

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Kollár Julianna  
Létesítménymérnök**

**Gödöllő  
2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**  
**Szent István Campus**  
**Létesítménymérnök Szak**

**Gyógyszeripari gyár CO<sub>2</sub> kibocsátásának csökkentésére irányuló  
megoldások vizsgálata**

<b>Belső konzulens:</b>	Benécs József tanszéki mérnök
<b>Külső konzulens:</b>	Bacsó Bence energetikai mérnök
<b>Készítette:</b>	<b>Kollár Julianna</b> G5IZFM levelező
<b>Intézet/Tanszék:</b>	<b>Műszaki Intézet</b>

**Gödöllő**  
**2023**

**MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRŐK MESTERSZAK**  
**Energetika specializáció**

**DIPLOMADOLGOZAT**  
feladatlap

*Kollár Julianna (G5IZFM)*

részére

A diplomadolgozat címe:

**Gyógyszeripari gyár CO<sub>2</sub> kibocsátásának csökkentésére irányuló megoldások vizsgálata**

**Feladatkiírás:**

A 2010-2022 közötti monitorozott CO<sub>2</sub> kibocsátási adatokat alapul véve 2030-ig előrejelzést adni a kibocsátás mértékének várható alakulásáról. A csökkenő tendenciát alátámasztó vállalaton belüli intézkedések bemutatása, komfort területen az épületgépészeti rendszerek összehasonlítása felhasznált energia CO<sub>2</sub> kibocsátása alapján, technológiai területen alkalmazott hűtőgépek cseréjének hatását bemutató számítás elvégzése.

**Közreműködő tanszék:** Műszaki Intézet, Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

**Külső konzulens:** *Bacsó Bence energetikai mérnök*, Richter Gedeon Nyrt., 1103 Budapest, Gyömrői út 19-21.

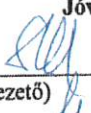
**Belső konzulens:** *Benécs József István tanszéki mérnök*, MATE, Műszaki Intézet

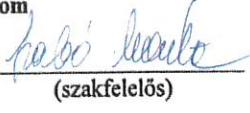
**Beadási határidő:** 2023.      hó      nap

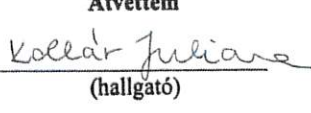
Gödöllő, 2023.      hó      nap

Jóváhagyom

Átvettem

  
(tanszékvezető)

  
(szakfelelős)

  
(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 04. hó 28. nap

  
(külső konzulens)

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	5
2. CO <sub>2</sub> tulajdonságai, keletkezése, környezetkárosító hatása .....	6
2.1. CO <sub>2</sub> hatása a környezetre.....	6
3. Stratégiák a CO <sub>2</sub> kibocsátás csökkentésére .....	7
3.1. Európai Unió klímavédelmi terve .....	7
3.2. Nemzeti Energiastratégia célkitűzései:.....	10
4. Energiaforrások, hőtermelők.....	13
4.1. Energiaforrások, energiahordozók.....	13
4.1.1. Napenergia .....	14
4.1.2. Biomassza .....	15
4.1.3. Geotermikus energia .....	15
4.2. Megújuló energiaforrásokat alkalmazó hőtermelők.....	16
4.2.1. Hőszivattyú .....	16
4.2.2. Pelletkazán .....	20
4.2.3. Napenergiahasznosító rendszerek .....	20
5. Távhő előállítás megújuló energiaforrás használatával .....	22
6. Kvótakereskedelem .....	24
7. Gyógyszergyár CO <sub>2</sub> kibocsátásának elemzése:.....	26
7.1. Energiaellátás rendszerének leírása.....	26
7.2. Mérőrendszer felépítése.....	26
7.3. Számítási módszer leírása.....	26
7.4. Kibocsátás tendenciájának vizsgálata.....	30
8. CO <sub>2</sub> kibocsátás csökkentését segítő megoldások .....	33
8.1. Épületszerkezetek vizsgálata .....	33
8.1.1. Elsőszámú irodaépület .....	34
8.1.2. Második számú irodaépület .....	41
8.2. Árnyékoló alkalmazásának hatása.....	45
8.3. Épületgépészeti rendszerek összehasonlítása CO <sub>2</sub> kibocsátás mértéke alapján.....	48
8.3.1. Alapfogalmak.....	49
8.3.2. Számítási módszer gázkazán alkalmazásával .....	49
8.3.3. Számítási módszer hőszivattyú alkalmazásával.....	50
8.3.4. Számítási módszer villanybojler és hőszivattyú alkalmazásával .....	51
8.3.5. Elsőszámú irodaépület CO <sub>2</sub> kibocsátás mértékének számítása .....	51
8.3.6. Második számú irodaépület CO <sub>2</sub> kibocsátás mértékének számítása .....	53
8.4. Energiahatékonysági beruházások.....	55

8.5.	Erőműben használt földgáz kiváltása biomasszával.....	61
8.6.	Zöldáram vásárlása.....	64
9.	Eredmények, tapasztalatok, következtetések.....	66
10.	Summary.....	67
11.	Irodalomjegyzék.....	68
12.	Mellékletek.....	71

## 1. Bevezetés

Diplomamunkám során szeretném megvizsgálni az egyik hazai gyógyszeripari vállalat CO<sub>2</sub>-kibocsátását a vállalat egészére vonatkozóan, illetve szeretnék javaslatokat, megoldási lehetőségeket felvázolni, melyek a vállalati kibocsátás mértékének csökkentését célozzák meg. A cég több mint egy évszázados múltra tekinthet vissza. Kezdetben az akkori technológiák, berendezések segítségével építették fel a budapesti székhelyű vállalatot, melynek a gőzenergia volt a legfőbb energiaforrása és az idő előrehaladtával olyan új energiaforrásokat is felhasználtak, mint például a megújuló energiák vagy a forróvíz, melyek egyre elterjedtebbnek bizonyulnak.

Azokban az időkben még nem volt elsődleges szempont a CO<sub>2</sub>-kibocsátás vizsgálata, nyomon követése. Ennek szerepe a 2000-es évek elején értékelődött fel és a minket körülvevő klímaváltság idejében egyre fontosabbá válik a vállalat számára is, hogy kivegye a részét a kibocsátás csökkentéséből.

A vállalat szeretne megfelelni az Európai Unió által előterjesztett Fit For Fiftyfive programnak, mely azt tűzte ki célul, hogy 2030-ra 55%-kal csökkenti a nettó üvegházhatásúgáz-kibocsátást és 2050-re pedig eléri a klímasemlegességet. Ennek a célkitűzésnek a megvalósítása szoros összefüggésben áll a telephelyeken belüli megújuló energiaarány növelésének szándékával, illetve a vállalat rendszeresen valósít meg energiahatékonyság növelésére irányuló projekteket, mint például az abszorberes hűtőgépek lecserélése turbókompresszoros gépekre, melyekkel szintén számottevő kibocsátás csökkenést lehet elérni. Vizsgálatom során szeretném sorra venni az eddig alkalmazott technológiákat, energiaellátási rendszereket, energiaforrásokat. Külön fogom választani a technológiai és a komfort épületgépészeti rendszereket, hiszen a technológiát alkalmazó területeken nagyon kevés mozgásterület áll rendelkezésre, hogy változásokat lehessen eszközölni, azonban a jellemzően komfort jelleggel üzemeltetett területeken érdemes vizsgálni más energiaforrások alkalmazásának lehetőségét. Rendelkezésemre állnak 2010-2022 között méréssel alátámasztható energiafogyasztási adatok, távhő, földgáz, villamos áram, üzemanyag tekintetében, melyek a megfelelő fajlagos értékek alkalmazásával átszámíthatóvá válnak a CO<sub>2</sub>-kibocsátást jellemző tonna értékre. Feladatomban szeretnék egy előrejelzést adni egészen 2030-ig, majd ennek az előrejelzésnek alátámasztására különböző módszereket javasolni 2 példaépületen történő bemutatással, melyek csökkenthetik a károsanyag kibocsátást.

## 2. CO<sub>2</sub> tulajdonságai, keletkezése, környezetkárosító hatása

### 2.1. CO<sub>2</sub> hatása a környezetre

Napjainkban a legégetőbb és legfontosabb kérdést a Föld éghajlatának drasztikus változása jelenti, amelyben jelentős szerepe van az üvegházhatásnak, amelyet nagymértékben befolyásolnak a mi emberi cselekvéseink. Azt hihetnénk, hogy amennyiben a szennyezőbb tüzelőanyagokat lecserélnénk sokkal környezettudatosabb energiaforrásokra, mint például a kőszén helyett földgázt vagy más megújuló, alternatív energiaforrást alkalmaznánk, a probléma szinte megoldódna. Azonban a helyzet sajnos nem ennyi egyszerű, ugyanis ezeknek a változásoknak a maximális mértékű megvalósításához teljesen át kellene alakítani az egész energiagazdaságot. Ez nem egy gyors folyamat és félő, hogy ez a hatalmas változás olyan hatást gyakorolna az energiaiparra, amely nem bírná el ezt a terhet és összeomlana, magával rántva így gyakorlatilag a globális gazdaságot. Visszaautalva az előző pontra, tudni kell, hogy a szén-dioxid egy üvegházhatású gáz, amely elnyeli és kisugározza a hőt. A légkörben legnagyobb hányadban jelen lévő oxigénnel és nitrogénnel ellenben ezek az üvegházhatású gázok elnyelik a hőt és fokozatosan sugározzák azt. Ha megemlíthetünk egy pozitívumot az üvegházhatás mellett az az, hogy amennyiben nem lenne akkor a bolygónk átlagos hőmérséklete nem 10-20 °C körül lenne, hanem bőven fagypontra is akár. Azonban sajnos napjainkban eme gázok mennyiségének drasztikus mértékű növekedése felborította a természetes energiagazdálkodás egyensúlyát, így ez a hő megrekedt és jelentősen megemelte a Föld hőmérsékletét. Ebben a tekintetben a CO<sub>2</sub> szerepét tekinthetjük a legnagyobbaknak a jelen lévő üvegházhatású gázok közül. Ez a hatás abban mutatkozik meg, hogy bár egy molekulája kevesebb hőt nyel el, mint a többi gáz molekulái, sokkal nagyobb mennyiségben van jelen és tovább is képes a levegőben megmaradni. Egy másik, bár nem közvetlenül a károsanyag kibocsátáshoz tartozó ok, amiért nagyon fontos foglalkozni a szén-dioxiddal az az, hogy feloldódik az óceánok vizében. Képes reakcióba lépni a víz molekuláival, az így keletkezett vegyületet szénsavnak nevezzük, amelynek káros hatása úgy érvényesül, hogy csökkenti a pH értékét, vagyis savasabbá teszi a vizet. A megemelkedett savtartalom hatására a tengerben élő élőlények nem fognak tudni kalciumot kivonni a vízből, amely elengedhetetlen ahhoz, hogy fel tudják építeni a csontvázukat és a külső, meszes vázukat. A fent említett káros hatások miatt nagyon fontos, hogy minden tudásunkat felhasználva kutassunk olyan megoldások után, amelyek hosszú távon eredményesen fel tudják venni a küzdelmet a szén-dioxid káros hatásaival szemben és kellő mértékben enyhíteni tudják azokat (Sós N. Eszter, 2021).

## 3. Stratégiák a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentésére

### 3.1. Európai Unió klímavédelmi terve

Bolygónk védelme az egész világot átható közös célunk, hiszen mindannyian ezen a Földön élünk és azt szeretnénk, ha az emberiség még nagyon sokáig létezhetne itt. Ez a szellemiség vezérelte az Európai Uniót is, amikor az uniós vezetők megszavaztak egy olyan döntéscsomagot, amely reményeik szerint jelentősen hozzájárul majd az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentéséhez, különös tekintettel a CO<sub>2</sub>-re. Rendkívül hatalmas vállalást tűztek ki maguk elé, hiszen 2050-re szeretné az Unió elérni a klímasemlegességet. A gyakorlatban ez azt fogja jelenteni, hogy a célkitűzés elfogadásától számítva a tagállamok minél inkább megpróbálják visszaszorítani az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértékét. Természetesen a teljes klímasemlegesség sajnos nem valósulhat meg, hiszen vannak és lesznek is olyan területek, amelyeknél elkerülhetetlen bizonyos mennyiségű károsanyag kibocsátása. Ebben az esetben az a cél, hogy találjanak egy olyan utat, amelynek a segítségével ennek a fennmaradó hányadnak a hatásait ellensúlyozni lehet. A törekvéseket magába foglaló programcsomag az úgynevezett „Zöld megállapodás”, amely tartalmazza a kitűzött célok megvalósításának terveit és ütemezését (Európai Tanács – Milyen intézkedéseket hoz az EU az éghajlatváltozás ügyében?, 2019). A megállapodás számos kezdeményezést tartalmaz, melyeket az alábbiakban szeretnék kifejezni:

- Irány az 55%! intézkedéscsomag, melynek tartalmát a későbbiekben fogom részletesen taglalni.
- Európai klímarendelet
- Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodásra vonatkozó uniós stratégia
- Az Európai Unió 2030-ig tartó időszakra szóló biodiverzitási stratégiája
- „Termelőtől a fogyasztóig” stratégia
- Európai iparstratégia
- Körforgásos gazdaságra vonatkozó cselekvési terv
- Elemek, illetve akkumulátorok és hulladékelemek
- Igazságos átmenet
- Tiszta, megfizethető és biztonságos energiaellátás
- Vegyi anyagokra vonatkozó uniós fenntarthatósági stratégia
- Erdőstratégia és erdőirtásmentes behozatalok



A „Zöld Megállapodás” első pontjában szerepel az „Írány az 55%!” nevezetű programcsomag, mely az első és egyben legfontosabb lépés a klímasemlegesség eléréséhez vezető úton. A program célja, hogy 2030-ig legalább 55% -al lecsökkentse az üvegházhatású gázok kibocsátását. Amennyiben ez megvalósulna az egy rendkívüli mérföldkő lenne, így méltán nevezhetjük alap-pillérnek is. Az alábbiakban szeretném bemutatni a program legfontosabb pontjait, a sorrendet illetően előtérbe helyeztem a diploma munkám szempontjából általam lényegesnek vélt pontokat:



1. ábra: „Írány az 55%!” programcsomag intézkedései (Európai Tanács – Irány az 55%!, 2022)

- a) Uniós kibocsátáskereskedelmi rendszer
- b) A tagállamok kibocsátáscsökkentési céljai
- c) Alternatív üzemanyagok struktúrája
- d) Megújuló energia
- e) Energiahatékonyság
- f) Az épületek energiahatékonysága
- g) Energiaadóztatás
- h) Importárúk karbonintenzitását ellensúlyozó mechanizmus
- i) Földhasználathoz, a földhasználat-változtatáshoz és az erdőgazdálkodáshoz
- j) Zöldebb üzemanyagok a hajózásban
- k) Szociális klímaalap
- l) CO<sub>2</sub>-kibocsátási előírások a személygépkocsikra és a kisteherautókra
- m) Fenntartható légi jármű-üzemanyagok (Európai Tanács – Irány az 55%!, 2022)

- a) Az Unió meglévő kibocsátáskereskedelmi rendszerének (EU ETS) teljeskörű felülvizsgálata, módosítása, amely várhatóan akár 61%-os kibocsátáscsökkenést is eredményezhet. A csökkenést az okozhatja, hogy a tengeri közlekedés kibocsátásait is bevonják a kereskedelmi rendszer hatálya alá, valamint a légi közlekedés számára kiosztott ingyenes kvótákat szépen fokozatosan megszüntetik (Európai Tanács – Irány az 55%!, 2022).
- b) Minden tagállam számára éves kibocsátáscsökkentési célok meghatározása azokban az ágazatokban, amelyek nem tartoznak a kereskedelmi rendszer hatálya alá. Az egyes nemzetek számára elérendő célt az egy főre jutó GDP alapján határozzák meg, így biztosítva az igazságos feltételeket (Európai Tanács – Irány az 55%!, 2022).
- c) Olyan infrastruktúrát kell kiépíteni, amely biztosítja, hogy az alternatív üzemanyaggal működő járműveket megfelelően lehessen tölteni (Európai Tanács – Irány az 55%!, 2022).
- d) Kiemelt szerepet kap a megújuló energiaforrások használata, így az eddig érvényben lévő 32%-os felhasználási célt 2030-ig legalább 40%-ra kell növelni. Egyes területeknél, mint például az ipar, közlekedés, épületek, külön integrálási célokat kell meghatározni, hogy elősegítsék a mielőbbi növekedést (Európai Tanács – Irány az 55%!, 2022).
- e) Az Unióban jelenleg is érvényben lévő energiahatékonysági célt a kitűzött 32,5%-ról 36%-ra kell növelni a végsőenergiafogyasztás, 39%-ra pedig a primerenergiafogyasztás tekintetében (Európai Tanács – Irány az 55%!, 2022).
- f) A kibocsátást és az energiafelhasználást jelentős mértékben befolyásolják az épületek, valamint energiafogyasztásuk. Kulcsfontosságú lépés volt kijelölni azokat a célokat, amelyek megcélazzák, hogy 2030-ra minden új épületnek, továbbá 2050-re minden meglévő épületnek kibocsátásmentesnek kell lennie (Európai Tanács – Irány az 55%!, 2022).

### 3.2. Nemzeti Energiastratégia célkitűzései:

Az előző pontban bemutattam, hogy mik az Európai Unió törekvései, célkitűzései egy zöldebb, élhetőbb bolygó felé. Az üvegházhatású gázkibocsátás mértékének csökkentésére minden tagállamnak meghatározott csökkentési értéket kell teljesíteni, amelyhez szükséges volt készíteni egy nemzeti stratégiát, melyben pontos akcióterv tartozik egy-egy elérendő célhoz. Magyarországon viszonylatában az energiát érintő intézkedéseket szeretném megvizsgálni, hiszen az általam vizsgált gyógyszergyár is ezekhez az elhatározásokhoz igyekszik alkalmazkodni. Országunk ÜHG (üvegházhatású gáz) kibocsátása világviszonylatban az összes kibocsátás körülbelül 1%-át jelenti. Az elmúlt időszakban jelentős, közel 32%-os csökkentést ért el Magyarország a bázisévként meghatározott 1990-es évi értékhez képest. Meg kell említeni, hogy ezek az adatok még az Unión belül is nagyon jónak tekinthetők, mert éves viszonylatban nézve az egy főre jutó ÜHG-kibocsátásunk a 6. legjobbnak számít. Kitűzött cél, hogy a bázisévhez képest 2030-ra legalább 40%-os kibocsátás csökkenést valósítsunk meg, ugyanakkor ez ne gátolja az ország gazdaságának erőteljes növekedését. Határozott elképzelések fogalmazódtak meg abban a tekintetben, hogy milyen lépések szükségesek az energiaszektor ÜHG-kibocsátásának csökkentéséhez, melyek az alábbiak (Nemzeti és Technológiai Minisztérium – Nemzeti Energiastratégia 2030. kitekintéssel 2040-ig, 2020):

- a) Nukleáris kapacitások fenntartása
- b) A megújulóenergia-felhasználás bővítése
- c) Energiahatékonyság
- d) Közlekedés-zöldítés

1. táblázat: Megújuló energia aránya a bruttó végső energiafogyasztásban (Nemzeti és Technológiai Minisztérium – Nemzeti Energiastratégia 2030. kitekintéssel 2040-ig, 2020)

(%)	2005	2017	2025	2030
<b>A megújuló energia részaránya a bruttó végső energia felhasználásban összesen</b>	6,9	13,3	16,4	21
<b>Szektoronkénti részarányok</b>				
<b>Villamos energia</b>	4,4	7,5	16,4	21,3
<b>Fűtés-hűtés</b>	9,9	19,6	20,7	28,7
<b>Közlekedés</b>	0,9	6,8	16,8	16,9

- b) A megújuló energiaforrások kiaknázása sajnálatos módon még mindig nagyon kevés százalékban járul hozzá ahhoz, hogy fokozatosan lecsökkentsük a fosszilis energiaforrásoktól való függőségünket. A z energiapiacra napjainkban kialakult helyzet azonban erőteljesen fel fogja gyorsítani ezeket a folyamatokat. Magyarország megújulóenergia-hasznosításának aránya 2017-ben 13,3% volt. Ezen belül külön-külön kell kezelni a villamosenergiánál, fűtés-hűtés területén, valamint a még energiaszektorhoz tartozó közlekedés megújuló energiaforrásból származó energiafelhasználását. Az alábbi táblázatban láthatók a 2030-ra kitűzött célértékek a bruttó végső energiafogyasztás tekintetében szektoronként. A villamosenergia-fogyasztás fokozatos zöldítését a napelemes kapacitások bővítésével lehetséges elérni, ebben rejlik jelenleg a legnagyobb potenciál, tekintve, hogy csekély mennyiségű vízerőművel rendelkezünk és a bővítés nem túl valószínű, hiszen nem rendelkezünk a szükséges természeti adottságokkal egy komolyabb hálózat kiépítéséhez. Fűtés-hűtés területén jelentős előre lépésnek számít a biomassza, mint tüzelőanyag használata. Ez megvalósítható mind egyedi fűtőberendezések esetén, valamint akár a távhőszolgáltatás is átállhat alternatív tüzelőanyagokra. Utóbbi kulcsfontosságú lenne, ugyanis a nagyvárosokban leginkább elterjedt lakhatási forma a panelház, melyek jelentős részében távhővel fűtenek. Amennyiben a távhőszolgáltatók zöldebb hőforrásokra váltanának, úgy nagyon közel járnánk a fenti táblázatban is látható részarány eléréséhez. A közlekedési szektorban nagy remény övezi bioüzemanyag felhasználás emelkedését, a biogáz közlekedésben való felhasználását, valamint az egyre inkább elterjedő elektromos járművek számának növekedését (Nemzeti és Technológiai Minisztérium – Nemzeti Energiastratégia 2030. kitekintéssel 2040-ig, 2020).
- c) Elsődleges szerep jut az „első az energiahatékonyság” elvnek, melyet különböző programok segítségével könnyebben lehet átültetni a gyakorlatba, mindennapi életbe is. Tulajdonképpen ez az elv azt jelenti, hogy minden tervezési, beruházási döntés meghozatala előtt meg kell vizsgálni azt, hogy a tartalmuk részben vagy egészben helyettesíthető-e más megoldásokkal, amelyek energiahatékonyak, ám megfelelnek az érvényben lévő környezetvédelmi, gazdasági rendelkezéseknek. Természetszerűleg úgy kell csökkenteni az energiafelhasználás mértékét, hogy a gazdasági növekedés ne legyen gátolva. Az Unió célkitűzéssel összhangban Magyarország prioritásként kezeli azt a törekvést, miszerint a 2030-as végsőenergia felhasználás ne haladja meg a 2005-ös értéket. Amennyiben mégis túllépjük, akkor az az energiamennyiség lehetőség szerint olyan energiaforrásból származzon, amely karbonsemleges. Amennyiben az energiahatékonyság fogalmát kiterjesztjük az ipari termelésen túl a lakosságra is, látható, hogy rengeteg

régi, elavult épületgépészeti rendszerrel rendelkező lakóépület van, melyek sajnos megfelelő épületszerkezettel sem rendelkeznek. A közel jövőben jó kezdeményezés lehetne a lakáskorszerűsítési programok kiterjesztése, valamint a zöldebb energiaforrások használatának további népszerűsítése és támogatása. Nagyobb figyelmet kell fordítani a közel nulla energiaigényű épületek jogszabályi és szakmai hátterére és biztosítani kell a szakemberek ilyen irányú képzésének lehetőségét is (Nemzeti és Technológiai Minisztérium – Nemzeti Energiastratégia 2030. kitekintéssel 2040-ig, 2020).

