



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

**Létesítményenergetikai szakmérnök szakirányú
továbbképzés**

**MODIM MÉRNÖKI KFT. IRODÁINAK ÉS KIEGÉSZÍTŐ
LÉTESÍTMÉNYEINEK ÉPÜLET-ENERGETIKAI OPTIMALIZÁCIÓJA**

Belső konzulens: Dr Szabó Márta
egyetemi docens

Külső konzulens: Ispán Lajos
ügyvezető

Készítette: **Heller Ferenc**
EC7UEV
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: **Műszaki Intézet**
**Épületgépészeti és Energetikai
Tanszék**

**Gödöllő
2023**

MŰSZAKI INTÉZET
LÉTESÍTMÉNYENERGETIKAI SZAKMÉRNÖK SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Heller Ferenc (UC7UEV)

részére

A szakdolgozat címe:

MODIM Mérnöki Kft. irodáinak és kiegészítő létesítményeinek épület-energetikai optimalizációja

Feladatkiírás:

A szakdolgozat témája a MODIM Mérnöki Kft. Karolina úti irodáinak és kiegészítő létesítményeinek energetikai optimalizációja Siemens automatikai rendszerrel. A dolgozatban ki kell térni az eredeti épületrész elhelyezkedésére, energetikai sajátosságaira. A különböző munkahelycsoportok elhelyezkedése és egyéni igénye alapján javaslatot kell tenni a felújítás során beépítésre kerülő gépészeti rendszerek (légkezelőrendszer, hőszivattyú, padlófűtés kondenzációs kazán) működésének optimalizációjára egyedi PLC rendszerrel, valamint a megújuló energia felhasználására gazdaságossági szempontok figyelembevételével.

Feladatok:

Mutassa be a témában említett létesítményt

Határozza meg az épület/épületrész energetikai jellemzőit a 7/2006 TNM rendelet alapján

A téma kapcsán ismertesse az energetikai és komfortrendszer elemeinek kiválasztási szempontjait.

Optimalizálja a gépészeti rendszereket, ismertesse az optimalizálási lehetőségeket.

Értékelje a kapott eredményeket, mutasson további fejlesztési lehetőségeket.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: Ispán Lajos épületvillamossági tervezőmérnök Budapest Karolina út 17/B.

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

A dolgozat beadási határideje: 2023. év november hó 6. nap

Kelt: Budapest, 2023. év szeptember hó 15. nap

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Kelt: Budapest 2023. év 10. hó 30. nap



(külső konzulens)

1 Tartalomjegyzék

1	Tartalomjegyzék	1
2	Bevezetés	3
2.1	Köszönetnyilvánítás	3
3	Feladat ismertetése	4
4	Szakirodalom	5
4.1	Irodai komfort	5
4.1.1	Hőérzetet befolyásoló tényezők	5
4.1.2	Irodai komfort tervezése	6
4.2	Felhasznált energiatermelő berendezések bemutatása	11
4.2.1	Légkezelőrendszerek bemutatása	11
4.3	Levegő-Vizes rendszerű hőszivattyúk bemutatása	13
4.3.1	Alacsony hőmérsékletű hőszivattyúk <45°C	14
4.3.2	Magas hőmérsékletű hőszivattyúk akár 70°C-ig	14
4.4	Kondenzációs hőtermelő berendezések bemutatása	14
4.4.1	Megújuló energiaforrások	14
4.5	Felhasznált hőleadó/hőközlő berendezések	15
4.5.1	Klímagerendák	15
4.5.2	Felületfűtési rendszerek	16
4.6	Automatikai rendszerek az épületenergetikában	17
4.6.1	Blokkrendszerek	18
4.6.2	Egyedi rendszerek	18
4.6.3	Inverteres szivattyúk bemutatása	18
4.7	Bivalencia pont meghatározása fűtési rendszereknél	18
4.7.1	Különbség a monovalens és a bivalens rendszerek között	18
4.7.2	Bivalens rendszer	18
5	Iroda és a létesítmény felépítése, elhelyezkedése	20
5.1	Elhelyezkedés	20
5.2	Az épületegyüttes története, energetikai múltja	20
5.3	Az iroda felújítása	21
5.3.1	Tervezés	21
5.3.2	Bontás	22
5.3.3	Felújítás	23
6	Építészeti elemeinek bemutatása	24

6.1.1	Irodai rész	24
6.1.2	Műhely rész.....	25
6.1.3	Raktár rész	25
6.2	Energetika	25
6.2.1	Hőtechnikai méretezés	25
6.2.2	Gépészeti rendszer kialakítása	30
6.2.3	Számítások a 7/2006 TNM rendelet alapján az energiaigény a felújítás után	36
6.2.4	Világítástechnika	38
6.2.5	Napelemrendszer kiválasztása	39
6.3	Automatikai rendszer bemutatása	41
7	Értékelés - Optimalizálás.....	48
7.1	Alaprendszer kondenzációs kazánnal, hőszivattyúkkal és légkezelőkkel-tapasztalatok egy év távlatban.....	48
7.2	Optimalizált rendszer	49
8	További fejlesztési lehetőségek.....	50
9	Összefoglalás	51
10	Summary.....	52
11	Jegyzékek	53
11.1	Ábrajegyzék	53
11.2	Táblázatok	54
11.3	Rövidítésjegyzék	54
12	Irodalomjegyzék	55
13	Nyilatkozatok	56
14	Mellékletek	59

2 Bevezetés

2.1 Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Dr. Szabó Mártának belső konzulensemnek a komfortelmélet és a légtechnikai rendszerekben nyújtott segítségével, illetve a szakdolgozathoz adott tanácsaiért. Köszönettel tartozok a Modim Mérnöki Kft-nek a támogatásáért, hogy a dolgozat létre jöhessen. Köszönöm Bakó Kriszta építész és interior tervezőnek a rugalmas hozzáállását és Vágó György-nek a gépészeti hidraulikai és légtechnikai méretezésben nyújtott segítségért.

3 Feladat ismertetése

Fő feladat a MODIM Mérnöki Kft. irodaépület fűtésének optimalizációja Siemens PLC rendszerrel. Az épület DAIKIN hőszivattyús légkezelővel és levegő-víz hőszivattyúval rendelkezik. Az épületben bruttó 500 nm-en helyezkedik el a telephelyünk, amiből 250 nm iroda, 150 nm műhely a maradék raktárhelyiség.

Az irodában puffertartállyal felszerelt Daikin Altherma levegő-víz hőszivattyús rendszer biztosítja a puffertartály állandó hőmérsékletét, nyáron 10 °C télen 50-60°C-os tartályhőfokkal. A puffertartály szekunder köre a klímagerendák szabályozott osztórendszerét egy Grundfos szivattyú táplálja, az osztórendszer Siemens szabályzóselepei klímagerendák hőcserélőit látják el, szabályzott hűtő/fűtő vízzel. A klímagerendák a komfortérzetet biztosítják alacsony levegő-áramlási sebességgel nagy felületen biztosítják a komfortérzetet. A klímagerendák szabályzott levegőáramát a légkezelő kilépő osztójára szerelt pillangószelepek biztosítják. Az automata optimalizáció legfőbb problémája, hogy míg a FAN coil-okra léteznek kész szabályzómodulok, addig a klímagerendákra nem létezik gyári szabályzó. Az egyedi Siemens PLC rendszer adja meg a flexibilitást és az egyedi szabályzórendszer kialakításának lehetőségét.

A puffertartály rendelkezik egy csőkiógyóval, mely összeköttetésben áll a padlófűtés osztóval és a kondenzációs kazánnal. Az összeköttetés lehetőséget ad fagyos időben a kiegészítő kondenzációs energiatermelő berendezés által szolgálni a hatékony energiafelhasználást, ahol a hőszivattyúk hatásfoka, hatékonysága nem biztosítja a létesítmény hatékony energiaigényét.

Automata zsalúziákkal az iroda árnyékolása is könnyen megoldható, besugárzott hőmennyiség korlátozható nyári időben.

Dimmelhető világítási rendszerrel az irodai dolgozók beállíthatják a számukra megfelelő fényerősséget a munkaállomásoknál.

Cégünk kiépített egy napelemrendszert, hogy az éves energiafelhasználást csökkenteni tudjuk főleg a megújuló zöldenergia felhasználásunkat növelve és gazdaságossági szempontokat is figyelembe véve. A hőszivattyús rendszer hatékonysága javítható a benapozottság alapú szabályzással.

4 Szakirodalom

4.1 Irodai komfort

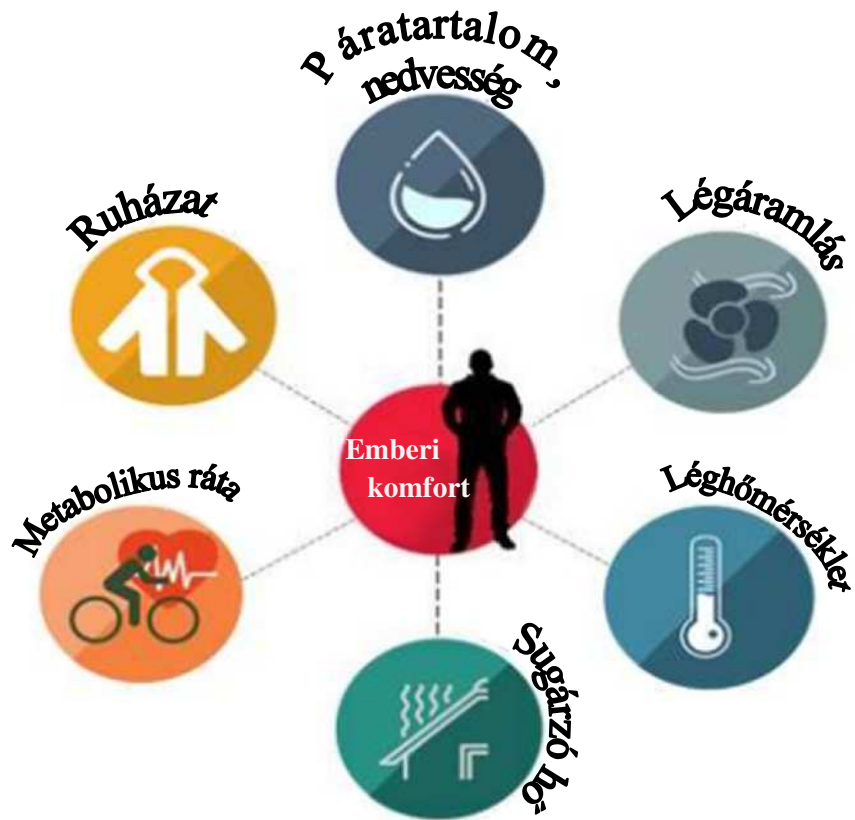
Az ember-épület-energia kapcsolatrendszer sok paraméter befolyásolja, ezeket nem elég külön vizsgálni; ismernünk kell a befolyásoló paraméterek közös hatásmechanizmusát, az emberi követelményértékek kielégítési lehetőségeit, valamint azok gazdasági és energetikai vonatkozásait komplex módon kell kezelni, a legújabb kutatások szerint az emberek legnagyobb része élete 85-90%-át zárt terekben tölti a zárt tereknek biztosítaniuk kell az optimális körülményeket a szellemi és fizikai munkavégzéshez a szórakozáshoz, kikapcsolódáshoz, pihenéshez, regenerálódáshoz. . E feltételek megteremtése komplex műszaki feladat, melyben elsősorban az építészeknek, épületgépészeknek van óriási szerepe, de az ergonómus szakemberek, szociológus és pszichológus szakember tevékenysége sem hagyható el.

A gazdasági lehetőségek és az egyre erőterbe kerülő energiafelhasználási kérdések kulcsfontosságúak a komfortelmélet témakörében is.

Egy nappól irodában 8,5 órát tölt egy munkavállaló. Nagyon fontos az irodai munkakörnyezet komfortossá tétele. Nálunk a szoftvermérnökök járnak terepre is, külsős cégekhez és elégedettek a jelenlegi új kialakított irodai komforttal.

4.1.1 Hőérzetet befolyásoló tényezők

- Levegő hőmérséklete és annak térbeli és időbeni eloszlása,
- A környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete,
- A relatív nedvességtartalom,
- Levegő sebessége,
- Az emberi test hőtermelése és annak leadása,
- A ruházat hőszigetelő képessége.



1. ábra Komfortérzetet befolyásoló tényezők

4.1.2 Irodai komfort tervezése

Fűtéstechikai kérdéseket nem elegendő pusztán fizikai alapon vizsgálni, hanem rendszer szinten kell áttekinteni az embert, az energiát, az épületet a komfortos tér létrehozásához. Ismernünk kell ezeknek rendszereknek a befolyásoló tényezőit, paramétereit, valamint az emberi tényező elvárásait, lásd 2. ábra Javasolt komfort hőmérsékletek.

Épület/tér típusa	Ruházat (clo)		Aktivitási szint (met)	Bent tartózkodó személy/m ² padló	Kategória	Operatív hőmérséklet, °C		Átlagos levegősebesség, m/s		Hangnyomás szint dB(A)
	Nyár	Tél				Nyár	Tél	Nyár	Tél	
	Kis iroda-helyiség	0,5				1,0	1,2	0,1	A	24,5±0,5
					B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35
					C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40
Nagyterű iroda-helyiség	0,5	1,0	1,2	0,07	A	24,5±0,5	22,0±1,0	0,18	0,15	35
					B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	40
					C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	45
Konferencia terem	0,5	1,0	1,2	0,5	A	24,5±0,5	22,0±1,0	0,18	0,15	30
					B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35
					C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40
Vendéglő	0,5	1,0	1,4	0,7	A	23,5±1,0	20,0±1,0	0,16	0,13	35
					B	23,5±2,0	20,0±2,0	0,20	0,16	45
					C	23,5±2,5	20,0±2,5	0,24	0,19	50
Iskola	0,5	1,0	1,2	0,5	A	24,5±0,5	22,0±1,0	0,18	0,15	30
					B	24,5±1,5	22,0±2,0	0,22	0,18	35
					C	24,5±2,5	22,0±3,0	0,25	0,21	40
Óvoda	0,5	1,0	1,4	0,5	A	23,5±1,0	20,0±1,0	0,16	0,13	30
					B	23,5±2,0	20,0±2,0	0,20	0,16	40
					C	23,5±2,5	20,0±2,5	0,24	0,19	45

2. ábra Javasolt komforthőmérsékletek (Bánhidi László, 2000)

Egyenletekkel ezek a paraméterek nem írhatók le. Ahhoz, hogy egy adott teret emberi munkavégzésre alkalmassá tehesünk, rendelkezésünkre áll számos szabvány és jogszabály (MSZ CR 1752:2000 Épületek szellőztetése – Épületek belső környezetének tervezési alapja ugyan 2022.02.01-én visszavont szabvány, valamint MSZ EN 16798-1:2019 Épületek energetikai teljesítőképessége. Épületek szellőztetése, az ISO 7730 szabvány, és „az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról” szóló 7/2006 TNM rendelet) valamint külön erre a célra kialakított diagrammok (ASRAE 4. ábra ASHRAE komfort diagramok, Fanger diagramm 6. ábra Fanger – féle komfortdiagram) melyek segítségével definiálni tudjuk egy adott zárt térben a hőérzetet.

A fűtéstechnikai rendszer tervezésekor fontos a ruházat hőszigetelő képességének figyelembevétele is, hiszen nem mindegy, hogy egy uszodában vagy egy kiállítóteremben akarjuk elérni a komfortteret. A ruha hőszigetelő képességének meghatározására a clo mértékegységet használjuk, 1 clo hőszigetelő képessége van a nyugalmi állapotban, öltönyben lévő közép európai embernek. Téli öltözet esetén 2,5-3,5 cloval számolhatunk.

A komfort kialakításához elsődlegesen a levegő hőmérsékletének optimális elérése szükséges. Ehhez meg kell vizsgálnunk a hőtranszportot.

Belső energia, metabolizmus:

Égési folyamat zajlik az emberben, ez függ a hőtől, az izommunkától. Nyugalmi állapotban lévő felnőtt ember 0,25 l/min oxigént fogyaszt, 88 W hő szabadul fel. Átlagos munkavégző 1 l/perc oxigént fogyaszt és 350 W hő szabadul fel.

A szabványok a munka intenzitása szerint határozzák meg, hogy mennyi hő szabadul fel. Könnyű fizikai munka esetén 80 - 125 W, közepes munka esetén 175-350 W nehéz fizikai munka esetén 350-700 W hőfelszabadulásról beszélhetünk. $M=H+W$ hőtermelés + izommunka.

Hőtermelés egy másik definiálása esetén a hőtermelést fajlagosítva számolva az ember 1 m²-nyi bőrfelületére nézve határozhatjuk meg. 1 met akkor az emberi test hőtermelése négyzetméterenként, amikor ülünk, nyugalomban vagyunk lásd a 3. ábra Tevékenységek metabolikus értékei. Takarítás esetén 3 met hőtermelésünk van, futásnál 8 met a hőtermelés. Ez az aktivitások hőtermelése.

Néhány tevékenység metabolikus értéke

Tevékenység	M/F_{Du} [W/m ²] met		η	v_{rel} [m/s]
<i>Pihenés</i>				
Alvás	41	0,7	0	0
Pihenés	47	0,8	0	0
Nyugodt ülés	58	1,0	0	0
Allás laza testtartással			0	0
Gépi munka				
könnyű (pl. elektromos ipar)	116–140	2,0–2,4	0–0,1	0–0,2
gépszerelő	163	2,8	0–0,1	0–0,9
nehéz (pl. festőipar)	232	4,0	0–0,1	0–0,2
Nehéz munka				
targoncatolás (57 kg, 4,5 km/h)	145	2,5	0,2	1,4
50 kg-os zsák hordása	232	4,0	0,2	0,5
kubikus munka	232–280	4,0–4,8	0,1–0,2	0,5
árokásás	350	6,0	0,2	0,5
<i>Irodai munka</i>				
Számítógépes	70	1,2	0	0
Különböző irodai munka (pl. ívek kitöltése, ellenőrzés)	58–70	1,0–1,2	0	0–0,1
Rajzolás	70	1,2	0	0–0,1

3. ábra Tevékenységek metabolikus értékei (Bánhidi László, 2000)

58 W/m² = 1 met

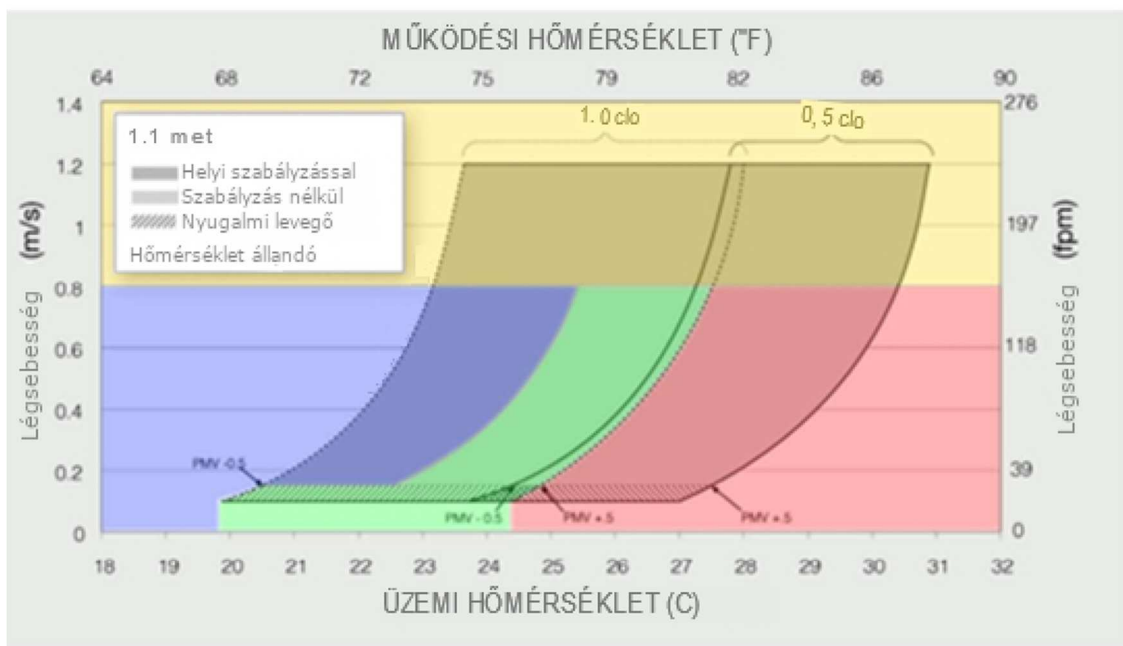
Az ASRAE Fundamentals számos komfort, illetve hőérzettel kapcsolatos diagrammot közöl. Az alábbi ASHRAE Standard 55-2017 diagramm megmutatja a levegő hőmérsékletét és a levegő sebességét ismerve, hogy adott ruházati hőszigetelő értéknél (clo értéknél) milyen hőmérsékleten érezzük komfortosan magunkat.

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and AirConditioning):

“... A kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatos elégedettséget fejezi ki...”

Jellemzése: 7 pontos skálán történik: -3..3 nagyon hidegtől nagyon meleg hőmérsékletig.

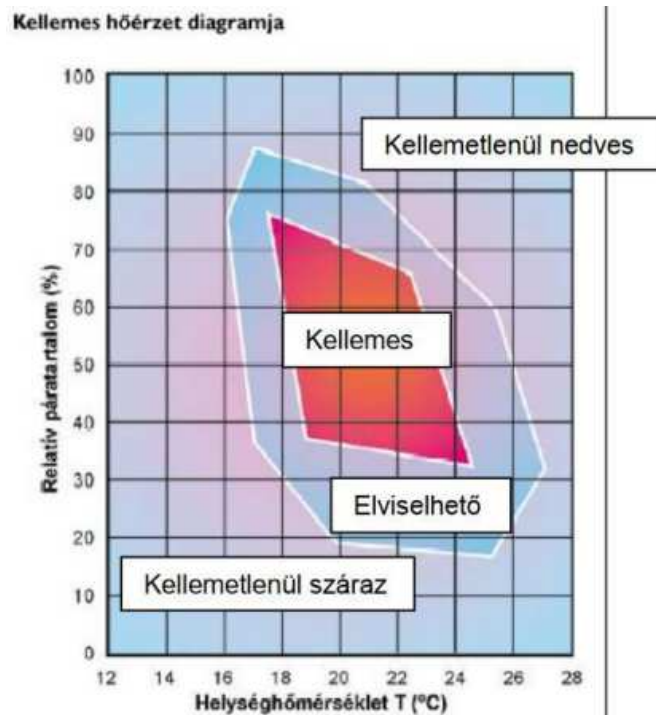
1. 3 Nagyon meleg
2. 2 Meleg
3. 1 Kellemesen meleg
4. 0 Semleges
5. -1 Kellemesen hideg
6. -2 Hideg
7. -3 Nagyon hideg



Kényelmes | **Túl Meleg** | **Túl Hideg** | **Túl Huzatos**

4. ábra ASHRAE komfort diagramok Standard 55-2017 (ANSI/ASHRAE, 2020)

A zöld rész a komfort zóna, a piros rész a meleg, a kék rész a hideg zóna. Ha a levegő sebességet növeljük, nagy lesz a huzathatás. Ha a levegősebesség kicsi, akkor komfortérzetet tudunk elérni alacsony hőmérsékleten is, ha levegősebesség nő, a levegő hőmérsékletét növelni kell.



5. ábra Hőérzet diagram; A komfort egyszerűbb definiálása (Wordpress, 2020)

A kellemes hőérzet diagramja a relatív páratartalom, és a helység hőmérsékletének kapcsolatát definiálja, közel nyugalmi légsebesség esetén. A zónákat az alábbiak szerint csoportosítjuk hőérzet szempontjából:

- Kellemes zóna,
- elviselhető zóna,
- kellemetlenül száraz és
- kellemetlenül nedves zóna

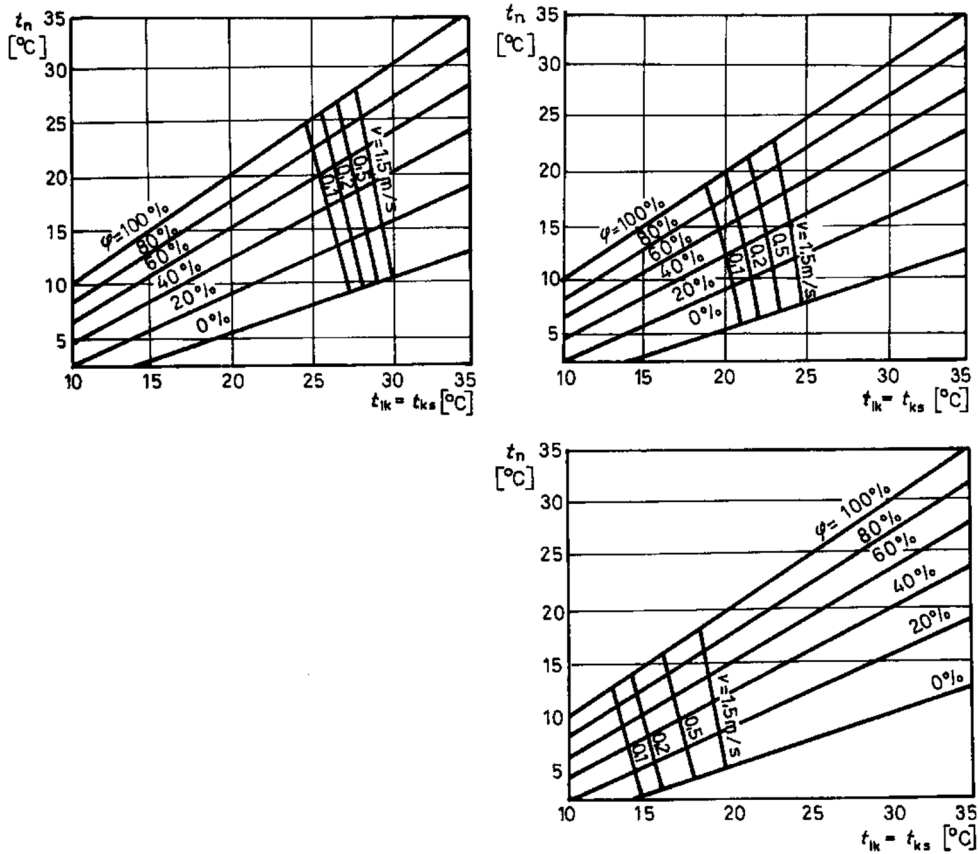
20 fok hőmérsékletnél 35 % és 70 % os páratartalom kellemes zónát ad. Ha a levegő 70 %-nál szárazabb, emelni kell hőmérsékletet, ha komfortot szeretnénk elérni.

