV =  $+1,08$ -nál 30 %,
- PMV =  $+1,44$ -nél 50 %,
- PMV =  $+2$ -nél az emberek 80 %-a érzi magát kellemetlenül (23. ábra).



23. ábra PMV és PPD kapcsolata (Dr. Kalmár 2013)

Az ISO 7730 az épületeket komfortkategóriákba sorolja PMV és PPD viszony szerint és diagramokban adja meg az adott légállapothoz és kategóriához tartozó operatív hőmérsékleteket. A szabvány meghatározza a diszkomfort miatt elégedetlenek maximális százalékos értékét is.

Ilyen diszkomforttényezők:

- aszimmetrikus sugárzás – zárt térben tartózkodó ember és a környező felületek között sugárzásos hőcsere jön létre. Gyakori eset, hogy a test egyik oldalán magasabb, míg másik oldalán alacsonyabb hőmérsékletű a felület helyezkedik el, ezzel egyik oldalon hőleadást, a másik oldalon hőszugárzásos terhelést okozva. Legnagyobb mértékben a meleg mennyezet és a hideg fal okoz diszkomfortot (Dr. Kalmár 2013).

Különböző fűtési rendszerek eltérő térbeni hőmérséklet eloszlást okoznak, amit az is befolyásol, hogy az egyes fűtési módok esetében a hőleadás milyen módon megy végbe.

- Huzathatás – több tényezőtől függ, ezek: személy érzékenysége, légáramlás jellege
- Hideg vagy meleg padló által okozott diszkomfort
- vertikális hőmérséklet különbség.

A belső levegő minősége kiemelten fontos a belső környezet minőségének megítélésében. A belső levegő minősége a belső terek minden olyan nem termikus jellemzője, amely az ember közérzetét befolyásolja (Dr. Kalmár 2013).

Fontos minőségi mutató a levegőben lévő vízgőz mennyisége. A belső levegő ideális relatív páratartalma 40-60%, a túl száraz levegő irritációt okoz, a túl magas páratartalom gombásodást, illetve a poratkák elszaporodását okozza. A penész növekedését a nedvesebb, párásabb környezet segíti, hideg, hőhidas falak felületén gyakran előfordul. A nedves levegő, illetve a nedves falfelületek lehetővé teszik a vírusok és baktériumok szaporodását is (Dr. Kalmár 2013).

A levegőben lévő nedvesség feldúsulását a zárt térben folytatott tevékenység okozza, például (Dr. Kalmár 2013):

- zuhanyzás 2000g/h
- főzés 900 g/h
- gáztűzhely 400g/h
- nehéz fizikai munka 400 g/h
- verejtékezés nyugalmi állapotban 100 g/h
- légzés 50g/h

A különböző aeroszolok, vagyis a levegőben lebegő szilárd vagy folyadékszemcsék szintén befolyásolják a belső levegő minőségét. A levegőbe kerülő részecskék méretük szerint megkülönböztethetők mint finom, vagy durva szemcsés porok. Az 1µm-nél kisebb részecskék nem ülepednek le, ezek a tüdőbe jutva irritációt okozhatnak (Dr. Kalmár 2013).

### 3. Adott lakóépület bemutatása

#### 3.1 Épület bemutatása, előzmények

A vizsgált épület egy 1999-ben épült, alápincézett családi ház Petőfiszálláson (24. ábra). Az adatok felvétele helyszíni felméréssel történt, melyhez rendelkezésre állt az eredeti tervek másolata is. A szerkezeti kialakítások, rétegrendek is az említett tervek alapján kerültek rögzítésre, a geometriai méreteket helyszíni mérésekkel ellenőriztem, illetve a számításokhoz a tényleges adatokat alkalmaztam, illetve a tulajdonos által elmondottakra tudtam hagyatkozni. Az épület alatt egy két részre osztott pince helyezkedik el, melynek egyik helysége garázként, másik helysége pedig pinceként funkcionál. A lakótérben két hálószoba, egy konyha/étkező, mellékhelységek, kamra és egy lépcsőház helyezkedik el. A padlástér beépítetlen. Az építése óta a ház nem esett át jelentős felújításon, egyedül a kazán lett újabbra cserélve néhány éve. A fűtést és a használati melegvíz ellátást a pincében elhelyezett kondenzációs kazán biztosítja, a fűtési rendszer kétcsöves központi fűtés, melyet egy szobatermosztát vezérel. Kiegészítő fűtésként elhelyeztek egy fatüzelésű kályhát is a konyhában, a tulajdonos elmondása szerint ezt csak alkalmanként használják.

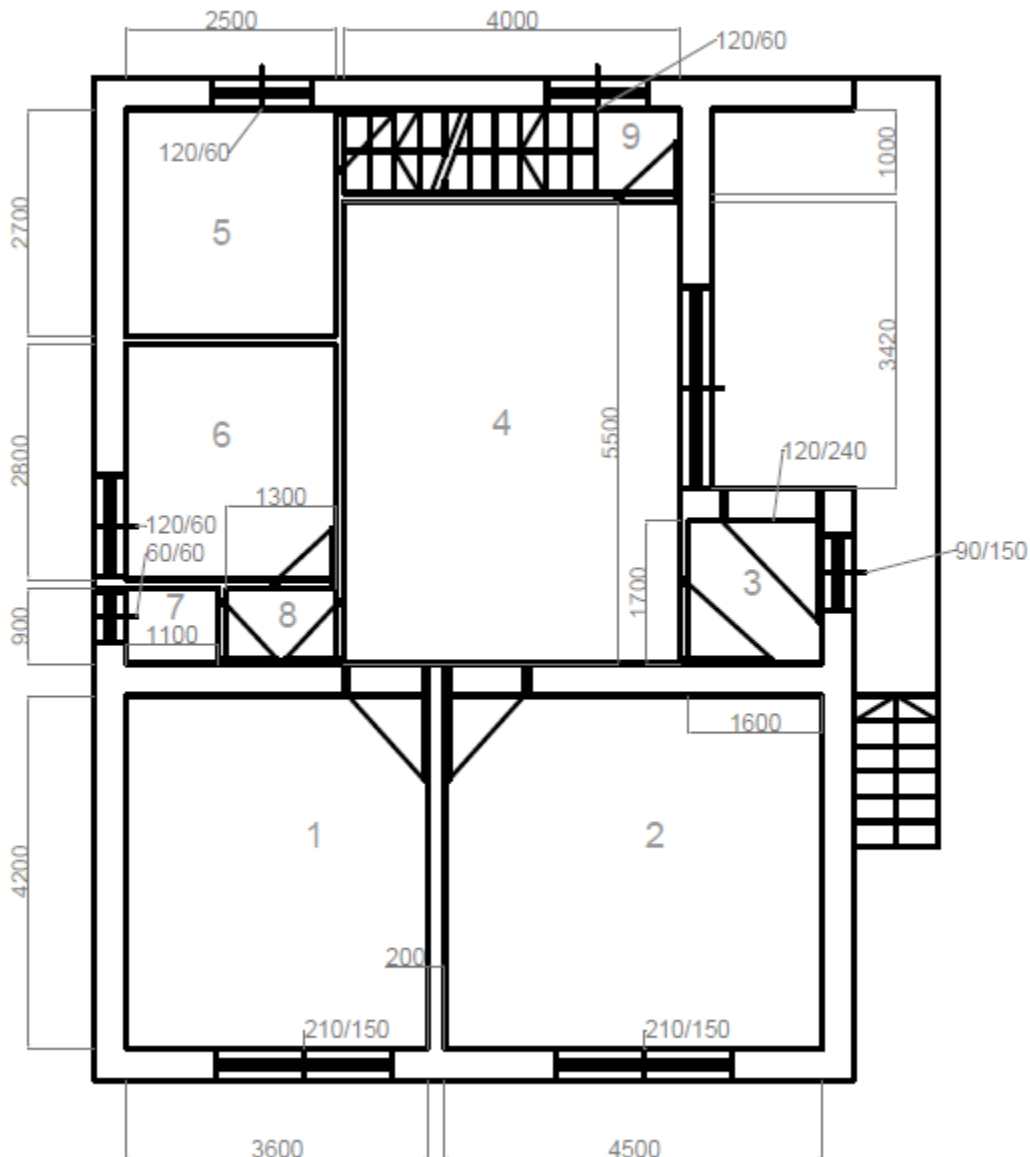


24. ábra A lakóépület utca felőli homlokzata (DNY) (saját kép)

Az épület szerkezetei:

- pincefal, lábazati fal: vasbeton,
- Picefödém: vasbeton gerendák beton béléstesttel, 5 cm XPS szigetelés szerkezeten belül,
- Falszerkezet: külső fal: 38-as téglafal szigetelés nélkül, külső oldalon nemesvaskolattal, válaszfelek 10-es válaszfaltéglából.
- padlásfödém: vasbeton gerendák beton béléstesttel, 5 cm XPS szigetelés szerkezeten belül
- Külső üvegezett nyílászárók (ablakok): műanyag keretes nyílászáró kétrétegű üvegezéssel, fokozott légzárással,
- Bejárati ajtó: Fa szerkezetű ajtó, üvegezéssel, gyenge légzárással,

Az épület alaprajza a 25. ábra-n látható.



25. ábra alaprajz

Az épület energetikai tanúsításához szükséges számításokhoz WinWatt cinege programot, az alaprajz elkészítéséhez a GstarCAD 2024 diáklicenszes változatát, a táblázatok elkészítéséhez az MS excelt használtam. A számítások a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet számítási módszerével készültek. Az építőanyagok tulajdonságait a Bausoft Kft. honlapjáról letölthető adatbázisból használtam fel.

A WinWatt szoftver a Baiusoft Kft. által fejlesztett épületgépészeti program, melynek több, egyebek mellett épületenergetikai modulja is van.

## 3.2 Épület energetikai jellemzőinek meghatározása

### 3.2.1 követelményérték meghatározása

Az épületre vonatkozó követelményértékhez meg kell határozni a külső felület és a fűtött térfogat hányadosát. A rendelet szerint ennek a számnak az ismeretében határozható meg a fajlagos hővesztésgényező követelményértéke.

A ház helyiségei, illetve annak méretei (4. táblázat, 5. táblázat):

4. táblázat helyiség alapterületek és fűtött térfogat

Helyiségek	megnevezés	a (m)	b(m)	$A_f$ (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )
1	szoba	4,2	3,6	15,1	40,8
2	szoba	4,2	4,5	18,9	51,0
3	előtér	1,7	1,6	2,7	7,3
4	konyha/étkező	4,0	5,5	22,0	59,4
5	kamra	2,7	2,5	6,8	18,2
6	fürdőszoba	2,8	2,5	7,0	18,9
7	wc	0,9	1,1	1,0	2,7
8	közlekedő	0,9	1,3	1,2	3,2
9	pince/padlásfeljáró	4,0	1,0	4,0	10,8
	Összes fűtött alapterület			$\sum A_f$ (m <sup>2</sup> )	78,65
	Összes fűtött térfogat			$\sum V$ (m <sup>3</sup> )	212,4

A homlokzatok hossza belső méreteket figyelembevéve:

5. táblázat homlokzatok méretei

	belmagasság (m)	l <sub>1</sub> (m)	A (m <sup>2</sup> )
Padlásfödém			78,7
Pincefödém			78,7
DNY-i homlokzat	2,7	8,1	21,9
DK-i homlokzat	2,7	10,3	27,9
ÉNY-i komlokzat	2,7	10,6	28,6
ÉK-i komlokzat	2,7	8,1	21,9
ΣA			257,5

Az épület határoló felületeinek összege:  $\Sigma A = 257,5\text{m}^2$ , a térfogat  $V = 212,4\text{m}^3$ , ezekből kiszámítva az  $A/V$  viszony:  $A/V = 257,5\text{m}^2/212,4\text{m}^3 = 1,2123$ . A rendelet szerint 2021 január 1-től minden új épületet a közel nulla követelményszinten kell megvalósítani, de ha az épület a hőtároló tömeg szerint nehéznek minősül, akkor az 5. számú melléklet 2. részében szereplő követelményeknek is elegendő megfelelni ahhoz, hogy a közel nulla követelményszintet elérjük. A fajlagos hővesztésgtényező értéke az 5. számú melléklet szerint az  $A/V$  viszony alapján számítandó az alábbi módon,  $0,3 \leq A/V \leq 1,3$  esetén:

$$q_m = q_m = 0,079 + 0,27 (A/V) [\text{W}/\text{m}^3\text{K}] \quad [6]$$

$$q_m = 0,079 + 0,27 (1,2123) = 0,406\text{W}/\text{m}^3\text{K}$$

Az összesített energetikai jellemző követelményértéke:  $E_P = 100\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$

### 3.2.2 Szerkezeti típusok és hőátbocsátási tényezők

Az épület fűtött térfogatát alulról pincefödém, felülről padlásfödém, körben 38-as szigetetlen téglafalazat határolja. Ezekre a szerkezetekre rétegtervi hőátbocsátási tényező számítható, a  $\lambda$  értékeket adatbázisból gyűjtöttem ki (Bausoft Kft. 2023). A nyílászárókra nem áll rendelkezésre

gyártói adat, így becsléssel tudtam értéket felvenni, az ablakok esetén a becsléshez a WinWatt program segítségét is igénybe vettem.

### 3.2.2.1 Nyílászárók méretei, becsült hőátbocsátási tényezők

Az épület ablakai (6. táblázat) egységesen műanyagkeretes nyílászárók, kétrétegű üvegezéssel, négyféle méretben (26. ábra). A keret 3 kamrás PVC profil, körben 120mm-es kerettel. Az üvegezés kétrétegű (4-12-4), argongáz töltésű. Az üvegezés aránya és a becsült hőátbocsátási tényező méretfüggő, melyet a lenti táblázat részletez. Az U érték és az üvegezés arányának meghatározásához a WinWatt segítségét vettem igénybe.



26. ábra Épületre jellemző üvegezett nyílászáró (saját kép)

6. táblázat nyílászárók méretei és U tényezői

Megnevezés	x (m)	y (m)	A (m <sup>2</sup> )	Üvegezés aránya (%)	Üvegfelület (m <sup>2</sup> )	menny. (db)	kerület (m)	ΣA (m <sup>2</sup> )	összes kerület (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Ablak 2,1/1,5	2,1	1,5	3,15	74%	2,331	3	7,2	9,45	21,6	1,51
Ablak 0,9/1,5	0,9	1,5	1,35	62%	0,837	1	4,8	1,35	4,8	1,61
Ablak 1,2/0,6	1,2	0,6	0,72	48%	0,3456	3	3,6	2,16	10,8	1,71
Ablak 0,6/0,6	0,6	0,6	0,36	36%	0,1296	1	2,4	0,36	2,4	1,78
Bejárati ajtó 1,2/2,4	1,2	2,4	2,88	44%	1,2672	1	7,2	2,88	7,2	2,59



A bejárati ajtó faszerkezetű ajtó, középen kétrétegű üvegezéssel (4-12-4), meleg távtartóval. A keret 50mm-es vastagságú, fa, az üvegezés aránya 44%, a hőátbocsátási tényező WinWatt által számított értéke  $2,59\text{W/m}^2\text{K}$ . A fa vagy műanyag keretbe épített nyílászárók esetén a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet szerint megengedett érték:  $1,15\text{W/m}^2\text{K}$  (27. ábra).

Szerkezetek - ajtó - üvegezett 2rtg

Típus: üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)

x: 1,2 m

y: 2,1 m

Hőátbocsátási tényező 2,59 W/m<sup>2</sup>K

Rétegtervi megengedett érték: 1,15 W/m<sup>2</sup>K

Hajlásszöggel kiegészítve  függőleges

Nyílászáró Méretség Nyílászáró számítása

Számítási mód: Keret és üvegezés

Üvegezés: 4-12-4 Ug [W/m<sup>2</sup>K] 2,9 g [:] 0,75

Oldalanként eltérő keret adatok

Keret, tok:	Uf [W/m <sup>2</sup> K]	sz [mm]
Felül: fa (50 mm)	2,2	120
Alul: fa (50 mm)	2,2	120
Jobbra: fa (50 mm)	2,2	300
Balra: fa (50 mm)	2,2	300

Távtartó: Meleg távtartó Pszig [W/mK] 0,04

Eredő U érték: 2,59 W/m<sup>2</sup>K

Üvegezési arány: 44 %

Részletes leírása:

27. ábra üvegezett ajtó U értékének becslése WinWatt-al

### 3.2.2.2 Rétegtervi hőátbocsátási tényezők

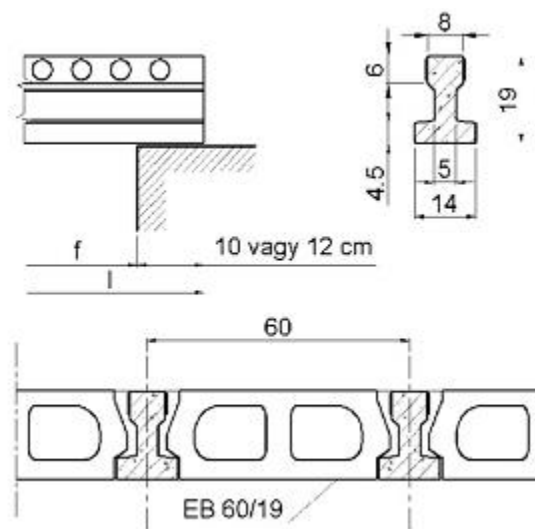
Az épület határoló szerkezeteinek rétegtrendjét részben a rendelkezésre álló dokumentumok, részben a tulajdonostól kapott adatok szerint rögzítettem.

Jellemző rétegtrendek (kívülről befelé):

- Külső fal (HB38-as)
  - nemesvakolat d = 1,5cm
  - mészvakolat d = 1,5cm
  - HB38-as falazat d = 38cm
  - mészvakolat d = 1,5cm
  - diszperziós festék d = 0,01 cm

- Pincefödém: EB-jelű gerendák között EB béléstestek, 5cm XPS szigeteléssel szerkezeten belül. Az EB béléstest egy kavicsbeton béléstest amelyet a hozzá vasbeton EB gerendák közé helyeznek. A födém vastagsága 19cm, a béléstest szélessége 50 cm. A gerendák osztástávolsága 60cm (28. ábra), (Triász Kft. dátum nélk.)..

- diszperziós festék  $d = 0,01$  cm
- mészvakolat  $d = 1,5$ cm
- kavicsbeton  $d = 7$ cm
- Zárt légréteg  $d = 5$ cm
- kavicsbeton  $d = 7$ cm
- hőszigetelés  $d = 5$ cm
- kavicsbeton  $d = 5$ cm
- cementvakolat (ragasztó)  $d = 1$ cm
- burkolat  $d = 0,6$ cm



28. ábra EB gerendák és födém béléstestek elvi bemutatása (Triász Kft. dátum nélk.)

- Padlásfödém: EB-jelű gerendák között EB béléstestek, 5cm XPS szigeteléssel szerkezeten belül. Az EB béléstest egy kavicsbeton béléstest amelyet a hozzá

vasbeton EB gerendák közé helyeznek. A födém vastagsága 19cm, a béléstest szélessége 50 cm. A gerendák osztástávolsága 60cm ( (Triász Kft. dátum nélk.)).

-

- kavicsbeton  $d = 5\text{cm}$
- hőszigetelés  $d = 5\text{cm}$
- kavicsbeton  $d = 7\text{cm}$
- Zárt légréteg  $d = 5\text{cm}$
- kavicsbeton  $d = 7\text{cm}$
- mészvakolat  $d = 1,5\text{cm}$
- diszperziós festék  $d = 0,01\text{ cm}$

A pince és a padlásfödémnél is figyelembe kell venni, hogy 60 cm-es osztással vasbeton gerendák vannak, így a rétegrend érintett része

- kavicsbeton  $d = 7\text{cm}$
- Zárt légréteg  $d = 5\text{cm}$
- kavicsbeton  $d = 7\text{cm}$

-ről – vasbeton  $d = 19\text{cm}$ -re változik. Ezt a módosító hatást területarányosan lehet figyelembe venni.

A rétegtervi hőátbocsátási tényezők értékei az MSZ EN ISO 6946 szerint meghatározva (7. táblázat) :

7. táblázat külső fal rétegtervi hőátbocsátási tényezője

külső fal (HB38)				
réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ , (W/mK)	$\alpha_e$ R (mK/W)
				23
nemesvakolat d=1,5cm	0,015	0,99		0,02
mészvakolat d=1,5cm	0,015	0,81		0,02
HB38-as falazat d=38cm	0,38	0,37		1,03
mészvakolat d=1,5cm	0,015	0,81		0,02
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0		0,00
				8
U W/(m <sup>2</sup> ·K)				0,801

A külső falak hőhidasságát egyszerűsített módszer esetén egy korrekciós tényezővel kell figyelembe venni úgy, hogy meg kell határozni az egységnyi felületre eső hőhidak hosszát, és ez alapján az érték alapján a rendelet 2. mellékletében lévő táblázatból ki kell keresni a megfelelő korrekciós értéket.

A hőhidak fajlagos hosszának számításához össze kell adni:

- pozitív függőleges falsarkok (5db, egyenként 2,7m hosszú),
- függőleges falcsatlakozások (9db, egyenként 2,7m hosszú),
- ajtó és ablakkeretek hossza (korábban kiszámításra került a nyílászárók kerülete),
- mennyezet-fal csatlakozás (az épület vízszintes kerülete),
- padló-fal csatlakozás

Ezeket a hosszmereteket össze kell adni és a homlokzati falak felületeinek összegével el kell osztani. Az így kapott szám alapján táblázatból kikereshető, hogy a fal gyengén, közepesen, vagy erősen hőhidas (8. táblázat, 9. táblázat).

8. táblázat Tájékoztató adatok a  $\chi$  korrekciós tényező kiválasztásához

A hőhidak hosszának fajlagos mennyisége (fm/m <sup>2</sup> )			
Határoló szerkezetek	Határoló szerkezet besorolása		
	gyengén hőhidas	közepesen hőhidas	erősen hőhidas
Külső falak	< 0,8	0,8 - 1,0	> 1,0

9. táblázat az épület homlokzati falainak hőhidasságának számítása

	db	l <sub>i</sub> (m)	l (m)
falsarok	5	2,7	13,50
T-csatl.	9	2,7	24,30
ablakkeret	1	46,8	46,80
mennyezet-fal csatl.	1	37,1	37,10
padló- fal csatl.	1	37,1	37,10
$\Sigma l$ :			158,80
felület A(m <sup>2</sup> )			100,20
hőhidak hosszának fajlagos mennyisége ( $\Sigma l/A$ [fm/m <sup>2</sup> ])			1,58

A hőhidak hosszának számított fajlagos mennyisége 0,62 fm/m<sup>2</sup> ezt az értéket a 8. táblázattal összevetve az állapítható meg, hogy a homlokzati fal erősen hőhidas. a  $\chi$  korrekciós tényező a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet II.1. táblázatából kikeresve: 0,40. (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006)

A pincefodém eredő rétegtervi hőátbocsátási tényezője (10. táblázat, 11. táblázat)

10. táblázat pincefodém (béléstest) rétegtervi hőátbocsátási tényezője

réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ (W/mK)	$\alpha_e$	R (mK/W)
pincefödém belés					
				6	0,17
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,00
mészvakolat d=1,5cm	0,015	0,81			0,02
kavicsbeton	0,07	1,28			0,05
zárt légréteg	0,05	0			0,17
kavicsbeton	0,07	1,28			0,05
XPS szigetelés	0,05	0,035			1,43
kavicsbeton	0,05	1,28			0,04
cementvakolat	0,01	0,93			0,01
burkolat	0,006	1,05			0,01
				6	0,17
U W/(m <sup>2</sup> ·K)					0,473

11. táblázat pincefödém (vasbeton gerenda) rétegtervi hőátbocsátási tényezője

réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ (W/mK)	$\alpha_e$	R (mK/W)
pincefödém gerenda					
				6	0,17
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,00
mészvakolat d=1,5cm	0,015	0,81			0,02
vasbeton	0,19	1,55			0,12
					0,00
XPS szigetelés	0,05	0,035			1,43
kavicsbeton	0,05	1,28			0,04
cementvakolat	0,01	0,93			0,01
burkolat	0,006	1,05			0,01
				6	0,17
U W/(m <sup>2</sup> ·K)					0,511

A pincefödém eredő rétegtervi hőátbocsátási tényezőjét felületarányosan határoztam meg a következő képlettel:  $U_{\text{ATL}} = (U_{\text{béléste}} \cdot A_{\text{béléste}} + U_{\text{gerenda}} \cdot A_{\text{gerenda}}) / (A_{\text{béléste}} + A_{\text{gerenda}})$  ahol az U értékek az előző táblázatokból kapott értékek,

- $U_{\text{béléste}} = 0,473 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- $U_{\text{gerenda}} = 0,511 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Az A értékeket úgy számítottam ki, hogy egy négyzetméterre vetítve  $0,233 \text{ m}^2$  gerendával és  $0,767 \text{ m}^2$  béléstevel számoltam.

A fenti összefüggésbe behelyettesítve:

$$U_{\text{ATL}} = (0,511 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot 0,233 \text{ m}^2 + 0,473 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \cdot 0,767 \text{ m}^2) / 1 \text{ m}^2 = 0,48 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Pincefödém esetén a  $\chi$  korrekciós tényező táblázatból: 0,2 (pincefödém szerkezeten belüli hőszigeteléssel). A rendelet szerint pótkorrekciót is alkalmazni kell, ennek értéke pincefödémek esetén 0,5 és azt fejezi ki, hogy a szerkezet nem a külső térrel érintkezik, hanem egy zárt, fűtetlen térrel, aminek eltér a hőmérséklete a külső tértől.

A padlásfödém hőátbocsátási tényezője ugyanezen számítási módszerrel (12. táblázat, 13. táblázat):

12. táblázat padlásfödém (béléste) rétegtervi hőátbocsátási tényezője

réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ (W/mK)	$\alpha_e$	R (mK/W)
padlásfödém bélés					
				10	0,10
kavicsbeton	0,05	1,28			0,04
XPS szigetelés	0,05	0,035			1,43
kavicsbeton	0,07	1,28			0,05
zárt légréteg	0,05	0			0,17
kavicsbeton	0,07	1,28			0,05
cementvakolat	0,01	0,81			0,01
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,00
					0,00
					0,00
				10	0,10
U W/(m <sup>2</sup> ·K)					0,510

13. táblázat padlásfödém (vasbeton gerenda) rétegtervi hőátbocsátási tényezője

padlásfödém gerenda				
réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ , (W/mK)	$\alpha_e$ R (mK/W)
				10
kavicsbeton	0,05	1,28		0,04
XPS szigetelés	0,05	0,035		1,43
vasbeton	0,19	1,55		0,12
cementvakolat	0,01	0,81		0,01
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0		0,00
				0,00
				10
				0,10
U W/(m <sup>2</sup> ·K)				0,555

- $U_{\text{béléstest}} = 0,510 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- $U_{\text{gerenda}} = 0,555 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Az A értékeket úgy számítottam ki, hogy egy négyzetméterre vetítve 0,233m<sup>2</sup> gerendával és 0,767m<sup>2</sup> béléstesttel számoltam.

A fenti összefüggésbe behelyettesítve:

$$U_{\text{ÁTL}} = (0,555 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) * 0,233 \text{ m}^2 + 0,510 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) * 0,767 \text{ m}^2) / 1 \text{ m}^2 = 0,52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Padlásfödém esetén a  $\chi$  korrekciós tényező táblázatból: 0,1. A rendelet szerint pótkorrekciót is alkalmazni kell, ennek értéke 0,9.

### 3.2.3 Fajlagos hőveszteségtényező meghatározása.

Az épület fajlagos hőveszteségtényezőjét a már ismert  $q = 1/V * (\sum A * U + \sum I * \psi - ((Q_{\text{sd}} + Q_{\text{sid}})/72))$  képlettel kell meghatározni.

Az összefüggés tagjai:

- V: épület fűtött térfogata (m<sup>3</sup>) – a vizsgált épületre 212,4m<sup>3</sup>,



- $\sum A \cdot U + \sum l \cdot \psi$ : a határoló felületek és a hozzájuk tartozó korrekcióval ellátott hőátbocsátási tényezők szorzatösszege (W/K) + a csatlakozó felületek vonalmenti hőhidjainak és a hőhidak hosszának szorzatösszege
- $Q_{sd}$  a direkt sugárzási nyereség (kWh/a)
- $Q_{sid}$  az indirekt sugárzási nyereség (kWh/a) a vizsgált épületre 0.

A  $\sum A \cdot U + \sum l \cdot \psi$  érték (14. táblázat) kiszámításának eredményét a 14. táblázatban foglaltam össze.

14. táblázat- $\sum A \cdot U + \sum l \cdot \psi$ : értékek meghatározása:

	A	U	1 + c	pót korrekció	$U_R$	l	$\psi$	$A \cdot U_R$	$l \cdot \psi$
homlokzati fal	84	0,8	1,4	1	1,12			94,1976	0
Ablak 2,1/1,5	9,45	1,51	1	1	1,51			14,2695	0
Ablak 0,9/1,5	1,35	1,61	1	1	1,61			2,1735	0
Ablak 1,2/0,6	2,16	1,71	1	1	1,71			3,6936	0
Ablak 0,6/0,6	0,36	1,38	1	1	1,38			0,4968	0
Bejárati ajtó 1,2/2,4	2,88	2,59	1	1	2,59			7,4592	0
Padlásfödém	78,7	0,52	1,1	0,9	0,51			40,51476	0
Pincefödém	78,7	0,48	1,2	0,5	0,29			22,6656	0
szerk					0			0	0
<b><math>\sum A \cdot U + \sum l \cdot \psi</math></b>	<b>185,4706</b>							185,4706	0,0000

Az összefüggés következő tagja a  $(Q_{sd}+Q_{sid})/72$  – sugárzási nyereségek számítása. Az előbbi a direkt, míg utóbbi az indirekt sugárzási nyereség. A  $Q_{sd}$ , direkt sugárzási nyereséget a nyílászárók tájolása és az üvegezés típusa alapján számítjuk, a  $Q_{sid}$  esetünkben 0W.

A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet összefüggését használva,

$$Q_{sd} = \epsilon \cdot \sum A_{ü} \cdot g \cdot Q_{TOT} \text{ (kWh/a)} \quad [7]$$

ahol:

- az  $\epsilon = 0,75$ , a  $g$  = az ablakok esetén 0,58, az ajtóra 0,75 és a  $Q_{TOT}$  – tájolás függvényében, táblázatból kikeresett értékek,
- $A \sum A_{ü}$  pedig az üvegezett felületek összege.
- egyszerűsített módszer használata esetén a tájolás hatása elhagyható és az összes nyílászáró északinak tekinthető, illetve a benapozási adatokat nem kell figyelembe venni.

Az eredményeket a következő táblázatban foglaltam össze (15. táblázat):

15. táblázat direkt sugárzási hőnyereség kiszámítása fajlagos hővesztésgtényezőhöz

	égtáj	$A_{ü}$ ( $m^2$ )	$Q_{TOT}$ ( $kWh/m^2a$ )	$g$	$A_{ü} \times g \times Q_{TOT}$
ablak	ÉK	0,6912	100	0,58	40,0896
ajtó	ÉK	1,2672	100	0,75	95,04
ablak	ÉNY	0,4752	100	0,58	27,5616
ablak	DK	3,168	100	0,58	183,744
ablak	DNY	4,662	100	0,58	270,396
$\epsilon$	0,75		<b><math>Q_{SD}</math> (kWh/a)</b>		<b>462,6234</b>

Az így kiszámított adatokat a képletbe behelyettesítve:

$$q = 1/V \cdot (\sum A \cdot U + \sum l \cdot \psi - ((Q_{sd} + Q_{sid})/72)) = 1/212,4 \cdot (185,4706 - 462,6234/72) = \mathbf{0,842W/m^3K}$$

A fajlagos hővesztésgtényező számított értéke:  $q = \mathbf{0,842W/m^3K}$

### 3.2.4 Számított adatok összefoglalása

A rétegtervi hőátbocsátási tényezők és a fajlagos hővesztégtényező kiszámítása után összehasonlítva a követelményértékekkel:

- nyílászárók U értéke: 1,38-2,59W/m<sup>2</sup>K – megengedett, 1,15W/m<sup>2</sup>K – nem felel meg
- külső fal U értéke: 0,801W/m<sup>2</sup>K – megengedett, 0,24W/m<sup>2</sup>K – nem felel meg
- pincefödém U értéke:0,48W/m<sup>2</sup>K – megengedett, 1,15W/m<sup>2</sup>K – nem felel meg
- padlásfödém U értéke: 0,52W/m<sup>2</sup>K – megengedett, 0,26W/m<sup>2</sup>K – nem felel meg
- fajlagos hővesztégtényező: q=0,842W/m<sup>3</sup>K – megengedett, 0,406W/m<sup>3</sup>K – nem felel meg.