- d) Szinte nincs olyan ember, aki ne használna napi szinten valamilyen közlekedési eszközt. Így nem meglepő, hogy az ÜHG-kibocsátások nagy részéért a közlekedési szektor a felelős. Nagyobb városokban szerencsére egyre inkább növekszik az igény a tömegközlekedési eszközök használatára, azonban még mindig rengeteg személygépkocsit látni ezeken a településeken is. A közlekedés kizöldítésének egyik alappillére az eddig felhasznált üzemanyagokról való átállás alternatív, környezetbarát üzemanyagokra, illetve az elektromos gépjárművek népszerűsítése a tömegközlekedésben és a személygépkocsik tekintetében is (Nemzeti és Technológiai Minisztérium – Nemzeti Energiastratégia 2030. kitekintéssel 2040-ig, 2020).

## 4. Energiaforrások, hőtermelők

A fentebb említett pontok alapján is világossá válik, hogy napjaink egyik legmeghatározóbb célkitűzése az energiaszektorban a környezetbarát energiaforrások felkutatása és kiaknázása. Az egyik legnagyobb primerenergia fogyasztónak nevezhető, ha úgy tetszik ágazat a komfort épületgépészet, mely az összes felhasználásnak közel 30-40%-át is kiteheti. Ebből következik, hogy a csökkentés és a környezettudatosabb lehetőségek kutatása különösen indokolt. Az alábbi pontokban szeretném bemutatni az egyes energiaforrásokat, energiahordozókat, a kőszéntől egészen a megújuló energiákig, valamint a kialakítható épületgépészeti rendszereket, a hangsúlyt a hőtermelőkre helyezve, amelyek környezetbarát energiaforrások használatával jelentős mértékben lecsökkenthetik a komfort épületgépészet által kibocsátott károsanyagok mennyiségét.

### 4.1. Energiaforrások, energiahordozók

Az alábbi fosszilis tüzelőanyagokat használjuk általában fűtési, ipari, erőművi viszonylatban:

- kőszén
- kőolaj
- földgáz

A világ egyes kutatói szerint ezek az energiahordozók az alábbi időtartamban jelentenek elegendő mennyiséget számunkra:

- Kőszén és lignit: 200 – 1500 év
- Kőolaj: 43 – 67 év
- Földgáz: 64 – 50 év (Füst – Hargitai, 2007)

Jól látható, hogy a rendelkezésre álló szénkészletek sok száz évre elegendőnek bizonyulnak, ezért határozottan indokolt a hasznosításukról gondoskodni. A jövő feladata azonban a szénhasznosítás szempontjából nem a hagyományos értelemben vett bányászatot és a széntüzelés újjászületését jelenti, hanem a „tiszta szén technológia” bevezetését. Szigorúan véve a szén elgázosítását, a szénből kinyert gázok szeparálását és a frakciónkénti hasznosításukat jelenti. A technológia már ismert, ily módon gyártottak benzint a németek seregeik számára még a II. világháborúban. Mivel sajnálatos módon a kőolajárak rohamosan növekvő tendenciát

mutatnak, így ez a technológiai eljárás még akkor is életképesé válhat rövid távon, hogyha a hagyományos szénkitermelési metódusokat alkalmazzuk (Füst – Hargitai, 2007).

Megújuló energiaforrások, azok az energiaforrások, melyek folyamatosan rendelkezésre állnak vagy újratermelődnek bizonyos természetben zajló folyamatok során (Olajos – Szilágyi, 2013).

- Napenergia
- Szélenergia
- Vízenergia
- Biomassza
- Geotermikus energia

#### 4.1.1. Napenergia

A naptól jövő energia hő és fény formájában éri el Földünk felszínét. Ez az energia a forgás, tengelyferdeség és az uralkodó éghajlati sajátosságok, időjárási viszonyok következtében folyamatosan változó mértékben jut el a felszínig, körülbelül 200-1000 W/m<sup>2</sup> határértékek között. Érdekes, hogy ez a napenergia hasznosításával képesek lennénk fedezni a bolygónk teljes energiaszükségletét, azonban kis energiasűrűsége miatt ez nem lehetséges. További akadályozó tényezőt jelent a napi, de akár óránkénti változó energiamennyiség (Haffner, 2017). Amikor a napenergia hasznosításáról beszélünk, megkülönböztetünk aktív és passzív energiahasznosítást. Passzív hasznosításnál egy alacsonyabb hatásfokkal (15–30%), aktív hasznosítás esetén (30–50%) jóval magasabb hatásfokkal tudjuk hasznosítani a felszínre érkező energiát. Az első esetben, ahogy a nevéből is jól látszik nem kell külön berendezést vagy eszközt alkalmaznunk a hasznosításhoz. Fontos megjegyezni, hogy itt az épületekben való alkalmazást értjük, például a sugárzás elnyelését. Itt jelentős szerepet játszhatnak az épület épületfizikai tulajdonságai, úgymint építőanyag, hőszigetelés, megfelelő tájolás. Az energia aktív hasznosítása során beszélhetünk napelemmel, illetve napkollektorral történő felhasználásról (Haffner, 2017).

#### 4.1.2. Biomassza

„A biomassza egy biocönózisban vagy biomban, a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt szervezetek (növények, állatok, mikroorganizmusok) tömege, biotechnológiai iparok termékei és a transzformálók (ember, állat, feldolgozóipar stb.) biológiai eredetű termékei, melléktermékei, hulladékai” (Dinya, 2010).

Ezek után célszerű tisztázni, hogy a biomassza hol helyezkedik el a fenntartható energiagazdálkodásról alkotott kép tekintetében. Ismereteink szerint a biomassza megújuló energiaforrások közé sorolható viszont amennyiben egy másik szempontot, a kimeríthetőséget vizsgáljuk, úgy a napenergiával szemben ez az energiaforrás kimeríthető, de megújítható (Dinya, 2010).

Hazánk szempontjából kiemelkedően fontos a biomassza, mint megújuló energiaforrás, mert rengeteg potenciál rejlik benne, jelenleg is a biomassza hasznosítása folyik a legnagyobb arányban. Jelentős szerepe van az üvegházhatású gázok kibocsátásának és az energiafüggőség csökkentésében.

Jelenleg Magyarországon a biomassza alapú energiagazdálkodásnak két fő akadálya van. Az egyik, hogy a villamosenergiatermelés nem elég rugalmas, illetve kevés a szükséges szakember. A másik, hogy a biomasszát hasznosító erőmű felépítése rendkívül költséges, a tényleges átálláshoz rengeteg tőke szükséges (Magda, 2011).

#### 4.1.3. Geotermikus energia

A Föld belső energiáját nevezzük geotermikus energiának. Ez az energiaforrás hazánkat világviszonylatban is a statisztikák élére emeli, a rendelkezésre álló energiamennyiség tekintetében. Ezt a bővelkedést főként földrajzi adottságunknak köszönhetjük, hiszen a Kárpát-medence geotermikus mutatói páratlanul kedvezőek. Hazánkban geotermikus energia segítségével egyelőre nem termelnek villamos energiát, leginkább fűtési célokra használják. Ugyanakkor kiaknázása korántsem teljeskörű, hiszen jelentős hányada nem kerül hasznosításra, annak ellenére, hogy a fentebb említett biomassza után a legnagyobb mértékben megtalálható (Magda, 2011)

A Földön rendelkezésre álló készletek akár ötvenezerszer több energiát tudnak biztosítani, mint az ismert fosszilis készleteink. Hátránya ugyanakkor, hogy a fajlagos energiataralma csekély. Egy egyszerű példán szemléltetve, ha elégetünk 1 kg földgázt 50 MJ energiát szabadítunk fel, ugyanakkor 1 kg forró víznél a hasznosítható belsőenergia tartalom csak 356 kJ. Jól látható,

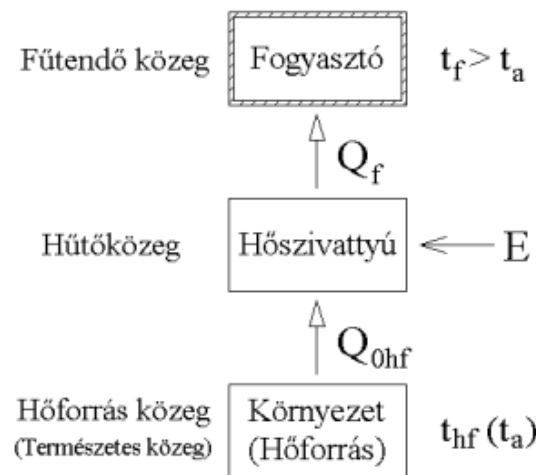


hogy a geotermikus energia értéke a bőséges készletekben, zöld jellegében és az energiapiactól való függetlenedés lehetőségében rejlik (Bobok – Tóth, 2010).

## 4.2. Megújuló energiaforrásokat alkalmazó hőtermelők

### 4.2.1. Hőszivattyú

A hőszivattyú működése megegyezik a hűtőberendezés működésével; hőt szállít kisebb hőmérsékletű helyről nagyobb hőmérsékletű helyre. A jellemzően a környezet hőmérsékletszintjén rendelkezésre álló, közvetlenül nem használható hőforrás hőjét energia befektetése árán, szállítja fűtésre, hűtésre alkalmas hőmérsékletszintre. A hőszivattyú hasznosíthatja a levegő, a talaj vagy a felszíni vizek (tenger, folyók, tavak) hőjét. A hőszivattyú hasznos hőmennyiségét a nagyobb hőmérsékleten leadott hőmennyiség jelenti (Penninger, 2017).



2. ábra: Hőszivattyú elvi működése (Penninger, 2017)

Carnot hűtőkörfolyamat:

A hőszivattyú működésének elvét az alábbi körfolyamatokkal jellemezhetjük:

- Carnot-hűtőkörfolyamat
- Lorenz-körfolyamat
- Ericsson-körfolyamat
- Stirling-körfolyamat
- Joule-körfolyamat

Az alábbiakban a Carnot-hűtőkörfolyamattal szeretnék foglalkozni a hőszivattyú tekintetében, könnyebb megvalósíthatósága és a legkedvezőbb hűtőteljesítménynyújtása miatt.

A hűtőfolyamatra jellemző a hőfelvétel (hűtés) és a hőleadás hőmérséklet szintje.

Hűtőközegként ideális gázt feltételezve a hőfelvétel izotermikus expanzióval, a hűtőközeg hőmérsékletének a hőleadás hőmérsékletszintjére történő emelése izentropikus

kompresszióval történik. Ezt követően a hőleadást izotermikus kompresszióval, és a

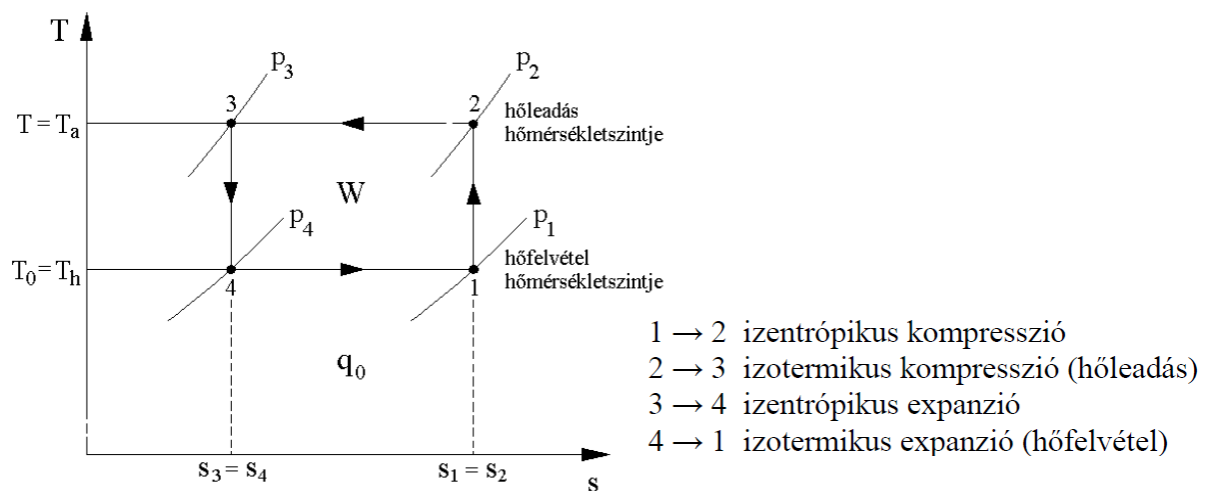
hőmérsékletnek a hőfelvétel hőmérsékletszintjére való csökkentését izentropikus

expanzióval megvalósítva adódik a Carnot-hűtőfolyamat. Jellemzője, hogy adott

hőmérséklet határok között a legkedvezőbb teljesítménytényezőt (fajlagos hűtőteljesítményt)

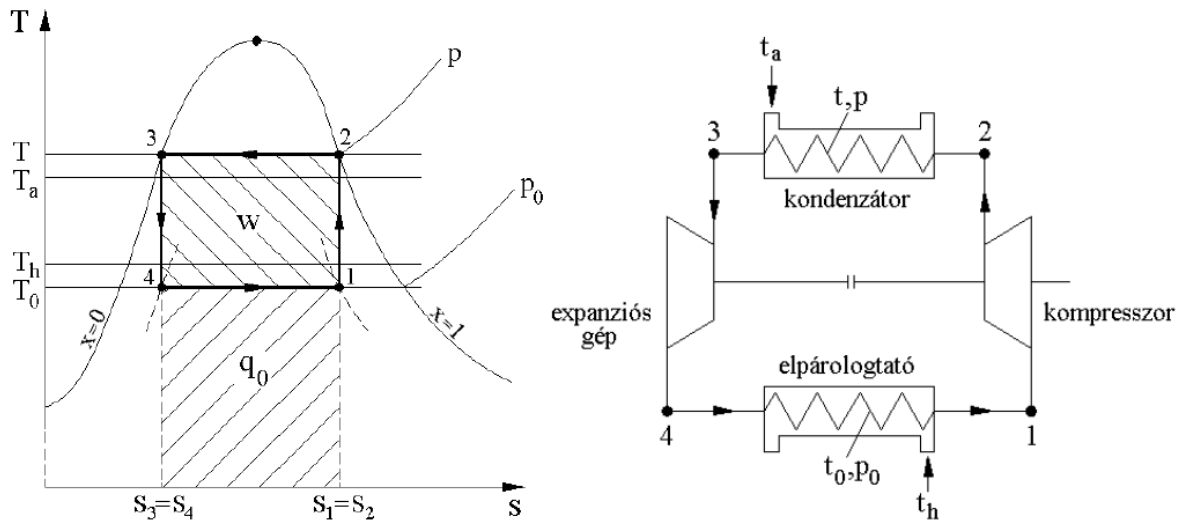
nyújtó hűtőkörfolyamat. Az alábbi ábrán látható a körfolyamat, melynél hűtőközegként ideális

gázt feltételezünk (Penninger, 2017).



3. ábra: Carnot-hűtőkörfolyamat (Penninger, 2017)

A fenti leírásban egy ideálisnak tekintett folyamatot láthattunk, azonban a gyakorlatiasabb megközelítést segíti, ha a hőfelvétel és a hőleadás a hűtőközeg állandó nyomás melletti elpárologtatásával, kondenzálásával valósítható meg. A folyamatot és a megvalósításra képes hűtőberendezést az alábbi ábrán láthatjuk:



4. ábra: Gőznemű hűtőközegű Carnot-hűtőkörfolyamat (Penninger, 2017)

A folyamat az alábbi állapotváltozások mentén zajlik le:

1.-2. → A részben elpárolgatatott hűtőközeg elpárolgási hőmérsékleten és ehhez tartozó telítési nyomáson nedves gőzként kerül a kompresszorba. Lezajlik az izentropikus kompresszió, mely során a hűtőközeg hőmérséklete és nyomása megnő (Penninger, 2017).

2.-3. → A kompresszió után száraz telített gőzként kondenzációs hőmérsékleten és ehhez tartozó telítési nyomáson érkeznek a kondenzátorba. Az állandó nyomáson lejátszódó kondenzáció után a hűtőközeg telítési hőmérsékletű folyadékként távozik (Penninger, 2017).

3.-4. → Az expanziós szelepnél lejátszódó izentropikus expanziót követően nedves gőzként jut el az elpárolgatóba (Penninger, 2017).

4.-1. → Az elpárolgatóban a hűtendő közegből áramló hő hatására elpárolgó folyadékfázis következtében a hűtőközeg fajlagos gőztartalma megnő (Penninger, 2017).

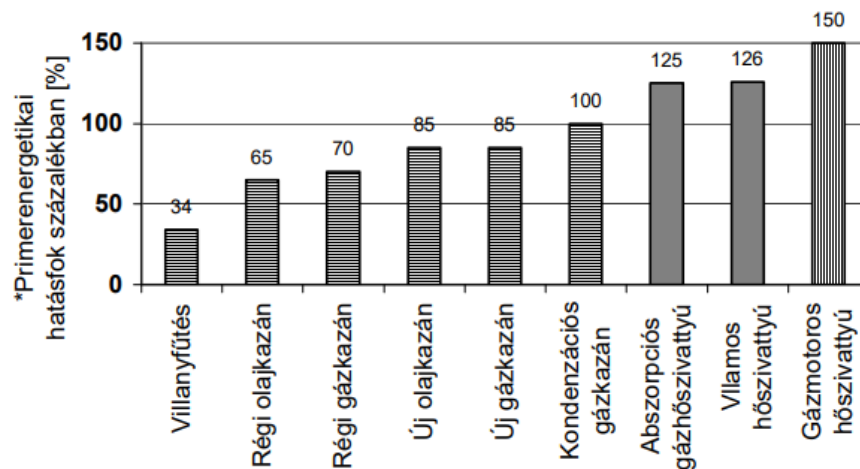
A folyamat során az elpárolgási hőmérséklet a hűtendő közeg hőmérséklete alapján, a kondenzációs hőmérséklet pedig a természetes közeg hőmérséklete alapján kerül meghatározásra (Penninger, 2017).

A fentiekben leírtaknál a kondenzátor csatlakozott a zárt rendszerhez így a fűtés folyamata valósult meg, azonban hűtés esetén az elpárolgató csatlakozik és a körfolyamat megfordul. A folyadék halmazállapotú hűtőközeg nyomása az expanziós szelepen lecsökken. Az elpárolgatóban a folyékony hűtőközeg elpárolg, azaz gáz halmazállapotúvá válik állandó nyomáson. Mindeközben pedig hűti a belső teret a csatlakoztatott rendszeren keresztül.

A kompresszorba érve a gáz halmazállapotú közeg nyomása és hőmérséklete megemelkedik (Penninger, 2017).

A kondenzátorban található hűtendő közeg lehűti a nagy nyomású és hőmérsékletű hűtőközeget, mely így kondenzálódik és újra folyékony halmazállapotú lesz. Visszaáramlik az expanziós szelepen keresztül az elpárologtatóba és a folyamat kezdődik előlről (Penninger, 2017).

Egy németországi viszonylatokat és hőtermelőket alapul vevő tanulmány kimutatta, hogy primerenergetikai hatások szempontjából milyen sorrend állítható fel a leggyakrabban alkalmazott hőtermelők között. A sorrendet az alábbi ábra szemlélteti:



5. ábra: Gőznemű hűtőközegű Carnot-hűtőkörfolyama (Kömlös, 2005)

Az ábráról jól megállapítható, hogy a különböző típusú hőszivattyúk érik el a legmagasabb hatásfokot, jócskán megelőzve így a kondenzációs gázkazánt, a régebbi olaj- és gázkazánokról már nem is beszélve (Kömlös, 2005).

A fentebb megállapított hatékonyság jelentőségét támasztja alá az International Energy Agency oldalán közzétett friss, 2022-es kimutatás is, melyben megállapították, hogy világviszonylatban a fűtési és használati melegvízigények akár 80%-át ki lehetne elégíteni sokkal alacsonyabb CO<sub>2</sub> kibocsátással járó hőtermelők alkalmazásával, így például hőszivattyúkkal. A tanulmány ugyancsak kimutatta, hogy európai viszonylatban a hőszivattyúk iránti kereslet 2021-hez képest közel 35%-kal megnövekedett. Ennek egyik oka, a már fentebb említett kiemelkedő hatásfok, másik oka pedig az, hogy a berendezések teljes élettartamára vetített üzemeltetési költségeket tekintve rengeteg országban elmondható, hogy a hőszivattyúk alkalmazása olcsóbb megoldást jelent (International Energy Agency – Heat Pumps Tracking Report, 2022).

#### 4.2.2. Pelletkazán

Amennyiben valamilyen oknál fogva a hőszivattyú kiépítése nem lehetséges, jó opciót jelenthet pellettüzelésű kazán beépítése is. Manapság már nem csak lakossági, hanem ipari kivitelben is árulnak ilyen típusú hőtermelő berendezéseket, melyek környezettudatosabb alternatívát jelenthetnek az eddig használt gőz- és forróvízkazánokkal szemben, ugyanakkor megjelennek más faktorok.

A tüzelési mód egyik meglepő előnye abban rejlik, hogy a tüzelés során gyakorlatilag nem bocsátunk ki többlet CO<sub>2</sub>-t a légkörbe, hiszen az elégetett fa élettartama során a fotoszintézis miatt megkötik a légköri CO<sub>2</sub>-t, amelyet elégetésük során kibocsátanak (Épületgépész folyóirat, 2022).

Továbbá energiahatékonysági szempontból jóval nagyobb hatásfokkal rendelkezik, mint például egy nyitott kandalló, ugyanis egy modernebb berendezés képes akár 95%-os hatásfokkal is működni. Hátránya, hogy a tüzelőanyag véges mennyiségben áll rendelkezésre, ellenben a megújuló energiaforrásokkal. Ipari alkalmazásnál jelentős fejtörést okozhat a szükséges mennyiségű pellet tárolása és a logisztika is (Épületgépész folyóirat, 2022).

#### 4.2.3. Napenergiahasznosító rendszerek

- Passzív rendszerek

A passzív rendszereken belül építészeti, épületgépészeti szempontból az indirekt rendszerek, azon belül is a különböző energiagyűjtő falak igazán érdekesek (Hommonay, 2001).

- Aktív rendszerek

Ezeknél a rendszereknél az energiagyűjtést kollektorokkal valósítják meg, melyek általában az épületre szerelhető modellek, de egyre inkább utat törnek az épület felületébe beépíthető változatok is (Hommonay, 2001).

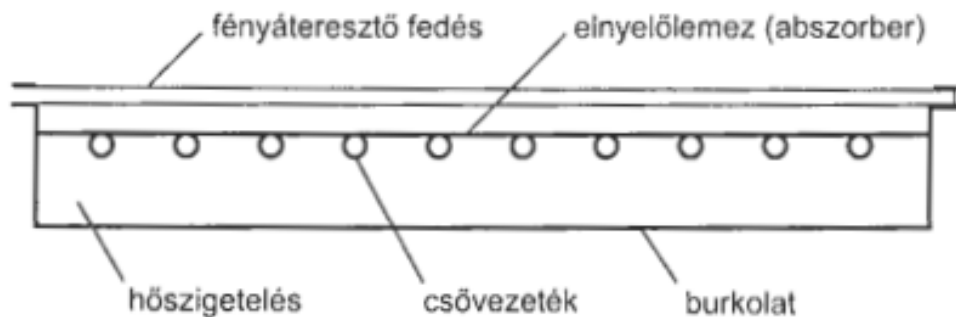
- Hibrid rendszerek

##### 4.2.3.1. Aktív rendszerek

Ezeknél a rendszereknél az energiagyűjtést kollektorokkal valósítják meg, melyek általában az épületre szerelhető modellek, de egyre inkább utat törnek az épület felületébe beépíthető változatok is. A kollektorokban hőhordozó közeg kering. Amennyiben ez a közeg folyadék, úgy az energiatárolás tartályok segítségével valósítható meg. A beépített hőleadók hasonlóak a kis

fűtővízhőmérsékletű rendszerekbe beépíthető berendezésekhez (Hommonay, 2001). A kollektor elnyelő felülete a beérkező napsugárzást elnyeli, majd továbbítja az így elnyelt hőt a hőátadó közegnek. Amennyiben az abszorber sík, úgy síkkollektorról beszélünk (Hommonay, 2001).

