

# SZAKDOLGOZAT

Czimer László  
Létesítményenergetikai szakmérnök

Gödöllő  
2024



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Létesítményenergetikai szakmérnöki Szak**

## **IRODAHÁZ ENERGETIKAI KORSZERŰSÍTÉSE**

Belső konzulens:	Dr. Szabó Márta
	Egyetemi Docens
Külső konzulens:	Vona Szabolcs
	ügyvezető
Készítette:	Czimer László
Neptun kód	042EW7
	tagozat levelező
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

**Gödöllő**  
**2024.**

**MŰSZAKI INTÉZET  
LÉTESÍTMÉNYENERGETIKAI SZAKMÉRNÖK SZAKIRÁNYÚ  
TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK**

**SZAKDOLGOZAT**

feladatlap

Czimer László (042EW7)

részére

A szakdolgozat címe:

**Irodaépület energetikai korszerűsítése**

**Feladatkiírás:**

Mutassa be az adott épület energetikai korszerűsítését az alábbiak szerint:

A megváltozott használati szokások és energia költségek miatt Megbízói igények felmérése

Váolja fel az igények alapján a javasolt fejlesztési lehetőségeket.

Mutassa be a kiválasztott fejlesztések megvalósítását, valamint fogyasztási adatok alapján támassza alá a megvalósult fejlesztések eredményeit.

**Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék**

**Külső konzulens:** Vona Szabolcs, Prana Engineering Kft., 1039 Budapest, Királyok útja 46.

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

**Beadási határidő:** 2024. április 22.

Kelt: Gödöllő, 2024. év 03. hó 08. nap

Jóváhagyom

Átvettem

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

(hallgató)

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

Kelt: Budapest, 2024. év 04. hó 10. nap

(külső konzulens)

## Tartalom

1. Bevezetés .....	5
2. Fejlesztés alapjai .....	6
2.1. Épületek energia hatékonysága .....	6
2.2. Épületautomatizálás .....	10
2.3. Komfort tényezők.....	14
2.4. Komplexitás .....	18
3. A fejlesztési feladat.....	20
3.1. Irodaház bemutatása .....	20
3.1.1. Fűtési rendszer.....	22
3.1.2. Hűtési rendszer .....	23
3.1.3. Csőhálózat és hőleadók .....	23
3.2. A feladat meghatározása .....	24
3.3. Tervezett rendszer .....	25
3.3.1. Épületfelügyeleti rendszer fejlesztése .....	25
3.3.2. Fan-coil -ok cseréje .....	27
3.3.3. szivattyúk cseréje .....	30
3.3.4. Megtérülés számítás .....	32
3.4. A fejlesztési feladat megvalósítása.....	37
3.4.1. Épületfelügyeleti rendszer (BMS).....	37
3.4.2. Fan coil csere.....	40
3.4.3. Szivattyúk cseréje.....	43
3.5. Hóakkumulátor.....	44
3.6. Eredmények.....	45
3.7. További lépések.....	50
4. Összefoglalás .....	51
5. Ábrajegyzék .....	55
6. Táblázatok.....	55
7. Irodalomjegyzék .....	56
8. Mellékletek .....	58

# 1. Bevezetés

A munkaköröm által irodaházak ingatlankezelési feladatait látjuk el, mely során az egyik nemzetközi megbízónk (ingatlan tulajdonos cég képviselője, továbbiakban megbízó) azzal a feladattal keresett meg, hogy az általuk székházként is használt irodaház működését a megváltozott követelményekhez igazítsuk, és ezzel energiahatékonyságot fejlesszük. Két fő változást azonosítottunk, melynek meg kellett felelni:

- Covid pandémia alatt bevezetett Home Office intézkedések
- energia árak drasztikus változása

A megbízó képviselőivel több körben egyeztettünk, ahol első körben felmerült a hőtermelő berendezések korszerűbbre történő cserélése (pl: hőszivattyú), mivel a folyadékhűtő 2018-ban cserére került, mint műszakilag indokolt beruházást elvetettük.

Az interjúk alapján, ahol felmértük a jövőbeni működési elképzelésüket javasoltuk, hogy ne a hűtési és fűtési előállítási energia mennyiségen próbáljunk csökkenteni első lépésként, hanem a felhasználás módján. álláspontunk szerint a leghatékonyabban előállított energia pazarló felhasználása esetén sem tudunk megfelelő megtakarításokat elérni.

A megbízó számára az ESG előírások miatt pluszban szükséges volt a fenntarthatósági szempontok megjelenítése a napi működésében, plusz a közeljövőben tervezik az egyik zöld minősítés megszerzését.

Jelen dolgozatomban ezt a folyamatot mutatom be, és a szakirodalom alapján támasztom alá, hogyan lehet a modern működési elvárásoknak megfelelően korszerűsíteni, javaslatot kidolgozni, megvalósítani és a kapott eredményeket kiértékelni.

A megbízó kérése, hogy az irodaház pontos neve és a gazdasági adatok adatvédelmi okok miatt ne szerepeljen a dolgozatban.

## 2. Fejlesztés alapjai

Ebben a pontban szeretném bemutatni, hogy egy irodaépület energiahatékonyság fejlesztése során milyen tényezőket érdemes alapul venni, mely alapján a fejlesztési célok meghatározhatóak.

### 2.1. Épületek energia hatékonysága

*"Buildings don't use energy, people do"* – azaz "Nem az épületek használják az energiát, hanem az emberek" – (Kathryn B. Janda, 2011.)

A fenti megállapítással teljesen egyet értek, mivel első sorban a felhasznált energiával az épület használók komfort érzetének kiszolgálása a cél a biztonságos és egészséges munkavégzés feltételeihez.

Az épületek esetében az energia hatékonyságot talán úgy lehet egyszerűen megfogalmazni, hogy megfelelő komfort biztosításához szükséges energiából csak annyit, csak akkor és csak ott amennyi feltétlenül szükséges.

- A mennyiségre sok tényező van hatással van az épület tulajdonságai és használók igényei
- Az idő és a terület esetében viszont a hatékony épületautomatizálás, épületfelügyeleti rendszer van legnagyobb hatással

Az épületek tulajdonságai:

- gépészeti adottságok: beépítésre került gépészeti berendezések tulajdonságai
- építészeti adottságok: épületszerkezetre és egyéb fizikai paraméterre vonatkozóak, például: szintek száma, szigetelés, tájolás

Használók igényei:

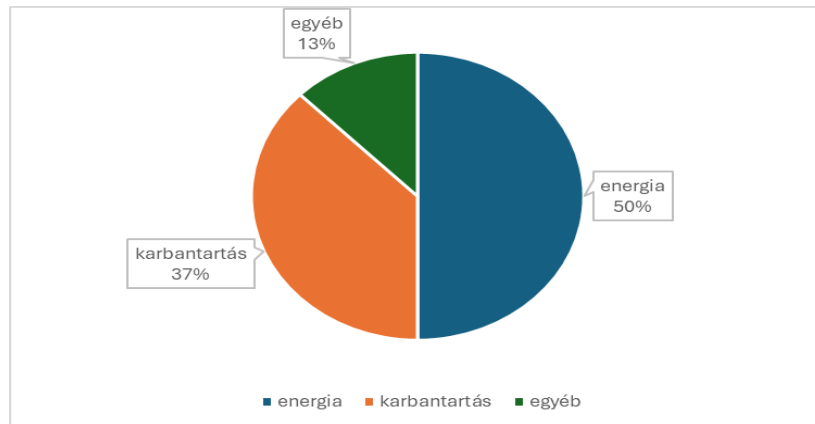
- Komfort tényezők

Épületautomatizálás:

- épületfelügyeleti rendszerek

Általános felfogás szerint az épületek életciklusa alatt felmerülő költségek 80%-a az üzemeltetés során keletkezik (20% beruházási költség – 80% üzemeltetési költség). A felfogás alapja, hogy a beruházási költség nagy összegű de csak egyszeri, addig az üzemeltetési költség az épület teljes élettartama alatt folyamatos.

Az üzemeltetési költség összetevőit az 1. számú ábra mutatja



1. ábra Üzemeltetési költség összetevői

Több tanulmány és elemzés támasztja alá, hogy a jól megválasztott és üzemeltetett rendszerek bevezetésével lehet a műszaki területen a legnagyobb megtakarítást elérni. A megfelelően kialakított és üzemeltetett rendszerekkel akár 40%-os megtakarítás is elérhető, ezen belül a megfelelően ütemezett és végrehajtott karbantartások és felújítások végre hajtása, valamint az energia megtakarítások képezik a legnagyobb tételeket.

A fenti megállapítás még bőven a 2022. energia árrobbanás előtt is ismert volt, mely mutatja hogy a felhasznált energia költsége folyamatosan meghatározó része volt az épületek fenntartási költségeinek. Ennek ellenére a 2010-es évek elején az energia díja alacsony volt, és sajnos ennek köszönhetően jellemző volt a pazarló felhasználása. A komfort berendezések üzemideje nem került szabályozásra, a hét összes napján 24 órában működtek, mert tulajdonosi hozzáállás az volt, hogy az iroda épület 7/24 óra elérhetőségűek, így a megfelelő komfortot állandóan biztosítani szükséges. A díj az éves fenntartási költségekben nem jelent meg kiugró tételként. A beruházások esetén a bekerülési érték fontosabb volt, mint az energiahatékonyság, így sok esetben az energia megtakarítást nem vették figyelembe a döntés folyamán.

A 2010-es évek végére az energia költségek lassú emelkedése mellett a komfort tényezők csökkentése nem volt megvalósítható, így a beruházások során az energiahatékonyság egyre nagyobb szerepet kapott. Valószínűleg az energia hordozók árának változása mellett a környezetvédelmi és fenntarthatósági követelményeknek való megfelelésség miatt is.

A jelenlegi helyzetben az energia hordozók ára konszolidálódott, így kisebb a költsége miatt intézkedési nyomás, viszont egyre nagyobb hangsúlyt kap a fenntarthatóság szempontrendszer. A fenntarthatóság szerepét a kormányzati szerepkör (jogszabályok), valamint a vállalatokkal szembeni egyre nagyobb társadalmi elvárás erősíti.

A kormányzat részéről a nemzetközi vállalások alapján a CO2 kibocsátást a klímavédelmi célok miatt csökkenteni szükséges, melyhez cselekvési tervet kidolgozták és a végrehajtásához szükséges törvényi és jogszabályi háttérrel létre hozták. Ennek megfelelően az elmúlt években sok új jogszabály lépett életbe (többek között: nagyfogyasztó berendezések egyedi mérése, az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról, a fenntartható finanszírozás és az egységes vállalati felelősségvállalás ösztönzését szolgáló környezettudatos, társadalmi és szociális szempontokat is figyelembe vevő, vállalati társadalmi felelősségvállalás szabályairól és azzal összefüggő egyéb törvények módosításáról).

A vállalatok esetében a vállalati irányításban egyre nagyobb szerepet kap az ESG keretrendszer. Az ESG betűszó, amely az alábbi elvárási területekből tevődik össze:

- environmental (környezeti)
- social (társadalmi)
- governance (irányítási)

A jelen dolgozat témája „environmental (környezeti)” terület, mivel az energiahatékonyság abban szerepel, területei:

- klímaváltozás
- hulladékgazdálkodás
- természeti erőforrások

Az ESG keretrendszer bevezetésének egyik célja az üzleti életbe, hogy ösztönözze a vállalkozásokat a minél hatékonyabb és átláthatóbb működésre, valamint egységes rendszer



alapján az összehasonlítást lehetővé tegye. A gyakorlati ösztönző ereje talán az alábbi két formában jelenik meg:

- finanszírozás esetén a többi üzleti szereplő előnyben részesíti a megfelelő ESG szintet elérő vállalkozást (kedvezőbb finanszírozás: zöld hitel; beszállítói láncban a vállalati ESG támogatása, stb)
- lakossági a fenntarthatóbb működésű vállalat termékeinek preferálása

A fentiek felül az ingatlanpiacon egyre nagyobb szerepet kap a megfelelő energia minősítés, melyek közül az alábbiak a jellemzőek:

- Energetikai tanúsítás (bérbeadás és átruházás esetén kötelező)
- Zöld minősítés

#### Energetika tanúsítvány

A számítását és kinézetét a 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet részletesen előírja. Fontos újítás, hogy a tanúsítvány készítőjének fejlesztési javaslat adási kötelezettsége van.

#### Zöld minősítések

Az ingatlanpiacon jellemzően az alábbi minősítéseket használjuk (Barta Zsombor) és (Gulácsy Eszter, 2020):

1. LEED: amerikai szabványon alapuló minősítés, a minősítési eljárása alapján új építéseknel használjuk, mert az előírásokat a tervezésnél figyelembe lehet venni, míg a meglévők esetében a sikeres minősítéshez építészeti átalakítás is szükséges lehet.
2. BREEAM: európai szabvány, meglévő épületek esetében a BREEAM in USE a használatos, azon belül is:
  - i. asset: épületek tulajdonságainak minősítése
  - ii. management: üzemeltetés minősítése
3. WELL: minősítés kifejezetten komfortot veszi figyelembe (egészséges és élhetőbb belső terek kialakítása) és értékeli

Egyre erősebb trend, hogy az ESG előírások miatt nemzetközi vállalatok esetében kizárólag zöld minősítésű épületekben használnak területeket.

A kutatásaim során találkoztam a Jevons paradoxonával, ami William Stanley Jevons megállapításán alapul 1860-as évekből, mely szerint hiába lettek egyre hatékonyabbak a

gőzgépek a szén felhasználás egyre nőtt (Takács-Sánta András egyetemi docens, 2021). Napjainkban úgy fogalmazzuk meg, hiába használunk egyre energia takarékosabb berendezéseket, ha a kényelmünk érdekében egyre többet használunk, mert összességében nő az energia felhasználásunk. A jelen dolgozatban ezért is a felhasznált mennyiség csökkentés volt a cél, és nem a költségek optimalizálása.

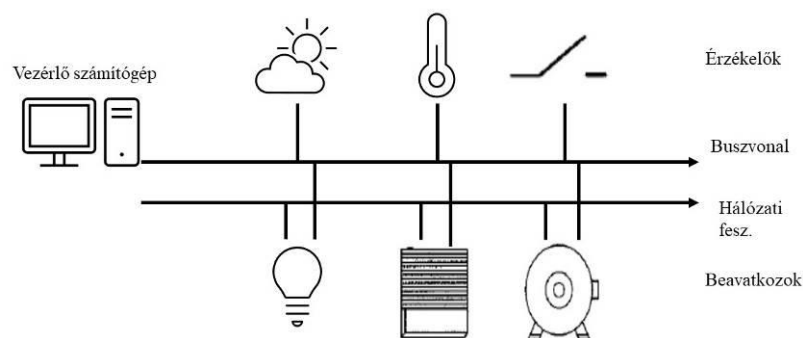
## 2.2. Épületautomatizálás

Az épületautomatizálás fogalmának több megfogalmazása van, én a wikipédia-ban szereplőt vettem alapul:

*„Az épületautomatizálás az ember számára kényelmes épített környezet biztosításának és az üzemeltetési ráfordítások optimalizálásának szakterülete. ... Az épületirányító rendszerek feladata, hogy a gépészeti (köztük a vízellátás, fűtés/hűtés, szellőztetés és légkondicionálás), biztonsági, tűz- és árvédelmi, világító (és vészvilágító), stb. rendszereket, berendezéseket ellenőrizzék és automatikusan irányítsák. Intelligens épületről beszélünk, ha épületirányító rendszerét úgy alakították ki, hogy az széles körben információkat gyűjt és ezekre alapozva alkalmas tetszőleges automatikus eljárás beprogramozására, ezek ellenőrzését lehetővé tevő automatikus mérési jegyzőkönyvek (grafikonok, elemzések) elkészítésére”. [Wikipédia]*

A fenti definíció alapján azt a berendezést, ami a gépészeti egységek és azok berendezéseit ellenőrizni és irányítani, valamint a beérkező adatok feldolgozni és rögzíteni tudja épületfelügyeleti rendszernek hívjuk.

Az épületfelügyeleti rendszert (vagy BMS: Building Management System) a terjedelmi korlátok miatt részletesen nem mutatom be, az egyszerűsített működési elvét a 1. számú kép mutatja



1. kép épületfelügyeleti rendszer egyszerűsített működési elve

**Vezérlő számítógép:** az épületfelügyeleti ezen fut, valamint itt jelenik meg a kezelői felület. Feladata az érzékelők által küldött információk feldolgozása, mely alapján a megfelelő algoritmusoknak megfelelően beavatkozási parancsok kiadása a beavatkozók felé.

**Buszvonál:** Ezen történik a kommunikáció a központi egység (vezérlő számítógép) és a terepi eszközök (érezkelők, beavatkozók, stb.) között.

**Hálózati feszültség:** A beavatkozók részére szükséges tápenergia biztosítása.

**Érzékelők:** villamos jellé alakítják az általuk érzékelt valamilyen fizikai mennyiséget, majd digitális formában a buszra küldenek (pl. külső hőmérséklet, szobatermosztát, berendezés állapotok, stb.).

**Beavatkozók:** a vezérlő számítógép által kiadott parancsokat veszik a buszon, dekódolják és a bennük lévő parancsokat végrehajtják, azaz a hozzájuk kapcsolt végkészülékek működését vezérlik (pl. kazánok, légkezelők, elektromotoros fűtésszelepek).

A gépészeti berendezések (pl. folyadékhűtők, kazánok) több érzékelővel és beavatkozással szereltek, melyeket jellemzően a berendezés vezérlése kezeli, így a központi számítógéppel közvetlenül tud kommunikálni és a kapott utasításoknak megfelelő beállítási állapotokat önállóan vezérli (pl. előremenő víz hőmérséklete)

A z MSZ EN 15232:2012 szabvány alapján az energiafelhasználás függvényében az épületek négy kategóriába sorolhatóak:

### „A” kategória (legjobb)

Magas energiahatékonyságú épületfelügyeleti és üzemeltetési rendszerek:

- Hálózatba kötött épületautomatika automatikus igénygyűjtéssel és igényszabályozással
- Időzített karbantartási ciklus
- Energia felhasználás folyamatos figyelemmel követése
- Fenntartható energia optimalizáció

### „B” kategória

Átlagosnál fejlettebb épületfelügyeleti rendszerek alapszintű üzemeltetési funkciókkal:

- Hálózatba kötött épületautomatika automatikus igénygyűjtés és igényszabályozás nélkül
- Energia felhasználás folyamatos figyelemmel követése
- Nincs fenntartható energia optimalizáció

### „C” kategória

Átlagos épületfelügyeleti rendszerek:

- Hálózatba kötött épületautomatika az elsődleges (primer) berendezéseknél pl.: kazánok, légkezelők, időjárásfüggő szabályozás.
- Nincs elektronikus helyiségautomatizálás, csak termosztatikus radiátor szelepek vannak.
- Nincs energia felhasználás folyamatos figyelemmel követése

### „D” kategória

Minimum követelményeket nem teljesítő épületfelügyeleti rendszerek:

- Nincs hálózatba kötött épületautomatizálás pl.: csak kazán termosztát van.
- Nincs elektronikus helyiségautomatizálás.
- Nincs energia felhasználás folyamatos figyelemmel követése

A fenti besorolás alapján az irodaház a D kategóriába esett, mivel az épület építése óta (2000.) nem történt fejlesztése, így csak az akkori elvárásoknak megfelelően a főbb berendezések (kazán, légkezelők, hűtőgépek) időprogramját és hibäüzeneteit kezelték. A fejlesztési cél a helysége szintű vezérlés kialakítása.

Az energiahatékonyság növelése érdekében az előzőekben már meghatároztunk tényezőket, az alábbiakban bemutatom az épületfelügyeleti rendszer hogyan tudja támogatni a megvalósításukat.

#### Időbeliség (csak akkor):

Az elmúlt években az előzőekben már leírt folyamatos és állandó komfort szolgáltatások nyújtása már nem szigorú követelmény, helyette a használói igényeknek való megfelelés került előtérbe. Az új elvárások szerint az épület használatának függvényében történjen a szolgáltatás, mely során a használókkal közösen kerül kialakításra a szükséges időszáv, míg a többi időszakban kikapcsolva vagy alapállapotban lehetnek a berendezések.

Ennek megvalósítása az épületfelügyeleten keresztül úgynevezett időprogram szolgál, ahol az egyes berendezések működési ideje előre programozható.

Ezzel két további cél is elérhető:

- a berendezések használati idejét is növeljük, meghatározott élettartamát (üzemóra) később érjük el
- karbantartási gyakoriság csökken

#### Terület (csak ott):

A komfort szolgáltatásokat a használók által aktuálisan használt helységekbe biztosítjuk, üres és használaton kívüli helységek kezelése energia pazarlás.

Ennek megvalósítás már összetettebb, mivel folyamatosan érzékelni kell a használók jelenlétét, vagy előre programozni az igényeket. Továbbá a gépészeti rendszereknek képessé kell lennie a használaton kívüli területek kizárására vagy korlátozására.

A megfelelő energiahatékonyság elérése és fenntartása miatt a beruházások mellett meg kell említeni a kialakított rendszerek megfelelő fenntartását, karbantartását. A megfelelő energia hatékonyságot támogató rendszerek összetettek és komplexek melyek bekerülése és fenntartási költsége is magas. Nem megfelelő karbantartás esetén a működésük nem lesz hatékony, így az élettartalmuk valamint a realizált energia megtakarítás is a tervezetnél kisebb lesz.

### 2.3. Komfort tényezők

Az életünk meghatározó részét épített környezetben (épületen belül) töltjük, ezért az egészségünk és élet minőségünk miatt fontos hogy azt milyen környezetben tesszük.

