

DIPLOMADOLGOZAT

Farkas Roland Sándor

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Műszaki menedzser mesterképzési szak

**A miskolci fűtőmű kombinált ciklusú gázturbinájának
kiegészítéséhez kapcsolódó projekt elemzése**

Belső konzulens: Tóth Réka
Egyetemi tanársegéd

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** **Műszaki Menedzsment
Tanszék**

Külső konzulens: Baligács István
MVM Balance Fejlesztési és
Beruházási Igazgató

Készítette: **Farkas Roland Sándor**

**Gödöllő
2024**

MŰSZAKI INTÉZET
MŰSZAKI MENEDZSER MESTERSZAK
Projektmenedzsment specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Farkas Roland Sándor (BIH7H5)

részére

A diplomadolgozat címe:

A miskolci fűtőmű kombinált ciklusú gázturbinájának kiegészítéséhez kapcsolódó projekt elemzése

Feladatkiírás:

Projektmenedzsment módszerek segítségével elemezze a miskolci fűtőmű (MIFŰ), kombinált ciklusú gázturbinájának működését és tegyen fejlesztési javaslatot a gazdaságos üzemeltetésre!

Közreműködő tanszék: Műszaki Menedzsment Tanszék

Külső konzulens: *Baligács István, MVM Balance Fejlesztési és Beruházási Igazgató,*
2040 Budaörs, Kinizsi u. 26.

Belső konzulens: *Tóth Réka, Egyetemi tanársegéd, MATE, Műszaki Intézet*

A dolgozat beadási határideje: 2024. április 22.

Gödöllő, 2023. november 15.


(tanszékvezető) 
(szakfelelős) 
(hallgató)

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

Gödöllő, 2024. április 22.


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés.....	3
2	Szakirodalmi áttekintés	5
2.1	Háttérinformáció és technológiai ismeretek	5
2.1.1	A távfűtés történelmi áttekintése.....	7
2.1.2	A távfűtés felépítése	8
2.1.3	A miskolci távfűtés jelenlegi helyzete	10
2.2	Kutatási eredmények és adatok	12
2.3	Trendek és fejlesztések.....	13
2.4	Környezeti hatások és fenntarthatóság	14
2.5	Jövőbeli kilátások és kihívások	15
2.6	Távűtés menedzsment	16
2.6.1	Üzemeltetés és karbantartás	17
2.6.2	Beszerezés és ellátási lánc menedzsment.....	17
2.6.3	Energiapiaci kapcsolatok és tervezés	18
2.6.4	Emberi erőforrások kezelése	19
2.6.5	Biztonság és környezetvédelem	20
2.6.6	Innováció és fejlesztés.....	21
3	Anyag és módszer	23
3.1	Vállalati környezet.....	23
3.2	Gantt-diagram és ütemterv.....	24
3.3	Projektkövetési eszköz – Microsoft Project	25
3.4	Problémaelemzés – Problémafa.....	26
4	Saját munka.....	28
4.1	A jelenlegi távfűtés és a fejlesztéssel elért eredmények bemutatása.....	28
4.2	Projekt részletes leírása.....	30

4.3	Beruházási költségek	33
4.4	Működési költségek	35
4.5	Bevételek	36
4.6	Megtérülési időszak és megtérülési ráta.....	40
4.7	Kockázat elemzése.....	42
4.8	Környezeti hatásvizsgálat	43
4.9	Piaci elemzés.....	45
4.10	Fejlesztés elemzése a projektmenedzsment eszközeivel	47
4.10.1	Idő- és ütemtervezés Gantt-diagrammal.....	47
4.10.2	Problémaelemzés.....	50
5	Következtetések és javaslatok	51
6	Összefoglalás	52
7	Summary	54
8	Irodalomjegyzék.....	56
9	Táblázatok és ábrák jegyzéke.....	58
10	Melléletek	59

1 Bevezetés

Miskolc városának éves hőigénye az elmúlt évtizedben 1100-1200 TJ között mozgott. A prognózisok a következő években is hasonló hőfogyasztással számolnak. A hőt 2014-óta kétféle primerenergia forrásból nyerik, az egyik a geotermikus energia, a másik a földgáz eltüzeléséből származó hőenergia. A geotermikus energia a télen szükséges magasabb hőigényeket nem tudja fedezni, ezért a földgáz elégetéséből előállított plusz hőenergia nem nélkülözhető. A fogyasztóknak a távhőt, használati melegvíz, és távfűtés formájában az MVM MIFÚ Miskolci Fűtőerőmű Kft. szolgáltatja. A hőszolgáltatók, tulajdonosai törekednek arra, hogy fogyasztóikat gazdaságilag a lehető legelőnyösebb módon szolgálják ki (<https://rekk.hu/downloads/projects/REKK%20Tavho%20Arszabalyozas%202019%20Dec.pdf> (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)).

Ehhez a lehető legjobb technológiával kell üzemeltetni, amit egy Uniós jogszabály is rögzít (BAT).

Az Európai Unió 1996-ban megalkotott egy közös szabályozást az ipari létesítmények engedélyeztetésére. Ez az ún. IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) 96/61/EK irányelv. Az EU energy in figures, Statistical Pocketbook, (2018) megállapítása szerint az irányelv célja az, hogy csökkentse a különböző forrásokból kikerülő káros anyagok mennyiségét az Európai Unió területén. 2010-ben az Európai Parlament és Tanács kiadta az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integráltmegelőzése, és csökkentése) szóló 2010/75/EU irányelvet. Ez utóbbi a környezeti hatásvizsgálati, és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendeletben ölt a hazai szabályozásban joghatályos formát (30. §).

Egy adott technológia esetén az elérhető legjobb technikára (Best Available Techniques: BAT) vonatkozó irányelveket a nemzetközi szakértők által összeállított úgynevezett BAT Referendum (rövidített formában BAT Ref. vagy BREF) tartalmazza (Michelberger, 2024).

A téma részleteit kutatva a diplomadolgozatom célja, hogy projektmenedzsment módszerek segítségével elemezzem a miskolci fűtőmű kombinált ciklusú gázturbinává alakítását és KCE (CCGT) működését, valamint fejlesztési javaslatot tegyek a gazdaságos üzemeltetésére.

Diplomadolgozatomban a projekt fejlődését mutatom be, melyet különböző projektmenedzsment technikákkal szemléltetem.

Kutatásom elsődleges célja, megvizsgálni és kimutatni az esetleges tervezési-, és gyártási hibákat és azok hatásait. Ezen felül feltárni a problémák gyökérokait, és megfelelő lépéseket tenni a későbbi előfordulásuk ellen.

2 Szakirodalmi áttekintés

2.1 Háttérinformáció és technológiai ismeretek

A távhőszolgáltatás jelenleg Magyarországon a lakosság jelentős részét érinti, körülbelül 650 ezer lakást és közel kétmillió embert. Emellett nagyszámú, több tízezer közintézmény, szolgáltató létesítmények és ipari fogyasztók veszi igénybe a távhőszolgáltatás valamilyen formáját.

A szállítás módja szerint a távfűtés legelterjedtebb formája víz alapú, amelyben forró víz kerül keringtetésre egy zárt csőrendszerben, egy központi kazán vagy hőerőműből az épületekbe. A víz hőmérséklete a hőleadó berendezéseken áthaladva csökken, mielőtt visszatérő vezetékeken visszaérkezik a távhőszolgáltatókhoz.

A hőszolgáltató vállalatok a lokális természeti adottságaikból adódóan igyekeznek az energiaellátás biztonságának megőrzésére, valamint a lehető legjobb energiahatékonysággal előállítani a szükséges hőenergiát, mindezt azért, hogy megfizethető áron tudják a felhasználó ügyfeleiket kiszolgálni. A hőenergia előállítását különböző energiaforrásokból valósítják meg az önkormányzatok.

- A biomassza alapú távfűtések olyan rendszert jelentenek, amelyben a biomasszát, (például vágástéri nyesedékek, faapríték vagy pellet), erre a célra kialakított kazánokban eltüzelik és az ebből származó hőenergiát használják fel fűtés szolgáltatásra. Ez lehetővé teszi a megújuló energiaforrások használatát és a szén-dioxid-kibocsátás csökkentését, különösen olyan területeken, ahol a biomassza nagymértékben rendelkezésre áll.

Magyarországon túlnyomó részben a távfűtő rendszerekben primer energiahordozókkal (lignit, földgáz, depógáz,) állítják elő távhőszolgáltatáshoz szükséges hőenergiát, amelyek megvalósulhatnak (Garbai – Jasper, 2023):

- Kondenzációs erőművek révén, amely elsősorban villamos energiát termelnek, de a turbina valamelyik megcsapolásából elvett gőzt hőcserélőkön keresztül forróvíz előállításra és ipari hőszolgáltatásra is hasznosítja.
- Hőszolgáltató erőművek, amelyben hőszolgáltatást villamos energiával kapcsoltan állítanak elő, a hőt ipari technológiák kiszolgálására, illetve fűtési jellegűek.
- Fűtő erőművek, olyan erőművek, amelyben hőt villamos energiával kapcsoltan termelnek, de a hő felhasználási célja csak fűtési jellegű. (Kombinált ciklusú erőmű KCE)

- Gázmotoros kiserőművek, gázmotorok működtetése során a gázmotor felmelegedett hűtővizét hasznosítják hőcserélőn keresztül, és elsősorban fűtési célra létesítik, és üzemeltetik.

Közvetlen hőtermeléssel megvalósított hőszolgáltatás, amely villamosenergiatermelés nélkül történik. Hazánkban a hőtermelő egységek döntő többsége ilyen kialakítású:

- Ipari gőzkazánokkal olyan hőtermelő berendezések, amelyben nem termelünk villamos energiát az ipari technológiai célú gőzigények kielégítése során.
- Forróvíz kazánokkal fűtési igények kielégítésére alkalmazható, amelyben nem termelünk villamos energiát a fűtési célú forróvíz igények kielégítése során (Vörös, 2018).
- Geotermikus hőforrás, a termálvíz felhasználása a fűtési és melegvízigények kielégítéséhez. Magyarországon a rendelkezésre álló termálvizet többnyire alacsony 60-70 °C hőmérsékletük miatt fűtési célra történő felhasználásuk előtt tovább melegíteni szükséges és így juttatjuk el az ügyfelek részére, vagy alacsony hőmérsékletű fűtési rendszereket lehet kiszolgálni vele (például falfűtés, padlófűtés). A követelmények előírják, hogy a termálvizet felhasználás után, tiszta állapotban kell visszajuttatni (visszasajtolni) a föld mélyébe. A termálvíz hőtartalmát hőcserélőn keresztül (víz-víz hőcserélők) adja át a fűtési célra felhasznált közegnek (Gerse, 2020).

A magyarországi termálvizek túlnyomó többsége, amely még energetikai célra hasznosítható, 60–70 °C hőmérsékletű. Ebben a hőmérsékleti tartományban a termálvíz hőjét még kitudjuk használni kommunális melegvízigények kielégítéséhez további melegítés nélkül. Az alacsony hőmérsékletű termálvíz felhasználható a gyógyászatban vagy fürdők vizének melegítésére.

100 °C-nál magasabb hőmérsékletű, nagy nyomású termálvizek esetén villamosenergiatermelés is megvalósítható. Geotermikus erőmű üzemel például Izlandon. Hazánkban is vannak erre lehetőségek (Turai geotermikus erőmű, Turawell projekt), de a hatalmas költségek miatt (2-300millió Ft/ MW) egyelőre nem preferált a létesítésük (https://acta.bibl.u-szeged.hu/36470/1/gtk_2005_002_050-062.pdf (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)).

2.1.1 A távfűtés történelmi áttekintése

Az ipari forradalom előtti időszakban (18-19. század) az emberek a tűzifát, szenet és egyéb fosszilis tüzelőanyagot használtak otthonuk fűtése céljából. Az ipari forradalom alatt számos technikai fejlesztés történt, ami nagymértékben hatással volt az energiaelőállításra és annak elosztására. A gőzgépek megjelenése lehetővé tette a gőzkazánok és hőerőgépek elterjedését és felhasználását az ipar számára.

A gyárakban és városokban egyre nagyobb igény mutatkozott a hatékonyabb hőellátásra, amelyet központi kazánok és hőerőművek telepítésével és üzemeltetésével lehetett megoldani. A 20. században a városok és a városokhoz tartozó ipari területek lélekszáma jelentősen megnőtt, ami növelte a hőenergia iránti igényeket. Az iparosodott nagyvárosok és ipari központok hatékony és megbízható hőellátást igényeltek, amelyet a távfűtés nyújtott megoldásként az iparosodott városok számára. A rohamos tempójú technológiai fejlődés révén egyre nagyobb teljesítményű és jobb hatásfokú kalorikus berendezéseket gyártottak, és gazdaságosabban lehetett a szükséges hőenergiát előállítani (https://miho.hu/sites/default/files/inline-files/uzletszabalyzat_2018.pdf (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)).

Az első nagyobb hőszolgáltató rendszerek az 1900-as évek elején Angliában és Amerikában jelentek meg. Ezeket a kiépített rendszereket nagyobb városokban és ipar központokban alkalmazták, ahol a nagy hőigényt megbízhatóan és hatékonyan kellett kielégíteni, erre a célra telepített központi gőzkazánokból vagy hőerőművekből eljuttatott forróvízzel vagy gőzzel.

Az 1960-as és 1970-es években a távfűtés egyre elterjedtebbé vált. Ezekben az időszakokban az európai városokban új távfűtési hálózatot építettek ki, amelyek hatékonyan szállították a forró vizet vagy a gőzt az épületek fűtési ellátására.

Az 50-es évektől a nagymérvű házigyári panel programmal indult meg hazánkban a távhőszolgáltató rendszerek kiépítése. Kezdetben a távhőszolgáltatással, a nagyvárosok külterületein épült lakótelepi lakásokban, valamint szolgáltató házakban, iskolákban, orvosi rendelőkben, üzletekben felmerülő fűtési és használati melegvíz igényt szolgálták ki (https://www.vg.hu/energia-vgplus/2024/04/geotermikus-energia-foldgaz-strategia#google_vignette (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)).

A 70-es, 80-as években a távhőrendszereket szükség volt tovább bővíteni. A nagyvárosi belső területeiben a 30-as, 40-es években épült lakások fűtési rendszeréhez hőbiztosító berendezések, vegyes tüzelésű, kazánok előregedtek. A távhővezeték hálózat folyamatos

A távfűtő rendszereknek a központi eleme a hőt előállító hőforrás, amely lehet egy központi kazán, hőerőmű, geotermikus fűtőmű, napkollektorok, vagy egyéb megújuló energiaforrások például biomassa. A hőtermelő berendezésekben történik a hőenergia termelése, amelyet továbbítanak a hőszállító közeggel a felhasználók épületeibe. A hőszállító közeg többségében víz vagy gőz, amelyet a hőforrásból erre a célra kiépített vezetékek hálózatán keresztül szállítanak az épületekbe vagy városokba. A víz vagy gőz szállítása szigetelt zárt csővezetéseken keresztül történik, amelyek általában a földfelszín alatt vagy földfelszín felett helyezkednek el. Az épületekbe vagy városi területekre érkező hőszállító közeg hőátadókon keresztül adja át hőenergiáját az épületek fűtési rendszereinek. A hőátadók lehetnek radiátorok, padlófűtés, falfűtés vagy hőcserélők, amelyek segítségével átadják a hőt a helységek környezeti levegőjének.

A távfűtés rendszerének része a szabályozó és hőszabályozó rendszer is, amely lehetővé teszi a hőenergia termelésének és elosztásának szabályozhatóságát és optimalizálhatóságát is. Ez lehet automatikus szabályozórendszer, amely érzékeli a hőigény megváltozását és a változásnak megfelelően állítja be a hőtermelés intenzitását és elosztását.

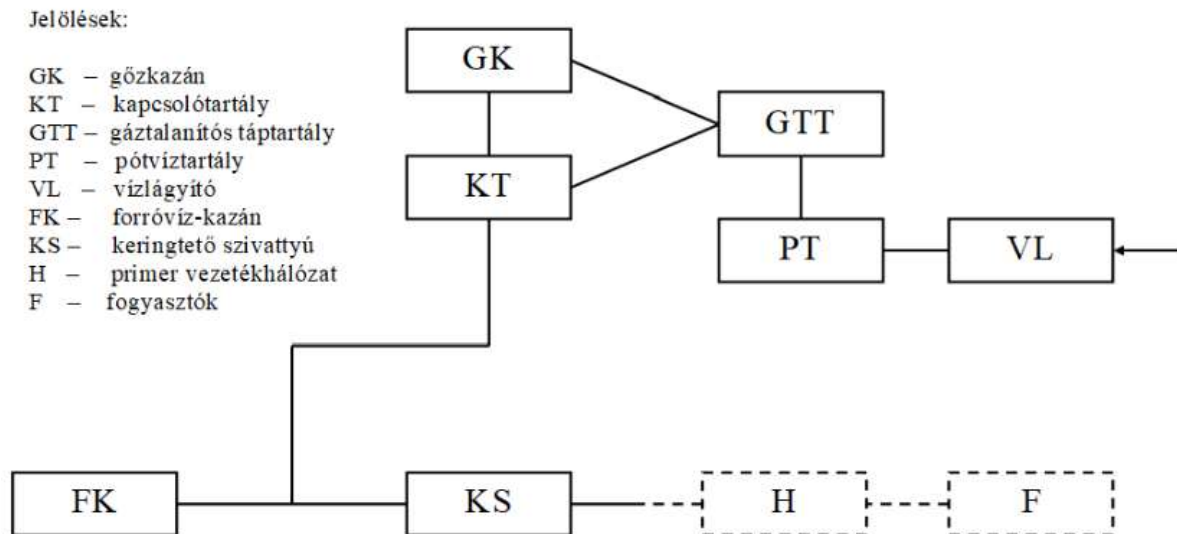
További fontos eleme a szükséges mérőeszközök, amelyek segítségével mérni tudjuk az energiafogyasztás mértékét, és azt a mértékegységgel arányosan a megszabott tarifa alapján az ügyfeleknek vagy felhasználóknak számlázható. Ezek a fogyasztásmérők lehetnek hőmennyiségmérők, amelyek mérik és rögzítik a hőenergiafogyasztást, valamint számlálók, amelyek az elszámolásban segítenek a hőszolgáltató számára.