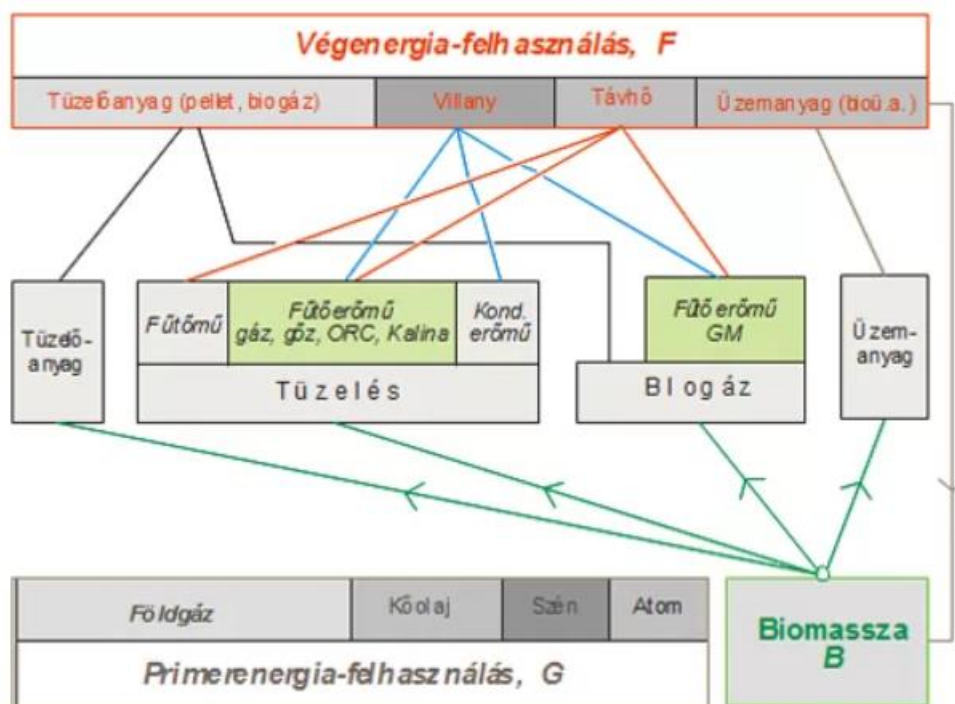
A síkkollektor elnyelő felülete általában csőjártos lemezlap, mely jó sugárzás-elnyelő képességekkel rendelkezik. Hővesztését a hátoldalán elhelyezett szigetelés segítségével csökkentik. Erre a célra általában ásvány- vagy üveggyapot lemezt szoktak használni. Az elnyelő felület konvektív és sugárzási hővesztése egy plexi fedéssel vagy transzparens szigeteléssel csökkenthető, mely a beeső sugárzás egy részét vissza is veri. A kollektor csőjartói lehetnek csőki-gyós vagy osztó-gyűjtős kialakításúak (Hommonay, 2001). A kollektor hatásfoka a hasznosított hőmennyiség és a hasznos felületre eső hőmennyiség hányadosa, értékét az optikai és a hővesztések befolyásolják jelentősen (Hommonay, 2001).



6. ábra: Síkkollektorok felépítése (Hommonay, 2001)

## 5. Távhő előállítás megújuló energiaforrás használatával

Az általam vizsgált vállalat életében is nagy szerepet játszik a távhőellátás, a technológiához szükséges gőzenergiát nagy részben az erőmű szolgáltatja. Ugyancsak gőzzel működnek a megmaradt abszorpciós hűtőgépek, melyek szintén a technológiai folyamatokhoz juttatnak el hűtési energiát. Sajnos ezen a területen nincsen túl nagy mozgástér a változtatásra, ugyanis a steril körülmények szükségessége miatt gőzre mindenképp szüksége van a vállalatnak. Azonban a távhő az egyik legzöldebb lehetőség lehet/lehetne, amennyiben a megfelelő energiaforrást alkalmazzuk.



7. ábra: Biomasszafelhasználás lehetőségei (Dr. Büki Gergely, 2010)

A technológia fejlődésével az erőművek tüzelőanyagaként a kezdetben használt kőszén helyett számos helyen alkalmaznak már részben megújuló energiaforrásokat, például a biomasszát is. Ennek egy remek példája a dél-dunántúli Mecseki Erőmű. Kezdetben a mecseki kőszén (napi 5-6000 tonnát) hasznosították az energiaelőállításához. Az egyre növekvő igény miatt megkezdődtek a bővítések és a kapacitásnövelés mellett új szempontként merült fel a fenntarthatóság és a környezetvédelem is. 2004-re körülbelül 226 MW-os kapacitással rendelkező Erőműhöz hozzáépítettek egy új, 49,9 MW névleges teljesítményű biomassza tüzelésű blokkot, melyhez a tüzelőanyag részben az Erőmű területén létrehozott pilotültetvényről származott. Ennek eredményeképpen az így előállított villamosenergia 1 MW-ra eső károsanyagkibocsátása

látványosan lecsökkent. Napjainkban az Erőmű teljes villamosenergia- és hőtermelését a biomasszafelhasználás adja, köszönhetően a szenes tüzelésű kazánok helyén felépült szalmatüzelésű blokknak (HAFFNER, 2017).

Egy másik példa a komáromi erőműre kidolgozott rendszer, melynek alapja a helyi termálfürdő Dunába engedett termálvizének hőhasznosítása hőszivattyú segítségével, amely így szinte nulla lokális károsanyagkibocsátást eredményez. A víz a feszített víztükrű medencékből gyakorlatilag folyamatosan ömlik ki a strand területén található aknába, melyből szivattyúk segítségével a Dunába távozik. A visszasajtolási kötelezettség hiányában, az emberekkel történő érintkezés lévén szennyezettnek minősülő víz hőtartalma azonban kihasználatlan. Az egy hetes mérések adatai kimutatták, hogy a Dunába elfolyó víz átlaghőmérséklete körülbelül 26 °C, mennyisége közel 25 000 m<sup>3</sup>. A tanulmányt végzők számításai alapján ebből a mennyiségből az előremenő víz hőmérséklet 20 °C-os csökkentésével 2089 GJ hőenergiát lehetne kinyerni. Károsanyag kibocsátás viszonylatában nézve az Erőmű 2019-es évben 223 399 normál köbméter földgázt fogyasztott, mely egy év alatt 417,8 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátást jelent. Tehát a kiaknázatlan, elfolyó termálvíz hőmérsékletének hasznosításával éves szinten 417,8 tonna CO<sub>2</sub> környezetterhelő hatásától mentesülne a város, amely nem elhanyagolható mennyiség (Kecskeméti et al., 2022). A fenti példák is mutatják, hogy országos szinten nagyon sok helyen találhatóak kiaknázatlan energiaforrások, melyek felderítésének és használatának köszönhetően óriási mennyiségű károsanyagtól tudnánk megkímélni környezetünket és csökkenthető lenne a fosszilis energiaforrásoktól való függés is.



## 6. Kvótakereskedelem

2005-ben az Európai Unió létrehozta az úgynevezett kibocsátáskereskedelmi rendszert, melynek célja, hogy az iparban keletkező üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésével valamelyest megfékezze a klímaváltozással járó káros hatásokat. Gyakorlatilag elmondhatjuk, hogy ez a környezetvédelmi szabályozásnak egy módja, ahol országonként van egy meghatározott kibocsátható szennyezőanyag mennyiség, amelyet a kibocsátó vállalatok, szervezetek között szétosztanak. Annak érdekében, hogy ösztönözzék a különféle ágazatokban tevékenykedő cégeket a kibocsátásuk csökkentésére a megengedett mennyiséget lebontják egységekre, melyeket ingyenessé tesznek. Azonban ezekből csak korlátozott mennyiség kerül kiosztásra és amennyiben ez nem fedezi az adott vállalat szennyezőanyag mennyiségét, úgy köteles lesz további kvótákat vásárolni az államtól vagy más cégektől, akiknek kevesebb a kibocsátásuk és ezért nem szükséges felhasználni az összes ingyen kapott egységüket. Nagyjából a kereskedelem megindulásához köthető, hogy mindenki számára prioritássá vált, hogy tevékenységét nagyon körültekintően monitorozza. Az ingyenes kvótákon felüli egységekért ugyanis nagyon súlyos összegeket kell fizetni és mint azt tudjuk, minden vállalat érdeke, hogy költségeit a lehető legminimálisabbra csökkentse. A folyamat akkor tud ellenkezőjére fordulni, amikor a vállalatok kellően alacsonyan tartják majd a kibocsátásuk mennyiségét, hogy több egység lesz jelen a piacon, mint amennyire valójában szükség van és így valószínűleg jelentősen alacsonyabb áron lehet majd kvótákhoz jutni (Muth, 2021).

Az Unió által létrehozott kereskedelmi rendszernek az egyik előnye, hogy ha a kínálat szűkösebb, mint a kereslet akkor a vállalatok, ahogy említettem borsos áron tudnak csak az ingyenes egységeken felül kvótához jutni. A legtöbb esetben ezt a többletköltséget a cégek beépítik az általuk forgalmazott termékek árába, azonban ezzel versenyelőnyt biztosítanak azoknak a cégeknek, amelyek kevesebb károsanyagot bocsátanak ki és így nem szükséges plusz egységeket vásárolniuk, azaz nekik jóval kisebb költségük lesz ebben a tekintetben (Muth, 2021). A kvótakereskedelem mégis mondhatni az egyik legolcsóbb módja annak, hogy egy szervezet a lehető legkevesebb szennyezőanyagot juttasson a légkörbe. Ugyanis, ha más módon szeretné ezt megvalósítani akkor változtatásokat kell eszközölnie. Mégpedig olyan jellegűeket, amelyek befolyásolják konkrétan a gyártást és a dolgozók környezetét. Ez alatt olyan intézkedéseket értek, mint például egy komplett technológiai folyamat és az ahhoz szükséges berendezések lecserélése környezettudatosabb, „zöldebb” megoldásokra (Muth, 2021).

Az ilyen lépések jelentős beruházási költségekkel járnak, amelyet egyrészt nem minden cég engedhet meg magának, másrészt nem is biztos, hogy arra a konkrét folyamatra létezik környezettudatosabb lehetőség. Természetesen a vezetőknek lehetőségük van mérlegelni, az érvényben lévő kvótaárfolyam mellett, hogy a vásárlás vagy éppen egy vagy több nagyobb kaliberű beruházás éri meg, amely kezdetben nagy befektetéssel jár, de hosszabb távon eredményesebb is. A rendszer további előnye, hogy nagyon nehezen lehet kijátszani és szinte nincs is lehetőség kiskapukat találni rajta (Muth, 2021).

## 7. Gyógyszergyár CO<sub>2</sub> kibocsátásának elemzése:

### 7.1. Energiaellátás rendszerének leírása

A gyár energiafelhasználása az alábbi energiákból tevődik össze: villamosenergia, távhő, földgáz, forróvíz, hűtési energia. A vállalat területén találhatóak termelőüzemek, laboratóriumok, irodaépületek, raktárak és egyéb rendeltetésű épületek. Villamosenergiát minden épület, létesítmény használ. A földgáz esetében a legnagyobb fogyasztónak a gőz- illetve forróvízkazánok minősülnek. A távhőn felül, melyet az Erőmű szolgáltat saját gőzkazánokkal is történik gőz előállítás, mely kismértékben épületek fűtésére, nagyobb mértékben pedig a technológiára fordítódik. Forróvízkazánok segítségével állítják elő a forróvizet, melyet elsősorban a komfort épületgépeszettel rendelkező területek használnak fel. A gyár területén több hűtőkör is szerte ágazik, melyek különböző hőfokú hűtött vizet szállítanak. A hűtővíz ellátásról abszorpciós és kompresszoros hűtőgépek gondoskodnak.

### 7.2. Mérőrendszer felépítése

Minden fogyasztó saját mérőórával rendelkezik, melyek alapján fogyasztásuk minden hónap végén rögzíthető. Egyes mérőórákat a kezelő- és karbantartó személyzet személyesen megolvasni, míg mások digitálisak és így a mért érték egyből egy adatbázisba kerül. A fogyasztásadatok egy szoftver segítségével megjeleníthetők, melyben látható egy úgynevezett fogyasztói térkép is, amelyen láthatóak az adott helyhez tartozó mérőórák. Az adatbázis tartalma bármilyen formátumba kiexportálható, általában az Excel táblás fájl formátum élvez prioritást, mert az Energia Főosztályon dolgozó energetikusok így tudnak a legkönnyebben dolgozni az adatokkal.

### 7.3. Számítási módszer leírása

Következő lépésként a szoftverből kiexportált mérési értékeket át kell váltani a CO<sub>2</sub> kibocsátásnak megfelelő mértékegységbe, amely esetünkben a tonna. A vizsgálatom során a villamosenergia, távhő, ÜHG köteles berendezések által használt földgáz, valamint a személygépjárművek üzemanyag használatából származó CO<sub>2</sub> kibocsátással foglalkozom.

Mérési adataim mértékegységei:

- Villamosenergia: kWh
- Távhő: GJ
- ÜHG köteles berendezések által használt földgáz: GJ
- Üzemanyag: l

Ahhoz, hogy az értékeket át tudjam váltani tonna CO<sub>2</sub>-be, ismernem kell az egyes mennyiségekhez tartozó fajlagos értékeket.

- Villamosenergia:  
A Winwatt programban található értékkel számolok: 0,365 t/MWh.
- Távhő:  
Távhő esetében az Erőműtől kapott kibocsátási adatokkal dolgozok.
- ÜHG köteles berendezések által használt földgáz esetén a fajlagos érték: 0,056 t/GJ.
- Üzemanyag fajlagos CO<sub>2</sub> értéke benzines járművek esetén: 0,069t/GJ
- Üzemanyag fajlagos CO<sub>2</sub> értéke gázolajos járművek esetén: 0,077t/GJ

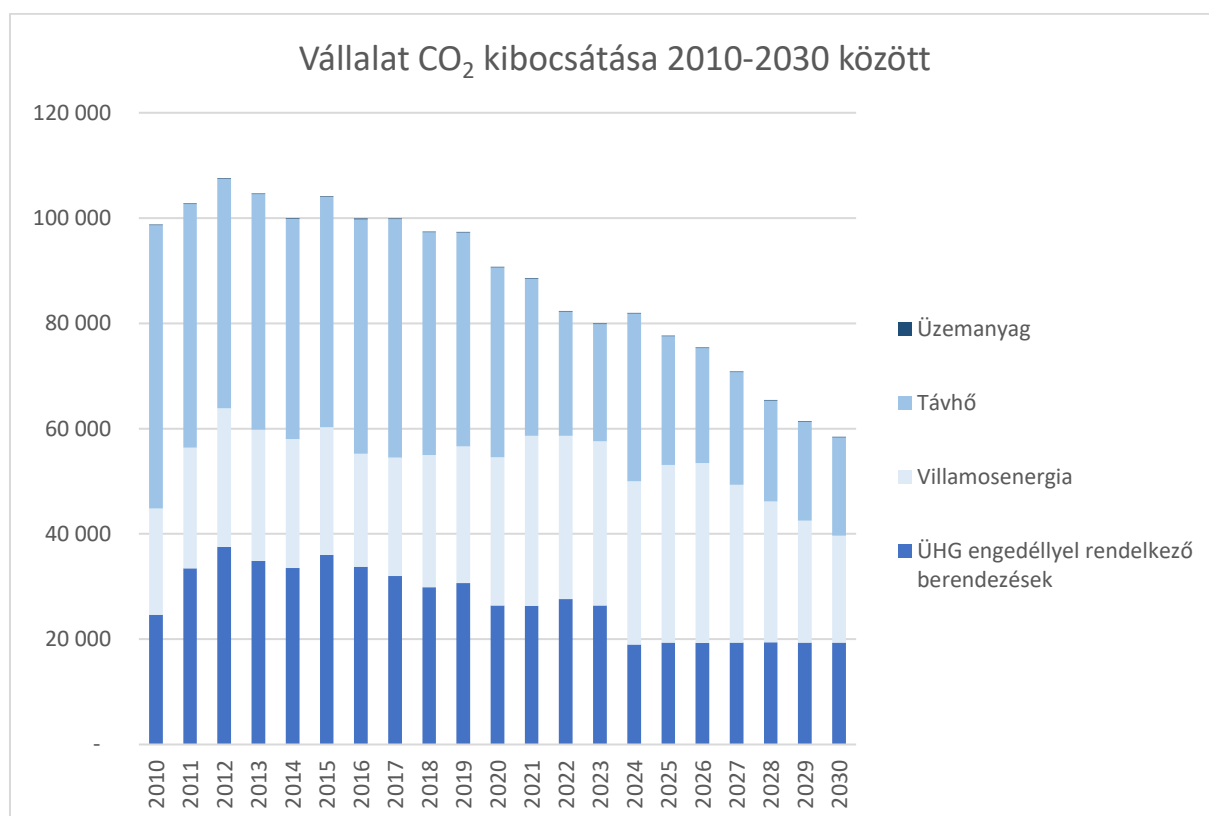
Így az üzemanyagoknál a fűtőérték segítségével a literben megadott mennyiségeket át kell váltani MWh-ba, majd pedig GJ-ba.

Következő lépésben táblázatos formában szeretném bemutatni az egyes mért mennyiségek CO<sub>2</sub> kibocsátásának értékeit mért adatok alapján 2010 és 2021 között, valamint szeretnék egy jövőképet is felvázolni, amely egészen 2030-ig bemutatja a vállalat kibocsátás csökkentési célértékeit.

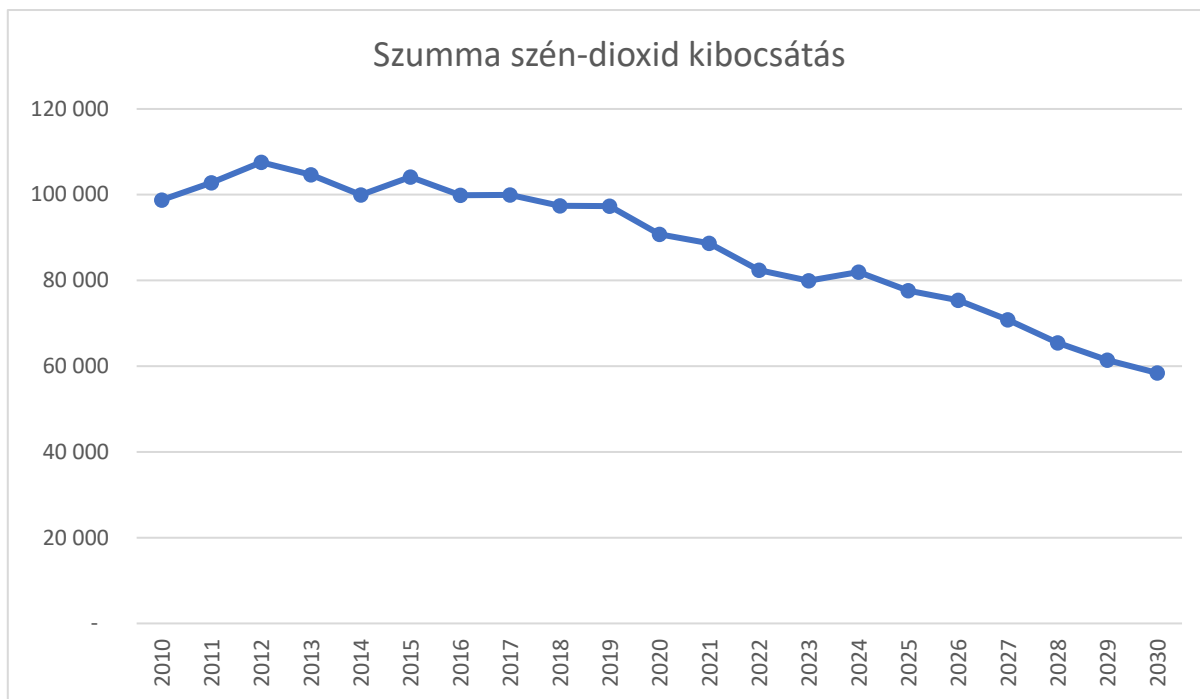
Célom, hogy felmérjem, hogy 20 év alatt különböző energiahatékonysági, „zöldítési” intézkedések végrehajtásával mekkora mértékű csökkenés hozható létre, illetve szeretném részletesen kifejteni, hogy milyen tervezett lépések valósultak meg az egyes években, amelyek befolyásolták a CO<sub>2</sub> kibocsátás alakulását.