Közérzet: az emberben a környezetével kapcsolatban kialakuló szubjektív komfort érzés, amit az akusztikai viszonyok, a szaglás, a tapintás, a vizuáliskörnyezet, a vibráció, a légállapot stb. befolyásolnak.

A komfortérzetet jelentősen befolyásoló tényezők:

- zaj,
- megvilágítás,
- tér, térfogat (környezet)
- sugárzás,
- légnyomás,
- belélegzett levegő összetétele,
- térerők,
- légmozgás,
- hőmérséklet.
- nedvesség

Hőérzet: az emberben a környezeti hőmérséklet érzettel kapcsolatban kialakuló szubjektív érzés, amit főként az alábbi tényezők befolyásolnak (Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség Komfortelmélet, 2024) :

- levegő hőmérséklete, annak térbeli, időbeli eloszlása, változása,
- a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete,
- a levegő relatív nedvességtartalma
- a levegősebessége, turbulenciafoka,
- az emberi test által megtermelt hő, leadott hő és a hőszabályozása
- a viselt ruházat hőszigetelő tulajdonsága, párolgást befolyásoló hatása

A hőkomfort személyenként változó, ezért erősen szubjektív ki milyen paraméterek mellett érzi magát komfortosan.

Az emberi test hőleadása négy módszerrel történhet (Schifter Ferenc, ny. fiiskolai docens

Dr. Tolvaj Béla, Ph.D. egyetemi docens, Épületenergetika):

- sugárzás útján 42-44%
- konvekció útján 32-35%
- párolgás útján 21-26%
- vezetékes (elhanyagolható, ezért a konvekcióval együtt számoljuk)

Mely során a sugárzás és párolgás lehet ellenkező előjelű (a szervezet hőt vesz fel), addig a párolgás csak hőleadással járhat. Az első kettőt száraz, míg a párolgást nedves hőleadásnak nevezzük.

Az adott környezetben a hőleadás melyik formája működik az függ a környezet paramétereitől.

Hőkomfort érzet:

Az adott terület használói általi hőkomfort érzetét az Ashrae pszicho fiziológiai szubjektív hőérzeti skála alapján tudjuk meghatározni (Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség: Komfortelmélet, 2024):

A módszer, hogy a használók az alábbi érzetek alapján meghatározzák a szubjektív hőérzetüket, majd a hozzájuk rendelt pontszámot összeadjuk. A szubjektív hőérzeti skála alapján megfelelő a hőérzet ha a végeredmény nulla

- Forró +3
- Meleg +2
- Kellemesen meleg +1
- Neutrális 0
- Kellemesen hűvös -1
- Hűvös -2
- Hideg -3

A méretezésnél az ember hőegyensúly alapegyenletét használjuk (Schifter Ferenc, ny. fiiskolai docens Dr. Tolvaj Béla, Ph.D. egyetemi docens, Épületenergetika):

$$H - E_d - E_{sw} - E_{re} - L = K = R + C$$

H- belső hőtermelés

$E_d$  - bőrön keresztüli páradiffúzió

$E_{sw}$  - bőr felszínéről izzadással elvezetethő

$E_{re}$  - kilégzett rejtett hő

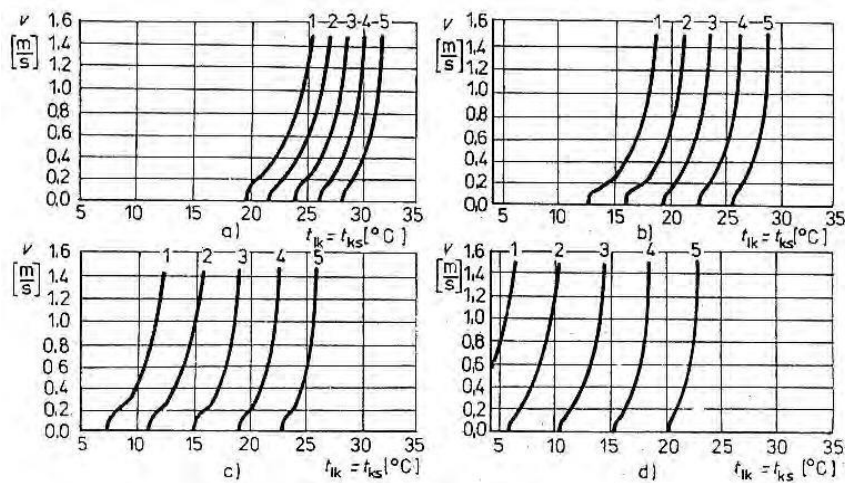
L -kilégzés száraz hővesztesége

K - hőátadás bőr ill felöltözött ember külső felületéről

R – sugárzásos hőveszteség

C - konvekciós hőveszteség

A fenti egyenletek alapján kidolgozott Fanger komfortdiagramok használata nagyban megkönnyíti a zárt térben történő tervezési munkákat, melyek közvetlenül alkalmasak méretezésre (2. számú kép). A kidolgozás során figyelembe vették, mivel a komfort szubjektív érzés, ezért nem lehet 100%-es eredményt elérni (mindenki teljesen komfortos), ezért 5%-os elégedetlen aránnyal kalkuláltak (Dr. Kajtár Lászl, 2019) .



2. kép Fanger komfortdiagrammok

Az épületek komfort paramétereinek változtatása egyoldalúan soha nem javasolt, az alábbiakban bemutatom, hogy az irodaház esetében, az előzetes tulajdonosi jóváhagyás, és informális használói egyeztetések (személyes találkozók) alapján milyen intézkedések és javaslatok kerültek a használók részére megküldésre:

Az alábbi üzemeltetői körlevél kivonat (Robertson, 2022.) az energia válság folyamán kiküldött tájékoztató, melyben leírásra került milyen energia csökkentési intézkedések történtek, és azok hogy érintették a komfort tényezőket.



A további fogyasztások csökkentése végett – mely az Önök érdekében történik - a használók részéről is együttműködés szükséges tekintettel arra, hogy az eddig megszokott komfort tényezők módosításra kerülnek előzetes egyeztetés alapján várhatóan 2022. december 01-től:

1. légkezelők által befűjt előkezelt levegő hőmérsékletét 20°C állítjuk
2. munkaidőn kívül (munkanapokon 18:00 – 8:00 és munkaszüneti napokon) az épület alaphőmérsékletét 15°C-ra állítjuk
3. légkezelők üzemideje csökkentésre kerül (munkanapokon 8:00 – 17:30)
4. használati melegvíz hőmérséklete csökkentésre kerül (maximum 50°C)
5. fűtővíz hőmérsékletét munkaidőn kívül csökkentjük
6. épület világítás csökkentése (munkaidőben a biztonságos közlekedés, munkaidőn kívül a szükséges elégséges szintre)

A fentiek felül javasoljuk a dolgozóikkal közösen tartsák be az alábbi szabályokat is annak érdekében, hogy az energia fogyasztást a legalacsonyabb szinten tartsák:

1. használt helyiségekben maximum 20°C hőmérséklet kerüljön beállításra
2. nem használt helyiségben a fan-coil-ok kerüljenek kikapcsolásra, vagy a hőmérsékletet 15°C-ra állítsák
3. lámpák és nem használt fogyasztók minden esetben kerüljenek lekapcsolásra
4. ablakok kizárólag a szellőztetés idejére, rövid időtartamra (max 3 perc) kerüljenek kinyitásra
5. szerver helyiségek hőmérsékletének felülvizsgálata (lehetőség szerint emelése)
6. az épületbe saját hőszugárzót, vagy egyéb hőforrást munka és tűzvédelmi okokból bevinni és használni tilos

Természetesen nyári átálláskor a beállított értékeket megfelelően módosítottuk és a használókat tájékoztattuk.

A szakmai általános álláspont, hogy 1°C hőmérséklet változással 6-8% energia takarítható meg, melyet az eddigi tapasztalataink alátámasztottak (Gelesz Adrienn 2022.).

A jelen fejlesztési feladat során cél volt, hogy a komfort paraméterek ne változzanak, amit sajnos nem sikerült tartani:

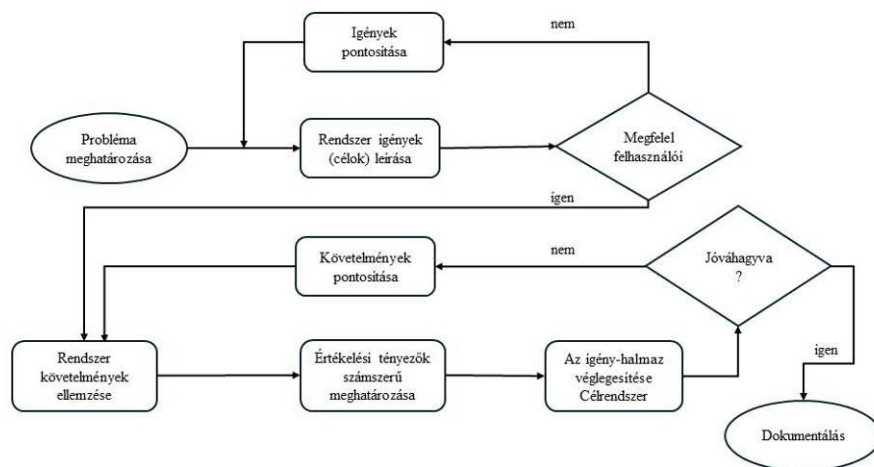
- eddigi egyedi fan-coil hőmérséklet állítást felváltotta a helységközponti, így a használóknak konszenzusra kell jutnia a beállított hőmérséklet esetében (nem lehet egyedi mikroklímát kialakítani)
- egyedi állításnál lehetőség volt a fan-coil kikapcsolására, vagy ventilátor fokozat állítására (huzat hatás), amit a központi vezérlés nem tesz lehetővé.

## 2.4. Komplexitás

A feladat összeállítása során szembesültünk azzal, hogy megbízói elvárások teljesítéséhez nem volt elegendő csak az épületfelületei rendszer fejlesztése, mert a fan coil-ok cseréje nélkül nem tudtuk volna a helységnyi beavatkozást elérni, valamint a szivattyúk cseréje nélkül a hatékony működtetést.

*„A gazdálkodás, a tervezés, a fejlesztés a hatékony üzemeltetés olyan összetett problémákat hoznak a felszínre, amelyek eredményesen csak a komplexitást megfelelően kezelni tudó irányítási, döntési módszerek alkalmazásával oldhatók meg. A gazdálkodásban a főszerepet nem az egyszerű kapcsolatok, hanem az alkotóelemek közötti többszörösen összetett, egymásra rakódó bonyolult kölcsönhatások játsszák.”* [Soós János és szerzői kollektívája, 2002]

Fenti leírásnak megfelelően, az általuk készített folyamat alapján (2. számú ábra), többszöri visszacsatolással határoztuk meg és fogadtattuk el a fejlesztési feladatot

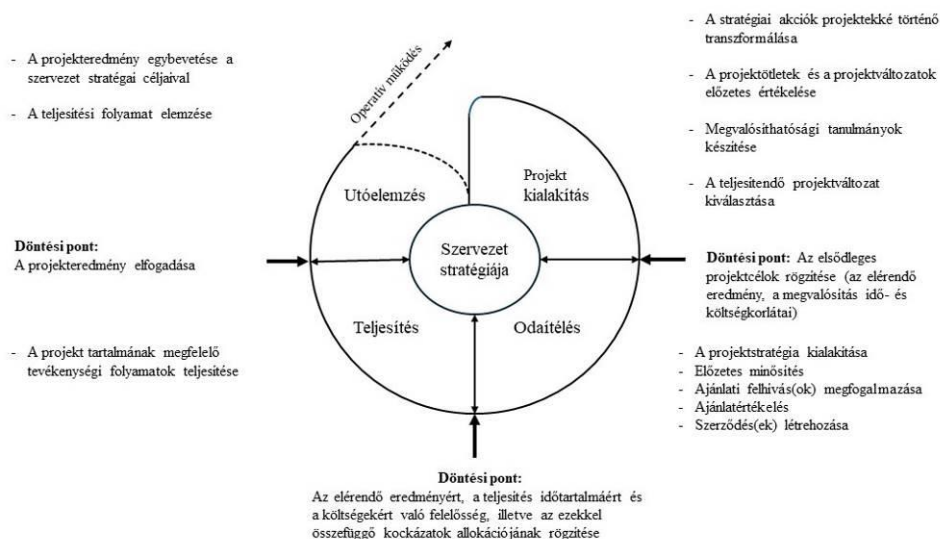


2. ábra követelmények és a célrendszer meghatározásának folyamata

Fontos megemlíteni, hogy a szakirodalom által is megfogalmazottan nem a magát a funkciót valósítjuk meg (megfelelő komfort, felhasznált energia csökkentése), hanem az ahhoz szükséges eszközöket és eljárásokat valósítjuk meg:

*„A projekteredmény létrehozása során ugyanis közvetlenül nem az ellátandó funkciókat valósítjuk meg, hanem a funkciók ellátását biztosító eszközöket hozzuk létre, illetve a meglévő elemeket rendezünk össze egy olyan kombinációnak megfelelően, amely biztosítja az eredmény elvárt funkciók szerinti működőképességét.”* [Soós János és szerzői kollektívája, 2002]

Az ingatlankezelés és üzemeltetés során az ilyen fejlesztési feladatok kiemelten fontosak, mert az épületgépészet terén 20-25 évig meghatározzák az épület működését és műszaki állapotát. A fejlesztési folyamatokat a Soós János és szerzői kollektívája (2002) által megfogalmazva az alábbi 3. számú ábra a projekt ciklus modellje mutatja be



3. ábra projekt ciklus modellje

## 3. A fejlesztési feladat

### 3.1. Irodaház bemutatása

Az épület egy kiváló lokációjú, első generációs irodaház, parkoló nincs, a közeli parkolóházakban bérelhetők helyek.

Építés éve: 2000

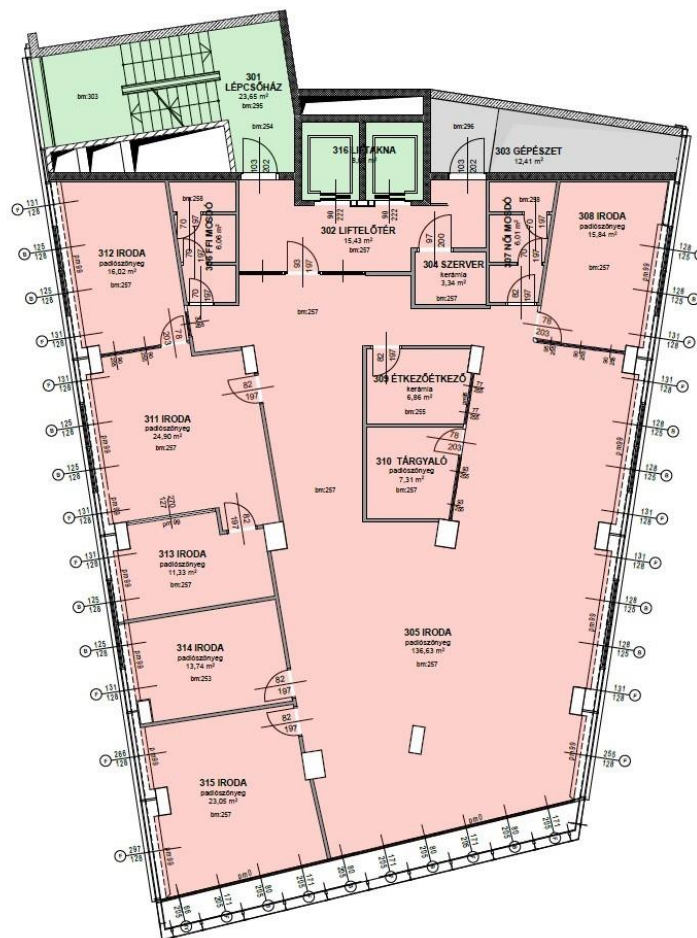
Alapterület: 4 031 m<sup>2</sup>

Iroda: 3577 m<sup>2</sup>

Üzlethelység: 283 m<sup>2</sup>

Tetőtér iroda: 171 m<sup>2</sup>

Átlagos irodai szint alaprajzát a 3. számú kép mutatja



3. kép irodai szint alaprajz

Az üvegeépület 2000-ben készült el, monolit vasbeton vázas szerkezettel egy trapéz alakú telken. A kis alapterületű telek és a metró aluljáró közvetlen közelsége miatt nincs parkolásra alkalmas pinceszintje, csak a gépészeti egységek kerültek kialakításra.

A földszinten és az első emeleten bankfiók található, ami közvetlen külső bejárattal és a szintek között belső lépcsővel rendelkezik.

A második és a kilencedik emeletek között azonos elvek alapján irodaszintek kerületek kialakításra, monolit vasbeton liftakna, lépcsőházi merevítőfal és szerelt homlokzati üveg felületek határolásával. A nyílászárók hőszigetelő üvegezésűek, relaxával és hővisszaverő fóliával rendelkeznek. A szintek részben cellás, részben egyterű kialakításúak, a konyha és étkező területek elhelyezésében különböznek, illetve az épületgépészeti megoldásuk különböző.

Az épület központi fűtésű, a kazánok és a hőelosztó a pincében kapott helyet. Az épület fűtése négycsöves fan-coil, a légcserét szellőztető rendszer biztosítja szintenként. A hűtés gépészeti egységei az épület pincéjében található. A lépcsőházból a gépészeti vezetékek elérhetők. A szintek közötti kapcsolatot két személylift biztosítja. A padlóburkolatok jellemzően mázas kerámia, az irodák szőnyegpadló burkolatúak.

A kilencedik emelet visszahúzott, a felépítményrészhez kényelmes panorámás terasz tartozik. A terasz lapos tető szigetelése járható lapburkolatú, az épület tetőszigetelése lágyfedés és a liftgépház szigetelése fémlemez borítás.

Az épület nem rendelkezik sprinkler hálózattal, csak a portára bekötött füstérzékelők segítik az esetleges kár minimalizálását.

A Baross utca 3. szám alatti épületrész a szomszédos hagyományos téglá-építésű, magastetős, ácsolt és fém tetőszerkezetes, síkpala-fedésű épületben helyezkedik el (6. emeleti tetőtéri iroda rész). A tetőtér utólagos beépítésével keletkezett az irodaterület. A beépítés során három, az utcáról nem látható télikertszerű bevilágító zárt terasz is kialakításra került. A belmagasság a tetőgerinc alatt kedvező, a térdfalak felé haladva csökken. A két hosszú helyiségből és csatlakozásuknál vizes helyiségcsoporttal kialakított épületrész főleg nagy teres irodákat tartalmaz. A burkolatok szőnyegpadló és festett fal. A homlokzati nyílászárók az utcáról nem láthatók, visszaugrasztásra kerültek, fa szerkezetűek, hőszigetelő üvegezésűek.

A földszinti és pincszinti helyiségcsoport egyszerű kialakítású, saját gázkazánról fűtött, hideg és meleg burkolatokkal rendelkezik. Megközelítése a Baross utca felől közvetlen

utcaszíni. A keskeny utcafronton a bejárati ajtó mellett egyetlen ablak fér el, így a portálozás nem lehetséges. A bérelő fogászati röntgeneket végző szolgáltató, az általa használt helyiségek jó állapotúak, de az alaprajzi elrendezés nem ideális, inkább zezugos. Az albetétben belül önálló lépcső vezet a pincehelyiségekhez.

Az irodaépület meglévő gépészeti rendszerei:

- 4 csöves fan coil egyedi vezérléssel
- gázkazán: 2 db
- folyadékhűtő: 1 db
- szellőzés: 2 db légkezelő
- használati melegvíz: helyileg bojlerok által
- Épületfelügyeleti rendszer (BMS)

A jelen szakdolgozatban bemutatásra kerülő fejlesztés az alábbi gépészeti egységeket érinti, ezért kiindulási állapot az alábbiakban kerül bemutatásra.

### 3.1.1.Fűtési rendszer

Az épület fűtési energiaigényét 2 db Viessmann Paromat Triplex gázkazán szolgálja ki, egységtelejesítményük: 170 ill. 225 kW.

A hűtési-fűtési rendszer: négycsöves hálózat; hőhordozó 80/60°C-os melegvíz és 7/12°C-os hidegvíz.

A fűtési hálózat: két függőleges elosztású fől szálló vezetékről szintenként ágazik le egy-egy szintnek a fűtési alapvezetéke.

Nyomáskülönbséggel rendelkező osztó-gyűjtőn keresztül jut el a melegvíz a hálózat további pontjaira.

Hőleadók:

Légkezelők (80/60°C)

Fan-coilos, radiátoros rendszer (80/60°C)

Használati melegvíz készítés. (80/60°C)

A hőközponti fő keringtető szivattyúk cseréje az életkoruk miatt (2000) az üzembiztonság miatt is javasolt, valamint gazdaságilag megtérülő befektetés,

### 3.1.2. Hűtési rendszer

Az épület hidegenergia igényét 1 db kültéri, kompakt központi folyadékhűtőgép szolgálja ki, amely a 9., a legfelső használati szint fölött a tetőszinten található.

A folyadékhűtő típusa: ACM Kalte Klíma SCAEY-P 442, teljesítménye: 400 kW, 7/12°C 35°C-os külső hőmérsékletnél; gyártási év 2019 március.

A pinceszinten lévő hűtési osztó-gyűjtő a következő rendszereket látja el:

Légkezelő hűtési rendszert (7/12°C)

Fan-coil hálózat (7/12°C)

A hűtési fő keringtető szivattyú állapota az életkorából és ebből következően a magas üzemidőből kifolyólag nem megfelelő, elhasználódott. A felméréskor is erős szivárgás volt tapasztalható a tengely mellett a szivattyútestből.