A távfűtés rendszerét általában egy vezérlőközpontból vagy számítógépes rendszerből irányítják és felügyelik, amely lehetővé teszi a rendszer teljesítményének monitorozását, a hőtermelés és elosztás szabályozását, valamint a felmerülő hibák azonosítását és javítását.

Ezek az összetevők az alrendszerekkel együttesen alkotják a távfűtés rendszerét, amely hatékony és megbízható hőellátást biztosít az épületekben vagy városokban. A távhőellátó rendszer alrendszereit a 3. ábrán mutatom be (Garbai – Jasper, 2023).

2. ábra: Távfűtés

Forrás: Garbai L., Jasper A. (2023). *Táv hőellátás, hőszállítás. Budapest: Akadémiai Kiadó*



2.1.3 A miskolci távfűtés jelenlegi helyzete

Az ingatlanok jelentős részét családi házak vagy iparosított házigyári technológiával épült, elsősorban a lakótelepi, panel rendszerek alkotják. Jelentős részük 1985. előtti, 30-40%-ban az energetikai korszerűsítésük megtörtént. A lakások átlagos területe 63,6 m², az ingatlanok fűteni szükséges területe a teljes ingatlanszámmal számolva mintegy 4,8 Millió m².

A 2008-as adatok alapján a lakások összes villamosenergia-felhasználása 157 564 MWh, a távfűtéssel érkezett hő mennyisége 305.095 MWh volt, melyből 65.658 MWh melegvíz szolgáltatás (HMV), valamint 58.826 ezer m³ földgázt használtak fel (620 614 MWh).

2014-re a lakóépületek energiafogyasztása csökkent, földgázfelhasználás 442 910 MWh-ra, felhasznált hőmennyiség 217.313 MWh-ra, a villamosenergia-fogyasztás 125.603 MWh-ra. 2017-es adatokból megállapítható, hogy a lakóépületek energiafelhasználása a 2014-es évhez képest nem változott jelentős mértékben, 53 335 ezer m³ földgázt használtak fel (562 684 MWh), a távfűtéssel érkezett hőmennyiség (824 716 GJ) 229 088 MWh-ra, a villamosenergia-fogyasztás 128 891 MWh-ra.

Jelenleg a hőenergia termelését 38%-ban az MVM MIFŰ Kft. erőmű egységeiben, 49,4%-ban megújuló geotermikus energiaforrásból, 0,1% depónia gáz felhasználásából, 1,8%-ban a MIHŐ Kft. biomassza tüzelésű kazánjaiban, 10,7%-ban pedig a földgáz eltüzeléséből származik. Hőtermelés és hőszolgáltatási tevékenysége Miskolc közigazgatás alatt álló területeire terjed

ki, a távhőszolgáltatás közel 32.000 lakossági és 1000 egyéb felhasználó hőigényét biztosítja, a hőszolgáltatással ellátott ingatlanok csúcsát a 90-es évekre érte el.

Miskolc városának távhőszolgáltatását 10 hőkörizetben, 66 km előremenő és 25 km visszatérő hosszúságú vezetékrendszer látja el. A távfűtésben felhasznált hőenergia jelentős részét megújuló geotermikus energiából, és biomassza eltüzelésével valósítják meg. Kisebb részben korszerű, földgáztüzelésre telepített kapcsolt hő és villamosenergia termelést megvalósító, gázmotorok és kombinált ciklusú hőerőmű révén nyerik a távhőrendszerben felhasznált hőt (MVM Ekhe felülvizsgálat,2020).

A korábban tisztán csak földgáz tüzelésével megvalósult hőtermelés mellett a 2000-es évektől megjelentek a megújuló energiaforrások a miskolci távhőszolgáltatásban. Kezdetben napkollektor, majd depóniagáz és biomassza alkalmazásával végzett hőtermelés valósult meg, utóbbi évben a depóniagáz már szinte nem volt, mivel a hulladékkezelés az önkormányzat kezéből átkerült az Állami Hulladékkezelő vállalt irányítása alá. 2012. évtől a miskolci távhőszolgáltató részére új korszak kezdődött, a megújuló energia alkalmazásban megkezdődött a geotermikus hőtermelés, melynek hatására a miskolci távhőszolgáltatásban már az 50% feletti részarányt is meghaladta a megújuló energiák aránya (https://www.miskolc.hu/sites/default/files/aktualitas/csatolmany/2019-10-02/70785/miskolc_secap_2019_09_24_2_final.pdf (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)).

Napjainkban Miskolc város távhőellátásában az év teljes részében fontos szerepet játszik a geotermikus hőellátás. Az MVM MIFŰ Kft. az Avasi hőkörizetet, illetve a Belvárosi hőkörizetet látják el geotermikus hőenergia segítségével. A nyári HMV (melegvíz) felmelegítéshez szükséges hőenergiát szinte teljes egészében a geotermikus rendszer biztosítja ezeken a területeken. A hidegebb időszakokban a geotermikus rendszer önállóan nem képes melegebb vizet előállítani, ami a fogyasztói igényeknek megfelelne, ezért egy kapcsolt kombinált ciklusú gázturbina egység révén a gázturbina kilépő forró füstgázának hőjével valósítja meg a magasabb hőmérsékletű hőszolgáltatást. A kapcsolt kombinált ciklusú gázturbina üzem esetén már nemcsak a városrészek hőszolgáltatása, hanem villamosenergia termelés is megvalósul, amely további bevételi forrást eredményez a szolgáltató részére (MVM MIFŰ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

2.2 Kutatási eredmények és adatok

A távhőellátás szükséges hőforrása a rendelkezésre álló tüzelőanyag fajtájától és az energiaátalakítás technológiájától függően sokféle kialakítású lehet.

Az energiaátalakítás rendszere szerint közvetlen hőtermeléssel és kapcsolt hő és villamosenergia termeléssel előállított hőenergiával megvalósított hőszolgáltatás lehet:

- Közvetlen hőtermeléssel megvalósított hőtermelés: gőzkazánok segítségével ipari igények kiszolgálására, fűtőművek gőz vagy forróvízkazánokkal fűtési és melegvíz igények kiszolgálására. Geotermikus hőenergia fűtés és melegvízigény. A tüzelőberendezés szempontjából legjellemzőbb a földgáz, kis mennyiségben biogáz és olajtüzelés, a szilárd tüzelőanyagok közül a biomassza, szilárd hulladék és széntüzelés is megvalósul. Utóbbiakhoz különböző rostélyos, por és fluid tüzelési rendszerek szükségesek, amelyekhez a füstgáztisztítást is meg kell oldani.

A berendezés hatásfokát a tüzelés veszteségei (elégtelen tüzelőanyag, füstgázvesztés) határozzák meg, ezek csökkentésére tökéletes égésre, alacsony légfeleslegre és minél alacsonyabb kilépőfüstgáz-hőmérséklet elérésére törekednek. Nagyobb ($>50 \text{ MW}_{\text{th}}$) teljesítményre besugárzott tűzterű vízcsöves kazánok vehetők számításba, természetes vagy kényszercirkulációval. A hazai távhőszolgáltatásban széles körben még megtalálható PTVM- és KVGGM-típusú forróvíz-kazánok. Hatásfokuk valamivel 30% felett van.

- Kapcsolt hő és villamosenergia termeléssel megvalósított hőtermelés: A gázturbinán kilépő magas hőmérsékletű füstgáz ($\approx 500 \text{ }^\circ\text{C}$) hőjét hőhasznosító kazánban távhőellátási céllal tovább hasznosítjuk. A hasznosítás lehet ipari célú (gőztermelés) vagy fűtési célú (forróvíz-termelés). A gázturbinaciklusban a villamosenergia-termelés hatásfoka 30–35%. Hőhasznosításra rendelkezésre áll tehát a 65–70% hőtartalom a távozó füstgázban. A hőhasznosító ciklusban a füstgáz lehűtésével 50–100 $^\circ\text{C}$ -ra a teljes energetikai hatásfoka a gázturbinának 80–90%-ra növelhető.

A gázmotoros berendezések magas energetikai hatásfokkal rendelkeznek, összhatásfokuk eléri a 85%-ot, hő és villamosenergia termelésük egyenként is meghaladja a 40%-os hatásfokot. A gázmotorokat úgy tervezik meg, hogy maximum 90–100 $^\circ\text{C}$ hőmérsékletű vizet tudnak előállítani. A gázmotorokkal megtermelt villamos energiát a fűtőmű működéséhez szükséges önfogyasztását valósítják meg. Hazánkban többnyire ez az elterjedtebb technológia (Büki 2004).

2.3 Trendek és fejlesztések

Az utóbbi időszakban a távfűtés területén számos trend és fejlesztés figyelhető meg, amelyek a hatékonyságot, fenntarthatóságot és felhasználói kényelmet célozzák meg. Ilyenek a megújuló energiaforrások, mint például a napenergia, a geotermikus energia és a biomassa, amelyek egyre inkább megjelennek a távfűtés rendszereiben. Ez lehetővé teszi a távfűtés rendszerek fenntarthatóbbá tételét és csökkenti a káros környezeti hatásokat.

A távfűtés rendszerek gazdaságosságának növelése érdekében fontos szerepet játszik az épületek és távfűtővezetékek hőszigetelése és energiahatékonyságának növelése. A jobb szigetelés és a korszerű nyílászárók alkalmazása csökkenti a hővesztést és az energiafelhasználást, optimalizálja a távfűtés rendszer teljesítményét és csökkenti az energiaköltségeket.

Napjainkban gyakran alkalmazzák a hőtárolás technológiáját. A hőtárolási technológiák fejlődése révén lehetővé teszi a távfűtés rendszerek hatékonyabb működését és a hőenergia optimális felhasználását. A hőakkumulátorok és hőtárolók segítségével a felesleges hőenergiát tárolni lehet, egy esetleges későbbi felhasználás esetén, ami csökkenti az energiavesztést és javítja a rendszer hatékonyságát.

A távfűtés rendszerekben egyre elterjedtebb a hőmérséklet csökkentése az alacsonyabb hőigényű fűtőrendszerű épületeknél. Ez az alacsony hőmérsékletű távfűtés lehetővé teszi a rendszer hatékonyabb működését és csökkenti az energiavesztést.

Az okos technológiák alkalmazása egyre inkább megjelennek a távfűtés rendszereiben. Okos termosztátok és szabályozó rendszerek lehetővé teszik az ügyfelek számára, hogy távolról is ellenőrizzék és szabályozzák a fűtést a telefonjuk vagy egyéb eszközök segítségével. Ezáltal a felhasználók hatékonyabban tudják kezelni és nyomon követni az energiafogyasztásukat és növelhetik a komfortérzetüket.

A hőszolgáltatóknak egyre nagyobb figyelmet kell fordítaniuk a felhasználók változó igényeinek kielégítésére és a kényelem növelésére. A felhasználók egyre nagyobb igényt támasztanak a távfűtés rendszereikkel szemben, többek között a kényelem, az energiahatékonyság és a rugalmasság terén. A szolgáltatók válaszul erre fokozott figyelmet fordítanak az ügyfélközpontú szolgáltatásokra, az ügyfélkapcsolatok javítására és az innovatív megoldások kifejlesztésére.

Ezek a trendek és fejlesztések együttesen hozzájárulnak a távfűtés rendszerek hatékonyságának és fenntarthatóságának növeléséhez, valamint a felhasználói kényelem javításához.

2.4 Környezeti hatások és fenntarthatóság

A hőtermelés során a távfűtés rendszerek üvegházhatású gázokat bocsátanak ki, mint például szén-dioxid, amelyek hozzájárulnak az éghajlatváltozáshoz és a globális felmelegedéshez. A szén-dioxid-kibocsátás mértéke függ az alkalmazott energiahordozótól, a hőtermelés technológiájától és az üzemeltetés hatékonyságától.

Az innovatív technológiák és az energiahatékonysági megoldások kulcsszerepet játszanak a folyamatokban.

A távfűtés rendszerének megfelelő tervezése és optimális üzemeltetése lehetővé teszi a szén-dioxid kibocsátás csökkentését, főleg akkor, ha megújuló vagy alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiahordozókat alkalmazunk a hőtermeléshez. Távfűtés során a fűtés központi helyen történik, így a légszennyezés és a tüzelés fajtájától függően a levegőbe kerülő szálló anyag tartalom helyi szinten csökkenthető egy kibocsátási pontforrásra.

A hőtermelés során keletkező hulladékvizek vagy egyéb melléktermékek megfelelő kezelése és újra felhasználása nélkülözhetetlen a vízkészletek védelme érdekében és a környezeti hatások minimalizálása szempontjából.

A távfűtés rendszerekben a hőszigetelés, a hőcserélők jobb hatásfoka és más energiahatékonysági intézkedések alkalmazása segít csökkenteni a hőveszteséget, ami pozitív hatással van a környezetre és a fenntarthatóságra.

A megújuló energiaforrások (nap, geotermikus energia, biomassa) alkalmazása segítenek a távfűtés rendszerek fenntarthatóságának javításában, csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását és csökkentik a függőséget a fosszilis tüzelőanyagok iránt. A hőenergia visszanyerésével és újra hasznosításával, valamint az energiahatékonysági intézkedések, mint például a jobb szigetelés, az okos szabályozórendszerek és a hőcserélők alkalmazása a távfűtés rendszerekben szintén segítenek csökkenteni az energiafelhasználást és javítani a rendszer hatékonyságát.

A távfűtés szolgáltatásnak megfelelő árazása és a fogyasztói igények figyelembevétele fontos szerepet játszik a társadalmi és gazdasági fenntarthatóság biztosításában, biztosítva az energiaellátás hozzáférhetőségét és megfizethetőségét minden lakos számára.

2.5 Jövőbeli kilátások és kihívások

A távhőszolgáltatások jövőbeli kilátásait és kihívásait számos tényező befolyásolja. A távhőszolgáltatásoknak fokozott figyelmet kell fordítaniuk az energiahatékonyságra és a fenntarthatóságra. A kormányzati árszabályozások és politikák jelentős hatással vannak a távhőszolgáltatókra. A környezetvédelmi előírások, az energiaárak és az adózási politikák mind befolyásolják a szektor működését és gazdasági helyzetét. A nemzetközi, és hazai jogszabályoknak való megfelelés, valamint az ügyfelek, egyre nagyobb nyomást gyakorolnak a szolgáltatókra azért, hogy csökkentsék az ökológiai lábnyomaikat, és növeljék a megújuló energiaforrások arányának felhasználását, mindezt megfizethető áron.

Az energiahatékonyság növelését elősegítő fejlesztések révén a települések hő, és villamosenergia felhasználása mérséklődik, ezáltal emissziós értékek kibocsátása is csökken. Az energiaátmenet folyamata lehetőséget teremt a távhőszolgáltatóknak, hogy energiahatékonyságukat növeljék a megújuló energiaforrások révén, például a napenergia, a szélenergia, a geotermia, vagy a biomassa felhasználásával. Ez lehetővé teszi az energiahordozóktól való függőség csökkentését és a környezeti fenntarthatóság növelését. Azok a települések, amelyek a helyben rendelkezésre álló megújuló energiaforrásokból fedezik az energiaszükségletüket, azok függetlenebbé válhatnak az energiaszolgáltatóktól, ezáltal csökken az adott település energiatartozása, valamint a változó energiahordozó áraknak való érintettségétől is.

Az energiahatékonysági intézkedések révén csökken az épületek energiatartozása, továbbá a helyi adottságok révén a megújuló energiaforrás megválasztásával, illetve felhasználásával mind az önkormányzatok, mind az ipari fogyasztók, valamint a városok lakossága profitálhat a csökkenő energiaköltségből.

A technológiai innovációk bevezetése, új lehetőségeket teremt a távhőszolgáltatók számára az energiahatékonyságuk növelése érdekében. A hálózatok optimális működtetése az okos technológiák és az automatizált rendszerek révén lehetővé teszi a távhőszolgáltatók számára, hogy hatékonyabban működjenek, és jobban kiszolgálják az ügyfeleiket. Az okos mérők, a távfelügyeleti rendszerek, és az adatelemzés segítségével javítható az energiatartozás adatgyűjtése és optimalizálása.