### 3.2.5 Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári túlmelegedés kockázatának számításához a TNM rendelet szerinti számítással meghatároztam a nyári sugárzásos hőterhelés mértékét ( $Q_{sd,nyár}$  (W)). A számításhoz szükség van az üvegezett felületek területére négyzetméterben ( $A_{ü}$ ) – korábban kiszámítva, A sugárzás átlagintenzitására, amelyet táblázatból kaptam meg ( $I_{nyár}$ , (W/m<sup>2</sup>)), illetve az üvegezés g értékére. Az eredmény táblázatban összefoglalva (16. táblázat):

16. táblázat nyári sugárzásos hőterhelés számítása

	égtáj	$A_{ü}$ (m <sup>2</sup> )	$I_{nyár}$ (W/m <sup>2</sup> )	gnyár	$A_{ü} \times I_{nyár} \times g_{nyár}$
ablak	ÉK	0,6912	85	0,58	34,07616
ajtó	ÉK	1,2672	85	0,75	80,784
ablak	ÉNY	0,4752	85	0,58	23,42736
ablak	DK	3,168	150	0,58	275,616
ablak	DNY	4,662	150	0,58	405,594
			<b><math>Q_{sdnyár}</math> (W)</b>		<b>819,49752</b>

A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése a következő képlet alapján ellenőrizendő (a TNM rendelet szerin):

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sdnyár} + A_N q_b}{\sum AU + \sum l\Psi + 0,35n_{nyár} V} \quad [K] \quad [7]$$

- A  $Q_{sdnyár}$  értéke ismert, 819,49752W,
- $A_N$  Az épület fűtött alapterülete, 78,7m<sup>2</sup>,

- $q_b$  – a belső hőnyereség átlagos értéke táblázatból, lakóépület esetén  $5\text{W}/\text{m}^2$
- $\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi$  értéke a fajlagos hőveszteség kiszámításakor megismert: 185,4706
- $n_{\text{nyár}}$  táblázatból kivett érték, légcsereszám a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzéséhez – mivel éjszakai szellőztetés több homlokzaton is lehetséges, értéke 9
- $V$ : az épület fűtött térfogata,  $212,4\text{m}^3$

Behelyettesítve a fenti értékeket,  $\Delta t_b = (819,49752\text{W} + 78,7\text{m}^2 \cdot 5\text{W}/\text{m}^2) / (185,4706 + 0,35 \cdot 9 \cdot 212,4\text{m}^3) = 1\,212,99752 / 854,5306 = 1,4195\text{K}$ , azaz a nyári túlmelegedés kockázata nem áll fenn.

### 3.2.6 Fűtési primer energiaigény kiszámítása

A petőfiszállási lakóépület fűtési rendszere két csöves központi fűtés szobatermosztáttal, acéllemez radiátorokkal. A radiátorokon nincs termosztatikus szelep. A hőtermelő egy Ariston kondenzációs kazán, melyet a tulajdonos elmondása szerint néhány éve szereltek fel. A központi fűtés vízszintes elosztóvezetékei a pinceszinten, fűtetlen térben helyezkednek el. Ez a készülék biztosítja a lakás használati melegvíz ellátását is.

A fűtési primer energiaigény meghatározásához szükség van az épület fűtési energiaigényére, és a különböző használatból eredő veszteségek energiaigényére. Előbbit számítással, utóbbiakat táblázatból kaptam meg.

Az éves nettó fűtési energiaigény meghatározásához az alábbi adatokra van szükség:

- $V$ : az épület fűtött térfogata,  $212,4\text{m}^3$
- A fajlagos hőveszteségtényező számított értéke:  $q = 0,842\text{W}/\text{m}^3\text{K}$ ,
- $n$  – légcsereszám a fűtési idényben  $n = 0,51/\text{h}$
- $\sigma = 0,9$  – szakaszos üzem korrekciós szorzó
- $A_N$  Az épület fűtött alapterülete,  $78,7\text{m}^2$ ,
- $q_b$  – a belső hőnyereség átlagos értéke táblázatból, lakóépület esetén  $5\text{W}/\text{m}^2$

Az éves nettó fűtési energiaigény egyszerűsített módszerrel behelyettesítve a már korábban bemutatott képletbe:  $Q_F = 72V(q + 0,35n)\sigma + 4,4A_Nq_b = 72 \cdot 212,4\text{m}^3 \cdot (0,842\text{W}/\text{m}^3\text{K} + 0,35 \cdot 0,5) \cdot 0,9 + 4,4 \cdot 78,7\text{m}^2 \cdot 5\text{W}/\text{m}^2 = 12266,0998\text{kWh/a}$ .

A  $q_f$  – a nettó fajlagos fűtési energiaigény =  $Q_F/A_N = 12266,0998 \text{ kWh/a} / 78,7 \text{ m}^2 = 155,86 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

A fűtés primer energiaigényének meghatározásához az alábbi adatokat használtam fel: A ház egész területe le van fedve központi fűtéssel, kondenzációs kazán hőleadóval (29. ábra, 30. ábra), a konyhában viszont van egy fatüzelésű kályha (31. ábra). A konyha esetében ami  $20 \text{ m}^2$ , figyelembe vettem, hogy 50-50%-ban használható a központi fűtés és a fatüzelés is. A megoszlás arányáról nem kaptam információt, ezért az 50-50% becsült érték. Az épület egészére vetített megoszlás így 88% lefedettség a központi fűtés által és 12% a fatüzelésű kályha által.

- A fűtési energiaigény fajlagos értéke  $155,86 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  – számított érték
- a teljesítmény és hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség  $9,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  – táblázatból – a rendszerben egy központi szabályozó van. Az egyedi fűtés esetén ez az érték 15, de a számítási módszer miatt csak az előzőt vettem figyelembe.
- $q_{fv}$ , hőelosztás veszteségei – a fűtési rendszer kétsöves fűtés, az elosztóvezetékek fűtött téren kívül vannak, a hőfoklépcső  $55/45^\circ\text{C}$ , így ennek értéke  $7,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- $q_{ft} = 0$  mindkét esetben, hőtároló nincs, így annak veszteségével sem kell számolni.
- $c_k$  – teljesítménytényező, táblázatból földgáz üzemű kondenzációs kazán esetén 1,05, egyedi kályha esetén 1,9
- $\alpha_k$  – a központi fűtés 0,88, a fatüzelésű kályha 0,12 értékű (88 és 12%)
- $e_f$  – primer energia átalakítási tényező – földgáz 1, tüzifa 0,6
- $E_{fsz}$  – fajlagos villamos segédenergiaigény csak a gázkazán esetén számít, értéke  $1,98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- $E_{ft} = 0$  – mivel nincs hőtárolás
- $q_{kv}$ , a kazán segédenergia igénye  $0,79 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , fatüzelés 0.
- $e_v$  – elektromos áram primer energia átalakítási tényezője, 2,5

A számításhoz használt adatokat és az eredményt a 17. táblázat tartalmazza. A fűtés fajlagos energiaigénye  $E_F = 190,4822 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (17. táblázat).

$E_F$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>190,4822</b>	
	kondenzációs k	fatüz. Kályha
	55/45	
$q_f$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>155,86</b>	
$q_{fh}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>9,6</b>	<b>0</b>
$q_{fv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>7,8</b>	<b>0</b>
$q_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0</b>	<b>0</b>
$c_k$	<b>1,05</b>	<b>1,9</b>
$\alpha_k$	<b>0,88</b>	<b>0,12</b>
$e_f$	<b>1</b>	<b>0,6</b>
$E_{fsz}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>1,98</b>	<b>0</b>
$E_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0</b>	<b>0</b>
$q_{kv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0,79</b>	<b>0</b>
$e_v$	<b>2,5</b>	



29. ábra kondenzációs falikazán



30. ábra acéllemez radiátor



31. ábra fatüzelésű kályha

### **3.2.7 Melegvízellátás primer energiaigényének kiszámítása**

A lakóépület melegvízellátását a pincében elhelyezett kondenzációs gázkazán biztosítja átfolyós üzemmódban, tároló nélkül. A melegvízkészítés energiaigénye a rendelet szerinti összefüggés alapján került meghatározásra.

Az alapadatok:

- $q_{HMV}$  – használati melegvíz nettó hőenergia igénye (kWh/m<sup>2</sup>a) Lakóépületek esetén az alapterületet figyelembevéve 30kWh/m<sup>2</sup>a
- $q_{HMV,v}$  – A melegvízelosztás fajlagos vesztesége – 13% (táblázatból) – mivel az elosztóvezeték a fűtött téren kívül, a pincében van.
- $q_{HMV,t}$  – Tárolás fajlagos vesztesége – jelen esetben 0%
- $c_k$  – teljesítménytényező, táblázatból földgáz üzemű kondenzációs kazán esetén 1,23
- $\alpha_k$  – 1
- $e_{HMV}$  – primer energia átalakítási tényező – földgáz 1,
- $E_c$  – cirkuláció fajlagos villamos segédenergiaigény értéke 0kWh/m<sup>2</sup>a
- $E_k$  = fajlagos segédenergia igény 0,2kWh/m<sup>2</sup>a
- $e_v$  – elektromos áram primer energia átalakítási tényezője, 2,5

A fenti értékeket behelyettesítve a már megismert összefüggésbe:

$$\begin{aligned} E_{HMV} &= q_{HMV} * (1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) * \sum C_k * \alpha_k * e_{HMV} + (E_c + E_k) * e_v = \\ &= 30 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} * (1 + 13/100 + 0) * 1,23 * 1 * 1 + (0 + 0,2 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}) * 2,5 = \\ &= \mathbf{42,197 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}}. \end{aligned}$$

### 3.2.8 Összesített energetikai jellemző meghatározása, épület osztályba sorolása

Az összesített energetikai jellemző értékét a fűtés és a melegvízkészítés számított energiaigénye alapján határoztam meg, mivel lakóépület esetén a világítás energiaigénye nullának tekintendő, hűtési illetve légtechnikai rendszer nincs.

Ez alapján az összesített energetikai jellemző:  $E_P = E_F + E_{HMV} = 190,4822 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} + 42,197 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} = \mathbf{232,6792 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}}$

Az épület besorolása a 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet szerint: FF, vagyis átlagos (176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról 2008).

### 3.2.9 Összesített energetikai jellemző meghatározása WinWatt szoftverrel



Az épület energetikai jellemzőit meghatároztam WinWatt-tal is, a részletes számítás a dolgozat 1. számú melléklete tartalmazza. Az energetikai jellemző a szoftverrel számolva a fűtési energiaigény számításánál kissé eltér, de ez az eltérés nem jelentős, az épület ebben az esetben is FF besorolást kapott, az összesített energetikai jellemző értéke  $E_p = 238,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

### 3.3 Javaslat kidolgozása hőveszteségek csökkentésére

Az energiahatékonysági fejlesztésnél elsődleges szempont a veszteségek csökkentése, hiszen az el nem használt energia terheli legkevésbé a környezetet és a felhasználó pénztárcáját. Ezt szem előtt tartva a határoló szerkezeteket vizsgáltam meg, hogyan érhető el a követelményérték. Elsődleges megoldásként a külső falszerkezetre, a padlás- és a pincefödémre számítottam hőszigetelő réteget.

Gépészeti szempontból megvizsgáltam a lehetőségét Alternatív hőtermelők alkalmazásának, illetve a jelenlegi hőtermelők áthelyezésének, a rendszer kisebb átalakításának lehetőségeit is.

A jelenlegi helyzetben nehéz gazdaságossági illetve megtérülési szempontok szerint rangsorolni, mivel az energiaárak is és az anyagárak is napról-napra változnak, azonban egy elméleti síkon felállított összehasonlítást is készítettem.

A fajlagos hőveszteségtényező számításához használt összefüggést megvizsgálva, amely a már ismert

$$q = \frac{1}{V} \left( \sum AU + \sum \Psi - \frac{Q_{sd} + Q_{sid}}{72} \right) \quad [2]$$

összefüggés, az alábbi következtetésekre jutottam:

- Az osztóban lévő  $V$  érték, az épület fűtött térfogata, állandó
- $\sum A \cdot U + \sum \Psi$  értékének csökkentésével érhető el a legnagyobb mértékű veszteség csökkentés
- a  $Q_{sd} + Q_{sid}$  értékek az előző értékhez képest nagyságrendileg kisebbek,  $\sum A \cdot U + \sum \Psi = 185,4706 \text{ W/K}$ ,  $(Q_{sd} + Q_{sid})/72 = 6,42 \text{ kWh/a}$ .

Ahhoz, hogy a fajlagos hőveszteségtényező előírt értékét ( $q_m = 0,406 \text{ W/m}^3\text{K}$ ) teljesíteni tudja az épület, a  $\sum A \cdot U + \sum \Psi$  értékét csökkenteni kell  $185,4706 \text{ W/K}$ -ről:

$$\sum A^*U + \sum I^*\psi = q_m^*V + (Q_{sd} + Q_{sid})/72 = 0,406 \text{ W/m}^3\text{K} * 212,4 \text{ m}^3 + 6,42 = 92,6544 \text{ W/K-re.}$$

### 3.4 Javaslat falszerkezet hőszigetelésére

Az egyes szerkezetek  $\sum A^*U + \sum I^*\psi$  korábban kiszámítottam, ezt a 14. táblázatban mutattam be.

A következő táblázatban ugyanezeket az adatokat  $A^*U_R$  szerint rendezve mutatom be (18. táblázat):

18. táblázat  $\sum A^*U + \sum I^*\psi$ :  $A^*U_R$  szerint rendezve.

	A	U	1 + c	pót korrekció	$U_R$	l	$\psi$	$A^*U_R$	(%)
homlokzati fal	84	0,8	1,4	1	1,12			94,1976	50,8%
Padlásfödém	78,7	0,52	1,1	0,9	0,51			40,51476	21,8%
Pincefödém	78,7	0,48	1,2	0,5	0,29			22,6656	12,2%
Ablak 2,1/1,5	9,45	1,51	1	1	1,51			14,2695	7,7%
Bejárati ajtó 1,2/2,4	2,88	2,59	1	1	2,59			7,4592	4,0%
Ablak 1,2/0,6	2,16	1,71	1	1	1,71			3,6936	2,0%
Ablak 0,9/1,5	1,35	1,61	1	1	1,61			2,1735	1,2%
Ablak 0,6/0,6	0,36	1,38	1	1	1,38			0,4968	0,3%
szerk					0			0	0
$\sum A^*U + \sum I^*\psi$	185,4706							185,4706	0,0000

A sorberendezés után látható, hogy a teljes  $A^*U_R$  értéknek 50%-a a homlokzati falból származik (a hővesztés 50%-a a falakon keresztül távozik), a padlás felé 21,8%, a pince felé 12% a veszteség. Elsődlegesen tehát ennek a három szerkezetnek a hőszigetelése javasolt, figyelembe véve ezt az arányt.

#### 3.4.1 Szükséges homlokzati hőszigetelés kiszámítása

A szükséges szigetelési vastagság meghatározásához a már ismert összefüggést használtam, ami az  $U = 1/(1/\alpha_i + \sum d/\lambda + 1/\alpha_e)$ ,

ahol az:

- $\alpha_i$ : belső hőátadási tényező ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )

- $\alpha_e$ : külső hőátadási tényező (W/m<sup>2</sup>K)
- d: szerkezet rétegvastagsága (mm)
- $\lambda$ : szerkezeti rétek hővezetési tényezője (W/mK)

Ezt az összefüggést úgy rendeztem, hogy az eredő U érték a homlokzati falakra érvényes követelményérték, vagyis 0,24 W/m<sup>2</sup>K legyen, az ismeretlen pedig a hőszigetelőréteg vastagsága d (m).

A kereskedői adatok szerint a kőzetgyapot és az EPS 80-as polisztirol hőszigetelés  $\lambda$  értéke 0,039 W/mK, a grafitos polisztirol lapoké 0,031 W/mK (Thermotrading Kft. dátum nélk.).

Behelyettesítve az 1-es összefüggésbe:

- kőzetgyapot vagy EPS80 rendszer

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K} = 1/(R + d_{\text{szig}}/\lambda_{\text{szig}}), \text{ ahol:}$$

- R a falszerkezet eredő hőátbocsátási ellenállása 7. táblázatból 1,25 m<sup>2</sup>K/W
- $d_{\text{szig}}$  = a szigetelés vastagsága
- $\lambda_{\text{szig}}$  = szigetelés hőátbocsátási tényezője (W/m<sup>2</sup>K)

$$\text{Ebből } d = (1/0,24 \text{ W/m}^2\text{K} - 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}) * 0,039 \text{ W/m}^2\text{K} = 0,113 \text{ m}$$

A számított hőszigetelés vastagság kerekítve  $d = 0,12 \text{ m}$  (12cm)

- grafitos polisztirol esetén:

$$d = (1/0,24 \text{ W/m}^2\text{K} - 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}) * 0,031 \text{ W/m}^2\text{K} = 0,091 \text{ m}$$

A számított hőszigetelés vastagság kerekítve  $d = 0,1 \text{ m}$  (10cm)

A homlokzati szigetelés anyagának kiválasztásánál a négyzetméterre vetített anyagár is lényeges, 2023 10. 29-én érvényes bruttó árak csak a hőszigetelő táblákra (Thermotrading Kft. dátum nélk.):

- EPS 12cm vastag: 2736 Ft/m<sup>2</sup>
- EPS Grafit 10cm vastag: 3390 Ft/m<sup>2</sup>
- Kőzetgyapot 12cm vastag: 6936 Ft/m<sup>2</sup>

Grafitos EPS szigetelés választása esetén a fal U értéke (19. táblázat):

- Az MSZ-04-140-2: 1991 szerint a hőszigetelőréteg hővezetési ellenállását pótlékolni kell a rávakolás miatt, ebben az esetben a külső 1cm 0,42-vel van korrekciózva.

19. táblázat Hőszigetelt fal rétegtervi hőátbocsátási tényezője

külső fal (HB38)					
réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ (W/mK)	$\alpha_e$ korr	R (mK/W)
				23	0,043
nemesvakolat	0,002	0,99			0,002
ragasztó	0,003	0,93			0,003
EPSG80 1cm	0,01	0,031		0,42	0,227
EPSG80 9 cm	0,09	0,031			2,903
ragasztó	0,003	0,99			0,003
nemesvakolat d=1,5cm	0,002	0,99			0,002
mészvakolat d=1,5cm	0,015	0,81			0,019
HB38-as falazat d=38cm	0,38	0,37			1,027
mészvakolat d=1,5cm	0,015	0,81			0,019
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,000
				8	0,125
U W/(m <sup>2</sup> ·K)					0,231

A rétegtervi hőátbocsátási tényező meghatározásánál a pontszerű hőhidakat is figyelembe vettem, így a számított, a dübeleket is figyelembe vevő érték WinWatt-ból  $U = 0,238\text{W/m}^2\text{K}$  lesz, ami megfelelő.

### 3.4.2 Javaslat padlásfödém hőszigetelésére

Padlásfödémek esetén a rétegtervi hőátbocsátási tényező megengedett értéke  $U=0,17\text{W/m}^2\text{K}$ . Ezt a már ismert számításba behelyettesítve kiszámítottam a hőszigetelőréteg vastagságát.

Lehetséges szigetelőanyagok ásványgyapot, üveggyapot vagy szórt cellulóz. A választott szigetelés ebben az esetben szórt cellulóz, mivel a hővezetési tényezője megegyezik az üveggyapotéval, de természetes anyag:  $\lambda_{\text{szig}} = 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Eredeti szerkezet hővezetési ellenállása:  $1,96 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$d = (1/0,17 \text{ W/m}^2\text{K} - 1,96 \text{ m}^2\text{K/W}) * 0,039 \text{ W/m}^2\text{K} = 0,153 \text{ m}$$
 kerekítve 16cm.

A rétegtervi hőátbocsátási tényező az alábbiak szerint változik (20. táblázat, 21. táblázat).

20. táblázat padlásfödém (béléstart) rétegtervi hőátbocsátási tényezője

padlásfödém bélés					
réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ (W/mK)	$\alpha_e$	R (mK/W)
				10	0,100
cellulóz	0,16	0,039			4,103
kavicsbeton	0,05	1,28			0,039
XPS szigetelés	0,05	0,035			1,429
kavicsbeton	0,07	1,28			0,055
zárt légréteg	0,05	0			0,170
kavicsbeton	0,07	1,28			0,055
cementvakolat	0,01	0,81			0,012
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,000
					0,000
				10	0,100
U W/(m <sup>2</sup> ·K)					0,165

21. táblázat padlásfödém (vasbeton gerenda) rétegtervi hőátbocsátási tényezője

padlásfödém gerenda					
réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ (W/mK)	$\alpha_e$	R (mK/W)
				10	0,100
cellulóz	0,16	0,039			4,103
kavicsbeton	0,05	1,28			0,039
XPS szigetelés	0,05	0,035			1,429
vasbeton	0,19	1,55			0,123
cementvakolat	0,01	0,81			0,012
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,000
					0,000
				10	0,100
U W/(m <sup>2</sup> ·K)					0,169

A födém eredő hőátbocsátási tényezőjét felületarányosan, a már megismert módszerrel határoztam meg, 0,233m<sup>2</sup> gerendával és 0,767m<sup>2</sup> béléstarttel számítva.

Behelyettesítve:

$$U_{\text{ATL}} = (0,169\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}))*0,233\text{ m}^2 + 0,165\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})*0,767\text{m}^2)/1\text{ m}^2 = 0,166\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}).$$

WinWattban ellenőrizve ugyanezt az értéket kaptam,  $U = 0,166\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

### 3.4.3 Javaslát pincefödém hőszigetelésére.

Pincefödémek esetén a rétegtervi hőátbocsátási tényező megengedett értéke  $U = 0,26\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ . Ezt a már ismert számításba behelyettesítve kiszámítottam a hőszigetelőréteg vastagságát.

Lehetséges szigetelőanyagok: expandált polisztirol, extrudált polisztirol, vagy kompozit fagyapot termék, pl.: Heratekta-C termék (Subrt 1999). Az egyik választható szigetelés ebben az esetben grafitos EPS szigetelés:  $\lambda_{\text{szig}} = 0,031\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ , vagy EPS szigetelés :  $\lambda_{\text{szig}} = 0,039\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  értékkel.

Eredeti szerkezet hővezetési ellenállása:  $2,12\text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

EPS szigeteléssel számolva  $d = (1/0,26\text{W}/\text{m}^2\text{K} - 2,12\text{ m}^2\text{K}/\text{W}) * 0,039\text{ W}/\text{m}^2\text{K} = 0,067\text{m}$  kerekítve  $7\text{cm}$ .

Grafitos EPS-sel számolva:  $d = (1/0,26\text{W}/\text{m}^2\text{K} - 2,12\text{ m}^2\text{K}/\text{W}) * 0,031\text{ W}/\text{m}^2\text{K} = 0,053\text{m}$  kerekítve  $6\text{cm}$ .

A rétegtervi hőátbocsátási tényező grafitos EPS használata esetén az alábbiak szerint változik (22. táblázat, 23. táblázat).

22. táblázat padlásfödém (béléstest) rétegtervi hőátbocsátási tényezője

réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ (W/mK)	$\alpha_e$	R (mK/W)
pincefödém bélés					
				6	0,167
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,000
ragasztó	0,003	0,93			0,003
EPSG80 1cm	0,01	0,031			0,323
EPSG80 9 cm	0,05	0,031			1,613
ragasztó	0,003	0,99			0,003
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,000
mészvakolat d=1,5cm	0,015	0,81			0,019
kavicsbeton	0,07	1,28			0,055
zárt légréteg	0,05	0			0,000
kavicsbeton	0,07	1,28			0,055
XPS szigetelés	0,05	0,035			1,429
kavicsbeton	0,05	1,28			0,039
cementvakolat	0,01	0,93			0,011
burkolat	0,006	1,05			0,006
				6	0,167
U W/(m <sup>2</sup> ·K)					0,257



23. táblázat padlásfödém (vasbeton gerenda) rétegtervi hőátbocsátási tényezője

réteg megnevezése	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	$\alpha_i$ (W/mK)	$\alpha_e$	R (mK/W)
pincefödém gerenda					
				6	0,167
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,000
ragasztó	0,003	0,93			0,003
EPSG80 1cm	0,01	0,031			0,323
EPSG80 9 cm	0,05	0,031			1,613
ragasztó	0,003	0,99			0,003
diszperziós festék d=0,01 cm	0,0001	0			0,000
mészvakolat d=1,5cm	0,015	0,81			0,019
vasbeton	0,19	1,55			0,123
					0,000
XPS szigetelés	0,05	0,035			1,429
kavicsbeton	0,05	1,28			0,039
cementvakolat	0,01	0,93			0,011
burkolat	0,006	1,05			0,006
				6	0,167
U W/(m <sup>2</sup> ·K)					0,256

A födém eredő hőátbocsátási tényezőjét felületarányosan, a már megismert módszerrel határoztam meg, 0,233m<sup>2</sup> gerendával és 0,767m<sup>2</sup> béléstesttel számítva.

Behelyettesítve:

$$U_{\text{ÁTL}} = (0,256\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) * 0,233 \text{ m}^2 + 0,257\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) * 0,767\text{m}^2) / 1 \text{ m}^2 = 0,257\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

WinWattban ellenőrizve ugyanezt az értéket kaptam, **U = 0, 254W/(m<sup>2</sup>·K).**

### 3.4.4 Fajlagos hővesztéstényező értéke szigetelés után:

q, fajlagos hővesztéstényező értéke WinWattal számítva:

- homlokzati hőszigeteléssel: 0,518 W/m<sup>3</sup>K – >0,406W/m<sup>3</sup>K nem felel meg a követelményértéknek,

- homlokzati hőszigeteléssel és padlás szigeteléssel:  $0,389 \text{ W/m}^3\text{K}$ -  $<0,406\text{W/m}^3\text{K}$  megfelel a követelményértéknek,
- homlokzati hőszigeteléssel, padlás és pincefödém szigeteléssel:  $0,338 \text{ W/m}^3\text{K}$ -  $<0,406\text{W/m}^3\text{K}$  megfelel a követelményértéknek.

### 3.4.5 Nyílászárók felülvizsgálata.

Az épület nyílászárói a bejárati ajtó kivételével műanyag keretes nyílászárók kétrétegű hőszigetelt üvegezéssel. A bejárati ajtó egy faszerkezetű üvegezett ajtó ami már szerkezetileg is elöregedett, így megfontolandó a cseréje.

A nyílászárók jelenlegi U értékét korábban meghatároztam, a következő (24. táblázat) táblázatban az előírt U értékkel összehasonlítva láthatóak.

24. táblázat Nyílászárók becsült és előírt U, illetve AxU értékei

	A	U	l + c	pót korrekció	U <sub>R</sub>	A*U <sub>R</sub>	(%)	Előírt U <sub>E</sub>	A*U <sub>E</sub>
Bejárati ajtó 1,2/2,4	2,88	2,59	1	1	2,59	7,4592	4,0%	1,45	4,176
Ablak 1,2/0,6	2,16	1,71	1	1	1,71	3,6936	2,0%	1,15	2,484
Ablak 0,9/1,5	1,35	1,61	1	1	1,61	2,1735	1,2%	1,15	1,5525
Ablak 0,6/0,6	0,36	1,38	1	1	1,38	0,4968	0,3%	1,15	0,414
$\sum A*U + \sum l*\psi$	13,8231					13,8231			8,6265

### 3.5 Gépészeti rendszerek felülvizsgálata, javaslattétel fejlesztésre

Az épületet elsősorban a kondenzációs kazán látja el fűtéssel és melegvízzel, azonban ez a fűtetlen térben van elhelyezve. Meg kell vizsgálni a lehetőségét annak, hogy a kazán a fűtött térbe kerüljön, illetve helyiségenként termosztatikus szelepek felszerelését javaslom. A hőtermelőt hőszivattyúra cserélve, vagy azzal kiegészítve, csökkenthető a lakóépület fosszilis energiahordozóknak való kitétsége. Bár a jelenlegi jogi környezet bizonytalan, meg kell vizsgálni a napenergia hasznosításának lehetőségét nyereségáramforrásként és használati melegvíz készítésre is. A szilárd tüzelésű kályha leszerelése megfontolandó komfort és szabályozhatósági szempontok miatt.

### 3.6 Megtakarítási lehetőségek a fűtési rendszerben.

A fűtési energiaigény csökkenthető másik, kedvezőbb teljesítménytényezőjű hőforrás kiválasztásával, megújuló energia bevonásával, de megfontolandó a meglévő hőtermelő áttelepítése is fűtött térbe, illetve helyiségenkénti szabályozással termosztatikus szelepekkel. A továbbiakban javasolt változtatások az eredeti szerkezeti állapottal, vagyis az eredeti fűtési hőigénnyel kerültek kidolgozásra azzal a céllal, hogy szemléltessem a rendszer egyes elemein végrehajtott változtatások hatását. A lent számolt megtakarítások elméleti értékek, nem tartalmazzák a hőszigetelés és esetleges nyílászárócsere hatását.

A vizsgált javaslatok:

- termosztatikus szelepek beépítése
- Kazán áthelyezése fűtött térbe
- Hőszivattyú alkalmazása hőtermelőként

#### 3.6.1 Termosztatikus szelepek alkalmazása

Az első és egyben legkevesebb költséggel kivitelezhető megoldás a termosztatikus szelepek felszerelése.

A számításokban ez esetben a  $q_{f,h}$  – teljesítmény és hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség változik.

Eredeti érték:  $q_{f,h} = 9,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

- 2K arányossági sávú termosztatikus szelepek használatával:  $q_{f,h} = 3,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . A megtakarítás ebben az esetben  $9,6 - 3,3 = 6,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , ami  $36 \text{ Ft/kWh}$  árral számolva  $237,6 \text{ Ft/m}^2$ ,  $78,7 \text{ m}^2$  fűtött alapterületre vetítve  $18,699 \text{ Ft/év}$ .
- 1K arányossági sávú termosztatikus szelepek használatával:  $q_{f,h} = 1,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . A megtakarítás ebben az esetben  $9,6 - 1,1 = 8,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , ami  $36 \text{ Ft/kWh}$  árral számolva  $306 \text{ Ft/m}^2$ ,  $78,7 \text{ m}^2$  fűtött alapterületre vetítve  $24,802 \text{ Ft/év}$

#### 3.6.2 Kazán áthelyezése fűtött térbe.

A kazán áthelyezésével hasznos helyet veszítünk a lakótérből, viszont a fűtetlen tér okozta veszteségeket így kizárhatjuk.

Két tényező változik meg:

- a hőtermelő teljesítménytényezője, 1,05-ről 1,01-re változik
- $q_{f,v}$ , a hőelosztás veszteségei, 7,8 kWh/m<sup>2</sup>a helyett 2,1 kWh/m<sup>2</sup>a

Visszahelyettesítve az eredeti számítási képletbe (25. táblázat):

25. táblázat Hőtermelő fűtött térbe való helyezésének hatása

$E_f$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	178,5375	
	kondenzációs k	fatüz. Kályha
	55/45	
$q_f$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>155,86</b>	
$q_{fh}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>9,6</b>	<b>15</b>
$q_{fv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>2,1</b>	<b>0</b>
$q_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0</b>	<b>0</b>
$\alpha_k$	<b>1,01</b>	<b>1,9</b>
$\alpha_k$	<b>0,88</b>	<b>0,12</b>
$e_f$	<b>1</b>	<b>0,6</b>
$E_{fsz}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>1,98</b>	<b>0</b>
$E_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0</b>	<b>0</b>
$q_{kv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0,79</b>	<b>0</b>
$e_v$	<b>2,5</b>	

A fűtés primer energiaigénye 190,4822 kWh/m<sup>2</sup>a -ról 178,5375kWh/m<sup>2</sup>a-ra csökkent, a megtakarítás 11,95 kWh/m<sup>2</sup>a - 33841Ft/év.

### 3.6.3 Fatüzelésű kályha megszüntetése és levegő-víz hőszivattyú alkalmazása a kazánnal párhuzamosan

A hőszivattyús fűtési mód napjainkban egyre elterjedtebb, kedvező teljesítménytényezője és az energiaárak körüli bizonytalanság miatt. A korszerűsítés során szempont az is, hogy részben vagy egészben megújuló energia is fel legyen használva az épület fűtésére, hőszivattyú alkalmazása esetén ez teljesül. Elektromos üzemeltetve, egy napelemes kiserőmű kiépítésével ez az arány tovább növelhető. Az általam javasolt gép levegő víz hőszivattyú, mivel a talajkollektoros, talajszondás és geotermikus kivitelekhez képest alacsonyabb a beruházási igénye. Kompakt mérete miatt egyszerűen illeszthető a meglévő épületünkhöz, nincs szükség jelentős átalakításra és kutak

fűrésára, vagy földmunkákra a kollektor elhelyezéséhez. Az általam javasolt rendszer a levegő víz hőszivattyú mellett tartalmazza a megmaradó gázkazánt is. Ennél a változatnál a kondenzációs kazán a fűtetlen térben marad, de a teljesítmény és hőigény illesztésének pontatlanságából adódó veszteség változik, mivel termosztatikus radiátorszelepekkel számoltam.

A hőszivattyú teljesítménytényezője 0,37, a primer energia átalakítási tényező 1,8, mivel kedvezményes hőszivattyús tarifa igényelhető. A példában 50-50% lefedettség megoszlással számoltam (26. táblázat).

26. táblázat Hőszivattyú és kondenzációs kazán bivalens üzemmódban.

$E_F$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	149,7944	
	kondenzációs k	hőszivattyú
	55/45	
$q_f$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>155,86</b>	
$q_{fh}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>
$q_{fv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>7,8</b>	<b>7,8</b>
$q_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0</b>	<b>0</b>
$c_k$	<b>1,01</b>	<b>0,37</b>
$\alpha_k$	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
$e_f$	<b>1</b>	<b>1,8</b>
$E_{fsz}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>1,98</b>	<b>1,98</b>
$E_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0</b>	<b>0</b>
$q_{kv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0,79</b>	<b>0</b>
$e_v$	<b>2,5</b>	

A fűtés primer energiaigénye 190,4822 kWh/m<sup>2</sup>a -ról 149,7944kWh/m<sup>2</sup>a-ra csökkent, a megtakarítás 11,95 kWh/m<sup>2</sup>a - 115276Ft/év.