### 3.1.3. Csőhálózat és hőleadók

Az irodák és közös használatú terek hűtését és fűtését francia gyártmányú VAC típusú, álló, gyári burkolatos fan-coilok biztosítják. A fűtési, hűtési vezetékek álpadlóban és a parapettben szerelt előtétfalban vannak vezetve. Itt kerültek elhelyezésre a fan-coilok is. Alapvetően 3 típus került beépítésre: VAC 20, VAC40, VAC 60.

Az elosztó hálózat a -1 szinten kialakított hőközpontból indul. Két felszállóra van kötve az egész épület, melyről szintenként ágaznak le a vezetékek. A hűtési és fűtési visszatérő vezetékekben az irodai területen, az álmennyezet fölött TA-STAD mérő-beszabályzó szelepek, az előremenőkbe pedig golyóscsapok vannak.

A készülékek vízdali bekötései mindenhol Ø 15x1 réz vezetékkel készültek, de több helyen találtunk olyan csatlakozásokat, ahol vagy a szelep vagy a bekötővezeték hűtési szigetelése hiányos, általában 10-20 cm-en. Ennek pótlása fontos, mivel a felületi párakicsapódás kismértékű csepegéshez, nagymértékű korrózióhoz vezet. Ez a folyamat néhány helyen már látható is. (4. számú kép)



4. kép VAC típusú fan coil állapota

A megfelelő működtetés érdekében a fan-coil termoelektromos szelepeket egységesen egy típusra ajánlott cserélni.

### 3.2. A feladat meghatározása

A megbízónk 2022. júliusában azzal a feladattal keresett meg, hogy az általuk székházként is használt irodaház működését a megváltozott követelményekhez igazítsuk, valamint a extrém módon dráguló energia költségek miatt költségcsökkentő beruházásokra tegyünk javaslatot. A felkérés alapján közös megbeszélést tartottunk, ahol két fő változást azonosítottunk, melynek meg kellett fellelni:

- Covid pandémia alatt bevezetett Home Office intézkedések
- energia árak drasztikus változása

Az irodaház 3 területre (funkció) bontható, melyek működése eltérő:

- a) iroda terület
- b) földszint és belső emeleti üzlethelység (bankfiók)
- c) földszinti ülethelység és alatta található pince (orvosi szolgáltató)

Az orvosi szolgáltató területe bérbeadásra került külső félnek, illetve a gépészeti rendszere teljesen független az épület rendszeritől, ezért a fejlesztésnek nem része.

A megbízó elmondása alapján a szervezetükön belül vezetői döntés lett, hogy kötelező két Home Office napot jelölnek ki (csütörtök és péntek), így az épületet a hétvégével együtt négy napra lesz lehetséges alap állapotba helyezni.

Meghatározott alapállapot:

- télen: világítás és szellőztetés kikapcsolt, a fűtés temperálási állapotban



- nyáron: világítás, szellőztetés, és hűtés is kikapcsolt állapotban

A megvalósítás lehetőségei:

- előállítás költségeinek csökkentése: folyadékűtők és kazánok cseréje energia hatékonyabbra
- felhasznált mennyiség csökkentése: a felhasználás módjának racionalizása és hatékonyabb tétele

A megbízó képviselőivel több körben egyeztettem, ahol első körben felmerült a hőtermelő berendezések korszerűbbre történő cserélése (pl: hőszivattyú), mivel a folyadékűtő 2019-ben cserére került, mint gazdaságtalan beruházást elvetettük.

Javaslatunk alapján a felhasználási módhoz, igényekhez való működés kialakítása lett a cél, amit a helyszíntű vezérlés megvalósításával lehet elérni.

A helyszíntű vezérlés megvalósítása az épület BMS rendszerének fejlesztése által kerül meghatározásra.

### 3.3. Tervezett rendszer

A feladat komplexitása miatt többen vettünk részt a megvalósításban, mivel a több területet érintett a feladatom az egyes szakvállalkozók munkájának összefogása, a BMS rendszer fejlesztése során én végeztem megbízói érdekek képviselését, míg gépészeti oldalon a szakvállalkozók közvetlen irányítását projekt manager kollégám végezte.

#### 3.3.1.Épületfelügyeleti rendszer fejlesztése

A meglévő Johnson Controls épületfelügyeleti rendszer az épület életkorával megegyező, és az évek során nem történt fejlesztése. Kizárólag alapszintű vezérlésekre volt alkalmas:

- légkezelő
  - indulási és leállási időprogram
  - befűjt levegő hőmérséklete
- folyadékűtő
  - indulási és leállási időprogram
  - hiba üzenet
- kazánok
  - hiba üzenet

A fejlesztés során feladatként a helységi szintű hőmérséklet vezérlést kiépítését, valamint a fő gépészeti egységek vezérlésének a kialakítását vettük. A régi rendszer kötöttségei, valamint a Johnson Controls rendszerek díjainak ismerete alapján teljesen új rendszer kiépítése lett a tervezési feladat.

#### Célok

- Energia felhasználás optimalizálás, a költségek csökkentése
- Fan-coil rendszer vezérelhetővé tétele
- Az energia elosztást optimalizálni képes automatika rendszer és ehhez illeszkedő épületfelügyeleti rendszer telepítése
- távoli elérés megvalósítása
- hiba esetén email küldés
- A fan-coil egységek cseréjét követően egyedi fan-coil szabályzók kiváltása, bus kommunikáció képes helyiség szabályzókkal, felügyeleti integrációval
- Az egységes felügyelettel és kommunikáció képes helyiség szabályzókkal és tudatos üzemeltetéssel energia megtakarítás elérése
- fogyasztásmérés illeszthetősége a felügyeleti rendszerhez

#### Lehetőségek

- Új épületfelügyeleti rendszer telepítése
- Helyiség szabályzók cseréje

#### Javaslat:

- Hőközponti szivattyúk vezérlés bővítése, ikerszivattyúk csoportos áramkörének megszüntetésével, egyedi áramkörök kialakításával, a meglévő elavult elosztó cseréjével
- Légkezelő berendezések vezérlésének cseréje
- Kazánházi elosztó cseréje, fűtési ikerszivattyúk csoportos áramköreinek egyedi áramkörökre cserélése

További előnyök:

A rendszer képes a jövőben felmerülő igények kiszolgálására is:

- Busz kommunikáció képes mérőórák felszerelésével (hőmennyiségmérő, villamosfogyasztásmérő, M-bus vagy Modbus) fogyasztási adatok gyűjtése.
- A rendszer képes megfelelni az 1/2020. (I. 16.) MEKH rendeletben foglalt almérő rendszer követelményeinek
- Egyedi helyiség szabályzók integrálása, adatok gyűjtése és beavatkozás, amennyiben a helyiség szabályzók cseréje megtörténik, ezzel megvalósulhat a MSZ EN 15232 szabvány szerinti energetikai besorolás szerinti C kategória, a jelenlegi D kategóriáról.
- A rendszer képes megfelelni 7/2006. (V. 24.) TNM rendeletben foglalt Épületfelügyelet követelményeinek (9.1,9.1.1,9.1.2,9.1.3) a megfelelő mérők kiépítése esetén
  - az épület energiahatékonyságának értékelésére, az épülettechnikai rendszerek hatékonyságcsökkenésének jelzésére, a kezelőszemélyzet tájékoztatására, az energiahatékonyság javításának lehetőségeire
  - összekapcsolt épülettechnikai rendszerek esetében a kommunikációra, és épülettechnikai rendszerekkel való átjárhatóságra, a különböző típusú jogvédett technológiáktól, berendezésektől és gyártóktól függetlenül.
  - biztosítja a folyamatos épületfelügyeletet, méri az épület rendszerhatékonyságát, jelzi a kezelő személyzetnek a rendszer jelentős hatékonyság csökkenését és a karbantartásigényt.

### 3.3.2. Fan-coil -ok cseréje

A fejlesztési terv összeállítása során a felmérések és egyeztetések folyamán felmerült, hogy a meglévő VAC típusú, álló fan-coilok berendezések elérték az élettartalmuk végét. A 5. számú. képen látható a meglévő fan-coil általános gépészeti bekötése.



5. kép VAC típusú fan coil bekötése

Míg a 6. számú képen látható a bekötési pontok állapota ahol jól megfigyelhetőek a korróziós hatások



6. kép VAC típusú korrózió

További probléma volt, hogy a berendezések egyedi termosztáttal voltak ellátva, így a központi vezérléshez (épületfelügyeleti rendszerbe kötés) szükséges automatika elemek illesztése is korlátozottan lett volna lehetséges.

A megbízóval történt egyeztetés alapján az irodaépület össze fan-coil berendezése cserére került, mivel a berendezések cseréje az épületfejlesztési feladattól függetlenül javasolt (többek között az éves értékbecslési jelentésben is mint kockázat szerepel).

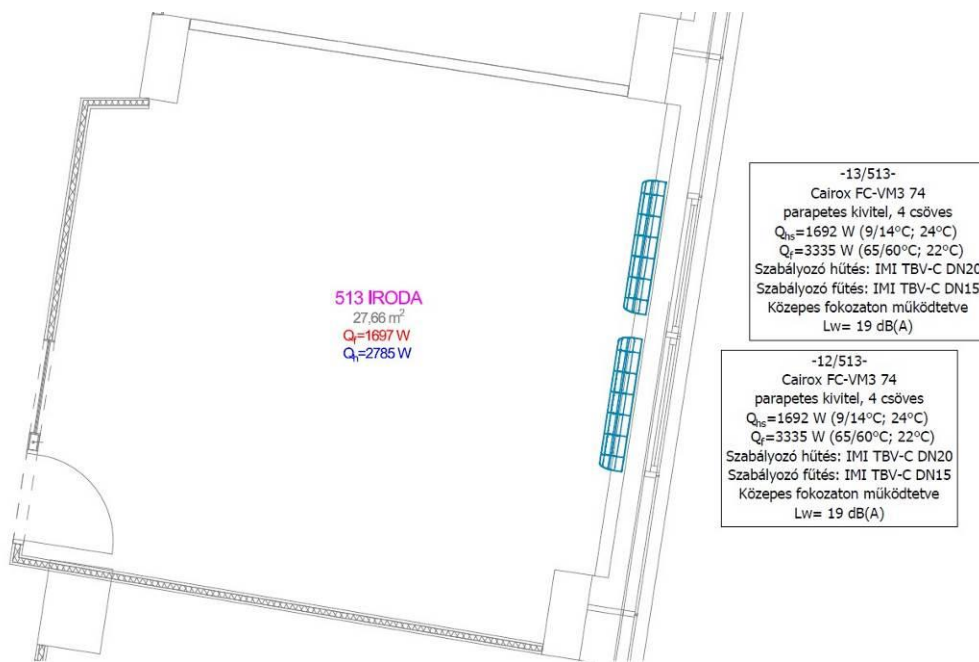
A fan-coil csere projektet is két részletben hajtottuk végre:

1. felmérés és gépészeti kiviteli terv készítése
2. kivitelezés pályáztatása és megvalósítása

#### 1. felmérés és gépészeti kiviteli terv készítése

Egyszerűsített tervezői pályázattal kiválasztott tervező iroda az épület alaprajzai alapján felmérte a meglévő állapotot és alaprajzon jelölve elkészítették a javasolt kiosztást melyen jelölték a szükséges szelepcseréket is.

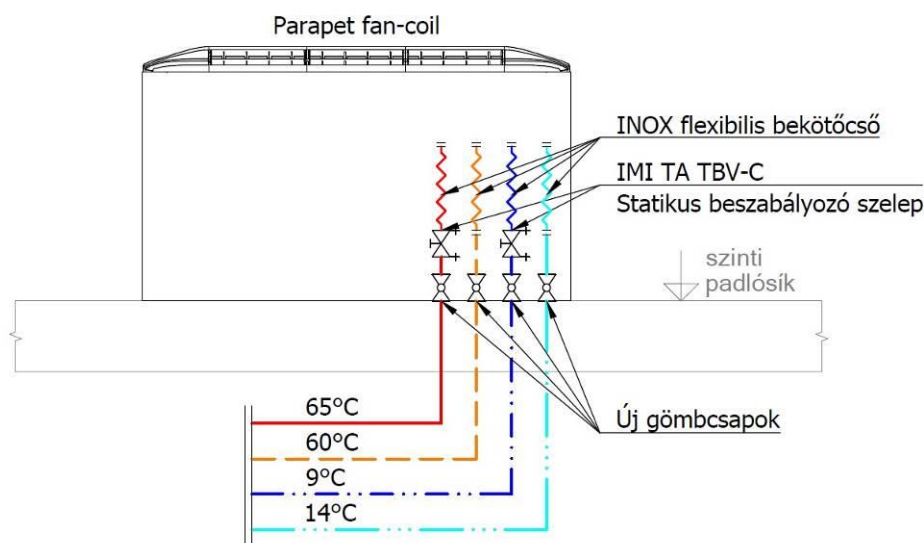
Az elkészült terveken helység szinten került jelölésre a szükséges a hűtési és fűtési energia igény, illetve a betervezett eszközök adott paraméterek melletti műszaki teljesítménye. Az 7. számú képen egy 5. emeleti déli tájolású iroda látható:



7. kép fan coil tervezett állapot

Valamint a terveken szerepel az épület általános bekötési rajza is 8. számú kép

### Fan-coil bekötési részletrajz 4csöves rendszer esetén



8. kép fan coil bekötési terv

#### 2. kivitelezés pályáztatása

Az elkészül és elfogadott tervek alapján a fentiekben leírt módon meghívásos pályázatot bonyolítottunk le, melynél a kiírás része volt az elkészült tervek és a tervezői anyagkiírás is. A feladat nagysága és összetettsége miatt (építészeti feladatok is felmerültek) a kivitelezést két ütemben pályáztattuk meg.

Az árazatlan költségvetést a 1. sz melléklet tartalmazza

#### 3.3.3. szivattyúk cseréje

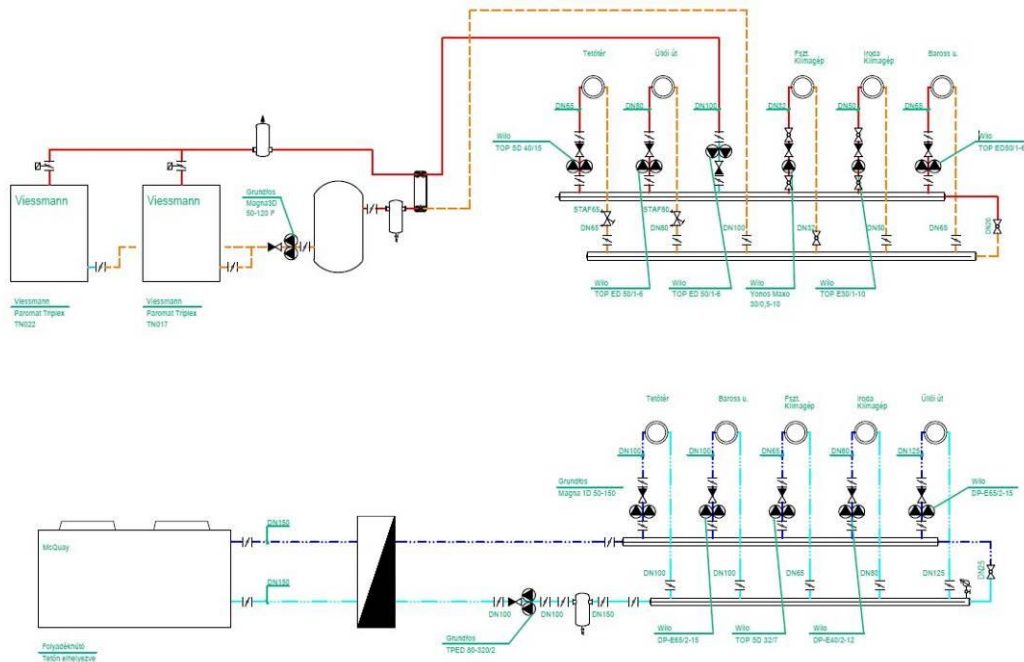
Az épületfelügyeleti rendszer tervezése során felmerült, hogy a hűtési és fűtési energiát a jövőben nem egységesen és állandóan osztjuk szét az irodaházban, hanem a felhasználás függvényében. Gyakorlatban a régi állapotban a fan coil-ok helyileg lettek vezérelve, így a hűtési és fűtési energia felhasználás közel állandó volt az épületben. Az új épületfelügyeleti rendszerben lehetőség lett a helységek távoli vezérlésére, automatika (pl: időzítés) szerinti be és kikapcsolásukra, így a felhasználás az egyes épületrészek lekapcsolásával csökken.

Valamint a régi gépészeti rendszer kialakítása nem támogatja a fűtési energia körönként szeleppel szabályozott elosztását. Szabályozószelepek beépítését gépészeti felmérés és tervezés során vettük figyelembe, és a szivattyúk cseréje során kerültek beépítésre.

A fenti elvárások, valamint sajnos ezen berendezések élettartalma és műszaki állapota miatt (több szivattyún a frekvencia váltók nem működtek és a javításuk gazdaságosan nem

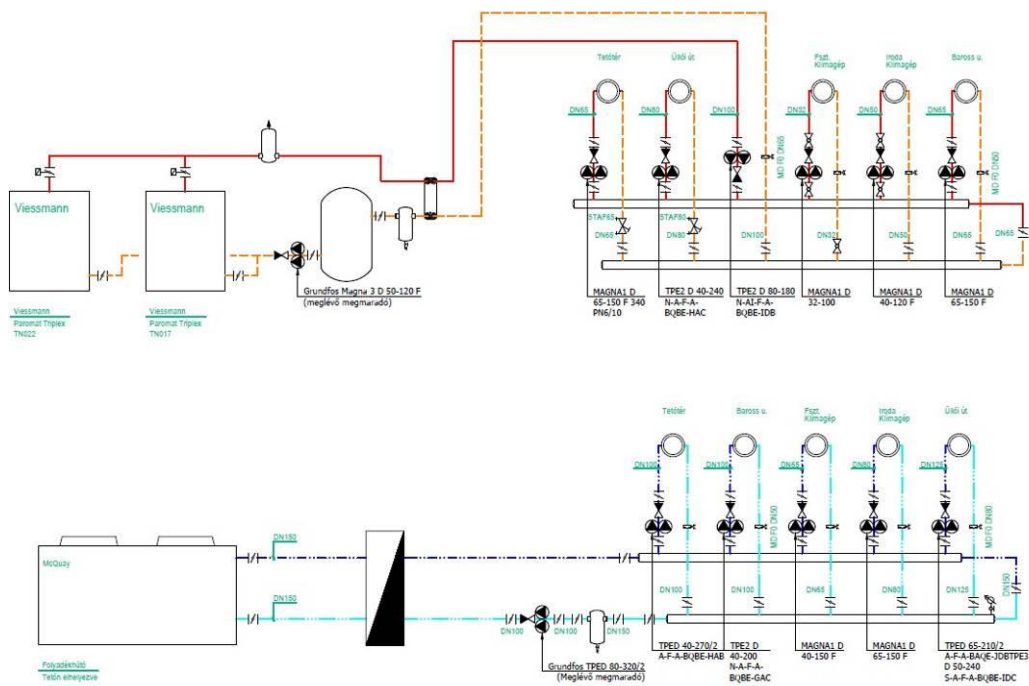
megoldható) indokolt volt a régi szivattyúk cseréje, újabb ugyancsak frekvencia váltós típusokra.

A gépészeti felmérés alapján a régi állapotot a 4. számú ábra mutatja



4. ábra Központi fűtés-hűtés meglévő állapot

Melyhez képest a gépészet tervezett állapotát a 5. számú ábra mutatja



5. ábra Központi fűtés-hűtés tervezett állapot

### 3.3.4. Megtérülés számítás

A megbízó pontos megtérülés számítás elkészítését nem kérte tőlünk az alábbi okok miatt:

- ingatlant hosszú távon mint székház meg kívánja tartani, így az életkor miatt az üzembiztonság fenntartása miatt szükségesek a beruházások.
- 2022-ban extrém módon emelkedtek az energia költségek, amik az energia kereskedők álláspontja szerint sem lesz fenntartható, így a 2022-es díjakkal megtérülést számolni megtévesztő lett volna.
- a bevezetett Home Office szabályok (kötelező csütörtök és péntek) miatt az energia felhasználás alacsony szinten maradt, figyelembe véve hogy a teljes leállítás a bankfiók nyitva tartása miatt nem megoldható

Ennek megfelelően csak a felhasznált energia mennyiség csökkentése mint fenntarthatósági cél (ESG) lett megjelölve.