Fanger a hőegyensúlyi egyenletek, PMV-PPD értékek (Várható hőmérsékleti érték, termikus környezettel elégedetlenek várható aránya) figyelembevételével dolgozta ki az ún. komfort diagramokat, - zárt térben, ismert ruházat és tevékenység esetén – adott légsebesség és relatív nedvességtartalom mellett – melyek közvetlenül alkalmasak zárt terek hőérzeti méretezésére.

Fanger diagrammjai általánosak; a kor, nem, etnikai adottságok stb. miatti különbségeket nem vett figyelembe.

Fanger komfortdiagramja könnyű öltözetű emberre ($I_{cl} = 0,5 \text{ clo}$):

- a) nyugalmi állapotra ($M/F_{Du} = 58 \text{ W/m}^2$),
- b) közepes aktivitásra ($M/F_{Du} = 116 \text{ W/m}^2$),
- c) nagy aktivitásra ($M/F_{Du} = 174 \text{ W/m}^2$)



6. ábra Fanger – féle komfortdiagram (Fanger, 1982)

- t_n : a nedves hőmérséklet,
- t_{ik} : a levegő-hőmérséklet,
- $t_{k,s}$: a közepes sugárzási hőmérséklet,
- v : a légsebesség,
- ϕ : a levegő relatív nedvességtartalma

4.2 Felhasznált energiatermelő berendezések bemutatása

4.2.1 Légkezelőrendszerek bemutatása

A légkezelőrendszerek olyan berendezések, amelyek a levegő minőségét és hőmérsékletét szabályozzák egy adott helyiségben vagy épületben. Ezek a rendszerek fontos szerepet játszanak az épületek energiahatékonyságának javításában és a kényelem biztosításában.

2 fő típusa van energiatermelés szempontjából a vizes-hőcserélős változat, illetve a hűtőközeges változat, ahol a hőszivattyú szekunder köre a légkezelő hőcserélőjébe van beépítve. Az előbbi fő hátránya a magyar klimatikus viszonyok között a glykol-os folyadék rendszer szükségessége téli üzemben, az utóbbi változatnál a beüzemelés a hűtőközeg meghatározása és szivárgásmentességének biztosítása a kültéri helyszínen.

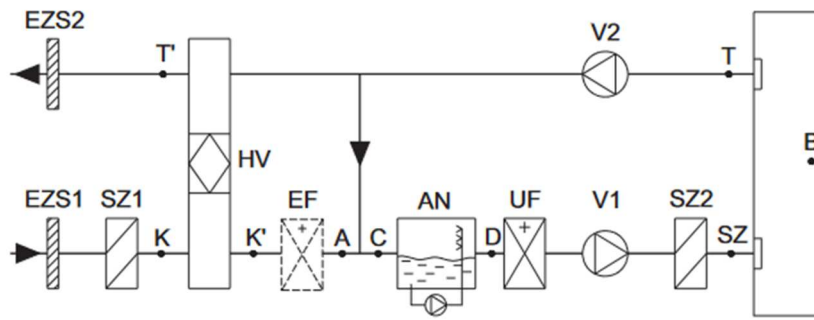
A világ különböző részein különböző típusú légkezelőrendszereket alkalmaznak. Az egyik leggyakoribb típus az **HVAC** (fűtés, szellőzés és légkondicionálás) rendszer, amelyet széles körben használnak az épületekben. Az HVAC rendszerek hűtést, fűtést és szellőztetést biztosítanak az épületekben, hogy megfeleljenek az ott tartózkodók igényeinek.

Az **energiatakarékos** légkezelőrendszerek egyre népszerűbbek világszerte. Ezek a rendszerek olyan technológiákat alkalmaznak, amelyek minimalizálják az energiateljesítményt és csökkentik a környezeti hatásokat. Példák erre a technológiákra közé tartoznak a hővisszanyerő egységek, a kondenzációs kazánok és a napenergia hasznosítása.

Az **intelligens** légkezelőrendszerek is egyre elterjedtebbek. Ezek a rendszerek képesek automatikusan szabályozni a hőmérsékletet és a levegő minőségét az épületben. Az okos légkezelőrendszerek érzékelőket és automatizálási technológiákat használnak, hogy optimalizálják az energiateljesítményt és növeljék a kényelmet.

A légkezelőrendszerek fontos szerepet játszanak az épületekben. Ezek a rendszerek a levegő minőségét és hőmérsékletét szabályozzák, ami hozzájárul az épületek energiateljesítményéhez és a benne tartózkodók kényelméhez.

Az egyik legfontosabb szerepük az energiateljesítmény javítása. A légkezelőrendszerek lehetővé teszik az épületek hűtését, fűtését és szellőztetését, hogy megfeleljenek az ott tartózkodók igényeinek. Az energiatakarékos rendszerek minimalizálják az energiateljesítményt és csökkentik a környezeti hatásokat.



7. ábra Egy mintalégkezelő elvi kapcsolási vázlata

EZS1, EZS2	Elzáró zsaluk
SZ1, SZ2	Levegőszűrők
HV	Hővisszanyerő,
EF	Előfűtő,
V2	kimenete és az AC pontok közt visszakeverés,
AN	adiabatikus nedvesítő,
UF	utófűtő
V1, V2	ventillátorok

Kimutatták, hogy a hővisszanyerős, visszakeringtetős-rendszerű légkezelőkkel több mint 70%-os energiamegtakarítás érhető el matematikai modellek alapján. „Az eredményekből látható, hogy az energia-megtakarítás mértéke a visszakeveréssel és a hővisszanyerővel üzemelő levegőkezelő központ esetén igen jelentős, a két módszer együttes alkalmazása kb. 79%-os energiamegtakarítást eredményez. A kidolgozott matematikai modell segítségével a nyári energiefelhasználás hasonló módon számítható” (László, 2007)

4.3 Levegő-Vizes rendszerű hőszivattyúk bemutatása

A levegő vizes rendszerű hőszivattyúk

A levegő-vizes hőszivattyúk a környezeti levegő hőjét használják fel fűtésre. A levegő-víz hőszivattyúk a leggyakrabban használt hőszivattyúk. A környezeti levegőből kivont hőt a fűtési rendszer vizének (pl. padlófűtés) adja át (Bosch, dátum nélkül).

A levegő-víz hőszivattyúban egy kompresszor összesűríti a gáz halmazállapotú hőhordozó közeget, így a megkötött energia hasznosíthatóvá válik. Az energia ezután a fűtőkörben lévő vízbe kerül, és a hőt a fűtendő létesítménybe szállítja.

A levegő-víz hőszivattyú 1 kilowattóra villamosenergia felhasználásával többszörös mennyiségű hőenergiát képes biztosítani. Így egy ház egész évben teljes mértékben

fűthető, és a melegvíz-ellátás is megbízhatóan biztosítható további fűtőberendezés nélkül. A hőszivattyú hatásfokát a COP (Coefficient of Performance) érték határozza meg. A COP érték függ a hőszivattyú szekunder körének kilépő hőmérsékletétől és a primer körének belépő hőmérsékletétől. (friolux.hu, 2013) A hőszivattyúk hatásfoka nagyban függ a külső-belső hőmérsékletektől. Fagyos időben $-5..-10^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékleti tartomány alatt a hőszivattyúk kültéri kaloriferét lejegesedés elkerülése miatt normál fűtőpatronnal is el szokták látni. Ez a fűtőpatron jelentősen lecsökkenti a hőszivattyú hatásfokát, az SCOP érték a területi adottságokat is figyelembe veszi.

4.3.1 Alacsony hőmérsékletű hőszivattyúk $<45^{\circ}\text{C}$

Olyan hőszivattyúk, melyek előremenő víz hőmérséklete 45°C -ot nem haladja meg. Nagyobb hatékonysággal üzemeltethetőek télen a hidegebb időszakban.

4.3.2 Magas hőmérsékletű hőszivattyúk akár 70°C -ig

Előre menő hőmérséklete elérheti a 70°C -ot is, mely egy régebbi fűtési rendszerhez illesztést megkönnyíti, hatékonysága elmarad az alacsony hőmérsékletű változathoz képest, mivel a hőátadó berendezések magasabb hőfokon üzemelnek nagyobb hőlépcsővel kell a hőszivattyúnak működni.

4.4 Kondenzációs hőtermelő berendezések bemutatása

4.4.1 Megújuló energiaforrások

A hagyományos energiaforrások kiegészítéseként mind energiabiztonsági szempontból, mind környezetvédelmi és gazdasági megfontolásból érdemes megújuló környezetbarát energiatermelő berendezést telepíteni, ahol lehetséges.

Napelemek

Elhelyezés

A városi környezetben a napelemek telepítése olyan háztetőkön, épület - határoló felületeken érdemes, melyek benapozottság szempontjából relevánsak lehetnek. Az irodaépületek teteje általában tagolt, összetett, ahogy a mi irodaépületünk teteje is, vannak magasabban fekvő területek és alacsonyabban fekvőek, több helyen régi bevilágítóablakok tagolják a tetőszerkezetet. Az irodaépület több tulajdonossal is rendelkezhet, mely tovább bonyolítja a napelemek felhelyezhetőségét, pozicionálását és jogi problémáit.

Hálózati követelmények

A villamos hálózat biztosítja az inverteres hálózatra kapcsolt rendszerek visszatáplálási lehetőségét HMKE-k azaz 50 kWp alatt, felette az ipari fogyasztóknál a termelt energia maximális felhasználása javasolt. A magyarországi hálózat kisfeszültségű (továbbiakban „KIF”) rendszereinek kevesebb mint 10%-ban van jelenleg probléma HMKE-k visszatáplálása esetén, mivel a hálózat nincsen felkészítve a termelések visszatranszformálására, a többi helyen a KÖF-KIF transzformátorok után a háztartási kiserőművek által táplált energiát helyben a KIF oldalon fel tudják használni. A visszatranszformálási veszteségek így nem jelentkeznek a villamos hálózatban.

4.5 Felhasznált hőleadó/hőközlő berendezések

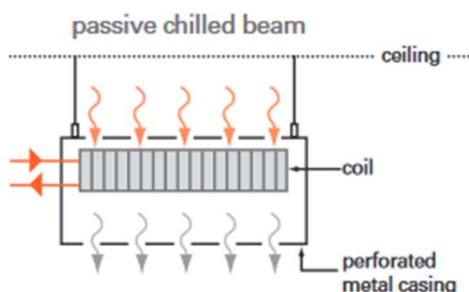
4.5.1 Klímagerendák

A klímagerendák olyan berendezések, amelyek a helyiség levegőjét szabályozzák. Az előnyök praktikus kihasználásához, be kell tartani bizonyos működési feltételeket, valamint tekintettel kell lenni az adott helyiség funkciójára, jellemző légállapoti paramétereire és a helyiség adottságaira is.

Az általános előnyök közé tartozik az alacsony frisslevegő szükséglet, az indukciónak és a Coanda-hatásnak köszönhetően a helyiség teljesen átszellőztetett, lehetőség van a víz szabad hűtésének (free cooling) maximális kihasználására, minimális beépítési helyigény és magas termikus komfort. (www.airvent.hu, 2023)

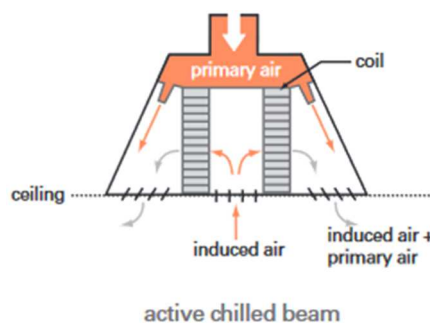
4.5.1.1 Fajtái

PCB (Passive Chilled Beams) Passzív hűtési felületű rendszerek a légkezelő általi kényszerlevegőt egy kaloriferen átáramoltatják és ez biztosítja a hűtési/fűtési levegőt.



8. ábra Passzív hűtési felületű rendszer

ACB (Active Chilled Beams) Aktív hűtési felületű rendszerek nem csak a légkezelő által biztosított kényszerlevegőt képesek a kaloriferen keresztül áramoltatni, hanem a belső levegőt is, ezáltal hatékonyabb hőcserére képesek. (Trane, 2011)



9. ábra Aktív hűtési felületű rendszer

4.5.1.2 Előnyök – hátrányok

A hátrányok közé soroljuk, hogy a rendszernek egy szabályozott, előkezelt levegőt kell biztosítani, mely egy külső egységgel, például légkezelővel megoldható. Ügyelve arra, hogy a klímagerendák nagyobb ellenállásúak, mint a ventilátorral szerelt FAN Coil-ok, ezáltal nagyobb teljesítményű ventilációra van szükség a légkezelő részéről.

Vigyázni kell, mint minden kalorifer esetében a harmatponti kondenzációra.

Nagy felületekre van szükség, melyek költségesebbek összehasonlítva más hőszivattyú alapú hűtő fűtő berendezésekkel.

Előnyei:

A jól kiszámolt légkezelő és levegőszabályozórendszerrel huzatmentes friss levegő biztosítható (FAN Coil hátránya, hogy aktív ventilátort tartalmaz)

Fűtésre, hűtésre is hatékonyan használható

Zajhatás elenyésző (FAN coil hátránya)

Alacsonyabb összes ventilátor teljesítmény igény

4.5.2 Felületfűtési rendszerek

A felületfűtési rendszerek a hőleadók közül a leghatékonyabban üzemeltethetők. A felület nagyságától függően a szükséges hőmennyiség alacsony felület hőmérséklettel elérhető. Az előremenő közeghőmérséklet például padlófűtési rendszerrel alacsonyan tartható.

4.6 Automatikai rendszerek az épületenergetikában

Napjainkban az épületenergetikában nagy jelentősége van a hatékonyságnak. A gyártók előre gyártott blokkmodulokkal standardizálják a különféle szabályzási rendszereket, ezzel egyszerűsítve a telepítést, mert a hőtermelő/hőleadó berendezésekhez ajánlanak licenszelt blokkokat és azok összekapcsolását úgy lehet megoldani, ahogy hozzárendelhetünk változókat, paramétereket. Ezeknek viszont van egy nagy hátránya, ha valaki egyedi hőleadót épít be ezek a standardizált blokkok kiválasztásánál vigyázni kell, hogy a „legjobban” hasonlító modellt tudja beilleszteni a telepítő és empirikus módon sok idő ráfordításával be tudja paraméterezni a megváltozott tulajdonságú modult.

Főbb gyártók, buszrendszerek, melyeket Magyarországon használnak:

- Schneider, Modbus RTU, Modbus TCP, WIFI
- Siemens, KNX, Modbus RTU, Modbus TCP, WIFI
- Loxone, Shrack Soros hálózatok, TCP/IP hálózatok
- SBC (SAIA Burgess)
- Wago
- Honewell
- Mitsubishi
- Allen Bradley
- ARM alapú: Raspberry PI I2C bus, TCP/IP alapú hálózatok, Soros hálózatok
- Google WIFI, Cloud alapú
- AMAZON, WIFI Cloud alapú, stb
- Sok kínai gyártó van már a piacon
- Egyéb HVAC rendszerek, melyeket a gyártók saját maguk ajánlanak. Pl. Wiesmann, Bosch, Wolf, Daikin(Siemens alapú), Airvent (saját vezérlőrendszer) stb.

Látható, hogy rengeteg gyártó található a piacon általánosságban, az okostelefonok, okoseszközök elterjedésével az automatizálási rendszerek összekötésében támogatja a nagy rendszereket üzemeltetőket. A probléma a kompatibilitás hiányában van a rengeteg gyártó saját protokollt, felhőszolgáltatást használ. Talán a leguniverzálisabb protokollok Modbus (TCP/RTU), KNX, Dali, WiFi etc.

A felhasználás szempontjából fontos, hogy milyen költséggel tudja üzemeltetni az ingatlant. Felhőalapú szolgáltatások igénybevétele (APPLE, AMAZON, GOOGLE) állandó költségként jelentkezik, vagy várható, hogy jelentkezni fog az energiaköltségek mellett. Mindenképpen szigetüzemű rendszerben érdemes gondolkozni fűtéstechnikai és komforttechnikai megoldásoknál, a WEB felé csak a legszükségesebb adatokat szabad továbbítani, a hacker-támadások kiküszöbölése miatt.

4.6.1 Blokkrendszerek

A modulokat minden egyes légbeeresztőhöz egyedileg kell konfigurálni és összekötni. Előnye az egyszerű paraméterezhetőség, viszont a komplex rendszerek paraméterezése komplex és időigényes

4.6.2 Egyedi rendszerek

Egyedi rendszerek egy klímagerendás irodánál érdemes választani, mivel a levegőellátás nagymértékben függ a csőhálózat ellenállásától. Továbbá a távolságok a légkezelőtől nagyban eltérnek, a levegőellátás munkapontja egyszerűen meghatározható és így a homogenitás megoldható. a munkapontok a benapozottság függvényében módosíthatóak, míg egy blokkrendszeresnél ez többnyire nehézkes vagy a gyártó nem ad rá eszközt.

4.6.3 Inverteres szivattyúk bemutatása

Napjaink inverteres szivattyúi segítségével a beépített elektronikák segítségével, térfogatramértéket, nyomásértéket fordulatot is be lehet állítani. Sok szivattyúnál a beüzemelést segítő buborékmentesítő funkció is megtalálható. A drágább változatoknál külső set-point-ok is megadhatóak.

4.7 Bivalencia pont meghatározása fűtési rendszereknél

4.7.1 Különbség a monovalens és a bivalens rendszerek között

Monovalens rendszerről akkor beszélünk, ha egy hőtermelő berendezés egész évben képes az ingatlan teljes fűtési terhelését fedezni, más hőforrás, például kazán támogatása nélkül.

4.7.2 Bivalens rendszer

A bivalens rendszer olyan rendszer, ahol a hőszivattyút egy további vagy meglévő hőforrással, például kazánnal kombinálják. Ez az az eset áll fenn, amikor a hidegebb időjárású időszakokban, amikor az ingatlan hővesztesége nagyobb, a hőszivattyú az alacsonyabb előremenő hőmérséklet miatt nem képes az ingatlan teljes fűtési terhelését

ellátni - Ez a helyzet sok régebbi ingatlan esetében előfordulhat -, ezért a kazán további rásegítése szükséges az előremenő hőmérséklet növeléséhez, hogy az ingatlan fűtési terhelésének megfeleljen.

A bivalencia pont az a külső hőmérsékleti érték, ahol a többféle megtáplálású fűtési rendszerek fűtési veszteségei átbillennek egyik ellátó rendszerről a másik ellátó-rendszerre lásd 34. ábra Bivalencia pont . Egy hőszivattyú energiahatékonysága kinti alacsony hőmérsékleten, például „-5°C” alatti hőmérséklet esetén a kondenzációs gázkazán nagyobb hatásfokkal üzemeltethető. Ezáltal a kondenzációs kazán, mint hőtermelő berendezés átveszi, vagy rásegíti a fűtési rendszer megtáplálását, azaz az előremenő hőmérsékletet növeli a hatékonyság szempontjából.

5 Iroda és a létesítmény felépítése, elhelyezkedése

5.1 Elhelyezkedés



10. ábra Google Maps műholdkép

Az irodai létesítmény a Karolina út 17/B épületének egyik önálló albetéte. A területe ~250+150+100 nm. A 250nm-es terület irodarésznek lett kialakítva, a 150 nm-es területrészt villamos szerelő-műhely lett, elektronikai mérőlaborral kiegészítve egy könnyűszerkezetes galériával. A 100 nm-es rész raktárként szolgál, mely könnyűszerkezetes galériarendszert kapott.

5.2 Az épületegyüttes története, energetikai múltja

A háború és a hidegháború alatt a terület katonai fennhatóság alatt volt. A volt Petőfi laktanya, jelenleg Mária Terézia Laktanya vonzáskörzetébe tartozott az épületen és a környező épületeken monitoring állások foglaltak helyet. Katonai egyenruhák és textíliák készítését itt végezték a rendszerváltásig utána pár évvel feldarabolták és a területeket értékesítették. A jelenlegi iroda egy fonóműhely volt gőzvasalókkal és nagyméretű gépekkel, bejáratnál felújításkor egy hátulról megvilágított tábla őrizte emlékét a gipszkarton álmennyezet felett. Irodává minősítés a gyáracsarnokból rendszerváltás után történt, akkor történt egy nagy felújítása az épületnek akkori színvonalon, sajnos a homlokzati díszdukkókra nem figyeltek, sok helyen megsérültek a kihelyezett split-klímák miatt, hogy minél több cég egyedi igényeit ellássák. Az épület energetikai felújítása kazáncserére korlátozódott, nem készült fűdémszigetelés, homlokzati szigetelés, a fűtéskorszerűsítés a gőzkazánok eltávolítása után a nagyrészt

meglévő fűtéscsövekkel, részben rézcsövezéssel FÉG 37 kW-os nyílt égésterű kazánokkal készült sok esetben a homlokzaton kialakított akkoriban új hőszigetelt kéményrendszerrel. Jelenleg is működnek ilyen kazánok az épületen belül.

5.3 Az iroda felújítása

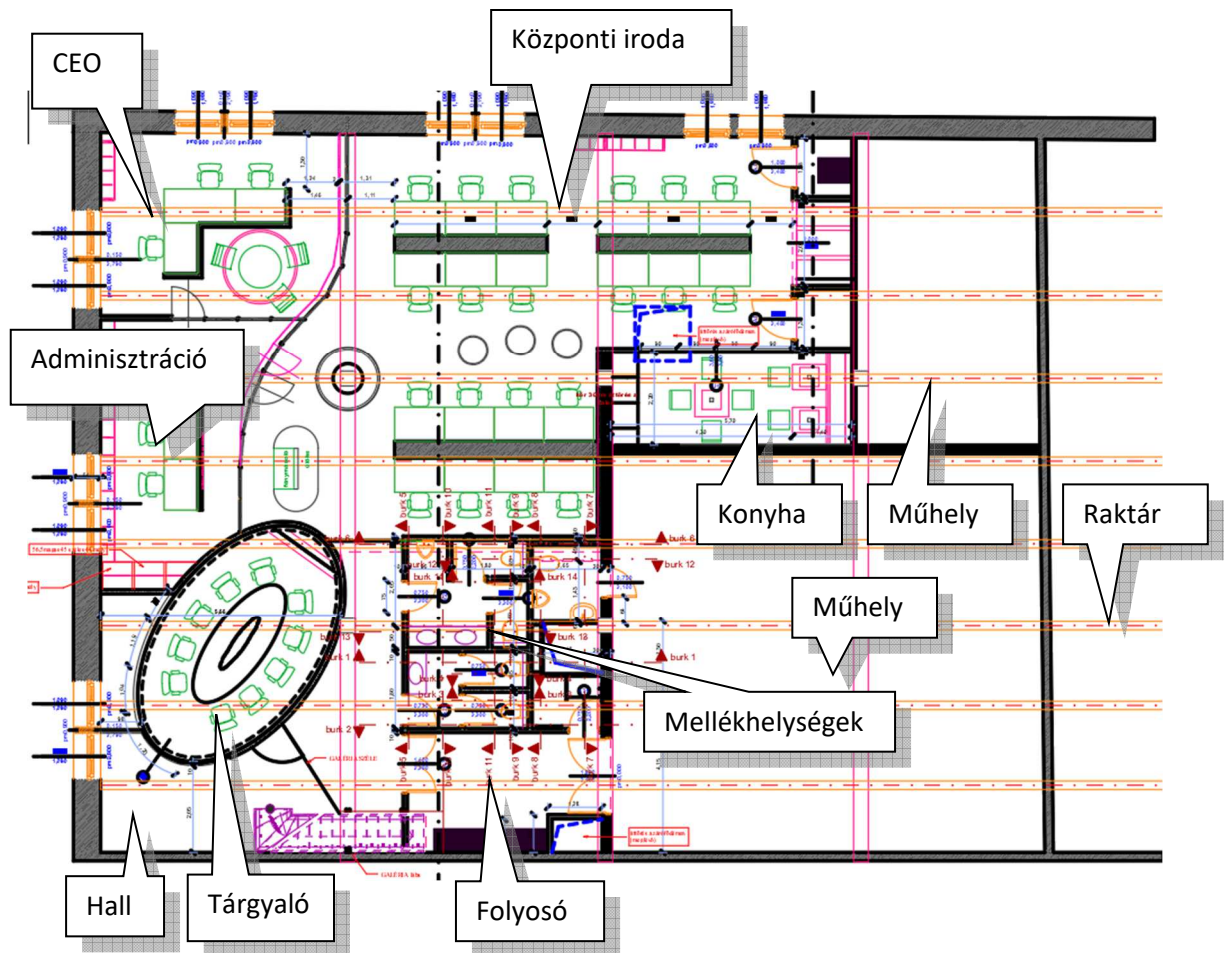
Az eredeti kialakításban nagy szerepet játszott, hogy minél több irodát függetlenül ki lehessen adni, ezért volt ahol az ablakpárnál osztották fel az irodai területeket, úgy hogy a parapet alatt elhelyezett hőleadó dunaferr 2K-s lapradiátorok köré középen gipszkartont építettek.

5.3.1 Tervezés

Tervezéskor szorosan együttműködtünk az építész – statikus és épületgépész kollégákkal, hogy a lehető legjobb műszaki megoldásokat tudjuk alkalmazni a felújítás során. Az építésztervekkel folyamatosan kellett haladnunk miközben a gépészeti problémákkal szembesültünk. Kiderült, hogy a meglévő épület sarka nem 90°-os hanem pár fokkal nagyobb és az utcafront együtt fut a Daróczi utcával, ami nem teljesen merőleges az udvarra. A meglévő gerendázatban is így, 10-20 cm-es eltérések mutatkoztak. Ez belsőépítészet és gépészeti tervezés szempontjából nagy dilemmákat adott. Alapvető irány volt, hogy a régi födémrendszert álmennyezettel kell ellátni tagoltsága miatt. Energetikai szempontból pedig ez a vasbeton-födém rendszer alacsony hővezetési ellemállásával hosszú távú energia-felhasználás szempontjából megoldásra várt. A megoldás, mivel több iroda is elhelyezkedik az épületen belül, és közvetlenül a tető alatt helyezkedünk el, csak belső oldali hőszigetelési megoldás lehet a külső falak irányába. Sok féle hőszigetelésben gondolkoztunk: üvegyapot a födém alá, de arra nem találtunk vállalkozókat – tűzvédelmi szempontból talán ez lett volna az egyik legjobb megoldás a közetgyapot mellett. Xps lapok ragasztását a födémhez, erre sem találtunk szakembereket, akik ilyen tagolt mennyezetre elvállalták volna a felragasztását, így maradt a PUR – hab fújásos technológia. Felkerestek minket szórt cellulózossal is (otthonmelege.hu, 2023), de azt tűzvédelmi szempontokat és páralecsapódásból eredő szempontokat figyelembe véve nem találtuk megfelelőnek.