2. táblázat: A vállalat CO<sub>2</sub> kibocsátása 2010-2030 között

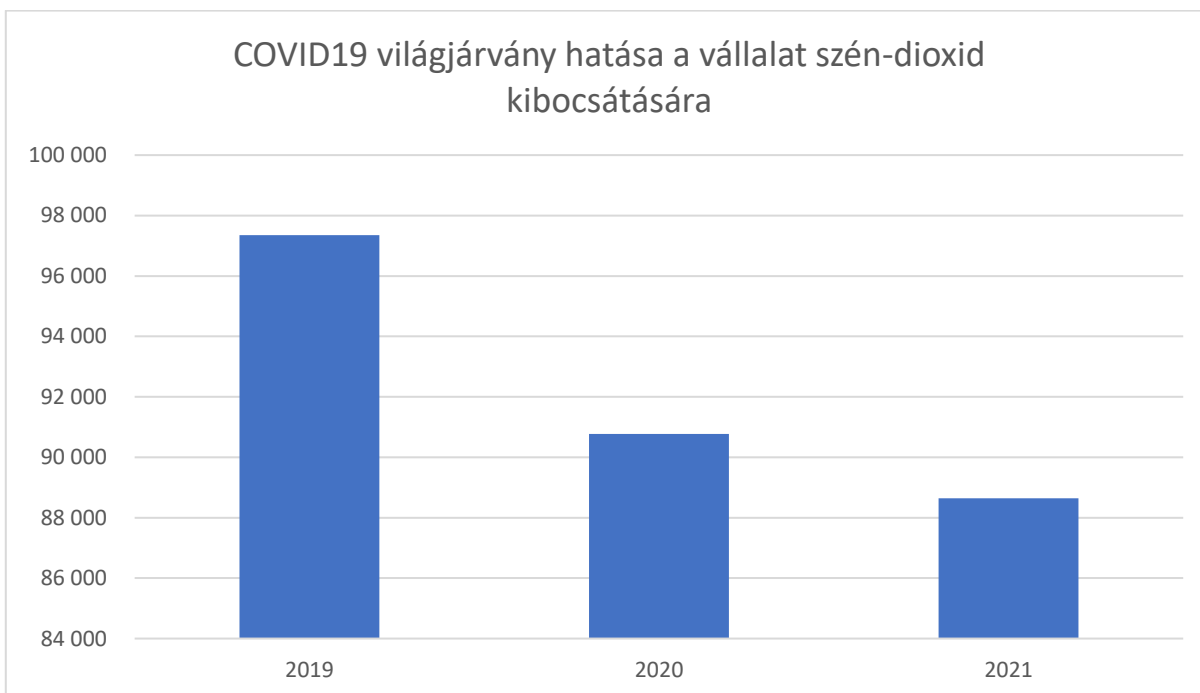
	ÜHG kibocsátás (t)	Villamosenergia (t)	Távhő (t)	Üzemanyag (t)	Szumma (t)
2010	24 656	20 203	53 786	121	98 766
2011	33 478	22 923	46 273	115	102 789
2012	37 542	26 300	43 605	117	107 564
2013	34 857	24 909	44 792	119	104 677
2014	33 548	24 500	41 802	126	99 976
2015	35 989	24 280	43 722	132	104 123
2016	33 768	21 465	44 532	133	99 898
2017	31 976	22 532	45 317	128	99 953
2018	29 879	25 103	42 319	122	97 423
2019	30 643	26 009	40 586	116	97 354
2020	26 435	28 111	36 102	119	90 767
2021	26 341	32 299	29 884	117	88 641
2022	27 613	31 029	23 612	122	82 376
2023	26 410	31 188	22 236	120	79 954
2024	18 988	31 002	31 878	121	81 989
2025	19 367	33 746	24 407	125	77 645
2026	19 291	34 187	21 820	123	75 421
2027	19 342	29 967	21 439	118	70 866
2028	19 402	26 777	19 129	124	65 432
2029	19 376	23 145	18 810	124	61 455
2030	19 355	20 312	18 645	122	58 434



8. ábra: Vállalat CO<sub>2</sub> kibocsátása 2010-2030 között



9. ábra: Szumma szén-dioxid kibocsátás 2010-2030 között



10. ábra: COVID19 világjárvány hatása a vállalat CO<sub>2</sub> kibocsátására

#### 7.4. Kibocsátás tendenciájának vizsgálata

Kezdetben a vállalat még nem tulajdonított nagy jelentőséget a kibocsátás folyamatos monitorozásának. 2005-ben az Unióban létrejött a már fentebb említett kvótakereskedelmi rendszer, melyhez Magyarország 2006-ban csatlakozott. Ennek értelmében számos cég, vállalat között kerültek kiosztásra az országunk számára ítélt ingyenes szén-dioxid kvóták. Sok esetben azonban az így kapott kibocsátási egységek nem fedezték a ténylegesen kibocsátott levegőszennyezők mennyiségét, így további kvóták vásárlására volt szükség. Esetünkben is ez az eset valósult meg és mivel a szén-dioxid kvóták ára az egekbe szökött, így prioritássá vált a folyamatos nyomon követés és annak feltérképezése, hogy mely területeken lehet lecsökkenteni a károsanyag kibocsátást. A számításaim során csak a vállalati összegzett kibocsátást mutatom be, azonban meg kell említenem, hogy ez az összeg Budapesten kívül 2 másik telephely adatait is tartalmazza.

A táblázat és az 1. grafikon alapján látni lehet, hogy kezdetben az értékek magasak, növekvő tendenciát mutatnak. Ezt a termelés növekedése hozta magával, ugyanis egyre több új fejlesztés által létrehozott termék került be a palettára, amelyek gyártásához több energiára volt szükség. 2012-ben fedezhető fel a vizsgált időintervallumon belüli tetőzés, amelyet egy új telephely átadása eredményezett. Nem csak gyártó és termelőegységek létesültek, hanem új irodaépületek is, amelyeknek komfort épületgépészeti funkcióit zömében még fosszilis energiaforrásokból fedezték, például a földgázzal fűtött kazán által termelt gőzzel. Ezekben az időkben még nem volt túl elterjedt a különböző megújuló energiaforrások kiaknázása, felhasználása. A változások ezután kezdődtek el, egyre több iroda funkciót ellátó épületet kezdtek el lecsatlakoztatni a gőzhálózatról és kiépíteni a megfelelő forróvíz ellátáshoz szükséges csőhálózatot. Ez látható is a tendencián a távhő és a földgáz tekintetében, ugyanis a gőzkazánokat már mérsékeltebben indították el, amely magasabb távhő vásárlást eredményezett. A legnagyobb gőzfogyasztó egységek a technológiát is magukba foglaló gyártó- és kiserelő egységek, az ilyen épületek esetében nagyon keskeny mezsgyén lehet mozogni a hőforrás leváltásának tekintetében. Napjainkban megtörni látszik a jég, és a budapesti telephelyen elkezdődött a 6 nagy kiserelő egység átállítása forróvízes rendszerre gőzös rendszerről, így csak a technológiai alkalmazáshoz szükséges gőzmennyiség kerül bevezetésre az épületbe. Ez egy nagyon fontos lépés, mert ennek köszönhetően a budapesti területen nagy eséllyel minimálisra csökkenthető a gőzigény.

A következő nagy változást az egész világon végigsöprő COVID19 járvány hozta magával. A dolgozók egészségének védelme érdekében a cégvezetés amellettt döntött, hogy azoknak a munkavállalóknak, akiknek a feladataik ellátása nem jelent problémát a vállalat működése szempontjából otthonról, otthoni munkavégzést ír elő. Ennek köszönhető, hogy 2019 és 2021 között a kibocsátási adatok elég jelentősen csökkentek. A legtöbb esetben az irodisták tudták otthonról végezni munkájukat, így azokat az épületeket jóval kevesebb árammal, fűtéssel, hűtéssel kellett ellátni. Ez mérsékelt kazánműködést és a távhő szolgáltatás lecsökkentését eredményezte. A grafikonból az is jól látszik, hogy az értékek 2018-tól kezdenek igazán csökkenő tendenciát mutatni. Ekkor indultak meg azok a törekvések, miszerint egyes épületek energiaigényeit megújuló energiaforrásokból lenne érdemes fedezni. Megindultak az első napelempark tervezési fázisai, több épületet hőszivattyúval szereltek fel. Kialakultak a megújuló részarány növelését támogató célkitűzések. Mindezek mellett több energiahatékonysági projekt is megvalósításra került, gondolok itt épületkorszerűsítési projektekre, melyek során az adott létesítmények komplett homlokzat rekonstrukciója zajlott. Jobb minőségű nyílászárók, szigetelések kerültek fel, amelyek nagymértékben hozzájárulnak ahhoz, hogy az épületek jobb energiafelhasználással bírjanak. Számos, a mindennapok során alkalmazott berendezés cseréjére is sor került, ilyen berendezések például a hűtőgépek. A korábban alkalmazott abszorpciós, gőzzel/forróvízzel üzemelő gépeket sokkal jobb teljesítményű turbókompresszoros hűtőgépekre cserélték le. Amennyiben megnézzük az összesített adatsort a 2. grafikonon látható, hogy a vállalat jelentős eredményeket ért el a szén-dioxid kibocsátásának visszaszorításában. 2010 és 2021 közötti időszakban több mint 11 000 tonnával lett kevesebb a károsanyag kibocsátás mértéke. Ez százalékosan 11%-ot jelent, amely véleményem szerint jó összhangban van a nemzeti célkitűzésekkel, melyekről fentebb részletesen írtam. Magyarország tekintetében az 1990-es bázisét vették alapul, ilyen időtávra sajnos nem állnak rendelkezésemre adatsorok. A jövőre vonatkozóan is előirányoztam egy pozitív kimenetelű verziót, mely szerint a kibocsátási értékek folyamatosan csökkenő tendenciát fognak mutatni. Jól látható, hogy a villamosenergia mennyisége erőteljes növekedésnek fog indulni, ellenben a földgáz és a távhő mennyiségével, mely a gőzkazánok tervezett leállításának köszönhető. A teljes leállítás 2024-re van beütemezve, ekkorra várható, hogy az összes eddigi gőzös fűtéssel rendelkező épület teljesen át fog állni forróvízre vagy megújuló energiára. A hűtési energiát biztosító hűtőgépek teljes mértékben turbókompresszoros hűtőgépek lesznek, jobb hatékonysággal fognak üzemelni.



Amennyiben a tervezett lépések megvalósulnak, 2030-ra a 2010-es értékhez képest akár 41%-os változás csökkenés érhető el, amely rendkívül jó összhangban lenne az országos dekarbonizációs céllal, mely szerint 2030-ra 40%-kal kevesebb kibocsátási értéket kell elérni. Újra ki kell hangsúlyozni, hogy a bázisév, melyhez képest vizsgáljuk az eredményeket nem egyezik, mert esetemben 2010-es, míg országos viszonylatban 1990-es értékekhez képest nézik a változást. Szeretnék bemutatni további opciókat, melyekkel környezettudatosabbá tehető a vállalat működése és csökkenthető a karbonlábnyom:

- Zöldáram vásárlása
- Hőszivattyúk alkalmazása
- Épületkorszerűsítési beruházások
- Energiahatékonysági beruházások

Mindegyik javaslat célja az, hogy az egyes területek energiafogyasztását csökkentjük amennyire lehetséges, így kevesebb energiafelhasználás okán a kibocsátás mértékét is mérsékelni tudjuk.

## 8. CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentését segítő megoldások

### 8.1. Épületszerkezetek vizsgálata

Országos viszonylatban nézve is rengeteg a korszerűtlen építőanyagokból épült, szigetetlen épület. Ehhez általában szintén korszerűtlen nyílászárók is társulnak és ezeknek a tényezőknek az összessége egy nagyon rossz energiafelhasználású, alacsony energetikai besorolású épületet eredményez.

A vállalat területén lévő épületek száma és minősége az alapítás óta természetesen nagymértékben változott, javult, azonban még mindig akad szép számmal olyan létesítmény, amelyen nem megfelelő például a szigetelés minősége, mennyisége. Példának okáért vegyük a nyári időszakot, az idei, 2022-es nyár különösen forró volt, sorjában megdőltek a melegrekordok. Én magam is egy olyan irodában ültem, ahol semmilyen árnyékolás nem volt, de cserébe az ablakok jó nagy üvegfelülettel rendelkeztek, Amennyiben nem hűtötte a helyiséget egész nap a fan-coil berendezés, nagyon hamar átforrósodott a légtér, különösen a délutáni időszakban. Ez azt eredményezte, hogy a nyár nagy részében a területet ellátó hűtőgépek szinte maximális létszámmal és kapacitással üzemeltek, amely figyelembe véve, hogy a berendezések nagy része még nem lett kicserélve jobb hatásfokú gépekre, magas energiafelhasználást generált. Így bemutatva csak apró összetevőnek tűnik, ám ilyen irodahelyiséggel bővelkednek az épületek és hozzá kell tennünk, hogy ilyen extrém időjárási körülmények között a raktárépületeket is nagyobb mértékben kell hűteni, hiszen az ott tárolt alapanyagok, esetenként kísérleti szervek nem károsodhatnak.

Ebben a fejezetben 2 olyan irodaépületet szeretnék bemutatni, melyek az üzem területén helyezkednek el. Céлом, hogy az épületek szerkezetét a jelenleg hatályban lévő TNM rendelet segítségével megvizsgáljam és kiderítsem, hogy eleget tesznek-e mind a 3 szintnek. A 7/2006 (V.24.) TNM rendelet az alábbi 3 fő szintet definiálja az épületekre vonatkozóan:

- Határoló- és nyílászáró szerkezetek átlagos hőátbocsátási tényezői
- Fajlagos hőveszteség tényező
- Összesített energetikai jellemző

Energetikai tanúsítvány egyik épületről sem állt rendelkezésemre, így a Bausoft Kft. Winwatt programjával felhasználva a tervrajzokat és rétegrendeket mindkét irodaházról elkészítettem azt.

### 8.1.1. Elsőszámú irodaépület

#### 8.1.1.1. *Irodaépület bemutatása*

Az első bemutatni kívánt irodaépület a gyógyszergyár budapesti telephelyén helyezkedik el. Az épület földszintes, közel 140 m<sup>2</sup> hasznos alapterülettel és 2,7 m-es belmagassággal rendelkezik. A területen kizárólag szellemi munkát folytatnak a munkavállalók, létszám szerint 15 fő. Napi feladatuk a vállalat képviselője jogi ügyek tekintetében belföldön és külföldön egyaránt. Az épületben összesen 4 db iroda, 1 tárgyaló, 1-1 mosdó férfiaknak, illetve nőknek, valamint 1 db teakonyha található. Emberi tartózkodást tekintve az irodahelyiségek vannak a legnagyobb mértékben terhelve, ugyanis reggel 6 és délután 5 között szinte folyamatos a munkavégzés. A tárgyalóban minden nap fix időpontban, délelőtt 9-10 között osztályértekezlet zajlik, azonban a nap hátralévő részében általánosságban elmondható, hogy nem tartózkodnak ott emberek. A teakonyha 11-14 óra között a leglátogatottabb, így a terhelés mértéke ebben az időtartamban a legnagyobb.

Az épületszerkezetet tekintve elmondható, hogy a belső tereket jó minőségű téglafalazat veszi körül, mely kapott egy szintén jó minőségű hőszigetelést. A nyílászárók korszerű műanyag nyílászárók, körülbelül 80%-ban üvegezettek, azonban nem rendelkeznek semmilyen külső vagy belső árnyékolószerkezettel, melynek hatása leginkább a nyári időszakban mutatkozik meg. Energiaellátást tekintve az épületet a kazánházban elhelyezett kazán látja el fűtési energiával, illetve melegvízzel. A hőleadást minden helyiségben falra szerelt acéllemez lapradiátorok biztosítják. Az épület egyelőre nem rendelkezik kiépített hűtési rendszerrel, a nyári időszakban a hűtést a dolgozók ventilátorokkal tudják biztosítani, melyek általában kevésnek bizonyulnak főként a délutáni időszakban, amikor az épületet teljes egészében besüti a nap, a D-DNY-i fekvésnek köszönhetően.

#### 8.1.1.2. Rétegrendek

Az energetikai tanúsítvány elkészítése során az irodaépület szerkezetének alapját szolgáló határolószervek felépítésekor az alábbi rétegrendeket használtam fel:

Talajra fektetett melegburkolatú padló:

- linóleum
- alátét szivacs
- vasalt aljzatbeton
- technológiai fólia
- lépésálló hőszigetelés
- talajnedvesség elleni szigetelés
- vasalt aljzatbeton
- kavicsfeltöltés

Talajra fektetett hidegburkolatú padló:

- járólap
- alátét szivacs
- vasalt aljzatbeton
- technológiai fólia
- lépésálló hőszigetelés
- talajnedvesség elleni szigetelés
- vasalt aljzatbeton
- kavicsfeltöltés

Külső teherhordó fal:

- belső vakolat
- blokktéglafalazat
- grafit reflex hőszigetelés
- külső vakolat

Tető:

- belső vakolat
- vasbeton
- kazánsalak
- vasbeton
- lépésálló hőszigetelés
- kavicstöltés

#### 8.1.1.3. Hőátbocsátási tényező vizsgálata

A határolószervezetek felépítése után megvizsgáltam a hőátbocsátási tényezők értékének megfelelőségét. A rétegtervi hőátbocsátási tényező a határolószervezet átlagos hőátbocsátási tényezője, azaz amennyiben a szerkezet több anyagból áll, azoknak a hatását is tartalmazza (Dr. Csoknyai - Dr. Szalay, 2019).

Számítása:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{h_e}}$$

Ahol:

$h_i$  – belső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

$h_e$  – külső oldali hőátadási tényező [W/m<sup>2</sup>K]

$d$  – réteg vastagsága [m]

$\lambda$  – réteg tervezési hővezetési tényezője [W/mK]

A 7/2006 (V.24.) TNM rendelet minden határolószervezetre meghatároz egy maximális értéket, melyet az adott szerkezet nem léphet túl. Az általam felhasznált szerkezetek határértékeit az alábbi táblázat tartalmazza:

3.táblázat: Határolószervezet U értékek határtértékei (7/2006. (V.24.) TNM rendelet 5. melléklet)

Szerkezet megnevezése	U [W/m <sup>2</sup> K]
Homlokzati fal	0,24
Lapostető	0,17
Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	1,15
Talajon fekvő padló	0,3

Az általam felvett határolószervezetek Winwatt programmal kapott U értékeit az alábbi táblázat tartalmazza:

4.táblázat: Határolószervezet U értéke Winwatt programmal számítva

Szerkezet megnevezése	U [W/m <sup>2</sup> K]
Homlokzati fal	0,12
Lapostető	0,16
Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	1,15
Talajon fekvő melegburkolatú padló	0,23
Talajon fekvő hidegburkolatú padló	0,23

Összehasonlítva az általam kapott értékeket a rendeletbe foglalt határértékekkel megállapítható, hogy mindegyik határolószervezet megfelel az első szinten támasztott követelményeknek. Megítélésem szerint a falazatok és a födémek megfelelő vastagságú és minőségű szigeteléssel vannak ellátva. A nyílászárók korszerűek, azonban egy külső vagy belső árnyékolószervezettel jelentősen javulnának az épület hőviszonyai. Ezt a vizsgálatot egy későbbi pontban szeretném bemutatni.

#### 8.1.1.4. Fajlagos hővesztégtényező vizsgálata

Fajlagos hővesztégtényező alatt egy olyan energetikai számításokhoz használatos alapvető mérőszámot értünk, amely megmutatja, hogy az épület gépészeti rendszerek nélkül mekkora hővesztéssel bír.

Számítási módja:

$$q = \frac{A}{V} \left[ \frac{W}{m^3 K} \right]$$

Ahol:

A – az épület lehűlő felületének összege [m<sup>2</sup>]

V – az épület fűtött tereinek térfogata [m<sup>3</sup>]

A 7/2006 (V.24.) TNM rendelet alapján a fajlagos hővesztégtényezőre vonatkozó követelményértékek az alábbi táblázat, illetve grafikon alapján értelmezendők/leolvashatók:

5.táblázat: Fajlagos hővesztégtényező követelményértékei (7/2006 (V.24.) TNM rendelet 5. melléklet)

$A/V \leq 0,3$	$q = 0,16 \text{ [W/m}^3\text{K]}$
$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$q = 0,079 + 0,27 (A/V) \text{ [W/m}^3\text{K]}$
$A/V \geq 1,3$	$q = 0,43 \text{ [W/m}^3\text{K]}$



11. ábra: Fajlagos hővesztés-tényező követelményértékei (7/2006 (V.24.) TNM rendelet 5. melléklet)

A vizsgált irodaépület esetében  $405,6 \text{ m}^2$  a lehűlő felületek összessége, a fűtött terek térfogatának összessége pedig  $377,3 \text{ m}^3$ . Ebből az előbbieken említett képlet segítségével kiszámítottam a felület/térfogat arányt:

$$\frac{A}{V} = \frac{405,6}{377,3} = 1,075 \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right]$$

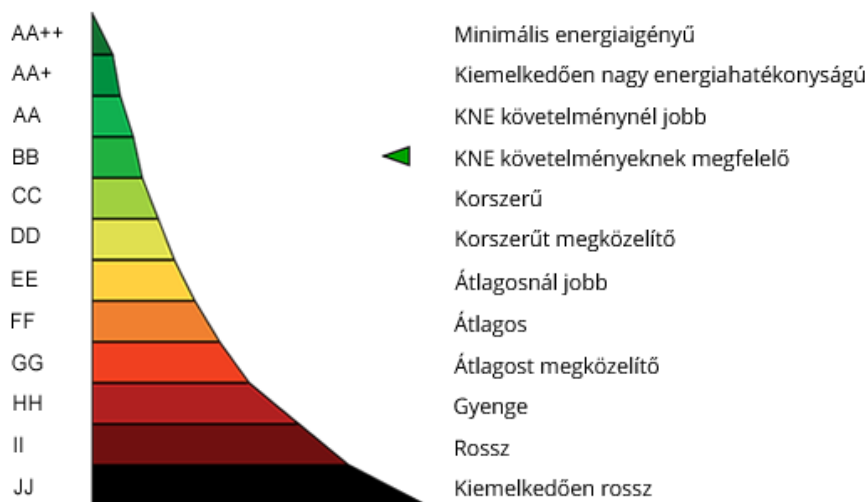
Ezt az értéket összevetve a 3. táblázatban szereplő követelményértékekkel megállapítható, hogy a fajlagos hőveszteség-tényező maximálisan megengedett értéke az alábbi képlettel számítható:

$$q = 0,079 + 0,27 \cdot \left( \frac{A}{V} \right) = 0,079 + 0,27 \cdot 1,075 = 0,369 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^3\text{K}} \right]$$

A program segítségével az épületre számított fajlagos hőveszteség-tényező  $0,124 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^3\text{K}} \right]$ , mely teljes mértékben a maximálisan megengedett érték alatt van. Megállapítható tehát, hogy az irodaépület a rendelet második követelményszintjének is megfelel.

#### 8.1.1.5. Összesített energetikai jellemző

Az összesített energetikai jellemző az épületre vonatkozó energiahatékonysági mutató, melynek értéke az épület energiafogyasztásának függvénye. A kisebb mutatószám kisebb, a nagyobb mutatószám nagyobb energiafogyasztást jelöl. Ez alapján a mutatószám alapján sorolják be az épületeket a különböző energiahatékonysági osztályokba. Az alábbi ábrán láthatóak az energiahatékonysági osztályok:



12.ábra: Energiahatékonysági osztályok (Országos Tanúsító Központ – Energetikai minősítés, besorolások)



Az általam vizsgált épület nem minősül új építésűnek, így nem vonatkozik rá a BB-s kategóriát jelképező 100 kWh/m<sup>2</sup>/a határérték, azonban a cél, hogy minél jobb besorolásba kerüljön az irodaház. A jelenlegi épületgépészeti rendszerrel az épület összesített energetikai jellemzője 98,437 kWh/m<sup>2</sup>/a. A 2. ábrán szereplő energiahatékonysági osztályok figyelembevételével ez DD osztályú besorolást jelent. A programmal számolt megújuló részarány mindösszesen 1,1%, az elsődleges cél ezen az arányon javítani, például hőszivattyú, mint hőtermelő alkalmazásával.

## 8.1.2. Második számú irodaépület

### 8.1.2.1. Irodaépület bemutatása

Hasonlóan az első irodaépülethez, ez az épület is a budapesti telephely területén helyezkedik el. Alapterületét tekintve egy kisebb, 55 m<sup>2</sup>-es hasznos alapterületű építményről beszélünk, mely 2,7 m-es belmagassággal rendelkezik. Akárcsak az előzőekben vizsgált irodaháznál, a munkavállalók itt is szellemi munkát, ülőtevékenységet folytatnak. A földszintes épületben a vállalat audit osztálya kapott helyet, a dolgozók egész nap ülőmunkát végeznek. Az építményben 2 db iroda 1 db teakonyha 1 db mosdó található. Emberi tartózkodást tekintve a 2 db irodahelyiség a legnagyobb mértékben érintett, a munkavégzés ez esetben is reggel 6 és délután 5 között van. A teakonyha a reggeli órák mellett 11 és 14 óra között a leglátogatottabb, így ebben az időszakban a legmagasabb az emberi hőterhelés mértéke is. Az épületet körülvevő külső falazatot téglából építették, mely egy kiváló minőségű homlokzati szigetelést kapott. A talajra fektetett padló tekintetében megkülönböztetünk melegburkolatú, illetve hidegburkolatú padlót. A korszerű műanyag nyílászárók 80%-ban üvegezettek, akárcsak a bejárati ajtó. Hasonlóan az előző irodaépülethez, az ablakok itt sem rendelkeznek semmilyen árnyékolással, azonban fekvéséből adódóan az épületet a délutáni órákban éri a legnagyobb mértékben a napsugárzás, ez különösen a nyári időszakban mutatkozik meg. A fűtési energiát és a használati melegvizet egy fűtött téren kívül elhelyezett földgázüzemű kazán biztosítja a dolgozók számára. A hőleadást minden helyiségben elhelyezett acéllemezes lapradiátorok végzik, melyek a rajtuk elhelyezett termosztátfejekkel szabályozhatók. Kiepített hűtési rendszerrel egyelőre ez az épület sem rendelkezik.