#### Villamos energia

Az épület központi berendezéseinek fogyasztását közös területi energia fogyasztásban jelenítjük meg, melynek számítása alapja maradvány elvű, amit nem lehet egyedi mérő alapján bérlői mért fogyasztásként elszámolni az a közös területi fogyasztásként kerül elszámolásra. A központi főbb elektromos berendezések:

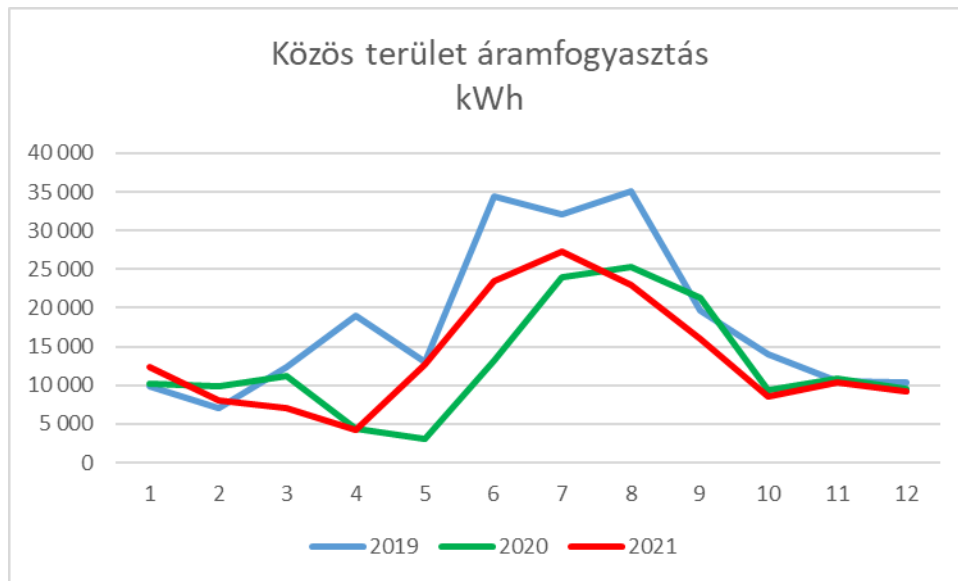
- folyadékhűtő
- légkezelő
- közös területi világítás
- liftek
- hűtési/fűtési rendszerek keringtetési energiafelhasználása (szivattyúk)

Az épület energia optimalizációja miatt a központi berendezések üzemideje az alábbiak szerint a munkaidőhöz lettek igazítva:

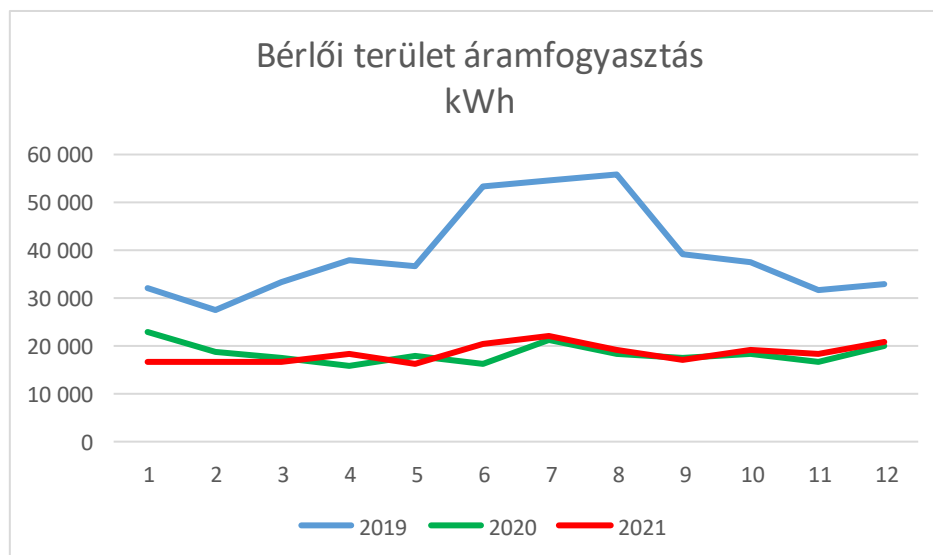
- folyadékhűtő: munkanapokon 4:00-18:00 óra
- légkezelő berendezések: 7:00 – 18:00 óra

Az alábbi 6. számú és 7. számú ábrán jól láthatóan a Covid időszak lezárása és kötelező Home Officok hatására mind a közös területi (világítás és központi gépészet: légkezelő, hűtés és fűtés), mind a bérleményi (irodák világítása és elektromos fogyasztói beleértve a fan-coil ventillátorok) elektromos fogyasztás lecsökkent.





6. ábra Közös területi áramfogyasztás



7. ábra Bérlői terület áramfogyasztás

A vizsgát 2019-2021 időszakban az éves mennyiségek a 1. számú táblázatban láthatóak

kWh	közös terület	Bérlői terület
2019	217 491	471 400
2020	152 191	220 980
2021	162 088	221 236

1. táblázat Villamos energia éves mennyiségek (kWh)

Az XX táblázatban szereplő fogyasztott mennyiségek 2019., mint bázisévhez viszonyított fogyasztott mennyiség megtakarítását a 2. számú táblázat tartalmazza

kWh	közös terület	Bérlői terület
2020	65 299	250 420
2021	55 403	250 164

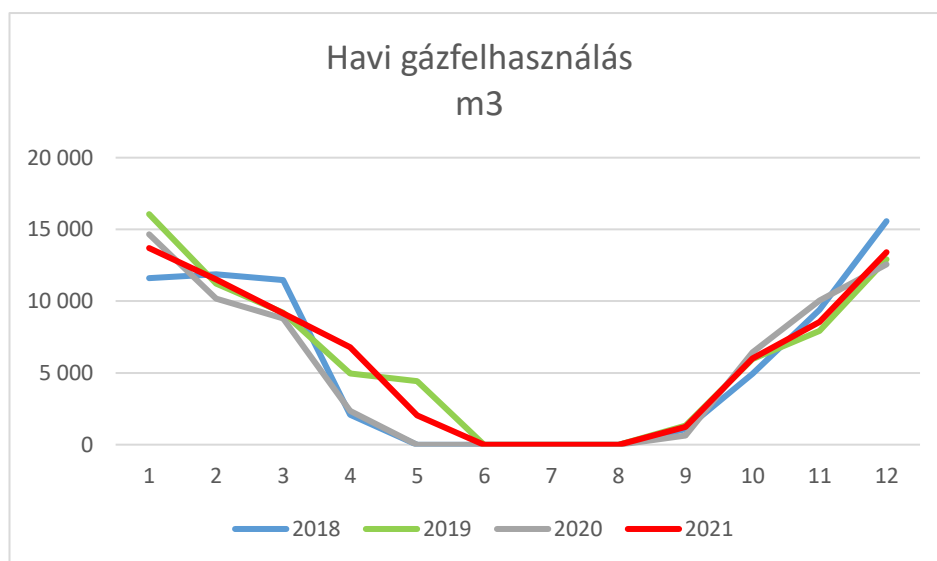
2. táblázat Megtakarított mennyiségek (kWh)

A fentiek alapján a kitűzött cél villamos energia esetén a 2019-es évhez képest 25-30%-os energia megtakarítás elérése

### Fűtés

Az épület fűtése gázkazánokkal történik, így az épület teljes gázfelhasználását vesszük alapul. Ebben az esetben mivel a fűtési rendszer a központi rendszerek része egyben kezeljük. A fűtési rendszer energia számításánál a jelen esetben a villamos energia fogyasztást (pl keringtetés) nem vesszük figyelembe.

Az elmúlt időszak gázfelhasználást havi bontásban a 8. számú ábra mutatja



8. ábra éves gázfelhasználás havi bontásban (m3)

A gázfelhasználás esetében, mivel a fűtési időszakban szemben a hűtéssel a temperálási igények miatt munkaidőn kívül nem kapcsolható ki, folyamatos üzemben kell lennie. Az éves összesen fogyasztott mennyiségeket (m3) a 3. számú táblázat tartalmazza.

	éves m3
2018	67 972
2019	73 975
2020	65 621
2021	72 390

3. táblázat éves gázfelhasználás (m3)

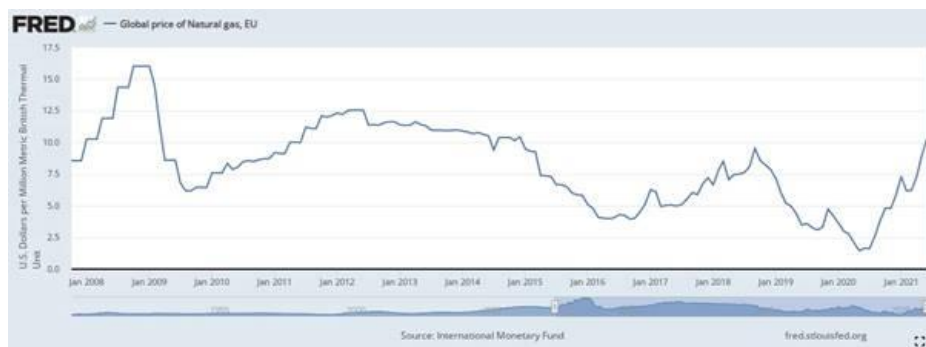
A jelenlegi gázkazánok elavultak, melyek hatékonysága átmeneti időben alacsony, illetve épületfelügyeleti rendszerbe is csak minimális funkcióval köthető (be és kikapcsolás). Kondenzációs vagy egyéb hőforrásra történő cseréjükkel a hatékonyság is javítható, illetve az épületfelügyeleti rendszeren keresztül is vezérelhetőek lennének a funkciói.

### Megtérülés

A megtérülési idő az alábbi egyszerű képlettel számítható:

$$\text{megtérülési idő (év)} = \frac{\text{beruházás értéke (Ft)}}{\text{éves megtakarítás (Ft/év)}}$$

Az éves megtakarítás meghatározásához szükséges az energia hordozók várható árváltozása, amely a vizsgált időszakban extrém emelkedő pályán volt, még a szállítások felfüggesztése is kormányzati szinten került felmérésre (9. számú és 10. számú ábra).



9. ábra Földgáz díjváltozása (nemzetközi)



10. ábra Villamos energia díjváltozása (nemzetközi)

Emelkedés az előző évek energia díjainak 6-10x volt, míg a távfűtés esetében elérte a 16x értéket.

A jelen dolgozat írásakor már az energia piac nyugalmi állapotba került (nincsenek extrém kilengések), de még a 2019-es bázis év áraitól messze vagyunk (piaci jelzések alapján nem is fog arra a szintre visszamenni). A megtérülés számításához szükséges az éves fogyasztott energia mennyiségek és egységárak, valamint az éves díjuk amit a 4. számú táblázat tartalmaz

	2019	2020	2021	2022	2023
Villamos energia éves kWh	217 491	152 191	162 088	165 655	155 705
Bruttó egységár Ft/kWh)	89	103	98	155	219
éves díj	19 298 468	15 644 715	15 964 156	25 672 180	34 174 781
Gáz éves m <sup>3</sup>	73 975	65 621	72 390	53 321	39 533
Bruttó egységár (Ft/m <sup>3</sup> )	131	138	183	398	541
éves díj	9 714 885	9 059 286	13 247 547	21 207 650	21 370 738

4. táblázat Éves mennyiségek és egységárak

A táblázat alapján a beruházás megvalósítása után is emelkedett az éves díj, mert hiába csökkent a felhasznált mennyiség a díjváltozás miatt így is emelkedő. Viszont ha azt vizsgáljuk, hogy az aktuális díjon (2023), de a bázis év (2019) mennyiségével mennyi lenne az éves díj (feltételezett), már lehet megtérülési időt számolni:

$$\text{Villamos energia éves díj}_{\text{felt}} = 217\,491 \text{ kWh} \times 219 \text{ Ft/kWh} = 47\,735\,876 \text{ Ft}$$

$$\text{Gáz éves díj}_{\text{felt}} = 73\,975 \text{ m}^3 \times 541 \text{ Ft/m}^3 = 39\,989\,081 \text{ Ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Éves megtakarítás}_{2023} &= (\text{Villamos energia éves díj}_{\text{felt}} + \text{Gáz éves díj}_{\text{felt}}) - (\text{Villamos energia éves díj} + \text{Gáz éves díj}) \\ &= (47\,735\,876 \text{ Ft} + 39\,989\,081 \text{ Ft}) - (34\,174\,781 \text{ Ft} + 21\,370\,738 \text{ Ft}) \end{aligned}$$

$$\text{Éves megtakarítás}_{2023} = 32\,179\,438 \text{ Ft.}$$

Egyszerűsített megtérülési idővel számolva:

megtérülési idő (év) =	$\frac{\text{beruházás értéke (Ft)}}{\text{éves megtakarítás (Ft/év)}}$	=	$\frac{300\,000\,000 \text{ Ft}}{32\,179\,438 \text{ Ft}}$	=	9,32 év
------------------------	---	---	--	---	---------

Feltételezve a jelenlegi energiahordozó egységárakat.

### 3.4. A fejlesztési feladat megvalósítása

A pályáztatás során kiválasztott nyertes vállalkozókkal a szerződések aláírásra kerültek.

A fejlesztési feladat során a három projektet egy időben egyben kezeltük, mivel több esetben a kivitelezések egymásra épültek.

Kiemelt feladat volt, hogy az irodaház működését nem zavarhattuk, így a munkaidőben zajos munka nem volt végezhető, valamint a komfort szolgáltatásoknak működnie kellett. A csütörtök – pénteki irodai Home Office a szinti elzárók kiépítéséig nem segítettek, mivel a bankfiók ezeken a napokon is nyitva volt. Így első feladatként, hogy a fan-coilok cseréjét el tudjuk végezni a szinti elzárók kerültek beépítésre, után következett a fan-coil-ok cseréje, majd az épületfelügyelet (automatika vezérlői) telepítése.

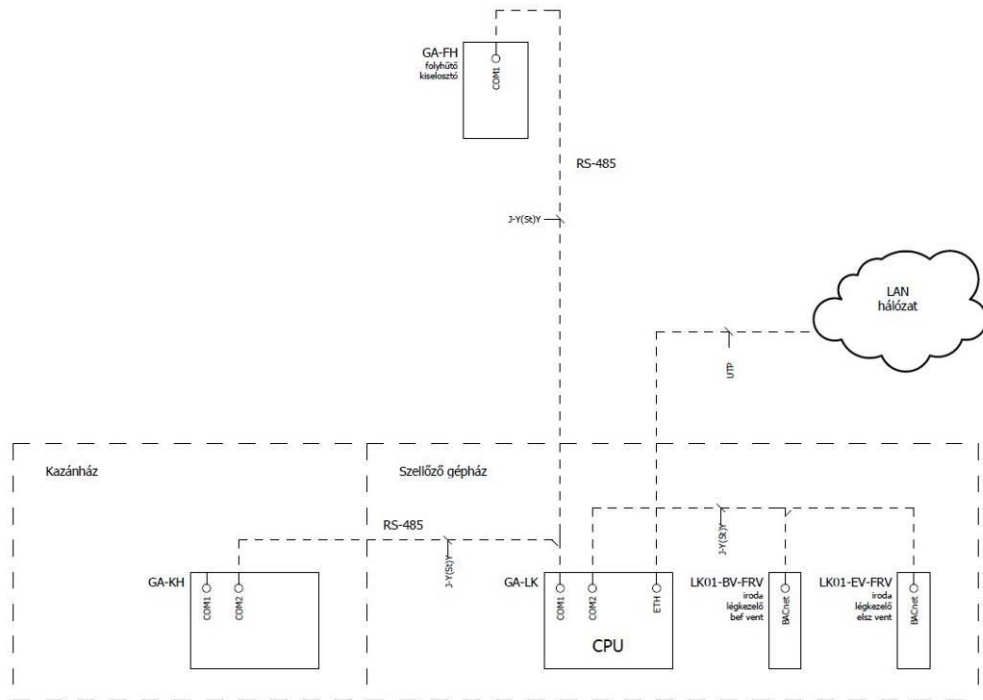
A kiépítési feladatok 2022. novemberben kezdődtek és az utolsó ütem készre jelentése 2023.10.05-én történt.

#### 3.4.1. Épületfelügyeleti rendszer (BMS)

Az épületfelügyeleti rendszer kivitelezéséhez a Szellőzés, fűtés-hűtés korszerűsítés, automatika huzalozás tervcsomag készült, ami 113 oldalból áll, így a terjedelmi korlátok miatt nem csatolom. A tervcsomag az alábbi elosztók kábelezési terveit tartalmazták:

- Folyadékűtő elosztó (9. emelet)
- Szellőzés automatika elosztó
- Kazánház automatika elosztó

Valamint automatika séma tervcsomag amik az adatgyűjtési pontokat és bekötésüket jelöli. A tervcsomag része a BMS rendszer elvi felépítése 11. számú ábra látható



11. ábra BMS rendszer áttekintése

A kialakítás során a Isma DDC kerültek beépítésre, míg a szoftver Tridium Niagara lett

#### A Tridium Niagara szoftver tulajdonságai (Tridium Niagara 4.10):

A Niagara Supervisor valós idejű grafikus információkat szolgáltat szabványos webes böngészőkliensek számára és egyéb feladatokat is ellát, mint a központosított adatgyűjtés/trendelemzés, archiválás külső adatbázisokba, riasztás, irányítás, rendszernavigáció, master ütemezés, adatbáziskezelés és más vállalati szoftverekkel való integráció XML interfészen keresztül (oBIX szabvány). Ezen kívül egy átfogó grafikus mérnöki eszközt biztosít alkalmazások fejlesztéséhez.

#### Fő jellemzők

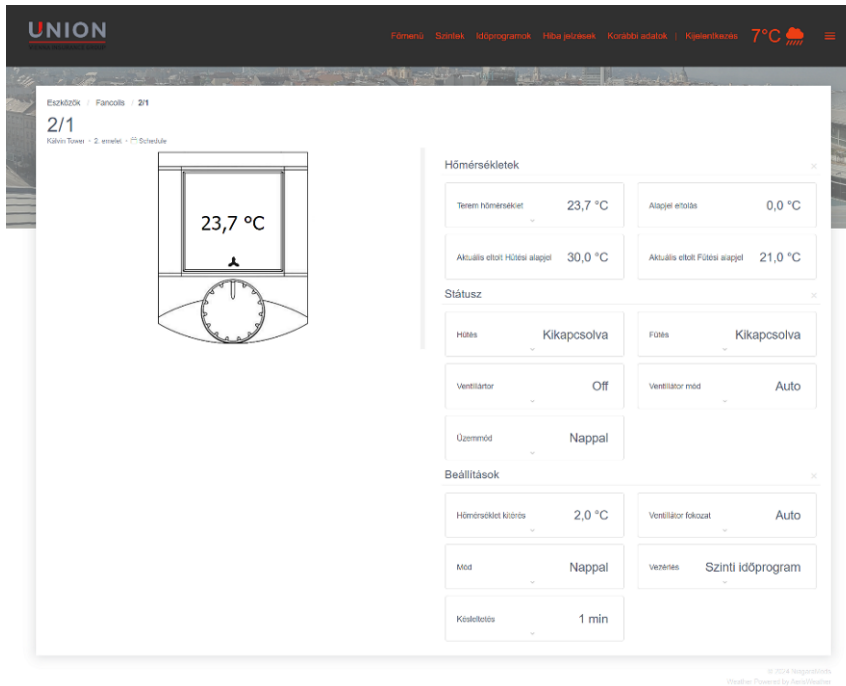
- Központosított rendszerirányítás
- Gyors navigáció az egyes épületek között címkék használatával a problémák diagnosztizálásához
- Adatok összehasonlítása épületek között
- Rendszeradatok külső adatbázisokba exportálása
- Épületautomatizálási rendszer integrálása más vállalati alkalmazásokhoz
- Integráció más alkalmazásokhoz, mint a munkafolyamat irányítás, elemzés, stb.

- Robusztus beépített analitikai képességek a standard Niagara komponensek és vizualizációk támogatásával
- Kompatibilitás a Niagara Analytics rendszerrel, adatforrás, funkcionális és matematikai programozó blokkok hozzáadása a kifinomult analitikai algoritmusok elérésének érdekében
- Kompatibilitás a Niagara Enterprise Security hozzáférés-szabályzó és biztonsági alkalmazással. Lehetővé teszi az épületautomatizálási rendszer és a beléptetés integrációjának energiatakarékosságát és a műveletek optimalizálását.
- A Federal Risk Management Framework (RMF) keretében akkreditálható
- FIPS 140-2 1. szint szerinti megfelelés

A kialakítás folyamán a fejlesztési célnak megfelelő helységi szintű vezérlés elkészült, ahol látható a helységek hőmérséklete 9. számú kép, a termosztát állapota és a beállított paraméterek 10. számú. kép



9. kép Helységek állapota



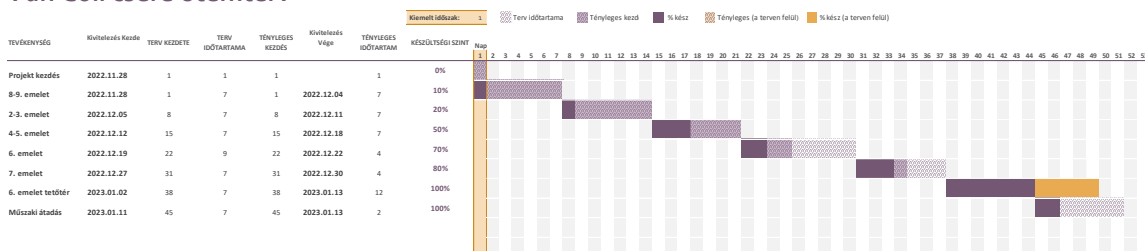
10. kép Termosztátok beállítási

Terjedelmi korlátok miatt az épületfelügyeleti rendszer részletes felépítését és működését az 2. sz. mellékletben mutatom be

### 3.4.2. Fan coil csere

A kiválasztott CAIROX típusú fan-coilok beszerelése a hozzájuk tartozó szelepekkel ütemezetten, a bérlők által elfogadott ütemterv alapján történt. Az ütemezés Gant diagrammban készült (5. sz. táblázat)

#### Fan Coil csere ütemterv



5. táblázat Fan coil csere ütemterv

Az új fan-coil berendezések a régi kiállításokra kerültek, az előírt új szabályozó szelepekkel beépítve (11. 12. 13. számú képek).





11. kép új fan coil berendezések



12. kép új fan coil berendezések elektromos bekötése



13. kép új fan coil berendezések gépészeti bekötése

A fan-coil csere része volt az épületfelügyeleti rendszert telepítő által jóváhagyott helység termosztátok telepítése, mely az épületfelügyeleti rendszerrel tud kommunikálni (RS 485 hálózaton keresztül).