A zárt cellás PUR – hab technológia mellett azért döntöttünk, mert párazáró, tehát a belső pára nem jut el a vasbeton födém szerkezetéig. A másik szempont pedig az volt, hogy a tető felülről vízszigetelt bitumenes, illetve műanyag fóliás szigeteléssel rendelkezik és onnan sem kaphat párát, tehát, ha teljesen lezárjuk akkor statikai

szempontból hosszú távon sem probléma a nedvesség kívülről, mert a szerkezetbe nem juthat be.



11. ábra Bakó Krisztina - Építészeti kiviteli terv

5.3.2 Bontás

Első lépésben a gipszkarton falak kerültek elbontásra., Utána a B30-as vegyes, belső válaszfalak.



12. ábra Bontási kép a jelenlegi tárgyalóról

A fenti képen látható, hogy a homlokzati ablakokat módosították. Az ablakmagasságokat csökkentették a lejjebb hozott álmennyezet miatt. Volt olyan PUR-hab-lemezes, 2 rétegben alumínium - borítású álmennyezet feletti 10cm vastag hőszigetelés, amely felett penészlerakódás lépett fel. Ezt természetesen megfelelő vegyszeres klórtartalmú kezeléssel megszüntettük.

5.3.3 Felújítás

A 2020-2022-es irodai felújítás során lecseréltük egy Wiesmann Vitopend 100-as 35 kW-os kondenzációs készülékre a Fég 37kW-os hőtermelő berendezést, a meglévő 2 csöves fűtési rendszert lecseréltük padlóban lévő felületfűtésre, illetve klímagerendákra, a meglévő kéményünket kibéleltettük és egy homlokzati, régi szellőzőkürtőt felhasználva a frisslevegőt onnan szolgáltatva vezettük a kazánhoz.



13. ábra MODIM Mérnöki kft. központi iroda belülről

Hűtési rendszert átalakítottuk, egyedi split klímákat leváltottuk a hűtő/fűtő légkezelős, klímagerendás rendszerre.

6 Építészeti elemeinek bemutatása

A létesítmény Délnyugati tájolású az első emeleten található utcafronton 4 nagyméretű ablakkal udvarról és a raktárról egy 90x60 -as ablakkal rendelkezik. Udvar felé déli irányba 3 nagyméretű ablakkal a folyosóról biztonsági ajtóval. Belül 3 fő részből áll az alábbi bontásban

- Irodarész
- Műhelyrész, benne
 - Raktár

6.1.1 Irodai rész

Az irodai rész délnyugati sarkon helyezkedik el 2 oldalát külső fal határolja kisméretű téglából áll 60 cm-es vastagságban, a külső homlokzati részben az udvar felé három nagyméretű katedrálablak, jelenleg 3 rétegű üvegezéssel tagoltan, az utcafront felé (Daróczi út) szintén 3 ablakpárral rendelkezik. A belső falakat 3 méter szélességben folyosó határolja, mellette raktárhelység helyezkedik el, a Daróczi utca folytatásában a műhelyünk található.

Az irodának további részei

- Rekreációs galéria
- Gépészeti helység
- Hall és folyosó a műhely felé
- Mellékhelységek
- Konyha
- Szerverszoba
- Gardrób
- Irodák
 - Központi iroda
 - Tárgyaló
 - Adminisztráció
 - Vezetőségi

A 18 munkaállomású központi irodához tartozik 2x3 munkaállomás vezetőknél, illetve adminisztrációnak. 30 fő állandó tartózkodásra méreteztük a légkezelő rendszert, amibe beszámítottuk, hogy a tárgyalóba 12 főt kényelmesen el tudunk helyezni, így a teljes létszám a tárgyalóval együtt 30 fő napi 8 órás munkavégzéshez. A kalkulációban 100W-

al számolva a napi plusz metabolikus energiabevitel 24 kWh, ez éves szinten $15\text{nap} \cdot 12\text{hónap} \cdot 24\text{kWh} = 4,3\text{ MWh/a}$. Evvel az értékkel nem számoltam az összehasonlításnál, mert nálunk sok terepi munka van és ezáltal az iroda kihasználtsága vegyes, tehát az irodai telítettség körülbelül 50%-os éves átlagban, de vannak olyan hónapok amikor teljes létszámban vagyunk.

6.1.2 Műhely rész

Műhelyt, ami egy L alakú épületrész, az irodából lehet megközelíteni, a mellékhelyiségek a konyha és a szerverszoba falai határolják Délnyugati oldalról. A nyugati külső 60 centiméteres egy nagyméretű 150cm-es parapetmagasságú ablakkal határolja. Az északi oldalról a raktárunk helyezkedik el 10-es Ytongfallal elválasztva, déli oldalon szintén egy raktárhelyiség határolja B30-as téglafallal 2cm-es vastagságban futtatottan falazva.

Főbb épületrészei:

- Villamos főelosztó
- Napi anyagraktár
- Automatizálási mérő labor

6.1.3 Raktár rész

Raktár a műhelyből nyílik ez egy fűtetlen helyiség, a napi anyagokat és a készletezésünk is ott található. A hőmérséklet precíz tartása nem indokolt, száraz helyiség, de a precíz hőmérsékleten tartása nem szükséges. 2 oldalról ütött terek határolják az egyik oldalról egy működő étterem van a másik oldalon a műhelyünk található, mindkét oldalt 20 cm-es Ytong fal határolja.

6.2 Energetika

6.2.1 Hőtechnikai méretezés

Átalakítás során felmerülő legfőbb probléma az épület hőszigetelése volt. Sok tervezővel egyeztettünk a megoldási lehetőségekkel kapcsolatban. Az eredeti pillérvázis szerkezet szigetelését tele gerendákkal kellett megoldanunk. A lapostető (5°C-os lejtés) és a homlokzat külső szigetelése nem volt megoldható, hiszen társasházról van szó, a tető kiterjedése 60 méter x 200 méteres. Ez nem fért bele a költségvetésünkbe. A megoldást kompromisszummal a következő jelentette:

A vasbeton pillérvázás földem belső szigetelését egy zárt cellás PUR-habos technológiával oldottuk meg 5 cm-es vastagságban úgy, hogy a pillérek felső részét is minimum 50cm-es hosszban befedtük. A rétegtrend az alábbiak szerint alakult:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_i}} \left[\frac{W}{m^2K} \right] =$$

$$= \frac{1}{0,04 + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,02}{0,23} + \frac{0,2}{1,55} + \frac{0,05}{0,034} + 0,1} \left[\frac{W}{m^2K} \right] =$$

$$= \frac{1}{1,844} \left[\frac{W}{m^2K} \right] = 0,54 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

α_e A külső fal határoló szerkezet hőátadási tényezője

α_i : A belső fal határoló szerkezet hőátadási tényezője

d_j : Az elemi réteg vastagsága

λ_j : Az elemi réteg hőátbocsátási tényezője

1. táblázat A földem hőszigetelése és hővezetési ellenállásának jelentősége:

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]
Polivinil-klorid (PVC)	1	0,3	0,17
Bitumen lemez	2	2	0,23
vasbeton	3	20	1,55
poliuretán keményhab	4	5	0,034

Szerkezet megnevezés	típus	x [m]	y [m]	U [W/m ² K]	U _r [W/m ² K]
Gerendás_Vasbeton	tető	-	1	2,81	2,81
Gerendás_Vasbeton_PuHabbal	tető	-	1	0,55	0,55
Gerendás_Vasbeton_PVC	tető	-	1	2,68	2,68
Gerendás_Vasbeton_PVC_PuHabbal	tető	-	1	0,54	0,54

A PUR-habos zártcellás szigetelés jelentősen csökkentette a vasbeton szerkezet hővezetési együtthatóját $U \left[\frac{W}{m^2K} \right]$. A hővezetési együttható gyakorlatilag 1/5-ére csökkent. körülbelül 230m²-es felületnél a számítások alapján -15°C-os külső és 23°C-os belső hőmérséklet esetén a következő képlettel számolva:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T = \frac{0,55W}{m^2 \cdot K} \cdot 230m^2 \cdot 40^\circ C = 5060W$$

Amennyiben ez a felület hőszigetelés nélkül lenne:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T = \frac{2,81W}{m^2 \cdot K} \cdot 230m^2 \cdot 40^\circ C = 25852W$$

Tehát a leghidegebb időben a különbség $25852W - 5060W = 20792W$, ennyi teljesítményt spórolunk meg leghidegebb időben. A képletben szereplő 40°C -ot azért vettem alapul, mert ha a padlószinttől 1 méterre a levegő hőmérséklete 38°C az a 6 méteres belmagasságnak köszönhetően a plafonon az 2°C -al magasabb értékű lesz.

Sajnos elvesztettük a belső szigeteléssel a födém jó hőtárolási kapacitását, de egy jó részét pótolja az úsztatott 7 cm vastag vasbeton padlóréteg padlófűtési rendszerrel és az Ytongból épített válaszfalak.



14. ábra Iroda a zártcellás szigetelés után a CEO irodarész felől

A külső homlokzati részben a falvastagság 60 cm pillérvázis közte kisméretű téglakirakással. Két oldalt érinti az irodát az egyik az utcafronti rész amelyik Nyugati tájolású a másik a déli oldal. A homlokzati oldal nyugati oldalának hőszigetelését először MultiPor-os technológiával gondoltuk kialakítani, de a porózussága a terhelhetőség rovására ment volna, ezért Ytong-os 5 cm-es belső réteget kapott 18méter hosszban a hőszigetelés és a páradiffúzió és a jobb hőérzet kialakulása miatt. Felvettem a kisméretű téglás, illetve az 5cm-es Ytong falazattal hozzáépített változatát. Ezzel a megoldással 25%-al csökkent a falazat hőátbocsátási tényezője.

2. táblázat Az Ytong-os belső 5cm-es fal hővezetési ellenállásának jelentősége:

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]
Baumit Durva Vakolat	1	2	0.79
kism. tömör agyagtégla	2	48	0.72
Baumit Falazó Habarcs 100	3	8	0.93
Baumit Durva Vakolat	4	2	0.79
Baumit open S Felújító Ra...	5	0,5	0,8
YTONG P2-0,5 NF+GT fala...	6	5	0,13

Szerkezet megnevezés	típus	x [m]	y [m]	U [W/m ² K]	U _r [W/m ² K]
B30_200_B	belső ...	-	-	1,77	1,77
B30_200_K	külső ...	-	-	2,11	2,11
Gipszkarton 2rtg_rkvecol_2...	belső ...	-	-	0,31	0,31
Régi_Kisméretű_600	külső ...	-	-	1,03	1,03
Régi_Kisméretű_600_Ytong	külső ...	-	-	0,73	0,73

A következő hőhőteljesítmény javulása az érintett $18\text{m} \cdot 5,5\text{m} = 100\text{m}^2$ -es felületen

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T = \frac{0,73\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 100\text{m}^2 \cdot 38^\circ\text{C} = 2774\text{W}$$

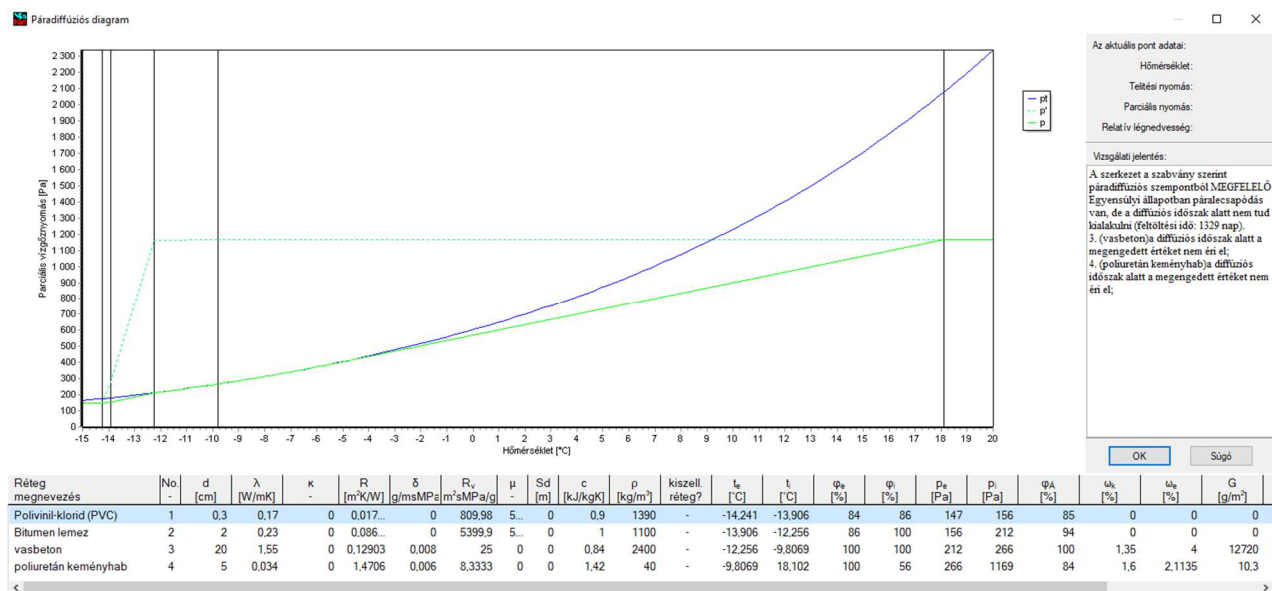
Amennyiben ez a felület hőszigetelés nélkül lenne:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T = \frac{1,03\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 100\text{m}^2 \cdot 38^\circ\text{C} = 3914\text{W}$$

A hőveszteség különbség a hőszigetelt és a hőszigetelés nélküli változathoz képest $3914\text{W} - 2774\text{W} = 1140\text{W}$

Tehát összesen a két felület hőszigetelésével nagyságrendileg **22 kW**-ot spórolunk meg fűtésben -15°C -os külső hőmérséklet esetén. Látható, hogy a hőszigetelések mennyire sokat jelentenek a fűtési energiában, de az is látszik, hogy a plafonon lévő, vasbeton födém hőszigetelése jóval nagyobb mértékű, anyagát tekintve a PUR-hab jobb hőszigetelési tulajdonsággal is bír, mint az Ytong. Belső falra épített Ytong téglá viszont jelentős hőérzetjavulást okoz, mivel a fal belső oldala magasabb hőmérsékletű.

A födém páradiffúziós diagrammja:



15. ábra A páradiffúziós diagram a PUR-habos födémre

A zártcellás PUR hab és a fóliás tetőszigetelés között fellépő páradiffúziós gőznyomás nem lépi túl a megengedett értéket. A szellőztetés biztosítja az irodában keletkező pára megfelelő szinten tartását.

Belső szerkezetek hőtechnikai szempontból kevésbé problémásak, mert a műhelyt is fűtjük 20°C-os hőmérsékletre, a raktár fűtéséről külön nem gondoskodtunk, de a tapasztalatok alapján, mindkét oldaláról 18 méter hosszan 6 méteres átlagos magassággal számolva fűti a szomszédos helység, a 18°C -os hőmérsékelt mindig megvan. A műhelyt az irodától gipszkartonos elválasztással 10 cm-es közetgyapot és mindkét oldalról egy normál és egy zajvédős gipszkarton réteggel választottuk el, 2,5 - 2,5 cm-es összesen 15 cm-es vastagságban. A tárgyaló és a mellékhelységek falait 10cm-es Ytong téglákkal falaztuk. A maradék meglévő B30-as futtatott falakat meghagytuk, mivel a felújításkor a műhely funkcionális üzemelését biztosítani kellett. A belső elválasztást a szomszéd raktártól szintén egy B30-as futtatott 22 cm vakolt meszes -cementes rakott fal biztosítja.



16. ábra Iroda jelenleg álmennyezettel, üvegfalal

A padlófűtéshez úsztatott betonréteg került kialakításra vastag, 9mm-es kerámialappal.

6.2.2 Gépészeti rendszer kialakítása

Hőtermelő berendezések

A gépészeti hőtermelő rendszert úgy alakítottuk ki, hogy a meglévő FÉG kazán helyére új kondenzációs kazán létesült. Ennek a kazánnak a hőszigetelt alumínium spirocsöves kéményét kibéleltettük műanyag kéménybéleléssel és a homlokzaton át az ereszcsonna mögött egy légbeeresztő nyílást készítettünk, így egy osztott rendszerű műanyag kéményt kapott a Wiessmann Vitopend 100-as 35 kW-os kondenzációs kazán. A kazán alatt egy hidraulikus váltó helyezkedik egy Vortex-rendszerű iszapleválasztóval. A hidraulikus osztó alsó (hidegebb) csomópontjáról a padlófűtési kör van megtáplálva a felső csomópontjáról pedig a műhelyt és a puffertartályt üzemeltetjük.

A Puffertartályban tárolt hő a klímagerendákba juttatható, illetve a kazánkört lezárva a padlófűtésosztóba.

A 300 literes saválló Magyarországon, Tatabányán a Dincox-H Kft-nél egyedileg gyártott puffertartályra dolgozik közvetlen a Daikin-Altherma 15kW-os hőszivattyú is, amelyik 60°C-os előremenő (magas hőmérsékletű hőszivattyú) hőmérséklettel képes

üzemelni. A korrózióállóságot az 1.4301-es anyagminőség biztosítja, melyre azért van szükség, mert a nyári üzemben a tartályt harmatponti hőmérséklet alatt üzemeltetjük 8..10°C-on ezért a levegő páratartalma a tartályon lekondenzálódhat és az a szénacél tartályoknál az üzemidőt lecsökkenti. A gépészeti helység padlóját vízzáróra alakítottuk ki, hogy a födémszerkezetet a kondenz lecsapódás ne tegye tönkre.

A Daikin légkezelő rendszerünk 22 kW-os kompresszorral biztosítja a frisslevegő ellátást az irodánkba. Együttesen az iroda hőszükségletét a leghidegebb időben is tudják szolgáltatni és télen rásegítenek a műhely fűtésére is. Télen a határfok a klímarendszerben található diszkrét fűtőbetétek miatt alacsonyabb, a fagyásveszély elkerülése végett. A kondenzációs kazánunk végszükség esetén biztosítani tudja a puffertartály fűtését is.

A műhelyben 2 darab 3,5 kW-os split klíma helyezkedik el, így biztosítjuk a 18°C-os minimális műhelyhőmérsékletet a leghidegebb időben.

Hőszivattyúk

A szerverhelységbe szeparáltan egy külön split klímát tettünk, mivel nem nagy helységben van. A villamos fogyasztása állandóan 1,1 kW melynek 80%-a hővé alakul egy 3,5 kW-os Daikin szerverklímát kapott, stabil 19°C-os hőmérsékletet tartva a szervereknek.

A műhelyben megtartottuk a radiátoros rendszert split klímákkal kibővítve.

A központi puffertartályra közvetlenül 2"-os csővezetéken a Daikin Altherma 15 kW-os hőszivattyú dolgozik. A levegő vizes rendszerű magashőmérsékletű tehát akár 60°C előremenő hőmérsékletet is tud biztosítani a klímagerendáknak és a kalorifernek.

Hőleadó berendezések

Az eredeti kétcsöves rendszer architektúrát megtartottuk a műhelyben 2 darab 3 soros Dunafer lapradiátort megmegmaradt.

Felületfűtés

Az irodai részen padlófűtést alkalmaztunk 15cm-es raszterrel, 20x2-es ötrétegű csőrendszerrel. A padlófűtésnél ügyeltünk a dilatációkra a dilatációknál az átvezetésekre, minél kisebb terhelés legyen a padlófűtési csövek átvezetésénél. 3 osztót építettünk be 1-et a konyhai szekcióba, egyet az egyik pillérhez lásd 17. ábra Központi

iroda oszlop osztója és egyet pedig a bejárathoz. Siemens V62-es 0..10VDC-s termosztatikus fejjel szerelt szabályozószeleppel tudjuk mindegyik osztó előre menő hőmérsékletét szabályozni, így a padlóra maximálisan 35°C-os előremenő hőmérséklet a PLC szoftverébe rögzítve van. A tömegáramot mindegyik osztókörre beszabályoztuk a WILO inverteres szivattyúk segítségével, melyen beparaméterezhető, hogy térfogatáramot, nyomást vagy fordulatszámot tartson. Padlófűtés esetén az állandó térfogatáramot paramétereztük be a fűtési körök ellenállásának függvényében. Mindegyik osztó belépő és kilépő hőmérsékletét regisztráljuk, egy standard kalkuláció segítségével a tömegáramból és a hőmérséklet különbségből meg tudjuk határozni a padlón leadott hőmennyiséget.



17. ábra Központi iroda oszlop osztója

A bejáratos osztóban kapott helyet a hall, a folyosó és a tárgyaló fűtési köre, melyet foglaltsághoz tudunk igazítani, így egy darab termosztatikus fejjel lehetőségünk van alacsonyabb hőfokon üzemeltetni a tárgyalót energiamegtakarítás céljából.

A főiroda oszlopánál helyeztük el a másik osztót, itt az adminisztráció és a CEO kapott termosztatikus osztófejet, így azok fűtését is ki tudjuk söntölni.

A konyha és a központi iroda közti falon helyeztük el az utolsó padlófűtésosztót, a beszabályozás itt egyszerűbb volt, a konyha ugyanazon a hőfokon üzemel, mint az irodarész.

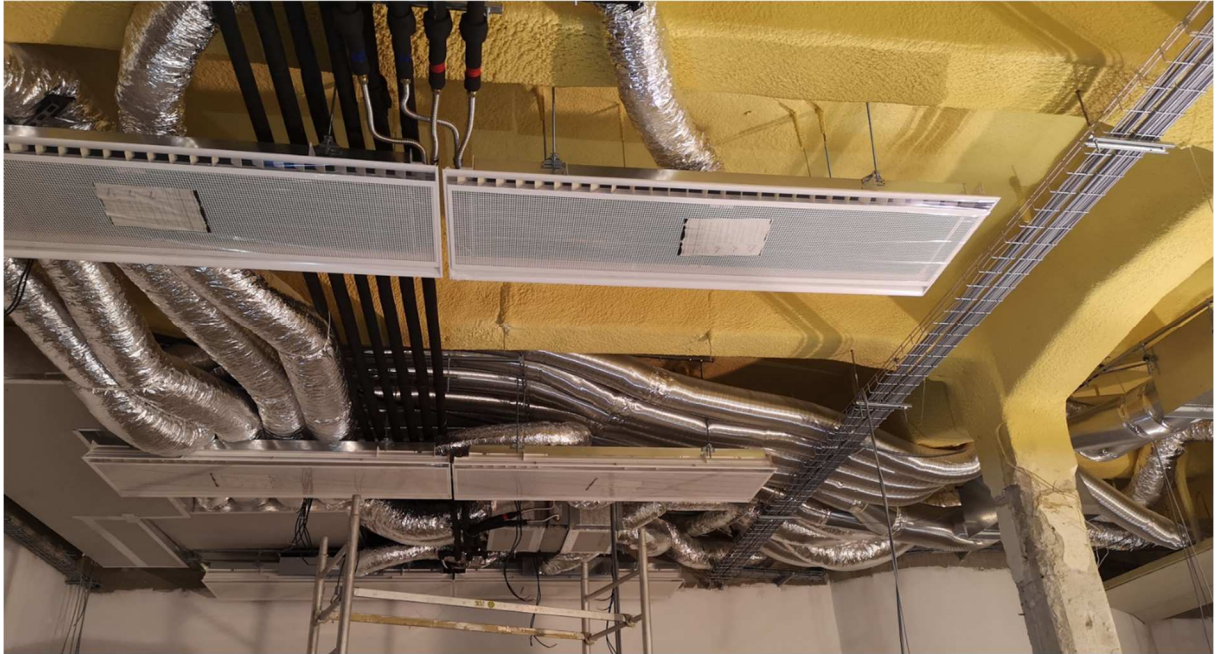
Beszabályozásukkor minden kört 1,8..2 m³/h-re állítottunk be.

Klímagerendák, kaloriferek, anemosztátok

A klímagerendák, mint hőleadó rendszerek kerültek beépítésre az irodalomban részletesen ismertetem előnyeiket, melyek be is váltották az elvárásokat. A próbaiüzem során, nyári párás időszakban a kondenzáció problémákat tud okozni, mivel a rendszert szakaszos üzemben működtetjük a klímagerenda és a vizes kalorifer hőcserélőjén gyorsan le tud kondenzálódni a légkezelő által szállított kinti pára fűledt időben. A kondenzáció megelőzésére a gépészeti tervek alapján legalább 18°C-os előremenő hőmérsékletet beállítottuk, de így is előfordult kondenzáció a légkezelő indításakor. Azt a megoldást vezettük be, hogy a kinti páratartalom alapján a légkezelő zsaluinak beállítását limitáljuk, hogy kintről a légkezelő szellőztetés üzemmódba nem tudjon bevinni párás levegőt, mivel a légkezelő nem rendelkezik ilyen jellegű védelemmel.

A rendszert elárasztásos rendszerűnek alakítottuk ki az elszívás padlószintről sok belsőépítészeti problémát vetett fel. A klímagerendák vagy klímagerendapárok egyenként szabályozhatóak szabályozószelepes vezérléssel. 3 klímagerendás zóna került kialakításra. Egy külön zóna került kialakításra a tárgyalóhoz, ami egy 6 kW-os vizes kaloriferen keresztül 350mm-es hőszigetelt alumínium légcsatornával került kiépítésre.

1. zóna: 2 darab 1800-as klímagerenda: Adminisztráció, saját termosztáttal rendelkezik.
2. zóna: 2 darab 1800-as klímagerenda: CEO Saját termosztáttal rendelkezik
3. zóna: 3x 2x2 darab 1800-as klímagerenda: központi irodában.