#### 8.1.2.2. Rétegrendek

A rendelkezéseimre álló tervek, dokumentumok alapján az épületet körülvevő határolószerkezeteket az alábbi rétegrendek szerint építettem fel:

Talajra fektetett melegburkolatú padló:

- linóleum burkolat
- esztrich aljzat
- PE fólia technológiai szigetelés
- lépésálló hőszigetelés
- talajnedvesség elleni szigetelés
- beton aljzat
- kavics terítés
- visszatöltött talaj

Talajra fektetett hidegburkolatú padló:

- járólap burkolat
- esztrich aljzat
- PE fólia technológiai szigetelés
- lépésálló hőszigetelés
- talajnedvesség elleni szigetelés
- beton aljzat
- kavics terítés
- visszatöltött talaj

Külső teherhordó fal:

- Belső vakolat
- Klímátégla blokkfalazat
- Homlokzati hőszigetelés
- külső vakolat

Tető:

- belső vakolat
- vasbeton
- kazánsalak
- vasbeton
- lépésálló hőszigetelés
- kavicsöltés

8.1.2.3. *Hőátbocsátási tényezők vizsgálata*

A rétegrendek alapján felépített határolószerkezetek Winwatt programmal kapott hőátbocsátási tényezőinek értéket az alábbi táblázatban foglaltam össze:

6. táblázat: Vizsgált határolószerkezetek hőátbocsátási tényezőinek értékei

Szerkezet megnevezése	U [W/m <sup>2</sup> K]
Homlokzati fal	0,17
Lapostető	0,16
Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászáró	1,15
Talajon fekvő melegburkolatú padló	0,24
Talajon fekvő hidegburkolatú padló	0,24

A kapott értékeket összevetve a 8.1.1.3. pont 3. táblázatának határértékeivel összevetve, elmondható, hogy eme határolószerkezetek is megfelelnek a rendelet első követelményszintjének.

#### 8.1.2.4. Fajlagos hőveszteség-tényező vizsgálata

Az irodaépületnél a lehűlő felületek nagysága összesítve  $172,5 \text{ m}^2$ , a fűtött terek térfogatának összege pedig  $148,4 \text{ m}^3$ . A felület/térfogat arány az alábbi képlet szerint számítható:

$$\frac{A}{V} = \frac{172,5}{148,4} = 1,162 \left[ \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right]$$

Ezt az értéket összevetve a 3. táblázatban szereplő követelményértékekkel megállapítható, hogy a fajlagos hőveszteség-tényező maximálisan megengedett értéke az alábbi képlettel számítható:

$$q = 0,079 + 0,27 \cdot \left( \frac{A}{V} \right) = 0,079 + 0,27 \cdot 1,162 = 0,39274 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^3 \text{K}} \right]$$

A Winwatt szoftver segítségével az épületre számított fajlagos hőveszteség-tényező értéke  $0,441 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^3 \text{K}} \right]$ , mely a megengedett érték felett van. Megállapítható tehát, hogy az irodaépület a rendelet második követelményszintjének nem felel meg.

#### 8.1.2.5. Összesített energetikai jellemző

A vizsgált épület összesített energetikai jellemzőjének értéke  $178,03$ , mellyel az EE kategóriába történő besoroláshoz tartozik. A szoftveres számítás eredményeként megkaptam, hogy az irodaház megújuló energia felhasználásának aránya kevesebb, mint 1%. Itt is ki kell hangsúlyozni az épületgépészeti rendszer felülvizsgálatát és megújuló energiaforrást használó hőtermelővel való újratervezését, újragondolását.

Véleményem szerint az épületeket korszerűsíteni feltétlenül szükséges, elsősorban szerkezet tekintetében. A nyílászárókat érdemes lenne lecserélni többrétegű szerkezetekre, az üvegezés tekintetében sokat javíthat a hőmérsékleten a low-e bevonattal rendelkező hőszigetelő üveg. Előnye, hogy nyári időszakban visszaveri a napsugárzás jelentős részét, télen a meleget benn tartja a helyiségben, így energiahatékonyabban valósítható meg a légtér hűtése és fűtése. A homlokzaton elhelyezett vastagabb szigetelés is rengeteget javíthat az épület energiafelhasználásán.

Ha még környezettudatosabb megoldást szeretnék javasolni, akkor meg kell említenem a manapság nagy trendnek örvendő környezetbarát építőanyagokat is. Előnyük, hogy előállításuk nagyon minimális energiabefektetéssel jár és életciklusuk rendkívül hosszú. Ezeknek az anyagoknak az alkalmazása leginkább családi házak építésénél terjedt el, azonban jó opciót jelenthetnek amennyiben a vállalat kizöldítése a cél minden tekintetben.

## 8.2. Árnyékoló alkalmazásának hatása

A fenti pontban elvégzett energetikai tanúsítás során az épület DD besorolást ért el, a magasabb osztályba sorolhatóság érdekében megvizsgálom, hogy mennyiben javulna az épület energetikai helyzete, amennyiben külső vagy belső árnyékoló szerkezeteket alkalmazunk. Először is el kell döntenünk, hogy külső vagy belső árnyékolót válasszunk, a döntésben a szerkezetek előnyeit és hátrányait energetikai és költség szempontból megmutató felsorolás lesz segítségemre.

Külső árnyékoló:

7.táblázat: Külső árnyékolószerkezet előnyei és hátrányai (Saját jegyzet)

<b>Előnyök</b>	<b>Hátrányok</b>
kívülről fogja fel a sugárzás egy részét	nagyobb beruházási költség
nyílászárók hőszigetelési teljesítményének növelése	

Belső árnyékoló:

8.táblázat: Belső árnyékolószerkezet előnyei és hátrányai (Saját jegyzet)

<b>Előnyök</b>	<b>Hátrányok</b>
kisebb beruházási költség	a napsugárzás melegítő hatásának bizonyos hányadát belülről fogja fel
több fényerő szabályozási lehetőség	kisebb hatékonyság

A táblázatokból látható, hogy amennyiben a költség szempontokat vesszük figyelembe akkor a belső árnyékoló jelentene kisebb beruházási költséget. Energetikai szempontból viszont a külső árnyékoló szerkezet számít előnyösebb választásnak, hozzájárul az épületszerkezet jobb hőszigetelési képességéhez és jóval hatékonyabb megoldást jelent a nyári túlmelegedéssel szemben. A felsorolt érvek alapján külső árnyékolót, műanyag redőnyt választottam, melynek hatását a Winwatt program segítségével modelleztem. Az alábbi táblázatban láthatóak mindkét épület esetében az árnyékoló felszerelése előtti és utáni energiaigény és hőveszteség adatok éves viszonylatban:

9.táblázat: Irodaépületek energiaigényei árnyékoló használata előtt és után

	1. irodaépület		2. irodaépület	
	Árnyékoló előtt	Árnyékoló után	Árnyékoló előtt	Árnyékoló után
Villamosenergia igény [kWh/év]	1480	1480	660	660
Földgáz igény [m <sup>3</sup> /év]	1618	1609,3	814,79	803,08
Hővesztesség [kW]	8293	8293	4148	4148

A táblázatban feltüntetett adatokból látható, hogy földgáz igény oldalról, ha nem is számottevő, de látható mértékű csökkenést lehet elérni külső árnyékolók alkalmazásával. Fontos megemlítenem, hogy az ablakokra csak és kizárólag műanyag redőny került, belső függönyös árnyékolást pluszban nem alkalmaztam a nyílászárókon. Az épület fekvéséből adódóan a komfortérzetten sokat javít a megfelelő árnyékolási módszer használata.

Bár földgázfelhasználás szempontjából csekély mértékű megtakarítás jelentkezett, megvizsgálom, hogy CO<sub>2</sub> kibocsátás tekintetében számszerűsítve ez mekkora csökkenést jelent számunkra.

A földgáz CO<sub>2</sub> egyenértékét a Winwatt programból vett értéknek veszem, mely 202 g/kWh.

#### 1.irodaépület:

Először a földgáz igény m<sup>3</sup>-ben vett értékeit átváltom kWh-ra.

$$\frac{1618}{10,55} = 153,36 \frac{kWh}{év}$$

$$\frac{1609,3}{10,55} = 152,54 \frac{kWh}{év}$$

Ezután kiszámítom, hogy éves szinten mekkora CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkenést lehet így elérni.

$$153,36 \cdot 202 = 30\,978,72 \frac{g}{év}$$

$$152,54 \cdot 202 = 30\,813 \frac{g}{év}$$

A megtakarított mennyiség így:

$$30\,978,72 - 30\,813 = 165,72 \frac{g}{év}$$

Ugyanezt a számítási módszert elvégzem a 2. irodaépület esetében is.

**2.irodaépület:**

$$\frac{814,79}{10,55} = 77,23 \frac{kWh}{év}$$

$$\frac{803,08}{10,55} = 76,12 \frac{kWh}{év}$$

$$77,23 \cdot 202 = 15\,600,46 \frac{g}{év}$$

$$76,12 \cdot 202 = 15\,376,24 \frac{g}{év}$$

$$15\,600,46 - 15\,376,24 = 224,22 \frac{g}{év}$$

A számítások eredményeképp megkaptam, hogy kerekítve 166 és 224 g CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkenést tudna eredményezni évente a fő tartózkodási helyek, irodák nyílászáróira szerelt árnyékolók alkalmazása. A vállalat egészének kibocsátási adatait nézve ezek az értékek eltörpülnek, azonban amennyiben úgy tekintjük, hogy ezeknél az épületeknél alapterületet tekintve szinte csak nagyobbak találhatóak a telephelyen, akkor az összes épület ilyen jellegű vizsgálatával éves szinten már egy sokkal jelentősebb értéket lehetne elérni.



### 8.3. Épületgépészeti rendszerek összehasonlítása CO<sub>2</sub> kibocsátás mértéke alapján

Az előző fejezetben 2 db irodaépület épületszerkezetét vizsgáltam meg energetikai szempontból alapos figyelmet fordítva a hatályos 7/2006 (V.24.) TNM rendelet 5. mellékletében szereplő 3 szintnek megfelelően. Példaépületeknek igyekeztem olyan irodaházakat vizsgálni, melyeknél az épületgépészeti rendszer nem a legújabb berendezések, hőtermelők alkalmazásával üzemel. A fűtési energia, illetve a használati melegvíz termelést mindkét esetben gázkazán biztosítja. A használati melegvíz igény az épület jellegéből fakadóan nem olyan jelentős mennyiségű, mint egy családi ház esetében lenne. Nagyobb hangsúly helyeződik a fűtési energiára, ugyanis a dolgozók heti 5 napban átlagosan 8 órát töltenek az épületben, így a létesítmény az év nagyobb részében fűtve van. Ahogy említettem egyik épületben sincs kiépített hűtési rendszer, így a hűtési energiaellátás nem utolsó szempont, de kevésbé hangsúlyos jelen esetben. A célom az, hogy 2 db épületgépészeti rendszert vizsgáljak meg a különböző energiák előállításakor kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyiségének figyelembevételével és a számítások alapján kiválasszam a legmegfelelőbb rendszert, amely a jelen esetben példa gyanánt vett épületek fogyasztási igényeit, preferenciáit a legmegfelelőbben kielégíti. Az alábbi 3 különböző hőtermelővel ellátott rendszer kerül vizsgálatra:

- gázkazán: fűtés, HMV előállítás
- levegő-víz hőszivattyú: fűtés, HMV, hűtés
- levegő-levegő hőszivattyú: fűtés, hűtés és villanybojler: HMV előállítás

A választásom azért esett elsősorban a hőszivattyút alkalmazó rendszerekre, mert a vállalat által alkalmazott megújuló energia alkalmazásának részaránya nagyon alacsony és amennyiben az energiatermelést hőszivattyúk biztosítanák, úgy ez az arány jelentősen növekedne. Továbbá ez egy kínákozó lehetőség a földgáztól való függetlenedésre, így elkerülhető lenne a földgázhasználattal járó károsanyag kibocsátás mértékének csökkentése. Hőszivattyú alkalmazása esetén a berendezés a kívánt energia előállításához villamos energiát használ fel, azonban ez akár teljes mértékben környezetbaráttá tehető zöldáram vásárlásával, melyről egy későbbi fejezetben bővebben is értekezek.

### 8.3.1. Alapfogalmak

Ahhoz, hogy a számításához szükséges képletet megalkothassuk, ismernünk kell az alkotóelemeket. Épületgépészeti berendezések esetén az egységnyi hőigény kielégítésekor kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyisége a berendezés hatásfokától, illetve hőszivattyú esetén annak szezonális energiahatékonysági tényezőjétől vagy szezonális teljesítményegyütthatójától függ.

- Hatásfok ( $\eta$ ): a berendezés hasznos hőteljesítményének és az összes energiamennyiségnek a hányadosa százalékos formában kifejezve.
- SEER: szezonális hűtési hatékonyság, értéke megmutatja, hogy a befektetett villamos energiából mekkora hűtőt teljesítményt fog tudni a berendezés biztosítani az adott hűtési szezonban (Internet).
- SCOP: szezonális fűtési hatékonyság, értéke megmutatja, hogy a befektetett villamos energiából mekkora fűtőt teljesítményt fog tudni a berendezés biztosítani az adott fűtési szezonban (Internet).
- CO<sub>2e</sub>: CO<sub>2</sub> egyenérték, az üvegházhatású gázok kibocsátásának általános mértékegysége, amely tükrözi azok eltérő globális felmelegedési potenciálját.

### 8.3.2. Számítási módszer gázkazán alkalmazásával

Az eredeti rendszer felépítését figyelembe véve, a gázkazánal történő kiszolgálás fókuszában a fűtési igény kielégítése van. A berendezésről tudniillik, hogy nem a legmodernebb gázkazán, hatásfokát belső számításaink szerint 80%-nak veszem. Az alábbi képletek szerint számítható ki, hogy az egységnyi energia előállításakor keletkező CO<sub>2</sub> mennyisége:

$$\frac{CO_{2gk}}{\eta_{gk}}$$

A számításához szükségem van a CO<sub>2</sub> fajlagos értékére földgáz esetén, melyet a Winwatt program alapján 202 g/kWh értéknek veszek.

### 8.3.3. Számítási módszer hőszivattyú alkalmazásával

Az alábbi képletek segítségével kiszámítom, hogy egységnyi energia előállítása mekkora mennyiségű CO<sub>2</sub> kibocsátásával jár:

- 1 kWh hűtési energia előállítása során kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyisége:

$$\frac{CO_{2ev}}{SEER}$$

- 1 kWh fűtési energia előállítása során kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyisége:

$$\frac{CO_{2ev}}{SCOP_F}$$

- 1 kWh használati melegvíz előállítása során kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyiség:

$$\frac{CO_{2ev}}{SCOP_{HMV}}$$

A villamosenergia CO<sub>2</sub> egyenértékét a Winwatt programban használt érték alapján határoztam meg, melynek értéke 365 g/kWh. A levegő-víz hőszivattyú tekintetében Fujitsu gyártmányú hőszivattyú SEER és SCOP adatait vettem alapul. A választásom egy kompakt méretű modellre esett, mivel mindkét irodaház kisebb lakás, illetve családi ház méretű, így megfelelőnek találtam a 8 kW névleges teljesítménnyel üzemelő berendezést. A hőszivattyú specifikációját az alábbi ábra tartalmazza:

10.táblázat: Fujitsu levegő-víz hőszivattyú adatlapja ( Fujitsu Waterstage katalógus, 2021)

		5 kW	6 kW	8 kW
Hűtési teljesítmény	kW	4.71	5.52	8.36
EER	–	2.77	2.67	2.81
Hűtési teljesítmény	kW	5.00	6.03	8.09
EER	–	4.00	3.82	4.41
SEER	–	5.02	4.79	5.25
Szezonális helyiségfűtési energiahatékonyság (η <sub>s</sub> )	–	198	189	207
Fűtési teljesítmény	kW	6.11	7.03	9.78
COP	–	4.27	3.93	3.98
Fűtési teljesítmény	kW	5.20	6.05	8.38
COP	–	2.52	2.43	2.44
Névleges teljesítmény(P névleges)	–	4	5	6
Energiahatékonysági osztály	–	A+++	A++	A++
Szezonális helyiségfűtési energiahatékonyság (η <sub>s</sub> )	%	180	165	156
SCOP	–	4.58	4.2	3.98
Névleges teljesítmény(P névleges)	–	4	4	5
Energiahatékonysági osztály	–	A++	A+	A+
Szezonális helyiségfűtési energiahatékonyság (η <sub>s</sub> )	%	125	119	113
SCOP	–	3.2	3.05	2.9

#### 8.3.4. Számítási módszer villanybojler és hőszivattyú alkalmazásával

Ennél a rendszernél a fűtési és hűtési energiát a hőszivattyú biztosítja, azonban a használati melegvíz előállításáért akárcsak az eredeti rendszerben, a villanybojler felel. A számítási módszer az alábbiak szerint változik:

- 1 kWh hűtési energia előállítása során kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyisége:

$$\frac{CO_{2ev}}{SEER}$$

- 1 kWh fűtési energia előállítása során kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyisége:

$$\frac{CO_{2ev}}{SCOP}$$

- 1 kWh használati melegvíz előállításánál kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyisége:

$$\frac{CO_{2ev}}{\eta_{vb}}$$

Tudomásom szerint az összes forgalomban lévő villanybojler hatásfoka 100%, így ez alapján a hatásfok tényezőjének értéket a számításaim során 1-nek fogom venni. A levegő-levegő hőszivattyút szintén a Fujitsu termékei közül választottam, melynél a SEER értéke 6,78, míg a SCOP értéke 4.

#### 8.3.5. Elsőszámú irodaépület CO<sub>2</sub> kibocsátás mértékének számítása

Az épület hőigényeinek éves mértéke az alábbiak szerint alakul:

- Hűtési energiaigény: 0 kWh
- Fűtési energiaigény: 10 123 kWh
- Használati melegvíz igény: 943,1 kWh

Először a gázkazánnal történő energiaigény kielégítés során keletkező CO<sub>2</sub> mennyiségét számítom ki a 2.3.2. pont képletei alapján.

- Fűtés:

$$\frac{202}{0,8} \cdot 10\,123 = 2\,556\,057,5\,g = 2556\,kg$$

- Melegvíz:

$$\frac{202}{0,8} \cdot 943,1 = 238\,132,75 \text{ g} = 238 \text{ kg}$$

A számítások eredményeit összegezve egy év alatt összesen 2794 kg szén-dioxid termelődik a földgáztüzelésű gázkazán használatával.

Ezután a levegő-víz hőszivattyúval történő energiaellátás alapján számolom ki a kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyiségét, a számításhoz a 2.3.3. pontban leírt képleteket alkalmazom.

- Hűtés:

$$\frac{CO_{2ev}}{SEER} \cdot 0 = 0 \text{ kg}$$

- Fűtés:

$$\frac{365}{3,98} \cdot 10\,123 = 928\,366 \text{ g} = 928,4 \text{ kg}$$

- Használati melegvíz:

$$\frac{365}{3,58} \cdot 943,1 = 96\,154 \text{ g} = 96,2 \text{ kg}$$

Összesítve a kapott eredményeket az épület épületgépészeti rendszere levegő-víz hőszivattyú alkalmazásával az energiaigények kiszolgálása során 1024,6 kg CO<sub>2</sub>-t bocsát ki évente.

Nézzük meg, hogy mennyi ez az érték, amennyiben a használati melegvíz termelésről a villanybojler gondoskodik.

- Hűtés:

$$\frac{CO_{2ev}}{SEER} \cdot 0 = 0 \text{ kg}$$

- Fűtés:

$$\frac{365}{4} \cdot 10\,123 = 923\,724 \text{ g} = 923,7 \text{ kg}$$

- Használati melegvíz:

$$\frac{365}{1} \cdot 943,1 = 344\,231,5 \text{ g} = 344,2 \text{ kg}$$

Összegezve az eredményeket elmondható, hogy ennél a rendszerrel a felhasználói igényeket kielégítve évente 1267,9 kg CO<sub>2</sub> termelődik.

### 8.3.6. Második számú irodaépület CO<sub>2</sub> kibocsátás mértékének számítása

Az irodaház hőigényeinek éves mértéke az alábbiak szerint alakul:

- Hűtési energiaigény: 0 kWh
- Fűtési energiaigény: 4894 kWh
- Használati melegvíz igény: 469,36 kWh

Gázkazánnal történő fűtési és melegvíz igények ellátása:

- Fűtés:

$$\frac{202}{0,8} \cdot 4894 = 1\,235\,735 \text{ g} = 1236 \text{ kg}$$

- Melegvíz:

$$\frac{202}{0,8} \cdot 469,36 = 118\,513,4 \text{ g} = 119 \text{ kg}$$

Az épület használati melegvíz és fűtési igényeinek kielégítése által évente 1355 kg CO<sub>2</sub> keletkezik.

CO<sub>2</sub> kibocsátás mértéke levegő-víz hőszivattyús rendszerrel:

- Hűtés:

$$\frac{CO_{2ev}}{SEER} \cdot 0 = 0 \text{ kg}$$

- Fűtés:

$$\frac{365}{3,98} \cdot 4894 = 448\,822 \text{ g} = 448,8 \text{ kg}$$

- Használati melegvíz:

$$\frac{365}{3,58} \cdot 469,36 = 47\,854 \text{ g} = 47,9 \text{ kg}$$

CO<sub>2</sub> kibocsátás mértéke levegő-levegő hőszivattyú és villanybojler alkalmazásával:

- Hűtés:

$$\frac{CO_{2ev}}{SEER} \cdot 0 = 0 \text{ kg}$$

- Fűtés:

$$\frac{365}{4} \cdot 4894 = 446\,578 \text{ g} = 446,6 \text{ kg}$$

- Használati melegvíz:

$$\frac{365}{1} \cdot 469,36 = 171\,316 \text{ g} = 171,3 \text{ kg}$$

Összegezve az eredményeket, jól látható, hogy csak hőszivattyú alkalmazásával 496,7 kg, levegő-levegő hőszivattyú és villanybojler együttes alkalmazása esetén 617,9 kg CO<sub>2</sub>-t bocsát ki az energiaigények kiszolgálása.

A két épület vizsgálata során kapott értékeket összevetve megállapítható, hogy mindkét esetben az a rendszer opció győzött, amelynél levegő-víz hőszivattyút alkalmaztam fűtési energia, hűtési energia, valamint használati melegvíz termelés céljából is.