### 3.7 Használati melegvíz ellátás energiaigényének csökkentése

A lakóépület melegvízellátását a pincében elhelyezett kondenzációs kazán biztosítja. Ennek energiaigényét a korábbiakban kiszámítottam,  $E_{HMV} = 42,197\text{kWh/m}^2\text{a}$ .

A melegvízkészítés energiaigénye csökkenthető:

- a kazán fűtött térbe helyezésével

- hőszivattyús melegvíztároló alkalmazásával
- távozó levegő hőszivattyús rendszer és napkollektor alkalmazásával puffertároló beépítésével

### **3.7.1 Meglévő kondenzációs kazán fűtött térbe helyezésének vizsgálata**

A kazán fűtött térbe helyezésével: ebben az esetben csak a  $q_{HMVv}$  (kWh/m<sup>2</sup>a) melegvíz elosztás veszteségeit csökken. Az energiaigény  $E_{HMV}=41$  kWh/m<sup>2</sup>a lenne, ami nem jelentős, a teljes alapterületre vetítve 3,2kWh/a.

### **3.7.2 Pincében elhelyezett hőszivattyús melegvíztároló alkalmazásának vizsgálata**

Ebben az esetben a használati melegvizet egy pincelevegőt használó tárolós vízmelegítő szolgáltatná. Az elosztási veszteség nem csökken, mivel ez a fűtetlen térbe kerülne, és számolni kell tárolás miatti hőveszteséggel is ( $q_{HMVt}$  (%)), ami 28%. A  $C_k$ , teljesítménytényező ebben az esetben jelentősen javul, 0,33-ra, az elektromos áram átalakítási tényezője  $e_{HMV} = 1,8$ . Az így számított energiaigény már 26%-kal kedvezőbb az eredetinel,  $E_{HMV} = 22,99$  kWh/m<sup>2</sup>a.

### **3.7.3 Hőszivattyús rendszer és napkollektorok együttes használatának vizsgálata**

Ebben az esetben a rendszer egy levegő-víz hőszivattyúból, egy síkkollektoros rendszerből és egy puffertárolóból áll. A részarányt a két elem között 50-50%-nak tekintetem. A hőszivattyú  $C_k$  teljesítménytényezője 0,26, az elektromos áram átalakítási tényezője  $e = 1,8$ . A kollektoros rendszer esetén a teljesítménytényezőnek és az energia átalakítási tényezőnek nincs jelentősége, az  $e_{HMV}$  értéke 0. Mivel mindkét hőtermelő puffertartályt fűt, szükség van cirkulációra, vagyis az  $E_c$ , cirkuláció segédenergia igénye 1,14kWh/m<sup>2</sup>a. Behelyettesítve az értékeket,  $E_{HMV} = 12,8$  kWh/m<sup>2</sup>a lesz, ami 29,5 kWh/m<sup>2</sup>a megtakarítás, az egész épületre vetítve: 2014kWh/a.

Az előzőekben felsorolt alternatívák számszerűsített adatainak összegzését a következő táblázat tartalmazza (27. táblázat).

27. táblázat különböző használati melegvíztermelő rendszerek energiaigényének összehasonlítása.

	kondenzációs kazán fűtetlen térben	kondenzációs kazán fűtetlen térben	hőszivattyús melegvítároló	távozó levegős hőszivattyú + napkollektor
$q_{HMV}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	30,0000	30,0000	30,0000	30,0000
$q_{HMVv}$ (%)	13	10	13	13
$q_{HMVt}$ (%)	0	0	16	28
$c_k$	1,23	1,23	0,33	0,26   1
$\alpha_k$	1	1	1	0,5   0,5
$e_f$	1	1	1,8	1,8   0
$E_c$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	0	0	0	1,14
$E_k$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	0,2	0,2	0	0
$e_v$	2,5	2,5	2,5	2,5
<b>EHMV</b>	<b>42,197</b>	<b>41,090</b>	<b>22,988</b>	<b>12,748</b>

Az alapadatok:

- $q_{HMV}$  – használati melegvíz nettó hőenergia igénye (kWh/m<sup>2</sup>a)
- $q_{HMV,v}$  – A melegvízelosztás fajlagos vesztesége
- $q_{HMV,t}$  – Tárolás fajlagos vesztesége
- $c_k$  – teljesítménytényező,
- $\alpha_k$  – hőtermelő által lefedett részarány
- $e_{HMV}$  – primer energia átalakítási tényező
- $E_c$  – cirkuláció fajlagos villamos segédenergiaigény (kWh/m<sup>2</sup>a)
- $E_k$  - fajlagos segédenergia igény (kWh/m<sup>2</sup>a)
- $e_v$ , – elektromos áram primer energia átalakítási tényezője

### 3.8 Különböző megoldási javaslatok összehasonlítása.

A különböző korszerűsítési javaslatok közötti választást segíti a WinWatt optimum modul, amiben rögzíthetők a lehetséges fejlesztési megoldások kiegészítve energia és beruházási költséggel. A szoftver segítséget ad a különböző alternatív megoldások közötti rangsorolásra, segítve a választást.

A vizsgálat a következő lépésekből áll:

- hőszigetelési rendszerek felvétele
- alternatív fűtési rendszerek felvétele
- használati melegvízkészítő rendszerek felvétele
- összehasonlítás, a kapott adatok elemzése.
- 

Fontos leszögezni, hogy a jelenlegi környezetben nehéz megtérülést számolni mivel az anyagárak és az energiaárak is ingadoznak, illetve nehezen belátható a jövőbeni alakulásuk.

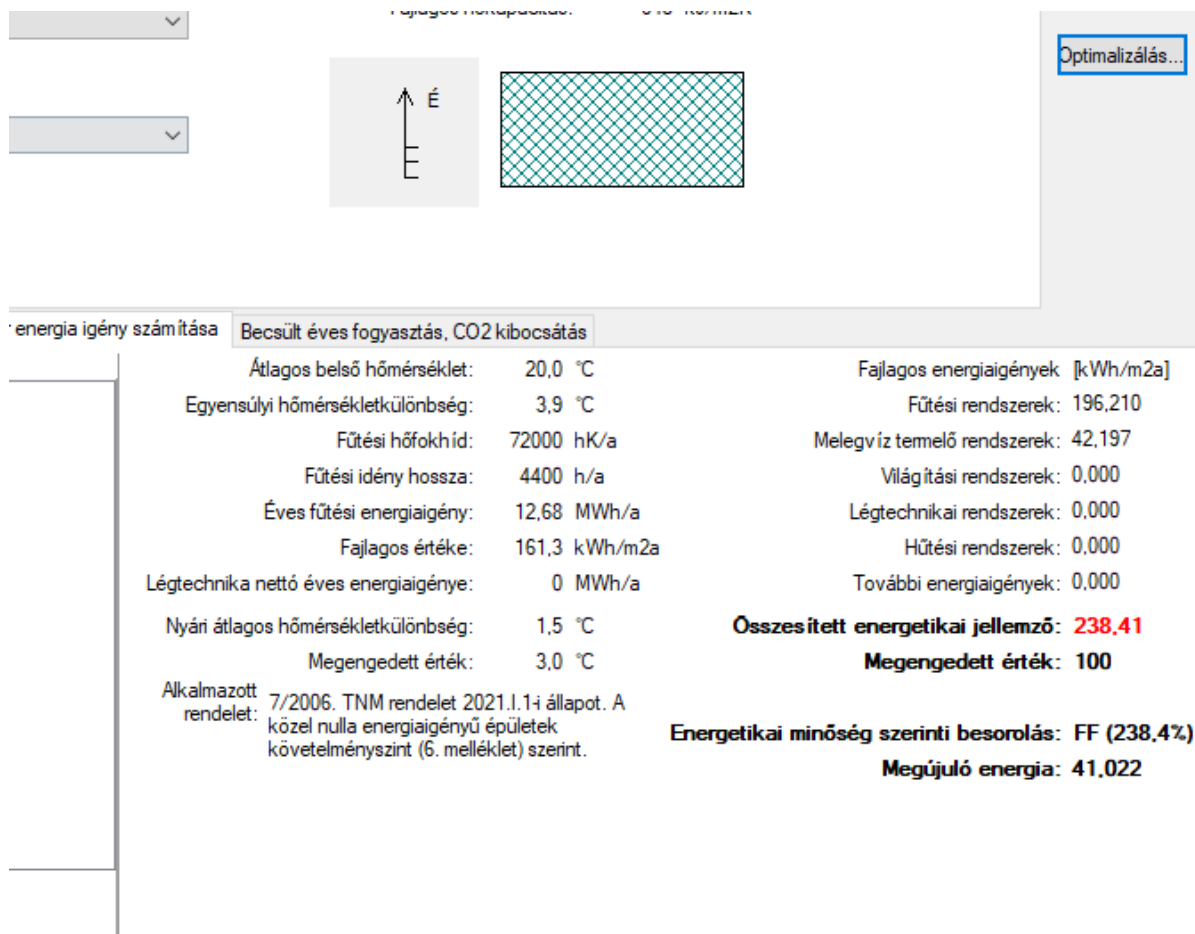
### 3.8.1 Hőszigetelési rendszerek felvétele.

Az épület eredeti állapotát már rögzítettem WinWattban, ezeket az adatokat kiegészítve a következő opciókat rögzítettem:

- Homlokzati hőszigetelés:
  - kőzetgyapot  $d = 12\text{cm}$ ,  $\lambda = 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - EPS 80 polisztirol hőszigetelés  $d = 12\text{cm}$ ,  $\lambda = 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - EPSG 80 grafitos polisztirol hőszigetelés  $d = 10\text{cm}$ ,  $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^2\text{K}$
- padlásfödém hőszigetelés:
  - üveggyapot  $\lambda = 0,039\text{W/m}^2\text{K}$ ,  $d = 16\text{cm}$ .
  - ásványgyapot  $\lambda = 0,039\text{W/m}^2\text{K}$ ,  $d = 16\text{cm}$ .
  - szórt cellulóz  $\lambda = 0,039\text{W/m}^2\text{K}$ ,  $d = 16\text{cm}$ .
- pincefödém hőszigetelés:
  - EPS 80 polisztirol hőszigetelés  $d = 7 \text{ cm}$ ,  $\lambda = 0,039 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - EPSG 80 grafitos polisztirol hőszigetelés  $d = 6 \text{ cm}$ ,  $\lambda = 0,031 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Nyílászárók:
  - Ablakok és ajtók esetén is a követelményeket teljesítő,  $\lambda = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  hőátbocsátási tényezőjű nyílászárók tervezve

A hőszigetelési rétegvastagságokat a korábbi számítások során már meghatároztam, az akkor kapott eredményeket használtam (32. ábra).





32. ábra Épület primer energiaigénye WinWattal számítva

Az optimalizáló modul elindítása után láthatóak a jelenlegi épületszerkezetek értékei, összefoglalva (28. táblázat):

28. táblázat jelenlegi szerkezetek jegyzéke

Szerkezet	típus	A	U	l	$\Psi$	AU*+l $\Psi$	AU/ $\Sigma$ A U
megnevezés	-	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m]	[W/mK]	[W/K]	[%]
Külső fal - HB38	külső fal	84,3 8	1,12	0	0	94,59	51,1
padlásfödém - VB- bélés+ger	padlásfödém	78,6 5	0,571	0	0	40,42	21,9
pincefödém I - VB- bélés+ger	pincefödém	78,6 5	0,576	0	0	22,65	12,2
ablak műa - hőszigetelt 2rtg	ablak (külső, fa vagy PVC)	9,45	1,51	0	0	14,27	7,7
ajtó - üvegezett 2rtg	üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)	2,52	2,59	0	0	6,527	3,5
ablak műa - hőszigetelt 2rtg	ablak (külső, fa vagy PVC)	2,16	1,71	0	0	3,694	2
ablak műa - hőszigetelt 2rtg	ablak (külső, fa vagy PVC)	1,35	1,61	0	0	2,173	1,2
ablak műa - hőszigetelt 2rtg	ablak (külső, fa vagy PVC)	0,36	1,78	0	0	0,6408	0,3

A program úgy működik, hogy a meglévő szerkezetek a képernyő felső részén találhatóak, az alsó térfélen pedig az előre rögzített alternatív szerkezetek listáját találjuk. Egy javítandó szerkezetnek úgy lehet alternatívot választani, hogy a lenti listából átvonszolva a javítandó szerkezetre húzzuk az újat. A 28. táblázatban lévő adatokat már sorba rendeztem AU+ l $\Psi$  szerint, hogy a nagyobb veszteséget okozó felület legyen a lista elején.

Az így létrehozott szerkezetek (29. táblázat):

29. táblázat táblázat új szerkezetek U értékei

Szerkezet	típus	U	U <sub>r</sub>
megnevezés	-	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
Külső fal - HB38 H10CMEPSG	külső fal grafitos EPS szigetelés	0,33	0,24
Külső fal - HB38 H12CKőzet	külső fal kőzetgyapotszigetelés	0,32	0,24
Külső fal - HB38 H12CMEPS	külső fal EPS szigetelés	0,32	0,24
ablak műa - hőszigetelt Megfelel	ablak (külső, fa vagy PVC)	1,9	0
ajtó - megfelelt	üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)	1,10	0
padlásfödém - VB-bélés+ger cell	padlásfödém cellulóz szigetelés	0,18	0,17
padlásfödém - VB-bélés+ger ÁGY**	padlásfödém ásványgyapot	0,16	0,15
padlásfödém - VB-bélés+ger_ÜGY**	padlásfödém üveggyapot	0,17	0,16
pincefödém I - VB-bélés+ger 7EPS	pincefödém EPS szig	0,31	0,26
pincefödém I - VB-bélés+ger EPSG	pincefödém grafitos EPS szig	0,31	0,26
** 10+7,5 cm-es réteggel számolva elérhetőség miatt			
*** 2x10 cm-es réteggel számolva elérhetőség miatt			

A szerkezetek cseréjekor a rendszer kéri az egy négyzetméterre vetített árat. Internetes forrásokra támaszkodva az 30. táblázat szerinti becsült árakat rögzítettem (33. ábra):

30. táblázat létrehozott alternatív szerkezetek és becsült fajlagos költségeik (LEV-SZOL KFT. dátum nélk.), (Premep 2023)

szerkezet	megnevezés	anyag ktg (HUF/m <sup>2</sup> )	munkadíj (HUF/m <sup>2</sup> )	összesen (HUF/m <sup>2</sup> )
Homlokzati	Kőzetgyapot 12cm	11000	5000	16000
Homlokzati	EPS 12cm	3300	5000	8300
Homlokzati	EPSG 10cm	6000	5000	11000
pince	EPSG 6cm	2900	4000	6900
pince	EPS 7cm	2300	4000	6300
padlás	üveggyapot **	2800	1000	3800
padlás	ásványgyapot ***	3200	1000	4200
padlás	cellulóz*	2700	0	2700
nyílászáró		45000	13000	58000
* anyag+munkadíj együtt				
** 10+7,5 cm-es réteggel számolva elérhetőség miatt				
*** 2x10 cm-es réteggel számolva elérhetőség miatt				

Minden szerkezethez a megfelelő kiváltó szerkezet társítva:

A fűtött teret határoló szerkezet típusok								A szerkezet kiváltására alkalmas alternatívák						
Szerkezet megnevezés	típus	A [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	I [m]	ψ [W/mK]	AU'+Iψ [W/K]	∑U/∑A [W/m <sup>2</sup> K]	N	Szerkezet megnevezés	á [Ft]	Á [eFt]	AU'+Iψ [W/K]	ΔAU [%/mFt]	C
Külső fal - HB38	külső fal	84,38	1,12	-	-	94,59	51,1	3	Külső fal - HB38 H10CMEP...	11000	928,2	28,1	38,73	
ablak műa - hősz...	ablak (küls...	9,45	1,51	-	-	14,27	7,7	1	Külső fal - HB38 H12CKőzet	16000	1350,1	26,83	27,13	
ablak műa - hősz...	ablak (küls...	1,35	1,61	-	-	2,173	1,2	1	Külső fal - HB38 H12CMEPS	8300	700,4	26,83	52,3	
ablak műa - hősz...	ablak (küls...	2,16	1,71	-	-	3,694	2,0	1						
ablak műa - hősz...	ablak (küls...	0,36	1,78	-	-	0,6408	0,3	1						
ajtó - üvegezett 2...	üvegezett...	2,52	2,59	-	-	6,527	3,5	1						
padlásfödém - V...	padlásföd...	78,65	0,571	-	-	40,42	21,9	3						
pincefödém I - V...	pincefödém	78,65	0,576	-	-	22,65	12,2	2						

33. ábra szerkezetek párosítása HB38-as falhoz

### 3.8.2 Alternatív fűtési rendszerek felvétele

A következő lépés a gépészeti rendszerek felülvizsgálata, ezen belül a fűtési rendszeré. Ebben az esetben a korábban ismertetett kombinációkat vettem fel (34. ábra).

A variánsok:

- termosztatikus szelepek beépítése – becslt ár 100 000 Ft
- Kazán áthelyezése fűtött térbe – becslt ár: 700 000 Ft
- Hőszivattyú alkalmazása hőtermelőként – becslt ár: 1 500 000 Ft (a melegvíz hőszivattyús rendszerrel együtt kiépítve, illetve a két tétel között a költség megoszlik, a modellezéshez a teljes árat két részre osztva vettem fel, Fűtés - 3,5m, illetve HMV - 1,5 m. HUF-fal vettem fel)
- 
- termosztatikus szelepek beépítése és kályha megszüntetése – becslt ár 100 000 Ft
- Kazán áthelyezése fűtött térbe és kályha megszüntetése – becslt ár: 700 000 Ft

Gépészeti rendszerek					Variációk		
Rendszer típusa	Rendszer megnevezése	Q [MWh/a]	q [kWh/m <sup>2</sup> a]	N	Rendszer megnevezése	Á [eFt]	Csoportjel
Fűtési rend...	Fűtési rendszer	15,4	196,21	1	termosztatikus szelepek	100,0	
Melegvíz-te...	Melegvíz-termelő ren...	3,3	42,20	1	Kazán áthelyezése	700,0	Áthelye...
Nyereségá...	Nyereségáram forrás	0,0	0,00	1	Hőszivattyú+kondenzációs k	3500,0	Hősziva...
					Kazán áthelyezése - kályha me...	700,0	
					termosztatikus szelepek - kályh...	100,0	

Gépészeti rendszerek adatbázisa	
Rendszer megnevezése	Leírása
Fűtési rendszer	termosztatikus szelepek
Melegvíz-termelő rendszer	Kazán áthelyezése
Világítási rendszer	Hőszivattyú+kondenzációs k
Légtechnikai rendszer	Kazán áthelyezése - kályha me...
Hűtési rendszer	termosztatikus szelepek - kályh...
Nyereségáram forrás	

34. ábra fűtési rendszerek változatai felvétele

### 3.8.3 Alternatív használati melegvízkészítő rendszerek felvétele

A használati melegvíz készítésére három alternatív javaslat készült (35. ábra):

- a kazán fűtött térbe helyezése – becslült ár 100 000 Ft (mivel a fűtési hőtermelő is ugyanaz, a költség is megoszlik)
- hőszivattyús melegvítároló alkalmazásával – becslült ár 500 000 Ft
- távozó levegő hőszivattyús rendszer és napkollektor alkalmazásával puffertároló beépítésével – becslült ár 1 500 000 Ft (a fűtési hőszivattyús rendszerrel együtt kiépítve, illetve a két tétel között a költség megoszlik, a modellezéshez a teljes árat két részre osztva vettem fel, Fűtés - 3,5m, illetve HMV - 1,5 m. HUF-fal vettem fel)

Gépészeti rendszerek					Variációk		
Rendszer típusa	Rendszer megnevezése	Q [MWh/a]	q [kWh/m <sup>2</sup> a]	N	Rendszer megnevezése	Á [eFt]	Csoportjel
Fűtési rend...	Fűtési rendszer	15,4	196,21	1	Hőszivattyú + napkollektor	1500,0	Hősziva...
Melegvíz-te...	Melegvíz-termelő ren...	3,3	42,20	1			
Nyereségá...	Nyereségáram forrás	0,0	0,00	1			

35. ábra Használati melegvíz rendszerek változatai felvétele (példa – hőszivattyús rendszer + napkollektor)

### 3.8.4 Nyereségáramforrás felvétele

Nyereségáram forrásként egy 4,5kWp teljesítményű napelemes rendszert vettem fel, az éves nyereségáram mennyiség 5400kWh, a becsült bekerülési ár 2 200 000 Ft.

### 3.8.5 Eredmények elemzése, összehasonlítás

Utolsó lépésként az energiaárakat adtam meg,

- nappali elektromos áram: 36 Ft/kWh
- vezérelt áram: 22 Ft/kWh
- hőszivattyús áram: 22,9 Ft/kWh
- földgáz: 2,9 Ft/MJ

Az első próbálkozás eredményét szűrni kellett. Mivel az egyik cél az, hogy legalább két osztályt javuljon az épület besorolása, a DD, EE és FF eredményt adókat ki is szűrtem. A 30 évnél hosszabb megtérülési idejű projekteket szintén kiszűrtem. A 25 évnél magasabb megtérülési idejű csoportba jellemzően a hőszivattyús rendszerek kerültek a magas bekerülési költség miatt. A következő szűrés a fajlagos hőveszteségtényező,  $q = 0,3-0,4 \text{ W/m}^3\text{K}$  értékűeket válogattam ki, mivel fő szempont a veszteség csökkentése.

Ezek közül négy változatot emelnék ki:

#### 3.8.5.1 Az 1. változat ismertetése

Az első a variáció (táblázatban 1. változat) egy alacsony költséggel megvalósítható fejlesztés. A végrehajtandó módosítások: homlokzati szigetelés, padlásfödém szigetelés, hőszivattyús melegvíztároló felszerelése és termostatikus szelepek alkalmazása. Az elérhető besorolás: CC.

Módosítások:

- padlásfödém szigetelés 16cm vastag fűjt cellulózzal
- külső homlokzati fal szigetelése 10cm vastag grafitos EPS szigeteléssel
- Hőszivattyús melegvíztároló felszerelése (hőszivattyús elektromos árammal, elhelyezés fűtetlen térben)
- Fűtési rendszerben termostatikus szelepek alkalmazása

A szigetelés alkalmazásával jelentősen csökken a hőveszteség, ezáltal a fűtési hőigény. A fűtési rendszeren minimális változtatást javasoltam végrehajtani, mindössze a radiátorszelepeket kell termostatikus változatokra cserélni. A radiátorszelepek cseréjének van a legkisebb

beruházásigénye, de a fajlagos fűtési energiaigény 5%-kal csökkenthető (3. táblázat). A melegvízellátás energiaigénye a kondenzációs kazánt hőszivattyús tárolóra cserélve szintén csökkenthető az eredeti érték felére.

Az így elért energetikai jellemzők:

- fajlagos hőveszteségtényező:  $q = 0,398 \text{ W/m}^2\text{K}$  (-52,7%)
- Fűtés fajlagos primer energiaigénye:  $E_F = 104,97 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Melegvíz fajlagos primer energiaigénye:  $E_{HMV} = 22,99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Összesített fajlagos primer energiaigény:  $E_P = 127,96 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Az energetikai jellemző az eredeti  $238,407 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  értékről  $127,96 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ -ra csökkent, vagyis az épület fajlagos fogyasztása ezzel a megoldással 46,3%-ot csökkenne. Az éves becsült megtakarítás 77100 Ft, a beruházás 22,6 év alatt térülhet meg.

Előnyök:

- alacsony beruházási költség,
- alacsony megtérülési idő
- jelentősen csökken az épület hővesztesége, fűtési energiaigény kevesebb.

Hátrányok:

- a földgáztól, mint energiahordozótól való függés a fűtés esetében nem csökkent, csak az elhasznált mennyiség
- megújuló energia csak a kályha és a hőszivattyús melegvíztároló esetén van bevonva
- egyedi fűtés (fatüzelésű kályha) levegő minőségi szempontból kockázatos lehet

### **3.8.5.2 A 2. változat ismertetése**

A második variáció (táblázatban 2. változat) a legalacsonyabb megtérülési idejű változat: ez a variáns is tartalmaz hőszigetelést, ezen kívül nyereségáram forrást is. az elérhető besorolás BB.

Módosítások:

- padlásfödém szigetelés 16cm vastag fűjt cellulózzal
- külső homlokzati fal szigetelése 10cm vastag grafitos EPS szigeteléssel

- Nyereségáram forrás beépítése – 4,5kWp teljesítményű napelemes kiserőmű kiépítése. Ebben az esetben 5400 kWh/a hozammal számoltam.

A szigetelés alkalmazásával jelentősen csökken a hőveszteség, ezáltal a fűtési hőigény is. A fűtési és használati melegvízkészítő rendszer nem változik, de kisebb a hőveszteség, így a fajlagos primer energiaigény csökken.

Az így elért energetikai jellemzők:

- fajlagos hőveszteségtényező:  $q = 0,398 \text{ W/m}^2\text{K}$  (-52,7%)
- Fűtés fajlagos primer energiaigénye:  $E_F = 113,99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Melegvíz fajlagos primer energiaigénye:  $E_{HMV} = 42,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Összesített fajlagos primer energiaigény:  $E_P = -15,46 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Az energetikai jellemző az eredeti 238,407 kWh/m<sup>2</sup>a értékről -15,46 kWh/m<sup>2</sup>a-ra csökkent, vagyis az épület fajlagos fogyasztása ezzel a megoldással 106,5%-ot csökkenne, de csak elméletben, ugyanis földgázt továbbra is fogyaszt a ház, a nyereségáram csak csökkenti az összesített értéket. Az éves becsült elméleti megtakarítás 253200 Ft, a beruházás 13,2 év alatt térülhet meg.

Előnyök:

- alacsony megtérülési idő
- jelentősen csökken az épület hővesztesége, fűtési energiaigény kevesebb.
- megújuló energia aránya magas

Hátrányok:

- a földgáztól, mint energiahordozótól való függés a fűtés esetében nem csökkent, csak az elhasznált mennyiség
- egyedi fűtés (fatüzelésű kályha) levegő minőségi szempontból kockázatos lehet és a szabályozhatósága sem megoldott
- a beruházási költség igénye magasabb

### 3.8.5.3 A 3. változat ismertetése

A harmadik változat (táblázatban 3. változat) esetében a padlás és a homlokzati fal szigetelést kap, az egyedi fűtés kikerül a számításból, termosztatikus szelepek kerülnek beépítésre a



melegvízellátást hőszivattyús vízmelegítő biztosítja. Az a változat az 1. változathoz alacsonyabb beruházási költség igényű, csak néhány paraméterben tér el, érdemes mérlegelni.

Módosítások:

- padlásfödém szigetelés 16cm vastag fűjt cellulózzal
- külső homlokzati fal szigetelése 12cm vastag EPS szigeteléssel
- Hőszivattyús melegvíztároló felszerelése (hőszivattyús elektromos árammal, elhelyezés fűtetlen térben)
- A meglévő fűtési rendszer kerül átalakításra, termosztatikus szelepek kerülnek beépítésre és a fatüzelésű kályha megszűnik.

A szigetelés alkalmazásával jelentősen csökken a hőveszteség, ezáltal a fűtési hőigény is. A fűtési és használati melegvízkészítő rendszer is változik, a fűtés átalakításra kerül, a melegvízkészítést pedig hőszivattyús melegvíztároló biztosítja.

Az így elért energetikai jellemzők:

- fajlagos hőveszteségtényező:  $q = 0,392 \text{ W/m}^2\text{K}$  (-52,7%)
- Fűtés fajlagos primer energiaigénye:  $E_F = 103,11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Melegvíz fajlagos primer energiaigénye:  $E_{HMV} = 22,99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Összesített fajlagos primer energiaigény:  $E_P = 126,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Az energetikai jellemző az eredeti  $238,407 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  értékről  $126,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ -ra csökkent, vagyis az épület fajlagos fogyasztása ezzel a megoldással 47,1%-ot csökken. A fűtés továbbra is földgázt fogyaszt. Az éves becsült elméleti megtakarítás 68100 Ft, a beruházás 22,2 év alatt térülhet meg.

Előnyök:

- alacsony megtérülési idő, alacsony költség
- jelentősen csökken az épület hővesztesége, fűtési energiaigény kevesebb.
- megújuló energia aránya magas
- Egyedi fűtés megszűnésével a belső légállapot javulhat

Hátrányok:

- a földgáztól, mint energiahordozótól való függés a fűtés esetében nem csökkent, csak az elhasznált mennyiség

- megújuló energia aránya nem magas, csak a kályha és a hőszivattyús melegvíztároló esetén van bevonva

### 3.8.5.4 A 4. változat ismertetése

A negyedik változat (táblázatban 4. változat) esetében a padlás és a homlokzati fal szigetelést kap, az egyedi fűtés kikerül a számításból, megújuló energiaforrásként felkerül egy napelemes rendszer, napkollektor és a meglévő fűtési rendszerhez illesztésre kerül egy levegő-víz hőszivattyús rendszer is, amely a fűtési és használati melegvízellátást is biztosítja a meglévő kazánnal együtt.

Módosítások:

- padlásfödém szigetelés 16cm vastag fűjt cellulózzal
- külső homlokzati fal szigetelése 12cm vastag EPS szigeteléssel
- Nyereségáram forrás beépítése – 4,5kWp teljesítményű napelemes kiserőmű kiépítése. Ebben az esetben 5400 kWh/a hozammal számoltam.
- Hőszivattyús rendszer beépítése. A választott gép egy levegő-víz hőszivattyú bivalens üzemmódban a meglévő gázkazánnal. A számításnál figyelembe vett részarány 50-50%. A hőszivattyús rendszer eleme egy puffertároló is, amely fűthető a hőszivattyúról és napkollektorról is.

A szigetelés alkalmazásával jelentősen csökken a hőveszteség, ezáltal a fűtési hőigény is. A fűtési és használati melegvízkészítő rendszer is változik. A fűtési és melegvízkészítési rendszer jelentős átalakításon esik át, beépítésre kerül egy hőszivattyús rendszer, amely elektromos áramot használ. Az elektromos áram igényt megújuló energiaforrás – napelemes rendszer fedezi, illetve a használati melegvízkészítés napkollektoros rendszerrel egészül ki.

Az így elért energetikai jellemzők:

- fajlagos hőveszteségtényező:  $q = 0,392 \text{ W/m}^2\text{K}$  (-52,7%)
- Fűtés fajlagos primer energiaigénye:  $E_F = 88,34 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Melegvíz fajlagos primer energiaigénye:  $E_{HMV} = 12,47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Összesített fajlagos primer energiaigény:  $E_P = -70,84 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Az energetikai jellemző az eredeti 238,407 kWh/m<sup>2</sup>a értékről -70,84 kWh/m<sup>2</sup>a-ra csökkent, vagyis az épület fajlagos fogyasztása ezzel a megoldással 129,7%-ot csökken. A fűtés már nem csak földgázt fogyaszt, jelentős a megújuló részarány a beépített rendszereknek köszönhetően. Az éves becsült elméleti megtakarítás 279000 Ft, a beruházás 29,1 év alatt térülhet meg.

Előnyök:

- fosszilis energiahordozóktól való függés jelentősen csökken, ellátásbiztonság nő
- csökken az energiahordozó-áringadozásnak való kitettség
- jelentősen csökken az épület hővesztesége, fűtési energiaigény kevesebb
- hosszú távon értéktartó marad az ingatlan
- megújuló energia aránya magas
- Egyedi fűtés megszűnésével a belső légállapot javulhat

Hátrányok:

- hosszabb megtérülési idő
- magas beruházási költség
- megújuló energiaforrások időjárásfüggőek

### **3.8.5.5 Kiértékelés**

A fejlesztési javaslat kiválasztásának szempontjai a gazdaságosság, üzembiztonság és a környezetvédelem.

A gazdaságossági szempont mind a négy bemutatott esetben teljesül, a befektetés megtérülése középtávon teljesül. Fontos megjegyezni, hogy a beruházási költségek becsült értékek, a jelenlegi környezetben nehéz előre tervezni. Ugyanez igaz az energiaárakra is. az energiahordozók ára a lakossági kedvezményes tarifa szerint lettek figyelembevéve, amivel kapcsolatban csak egy biztos, változni fog a jövőben. Amennyiben piaci árral kellene kalkulálni, a megtérülési idők jelentősen lecsökkennének.

Üzembiztonság szempontjából az a változat előnyösebb, amelyik több energiaforrásra támaszkodik. Az eredeti állapotban ugyan van egy vegyestüzelésű kályha a gázkazán mellett, de

ennek teljesítménye nem elég az egész lakótér fűtésére. Ebből a szempontból a negyedik változat biztonságosabb, az elektromos üzemű hőszivattyú és a gázkazán is rendelkezésre áll.

A környezetvédelem, illetve klímasemlegesség szempontjából a megújuló energiaforrások bevonása egy jó út, a napenergia jól hasznosítható melegvíz és elektromos áram termelésére.

Összefoglalva, a negyedik változat az, amit megvalósításra javaslok (31. táblázat).