18. ábra Klímagerenda, osztók kalorifer és csőrendszerek elhelyezése

Légkezelő rendszer

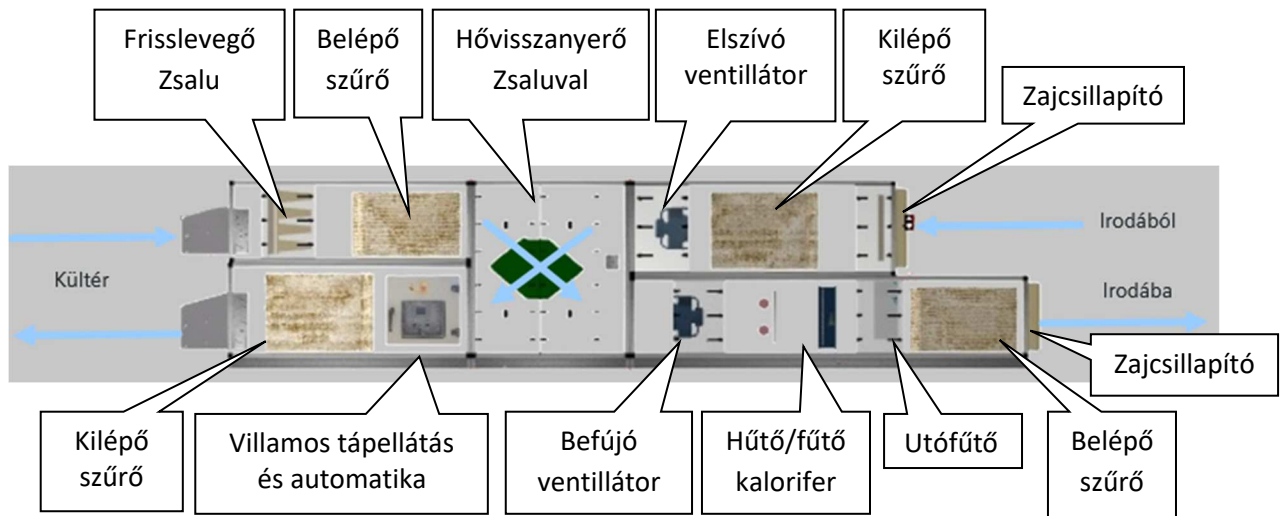
Az irodában 8 órában összesen 30 fő tartózkodik huzamosabb ideig. A tárgyalóban még 15 főt le lehet elhelyezni, de az szakaszos üzemű, maximum egy órás időtartamot töltenek el a tárgyalóban egyszerre, ez így összesen 1350 m³/h -s frisslevegő igényt jelent. A légkezelőt lásd:19. ábra MODIM Mérnöki Kft. légkezelője 2000m³/h-s üzemre méreteztettük így a megfelelő levegő – komfortot, légcserét biztosítani tudjuk zárt ablakokkal is. Mivel a belmagasság 3,6 méteres az iroda alaphelyzetben is 800 m³ levegőt tárol, a légkezelő így egy óra alatt 2,5 x lecseréli az iroda levegőjét munkaidőben. a befűjt levegő mennyiségét 200 m³/h-val nagyobbra állítottuk, hogy biztosítsuk az irodai túlnyomást a környezethez képest. Ezáltal megelőzhető a kívülről, a mellékhelységből és a konyhából a levegő – visszaáramlása és az irodai szétterjedése.



19. ábra MODIM Mérnöki Kft. légkezelője

Hőszállító rendszerek

Légkezelő és csőrendszer



20. ábra MODIM Mérnöki Kft. légkezelőjének elvi kialakítása

A légkezelő és az iroda között 2 darab (befújó és elszívó) merevfallú hőszigetelt panelből készült egyenként 300x500 mm-es csatorna került kiépítésre az iroda mennyezetén 2 darab osztódobozt építettek ki, ahonnan pillangószelepeken keresztül hőszigetelt alumínium körszelvényű csővel csatlakoznak a klímagerendákhoz és az anemosztátokhoz. Az elszívó-osztóhoz pedig elszívódobozoktól flexibilis alumínium légtechnika csővel csatlakoztunk. A csövek átmérője DN200 ... 400-ig terjed a befújás és elszívás függvényében.

Padlófűtés és osztórendszer

Ezt a részt a hőleadóknál részletesen bemutattam.

Hőtárolási rendszer

Puffertartály a klímagerenda osztóinak és a kalorifernek biztosítja a hőenergiát egy Grundfos Magna3 200l/perc-es szivattyúval. A szivattyú állandómágneses inverteres motorral rendelkezik. a Wilo szivattyúkhöz képest többet tud, mivel kívülről 4-20 mA-es áramjellel lehet adni neki alapjelet, így a központi vezérlő a hőigény alapján a szivattyú teljesítményét változtatni tudja.

6.2.3 Számítások a 7/2006 TNM rendelet alapján az energiaigény a felújítás után
A fűtési maximális energiaigényét -15°C-os leghidegebb időre meghatároztam. A belső szomszéd irodák felőli hőmérsékletet 18°C hőmérséklettel vettem figyelembe Az alábbi táblázatban a téli maximális hőveszteség számítási eredménye található.

3. táblázat A felújított irodai hőveszteség számításához

Helyiségnév	Alapterület [m ²]	Belmagasság [m]	Mértékadó hőmérséklet [°C]	Külső hőmérséklet [°C]	Hőveszteség összesen [W]
Folyosó	8.4	6	23	-15	1782
Zuhanyzó	1.92	6	23	-15	330
Hall	17.152	5.5	23	-15	2952
Mellékhelység	9.9	6	23	-15	1259
Tárgyaló	18	5.5	23	-15	2977
Adminisztráció	17.152	5.5	23	-15	3152
CEO	24.354	5.5	23	-15	4345
Gardrób	3.04	5.5	18.5	-15	0
Konyha	11.76	5.5	23	-15	644
KP_Iroda	125	5.5	23	-15	11964
Szerver	2.66	5.5	19	-15	259
Műhely	129.6	5.5	20	-15	15527
Raktár	100	5.5	18.5	-15	5297

A táblázatban késsel jelöltem az eredeti külső fallal rendelkező helységek hőveszteségét, zölddel a hőszigeteléssel ellátott helységek hőveszteségét.

Az összes irodai hőteljesítményigény, filtrációval 0.8-as téli értékkel levegő visszakeringtetéssel és 2,5 szeres légcserével a légkezelő által és 25%-os visszakeveréssel: **29,5 kW** lett a **240 m²**-es irodai területre.

A számítás során éltem néhány egyszerűsítési lehetőséggel. A galériát nem vettem külön szerkezetnek azt a mellékhelységekkel együtt kezeltem a határoló szerkezetei megegyeznek, ezért csak a magasságot növeltem meg. A tető 5%-os ferdeségét vízszintesnek vettem, az átlagos belmagasság növelésével számítottam bele a tető ferdeségét.

A műhelyi rész, ahol nem módosítottuk a külső szerkezeteket a leghidegebb időre vonatkoztatott hőveszteség **20,8kW** lett a **230m²**-es területre.

Az összes területbe nem számoltam bele a falak által elfoglalt területeket.

Így a teljes területre a hőveszteség **50,3 kW** a leghidegebb időben (-15°C os külső hőmérséklettel).

Számított teljesítményigény, ha a zárt cellás PUR-habos szigetelést és az Ytong falazást nem készítjük el az épület felújítása során. a WinWatt szoftverben a földem belső szigetelését kivéve és a nyugati oldal 5 cm-es Ytong hozzáépítését elhagyva a következő eredmények jöttek ki:

4. táblázat Hőveszteség, ha az iroda külső határolóit nem szigeteltük volna

Helyiségnév	Aapterület [m ²]	Belmagasság [m]	Mértékadó hőmérséklet [°C]	Külső hőmérséklet [°C]	Hőveszteség összesen [W]
Folyosó	8.4	6	23	-15	2504
Zuhanyzó	1.92	6	23	-15	495
Hall	17.152	5.5	23	-15	5101
Mellékhelység	9.9	6	23	-15	2110
Tárgyaló	18	5.5	23	-15	4524
Adminisztráció	17.152	5.5	23	-15	4759
CEO	24.354	5.5	23	-15	6688
Gardrób	3.04	5.5	18.5	-15	181
Konyha	11.76	5.5	23	-15	1655
KP_Iroda	125	5.5	23	-15	22261
Szerver	2.66	5.5	19	-15	570

Így a teljes hőveszteség az irodában a leghidegebb időben 51,7 kW lett volna.

Ha hozzá vesszük a műhely hőveszteségét is, akkor a teljes hőigény $51,7\text{kW} + 20,8\text{kW} = 72,5\text{kW}$ lett volna összesen, ami **22 kW** többlet teljesítményigényt jelent a leghidegebb időben, mintha nem hőszigeteltük volna le az épületet. Ez az érték, illetve a nagyságbeli különbség visszaköszön az értékelésben is, ahol valós elszámolási mérések alapján hasonló különbséget mutatok be.

Megnevezés	Q _t [W]	Q _{e,t} [W]	Q _{r,t} [W]	Q _{sd} [W]	Q _{sd} [kWh/a]	Q _{sd} [W]	Része a ... épületek	Épület rendeltetése	A _{gl} [m ²]	V [m ³]	q _{sz} [W/m ² K]	q _{max} [W/m ² K]	t _s [°C]	Δt _t [K]	Δt _{ny} [K]	m _h [kg/m ³]	H [hK]	Z [h]	Q _e [MWh/a]	q _e [kWh/m ² a]	Q
Karolina17/B	50304	44290	6014	1609.9	659...	346...		Irodaép...	468.9	1.53...	-0.159	0.160	21.0	2.1	0.4	765	867...	6796	1273.300	2715.2	0.1
MDM_iroda_Karolina17/B	29480	23466	6014	1609.9	659...	346...	Karolina17/B	Irodaép...	239.3	892.8	0.329	0.160	22.9	6.0	11.3	571	916...	5391	33.112	138.3	0.1
MDM_Műhely_8_raktár_K...	20824	20824	0	0.0	0.0	0.0	Karolina17/B	Egyéb	229.6	107...	0.491	0.160	19.5	3.5	2.8	967	747...	5793	23.934	104.2	0.1

21. ábra Az éves energiafogyasztások alakulása felületfűtéssel

A fenti képen látható, hogy a számolt éves hőenergiaérték jelentős különbsége. Lásd a következő fejezetben az elszámolási adatok alapján számolt értékeket.

6.2.4 Világítástechnika

Felújítás előtt a régi világítási rendszer 60x60-as panelben 36W-os fénycsövekkel volt megoldva műanyag burában a legtöbb helyen, néhol spotlámpákat alkalmaztak. A burák idővel előregedtek és a megvilágítási értékük csökkent, lásd 22. ábra Régi iroda megvilágítás



22. ábra Régi iroda megvilágítás

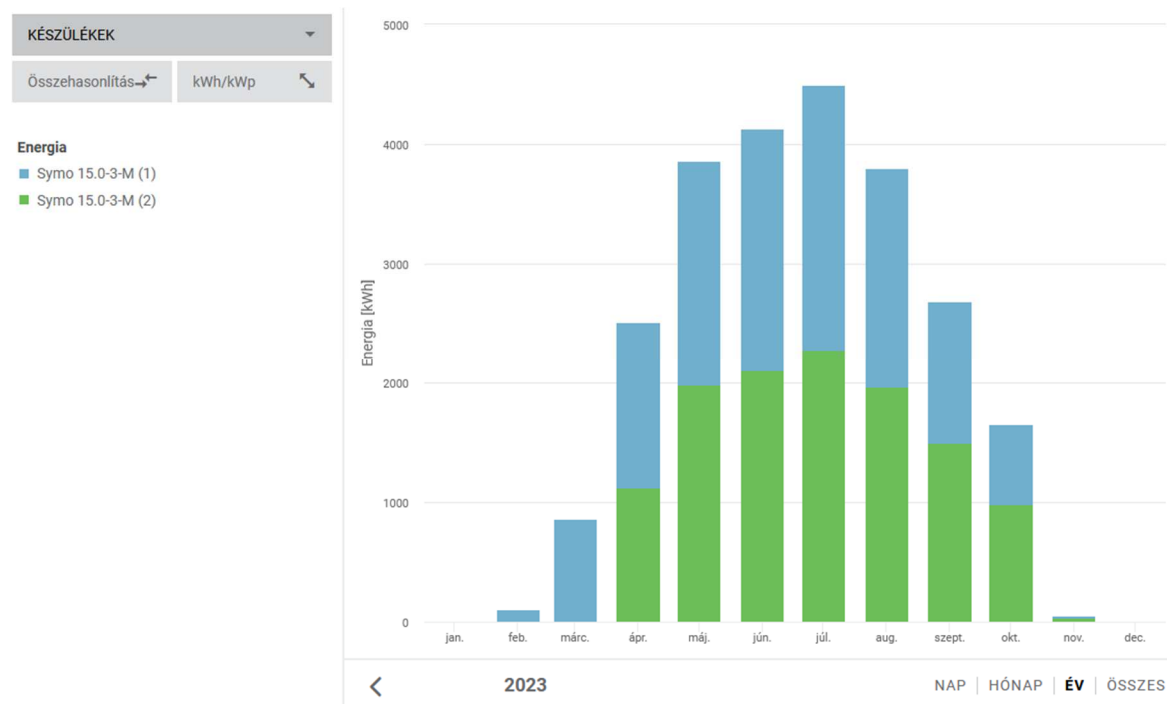
Új kialakításunknál az asztaloknál precízen beállítható a fényerősség, akár manuálisan is a szekciónál lásd 28. ábra Fényerősség beállítási panel a Kék szekciónál. A nemzeti szabvány az MSZ EN 12464-1 az irodai megvilágításra az asztaloknál 500lux-ot kér, folyosókra 100lux lépcsőknél 150 lux megvilágítást ír elő. Az új irodai rendszervilágítást úgy alakítottuk ki, hogy a lehető legoptimálisabb legyen a színhőmérséklet és a megvilágítás szempontjából. Dialux program segítségével alaprajz felvételével kialakítottuk az armatúrák elhelyezését. A munkaállomásokhoz 19 darab LED-es 60x60-as paneles 31W-os 4000K-es színhőmérsékletű világítótestet helyeztünk fel fényerősségméréssel és jelenlétérzékelővel. A folyosókra és a tárgyalókba körlámpákat helyeztünk. Folyosóra és Hall-ra 210W-os összeteljesítménnyel jelenlétérzékelővel, tárgyalóba 320W összeteljesítménnyel helyeztünk LED-es spotokat és rejtett világításhoz LED szalagokat, lásd 23. ábra Új tárgyaló megvilágítás. A megvilágítási áramkörök maximális fogyasztása mellékhelyiségekkel, műhellyel, irodával együtt összesen 1750 kW, éves szinten nehéz meghatározni a fogyasztást, mivel az automatika rendszer megvilágítás függvényében állítja teljesítményüket, és ez miatt töredékét fogyasztják a hasonló, de nem szabályozott rendszerhez képest.



23. ábra Új tárgyaló megvilágítás

6.2.5 Napelemrendszer kiválasztása

Az energiafelhasználásunk további csökkentését napelemrendszerrel oldottuk meg. A társasházban többen összefogtunk és árajánlatot kértünk több kivitelező cégtől. Az EU-s napelemes szabályozások magyarországi átvételi bizonytalansága sokban megnehezítette a telepítés kivitelezését, de szerencsére a társasház nagy tulajdoni hányaddal rendelkező részével sikerült egyességre jutni, köszönhetően a társasház vezetésének is, aki összefogta a tulajdonostársakat. A tetőfelület több mint 5000 m² 80%-a felhasználható napelem telepítésre. A MODIM Mérnöki Kft. területi alapon 29 kWp-nek megfelelő mennyiségű napelem felhelyezésére volt jogosult. A napelemek a lapostetőn 15°-os dőlésszögben helyezkednek el Déli tájolással azimut 180°-ban. A napelemeink csúcsteljesítménye a napforduló napján volt, verőfényes napsütésben 200kWh villamos energiát termeltek. Nyári időszakban a napelemek termelése 20MWh villamos energia volt, a mért időszak: 2023 május 1-szeptember 30-ig. 24. ábra Napelemeink által az idei szezon termelése áprilistól október végéig.. Nyáron az iroda hűtésére és szellőztetésre elhasználtunk 12 MWh villamos energiát éves szinten, ezért a teljes napelem által termelt 28..31 MWh villamos energia nem fedezi teljes mértékben az éves hőenergiaszükségletet a szolgáltató irányából vételeznünk kell energiát nagyságrendileg 2..4 MWh hőenergiára van szükségünk a napelemek termelésén felül. Sajnos a téli időszakban sok napelemtábla kitakarásra kerül nagymértékben csökken a termelt energiánk.



24. ábra Napelemeink által az idei szezon termelése áprilistól október végéig.

A februári és márciusi időszak nem teljes időszak, mivel az engedélyeztetési folyamat alatt a napelemeket csak annyi időre kapcsoltuk a hálózatra ameddig nem történt visszatáplálás. Látható, hogy 2 darab 15 kW-os Fronius Symo inverter tandem módban van felkonfigurálva a gyártó ajánlása alapján, hogy minél hatékonyabban tudja optimalizálni a visszatáplált energiát. A tandem mód egy olyan működési mód, ahol az inverterek soros belső MODBUS rendszeren kommunikálnak egymással és digitálisan a master inverter vezérli a slave-et hogy optimális paraméterekkel tudjon üzemelni és így a hálózatba visszatáplálni. A másik nagy előnye a többinverteres ilyen jellegű megoldásnak, hogy tagolt tető esetén, mint amilyen az irodaházunké is több stringen keresztül lehet felfűzni a napelemeket, így lehet készíteni olyan csoportokat, amit nem érint a napszakban előforduló árnyékolás. A napelemek árnyékolása azért problémás napsütéskor, mert azok a napelemtáblák, melyek árnyékban vannak fogyasztókká válnak és terhelik a stringet.



25. ábra Napelemeink a tagolt tetőfelületen.

A napelemes rendszernek még egy nagy előnye van, hogy a tetőfelületet érő nyári napsugárzás hatása a napelemek felületével csökken, ezért a tetőfelület hőmérséklete alacsonyabb és a tető irányából érkező hőáram kisebb mértékű iroda felé, ezért kisebb hűtési energia mennyiségre van szükség.

6.3 Automatikai rendszer bemutatása

Az automatika rendszert egyedileg építettük ki. A kapható moduláris HVAC modulokat nem tudtuk volna mindenféle külön trükkkel alkalmazni, ezért úgy döntöttünk, hogy egy olyan rendszert építünk, amit mi tudunk felügyelni és irányítani. A villamos terveket már az elejétől fogva magunk készítettük és az energetikai rendszert is úgy alakítottuk ki, hogy ha ellátás hiány lép fel akkor azt villamos árammal tudjuk pótolni. Egyéb energiaforrás nem jöhetett szóba a belvárosi környezet behatárolja a lehetőségeinket. Az irodai világítási rendszert Dalis rendszerrel oldottuk meg, rengeteg gyártónak van Dali-rendszerű dimmelhető LED drivere, a 60x60-as LED panelekhez a gyártó adta a busz-os tápegységet a körlámpákhoz mi oldottuk meg Meanwell gyártmányú dimmelhető LED driverrel. A rendszer architektúrája a következőképpen alakítottam ki

Hardware környezet

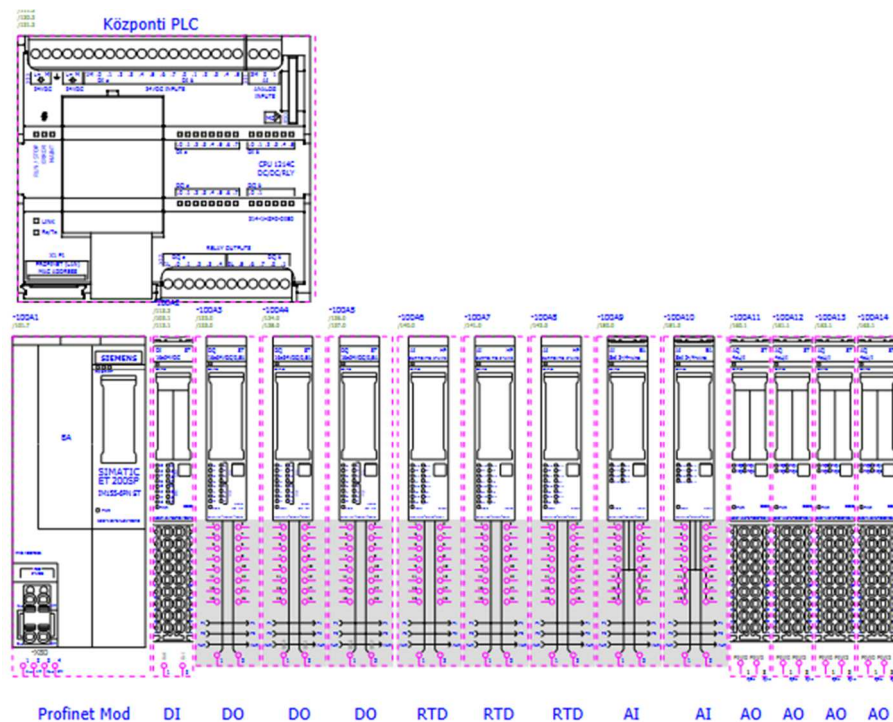
A fő PLC egy Siemens 1200-as 1415-ös CPU, mely az automatizálási feladatokat program szinten TIA portál Siemens szoftver segítségével el tudja látni. Profinet portja képes különböző ethernet protokollokat is fogadni, például MODBUS TCP-s kapcsolatot is. Erre Profinettel csatlakozik egy I/O sziget S7200SP-as családból ez a legkompaktabb moduláris I/O szigetrendszere a Siemens-es termékcsaládnak. Siemens az épületautomatikai irány támogatásával egy DALI vezérlőkártyát is kiadott az I/O szigethez mellyel közvetlenül lehetett csatlakozni a DALI rendszerhez. A PLC-hez

csatlakozik a KNX-es szervermodul, mely a KNX-es redőnymozgatókkal és a termosztátokkal kommunikál.

Szoftver környezet:

Maga PLC program és a megjelenítés szoftverfejlesztéséhez a Tia portál Siemens fejlesztőkörnyezetét használjuk. Jelenleg a 18-as verzót futtatjuk, a projektet még a 16-os verzióval kezdtük, azóta a Siemens sok fejlesztést hajtott végre, mely a mi rendszerünket csak részben érinti, a frissítés minden gond nélkül megoldható.

PLC rendszer 300 hardveres I/O ponttal rendelkezik és a buszon keresztül a KNX rendszerrel 100 taggal tud kommunikálni, illetve a Dali-s körön is 100 I/O pont van. A légkezelővel, az inverterekkel és a Siemens PAC teljesítménymérőkkel is MODBUS TCP-n tartja a kapcsolatot.



26. ábra PLC rendszer architektúra

A megjelenítés és a vezérlőképernyő webböngészőből elérhető. Az intranetes hálózatunkról felhasználónév/jelszó párossal hozzáférhető. Külső direkt hozzáférés a vezérléshez kívülről nem megengedett, tűzfalrendszerünk tiltja.

A képernyőképek kezelőfelületének kialakításának alapelve, hogy a képernyő bal oldalán találhatóak a beavatkozáshoz tartozó gombok és fontosabb értékek. A képernyő

jobb szélén található a menürendszer. A menürendszerben gombok segítségével tud a felhasználó navigálni, az aktív ablakot Zöld színnel jelzi a menürendszer.

A megjelenítést már az új rendszerben fejlesztettük, mely java script alapú. A főképernyőn az alábbi kép fogadja a felhasználót:



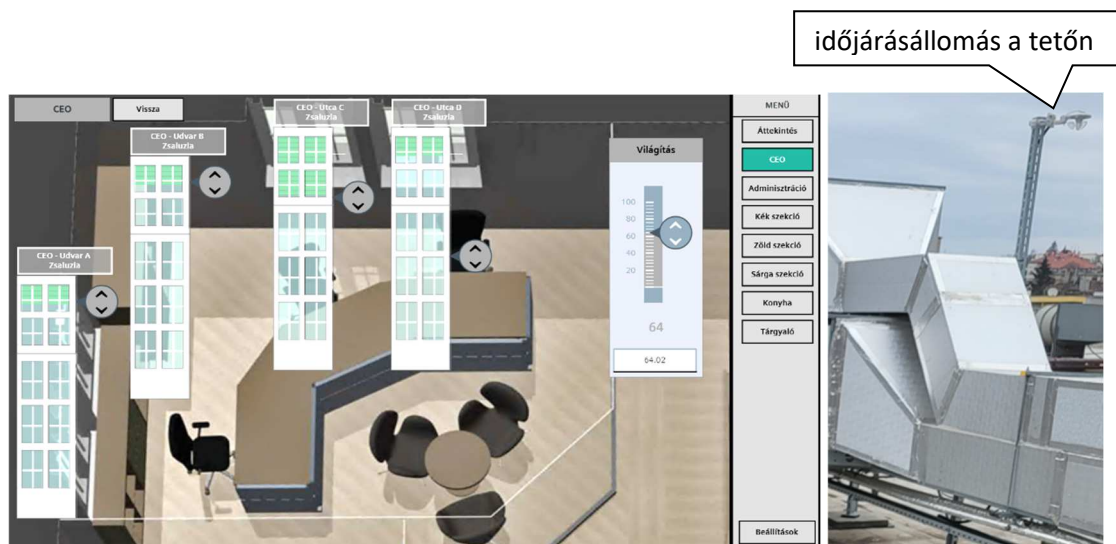
27. ábra Az automatika rendszer megjelenítés főképernyő

A főképernyőn megtalálhatóak a fontosabb mért és beállított értékek mérési helyek pozíciójában. A dimmelhető LED fényforrásokhoz tartozóan a plafonon elhelyezett DALIs jelenlétérzékelő méri a helység vagy terület fényerősségét. Ezt a fényerősséget a DALI eszköz inicializáláskor beméri magának és a visszaverődött fényerősségből becsült értéket ad vissza a megvilágításra vonatkozóan a kalibrálás után.



28. ábra Fényerősség beállítási panel a Kék szekciónál

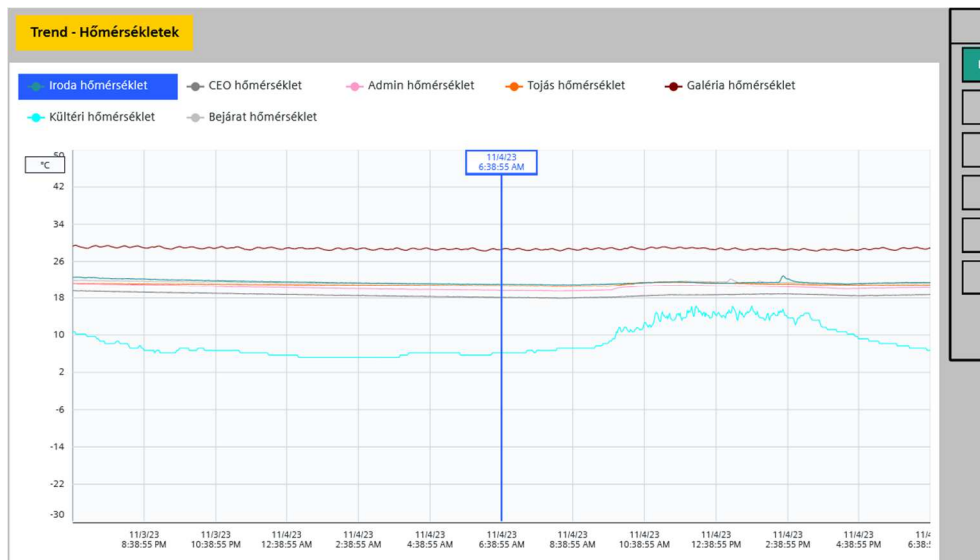
A helyiségek hőmérsékletét a falon elhelyezett Siemens termosztátok KNX buszon keresztül mérik. Az ablakok külsején motoros zsalúziákat telepítettünk Siemens vezérlővel a KNX buszra téve. Automatikusan 40km/h-s szél erősség felett a zsalúziákat fel kell húzni, ezt automatikusan elvégzi a szoftver a tetőn elhelyezett Siemens időjárás állomás jele alapján. Az ablakok árnyékolását a felhasználó egy csúszka segítségével állíthatja.