#### 8.4. Energiahatékonysági beruházások

Az épületszerkezet korszerűsítése után figyelmet kell fordítani a berendezések és gépészeti rendszerek modernizálására, hatékonyabbá tételére is. Egy jó opció lehet kezdetnek az épületek világításának vizsgálata és a kevésbé energiatakarékos fényforrások lecserélése LED égővel felszerelt lámpatestekre. Ennek a javaslatnak nem az irodaépületek, hanem inkább a termelésben résztvevő gyártóépületek szempontjából van jelentősége. Ezekbe a létesítményekbe gyakorlatilag nagyon minimális természetes fényforrás jut be, így a nap legnagyobb részében mesterséges világításra van szükség. Egy másik szempont a szerelősíntek világításának korszerűsítése. Majdnem minden épület rendelkezik 1-2 szerelősínttel, ahová egyáltalán nem szűrődik be természetes fény. Ezekben a szinteken sajnos emberi figyelmetlenség okán majdnem minden esetben égve marad a világítás a munka végezte után és tudni kell, hogy a kezelő és karbantartó személyzet csak akkor tartózkodik itt, amikor valamilyen hiba okán a rendszereket szerelni vagy karbantartani kell. Célszerű lenne nemcsak a kevésbé hatékony égőket kicserélni jobb, LED-es fényforrásokra, hanem kialakítani egy mozgásérzékelővel működő rendszert. Így az emberi hanyagság kiküszöbölhető és kevesebb villamosenergiát fog fogyasztani az épület. A legtöbb helyiség már klímával felszerelt, ezért sok energiát meg lehet spórolni egy jó hatásfokú klímaberendezés használatával. Nyáron a hűtést, télen a fűtést látják el a legtöbb épületben inverteres beltéri egységekkel, azonban vannak még olyan épületek, melyeknek nincs kiépített hűtőrendszere.

Ahogy már korábban említettem, a technológiához szükséges hűtési energiát nagy arányban gőzzel vagy forróvízzel üzemelő abszorberes hűtőgépek állítják elő. Már megkezdődtek az ilyen irányú hatékonysági beruházások és 2 db abszorbert kicseréltek turbókompresszoros berendezésekre. A cél, hogy a megmaradt 2 db hűtőgép cseréje is megvalósuljon. Bár a korszerűsítés hatására a villamosenergia fogyasztás megemelkedik, fontos megjegyezni, hogy ugyanazt az energiamennyiséget az új gépek sokkal jobb hatásfokkal állítanak elő. A beruházásnak további hozadéka, hogy kevesebb gőzre lenne szükség a területen, így a nagy földgázfogyasztó gőzkazánok működésére is egyre kisebb mértékben lenne szükség.

Szeretnék érinteni egy energiahatékonysági beruházásokhoz kapcsolódó témát, amely a társasági adókedvezmény (TAO). A TAO rendszer úgy működik, hogy a vállalatok a társasági adó maximum 70%-át adókedvezmény formájában visszaigényelhetik és olyan beruházásokra fordíthatják, amelyek hozzájárulnak a tudatosabb, hatékonyabb energiafelhasználáshoz (Internet).



Adókedvezmény mértéke:

- kisvállalkozás esetén: beruházási költség 50%-a
- középvállalkozás esetén: beruházási költség 40%-a
- nagyvállalat esetén: beruházási költség 30%-a (Internet).

A kedvezmény olyan beruházásoknál érvényesíthető, ahol az energiahatékonyabb működéséhez szükséges eszközök, berendezések elérése a cél; ahol megújuló energiaforrásból származó energiát előállító berendezés beszerzését kezdeményezik, így közeledve a környezettudatosabb működéshez.

Ezeket a projekteket érdemes egy auditáló szervezetnek megmutatni, akik a szükséges információk birtokában egy energetikai auditot állítanak ki a megtakarított energiamennyiségről. Amennyiben a megtakarítás jelentős mértékű, célszerű azt értékesíteni az EKR (Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer) piacon. Az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer értelmében az energiaszolgáltatók kötelesek bizonyos mértékű energiamegtakarítást felmutatni és amennyiben nem tudnak, megvásárolhatják olyan vállalatok megtakarításait, akik eladásra kínálják őket. Ez a rendszer egyelőre még kezdeti fázisban tart, de az már most megállapítható, hogy 1 GJ energiamegtakarítás ára nagyon magas, ezért érdemes auditáltatni az energiahatékonysági projekteket, különös tekintettel a nagyobb kaliberű beruházásokra. Így nem csak a kibocsátást csökkentjük, hanem a vállalati bevétel is növelhető.

Az alábbiakban szeretnék bemutatni egy hűtőgépcseréből származó energiamegtakarítási számítást, melynél a megtakarított gőzenergiából kiszámítható a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkenésének mértéke.

A telephelyen üzemeltetett hűtőgépház abszorpciós hűtőgépei a technológiát és az ahhoz tartozó légtechnikai rendszert látják el hűtési energiával. Eredetileg 2 db 2 MW-os, valamint 3 db 3,5 MW-os hűtőgép biztosította a megfelelő mennyiségű hűtési energiát. A gőzzel üzemelő berendezések gőzellátását részben az Erőmű, részben a telephelyi gőzkazánok biztosították. 2016-ban a gépház kapacitásnövelés céljából kibővítették 2db, egyenként 2,73 MW teljesítményű turbókompresszoros hűtőgéppel. Azonban az évek során az abszorpciós berendezések elhasználódtak, hatásfokuk és üzemkészségük már nem volt megfelelő, így 2019-ben 2 db 3,5 MW-os hűtőgép cseréjére került sor. Innentől kezdve az alapüzemet 4 db turbókompresszoros és a megmaradt abszorpciós gépek látták el, bár utóbbiak inkább csúcsidőben, nyáron léptek működésbe. A megmaradt 3 db abszorpciós gépből újabb 2 db berendezés cseréjére került sor,

mely folyamat jelentős gőzenergia megtakarítással jár, ennek a mennyiségnek a számítási metodusát az alábbiakban szeretném levezetni:

1. Régi és az új hűtőgépek számítási szempontból releváns adatai:

11.táblázat: Abszorpciós és turbókompresszoros hűtőgépek adatai (Saját adat)

Megnevezés	Abszorpciós	Turbókompresszoros
Hűtési teljesítmény [kW]	2200	2486
Névleges COP [-]	0,693	5,404

2. Abszorpciós gépek gőzfogyasztási adatai 2017-2021 között

A telephelyen kialakított mérési rendszernek köszönhetően több évre visszamenőleg rendelkezésre állnak fogyasztási adatok, azonban sajnos az esetleges meghibásodások alkalmával előfordulhatnak téves értékek is.

12.táblázat: Abszorpciós gépek gőzfogyasztási adatai 2017-2021 között (Saját adat)

	2017	2018	2019	2020
Gőzfogyasztási adatok [GJ]	39 532,3	44 958,2	55 683,7	11 460,7

Látható, hogy a 2019-es év fogyasztási értéke kiugróan magas, mely a COVID okozta erőforrás átszervezéseknek volt köszönhető.

3. Hűtési energia fogyasztások

A felügyeleti rendszerből szintén kinyerhető adatsor volt a hűtőgépek hűtési energia kiadása a fogyasztók felé. A különböző fogyasztói körökön mért kiadott hűtési energiát összegezve az alábbi értékeket kaptam 2017-2021 között:

13.táblázat: Hűtőgépek által kiadott hűtési energia 2017-2021 között (Saját adat)

	2017	2018	2019	2020	2021
Kiadott hűtési energia [GJ]	64 883	85 335	91 967	78 323	69 242

Itt is jól látható, hogy a 2019-es évben jelentősen megnövekedett a kiadott hűtési energia mennyisége, akárcsak a fentebb említett gőzfogyasztás mértéke. A vizsgálat során a legerencsésebb 2020-2021-es év adatainak használata, ugyanis 2020-ban volt olyan üzemelési struktúra, melynél a 4 db turbókompresszoros gépen kívül 2 db abszorpciós hűtőgép is üzemelt. 2021-ben már csak kompresszoros berendezések biztosították a hűtési energiaellátást az üzemek részére.

#### 4. Turbókompresszoros hűtőgépek villamosenergia fogyasztásának adatai

14.táblázat: Villamosenergia fogyasztási adatok 2017-2021 között (Saját adat)

	2017	2018	2019	2020	2021
1-es gépcsoport [kWh]	1 754 317	2 599 418	2 500 419	1 082 920	891 221
2-es gépcsoport [kWh]	0	0	0	2 405 393	2 736 239
Összesen [kWh]	1 754 317	2 599 418	2 500 419	3 488 313	3 627 460

#### 5. Gépcsoport átlagos ESEER értékének kiszámítása

Az egyik gépcsoportba a 2016-ban telepített egyenként 2,73 MW teljesítményű gépek, a másik gépcsoportba a 2019-ben beszerzésre kerülő, egyenként 3,5 MW teljesítménnyel bíró berendezések tartoznak. 2021-ben csak a turbókompresszoros hűtőgépek üzemeltek, így az átlagos ESEER érték a rendelkezésre álló villamosenergia fogyasztási adatok és a kiadott hűtési energia segítségével kiszámítható:

$$ESEER_{\text{átlag}} = \frac{\left(\frac{69\,242}{0,0036}\right)}{3\,627\,460} = 5,3 [-]$$

#### 6. Abszorpciós hűtőgépek hűtési energia termelése

A 2020-as üzemelési struktúrát alapul véve az összesített hűtési energiatermelésből kiszámítom a turbókompresszoros hűtőgépek által szolgáltatott hűtési energiát. Ehhez az előző pontban kiszámított gépcsoportra vonatkozó ESEER értéket és a 2020-as villamosenergia fogyasztási adatokat használom fel.

- 1-es gépcsoport által termelt hűtési energia:

$$1\,082\,920 \cdot 5,3 \cdot 0,0036 = 20\,662\text{ GJ}$$

- 2-es gépcsoport által termelt hűtési energia:

$$2\,405\,393 \cdot 5,3 \cdot 0,0036 = 45\,895\text{ GJ}$$

Összesítve a két gépcsoport 66 557 GJ hűtési energiát termelt 2020-ban. Ennek az értéknek az ismeretében már kiszámítható az abszorpciós hűtőgépek által szolgáltatott hűtési energia mennyisége:

$$78\,323 - 66\,557 = 11\,766\text{ GJ}$$

A megtakarított gőzenergia mennyiségének kiszámításához szükséges ismerni a termelt hűtési energia mennyiségét, valamint az abszorpciós berendezések ESEER értékét. Utóbbit sajnos nem ismerjük pontosan, azonban a hűtőgépek gépkönyvében egy táblázat, mely a terhelés függvényében adja meg a gép EER értékét. A táblázat adataira alkalmazva az EU-ROVENT szabványt (Göntér, 2009) az ESEER érték számítható.

15.táblázat: Abszorpciós hűtőgép EER értéke terhelés függvényében (YORK hűtőgép gépkönyv)

**TABLE 9 – IPLV ANALYSIS**

LOAD %	ENTERING CONDENSER WATER TEMP (°F)	COP	WEIGHTING FACTOR (FROM ARI 560-92)	WEIGHTED AVERAGE COP
100	85.00	0.69	0.01	0.007
75	78.75	0.74	0.42	0.311
50	72.50	0.86	0.45	0.387
25	68.00	0.77	0.12	0.093

IPLV (expressed as a COP) = 0.798

$$\begin{aligned} ESEER &= 0,03 \cdot EER(100\%) + 0,33 \cdot EER(75\%) + 0,41 \cdot EER(50\%) + 0,23 \\ &\cdot EER(25\%) = 0,03 \cdot 0,69 + 0,33 \cdot 0,74 + 0,41 \cdot 0,86 + 0,23 \cdot 0,77 \\ &= 0,7946 [-] \end{aligned}$$

Felhasznált gőzenergia kiszámítása:

$$E_g = \frac{11\,766}{0,7946} = 14\,807 \text{ GJ}$$

Ennek a gőzenergiának hozzávetőlegesen 55-45%-át biztosítja az erőmű, illetve a saját kazán-telep. A végenergiát ezeknek a tényezőknek a figyelembevételével, illetve 80%-os kazántelep hatásfokkal számítom ki.

- Termelt gőz:

$$\frac{14\,807 \cdot 0,45}{0,8} = 8329 \text{ GJ}$$

- Vásárolt gőz:

$$14\,807 \cdot 0,55 = 8144 \text{ GJ}$$

A termelt és a vásárolt gőz összegéből adódó végenergia összege 16 473 GJ.

Ahogy fentebb írtam, a hűtőgépcsere negatívumának minősül, hogy a turbókompresszoros gépek megemelik a villamosenergia fogyasztás mennyiségét. A többlet fogyasztás mértékét az alábbiak szerint számítom ki:

$$E_{vill} = \frac{11\,766}{5,3} = 2220 \text{ GJ}$$

Mivel az így kiszámolt villamosenergia a megtakarítás mértékét csökkenti, ezért a tényleges energiamegtakarítás az alábbiak szerint alakul:

$$E_{végl} = E_g - E_{vill} = 16\,473 - 2220 = 14\,253 \text{ GJ}$$

Az évente megtakarított CO<sub>2</sub> mennyiségét az Erőmű által megadott CO<sub>2</sub> fajlagos értékével számítom ki, abból adódóan, hogy a vásárolt gőz nagyobb hányadban van jelent. Értéke: 0,07 t/GJ

A CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkenésének várható értéke éves viszonylatban:

$$14\,253 \cdot 0,07 = 998 \text{ t}$$

## 8.5. Erőműben használt földgáz kiváltása biomasszával

A vállalat kibocsátási adatait tekintve jól látható, hogy az összesített adatokban jelentős hányad esik a távhőre. Az irodalomkutatás során megnézett példánál a földgáz, illetve szén kiváltása megújuló energiaforrással nagyfokú javulást eredményezett a károsanyag kibocsátás mennyiségében. Az Erőmű 2021-es szakreferenci jelentésében és közérdekű adataiban közzétett teljesítmény és fogyasztási adatok alapján kiszámítom, hogy a földgáztüzelésű blokkokkal elért hő- és villamosenergia termelés mekkora mennyiségű biomasszával lenne elérhető, illetve, hogy ez milyen nagyságrendű költséget jelentene a földgázzal szemben.

Erőmű kapacitás:

- 62,5 MW hőteljesítmény
- 10 MW villamos teljesítmény (Internet)

Előállított energia mennyisége évente:

- 189 000 MWh hőenergia
- 111 000 MWh villamosenergia (Internet)

Az Erőmű az energiát 100% földgáztüzeléssel állítja elő, azonban pontos információ nem áll rendelkezésemre arról, hogy ezt milyen mennyiségű földgáz felhasználásával tudják elérni, így fűtőérték segítségével számítom ki a becsült mennyiséget.

Földgáz fűtőértéke: 39,5 MJ/kg (MVM gázminőség)

$$Q = L_{\dot{e}} \cdot m$$

$$m = \frac{Q}{L_{\dot{e}}}$$

- Villamosenergia előállításához felhasznált földgáz mennyisége:

$$111\,000\text{ MWh} = 399\,600\,000\text{ MJ}$$

$$m = \frac{399\,600\,000}{39,5} = 10\,116\,456\text{ kg}$$

- Hőenergia előállításához felhasznált földgáz mennyisége:

$$189\,000\text{ MWh} = 680\,400\,000\text{ MJ}$$

$$m = \frac{680\,400\,000}{39,5} = 17\,225\,317 \text{ kg}$$

Feltételezve bizonyos mértékű veszteséget én 10%-os többlet mennyiséggel fogok számolni, így az összesen felhasznált földgázmennyiség értéke: 30 075 951 kg

Biomassza elégetésével is ugyanezt az energiamennyiséget kell előállítani. Az alábbi táblázatban lévő mezőgazdasági melléktermékek közül azt választottam melynek legalacsonyabb a nedvességtartalma és így magas a fűtőértéke, ez a növény a gabonaszalma.

16.táblázat: Mezőgazdasági melléktermékek biomassza-hozama és fűtőértéke (Gyuricza, 2014)

<b>Biomassza</b>	<b>Nedvesség-tartalom (%)</b>	<b>Melléktermékek biomassza-hozam (t/ha)</b>	<b>Fűtőérték (MJ/kg)</b>
Gabonaszalma	10-15%	4,0-5,2	15,5-16,5
Kukoricaszár és csutka	30-40%	9,5-12,5	11-12
Napraforgósár	30-35%	2,0-2,8	11,5
Szőlővenyige	15%	1,0-1,5	15
Gyümölcs nyesedék	15%	4,0-4,5	15,5

Fűtőértéke: 15,5-16,5 MJ/kg

A számításom során a 15 MJ/kg köztes értékkel fogok számolni.

- Villamosenergia előállításához szükséges mennyiség:

$$m = \frac{399\,600\,000}{15} = 26\,640\,000 \text{ kg}$$

- Hőenergia előállításához szükséges földgáz mennyiség:

$$m = \frac{680\,400\,000}{15} = 45\,360\,000 \text{ kg}$$

10%-os veszteséggel számolva összesen 79 200 000 kg gabonaszalmára van szükség.

A mennyiségek kiszámolása után a költségvonatok fogom összehasonlítani a jelenlegi egységárak függvényében:

A földgáz sűrűsége:  $0,68 \frac{kg}{m^3}$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$0,68 = \frac{1}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1}{0,68} = 1,47 m^3$$

$$30\,075\,951 \cdot 1,47 = 44\,211\,648 m^3$$

Földgáz egységára nem lakossági felhasználók számára: 117,5 Ft/m<sup>3</sup> (MVM földgáz nem lakossági díjszabás)

$$44\,211\,648 \cdot 117,5 = 5\,194\,868\,640 Ft$$

Egy hozzávetőleges 400 kg-os szalmabála egységára 15 000 Ft. (Internet)

$$\frac{79\,200\,000}{400} = 198\,000 b\acute{a}la$$

$$198\,000 \cdot 15\,000 = 2\,970\,000\,000 Ft$$

A becsült költségeket összehasonlítva a biomassa jóval olcsóbbra jön ki, mintha földgáztüzeléssel állítanának elő energiát. Továbbá a biomassaégetés egy CO<sub>2</sub> semleges folyamat, így az égetés közben nem kerül a légkörbe többlet mennyiséget jelentő károsanyag. Természetesen a biomassa tüzeléséhez más technológiájú kazánokra, blokkokra van szükség, amely beruházási szempontból teljesítménytől függően egy magas kezdeti költséget jelenthet, hosszútávon azonban megtérülő beruházásról van szó.



## 8.6. Zöldáram vásárlása

A fentebb bemutatott grafikonok adatai alapján kiderül, hogy a jövőben energiák szempontjából a villamosenergiának szánunk a legnagyobb szerepet. Az is jól látható, hogy mivel az igény meg fog nőni, ezáltal a villamosenergia CO<sub>2</sub> kibocsátása nagyobb hányadot fog képviselni a karbonlábnyomban. Felmerült az az opció, az áramellátást is környezettudatosabbá kellene tennünk.

Jelenleg, mint tudjuk az áram előállítása atomerőművekben, vagy más, fosszilis energiaforrások segítségével történik. Ezért nem meglepő, hogy az áramellátás kérdése központi témává nőtte ki magát a szakértők szemében. A zöldáramot olyan erőművek segítségével állítják elő, amelyek megújuló energiaforrások hasznosítanak. Ilyen erőművek például a szélenergia, vízenergia, napenergia, de akár alternatív tüzelőanyag felhasználásával is megvalósítható az áramtermelés.

Egyik legfontosabb előnye talán az, hogy lehetővé teszi az energiapiactól való függetlenedést a fosszilis energiaforrások tekintetében. A mai piaci viszonyok között, amikor minden napról-napra változik és a bizonytalanság az egyetlen szinthez, ami biztos, akkor szakmai szemmel nézve is ez az egyik legjobb alternatíva. Rövidtávon nézve magas befektetési költséget jelent, mert a zöldáram 1 MWh-ja jelenleg 3 euró feletti árat verdesi, ami az érvényben lévő euróárfolyam mellett magas egységárat jelent. Éppen emiatt gondolom, hogy bár hosszabb távon mindenképpen előnyösebb az áramszükséglet megújuló energiaforrásból való fedezése, a vállalatok a magas költségek miatt nem választják ezt a lehetőséget, így még nincs akkora piaca a zöldáramnak. Természetesen nem feltétlenül kell egyből 100%-os zöldítést választani, amennyiben fokozatosan szeretne egy vállalat áttérni kérhet 25%-os, vagy 50%-os ellátást is. Mindhárom lehetőség hozzájárul ahhoz, hogy nagy arányban növelje a megújuló energiaforrások használatának részarányát.

Egy számítással szeretném bemutatni a hagyományos áramárakkal szemben a zöldáram költségét, amennyiben az általam vizsgált vállalat a 100%-os vásárlás mellett döntene. A számítás alapjául a 2021-es fogyasztási adatokat veszem, melyek a valóságot tükröző mért adatok. 2021-ben a villamosenergia felhasználással kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyisége: 32 299 t. Ebből úgy kapom meg a felhasznált energia mértékét, hogy a kibocsátást és fajlagos értéket elosztom egymással:

$$\frac{32\,299}{0,202} = 159\,896 \text{ MWh}$$

Amennyiben ezt hagyományos villamos energiából fedeztük, akkor a költség az MVM 2022-ben érvényben lévő árszabása alapján (MVM villamos energia nem lakossági díjszabás):

$$1 \text{ kWh} = 90,17 \text{ Ft}$$

$$159\,896 \text{ MWh} = 159\,896\,000 \text{ kWh}$$

$$159\,896\,000 \cdot 90,17 = \mathbf{14\,417\,822\,320 \text{ Ft}}$$

Amennyiben ezt megújuló energiaforrásból fedeztük volna a költség az alábbiak szerint változott volna:

2021-ben a zöldáram ára 2-3 euró közötti árfolyamon volt, számításom során 2,5 eurós áron fogom vizsgálni és itt 1 euró 400 Ft-nak felel meg.

$$1 \text{ euró} = 400 \text{ Ft}$$

$$2,5 \text{ euró} = 1000 \text{ Ft}$$

$$1 \text{ MWh} = 1000 \text{ Ft} \rightarrow 1 \text{ kWh} = 1 \text{ Ft}$$

$$159\,896\,000 \text{ kWh} = 159\,896\,000 \text{ Ft}$$

Összehasonlítva a két változatot, egyértelműen látható, hogy a zöldáram megvásárlása költség-hatékonyabb megoldást jelent. Továbbá más funkciók ellátására is alkalmazható, ilyen lehetőség például elektromos autók töltésére szolgáló állomások áramigényének kiszolgálása. Előnye, hogy az ellátáshoz szükséges hálózatot megfelelően ki lehet építeni és az igények kiszolgálásának minősége nagyrészt egyenletesnek mondható.

## 9. Eredmények, tapasztalatok, következtetések

A hazai és nemzetközi törekvések mind azt mutatják, hogy a jövőben igyekszünk egy környezettudatosabb, élhetőbb irány felé elmozdítani a gazdaságunkat. A klímavédelmi programcsomagok segítségével már 10 éven belül is jelentős eredményeket érhetünk el és nagyon jó úton járunk a 2050-re fő célként meghatározott klímasemlegesség eléréséhez. Bár a vállalatok körében még mindig kiosztásra kerülnek a CO<sub>2</sub> kibocsátás tekintetében ingyenesen kiosztott kvótamennyiségek, azt a károsanyag kibocsátás mennyiségét, amelyet ezekkel az egységekkel nem tudnak fedezni csak nagyon drágán lehet megvásárolni és ezeknek a kvótáknak az ára egyre inkább nőni fog a rendkívüli módon szigorodó jogszabályok, rendeletek értelmében. Minden szervezet közös célja, hogy csökkentse az ökológiai lábnyomát, különféle beruházásokkal.