31. táblázat különböző változatok összehasonlító táblázata

		Kiindulási állapot	1. változat	2. változat	3. változat	4. változat
módosítás	szerkezet		Padlásfödém szigetelés 16cm cell.	Padlásfödém szigetelés 16cm cell.	Padlásfödém szigetelés 16cm cell.	Padlásfödém szigetelés 16cm cell.
módosítás	szerkezet		Homlokzati szigetelés 10 cm EPSG	Homlokzati szigetelés 10 cm EPSG	Homlokzati szigetelés 12 cm EPS	Homlokzati szigetelés 12 cm EPS
módosítás	fűtés		termosztatikus szelepek		termosztatikus szelepek	hőszivattyú + kondenz kazán
módosítás	melegvíz		Hőszivattyús melegvítároló		Hőszivattyús melegvítároló	hőszivattyú + napkollektor
nyereségáram	(kWp)			4,5		4,5
fajlagos hőveszt.t.	(kWh/m <sup>2</sup> K)	0,841	3,98	0,398	0,392	0,392
Fűtés éves nettó hőenergiaigénye	Q <sub>f</sub> (MWh/a)	12,266	6,59	6,59	6,5	6,5
E <sub>F</sub>	(kWh/m <sup>2</sup> a)	196,21	104,97	113,99	103,11	88,34
E <sub>HMV</sub>	(kWh/m <sup>2</sup> a)	42,197	22,99	42,2	22,99	12,47
E <sub>P</sub>	(kWh/m <sup>2</sup> a)	238,407	127,96	-15,46	126,1	-70,84
besorolás		FF	CC	BB	CC	BB
beruázási ktg (mFt)			1,741	3,341	1,513	8,113
megtérülési idő (év)			22,6	13,2	22,2	29,1
éves megtakarítás (Ft)			77100	253100	681000	279000
CO <sub>2</sub> megtakarítás	(t)		1,56	3,11	1,39	3,89

### 3.9 Épület energetikai jellemzőinek meghatározása a választott fejlesztési megoldások figyelembevételével

#### 3.9.1 U értékek és fajlagos hőveszteségtényező

Az épület fajlagos hőveszteségtényezőjét a már ismert  $q = 1/V * (\sum A * U + \sum I * \psi - ((Q_{sd} + Q_{sid}) / 72))$  képlettel kell meghatározni.

Az összefüggés tagjai:

- V: épület fűtött térfogata (m<sup>3</sup>) – a vizsgált épületre 212,4m<sup>3</sup>,
- $\sum A * U + \sum I * \psi$ : a határoló felületek és a hozzájuk tartozó korrekcióval ellátott hőátbocsátási tényezők szorzatösszege (W/K) + a csatlakozó felületek vonalmenti hőhidjainak és a hőhidak hosszának szorzatösszege
- $Q_{sd}$  a direkt sugárzási nyereség (kWh/a)
- $Q_{sid}$  az indirekt sugárzási nyereség (kWh/a) a vizsgált épületre 0.

A  $\sum A * U + \sum I * \psi$  érték kiszámításának eredményét a 32. táblázat-ban foglaltam össze. Az U értékek a nyílászáró és a pincefödém esetében az eredeti értékek, a homlokzati fal és a padlásfödém esetén WinWatt-tal számított, hőszigeteléssel javított értékek. A homlokzati fal esetén a korrekciós tényező kisebb, mivel hőszigetelt a fal.

32. táblázat- $\sum A*U+\sum l*\Psi$ :értékek meghatározása:

	A	U	1 + c	pót korrekci ó	$U_R$	l	$\Psi$	$A*U_R$	$l*\Psi$
	(m <sup>2</sup> )	(W/m <sup>2</sup> K)			(W/m <sup>2</sup> K)	(m)	(W/mK)	(W/K)	(W/K)
<b>homlokzati fal</b>	<b>84</b>	<b>0,25</b>	<b>1,3</b>	<b>1</b>	<b>0,3185</b>			<b>26,754</b>	<b>0</b>
Ablak 2,1/1,5	9,45	1,51	1	1	1,51			14,2695	0
Ablak 0,9/1,5	1,35	1,61	1	1	1,61			2,1735	0
Ablak 1,2/0,6	2,16	1,71	1	1	1,71			3,6936	0
Ablak 0,6/0,6	0,36	1,78	1	1	1,78			0,6408	0
Bejárati ajtó 1,2/2,4	2,88	2,59	1	1	2,59			7,4592	0
<b>Padlásfödém</b>	<b>78,7</b>	<b>0,17</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1643</b>			<b>12,93355</b>	<b>0</b>
Pincefödém	78,7	0,48	1,2	0,5	0,288			22,6656	0
szerk					0			0	0
$\sum A*U+\sum l*\Psi$	90,5898							90,5898	0,0000

Az összefüggés következő tagja a  $(Q_{sd} + Q_{sid})/72$  – sugárzási nyereségek, értékük megegyezik az eredeti állapotnak megfelelővel.

- $Q_{sid} = 0W$ .
- $Q_{sd} = 462,6234W$ .

Az így kiszámított adatokat a képletbe behelyettesítve:

$$q = 1/V * (\sum A*U + \sum l*\Psi - ((Q_{sd} + Q_{sid})/72)) = 1/212,4 * (90,5898 - 462,6234/72) = \mathbf{0,396W/m^3K}$$

A fajlagos hővesztésgtényező számított értéke:  $q = \mathbf{0,396W/m^3K}$

fajlagos hővesztésgtényező megengedett értéke:  $0,406W/m^3K$  – megfelel.

### 3.9.2 Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári túlmelegedés kockázatának számítását az U értékek változása miatt meg kell ismételni.

- A  $Q_{sdnyár}$  értéke ismert, 819,49752W,
- $A_N$  - Az épület fűtött alapterülete, 78,7m<sup>2</sup>,
- $q_b$  – a belső hőnyereség átlagos értéke táblázatból, lakóépület esetén 5W/m<sup>2</sup>

- $\sum A \cdot U + \sum I \cdot \Psi$  értéke a fajlagos hőveszteség kiszámításakor megismert: 90,5898
- $n_{nyár}$  táblázatból kivett érték, légcsereszám a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzéséhez – mivel éjszakai szellőztetés több homlokzaton is lehetséges, értéke 9
- V: az épület fűtött térfogata, 212,4m<sup>3</sup>

A már ismert képletbe behelyettesítve a fenti értékeket,

$$\Delta t_b = (819,49752W + 78,7m^2 \cdot 5W/m^2) / (90,5898 + 0,35 \cdot 9 \cdot 212,4m^3) = 1212,99752 / 759,6498 = 1,597K, \text{ azaz a nyári túlmelegedés kockázata nem áll fenn.}$$

### 3.9.3 Fűtési primer energiaigény kiszámítása

A petőfiszállási lakóépület fűtési rendszere két csöves központi fűtés szobatermosztáttal, acéllemez radiátorokkal. A radiátorokon termosztatikus szelep van, 1K arányossági sávval. A hőtermelő egy Ariston kondenzációs kazán, illetve egy 12kW teljesítményű levegő-víz hőszivattyú. A központi fűtés vízszintes elosztóvezetékei a pinceszinten, fűtetlen térben helyezkednek el. Ezek a készülékek biztosítják a lakás használati melegvíz ellátását is.

A fűtési primer energiaigény meghatározásához szükség van az épület fűtési energiaigényére, és a különböző használatból eredő veszteségek energiaigényére. Előbbit számítással, utóbbiakat táblázatból kaptam meg.

Az éves nettó fűtési energiaigény meghatározásához az alábbi adatokra van szükség:

- V: az épület fűtött térfogata, 212,4m<sup>3</sup>
- A fajlagos hőveszteségtényező számított értéke:  $q = 0,842W/m^3K$ ,
- n – légcsereszám a fűtési idényben  $n = 0,51/h$
- $\sigma = 0,9$  – szakaszos üzem korrekciós szorzó
- $A_N$  Az épület fűtött alapterülete, 78,7m<sup>2</sup>,
- $q_b$  – a belső hőnyereség átlagos értéke táblázatból, lakóépület esetén 5W/m<sup>2</sup>

Az éves nettó fűtési energiaigény egyszerűsített módszerrel behelyettesítve a már korábban bemutatott képletbe:  $Q_F = 72V(q + 0,35n)\sigma + 4,4A_Nq_b = 72 \cdot 212,4m^3 \cdot (0,396W/m^3K + 0,35 \cdot 0,5) \cdot 0,9 + 4,4 \cdot 78,7m^2 \cdot 5W/m^2 = 6155,097kWh/a.$

A  $q_f$  – a nettó fajlagos fűtési energiaigény =  $Q_F/A_N = 6155,097kWh/a / 78,7m^2 = 78,2kWh/m^2a.$

A fűtés primer energiaigénye:

- A fűtési energiaigény fajlagos értéke  $78,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  – számított érték
- a teljesítmény és hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség  $1,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  – táblázatból – termostatikus szelepek 1K arányossági sávval.
- $q_{fv}$ , hőelosztás veszteségei – a fűtési rendszer kétsöves fűtés, az elosztóvezetékek fűtött téren kívül vannak, a hőfoklépcső  $55/45^\circ\text{C}$ , így ennek értéke  $7,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- $q_{ft} = 2,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  - hőtároló a fűtött téren kívül.
- $c_k$  – teljesítménytényező, táblázatból földgáz üzemű kondenzációs kazán esetén  $1,05$ , hőszivattyú esetén  $0,37$
- $\alpha_k$  –  $0,5-0,5$  kazán-hőszivattyú arány
- $e_f$  – primer energia átalakítási tényező – földgáz  $1$ , elektromos áram (H tarifa)  $1,8$
- $E_{fsz}$ ,- fajlagos villamos segédenergiaigény  $1,98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- $E_{ft}=0,63 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- $q_{kv}$ , a kazán segédenergia igénye  $0,79 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- $e_v$  – elektromos áram primer energia átalakítási tényezője,  $2,5$

A számításhoz használt adatokat és az eredményt a következő táblázat tartalmazza (33. táblázat).

A fűtés fajlagos energiaigénye  **$E_F = 86,051 \text{ kWh/m}^2\text{a}$** .



33. táblázat Fajlagos fűtési energiaigény kiszámítása

$E_F$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>86,0501</b>	
	kondenzációs k	hőszivattyú
	55/45	55/45
$q_f$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>78,2</b>	
$q_{fh}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>
$q_{fv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>7,8</b>	<b>7,8</b>
$q_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>
$c_k$	<b>1,05</b>	<b>0,37</b>
$\alpha_k$	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
$e_f$	<b>1</b>	<b>1,8</b>
$E_{fsz}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>1,98</b>	<b>0</b>
$E_{ft}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0,63</b>	<b>0,63</b>
$q_{kv}$ (kWh/m <sup>2</sup> a)	<b>0,79</b>	<b>0</b>
$e_v$	<b>2,5</b>	

### 3.9.4 Melegvízellátás primer energiaigényének kiszámítása

A lakóépület melegvízellátását a pincében elhelyezett kondenzációs gázkazán biztosítja átfolyós üzemmódban, tároló nélkül. A melegvízkészítés energiaigénye a rendelet szerinti összefüggés alapján került meghatározásra.

Az alapadatok:

- $q_{HMV}$  – használati melegvíz nettó hőenergia igénye (kWh/m<sup>2</sup>a) Lakóépületek esetén az alapterületet figyelembevéve 30kWh/m<sup>2</sup>a
- $q_{HMV,v}$  – A melegvízelosztás fajlagos vesztesége – 28% (táblázatból) – mivel az elosztóvezeték a fűtött téren kívül, a pincében van.
- $q_{HMV,t}$  – Tárolás fajlagos vesztesége – jelen esetben 24% - indirekt tárolóval számítva

- $c_k$  – teljesítménytényező, táblázatból hőszivattyú esetén 0,26, napkollektor 0
- $\alpha_k$  – 0,5-0,5 hőszivattyú - napkollektor
- $e_{HMV}$  – primer energia átalakítási tényező – 1,8
- $E_c$  – cirkuláció fajlagos villamos segédenergiaigény értéke 1,14kWh/m<sup>2</sup>a
- $E_k$  = fajlagos segédenergia igény 1,14Wh/m<sup>2</sup>a
- $e_v$  – elektromos áram primer energia átalakítási tényezője, 2,5

A fenti értékeket behelyettesítve a már megismert összefüggésbe:

$$E_{HMV} = q_{HMV} * (1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) * \sum C_k * \alpha_k * e_{HMV} + (E_c + E_k) * e_v =$$

$$30 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} * (1 + 28/100 + 24/100) * 0,26 * 0,5 * 1,8 + (1,14 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} + 1,14 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}) * 2,5 =$$

$$16,370 \text{ kWh/m}^2 \text{ a.}$$

### 3.9.5 Összesített energetikai jellemző meghatározása, épület osztályba sorolása

Az összesített energetikai jellemző értékét a fűtés és a melegvízkészítés számított energiaigénye alapján határoztam meg, mivel lakóépület esetén a világítás energiaigénye nullának tekintendő, hűtési illetve légtechnikai rendszer nincs.

Ez alapján az összesített energetikai jellemző:  $E_P = E_F + E_{HMV} - E_{SUS} = 86,051 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} + 16,370 \text{ kWh/m}^2 \text{ a} - 171,647 = -68,226 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$

Az épület besorolása a 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet szerint: BB, vagyis közel nulla energiaigényre vonatkozó követelményre megfelelő (176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról 2008).

Az épület energetikai jellemzőit meghatároztam WinWatt-tal is, a részletes számítás a dolgozat 1. számú melléklete tartalmazza. Az energetikai jellemző a szoftverrel számolva a fűtési energiaigény számításánál kissé eltér, de ez az eltérés nem jelentős, az épület ebben az esetben is BB besorolást kapott, az összesített energetikai jellemző értéke  $E_P = -70,84 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ .

A saját és a WinWatt számítások között 3% eltérés van, ez az eltérés több kisebb tényezőtől tevődik össze, ezek:

- nyílászárók és fal felületek méreteinél a program másképp kerekít

- Sugárzási hőnyereséget egyszerűsített módon számítottam, a program figyelembe vett tájolást is.

-

### **3.10 Komfort szempontok összegzése**

A fejlesztési javaslat elsősorban energetikai szempontok szerint lett összeállítva, de hőérzeti és belső levegő minőségi szempontok szerint szükséges néhány kiegészítés.

A lakóépület falazata és födém szerkezetei nem, vagy minimális hőszigeteléssel rendelkeznek. A mellékletben elhelyezett hőfokelési diagramokon látszik, hogy a határoló szerkezetek belső felületi hőmérséklete megnövekszik hőszigetelés után, vagyis az épületben a sugárzási hőmérséklet is kedvezőbb lesz. A vertikális sugárzási aszimertia szintén csökkenthető szigeteléssel, illetve a hideg padló hatása, ami az egyik legnagyobb diszkomfort tényező szintén csökkenthető a pincefödém alsó oldali szigetelésével. A kidolgozott javaslatba nem került bele ennek a szerkezetnek a hőszigetelése, de komfort szempontok miatt megfontolandó, a beruházás megtérülését 1-2 évvel fogja növelni. A lakóépület étkezőjében elhelyezett vegyestüzelésű kályha és a külső falak közötti sugárzási aszimertia a kályha megszüntetésével redukálódik.

A szilárdtüzelésű kályha levegőminőségi szempontból szennyezőforrásként is figyelembevehető, a szilárd tüzeléssel járó szállópor miatt. A kályha leszerelésével javulhat a belső levegő minősége a forrás megszűnése miatt.

Az épületnél probléma, hogy hideg falfelületek vannak és nincs gépi szellőzés, illetve az ablakok is fokozott légzárásúak – ez utóbbi a kályha miatt már egészségügyi kockázat is. A szellőzés hiánya miatt a levegő relatív páratartalma megnőhet, ami a hideg felületeken kicsapódva penészesedéshez vezethet, további egészségügyi kockázatot jelentve. Javasolt higroszabályzású légbeeresztők, vagy hővisszanyerős szellőztetők beépítése legalább a párának leginkább kitett helyiségekbe. Léteznek helyi/egyhelyes szellőztetők is, amelyek kis beruházási igénnyel bírnak és nincs szükség az épület jelentős átalakítására.

Egyes változtatások és előnyeik:

- Homlokzati és födém hőszigetelés
  - melegebb felületek, sugárzási hőmérséklet változás
  - penészesedés kockázatának csökkenése
- vegyes tüzelésű kályha megszüntetése

- levegőminőség javulás, porszennyezés csökkenés
- sugárzási aszimertia csökkenés
- gépi szellőztetés
  - légcseré biztosítása, levegőminőség javulása
  - relatív páratartalom
- Pince földem hőszigetelése (megfontolandó)
  - hideg padló hatásának kiküszöbölése

## 4. Összefoglalás

A dolgozatomban napjaink egy olyan problémájára igyekeztem egy megoldási javaslatot találni, amit talán mindenki érez a saját mindennapjaiban, ha máshogy nem, a pénztárcáján keresztül. A lakóépületekben elhasznált energia jelentős része hőtermelésre – fűtésre fordítódik. A magyarországi lakóépületállomány jelentős része átlagos, vagy annál rosszabb energetikai besorolású, korát tekintve átlagosan 40-60 éves. A választott ingatlan ennél fiatalabb, viszont energetikai jellemzői jól mutatják a magyarországi átlagos állapotot, amit egy előzetes energetikai számítás is alátámaszt.

A munka során összegyűjtöttem néhány lehetőséget a hőszigetelési megoldásokra, valamint korszerű fűtési és melegvízkészítési lehetőségekre, amelyek az energiahatékonyságot szolgálják.

A vizsgálat során sorra vettem az épület határoló szerkezeteit és meghatároztam a hőátbocsátási tényezőket. Az épület külső határoló fala HB38-as téglafalazat hőszigetelés nélkül, a pince és a padlásfödémek vasbeton gerendás szerkezetek, szerkezeten belüli hőszigeteléssel. Az épület üvegezett nyílászárói jó állapotú műanyag ablakok kétrétegű üvegezéssel, azonban a későbbi számítások során megállapítottam, hogy a hőátbocsátási tényezője rosszabb, mint az előírás. A bejárati ajtó fa szerkezetű, részben üvegezett kivitel, az ablakokénál gyengébb hőátbocsátási tényezővel. Az épület szerkezeteire rétegtervi hőátbocsátási tényezők kerültek meghatározásra a jelenlegi állapot figyelembevételével.

Ennek és a geometriai méreteknek a birtokában kiszámítottam az épület fajlagos hővesztégtényezőjét és fűtési energiaigényét. A fajlagos hővesztégtényező a határoló szerkezetek gyenge teljesítménye miatt nem felel meg az előírt értéknek.

Az eddig megismert adatok alapján meghatározásra került az épület összesített energetikai jellemzője. Az összesített energetikai jellemző esetünkben két tényezőtől áll, a fűtés primer energiaigényéből és a használati melegvíz primer energiaigényéből. Hűtés és légtechnikai rendszer nincs, világítással pedig nem kell számolni. A számítás eredménye alapján energetikai osztályba soroltam az épületet, ami FF-kategóriába esik.

A munka következő része a veszteségsökkentési javaslat kidolgozása volt, aminek első lépése az előírt hőátbocsátási tényező eléréséhez szükséges hőszigetelőréteg kiszámítása volt. Mindhárom szerkezetre, a külső falra, és a födémekre is végeztem számítást, mivel az egyik következtetés az volt, hogy a hőveszteség 50%-a a falakon keresztül, 21,8%-a a padlásfödemen, míg 12%-a a pincefödemen keresztül távozik. A cél az volt, hogy a szerkezetek egyenként is megfeleljenek a követelményértéknek, illetve az épület fajlagos hőveszteségtényezője is megfeleljen.

A számítást több fajta szigetelőanyagra elvégezve az lett az eredmény, hogy a homlokzati falra 10cm, a pincefödémre 7cm EPS szigetelés szükséges, míg a padlásra 16cm ásványgyapot vagy cellulóz.

Az épület fűtése és melegvíz ellátása már kondenzációs gázkazánnal megoldott, így a kazáncsere nem hoz megtakarítást. Megvizsgáltam, hogy mekkora megtakarítást okozna a hőtermelő áthelyezése, termosztatikus szelepek alkalmazása, illetve alternatív hőtermelő alkalmazása. Napjaink korszerű megoldása a levegő-víz hőszivattyús rendszer, ez alternatív lehetőségként belekerült a számításokba, már ezek a számítások is azt mutatták, hogy jelentős megtakarítás érhető el hőszivattyú alkalmazásával.

A használati melegvíz rendszer esetén hasonló számításokat végeztem, itt is a kondenzációs kazánhoz, mint viszonylag hatékony hőtermelőhöz képest kellett fejlődést kimutatni, így a különböző hőszivattyús megoldások kerültek előtérbe.

A tényleges fejlesztési javaslat egy összetett csomag, amit szoftveres segítséggel állítottam össze. A fejlesztési javaslat kiválasztásának szempontjai a gazdaságosság, üzembiztonság és a környezetvédelem volta. A veszteségsökkentés a gazdaságossági és környezetvédelmi szempont szerint is kritikus, hiszen az el nem használt energia nem terheli a pénztárcánkat vagy a környezetet. Fő szempont tehát, hogy a hőveszteséget csökkenteni kell, homlokzati fal és padlás szigeteléssel már elérhető a fajlagos hőveszteségtényező kívánt értéke. A megújuló energiaforrások alkalmazása mindhárom szempontból fontos volt, ezért bekerült a javaslatba a hőszivattyús fűtés, egy

napkollektoros és egy napelemes rendszer is. Kiemelném az ellátásbiztonságot, amely napjainkban egyre jobban előtérbe kerül, tehát indokolt alternatív energiaforrásokat keresni.

A kiválasztott javaslat megvalósításával a mai követelményeknek megfelelő, BB kategóriájú energetikai besorolás érhető el. amennyiben megvalósul, erre az ingatlanra a következő 20 évben csak minimális összeget kell fordítani és lényegesen kevesebbet kell energiaszámlákra költeni.

## **5. English summary**

In my thesis, I tried to find a solution to a problem of our time, which perhaps everyone feels in their everyday life, if nothing else, through their wallets. A significant part of the energy used in residential buildings is used for heat production - heating. A significant part of the residential building stock in Hungary has an average or worse energetic performance rating, and in terms of age, it is on average 40-60 years old. The chosen property is younger than this, but its energy characteristics clearly show the average condition in Hungary, which is also supported by a preliminary energy calculation.

Through my work, I collected some options for thermal insulation solutions, as well as modern heating and hot water production options, which serve energy efficiency.

Through the inspection, I took the boundary structures of the building one by one and determined the heat transmission factors. The external boundary wall of the building is an HB38 brick wall without thermal insulation, the basement and attic floors are reinforced concrete beam structures with internal thermal insulation. The glazed doors and windows of the building are plastic windows in good condition with double glazing, however, during subsequent calculations, I found that the heat transmission factor is worse than the specification. The entrance door has a wooden structure and is partially glazed, with a lower heat transmission factor than windows. Layered heat transfer factors were determined for the building's structures, taking into account the current state.

After calculating the building's specific heat loss factor and heating energy demand based on the given geometric dimensions, it was determined that the value did not meet the required standards due to the poor performance of the surrounding structures.

Based on the data obtained so far, the overall energetic characteristics of the building were determined. In our case, the aggregate energy characteristic consists of two factors, the primary energy demand of heating and the primary energy demand of domestic hot water. There is no cooling and ventilation system, and lighting is not necessary. Based on the result of the calculation, I classified the building in the energetic class, which falls into the FF category.

The next part of the work was the elaboration of the loss reduction proposal, the first step of which was the calculation of the thermal insulation layer required to achieve the prescribed heat transfer factor. I performed calculations for all three structures, the outer wall, and the slabs, as one of the conclusions was that 50% of the heat loss goes through the walls, 21.8% through the attic floor, and 12% through the basement floor. The goal was that the structures individually meet the required value and that the specific heat loss factor of the building also meets the requirements. The goal was that the structures individually, and that the specific heat loss factor of the building meet the requirements.

After performing the calculation for several types of insulating materials, the result was that 10 cm of EPS insulation is required for the facade wall, 7 cm for the basement floor, and 16 cm for the attic.

The building's heating and hot water supply is already solved with a condensing gas boiler, so replacing the boiler does not bring savings. I examined how much savings would be caused by relocating the heat generator, using thermostatic valves, and using an alternative heat generator. Today's modern solution is the air-water heat pump system, this was included in the calculations as an alternative option, these calculations already showed that significant savings can be achieved by using a heat pump.

In the case of the domestic hot water system, I performed similar calculations, too, compared to the condensing boiler, as a relatively efficient heat generator, progress had to be demonstrated, so the various heat pump solutions took the lead.

The actual development proposal is a complex package that I put together with the help of software. The criteria for selecting the development proposal were economics, operational safety, and environmental protection. Loss reduction is also critical from an economic and environmental point of view since unused energy does not affect our budget or the environment. The main point is therefore that the heat loss must be reduced, with facade wall and attic insulation the desired value of the specific heat loss factor can already be achieved. The use of renewable energy sources

was important from all three points of view, which is why heat pump heating, a solar collector, and a solar panel system were also included in the proposal. I would emphasize the security of supply, which is becoming more and more prominent these days, so it is justified to look for alternative energy sources.

By implementing the selected proposal, the property can achieve an energy rating of category BB that fulfills the current requirements. If executed, there will be minimal expenses incurred in the maintenance of the property over the next 20 years. Additionally, the energy bills will be significantly reduced.



## 6. Hivatkozások

- Premep. *Premep - Hőszigetelő rendszerek*. 2023. <https://premep.hu/hoszigeteles/hoszigetelo-rendszer> (hozzáférés dátuma: 2023. 11 01).
- „176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról.” *Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról*. 2008.
- „7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról.” *rendelet*. 2006.
- Baumann, Mihály. *ÉPÜLETENERGETIKA segédlet*. pécs: PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, 2009.
- Bausoft Kft. *Adatbank a BAUSOFT programokhoz*. 2023. 08 115. <http://www.bausoft.hu/adatbank.htm> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 22).
- Dr. Kalmár, Ferenc. *A belső környezet minősége*. Budapest: Terc Kiadó, 2013.
- EUROPEAN, PARLIAMENT. *Az Európai Parlament és a Tanács 2002/91/EK irányelve az épületek energiateljesítményéről*. 2002. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32002L0091> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- . *Directive (EU) 2018/2001*. 2018. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC) (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- . *Renewable Energy Directive*. 2018. [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive\\_hu](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_hu) (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- Farost befűtéses szigetelés*. 2022. <https://farostszigeteles.hu/> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- Fix24*. 2023. <https://shop.fix24.hu/> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- fujtszigetelések.hu*. 2023. <https://fujtszigetelesek.hu/termeszetes-vedelmezo-a-fagyapot-szigeteles/> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- Hanus, Bo. *Energia a házban, lakásban*. Budapest: Cser kiadó, 2011.
- Homonnai, Györgyné, és mtsai. *26 Épületgépészet 2000 Fűtéstecnika II*. Budapest: Épületgépészet kiadó Kft., 2001.

[https://cellulozszigeteles.com/?gclid=CjwKCAjwg4SpBhAKEiwAdyLwvAXCMe-Iw6b-aLGAz65bJjtMEXvE3SGfF-8wko5QKqA9AZLN5R1U5hoC3cQQAvD\\_BwE](https://cellulozszigeteles.com/?gclid=CjwKCAjwg4SpBhAKEiwAdyLwvAXCMe-Iw6b-aLGAz65bJjtMEXvE3SGfF-8wko5QKqA9AZLN5R1U5hoC3cQQAvD_BwE)  
(hozzáférés dátuma: 2023. 10 07).

Központi, Statisztikai Hivatal. *A háztartások végső energiafelhasználása felhasználási célok szerint.* 2023. [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ene/hu/ene0007.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0007.html) (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).

—. *A lakott lakások legfontosabb jellemzői településenként.* 2022. <https://nepszamlalas2022.ksh.hu/adatbazis/#/table/WBL003/N4IgFgpgghgJiBcBtEAVAgWQKIH0AKWASmgPIAiIAugDQgDOAljBAsmgHJloDCAgiiUIBIAExVadCAGMALgWd2AO1Y0QAMwYAbGRABOdBKADWDRXHggMUA4haERTN0MIBpMnTZ8RUhWrHTcxAhCBk7EAA3KE0AV1dWEBEABhExWmSARgyqAF8aDyIAVQAZHABxLBI> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 07).

—. *Energiaintenzitás.* 2023. <https://www.ksh.hu/ffi/3-36.html> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).

—. *Háztartások energiafogyasztása.* 2022. <https://www.ksh.hu/ffi/3-38.html> (hozzáférés dátuma: 2022. 10 07).

—. *Megújuló energiaforrások.* 2023. <https://www.ksh.hu/ffi/3-37.html> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).

—. *Megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya a bruttó végső energiafogyasztáson belül [%].* 2022. [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ene/hu/ene0011.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0011.html) (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).

—. *Népszámlálás.* 2022. <https://nepszamlalas2022.ksh.hu/> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).

—. *Népszámlálási adatbázis.* 2022. <https://nepszamlalas2022.ksh.hu/adatbazis/#/table/WBL005/N4IgFgpgghgJiBcBtEAVAgWQKIH0AKWASmgPIAiIANCFgQGr4kDCAjCALrUDOAAljBAmQAxAIIAZETjoduEAMYAXHgHsAdoM4gAZjwA2CiACcuCUAGsequPBAYoAByogIqhYZ4QTSZOmz4ipBSU5pbWIADKEApOAG5QugCunoIgaEwADKmpHAC-nMgSANli4TjM4VQh>  
(hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).

—. *Végső energiafelhasználás [petajoule].* 2023. [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ene/hu/ene0006.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0006.html) (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).

- kreativlakas.com. *Hőszigetelő anyagok fajtái, tulajdonságaik.* dátum nélk.  
<https://kreativlakas.com/magasepiteszet/hoszigetelo-anyagok-fajtai-tulajdonsagaik/>  
(hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- Lechner Nonprofit Kft. *e-tanúsítás: hiteles energetikai tanúsítványok országos, elektronikus nyilvántartása.* 2023. [https://entan.e-epites.hu/?stat\\_megoszlas](https://entan.e-epites.hu/?stat_megoszlas) (hozzáférés dátuma: 2023. 11 05).
- LEV-SZOL KFT. *ISOCELL.* dátum nélk. <https://www.szolnokihoszigeteles.hu/araink/> (hozzáférés dátuma: 2023. 11 01).
- Mitró, András. *Hőszigetelő anyagok: fajták, tulajdonságok, árak, eredmények.* 2021. 11 12.  
<https://kontaktbau.hu/hoszigetelo-anyagok/> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- Nordwelle Kft. *CELLULÓZ HŐSZIGETELÉS.* 2021. <https://www.wolfinger.hu/index.html>  
(hozzáférés dátuma: 2023. 10 06).
- Subrt, Roman. *Hőszigetelés házban, lakásban.* Budapest: CSER Kiadó, 1999.
- Thermotrading Kft. *hoszigetelesplaza.hu.* dátum nélk. <https://www.hoszigetelesplaza.hu/>  
(hozzáférés dátuma: 2023. 10 29).
- Triász Kft. *TERMÉKEK » FŐDÉMRENDSZEREK » VASBETONGERENDÁS FŐDÉMRENDSZER.* dátum nélk.  
<https://www.triasz.hu/Termek/Fodemrendszerek/Vasbetongerendas-fodem> (hozzáférés dátuma: 2023. 10 22).
- Vajda, György. *Energiapolitika.* Budapest: Magyar Tudományos Akadémia, 2001.
- YILDIZ, Gokhan, Mohamed E. YAHIA, és Benjamin DURAKOVIC. „Comparative Performance Evaluation of Conventional and Renewable Thermal Insulation.” *Technical Gazette* 27, 2020: 283-289.
- Zöld, András, Tamás Csoknyai, Miklós Horváth, és Zsuzsa Szalay. *AZ ÉPÜLETENERGETIKA ALAPJAI.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 2019.