29. ábra CEO Zsalúziáinak pozíciója a vezetőségi irodában, tetőn elhelyezett állomás

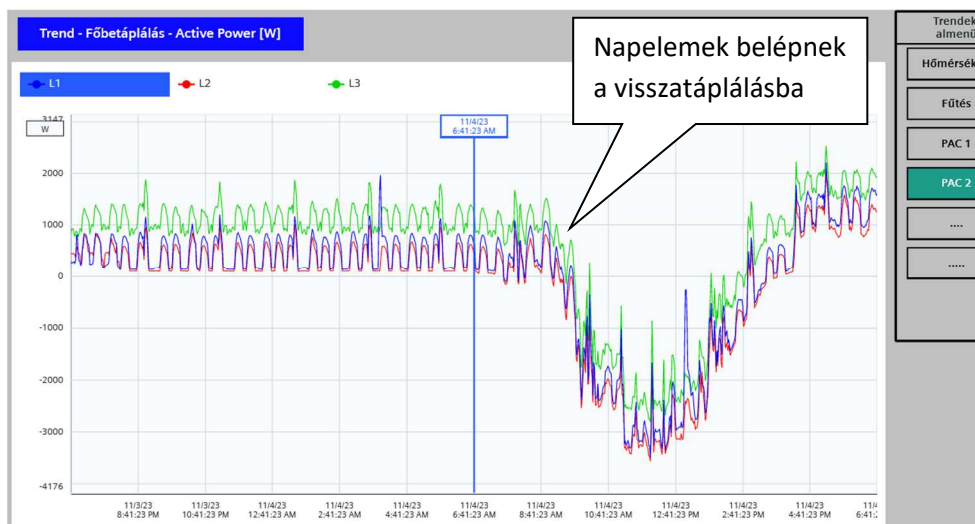
A bonyolultabb beállításokat a beállítások menüben lehet elérni. Itt találhatóak a fűtéshez, teljesítményfelvételhez és légkezelőhöz tartozó adatok, kezelőrendszerek.

A hőmérsékleti trendek tartalmazzák a fűtési rendszerhez a legalapvetőbb hőmérsékleti értékeket, termosztátok jelei és külső hőmérsékleti érték. Az alábbi görbén látszik, hogy már fűtési szezonban vagyunk, a termosztátok értékei magasabbak, mint a külső hőmérsékleti érték.



30. ábra Termosztátok hőmérséklet értékei és a kinti hőmérséklet

A PAC1 és PAC2 trendek adják vissza az iroda teljesítményfelvételét. A PAC1 konkrétan a légkezelő fogyasztási görbéjét adja vissza a PAC2 trend, a teljes iroda teljesítményigényét. Az alábbi görbe egy hétvégi fogyasztási görbe, egyértelműen kivehető, hogy az egyik fázis teljesítmény felvétele 1 kW-al nagyobb, mint a többi teljesítményfelvétele. Ez azért van, mivel a szerver a nap 24 órájában üzemel és 24 kWh energiateljesítményfelvételt jelent naponta.



31. ábra Főági teljesítményfelvétel hétvégén

Mint a fenti ábra is szemléltetni, egyezményesen a napelemes rendszer termelése a görbét negatív irányba tolja el ez jelenti, hogy a napelemes rendszer visszatáplál a hálózatba. A görbe „+” értéktartománya azt jelenti, hogy a hálózatból vételezünk energiát.

A szelepek % -os parancsolt értékét, a szivattyú és egyéb engedélyezéket egyenként lehet állítani. Az alábbi ábrason láthatóak a beállítható értékek. Az elnevezéseket minden esetben úgy határoztuk meg hogy egyértelműek legyenek. Mivel jelen automatikai rendszer egy iroda kiszolgálását végzi ezért egyedi azonosító kódokat nem használtunk, könnyebben kezelhető a rendszer, ha szövegesen, a beállítási képernyőn azonnal megtalálható.

Analog szelepek

Szelep pozíciók	Parancsolt	
V51	0.00	Padlófűtés tárgyaló bekeverő szelep
V61	0.00	Padlófűtés központi iroda bekeverő szelep
V71	47.11	Padlófűtés CEO/Admin bekeverő szelep
Spare A12_3	100.00	Spare A12_3
MAGNA3	0.00	MAGNA3
V100	0.00	Klímaerendő előremenő analóg szelep
V110	0.00	Klímaerenda: Központi iroda 1-es analóg szelep
V120	0.00	Klímaerenda: Központi iroda 2-es analóg szelep
V130	0.00	Klímaerenda: Központi iroda 3-as analóg szelep
V140	0.00	Klímaerenda: Adminisztráció analóg szelep
V150	0.00	Klímaerenda: CEO
V160	0.00	Klímaerenda tárgyaló/folyosó/galéria

Pillangószelepek

	Befűtés		Elszívás	
	Parancsolt	Aktuális	Parancsolt	Aktuális
Sárga ablak melletti	35.00	35.00	Ficak	80.00 / 80.08
Sárga fal felé	25.00	24.97	Konyha	80.00 / 79.97
Zöld ablak melletti	30.00	29.93	Fénymásoló Ablak	10.00 / 9.86
Zöld konyha melletti	28.00	28.20	Fénymásoló fal	10.00 / 9.94
Kék ablak felé	18.00	18.20	CEO	30.00 / 30.01
Kék fal felé	18.00	18.02	Adminisztráció	20.00 / 19.85
CEO	40.00	40.07	Galéria	20.00 / 20.06
Adminisztráció	15.00	15.00		
Tárgyaló	15.00	15.02		
Galéria	25.00	25.06		

Kapcsolók

Szivattyúk	Szelepek	Relék
Tárgyaló	X52 - Osztószelep tárgyaló	WC vent
Központi iroda	X53 - Osztószelep tárgyaló 2	DALI1
CEO	X73 - Osztószelep CEO	DALI2
Puffer	X75 - Osztószelep admin	Fűtésigény
Műhely	X74 - Osztószelep fénymásoló	Spare
Magna3	X72 - Osztószelep központi iroda	

32. ábra Szelepek és kapcsolók beállításának lehetőségei a megjelenítőrendszerrel

A hőmérséklet szabályzásnál a legfontosabbak a szabályzások és paramétereizhetőségük. A fontos szabályzó köröket megjelenítőre is kihelyeztük. A hőmérséklet szabályzó felületfűtésre PID-es PLC blokkot használtunk. Egy picit lehet hogy túlzás, mert a padlófűtésünk betonban van beágyazva és annak a hőkapacitása olyan nagy, hogy a dinamikus, azaz a deriváló tag paraméterét nem használja ki, viszont a programrendszer annak paraméterezésére nyújt automatikus behangolási lehetőséget, ami egy bonyolultabb szabályzási körnél feltétlenül érdemes használni.



33. ábra A CEO és az adminisztrációs iroda padlófűtésének elindítása

7 Értékelés - Optimalizálás

7.1 Alaprendszer kondenzációs kazánnal, hőszivattyúkkal és légkezelőkkel – tapasztalatok egy év távlatban

Energiafelhasználásunk elszámolási mérések alapján:

Az éves energiafelhasználásunk a fűtési szezonban 11 MWh villamos energia **2016**-ban a CoV-19 előtt. 5800 m³ gázt használtunk el éves szinten, ekkor még nyílt égésterű FÉG gázkazánt használtunk aszinkron motoros szivattyúval, ez a földgáz energiatartalmát 34MJ-al számolva m³-ét 55MWh fűtési energiafelhasználást jelentett, ebből levonjuk az állandó szerver fogyasztásunkat, ami 400 Wh egy évre vetítve 3,5 MWh, akkor ez a szám:

$$11 \text{ MWh} + 55 \text{ MWh} - 3,5 \text{ MWh} = \mathbf{62,5 \text{ MWh}}$$

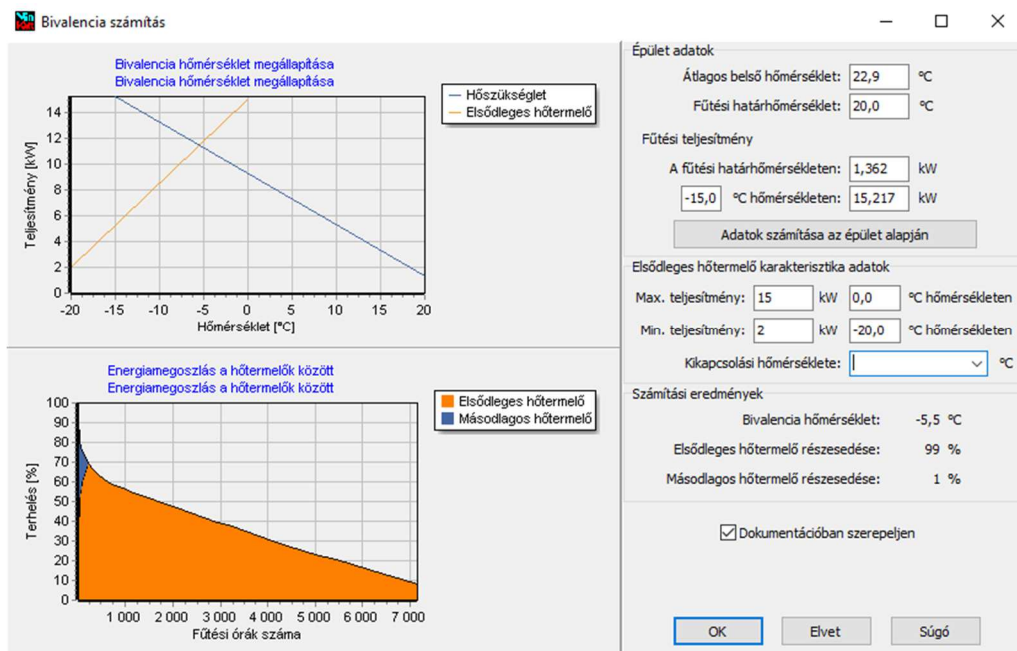
2020-ban kezdtük a felújítást 2022-es energiafelhasználásunk bár még sok Home Office volt 31 MWh villamos energia és 1200 m³ gáz kondenzációs kazánnal, azaz 38MJ/m³-el számolva 12 MWh energiafelhasználás. Ehhez hozzá jön az is, hogy egy bővített szerverparkkal dolgozunk állandó 1,1 kWh-s állandó fogyasztással, ami 2019-ig még csak 400 Wh volt, tehát ha levonjuk a szerverparkunkat 9,5 MWh-t akkor szerver nélkül 2022-ben az energiafogyasztásunk éves szinten:

$$31 \text{ MWh} + 12 \text{ MWh} - 9,5 \text{ MWh} = \mathbf{33,5 \text{ MWh}}$$

Ezáltal csak a hőszigeteléssel évente majdnem 30 MWh energiát takarítottunk meg. Kisvállalkozásunkban ez jelenlegi villamos áramban számolva jelenleg 90 Ft/kWh körülbelül 3 millió Ft megtakarítást jelent évente. Ha a fűtési energiát gázzal fedezve, a megtakarítás 2 100 m³-t jelent, ami szintén 1 500 eFt-os megtakarítás éves szinten 688Ft-os gázzal számolva m³-ét. Az előző számokból látszik, hogy az éves megtakarításunk jelentős, ha csak azt vesszük alapul, hogy egy légkezelő beépítése 60-70%-os megtakarítás az is valójában 14 MWh energiamegtakarítást jelentett volna, ami éves szinten 1,5 millió Ft összegű megtakarítás.

A bivalencia pontot empirikus alapon kinti -8°C-os hőmérsékleten határoztuk meg, ekkor a légkezelőben 25%-osan visszakevert levegő hőmérséklete az utófűtő egység hőmérsékletét +12°C felett tartja, így a villamos fűtő betétét nem indítja el, ez a hatásfokot hirtelen lerontja, ekkor léptetjük be a kazánfűtést, ami a puffertartályon keresztül többletenergiát juttat a klímagerendákhoz.

A bivalencia pont a WinWatt rendszerből számítva -5,8°C



34. ábra Bivalencia pont meghatározás (winwatt)

7.2 Optimalizált rendszer

További optimalizációs lehetőséget nyújtanak az automatikai rendszerben az időprogramos rendszerek és a szabályozott rendszerek. A fenti időszakban az automatika rendszer félautomatának volt nevezhető, mert minden szelepet és minden szivattyút csak manuálisan tudunk beállítani. A légkezelőt hétköznapi programkapcsolással indítottuk és leállítottuk. Ezt a programot MODBUS-os vezérléssel továbbvisszük, mivel a légkezelő MODBUS TCP-n tud kommunikálni az 1200-as ipari PLC-vel. Közben a termosztát alapú szabályzást a padlófűtésre kialakítottuk erre is külön programalapú szabályzást teszünk, de mivel a padló hőkapacitása nagy, a hétvége előtt pénteken kikapcsolnánk, vasárnap beindítanánk, így a padló hőkapacitását fűtésre tudjuk használni. Jelenleg a klímagerendás Daikin-os légkezelő saját időprogram alapján működik, ennek optimalizálása a gyártó által történő konzultációk alapján úgy valósítható meg, hogy a légkezelő MODBUS TCP-s interfészén keresztül az 1200-as PLC oldja meg a feladatot.

A MODIM Kft. irodai épületrésze CC-s minősítést kapott lásd a 2. számú mellékletet, nagyban hozzájárult a földem szigetelése. A műhely pedig DD-s értékelést kapott, ott nem történt meg a földem szigetelése lásd az 1-es számú mellékletet.

8 További fejlesztési lehetőségek

További fejlesztési lehetőséget jelent a helyi energiamedzsment kialakítása a főbb fogyasztások egyedi mérése alapján. A tartályhőmérséklet folyamatos változtatása, hogy minél jobban és optimálisabban tudjuk az Altherma hőszivattyút kihasználni, hogy a melegebb nappali hőmérséklet alapján a tartály hőmérsékletét megnöveljük, így éjszaka, amikor a külső hőmérséklet lecsökken a klímarendszer alacsonyabb hatásfokkal tud üzemelni a nagyobb hőlépcső miatt. A termosztátok rendelkeznek levegő-minőséget érzékelő szenzorral, mérik a páratartalmat és mérik a CO₂ tartalmat is, mely lehetőséget ad arra, hogy a légcserét javítsuk amennyiben elhasználódott a levegő az irodában, illetve a légkezelőt alacsonyabb teljesítményen járassuk amennyiben kevesebben tartózkodnak az irodában ezzel plusz energiát takaríthatunk meg.

A bivalencia pont meghatározásában a regisztrált adatok visszaelemzése a PLC rendszerből jelentős táppontot nyújthat és ezzel nagymértékben lehet optimalizálni az átváltási időpontokat.

Előfordult, hogy sushi napot tartottunk az irodában és e-miatt a légkezelőt előre látóan lekapcsoltuk, hogy ne az egész irodában terjedjen szét a halas ételek aeroszoljai, de elég hamar rá kellett jönnünk, hogy nem ez lesz a megoldás főleg nyáron a kánikulában. A légkezelőt kell úgy beállítani, hogy ne keringessen vissza levegőt, hanem 100%-ban friss levegőt biztosítson, ezért egy sushi beállító gombot el kell helyezni a megjelenítőn, ami a légkezelő zsalurendszerét átparaméterezi.

Ami komfortérzet szempontjából egy nagy fejlesztés, hogy meghatározzuk empirikus alapon, milyen értéktartományon belül tudja a felhasználó, azaz a kolléga állítani a légbefújást, a felületi hőmérsékletet és a befújt levegő hőmérsékletét és ezt elérhetővé tegyük az irodában dolgozók számára. Nagy probléma, hogy az egyedi igények beállítása után más irodarészt is befolyásol a beállítás, s az ottani dolgozókat negatívan érinti. Már vannak tapasztalati értékeink, amiket tudunk használni és finombeállításokkal a dolgozói közérzet is javítható.

9 Összefoglalás

Egy meglévő irodaépületrész felújítása kompromisszumokkal jár energetikai szempontból. Bemutatom dolgozatomban a MODIM Mérnöki Kft irodájának felújítását és épületenergetikai optimalizálási lehetőségeit. Meg kell felelni a többi irodatulajdonos elvárásainak, egyeztetni kell a szomszédokkal és a meglévő épület szerkezetet nem lehet módosítani. Ilyen kompromisszumokat kellett tennünk amikor energetikai szempontból javítottuk a határolófalak hőszigetelő-képességét 5 cm belső Ytong falazással és a födém belső zárt cellás PUR-habos hőszigetelésével javítottunk a hővezetési tényezőkön. Ennek következményeként az éves energiafelhasználásunk fűtésre bizonyosan $\frac{1}{4}$ arányban csökkent ehhez hozzá adódik, hogy hőszivattyús légkezelőt és levegő-vizes hőszivattyút alkalmazunk a fűtésre és hűtésre, így az éves energiafogyasztásunk $\frac{1}{3}$ arányú csökkenést mutat.

Elszámolási energiafelhasználásunk a (2015-2016-os év) 62,5 MWh -ról lecsökkent kevesebb mint (2022-2023-as év) 33,5 MWh-ra, amely 29,5 MWh energiafelhasználási megtakarítást jelent. Mindkét említett szezonban az éves téli hőmérsékletigény jóval az átlagos értékek alatt maradtak. Számításaim alapján ezek az értékek 120 MWh -ról csökkent le 60 MWh-ra, amely konzervatív megközelítésen alapult. A 60 MWh-ás energiamegtakarítási számított érték ténylegesen egy kemény téli időjárás esetén előfordulhat, sajnos a globális felmelegedés hatása miatt az enyhébb teleknek, az éves átlaghőmérsékleteknek egyre nagyobb előfordulási valószínűsége lesz.

Bizonyára, a Siemens-es épületautomatikai rendszer megoldása S7 1200-as ipari PLC-segítségével, a felületfűtés és a klímagerendák megfelelő paraméterezésével használatával megfelelő komfort-ot tudunk biztosítani az irodában dolgozók számára. Az automatikai rendszert érdemes egyedileg kialakítani, mivel a különböző buszrendszereket könnyen lehet illeszteni PLC-s megoldással, viszont gyors és kompromisszumos megoldással blokkrendszeres épületautomatikai megoldással is meg lehet oldani egy épületfelügyeleti rendszert, amelyben a felhasználók komfortérzete nem lesz kiemelkedő. Az automatikai rendszerrel további fejlesztéseket irányoztam elő, mely akár további energiamegtakarítással jár, mint például a fűtési/hűtési rendszerre javasolt időprogramok bevezetése.

10 Summary

Renovating an existing office building involves compromises from an energy point of view. In my thesis I show the energetic renovation and structure energy optimization of the MODIM Engineering Ltd office. You have to meet the expectations of other office owners; you have to consult and get on agreement with neighbours and you cannot modify the existing building structure. Such compromises had to be made when we improved the thermal insulation performance of the boundary walls from an energy point of view by using 5 cm of internal Ytong masonry and improved the thermal conductivity by installing internal closed-cell PUR foam insulation on the bottom of the ceiling. As a consequence, our annual energy consumption for heating has certainly been reduced by $\frac{1}{4}$ of the annual energy consumption for heating, plus the use of heat pump air handling units and air-to-water heat pumps for heating and cooling, so it seems that the annual energy consumption drop of for heating and cooling has been reduced by one-third of the annual energy consumption.

Our energy consumption based on billing has been reduced from 60MWh (year 2015-2016) to less than 40 MWh (year 2022-2023), which represents an energy saving of 20 MWh. In both of these seasons, the annual winter temperature demand was well below average. Based on my calculation, these values were reduced from 120 MWh down to 60 MWh, which was based on a conservative approach. The calculated value of 60 MWh of energy savings could actually occur in a harsh winter weather, unfortunately due to the effects of global warming, milder winters with average annual temperatures will become more likely to occur.

Certainly, by using the Siemens building automation system solution with S7 1200 industrial PLC system, surface heating and air conditioning systems with the right parameters, we can provide the great comfort life for the office workers. The automation system should be individually designed, as different bus systems can be easily integrated with a PLC solution, but a building automation system with a block system can be quickly and compromisingly solved with a building automation solution, in which the comfort level of the users will not be outstanding. With the automation system, I envisaged further improvements, which could even lead to additional energy savings, such as the introduction of proposed time schedules for the heating/cooling system globally.

11 Jegyzékek

11.1 Ábrajegyzék

1. ábra Komfortérzetet befolyásoló tényezők	6
2. ábra Javasolt komforthőmérsékletek (Bánhidi László, 2000)	7
3. ábra Tevékenységek metabolikus értékei (Bánhidi László, 2000)	8
4. ábra ASHRAE komfort diagramok Standard 55-2017 (ANSI/ASHRAE, 2020).....	9
5. ábra Hőérzet diagram; A komfort egyszerűbb definiálása (Wordpress, 2020)	10
6. ábra Fanger – féle komfortdiagram (Fanger, 1982).....	11
7. ábra Egy mintalégkezelő elvi kapcsolási vázlata.....	13
8. ábra Passzív hűtési felületű rendszer	15
9. ábra Aktív hűtési felületű rendszer	16
10. ábra Google Maps műholdkép.....	20
11. ábra Bakó Krisztina - Építészeti kiviteli terv	22
12. ábra Bontási kép a jelenlegi tárgyalóról	22
13. ábra MODIM Mérnöki kft. központi iroda belülről	23
14. ábra Iroda a zártcellás szigetelés után a CEO irodarész felől	27
15. ábra A páradiffúziós diagram a PUR-habos födémre	29
16. ábra Iroda jelenleg álmennyezettel, üvegfallal	30
17. ábra Központi iroda oszlop osztója.....	32
18. ábra Klímagerenda, osztók kalorifer és csőrendszerek elhelyezése	34
19. ábra MODIM Mérnöki Kft. légkezelője	34
20. ábra MODIM Mérnöki Kft. légkezelőjének elvi kialakítása	35
21. ábra Az éves energiafogyasztások alakulása felületfűtéssel.....	37
22. ábra Régi iroda megvilágítás	38
23. ábra Új tárgyaló megvilágítás	39
24. ábra Napelemeink által az idei szezon termelése áprilistól október végéig.	40
25. ábra Napelemeink a tagolt tetőfelületen.	41
26. ábra PLC rendszer architektúra.....	42
27. ábra Az automatika rendszer megjelenítés főképernyő	43
28. ábra Fényerősség beállítási panel a Kék szekciónál	43
29. ábra CEO Zsalúziáinak pozíciója a vezetőségi irodában, tetőn elhelyezett állomás	44
30. ábra Termosztátok hőmérséklet értékei és a kinti hőmérséklet	45
31. ábra Főági teljesítményfelvétel hétvégén	45

32. ábra Szelepek és kapcsolók beállításának lehetőségei a megjelenítőrendszerről	46
33. ábra A CEO és az adminisztrációs iroda padlófűtésének elindítása.....	47
34. ábra Bivalencia pont meghatározás (winwatt).....	49

11.2 Táblázatok

1. táblázat A födém hőszigetelése és hővezetési ellenállásának jelentősége:.....	26
2. táblázat Az Ytong-os belső 5cm-es fal hővezetési ellenállásának jelentősége:.....	28
3. táblázat A felújított irodai hőveszteség számításához	36
4. táblázat Hőveszteség, ha az iroda külső határolóit nem szigeteltük volna	37

11.3 Rövidítésjegyzék

AI	Analóg bemenet
ANSI	Amerikai Szabványügyi Testület
AO	Analóg kimenet
ASHRAE	Amerikai fűtési, hűtési és légkondicionálási egyesület
CEO	Főnöki iroda
COP	Klímáknál: működési hatásfok (Coefficient of Performance)
DI	Digitális bemenetek
DO	Digitális kimenetek
EN	Európai Szabvány
HVAC	Fűtési rendszerek
MSZ	Magyar Szabvány
P&I	Folyamat és Eszköz diagram
PLC	Programozható Logikai Egység
PUR	Poliuretán
SCOP	Klímáknál: évszakfüggő hatásfok (Seasonal Coefficient of Performance)
TNM	Tárca Nélküli Miniszteri rendelkezés

12 Irodalomjegyzék

ANSI/ASHRAE, 2020. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. [Online]

Available at:

https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/standards%20and%20guidelines/standards%20addenda/55_2017_d_20200731.pdf

[Hozzáférés dátuma: 2023].

Bánhidi László, K. L. - B., 2000. *Komfortelmélet*. hely nélkül.:BME SZOLGÁLTATÓ KFT.

Bosch, dátum nélkül. *Bosch Home Comfort*. [Online]

Available at: [https://www.bosch-](https://www.bosch-homecomfort.com/hu/hu/residential/tudas/hoszivattyu/levego-hoszivattyu-technologia-es-funkcio/)

[homecomfort.com/hu/hu/residential/tudas/hoszivattyu/levego-hoszivattyu-technologia-es-funkcio/](https://www.bosch-homecomfort.com/hu/hu/residential/tudas/hoszivattyu/levego-hoszivattyu-technologia-es-funkcio/)

Fanger, P. O., 1982. Thermal Comfort. *Robert E. Krieger Publ. Co.*, Malabar, Florida, 244.. kötet.

friolux.hu, 2013. *Klíma energiahatékonysága (SEER, SCOP)*. [Online]

Available at: <https://friolux.hu/szolgáltatások/szaktanácsadás/klima-energiahatekonysaga-seer-scop/>

László, K. M. -. K., 2007. Levegőkezelő központ energiafelhasználásának elemzése. *Magyar Épületgépészet*, LVI. évfolyam, 2007/4. szám. kötet.

otthonmelege.hu, 2023. *Új szigetelési trendek: mi bizonyul közülük hatékonyak?*. [Online]

Available at: <https://www.otthonmelege.hu/uj-szigetelesi-trendek-mi-bizonyul-kozuluk-hatekonyak>

Schramek, R. S., 2000. *Fűtés és Klimatechnika*. Budapest - Pécs: Dialóg Campus.

Trane, 2011. understanding Chilled Beam Systems. *engineers newsletter*, Volume 38-4, pp. 1-14.