Az infrastruktúra fejlesztése fontos eleme a távhőszolgáltatások hosszú távú fenntarthatósága érdekében. Amelyek az elavult hálózatok cseréjét, a távvezetékek karbantartását jelentik.

Végül a kutatás és fejlesztés egyik eleme a vevőkkel való kapcsolattartás az ügyfélszolgáltatás minőségének javítása. A távhőszolgáltatóknak nagyobb figyelmet kell fordítaniuk az ügyfélszolgáltatásra, és az ügyfél elégedettségre. Amely az átlátható fogyasztói energiaár elszámolást, az ügyfélkapcsolati folyamatoknak a javítását, és az ügyfelekkel való aktív kommunikációt jelenti.

Ezek a tényezők együttesen határozzák meg a távhőszolgáltatások jelen és jövőbeli kilátásait.

2.6 Távfűtés menedzsment

A távfűtés menedzsment fontos szerepet tölt be a távfűtés rendszer hatékony és megbízható üzemeltetésében.

A fűtőművek menedzselése számos területre kiterjedő komplex feladat, amely magában foglalja az üzemeltetést, a karbantartást, a beszerzést, az emberi erőforrások kezelését, a biztonságot és a környezetvédelmet. A menedzsment feladatai közé tartozik a hőtermelés kapacitásának és elosztásának hatékony tervezése és üzemeltetése, valamint a rendelkezésre álló energiaforrások optimális kezelése és megválasztása, a hőenergia átvitele és a fűtési igények dinamikus figyelemmel kísérése.

A távfűtő rendszerek üzemeltetésénél meghatározó szerepe van az adatgyűjtésnek és a azok elemzésnek. Ez lehetővé teszi a rendszer teljesítményének monitorozását, a fogyasztói trendek beazonosítását és az üzleti döntések támogatását.

A távfűtés rendszerének hatékony működése érdekében a menedzsment felel a rendszer ütemezett karbantartásáért és a szükséges javítások időben történő elvégzéséért, a folyamatos ellenőrzés fenntartásáért, a berendezések eseti karbantartásáért és a felmerülő hibajavításokért. A menedzsmentnek vészhelyzeti terveket kell kidolgoznia és végrehajtania, egy esetleges hálózati meghibásodás vagy egy esetleges energiaellátási probléma esetén.

1. A szolgáltatónak fontos az ügyfélkapcsolatok kezelése és a hatékony kommunikáció kialakítása, ami az ügyfélkérdések kezelését, az információáramlás megvalósítását és az ügyfélszolgálat működtetését nyilvánul meg (Demeter et al.,2022). A menedzsment feladata figyelemmel követni az iparágra vonatkozó szabályozásokat és jogszabályokat, azon belül az üzemeltetési engedélyek kezelését, a környezetvédelmi előírások betartását és a jogi követelmények teljesítését.

2.6.1 Üzemeltetés és karbantartás

Az üzemeltetés során a fűtőműveknek folyamatosan biztosítaniuk kell a szerződésükben rögzített energiaellátást, figyelembe véve az energiapiac változásait és a fogyasztói igényeket. A folyamatos szolgáltatás alatt rendszeres karbantartást és javításokat kell végezni a berendezések biztonságos és hatékony zavartalan működése érdekében.

A fűtőművek üzemeltetése során fontos biztosítani a fűtőberendezések, hőcserélők, turbinaegységek és egyéb kiszolgáló berendezések hatékony működését, ami magában foglalja a kazánok tüzelőanyagellátásának, égésnek és hőátadásának felügyeletét, valamint a gőz és hőenergiaelőállítási folyamatokat.

Az energiaiparban rendszeres karbantartási terven felüli karbantartások (TFK) szükségesek a fűtőművek hosszú távú megbízhatóságának és hatékonyságának biztosításához. Szükséges a berendezések rendszeres ellenőrzése, elkell végezni annak karbantartását és javítását, valamint az időszakos tervet megelőző karbantartási tevékenységeket kell végrehajtani (TFK).

Az üzemeltetés során fontos a rendszeres adatgyűjtés és az üzemeltetési adatok elemzése, amelyek segítenek az üzemeltetési hatékonyság javításában és a problémák időben történő felismerésében.

A fűtőművek szakembereinek megfelelő szakirányú képzése és fejlesztése elengedhetetlen az üzemeltetési és karbantartási feladatok hatékony végrehajtásához.

Az üzemeltetés során fontos, hogy megfelelő hibaelhárítási és vészhelyzeti havária terv legyen kidolgozva az esetleges rendellenességek és vészhelyzetek kezelésére, valamint üzemeltetéskor figyelembe kell venni a költséghatékonyságot, és lehetőség szerint optimalizálni kell az üzemeltetési költségeket és energiafelhasználást.

Ezek az intézkedések szükségesek a hatékony és megbízható üzemeltetéséhez, valamint a környezeti előírásoknak való megfeleléshez (Garbai - Jasper, 2023).

2.6.2 Beszerzés és ellátási lánc menedzsment

A fűtőmű beszerzési és ellátásmenedzsmentje kritikus fontosságú a fűtőművek hatékony működéséhez és fenntartásához. Ez a folyamat magában foglalja a szükséges eszközök, anyagok és szolgáltatások beszerzését, valamint az ellátási lánc menedzselését az optimális üzemeltetés érdekében.

A menedzsmentnek meg kell valósítania egy beszerzési stratégia kidolgozását, ami magában foglalja a beszerzési célok meghatározását, a beszerzési források lehetőségét, és a beszerzési folyamatok és irányelvek kialakítását.

A beszerzési folyamatok meghatározása fontos a költséghatékony beszerzés érdekében. Ezekben a folyamatokban valósul meg az ajánlatkérés, a beszállítók kiválasztása, az ajánlatok kiértékelése, és a szerződések megkötése.

A beszállítói kapcsolatok kezelése kiemelkedő fontosságúak a fűtőművek beszerzési és ellátásmenedzsmentjében fontos, hogy szoros kapcsolatot ápoljanak a beszállítókkal, és együttműködjenek velük az optimális ellátás biztosítása érdekében.

Az ellátási lánc menedzsmentje létfontosságú a fűtőművek zavartalan működéséhez.

Az ő feladatuk az anyagok és eszközök időben történő beszerzése és szállítása, a készletek optimális kezelése azért, hogy minimalizálják a raktárkészletek költségeit, miközben biztosítva van a szükséges anyagok és eszközök rendelkezésre állása.

Az ellátási láncban felmerülő kockázatok kezelése szükséges a fűtőművek biztonságos és zavartalan működéséhez. Az ellátási lánc menedzsmentjének a felmerülő kockázatokat hatékonyan kell kezelnie.

A hőszolgáltatók beszerzési és ellátásmenedzsmentje létfontosságú a fűtőművek hatékony üzemeltetéséhez és fenntartásához. Fontos, hogy a fűtőművek üzemeltetői és annak menedzsmentje együtt kell, hogy működjön a beszállítókkal és a beszerzési szakemberekkel annak érdekében, hogy biztosítsák a megfelelő anyagok és szolgáltatások időben történő beszerzését és optimális ellátását (Demeter et al., 2022).

2.6.3 Energiapiaci kapcsolatok és tervezés

A fűtőműveknek figyelemmel kell kísérniük az energiapiacot és a jogszabályokat, hogy megfeleljenek az előírt követelményeknek, ezáltal a fűtőműveknek közvetlen kapcsolatuk van az energiafogyasztással és az energiapiaci kereslettel. Fontos a hosszú távú tervezés, és a piaci trendek elemzése, a beruházások és a kapacitások tervezése során.

A fűtőművek piaci szereplőkként aktívan részt vesznek az energiatermelés és értékesítés folyamatában. Az energiapiacokon kereskednek az általuk megtermelt energiával, és versenyben állnak más energiaforrásokkal, mint például a szél, nap, vagy vízenergia.

A hőenergiát előállító szolgáltatók árai jelentősen befolyásolják az energiapiac alakulását. Az energiapiaci árak változása hatással van a fűtőművek jövedelmezőségére és versenyképességére, és nagymértékben befolyásolja, hogy milyen típusú energiatermelési technológiákat alkalmaznak.

Az energiapiaci kapcsolatokat befolyásolják a környezeti előírások és szabályozások. A fűtőműveknek meg kell felelniük a kibocsátási normáknak és környezetvédelmi előírásoknak, amelyek hatással vannak az üzemeltetési költségekre és versenyképességükre.

Az energiapiacokon a kereslet és kínálat egyensúlyának fenntartása kulcsfontosságú. A fűtőműveknek figyelemmel kell lenniük a piaci kereslet és kínálat változásaira, és rugalmasan kell reagálniuk a változó piaci feltételekre.

Az energiaipari trendek és változások, mint például a megújuló energiaforrások térnyerése és az energiahatékonyság növekedése, befolyásolják a fűtőművek működését és piaci helyzetét. A fűtőműveknek alkalmazkodniuk kell ezekhez a trendekhez és technológiai változásokhoz annak érdekében, hogy versenyképes szolgáltatást tudjanak biztosítani az energiapiacokon (Keller - Kotler P, 2016).

2.6.4 Emberi erőforrások kezelése

Egy vállalat tervezésénél a menedzsmentnek meg kell határoznia a vállalat céljait, értékeit, küldetését, működési formáját, másrészt kikell alakítania a célok eléréséhez szükséges társasági politikát, üzleti terveket, programokat és erőforrását. Ebben a rendszerben különleges szerepet kap a munkaerővel, az emberrel való tervezés, mert lényegesen befolyásolja egy vállalat jövőbeli sikerességét és hatékonyságát.

Az emberi erőforrás tervezése során meghatározzák a vállalat jelenlegi és jövőbeli szükségleteit, és ennek megfelelően tervezik meg a munkaerő állományt és szerkezetét.

Az emberi erőforrások kezelésénél a megfelelő munkaerő toborzását és kiválasztását, az álláshirdetések közzétételét, interjúk lebonyolítását és az új munkatársak kiválasztását jelenti.

A vállalat életében szükséges a már meglévő és új belépő munkatársak képzése és fejlesztése, hogy azok megfelelően felkészültek legyenek a feladataikra és fejlesszék szakmai képességeiket.

Az emberi erőforrás menedzsment feladata továbbá a munkatársak teljesítményének értékelése és fejlesztése, valamint a vezetők és munkatársak közötti hatékony kommunikáció és kapcsolatok kezelése, a munkatársak közötti konfliktusok és problémák kezelése, és támogatást

nyújt a munkavállalóknak a munkahelyi környezetben és személyes életükben felmerülő nehézségek esetén. (kamatmentes kölcsön, iskolakezdési támogatás, temetési segély stb.)

Az emberi erőforrás menedzsmentnek megfelelő intézkedéseket kell hoznia a munkaerő megőrzése érdekében, ideértve a munkavállalók elégedettségét és elkötelezettségét növelő programokat és kezdeményezéseket. A HR menedzsment fontos szerepet játszik a vállalatok és szervezetek sikerében (Rádi, 2018; Nokes – Kelly, 2007).

2.6.5 Biztonság és környezetvédelem

A fűtőművek munkahelyi biztonsága kritikus fontosságú, mivel ezek az intézmények általában nagy nyomású és a magas hőmérsékletű közegek miatt közvetetten veszélyes környezet, ahol számos kockázati tényező jelen van.

A rendszeres munkahelyi biztonsági felmérések és kockázatelemzések elvégzése segít azonosítani a potenciális veszélyforrásokat és kockázati tényezőket a fűtőművek területén.

A munkavállalók részére biztonsági oktatásokat és képzéseket kell biztosítani, a munkahelyi biztonság fenttartása érdekében. Ismertetni kell a munkahelyi biztonsági eljárásokat, vészjelzéseket, tűzvédelmi ismereteket és balesetmegelőzést.

A megfelelő személyes védőfelszerelések biztosítása, mint például védősisakok, védőszemüvegek, védőruházat, védőkesztyűk és védőcipők használata létfontosságú a dolgozók fizikai biztonságának védelméhez.

A berendezések rendszeres karbantartása és ellenőrzése elengedhetetlen a biztonságos működés és a kockázatok minimalizálása érdekében. Ezen felül szükség van a vészleállító rendszerek és tűzvédelmi berendezések rendszeres ellenőrzésére és karbantartására is.

Vésztervek kidolgozása és a vészhelyzeti készségek fokozása fontos a váratlan helyzetek kezeléséhez, valamint a dolgozók gyors evakuálásához veszélyes helyzetek esetén.

Hatékony kommunikációs rendszerek kiépítése és fenntartása fontos az esetleges vészhelyzetek gyors és hatékony kezeléséhez.

A munkahelyi ergonómiai szempontok figyelembevétele segít csökkenteni a dolgozók munkahelyi sérüléseit és fáradtságát, ezáltal javítva a munkakörnyezetet.

Fontos, hogy a munkahelyi biztonságot folyamatosan felülvizsgálják és fejlesszék annak érdekében, hogy a legmagasabb szintű védelmet biztosítsák a dolgozók számára.

A fűtőművek környezetvédelme kritikus fontosságú, mivel ezek a létesítmények jelentős hatást gyakorolnak a környezetre. A környezetvédelmüknek számos dologra kell kiterjedniük, hogy a fűtőművek csökkentsék vagy megszüntessék a környezetre gyakorolt negatív hatásokat.

A szén-dioxid (CO₂) a legjelentősebb üvegházhatású gáz, amely hozzájárul az éghajlatváltozáshoz. Ahhoz, hogy csökkentsék a káros emissziós kibocsátásokat, megújuló energiaforrások bevezetése szükséges. A fűtőművek égése során káros anyagok kerülhetnek a környezetbe, például nitrogén-oxidok (NO_x), szén-monoxid (CO) és szilárd szemcsék szálló por formájában. A légszennyezés csökkentése érdekében szűrőrendszerek és tisztítóberendezések alkalmazása szükséges.

Az égés során keletkező visszamaradt égéstermékek, például hamu és salak, megfelelő módon történő kezelése és ártalmatlanítása fontos a környezeti hatások minimalizálása érdekében.

A fűtőművek vízigénye jelentős lehet, ezért fontos, hogy a vízfelhasználást minimalizálják, és tiszta vízforrásokat válasszanak. Emellett fontos, hogy a hűtővizet újra hasznosítsák és megfelelően kezeljék a hőtermelés során.

A fűtőműveknek szigorúan be kell tartani a környezeti engedélyekben foglaltakat és környezeti szabályozásokat, amelyeket az adott régióban vagy országban előírnak a környezetvédelem érdekében (Michelberger, 2024).

2.6.6 Innováció és fejlesztés

A környezetbarát technológiák és innovációk bevezetése létfontosságú az energiaipar fenntarthatóbbá tételében és a környezeti hatások minimalizálása érdekében, segíthet csökkenteni a fűtőművek környezeti lábnyomát.

Az egyik legfontosabb és elfogadott irány a megújuló energiaforrások, mint például a napenergia, szélenergia, geotermikus energia vagy biomassza, integrálása a fűtőművek energiatermelési folyamataiba. Ez lehetővé teszi a fosszilis tüzelőanyagok fokozatos kiváltását, csökkentve ezzel a szén-dioxid és üvegházhatású gázok kibocsátását és egyéb környezeti hatásokat.

A környezetbarát technológiák bevezetése, mint például a szén-dioxidelnyelő és tároló rendszerek vagy a tiszta égéstechnológiák, segítenek csökkenteni a károsanyag kibocsátást és növeli a fűtőművek hatékonyságát.

Az okos mérés és szabályozás, vezérlésrendszerek alkalmazása lehetővé teszi a fűtőművek optimális üzemeltetését.

Az jövőben fűtőművekben az energiátárolási technológiák alkalmazása lehetővé teszi az energiahordozók hatékonyabb felhasználását, valamint az energiatermelés és fogyasztás kiegyensúlyozását.

A hibrid technológiákkal, kombinált különböző energiaforrások és technológiák, rugalmasabbá teszik az energiaellátást és csökkentik a környezetre gyakorolt hatásokat.

Ezek az innovációk és fejlesztések hozzájárulnak a fűtőművek fenntarthatóságához és környezetvédelmi teljesítményének javításához, valamint átmenetet képeznek a tiszta és megújuló energiaforrások irányába (Vörös, 2018).

3 Anyag és módszer

A távfűtés fejlesztését nem csak műszaki oldalról mutatom be, a projektmenedzsment módszerek eszközeit is felhasználok, hogy segítségükkel strukturált keretrendszerrel biztosítsak a fejlesztési folyamat számára.

3.1 Vállalati környezet

Miskolc az ország egyik legjelentősebb ipari központja. A nehézipari és élelmiszeripari ágazatok mellett, mára jelentős szerepe van az elektronikai, járműipari, és vegyipari cégeknek is a város gazdaságában.

A létesítmény a Miskolc 23358/8 hrsz-ú területen létesült, a terület nagysága közel 3 hektár, látképet az 1. ábrán láthatunk róla. A Fűtőmű az MVM MIFŰ Kft. Tatár utcai telephelyén működő gázmotoros fűtőerőmű és a Hold utcai Kombinált Ciklusú Fűtőturbinás Erőmű szomszédságában található. A területet északról részben családi házas beépítettségű lakóövezet, keletről az Avas-hegy, délről a Vargahegy, nyugatról pedig a vaskohászati ipari terület határolja (ahol korábban az LKM terület).