A kiválasztott termosztát a domot UC010 (14. számú kép)



14. kép fali termosztát

A műszaki leírását a 3. sz. melléklet tartalmazza

### 3.4.3. Szivattyúk cseréje

Régi eszközök teljesen elbontásra kerültek (15. számú kép)



15. kép Elbontott szivattyúk

Megvalósult állapot (16. számú kép)



16. kép Kicszerelt szivattyúk

### 3.5. Hőakkumulátor

A Megbízó részéről 2023-ban az épület hűtési rendszerébe Heatventors típusú hőakkumulátor került telepítésre, 2 db 25-1 HeatTank és 1 db 10-1 HeatTank. (17. számú kép)



17. kép HeatTank

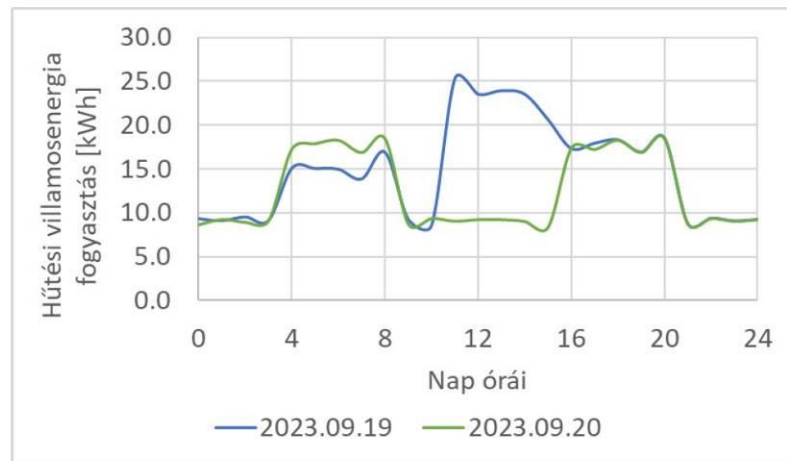
Az általunk végzett fejlesztéstől független beruházás, melyet a hűtési rendszerre történő hatása miatt tartom fontosnak figyelembe venni (komplexitás elve)

A jövőben megoldása lehet az energiaigények csökkentésére az úgynevezett fázisváltó anyagok, angolul PCM (Phase Change Material) használata, mely anyagoknál kémiai úton előre beállítható tetszőleges hőmérsékletre az olvadáspontja. fázisváltáshoz szükséges energia sokkal nagyobb hűtésre fordítandó energiamennyiség sokkal ezért ezek az anyagok nagy mennyiségű energiát képesek felvenni, amit fagyasztásukra fordítanak. Később, mikor a hőmérséklet az anyagok olvadáspontja felé emelkedik, akkor ugyanezt az energiát adják le, és így képesek a környezet egyenletes hőmérsékletét biztosítani.

A hőtároló kapacitással a jelentkező fűtési és hűtési igények késleltetve, a kisebb csúcsigényekkel jelennek meg. Egyes mért adatok szerint az elérhető energia megtakarítás

15% körül alakul ezen anyagok használatával, alkalmazásuk esetén kisebb hőtermelőkre, kisebb csőhálózatokra, kisebb hőleadókra van szükség. (Körös Consult Kft 2014)

A beépített hőakkumulátor teljesítményének kiértékelés az 12. számú ábrán látható



Dátum	HeatTank nélküli, referencia üzem 2023. 09. 19.	HeatTank üzem 2023. 09. 20.
Külső átlaghőmérséklet [°C]	23,1	23,6
Külső minimum hőmérséklet [°C]	16,5	17,4
Külső maximum hőmérséklet [°C]	26,9	27,3
Napi hűtési villamosenergia fogyasztás [kWh]	377,2	311,9

12. ábra Hőakkumulátor kiértékelés

Az ábra alapján berendezés hőtárolóként üzemel, mely a csúcsidekén kívül (munkaidőn kívül) a folyadékűtő hűtési kapacitását felveszi és tárolja, amit csúcsidekben lead ezzel is a gépek terhelését csökkenti.

A jövőbeni fejlesztési lehetőség, hogy az épületfelügyeleti rendszerbe bekötésre kerül, és a feltöltés-kisütés folyamatának felügyeleten keresztül történő irányítása további megtakarítási potenciált hordoz.

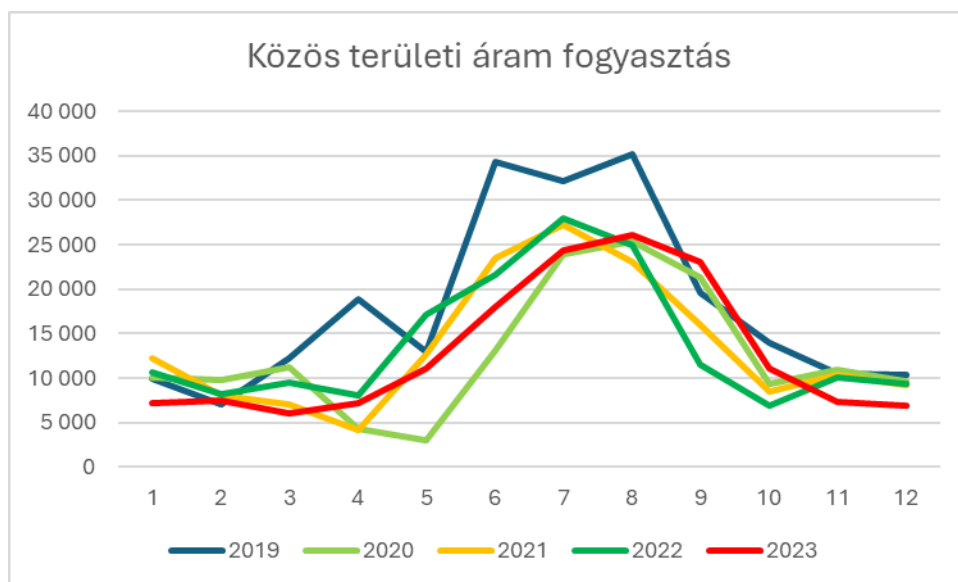
### 3.6. Eredmények

A teljes beruházás 2023. őszén lezárult, az alkatrészek beszerzési nehézségei miatt sajnos a tervezett ütemezést, hogy 2023. májusra, a hűtési szezon kezdetére elkészüljünk nem tudtuk tartani.

Mivel a kivitelezés több gépészeti területet érintett, illetve az épületfelügyelet esetében az egyes funkciók már tesztelési időszakban is rendelkezésre álltak, így már tudunk energia megtakarítást realizálni.

A használói szokások esetében a tervezésnél kiindulási adatként kezelt heti 2 db fix Home Office nap (csütörtök-péntek) megváltozott, mivel a Covid vészhelyzet megszűnése, valamint a piaci változások miatt egyes osztályok ezeken a napokon is az irodában dolgoznak. A megvalósult fejlesztés alapján azonban lehetőségünk van az épületfelügyeleti rendszeren keresztül kizárólag a használt tereken a komfort értékek biztosítására hűtés és fűtés esetében (fan-coil).

A villamos energia esetében a cél az volt, hogy a közös területi felhasználás szintjét a Covid időszak és azt követő időszakok (2021 és 2022 év) szintjén tartsuk. A 13. számú ábrán látható a 2019-2023. évek közös területi energia felhasználása havi bontásban, melyen jól láthatóan a kitűzött célt elértük, a fogyasztási görbe az időjárás hatást (meleg időszakok) követte, vagy azonos mennyiségen mozgott a bázis időszakai fogyasztásoknak. A nyári időszakban az emelkedést a folyadékűtő okozza, mivel a hűtési energia kizárólag villamos energiával kerül előállításra.



13. ábra Közös területi áramfogyasztás havi bontásban (kWh)

A 6. számú táblázat mutatja 2019-2023. évek közös területi energia felhasználás éves mennyiségeit

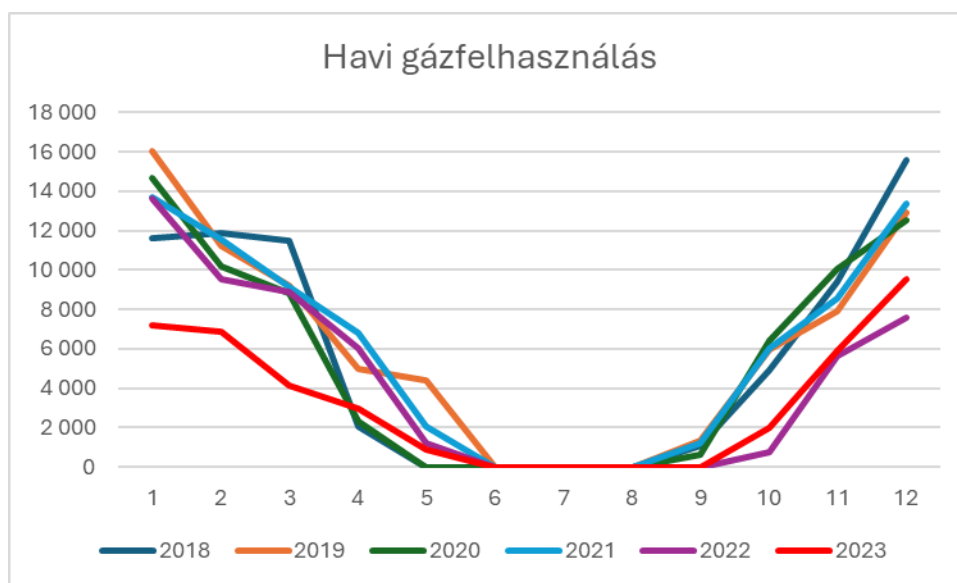
kWh	közös terület
2019	217 491
2020	152 191
2021	162 088
2022	165 655
2023	155 705

6. táblázat Közös területi áramfogyasztás éves mennyiség (kWh)

A táblázat adatai alapján a 2021 és 2022. évben enyhe emelkedésnek indult a fogyasztott energia mennyiség, de a 2023. évben a használói szokások változásának ellenére is éves szinten 6% villamos energia megtakarítást értünk el.

A gázfogyasztás (fűtés) esetén, ahol előzetesen azt vártuk, hogy a használói szokások nem befolyásolják a felhasznált mennyiséget az éves gázfelhasználás az alábbiak szerint alakult. A

14. számú ábra mutatja az elmúlt időszak gázfelhasználási görbéjét havi bontásban.



14. ábra éves gázfelhasználás havi bontásban (m3)

Az elmúlt évek (2018-2023) gázfelhasználás éves mennyiségeket a 7. számú táblázat alapján

gáz	éves m3
2018	67 972
2019	73 975
2020	65 621
2021	72 390
2022	53 321
2023	39 533

7. táblázat Éves gázfelhasználás (m3)

Véleményem szerint a fenti táblázat szerinti 40%-os felhasznált gázmennyiség megtakarítás a bázis évekhez (2018-2021) képest több tényezőtől áll össze:

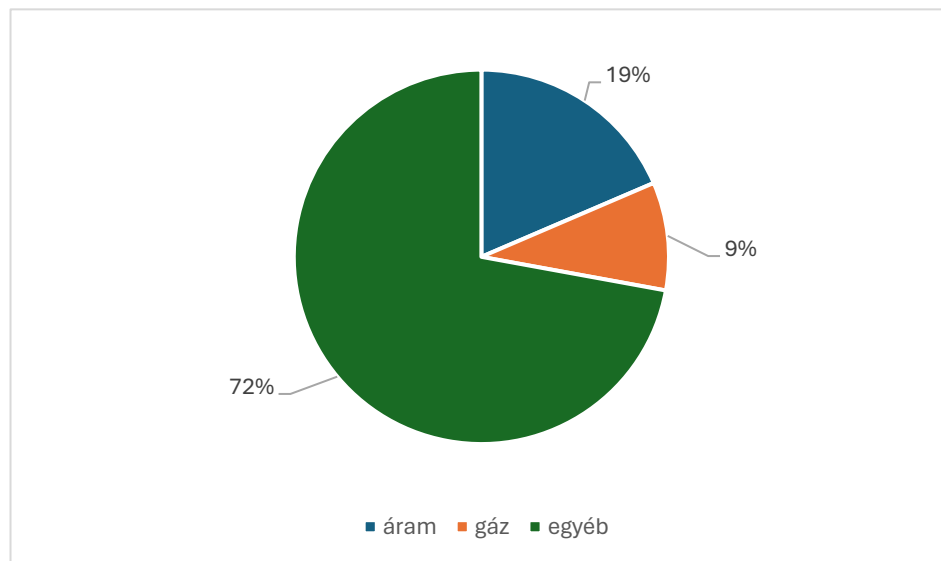
1. megvalósult fejlesztések, így a helyszíntű szabályozás, illetve a központi vezérlés megvalósulása
2. a 2022. évi drasztikus energia díjemelések, kiemelten a gáz esetében a felhasználói szokásokra is hatással volt, mert mint szakirodalom bemutatásánál kiemeltem a

dráguló energia miatt változtak az „igények”, vezetői döntés alapján maximalizálták az irodai hőmérsékleteket.

3. időjárás hatás, enyhe volt a tél

A fenti eredmények üzemeltetési költségre történő hatását az alábbiakban vizsgáljuk.

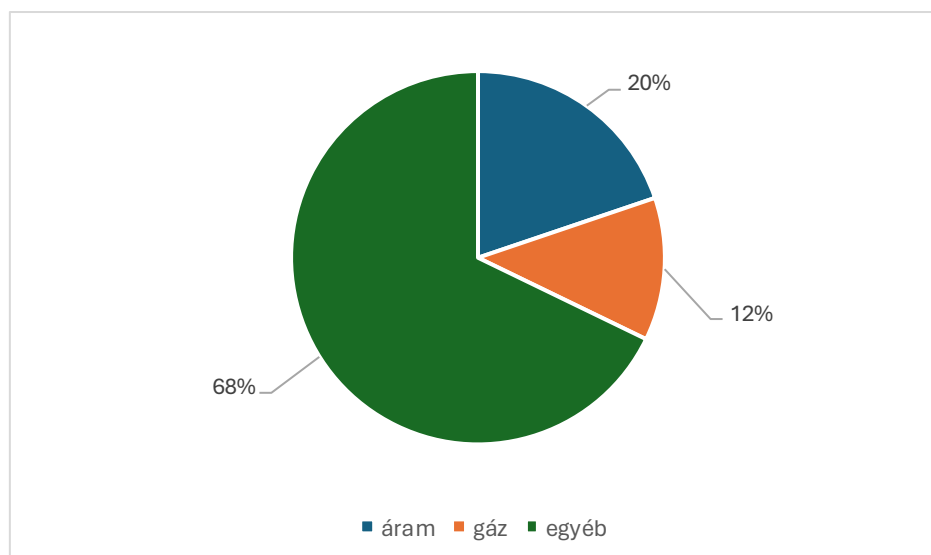
A számítások bázisának a 2019-es évet tekintjük, mint a Covid előtti utolsó teljes időszak. A 15. számú ábrán mutatjuk, hogy az 2019. évben az energiahordozók díja milyen arányban oszlott meg az üzemeltetési díjon belül.



15. ábra 2019. Üzemeltetési költségmegoszlás

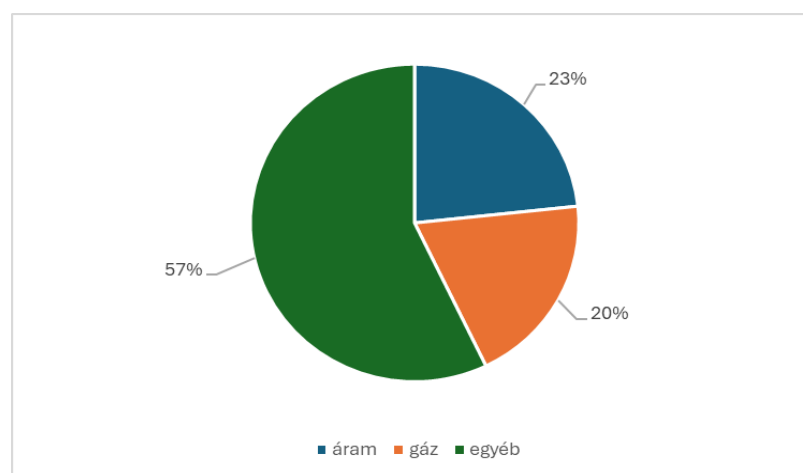
Mivel a fejlesztéseket és épületgépészet működési változtatásokat 2022. és 2023-ban vezettük be, így a 2023. évet viszonyítjuk a 2019. bázis évhez. Ahol az éves üzemeltetési összköltség 60%-al nőtt a 2019-hez képest, a költségmegoszlást a 16. számú ábra mutatja.





16. ábra 2023. Üzemeltetési költségmegoszlás

A fenti ábra alapján kijelenthetjük, hogy a felhasznált mennyiségek csökkentésével az összes Üzemeltetési költségben belül az energia hordozók aránya közel azonos. Amennyiben a 2019-es bázis év fogyasztott mennyiségeit vizsgáljuk a 2023. energia díjakkal abban az esetben az összesen Üzemeltetési költség a 97%-al emelkedik és azon belül is az energia hordozó aránya emelkedik (17. számú ábra)



17. ábra 2023. Üzemeltetési költségmegoszlás 2019. évi mennyiségekkel

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy az energiahatékonyság fejlesztése nélkül az energiaköltségek 2023. évben az elért felhasznált mennyiségek csökkentés nélkül ~30-35%-al lennének magasabbak.

Fontos megemlíteni, hogy az energetikai megtakarításon felül, a feladatban szereplő korszerűsítésekkel a gépészeti rendszeren belül a hűtési és fűtési korszerűsítése a többi célt, mind az épület üzembiztonságának és értékének növelése, mind a fenntarthatósági célokat elértük.

### 3.7. További lépések

#### Kazánok cseréje (2024 év.)

A gázkazánok esetében az épületfelügyeleti rendszeren keresztül 0..10V-os jellel az előremenő vízhőmérséklet alapjel nem állítható, a teljesítményüket a saját szabályzó állítja. Ennek hiányában nem tudjuk megfelelően vezérelni a működésüket, ezért az irodaház 2024. évi fejlesztési tervébe (Capex) be lett tervez a modern kondenzációs kazánokra történő cseréjük. Jelenleg a csere tervezése folyik, ahol megvizsgálunk egyéb alternatív megoldás lehetőségét is (pl: hőszivattyú).

#### Mérőórák csatolása

A fejlesztési feladat nem tartalmazta az energia hatékonyság méréséhez szükséges energia mérőket, vagy meglévő mérők esetén azok illesztését (pl.: Gáz óra, Víz órák, Hőmennyiségmérők stb.) az épületfelügyeleti rendszerbe. A mérők rendszerbe illesztése (távleolvasás) tenné lehetővé, hogy az egyes beállítás fogyasztott energiára tett hatását rögzítetten tudjuk nyomon követni, illetve pontos historikus adatokat tudjunk kinyerni a tervezésekhez.

#### Hőakkumulátor épületfelügyeleti rendszerbe kötése

A telepítésre került hőakkumulátor a hűtési rendszerbe került bekötésre, de az épületfelügyeleti rendszerbe nem került integrálásra. Az integrálás elmaradása esetén nem tudjuk működését vezérelni, nem lesznek az üzemállapotról információink. Álláspontom szerint így a beígért hatékonyság töredékét fogja csak elérni.

## 4. Összefoglalás

A dolgozatomban egy irodaház energia hatékonyság fejlesztési feladat végrehajtásán keresztül bemutattam, hogyan lehet a piaci változásnak megfelelni, mely változások mind az energia árak, mind a használói szokásokat érintette. Bemutattam hogyan mértük fel a megbízói igényeket az elérendő cél meghatározásához, és a cél alapján annak eléréséhez a fejlesztési feladatok definiálása, illetve hogy jelen esetben az elérendő cél érdekében az alap hipotézist mennyiben kellett változtatni. A megvalósítás után elért eredményeken keresztül bemutatásra került mennyiben értük el a kitűzött célokat.

A 2022-ben az energia díj változások extrém módon következtek be, a beszerzési árak a többszörösére emelkedtek. Az energia drágulás miatt a megelőző időszak szerint történő üzemeltetés nem volt gazdaságilag tovább fenntartható, mivel a az üzemeltetési költségek drasztikusan emelkedtek és azon belül az energia hordozók súlya is megnőtt. Az energia díjak extrém növekedése 2023-ban megállt és 2024. évelejére visszarendeződtek. Magyarországon a nemzetközi piacok mozgását a kormányzati intézkedések rontják, de így is a 2022 és 2023 díjak töredékéért lehet őket beszerezni.

A másik fontos tényező amit figyelembe kellett venni az irodaház esetében a felhasználói változások. A Covid vírus (2020. évi lezárások) alatt és közvetlen utána lévő időszakban az érintett irodaházban a belépési tilalom volt, a dolgozók ritkán és csak külön engedéllyel léphettek be az épületbe. Idővel a kialakuló trendeket követve bevezetésre került a heti két nap Home Office, ami a lezárás tapasztalata alapján központilag került kijelölésre, de használói szokások további változása miatt hiába van Home office-on a dolgozók egy része az épületet a bent levők miatt a komfortszolgáltatásokat üzemeltetni szükséges.

A fentiek alapján scope kialakítása szakcégek bevonásával és a megbízóval közösen történt. A megbízó egyből elfogadta azt a tézist, hogy a hatékonyan előállított, de pazarlóan felhasznált energia nagyobb veszteséget okoz, mint az előállítás esetleges vesztesége (folyadékhűtő csere történt 2018-ban, így az hatékonynak minősíthető), mely alapján döntés született, hogy a megtermelt hűtési és fűtési energia hatékony felhasználása a fejlesztendő cél. Ennek

megfelelően a megbízóval közösen az épületfelügyeleten keresztül a helység szinti hőmérséklet vezérlést tűztük ki célnak.