A dolgozat elkészítéséhez használt szabványok:

- MSZ EN ISO 6946
- MSZ-04-140-2: 1991

## 6.1 Ábrajegyzék

1. ábra Magyarországi végső energiafelhasználás 2000-2021 között (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023).....	8
2. ábra Magyarországi lakossági végső energiafelhasználás 2000-2021 között (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023).....	8
3. ábra Közvetlen energiafelhasználás szektorok szerint (%) (2) .....	9
4. ábra A háztartások végső energiafelhasználása felhasználási célok szerint (%) (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023).....	9
5. ábra A lakott lakások számának megoszlása építési idő szerint (%) (S. H. Központi, Népszámlálás 2022) .....	11
6. ábra A lakott lakások megoszlása építési mód szerint 1961-200 (db) .....	12
7. ábra Épületek energetikai besorolásának alakulása 2022-ben (Lechner Nonprofit Kft. 2023) .	13
8. ábra A fajlagos hővesztésgtényező a felület térfogat arány függvényében (Baumann 2009)..	15
9. ábra Hőátadási tényezők értékei különböző határoló szerkezetek esetén (Zöld, és mtsai. 2019) .....	17
10. ábra Hőszigetelő anyagok osztályozása. (YILDIZ, E. YAHIA és DURAKOVIC 2020).....	25
11. ábra Kőzetgyapot tábla. (Mitró 2021) .....	27
12. ábra: Üveggyapot. (Mitró 2021).....	28
13. ábra grafitos polisztirol lapok. (Mitró 2021).....	30
14. ábra poliuretán habbal szigetelt padlástér (fujtszigetelések.hu 2023).....	31
15. ábra cellulóz (ISOPOLY 2022).....	32
16. ábra fagyapottal szigetelt padlástér (fujtszigetelések.hu 2023).....	33
17. ábra hagyományos kazánok energiafolyama (Homonnai, és mtsai. 2001) .....	38
18. ábra alacsony hőmérsékletű kazán hagyományos kazánok energiafolyama (Homonnai, és mtsai. 2001).....	38
19. ábra kondenzációs kazánok energiafolyama .....	39
20. ábra hőszivattyú körfolyamat egyszerűsített ábrája .....	40
21. ábra talajvíz hőszivattyú.....	42
22. ábra talajkollektor csővezetési megoldása .....	43

23. ábra PMV és PPD kapcsolata (Dr. Kalmár 2013).....	46
24. ábra A lakóépület utca felőli homlokzata (DNY) (saját kép).....	48
25. ábra alaprajz .....	50
26. ábra Épületre jellemző üvegezett nyílászáró (saját kép) .....	53
27. ábra üvegezett ajtó U értékének becslése WinWatt-al .....	54
28. ábra EB gerendák és földem béléstestek elvi bemutatása (Triász Kft. dátum nélk.) .....	55
29. ábra kondenzációs falikazán.....	67
30. ábra acéllemez radiátor.....	68
31. ábra fatüzelésű kályha .....	68
32. ábra Épület primer energiaigénye WinWattal számítva.....	86
33. ábra szerkezetek párosítása HB38-as falhoz .....	89
34. ábra fűtési rendszerek változatai felvétele.....	90
35. ábra Használati melegvíz rendszerek változatai felvétele (példa – hőszivattyús rendszer + napkollektor) .....	90

## 6.2 Táblázatok jegyzéke

1. táblázat Magyarország primer energiamérleg 2000-2022 között (2) (S. Központi, Végső energiafelhasználás [petajoule] 2023).....	7
2. táblázat táblázat: szigetelőanyagok összehasonlító táblázata.....	34
3. táblázat Különböző fűtési rendszerek energiaigényének összehasonlítása (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról 2006).....	44
4. táblázat helyiség alapterületek és fűtött térfogat.....	51
5. táblázat homlokzatok méretei.....	52
6. táblázat nyílászárók méretei és U tényezői .....	53
7. táblázat külső fal rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	57
8. táblázat Tájékoztató adatok a $\chi$ korrekciós tényező kiválasztásához .....	58
9. táblázat az épület homlokzati falainak hőhidasságának számítása .....	58
10. táblázat pincefödém (béléstest) rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	58
11. táblázat pincefödém (vasbeton gerenda) rétegtervi hőátbocsátási tényezője.....	59
12. táblázat padlásfödém (béléstest) rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	60

13. táblázat padlásfödém (vasbeton gerenda) rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	61
14. táblázat- $\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi$ : értékek meghatározása:.....	62
15. táblázat direkt sugárzási hőnyereség kiszámítása fajlagos hőveszteségtényezőhöz .....	63
16. táblázat nyári sugárzásos hőterhelés számítása .....	64
17. táblázat Fajlagos fűtési energiaigény kiszámítása.....	66
18. táblázat $\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi$ : A*UR szerint rendezve.....	71
19. táblázat Hőszigetelt fal rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	73
20. táblázat padlásfödém (béléstest) rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	75
21. táblázat padlásfödém (vasbeton gerenda) rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	75
22. táblázat padlásfödém (béléstest) rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	77
23. táblázat padlásfödém (vasbeton gerenda) rétegtervi hőátbocsátási tényezője .....	78
24. táblázat Nyílászárók becsült és előírt U, illetve AxU értékei.....	79
25. táblázat Hőtermelő fűtött térbe való helyezésének hatása.....	81
26. táblázat Hőszivattyú és kondenzációs kazán bivalens üzemmódban.....	82
27. táblázat különböző használati melegvíztermelő rendszerek energiaigényének összehasonlítása. .....	84
28. táblázat jelenlegi szerkezetek jegyzéke.....	87
29. táblázat táblázat új szerkezetek U értékei.....	88
30. táblázat létrehozott alternatív szerkezetek és becsült fajlagos költségeik (LEV-SZOL KFT. dátum nélk.), ( Premep 2023).....	88
31. táblázat különböző változatok összehasonlító táblázata .....	97
32. táblázat- $\sum A \cdot U + \sum l \cdot \Psi$ : értékek meghatározása:.....	99
33. táblázat Fajlagos fűtési energiaigény kiszámítása.....	102

## 7. Nyilatkozat

Beolvasott kép - Salagvárdi István Nyilatko.pdf

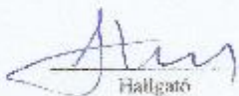
### NYILATKOZAT

Ahálított Salagvárdi István, a Magyar Agrár- és Életrudományi Egyetem, Szent István Campus, LÉTESÍTMÉNYENERGETIKAI SZAKMÉRNÖK SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS szak nappeli levelező\* tagozat végzős hallgatója nyilatkozik, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem.

Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszék/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: Győr, 2023. év November hó 2 nap

  
Hallgató

### NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozik arról, hogy a Szakdolgozati áttekintésem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozati záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom\*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Kelt: 2023. év November hó 5 nap

  
Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## **8. Mellékletek**

### **8.1 Energetikai számítás WinWatt-tal eredeti állapot**



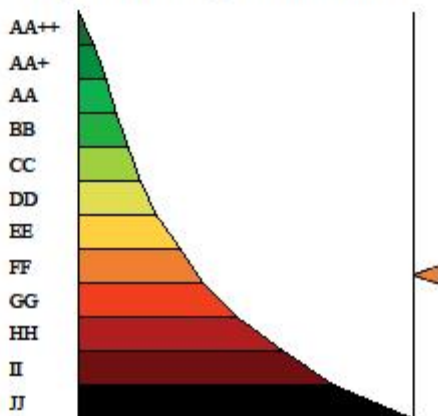
**Energetikai minőségtanúsítvány összesítő**

Épület: 6113 Petőfiszállás

Megrendelő: 6113 Petőfiszállás,

Tanúsító: Salagvárdi István  
6000 Kecskemét, Szövetség u. 42.

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása: 238.41 kWh/m<sup>2</sup>a  
 Követelményérték (viszonyítási alap): 100.00 kWh/m<sup>2</sup>a  
 Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva: 238.40 %  
**Energetikai minőség szerinti besorolás: FF (Átlagos)**



A tanúsítás oka: saját célra  
 Épület védettsége: Nem védett  
 Az épület építési ideje 1999.  
 Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány az egyszerűsített számítási módszerrel készült.

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál:

Kelt: 2023. 09. 20.

Aláírás

## Szerkezet típusok:

**ablak műa - 210/150 Megfelel**

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)  
 x méret: 2,1 m  
 y méret: 1,5 m  
 Hőátbocsátási tényező: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Üvegezési arány: 62 %

**ablak műa - 60/120 Megfelel**

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)  
 x méret: 0,6 m  
 y méret: 1,2 m  
 Hőátbocsátási tényező: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Üvegezési arány: 62 %

**ablak műa - 60/60 Megfelel**

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)  
 x méret: 0,6 m  
 y méret: 0,6 m  
 Hőátbocsátási tényező: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
**A szerkezetre nincsen meghatározva követelményérték, mert A < 0,5 m<sup>2</sup>**  
 Üvegezési arány: 62 %

**ablak műa - 90/150 Megfelel**

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)  
 x méret: 0,9 m  
 y méret: 1,5 m  
 Hőátbocsátási tényező: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Üvegezési arány: 62 %

**ablak műa - hőszigetelt 2rtg**

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)  
 x méret: 0,9 m  
 y méret: 1,5 m  
 Hőátbocsátási tényező: 1.610 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
**A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés: 4-12-4 argongázas  
 Keret, tok (körben): PVC 60 mm-es 3 kamrás  
 Távtartó: Meleg távtartó  
 Üvegezési arány: 62 %

$U_g = 1.30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_f = 1.80 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $\Psi_g = 0.040 \text{ W/mK}$

$g = 0.580$   
 szélesség = 120 mm

**ajtó - megfelelt**

Típusa: üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)  
 x méret: 1,2 m  
 y méret: 2,1 m  
 Hőátbocsátási tényező: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 1.100 W/m<sup>2</sup>K  
**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Üvegezési arány: 44 %

**ajtó - üvegezett 2rtg**

Típusa: üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)  
 x méret: 1,2 m  
 y méret: 2,1 m  
 Hőátbocsátási tényező: 2.590 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 1.100 W/m<sup>2</sup>K

**A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés: 4-12-4  
 Keret, tok (felül): fa (50 mm)  
 Keret, tok (alul): fa (50 mm)  
 Keret, tok (jobbra): fa (50 mm)  
 Keret, tok (balra): fa (50 mm)  
 Távtartó: Meleg távtartó  
 Üvegezési arány: 44 %

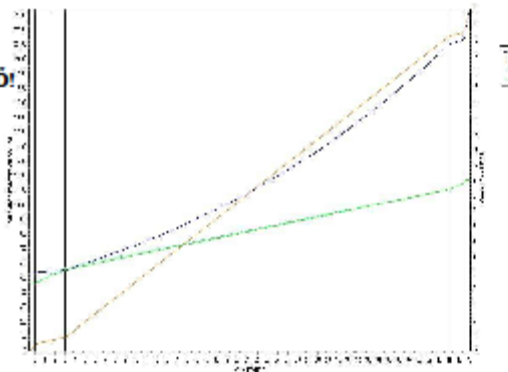
$U_g = 2.90 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_f = 2.20 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_f = 2.20 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_f = 2.20 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_f = 2.20 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $\Psi_g = 0.040 \text{ W/mK}$   
 $g = 0.750$   
 szélesség = 120 mm  
 szélesség = 120 mm  
 szélesség = 300 mm  
 szélesség = 300 mm

**Külső fal - 38**

Típusa: külső fal  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.525 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.240 W/m<sup>2</sup>K

**A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**

Eredő hőátbocsátási tényező: 0.657 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %  
 Fajlagos tömeg: 381 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőátviteli tényező: 49 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 44 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

**Rétegek kívülről befelé**

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T^*F_m^*F_s$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
nemes vakolat	1	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
POROTHERM 38	3	38	0,226	-	1,6810	800	0,88	0	
mészvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Forte	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz **KELLENEK** a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 87 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

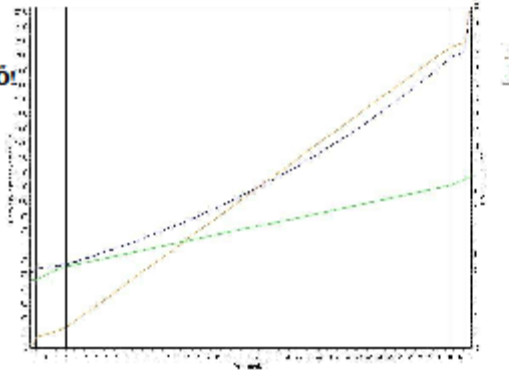
1. (nemes vakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz **KELLENEK** a szorpciós izoterma ADATOK!

2. (mészvakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz **KELLENEK** a szorpciós izoterma ADATOK!

3. (POROTHERM 38)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

**Külső fal - HB38**

Típusa:	külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.801 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.240 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	1.121 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	40 %
Fajlagos tömeg:	632 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos határoló tömeg:	96 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	85 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m <sup>2</sup> K/W

**Rétegek kívülről befelé**

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	F <sub>T</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>s</sub>
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
nemes vakolat	1	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
HB38-falazóblokk	3	38	0,370	-	1,0270	1460	0,88	0	
mészvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Forte	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

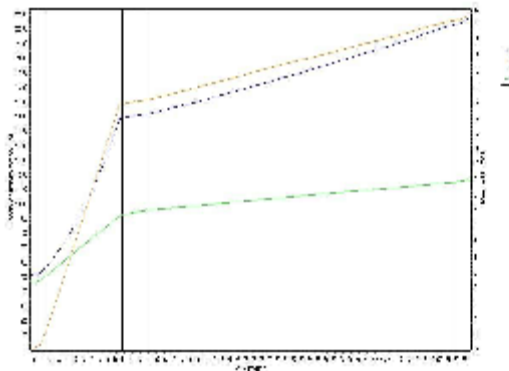
Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz **KELLENEK** a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 66 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

1. (nemes vakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz **KELLENEK** a szorpciós izoterma ADATOK!
2. (mészvakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz **KELLENEK** a szorpciós izoterma ADATOK!

**Külső fal - HB38 H10CMEPSG**

Típusa:	külső fal
Rétegtervi módosító érték:	0.01 W/m <sup>2</sup> K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.238 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.240 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.309 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	30 %
Fajlagos tömeg:	648 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos határoló tömeg:	96 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	85 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m <sup>2</sup> K/W



Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
dryvit kaparthatású vakolat	1	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88	0	
dryvit Primus ragasztó	2	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
EPSG 80 hőszigetelő	3	1	0,031	0,420	0,2272	15	1,46	0	
EPSG 80 hőszigetelő	4	9	0,031	-	2,9030	15	1,46	0	
dryvit Primus ragasztó	5	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
nemes vakolat	6	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
HB38-falazóblokk	8	38	0,370	-	1,0270	1460	0,88	0	
mészvakolat	9	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Forte	10	0,01	-	-	-	1550	-	0	

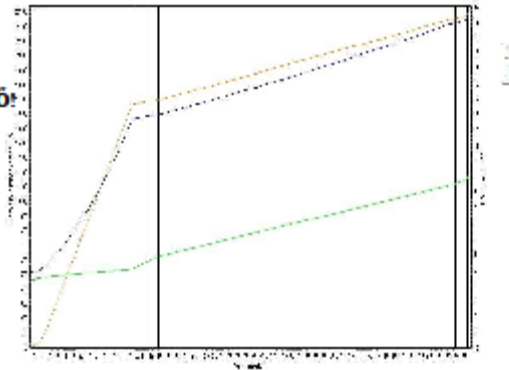
  

Rétegtípus	Mérete	Értéke	dU [W/m <sup>2</sup> K]
dübelezés	Pontszerű hőhid	5 db/m <sup>2</sup>	0,002 W/K

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

#### Külső fal - HB38 H12CKőzet

Típusa:	külső fal
Rétegtípusi módosító érték:	0.01 W/m <sup>2</sup> K
Rétegtípusi hőátbocsátási tényező:	0.245 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.240 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtípusi hőátbocsátási tényező NEMMEGFELELŐ!</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.318 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	30 %
Fajlagos tömeg:	651 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	96 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	85 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m <sup>2</sup> K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_s$
		[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
megnevezés	-								
dryvit kaparthatású vakolat	1	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88	0	
dryvit Primus ragasztó	2	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
Heralan DP-4	3	1	0,039	0,420	0,1806	40	0,84	0	
Heralan DP-4	4	11	0,039	-	2,8210	40	0,84	0	
dryvit Primus ragasztó	5	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
nemes vakolat	6	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
HB38-falazóblokk	8	38	0,370	-	1,0270	1460	0,88	0	
mészvakolat	9	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Forte	10	0,01	-	-	-	1550	-	0	

Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	$dU$
				[W/m <sup>2</sup> K]
dübelezés	Pontszerű hőhid	5 db/m <sup>2</sup>	0,002 W/K	0,01

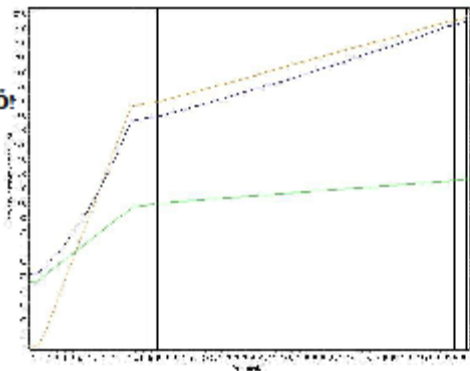
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

**Külső fal - HB38 H12CMEPS**

Típusa: külső fal

Rétegtervi módosító érték: 0.01 W/m<sup>2</sup>KRétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.245 W/m<sup>2</sup>KMegengedett értéke: 0.240 W/m<sup>2</sup>K**A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: 0.318 W/m<sup>2</sup>K

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %

Fajlagos tömeg: 649 kg/m<sup>2</sup>Fajlagos hőátviteli tényező: 96 kg/m<sup>2</sup>Fajlagos hőkapacitás: 85 kJ/m<sup>2</sup>KHőátadási ellenállás kívül: 0.04 m<sup>2</sup>K/WHőátadási ellenállás belül: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_s$
		[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
megnevezés	-								
dryvit kaparthatású vakolat	1	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88	0	
dryvit Primus ragasztó	2	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
NC (EPS) 100 hőszigetelő	3	1	0,039	0,420	0,1806	20	1,46	0	
NC (EPS) 100 hőszigetelő	4	11	0,039	-	2,8210	20	1,46	0	
dryvit Primus ragasztó	5	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
nemes vakolat	6	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
HB38-falazóblokk	8	38	0,370	-	1,0270	1460	0,88	0	
mészvakolat	9	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Forte	10	0,01	-	-	-	1550	-	0	

## Régtervtéri hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	$dU$ [W/m <sup>2</sup> K]
dübelezés	Pontszerű hőhid	5 db/m <sup>2</sup>	0,002 W/K	0,01

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

## Lábazati fal - beton (pince)

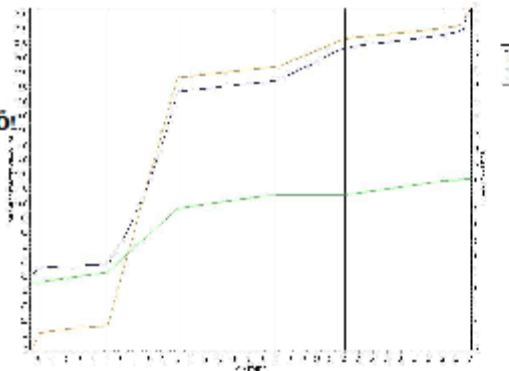
Típusa:	lábazati fal
Régtervtéri hőátbocsátási tényező:	2.855 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.300 W/m <sup>2</sup> K
<b>A régtervtéri hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	3.569 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	25 %
Fajlagos tömeg:	1037 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	514 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	434 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.00 m <sup>2</sup> K/W

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
nemes vakolat	1	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
vasbeton	3	40	1,550	-	0,2581	2400	0,84	0	
mészvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Forte	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

## padlásfödém - VB-béls+ger

Típusa:	padlásfödém
y méret:	1 m
Régtervtéri módosító érték:	0.010319 W/m <sup>2</sup> K
Régtervtéri hőátbocsátási tényező:	0.519 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.170 W/m <sup>2</sup> K
<b>A régtervtéri hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.571 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	444 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	333 / 110 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	282 / 93 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.10 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m <sup>2</sup> K/W



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	2	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	3	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Független	4	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	5	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	7	0,01	-	-	-	1550	-	0	

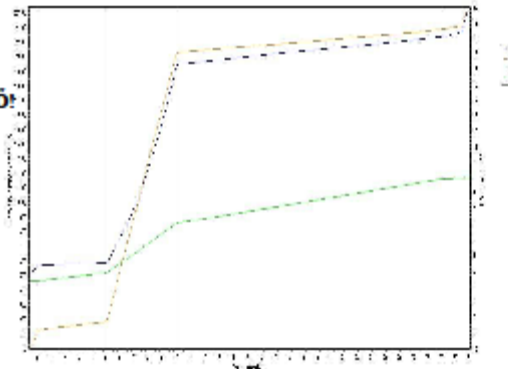
## Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	$dU$ [W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Eltérő U értékű felület	0,233 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,553 W/m <sup>2</sup> K	0,0103

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

## padlásfödém - VB-bélelés+ger mod

Típusa:	padlásfödém
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.553 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.170 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.608 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	592 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	481 / 110 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	406 / 93 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.10 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m <sup>2</sup> K/W



## Rétegek kívülről befelé

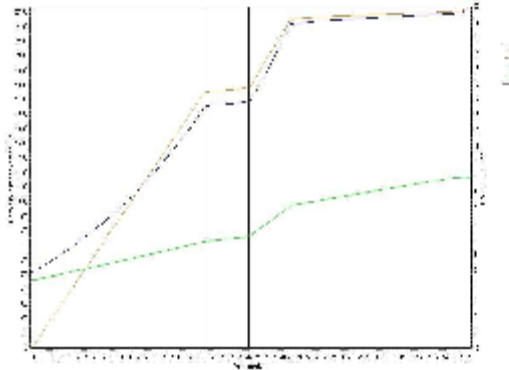
Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	2	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
vasbeton	3	19	1,550	-	0,1226	2400	0,84	0	
mészvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ



**padlásfödém - VB-bélés+ger mod\_S**

Típusa: padlásfödém  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.144 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.170 W/m<sup>2</sup>K  
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.159 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %  
 Fajlagos tömeg: 600 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 481 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 406 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m<sup>2</sup>K/W

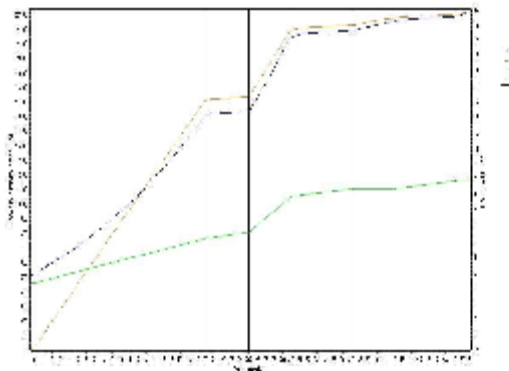
**Rétegek kívülről befelé**

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	F <sub>T</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>s</sub>
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Cellulóz	1	20	0,039	-	5,1280	40	1,42	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	3	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
vasbeton	4	19	1,550	-	0,1226	2400	0,84	0	
mészvakolat	5	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	6	0,01	-	-	-	1550	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

**padlásfödém - VB-bélés+ger\_ÁGY**

Típusa: padlásfödém  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi módosító érték: 0.00420651 W/m<sup>2</sup>K  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.145 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.170 W/m<sup>2</sup>K  
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.160 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %  
 Fajlagos tömeg: 452 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 333 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 282 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m<sup>2</sup>K/W



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
ásványgyapot	1	20	0,039	-	5,1280	40	1,42	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	3	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	4	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Független	5	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	6	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	8	0,01	-	-	-	1550	-	0	

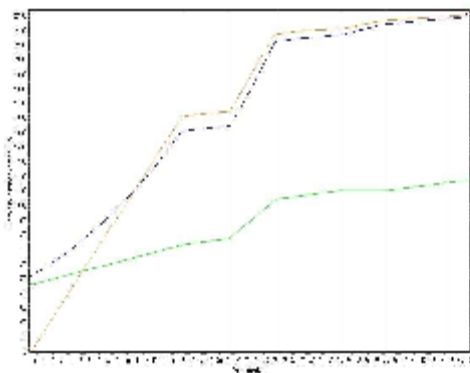
## Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	$dU$ [W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Eltérő U értékű felület	0,233 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,159 W/m <sup>2</sup> K	0,00421

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

## padlásfödém - VB-bélelés+ger\_cell

Típusa:	padlásfödém
y méret:	1 m
Rétegtervi módosító érték:	0.000980687 W/m <sup>2</sup> K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.166 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.170 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.182 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	451 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőátviteli tömeg:	333 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	282 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.10 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m <sup>2</sup> K/W



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
Cellulóz	1	16	0,039	-	4,1030	40	1,42	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	3	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	4	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Független	5	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	6	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	8	0,01	-	-	-	1550	-	0	

## Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

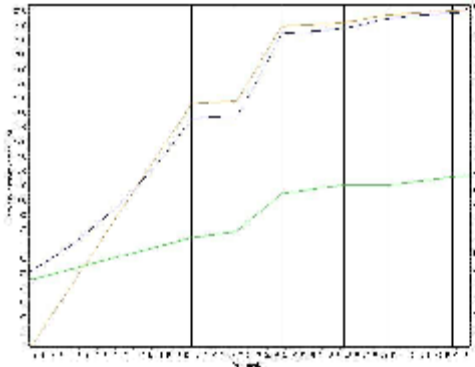
C:\Users\sali\Documents\1\_oktatások-suli\MATE\szakdolgozat\230920 - Petőfiszállítás - Árpád u\Szakdolgozat\2023. 11. 06.

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	$\delta U$ [W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Eltérő U értékű felület	0,233 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,169 W/m <sup>2</sup> K	0,000981

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

#### padlásfödém - VB-béles+ger\_ÜGY

Típusa: padlásfödém  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi módosító érték: 0.000939327 W/m<sup>2</sup>K  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.156 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.170 W/m<sup>2</sup>K  
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.172 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %  
 Fajlagos tömeg: 451 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 333 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 282 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m<sup>2</sup>K/W



#### Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
üveggyapot	1	17,5	0,039	-	4,4870	40	1,42	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	3	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	4	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Függőleg.	5	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	6	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	8	0,01	-	-	-	1550	-	0	

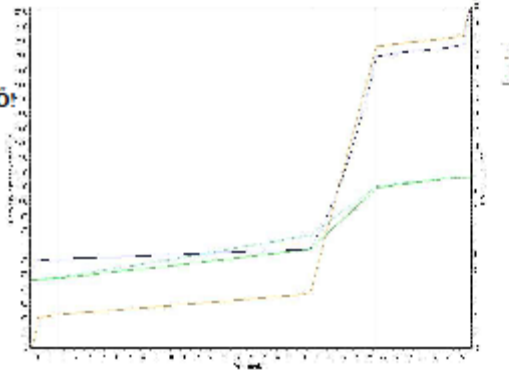
#### Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	$\delta U$ [W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Eltérő U értékű felület	0,233 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,159 W/m <sup>2</sup> K	0,000939

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

## pincefödém I - mod

Típusa:	pincefödém
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.509 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.260 W/m <sup>2</sup> K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.611 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	621 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	139 / 481 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	118 / 406 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	Fr*Fm*Fv
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Beltéri Diszperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
vasbeton	3	19	1,550	-	0,1226	2400	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	4	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	5	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	6	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Csempe	7	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 4656 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

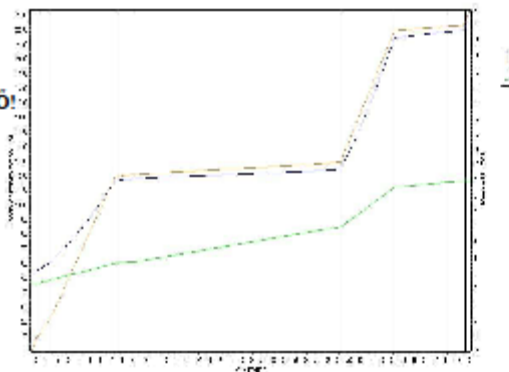
2. (mészvakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpció izoterma

ADATOK!

4. (XPS 30 14 cm-ig)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

## pincefödém I - mod sz

Típusa:	pincefödém
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.271 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.260 W/m <sup>2</sup> K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.325 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	633 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	139 / 6 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	118 / 5 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W



C:\Users\sali\Documents\1\_oktatások-suli\MATE\szakdolgozat\230920 - Petőfiszállítás - Árpád u\Szakdolgozat wwp 2023. 11. 06.

WinWatt cinog 9.01 (2023. 10. 19.) Copyright © Bausoft Pécsvarad Kft.

<http://www.bausoft.hu>

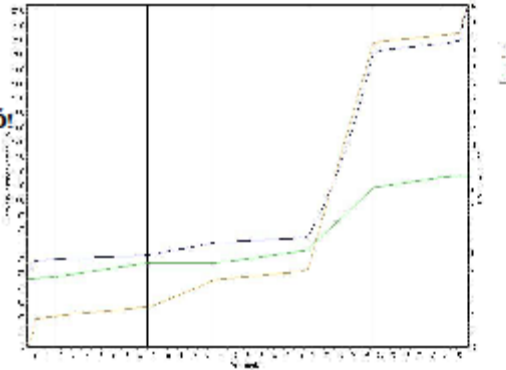
## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_s$ [-]
megnevezés	-								
dryvit Primus ragasztó	1	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
NC D (EPS 80) hőszigetelő	2	1	0,039	0,420	0,1806	15	1,46	0	
NC D (EPS 80) hőszigetelő	3	6	0,039	-	1,5380	15	1,46	0	
dryvit Primus ragasztó	4	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
vasbeton	7	19	1,550	-	0,1226	2400	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	8	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	9	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	10	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Csempe	11	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

## pincefödém I - VB-bélelés+ger

Típusa: pincefödém  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi módosító érték: 0.00880596 W/m<sup>2</sup>K  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.480 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.260 W/m<sup>2</sup>K  
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.576 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %  
 Fajlagos tömeg: 473 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 139 / 333 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 118 / 282 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_s$ [-]
megnevezés	-								
Beltéri Diszperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
kavicsbeton	3	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Függőleg.	4	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	5	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	6	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	7	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	8	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Csempe	9	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	$dU$ [W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Eltérő U értékű felület	0,233 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,509 W/m <sup>2</sup> K	0,00881

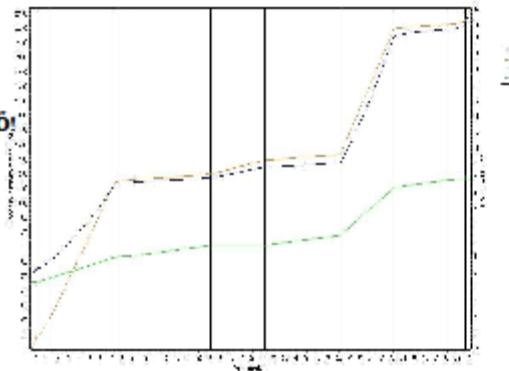
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 2087 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (mészvakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

#### pincefödém I - VB-béles+ger\_7EPS

Típusa:	pincefödém
y méret:	1 m
Rétegtervi módosító érték:	0.00235388 W/m <sup>2</sup> K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.262 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.260 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0.315 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	485 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	139 / 6 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	118 / 5 kJ/m <sup>2</sup> K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W



#### Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_s$ [-]
dryvit Primus ragasztó	1	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
NC D (EPS 80) hőszigetelő	2	1	0,039	0,420	0,1806	15	1,46	0	
NC D (EPS 80) hőszigetelő	3	6	0,039	-	1,5380	15	1,46	0	
dryvit Primus ragasztó	4	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
kavicsbeton	7	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Független	8	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	9	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	10	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	11	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	12	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Csempe	13	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

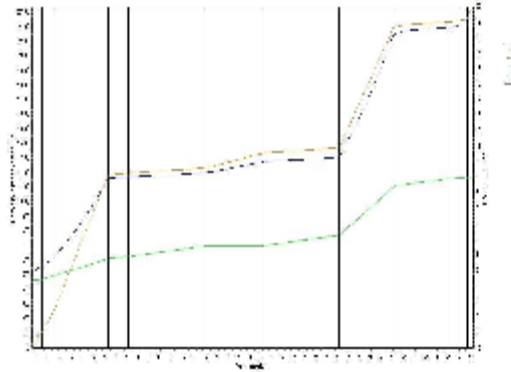
#### Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	$dU$ [W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Eltérő U értékű felület	0,233 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,27 W/m <sup>2</sup> K	0,00235

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

**pincefödém I - VB-bélelés+ger\_EPSG**

Típusa: pincefödém  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi módosító érték: 0.00420333 W/m<sup>2</sup>K  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.256 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.260 W/m<sup>2</sup>K  
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.307 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %  
 Fajlagos tömeg: 485 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőátvitel: 139 / 6 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 118 / 5 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W

**Rétegek kívülről befelé**

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	F <sub>T</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>s</sub>
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
dryvit Primus ragasztó	1	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
EPSG hőszigetelő	2	1	0,031	0,420	0,2272	15	1,46	0	
EPSG hőszigetelő	3	5	0,031	-	1,6130	15	1,46	0	
dryvit Primus ragasztó	4	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
kavicsbeton	7	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Függetleg.	8	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	9	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	10	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	11	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	12	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Csempe	13	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

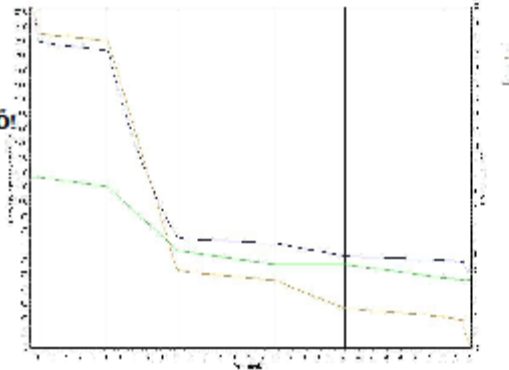
**Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók**

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU
				[W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Eltérő U értékű felület	0,233 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,27 W/m <sup>2</sup> K	0,0042

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

**pincefödém II - VB-bélés+ger**

Típusa: pincefödém  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi módosító érték: 0.0942806 W/m<sup>2</sup>K  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.569 W/m<sup>2</sup>K  
 Megengedett értéke: 0.260 W/m<sup>2</sup>K  
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.683 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %  
 Fajlagos tömeg: 444 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 110 / 333 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 93 / 282 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W

**Rétegek belülről kifelé**

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	Fr*Fm*Fv
megnevezés		[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	2	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	3	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Független	4	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	5	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	7	0,01	-	-	-	1550	-	0	

**Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók**

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU
				[W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Eltérő U értékű felület	0,233 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,879 W/m <sup>2</sup> K	0,0943

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 2083 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

6. (mészvakolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

**válaszfal 10**

Típusa: belső fal (fűtött terek közt)  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 2.218 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényező: 2.218 W/m<sup>2</sup>K  
 Fajlagos tömeg: 155 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőtároló tömeg: 78 / 78 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 69 / 69 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m<sup>2</sup>K/W



## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
Beltéri Diszperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
válaszfal téglá	3	8	0,520	-	0,1538	1320	0,88	0	
mészvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

## válaszfal 20

Típusa: belső fal (fűtött terek közt)

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 1.510 W/m<sup>2</sup>KHőátbocsátási tényező: 1.510 W/m<sup>2</sup>KFajlagos tömeg: 301 kg/m<sup>2</sup>Fajlagos hőtároló tömeg: 115 / 115 kg/m<sup>2</sup>Fajlagos hőkapacitás: 102 / 102 kJ/m<sup>2</sup>KHőátadási ellenállás kívül: 0.13 m<sup>2</sup>K/WHőátadási ellenállás belül: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
Beltéri Diszperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
válaszfal téglá	3	19	0,520	-	0,3654	1320	0,88	0	
mészvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

## válaszfal 38

Típusa: belső fal (fűtött terek közt)

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.505 W/m<sup>2</sup>KHőátbocsátási tényező: 0.505 W/m<sup>2</sup>KFajlagos tömeg: 354 kg/m<sup>2</sup>Fajlagos hőtároló tömeg: 49 / 49 kg/m<sup>2</sup>Fajlagos hőkapacitás: 44 / 44 kJ/m<sup>2</sup>KHőátadási ellenállás kívül: 0.13 m<sup>2</sup>K/WHőátadási ellenállás belül: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

## Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_s$ [-]
megnevezés	-			-					
Beltéri Diszperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
POROTHERM 38	3	38	0,226	-	1,6810	800	0,88	0	
mészvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beltéri Diszperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

**Határoló szerkezetek:**

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U* [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>id</sub> [kWh/a]
Külső fal - HB38	EK	függőleges	1,12	1,12	17,9	-	-	20,1	-	-
ablak mű - hőszigetelt 2rtg	ÉK	függőleges	1,71	1,71	1,4	-	-	2,5	0,7	40,1
ajtó - ívvezetett 2rtg	EK	függőleges	2,59	2,59	2,5	-	-	6,5	1,1	83,2
Külső fal - HB38	DK	függőleges	1,12	1,12	23,4	-	-	26,2	-	-
ablak mű - hőszigetelt 2rtg	DK	függőleges	1,51	1,51	3,1	-	-	4,8	2,3	135,2
ablak mű - hőszigetelt 2rtg	DK	függőleges	1,61	1,61	1,3	-	-	2,2	0,8	48,6
Külső fal - HB38	DNY	függőleges	1,12	1,12	15,6	-	-	17,5	-	-
ablak mű - hőszigetelt 2rtg	DNY	függőleges	1,51	1,51	6,3	-	-	9,5	4,7	270,4
Külső fal - HB38	ENY	függőleges	1,12	1,12	27,5	-	-	30,9	-	-
ablak mű - hőszigetelt 2rtg	ENY	függőleges	1,71	1,71	0,7	-	-	1,2	0,3	20,0
ablak mű - hőszigetelt 2rtg	ENY	függőleges	1,78	1,78	0,4	-	-	0,6	0,1	7,5
padlásfödém - VB-bélés+ger			0,571	0,514	78,7	-	-	40,4	-	-
pincefödém I - VB-bélés+ger			0,576	0,288	78,7	-	-	22,7	-	-

**Hőtároló tömegek:**

Megnevezés	A [m <sup>2</sup> ]	m <sub>e</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>t</sub> [t]	c [kJ/m <sup>2</sup> K]	C [MJ/K]
Külső fal - HB38	84,4	96	8,10	84	7,13
válaszfal 10	100,7	78	7,86	69	6,91
válaszfal 20	22,7	115	2,61	101	2,30
válaszfal 38	40,0	49	1,96	43	1,72
padlásfödém - VB-bélés+ger	78,7	333	26,19	293	23,05
pincefödém I - VB-bélés+ger	78,7	139	10,93	122	9,62
<b>Összesen</b>	-	-	57,65	-	50,73

m<sub>g</sub>: 733 kg/m<sup>2</sup> (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: nehéz (m<sub>t</sub> > 400 kg/m<sup>2</sup>)

s:	0,75	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	257,5 m <sup>2</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	212,4 m <sup>3</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	1,213 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	(Felület-térfogat arány)
Q <sub>id</sub> +Q <sub>id</sub> :	(605 + 0) * 0,75 = 454 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣLΨ:	184,9 W/K	

$$q = [\Sigma AU + \Sigma L \Psi - (Q_{id} + Q_{id}) / 72] / V = (184,9 - 454 / 72) / 212,355$$

q: **0,841 W/m<sup>3</sup>K** (Számított fajlagos hővesztéstényező)

q<sub>max,ku</sub>: **0,406 W/m<sup>3</sup>K** (Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztéstényező)

**Az épület fajlagos hővesztéstényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!**

**Energia igény tervezési adatok**

Épület(rész) jellege: Lakóépület

$A_N$ :	78.65 m <sup>2</sup>	(Fűtött alapterület)
$n$ :	0.50 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
$\sigma$ :	0.90	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{ad}+Q_{aid}$ :	$(0,16 + 0) \cdot 0,75 = 0,12$ kW	(Sugárzási nyereség)
$q_b$ :	5.00 W/m <sup>2</sup>	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
$q_{HMV}$ :	30.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$ :	9.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$ :	0.88 kW	(Sugárzási nyereség)

**Fajlagos értékekből számolt igények**

$Q_b = \Sigma A_N q_b$ :	393 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,z} = \Sigma A_N q_{b,z}$ :	295 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$ :	0 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$ :	2360 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{ad} = \Sigma V_n$ :	106.2 m <sup>3</sup> /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V_{n,LT} \cdot Z_{LT} / Z_F$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V_{n,inf} \cdot (1 - Z_{LT} / Z_F)$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{th} = \Sigma (V_{ad} + V_{LT}(1-\eta) + V_{inf})$ :	106.2 m <sup>3</sup> /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V_{n,nyár}$ :	1911.2 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

**Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása**

$$\Delta t_b = (Q_{ad} + Q_{aid} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35V_{ad}) + 2$$

$$\Delta t_b = (122 + 294,938) / (184,9 + 0,35 \cdot 106,178) + 2 = 3,9 \text{ °C}$$

$$t_i: \quad 20,0 \text{ °C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: \quad 72000 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhid})$$

$$Z_F: \quad 4400 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési időny hossza})$$

$$Q_F = H[V_q + 0,35 \Sigma V_{inf} F] \sigma - P_{LT,F} \cdot Z_F - Z_F Q_{b,z}$$

$$Q_F = 72 \cdot (212,355 \cdot 0,841 + 0,35 \cdot 106,2) \cdot 0,9 - 0 \cdot 4,4 - 4,4 \cdot 294,938 = 12,68 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad 161,26 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

**Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése**

$$\Delta t_{nyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35V_{nyár})$$

$$\Delta t_{nyár} = (882 + 393,25) / (184,9 + 0,35 \cdot 1911,2) = 1,5 \text{ °C}$$

$$\Delta t_{nyármax}: \quad 3,0 \text{ °C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{bn}: \quad 6,09 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

$$Q_{bn} = 24/1000 \cdot n_{bn} \cdot (\Sigma A_n \cdot q_b + Q_{sdnyár})$$

$$Q_{bn} = 24/1000 \cdot 6,09 \cdot (882 + 393,25) = 186,52 \text{ kWh/a}$$

**A nyári felmelegedés elfogadható mértékű.****Fűtési rendszer**

$$A_N: \quad 78,65 \text{ m}^2 \quad (\text{a rendszer alapterülete})$$

$$q_F: \quad 161,26 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Fűtött téren kívül elhelyezett kondenzációs olaj- vagy gázkazán

$\alpha_k$ :	0.88	(a hőtermelő által lefedett energiaarány)
$e_f$ :	1.00	(földgáz)
$e_{ms}$ :	0.00	
$C_k$ :	1.05	(a hőtermelő teljesítménytényezője)
$q_{k,v}$ :	0.79 kWh/m <sup>2</sup> a	(segédenergia igény)

**Kályha**

$\alpha_k$ :	0.12	(a hőtermelő által lefedett energiaarány)
$e_f$ :	0.60	(tűzifa, biomassza)
$e_{ms}$ :	1.00	
$C_k$ :	1.90	(a hőtermelő teljesítménytényezője)
$q_{k,v}$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(segédenergia igény)

**Kétsőves radiátoros és beágyazott fűtés, egy központi szabályozóval**

$q_{rh}$ :	9.60 kWh/m <sup>2</sup> a	(a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)
------------	---------------------------	--

**Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, vízhőmérséklet 55/45**

$q_{fv}$ :	7.80 kWh/m <sup>2</sup> a	(az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)
------------	---------------------------	---

**Fordulatszám szabályozású szivattyú, hőlépcső 10 K**

$E_{FSz}$ :	1.98 kWh/m <sup>2</sup> a	(a keringtetés fajlagos energia igénye)
-------------	---------------------------	---

**Tárolási veszteség nincs**

$q_{ft}$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)
$E_{FT}$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	

$$E_F = (q_r + q_{rh} + q_{fv} + q_{ft}) \Sigma (C_k \alpha_k e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (161,26 + 9,6 + 7,8 + 0) * 1,061 + (1,98 + 0 + 0,6952) * 2,5 = 196.21 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{Fms} = (q_r + q_{rh} + q_{fv} + q_{ft}) \Sigma (C_k \alpha_k e_{fms}) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_{vms}$$

$$E_{Fms} = (161,26 + 9,6 + 7,8 + 0) * 0,228 + (1,98 + 0 + 0,6952) * 0,1 = 41.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Melegvíz-termelő rendszer**

$A_{\Sigma}$ :	78.65 m <sup>2</sup>	(a rendszer alapterülete)
$q_{HMV}$ :	30.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(a melegvíz készítés nettó energia igénye)

**Kondenzációs kombi gázkazán, a hőcserélő átfolyós üzemmódban**

$e_{HMV}$ :	1.00	(földgáz)
$e_{ms}$ :	0.00	
$C_k$ :	1.23	(a hőtermelő teljesítménytényezője)
$E_k$ :	0.20 kWh/m <sup>2</sup> a	(segédenergia igény)

**Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, cirkuláció nélkül**

$q_{HMV,v}$ :	13.00 %	(a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)
$E_C$ :	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

**Nincs tárolási veszteség**

$q_{HMV,t}$ :	0.00 %	(a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)
---------------	--------	--

$$E_{HMV} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,f}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{HMV} = 30 \cdot (1 + 0,13 + 0) \cdot 1,23 + (0 + 0,2) \cdot 2,5 = 42,20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{HMV_{ms}} = q_{HMV_{ms}}(1 + q_{HMV_{ms},v}/100 + q_{HMV_{ms},f}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV_{ms}}) + (E_C + E_k) e_{v_{ms}}$$

$$E_{HMV_{ms}} = 30 \cdot (1 + 0,13 + 0) \cdot 0 + (0 + 0,2) \cdot 0,1 = 0,02 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

#### Nyereségáram forrás

$$Q_{+} = 0,001 \text{ kWh/a} \quad (\text{éves energia nyereség})$$

$$e_{+} = 2,50 \quad (\text{elektromos áram})$$

$$e_{+_{ms}} = 1,00$$

$$E_{+} = Q_{+} \cdot e_{+} / A_N = -0,001 \cdot 2,5 / 78,65 = -0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{+_{ms}} = Q_{+_{ms}} \cdot e_{+_{ms}} / A_N = 0,001 \cdot 1 / 78,65 = 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

#### Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hő} + E_{+} = 196,21 + 42,2 + 0 + 0 + 0 + 0$$

$$E_p = 238,41 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{az összesített energetikai jellemző számított értéke})$$

$$E_{p_{max}} = 100,00 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{az összesített energetikai jellemző megengedett értéke})$$

Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján **NEM FELEL MEG!**

$$E_{ms} = E_{F_{ms}} + E_{HMV_{ms}} + E_{vil_{ms}} + E_{LT_{ms}} + E_{hő_{ms}} + E_{nyer_{ms}}$$

$$E_{ms} = 41 + 0,02 + 0 + 0 + 0 + 0 = 41,02 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{ms} / E_p = 41,02 / 238,41 = 17,2 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek **NEM FELEL MEG!**

#### Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E <sub>prim</sub> [MWh/a]	e <sub>CO2</sub> [g/kWh]	E <sub>CO2</sub> [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	0,23	2,50	0,57	365	0,08	-	0,2 MWh
földgáz	16,26	1,00	16,26	202	3,29	36000 kJ/m <sup>3</sup>	1626,3 m <sup>3</sup>
tűzifa, biomassza	3,20	0,60	1,92	-	-	13300 kJ/kg	867,2 kg
Összesen			18,75		3,37		

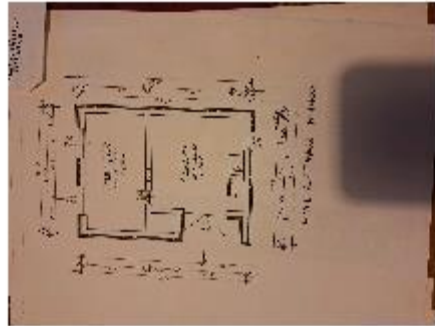
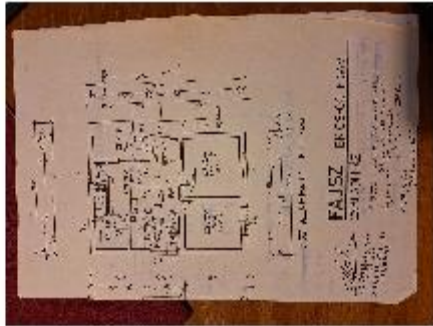
#### A javasolt korszerűsítések leírása:

Homlokzati hőszigetelés

A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.LI-i állapot szerint készült.

A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.

.....  
aláírás



C:\Users\sali\Documents\1\_óktatások-suli\MATE\szakdolg\230920 - Petőfiszállás - Árpád u\Szakdolg.wwp 2023. 11. 06.

WinWatt cinoge 9.01 (2023. 10. 19.) Copyright © Bausoft Pécsváradi Kft.

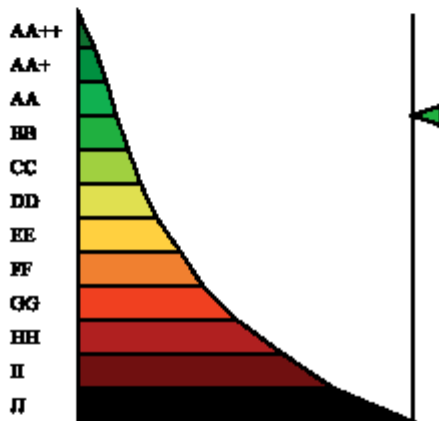
<http://www.bausoft.hu>

## **8.2 Energetikai számítás WinWatt-tal új állapot**

## Energetikai minőségirányelv összeftő

Épület: 6113 Petőfiutás  
Árpád utca 24.  
Magyarorsz: Salgótarján Iktván  
Tartászt: 6000 Kacsukost, Szévtvály u. 42.

Az épület(telek) hálagos primer energifogyasztás: -70,84 kWh/m<sup>2</sup>a  
Követelményérték (vizsszítási alap): 100,00 kWh/m<sup>2</sup>a  
Az épület(telek) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva: -70,80 %  
Energetikai minőség szerinti besorolás: BB (Közel nulla energisigétyre  
vonzakozó követelményeknek megfelelő)



A területés oka: saját célra  
Épületi védeltség: Nem védett  
Az épület építési ideje 1999.  
Épületi fűtött területének mértéke: 1  
A területvény az egyszerűsített szabványi módszerrel készült.  
Tartásítvény szerzőftője a területésftő:

Kelt: 2023. 09. 20.

Alftős



## Szerkezet típusok:

## ablak mére - 210/150 Műgyalul

Típusa:	ablak (átlós, fa vagy PVC)
x méret:	2,1 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
Megengedési értéke:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
A hőátbocsátási tényező megfelelése:	
Üvegvesztési arány:	62 %

## ablak mére - 60/120 Műgyalul

Típusa:	ablak (átlós, fa vagy PVC)
x méret:	0,6 m
y méret:	1,2 m
Hőátbocsátási tényező:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
Megengedési értéke:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
A hőátbocsátási tényező megfelelése:	
Üvegvesztési arány:	62 %

## ablak mére - 60/60 Műgyalul

Típusa:	ablak (átlós, fa vagy PVC)
x méret:	0,6 m
y méret:	0,6 m
Hőátbocsátási tényező:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
A szerkezetre utasítvány szerinti hővezetési együttható, mert $A < 0,5$ m <sup>2</sup>	
Üvegvesztési arány:	62 %

## ablak mére - 90/150 Műgyalul

Típusa:	ablak (átlós, fa vagy PVC)
x méret:	0,9 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
Megengedési értéke:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
A hőátbocsátási tényező megfelelése:	
Üvegvesztési arány:	62 %

## ablak mére - hőszigetelt 2rtg

Típusa:	ablak (átlós, fa vagy PVC)
x méret:	0,9 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	1,618 W/m <sup>2</sup> K
Megengedési értéke:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	

## Nyílászáró szerkezet az üvegszerkezet alapján

Üvegvesztés:	4;-12;-4 üvegszerkezet	$U_g = 1,38$ W/m <sup>2</sup> K	$g = 0,589$
Keret, tok (átlós):	PVC 60 mm-es 3 kamrás	$U_{t,c} = 1,88$ W/m <sup>2</sup> K	szellőztetés = 120 mm
Tűvtartás:	Mialag tűvtartás	$\Psi_g = 0,048$ W/mK	
Üvegvesztési arány:	62 %		

## ajtó - műgyalul

Típusa:	Üvegvesztési ajtó (átlós, fa vagy PVC)
x méret:	1,2 m
y méret:	2,1 m
Hőátbocsátási tényező:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
Megengedési értéke:	1,188 W/m <sup>2</sup> K
A hőátbocsátási tényező megfelelése:	
Üvegvesztési arány:	44 %

**ajtó - átlagosított 2rtg**

Típus: átlagosított ajtó (alub, sz vagy PVC)  
 x méret: 1,2 m  
 y méret: 2,1 m  
 Hőátbocsátási tényező: 2,990 W/m<sup>2</sup>K  
 Magságvető értéke: 1,199 W/m<sup>2</sup>K  
**A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**

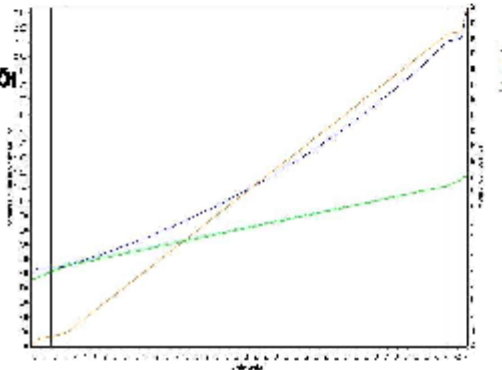
**Nyílászáró szerkezés az átlagosított alapján**

Üvegtípus: 4-12-4  
 Keret, tok (balról): sz (90 mm)  
 Keret, tok (közli): sz (90 mm)  
 Keret, tok (jobbra): sz (90 mm)  
 Keret, tok (ostya): sz (90 mm)  
 Tívtartó: Műanyag tívtartó  
 Üvegtartó arány: 44 %

$U_g = 2,99 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{f1} = 2,26 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{f2} = 2,26 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{f3} = 2,26 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U_{f4} = 2,26 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $\Psi_g = 0,045 \text{ W/mK}$   
 $g = 0,739$   
 szelvény = 120 mm  
 szelvény = 120 mm  
 szelvény = 300 mm  
 szelvény = 300 mm

**Külső szil - 3H**

Típus: kőfalú szil  
 Rétegtárcsai hőátbocsátási tényező: 0,523 W/m<sup>2</sup>K  
 Magságvető értéke: 0,246 W/m<sup>2</sup>K  
**A rétegtárcsai hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**  
 Esztétikus hőátbocsátási tényező: 0,637 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényező módosító tag: 25 %  
 Fajlagos tömeg: 381 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hővezetés (tömeg): 49 kg/m<sup>2</sup>K  
 Fajlagos hőkapacitás: 44 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hővezetési ellenérték kívülről: 0,04 m<sup>2</sup>K/W  
 Hővezetési ellenérték belülről: 0,13 m<sup>2</sup>K/W



**Rétegek kívülről belül**

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m <sup>2</sup> K/W]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *F <sub>2</sub> *F <sub>3</sub> [-]
megnevezés	-								
nemcs. vakolat	1	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	2	1,5	0,110	-	0,0185	1650	0,92	0	
POROTHERM 38	3	38	0,226	-	1,6819	800	0,88	0	
mészvakolat	4	1,5	0,110	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Disperziós Festék Poró	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

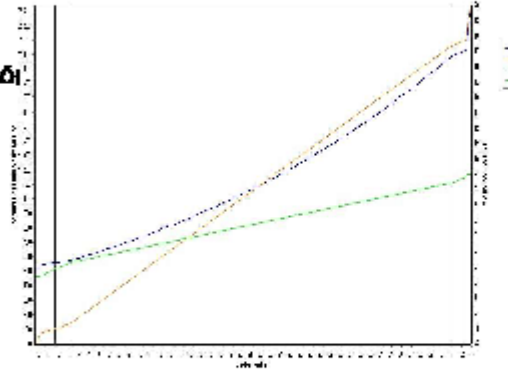
**Vizsgálati jelentés: A vizsgálatához KELLNEK a szerelési ismertető ADATOK!**

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (telítődési idő: 87 nap). Az ismertetővel nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a térfogat-átlagolt érték hosszabb a szereléstől.

- (nemcs. vakolat) 77%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálatához KELLNEK a szerelési ismertető ADATOK!
- (mészvakolat) 77%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálatához KELLNEK a szerelési ismertető ADATOK!
- (POROTHERM 38) a mutatók épp a nedvességterhelés a kondenzációs zóna szerelést megelőzőre; a diffúziós időszak alatt a magságvető értéke nem éri el;

**Kölső fal - HB36**

Típus: **külső fal**  
 Rétegtárvál hőátbocsátási tényező: **0,891 W/m<sup>2</sup>K**  
 Magaspedeti ártéka: **0,248 W/m<sup>2</sup>K**  
 A rétegtárvál hőátbocsátási tényező **NEM MEGFELELŐ!**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: **1,121 W/m<sup>2</sup>K**  
 Hőátbocsátási tényező módosító tag: **40 %**  
 Fajlagos tömeg: **632 kg/m<sup>2</sup>**  
 Fajlagos hőterhelés: **96 kg/m<sup>2</sup>**  
 Fajlagos hőkapacitás: **85 kJ/m<sup>2</sup>K**  
 Hőátviteli ellenérték kívül: **0,84 m<sup>2</sup>K/W**  
 Hőátviteli ellenérték belül: **0,13 m<sup>2</sup>K/W**



**Rétegek kivétel nélkül**

Réteg megnevezése	No.	d [mm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *T <sub>m</sub> *T <sub>a</sub> [-]
nemes vakolat	1	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
márvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
HB36-hámszögek	3	38	0,970	-	1,0270	1460	0,88	0	
márvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Diszperziós Földkő Perte	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

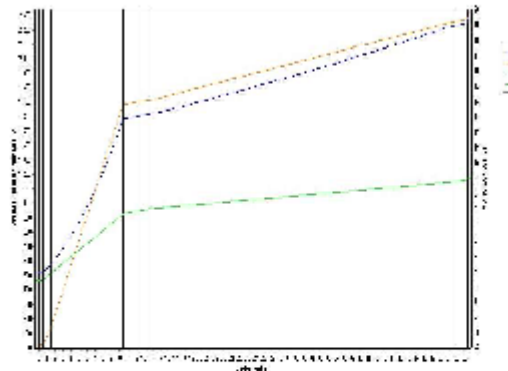
Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz **KELLENEK** a szerelési ismétlés ADATOK!

Az egyesületi állapot a diffúziós időszám alatt ki tud alakulni (teljesítmény idő: 66 nap). Az ismétléssel nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lehetnek hagyva, a tényleges hőátviteli idő hosszabb a szereléssel.

1. (nemes vakolat) 77%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz **KELLENEK** a szerelési ismétlés ADATOK!
2. (márvakolat) 77%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz **KELLENEK** a szerelési ismétlés ADATOK!

**Kölső fal - HB36 H10CMEP96**

Típus: **külső fal**  
 Rétegtárvál módosító árték: **0,81 W/m<sup>2</sup>K**  
 Rétegtárvál hőátbocsátási tényező: **0,238 W/m<sup>2</sup>K**  
 Magaspedeti ártéka: **0,248 W/m<sup>2</sup>K**  
 A rétegtárvál hőátbocsátási tényező **megfelelő!**  
 Eredő hőátbocsátási tényező: **0,333 W/m<sup>2</sup>K**  
 Hőátbocsátási tényező módosító tag: **40 %**  
 Fajlagos tömeg: **648 kg/m<sup>2</sup>**  
 Fajlagos hőterhelés: **96 kg/m<sup>2</sup>**  
 Fajlagos hőkapacitás: **85 kJ/m<sup>2</sup>K**  
 Hőátviteli ellenérték kívül: **0,84 m<sup>2</sup>K/W**  
 Hőátviteli ellenérték belül: **0,13 m<sup>2</sup>K/W**



Réteg kivétel nélküli név	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	Sd [m]	$F_1 \cdot F_m \cdot F_2$ [-]
megnevezés	-								
dryk Imperfektív vakolat	1	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88	0	
dryk Primus ragasztó	2	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
EPSG 60 hőszigetelő	3	1	0,031	0,420	0,2272	15	1,46	0	
EPSG 60 hőszigetelő	4	9	0,031	-	2,9090	15	1,46	0	
dryk Primus ragasztó	5	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
nemes vakolat	6	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
márvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
HB36-falazóblokk	8	38	0,370	-	1,0270	1460	0,88	0	
márvakolat	9	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Diszperziós Festék Feste	10	0,01	-	-	-	1550	-	0	

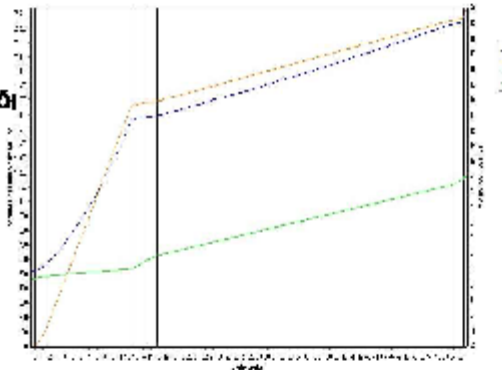
Rétegarvi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típus	Mérete	Értéke	$\Delta U$ [W/m <sup>2</sup> K]
öbölés	Portaszóró hőhid	5 db/m <sup>2</sup>	0,002 W/K	0,01

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerinti párhuzamos számításból **MEGFELELŐ**

Kölső fal - HB36 H12CK6bet

Típus:	kőfal
Rétegarvi módosító tényező:	0,91 W/m <sup>2</sup> K
Rétegarvi hőátbocsátási tényező:	0,243 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett tényező:	0,240 W/m <sup>2</sup> K
A rétegarvi hőátbocsátási tényező <b>NEM MEGFELELŐ!</b>	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0,318 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényező módosító tag:	30 %
Fajlagos tömeg:	651 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	96 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hővezetési:	85 kJ/m <sup>2</sup> K
Hővezetési ellenállás kivétel:	0,84 m <sup>2</sup> K/W
Hővezetési ellenállás belső:	0,13 m <sup>2</sup> K/W



Réteg kivétel nélküli név

Réteg	No.	d [mm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	Sd [m]	F <sub>T</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>a</sub> [-]
magnozsík	-			-					
dryvit impertantánál vakolat	1	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88	0	
dryvit Primus ragasztó	2	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
Haralan DP-4	3	1	0,039	0,420	0,1806	40	0,84	0	
Haralan DP-4	4	11	0,039	-	2,8210	40	0,84	0	
dryvit Primus ragasztó	5	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
nemes vakolat	6	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
HB36-Siluxblokk	8	38	0,370	-	1,0270	1460	0,88	0	
mészvakolat	9	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Disperziós Festék Forte	10	0,01	-	-	-	1550	-	0	

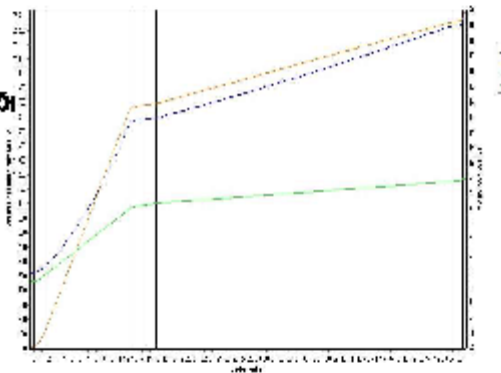
Réteglari hőfocsiási (tényes) korrekciók

Magnozsík	Típus	Mérete	Értéke	αU [W/m²K]
átlósítás	Perimeter hőhid	5 db/m²	0,002 W/K	0,01

Vizsgálati jelölés: A szerkezeti a szabvány szerinti páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Külső fal - HB36 HILUXMEPS

Típus:	hőhid fal
Réteglari módosító értéke:	0,01 W/m²K
Réteglari hőfocsiási (tényes):	0,243 W/m²K
Magnozsík értéke:	0,240 W/m²K
A réteglari hőfocsiási (tényes) NEM MEGFELELŐ!	
Ésőt hőfocsiási (tényes):	0,318 W/m²K
Hőfocsiási (tényes) módosító tag:	30 %
Fajlagos tömeg:	649 kg/m²
Fajlagos hőkapacitás:	96 kJ/m²K
Fajlagos hővezetési:	85 kJ/m²K
Hővezetési ellenállás kívül:	0,04 m²K/W
Hővezetési ellenállás belül:	0,13 m²K/W



Rétegek kívülről belül

Réteg	No.	d [mm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	Sd [m]	F <sub>T</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>a</sub> [-]
magnozsík	-			-					
dryvit impertantánál vakolat	1	0,2	0,990	-	0,0020	1800	0,88	0	
dryvit Primus ragasztó	2	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
NC (EPS) 100 hőszigetelő	3	1	0,039	0,420	0,1806	20	1,46	0	
NC (EPS) 100 hőszigetelő	4	11	0,039	-	2,8210	20	1,46	0	
dryvit Primus ragasztó	5	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
nemes vakolat	6	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
HB36-Siluxblokk	8	38	0,370	-	1,0270	1460	0,88	0	
mészvakolat	9	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Disperziós Festék Forte	10	0,01	-	-	-	1550	-	0	

Résztárvai hőátbocsátási tényezői korrekciók

Megnevezés	Típus	Mérete	Értéke	$\Delta U$ [W/m <sup>2</sup> K]
Übölés	Festékréteg hőhid	5 db/m <sup>2</sup>	0,002 W/K	0,01

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint pároléffizika szempontból MEGFELELŐ

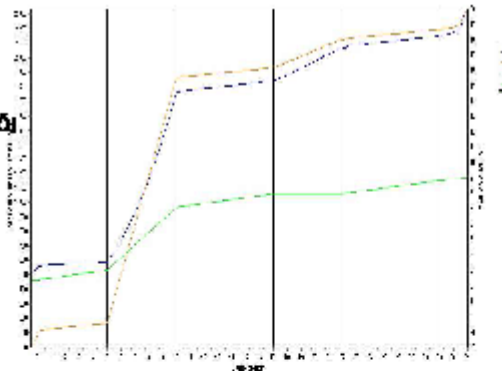
Látványfal - belső (páncs)

Típus:	látható fal
Résztárvai hőátbocsátási tényező:	2,811 W/m <sup>2</sup> K
Megengedési értéke:	0,390 W/m <sup>2</sup> K
A résztárvai hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Erőlt. hőátbocsátási tényező:	3,569 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényező módosító tag:	25 %
Fajlagos tömeg:	1037 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hővezető képesség:	514 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	434 kJ/m <sup>2</sup> K
Hővezetési ellenérték kivétel:	0,04 m <sup>2</sup> K/W
Hővezetési ellenérték belső:	0,88 m <sup>2</sup> K/W

Réteg	No.	d [mm]	λ [W/mK]	κ	R [m <sup>2</sup> K/W]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *T <sub>m</sub> *T <sub>a</sub> [-]
magnezium	-								
nemes vakolat	1	1,5	0,990	-	0,0152	1850	0,88	0	
másvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
vakolat	3	40	1,550	-	0,2581	2400	0,84	0	
másvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Diapariás Festék Fests	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

padlószigetelés - VIB-bélelt ger

Típus:	padlószigetelés
y méret:	1 m
Résztárvai módosító érték:	0,810319 W/m <sup>2</sup> K
Résztárvai hőátbocsátási tényező:	0,319 W/m <sup>2</sup> K
Megengedési értéke:	0,179 W/m <sup>2</sup> K
A résztárvai hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Erőlt. hőátbocsátási tényező:	0,371 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényező módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	444 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hővezető képesség:	333 / 110 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	282 / 93 kJ/m <sup>2</sup> K
Hővezetési ellenérték kivétel:	0,10 m <sup>2</sup> K/W
Hővezetési ellenérték belső:	0,10 m <sup>2</sup> K/W