3. ábra: Miskolci Fűtőmű látképe

(Forrás: Google térkép képernyőfotó)



A város határában elhelyezkedő fűtőmű a város fűtési és energiaellátását szolgálja. Az MVM Balance Zrt. irányítása alatt működő MVM MIFŰ Kft. tevékenységi körében kapcsolt villamos

és hőenergiát termel. A miskolci kombináltciklusú erőmű, valamint a gázmotoros kiserőmű és fűtőmű az MVM részére folyamatos rendelkezésre állást biztosítanak 180 MWth hő teljesítményig, illetve a geotermikus hő betáplálás kiesése esetén vagy a geotermikus kapacitás feletti hőigények kielégítése érdekében. A Miskolci Fűtőerőmű Kft. hőenergiát szolgáltat, és szükség esetén rendelkezésre áll a hőigények biztosítására, Miskolc belvárosa és az Avasi lakótelep hőkörzetét ellátó MIHŐ Kft. által üzemeltetett infrastruktúrán keresztül. Az MVM MIFŰ Kft. a város kommunális ellátásában jelentős szerepet vállal, a fűtés révén a város ingatlanjainak 43%-át, míg melegvízhasználatban a lakások közel 40%-át látja el hőenergiával. A MIFŰ Kft. kitűzött jövőbeli célja, hogy a távhőszolgáltatás hosszú távon biztosítsa korszerű, versenyképes és megfizethető, a fogyasztók igényeihez rugalmasan alkalmazkodó hőellátási forma kialakításával. Ezeknek a törekvéseknek a megvalósítása érdekében távhőrendszeri fejlesztéseket, beruházásokat terveznek és valósítanak meg a jövőben (Michelberger, 2024).

3.2 Gantt-diagram és ütemterv

A Gantt-diagram egy hatékony projektmenedzsment eszköz, amelyben grafikusán ábrázolható a projektidővonal és a feladatok végrehajtásának időbeli ütemezése.

- Első lépés a projektfeladatban szereplő építőelemek, az egyes részfeladatok meghatározása, és azok számbavétele.
- A részfeladatok közötti technológiai sorrendet meg kell állapítani.
- A részfeladatokhoz időtartamot és erőforrást kell hozzárendelni, vagyis meg kell állapítani, hogy mennyi idő alatt végezhető el az adott feladat és mekkora erőforrás értéket szükséges társítani az adott feladat elvégzéséhez.
- Továbbá be kell azonosítani a feladatok közötti függőségeket, vagyis azt, hogy az egyes feladatok végrehajtásához milyen feltételeknek kell teljesülnie.

A Gantt-diagram létrehozásához használhatunk számos projektmenedzsment szoftvert, mint például az általunk is korábban használt Microsoft-Projekt szoftvert, amelyben a fentebb sorolt információk alapján létrehozhatjuk a Gantt-diagramot. A létrehozott diagram tartalmazza a projekt összes feladatát és azok időbeli ütemezését (Daróczi, 2022).

Ábrázolását tekintve a projekt tevékenységeit egy-egy vízszintesen elhelyezkedő sávval jelöli egy időskála mentén, ahol a sávok hossza arányos az egyes tevékenységek tervezett végrehajtásához tervezett ideével. A diagramban egyértelműen leolvasható, hogy mely tevékenységek végezhetők párhuzamosan, és melyek az egymást követő tevékenységek. A

tevékenységek közötti logikai kapcsolatokat a tevékenységeket ábrázoló sávok közötti nyilak jelenítik meg amelyek megmutatják, hogy melyik feladat végrehajtása előfeltétel a másikhoz képest.

Gyakran alkalmazunk mérföldköveket a Gantt-diagramban, hogy kiemeljük a számunkra fontos projekt időpontjait és eredményeit.

A projekt előrehaladtával fontos frissíteni és ellenőrizni a Gantt-diagramot, hogy figyelemmel tudjuk követni a valós időben bekövetkező változásokat és feladatok állapotát.

A diagram információtartalma révén információt kapunk, a végrehajtáshoz szükséges részfeladatokról, megjeleníti az egyes részfeladatok kezdési és befejezési időpontjait, megmutatja a résztvékenységekhez tartozó idő és erőforrás szükségleteket, és végül megmutatja a projekt teljes átfutási idejét.

A Gantt-diagram segítségével a fűtőmű fejlesztés projektjéről teljes képet kapok, látom a projekt teljes idővonalát és a projekt határidőket (Görög, 2008; Malhotra – Simon, 2017).

3.3 Projektkövetési eszköz – Microsoft Project

A Microsoft Project a projektmenedzsment munkáját támogató szoftver, amely lehetővé teszi a projektben dolgozó csapat részére a feladatok ütemezését, erőforrások kezelését, időzítés és költségvetés menedzselését, valamint a projekt előrehaladásának nyomon követését. A szoftver főbb jellemzői az alábbiak:

- A Microsoft Project lehetővé teszi a projekttervek létrehozását és szerkesztését strukturált módon. A feladatokat idővonalakon lehet elhelyezni, és könnyen beállíthatók a tevékenységek, altevékenységek, függőségek és határidők.
- A szoftver lehetővé teszi az erőforrások (munkaerő, anyagok, pénz) kezelését és azok hozzárendelését a projektfeladatokhoz, amely segít optimalizálni az erőforrások felhasználását és megfelelően elosztani azokat a projekt során.
- A Microsoft Project segítségével könnyen ütemezhetőek és időzíthetőek a projekttevékenységek. A feladatokhoz határidőket, kezdési és befejezési dátumokat rendelhetünk, és az ütemezés automatikusan frissül, amikor módosításokat hajtunk végre a programban.
- A szoftver lehetővé teszi a projekt költségek nyomon követését és kezelését. Különböző költségeket lehet hozzárendelni a projekt feladatokhoz, és megfigyelhetők a költségek tervezett és tényleges alakulása.

- A program lehetőséget biztosít a projektcsapat tagjai között a kommunikációra és együttműködésre. A feladatokhoz és projektelemekhez hozzáférhetnek a projektcsoporthoz tagjai, és könnyen megtudják osztani a dokumentumokat és az információkat.
- A Microsoft Project alakítható és testre szabható a projekt igényeinek megfelelően. Különböző projekt típusokhoz és méretekhez alkalmazkodhat, és testre szabhatók a feladatok, mezők és nézetek.
- A Microsoft Project kompatibilis más Microsoft Office alkalmazásokkal, például Excellel és PowerPointtal. Ez lehetővé teszi a projekttel kapcsolatos adatok és jelentések átkonvertálását más Office alkalmazásokba.

A Microsoft Project egy kiváló program a projektmenedzsment részére, amely segít a projektvezetőknek, valamint a projektben dolgozó csapatoknak hatékonyan tervezni, kezelni és nyomon követni a projekt alakulását.

A dolgozatomban feldolgozott projekt a 3.1-es alfejezetben említett Gantt-diagramot a Microsoft Project program segítségével szerkesztem meg. Mérföldkövek hozzáadásával a fejlesztés fontos állomásairól is teljes képet kapunk (Yeomans – Rogers, 2017).

3.4 Problémaelemzés – Problémafa

A problémafa egy strukturált módszer, amely segít az ok-okozati kapcsolatok vizsgálatában és a problémák gyökereinek beazonosításában.

A problémafa a szervezet problémáinak ok-okozati lebontása kisebb, egyszerűbb, áttekinthetőbb és jobban kezelhető részekre, amely révén nagyobb esély mutatkozik arra, hogy megvalósítható megoldást találjanak a problémákra. A problémafa alkalmazásával elkerülhető az a veszély, hogy a probléma elemzése helyett a megoldásokkal kezdjenek el foglalkozni.

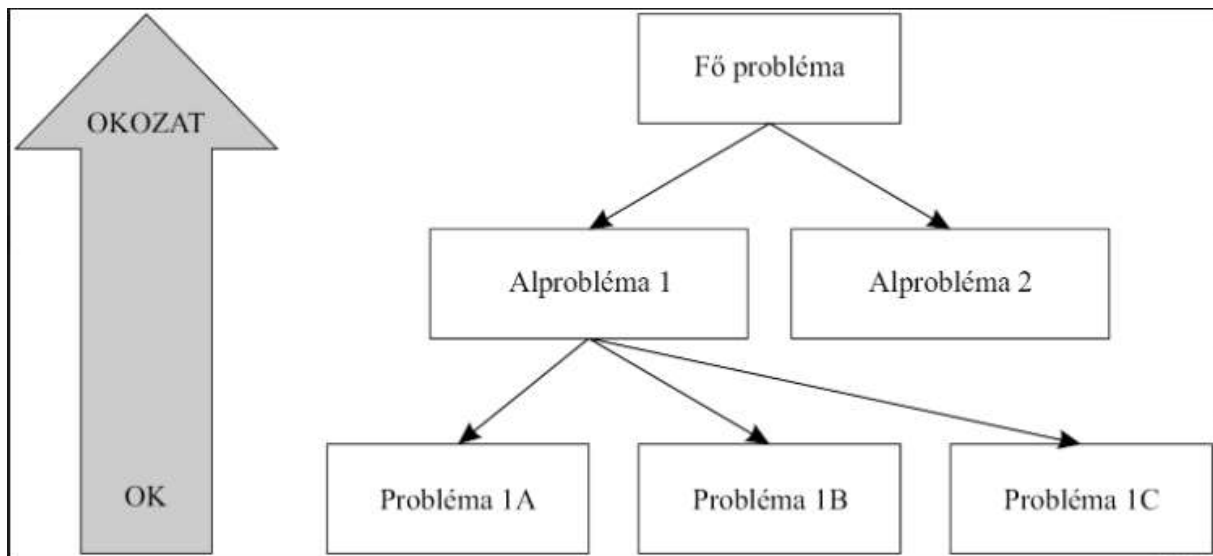
A fő problémát felbontjuk rész alproblémákra, amelyekkel ok-okozati kapcsolatban vannak. A fastruktúra az okok hierarchiájából alakul ki. A problémák feltárásához többféle módszer is alkalmazható, külső vagy résztvevői megfigyelés, interjú, kérdőív, másodlagos források, mint például a statisztikák. Azonosítani kell a legfőbb problémát és fel kell tárni az ehhez kapcsolódókat. A feltárt problémákat értékelni kell, és el kell helyezni a fa valamelyik szintjén. Ha a probléma ok, akkor az alsó szintre kerül (4.ábra).

A problémafa fejlesztést generáló módszer, hiszen a problémák gyökereinek és ok-okozati összefüggéseinek feltárása által javító és megelőző tevékenységeket lehet meghatározni.

A problémafa elemzés alkalmazása lehetővé teszi a távfűtés fejlesztési projekt során felmerülő problémák strukturált és alapos áttekintését, ami segít a hatékony megoldások megtalálásában és a projekt sikerességében (Kovács, 2017).

4. ábra: *Problémafa sémaképe*

Forrás: (Kovács Zoltán (2017) A termelő és szolgáltató rendszerek fejlesztésének főbb irányai)



4 Saját munka

4.1 A jelenlegi távfűtés és a fejlesztéssel elért eredmények bemutatása

A 2000-es évek elejétől a szolgáltató és fogyasztó számára a gazdaságilag egyaránt legelőnyösebb módot leginkább a jogszabályi keretek determinálták. Ezek olyan előnyös feltételeket teremtettek a kapcsolatan hő, és villamos energiát termelő távfűtő műveknek, hogy vétek lett volna ezekkel nem élni.

„A megújuló energiaforrásból vagy hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsolatan termelt villamos energia kötelező átvételéről és átvételi áráról” szóló 389/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet (KÁT: kötelező átvételi rendszer) már a kapcsolt energiatermelés letisztult szabályozását jelentette.

A 2000-es években a közepes vagy annál nagyobb városok sorra építették a gázmotoros vagy gázturbinás fűtőműveket: a gázzal gázmotort vagy gázturbinát működtettek, amellyel a hőenergiánál értékesebb villamos energiát termelő generátort hajtottak meg (mechanikai energia), távfűtésre pedig a fizika törvényszerűségei okán a mechanikai (elektromos) energia termelésére fel nem használható hőt vették igénybe. Ez előnyös volt a szolgáltatónak, mert különösen a nyári időszakban nyereséges volt, de a fogyasztónak is, mert előnyös áron jutott távhőhöz. A távhőszolgáltató tulajdonosa, jellemzően az önkormányzatok, pedig jelentős tőkét tudtak bevonni a szolgáltatás fejlesztésébe, modernizálásába.

A problémát az jelentette, hogy az áram árába beépítve ezt a folyamatot azok a fogyasztók is fizették, akik nem részesültek az előnyökből, (nem részesült a hőszolgáltatásból) mi több, ők vásárolták a legdrágábban a villamos energiát. Gyökeresen módosult ez a helyzet, amikor a KÁT (Kötelező átvételi rendszer a megújuló energiából termelt villamos energiatermelésben) 2011. májusától hatályos változtatása a fűtőerőművek kapcsolt energiatermelését kedvezőtlenül érintette, megszűnt a földgáz alapú kapcsolt energiatermelés támogatott áron való átvétele. Ezért a gazdaságosság, és nyereségesség érdekében a tulajdonosi kör vizsgálódott a miskolci KCE (kombinált ciklusú erőmű) éves üzem idejének megnövelésére, a tercier szabályozásban adódó bevételi források lehetősége miatt (Zöld et al., 2019).

A megvalósításhoz szükséges bizonyos technológiai feltételek előzményei a következők:

A forróvíz körök keringtetését, nyomástartását és pótvízellátását a MIHŐ Kft. végzi Tatár utcai kazánházban (MIFŰ Tatár utcai Fűtőmű) lévő berendezéseivel. A fogyasztóktól visszatérő forróvízbe először a geotermikus energiát táplálják be (prioritása a geotermikus energiának

van). A geotermikus energia-hasznosító berendezések kiépítésük óta prioritást élveznek, és az éves hőigénynek a java részét (kb. 50%-át) el lehet látni a geotermikus energiával.

Emiatt a MIFŰ Kft. berendezéseivel ellátandó hőigény az évek során az 1450 TJ/év-ről lecsökkent 400-500 TJ/év-re. A nyári időszakban csak a geotermális hő biztosítja a hőellátást, amely hőforrás az átmeneti időszakot is lefedi kb. 40 MWth hőteljesítményig. Hidegebb külső hőmérsékletek esetén nő a hőigény, és a forróvíz visszatérő hőmérséklete is, ezért termálvíz hőteljesítménye lecsökken, kb. 28 MWth-ig. A MIHŐ Kft. által lekötött maximális hőteljesítmény 170 MWth/év. A lekötött maximális hőteljesítmény 170 MWth a gázmotorokkal (21 MWth) és a forróvíz kazánokkal (két PTVM50 kazánnal (~2x50 MWth)) és egy PTVM kazánnal (~100 MWth) nagy biztonsággal kielégíthető, de ez sem a MVM MIFŰ számára, sem a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) számára nem volt optimális lehetőség. A MIFŰ számára azért, mert az egyik legértékesebb energiatermelő egysége a kombinált ciklusú erőmű áll, a MAVIR számára pedig egy fontos üzemegység kiesik a villamos energia rendszerszabályozásból, nem képezhet biztonsági tartalékot a beépített egységteljesítményével (Soltész - Szakács, 2019).

A KCE folyamatos villamos energiatermeléshez való rendelkezésre állásának szükséges megoldandó problémája a by-pass füstgázmegkerülő kémény létesítése. Ha a hőigény csökken, a gázturbinát vissza kell terhelni. Ez a névleges teljesítmény 50%-nál nagyobb mértékben nem lehetséges, nem beszélve arról, hogy ez esetben a légtéri kibocsátásra előírt határértékek sem tarthatók. Az 50%-tól nagyobb visszaterhelés igény szükségessé tenné a KCE leállítását, és a hőigény növekedésekor (például aznap este) az újraindítást. Az újraindítási folyamat a berendezések lehűlésétől függően 2-6 óra időtartamot igényel, ezért csak kényszerhűtők beépítésével lehet a leállítást elkerülni.

A folyamatos üzemhez a gázturbinát gyorsindítású tercier szabályozó egységként fogjuk felhasználni. Ez egy előre nem tervezhető üzemmód. A tercier szabályozásra vonatkozó előírások szerint a gázturbinának a nyíltciklusú üzemben maximum 15 perc alatt kapcsolnia kell a hálózatra és elkell érnie a névleges terhelését. Ebben az esetben a KCE berendezései közül csak gázturbina egysége működhetne nyílt ciklusban. Ehhez egy, a hőhasznosító kazán (HRSG) elé beépített by-pass kémény szükséges. Egy by-pass kémény azt is lehetővé teszi, hogy egy, a gőzoldalon szükséges rövid javítás idejére sem kellene leállítani a gázturbinát, és szerepe lehet egy vészhelyzeti leállításkor is. Ez nem előre tervezhető üzemmód. A tercier szabályozás maximális évi 200 üzemóra körül lehet.