Az tervezői egyeztetések alapján kiderült, hogy az eredetileg tervezett épületfelügyeleti rendszer csere esetén nem, vagy csak korlátozottan érjük el a kitűzött célt, így a scope-ot bővítettük első körben a fan-coil berendezések, majd a keringető szivattyúk cseréjével.

A kivitelezés az előzetesen elkészült tervek alapján történt, így csak a menet közben fellépő eltéréseket, illetve a beszerzésből eredő csúszásokat kellett kezelnünk. Mivel egy működő épület esetében történtek az átalakítások (kiemelten a fan-coil és szivattyú cserék), ezért az irodai területek területeken csak előzetes egyeztetés után lehetett munkát végezni. A Home Office szabályok és a megbízó rugalmassága miatt a munkaterület átadások ütemezés szerint folyamatosak voltak. A rendszer leállásokkal járó munkálatok kizárólag munkaidőn kívül történtek.

A dolgozat leadási határidejére a fenti fejlesztések elkészültek, mivel a megbízó pozitív hozzáállásának köszönhetően a teljes forrás és támogatás a rendelkezésünkre állt mind a három fejlesztési cél eléréséhez. Meg kell említeni, mivel a scope a tervezéskor folyamatosan bővült, hiszen az eredeti elképzelés csak az épületfelügyeleti rendszer cseréje volt, így az eredeti tervezett költségvetést többszörösen átléptük. A megbízóval egyeztetve a kivitelezési pályázatok elbírálásakor a költségkeret mindig annak megfelelően emelésre került. Sajnos ezzel a tulajdonosi hozzáállással nagyon ritkán találkozunk, mert a beruházási költségeket a megbízók viselik, míg az energia költségek az üzemeltetési díjban a bérlők felé tovább hárításra kerülnek.

A dolgozatomban bemutattam, hogy az épületgépészet mennyire összetett és egységes rendszer. Lehet egyes elemeinek fejlesztésével, cseréjével javulást elérni, de ilyen mértékű eredmény csak a rendszer komplex vizsgálata és annak megfelelő fejlesztése esetén érhető el. Természetesen még nem értünk a végére, ahogy jeleztem még több fejlesztési irány is van, melyből a kazáncsere már elindult (tervezett befejezés 2024.08.01.). Mivel mindig lesznek újabb és újabb technológiák ezért folyamatos a fejlesztés, de húzni kell egy gazdaságossági határt, amit mi a megbízó elégedettségénél tettünk meg.

## Summary

In my thesis, through the implementation of an office building energy efficiency development task, I presented how to respond to market changes, which changes affected both energy prices and user habits. I presented how we assessed the client's needs in order to determine the goal to be achieved, and based on the goal, the definition of the development tasks to achieve it, and how much the basic hypothesis had to be changed in order to achieve the goal in this case. The extent to which we achieved the set goals was presented through the results achieved after the implementation.

In 2022, energy price extremely changed, and purchase fees increased multiple times. Due to the increase in the price of energy the operation according to the previous period was no longer economically sustainable, as the operating costs rose drastically and weight of the energy carriers also increased in it. The extreme increase in energy prices stopped in 2023 and consolidated by the beginning of 2024. In Hungary, the movement of international markets is worsened by government measures.

Another point of you that had to be taken into account in the case of the office building was user behavior changes. During and immediately after the Covid virus (closures in 2020), entry was prohibited in the office building, employees were rarely allowed to enter the building and only with a special permit. Over time, following emerging trends, the Home Office was introduced two days a week, which was designated centrally based on the experience of the closure. Due to further changes in user habits it was necessary to operate the comfort services because of the people inside the building.

Based on the above the development plan was created with the involvement of designer companies and together with the client. The client immediately accepted the thesis that efficiently produced but wastefully used energy causes a greater loss than the potential loss of energy production (the chiller was replaced in 2018, so it can be classified as efficient), On the basis of which it was decided that the produced cooling and the efficient use of heating energy is the goal to be developed. Accordingly, together with the client, we set the goal of room-level temperature control through the BMS. Based on the planning discussions, it turned out that in the case of replacement of the originally planned building monitoring system we

would not achieve the set goal or only to a limited extent so we expanded the scope by first replacing the fan-coil equipment and then the circulation pumps.

The construction was carried out based on the plans prepared in advance, so we only had to deal with deviations that occurred during the process and slippages resulting from procurement. Since the transformations took place in the case of an operating building (mainly fan-coil and pump replacements), work could only be carried out in the office areas after prior consultation. Due to the Home Office rules and the client's flexibility, the work area handovers were continuous according to schedule. Works involving system shutdowns were carried out exclusively outside working hours.

By the deadline for submitting the thesis, the above developments were completed, as thanks to the client's positive attitude, we had all the resources and support available to achieve all three development goals. It should be mentioned, since the scope was continuously expanded during the planning, since the original idea was only to replace the building monitoring system, so we exceeded the originally planned budget several times. In consultation with the client, the budget was always increased accordingly during the evaluation of construction applications. Unfortunately, this attitude of client is rarely encountered, because the investment costs are borne by the principals, while the energy costs are passed on to the tenants in the operating fee.

In my thesis, I presented how complex and unified a system building engineering is. It is possible to achieve improvement by developing or replacing some of its elements, but this level of results can only be achieved in case of a complex examination of the system and its appropriate development. Of course, we have not reached the end yet, as I indicated, there are still several development plans, from which the boiler replacement has already started (planned completion 08.01.2024). Since there will always be newer and newer technologies, development is continuous, but an economic limit must be drawn, where you achieve the satisfaction of the client.

## 5. Ábrajegyzék

1. ábra Üzemeltetési költség összetevői .....	7
2. ábra követelmények és a célrendszer meghatározásának folyamata.....	18
3. ábra projekt ciklus modellje .....	19
4. ábra Központi fűtés-hűtés meglévő állapot.....	31
5. ábra Központi fűtés-hűtés tervezett állapot.....	31
6. ábra Közös területi áramfogyasztás.....	33
7. ábra Bérleői terület áramfogyasztás .....	33
8. ábra éves gázfelhasználás havi bontásban (m3).....	34
9. ábra Földgáz díjváltozása (nemzetközi).....	35
10. ábra Villamos energia díjváltozása (nemzetközi) .....	35
11. ábra BMS rendszer áttekintése .....	38
12. ábra Hőakkumulátor kiértékelés.....	45
13. ábra Közös területi áramfogyasztás havi bontásban (kWh).....	46
14. ábra éves gázfelhasználás havi bontásban (m3).....	47
15. ábra 2019. Üzemeltetési költségmegoszlás .....	48
16. ábra 2023. Üzemeltetési költségmegoszlás .....	49
17. ábra 2023. Üzemeltetési költségmegoszlás 2019. évi mennyiségekkel .....	49

## 6. Táblázatok

1. táblázat Villamos energia éves mennyiségek (kWh) .....	33
2. táblázat Megtakarított mennyiségek (kWh) .....	34
3. táblázat éves gázfelhasználás (m3).....	35
4. táblázat Éves mennyiségek és egységárak .....	36
5. táblázat Fan coil csere ütemterv .....	40
6. táblázat Közös területi áramfogyasztás éves mennyiség (kWh) .....	46
7. táblázat Éves gázfelhasználás (m3).....	47

## 7. Irodalomjegyzék

1. Soós János és szerzői kollektívája (2002): *Ingatlangazdaságtan*. Budapest: KJK Kerszöv Jogi és Üzleti kiadó Kft.
2. Hajnal István (2000): *Ingatlanfejlesztés Magyarországon* Budapest: BMGE Mérnöktovábbképző Intézet.
3. Prof. Barótfi István PhD, Halász Györgyné PhD (2012): *Irodaépületek épületgépészeti kialakításának energetikai összefüggései*. Gödöllő: Hoff Alapítvány,
4. Dr. Kalmár Ferenc (2013): *A belső környezet minősége*. Budapest: Terc kiadó
5. Dr. Magyar Zoltán, Dr. Ian Knight (2012): *Épületgépészeti rendszerek villamosenergia-felhasználásának mérése, értékelése és összehasonlítása* e-gepesz.hu: Letöltés dátuma: 2024. 04. 03. forrás: <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/11532-epuletgepeszeti-rendszerek-villamosenergia-felhasznalasanak-merese-ertekelese-es-osszehasonlitasa>
6. Építőmérnöki Kar – Magasépítési Tanszék (2011): *Épületek fenntartása, épületfelügyeleti rendszerek* Budapest Letöltés dátuma: 2021. 04. 03. forrás: [Microsoft Word - epulet-fenntartas-01-mp.doc \(belsoudvar.hu\)](https://www.belsoudvar.hu/microsoft-word-epulet-fenntartas-01-mp.doc)
7. Robertson PM Zrt (2022): *2022. Üzemeltetési költség tájékoztató levél*: 2022.02.08.
8. Janda, Kathryn. (2011). *Buildings don't use energy: People do*. Architectural Science Review. 54. 15-22. 10.3763/asre.2009.0050.
9. 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet, Letöltés dátuma: 2024.04.03. forrás: <https://njt.hu/jogszabaly/2023-9-20-8X>
10. Robertson PM Zrt (2022): *Energia felhasználás optimalizálás*. tájékoztató levél: 2022.11.17.
11. Robertson PM Zrt (2023): *Energia felhasználás optimalizálás II*. tájékoztató levél: 2023.04.17.
12. Dr. Kajtár László (2019): *irodaépületek hő és levegőminőségi komfortjának elemzése (PhD értekezés)* Budapest: A Magyar Tudományos Akadémia [dc 1612 18 doktori mu.pdf \(mtak.hu\)](https://www.mtak.hu/1612/18/doktori_mu.pdf)
13. Tridium Niagara 4.10 Supervisor rendszer leírás <https://www.smartnode.hu/niagara-4-10-supervisor>



14. Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség: *Komfortelmélet*, Letöltés dátuma: 2024.04.03. forrás: <https://www.megksz.hu/epuletgepeszet/komfortelmelet/>
15. Kajtár László, Ketskemény László, Szabó János, Herczeg Levente, Leitner Anita: *A PMV modell alkalmazásának tapasztalatai Magyarországon*, Letöltés dátuma: 2024.04.04. forrás: <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/16345-a-pmv-modell-alkalmazasanak-tapasztalatai-magyarorszagon>
16. Dr. Csoknyai Tamás, Dr. Szalay Zsuzsa, Dr. Nagy Balázs, Dr. Horváth Miklós (2024). *Alkalmazott épületenergia* Letöltés dátuma: 2024.04.15. forrás: [https://mernokvagyok.hu/epitesi/wp-content/uploads/sites/13/2024/01/Alkalmazott\\_Epuletenergetika-segedlet.pdf](https://mernokvagyok.hu/epitesi/wp-content/uploads/sites/13/2024/01/Alkalmazott_Epuletenergetika-segedlet.pdf)
17. Év irodája Kft. (2023): *XVI. Ingatlan évkönyv 2022/2023*. Budapest pp 22-37 Letöltés dátuma: 2024.04.16. forrás: <https://realista.ingatlan.com/evkonyv/>
18. Schifter Ferenc, ny. fiiskolai docens és Dr. Tolvaj Béla, Ph.D. egyetemi docens, Lektor: Dr. Fáy Árpád, a műszaki tudományok kandidátusa: *Épületenergetika*, Sanoma kiadó Letöltés dátuma: 2024.04.19. forrás: [Másolat - G4 01 new \(tankonyvtar.hu\)](https://www.tankonyvtar.hu/tankonyvtar/hu)
19. Takács-Sánta András egyetemi docens (2021): *Energiahatékony épületek: látszatzöld tévút?* Építészfórum Letöltés dátuma: 2024.04.10. forrás: [Energiahatékony épületek: látszatzöld tévút? \(epiteszforum.hu\)](https://www.epiteszforum.hu/energiahatékony-epuletek-latszatzold-tevut/)
20. Barta Zsombor: *Zöld minősítések tudástár* Magyar Környezettudatos Építés Egyesülete Letöltés dátuma: 2024.04.10. forrás: <https://www.hugbc.hu/zold-minositesek-tudastar>
21. Gulácsy Eszter (2020): *BREEAM, LEED or WELL, The interest in building assessment methods keeps growing*, BSRIA White Paper, Letöltés dátuma: 2024.04.10. forrás: [https://www.bsria.com/uk/product/nEjWAD/breeam\\_leed\\_or\\_well\\_wp\\_132020\\_a15d25e1/](https://www.bsria.com/uk/product/nEjWAD/breeam_leed_or_well_wp_132020_a15d25e1/)
22. Körös Consult Kft (2014): *Energetikai koncepció- Liget Budapest* Letöltés dátuma: 2024.04.10. forrás: [https://ligetbudapest.hu/storage/64/energetikai\\_koncepcio.pdf](https://ligetbudapest.hu/storage/64/energetikai_koncepcio.pdf)
23. Gelesz Adrienn (2022.) *Energiahatékonyság számszerűsítve #1 – Tudatos épülethasználat*, Építészfórum Letöltés dátuma: 2024.04.10. forrás: <https://epiteszforum.hu/energiahatekonysag-szamszerusitve-1--tudatos-epulethasznalat>

## 8. Mellékletek

### 1. számú melléklet árazatlan költségvetés

FAN-COIL							
Sz.	Tétel megnevezés	Menny.	Egység.	Anyag egységár	Díj egységre	Anyag összesen	Díj összesen
<b>Járulékos munkák</b>							
1.	Meglévő modulszőnyeg bontása az FCk közelében, majd azok visszazaragasztása a munka végeztével	180	m2	0	0	- Ft	- Ft
2.	Bérlő bútorainak és berendezéseinek szükség szerinti mozgatása	1	klt	0	0	- Ft	- Ft
3.	Munkaidőn kívüli munkavégzés többletköltsége	1	klt	0	0	- Ft	- Ft
4.	Hulladék megfelelő elszállítása és kezelése	1	klt	0	0	- Ft	- Ft
5.	Bérlői és közös területek akarítása, munkák utáni piperetakarítás	1	klt	0	0	- Ft	- Ft
7.	Üzemeltetéssel való kapcsolattartás	1	klt	0	0	- Ft	- Ft
8.	Bérlői területek őrzése	300	óra	0	0	- Ft	- Ft
<b>Gépészet</b>							
9.	Meglévő fan-coilok és szelepek elbontása és elszállítása megrendelő által kijelölt helyre	183	db	0	0	- Ft	- Ft
10.	CAIROX típusú fan-coil készülék, 4 csöves, parapet, burkolatos, <b>CZPB</b> lábazati elemmel, alsó beszívású, felszerelve, fűtési és kondenz hálózatba bekötve felxibilis csatlakozással (GEBO), elektromos és gyengeáramú (BMS) bekötéssel együtt, elzáró és szabályozó szelepek beépítésével, a szelepek külön tételben kiírva.						
11.	FC-VM1 34	7	db	0	0	- Ft	- Ft
1	FC-VM1 44	2	db	0	0		

2. /						- Ft	- Ft
1 3. /	FC-VM1 54	5	db	0	0	- Ft	- Ft
1 4. /	FC-VM1 64	3	db	0	0	- Ft	- Ft
1 5. /	FC-VM1 74	24	db	0	0	- Ft	- Ft
1 6. /	FC-VM1 84	2	db	0	0	- Ft	- Ft
1 7. /	FC-VM3 14	17	db	0	0	- Ft	- Ft
1 8. /	FC-VM3 24	0	db	0	0	- Ft	- Ft
1 9. /	FC-VM3 34	2	db	0	0	- Ft	- Ft
2 0. /	FC-VM3 44	9	db	0	0	- Ft	- Ft
2 1. /	FC-VM3 54	16	db	0	0	- Ft	- Ft
2 2. /	FC-VM3 64	2	db	0	0	- Ft	- Ft
2 3. /	FC-VM3 74	35	db	0	0	- Ft	- Ft
2 4. /	FC-VM3 84	13	db	0	0	- Ft	- Ft
2 5. /	FC-VM3 94	11	db	0	0	- Ft	- Ft
2 6. /	FC-VM3 104	4	db	0	0	- Ft	- Ft
2 7. /	FC-VM3 114	2	db	0	0	- Ft	- Ft
2 8. /	FC-VM3 124	6	db	0	0	- Ft	- Ft

2 9. /	FC BRV kiegészítő csepptálca, parapet berendezéshez, felszerelve	160	db	0	0	- Ft	- Ft
3 0. /	CAIROX CW24 kazettás 4 csöves fan-coil egység, felszerelve, fűtési és kondenz hálózatba bekötve, elektromos bekötéssel együtt	7	db	0	0	- Ft	- Ft
3 1. /	CAIROX BC63 kiegészítő csepptálca FCA kazettás berendezéshez, felszerelve	7	db	0	0	- Ft	- Ft
3 2. /	szelepek, csappantyúk (szabályzó, fojtó-elzáró, beavatkozó) TA TBV-C NF FAN-COIL szabályozó és beszályozó szelep, PN16 1/2", Cikkszám: 52- 134-115	236	db	0	0	- Ft	- Ft
3 3. /	szelepek, csappantyúk (szabályzó, fojtó-elzáró, beavatkozó) TA TBV-C NF FAN-COIL szabályozó és beszályozó szelep, PN16 3/4", Cikkszám: 52- 134-120	88	db	0	0	- Ft	- Ft
3 4. /	szelepek, csappantyúk (szabályzó, fojtó-elzáró, beavatkozó) TBV-C 25 NF FAN-COIL szabályozó és beszályozó szelep, 1", Cikkszám: 52-134-125	8	db	0	0	- Ft	- Ft
3 5. /	Szerelőkulcs fűtőtest szerelvények szereléséhez és beszályozásához TA előbeállító szerszám, Cikkszám: 52-133-100	1	db	0	0	- Ft	- Ft
3 6. /	szelep szettek TA STAD-STAP DP nyomáskülönbség szabályozó szett, DN 20, 10-60 kPa, Cikkszám: 52-865-003	0	db	0	0	- Ft	- Ft
3 7. /	szelep szettek TA STAD-STAP DP nyomáskülönbség szabályozó szett, DN 25, 10-60 kPa, Cikkszám: 52-865-003	0	db	0	0	- Ft	- Ft
3 8. /	szelep szettek TA STAD-STAP DP nyomáskülönbség szabályozó szett, DN 32, 10-60 kPa, Cikkszám: 52-865-003	0	db	0	0	- Ft	- Ft

3	szelep szettek	0	db	0	0	- Ft	- Ft
9.	TA STAD-STAP DP						
/	nyomáskülönbség szabályozó szett, DN 40, 10-60 kPa, Cikkszám: 52-865-003						
4	MOFÉM AHA	668	db	0	0	- Ft	- Ft
0.	Univerzális gömbcsap, sárgarézből, kézikarral kétoldalon belső menettel, felszerelve, Rendszercsatlakozás: 1/2" (DN15) menetes						
4	S-FLEX típusú univerzális flexibilis bekötőcső fan-coil berendezésekhez, rozsdamentes acélból, szuper-flexibilis, erős kialakítású, 200mm-410mm között nyújtható, KB menetes csatlakozással, 1/2" - 1/2"	668	db	0	0	- Ft	- Ft
1.							
/							
4	Hűtési-Fűtési csőre zártcéllás, szerelvényekre hőszigetelő anyag 13mm vastagságban, a szükséges felerősítő kapcsokkal, ragasztó szalaggal, ragasztóval, felszerelve.	668	db	0	0	- Ft	- Ft
2.							
/							
	<b>Elektromos szerelések- BMS</b>						
4	elektrotermikus és elektromotoros	334	db	0	0	- Ft	- Ft
3.	hajtóművek elhelyezése,						
/	elektromos bekötéssel együtt EMO T termoelektromos meghajtó 230V, NC, csatlakozó kábel hossza 1 m, <b>1833-00.500</b>						
4	Fan-coil csoportvezérlő relédoboz	32	db	0	0	- Ft	- Ft
4.	szerelése BMS hálózatba						
/	integrálása 2-4 csöves egységek 3 fokozatú ventilátor vezérlése (4*3A 230V) - 2 csöves rendszer esetén 3db ventilátor és 3db szelepvezérlés (230V) - egységenkénti leválasztást biztosít - DIN sínre szerelhető, védettség IP 20						

4	Fan-coil termosztát szerelése	98	db	0	0	- Ft	- Ft
5.	BMS hálózatba integrálása						
/	elektromos oldali bekötéssel, felszerelve, kompletten. 3 fokozatú ventilátor és 0-10V szelep vezérlésére, 230V üzemi feszültséggel, fan-coil készülékek vezérlésére, elektromos oldali bekötéssel, felszerelve, kompletten.						
	<b>Mérés, dokumentálás</b>						
4	Rendszer szakaszos üritése,	10	klt	0	0	- Ft	- Ft
6.	feltöltése						
/							
4	Rendszer próbaüzeme és	1	klt	0	0	- Ft	- Ft
7.	nyomáspróbája						
/							
4	Rendszer kétszeri átmosatása	1	klt	0	0	- Ft	- Ft
8.	inhibitoros folyadékkal						
/							
4	A használatba-vételi eljáráshoz	1	klt	0	0	- Ft	- Ft
9.	szükséges teljeskörű műszaki						
/	dokumentáció tartalmi és formai teljesítése. Műbizonylatokkal gépkönyvekkel						
5	Teljes fűtési, valamint hűtési	351	db	0	0	- Ft	- Ft
0.	hálózat beszabályozása						
/	szelepenként						
	<b>Építőmesteri és egyéb járulékos munkák</b>						
7	Strangszabályzó szeleparók	0	klt	0	0	- Ft	- Ft
5.	beépítéshez szükséges						
/	álmennyezeti, bontások helyreállítások						
7	Revíziós ajtó 12,5 mm,	0	klt	0	0	- Ft	- Ft
6.	Impregnált gipszkarton betét,						
/	látható zárszerkezet nélkül, látható csavarozással rejtettrugós csapózár horganyzott sarokelemek, gumitömítéssel 600*1000						
7	Visszaépített mennyezet festése	0	klt	0	0	- Ft	- Ft
7.	10 m2-ig						
/							
	<b>Munkanem összesen:</b>					<b>- Ft</b>	<b>- Ft</b>