Rétegek kivétel nélküli

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> +F <sub>m</sub> +F <sub>2</sub> [-]
megnevezés	-			-					
krvöbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	2	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
krvöbeton	3	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Függőleg.	4	5	-	-	0,1700	-	-	0	
krvöbeton	5	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Diszperziós Festék Opus	7	0,01	-	-	-	1550	-	0	

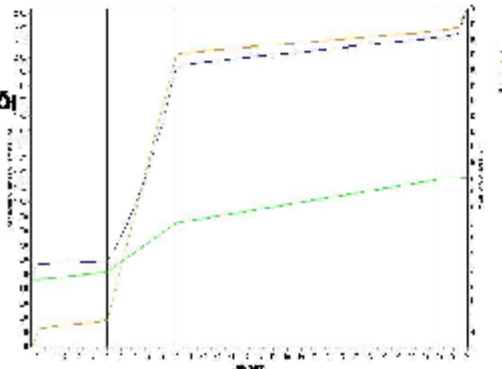
Rétegarvi hőátbocsátási tényezői korrekciók

Megnevezés	Típus	Mérete	Értéke	αU [W/m²K]
gerenda	Enérfő U értéki felület	0,239 m²/m²	0,553 W/m²K	0,0163

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

páradiffúzió - VB-közműgar med

Típus	páradiffúzió
y méret:	1 m
Rétegarvi hőátbocsátási tényező:	0,333 W/m²K
Megengedett érték:	0,170 W/m²K
A rétegarvi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Erősítő hőátbocsátási tényező:	0,600 W/m²K
Hőátbocsátási tényező módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	592 kg/m²
Fajlagos hőterhelés:	481 / 110 kg/m²
Fajlagos hőkapacitás:	406 / 93 kJ/m²K
Hőátbocsátási ellenállás kívülről:	0,10 m²K/W
Hőátbocsátási ellenállás belülről:	0,10 m²K/W



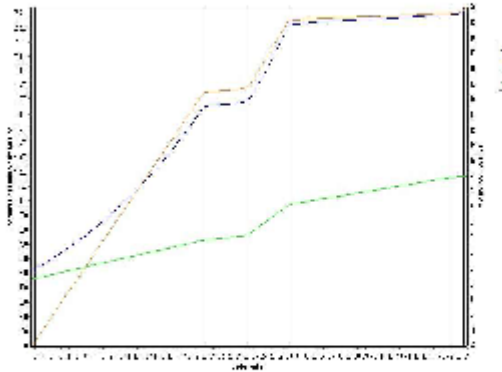
Rétegek kivétel nélküli

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> +F <sub>m</sub> +F <sub>2</sub> [-]
megnevezés	-			-					
krvöbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	2	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
vastalon	3	19	1,550	-	0,1226	2400	0,84	0	
mészvakolat	4	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Diszperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

padlásfűtés - VB-béme+gar\_msd\_B

Típus: padlásfűtés  
 y méret: 1 m  
 Rétegtároló hőátbocsátási tényező: 0,144 W/m<sup>2</sup>K  
 Magszabóati ártéka: 0,178 W/m<sup>2</sup>K  
 A rétegtároló hőátbocsátási tényező megnevezése:  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0,159 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényező módosító tag: 10 %  
 Fajlagos tömeg: 600 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőterelő tömeg: 481 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 406 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási ellenérték kvtől: 0,18 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátbocsátási ellenérték baktól: 0,18 m<sup>2</sup>K/W



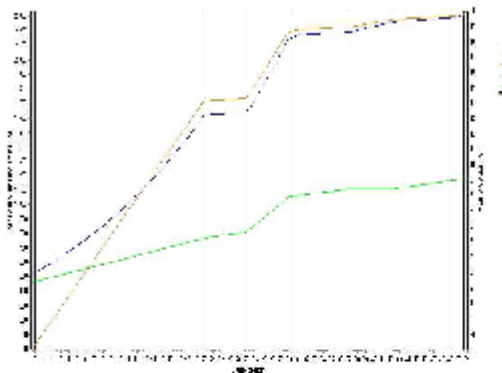
Rétegek kivétel nélkül

Réteg	No.	d [mm]	λ [W/mK]	κ	R [m <sup>2</sup> K/W]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *T <sub>m</sub> +T <sub>a</sub> [-]
megnevezés	-								
Cemlés	1	20	0,039	-	5,1280	40	1,42	0	
kerámcsobon	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	3	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
vasbeton	4	19	1,550	-	0,1226	2400	0,84	0	
márvakolat	5	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Diszperziós Festék Opus	6	0,01	-	-	-	1550	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerelési a szabvány szerinti páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

padlásfűtés - VB-béme+gar\_ÁGY

Típus: padlásfűtés  
 y méret: 1 m  
 Rétegtároló módosító árték: 0,05420691 W/m<sup>2</sup>K  
 Rétegtároló hőátbocsátási tényező: 0,143 W/m<sup>2</sup>K  
 Magszabóati ártéka: 0,178 W/m<sup>2</sup>K  
 A rétegtároló hőátbocsátási tényező megnevezése:  
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0,168 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási tényező módosító tag: 10 %  
 Fajlagos tömeg: 432 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőterelő tömeg: 333 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 282 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hőátbocsátási ellenérték kvtől: 0,18 m<sup>2</sup>K/W  
 Hőátbocsátási ellenérték baktól: 0,18 m<sup>2</sup>K/W







Megnevezés	Típus	Mérete	Értéke	αJ [W/m²K]
gerenda	Enfő U árcköl. felület	0,239 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,159 W/m <sup>2</sup> K	0,000911

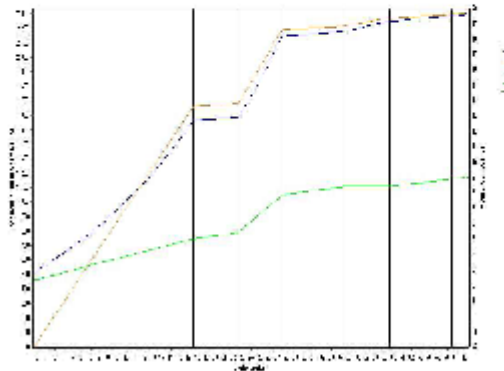
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

**padlótáblán - VB-béletpar\_ÜGY**

Típus: padlótáblán

y méret: 1 m

Rétágyarvi módosító árcköl:	0,888939127 W/m <sup>2</sup> K
Rétágyarvi hőátbocsátási tényező:	0,156 W/m <sup>2</sup> K
Megszáradt árcköl:	0,179 W/m <sup>2</sup> K
A rétagyarvi hőátbocsátási tényező megváltozása:	
Eredő hőátbocsátási tényező:	0,172 W/m <sup>2</sup> K
Hőátbocsátási tényező módosító tag:	10 %
Fajlagos tömeg:	451 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hővezető képesség:	333 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőkapacitás:	282 kJ/m <sup>2</sup> K
Hővezető ellenérték kívülről:	0,16 m <sup>2</sup> K/W
Hővezető ellenérték belülről:	0,16 m <sup>2</sup> K/W



Réteg	No.	d [mm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>s</sub> [-]
megnevezés	-								
Öveggypot	1	17,5	0,039	-	4,4879	40	1,42	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	3	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	4	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Függőleg.	5	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kavicsbeton	6	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
mészvakolat	7	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Diaperáló Feszék Opus	8	0,01	-	-	-	1550	-	0	

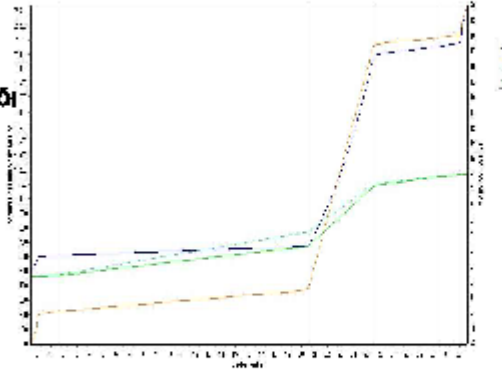
**Rétágyarvi hőátbocsátási tényező korrekciók**

Megnevezés	Típus	Mérete	Értéke	αJ [W/m²K]
gerenda	Enfő U árcköl. felület	0,239 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,159 W/m <sup>2</sup> K	0,000939

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

**placaföldem I - med**

**Tipus:** **placaföldem**  
**y méret:** 1 m  
**Réteglari hővezetési tényező:** 0,589 W/m<sup>2</sup>K  
**Megengedeti ártéka:** 0,260 W/m<sup>2</sup>K  
**A réteglari hővezetési tényező NEM MEGFELELŐ!**  
**Eredő hővezetési tényező:** 0,611 W/m<sup>2</sup>K  
**Hővezetési tényező módosító tag:** 20 %  
**Fajlagos tömeg:** 621 kg/m<sup>3</sup>  
**Fajlagos hőterelő tömeg:** 139 / 481 kg/m<sup>3</sup>  
**Fajlagos hőkapacitás:** 118 / 406 kJ/m<sup>3</sup>K  
**Hőterelőni ellenállás kívül:** 0,17 m<sup>2</sup>K/W  
**Hőterelőni ellenállás belül:** 0,17 m<sup>2</sup>K/W



**Rétegek kívülről belül**

Réteg	No.	d [mm]	λ [W/mK]	κ	R [m <sup>2</sup> K/W]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *T <sub>m</sub> *T <sub>2</sub> [-]
megvonás	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Belső Diaperanis Fostic Open	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	-
márvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	-
vakolat	3	19	1,550	-	0,1226	2400	0,84	0	-
XPS 30 14 cm-ig	4	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	-
kavicsbeton	5	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	-
Cementvakolat	6	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	-
Cserpe	7	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	-

**Vizsgálati jelentés: A szerelési a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ!**

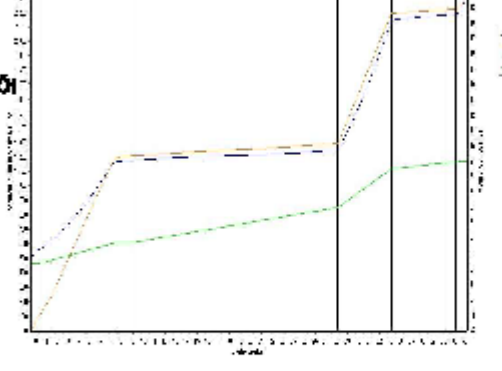
Egyesületi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszám alatti nem tud kiszámolni (Többször is: 4636 nap). Az állapotával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tárgyilagossághoz idő hosszabb a számítással.

2. (márvakolat)73%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz **KELLNEK** a szerelési ismertetés **ADATOK!**

4. (XPS 30 14 cm-ig) a diffúziós időszám alatti a megengedési ártéka; nem éri el;

**placaföldem I - med az**

**Tipus:** **placaföldem**  
**y méret:** 1 m  
**Réteglari hővezetési tényező:** 0,271 W/m<sup>2</sup>K  
**Megengedeti ártéka:** 0,260 W/m<sup>2</sup>K  
**A réteglari hővezetési tényező NEM MEGFELELŐ!**  
**Eredő hővezetési tényező:** 0,323 W/m<sup>2</sup>K  
**Hővezetési tényező módosító tag:** 20 %  
**Fajlagos tömeg:** 633 kg/m<sup>3</sup>  
**Fajlagos hőterelő tömeg:** 139 / 6 kg/m<sup>3</sup>  
**Fajlagos hőkapacitás:** 118 / 5 kJ/m<sup>3</sup>K  
**Hőterelőni ellenállás kívül:** 0,17 m<sup>2</sup>K/W  
**Hőterelőni ellenállás belül:** 0,17 m<sup>2</sup>K/W

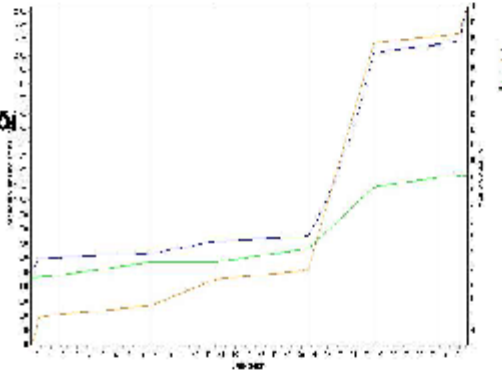


Réteg kivétel nélkül	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_1 + F_m + F_2$
Réteg		[cm]	[W/mK]	-	[m²K/W]	[kg/m³]	[J/kgK]	[m]	[-]
megnevezés	-								
dryvk Prims ragasztó	1	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
NC D (EPS 80) hőszigetelés	2	1	0,039	0,420	0,1806	15	1,46	0	
NC D (EPS 80) hőszigetelés	3	6	0,039	-	1,3380	15	1,46	0	
dryvk Prims ragasztó	4	0,3	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
Belső Disperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
vakolat	7	19	1,550	-	0,1226	2400	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	8	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kövöbeton	9	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	10	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Cserpe	11	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelölés: A szerkezeti a szerkezet szigetelési teljesítménye MEGFELELŐ

placoidálás I - VB-hőmérséklet

típus: placoidálás  
 y méret: 1 m  
 Rétegtároló módosító árték: 0,0080396 W/m²K  
 Rétegtároló hőátbocsátási tényező: 0,480 W/m²K  
 Magsugárzó árték: 0,260 W/m²K  
 A rétegtároló hőátbocsátási tényező **NEM MEGFELELŐ**  
 Erő hőátbocsátási tényező: 0,578 W/m²K  
 Hőátbocsátási tényező módosító tag: 20 %  
 Fajlagos tömeg: 473 kg/m²  
 Fajlagos hőkapacitás: 139 / 333 kg/m²K  
 Fajlagos hővezetési: 118 / 282 kJ/m²K  
 Hőátbocsátási ellenérték: 0,17 m²K/W  
 Hőátbocsátási ellenérték: 0,17 m²K/W



Réteg kivétel nélkül	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_1 + F_m + F_2$
Réteg		[cm]	[W/mK]	-	[m²K/W]	[kg/m³]	[J/kgK]	[m]	[-]
megnevezés	-								
Belső Disperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	2	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
kövöbeton	3	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt légréteg Szokv. Függőleg.	4	5	-	-	0,1700	-	-	0	
kövöbeton	5	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	6	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kövöbeton	7	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	8	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Cserpe	9	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

Rétegtároló hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típus	Mérete	Értéke	gJ [W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Enécs U ácsköl biallet	0,239 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,509 W/m <sup>2</sup> K	0,00881

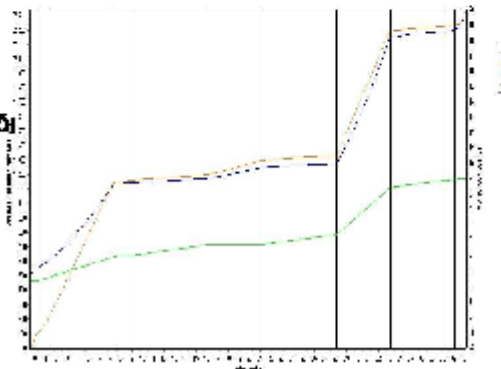
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Az egyesületi állapot a diffúziós időszám alatti nem túl kiszámított (téli/nyári idő; 2087 nap). Az izolációval szem rendelkezni ottanok figyelmen kívül láttak legyen, a tényleges átjárás idő hosszabb a számítottnál.

2. (március/október)77%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálati KELLERNEK a szerkezet izolációs ADATOK!

plaza/földem I - VB-100+igaz\_7EPS

Típus: pinceföldem  
 y méret: 1 m  
 Rétegtárcsai hővezetési értéke: 0,55233333 W/m<sup>2</sup>K  
 Rétegtárcsai hőfocóssági (tényező): 0,262 W/m<sup>2</sup>K  
 Magassági értéke: 0,269 W/m<sup>2</sup>K  
 A rétegtárcsai hőfocóssági tényező NEM MEGFELELŐ!  
 Rétegtárcsai hőfocóssági (tényező): 0,313 W/m<sup>2</sup>K  
 Hőfocóssági (tényező) módosító tag: 20 %  
 Fajlagos tömeg: 483 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőfocóssági (tényező): 139 / 6 kg/m<sup>2</sup>  
 Fajlagos hőkapacitás: 118 / 5 kJ/m<sup>2</sup>K  
 Hővezetési ellenállás kívül: 0,17 m<sup>2</sup>K/W  
 Hővezetési ellenállás belül: 0,17 m<sup>2</sup>K/W



Réteg kivétel nélkül	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	F <sub>T</sub> +F <sub>m</sub> +F <sub>a</sub>
Réteg	-	[mm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kgK]	[m]	[-]
megnevezés	-								
dryvit Primus ragasztó	1	0,9	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
NC D (EPS 80) hőszigetelés	2	1	0,039	0,429	0,1886	15	1,46	0	
NC D (EPS 80) hőszigetelés	3	6	0,039	-	1,5380	15	1,46	0	
dryvit Primus ragasztó	4	0,9	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
Belső Diaperáló Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
kavicsbeton	7	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt Magréteg Szokv. Függőleg.	8	5	-	-	0,1789	-	-	0	
kavicsbeton	9	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	10	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	11	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	12	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Csempe	13	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

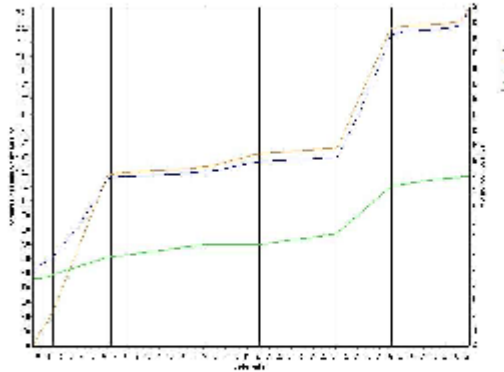
Rétegtárcsai hőfocóssági (tényező) korrekciók:

Megnevezés	Típus	Mérete	Értéke	gJ [W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Enécs U ácsköl biallet	0,239 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,27 W/m <sup>2</sup> K	0,00235

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

**placeműködés I - VB-100e+gar\_EPSG**

Típus: **pincefalbél**  
 y méret: **1 m**  
 Rétágitárvai hővezetési tényező: **0,00426333 W/m<sup>2</sup>K**  
 Rétágitárvai hőhővezetési tényező: **0,256 W/m<sup>2</sup>K**  
 Magszegelői tényező: **0,260 W/m<sup>2</sup>K**  
 A rétagitárvai hőhővezetési tényező megnevezése:  
 Eredeti hőhővezetési tényező: **0,387 W/m<sup>2</sup>K**  
 Hőhővezetési tényező módosító tag: **20 %**  
 Fajlagos tömeg: **483 kg/m<sup>3</sup>**  
 Fajlagos hőkapacitás (támasz): **139 / 6 kJ/m<sup>2</sup>K**  
 Fajlagos hőkapacitás: **118 / 5 kJ/m<sup>2</sup>K**  
 Hőátviteli ellenérték kivitől: **0,17 m<sup>2</sup>K/W**  
 Hőátviteli ellenérték belől: **0,17 m<sup>2</sup>K/W**



**Rétegek kivitől belől**

Réteg megnevezése	No.	d [mm]	λ [W/mK]	κ	R [m <sup>2</sup> K/W]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *T <sub>m</sub> +T <sub>a</sub> [-]
dryvit Primus ragasztó	1	0,9	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
EPSG hőszigetelés	2	1	0,031	0,420	0,2272	15	1,46	0	
EPSG hőszigetelés	3	5	0,031	-	1,6130	15	1,46	0	
dryvit Primus ragasztó	4	0,9	0,930	-	0,0032	1800	0,88	0	
Belső Diaperázós Festék Opus márványokolat	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	
kavicsbeton	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Zárt Mgrétég Szokv. Püggőleg. kavicsbeton	7	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
kavicsbeton	8	5	-	-	0,1780	-	-	0	
kavicsbeton	9	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig kavicsbeton	10	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavicsbeton	11	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Cementvakolat	12	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
Csempe	13	0,6	1,050	-	0,0057	1800	0,88	0	

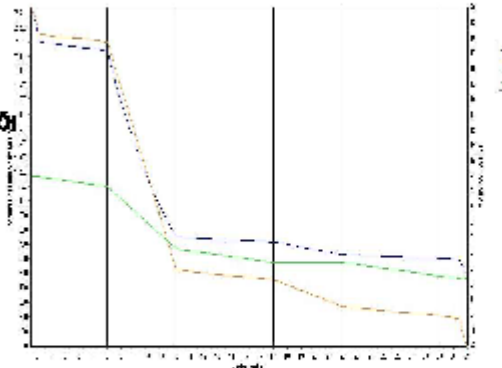
**Rétágitárvai hőhővezetési tényező korrekciók**

Megnevezése	Típus	Mérete	Értéke	ΔU [W/m <sup>2</sup> K]
garancia	EnérG U értékkel felelet	0,239 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,27 W/m <sup>2</sup> K	0,0042

Vizsgálati jelentés: A szakaszi a szabvány szerinti páradiffúziós számponból MEGFELELŐ

**placostólaj II - VB-bélelt ger**

Típus: **placostólaj**  
 y méret: **1 m**  
 Rétagsíri módosító tényező: **0,9942896 W/m<sup>2</sup>K**  
 Rétagsíri hőátbocsátási tényező: **0,369 W/m<sup>2</sup>K**  
 Magsígsíri tényező: **0,269 W/m<sup>2</sup>K**  
**A rétagsíri hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**  
 Erőli hőátbocsátási tényező: **0,683 W/m<sup>2</sup>K**  
 Hőátbocsátási tényező módosító tag: **20 %**  
 Fajlagos tömeg: **444 kg/m<sup>2</sup>**  
 Fajlagos hőterelő (főmag): **110 / 333 kg/m<sup>2</sup>**  
 Fajlagos hőkapacitás: **93 / 282 kJ/m<sup>2</sup>K**  
 Hővezetési ellenállás kivétl: **0,17 m<sup>2</sup>K/W**  
 Hővezetési ellenállás beült: **0,17 m<sup>2</sup>K/W**



**Rétagsíri beültől kivétl**

Rétagsíri	No.	d	λ	κ	R	p	c	Sd	F <sub>1</sub> +T <sub>m</sub> +T <sub>a</sub>
megnevezés	-	[mm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kgK]	[m]	[-]
kavcabeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
XPS 30 14 cm-ig	2	5	0,035	-	1,4290	-	1,40	0	
kavcabeton	3	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
Zárt Mg-rétagsíri Függőleg.	4	5	-	-	0,1790	-	-	0	
kavcabeton	5	7	1,280	-	0,0547	2200	0,84	0	
mészvakolat	6	1,5	0,810	-	0,0185	1650	0,92	0	
Beültéri Disperziós Festék Opus	7	0,01	-	-	-	1550	-	0	

**Rétagsíri hőátbocsátási tényező korrekciók**

Megnevezés	Típus	Mérete	Értéke	ΔU
				[W/m <sup>2</sup> K]
gerenda	Értéke U értéke felület	0,239 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,879 W/m <sup>2</sup> K	0,0943

**Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerinti páratartalom szempontból MEGFELELŐ**

Az egyesületi állapot a diffúzió időszakok alatt nem tud kialakulni (Tutatókód: 2083 nap). Az ismételtől nem rendelkező rétegek figyelembe vétel nélkül, a tényleges átlagos hővezetési ellenállás a szerkezetnél.

6. (mészvakolat) 77%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálatok KELLENEK a szerkezet ismételt ADATOK!

**választás 10**

Típus: **beült fel (Tutatók kód: 2083 nap)**  
 Rétagsíri hőátbocsátási tényező: **2,210 W/m<sup>2</sup>K**  
 Hőátbocsátási tényező: **2,210 W/m<sup>2</sup>K**  
 Fajlagos tömeg: **155 kg/m<sup>2</sup>**  
 Fajlagos hőterelő (főmag): **78 / 78 kg/m<sup>2</sup>**  
 Fajlagos hőkapacitás: **69 / 69 kJ/m<sup>2</sup>K**  
 Hővezetési ellenállás kivétl: **0,13 m<sup>2</sup>K/W**  
 Hővezetési ellenállás beült: **0,13 m<sup>2</sup>K/W**

Részek kivétel nélkül

Rész	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>2</sub> [-]
megnevezés	-			-					
Belső Disperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
másvakolat	2	1,5	0,110	-	0,0185	1650	0,92	0	
vilaszál tégl	3	8	0,520	-	0,1538	1320	0,88	0	
másvakolat	4	1,5	0,110	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Disperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

változat 20

Típus: belső fal (TMS) (szek. kőfal)

Résziarvi hőátvezetési tényező: 1,310 W/m²K

Hőátvezetési tényező: 1,310 W/m²K

Fajlagos tömeg: 301 kg/m²

Fajlagos hőkapacitás: 115 / 115 kJ/m²K

Fajlagos hővezetés: 102 / 102 m²K/W

Hővezetési ellenérték kivétel: 0,13 m²K/W

Hővezetési ellenérték belső: 0,13 m²K/W

Részek kivétel nélkül

Rész	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>2</sub> [-]
megnevezés	-			-					
Belső Disperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
másvakolat	2	1,5	0,110	-	0,0185	1650	0,92	0	
vilaszál tégl	3	19	0,520	-	0,9654	1320	0,88	0	
másvakolat	4	1,5	0,110	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Disperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	

változat 38

Típus: belső fal (TMS) (szek. kőfal)

Résziarvi hőátvezetési tényező: 0,589 W/m²K

Hőátvezetési tényező: 0,589 W/m²K

Fajlagos tömeg: 354 kg/m²

Fajlagos hőkapacitás: 49 / 49 kJ/m²K

Fajlagos hővezetés: 44 / 44 m²K/W

Hővezetési ellenérték kivétel: 0,13 m²K/W

Hővezetési ellenérték belső: 0,13 m²K/W

Részek kivétel nélkül

Rész	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [J/kgK]	Sd [m]	F <sub>1</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>2</sub> [-]
megnevezés	-			-					
Belső Disperziós Festék Opus	1	0,01	-	-	-	1550	-	0	
másvakolat	2	1,5	0,110	-	0,0185	1650	0,92	0	
POBOTHERM 38	3	38	0,226	-	1,6810	800	0,88	0	
másvakolat	4	1,5	0,110	-	0,0185	1650	0,92	0	
Belső Disperziós Festék Opus	5	0,01	-	-	-	1550	-	0	



**Hűtőköri szerkezetek:**

Szerkezet megnevezése	típus	Hajlásszög [°]	U [W/m²K]	U* [W/m²K]	A [m²]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A <sub>g</sub> [m²]	Q <sub>tot</sub> [kWh/a]
Külső fal - HB38 H12CMEPS	ÉK	függőleges	0,318	0,318	17,9	-	-	5,7	-	-
ablak mfa - hőszigetelt 2rtg	ÉK	függőleges	1,71	1,71	1,4	-	-	2,5	0,7	40,1
ajtó - üvegezett 2rtg	ÉK	függőleges	2,59	2,59	2,5	-	-	6,5	1,1	83,2
Külső fal - HB38 H12CMEPS	DK	függőleges	0,318	0,318	23,4	-	-	7,4	-	-
ablak mfa - hőszigetelt 2rtg	DK	függőleges	1,51	1,51	3,1	-	-	4,8	2,3	135,2
ablak mfa - hőszigetelt 2rtg	DK	függőleges	1,61	1,61	1,3	-	-	2,2	0,8	48,6
Külső fal - HB38 H12CMEPS	DNY	függőleges	0,318	0,318	15,6	-	-	5,0	-	-
ablak mfa - hőszigetelt 2rtg	DNY	függőleges	1,51	1,51	6,3	-	-	9,5	4,7	270,4
Külső fal - HB38 H12CMEPS	ÉNY	függőleges	0,318	0,318	27,5	-	-	8,8	-	-
ablak mfa - hőszigetelt 2rtg	ÉNY	függőleges	1,71	1,71	0,7	-	-	1,2	0,3	20,0
ablak mfa - hőszigetelt 2rtg	ÉNY	függőleges	1,78	1,78	0,4	-	-	0,6	0,1	7,5
padlásfödém - VB-bélelt+ger_cell			0,182	0,184	78,7	-	-	12,9	-	-
pincefödém I - VB-bélelt+ger			0,576	0,288	78,7	-	-	22,7	-	-

**Hűtőköri tömeggek:**

Megnevezés	A [m²]	m <sub>s</sub> [kg/m²]	M <sub>s</sub> [t]	c [kJ/m²K]	C [MJ/K]
Külső fal - HB38 H12CMEPS	84,4	96	8,10	85	7,17
vízszintű 10	100,7	78	7,86	69	6,91
vízszintű 20	22,7	115	2,61	101	2,30
vízszintű 38	40,0	49	1,96	43	1,72
padlásfödém - VB-bélelt+ger_cell	78,7	333	26,19	282	22,18
pincefödém I - VB-bélelt+ger	78,7	139	10,93	122	9,62
<b>Összesen</b>	-	-	<b>57,65</b>	-	<b>49,90</b>

m<sub>s</sub>: 733 kg/m<sup>2</sup> (Függőleges hűtőköri tömeggek szimulált értéke)

Épületi tömeg becsülése: m<sub>be</sub> (m<sub>be</sub> > 400 kg/m<sup>2</sup>)

e:	0,73	(Belsőfelületi hővezetési együttható)
A:	257,3 m <sup>2</sup>	(Földi épület(ek)z) hőszigetelt külső felület)
V:	212,4 m <sup>3</sup>	(Földi épület(ek)z) térfogat
A/V:	1,213 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	(Földi épület(ek)z) arány
Q <sub>tot</sub> +Q <sub>tot,c</sub> :	(805 + 0) * 0,73 = 454 kWh/a	(Belsőfelületi hővesztés)
ΣAU + ΣΨ:	89,6 W/K	
η = [ΣAU + ΣΨ - (Q <sub>tot</sub> + Q <sub>tot,c</sub> )/72]/V = (89,6 - 454 / 72) / 212,313		
q:	0,392 W/m <sup>3</sup> K	(Belsőfelületi hővesztés együttható)
U <sub>max,be</sub> :	0,486 W/m <sup>3</sup> K	(Külső felületi hővesztés együttható)

Az épület hővesztés együtthatója a külső felületi hővesztés együtthatóval szembevetve megfelel.

**Energia igény tervezési adatok**

Épület(rész) jellege: Lakóépület

$A_{ep}$ :	78,63 m <sup>2</sup>	(Földi alapterület)
$n$ :	0,35 l/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időnyelven)
$\alpha$ :	0,99	(Szokványos térsz. korrekciós szorzó)
$Q_{me} + Q_{de}$ :	$(0,16 + 0) * 0,75 = 0,12$ kW	(Belső térsz. nyereség)
$q_{bi}$ :	5,88 W/m <sup>2</sup>	(Belső hőnyereség (hővesztés árta)
$E_{vill,bi}$ :	0,89 kWh/m <sup>2</sup> a	(Világítás hővesztés árta nettó hőenergia igénye)
$Q_{me,v}$ :	30,99 kWh/m <sup>2</sup> a	(Hátszellési melegítés hővesztés árta nettó hőenergia igénye)
$n_{nyr}$ :	9,80 l/h	(Légcsereszám a nyári időnyelven)
$Q_{nyr,te}$ :	0,88 kW	(Belső térsz. nyereség)

**Fűtőanyag értékekből számolt igények**

$Q_b = \Sigma A_{ep} q_{bi}$ :	393 W	(Belső hőnyereségok összege)
$Q_{b,e} = \Sigma A_{ep} q_{be}$ :	295 W	(Belső hőnyereségok összege a hőszivattyúval)
$\Sigma E_{vill,bi} = \Sigma A_{ep} E_{vill,bi}$ :	0 kWh/a	(Világítás árta nettó hőenergia igénye)
$Q_{me,v} = \Sigma A_{ep} Q_{me,v}$ :	2360 kWh/a	(Hátszellési melegítés árta nettó hőenergia igénye)
$V_{bi} = \Sigma V_{bi}$ :	106,2 m <sup>3</sup> /h	(Átlagos levegő átforgatás a fűtési időnyelven)
$V_{L,T} = \Sigma V_{L,T} * Z_{L,T} / Z_{e}$ :	0,9 m <sup>3</sup> /h	(Levegő átforgatás a hőszivattyú időnyelven)
$V_{nyr} = \Sigma V_{nyr} * (1 - Z_{L,T} / Z_{e})$ :	0,9 m <sup>3</sup> /h	(Levegő átforgatás a hőszivattyú időnyelven kívül)
$V_{e} = \Sigma (V_{bi} + V_{L,T} (1 - \alpha)) + V_{nyr}$ :	106,2 m <sup>3</sup> /h	(Légcsereszám a téli egyensúlyi hőm., kőfűtés árta)
$V_{nyr,e} = \Sigma V_{nyr,e}$ :	1911,2 m <sup>3</sup> /h	(Levegő átforgatás a nyári)

**Fűtés árta nettó hőenergia igényének meghatározása**

$\Delta t_b = (Q_{b,e} + Q_{me} + Q_{b,e}) / (\Sigma A_{U} + \Sigma F + 0,35 V_{bi}) + 2$	
$\Delta t_b = (122 + 294,938) / (89,6 + 0,35 * 106,178) + 2 = 5,3$ °C	
$t_b$ :	20,8 °C (Átlagos belső hőmérséklet)
$H$ :	72000 kWh/a (Fűtési hőfelvétel)
$Z_e$ :	4400 h/a (Fűtési időny hossza)
$Q_b = H / (V_{bi} + 0,35 \Sigma V_{nyr,e}) * Z_e - F_{L,T} Z_e - Z_e Q_{b,e}$	
$Q_b = 72 * (212,355 * 0,392 + 0,35 * 106,2) * 0,9 - 0 * 4,4 - 4,4 * 294,938 = 6,303$ MWh/a	
$q_b$ :	82,78 kWh/m <sup>2</sup> a (Fűtés árta hővesztés árta nettó hőenergia igénye)

**Nyári túlhőelégedés kockázatának ellenőrzése**

$\Delta t_{nyr,te} = (Q_{nyr,te} + Q_b) / (\Sigma A_{U} + \Sigma F + 0,35 V_{nyr,e})$	
$\Delta t_{nyr,te} = (882 + 393,25) / (89,6 + 0,35 * 1911,2) = 1,7$ °C	
$\Delta t_{nyr,tot}$ :	3,8 °C (A nyári túlhőelégedés ellenőrzési árta)
$n_{nyr}$ :	6,81 m <sup>3</sup> (Hőszivattyú rendszer)
$Q_{nyr} = 24 / 1000 * n_{nyr} * (\Sigma A_{U} q_{nyr} + Q_{nyr,te})$	
$Q_{nyr} = 24 / 1000 * 6,81 * (882 + 393,25) = 208,31$ kWh/a	

A nyári túlhőelégedés ellenőrzési árta.