Már egy vállalat is nagyon sokat tehet a saját területén, hogy hozzájáruljon a kitűzött kibocsátási célok eléréséhez. A vizsgált időszakban, 2010 és 2022 között a tényadatok szerint 11%-os javulás volt felfedezhető a károsanyag mennyiségi értékeinél. A 2030-ig előrevetített jövőkép alapján, amennyiben megvalósulnak a tervezett hatékonysági lépések, beruházások további markáns csökkenés várható, így akár a kitűzött 41%-os eredmény is elérhető. Vizsgálatom során külön választottam a komfort épületgépészet és a technológia területét. Komfort épületgépészethez kapcsolódóan először az épületszerkezetet vizsgáltam, majd az alkalmazott épületgépészeti rendszert. Számításaim és vizsgálatom alapján javasolt külső árnyékolószerkezet felszereltetése és hőszivattyús rendszer kiépítése a jobb energiafelhasználás és a környezetvédelmi szempontok betartása érdekében. Technológia területén elsősorban az ellátó berendezések, jelen esetben a hűtőgépek cseréjének hatását vizsgáltam és a számítások eredménye azt mutatja, közel évi 1000 t CO<sub>2</sub>-vel lehetne csökkenteni a vállalat kibocsátását. Ugyancsak a technológia területéhez tartozó távhő tekintetében az Erőmű energiaelőállításának költségeit vizsgáltam földgáztüzeléses, illetve biomassza tüzeléses verzióban. A biomassza tüzeléssel nem csak költséghatékonyabbá válna az előállítás, hanem még a környezetet is kevésbé terhelné.

Véleményem szerint a fenti lépések alapján további csökkentési lehetőségek térképezhetőek fel és így reálisnak mondható a felállított károsanyag csökkentési tendencia.

## 10. Summary

Domestic and international efforts show that in the future we will strive to move our economy in a more circular and sustainable direction. With the help of the climate action packages, we can make significant progress in 10 years and are well on the way to achieving climate neutrality, our main goal for 2050.

Although companies are still allocated in-kind CO<sub>2</sub> emission allowances, the amount of emissions that these allowances cannot cover can only be bought at a very high price and the price of these allowances will increase under the extremely tightening legislation and regulations. All organisations have a common goal to reduce their ecological footprint through various investments.

Even a single company can do a great deal in its own area to contribute to achieving the targets set for the Kyoto Protocol. In the period under review, between 2010 and 2022, the data show an 11% improvement in the quantity of pollutants. Based on the vision projected for 2030, if the planned efficiency measures and improvements are implemented, a further significant reduction is expected, so that the target of 41% can be achieved.

In my analysis, I have chosen to focus separately on comfort building services and technology. For comfort building services engineering, I first examined the building structure and then the building services engineering system used. On the basis of my calculations and analysis, it is proposed to install external shading and a heat pump system for better energy absorption and environmental protection. In the field of technology, I have firstly studied the impact of replacing the supply equipment, in this case the refrigeration machines, and the results of the calculations show that the company's emissions could be reduced by almost 1000 t CO<sub>2</sub> per year. Also in the field of technology, the costs of producing district heating for the power plant have been analysed for natural gas fired and biomass fired versions. Biomass combustion would not only make production more cost-effective, but would also have less impact on the environment.

In my opinion, the above steps allow further reduction potentials to be identified and thus make the emission reduction trend set realistic.

## NYILATKOZAT

### A diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: KOLLAR JULIANNA  
A Hallgató Neptun kódja: GSZFM  
A dolgozat címe: GYÓGYSZERIPARI GYÁR CO<sub>2</sub> KIROCSÁTÁSÁNAK CSÖKKENTÉSÉRE  
A megjelenés éve: 2023 IRÁNYULÓ MEGOLDÁSOK VIZSGÁLATA  
A konzulens tanszék neve: ÉPÜLETGÉPÉSZETI ÉS ENERGETIKAI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s 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.

Kelt: 2023 év 05 hó 08 nap

Kollar Julia  
Hallgató aláírása

## KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A KOLLÁR JULIANNA (név) (hallgató Neptun azonosítója: GSIZFM)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az  
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól  
tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

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

Kelt: 2023 év május hó 1 nap

  
Belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

## 11. Irodalomjegyzék

SÓS N. Eszter (2021): A szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) környezetkárosító hatása és keletkezése az áruszállítási folyamatok során., Műszaki Katonai Közlöny, 31. évf., 2021/2. szám, 57. oldal

Európai Tanács (2019): Milyen intézkedéseket hoz az EU az éghajlatváltozás ügyében?  
<https://www.consilium.europa.eu/hu>

2019.december13.,

<https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/climate-change/>, (letöltve 2022.12.02.)

Európai Tanács (2022): Irány az 55%!

<https://www.consilium.europa.eu/hu>, 2022.június,

<https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>, (letöltve 2022.12.03.)

BDSZ (2020): Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig

<https://www.banyasz.hu/>, 2020. január,

<https://www.banyasz.hu/images/klimapolitika/Nemzeti%20Energiastrat%C3%A9gia%202030.pdf>, (letöltve 2022.12.04.)

FÜST Antal – HARGITAI Róbert (2007): A jövő potenciális energiaforrásai. Magyar Tudomány, 167. évf., 2007/1. szám. p. 66.-67.

OLAJOS István – SZILÁGYI Szabolcs (2003): A megújuló energiaforrások uniós jogi szabályozása különös tekintettel a megújuló energiaforrásokra vonatkozó irányelvekre, Publicationes Universitatis Miskolcensis Series Juridica Et Politica, XXXI., p. 441.

HAFFNER Tamás (2017): A megújuló energiaforrások alkalmazása villamosenergia és hőtermelésre I. Napenergia, szélenergia, vízenergia. Közép-Európai Közlemények, 10. évf., 2017/1. szám, p. 100.-101.

DINYA László (2010): Biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. Magyar Tudomány, 171. évf., 2010/8. szám, p. 916.-917.

MAGDA Róbert (2011): A megújuló és fosszilis energiahordozók szerepe Magyarországon. Gazdálkodás, 55. évf., 2011/2. szám. p. 156.-163.

BOBOK Elemér – TÓTH Anikó (2010): A geotermikus energia helyzete és perspektívái., Magyar Tudomány, 171. évf., 2010/8. szám, p. 926.

Dr. PENNINGER Antal (2017): Kalorikus gépek. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 170.-184. oldal

KOMLÓS Ferenc (2005): Hőszivattyúk és a megújuló energiaforrások épületgépészeti alkalmazása, Építésügyi Szemle, XLII. évf., 2005/3. szám, p. 4.

<http://real.mtak.hu/>, [http://real.mtak.hu/25848/1/komlosf\\_esb.pdf](http://real.mtak.hu/25848/1/komlosf_esb.pdf) (Letöltve: 2022.04.09.)

International Energy Agency (2022): Heat Pumps, tracking report

<https://www.iea.org/>, <https://www.iea.org/reports/heat-pumps> (Letöltve: 2022.04.09.)

Épületgépész folyóirat (2022): Mennyire energiahatékony a pelletfűtés? Épületgépész, 11. évf., 2022/1. szám (március), 34. oldal

HOMMONAY, Györgyné (2001): Épületgépészet 2000 II. kötet Fűtéstechnika, Épületgépészet Kiadó Kft., Budapest, p.869.-895.

Dr. BŰKI Gergely (2010): A biomassza alapú távfűtés jövője

<https://www.e-gepesz.hu/> 2010. 09.10.

[www.e-gepesz.hu/cikkek/4922-a-biomassza-alapu-tavfutes-jovoje](http://www.e-gepesz.hu/cikkek/4922-a-biomassza-alapu-tavfutes-jovoje) (Letöltve: 2022.04.09.)

HAFFNER Tamás (2017): A megújuló energiaforrások alkalmazás villamosenergia- és hőtermelésre II., Közép-Európai Közlemények, 10. Évf., 2017/2. szám, p. 54.-56.

KECSKEMÉTI Dávid-NEMES Sándor-Dr. BOKOR Balázs (2022): Strandfürdő hulladék hőjének hőszivattyús hasznosítása Komárom város távhőellátó rendszerében, XXX. Nemzetközi Gépészeti Találkozó

<https://ojs.emt.ro/>, <https://ojs.emt.ro/oget/article/view/779/752> (Letöltve: 2022.04.09.)

MUTH, Dániel (2021): Kvóttákkal vadászná le az EU a legdurvább szennyezőket. <https://masfelfok.hu>

2021.06.14.

<https://masfelfok.hu/2021/06/14/kvotakkal-vadaszna-le-az-eu-a-legdurvabb-szennyezoket-ets-kibocsatas-kereskedelem/>, (letöltve 2022.12.01.)



Dr. CSOKNYAI Tamás - Dr. SZALAY Zsuzsanna (2019): Épületenergetikai tanúsítás részletes módszerrel, Budapest

7/2006 (V.24.) TNM rendelet: 5. melléklet

<https://net.jogtar.hu/>, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600007.tnm>, (Letöltve: 2023.04.10)

Országos Tanúsító Központ: Energetikai besorolás

<https://otk.hu/>, <https://otk.hu/szamitas-besorolas> (Letöltve: 2023.04.10.)

Internet: A klíma, légkondicionáló energiaosztályai. Jósági fok COP, SCOP, EER és SEER.

<https://legkondicionalok.hu/>, <https://legkondicionalok.hu/cikkek/josagi-fok-COP-SCOP-EER-SEER-energiaosztaly> (Letöltve: 2023.04.11.)

GÖNTÉR Miklós (2009): Hűtőberendezések és hőszivattyúk energetikai jellemzői és minősítésük

<https://www.e-gepesz.hu/>, <https://www.e-gepesz.hu/cikkek/1682-hutoberendezesek-es-hoszivattyuk-energetikai-jellemzoi-es-minositesuk> (Letöltve: 2023.04.11.)

Internet: A TAO kedvezmény mértéke és felhasználhatósága

<https://audit-info.hu/>, <https://audit-info.hu/tao-kedvezmeny> (Letöltve: 2023.04.14.)

Internet: MVM Földgázminőség

<https://www.mvmnext.hu/>, <https://www.mvmnext.hu/foldgaz/Egyetemes-Szolgalatasi-Ugyintezes/Szamlazas/Gazminoseg> (Letöltve: 2023.04.13.)

Internet: Kőbányai Erőmű (Budapest)

<https://www.veolia.hu/>, <https://www.veolia.hu/hu/kobanyai-eromu-budapest> (Letöltve: 2023.04.14.)

GYURICZA Csaba (2014): Energianövények, biomassza termelés és felhasználás, Gödöllő, p. 69.

<http://nti.mkk.szie.hu/>, [http://nti.mkk.szie.hu/download/Biomassza%20alanyagok%20termel%C3%A9se/Biomassza\\_k%C3%B6nyv.pdf](http://nti.mkk.szie.hu/download/Biomassza%20alanyagok%20termel%C3%A9se/Biomassza_k%C3%B6nyv.pdf), (Letöltve: 2023.04.14.)

Internet: MVM Földgázárszabás

<https://www.mvmnext.hu/foldgaz>, <https://www.mvmnext.hu/foldgaz/Egyetemes-Szolgalatasi-Ugyintezes/Arak-dijszabasok/Aktualis-arak> (Letöltve: 2023.04.14.)

Internet: 400 kg-is szalmabála ára

<https://www.agroinform.hu/>, [https://www.agroinform.hu/aprohirdetes\\_adatlap/termeny/takarmany/szalma-elado/h\\_7302348?ref=9950980b](https://www.agroinform.hu/aprohirdetes_adatlap/termeny/takarmany/szalma-elado/h_7302348?ref=9950980b) (Letöltve: 2023.04.15.)

Internet: MVM Nem lakossági ügyfeleknek szóló áramdíjszabás

<https://www.mvmnext.hu/>, <https://www.mvmnext.hu/aram/servlet/download?type=file&id=15559> (Letöltve: 2022.04.15.)

## 12. Mellékletek

## Energetikai minőségértékelés összesítő

Épület: Irodaház1  
1103 Budapest  
Gyömrői út

Megrendelő:

Tanúsító: Kollár Julianna  
1102 Budapest, Kőrösi Csoma Sándor út 9.  
kollarjul55@gmail.com

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

142.31 kWh/m<sup>2</sup>a

Követelményérték (viszonyítási alap):

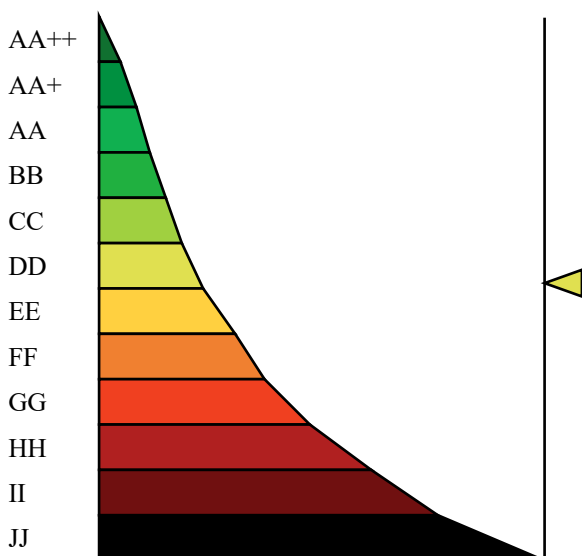
90.00 kWh/m<sup>2</sup>a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

158.10 %

**Energetikai minőség szerinti besorolás:**

**DD** (Korszerűt megközelítő)



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány az egyszerűsített számítási módszerrel készült.

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

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál:

Kelt: 2023. 04. 01.

Aláírás

**Szerkezet típusok:****Ablak\_120/150**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	1,2 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Ablak\_120/60**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	1,2 m
y méret:	0,6 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Ablak\_150/150**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	1,5 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Ablak\_60/60**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	0,6 m
y méret:	0,6 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A szerkezetre nincsen meghatározva követelményérték, mert A < 0,5 m<sup>2</sup>**

Üvegezési arány:	80 %
------------------	------

**Ablak\_90/60**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	0,9 m
y méret:	0,6 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Ablak\_nagy**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	2,5 m
y méret:	2,55 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Külső ajtó**

Típusa: üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)

x méret: 1 m

y méret: 2,4 m

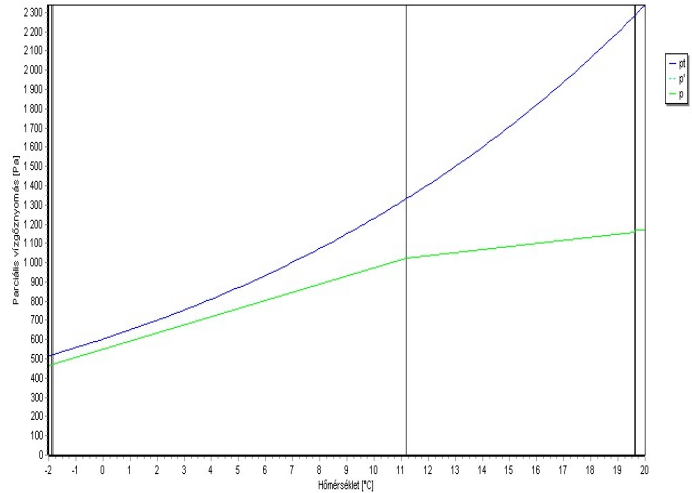
Hőátbocsátási tényező: 1.150 W/m<sup>2</sup>KMegengedett értéke: 1.150 W/m<sup>2</sup>K**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány: 80 %

Üvegezés g értéke: 0.870

**Külső fal**

Típusa: külső fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.122 W/m<sup>2</sup>KMegengedett értéke: 0.240 W/m<sup>2</sup>K**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**Hőátbocsátási tényező: 0.122 W/m<sup>2</sup>KFajlagos tömeg: 262 kg/m<sup>2</sup>Fajlagos hőtároló tömeg: 24 kg/m<sup>2</sup>Hőátadási ellenállás kívül: 0.04 m<sup>2</sup>K/WHőátadási ellenállás belül: 0.13 m<sup>2</sup>K/W

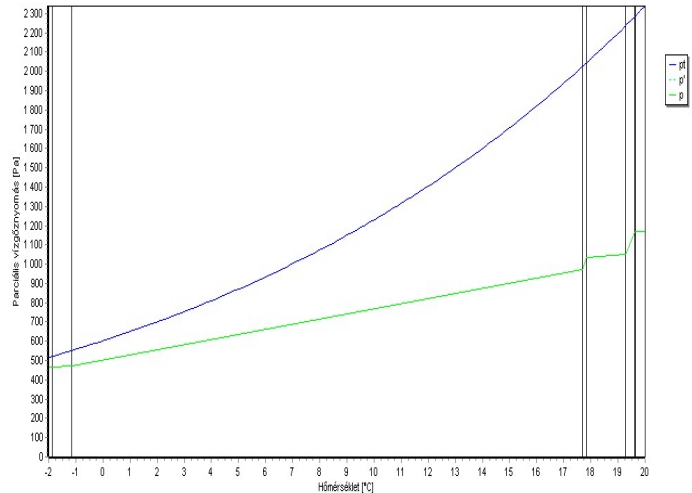
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
YTONG Hvb 8 belső vakolat	1	1	0,750	-	0,0133	1430	0,88	0	
POROTHERM 30 Klíma TM hőszig. ha	2	30	0,096	-	3,1250	753	1,00	0	
GRAFIT REFLEX	3	15	0,031	-	4,8390	-	1,46	0	
YTONG Hvh 10 homlokzati vakolat	4	1,5	0,750	-	0,0200	1300	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

**Födém**

Típusa:	tető
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.159 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.170 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Hőátbocsátási tényező:	0.159 W/m <sup>2</sup> K
Fajlagos tömeg:	744 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	361 kg/m <sup>2</sup>
Hőátadási ellenállás kívül:	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.10 m <sup>2</sup> K/W



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F <sub>T</sub> *F <sub>m</sub> *F <sub>a</sub> [-]
megnevezés	-			-					
YTONG Hvb 8 belső vakolat	1	1	0,750	-	0,0133	1430	0,88	0	
Leier Mesterpanel födém	2	14	1,550	-	0,0903	2400	1,00	0	
kazánsalak	3	12	0,290	-	0,4138	800	0,75	0	
vasbeton	4	7	1,550	-	0,0452	2400	0,84	0	
Austrotherm AT-N100	5	20	0,037	-	5,4050	-	1,46	0	
kavicsfeltöltés	6	7	0,350	-	0,2000	1800	0,84	0	

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

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -959 nap). A szerkezet szárad. Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

6. (kavicsfeltöltés)75%-NAL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz **KELLENEK** a szorpciós izoterma ADATOK!

**Talajon fekvő hideg padló**

Típusa:	padló (talajra fektetett)
y méret:	1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező:	0.234 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	0.300 W/m <sup>2</sup> K
<b>A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.</b>	
Vonalmenti hőátbocsátási tényező:	0.580 W/mK
Fajlagos tömeg:	751 kg/m <sup>2</sup>
Fajlagos hőtároló tömeg:	186 kg/m <sup>2</sup>
Hőátadási ellenállás kívül:	0.00 m <sup>2</sup> K/W
Hőátadási ellenállás belül:	0.17 m <sup>2</sup> K/W
Padlószint magassága:	0m

## Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T^*F_m^*F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Csempe	1	1	1,050	-	0,0095	1800	0,88	0	
vasbeton	2	7	1,550	-	0,0452	2400	0,84	0	
AUSTROTHERM technológiai szigete	3	0,009	-	-	-	-	-	0	
Austrotherm AT-N100	4	13	0,037	-	3,5140	-	1,46	0	
Vedaflor WS-I	5	0,42	0,120	-	0,0350	1100	-	0	
vasbeton	6	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
kavicsfeltöltés	7	15	0,350	-	0,4286	1800	0,84	0	

## Talajon fekvő meleg padló

Típusa: padló (talajra fektetett)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.233 W/m<sup>2</sup>KMegengedett értéke: 0.300 W/m<sup>2</sup>K

## A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.580 W/mK

Fajlagos tömeg: 751 kg/m<sup>2</sup>Fajlagos hőtároló tömeg: 201 kg/m<sup>2</sup>Hőátadási ellenállás kívül: 0.00 m<sup>2</sup>K/WHőátadási ellenállás belül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W

Padlószint magassága: 0m

## Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T^*F_m^*F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Linóleum	1	1	0,380	-	0,0263	1800	1,47	0	
vasbeton	2	7	1,550	-	0,0452	2400	0,84	0	
AUSTROTHERM technológiai szigete	3	0,009	-	-	-	-	-	0	
Austrotherm AT-N100	4	13	0,037	-	3,5140	-	1,46	0	
Vedaflor WS-I	5	0,42	0,120	-	0,0350	1100	-	0	
vasbeton	6	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
kavicsfeltöltés	7	15	0,350	-	0,4286	1800	0,84	0	

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	$\Psi$	L	AU*+L $\Psi$	A <sub>ü</sub>	Q <sub>sd</sub>
		[°]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/a]
Külső fal	D	függőleges	0,122	0,122	25,1	-	-	3,1	-	-
Ablak_120/150	D	függőleges	1,15	1,15	1,8	-	-	2,1	1,4	125,3
Ablak_150/150	D	függőleges	1,15	1,15	2,3	-	-	2,6	1,8	156,6
Külső fal	DNY	függőleges	0,122	0,122	4,1	-	-	0,5	-	-
Födém	DNY	függőleges	0,159	0,159	3,2	-	-	0,5	-	-
Ablak_nagy	DNY	függőleges	1,15	1,15	6,4	-	-	7,3	5,1	443,8
Külső ajtó	DNY	függőleges	1,15	1,15	2,4	-	-	2,8	1,9	167,1
Külső fal		vízszintes	0,122	0,122	72,1	-	-	8,8	-	-
Födém		vízszintes	0,159	0,159	136,6	-	-	21,7	-	-
Ablak_120/150		vízszintes	1,15	1,15	5,4	-	-	6,2	4,3	375,9
Ablak_120/60		vízszintes	1,15	1,15	0,7	-	-	0,8	0,6	50,1
Ablak_150/150		vízszintes	1,15	1,15	4,5	-	-	5,2	3,6	313,3
Ablak_60/60		vízszintes	1,15	1,15	0,4	-	-	0,4	0,3	25,1
Ablak_90/60		vízszintes	1,15	1,15	1,1	-	-	1,2	0,9	75,2
Talajon fekvő hideg padló			-	-	40,0	0,58	40,0	23,2	-	-
Talajon fekvő meleg padló			-	-	99,7	0,58	99,7	57,8	-	-

### Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m <sup>2</sup> ]	m <sub>t</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>t</sub> [t]
Külső fal	101,3	24	2,43
Talajon fekvő hideg padló	40,0	186	7,45
Talajon fekvő meleg padló	99,7	201	20,04
Födém	139,8	361	50,45
Összesen	-	-	80,37

m<sub>t</sub>: 575 kg/m<sup>2</sup> (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

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

ε:	0.75	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	405.6 m <sup>2</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	377.3 m <sup>3</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	1.075 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	(Felület-térfogat arány)
Q <sub>sd</sub> +Q <sub>sid</sub> :	(1732 + 0) * 0,75 = 1299kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ:	144.3 W/K	
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q <sub>sd</sub> + Q <sub>sid</sub> )/72]/V = (144,3 - 1299 / 72) / 377,325		
q:	<b>0.334 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Számított fajlagos hővesztéstartényező)
q <sub>max, kn</sub> :	<b>0.369 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztéstartényező)