A tercier szabályozás a villamosenergia-rendszer fizikai szabályozásának egyik eszköze. Tercier üzemmód esetén tehát a KCE értelemszerűen nem termelhet hőt, viszont téli időszakban

is bekérheti a MAVIR Zrt. (MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt.).

Gazdasági elemzés végrehajtása után az eredmények és azok értékelése kulcsfontosságú lépései a döntéshozatalnak. Az elemzés eredményeit értékelve a vállalat vagy projekt menedzsmentje jobban megértheti a jelenlegi állapotot, felkészülhet a jövőre és megalapozhatja a stratégiai döntéseket. Az alábbiakban a 3-as pontban leírt szempontok alapján kapott eredményeket alkalmazom. Fontos megjegyezni, hogy a gazdasági elemzés értékelése során fontos adatok megbízhatóságának és az elemzés módszereinek kritikus értékelése. A döntéshozóknak tisztában kell lenniük az elemzés korlátaival és azokkal a tényezőkkel, amelyek befolyásolhatják az eredményeket (MVM MIFÜ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

4.2 Projekt részletes leírása

Az erőműben kombinált ciklussal (CCGT) kapcsolt energiatermelést (CHP) valósítanak meg. A gázturbina füstgázának hőjével a hőhasznosító kazánban megtermelt gőzzel gőzturbinát hajtanak meg, és mind a kettő turbina, gáz és gőzturbina egy villamos generátort hajt meg. A gőzturbina gőzkondenzátora egyben fűtőkondenzátor, amely víz oldalon két városi hőkörmek megfelelően két félre van osztva. A lekondenzálódott gőz a kondenzátor alján összegyűlik és onnan visszajuttatják szivattyúk segítségével a hőhasznosító kazánba gőzfejlesztésre.

Az KCE korábban úgy lett tervezve és megvalósítva, hogy kizárólag a fűtési szezonban (november közepétől március közepéig) tud és képes üzemelni, és a miskolci távhőrendszer (MIHŐ Kft) részére hosszútávú 20 évre megkötött hőszolgáltatást biztosít.

A technológiai korlátok miatt a KCE április és októberi időszak között nem képes villamos vagy hőszolgáltatást biztosítani, mert csak kombinált ciklusban képes üzemelni és a megtermelt hőt nem tudja „hová tenni” a melegebb időszakokban igényelt alacsony hőmérsékletű hőszolgáltatás miatt.

A piaci körülmények elsősorban a villamos energia árak és igények azonban úgy alakultak, hogy a KCE II. Ütem nevű projekt keretében megépítésre kerül egy kényszerhűtő és egy by-pass rendszer (kémény + füstgázcsatorna rendszer) amely lehetővé teszi a gázturbina fűtési szezonon kívüli, úgynevezett nyílt-ciklusú, másnéven by-pass üzemelést (csak gázturbina üzemel a by-pass kéményt használva, amin keresztül a füstgáz hőhasznosítás nélkül a szabadba

kerül, a jelenlegi környezetvédelmi előírások mellett. Ezáltal csak villamos energiatermelés valósul meg hőtermelés nélkül).

A tervezett projekt célja, hogy a korábban jelentős beruházási összegből létesített kombinált ciklusú gázturbina (KCE) a lehető legnagyobb kihasználtsággal üzemeljen az adott naptári évben. Az év bármely időszakában rendelkezésre álljon a MAVIR számára, mint gyorsindítású villamosenergia termelőegység. Ehhez korábban már megvalósított és megvalósítandó egységek a következők:

- A gázturbina Siemens SGT 700 típusú gázturbina tüzelőanyaga földgáz, nettó villamos teljesítménye 38,407MW a bemenő maximális hőteljesítmény 80,752MW. A gőzturbina nettó villamos teljesítménye 11MW.
- A cél eléréséhez: egy by-pass kémény telepítése vált szükségessé, amely nélkül a kombinált ciklusú erőmű nem üzemelhetett a technológiai korlátok miatt, ugyanis a gázturbinából kilépő forró 5-600°C-os füstgázt nem lehetett a nyári időszakban üzem kívül helyezett hőhasznosítón keresztül engedni, mert az a technológiai berendezésben jelentős kárt okozva, a hőhasznosító egység tönkremenetelét eredményezné. A by-pass rendszer-műszaki paraméterei a következők: kémény 35m magas, 2,8m átmérőjű hang és hőszigetelt acél anyagú kémény beépített hangtompítóval. A gázturbina és a gőzturbina hőhasznosító fűtőkondenzátora között egy közel 10m hosszú 3x3,5m-es négyszög keresztmetszetű füstcsatorna van, a by-pass kéményt erre a szakaszra tervezik beépíteni. A by-pass kéményt egy gyors füstgázcsappantyúval választják le a jelenlegi füstgáz rendszertől. A by-pass üzemmódban a gázturbina üzeme az évi 200 üzemórát nem haladhatja meg.
- A KCE üzemeltetésének feltétele a 95-105°C-os előremenő víz hőmérsékletének a biztosítása. A kiadott forróvíz hőmérsékletének további növeléséhez a vízoldalon a fűtőkondenzátorral sorba kapcsolt magasabb nyomású gőzzel fűtött (gőzturbina megcsapolásaiból fűtött) csúcshőcserélők (CSH1,2) beépítése tervezett.

A csúcshőcserélők üzemeltetésük során csak annyi gőzt vesznek el a gőzturbináról a megcsapolásain keresztül, amennyit a kiadandó forróvíz hőmérséklet emeléséhez szükséges, a többi gőz tovább tud expandálni a fűtőkondenzátor alacsonyabb nyomásáig, ezáltal a megmaradt gőzmennyiségből a gőzturbina a lehető legtöbb villamos energiát képes előállítani. A csúcshőcserélők 2db egyforma vízszintes elrendezésű U-csöves hőcserélő. A koncepcióterv (jövőkép) arra a következtetésre jutott, hogy a KCE gazdaságos üzemét a földgáz és villamos energia árak arányának kedvezőbbé válásán túl a KCE-ből szolgáltatható kapcsolt hőenergia mennyiségének

növelése (ezzel a PTVM kazánokban földgáz és szén-dioxid kibocsátás megtakarítás érhető el) teheti lehetővé. A kapcsoltan termelhető hőenergia az előzőekben bemutatott műszaki megoldással (gőzfűtésű csúcshőcserélő beépítése) növelhető a téli időszakban, illetve az elmúlt időszakban a villamos energia árak a földgáz árakhoz képest nagyobb mértékben növekedtek.

Névleges paraméterei a következők: a fűtőgőz nyomása 1,8 bar hőmérséklete 177°C a kilépő vízhőmérséklete 104,8°C vízárama 324 t/h hőteljesítménye 8MW.

- A fűtőkondenzátor két forróvízkörébe egy-egy száraz kényszerhűtő beépítése van tervezve. A kényszerhűtők telepítésével oldható meg, hogy amennyiben a hőigény drasztikusan lecsökkenne vagy megszűnne akkor a gázturbina teljes terhelésen üzemben maradhat. A kényszerhűtő rendszernek köszönhetően az erőmű kombinált ciklusban sokkal „üzembiztosabbá” vált a rendkívül változó időjárás esetén, és igény esetén a fűtési szezon előtt már korábban el tud indulni (akár már szeptember is) és tovább tud üzemben maradni (április-május). Mivel a KCE kiszolgáltató az egyre szélsőségesebb időjárásnak, ezáltal a külső hőmérséklet, vagyis a miskolci távhőrendszer szükséges hőigénye szabályozza és korlátozza, a telepített kényszerhűtő rendszernek köszönhetően számos forced outage, vagyis kiesést tudott elkerülni a MIFŰ Kft. Ezek a kényszerű kiesések súlyos anyagi következményekkel járnak a szolgáltatónak, egyrészt mert bevételkiesést okoz a meg nem termelt villamos energia, másrészt a lekötött menetrendtől (előre értékesített villamos energia) való eltérés miatt kiegyenlítő energia díjat köteles fizetni, amelynek összege az aktuális időszak tőzsdei villamosenergia árától függ. Műszaki paraméterei a következők, kilépő vízhőmérséklet 75°C vízáram 648t/h hőteljesítménye 15MW befoglaló mérete 6,6x10m.

KCE II. Ütem nevű projekt keretében a projektben meghatározott egységek megvalósítása és üzembehelyezése 2021-2023-ig 18 hónapos átfutási idővel történt. A gazdaságossági vizsgálat során az elsődleges szempontként a kiadandó hőmennyiségének maximalizálása a cél, ezáltal a szekunder le (MAVÍR által lekötött szabályozási forma, amely lehet primer, szekunder és terciér szabályozás) szabályozás lehetősége került figyelembevételre, amely lehetséges plusz bevételként jelentkezik, de természetesen az előzőekben ismertetett műszaki megoldások lehetővé tesznek hőigény követő és részterhelés, plusz szekunder fel szabályozás üzemmódot is (MVM MIFŰ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

4.3 Beruházási költségek

A projekt beruházási költségbecslése a főberendezésekre kapott előzetes ajánlatok alapján, illetve az elmúlt időszak árváltozási trendjei alapján lett meghatározva. Az alábbi táblázatokban szemléltetem az egyes berendezések létesítéséhez kapcsolódó, a szállítói ajánlatokban szereplő költségeken felüli összes felmerülő egyéb költséget tartalmazó költségbecslést.

1. Táblázat: Csúcs hőcserélők beruházási költségei

(Forrás: saját munka)

Csúcs hőcserélők beépítése	Tervezés	Anyag	Kivitelezés	Összesítés MFt
Gépészet				
Csúcs hőcserélők telepítése, csővezetéki munkák		155	45	200
Szerelvények, szabályozók beépítése	40	15	15	70
Gépészeti bontások, áthelyezések	8		16	24
Építészet				
Újberendezés alapok kialakítása	8		22	30
Építészeti bontások, áthelyezések			10	10
Villamos és irányítástechnika				
Villamos berendezések	6	3	5	14
Irányítástechnika (mérések, programozás)	14	7	9	30
Költségösszesítő				
Gépészet	48	170	76	294
Építészet	8		32	40
Villamos és irányítástechnika	20	10	14	44
Tartalék 5%				19
Összesen	76	180	122	397

A 2db csúcs hőcserélő beruházási költségbecslése 5% tartalék képzéssel tervezetten 397 millió forintba kerül (MVM MIFÜ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

2. Táblázat: Kényszerhűtők beruházási költsége

(Forrás: saját munka)

Kényszerhűtők beépítése	Tervezés	Anyag	Kivitelezés	Összesítés MFt
Gépészet				
Kényszerhűtők		310	45	355
Kényszerhűtő szivattyúk, vezetékek	45	30	18	93
Gépészeti bontások, áthelyezések	7		11	18
Építészet				
Új berendezésalapok kialakítása	9		22	31
Építészeti bontások, áthelyezések			11	11
Udvartéri távhőnyomvonal kialakítása	5		13	18
Villamos és irányítástechnika				
Villamos berendezések	11	15	13	39
Irányítástechnika (mérések, programozás)	13	8	14	35
Költségösszesítő				
Gépészet	52	340	74	466
Építészet	14	0	44	58
Villamos és irányítástechnika	24	23	27	74
Tartalék 5%				30
Összesen	90	363	145	628

A kényszerhűtők beruházási költségbeclése 5% tartalék képzéssel tervezetten 628 millió forintba kerül (MVM MIFÜ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

3. Táblázat: By-pass kémény beruházási költsége

(Forrás: saját munka)

By-pass kémény telepítés	Tervezés	Anyag	Kivitelezés	Összesítés MFt
Gépészet				
By-pass kémény beépítése	18	105	13	136
Meglévő füstsatorna bontása	12	14	14	40
Gépészeti bontások, áthelyezések	5			5
Építészet				
Új berendezés alap kialakítása	10		22	32
Épülettető kivágása	5		12	17
Villamos és irányítástechnika				
Villamos berendezések	8	3	3	14
Irányítástechnika (mérések, programozás)	9	3	14	26
Költségösszesítő				
Gépészet	35	119	27	181
Építészet	15	0	34	49
Villamos és irányítástechnika	17	6	17	40
Tartalék 5%				14
Összesen	67	125	78	284

A by-pass kémény telepítésének becsült beruházási költsége tartalék képzéssel 284 millió forintra tehető.

A táblázatok összesítése után meghatározható, hogy a Kombinált Ciklusú Erőmű II elnevezésű projekt teljes becsült beruházási költsége 1309 millió forintra tehető (MVM MIFÜ Tatar utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

4.4 Működési költségek

A KCE üzemelése során a folyamatos üzemmel járó, állandó és változó üzemeltetési és karbantartási költségek merülnek fel az alábbiak alapján:

- A gázturbina és a gőzturbina karbantartásával kapcsolatos üzemóraszám függő tételek a karbantartási szerződésben foglaltak alapján közel 80 MFt/év nagyságrendű fix költségeket jelent. (4.táblázat)
- A KCE gázturbinán és gőzturbinán kívüli rendszereinek változó karbantartási költségei. (4.táblázat)
- A KCE üzemeltetéséhez kapcsolódó anyagköltségek (víz, vegyszer, egyéb fogyó anyagok stb.). (4.táblázat)
- A KCE üzemével kapcsolatos egyéb változó költségek (környezetterhelési díj, vásárolt villamos energia, CO₂ kibocsátás költsége stb.) (MVM MIFÜ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019). (4.táblázat)

4.5 Bevételek

A gazdasági vizsgálat során felhasznált szempontokat összekell vetni, szekunder és tercier szabályozás esetén, annak érdekében, hogy melyik szabályozási mód generál nagyobb bevételt a társaság részére.

- Szekunder szabályozásban lekötött KCE gazdasági mutatói: Mint korábban megírtam a KCE lefelé irányuló terhelése, maximálisan 18MW lehet a technológiai korlátok miatt, ezért számításnál ez a bázisképző adatunk.
- A lefelé irányuló szekunder szabályozásánál a kapacitás értékesítése során az lett feltételezve, hogy az energia díjból nem keletkezik többlet eredmény, mivel a tényleges szabályozás esetén a KCE földgáz és szén-dioxid költség megtakarítása vélhetően magasabb, mint a leterhelés miatt kieső hőmennyiséget pótló PTVM kazánok földgáz és szén-dioxid költség többlete.
- A téli időszakban szükséges földgázlekötés növelésével járó többletköltség +17,5 MW esetén (1850 Nm³/h) földgáz lekötését jelenti.
- A szekunder le-szabályozás rendelkezésre állási díj bevétele a felajánlható 18 MWh kapacitás, 2808 üzemóra (a 3120 óra/téli időszakra 90 %-os kihasználtsági arányt feltételezve) és 1500 Ft/MW/h rendelkezésre állási díj szorzataként került meghatározásra.
- a villamos energia 18 Ft/kWh egységáron került számításban
- a földgáz változó költség 2300 Ft/GJ, és

- a szén-dioxid kvóta ár a jelenlegi egységárak 27 EUR/t szinten maradását feltételezve került figyelembevételre.
- A gazdaságossági elemzés a KCE 2021-es indulását feltételezve, 2027-es kitekintéssel (eddig hatályos a MIHŐ és a MIFŰ hosszú távú szerződése), vagyis 7 üzemi évre készültek el.
- a gazdaságossági számítások azzal a feltételezéssel készültek, hogy a keletkező többlet eredmény a hatósági hő ár megállapítását nem érinti, vagyis az elért többlet eredményt az ármegállapítás során figyelmen kívül hagyják.