**Hőszivattyú+konkondenzációs k**

$A_{ep}$ :	78,63 m <sup>2</sup>	(szokványos alapterület)
$q_b$ :	82,78 kWh/m <sup>2</sup> a	(a fűtési hővesztés árta nettó hőenergia igénye)

Elektronikus társz. hőszivattyú, levegő hőfelvétel, fűtési hőmérséklet 35/45

$q_{\text{e}}$ : 0,50 (s hőterhelés által lefedett energiaszint)  
 $\eta$ : 1,00 (H hőszivattyús elektromos áram)  
 $\eta_{\text{mi}}$ : 0,10  
 $C_{\text{p}}$ : 0,37 (s hőterhelés tájékoztatási tényezője)  
 $q_{\text{e,v}}$ : 0,60 kW/m<sup>2</sup> (segédenergia igény)  
 $q_{\text{e}}(C_{\text{p}}\eta_{\text{mi}} + (1 - C_{\text{p}})) = 0,5 * (0,37 * 0,1 + (1 - 0,37)) = 0,3333$

Fűtőt tárom kívül alkalmazott kondenzációs alaj- vagy gázüzemű  
 $q_{\text{e}}$ : 0,50 (s hőterhelés által lefedett energiaszint)  
 $\eta$ : 1,00 (fűtőgáz)  
 $\eta_{\text{mi}}$ : 0,60  
 $C_{\text{p}}$ : 1,65 (s hőterhelés tájékoztatási tényezője)  
 $q_{\text{e,v}}$ : 0,79 kW/m<sup>2</sup> (segédenergia igény)

Kétcsőves radiátoros és melegvízesztő fűtés, természetes szellőztetés, 1K arányosságú sziv  
 $q_{\text{e,v}}$ : 1,10 kW/m<sup>2</sup> (s tájékoztatás és a hőigény illesztésének pontatlansága miatt van szükség)

Elasztó vezetékkel a fűtőt tárom kívül, viabénastráktika: 55/45  
 $q_{\text{e,v}}$ : 7,80 kW/m<sup>2</sup> (szellőztetővezetékkel szükséges vezetés)

Fűtővezeték szabályozott szivattyú, hőlépcső 10 K  
 $E_{\text{sz}}$ : 1,98 kW/m<sup>2</sup> (s kiegészítő szükséges energia igény)

Elasztó a fűtőt tárom kívül, viabénastráktika: 55/45  
 $q_{\text{e,v}}$ : 2,60 kW/m<sup>2</sup> (s hőterhelés szükséges vezetés és segédenergia igény)  
 $E_{\text{sz}}$ : 0,63 kW/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 E_{\text{e}} &= (q_{\text{e}} + q_{\text{e,v}} + q_{\text{e,v}} + q_{\text{e,v}})(C_{\text{p}}\eta_{\text{mi}}) + (E_{\text{sz}} + E_{\text{sz}} + q_{\text{e,v}})\eta_{\text{e}} \\
 E_{\text{e}} &= (0,5 + 1,1 + 7,8 + 2,6) * 0,3333 + (1,98 + 0,63 + 0,393) * 2,1 = 22,34 \text{ kW/m}^2\text{a} \\
 E_{\text{e,mi}} &= (q_{\text{e}} + q_{\text{e,v}} + q_{\text{e,v}} + q_{\text{e,v}})(C_{\text{p}}\eta_{\text{mi}}) + (E_{\text{sz}} + E_{\text{sz}} + q_{\text{e,v}})\eta_{\text{e,mi}} \\
 E_{\text{e,mi}} &= (0,5 + 1,1 + 7,8 + 2,6) * 0,3333 + (1,98 + 0,63 + 0,393) * 0,1 = 31,72 \text{ kW/m}^2\text{a}
 \end{aligned}$$

**Hőszivattyú + napkollektor**

$A_N$ : 78,65 m<sup>2</sup> (s rendszer alapterülete)  
 $Q_{EMV}$ : 30,00 kWh/m<sup>2</sup>a (s rendszer teljesített energiája)

**Hőszivattyú**

$\eta_C$ : 0,50 (s hőforrás által leadott energiájáról)  
 $\eta_{EMV}$ : 1,00 (H hőszivattyú elektromos áram)  
 $\eta_{mi}$ : 0,10  
 $C_k$ : 0,26 (s hőforrás teljesítményvesztése)  
 $E_k$ : 1,14 kWh/m<sup>2</sup>a (vesztésenergiája)

$$\eta_C(C_k\eta_{mi} + (1-C_k)) = 0,5 * (0,26 * 0,1 + (1 - 0,26)) = 0,383$$

**Napkollektors rendszer**

$\eta_C$ : 0,50 (s hőforrás által leadott energiájáról)  
 $\eta_{EMV}$ : 0,00 (megújuló)  
 $\eta_{mi}$ : 1,00  
 $C_k$ : 0,00 (s hőforrás teljesítményvesztése)  
 $E_k$ : 1,14 kWh/m<sup>2</sup>a (vesztésenergiája)

$$\eta_C(C_k\eta_{mi} + (1-C_k)) = 0,5 * (0 * 1 + (1 - 0)) = 0,5$$

**Előzető vezetékek a fűtött téren kívül, ciklálóvíz nélkül**

$Q_{EMV}$ : 13,00 % (s rendszer összes fűtött térszámára)  
 $E_k$ : 0,00 kWh/m<sup>2</sup>a (s ciklálóvíz szivattyú energiája)

**Elhelyezés a fűtött téren, indirekt fűtésű térszámára**

$Q_{EMV}$ : 24,00 % (s rendszer összes fűtött térszámára)

$$E_{EMV} = Q_{EMV}(1 + Q_{EMV}/100 + Q_{EMV}/100)(C_k\eta_C\eta_{EMV}) + (E_C + E_k)\eta_C$$

$$E_{EMV} = 30 * (1 + 0,13 + 0,24) * 0,234 + (0 + 1,14) * 2,5 = 12,47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{EMV_{mi}} = Q_{EMV}(1 + Q_{EMV}/100 + Q_{EMV}/100)(C_k\eta_C\eta_{EMV_{mi}}) + (E_C + E_k)\eta_C$$

$$E_{EMV_{mi}} = 30 * (1 + 0,13 + 0,24) * 0,083 + (0 + 1,14) * 0,1 = 36,41 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**4,5 kWp**

$Q_{el}$ : 5400 kWh/a (éves energia-nyerés)

$\eta_{el}$ : 2,50 (elektromos áram)

$\eta_{el_{mi}}$ : 1,00

$$E_{el} = Q_{el}\eta_{el}/A_N = 5400 * 2,5 / 78,65 = -171,65 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{el_{mi}} = Q_{el}\eta_{el_{mi}}/A_N = 5400 * 1 / 78,65 = 68,66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője**

$$E_p = E_F + E_{EMV} + E_{HT} + E_{LT} + E_{HU} + E_{KL} = 88,34 + 12,47 + 0 + 0 + 0 + -171,65$$

$$E_p = -70,84 \text{ kWh/m}^2 \text{a} \quad (\text{sz. összesített energetikai jellemző számított értéke})$$

$$E_{p,max} = 100,00 \text{ kWh/m}^2 \text{a} \quad (\text{sz. összesített energetikai jellemző megengedett értéke})$$

Az épület(rész) sz. összesített energetikai jellemző alapján megítél:

$$E_{min} = E_{F,min} + E_{EMV,min} + E_{HT,min} + E_{LT,min} + E_{HU,min} + E_{KL,max}$$

$$E_{min} = 31,72 + 36,41 + 0 + 0 + 0 + 68,66 = 136,79 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$$

$$MHR = E_{min} / E_p = 136,79 / -70,84 = 1000,5 \% \quad (\text{követelményre vonatkozó})$$

A megítélt referencia n közel nulla energiateljesítéssel rendelkező épületek követelményeitől megfelel.

Becslés éves fogyasztás energiatermelők szerint

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	$E_{p,el}$ [MWh/a]	$e_{CO2}$ [g/kWh]	$E_{CO2}$ [t/a]	H	F
elektromos áram	-5,07	2,50	-12,68	365	-1,85	-	-5,1 MWh
Érdgáz	3,89	1,00	3,89	202	0,79	36000 kJ/m <sup>3</sup>	389,6 m <sup>3</sup>
H hőerővel elektromos áram	1,79	1,80	3,22	365	0,65	-	1,8 MWh
közvetlen hő	1,20	-	-	-	-	-	4905,7 MJ
Összesen			-5,57		-0,41		

A javaslott hővesztási tényezők leírása:

Hőtechnikai hőszigetelés

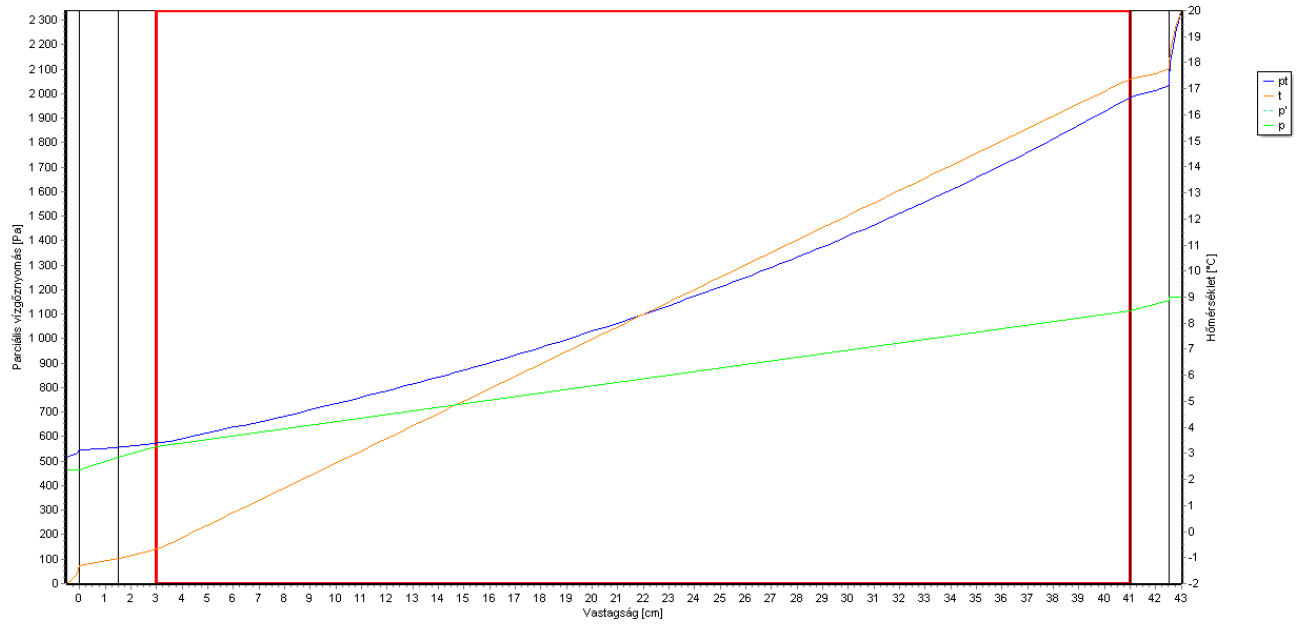
A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-1 állapot szerint készült.

A közel nulla energiateljesítéssel rendelkező épületek követelményeitől (6. melléklet) szerint.

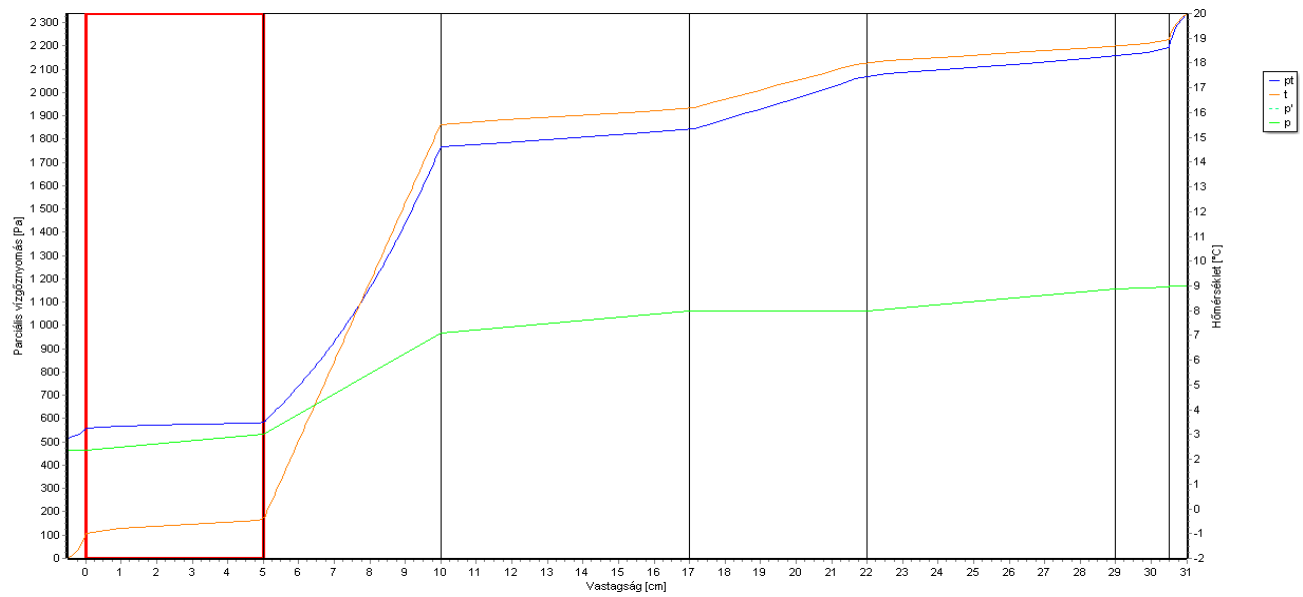
\*\*\*\*\*  
alírási

### 8.3 Eredeti hőfokelési diagramok (WinWatt)

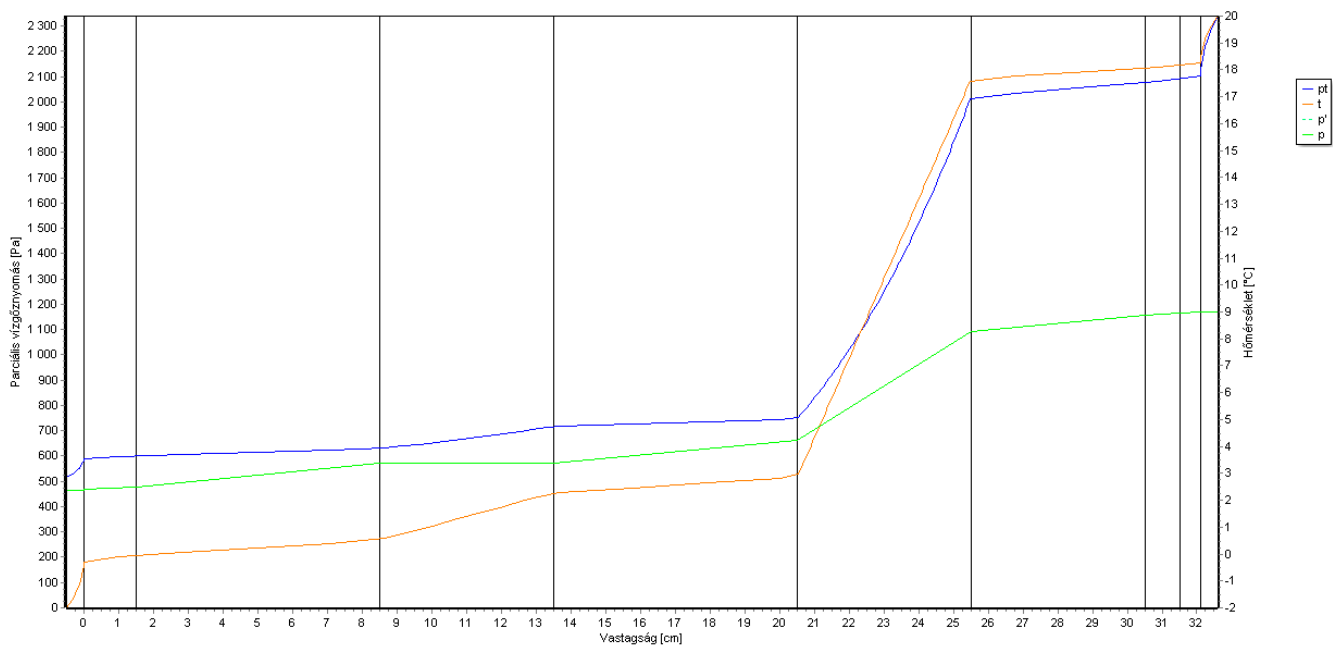
HB38-as falszerkezet hőfokelési diagramja



Padlásfödém hőfokelési diagramja

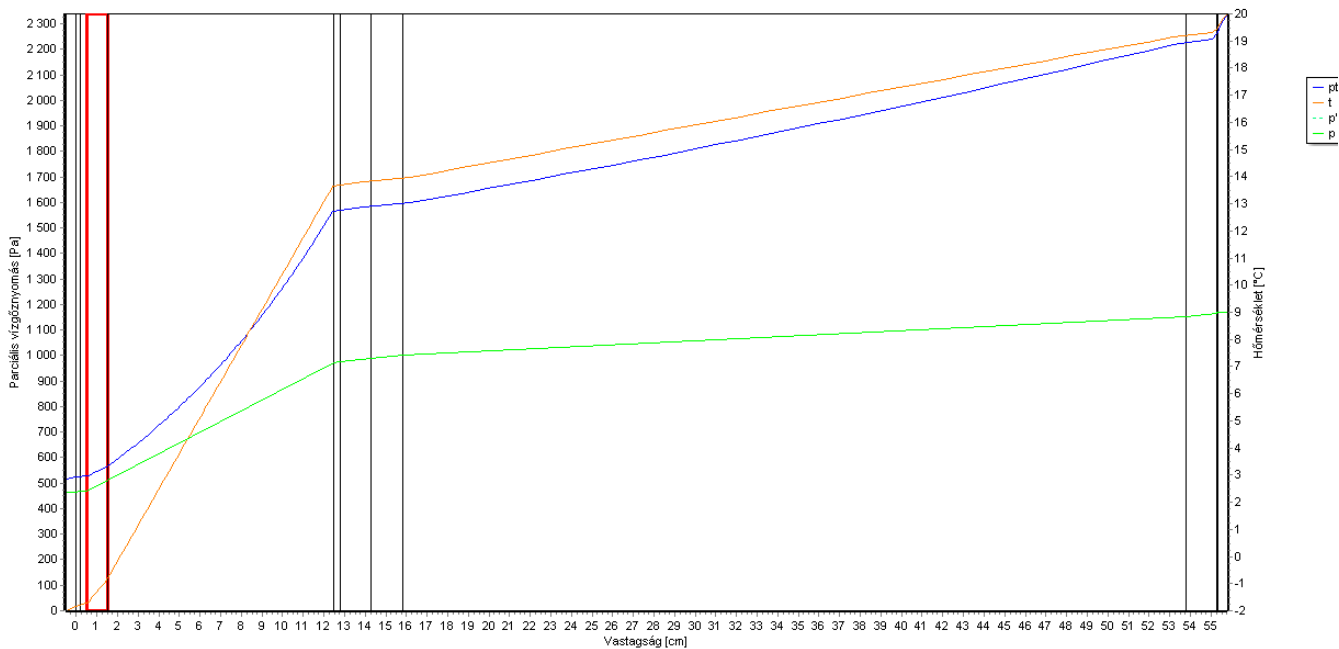


Pincefödém hőfokelési diagramja:

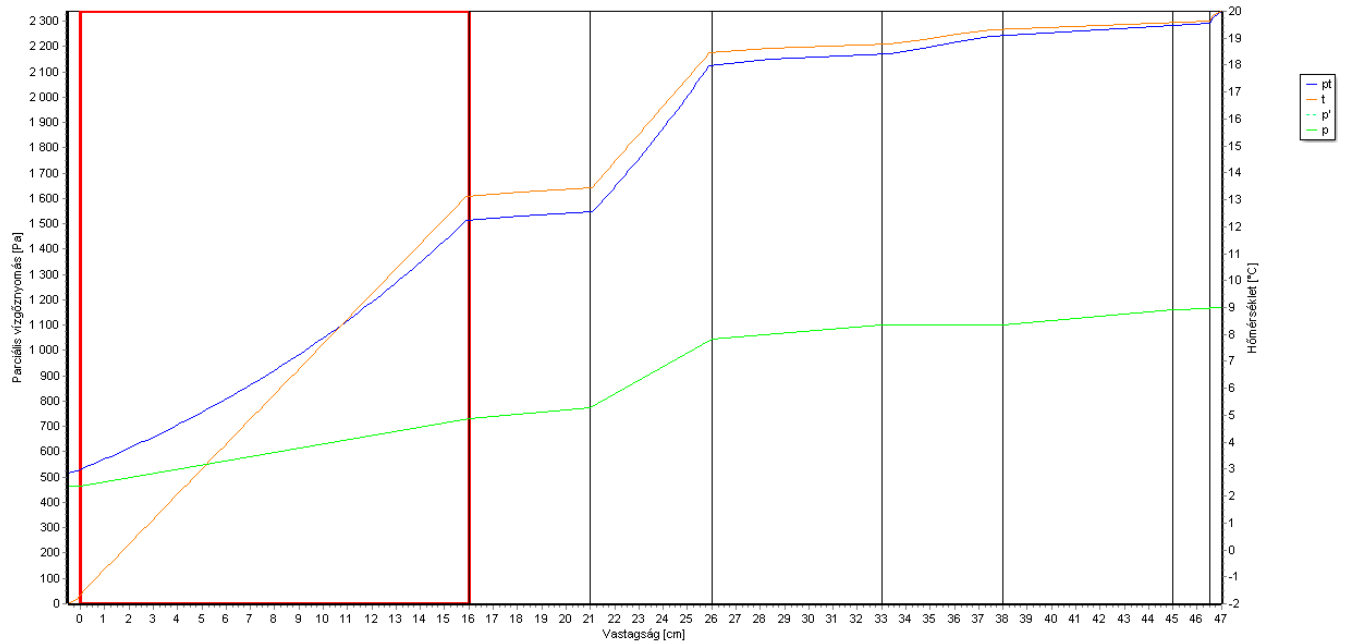


## 8.4 Új hőfokelési diagramok (WinWatt)

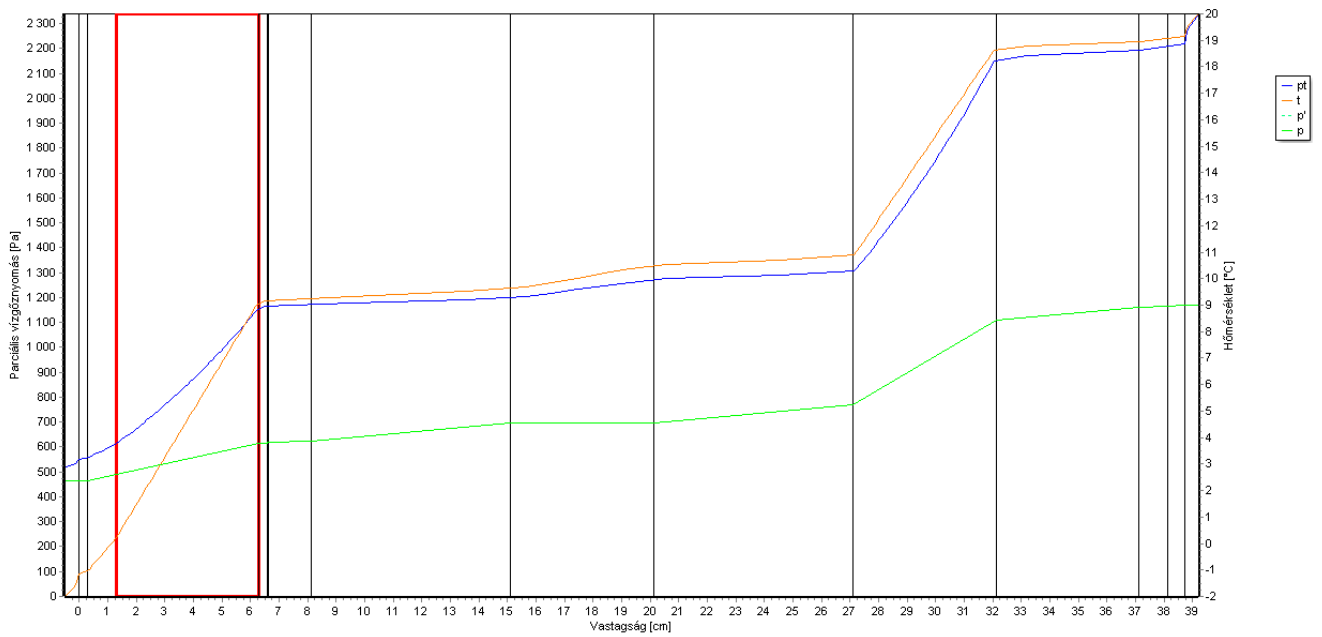
HB38-as falszerkezet + 12cm EPS szigetelés hőfokelési diagramja



Hőszigetelt Padlásfödém hőfokelési diagramja



Hőszigetelt Pincefödém hőfokelési diagramja:



## 8.5 Optimalizálási eredmények WinWatt-ból

1.változat:



A kiválasztott variáció részletesen

---

Eredeti szerkezet: **padlásfödém - VB-bélés+ger**

Új szerkezet: **padlásfödém - VB-bélés+ger\_cell**

Eredeti szerkezet: **Külső fal - HB38**

Új szerkezet: **Külső fal - HB38 H10CMEPSG**

Eredeti rendszer: **Melegvíz-termelő rendszer**

Új rendszer: **Hőszivattyús tároló**

Eredeti rendszer: **Fűtési rendszer**

Új rendszer: **termosztatikus szelepek**

Fajlagos hővesztéskoefficiens:  $0.398 \text{ W/m}^3\text{K}$  (-52.7 %)

Fűtés éves nettó hőenergia igénye:  $6.59 \text{ MWh/a}$  (-48.1 %)

Fűtés fajlagos primer energiaigénye:  $104.97 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (-46.5 %)

Melegvíz fajlagos primer energiaigénye:  $22.99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (-45.5 %)

Összesített fajlagos primer energiaigény:  **$127.96 \text{ kWh/m}^2\text{a}$**  (-46.3 %)

Besorolás: **CC**

Beruházási költség: 1741 eFt

Éves energia megtakarítás: 77.1 eFt

Megtérülési idő: 22.6 év

CO<sub>2</sub> kibocsátás éves megtakarítása: 1.56 t

Energiafelhasználás energiahordozó fajtánként

elektromos áram:  $0.21 \text{ MWh/a}$  (-7.0 %)

földgáz:  $6.73 \text{ MWh/a}$  (-58.6 %)

tűzifa, biomassa:  $1.66 \text{ MWh/a}$  (-48.1 %)

H hőszivattyús elektromos áram:  $1.00 \text{ MWh/a}$

környezeti hő:  $2.04 \text{ MWh/a}$

## 2.változat:

A kiválasztott variáció részletesen

---

Eredeti szerkezet: **padlásfödém - VB-bélés+ger**

Új szerkezet: **padlásfödém - VB-bélés+ger\_cell**

Eredeti szerkezet: **Külső fal - HB38**

Új szerkezet: **Külső fal - HB38 H10CMEPSG**

Eredeti rendszer: **Nyerességáram forrás**

Új rendszer: **4.5 kWp**

Fajlagos hővesztéskoefficiens:  $0.398 \text{ W/m}^3\text{K}$  (-52.7 %)

Fűtés éves nettó hőenergia igénye:  $6.59 \text{ MWh/a}$  (-48.1 %)

Fűtés fajlagos primer energiaigénye:  $113.99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (-41.9 %)

Melegvíz fajlagos primer energiaigénye:  $42.20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (0.0 %)

Összesített fajlagos primer energiaigény:  **$-15.46 \text{ kWh/m}^2\text{a}$**  (-106.5 %)

Besorolás: **BB**

Beruházási költség: 3341 eFt

Éves energia megtakarítás: 253.2 eFt

Megtérülési idő: 13.2 év

CO<sub>2</sub> kibocsátás éves megtakarítása: 3.11 t

Energiafelhasználás energiahordozó fajtánként

földgáz:  $10.63 \text{ MWh/a}$  (-34.6 %)

tűzifa, biomassa:  $1.81 \text{ MWh/a}$  (-43.4 %)

### 3.változat:

---

#### A kiválasztott variáció részletesen

---

Eredeti szerkezet: **padlásfödém - VB-bélés+ger**

Új szerkezet: **padlásfödém - VB-bélés+ger\_cell**

Eredeti szerkezet: **Külső fal - HB38**

Új szerkezet: **Külső fal - HB38 H12CMEPS**

Eredeti rendszer: **Melegvíz-termelő rendszer**

Új rendszer: **Hőszivattyús tároló**

Eredeti rendszer: **Fűtési rendszer**

Új rendszer: **termosztatikus szelepek - kályha megsz**

Fajlagos hővesztésgtényező: 0.392 W/m<sup>3</sup>K (-53.4 %)

Fűtés éves nettó hőenergia igénye: 6.50 MWh/a (-48.7 %)

Fűtés fajlagos primer energiaigénye: 103.11 kWh/m<sup>2</sup>a (-47.5 %)

Melegvíz fajlagos primer energiaigénye: 22.99 kWh/m<sup>2</sup>a (-45.5 %)

Összesített fajlagos primer energiaigény: **126.10 kWh/m<sup>2</sup>a** (-47.1 %)

Besorolás: **CC**

Beruházási költség: 1513 eFt

Éves energia megtakarítás: 68.1 eFt

Megtérülési idő: 22.2 év

CO<sub>2</sub> kibocsátás éves megtakarítása: 1.39 t

Energiafelhasználás energiahordozó fajtánként

elektromos áram: 0.22 MWh/a (-3.7 %)

földgáz: 7.56 MWh/a (-53.5 %)

H hőszivattyús elektromos áram: 1.00 MWh/a

környezeti hő: 2.04 MWh/a

### 4.változat:

A kiválasztott variáció részletesen

Eredeti szerkezet: **padlásfödém - VB-bélés+ger**

Új szerkezet: **padlásfödém - VB-bélés+ger\_cell**

Eredeti szerkezet: **Külső fal - HB38**

Új szerkezet: **Külső fal - HB38 H12CMEPS**

Eredeti rendszer: **Nyereségáram forrás**

Új rendszer: **4,5 kWp**

Eredeti rendszer: **Melegvíz-termelő rendszer**

Új rendszer: **Hőszivattyú + napkollektor**

Eredeti rendszer: **Fűtési rendszer**

Új rendszer: **Hőszivattyú+kondenzációs k**

Fajlagos hővesztésgtényező: 0.392 W/m<sup>3</sup>K (-53.4 %)

Fűtés éves nettó hőenergia igénye: 6.50 MWh/a (-48.7 %)

Fűtés fajlagos primer energiaigénye: 88.34 kWh/m<sup>2</sup>a (-55.0 %)

Melegvíz fajlagos primer energiaigénye: 12.47 kWh/m<sup>2</sup>a (-70.5 %)

Összesített fajlagos primer energiaigény: **-70.84 kWh/m<sup>2</sup>a** (-129.7 %)

Besorolás: **BB**

Beruházási költség: 8113 eFt

Éves energia megtakarítás: 279.0 eFt

Megtérülési idő: 29.1 év

CO<sub>2</sub> kibocsátás éves megtakarítása: 3.78 t

Energiafelhasználás energiahordozó fajtánként

földgáz: 3.89 MWh/a (-76.1 %)

H hőszivattyús elektromos áram: 1.79 MWh/a

környezeti hő: 1.20 MWh/a