**Az épület fajlagos hővesztéstartényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek megfelel.**

### Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Irodaház

A <sub>N</sub> :	139.75 m <sup>2</sup>	(Fűtött alapterület)
n:	0.80 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időnyben)
σ:	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
Q <sub>sd</sub> +Q <sub>sid</sub> :	(0,47 + 0) * 0,75 = 0,35kW	(Sugárzási nyereség)
q <sub>b</sub> :	7.00 W/m <sup>2</sup>	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
E <sub>vil, n</sub> :	11.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q <sub>HMV</sub> :	9.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
n <sub>nyár</sub> :	3.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időnyben)
Q <sub>sdnyár</sub> :	3,25 kW	(Sugárzási nyereség)

### Fajlagos értékekből számolt igények

Q <sub>b</sub> = ΣA <sub>N</sub> q <sub>b</sub> :	978 W	(Belső hőnyereségek összege)
Q <sub>b, ε</sub> = ΣA <sub>N</sub> q <sub>b</sub> ε:	734 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
ΣE <sub>vil, n</sub> = ΣA <sub>N</sub> E <sub>vil, n</sub> :	1537 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
Q <sub>HMV</sub> = ΣA <sub>N</sub> q <sub>HMV</sub> :	1258 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
V <sub>átl</sub> = ΣVn:	301.9 m <sup>3</sup> /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időnyben)
V <sub>LT</sub> = ΣVn <sub>LT</sub> *Z <sub>LT</sub> /Z <sub>F</sub> :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
V <sub>inf</sub> = ΣVn <sub>inf</sub> *(1-Z <sub>LT</sub> /Z <sub>F</sub> ):	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
V <sub>dt</sub> = Σ(V <sub>átl</sub> + V <sub>LT</sub> (1-η) + V <sub>inf</sub> ):	301.9 m <sup>3</sup> /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
V <sub>nyár</sub> = ΣVn <sub>nyár</sub> :	1132.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram nyáron)



**Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása**

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

$$\Delta t_b = (351 + 733,688) / (144,3 + 0,35 * 301,86) + 2 = 6,3 \text{ °C}$$

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

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

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

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

$$Q_F = 72 * (377,325 * 0,334 + 0,35 * 301,9) * 0,8 - 0 * 4,4 - 4,4 * 733,688 = 10,12 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad 72,39 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

**Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése**

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

$$\Delta t_{bnyár} = (3249 + 978,25) / (144,3 + 0,35 * 1131,98) = 7,8 \text{ °C}$$

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

$$n_{hü}: \quad 77,90 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

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

$$Q_{hü} = 24/1000 * 77,90 * (3249 + 978,25) = 7,903 \text{ MWh/a}$$

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

**Fűtési rendszer**

$$A_N: \quad 139,75 \text{ m}^2 \quad (\text{a rendszer alapterülete})$$

$$q_f: \quad 72,39 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Fűtött téren kívül elhelyezett állandó hőmérsékletű olaj- vagy gázkazán

$$e_f: \quad 1,00 \quad (\text{földgáz})$$

$$e_{sus}: \quad 0,00$$

$$C_k: \quad 1,34 \quad (\text{a hőtermelő teljesítménytényezője})$$

$$q_{k,v}: \quad 0,68 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{segédenergia igény})$$

Kétsőves radiátoros és beágyazott fűtés, termosztatikus szelepekkel, 2K arányossági sáv

$$q_{f,h}: \quad 3,30 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség})$$

Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, vízhőmérséklet 55/45

$$q_{f,v}: \quad 6,10 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége})$$

Fordulatszám szabályozású szivattyú, hőlépcső 10 K

$$E_{FSZ}: \quad 1,44 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a keringtetés fajlagos energia igénye})$$

Elhelyezés a fűtött térben, vízhőmérséklet 55/45

$$q_{f,t}: \quad 0,20 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye})$$

$$E_{FT}: \quad 0,46 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_p) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (72,39 + 3,3 + 6,1 + 0,2) * 1,34 + (1,44 + 0,46 + 0,68) * 2,5 = 116,32 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_{f \text{ sus}}) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (72,39 + 3,3 + 6,1 + 0,2) * 0 + (1,44 + 0,46 + 0,68) * 0,1 = 0,26 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Melegvíz-termelő rendszer**

$A_N$ : 32.35 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)  
 $q_{HMV}$ : 9.00 kWh/m<sup>2</sup>a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Állandó hőmérsékletű olaj- vagy gázkazán

$e_{HMV}$ : 1.00 (földgáz)  
 $e_{sus}$ : 0.00  
 $C_k$ : 1.82 (a hőtermelő teljesítménytényezője)  
 $E_k$ : 0.30 kWh/m<sup>2</sup>a (segédenergia igény)

Elosztó vezeték a fűtött téren kívül, cirkulációval

$q_{HMV,v}$ : 28.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)  
 $E_C$ : 1.14 kWh/m<sup>2</sup>a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött téren kívül, indirekt fűtésű tároló

$q_{HMV,t}$ : 28.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

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

$$E_{HMV} = 9 * (1 + 0,28 + 0,28) * 1,82 + (1,14 + 0,3) * 2,5 = 29.15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$E_{HMV\text{ sus}} = 9 * (1 + 0,28 + 0,28) * 0 + (1,14 + 0,3) * 0,1 = 0.14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Világítási rendszer**

$A_N$ : 139.75 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)  
 $v$ : 0.70 (a világítás korrekciós szorzója)

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

$$E_{vil} = 11 * 0,7 * 2,5 = 19.25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$E_{vil\text{ sus}} = 11 * 0,7 * 0,1 = 0.77 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$(\Sigma A_{HMV,i} * E_{HMV,i})/A_N = (32,3 * 29,15)/139,8 \text{ m}^2 = 6,75 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hü} + E_{+,-} = 116,32 + 6,75 + 19,25 + 0 + 0 + 0$$

$$E_p: 142.31 \text{ kWh/m}^2\text{a} \text{ (az összesített energetikai jellemző számított értéke)}$$

$$E_{p\text{ max}}: 90.00 \text{ kWh/m}^2\text{a} \text{ (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)}$$

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

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

$$E_{sus} = 0,26 + 0,03 + 0,77 + 0 + 0 + 0 = 1.06 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus}/E_p = 1,06 / 142,31 = 0.7 \% \text{ (Megújuló részarány)}$$

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

**Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint**

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E <sub>prim</sub> [MWh/a]	e <sub>CO2</sub> [g/kWh]	E <sub>CO2</sub> [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	1,48	2,50	3,71	365	0,54	-	1,5 MWh
földgáz	16,18	1,00	16,18	202	3,27	36000 kJ/m <sup>3</sup>	1618,0 m <sup>3</sup>
Összesen			19,89		3,81		

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

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

.....  
aláírás

## Energetikai minőségértékelés összesítő

Épület: Irodaház2  
1103 Budapest  
Gyömrői út

Megrendelő:

Tanúsító: Kollár Julianna  
1102 Budapest, Kőrösi Csoma Sándor út 9.  
kollarjul55@gmail.com

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

178.03 kWh/m<sup>2</sup>a

Követelményérték (viszonyítási alap):

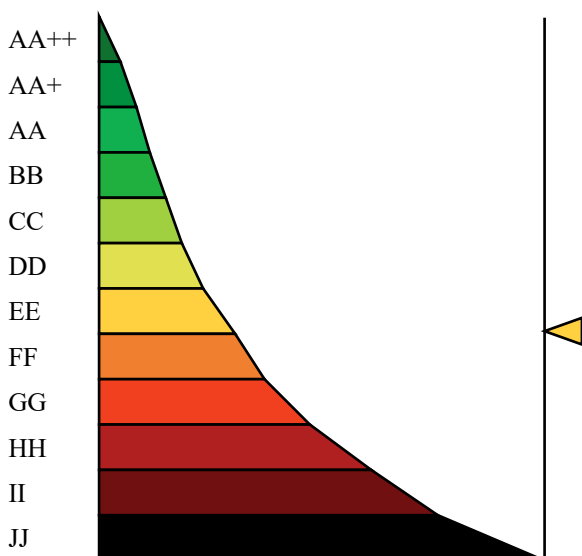
90.00 kWh/m<sup>2</sup>a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

197.80 %

**Energetikai minőség szerinti besorolás:**

**EE (Átlagosnál jobb)**



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány az egyszerűsített számítási módszerrel készült.

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

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál:

Kelt: 2023. 04. 02.

Aláírás

**Szerkezet típusok:****Ablak\_210/150**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	2,1 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Ablak\_306/240**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	3,06 m
y méret:	2,4 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Ablak\_60/100**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	0,6 m
y méret:	1 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Ablak\_90/150**

Típusa:	ablak (külső, fa vagy PVC)
x méret:	0,9 m
y méret:	1,5 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

**Külső ajtó**

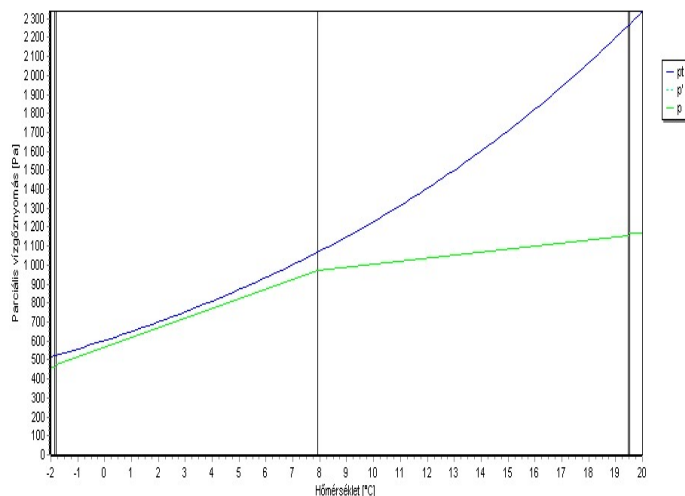
Típusa:	üvegezett ajtó (külső, fa vagy PVC)
x méret:	1,8 m
y méret:	2,4 m
Hőátbocsátási tényező:	1.150 W/m <sup>2</sup> K
Megengedett értéke:	1.150 W/m <sup>2</sup> K

**A hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Üvegezési arány:	80 %
Üvegezés g értéke:	0.870

### Külső fal

Típusa: külső fal  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező:  $0.168 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Megengedett értéke:  $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$   
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Hőátbocsátási tényező:  $0.168 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Fajlagos tömeg:  $255 \text{ kg/m}^2$   
 Fajlagos hőtároló tömeg:  $24 \text{ kg/m}^2$   
 Hőátadási ellenállás kívül:  $0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 Hőátadási ellenállás belül:  $0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$



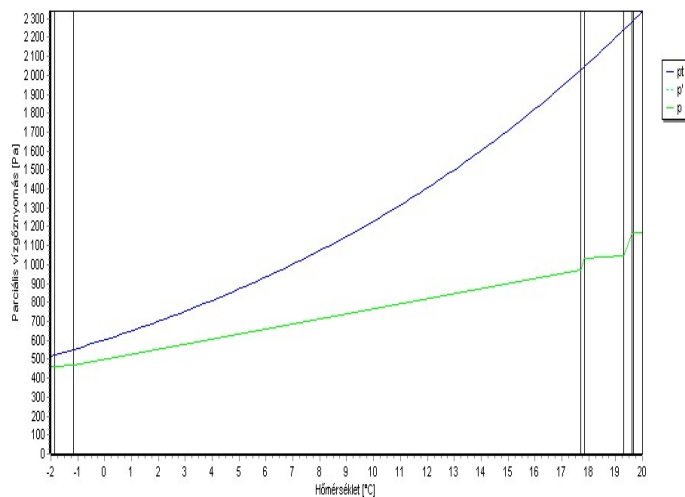
Rétegek belülről kifelé

Réteg megnevezés	No.	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\kappa$	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T^*F_m^*F_a$ [-]
YTONG Hvb 8 belső vakolat	1	1	0,750	-	0,0133	1430	0,88	0	
POROTHERM 30 Klíma TM hőszigetelés	2	30	0,096	-	3,1250	753	1,00	0	
Austrotherm AT-H80	3	10	0,038	-	2,6320	-	1,46	0	
YTONG Hvb 10 homlokzati vakolat	4	1	0,750	-	0,0133	1300	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

### Födém

Típusa: tető  
 y méret: 1 m  
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező:  $0.159 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Megengedett értéke:  $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$   
**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**  
 Hőátbocsátási tényező:  $0.159 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Fajlagos tömeg:  $744 \text{ kg/m}^2$   
 Fajlagos hőtároló tömeg:  $361 \text{ kg/m}^2$   
 Hőátadási ellenállás kívül:  $0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 Hőátadási ellenállás belül:  $0.10 \text{ m}^2\text{K/W}$



## Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
YTONG Hvb 8 belső vakolat	1	1	0,750	-	0,0133	1430	0,88	0	
Leier Mesterpanel földem	2	14	1,550	-	0,0903	2400	1,00	0	
kazánsalak	3	12	0,290	-	0,4138	800	0,75	0	
vasbeton	4	7	1,550	-	0,0452	2400	0,84	0	
Austrotherm AT-N100	5	20	0,037	-	5,4050	-	1,46	0	
kavicsfeltöltés	6	7	0,350	-	0,2000	1800	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -959 nap). A szerkezet szárad. Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

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

**Hidegburkolatú padló**

Típusa: padló (talajra fektetett)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.246 W/m<sup>2</sup>K

Megengedett értéke: 0.300 W/m<sup>2</sup>K

**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.700 W/mK

Fajlagos tömeg: 767 kg/m<sup>2</sup>

Fajlagos hőtároló tömeg: 118 kg/m<sup>2</sup>

Hőátadási ellenállás kívül: 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W

Padlószint magassága: 0m

## Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Csempe	1	1	1,050	-	0,0095	1800	0,88	0	
Baumit Esztrich E225	2	5	1,400	-	0,0357	2000	0,84	0	
Polietilén fólia	3	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
Austrotherm AT-N100	4	12	0,037	-	3,2430	-	1,46	0	
Villox O-V 2500 F/F	5	0,22	0,120	-	0,0183	1100	-	0	
vasbeton	6	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
kavicsfeltöltés	7	10	0,350	-	0,2857	1800	0,84	0	
Növényültető talajkeverék	8	13	-	-	0,2000	800	-	0	

**Melegburkolatú padló**

Típusa: padló (talajra fektetett)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.245 W/m<sup>2</sup>K

Megengedett értéke: 0.300 W/m<sup>2</sup>K

**A rétegtervi hőátbocsátási tényező megfelelő.**

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.700 W/mK

Fajlagos tömeg: 767 kg/m<sup>2</sup>

Fajlagos hőtároló tömeg: 133 kg/m<sup>2</sup>

Hőátadási ellenállás kívül: 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Hőátadási ellenállás belül: 0.17 m<sup>2</sup>K/W

Padlószint magassága: 0m

## Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	$\lambda$	$\kappa$	R	$\rho$	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Linóleum	1	1	0,380	-	0,0263	1800	1,47	0	
Baumit Esztrich E225	2	5	1,400	-	0,0357	2000	0,84	0	
Polietilén fólia	3	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
Austrotherm AT-N100	4	12	0,037	-	3,2430	-	1,46	0	
Villox O-V 2500 F/F	5	0,22	0,120	-	0,0183	1100	-	0	
vasbeton	6	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
kavicsfeltöltés	7	10	0,350	-	0,2857	1800	0,84	0	
Növényültető talajkeverék	8	13	-	-	0,2000	800	-	0	

## Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	$\Psi$	L	AU*+L $\Psi$	A <sub>ü</sub>	Q <sub>sd</sub>
		[°]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> ]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/a]
Ablak_306/240	D	függőleges	1,15	1,15	7,3	-	-	8,4	5,9	511,2
Ablak_90/150	D	függőleges	1,15	1,15	1,3	-	-	1,6	1,1	94,0
Külső fal	DNY	függőleges	0,168	0,168	20,0	-	-	3,4	-	-
Ablak_210/150	DNY	függőleges	1,15	1,15	3,1	-	-	3,6	2,5	219,3
Külső ajtó	DNY	függőleges	1,15	1,15	4,3	-	-	5,0	3,5	300,7
Külső fal		vízszintes	0,168	0,168	12,6	-	-	2,1	-	-
Födém		vízszintes	0,159	0,159	55,0	-	-	8,7	-	-
Ablak_210/150		vízszintes	1,15	1,15	12,6	-	-	14,5	10,1	877,1
Ablak_60/100		vízszintes	1,15	1,15	1,2	-	-	1,4	1,0	83,5
Hidegburkolatú padló			-	-	21,1	0,7	21,1	14,8	-	-
Melegburkolatú padló			-	-	33,9	0,7	33,9	23,7	-	-

## Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A	m <sub>t</sub>	M <sub>t</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[t]
Külső fal	32,6	24	0,78
Hidegburkolatú padló	21,1	118	2,49
Melegburkolatú padló	33,9	133	4,50
Födém	55,0	361	19,84
Összesen	-	-	27,62

m<sub>t</sub>: 502 kg/m<sup>2</sup> (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

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

ε:	0.75	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	172.5 m <sup>2</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V:	148.4 m <sup>3</sup>	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	1.162 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	(Felület-térfogat arány)
Q <sub>sd</sub> +Q <sub>sid</sub> :	(2086 + 0) * 0,75 = 1564 kWh/a	(Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ:	87.2 W/K	
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q <sub>sd</sub> + Q <sub>sid</sub> )/72]/V =	(87,2 - 1564 / 72) / 148,419	
q:	<b>0.441 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Számított fajlagos hővesztégtényező)
q <sub>max, kn'</sub> :	<b>0.393 W/m<sup>3</sup>K</b>	(Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

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



**Energia igény tervezési adatok**

Épület(rész) jellege: Irodaépület

$A_N$ :	54.97 m <sup>2</sup>	(Fűtött alapterület)
$n$ :	0.80 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési idényben)
$\sigma$ :	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd} + Q_{sid}$ :	$(0,56 + 0) * 0,75 = 0,42 \text{ kW}$	(Sugárzási nyereség)
$q_b$ :	7.00 W/m <sup>2</sup>	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$ :	11.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
$q_{HMV}$ :	9.00 kWh/m <sup>2</sup> a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$ :	3.00 1/h	(Légcsereszám a nyári idényben)
$Q_{sdnyár}$ :	3,87 kW	(Sugárzási nyereség)

**Fajlagos értékekből számolt igények**

$Q_b = \Sigma A_N q_b$ :	385 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,\epsilon} = \Sigma A_N q_{b,\epsilon}$ :	289 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$ :	605 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$ :	495 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V n$ :	118.7 m <sup>3</sup> /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési idényben)
$V_{LT} = \Sigma V n_{LT} * Z_{LT} / Z_F$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V n_{inf} * (1 - Z_{LT} / Z_F)$ :	0.0 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inf})$ :	118.7 m <sup>3</sup> /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V n_{nyár}$ :	445.3 m <sup>3</sup> /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

**Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása**

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

$$\Delta t_b = (422 + 288,592) / (87,2 + 0,35 * 118,735) + 2 = 7.5 \text{ °C}$$

$$t_i: \quad 20.0 \text{ °C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

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

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

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

$$Q_F = 72 * (148,419 * 0,441 + 0,35 * 118,7) * 0,8 - 0 * 4,4 - 4,4 * 288,592 = 4,894 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: \quad \mathbf{89.03 \text{ kWh/m}^2\text{a}} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

**Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése**

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

$$\Delta t_{bnyár} = (3866 + 384,79) / (87,2 + 0,35 * 445,257) = 17.5 \text{ °C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: \quad 3.0 \text{ °C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{hü}: \quad 975.41 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

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

$$Q_{hü} = 24/1000 * 975,41 * (3866 + 384,79) = 99,519 \text{ MWh/a}$$

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

**Fűtési rendszer**

$A_N$ : 54.97 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)  
 $q_f$ : 89.03 kWh/m<sup>2</sup>a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Fűtött téren kívül elhelyezett állandó hőmérsékletű olaj- vagy gázkazán

$e_f$ : 1.00 (földgáz)  
 $e_{sus}$ : 0.00  
 $C_k$ : 1.37 (a hőtermelő teljesítménytényezője)  
 $q_{k,v}$ : 0.79 kWh/m<sup>2</sup>a (segédenergia igény)

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, termostatikus szelepekkel, 2K arányossági sáv  
 $q_{f,h}$ : 3.30 kWh/m<sup>2</sup>a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, vízhőmérséklet 55/45  
 $q_{f,v}$ : 7.80 kWh/m<sup>2</sup>a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Állandó fordulatszámú szivattyú, hőlépcső 10 K  
 $E_{FSz}$ : 2.38 kWh/m<sup>2</sup>a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött téren kívül, vízhőmérséklet 55/45  
 $q_{f,t}$ : 2.60 kWh/m<sup>2</sup>a (a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)  
 $E_{FT}$ : 0.63 kWh/m<sup>2</sup>a

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

$$E_F = (89,03 + 3,3 + 7,8 + 2,6) * 1,37 + (2,38 + 0,63 + 0,79) * 2,5 = \mathbf{150.24 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma(C_k \alpha_k e_{f \text{ sus}}) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (89,03 + 3,3 + 7,8 + 2,6) * 0 + (2,38 + 0,63 + 0,79) * 0,1 = 0.38 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Melegvíz-termelő rendszer**

$A_N$ : 16.10 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)  
 $q_{HMV}$ : 9.00 kWh/m<sup>2</sup>a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Állandó hőmérsékletű olaj- vagy gázkazán

$e_{HMV}$ : 1.00 (földgáz)  
 $e_{sus}$ : 0.00  
 $C_k$ : 1.82 (a hőtermelő teljesítménytényezője)  
 $E_k$ : 0.30 kWh/m<sup>2</sup>a (segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren kívül, cirkulációval  
 $q_{HMV,v}$ : 28.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)  
 $E_C$ : 1.14 kWh/m<sup>2</sup>a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött téren kívül, indirekt fűtésű tároló  
 $q_{HMV,t}$ : 28.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

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

$$E_{HMV} = 9 * (1 + 0,28 + 0,28) * 1,82 + (1,14 + 0,3) * 2,5 = \mathbf{29.15 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

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

$$E_{HMV \text{ sus}} = 9 * (1 + 0,28 + 0,28) * 0 + (1,14 + 0,3) * 0,1 = 0.14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

**Világítási rendszer**

$A_N$ : 54.97 m<sup>2</sup> (a rendszer alapterülete)

$u$ : 0.70 (a világítás korrekciós szorzója)

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

$$E_{vil} = 11 * 0,7 * 2,5 = 19.25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$E_{vil\text{ sus}} = 11 * 0,7 * 0,1 = 0.77 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

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

$$(\sum A_{HMV,i} * E_{HMV,i}) / A_N = (16,1 * 29,15) / 55 \text{ m}^2 = 8,54 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+,-} = 150,24 + 8,54 + 19,25 + 0 + 0 + 0$$

**$E_p$ :** 178.03 kWh/m<sup>2</sup>a (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

**$E_{p\text{ max}}$ :** 90.00 kWh/m<sup>2</sup>a (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

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

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

$$E_{\text{sus}} = 0,38 + 0,04 + 0,77 + 0 + 0 + 0 = 1.19 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{\text{sus}} / E_p = 1,19 / 178,03 = 0.7 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

**A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!****Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint**

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	$E_{\text{prim}}$ [MWh/a]	$e_{\text{CO2}}$ [g/kWh]	$E_{\text{CO2}}$ [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	0,66	2,50	1,64	365	0,24	-	0,7 MWh
földgáz	8,15	1,00	8,15	202	1,65	36000 kJ/m <sup>3</sup>	814,8 m <sup>3</sup>
Összesen			9,79		1,89		

**A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.****A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.**

.....  
aláírás