A KCE üzemeltetésével téli időszakokban fentebb sorolt szempontok szerint várható bevételeket és kiadásokat az alábbi táblázat mutatja be:

4. Táblázat: MIFŰ KCE szekunder szabályozás téli árbevétele

(Forrás: MVM ERBE)

Megnevezés	Mértékegység	1. év	2. év	3. év	4. év	5. év	6. év	7. év
Bevétel rendszerszintű szabályozásból	MHUF	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8
Üzemóra rendszerszintű szabályozás	h	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808
LE - Felajánlott átlagos teljesítmény	MW	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
LE - Rendelkezésre állási díj	HUF/MW/h	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
KCE villamos energia értékesítése bevétele	MHUF	2 140,6	2 140,6	2 140,6	2 140,6	2 140,6	2 140,6	2 140,6
KCE villamos energia értékesítés	MWh	118 920	118 920	118 920	118 920	118 920	118 920	118 920
Átlagos villamos energia értékesítési ár	HUF/kWh	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
KCE földgázfelhasználás költsége	MHUF	2 210,6	2 210,6	2 210,6	2 210,6	2 210,6	2 210,6	2 210,6
KCE földgázfelhasználás	GJ	961 121	961 121	961 121	961 121	961 121	961 121	961 121
Gáz változó ktg.	HUF/GJ	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300
KCE CO2 kibocsátás költsége	MHUF	480,4	480,4	480,4	480,4	480,4	480,4	480,4
CO2 kibocsátás	t	53 919	53 919	53 919	53 919	53 919	53 919	53 919
CO2 kvóta egységár	HUF/t	8 910	8 910	8 910	8 910	8 910	8 910	8 910
KCE vásárolt villamos energia költség	MHUF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
KCE környezetterhelési díj	MHUF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
KCE földgáz lekötési többlet költség (17,5 MW)	MHUF	52,1	53,7	55,3	56,9	58,7	60,4	62,2
GT+ST karbantartási költség	MHUF	278,2	0,0	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0
KCE egyéb karbantartási költség	MHUF	20,6	21,2	21,9	22,5	23,2	23,9	24,6
Egyéb anyag költség	MHUF	10,3	10,6	10,9	11,3	11,6	11,9	12,3
I. KCE üzemmenet hatása az alap üzemmenetre								
- PTVM kazánok földgázfelhasználás csökkenése (KCE által megtermelt hőre jutó)	MHUF	-618,6	-618,6	-618,6	-618,6	-618,6	-618,6	-618,6
PTVM kazánok földgázfelhasználás csökkenése (KCE által megtermelt hő erejéig a téli időszakban)	GJ	268 963	268 963	268 963	268 963	268 963	268 963	268 963
II. KCE üzemmenet hatása az alap üzemmenetre - PTVM kazánok CO2 kibocsátás csökkenése	MHUF	-134,4	-134,4	-134,4	-134,4	-134,4	-134,4	-134,4
PTVM kazánok CO2 kibocsátás csökkenése	t	15 089	15 089	15 089	15 089	15 089	15 089	15 089
III. KCE üzemmenet hatása az alap üzemmenetre - Vásárolt villamos energia csökkenése	MHUF	-14,6	-14,7	-14,8	-14,9	-15,1	-15,2	-15,3
KCE téli üzemmenet eredménye (100%-os alapterhelés és szekunder piaci le szabályozás)	MHUF	-68,2	207,6	206	202,7	200,1	178,9	194,6

A táblázatból jól látható, hogy a KCE fentiek szerinti üzeme már eredményezhet pozitív cash-flow-t, az első év negatív eredménye, hogy a gázturbina és a gőzturbina aktuális felújítása jelentős költséget eredményezett. Az évről évre csökkenő bevételt a KCE karbantartási és egyéb karbantartási költségeinek kisebb mértékű emelkedése, valamint a földgáz lekötési többletköltség emelkedése okozza (MVM MIFÜ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

Vizsgáljuk meg a KCE gazdasági mutatóit tercier szabályozásban:

- Tercier üzemmód esetén értelemszerűen a KCE nem termelhet hőt, viszont téli időszakban is bekérheti a MAVIR Zrt., ezért a szekunder üzemmódhoz hasonlóan szükséges a MIFÜ rendelkezésére álló lekötött földgázteljesítmény felülvizsgálata. Ezt az indokolja, hogy a KCE-nek szükség esetén fel kell tudni terhelni 100%-os teljesítményre, de a hőigényeket ebben az esetben is ki kell tudni elégíteni a MIFÜ berendezéseinek. A földgáz lekötési költségekkel történő ésszerű gazdálkodás a gázturbina tercier üzeme esetén már nem indokolja, hogy a gázmotorok üzemét szükség esetén ne lehessen korlátozni, hiszen a tercier szabályozás a tapasztalatok szerint csak nagyon ritkán kerül ténylegesen igénybevételre.

Ennek az elvnek megfelelően a földgáz lekötés az alábbiak szerint vehető figyelembe:

- A jelenleg lekötött földgáz kapacitás 168,2 MW, így a téli tercier üzemmódhoz az előzőek értelmében 28,8 MW (3300 Nm³/h) plusz földgáz lekötéssel szükséges számolni. A gáz fűtőértékét 31,5MJ/m³-rel vettem számításban.
- A gázturbina tercier üzemmódú funkciójának energetikai jellemzőit az alábbi táblázat mutatja be:

5. Táblázat: Tercier üzemmód energetikai jellemzők

(Forrás: MVM ERBE)

Jellemző	Mértékegység	Nyár	Átmeneti	Tél
GT terhelés	%	100	100	100
Időszak hossza	h	4 272	2 160	2 160
Hőmérséklet	°C	30	15	5
Villamos teljesítmény	MW _e	25	27	29
Földgáz felhasználás	MW	73,9	80,3	84,6

- A KCE tercier álló tartalék funkciójú üzeme kapcsán a téli időszakban szükséges földgáz lekötés növelésével járó többletköltségen kívül jellemzően az alábbi változó üzemeltetési és karbantartási költségek merülnek fel: a gázturbina eddigi üzemóraszám 21 000 h volt, a következő üzemóraszám függő karbantartás 40 000 h-nál esedékes, amit tervezhetően tercier üzemmód esetén nem ér el a gázturbina.
- Tesztindítások költsége.
- A tercier szabályozás rendelkezésre állási díj bevétele a felajánlható kapacitás és az elmúlt időszak átlagos rendelkezésre állási díja (3000 HUF/MW/h), valamint az adott időszak óráinak szorzataként került meghatározásra.
- A tercier üzemmódú működést a tesztindítások becsült költségén és a téli időszakban a hőigények miatt lekötendő többlet földgázkapacitás költségén kívül más költség lényegében nem terheli, hiszen a gázturbina tercier üzemmódban nagyon alacsony óraszámokban üzemel és a minden évben felmerülő preventív és korrektív karbantartási költségeket a jelenlegi, hatósági hőárban is elismert karbantartási költségek már tartalmazzák.

A tercier üzemmóddal a fentiek szerint elérhető többlet eredményeket a 6. táblázat mutatja be. A 6. táblázatból jól látható, hogy a tercier üzemmódnak még a többlet földgáz lekötési költséggel terhelt téli időszakban is pozitív a hozadéka, azaz olyan pénzáramot termel, amiből a kapcsolódó beruházási költségek gyakorlatilag kevesebb mint három év alatt megtérülhetnek, vagyis a gázturbina tercier tartalékként történő hasznosítása gazdaságilag racionális döntésnek bizonyulhat.

Mind a kettő szabályozási formából elért bevétel pozitív pénzáramot eredményez, a tercier szabályozással történő KCE kapacitás lekötése gazdaságosabbnak bizonyul a vállalat részére. (MVM MIFÜ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

6. Táblázat: MIFŰ KCE tercier szabályozás éves árbevétele

(Forrás: MVM ERBE)

TÉL időszak									
	Mértékegység	Bázis	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Bevétel rendszerszintű szabályozásból	MHUF	187,9	94,0	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
<i>Üzemóra rendszerszintű szabályozás</i>	h	2 160	1 080	2 160	2 160	2 160	2 160	2 160	2 160
<i>FEL - Felajánlott átlagos teljesítmény</i>	MW	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
<i>FEL - Rendelkezésre állási díj</i>	HUF/MW/h	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Tesztindítások költsége	MHUF	3,8	2,1	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Földgáz lekötés többlet (28,8 MW) költsége	MHUF	80,8	41,6	85,8	88,3	91,0	93,7	96,5	99,4
<i>Gáz lekötés</i>	MJ/h	103 680	103 680	103 680	103 680	103 680	103 680	103 680	103 680
<i>Gáz lekötési díj</i>	HUF/MJ/h	779,7	803,1	827,2	852,0	877,6	903,9	931,0	958,9
Karbantartás változó költség	MHUF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GT téli időszak üzemmenetének hozadéka (felszabályozás tercier piacon)	MHUF	103,3	50,2	97,3	94,8	92,1	89,4	86,6	83,7
ÁTMENETI időszak									
	Mértékegység	Bázis	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Bevétel rendszerszintű szabályozásból	MHUF	175,0	87,5	175,0	175,0	175,0	175,0	175,0	175,0
<i>Üzemóra rendszerszintű szabályozás</i>	h	2 160	1 080	2 160	2 160	2 160	2 160	2 160	2 160
<i>FEL - Felajánlott átlagos teljesítmény</i>	MW	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
<i>FEL - Rendelkezésre állási díj</i>	HUF/MW/h	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Tesztindítások költsége	MHUF	3,8	2,1	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Földgáz lekötés többlet költsége	MHUF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Karbantartás változó költség	MHUF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GT átmeneti időszak üzemmenetének hozadéka (felszabályozás tercier piacon)	MHUF	171,2	85,4	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
NYÁR időszak									
Kölségtételek	Mértékegység	Bázis	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Bevétel rendszerszintű szabályozásból	MHUF	320,4	160,2	320,4	320,4	320,4	320,4	320,4	320,4
<i>Üzemóra rendszerszintű szabályozás</i>	h	4 272	2 136	4 272	4 272	4 272	4 272	4 272	4 272
<i>FEL - Felajánlott átlagos teljesítmény</i>	MW	25	25	25	25	25	25	25	25
<i>FEL - Rendelkezésre állási díj</i>	HUF/MW/h	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Tesztindítások költsége	MHUF	7,5	4,1	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Földgáz lekötés többlet költsége	MHUF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Karbantartás változó költség	MHUF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GT nyári időszak üzemmenetének hozadéka (felszabályozás tercier piacon)	MHUF	312,9	156,1	310,9	310,9	310,9	310,9	310,9	310,9

4.6 Megtérülési időszak és megtérülési ráta

A KCE üzemeltetéséből várható többletbevételek a villamos energia értékesítéshez kapcsolódó bevételek, a hőenergia értékesítéshez kapcsolódóan a PTVM kazánok földgázfelhasználásának csökkenése, szekunder szabályozás rendelkezésre állási díja és az ezen működéshez kapcsolódó

többség tüzelőanyag és működési költségek különbségét kell szembe állítani a beruházási költségekkel, hogy a várható megtérülés megítélhető legyen.

Projektünk egy létesítő beruházás, amelynél információt akarunk kapni arról, hogy a beruházásunk javasolt-e, valamint a beruházásunk mennyi idő alatt térül meg Nettó jelenérték Net Present Value (NPV) meghatározásánál szükséges néhány információ a vállalat gazdasági mutatójáról:

- Kezdeti pénzáram, amely a projekt bekerülési értéke, projektünk esetén ez az összeg 1309 millió Ft (4.3-as fejezet)
- Gazdasági tevékenységből származó pénzáramok: kiadások és bevételek, tercier szabályozásban az első éves bevétel, még lényegesen kevesebb, de pozitív a cash-flow mérlege.

7. Táblázat: Éves bevételek összesítő

(Forrás: MVM ERBE)

1. évben (2021)	2. évben (2022)	3. évben (2023)	4. évben (2024)	5. évben (2025)	6. évben (2026)	7. évben (2027)
291,7MFt	578,3MFt	575,8MFt	573,1MFt	570,4MFt	567,6MFt	564,7MFt

A 8. táblázatban a világbanki mutatókat számítását összesítem

A diszkontált tényező kamatlábnak 10%-ot vettem alapul

8. Táblázat: Világbanki mutatók számítása

(Forrás: saját szerkesztés)

Beruházási Ktg.(I)	Folyamatos ktg.(C)	Bevétel (R)	R-I-C	Diszkonttényező	Diszkontált beruházási ktg.PV(I)	Folyamatos ktg jelenértéke PV(C)	Bevétel jelenértéke PV(R)
1309	0	0	-1309	0,91	1190,00	0	0
	49	578,3	529,3	0,83	0,00	40,50	477,93
	100,1	575,8	475,7	0,75	0,00	75,21	432,61
	102,6	573,1	470,5	0,68	0,00	70,08	391,44
	15,3	570,4	555,1	0,62	0,00	9,50	354,17
1309	267	2297,6			1190,00	195,28	1656,15
NPV	270,87						
BCR1	1,20						
BCR2	1,23						
IRR	20%						

A számítások alapján látható, hogy a beruházás megvalósítása javasolt, mivel a mutatók mindegyikének értéke megfelelő. Az NPV pozitív, a hozam-költségarány mutatók értéke meghaladja az 1-et, míg az IRR megmutatja, hogy 10%-os kalkulatív kamatláb duplája mellett is épp megtérülne a beruházás.

9. Táblázat: Megtérülési idő számítása

Év	Diszkonttényező	Beruházási költség (M Ft)	Összes bevétel (M Ft)	Beruházási ktg. Jelenértéke (MFt)	Bevétel jelenértéke (MFt)	Halmazott bevétel (MFt)	Megtérülés
1	0,91	1309		1190	0	0	
2	0,83		578,3		477,9338843	477,9338843	
3	0,75	0	575,8		432,6070624	910,5409467	
4	0,68	0	573,1		391,4350113	1301,975958	
5	0,62	0	570,4		354,1735227	1656,149481	
6		0	0		0	1656,149481	
7		0	0		0	1656,149481	
8		0	0			1656,149481	
Össz.		300	2297,6	1190	1656,149481		

A beruházás tehát a 4. év során a vizsgált adatok alapján dinamikus számítások szerint megtérül.

4.7 Kockázat elemzése

A beruházásunk elemzése során kezdetben sok becsült adatot alkalmazunk, így a valószínűnek tartott jövőbeli értékek, árak, költségek, valamint adók alapján tervezett likviditási forrásokkal számolunk. Mivel ezek a pénzáramok becsült adatok, valódi kimenetelük rosszabb és kedvezőbb is lehet. Ez jellemző a hosszú távú beruházásoknál. Minden bizonytalanságot kockázatként kell kezelni a beruházásunkban.

Ezek a kockázatok olyan nem várt események vagy tényezők, amelyek negatív hatással vannak a célok elérésére vagy a projekt eredményességére.

Ezeket a kulcstényezőket be kell azonosítanunk, illetve a kockázatokat a döntési modellbe be kell építenünk a projekt sikeressége érdekében.

A kockázatelemzés veszélyforrásait az alábbiak alapján csoportosítható:

- Ütemezés:
 - Csúszik a kritikus úton lévő tevékenységeink
 - Túl optimistán határoztuk meg a résztvékenységek időintervallumait

- Külső tényezők hatása (például időjárás miatt nem folytatható a tevékenység, erős szélben nem lehet daruzni)
- Túl sok a résztvétekenységet építettünk a projektbe
- Erőforrások:
 - Hiányoznak a szükséges erőforrások
 - A beruházás finanszírozása menet közben változik
 - Megemelkednek a költségeink
 - Nem megfelelően rendelkezünk az erőforrásaink felett
- Célok
 - Változik a beruházásunkat érintő követelmény
 - Nem várt meghibásodások
 - A humán erőforrás elvándorlása, cserélődése

A kockázatkezelés alkalmazott eszközeivel a projektünket érő hatások kezelhetőek az alábbi módon:

- Hálótervező programok segítségével gyorsan módosítani tudjuk a változásokat
- A meghatározó tevékenységeknél mérföldköveket alkalmazunk
- Az erőforrásokból megfelelő tartalékot kell képeznünk
- A támogató programok hatékony és gyors információt biztosítanak, veszjelzést adnak erőforrás túlterheltség, vagy a feladatok többletidő felhasználása miatt
- Tevékenységek dokumentálása
- Több projektterv változatot kell készítenünk a negatív hatások bekövetkezése esetén

A projekt életében meghatározó szerepe van a kockázatok időben történő felismerése és kezelésének. A projektben történő változásokat szabályozottan kell megtennünk, a projekt támogató programok segítségével számos felmerülő probléma megelőzhető és kezelhető (Davidson, 2000).

4.8 Környezeti hatásvizsgálat

A környezeti hatásvizsgálat célja, hogy meghatározzuk a projekt lehetséges környezetre gyakorolt hatásait, valamint a lehetséges következményeket. A környezeti hatásvizsgálatot a projekt tervezési fázisban olyan projekteknél alkalmazzuk, amelyek jelentős környezeti hatással járnak.

2017. július 31-én megjelent az Európai Bizottság 2017/1442 végrehajtási határozata az ipari kibocsátásokról szóló 2010/75 EU irányelv szerinti legjobb technikákkal kapcsolatos meghatározásáról.

Az elérhető legjobb technikákkal (BAT) szerinti értékelés elvégzésre került, amely az alábbiakat tartalmazza:

- Nyomon követés, a BAT a levegőbe és a vízbe történő kibocsátásokkal kapcsolatos lényeges paraméterek nyomon követése. A KCE létesítésekor a 150m magas kéményhez vezető füstgázcsatornához egy mintavételi pontot létesítettünk, illetve folyamatos emisszió mérőrendszert telepítettünk, és ezt adatgyűjtő PC-n megjelenítjük és az adatokat tároljuk.

- Általános környezeti és tüzelés teljesítményre vonatkozóan:

Egyféle tüzelőanyagot, földgázt alkalmazunk, amelynek minősége állandó. a létesítmény szén-dioxid kibocsátásával kapcsolatban nyomon követési rendszert alkalmazunk.

A karbantartás rendszeres és előírt lesz.

A KCE erőműben az NO_x kibocsátásának csökkentésére csak elsődleges technikát alkalmazunk, amelyben DLE égőket alkalmazunk.

A gázturbina kibocsátási határértéke 50MW névleges teljesítményig az előírt követelményt nem haladja meg. A határértékek a következők:

- Nitrogén-oxidok 75mg/Nm³ füstgáz
- Szén-dioxid 100mg/Nm³füstgáz
- Korom (Bacharach skála szerinti feketedési szám) 4g/Nm³ füstgáz

Az erőművet úgy tervezzük, hogy az üzemeltető személyzet képes legyen az esetleges veszélyhelyzetek minimalizálására, valamint elkerülhető legyen az aránytalanul magas költségekkel járó kiesések.

- Energiahatékonyság, az erőmű tüzelése optimalizálására került, a turbinát 18db száraz alacsony kibocsátású Dry Low Emission égővel valósítjuk meg.

A gőzciklus nyomását maximálisan a távhőszolgáltatáshoz igazítják.

A költséghatékonyságot szem előtt tartva a villamos berendezések meghajtását, frekvenciaváltóval ellátott motorral valósítjuk meg.

- Vízfogyasztás és vízbe történő kibocsátások, az erőmű ionmentes vizet a saját egységében állítja elő.

Az erőmű technológiájából, leiszapolásból és lelúgozásból adódó víz nem számottevő mennyiségét közcsatornára juttatjuk, ennek minősége nem sokban marad el az ivóvíz minőségétől.

- Zajkibocsátása az üzem legtöbb berendezése zajszigetelt üzemcsarnokban van elhelyezve, így azok már az üzemterületen leárnyékolják. A turbina egység zajvédő tokozattal van ellátva és zajszigetelt üzemcsarnokban. A by-pass kéményre zajtompítót szereltünk. Az üzem zajszintje nem haladja meg az előírt értéket, ami nappal 50dB és éjszaka 40dB-el lehet maximálisan.
- Élővilág esetén a létesítmény védett, védelemre tervezett, a telephely környezetében természetes, természetközeli növénytakarítás nincs, a hosszú évek óta folyó ipari tevékenységek következtében az élővilág jelentős mértékben degradálódott (EU energy in figures, Statistical Pocketbook, 2018).

4.9 Piaci elemzés

Piaci elemzés révén tudunk felkészülni a vállalkozásunkat érintő környezetünk által generált nem várt eseményekre. Segít megismerni az adott üzletágat és a benne szereplő versenytársakat.

A piaci elemzésnél meg kell határozni, hogy:

- Kik a potenciális vevőink,
- Információt kell szerezni róluk
- Eladható-e a szolgáltatásom azért az árért, amennyiben igen, akkor mikor?
- Mi az, amit a versenytársak termékében vagy szolgáltatásában nem szeretnek a vevők.

Amit a MIFŰ vevői körrel tudni kell, a vásárló közvetlenül a MIHŐ Kft. így a MIHŐ Kft, ügyfélkör szempontjából vizsgálom a vállalat érdekeit.

Az ügyfélkört tekintve minden társadalmi réteget érint, elmondható, hogy hőszolgáltatás (távfűtés és melegvízszolgáltatás) kortól, nemtől, családi állapottól, foglalkozástól független, így ebből a megközelítésből a vevőkör széles nagyságú.

- Fel kell mérni, hogy az ügyfelek az adott szolgáltatásért mennyit hajlandók fordítani a jövedelmükből. A piackutatási adatokból meghatározható, hogy az adott vevői igények kielégítésére, meghatározott árral versenyképes maradhat-e.
- Milyen időszakot fed-le a szolgáltatásom, van-e a szolgáltatásnak szezonális jelleg.
- Vevői igény meghatározása, mi a legfontosabb az ügyfeleknek, ügyfélközpontság, megbízható szolgáltatás, kényelem, biztonság, a szolgáltatási ár.

A jövőbeli célok érdekében a legfontosabb a leendő ügyfelek elnyerése. Építési beruházások kapcsán megnyerni a vállalkozókat, hogy távfűtéssel és melegvíz szolgáltatással történjen az új társasházak létesítmények kivitelezése, a régebbi létesítmények fűtőkorszerűsítésénél az egyedi és költséges fűtés és melegvízellátását átalakítani távhőszolgáltatásra.

- Megkell határozni a cél iparágat, és az adott iparágon belül, milyen energiaforrások állnak rendelkezésre a vállalkozásunk számára (Vörös, 2018).

A vállalkozásunk az energiaszektorban helyezkedik el, és szolgáltat hőenergiát az érintett ügyfelek részére. Ebben a szektorban a legkedvezőbb energiaforrás a megújuló energiaforrások, de azok folyamatos szolgáltatást biztosítani nem tudnak, mert a folyamatos rendelkezésre állásának technikai korlátjai vannak, (rossz időjárás, vagy hidegebb időszakban már nem elégséges a megújulók által megtermelt hőenergia). A következő legkedvezőbb energiaforrás, amely a károsanyag kibocsátás tekintetében elfogadható a földgáz alapú szénhidrogének felhasználásával megvalósított hőenergiatermelés. Főleg, ha megújuló energiákkal úgynevezett hibrid technológiát alkalmaznak. Hatásfoka magas ezeknek a rendszereknek. (Geotermikus energiával melegített vizet a CCGT fűtőkondenzátorával tovább melegítjük és továbbítjuk az ügyfelek felé), ezzel a technológiával jelentősen csökken a CCGT földgázfelhasználása, és azok a versenytársak fölé tudunk helyezkedni, akik forróvízkazánnal és gázmotorral állítanak elő hőenergiát (<https://www.minicrm.hu/blog/2014/12-29/hogyan-keszits-piaci-elemzest> (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)).

Egyszerű hőmennyiség számítással bebizonyítható

$$Q_{be} = c * m * \Delta t \quad (5)$$

ahol:

- Q_{be} : bevitt hőmennyiség
- c : víz fajhője 4,2 kJ/kg
- m : a felmelegített víz tömege kg-ban
- Δt : belépő és kilépő víz hőmérséklet különbsége K (Kelvin)

$$Q_{be} = 4.2 * 1 * = 1356,6KJ \quad (6)$$

A hőszolgáltatásra felmelegített víz hőmérséklet különbsége, és itt a lényeg, ha a kiindulási hőmérséklet magasabb jellemzően 50-60°C, akkor a szolgáltatott hőmérséklet és a kiindulási hőmérséklet közötti különbség kisebb lesz, és kevesebb tüzelőhőenergia bevitelével lehet ugyanazt a szolgáltatott fűtési melegvizet előállítani. Míg a fentebb sorolt eltérő tüzelési

technikát megvalósító kalorikus berendezéseknél a kiindulási víz hőmérséklet jelentősen alacsonyabb 20°C körül van.

A számítást 1kg vízre vetítve, geotermikus + CCGT-vel 1357kJ energia felhasználásával melegítem 100°C-ra, míg gázmotor, vagy hagyományos gázkazánokkal 1524kJ hőenergia bevitele szükséges. Mivel a gázmotor is ugyan úgy állít elő villamos energiát hőszolgáltatás közben, ezért a technológia hatásfok fontos. Gázmotorok hatásfoka 44% körül alakul amíg a hibrid CCGT-vel 70-80% is eléri a körfolyamat hatásfoka (MVM MIFÜ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálat, 2019).

4.10 Fejlesztés elemzése a projektmenedzsment eszközeivel

4.10.1 Idő- és ütemtervezés Gantt-diagrammal

A lehetséges berendezések a szállítóktól kapott informatív ajánlatokat is felhasználva, a szükséges tervezési, engedélyezési, beszerzési és szerelési, üzembe helyezési időtartamokat megbecsülve készültek el a tervezett átalakítások.

A projekt indításának első lépése a közbeszerzési eljárás lebonyolítása. Lehetséges kiírni a projektet egy fővállalkozói tenderben, vagy a főberendezéseket a by-pass kéményt, a csúcs-hőcserélőket, és a kényszerhűtőket, valamint a kivitelezést külön-külön csomagokban kiírni.

A közbeszerzés körülbelül fél éves folyamata alatt elegendő idő van a különböző szakági tervek elkészítésére, beleértve a kiváltások és bontások tervek meghatározására, valamint az építési engedélyezés lefolytatására.

- Mérföldkő, 6hó 21.-én hogy a projekt elkezdődjön a szükséges engedélyeknek és szerződéseknek megkell lennie.

A kivitelezést egy 48 fős csapat végzi, amelyben szükség lesz 9 segédmunkásra, 10 lakatos szakemberre, 8 minősített hegesztőre, 6 kőműves szakemberre, 4 nehézgép kezelőre, (daru és markológép), 2 tehergépkocsi vezetőre, 6 villanyszerelő szakemberre, és végül 3 irányítástechnikai szakemberre. A munkavégzés hétköznapiakon folyik napi 16 órában.

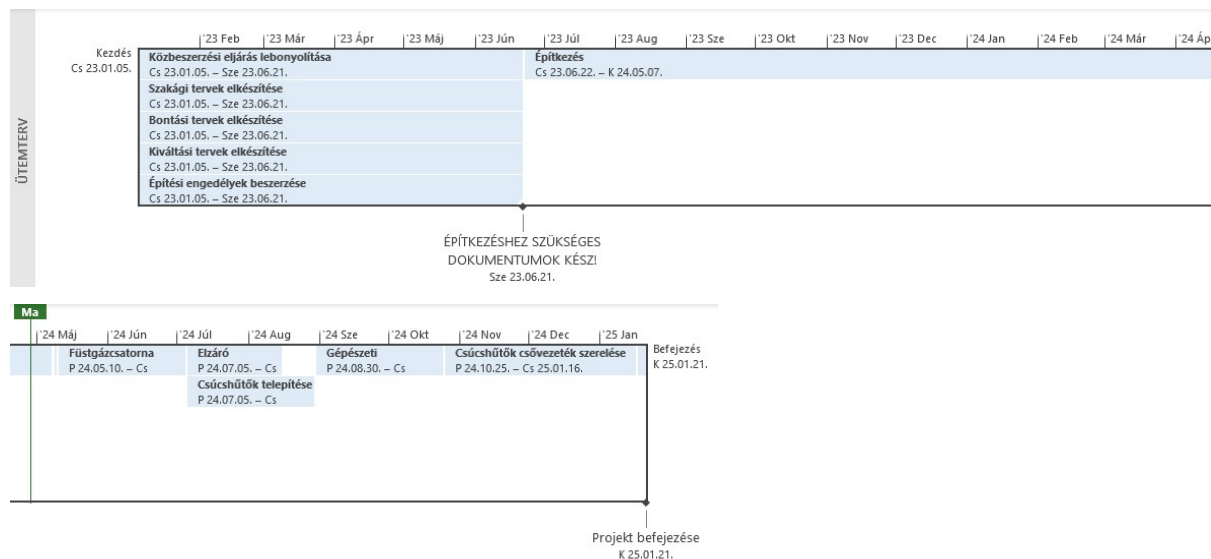
- A döntés időszükséglete nélkül a projekt teljes átfutási ideje körülbelül 18 hónap.
- A gépészeti, villamos, és irányítástechnikai szerelés a berendezések alapra helyezésétől körülbelül. 2 hónapot vesz igénybe.
- A korábbi technológia építményeit és berendezéseinek elbontása 4 hónapot vesz igénybe.
- Tereprendezésre 1 hónap áll rendelkezésre.

- Alap előkészítés és gépi földmunka 2 hónap
- Vasbeton szerelése 25 napot vesz igénybe
- Zsaluzásnak 10 nap az időszükséglete
- A betonlapok készítése és a beton kötési ideje 31napot fog igénybe venni.
- A betonlapok elkészülése után az acél kivitelű kémény felállítása 2 nap és a csúcshőcserélők telepítési fázisa elkezdődhet
- A kémény rögzítése után a füstgázcsatorna és az elzáró berendezés beépítése együttesen 3 hónapot vesz igénybe
- A csúcshőcserélők gépészeti rákötése után kezdődhet az irányítástechnikai kivitelezés ami 2 hónapot vesz igénybe.
- Mérőföldkö 2025.01.21-én a projekt kivitelezésének kész kell lennie
- Amennyiben a mérőföldköig a projekt kivitelezése teljesül, következik a három napos próbaüzem. A projekt teljes átfutási ideje 534 nap.

A projekt ütemtervét és tevékenységjegyzékét MS Project programban készítettem el, ami az 5. és 6. ábrán látható. A teljes ütemterv tartalmazva az összes részletet az 1.sz.mellékletben található

5. ábra: Projekt ütemterve

(Forrás: Saját munka)



6. ábra: Projekt tevékenységjegyzéke

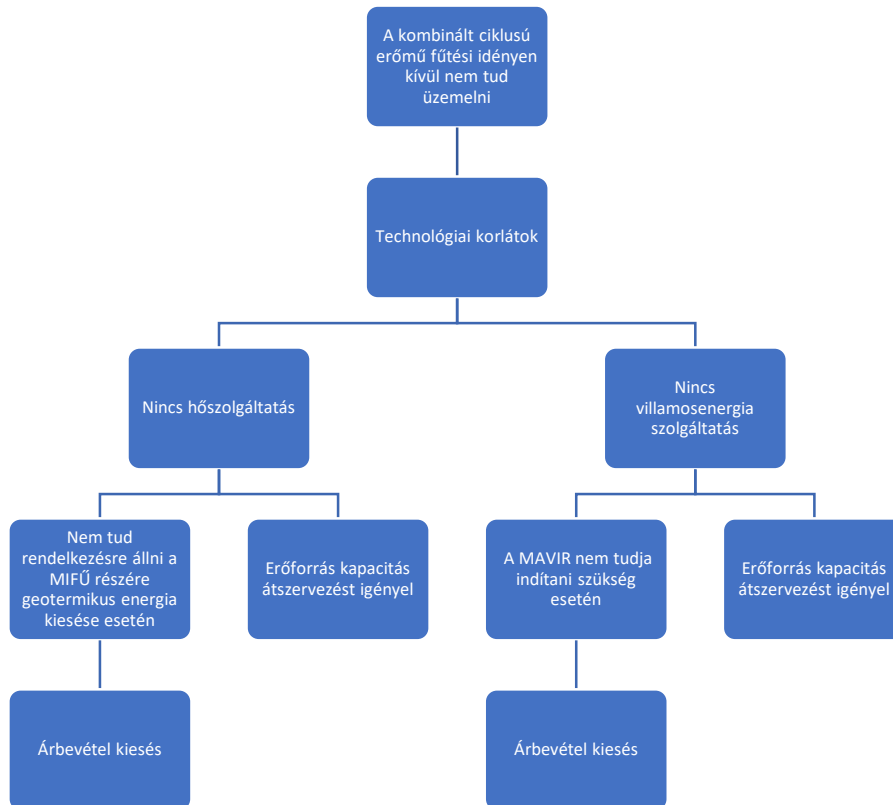
(Forrás: Saját munka)

	Tevékenység neve	Időtartam	Kezdés	Befejezés	Megelőzők
0	▲ MIFÚ by-pass telepítés	534 nap	Cs 23.01.05.	K 25.01.21.	
1	Közbeszerzési eljárás lebonyolítása	6 hónap	Cs 23.01.05.	Sze 23.06.21.	
2	Szakági tervek elkészítése	6 hónap	Cs 23.01.05.	Sze 23.06.21.	1KK
3	Bontási tervek elkészítése	6 hónap	Cs 23.01.05.	Sze 23.06.21.	2KK
4	Kiváltási tervek elkészítése	6 hónap	Cs 23.01.05.	Sze 23.06.21.	3KK
5	Építési engedélyek beszerzése	6 hónap	Cs 23.01.05.	Sze 23.06.21.	4KK
6	ÉPÍTKEZÉSHEZ SZÜKSÉGES DOKUMENTUMOK KÉSZ!	0 nap	Sze 23.06.21.	Sze 23.06.21.	5
7	▲ Építkezés	229 nap	Cs 23.06.22.	K 24.05.07.	
8	Elbontás	4 hónap	Cs 23.06.22.	Sze 23.10.11.	6
9	Tereprendezés	1 hónap	Cs 23.10.12.	Sze 23.11.08.	8
10	Alap előkészítés kéménynek	33 nap	Cs 23.11.09.	H 23.12.25.	9
11	Gépi földmunka	30 nap	K 23.12.26.	H 24.02.05.	10
12	Vasbetonszerelés	25 nap	K 24.02.06.	H 24.03.11.	11
13	Zsaluzás	10 nap	K 24.03.12.	H 24.03.25.	12
14	Betonalap készítés	6 nap	K 24.03.26.	K 24.04.02.	13
15	Beton kötése	25 nap	Sze 24.04.03.	K 24.05.07.	14
16	Acélkémény alapbetonra állítása	2 nap	Sze 24.05.08.	Cs 24.05.09.	15
17	Füstgázcsatorna rákötése a kéményre	2 hónap	P 24.05.10.	Cs 24.07.04.	16
18	Elzáró csappantyú beépítése	30 nap	P 24.07.05.	Cs 24.08.15.	17
19	Csúcshűtők telepítése	2 hónap	P 24.07.05.	Cs 24.08.29.	18KK
20	Gépészeti irányítástechnikai szerelések	2 hónap	P 24.08.30.	Cs 24.10.24.	19
21	Csúcshűtők csővezeték szerelése	60 nap	P 24.10.25.	Cs 25.01.16.	20
22	Próbaüzem	3 nap	P 25.01.17.	K 25.01.21.	21
23	Projekt befejezése	0 nap	K 25.01.21.	K 25.01.21.	

GANITT-DIAGRAM

4.10.2 Problémaelemzés

7. ábra: MIFŰ problémafa elemzése
(Forrás: Saját munka)



A problémafa elemzés módszerével a probléma okát meghatározzuk. A struktúrájából adódóan leolvasható, hogy az üzemegység technológiai korlátok miatt nem tud rendelkezésre állni a fűtési idényen kívül. Ebből az okból fakadóan további problémák generálódnak. A legfontosabb a bevétel kiesése mind hőszolgáltatás és villamosenergia oldalról tekintve. Az erőforrás tekintetében pedig munkaidőkeret átszervezésre van szükség az átmeneti és nyári időszakban. A fő probléma a KCE az év nagy részében nem üzemel és ezáltal nem keletkezik a vállalatnak bevételi haszna. A technológia átalakításával egy by-pass füstgázkémény és csúcshőcserélők telepítésével viszont a fő probléma megszüntethető és a gázturbina rendelkezésre állás idejét egész évre lefoglaljuk tudni időjárástól függetlenül.

5 Következtetések és javaslatok

A Saját munka fejezetben leírtak végrehajtása lehetővé teszi, hogy átfogó értékelést kapjak a miskolci fűtőmű projekt pénzügyi fenntarthatóságáról, jövedelmezőségéről, valamint segít a döntéshozóknak megfelelő döntést hozni a projekt jövőjével kapcsolatban.

A jogszabály, ami révén a projekt kivitelezése fontossá vált, az a KÁT 2011. májusától hatályos változtatása a fűtőerőművek kapcsolt energiatermelését kedvezőtlenül érintette, megszűnt a földgáz alapú kapcsolt energiatermelés támogatott áron való átvétele. Ezért a gazdaságosság, és nyereségesség érdekében a tulajdonosi kör vizsgálódott a miskolci KCE (kombinált ciklusú erőmű) éves üzem idejének megnövelésére, a tercier szabályozásban adódó bevételi források lehetősége miatt.

A miskolci távhőrendszer (MIHŐ Kft) részére, hosszútávú 20 évre megkötött szerződés alapján hőszolgáltatást biztosított lesz.

A piaci körülmények elsősorban a villamos energia árak jelentős növekedése és az igények azonban úgy alakultak, hogy a KCE II. Ütem nevű projekt keretében megvalósításra kerülhet egy kényszerhűtő és egy by-pass rendszer (kémény + füstgázcsatorna rendszer) amely lehetővé teszi a gázturbina fűtési szezonon kívüli, úgynevezett nyílt-ciklusú, másnéven by-pass üzemelést

A folyamatos üzemhez a gázturbinát gyorsindítású tercier szabályozó egységként fogjuk felhasználni, amely jövedelmezőbb a vállalat számára.

A szekunder szabályozásban a gázturbina 2808 üzemórát tud üzemelni és csak fűtési szezonban és le-irányú 18MW-ot tudunk felajánlani szabályozásra, ami szekunder szabályozás esetén 1500Ft/MW ami 75,8millió forint bevételt jelent, míg tercier szabályozás esetén az év jelentős részében rendelkezésre állna mintegy 8400 üzemórán keresztül biztosítható 27MW kapacitás rendelkezésre állással, 3000Ft/MW árral számolva 680millió forintot eredményez a vállalat számára, villamos energiatermelés és rendelkezésre állással az adott évben.

A projekt kevesebb mint kettő és fél év alatt megtérül a tervezett nettó 5-600 millió forint árbevétellel. A projekt belső megtérülési rátája hosszabb 6-7 tárgyévvvel számolva eléri a 8-9%-ot, valamint a projekt beruházása mellett szól továbbá, hogy ismert technológia.

A körfolyamat nagyobb határfoka miatt, a környezetre gyakorolt hatása kisebb, mint a korábban alkalmazott technológiáké.

6 Összefoglalás

A projekt megvalósításának fontossága, hogy a KÁT (Kötelező átvételi rendszer) megszüntetésével korábban a kombinált ciklusú egység az év csak nagyon rövid időszakában üzemel, jellemzően a téli hideg napokon, mintegy alig 1500 üzemórát, a lehetséges 8000 üzemórából.

Ez az MVM MIFÜ számára, és a Magyar Villamosenergia Rendszerirányító számára nem volt optimális. A MIFÜ számára azért, mert az egyik legértékesebb energiatermelő egysége a kombinált ciklusú erőmű áll, és nem termel nyereséget, a magyar villamosenergia rendszer számára pedig egy fontos üzemegység a beépített kapacitásteljesítményével kiesik a villamos energia rendszerszabályozásból.

A lehető legnagyobb üzemidő kihasználhatósága érdekében a technológián módosítani kell. A KCE nyílt ciklusban való indíthatóságának lehetőségét kell megvalósítani, az ide vonatkozó technológiai szabályok (BAT), és az EU által 1996-ban megalkotott közös szabályozást az ipari létesítmények engedélyeztetésére, az ún. IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) 96/61/EK irányelv betartásával (Yeomans – Rogers, 2017).

A projekt megvalósítása esetén a KCE berendezései közül csak gázturbina működhetne nyílt ciklusban. Ehhez egy, a hőhasznosító kazán (HRSG) elé beépített by-pass kémény szükséges, és nyílt ciklusban az év bármely időszakában indítható, részt vesz villamos energia rendszer tercier szabályozásban.

Tercier üzemmód esetén tehát a Kombinált ciklusú gázturbina értelemszerűen nem termelhet hőt, viszont téli időszakban is bekérheti a MAVIR Zrt. (MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt).

A problémafa elemzéssel a vállalat jelenkori üzemállapotát elemeztem, amelyben látható a technológiai fejlesztés szükségessége.

Elsőként informatív árajánlatok alapján meghatároztam a projekt tervezett beruházási költségét. A beruházást saját és állami forrásból lesz finanszírozva.

A projekt megvalósítása esetén meghatároztam, hogy az előnyökből adódó bevételi forrásokat összehasonlítottam, és meghatároztam az adatok alapján, hogy melyik a legjövedelmezőbb a vállalat részére (szekunder vagy tercier lekötés).

Meghatároztam a projekt megtérülési időszakát és belső megtérülési rátáját.

Megvizsgáltam a vállalat környezetét kockázat szempontjából, piac elemzéssel pedig összehasonlítottam más technológiákkal előállítható hőszolgáltatást a MIFŰ technológiájával.

A projekt kivitelezésére Gantt diagramban ábrázoltam a projekt átfutási idejét, hogy a 18 hónapos megvalósítási idő tartható legyen.

Ezzel a megvalósítással további jelentős bevételi forrása származik a vállalatnak, mert nemcsak a szolgáltatott hő, hanem a rendelkezésre állás mellett a villamos energia is fő szolgáltatható termékük lesz.

7 Summary

The importance of the implementation of the project is that, with the abolition of the KÁT (Mandatory Acceptance System), the combined cycle unit previously operated only for a very short period of the year, typically on cold winter days, out of a possible 8,000 operating hours of about 1,500 operating hours.

This was not optimal for MVM MIFŰ and for the Hungarian Electricity System Controller. For MIFŰ, this is because one of the most valuable energy-generating units, the combined cycle power plant, is standing still and not generating profit, and for the Hungarian electricity system, an important plant will fall out of the electricity system regulation with its installed capacity performance.

In order to utilize the maximum possible operating time, the technology must be modified. The possibility of starting the KCE in an open cycle must be realized, the relevant technological rules (BAT) and the joint regulation created by the EU in 1996 for the licensing of industrial facilities, the so-called In compliance with the IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) Directive 96/61/EC (Yeomans – Rogers, 2017).

If the project is implemented, only the gas turbine of KCE's equipment could operate in open cycle. This requires a by-pass chimney installed in front of the heat recovery boiler (HRSG), which can be started in open cycle at any time of the year, and participates in the tertiary regulation of the electricity system.

In the case of tertiary mode, the combined cycle gas turbine cannot, by definition, produce heat, but MAVIR Zrt.

With a problem tree, I analyzed the company's current business plan, the analysis shows the need for technological development.

First of all, informative price offers determine the planned investment cost. The investment will be paid for from own and state resources.

The implementation of the project determines that I have compared the sources of income resulting from the benefits, and based on the data, it is determined which is the most profitable for the company (secondary or tertiary commitment).

I determined the project's payback period and internal rate of return.

I examined the company environment from the point of view of risk, and with market analysis I compared the heat service that can be produced with other technologies with MIFŰ's technology.

For the implementation of the project, I plotted the project lead time in a Gantt diagram so that the 18-month implementation time could be maintained.

With this implementation, the company has a significant source of income, because not only the energy provided heat, but electricity is also available, which will be their main service product.

8 Irodalomjegyzék

- Büki G., (2004): Erőművek, [H.n], [K.n.]
- Crompton P., (2012): Economic Management and Strategy, [H.n], McGraw-Hill Australia
- Daróczi M., (2022): Projektmenedzsment, tanulási segédlet, Gödöllő, [K.n.]
- Davidson J. P., (2000): Project management Alpha Books, [H.n], [K.n.]
- Demeter K., Gelei A., Matyusz Z., Nagy J. (2022): Tevékenységmenedzsment, Budapest, Akadémiai Kiadó
- EU energy in figures, Statistical Pocketbook, (2018), [H.n], [K.n.]
- Garbai L., Jasper A., (2023): Távhőellátás, hőszállítás, Budapest, Akadémiai Kiadó
- Gerse K., (2020): Kazánok, Budapest, Akadémiai Kiadó
- Görög M., (2008): Projekttervezés, [H.n], Aula Kiadó
- Hatástanulmány: Az MVM MIFÜ Tatár utcai fűtőmű hőtermelési tevékenység felülvizsgálata (2019), [H.n], [K.n.]
- https://acta.bibl.u-szeged.hu/36470/1/gtk_2005_002_050-062.pdf (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)
- https://miho.hu/sites/default/files/inline-files/uzletszabalyzat_2018.pdf (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)
- <https://minicrm.hu/blog/2014/12-29/hogyan-keszits-piaci-elemzest> (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)
- https://miskolc.hu/sites/default/files/aktualitas/csatolmany/2019-10-02/70785/miskolc_secap_2019_09_24_2_final.pdf (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)
- <https://rekk.hu/downloads/projects/REKK%20Tavho%20Arszabalyozas%202019%20Dec.pdf> (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)
- <https://silvermoon.hu/vallalkozasok/penzugyi-elemzes/beruhazas-megterulesi-mutatok/> (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)
- https://vg.hu/energia-vgplus/2024/04/geotermikus-energia-foldgaz-strategia#google_vignette (Utolsó letöltés: 2024.03.21.)
- Keller K. L., Kotler P., (2016): Marketingmenedzsment, Budapest, Akadémiai Kiadó
- Kovács Z., (2017): A termelő és szolgáltató rendszerek fejlesztésének főbb irányai, Budapest, Akadémia Kiadó

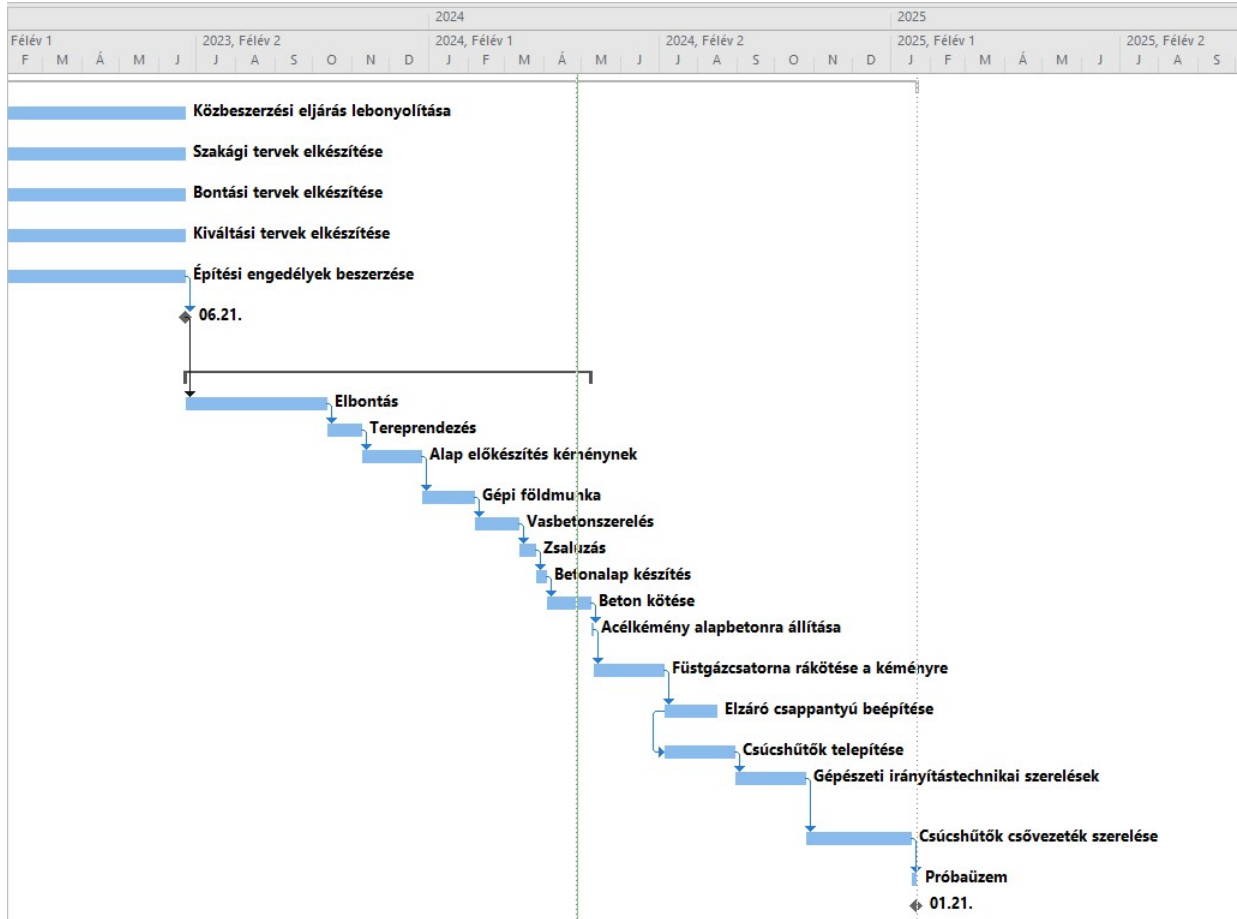
- Lynch R., (2021): Strategic Management, [H.n], SAGE Publications
- Malhotra N. K., Simon J., (2017): Marketingkutatás, Budapest, Akadémiai Kiadó
- Michelberger P., (2024): Fejezetek a vállalati biztonságmenedzsmentből, Budapest, Akadémiai Kiadó
- MVM Ekhe felülvizsgálat (2020), [H.n], [K.n.]
- Nokes S., Kelly S., (2007): The Definitive Guide to Project Management Financial Times Prentice Hall, [H.n], [K.n.]
- Nyikos G., (2022): Fenntartható finanszírozás és fejlesztés, Budapest, Akadémiai Kiadó
- Rádi G., (2018): A termelésirányítás szervezési módszerei, Budapest, Akadémiai Kiadó
- Soltész I., Szakács G., (2019): Az épületek energiahatékonysága, Budapest, Wolters Kluwer Kft.
- Vörös J., (2018): Termelés- és szolgáltatásmenedzsment, Budapest, Akadémiai Kiadó
- Yeomans D.C., Rogers P., (2017): Project Management Made Simple and Effective, [H.n.], Dog Ear Publishing
- Zöld A., Csoknyai T., Horváth M., Szalay Z., (2019): Az épületenergetika alapjai, Budapest, Akadémiai Kiadó

9 Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra: <i>Fűtés egység alrendszerei</i>	8
2. ábra: <i>Távfűtés</i>	10
3. ábra: <i>Miskolci Fűtőmű látképe</i>	23
4. ábra: <i>Problémafa sémaképe</i>	27
5. ábra: <i>Projekt ütemterve</i>	48
6. ábra: <i>Projekt tevékenységjegyzéke</i>	49
7. ábra: <i>MIFŰ problémafa elemzése (Forrás: Saját munka)</i>	50
1. Táblázat: <i>Csúcs hőcserélők beruházási költségei</i>	33
2. Táblázat: <i>Kényszerhűtők beruházási költsége</i>	34
3. Táblázat: <i>By-pass kémény beruházási költsége</i>	35
4. Táblázat: <i>MIFŰ KCE szekunder szabályozás téli árbevétele</i>	37
5. Táblázat: <i>Tercier üzemmód energetikai jellemzők</i>	38
6. Táblázat: <i>MIFŰ KCE tercier szabályozás éves árbevétele</i>	40
7. Táblázat: <i>Éves bevételek összesítő</i>	41
8. Táblázat: <i>Világbanki mutatók számítása</i>	41
9. Táblázat: <i>Megtérülési idő számítása</i>	42

10 Mellékletek

1.sz. melléklet



Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Farkas Roland Sándor
A Hallgató Neptun kódja: BIH7H5
A dolgozat címe: A miskolci fűtőmű kombinált ciklusú gázturbinájának kiegészítéséhez kapcsolódó projekt elemzése
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Műszaki Menedzsment Tanszék

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

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

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

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

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

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

Gödöllő, 2024. április 22.


Konzulensi nyilatkozat


(hallgató)

Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

Farkas Roland Sándor (BIH7H5) 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 védeésre **javaslom** / **nem javaslom**¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem***²

Gödöllő, 2024. április 28.


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.