Ssz.	Gyártó	Termékkód	Megnevezés	Menny.	M.	Egységár			Összár		
						Anyag	Díj	Anyag	Díj	A+D	
<b>1. Épületfelügyeleti rendszer telepítése</b>											
<b>1.1 Épületautomatika rendszer</b>									- Ft	- Ft	- Ft
<b>1.1. EA1 1 Szellőző gépházi elosztó cseréje</b>									- Ft	- Ft	- Ft
1.1.1.1		EA1 elosztó szekérny	EA1 Új elosztó szekérny LK1, LK2, Fűtési és hűtési szivattyúk új leágaz	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.2		Kábelek kikötése	Meglévő megmaradó kábelek kikötése, beazonosítása	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.3		SZG bontás	Elosztó elbontása, leszerelése	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.4		EA1 felszerelése	Elosztó felszerelése	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.5		Kábelek bekötése	Kábelek visszakötése	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.6		Kábelelése	Új áramkörök kábelelése kiépítése	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.7		Elosztó szállítás	Elosztó szállítása	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
<b>1.1. EA2 2 Kazánházi elosztó cseréje</b>									- Ft	- Ft	- Ft
1.1.1.2.1		EA2 Új elosztó szekérny	EA1 Új elosztó szekérny Kazánházi szivattyúk	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.2.2		Kábelek kikötése	Meglévő megmaradó kábelek kikötése, beazonosítása	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.2.3		KH bontás	Elosztó elbontása, leszerelése	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.2.4		EA2 felszerelése	Elosztó felszerelése	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.2.5		Kábelek bekötése	Kábelek visszakötése	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
1.1.1.2.6		Kábelelése	Új áramkörök kábelelése kiépítése	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
<b>1.1. Automatika elemek 3</b>									- Ft	- Ft	- Ft
1.1.1.3.1		DDC elemek	EA1 hűtés sziv+LK1+LK2	1	d			- Ft	- Ft	- Ft	
		DDC	Kazán+FűtSziv	1	d						

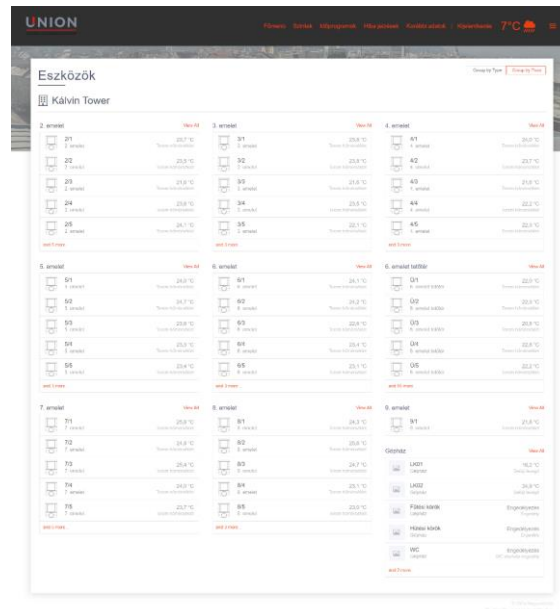
1.1.		elemek		b		- Ft	- Ft	- Ft
3.2							Ft	
1.1. Egyedi fan-coil vezérlés						- Ft	Ft	- Ft
4								
1.1.	4.1	FC vezérlő	Fan coil szabályzó AC230, 2xDI 5xDO,	166	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.1.	4.2	Fali kezelő	Terem kezelő, Kijelző 60x60	85	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.1.	4.3	Busz kábelezés	BMS hálózat kiépítése	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.1.	4.4	MDBS-IPGW	Modbus RS485/IP átjáró	10	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.1.	4.5	IP hálózat	IP hálózat kiépítése szintek és HKP között	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.1. FC hálózati vezérlők és felügyelet						- Ft	Ft	- Ft
5								
1.1.	5.2	DDC elemek	Hálózati vezérlő 1250 proxy pont 2RS port	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.2 Épületfelügyelet						- Ft	- Ft	- Ft
1.2.	1	TRIDIUM	N4 SUPERVISOR felületi szoftver 1JACE/10EDGE licence	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.2.	2	TRIDIUM	N4 SUPERVISOR UP felületi szoftver 1JACE/10EDGE licence bővítés	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.2.	3	DELL	Szerver Win 10 Pro , Corei5, 8GB RAM, SSD	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.2.	4	DELL	Kliens Win10Pro, Coire i3/i5, 8GB RAM, SSD, Monitor, bill, egér	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.2.	5		Programozás Adatbázis, alarm, trend, riport, email beállítások	1	té l	- Ft	- Ft	- Ft
1.2.	6	ETH	Ethernet hálózat IP vezérlők közötti ethernet hálózat kiépítése	1	té l	- Ft	- Ft	- Ft
1.2.	7	SW	RUT, SWITHC Távoli elérés, BMS IT hálózat létrehozása	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.3 Mérnöki tevékenységek és egyéb szolgáltatások						- Ft	- Ft	- Ft
1.3.	1	TERV	Gépészeti épületautomatika automatika tervek módosítása	1	té l	- Ft	- Ft	- Ft
1.3.	2	FELV	Felvonulási költségek, kiszállási díjak	1	té l	- Ft	- Ft	- Ft
1.3.	3	DDC Programozás	DDC program elkészítése, letöltése, ellenőrzése	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.3.	4	Üzembe helyezés	HKP , LK1, LK2, HTG Rendszerek üzembehelyezése	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft



1.3. 6	Grafika	Grafikus felület, gépészeti séma dinamizálás, adatbázis prog	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.3. 7	DDC Programozás	DDC program elkészítése, letöltése, ellenőrzése (IRC)	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.3. 8	Üzembe helyezés	FC vezérlés üzembehelyezése	166	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.3. 9	Üzembe helyezés	Gateway üzembehelyezése	10	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.3. 10	Grafika	Grafikus felület, gépészeti séma dinamizálás, adatbázis prog	166	d b	- Ft	- Ft	- Ft
1.3. 11	EV mérés	EV mérés és JK készítés, új elosztókra	1	d b	- Ft	- Ft	- Ft
<b>Összesítés</b>							
1. Épületautomatika rendszer							- Ft
1.2 Épületfelügyelet							- Ft
1.3 Mérnöki tevékenységek és egyéb szolgáltatások							- Ft
<b>Összesen (NETTÓ):</b>							<b>- Ft</b>

## 2. melléklet Épületfelügyeleti rendszer bemutatása

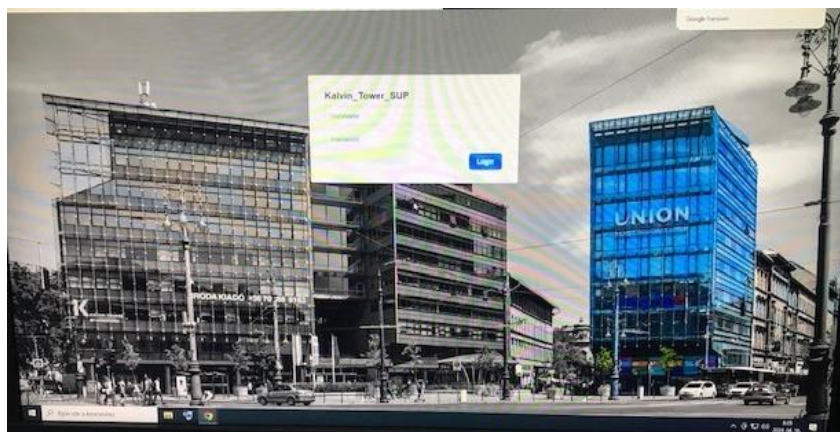
A szoftver felépítése követi a sztenderdeket, az alábbi képen láthatóak a vezérlési pontok helyei (18. sz. kép), ahol az épületfelügyeleti rendszerbe történő illesztés megtörtént.



18. kép Vezérlési területek

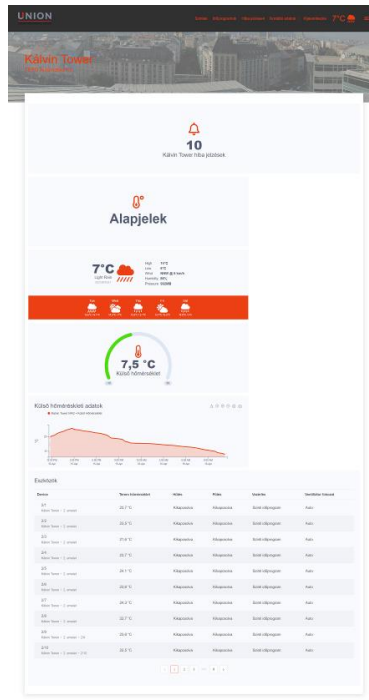
### Belépési képernyő

A kezelő számítógép a földszinti recepción került kialakításra, azért jelszavas védelemmel lett ellátva (19. sz. kép)



19. kép jelszavas védelem

A belépés utána az épület alapjelek kerülnek megjelenítésre (20. sz. kép)



20. kép BMS főmenü

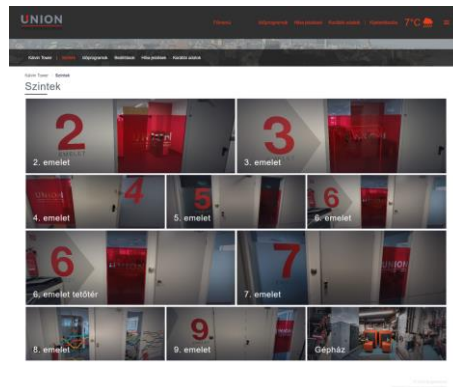
A Főmenőből van lehetőség az egyes menüpontokat elérni:

1. szintek
2. időprogramok
3. hiba jelzések
4. korábbi adatok
5. kijelentkezés

Az egyes menüpontokban az alábbi kezelői felületek érhetőek el:

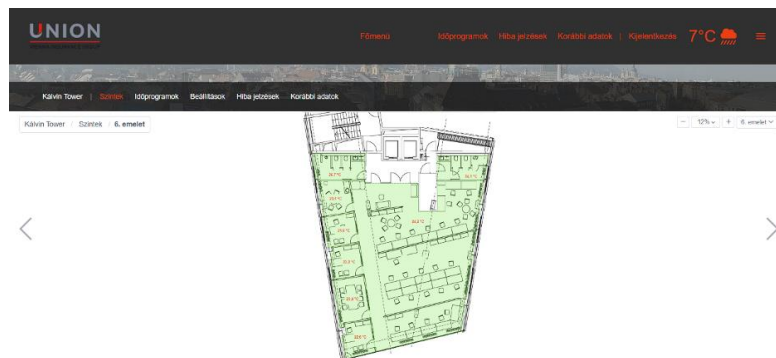
## 1. szintek

ebben a pontban kerültek az épület szintjei és gépészeti berendezései (21. sz. kép)



21. kép szintek

A 2-9. emeletek az irodai szinteket jelzi, ahol az irodaterületek láthatóak (22. sz. kép). A felületen látható a helységben található termosztát által mért helység-hőmérséklet, illetve az üzemi állapot (hűtés, fűtés vagy kikapcsolt) (23. az. kép)



22. kép iroda szintek



23. kép irodák

Ezen felül lehetőség van tetszőleges iroda üzemállapotát és vezérlési adatait részletesen is megnyitni, illetve állítani (24. sz. kép)

The screenshot shows a web-based climate control interface for a specific office. The interface includes a header with the 'UNION' logo and navigation links. The main content area displays the current room temperature as 23,7 °C. To the right, there are several control panels for different parameters:

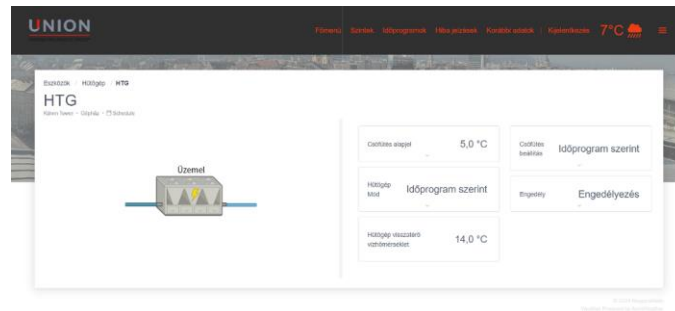
- Hőmérsékletek:**
  - Termék hőmérséklet: 23,7 °C
  - Alapjel étolás: 0,0 °C
  - Aktuális előtölt Hűtési alapjel: 30,0 °C
  - Aktuális előtölt Fűtési alapjel: 21,0 °C
- Státusz:**
  - Hűtés: Kikapcsolva
  - Fűtés: Kikapcsolva
  - Ventilátor: Off
  - Ventilátor mód: Auto
  - Üzem mód: Nappal
- Beállítások:**
  - Hőmérséklet kiérés: 2,0 °C
  - Ventilátor fokozat: Auto
  - Mod: Nappal
  - Vezérlés: Szintű időprogram
  - Köszletelés: 1 min

The interface is clean and modern, with a dark header and a light main content area. The temperature display is prominent, and the control panels are organized into clear sections.

24. kép iroda helyi hőmérséklet vezérlés

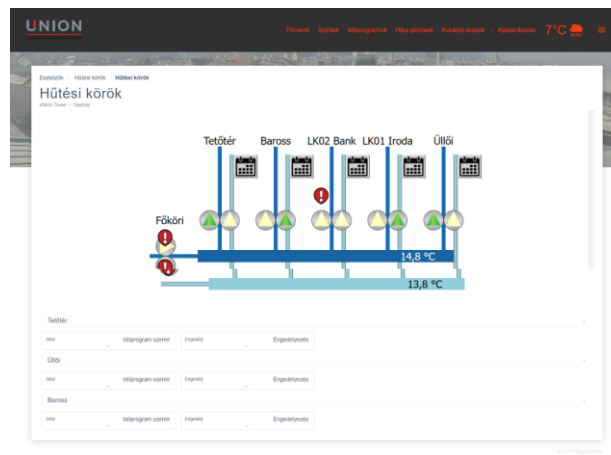
A szintek menüpontban elérhetőek a gépészet vezérlési felületei:

Hűtőgép (25. sz. kép)



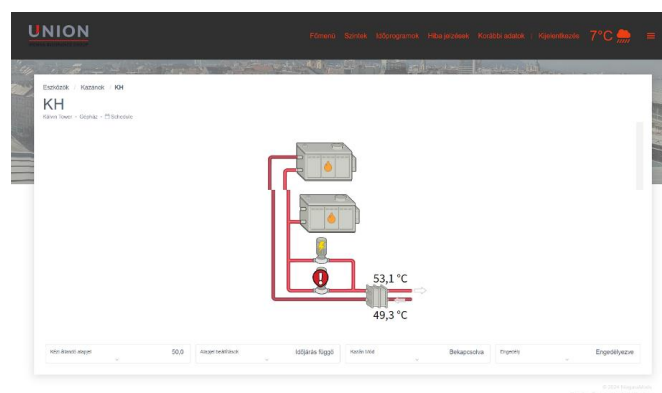
25. kép hűtőgép

Hűtési keringtető rendszer (26. sz. kép)



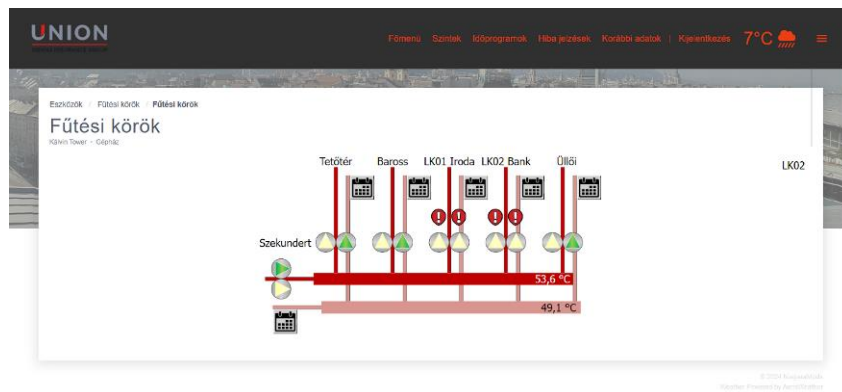
26. kép Hűtési körök

Kazánház (27. sz. kép)



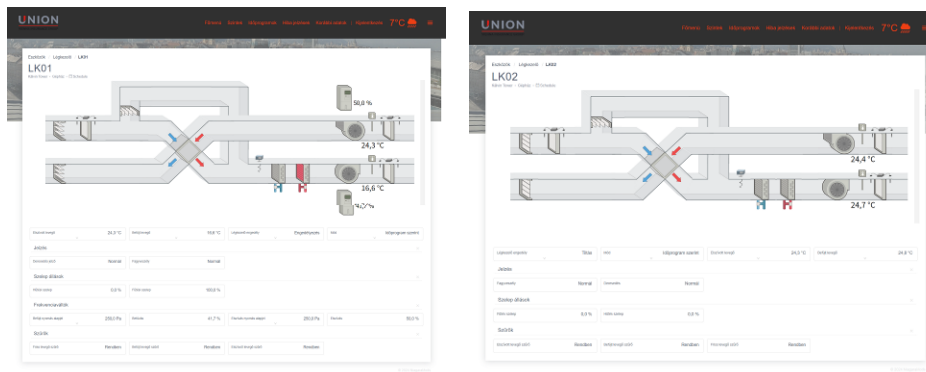
27. kép kazánok

## Fűtési kör (28. sz. kép)



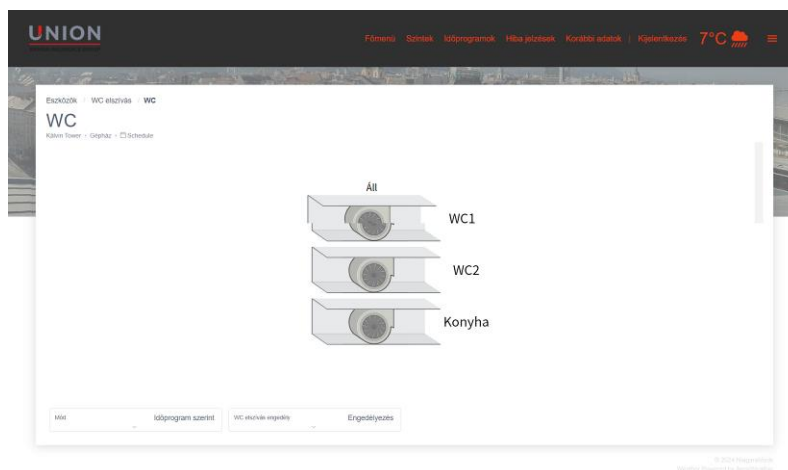
28. kép Fűtési körök

## Légkezelők (29. sz. kép)



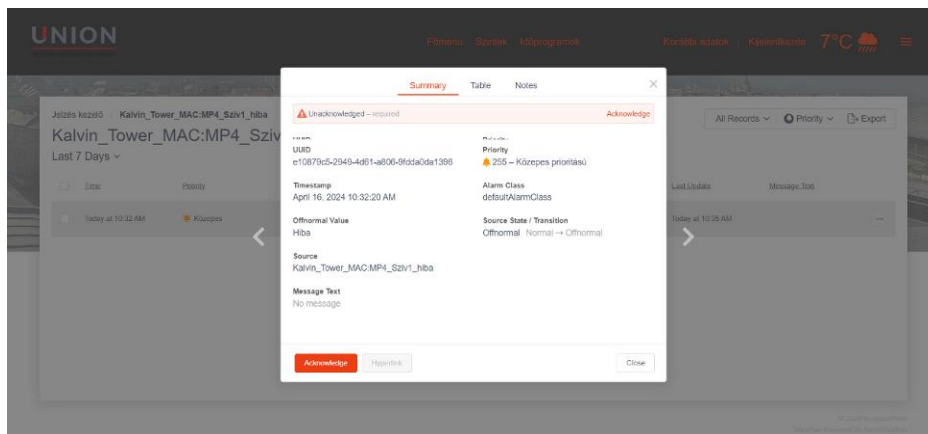
29. kép légkezelők

## Vizesblokk elszívások (30. sz. kép)

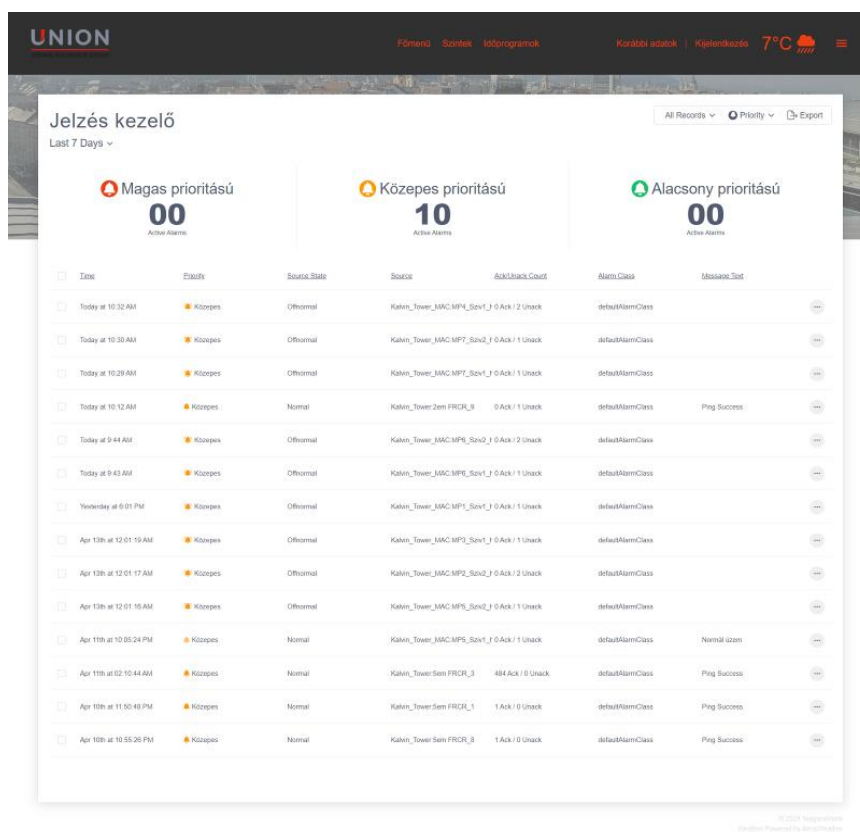


30. kép vizesblokkok elszívása

Az épületfelügyeleti rendszer a működési rendelleneségeket rögzíti és értesítést küld. A hibákat előzetesen beállított prioritásoknak megfelelően jelzi (31. sz. kép), illetve rögzíti (32. sz. kép)