Wordpress, E. I. K., 2020. *Szellőztetni szükséges, de mikor tegyük?*. [Online]

Available at: <https://amiotthonunk.hu/szelloztetni-szukseges-de-mikor-tegyuk/>

[Hozzáférés dátuma: 2023].

www.airvent.hu, 2023. *OptimAir Aktív klímagerenda kétoldali befúvással*. [Online]

Available at: <https://www.airvent.hu/hu/ipari-szelloztetes/klimagerendak/optimair>

Zöld, A. -. S. Z. -. C. T., 2016. *Energiatudatos építészet 2,0*. Budapest: Terc.

13 Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Heller Ferenc
A Hallgató Neptun kódja: EC7UEV
A dolgozat címe: MODIM MÉRNÖKI KFT. IRODÁINAK ÉS
KIEGÉSZÍTŐ
LÉTESÍTMÉNYEINEK ÉPÜLET-
ENERGETIKAI
OPTIMALIZÁCIÓJA
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens intézetének neve: MATE, Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsgabizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

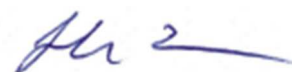
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. év november hó 12. nap



Hallgató aláírás

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének (Heller Ferenc, *UC7UEV*) konzulense nyilatkozom arról, hogy a Szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2023 év november hó 11 nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

14 Mellékletek

1. WIN Watt export a műhely részre
2. WIN Watt export az iroda részre

Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület:

Megrendelő:

Tanúsító:

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

132.44 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap):

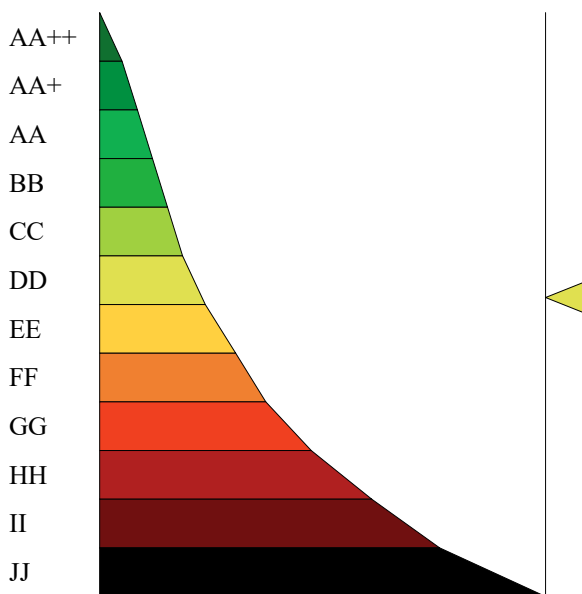
85.08 kWh/m²a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

155.70 %

Energetikai minőség szerinti besorolás:

DD (Korszerűt megközelítő)



Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhíd és fűtési idény hossz egyszerűsített számítással.

A nyári felmelegedés elfogadható mértékű.

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál:

Kelt: 2023. 10. 19.

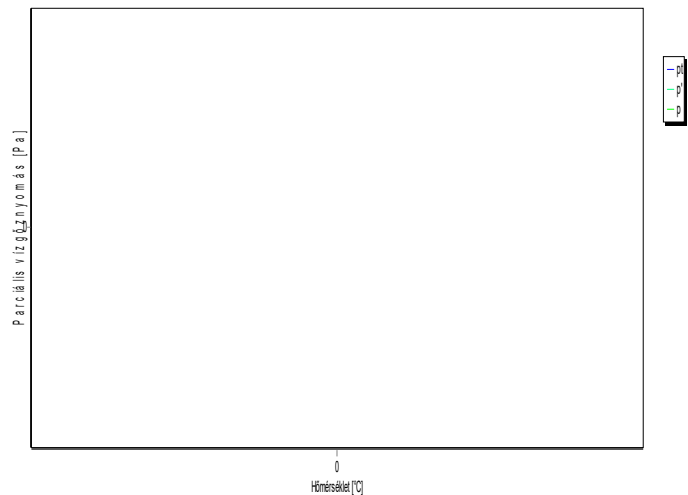
Aláírás

Szerkezet típusok:**Ablak_3rtg_szekcionált_1.7**

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)
 x méret: 1,5 m
 y méret: 2,5 m
 Hőátbocsátási tényező: 1.700 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.150 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Üvegezési arány: 80 %
 Üvegezés g értéke: 0.550

B30_200_B

Típusa: belső fal (fűtött terek közt)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 1.774 W/m²K
 Hőátbocsátási tényező: 1.774 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 296 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 146 / 146 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 129 / 129 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.13 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



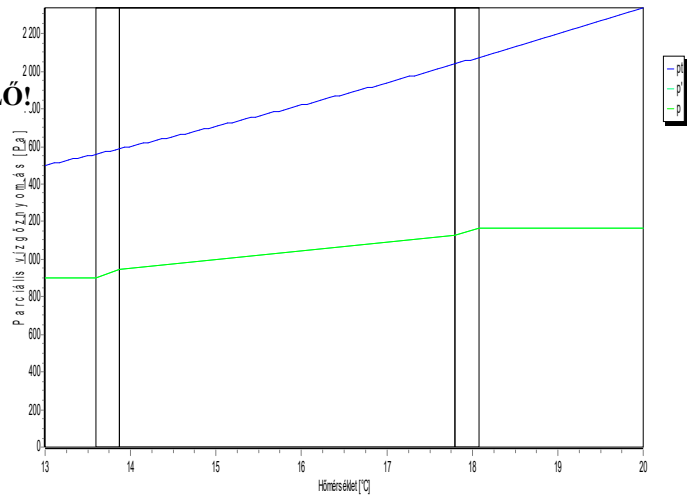
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Baumit Durva Vakolat	1	1,5	0,790	-	0,0190	1600	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	17	0,640	-	0,2656	1460	0,88	0	
Baumit Durva Vakolat	3	1,5	0,790	-	0,0190	1600	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: Nincsen hőmérsékletkülönbség!

B30_200_K

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 2.111 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 2.111 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 296 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 146 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 129 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



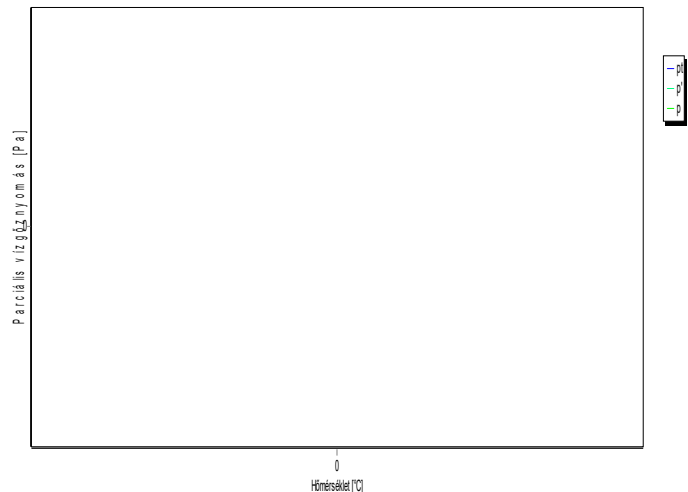
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Baumit Durva Vakolat	1	1,5	0,790	-	0,0190	1600	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	17	0,640	-	0,2656	1460	0,88	0	
Baumit Durva Vakolat	3	1,5	0,790	-	0,0190	1600	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Gipszkarton_2rtg_rkwool_2rtg

Típusa: belső fal (fűtött épületek közt)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.312 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.500 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.
 Hőátbocsátási tényező: 0.312 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 46 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 21 / 21 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 21 / 21 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.13 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



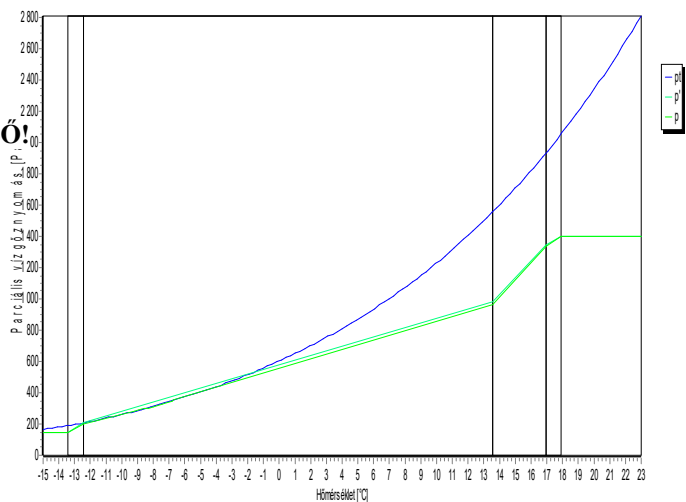
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Gipszvakolat 1	1	0,2	0,180	-	0,0111	600	1,00	0	
Gipszkarton 2	2	1,25	0,250	-	0,0500	900	1,00	0	
Gipszkarton 1	3	1,25	0,210	-	0,0595	700	1,00	0	
Rockwool Airrock LD	4	10	0,037	-	2,7030	40	0,84	0	
Gipszkarton 1	5	1,25	0,210	-	0,0595	700	1,00	0	
Gipszkarton 2	6	1,25	0,250	-	0,0500	900	1,00	0	
Gipszvakolat 1	7	0,2	0,180	-	0,0111	600	1,00	0	

Vizsgálati jelentés: Nincsen hőmérsékletkülönbség!

Régi_Kisméretű_600

Típusa:	külső fal
Rétegtervi módosító érték:	0.12 W/m ² K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	1.147 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.240 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Eredő hőátbocsátási tényező:	1.377 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	1024 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	223 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	197 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Baumit Durva Vakolat	1	2	0,790	-	0,0253	1600	0,88	0	
kism. tömör agyagtégla	2	48	0,720	-	0,6667	1700	0,88	0	
Baumit Falazó Habarcs 100	3	8	0,930	-	0,0860	1800	0,88	0	
Baumit Durva Vakolat	4	2	0,790	-	0,0253	1600	0,88	0	

Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU [W/m ² K]
pillér	Vonalmenti hőhíd	0,05 m/m ²	2,4 W/mK	0,12

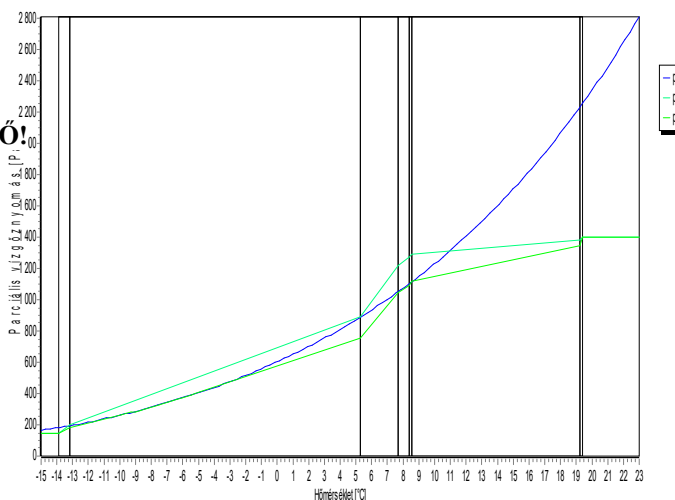
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 395 nap).

2. (kism. tömör agyagtégla) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Régi_Kisméretű_600_Ytong

Típusa:	külső fal
Rétegtervi módosító érték:	0.12 W/m ² K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.850 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.240 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Eredő hőátbocsátási tényező:	1.020 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	1063 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	16 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	15 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Baumit Durva Vakolat	1	2	0,790	-	0,0253	1600	0,88	0	
kism. tömör agyagtégla	2	48	0,720	-	0,6667	1700	0,88	0	
Baumit Falazó Habarcs 100	3	8	0,930	-	0,0860	1800	0,88	0	
Baumit Durva Vakolat	4	2	0,790	-	0,0253	1600	0,88	0	
Baumit open S Felújító Ragasztó	5	0,5	0,800	-	0,0063	1350	0,88	0	
YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem	6	5	0,130	-	0,3846	500	1,00	0	
Baumit open S Felújító Ragasztó	7	0,5	0,800	-	0,0063	1350	0,88	0	

Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU [W/m ² K]
pillér	Vonalmenti hőhíd	0,05 m/m ²	2,4 W/mK	0,12

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

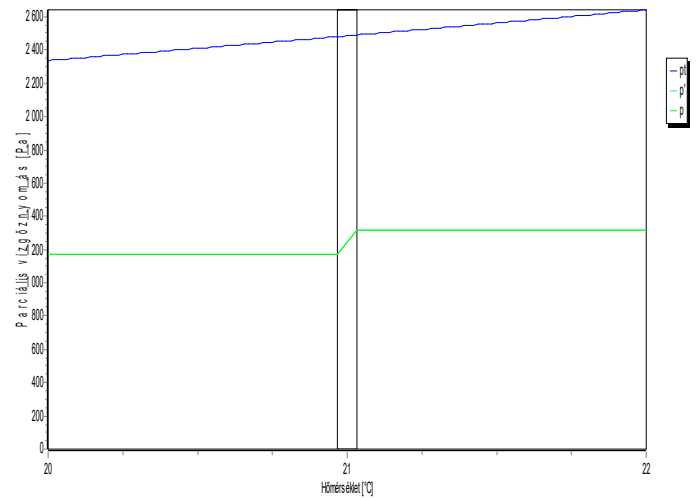
Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 462 nap).

2. (kism. tömör agyagtégla) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

6. (YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Üveg_fal

Típusa:	belső fal (fűtött terek közt)
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	3.723 W/m ² K
Hőátbocsátási tényező:	3.723 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	26 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	13 / 13 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	10 / 10 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.13 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



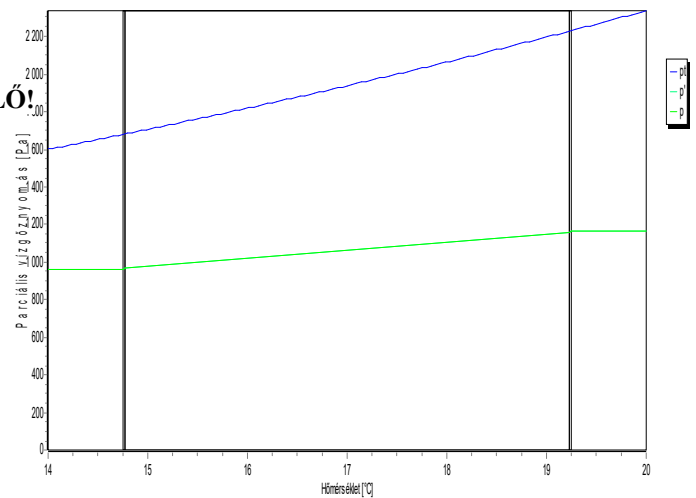
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Kvarcüveg	1	1,2	1,400	-	0,0086	2200	0,75	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Ytong_100_B

Típusa:	belső fal (fűtetlen tér felé)
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.967 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.260 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Hőátbocsátási tényező:	0.967 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	56 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	13 / 13 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	12 / 12 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.13 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



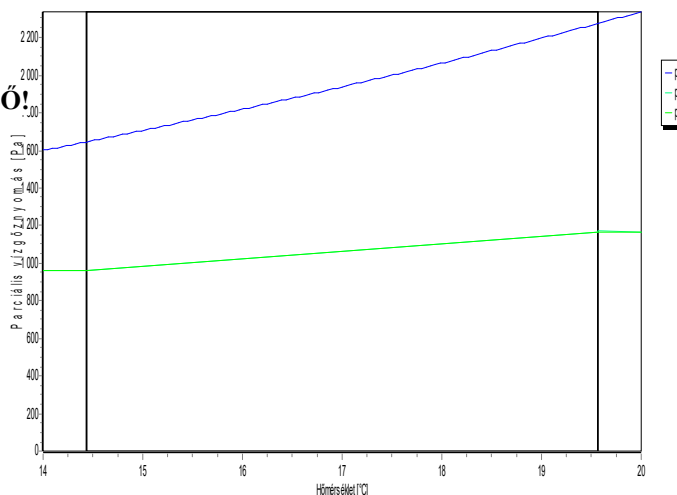
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Baumit Simító Vakolat	1	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	
YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem	2	10	0,130	-	0,7692	500	1,00	0	
Baumit Simító Vakolat	3	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Ytong_200_B

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.554 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.260 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 0.554 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 106 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 13 / 13 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 12 / 12 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.13 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



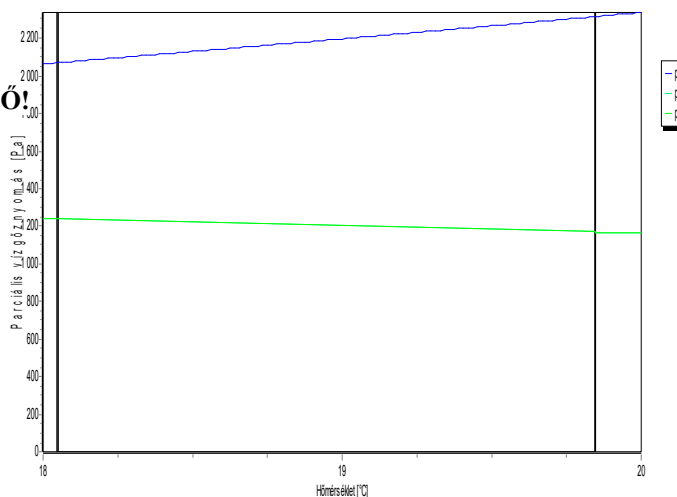
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Baumit Simító Vakolat	1	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	
YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem	2	20	0,130	-	1,5380	500	1,00	0	
Baumit Simító Vakolat	3	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Ytong_200_K

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.584 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 0.584 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 106 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 13 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 12 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



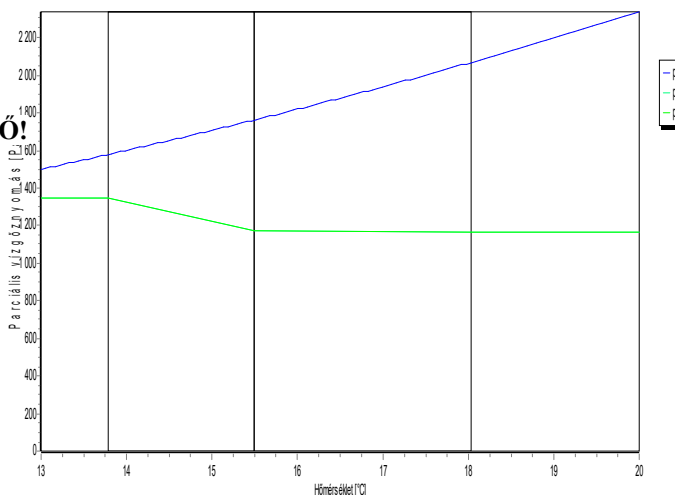
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Baumit Simító Vakolat	1	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	
YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem	2	20	0,130	-	1,5380	500	1,00	0	
Baumit Simító Vakolat	3	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Gerendás_Vasbeton

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 2.809 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 2.809 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 502 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 485 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 409 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m²K/W



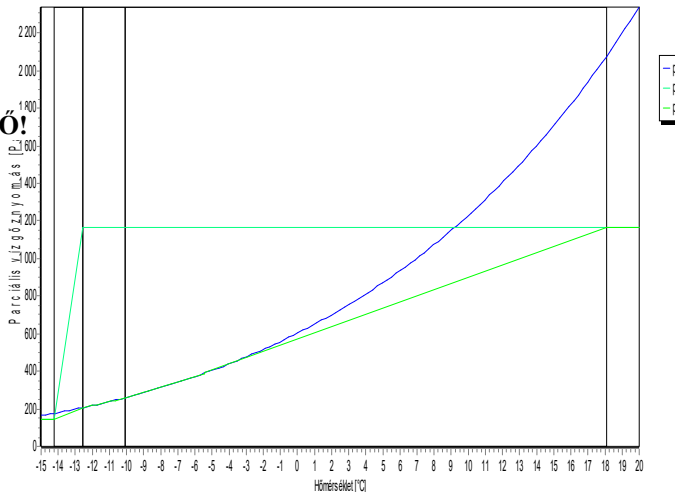
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Bitumen lemez	1	2	0,230	-	0,0870	1100	1,00	0	
vasbeton	2	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Gerendás_Vasbeton_PuHabbal

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.547 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 0.547 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 504 kg/m²
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m²K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Bitumen lemez	1	2	0,230	-	0,0870	1100	1,00	0	
vasbeton	2	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	
poliuretán keményhab	3	5	0,034	-	1,4710	40	1,42	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

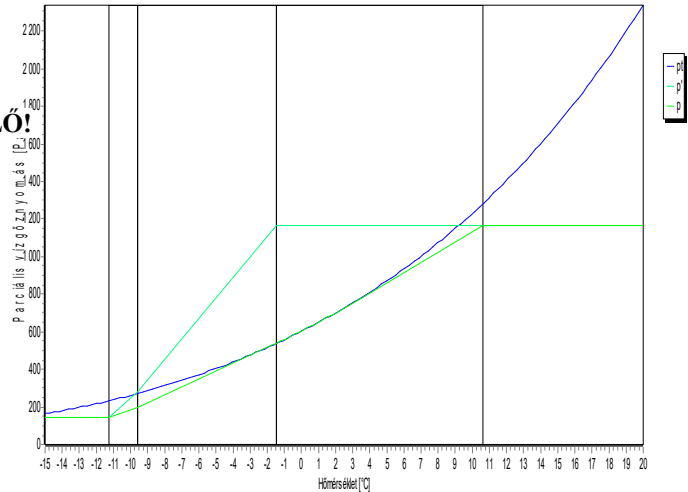
Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 1315 nap).

2. (vasbeton)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

3. (poliuretán keményhab)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Gerendás_Vasbeton_PVC

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	2.676 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.170 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Hőátbocsátási tényező:	2.676 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	506 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	485 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	409 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-								
Polivinil-klorid (PVC)	1	0,3	0,170	-	0,0176	1390	0,90	0	
Bitumen lemez	2	2	0,230	-	0,0870	1100	1,00	0	
vasbeton	3	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

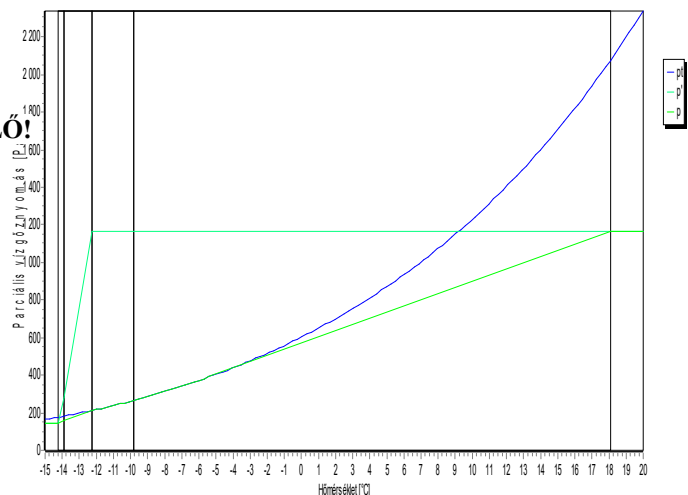
Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 5064 nap).

2. (Bitumen lemez)egyensúlyi állapotban páralecsapódás van!

3. (vasbeton)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Gerendás_Vasbeton_PVC_PuHabbal

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.542 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.170 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Hőátbocsátási tényező:	0.542 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	508 kg/m ²
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Polivinil-klorid (PVC)	1	0,3	0,170	-	0,0176	1390	0,90	0	
Bitumen lemez	2	2	0,230	-	0,0870	1100	1,00	0	
vasbeton	3	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	
poliuretán keményhab	4	5	0,034	-	1,4710	40	1,42	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

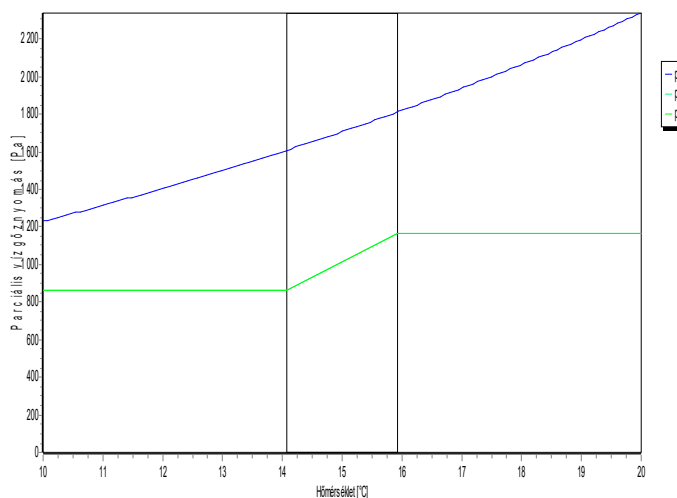
Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 1329 nap).

3. (vasbeton)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

4. (poliuretán keményhab)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Betonfödém

Típusa:	belső födém (lefelé hűlő)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	2.396 W/m ² K
Eredő hőátbocsátási tényező:	2.875 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	288 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	144 / 144 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	121 / 121 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
vasbeton	1	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Bitumenes_rtg

Típusa:	belső födém (lefelé hűlő)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	2.173 W/m ² K
Hőátbocsátási tényező:	2.173 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	216 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	173 / 278 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	138 / 223 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m ² K/W

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
aszfaltkenés 2	1	10	1,050	-	0,0952	2100	1,68	0	
Epoxigyanta	2	0,5	0,200	-	0,0250	1200	1,40	0	

Úsztatott_beton_réteg

Típusa:	belső födém (lefelé hűlő)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	1.030 W/m ² K
Hőátbocsátási tényező:	1.030 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	192 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	192 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	162 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m ² K/W

Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
BACHL Nikecell eps 100	1	2	0,035	-	0,5714	20	1,46	0	
PVC fólia	2	0,07	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	3	7	1,550	-	0,0452	2400	0,84	0	
LB-KNAUF Ragasztótápasz	4	0,5	0,930	-	0,0054	1526	0,88	0	
Csempe	5	0,9	1,050	-	0,0086	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m ² K]	U* [W/m ² K]	A [m ²]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+L Ψ [W/K]	A _ü [m ²]	Q _{sd} [kWh/a]
Régi_Kisméretű_600	D	függőleges	1,03	1,03	24,8	-	-	25,4	-	-
Régi_Kisméretű_600	NY	függőleges	1,03	1,03	14,3	-	-	14,7	-	-
Gerendás_Vasbeton_PVC		vízszintes	2,68	2,68	176,4	-	-	472,0	-	-
Ytong_200_B			0,554	0,0744	99,0	-	-	7,4	-	-
Ytong_200_B			0,554	0,095	99,0	-	-	9,4	-	-
Gipszkarton_2rtg_rkwool_2rtg			0,312	-0,0178	115,5	-	-	-2,1	-	-

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m ²]	m _t [kg/m ²]	M _t [t]	c [kJ/m ² K]	C [MJ/K]
Régi_Kisméretű_600	39,0	223	8,71	197	7,69
B30_200_B	119,2	146	17,40	129	15,38
Gerendás_Vasbeton_PVC	176,4	485	85,55	409	72,15
Betonfödém	176,4	144	25,40	121	21,34
Bitumenes_rtg	176,8	452	79,90	361	63,81
Ytong_200_B	198,0	13	2,57	12	2,38
Gipszkarton_2rtg_rkwool_2rtg	115,5	21	2,43	21	2,43
Összesen	-	-	221,96	-	185,17

m_f :	967 kg/m ²	(Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)
Épület tömeg besorolása: nehéz (m _t > 400 kg/m ²)		
ϵ :	0.75	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	528.9 m ²	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	1072.8 m ³	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	0.076 m ² /m ³	(Épületrész alapján számított felület-térfogat arány)
A/V:	0.067 m ² /m ³	(Épületre felvett felület-térfogat arány)
$Q_{sd}+Q_{sid}$:	(0 + 0) * 0,75 = 0 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
$\Sigma AU + \Sigma l\Psi$:	526.9 W/K	
$q = [\Sigma AU + \Sigma l\Psi - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V = (526,9 - 0 / 72) / 1072,8$		
q :	0.491 W/m³K	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
$q_{max,opt}$:	0.160 W/m³K	(Költségoptimalizált megengedett fajlagos hővesztégtényező)

Az épület fajlagos hővesztégtényezője a költségoptimalizált követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Egyéb

A_N :	229.60 m ²	(Fűtött alapterület)
n :	0.80 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időnyben)
σ :	0.50	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd}+Q_{sid}$:	(0 + 0) * 0,75 = 0 kW	(Sugárzási nyereség)
q_b :	7.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	11.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q_{HMV} :	9.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$:	0.10 1/h	(Légcsereszám a nyári időnyben)
$Q_{sdnyár}$:	0 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \Sigma A_N q_b$:	1607 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,\epsilon} = \Sigma A_N q_b \epsilon$:	1205 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$:	2526 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$:	2066 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V n$:	858.2 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időnyben)
$V_{LT} = \Sigma V n_{LT} * Z_{LT}/Z_F$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V n_{inf} * (1 - Z_{LT}/Z_F)$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT}(1-\eta) + V_{inf})$:	858.2 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V n_{nyár}$:	107.3 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,e}) / (\Sigma AU + \Sigma l\Psi + 0,35V_{di}) + 2$$

$$\Delta t_b = (0 + 1205,4) / (526,9 + 0,35 * 858,24) + 2 = 3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: \quad 19,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: \quad 74757 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: \quad 5793 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési időny hossza})$$

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

$$Q_F = 74,757 * (1072,8 * 0,491 + 0,35 * 858,2) * 0,5 - 0 * 5,793 - 5,793 * 1205,4 = 23,93 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad 104,24 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

$$\Delta t_{bnyár} = (0 + 1607,2) / (526,9 + 0,35 * 107,28) = 2,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

$$n_{hü}: \quad 13,83 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

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

$$Q_{hü} = 24/1000 * 13,83 * (0 + 1607,2) = 533,64 \text{ kWh/a}$$

A nyári felmelegedés elfogadható mértékű.

Fűtési rendszer

$$A_N: \quad 229,60 \text{ m}^2 \quad (\text{a rendszer alapterülete})$$

$$q_i: \quad 104,24 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, levegő fűtőközeggel

$$e_i: \quad 2,50 \quad (\text{elektromos áram})$$

$$e_{sus}: \quad 0,10$$

$$C_k: \quad 0,40 \quad (\text{a hőtermelő teljesítménytényezője})$$

$$q_{k,v}: \quad 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{segédenergia igény})$$

$$\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,4 * 0,1 + (1 - 0,4)) = 0,64$$

Hősugárzó szabályozó termosztáttal

$$q_{f,h}: \quad 0,70 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség})$$

Hűtési rendszer

$A_{hü}$:	229.6 m ²	(a rendszer alapterülete)
$Q_{hü,n}$:	0 kWh/a	(a gépi hűtés éves nettó energiaigénye)
$Z_{hü}$:	0 h	(a hűtési idő hossza)
$V_{hü}$:	0.0 m ³ /h	(a levegő térfogatárama)

Kompresszoros léghűtés (split) EER=2,5

e_i :	2.50	(elektromos áram)
e_{sus} :	0.10	
C_k :	0.40	(a hűtőgép teljesítménytényezője)
$Q_{hü,k}$:	0.00 kW	(segédenergia igény)
$\epsilon_{H,szab}$:	0.000	(szabályozási veszteségtényező)
$\Delta p_{hü}$:	0 Pa	(a rendszer áramlási ellenállása)
η_{vent} :	50.0 %	(a ventilátor összhatásfoka)

$$E_{vent} = V_{LT} \Delta p_{LT} / 3600 / \eta_{vent} Z_{a,LT} / 1000$$

$$E_{vent} = 0 * 0 / 3600 / 0,5 * 0 / 1000 = 0 \text{ kWh/a}$$

helyiségenkénti szabályozás

$f_{hü,sz}$:	5.00 %	(a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)
---------------	--------	--

$$E_{hü} = (Q_{hü,n}(1 + f_{hü,sz}) + Q_{hü,v}) / A_N * \sum C_k \alpha_k e_{hü} + (E_{vent} + E_{hü,s} + Q_{hü,k} Z_{hü}) e_v / A_N$$

$$E_{hü} = (0 * (1 + 0,05) + 0) / 229,6 * 1 + (0 + 0 + 0 * 0) / 229,6 * 2,5 = \mathbf{0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{hü \text{ sus}} = (Q_{hü,n}(1 + f_{hü,sz}) + Q_{hü,v}) / A_N * \sum C_k \alpha_k e_{hü \text{ sus}} + (E_{vent} + E_{hü,s} + Q_{hü,k} Z_{hü}) e_{v \text{ sus}} / A_N$$

$$E_{hü \text{ sus}} = (0 * (1 + 0,05) + 0) / 229,6 * 0,64 + (0 + 0 + 0 * 0) / 229,6 * 0,1 = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Világítási rendszer

A_N :	229.60 m ²	(a rendszer alapterülete)
υ :	1.00	(a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\sum E_{vil,n} / A_N) \upsilon e_v$$

$$E_{vil} = 11 * 1 * 2,5 = \mathbf{27.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{vil \text{ sus}} = (\sum E_{vil,n} / A_N) \upsilon e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{vil \text{ sus}} = 11 * 1 * 0,1 = 1.10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A referencia épület adatai

n:	0.20 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
σ :	0.90	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
q_b :	7.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	11.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
υ :	1.00	(Világítás korrekciós szorzó)
q_{HMV} :	9.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)

A fűtési rendszer

Hőtermelő a fűtött térben

Elosztóvezetékek a fűtött téren kívül

E_F :	56.19 kWh/m ² a	(Fűtés éves fajlagos primer energiaigénye)
	53.97 kWh/m ² a	(Közel nulla követelményszintnél)

A melegvíz termelő rendszer

Elosztóvezetékek a fűtött téren kívül

Tároló a fűtött téren kívül

E_{HMV} :	13.61 kWh/m ² a	(Melegvíz termelés éves fajlagos primer energiaigénye)
	13.61 kWh/m ² a	(Közel nulla követelményszintnél)

Világítás

E_{vil} :	27.50 kWh/m ² a	(Világítás éves fajlagos primer energiaigénye)
	27.50 kWh/m ² a	(Közel nulla követelményszintnél)

A hűtési rendszer

$E_{hű}$:	0.00 kWh/m ² a	(Gépi hűtés éves fajlagos primer energiaigénye)
	0.00 kWh/m ² a	(Közel nulla követelményszintnél)

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+} = 104,94 + 0 + 27,5 + 0 + 0 + 0$$

E_p : **132.44 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

E_{pmax} : **97.30 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

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

E_{pret} : **85.08 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző referencia értéke)

$$E_{sus} = E_{F\ sus} + E_{HMV\ sus} + E_{vil\ sus} + E_{LT\ sus} + E_{hű\ sus} + E_{nyer\ sus}$$

$$E_{sus} = 67,16 + 0 + 1,1 + 0 + 0 + 0 = 68.26 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_p = 68,26 / 132,44 = 51.5 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

$$MER = 98.4 \% \quad (\text{Megújuló részarány az épületre})$$

Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint

Energiahordozó típusa	E	e	E_{prim}	e_{CO2}	E_{CO2}	H	F
	[MWh/a]	[-]	[MWh/a]	[g/kWh]	[t/a]		[a]
elektromos áram	12,16	2,50	30,41	365	4,44	-	12,2 MWh
Összesen			30,41		4,44		

A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.

A költségoptimalizált követelményszint (5. melléklet) szerint.

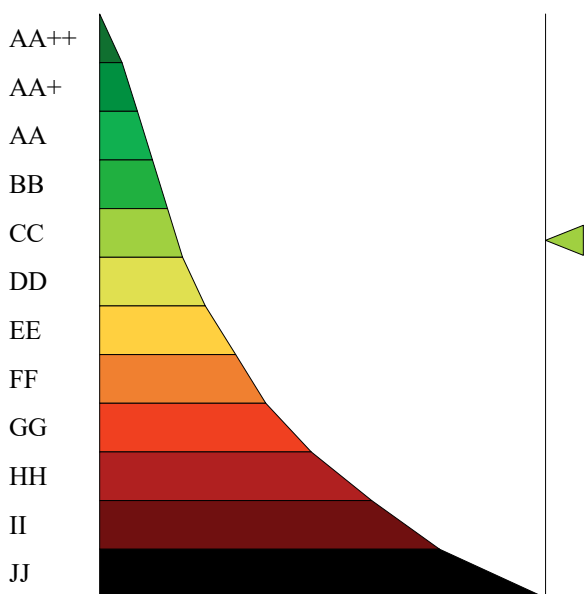
.....
aláírás

Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: Budapest, Karolina út 17/B
Épületrész (lakás): Modim Mérnöki Kft 51-es albetét
Megrendelő: MATE
Tanúsító:

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása: 119.58 kWh/m²a
Követelményérték (viszonyítási alap): 100.00 kWh/m²a
Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva: 119.60 %

Energetikai minőség szerinti besorolás: CC (Korszerű)



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Az épület építési ideje 1960.

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hófokhíd és fűtési idény hossz egyszerűsített számítással.

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál:

Kelt: 2023. 10. 19.

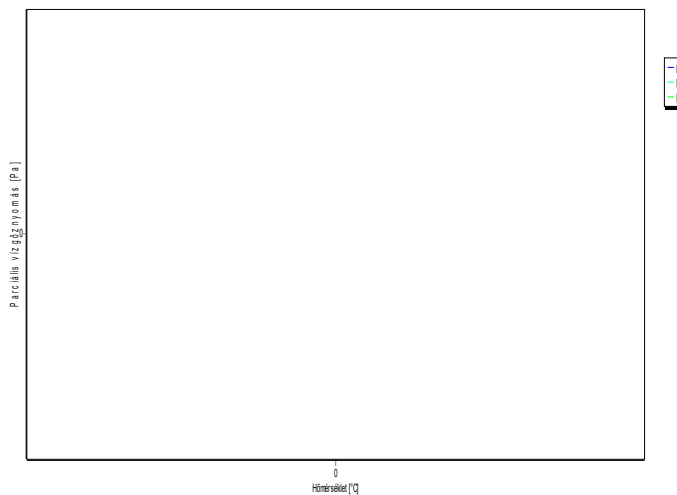
Aláírás

Szerkezet típusok:**Ablak_3rtg_szekcionált_1.7**

Típusa: ablak (külső, fa vagy PVC)
 x méret: 1,5 m
 y méret: 2,5 m
 Hőátbocsátási tényező: 1.700 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.150 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Üvegezési arány: 80 %
 Üvegezés g értéke: 0.550

B30_200_B

Típusa: belső fal (fűtött terek közt)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 1.774 W/m²K
 Hőátbocsátási tényező: 1.774 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 296 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 146 / 146 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 129 / 129 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.13 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



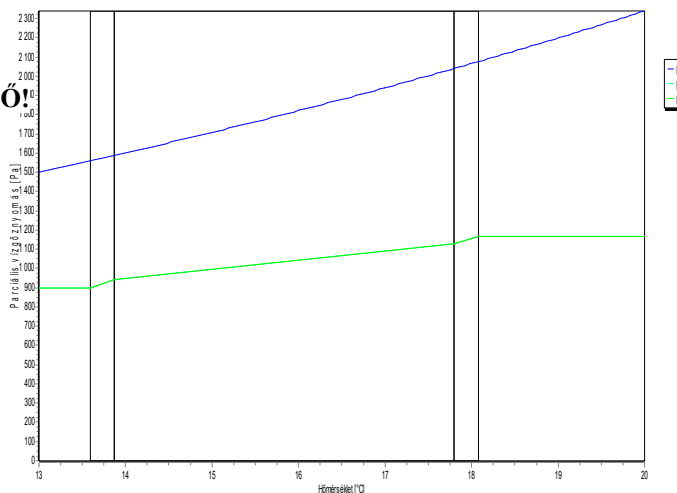
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
Baumit Durva Vakolat	1	1,5	0,790	-	0,0190	1600	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	17	0,640	-	0,2656	1460	0,88	0	
Baumit Durva Vakolat	3	1,5	0,790	-	0,0190	1600	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: Nincsen hőmérsékletkülönbség!

B30_200_K

Típusa:	külső fal
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	2.111 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.240 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Hőátbocsátási tényező:	2.111 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	296 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	146 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	129 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



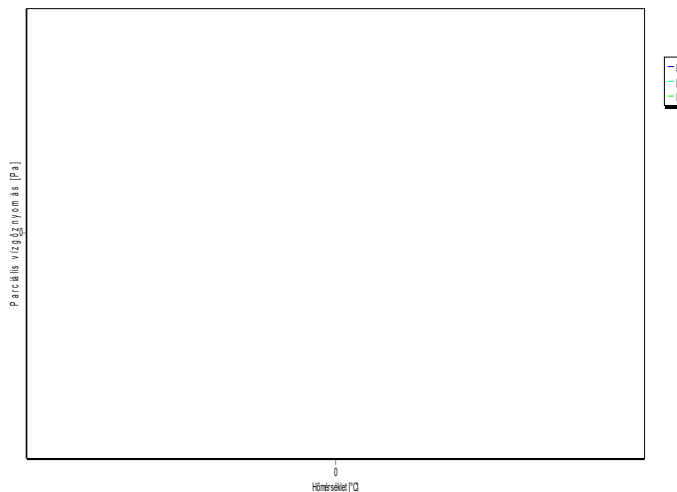
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Baumit Durva Vakolat	1	1,5	0,790	-	0,0190	1600	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	17	0,640	-	0,2656	1460	0,88	0	
Baumit Durva Vakolat	3	1,5	0,790	-	0,0190	1600	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Gipszkarton_2rtg_rkwool_2rtg

Típusa:	belső fal (fűtött épületek közt)
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.312 W/m ² K
Megengedett értéke:	1.500 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.	
Hőátbocsátási tényező:	0.312 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	46 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	21 / 21 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	21 / 21 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.13 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



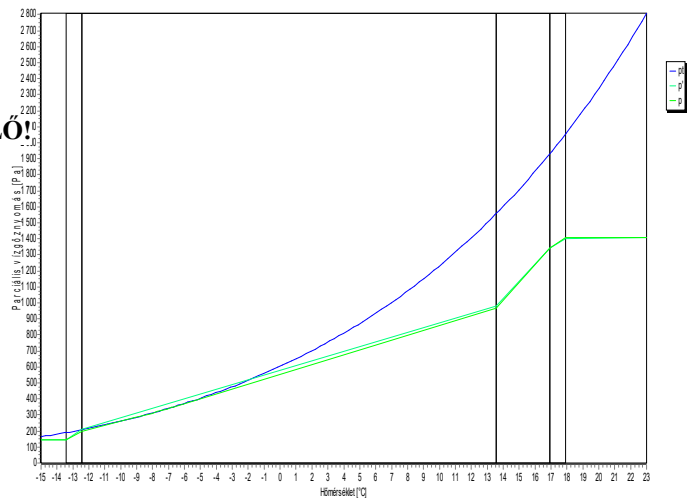
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Gipszvakolat 1	1	0,2	0,180	-	0,0111	600	1,00	0	
Gipszkarton 2	2	1,25	0,250	-	0,0500	900	1,00	0	
Gipszkarton 1	3	1,25	0,210	-	0,0595	700	1,00	0	
Rockwool Airrock LD	4	10	0,037	-	2,7030	40	0,84	0	
Gipszkarton 1	5	1,25	0,210	-	0,0595	700	1,00	0	
Gipszkarton 2	6	1,25	0,250	-	0,0500	900	1,00	0	
Gipszvakolat 1	7	0,2	0,180	-	0,0111	600	1,00	0	

Vizsgálati jelentés: Nincsen hőmérsékletkülönbség!

Régi_Kisméretű_600

Típusa:	külső fal
Rétegtervi módosító érték:	0.12 W/m ² K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	1.147 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.240 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Eredő hőátbocsátási tényező:	1.377 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	1024 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	223 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	197 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Baumit Durva Vakolat	1	2	0,790	-	0,0253	1600	0,88	0	
kism. tömör agyagtégla	2	48	0,720	-	0,6667	1700	0,88	0	
Baumit Falazó Habarcs 100	3	8	0,930	-	0,0860	1800	0,88	0	
Baumit Durva Vakolat	4	2	0,790	-	0,0253	1600	0,88	0	

Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU [W/m ² K]
pillér	Vonalmenti hőhíd	0,05 m/m ²	2,4 W/mK	0,12

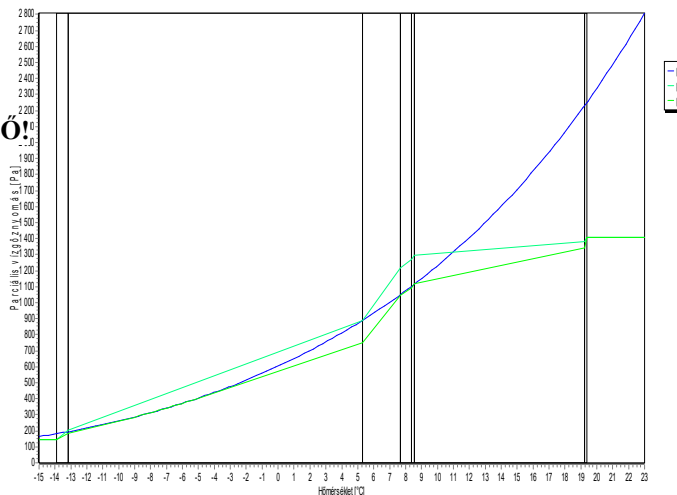
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 395 nap).

2. (kism. tömör agyagtégla) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Régi_Kisméretű_600_Ytong

Típusa:	külső fal
Rétegtervi módosító érték:	0.12 W/m ² K
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.850 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.240 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Eredő hőátbocsátási tényező:	1.020 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	1063 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	16 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	15 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-								
Baumit Durva Vakolat	1	2	0,790	-	0,0253	1600	0,88	0	
kism. tömör agyagtégla	2	48	0,720	-	0,6667	1700	0,88	0	
Baumit Falazó Habarcs 100	3	8	0,930	-	0,0860	1800	0,88	0	
Baumit Durva Vakolat	4	2	0,790	-	0,0253	1600	0,88	0	
Baumit open S Felújító Ragasztó	5	0,5	0,800	-	0,0063	1350	0,88	0	
YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem	6	5	0,130	-	0,3846	500	1,00	0	
Baumit open S Felújító Ragasztó	7	0,5	0,800	-	0,0063	1350	0,88	0	

Rétegtervi hőátbocsátási tényező korrekciók

Megnevezés	Típusa	Mérete	Értéke	dU [W/m ² K]
pillér	Vonalmenti hőhíd	0,05 m/m ²	2,4 W/mK	0,12

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

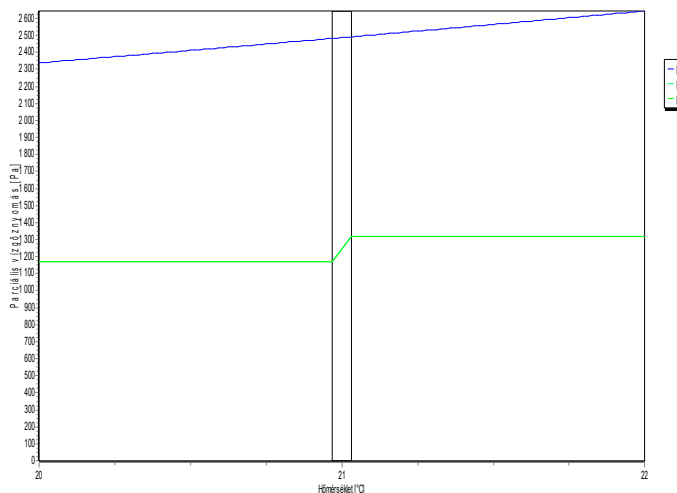
Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 462 nap).

2. (kism. tömör agyagtégla) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

6. (YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Üveg_fal

Típusa:	belső fal (fűtött terek közt)
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	3.723 W/m ² K
Hőátbocsátási tényező:	3.723 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	26 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	13 / 13 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	10 / 10 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.13 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



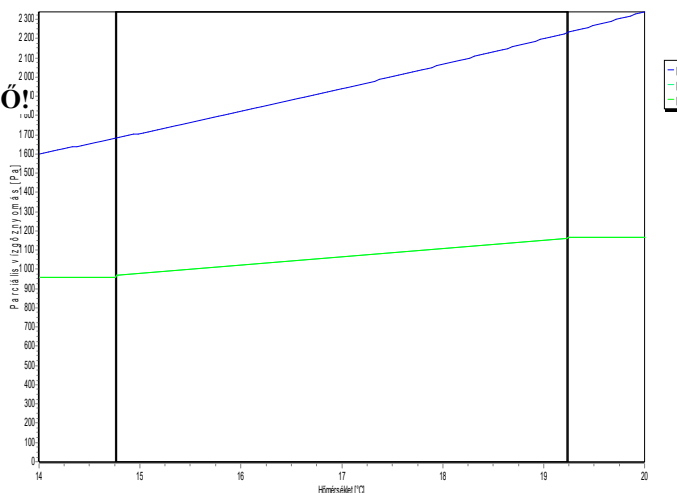
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Kvarcűveg	1	1,2	1,400	-	0,0086	2200	0,75	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Ytong_100_B

Típusa:	belső fal (fűtetlen tér felé)
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.967 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.260 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Hőátbocsátási tényező:	0.967 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	56 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	13 / 13 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	12 / 12 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.13 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.13 m ² K/W



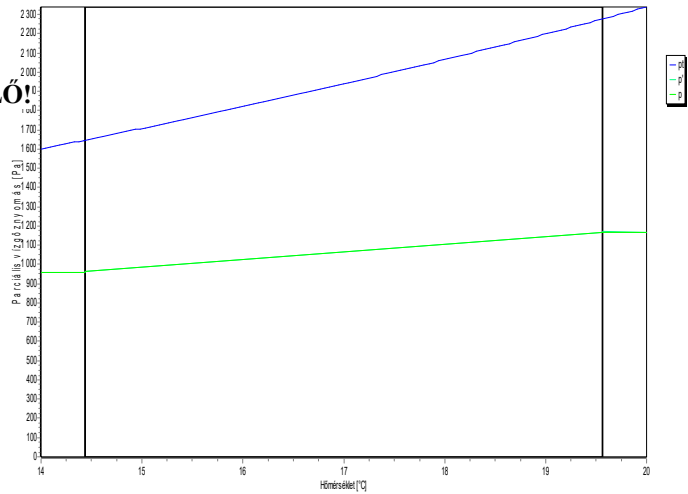
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Baumit Simító Vakolat	1	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	
YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem	2	10	0,130	-	0,7692	500	1,00	0	
Baumit Simító Vakolat	3	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Ytong_200_B

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.554 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.260 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 0.554 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 106 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 13 / 13 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 12 / 12 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.13 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



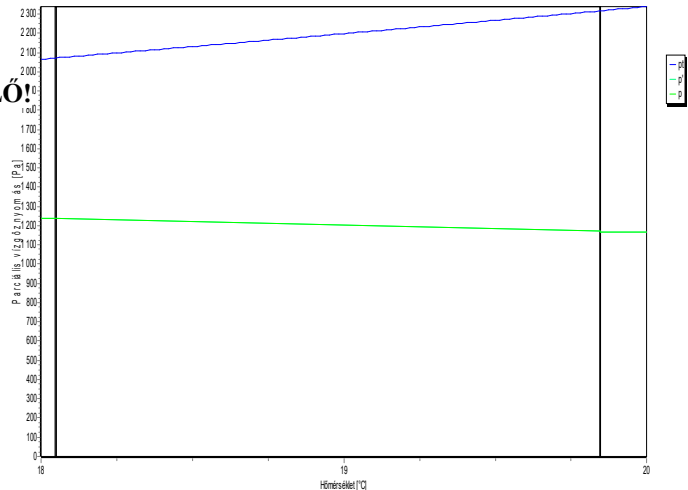
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
Baumit Simító Vakolat	1	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	
YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem	2	20	0,130	-	1,5380	500	1,00	0	
Baumit Simító Vakolat	3	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Ytong_200_K

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.584 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 0.584 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 106 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 13 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 12 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.13 m²K/W



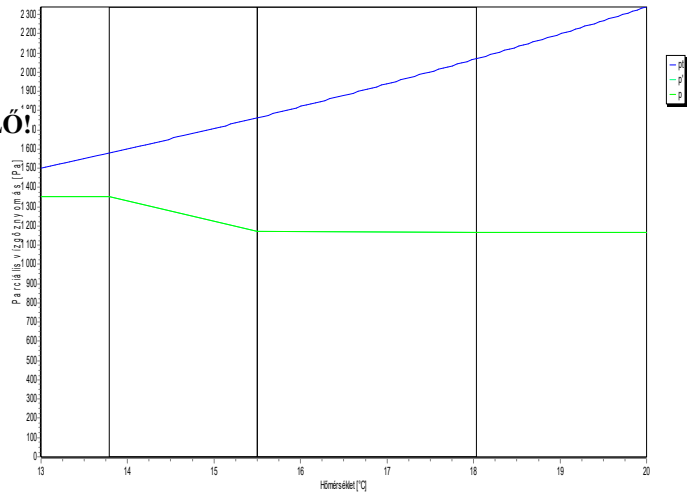
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
Baumit Simító Vakolat	1	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	
YTONG P2-0,5 NF+GT falazóelem	2	20	0,130	-	1,5380	500	1,00	0	
Baumit Simító Vakolat	3	0,2	0,800	-	0,0025	1500	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Gerendás_Vasbeton

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 2.809 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 2.809 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 502 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 485 kg/m²
 Fajlagos hőkapacitás: 409 kJ/m²K
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m²K/W



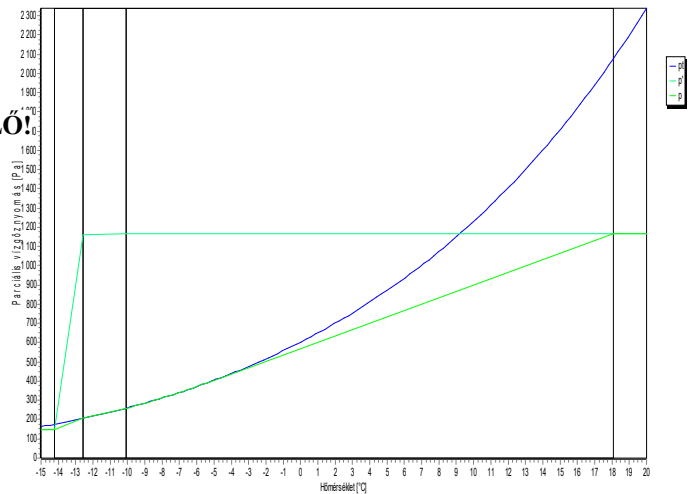
Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Bitumen lemez	1	2	0,230	-	0,0870	1100	1,00	0	
vasbeton	2	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Gerendás_Vasbeton_PuHabbal

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.547 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 0.547 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 504 kg/m²
 Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m²K/W
 Hőátadási ellenállás belül: 0.10 m²K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
Bitumen lemez	1	2	0,230	-	0,0870	1100	1,00	0	
vasbeton	2	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	
poliuretán keményhab	3	5	0,034	-	1,4710	40	1,42	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

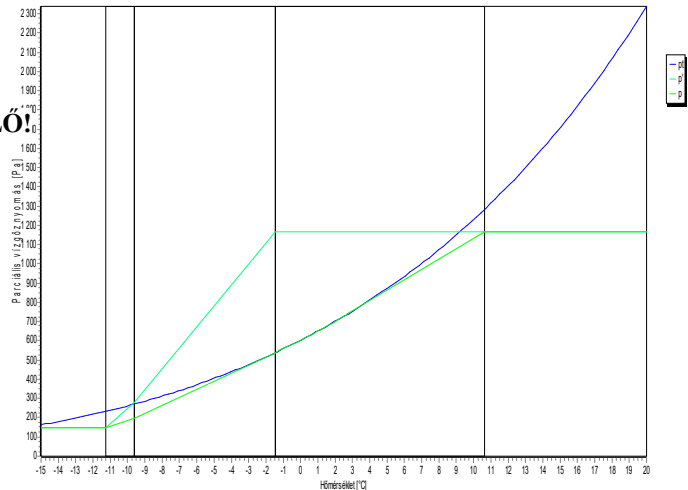
Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 1315 nap).

2. (vasbeton) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

3. (poliuretán keményhab) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Gerendás_Vasbeton_PVC

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	2.676 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.170 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Hőátbocsátási tényező:	2.676 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	506 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	485 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	409 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
Polivinil-klorid (PVC)	1	0,3	0,170	-	0,0176	1390	0,90	0	
Bitumen lemez	2	2	0,230	-	0,0870	1100	1,00	0	
vasbeton	3	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

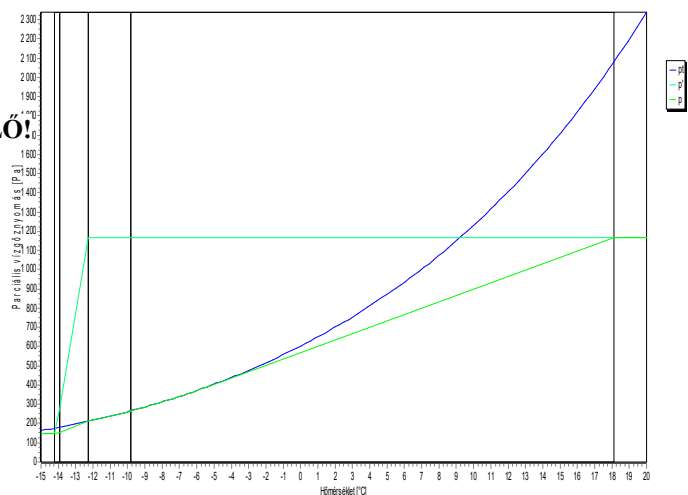
Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 5064 nap).

2. (Bitumen lemez) egyensúlyi állapotban páralecsapódás van!

3. (vasbeton) a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Gerendás_Vasbeton_PVC_PuHabbal

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.542 W/m ² K
Megengedett értéke:	0.170 W/m ² K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!	
Hőátbocsátási tényező:	0.542 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	508 kg/m ²
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
Polivinil-klorid (PVC)	1	0,3	0,170	-	0,0176	1390	0,90	0	
Bitumen lemez	2	2	0,230	-	0,0870	1100	1,00	0	
vasbeton	3	20	1,550	-	0,1290	2400	0,84	0	
poliuretán keményhab	4	5	0,034	-	1,4710	40	1,42	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

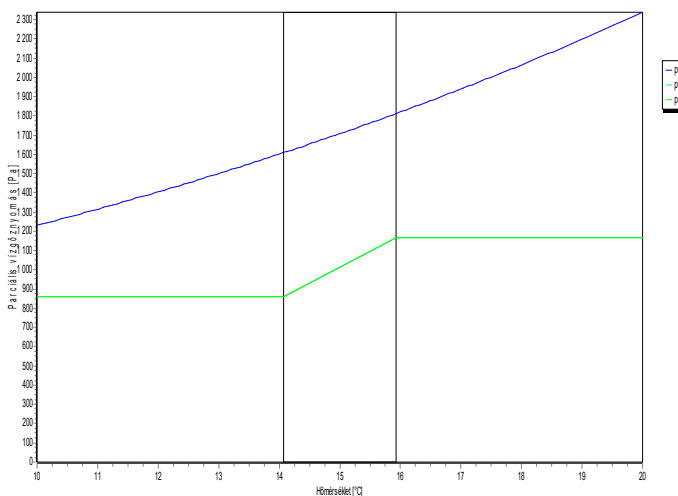
Egyensúlyi állapotban páralecsapódás van, de a diffúziós időszak alatt nem tud kialakulni (feltöltési idő: 1329 nap).

3. (vasbeton)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

4. (poliuretán keményhab)a diffúziós időszak alatt a megengedett értéket nem éri el;

Betonfödém

Típusa:	belső födém (lefelé hűlő)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	2.396 W/m ² K
Eredő hőátbocsátási tényező:	2.875 W/m ² K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag:	20 %
Fajlagos tömeg:	288 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	144 / 144 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	121 / 121 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m ² K/W



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
vasbeton	1	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Bitumenes_rtg

Típusa:	belső födém (lefelé hűlő)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	2.173 W/m ² K
Hőátbocsátási tényező:	2.173 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	216 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	173 / 278 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	138 / 223 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m ² K/W

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
aszfaltkenés 2	1	10	1,050	-	0,0952	2100	1,68	0	
Epoxigyanta	2	0,5	0,200	-	0,0250	1200	1,40	0	

Úsztatott beton réteg

Típusa:	belső födém (lefelé hűlő)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	1.030 W/m ² K
Hőátbocsátási tényező:	1.030 W/m ² K
Fajlagos tömeg:	192 kg/m ²
Fajlagos hőtároló tömeg:	192 kg/m ²
Fajlagos hőkapacitás:	162 kJ/m ² K
Hőátadási ellenállás kívül:	0.17 m ² K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m ² K/W

Rétegek kívülről befelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
BACHL Nikecell eps 100	1	2	0,035	-	0,5714	20	1,46	0	
PVC fólia	2	0,07	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	3	7	1,550	-	0,0452	2400	0,84	0	
LB-KNAUF Ragasztótápasz	4	0,5	0,930	-	0,0054	1526	0,88	0	
Csempe	5	0,9	1,050	-	0,0086	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög [°]	U [W/m ² K]	U* [W/m ² K]	A [m ²]	Ψ [W/mK]	L [m]	AU*+LΨ [W/K]	A _ü [m ²]	Q _{sd} [kWh/a]
Régi_Kisméretű_600_Ytong	K	függőleges	0,73	0,73	10,4	-	-	7,6	-	-
Régi_Kisméretű_600	D	függőleges	1,18	1,18	71,1	-	-	83,6	-	-
Ablak_3rtg_szekcionált_1.7	D	függőleges	1,7	1,7	22,5	-	-	38,3	18,0	3959,1
Régi_Kisméretű_600_Ytong	NY	függőleges	0,73	0,73	54,7	-	-	39,9	-	-
Ablak_3rtg_szekcionált_1.7	NY	függőleges	1,7	1,7	30,0	-	-	51,0	24,0	2639,3
Gerendás_Vasbeton_PuHabbal		vízszintes	0,547	0,547	248,7	-	-	136,1	-	-
Ytong_100_B			0,967	-0,101	29,7	-	-	-3,0	-	-
Ytong_100_B			0,967	-0,0853	18,1	-	-	-1,5	-	-
Ytong_100_B			0,967	0,0254	415,8	-	-	10,6	-	-
Gipszkarton_2rtg_rkwool_2rtg			0,312	-0,0326	8,8	-	-	-0,3	-	-
Gipszkarton_2rtg_rkwool_2rtg			0,312	-0,0275	7,7	-	-	-0,2	-	-
Gipszkarton_2rtg_rkwool_2rtg			0,312	0,00821	97,9	-	-	0,8	-	-

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m ²]	m _t [kg/m ²]	M _t [t]	c [kJ/m ² K]	C [MJ/K]
Régi_Kisméretű_600	71,1	223	15,85	197	14,00
Régi_Kisméretű_600_Ytong	65,2	16	1,04	15	0,98
B30_200_B	168,3	146	24,57	129	21,71
Üveg_fal	237,9	13	3,09	10	2,38
Betonfödém	248,7	144	35,82	121	30,10
Úsztatott_beton_réteg	248,7	192	47,75	162	40,29
Ytong_100_B	463,7	13	6,03	12	5,56
Gipszkarton_2rtg_rkwool_2rtg	114,4	21	2,40	21	2,40
Összesen	-	-	136,55	-	117,41

m_f :	571 kg/m ²	(Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)
Épület tömeg besorolása: nehéz ($m_t > 400$ kg/m ²)		
ϵ :	0.75	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	1015.5 m ²	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	892.8 m ³	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	0.076 m ² /m ³	(Épületrész alapján számított felület-térfogat arány)
A/V:	0.067 m ² /m ³	(Épületre felvett felület-térfogat arány)
$Q_{sd}+Q_{sid}$:	$(6598 + 0) * 0,75 = 4949$ kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
$\Sigma AU + \Sigma l\psi$:	362.9 W/K	
$q = [\Sigma AU + \Sigma l\psi - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V = (362,9 - 4949 / 72) / 892,791$		
q :	0.329 W/m³K	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
$q_{max,opt}$:	0.160 W/m³K	(Költségoptimalizált megengedett fajlagos hővesztégtényező)

Az épület fajlagos hővesztégtényezője a költségoptimalizált követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Irodaépület

A_N :	239.34 m ²	(Fűtött alapterület)
n :	0.80 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
σ :	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd}+Q_{sid}$:	$(1,61 + 0) * 0,75 = 1,21$ kW	(Sugárzási nyereség)
q_b :	7.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	11.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q_{HMV} :	9.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$:	0.30 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$:	3,46 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \Sigma A_N q_b$:	1675 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,\epsilon} = \Sigma A_N q_b \epsilon$:	1257 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$:	2633 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$:	2154 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V n$:	0.0 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V n_{LT} * Z_{LT}/Z_F$:	860.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V n_{inf} * (1 - Z_{LT}/Z_F)$:	152.7 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT}(1-\eta) + V_{inf})$:	410.7 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V n_{nyár}$:	267.8 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,e}) / (\Sigma AU + \Sigma l\Psi + 0,35V_{di}) + 2$$

$$\Delta t_b = (1207 + 1256,52) / (362,9 + 0,35 * 410,668) + 2 = 6,9 \text{ °C}$$

$$t_i: \quad 22,9 \text{ °C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: \quad 91698 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: \quad 5391 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

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

$$Q_F = 91,698 * (892,791 * 0,329 + 0,35 * 260,7) * 0,8 - 503 * 5,391 - 5,391 * 1256,52 = 24,18 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad 101,01 \text{ kWh/m}^2 \text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

$$Q_{LT,h}: \quad 4,528 \text{ MWh/a}$$

$$q_{LT,h}: \quad 18,92 \text{ kWh/m}^2 \text{a} \quad (\text{A légtechnikai rendszer éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

$$\Delta t_{bnyár} = (3464 + 1675,37) / (362,9 + 0,35 * 267,837) = 11,3 \text{ °C}$$

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

$$n_{hü}: \quad 136,53 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

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

$$Q_{hü} = 24/1000 * 136,53 * (3464 + 1675,37) = 16,841 \text{ MWh/a}$$

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!

Bivalencia számítás

$$\text{Átlagos belső hőmérséklet:} \quad 22,9 \text{ °C}$$

$$\text{Fűtési határhőmérséklet:} \quad 20,0 \text{ °C}$$

$$\text{Fűtési telj. a határhőmérsékleten:} \quad 1,362 \text{ kW}$$

$$\text{Fűtési telj.:} \quad 15,217 \text{ kW}$$

(-15,0 °C hőmérsékleten)

$$\text{Hőtermelő max. teljesítménye:} \quad 15,000 \text{ kW}$$

(0,0 °C hőmérsékleten)

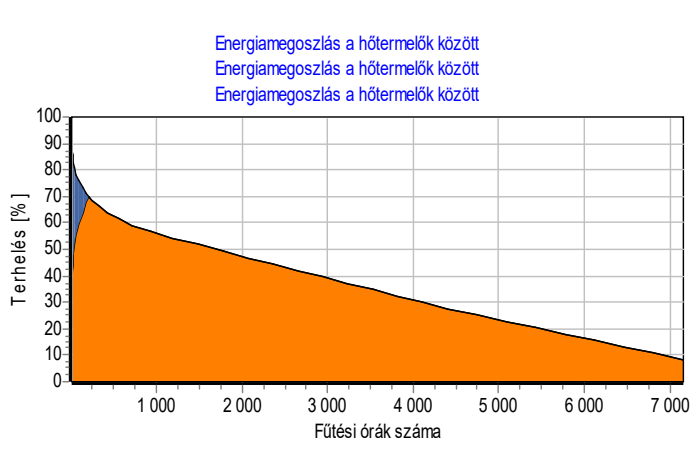
$$\text{Hőtermelő min. teljesítménye:} \quad 2,000 \text{ kW}$$

(-20,0 °C hőmérsékleten)

$$\text{Bivalencia hőmérséklet:} \quad -5,5 \text{ °C}$$

$$\text{Elsődleges hőtermelő részaránya:} \quad 98,6 \%$$

$$\text{Másodlagos hőtermelő részaránya:} \quad 1,4 \%$$



Fűtési rendszer

A_N : 239.34 m² (a rendszer alapterülete)
 q_f : 101.01 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Elektromos üzemű hőszivattyú, levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 55/45

e_f : 1.80 (H hőszivattyús elektromos áram)

e_{sus} : 0.10

C_k : 0.37 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$q_{k,v}$: 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

$$\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,37 * 0,1 + (1 - 0,37)) = 0,667$$

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, elektronikus szabályozóval

$q_{f,h}$: 0.70 kWh/m²a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Melegvíz-termelő rendszer

villaos fogyasztó

A_N : 239.34 m² (a rendszer alapterülete)

q_{HMV} : 9.00 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Elektromos átfolyós vízmelegítő, tároló

e_{HMV} : 2.50 (elektromos áram)

e_{sus} : 0.10

C_k : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

Elosztó vezeték a fűtött téren belül, cirkuláció nélkül

$q_{HMV,v}$: 10.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)

E_c : 0.00 kWh/m²a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, indirekt fűtésű tároló

$q_{HMV,t}$: 12.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

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

$$E_{HMV} = 9 * (1 + 0,1 + 0,12) * 2,5 + (0 + 0) * 2,5 = \mathbf{27.45 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100)\Sigma(C_k \alpha_k e_{HMV\text{ sus}}) + (E_c + E_k)e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = 9 * (1 + 0,1 + 0,12) * 0,1 + (0 + 0) * 0,1 = 1.10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Légtechnikai rendszer

A_{LT} : 239.3 m² (a rendszer alapterülete)

n_{LT} : 2.24 1/h (Légcserezszám a használati időben)

n_{inf} : 0.30 1/h (Légcserezszám a használati időn kívül)

V_{LT} : 2000.0 m³/h (Levegő térfogatáram a használati időben)

η_f : 70.0 % (Légtechnikai rendszer hővisszanyerőjének hatásfoka)

Z_{LTf}/Z_f : 0.180 (Üzemidő arány (csak hővisszanyerő))

t_{bef} : 20.0 °C (Beépített léghevítő befűvási hőmérséklete)

Z_{LTbef}/Z_f : 0.250 (Üzemidő arány (léghevítővel))

$$P_{LT} = 0,35V_{LT}(t_{bef} - t_i)Z_{LTbef}/Z_f$$

$$P_{LT} = 0,35 * 2000 * (20 - 22,9) * 0,25 = -503 \text{ W}$$

$$Q_{LT,h} = 0,35 V_{LT} (1 - \eta_r) (t_{bef} - 4) Z_{LT,bef} / Z_F * Z_F$$

$$Q_{LT,h} = 0,35 * 2000 * (1 - 0,7) * (20 - 4) * 0,25 * 5,391 = 4,528 \text{ MWh/a}$$

$$q_{LT,h}: \quad \quad \quad \mathbf{18,92 \text{ kWh/m}^2\text{a}} \quad (\text{A légtechnikai rendszer éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Elektromos üzemű hőszivattyú, távozó levegő hőforrással, fűtővíz hőmérséklet 35/28

$$e_{LT}: \quad \quad \quad 2,50 \quad (\text{elektromos áram})$$

$$e_{sus}: \quad \quad \quad 0,10$$

$$C_k: \quad \quad \quad 0,24 \quad (\text{a hőtermelő teljesítménytényezője})$$

$$E_{LT,k}: \quad \quad \quad 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{segédenergia igény})$$

$$\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,24 * 0,1 + (1 - 0,24)) = 0,784$$

20 °C alatti befűvási hőmérséklet

$$f_{LT,sz}: \quad \quad \quad 0,00 \% \quad (\text{a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség})$$

$$V_{LT}: \quad \quad \quad 2000,0 \text{ m}^3/\text{h} \quad (\text{a levegő térfogatárama})$$

$$\Delta p_{LT}: \quad \quad \quad 15 \text{ Pa} \quad (\text{a rendszer áramlási ellenállása})$$

$$\eta_{vent}: \quad \quad \quad 50,0 \% \quad (\text{a ventilátor összhatófoka})$$

$$Z_{a,LT}: \quad \quad \quad 3650 \text{ h} \quad (\text{a légtechnikai rendszer egész évi működési ideje})$$

$$E_{vent} = V_{LT} * \Delta p_{LT} / 3600 / \eta_{vent} * Z_{a,LT} / 1000$$

$$E_{vent} = 2000 * 15 / 3600 / 0,5 * 3650 / 1000 = 60,833 \text{ kWh/a}$$

$$Q_{LT,v}: \quad \quad \quad 3091,9 \text{ kWh/a} \quad (\text{a levegő elosztás hővesztesége})$$

$$E_{LT} = (q_{LT,n} (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v} / A_N) \Sigma C_k \alpha_k e_{LT} + [(E_{vent} + E_{LT,s}) / A_N + E_{LT,k} Z_{LT} / Z_F] e_v$$

$$E_{LT} = (18,92 * (1 + 0) + 3091,9 / 239,3) * 0,6 + ((60,833 + 0) / 239,3 + 0 * 0,25) * 2,5 = \mathbf{19,74 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{LT \text{ sus}} = (q_{LT,n} (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v} / A_N) \Sigma C_k \alpha_k e_{LT \text{ sus}} + [(E_{vent} + E_{LT,s}) / A_N + E_{LT,k} Z_{LT} / Z_F] e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{LT \text{ sus}} = (18,92 * (1 + 0) + 3091,9 / 239,3) * 0,784 + ((60,833 + 0) / 239,3 + 0 * 0,25) * 0,1 = 24,99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Légszűrő szakaszok:

Méret	v_{sz}	λ_{sz}	L	$t_{l,f}$	$t_{i,f}$	$U_{kör}$	U_{nsz}	$Q_{,f}$	$Q_{a,f}$	$t_{j,hl}$	$t_{i,h}$	$Q_{,h}$	$Q_{a,h}$
[mm]	[mm]	[W/mK]	[m]	[°C]	[°C]	[W/mK]	[W/m ² K]	[W]	[kWh/a]	[°C]	[°C]	[W]	[kWh/a]
600 x 500	20	0,040	30	18	-15	-	1,053	2,29E3	3091,9	24	35	-	-

Hűtési rendszer

$$A_{hü}: \quad \quad \quad 239,3 \text{ m}^2 \quad (\text{a rendszer alapterülete})$$

$$Q_{hü,n}: \quad \quad \quad 0 \text{ kWh/a} \quad (\text{a gépi hűtés éves nettó energiaigénye})$$

$$Z_{hü}: \quad \quad \quad 0 \text{ h} \quad (\text{a hűtési idejének hossza})$$

$$V_{hü}: \quad \quad \quad 50,0 \text{ m}^3/\text{h} \quad (\text{a levegő térfogatárama})$$

Léghűtéses kompakt és osztott kivitelű (távkonkondenzátoros) folyadékűtő EER=3,0

$$e_i: \quad \quad \quad 2,50 \quad (\text{elektromos áram})$$

$$e_{sus}: \quad \quad \quad 0,10$$

$$C_k: \quad \quad \quad 0,33 \quad (\text{a hűtőgép teljesítménytényezője})$$

$$Q_{hü,k}: \quad \quad \quad 0,00 \text{ kW} \quad (\text{segédenergia igény})$$

$\varepsilon_{H, szab}$:	0.000	(szabályozási veszteségtényező)
$\Delta p_{hü}$:	15 Pa	(a rendszer áramlási ellenállása)
η_{vent} :	50.0 %	(a ventilátor összhatásfoka)

$$E_{vent} = V_{LT} \Delta p_{LT} / 3600 / \eta_{vent} Z_{a, LT} / 1000$$

$$E_{vent} = 50 * 15 / 3600 / 0,5 * 0 / 1000 = 0 \text{ kWh/a}$$

központi előszabályozás

$f_{hü, sz}$:	10.00 %	(a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)
$E_{hü, s}$:	150.0 kWh/a	(a légtechnikai rendszer villamos segédenergia igénye)
$Q_{hü, v}$:	0 kWh/a	(a levegő elosztás hővesztesége)

$$E_{hü} = (Q_{hü, n}(1 + f_{hü, sz}) + Q_{hü, v}) / A_N * \Sigma C_{k\alpha k} e_{hü} + (E_{vent} + E_{hü, s} + Q_{hü, k} Z_{hü}) e_v / A_N$$

$$E_{hü} = (0 * (1 + 0,1) + 0) / 239,3 * 0,825 + (0 + 150 + 0 * 0) / 239,3 * 2,5 = 1.63 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{hü sus} = (Q_{hü, n}(1 + f_{hü, sz}) + Q_{hü, v}) / A_N * \Sigma C_{k\alpha k} e_{hü sus} + (E_{vent} + E_{hü, s} + Q_{hü, k} Z_{hü}) e_{v sus} / A_N$$

$$E_{hü sus} = (0 * (1 + 0,1) + 0) / 239,3 * 0,703 + (0 + 150 + 0 * 0) / 239,3 * 0,1 = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Légcsatorna szakaszok:

Méret	v_{sz}	λ_{sz}	L	$t_{i, f}$	$t_{i, f}$	$U_{kör}$	U_{nsz}	$Q_{, f}$	$Q_{a, f}$	$t_{i, hl}$	$t_{i, h}$	$Q_{, h}$	$Q_{a, h}$
[mm]	[mm]	[W/mK]	[m]	[°C]	[°C]	[W/mK]	[W/m ² K]	[W]	[kWh/a]	[°C]	[°C]	[W]	[kWh/a]
600 x 500	2	0,040	15	20	0	-	3,332	0	0	24	31	770	-

Világítási rendszer

A_N :	239.34 m ²	(a rendszer alapterülete)
υ :	1.00	(a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\Sigma E_{vil, n} / A_N) \upsilon e_v$$

$$E_{vil} = 11 * 1 * 2,5 = 27.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{vil sus} = (\Sigma E_{vil, n} / A_N) \upsilon e_{v sus}$$

$$E_{vil sus} = 11 * 1 * 0,1 = 1.10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Számítógépek

$Q_{+, -}$:	2920 kWh/a	(éves energia nyereség)
$e_{+, -}$:	2.50	(elektromos áram)
$e_{+, - sus}$:	1.00	

$$E_{+, -} = Q_{+, -} e_{+, -} / A_N = -2920 * 2,5 / 239,34 = -30.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{+, - sus} = Q_{+, -} e_{+, - sus} / A_N = 2920 * 1 / 239,34 = 12.20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_P = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hü} + E_{+} = 73,76 + 27,45 + 27,5 + 19,74 + 1,63 + -30,5$$

E_P : **119.58 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

E_{Pmax} : **132.00 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján megfelel.

E_{Pref} : **100.00 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző referencia értéke)

$$E_{sus} = E_{F\ sus} + E_{HMV\ sus} + E_{vil\ sus} + E_{LT\ sus} + E_{hü\ sus} + E_{nyer\ sus}$$

$$E_{sus} = 70,97 + 1,1 + 1,1 + 24,99 + 0 + 12,2 = 110,35 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_P = 110,35 / 119,58 = 92,3 \text{ \%} \quad (\text{Megújuló részarány})$$

$$MER = 98,4 \text{ \%} \quad (\text{Megújuló részarány az épületre})$$

Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E_{prim} [MWh/a]	e_{CO2} [g/kWh]	E_{CO2} [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	4,67	2,50	11,68	365	1,70	-	4,7 MWh
H hőszivattyús elektromos áram	9,41	1,80	16,93	365	3,43	-	9,4 MWh
környezeti hő	5,79	-	-	-	-	-	20,8 GJ
Összesen			28,61		5,14		

A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.

A költségoptimalizált követelményszint (5. melléklet) szerint.

.....
aláírás