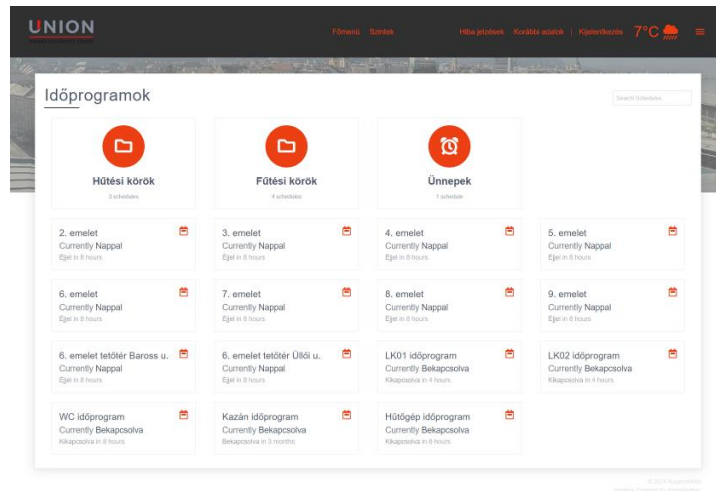
31. kép riasztás



32. kép Hibäuzenetek

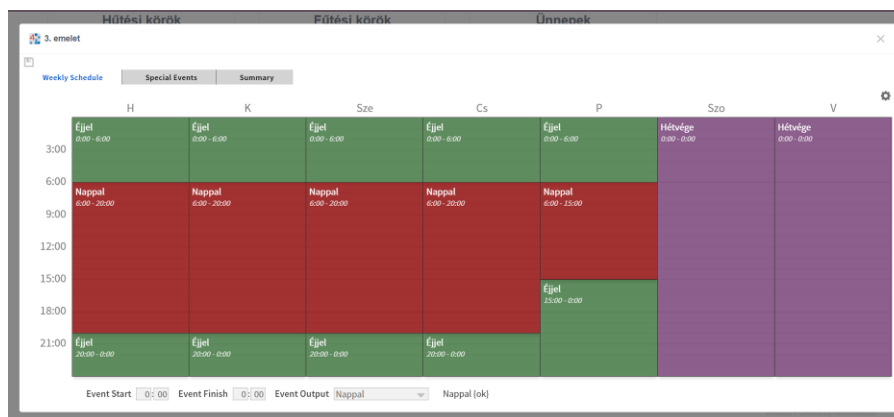


A rendszerrel szembeni egyik fő elvárás az időprogramok kezelése, melyet a szintek almenüben lehet beállítani szintenként és berendezésenként (33. sz. kép)



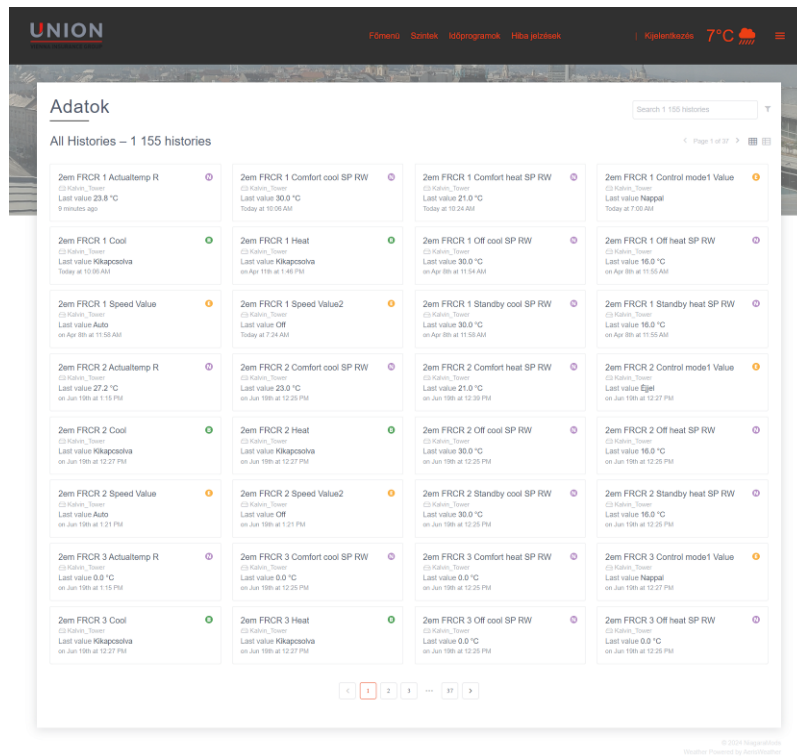
33. kép időprogramok

Az aktuális berendezések időprogram heti nézetben is megjeleníthető, ahol szoftverbeállítás (nem változtatható) hogy a működési időszak a piros terület (34. sz. kép)



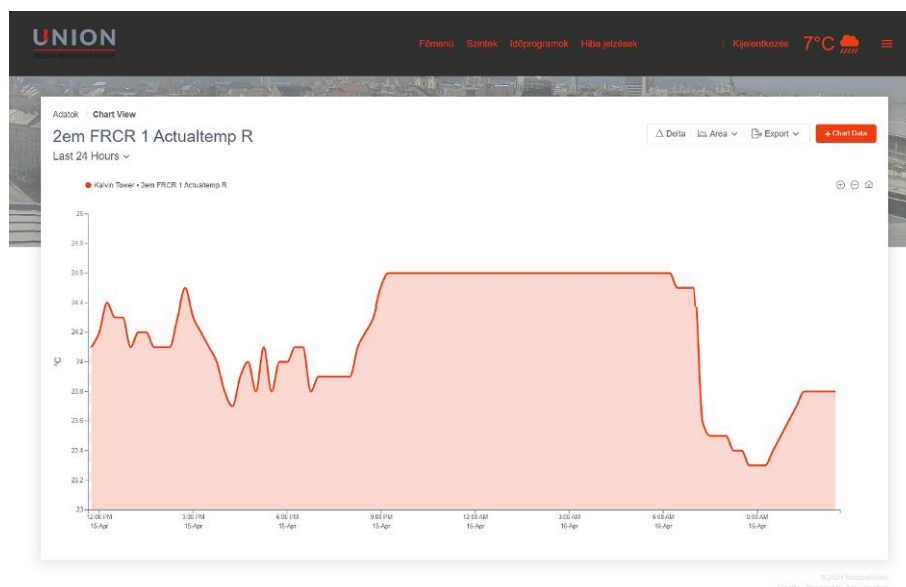
34. kép heti időprogram

Az épületfelügyeleti rendszer kezelői felületen lehetőség van a korábbi adatok megtekintésére és exportálására, valamint a szoftver is képes a kimutatások elkészítésére (35. sz. kép)

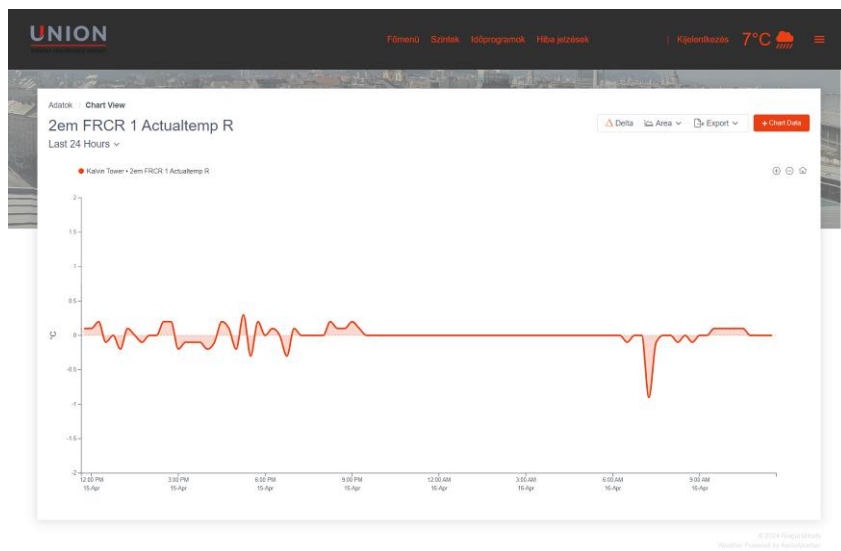


35. kép berendezések historikus adatai

Trendek kimutatása esetén lehetőség van a helységek hőmérsékletének adott napi változását kimutatni (36. sz. kép), illetve a beállított alapértéktől történő eltéréseket (37. sz. kép)



36. kép Helység hőmérséklete az adott napon



37. kép Alapértéktől történő eltérések az adott napon

### 3. Termosztát műszaki leírása



#### UC010

#### Room unit for fancoil controller FCR010



**Summary** The UC010 room unit is a communicative human-machine interface for fancoil controller FCR010 or FCR011.

According to production type, each version of the unit may contain display, backlight and knob.

UC010 – basic version with display and knob

UC010BL – version with display, knob and backlight

UC010DK – version without knob and display

**Application**      ■ Fan coil systems – measurement and control of room temperature

**Function** The unit reads room temperature, temperature correction / setpoint by a knob, and required operation mode which is set by a short push or in the menu. Data is transmitted to the fancoil controller. The fan coil controller may send to the unit other data (heating / cooling mode, fan stage, day / night / standby mode etc.) which are displayed on the LCD display.

Connect the room unit to FCR010 or FCR011 over a 4-core cable, the most suitable types are JY(St)Y or LAM 2x2x0.8. Use the same type which powers the FCR010 controller as if the room unit power is taken from the FCR010 terminals, the cores in a terminal should be of the same cross-section. Attention, the FCR011 has a supply voltage 230 V. Please do not connect UC010 to the FCR011 power supply.

If there is communication failure between UC010 and FCR010/FCR011, there is a wrench and alarm bell icon at the UC010 display. Check signal polarity (terminals 3, 4), bus termination, and correct wiring at the controller side (see FCR010 or FCR011 data sheet).

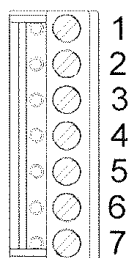
Technical data	
Power supply	24 V AC +/- 20%
Consumption	1 W
Communication	RS485, Modbus RTU, selectable speed 1200 ... 115200 bps

SW	ModComTool
Temperature measuring range	-20 ÷ 70 °C (accuracy ±1 °C)
Humidity measuring range	10 ÷ 90 rH (accuracy ±3 % rH)
Setpoint	as configured, +/- 10 to +/- 1 K
Display	LCD 60 x 60 mm
Terminals	screw terminals for wires 0,14 – 1,5 mm <sup>2</sup>
Cover	ABS, RAL9010
Protection	IP20
Weight	0,13 kg
Dimensions	90x115x30 mm
Ambient temperature	External conditions: -5 – 45 °C; 5 – 95 % relative humidity; non-condensing gases and chemically non-aggressive conditions (according to EN 60721-3-3 climatic class 3K5) Storage: -5 – 45 °C; 5 – 95 % relative humidity; non-condensing gases and chemically non-aggressive conditions (according to EN 60721-3-1 climatic class 1K3)
Standards conformity	EMC EN 61000-6-2 ed.3:2005, EN 61000-6-4 ed.2:2006 + A1:2010 (industrial environment) Electrical safety EN 60950-1 ed.2:2006 + A11:2009 + A12:2011 + A1:2010 + A2:2014 + Opr.1:2012 + Z1:2016 Hazardous substances reduction EN 50581:2012

Version UC010DK without knob and display is available.

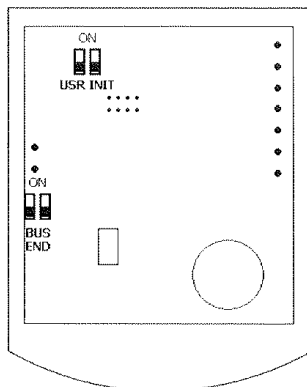
Version with display and without knob is also available, need to be specified in order.

#### Terminals



- 1: NC not connected
- 2: NC not connected
- 3: K- communication, RS485 –
- 4: K+ communication, RS485 +
- 5: GND technical earth (TE)
- 6: G0 power – common point
- 7: G power

## DIP switches



## Back of the PCB

**BUS END:** if ON, the bus is terminated (if last device on the line)

**USR:** not used, reserved for future applications

**INIT:** sets the controller into default state and sets bus address to 1, baud rate to 9600.

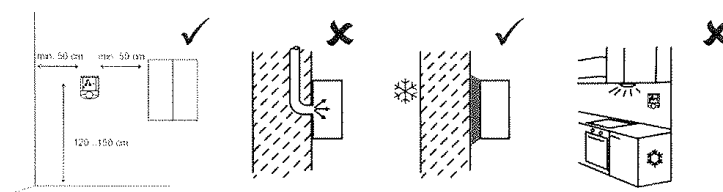
To init, proceed as follows:

- connect the device over RS485 to a PC with ModComTool config tool
- set INIT to ON
- apply power (use only the connector without bottom)
- find the controller in the tool (Scan)
- set INIT to OFF
- in the ModComTool, open the controller window
- click the Init button in the tool
- remove and apply power.

## Installation

Units are intended for operating in a normal and chemically non-aggressive environment. They do not need any servicing or maintenance. Install them in a vertical position at places where they can be operated easily and measure correct values of temperature, i.e. in the height of about 150 cm, with no direct sunlight or other heat / cool source (AHU outlets, refrigerator, electrical appliances). The device consists of two parts: bottom with screw terminal block and cover containing PCB, display, and the knob. The bottom part is fixed by 2 or 4 screws to any flat surface or a flush-mounting box  $\varnothing$  50 mm. At the back of the bottom there is an aperture for cabling. The bottom should be installed and cabling connected first, and the upper part inserted after the construction works have been finished to prevent damage to the unit.

Seal the conduits to avoid influencing the sensor by draught. Use insulating pad when installing the sensor on cold walls. Avoid sensor exposition to sunlight or other heat sources.



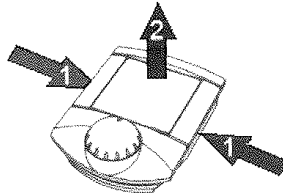
## Cover opening

When removing the display part, proceed as follows:

- press gently the side parts of the unit and pull the right of the display part by several millimeters
- pull the left of the display part

- pull the display part and remove it from the bottom.

Do not bend the display part too much, the connector pins could be damaged. The locks are only at the sides of the display part, not at the top nor bottom.



## Operation

The following settings are defaults. The engineer may set another way of fancoil control, disable some functions etc., so the text below is a description of the default functionality of the controller rather than the user operation manual.

### Temperature correction:

Turn the knob clockwise to increase setpoint, turn it counterclockwise to decrease setpoint. The maximum correction range can be modified over the bus e.g. with the ModComTool configuration tool.

### Fancoil stage setting:

Push the knob shortly (<1 s). Every push changes the fancoil stage cyclically: Stage 1 – Stage 2 – Stage 3 – Off – Auto. When changing between the Comfort and Standby modes, the controller falls back into automatic fancoil stage control according to the control deviation.

### Operation mode change:

The operation mode in the Hotel mode (used for fancoils in hotels and offices) is changed over bus communication or by activating digital inputs. The DI1 switches between the Comfort and Standby modes (e.g. card reader), while DI2 brings the controller into the Off mode (e.g. window contact). The time scheduler is used with Residential mode only.

### Time schedule settings:

Switch to the time schedule settings mode with a long push (>1 s). The controller switches to settings mode (clock icon).

Turn the knob to select the weekday (1 to 7). Then short push to confirm the selection. Turn the knob to select the event (large number 1 to 6). Each event displays the mode activated by this event.

Short push to confirm the event selection. Turn the knob to select the operation mode (Day, Night, Off, Event inactive) invoked by this event. If the event is not active, the operation mode is not changed at the set time.

Short push to confirm the operation mode setting. The event time displays. Turn the knob to set the time of the event and confirm by a short push. Then turn the knob to select another event or long push and turn the knob to select another weekday.

After all desired events have been edited, long push to leave the time schedule settings. The controller goes to the basic display mode also after 30 secs of user inactivity.

**Change of setpoints and controller time:**

Switch to the settings mode with a superlong push (>2.5 s). The controller switches to settings mode (flashing thermometer icon).

**Turning the knob selects between following settings:**

- Controller time and day of week (Clock icon, Day of week)
- Setpoint temp. Heating Day mode (Temperature, Heating, Day are flashing)
- Setpoint temp. Heating Night mode (Temperature, Heating, Night are flashing)
- Setpoint temp. Heating Off mode (Temperature, Heating, Empty house are flashing)
- Setpoint temp. Cooling Day mode (Temperature, Cooling, Day are flashing)
- Setpoint temp. Cooling Night mode (Temperature, Cooling, Night are flashing)
- Setpoint temp. Cooling Off mode (Temperature, Cooling, Empty house are flashing)

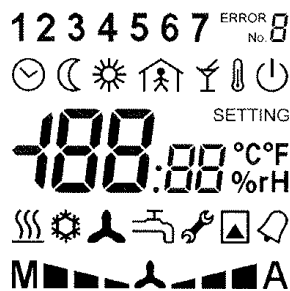
Select the requested value by a short push. Turn knob to change value. Confirm by a short push again.

If there is no user activity for 30 s, the controller goes to the basic display mode.

**Default values:**

The default values as well as all other settings (PI parameters, address, baudrate...) can be set by the configuration program, ModComTool.

Display

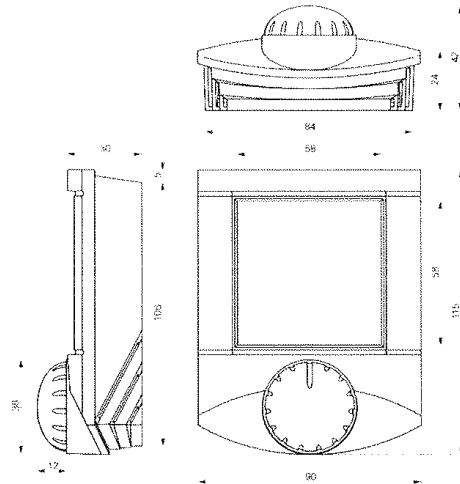


A large (60 x 60 mm) display clearly shows actual room temperature and controller status with 7-segment digits and standard Day, Night, Off, and Time scheduler symbols. Active output is indicated by a heating symbol. In the upper part, there are week days used for time scheduler setup. Other symbols are not used.

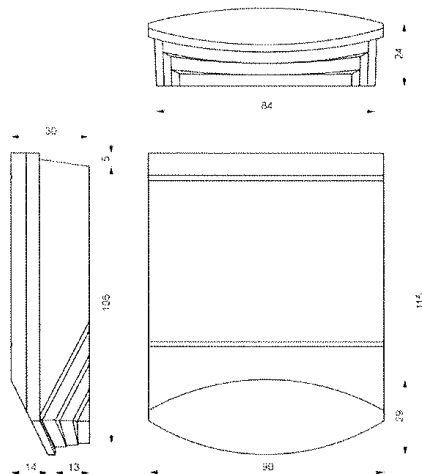
LCD symbol set



Dimensions UC010



UC010DK



All dimensions in *mm*.

**Safety note**

The device is designed for monitoring and control of heating, ventilation, and air conditioning systems. It must not be used for protection of persons against health risks or death, as a safety element, or in applications where its failure could lead to physical or property damage or environmental damage. All risks related to device operation must be considered together with design, installation, and operation of the entire control system which the device is part of.

**Changes in  
versions**

04/2015 – Added UC010/DK version.

08/2016 – Changed the format and reference to the configuration software.

03/2017 – Added picture and description of the installation and link on the datasheet with other colours.

07/2017 – Change of technical data, standards and images. BL version added.

08/2017 – Controller description change (FC to FCR version).

08/2018 – Minor changes.

06/2020 – Added the ability to use the FCR011 controller.

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Czimer László  
A Hallgató Neptun kódja: 042EW7  
A dolgozat címe: Irodaház energetikai korszerűsítése  
A megjelenés éve: 2024  
A konzulens intézetének neve: 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 záróvizsga-bizottság 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 szellemi tulajdon-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 eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024.04.22.



---

Hallgató aláírása

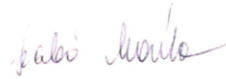
## NYILATKOZAT

Czimer László (hallgató Neptun azonosítója: 042EW7) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: 2024 év április hó 20 nap



belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendő.