



MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR
TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT
3515 MISKOLC Egyetemváros



A Mályi geotermikus hőforrás szekunder hasznosításának elemzése

Készítette:

**Györki Tamás
Kovács Ádám**

Konzulens:

Dr. Szemmelveisz Tamásné

Tüzeléstani és Hőenergia Tanszék

2013. november

Tartalom

1. BEVEZETÉS	4
2. GEOTERMIKUS ENERGIA.....	5
2.1 A földhő keletkezése	5
2.2 A geotermikus energia hasznosítási lehetőségei	6
2.3 A geotermális energia hasznosításának előnyei	7
2.4 A geotermikus energia hasznosításának korlátai, hátrányai.....	8
2.5 A geotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval	8
2.6 A geotermikus energia kinyerése hőszivattyús módszerekkel	9
2.6.1 Vizes rendszerek	9
2.6.2 Talajkollektoros rendszerek	9
2.6.3 Talajszondás rendszerek	10
3. A GEOTERMIKUS ENERGIAHASZNOSÍTÁS HELYZETE A VILÁGBAN ÉS MAGYARORSZÁGON	11
3.1 Nemzetközi példa a geotermikus energia hasznosítására.....	11
3.1.1 Nagy hőmérsékletű területek	13
3.1.2 Kis hőmérsékletű területek	13
3.1.3 A geotermikus források közvetlen felhasználása Izlandon.....	13
3.1.4 Villamos-energiatermelés.....	14
3.1.5 Halgazdálkodás	15
3.1.6 Üvegházak	15
3.1.7 Ipari felhasználás	16
3.1.8 Az izlandi mélyfűrészi projekt	17
3.2 Magyarország geotermikus energiahasznosítási helyzete	18
3.2.1 Magyarország termálvizei	19
3.2.2. A termálvíz energetikai hasznosításának a lehetőségei Magyarországon	20
4. A MÁLYI GEOTERMIKUS PROJEKT SZEKUNDER FELHASZNÁLÁSA.....	22
4.1 Ipari, mezőgazdasági, és kommunális hőellátás.....	27

4.2 Kistokaj hőellátása	29
5. ÜVEGHÁZAK.....	34
5.1 Az üvegházak hőigénye.....	35
5.2 Üvegház árajánlata	38
5.3 Az üvegház CO ₂ , és víz ellátása.....	39
5.3.1 CO ₂ ellátás	39
5.3.2 Vízellátás	40
5.4 A termesztett zöldségek.....	40
5.4.1 Paprika	41
5.4.2 Paradicsom.....	42
5.4.3 Uborka.....	44
6. A CO ₂ KIBOCSÁTÁS CSÖKKENÉSE, A GEOTERMIKUS ENERGIA HASZNOSÍTÁSA RÉVÉN	45
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	46
8. IRODALOMJEGYZÉK.....	47

1. BEVEZETÉS

Az emberiség növekvő energiaigénye, környezetszennyező és energiapazarló életvitele hosszú távon a természeti erőforrások kimerüléséhez vezethet, ezért a fosszilis energiahordozók mellett az alternatív energiaforrások kerülhetnek előtérbe.

A fosszilis tüzelőanyagok rendelkezésre állása korlátozott, készleteik csökkennek, ezért egy részüknek a helyettesítésére, a megújuló energiaforrásokból nyerhető energia jöhet szóba, ezek közül a geotermikus energia az egyik ami jelentőséggel bír. A Föld hőjét annak különböző rétegei vezetik a mag belsejéből a felszín felé. A kőzetek milyensége és a rétegek vastagsága befolyásolja a Föld hőjének geotermikus forrássá alakulását. E források biztosítják a leginkább gőz illetve forró víz formájában felszínre juttatható geotermikus energiát. Magyarország igen szerencsés helyzetben van, mivel a Kárpát-medence talaja üledékes, víztározó porózus kőzetekből áll, ami igen jó hővezető és kedvez a geotermikus készletek kialakulásának.

Dolgozatunk témája a Mályiban fellelhető geotermikus potenciál szekunder felhasználási lehetőségeinek a vizsgálata. A geotermikus energia segítségével felfűtött szekunder hőhordozó közeg, a miskolci Avasi lakótelepen található Hidraulika Állomáson leadja hőenergiája egy részét, azonban a visszatérő ún. hulladékhő segítségével, Kistokaj lakosságának a hőigénye is biztosítható. Bemutatjuk a kistokaji hőellátás szerkezetét, vizsgáljuk a Kistokajba érkező hőmennyiséget és a megvalósítás esetén várható szén-dioxid emisszió csökkentésének újabb lehetőségét. Ismertetjük néhány Kistokaj térségében lévő ipari vállalat hőszükségletét, mert általuk további potenciális felhasználók kapcsolhatók be a geotermikus rendszerbe.

A munkánk további témája a geotermikus energia hasznosítása egy körülbelül fél hektáros üvegházak telep esetén. Vizsgáljuk az üvegházak szerkezetét, méreteit, technológia paramétereit, öntözési rendszerét, vízellátását. Ismertetjük a természeteni kívánt növények hőszükségletét, amely alapján számíthatjuk az üvegházak hőigényét. Az elemzés alapján meghatározható, hogy a geotermikus energia hulladékhője Kistokaj kiszolgálása után gazdaságosan felhasználható-e az üvegházak fűtésére is.

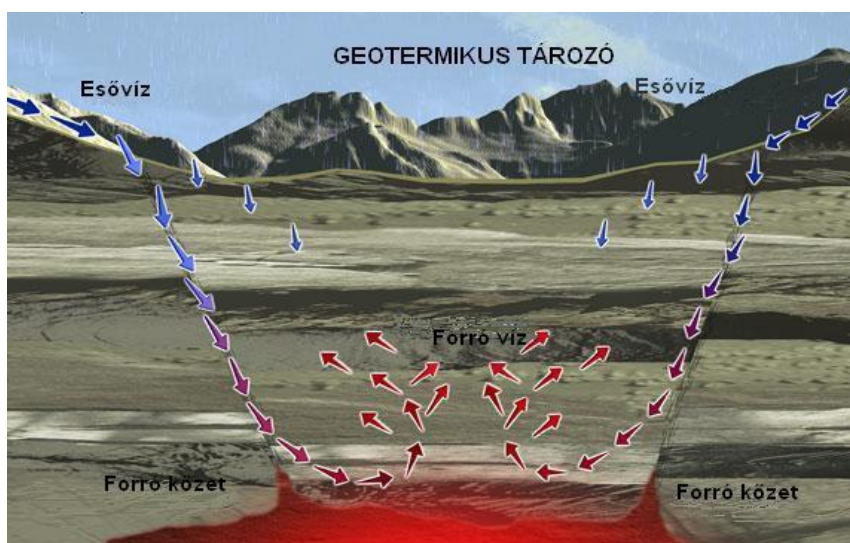
2. GEOTERMIKUS ENERGIA

A „geotermikus” kifejezés görög eredetű szó, jelentése: földi hő, a földkéreg belső energiája. A geotermikus energia a magban lejátszódó fissionális reakciók következtében felszabaduló hőenergia. A Föld magja felé haladva kilométerenként átlag 30 °C-kal emelkedik a hőmérséklet, amelyet geotermikus gradiensnek nevezünk [1].

A geotermikus energiahordozók olyan halmazállapotú anyagok (pl. felszín alatti vizek, gőzök, forró kőzetek... stb.), amelyek a Föld belső energiájának hőenergetikai célú hasznosítását kitermeléssel, vagy más technológia alkalmazásával lehetővé teszik [2].

2.1 A földhő keletkezése

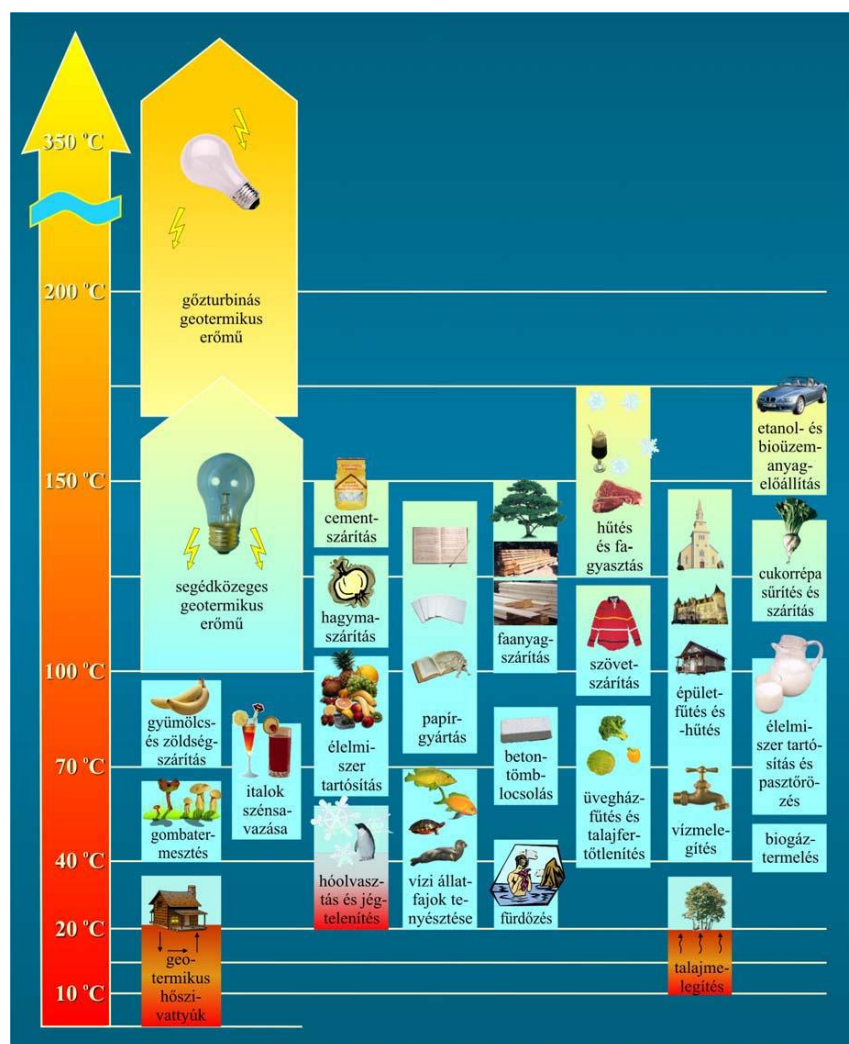
A geotermikus energia létrejöttének egyik forrása a már említett magban lejátszódó fissionális reakciók következtében felszabaduló hőenergia, a másik forrása pedig a köpenyben lévő különböző radioaktív anyagok bomlása közben keletkező hőenergia. A Föld magjában elhelyezkedő magma legtöbbször nem jut a felszínre, hanem a Föld kérgében melegíti fel a kőzetek pórusaiban és repedéseiben található folyadékokat. A forró folyadék, illetve gőz kitermelésének legegyszerűbb módja a kutak használata. A kutakon keresztül a felszínre kerülő gőzt használják fel az erőművek és állítanak elő villamos energiát. Alapvetően a Föld belsejéből származó hő kimeríthetetlen és becslések szerint 42 millió megawatt energiával egyenértékű. A gőz és forró víz, hasonlóan a kőolajhoz és a földgázhoz, nem-áteresztő kőzetrétegek között gyűlik össze. Ez a természetes módon kialakuló tározó, a geotermikus rezervoár (1. ábra), melynek belső hőmérséklete a víz forráspontjának több mint háromszorosát is elérheti (370 °C) [3].



1. ábra: Geotermikus rezervoár [3]

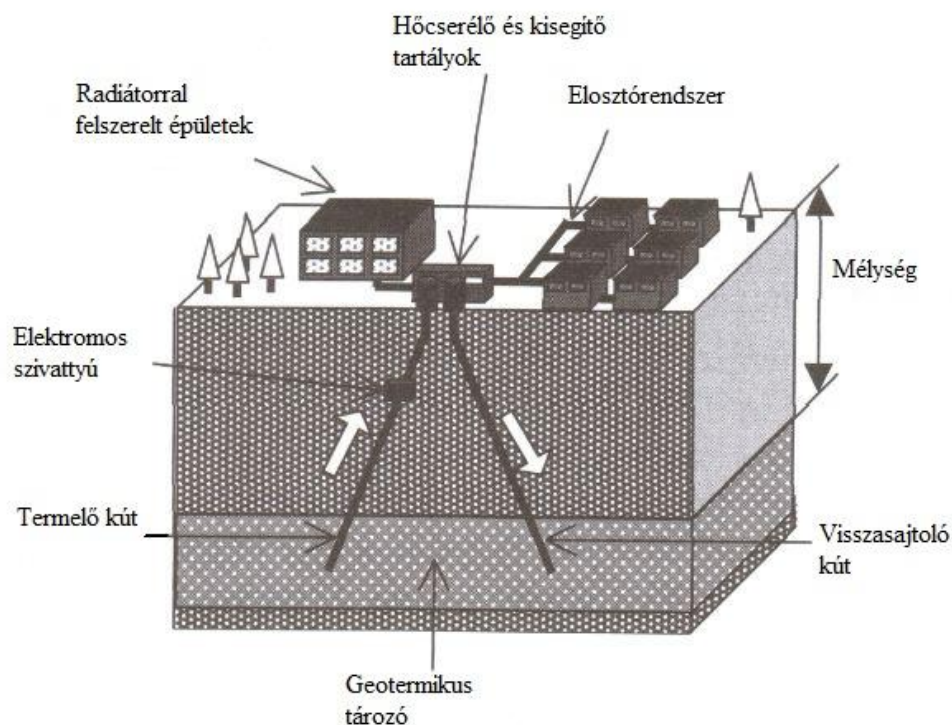
2.2 A geotermikus energia hasznosítási lehetőségei

A geotermális energia hasznosítási lehetőségei a hőmérséklet függvényében változnak. A 200-350 °C-os szárazgőz felhasználható a gőzturbinás geotermikus erőműben, a 100-200 °C-os gőz úgynevezett segédközegees geotermikus erőműben hasznosítható, ahol hőcserélőkön keresztül adja le hőmennyiségét egy szekunder folyadéknak. Azonban figyelembe kell venni a termálvíz oldott só és gáztartalmát. A 40-100 °C közötti termálvíz felhasználható közvetlenül épületek és mezőgazdasági melegházak fűtésére, illetve biztosíthatja az állattenyésztés hőszükségletét, például az istállók fűtését. A 40 °C alatti hőmérsékletű termálvíz is tovább hasznosítható, közterek jégtelenítésére, talajfűtésre, balneológia célokra. A felhasználási lehetőségeket szemléletesen mutatja be a 2. ábrán szereplő Lindal diagram.



2. ábra: Lindal diagram [4]

A 3. ábrán egy hőcserélővel ellátott komplett geotermikus rendszer látható. A rezervoárban forró víz vagy gőz van. A termelő kút a víztározóból nyeri ki a vizet, míg a visszasajtoló kút a használt termálvizet a rezervoárba juttatja vissza. Ha a tározó relatíve kicsi, akkor a visszasajtoló lehűlt víz esetleg hűti a forrásként szolgáló meleg vizet. A rendszer részét képező elektromos szivattyú a kitermelést segíti abban az esetben, ha a tározóban nem elég nagy a nyomás, hogy a víz a felszínre jusson. A kitermelt víz egy hőcserélő segítségével adja le a hőjét, és az energia egy helyi hálózaton keresztül kerül elosztásra [5].



3. ábra: Termálvizet hasznosító komplett rendszer elvi vázlata [5]

2.3 A geotermális energia hasznosításának előnyei

A geotermikus energia hasznosítása jelentős előnyöket nyújt, ezek közül talán a legjelentősebb a CO₂ emisszió csökkentésének a lehetősége. A további előnyök:

- a termálvíz energetikai célú alkalmazásával csökkenthető az ország importfüggősége (kőolaj, földgáz, stb.), a termálvizeinkkel képviselt éves hasznosítható hőenergia mennyisége, mintegy 1,5 Mtoe/év kőolaj kiváltását jelenthetné;
- a termálenergia csökkentheti a fosszilis energiaforrások felhasználását, és így jelentősen mérsékelhető a légszennyezés;

- a termálvíz helyben rendelkezésre álló, környezetbarát energiaforrás (zárt hasznosítás vízvisszasajtolással).
- a termálvíz készletek egy része természetes úton pótlódik esővíz formájában, és visszasajtolással is biztosítható a készletek mennyiségi és minőségi egyensúlya;
- a geotermális energia olyan alternatív erőforrás, amely akár kiegészítő forrásként a fosszilis tüzelőanyagokkal együtt használható;
- a megfelelő adottságokkal bíró helyeken a termálenergia hasznosítása megoldja a kertészetek, állattenyésztő telepek, épületek, stb. energia ellátási gondjait, csökkenti a függőséget az országos gázenergia ellátási rendszertől [6].

2.4 A geotermikus energia hasznosításának korlátai, hátrányai

A geotermikus energia hasznosításának nemcsak előnyei, de hátrányai is vannak, melyek a következők:

- a termelt és hasznosított termálvíz mennyiségének mérése nem általános, a hőhasznosítás több helyen vízpazarlással jár együtt, mivel a hőhordozó közeget szabad elfolytatás szerint elengedik a földfelszínen, esetlegesen folyókba táplálják, így nem kerül visszasajtolásra az eredeti rezervoárba;
- nem mindenhol megoldott a törmelékes kőzetekbe való üzemszerű vízelhelyezés, azonban 2015-re a visszasajtolást törvény fogja előírni;
- nem mindig tisztáztak a jogi és bányakoncessziós szabályok. [6].

2.5 A geotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval

A hőszivattyú a következő energetikai feladatot végzi: az alacsony hőmérsékletű környezetből (levegőből, vízből vagy földből) hőt von el, és azt egy nagyobb hőmérsékleten vezeti be az épületbe. Így mondhatjuk: a környezetből a hőt – külső energia befektetése árán – „szivattyúzza” a hasznosítható hőmérsékletre. Működtetéséhez hajtóenergiára van szükség, amelyet hálózati villamos energiából, egyes területeken napelemmel biztosítanak. A hőszivattyú hasznosságát az jelzi, hogy egységnyi meghajtó energiával hány egység hőt tud a környezetből elvonni. Ezt az arányt a hatékonysági mutatóval (COP- Coefficient Of Performance), jellemzik, amely mindig nagyobb 1-nél. A COP értéke levegőből történő hőnyerésnél éves átlagban 3, talajvíznél 4, a termálvíz 20-25 °C-kal elfolyó csurgalékát felhasználva pedig 5 – 6 lehet [6].

2.6 A geotermikus energia kinyerése hőszivattyús módszerekkel

A geotermikus energia kinyerésére háromféle hőszivattyús rendszer használatos:

- vizes rendszerek;
- talajkollektoros;
- talajszondás rendszerek.

2.6.1 Vizes rendszerek

A talajvíz-kútból búvárszivattyú segítségével nyert víz hőjének elvonása után a vizet, vagy egy másik kútba, vagy felszíni vízbe (tó, patak, folyó) vezetik. A talajvíz állandó hőmérséklete (7-12 °C), és jó hővezető képessége révén ideális hőforrás. További speciális alkalmazások, amikor hőforrásként tó, folyó, tenger vagy technológiai meleg víz szolgál [6]. A vizes rendszert szemléletesen mutatja be a 4. ábra.



4. ábra: Vizes rendszer elve [6]

2.6.2 Talajkollektoros rendszerek

Az igénytől függően több száz méter hosszú speciális PVC köpennyel ellátott réz vagy polietilén csövet fektetnek le 1-2 méter mélyen. Segítségével 20-30 W energia nyerhető négyzetméterenként. Ennek nagysága függ a talaj hővezetésétől, nedvességtartalmától [6]. A talajkollektoros rendszert az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra: Talaj kollektoros rendszer elve [6]

2.6.3 Talajszondás rendszerek

Talajszondás rendszer esetén kb. 15 cm átmérőjű, 50-200 m mély lyukat fúrnak. Ebbe kerül a 32-40 mm-es csővezeték, amiben a hőszivattyúval zárt rendszerben kering a hűközlő folyadék. Jellemzően egy-egy szondáról 4-6 kW teljesítmény vehető le. Lehet két vagy háromkörös a rendszer, attól függően, hogy a szondában a hűtőközeg áramlik, vagy a fagyálló folyadék adja át közvetetten hőjét a munkaközegnek [6]. A talajszondás rendszert a 6. ábra mutatja be.



6. ábra: Talajszondás rendszerek [6]

3. A GEOTERMIKUS ENERGIAHASZNOSÍTÁS HELYZETE A VILÁGBAN ÉS MAGYARORSZÁGON

A fejezetben a geotermikus energia külföldi és hazai helyzete kerül bemutatásra. A geotermikus energiát számos más országban hasznosítják. Magyarország a világrangsorban viszonylag jó pozícióban van. Az 1. táblázat a világ geotermikus energiát hasznosító országait rangsorolja.

1. táblázat: Geotermikus energiát hasznosító országok [7]

Rangsor	Ország	Geotermikus energiahasznosítás GWh/év
1	Kína	8 724
2	USA	5 640
3	Izland	5 603
4	Törökország	4 377
5	Új-Zéland	1 967
6	Georgia	1 752
7	Oroszország	1 703
8	Japán	1 621
9	Franciaország	1 360
10	Svédország	1 147
14	Magyarország	785

3.1 Nemzetközi példa a geotermikus energia hasznosítására

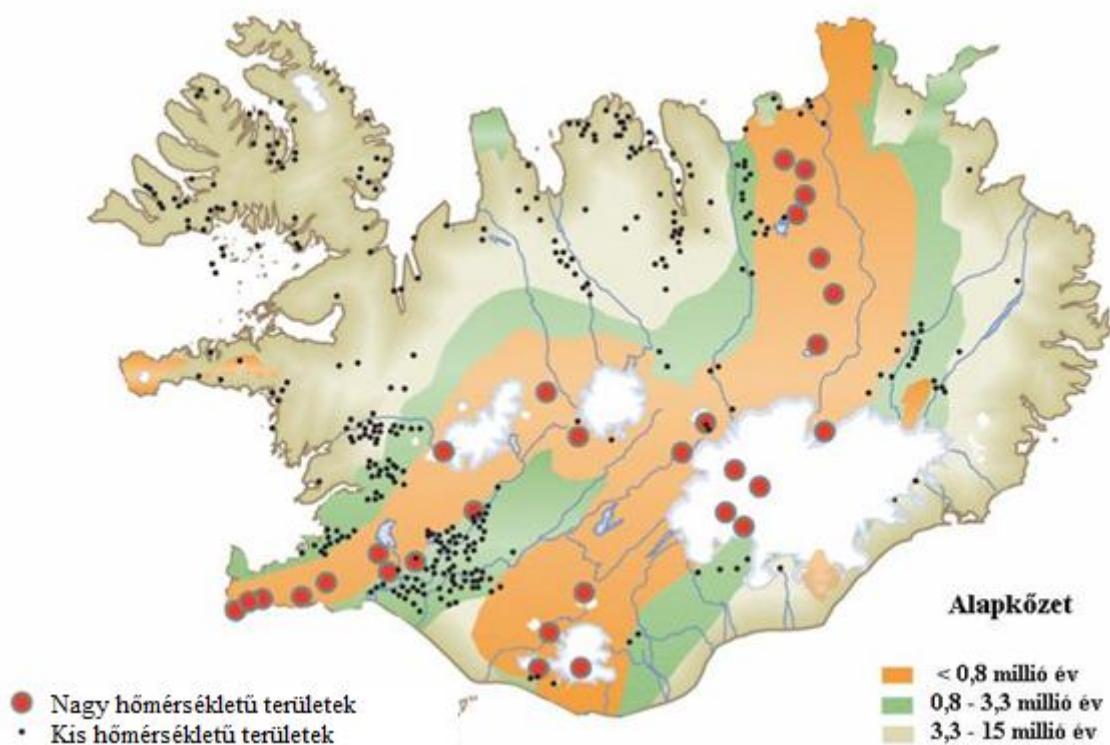
Kiemelt fontosságú Izland geotermikus energia hasznosítási gyakorlatát bemutatni, mert az adottságaiknak köszönhetően a világon egyedülként használják a geotermikus energiát maximális hatékonysággal.

A 20. század folyamán Izland, amely Európa egyik legszegényebb országa volt, nagymértékű tőzeg és import szén függőséggel, egy olyan országgá fejlődött, ahol az életszínvonal kiemelkedő, és szinte minden energia megújuló forrásokból ered. 2011-ben az izlandi primerenergia felhasználás 84%-a megújuló energiákból származott, amelynek 66%-a a geotermikus energia.

Izland geológiailag egy fiatal ország. Az ország a Föld egyik fő törésvonala tetején fekszik, a Közép-atlanti gerincen, amely az Észak-Amerikai és az Eurázsiai tektonikus lemezeket elválasztó határ. Izland a törésvonal azon a rendellenes részén helyezkedik el, ahol a mély földköpeny anyaga feltör, létrehozva ezzel a forrópontokat, amelyek szokatlanul nagymértékű vulkanikus aktivitást eredményeznek. Izland elhelyezkedését figyelembe véve tektonikailag a Föld egyik legaktívabb helye, amely nagyszámú vulkánt és meleg forrást jelent. Több mint, 200 vulkán található a délnyugattól északkelet felé elterülő aktív zónában, amelyek közül 30 már ki is tört, mióta az ország létezik.

A vulkanikus zónában legalább 20 nagy hőmérsékletű gőz mező található. A mezők földalatti hőmérséklete 1000 méteren belül eléri a 250 °C-ot. Ezek a területek közvetlenül a vulkáni rendszerekhez kapcsolódnak.

Az aktív zónák környékén lévő mintegy 250 különálló kis hőmérsékletű területen a hőmérséklet nem haladja meg a 150 °C-ot 1000 méteren belül. Több mint 600 meleg forrás található Izland területén (7. ábra) [8].



7. ábra: Izland geotermikus területei [8]

3.1.1 Nagy hőmérsékletű területek

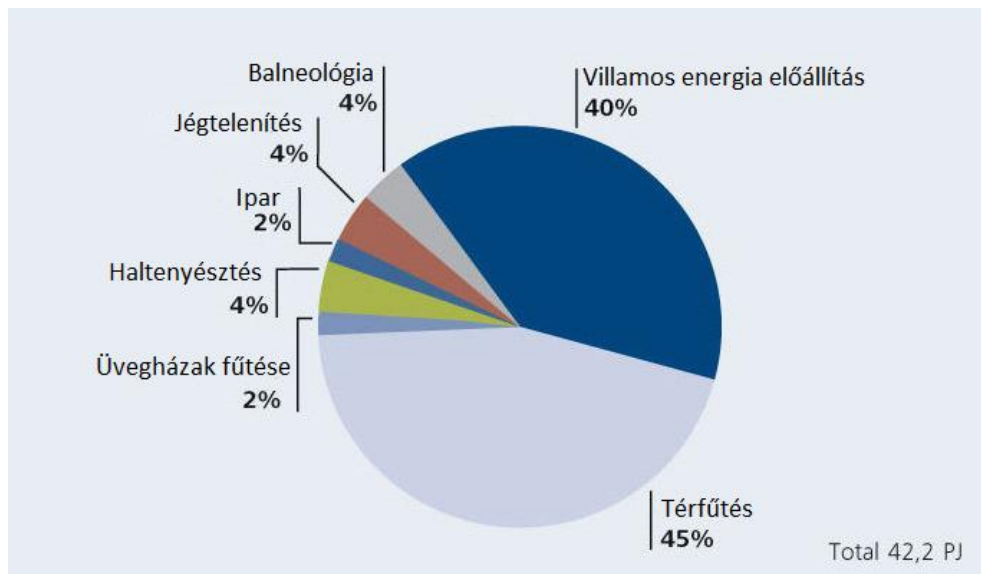
A nagy hőmérsékletű területek többnyire az aktív zónában, magaslatokon helyezkednek el. A kőzet vízáteresztő képessége eredményeként a talajvíz mélyről feltörő, nagy hőmérsékletű gejzirként jut a felszínre. A nagy hőmérsékletű területek hőforrásait a felszín közelébe feljutó magma szolgáltatja. A legnagyobb mért talphőmérséklet $386\text{ }^{\circ}\text{C}$. A hidrológiai következtetések és a vízáteresztési adatok alapján, a víz a mélységi tározókból egy intenzív vertikális cirkuláción keresztül tör a felszínre [9].

3.1.2 Kis hőmérsékletű területek

Az kis hőmérsékletű területek az aktív zónán kívül helyezkednek el, ahol az aktivitások forró forrásokként jelennek meg. A források áramlási sebessége ezeken a területeken $0\text{--}180\text{ l/s}$ -ig terjed. A kis hőmérsékletű területek hőforrása Izland abnormálisan forró talajkérgé. Ennek köszönhetően a talajvíz az áramlása során geotermikus hőforrássá alakul. A vulkanikus zónákon kívül eső területeken a hőmérsékleti gradiens körülbelül $150\text{ }^{\circ}\text{C/km}$, a peremterületeken vagy távolabb pedig $50\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ körül alakul [10].

3.1.3 A geotermikus források közvetlen felhasználása Izlandon

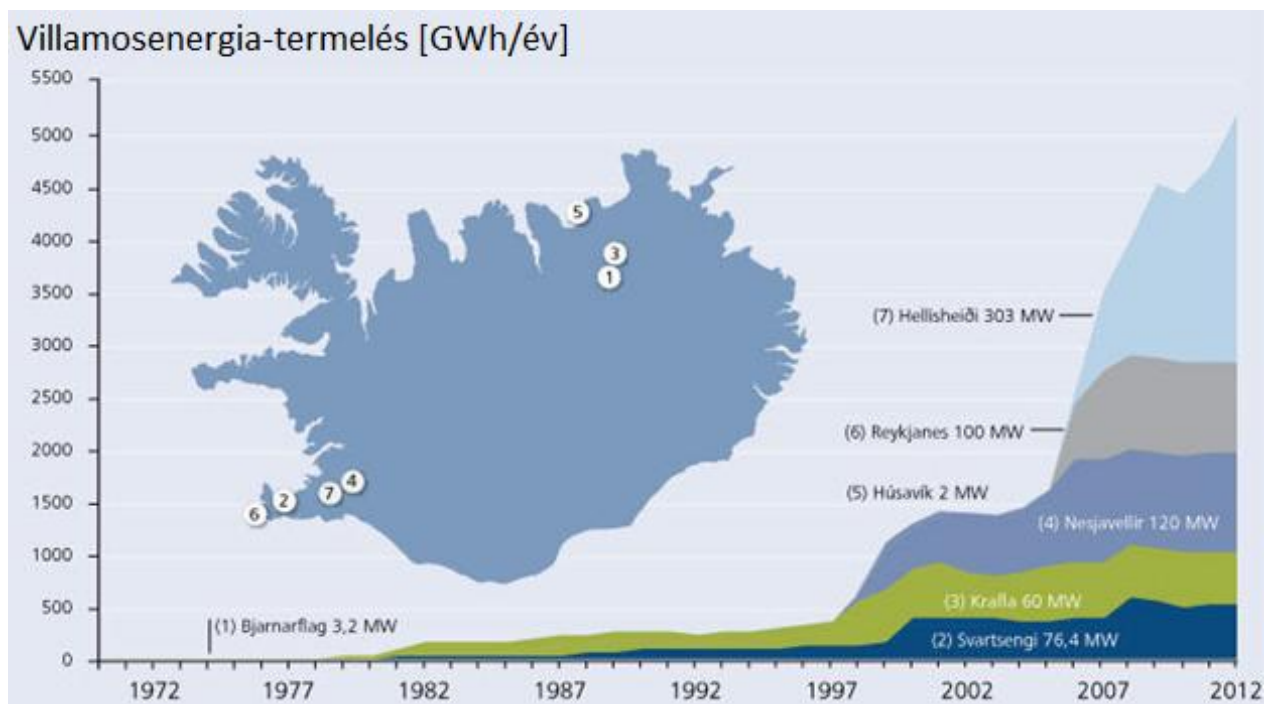
Izland élenjáró országgént ismert a geotermikus távhőszolgáltatásban. A második világháború után a Nemzeti Energiaügyi Hatóság kutatásokat és fejlesztéseket végzett, aminek eredményeként a házak fűtését geotermikus források biztosítják. Ma, az izlandi épületek csaknem 90%-át geotermikus források alkalmazásával fűtik. Izlandon a legjelentősebb mértékű közvetlen geotermikus felhasználás a térfűtés. A 8. ábra jól mutatja az Izlandi geotermikus energia direkt felhasználását 2011-ben, ami $42,2\text{ PJ}$ volt, amelynek 45%-át a térfűtés tette ki [11].



8. ábra: Az izlandi geotermikus energiafelhasználás szerkezete 2011-ben [11]

3.1.4 Villamos-energiatermelés

A geotermikus energia villamos energiává való átalakítás az elmúlt években jelentősen megnőtt Izland területén. Izland fokozatos fejlődése miatt a villamos-energia igény jelentősen megnőtt. A 9. ábra jól mutatja az 1972-2012 közötti fejlődést. A telepített erőművek összes termelése 2012-ben 661 MW volt, ami 4600 GWh-t jelentett, amely az ország villamos-energiatermelésének 24.5%-a. Becslések szerint ez a szám tovább fog növekedni [12].



9. ábra: Geotermikus erőművek Izland területén [12]

3.1.5 Halgazdálkodás

Az 1980-as évek közepén jelentős mértékben növekedett a halgazdaság, és 1992 óta a termelés folyamatosan növekszik. 2003-ban a termelés már 6200 tonna volt 50 telephelyen. A lazac a legfontosabb halfaj, amely a tenyésztés 70%-át teszi ki. Az izlandi haltenyésztéshez használt geotermikus víz általában 20-50°C-os, amiből hőcserélővel 5-12°C-os fűtőközeget nyernek. A villamos energia felhasználást csökkentette a tiszta oxigén befúvatása a haltelepek vizeibe. Az összes geotermikus energiafelhasználás haltenyésztés céljából Izlandon 1600 TJ évente, ami várhatóan növekedni fog az ágazat fejlődésével [13]. A haltenyésztést a 10. ábra mutatja be.



10. ábra: Haltenyésztet [13]

3.1.6 Üvegházak

Eltekintve a térfűtéstől, Izland egyik legrégebbi és egyben legfontosabb geotermikus felhasználása az üvegházak fűtése. Az üvegházak fűtése 1924-ben kezdődött meg, amelyek többsége az ország déli részén találhatóak. A geotermikus energiát elsőként talajafűtésre, később talajfertőtlenítésre is hasznosították. Mesterséges világítással meghosszabbították a vegetációs időszakot, elősegítve ezzel a jobb üvegházi felhasználást. Az üvegházakban CO₂ dúsítást is használnak, amelyet elsősorban Hædarendi geotermikus erőműben állítanak elő. Az növényházakban különböző féle zöldségeket (paradicsom, paprika uborka, stb.) és virágokat (rózsa, cserepes növények, stb.) termesztnek. Az üvegházak teljes területe évente 1,9 %-kal

növekedett 1990 és 2000 között, ami 194 000 m² területet jelentett 2007-ben, amelynek 50%-át zöldségtermesztésre, 26%-át virágtermesztésre, 24%-át faiskolák létesítésére használják. A talajfűtés lehetővé teszi a termelők számára, hogy hamarabb értékesítsék a termékeiket. A teljes üvegházterület napjainkra 120 000 m²-re csökkent, amely éves szinten 740 TJ energiát fogyaszt, köszönhetően a mesterséges világítás fokozott használatának [14]. Egy izlandi üvegházat a 11. ábra mutat be.



11. ábra: Üvegház mesterséges világítással [14]

3.1.7 Ipari felhasználás

A Myvatn tavi kovaföld üzem 1967-ben kezdte meg működését, amelyben évente 28 000 tonna kovaföldet bányásznak főként exportálás céljából. Az üzem a világ legnagyobb geotermikus gőzfelhasználói közé tartozott. Az üzem minden évben 230 000 tonna geotermikus gőzt használ fel 10 bar nyomáson (180 °C) kovaföld szárítására. Ez évente 444 TJ energiafelhasználást jelentett, melyet elsődlegesen a kovaföld szárítására alkalmaztak.

A hínárt termelő Thorverk létesítmény Izland nyugati részén található, amely közvetlenül hasznosítja a geotermikus energiát. A hínárt Izland északnyugati részén aratják le, amit szárítani kell. A szárítási folyamatot a cég 85 °C-os forró levegővel végzi, amely természetesen geotermikus forrásokból származik. Az üzem 1976 óta üzemel és éves szinten 2000-4000 tonna hínárt és moszatot termel 34 l/s vízhozamú, 107 °C-os fűtőközeg felhasználásával. Az erőmű évente 150 TJ energiát fogyaszt.

Izland déli részén egy Hædarendi üzemben folyékony CO₂-t állítanak elő geotermikus forrásokból. A Hædarendi geotermikus mezők hőmérséklete 160 °C, vizeinek gáztartalma

igen nagy (1,4%). A gejzírekből feltörő gáz csaknem 100%-a tiszta CO₂, mindössze 330 ppm hidrogén-szulfidot tartalmaz. Az üzem termel még kalcium-karbonátot is, melyet üvegházakban, szénsavas italokban és más élelmiszeripari termékekben hasznosítanak.

Izland éves geotermikus energiafelhasználása ipari célokra 2011-es becslések szerint 844 TJ [15].

3.1.8 Az izlandi mélyfúrási projekt

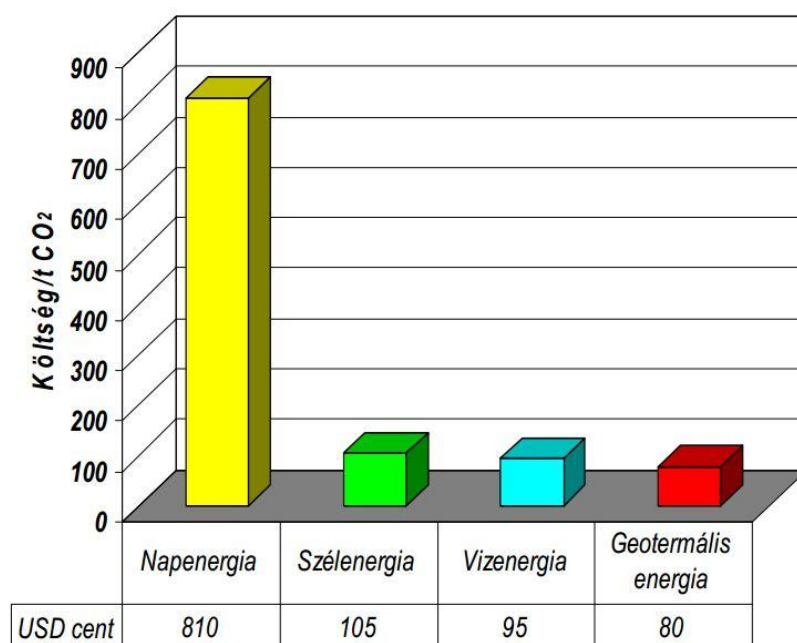
Az Izlandi Mélyfúrási Projekt (IDDP: Iceland Deep Drilling Project) egy hosszú távú tervezet a nagy hőmérsékletű hidrotermális rendszerek feltérképezésére Izlandon. Az IDDP egy olyan együttműködés az izlandi energetikai vállalatok és a kormány között, amely a szuperkritikus geotermikus folyadékok kihasználását célozta meg. Az elkövetkező néhány évben az IDDP egy sor tesztfúrást fog végrehajtani, melyek a szuperkritikus zónáig hatolnak. Jelenleg három ilyen zónát ismernek. A szuperkritikus zónák eléréséhez 5 km-es mélységig kell lehatolni a földkéregben ahol a hidrotermális folyadékok hőmérséklete 450°C-tól 600°C-ig terjed. Ezeknek a folyadékoknak a hasznosítása megtízszerezné az energiatermelést. Egy tipikus geotermikus kút Izlandon körülbelül 2,5 km mély, melynek hozama 5 MW. A szuperkritikus geotermikus kutak várhatóan, ha hasonló térfogati áramlást feltételezünk, 450°C hőmérséklet körüli vizet fog kitermelni 23-26 MPa nyomáson, amely 50 MW energiát jelenthet [16]. A fúrást a 12. ábra prezentálja.



12. ábra: IDDP fúrási helyszín [17]

3.2 Magyarország geotermikus energiahasznosítási helyzete

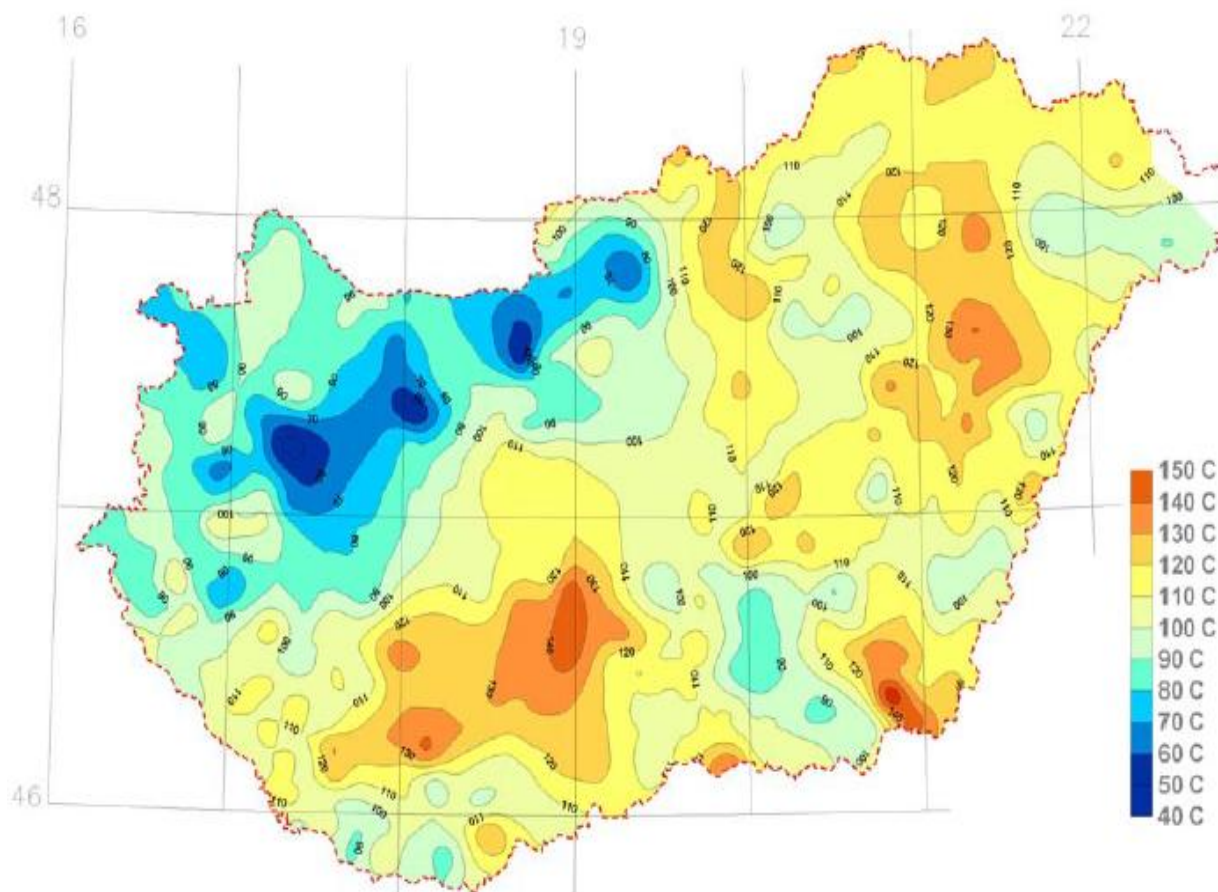
A következő részben a magyarországi geotermikus adottságokat és lehetőségeket mutatjuk be. Magyarországon a geotermikus gradiens értéke 5-7 °C/100 m között mozog, ami az átlagos földi értéknek a 1,5-2-szerese. A fenti termikus adottságok miatt nálunk 1000 méter mélységben a réteghőmérséklet eléri, sőt meg is haladja a 60 °C-ot. 2000 méter mélységben pedig már 100 °C feletti geotermikus források találhatóak. A Magyarország alatti mélységi területeket több kilométeres vastagságban jól hőszigetelő porózus közetréteg tölti ki. A hőáram-sűrűség (a talaj felfűtöttségének mutatója) magyarországi átlagértéke (90-100 kW/km²) az európai (62 kW/m²) és a világátlag (50 kW/km²) felett van. A kedvező területi adottságok ellenére Magyarországon a geotermikus energia felhasználásának mértéke mindössze 0,3% az ország teljes energiafelhasználáshoz képest, annak ellenére, hogy a teljes hazai energia szükséglet 20%-a fedezhető lenne geotermikus forrásokból. Országunkban 2009-ben a geotermikus energia kapacitása 200 MW. Az is a geotermikus energia felhasználása mellett szól, hogy a megújuló energiaforrások közül ez a legolcsóbb módja a CO₂ kibocsátás csökkentésének (13. ábra), valamint nem függ az időjárási viszonyoktól sem. Geotermikus energiából Magyarországon nincs villamosenergia-termelés, mivel a forrásaink nem rendelkeznek elegendően nagy hőmérséklettel, miközben a legnagyobb kitermelők - az USA és a Fülöp-szigetek - évente 2-2000 MW energiát termelnek ki készleteikből [18][19]. Ezek az országok természetesen nagyobb hőmérsékletű geotermikus forrásokkal rendelkeznek.



13. ábra: Megújuló energiahordozókkal elérhető CO₂ csökkenés ára [20]

3.2.1 Magyarország termálvizei

Tisztázásra szorul a termálvíz fogalma, mivel a hétköznapiakban gyakran helytelenül azonosítják a gyógyvíz fogalmával. A termálvíz vagy hévíz az a rétegvíz, amelynek hőmérséklete meghaladja a 30 °C-ot. Az ország területének mintegy 40%-án tárható fel termálvíz. A kitermelhető mennyiséget minimálisan 50, maximálisan 500 milliárd m³-re becsülik. Az ország területén két regionális hévíztároló nagyrendszer helyezkedik el, az egyik a felsőpannóniai a másik a karbonátos kőzetek alkotta rezervoárrendszer. A hazai hévíz készleteknek túlnyomó része a fenti két regionális rendszerben helyezkedik el és ez képezi a hévízhasznosítás alapját [3]. A 14. ábra mutatja be a Magyarországon lévő termálvíz hőmérsékleti tartományai.



14. ábra: a Magyarországon lévő termálvíz hőmérsékleti tartományai [21]

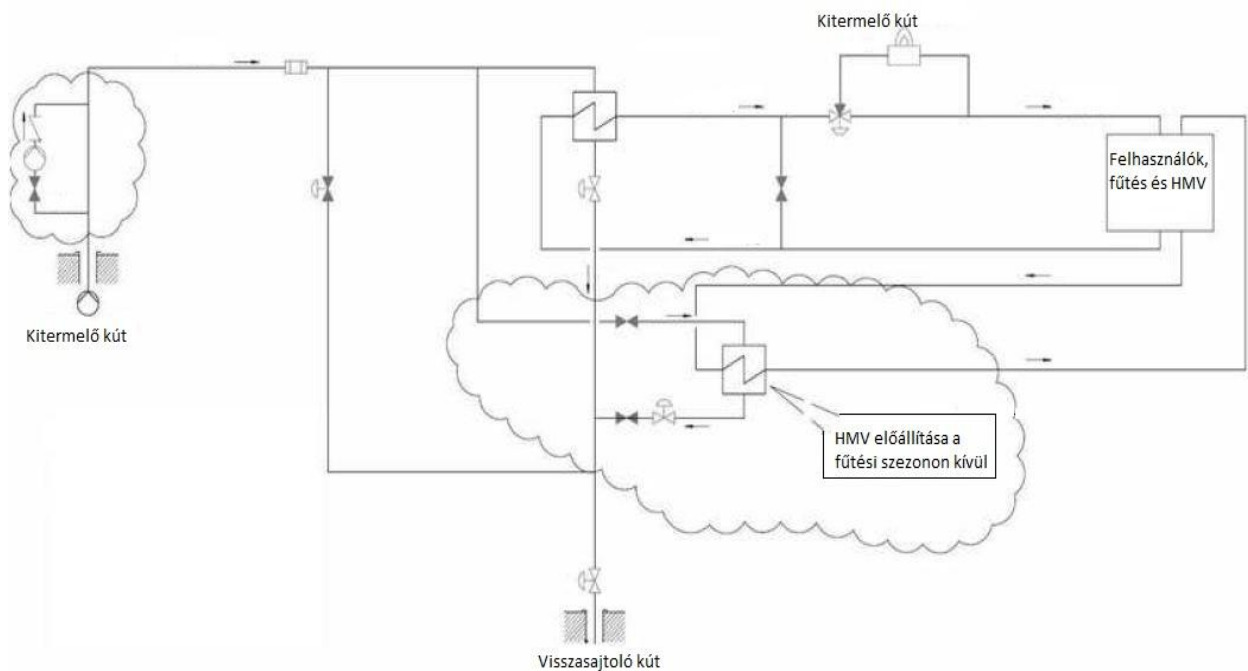
3.2.2. A termálvíz energetikai hasznosításának a lehetőségei Magyarországon

Magyarországon jelenleg évente csaknem 100 millió köbméter termálvíz kerül kitermelésre. A kitermelésben és hasznosításban jelentős települések egyike Szentes, ahol a termálvíz, alkáli- hidrogén-karbonátos, fluoridos meleg víz, melyben az oldott ásványianyag-tartalom meghaladja a 2 g/l mennyiséget, ezért a Magyar Balneológiai Intézet besorolása alapján 1967-ben gyógyvízzé nyilvánította. Szentes közigazgatási területén 32 termálkút található, ezzel Magyarország legnagyobb hévízfeltáró tevékenységének színtere és Európa egyik legsűrűbb geotermikus mezője.

A kutak közül 5 a város belterületén található, további 16 kút vize a város belterületén, vagy a belterületi határtól 1-2 km távolságra kerül felhasználásra. A város 1957-ben fűrt első kútjának vize gyógyvíz, mely mozgásszervi, reumatikus és krónikus nőgyógyászati betegségek kezelésére alkalmas. A szentesi termálvízes fűtésrendszer kiépülése 1987-től kezdődött meg, amikor két kút – a Szentes I. és a Szentes II. - biztosította a vizet. A kezdeti

időszakban a használati meleg víz hőcserélővel történő előállítására, a későbbiekben pedig fűtésre használták a termálvizet. Jelenleg a kiemelt víz hőcserélőkben adja át energiáját a rendszerben keringő fűtővíznek. Környezetvédelmi szempontból, a geotermikus energia felhasználásával a térségben csökkent a káros anyag kibocsátásnak a mértéke [22] [23].

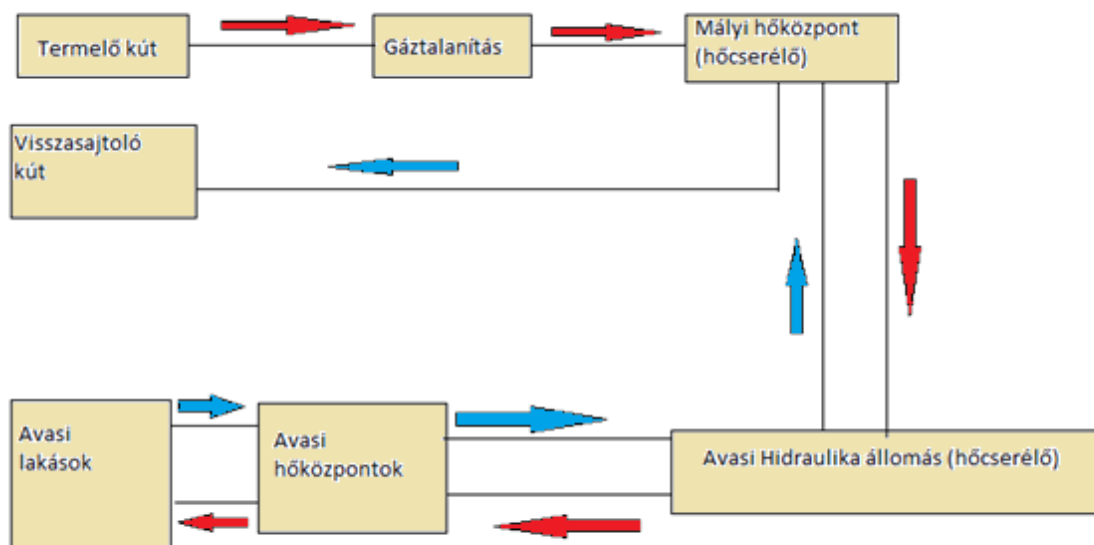
Egy másik példa a szentlőrinci geotermikus energia felhasználás. Szentlőrincen 2007-ben kezdődött a geotermikus potenciál feltérképezése. Az előkészületek négy nagy csoportra oszthatóak. Szeizmikus szelvények értelmezése, magnetotellirikus és gravitációs mérések, környékbeli meglévő kutak adatainak felhasználása, fűrási helyszínek kijelölése a város térségében. A szentlőrinci geotermia két kútból áll, egy termelő és egy visszasajtoló kútból. A termelőkút vízhozama 1600 l/perc, míg a visszasajtoló kút térfogatárama 2400 l/perc 1,7 bar nyomással. A termelőkútból gáztalanítás után a termálvizet szivattyúval szállítják a hőközpontba, ahol hőcserélőkön keresztül adja le a hőenergiáját, innen pedig szintén szivattyú segítségével jut a visszasajtoló kúthoz. A folyamatot a 15. ábra mutatja. A szentlőrinci geotermikus rendszer 600 lakás fűtését és HMV (használati meleg víz) ellátását biztosítja. Ez, évi 24 000 GJ hőfelhasználással jár, ami 1600 tonna/év CO₂ emisszió csökkenést eredményez. A rendszer teljesen automata üzemű, amely hiba esetén SMS üzenetet küld az üzemeltetőknek. Hiba esetére telepítettek 5 db 5 m³-es PB gáztartályt. Ezeken felül rendszeresen ellenőrzik a víz összetételét, gáz-víz arányát, hőmérsékletét, illetve pH és korróziómérés is történik [24].



15. ábra: A szentlőrinci geotermikus rendszer folyamatábrája [24]

4. A MÁLYI GEOTERMIKUS PROJEKT SZEKUNDER FELHASZNÁLÁSA

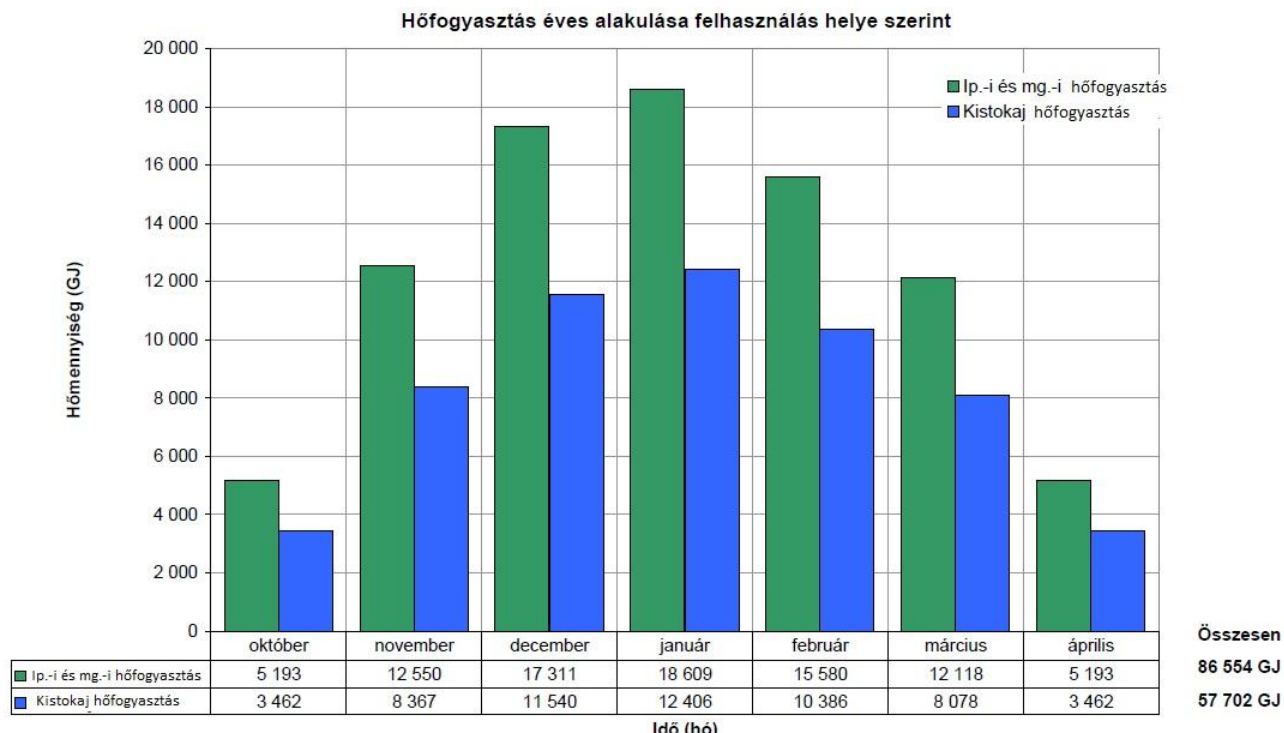
Az előzetes kutatásoknak köszönhetően Mályi térségében is elérhetővé vált a geotermikus energiahasznosítás, amelynek első fázisa a kitermelt geotermikus energia becsatlakoztatása volt a Miskolci Avas lakótelep távhő rendszerébe. A 16. ábra ezt a folyamatot szemlélteti.



16. ábra: A Mályi-Avas geotermikus rendszer folyamatábrája

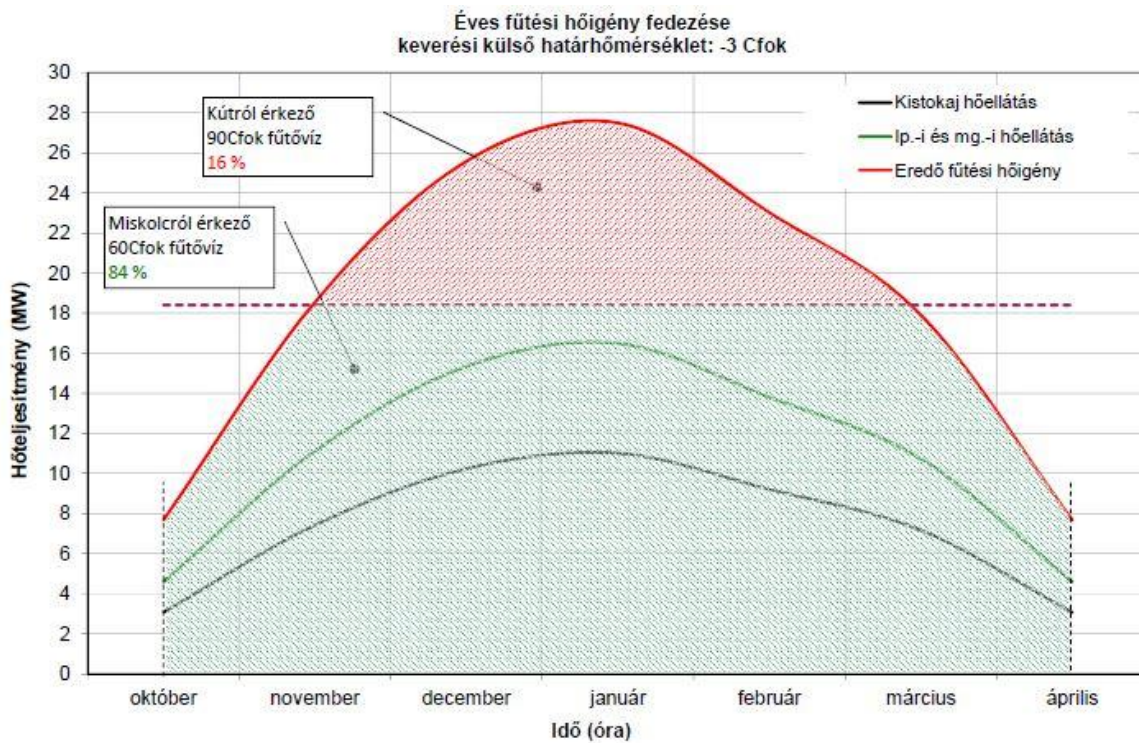
A projekt a Geo-Wendung Zrt. és a Pannergy Nyrt. kooperációjával valósult meg. Az Avason mintegy 12000 lakás található, melyeknek fűtési energiaszükségletének a 20%-át fogja biztosítani a geotermikus energia, amelynek értéke: 11 829 039,8 kWh.

A Mályiban fellelhető geotermikus energiaforrás a Miskolc városi Avasi lakótelep kiszolgálása után, is rendelkezik annyi energiával, hogy egy környező település, Kistokaj és annak körzetében lévő ipari és mezőgazdasági cégek is bekapcsolhatóak a rendszerbe. A potenciális tervezet előzetes hőigényfelmérései a fűtési idényben készültek. Az említett időintervallum október közepétől április közepéig tart. Ahogy a 17. ábrán látható, a kritikus időszakok a decembertől februárig tartó három hónap, amikor is kiemelkedően magas a felhasználás.



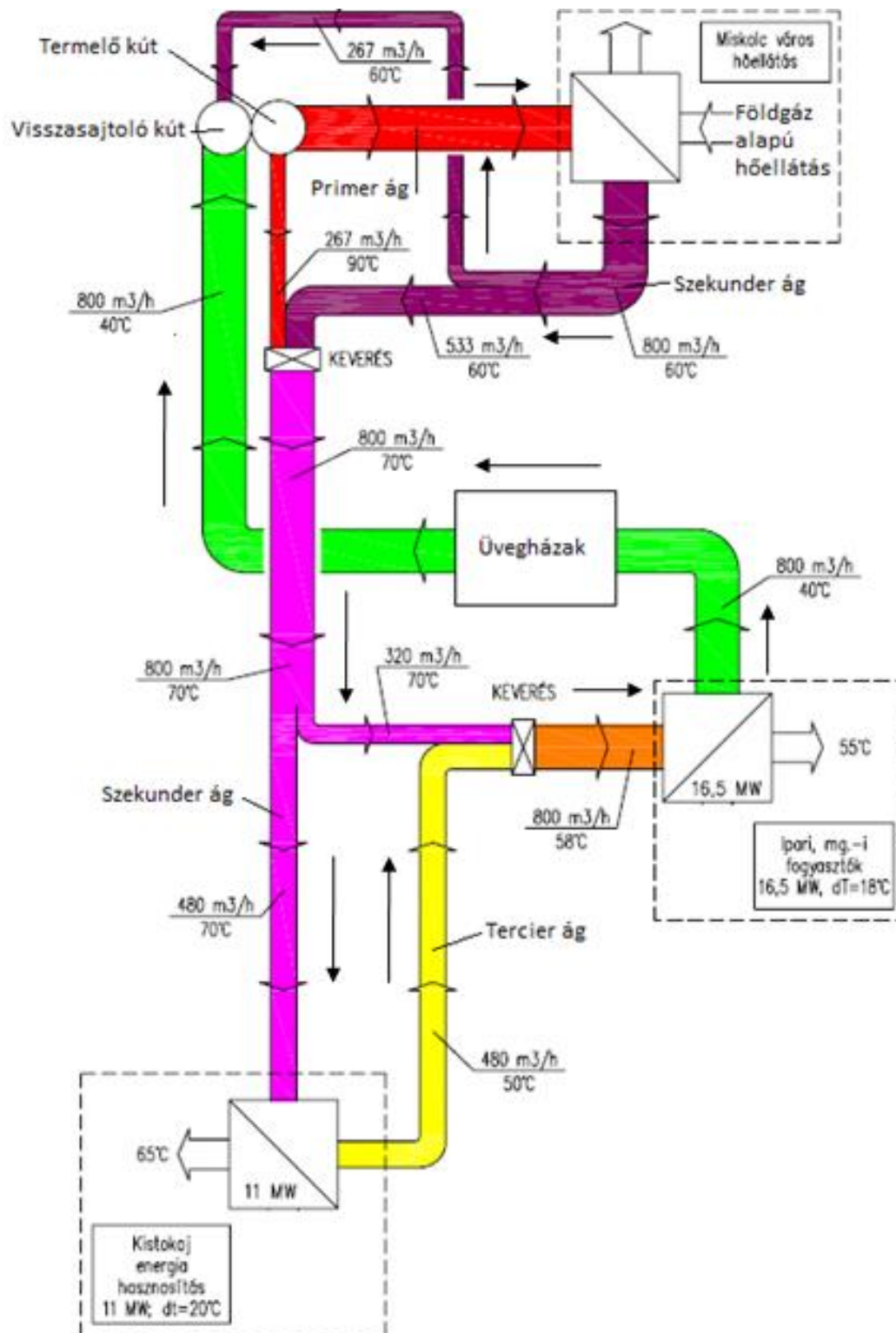
17. ábra: Kistokaj, valamint az ipai és mezőgazdasági felhasználók hőigénye

Ahogy a 18. ábrán is látható a hőfogyasztás nagyobb hányadát az ipari és mezőgazdasági felhasználók fogják adni. Az eredmények alapján készült el a hőigény fedezését bemutató 18. ábra.



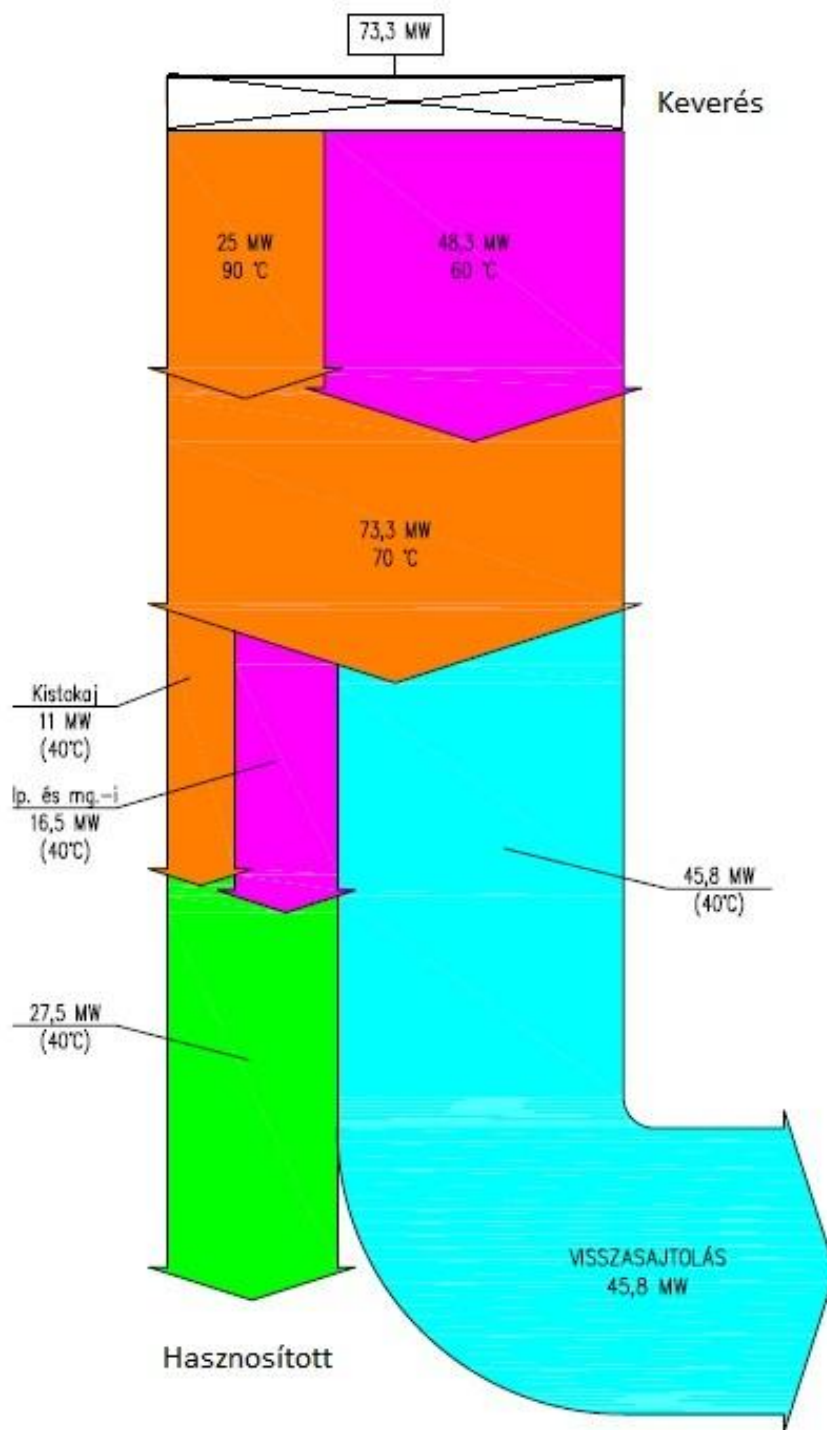
18. ábra: Az éves fűtési hőigény fedezése

Kistokaj és környéke a Miskolcraól visszaérkező vezetékben lévő fűtőközezből és a termelő kútból, megfelelő arányú keverés mellett lesz kiszolgálva. A 19. ábra ezt a hőellátó rendszert kívánja szemléltetni.



19. ábra: Hőellátó rendszer [25]

Ahogy az ábrán is látható a Kistokaj felé irányuló hőenergiát egy megfelelő arányú keverés előzi meg. Egyrészt a Miskolcra visszatérő 60 °C-os, másrészt a termelő kútból érkező 90 °C-os vízből lesz kikeverve a 70 °C-os víz, amely 800 m³/óra térfogatárammal fog haladni Kistokaj felé egy leágazásig, ahol 480 m³/óra térfogatáramra lassul. A kistokaji hőközpontokba megérkező víz leadja hőenergiája egy részét és 50 °C hőmérséklettel tovább halad az ipari és mezőgazdasági területek felé szintén 480 m³/óra térfogatárammal. Az ipari és mezőgazdasági területek hőigényének kielégítése érdekében nem elég csupán ez az 50 °C hőmérsékletű hőszállító közeg, ismét egy megfelelő arányú keverésre van szükség, ehhez pedig a fentebb említett leágazásból jövő 70 °C-os vízre van szükség. Így kapjuk meg azt a 800 m³/óra térfogatárammal rendelkező 58 °C-os vizet, amely elegendő a hőigények kielégítésére az ipari és mezőgazdasági területeken. A víz itt is leadja a hőmennyiségének egy részét, egészen addig, amíg a hőmérséklete 40 °C lesz, ami a visszasajtolási határérték. Az adott hőtéljesítményeket a 20. ábra szemlélteti.



20. ábra: A hőteljesítmények eloszlása [25]

Látható hogy a Miskolc felől visszaérkező víz összes hőteljesítménye 73,3 MW. Az ábrán megfigyelhető a két keverési pont is, valamint, hogy az összes 73,3 MW hőteljesítményből 45,8 MW visszاسajtólásra kerül és csak 27,5 MW hőteljesítmény kerül felhasználásra.

4.1 Ipari, mezőgazdasági, és kommunális hőellátás

Először tekintsük át az ipari cégek és vállalatok hőenergia igényeit, melyet a 2. táblázat foglal össze.

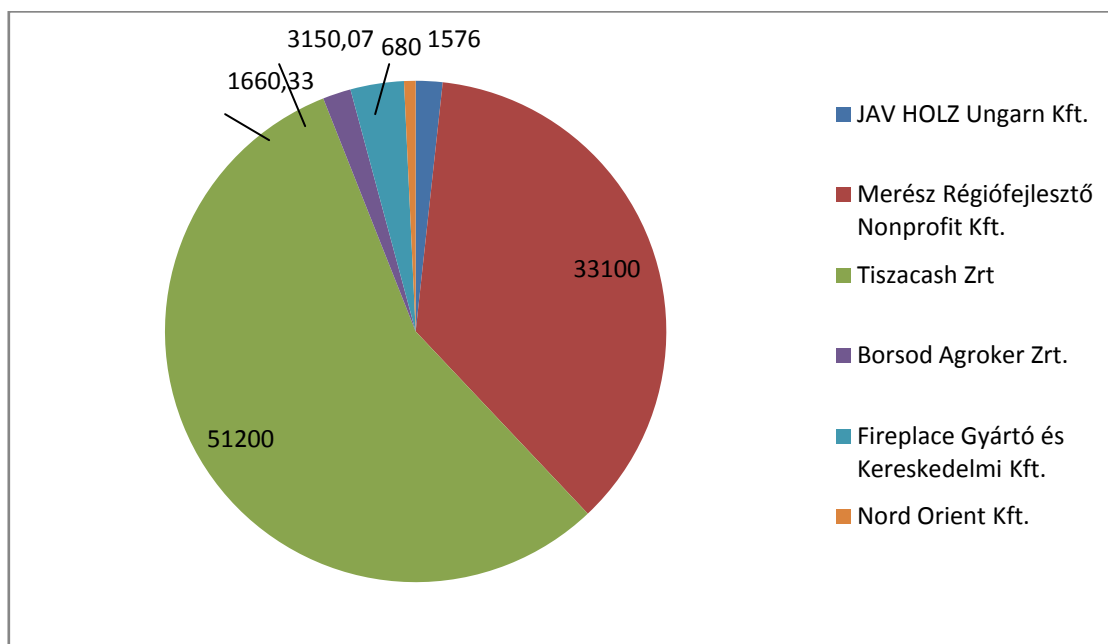
2. táblázat: Kistokaj körzetében lévő ipari cégek és vállalatok energiaigényei [GJ]

JAV HOLZ Ungarn Kft.		Merész Régiófejlesztő Nonprofit Kft.		Tiszacash Zrt.	
Hónap	Mennyiség, GJ	Hónap	Mennyiség, GJ	Hónap	Mennyiség, GJ
Január	212,44	Január	7116,54	Január	11008,06
Február	190,88	Február	5958,02	Február	9216,04
Március	160,24	Március	4634,07	Március	7168,11
Április	116,96	Április	1985,93	Április	3071,89
Május	80	Május	0	Május	0
Június	80	Június	0	Június	0
Július	80	Július	0	Július	0
Augusztus	80	Augusztus	0	Augusztus	0
Szeptember	80	Szeptember	0	Szeptember	0
Október	116,96	Október	1985,93	Október	3071,89
November	169,32	November	4799,1	November	7424,01
December	203,2	December	6620	December	10240
Összesen:	1576	Összesen:	33100	Összesen:	51200

2. táblázat folytatás: Kistokaj körzetében lévő ipari cégek és vállalatok energiaigényei [GJ]

Borsod Agroker Zrt.		Fireplace Gyártó és Kereskedelmi Kft.		Nord Orient Kft.	
Hónap	Mennyiség, GJ	Hónap	Mennyiség, GJ	Hónap	Mennyiség, GJ
Január	318,2	Január	621,28	Január	146,2
Február	365,87	Február	791,08	Február	122,4
Március	281	Március	312,39	Március	95,2
Április	105	Április	115,06	Április	40,8
Május	14	Május	36,69	Május	0
Június	7,92	Június	21,15	Június	0
Július	7,51	Július	29,92	Július	0
Augusztus	8,28	Augusztus	26,83	Augusztus	0
Szeptember	8,28	Szeptember	32,71	Szeptember	0
Október	43,35	Október	177,31	Október	40,8
November	211,04	November	522,65	November	98,6
December	289,88	December	463,01	December	136
Összesen:	1660,33	Összesen:	3150,07	Összesen:	680

A 21. ábra a vállalatok összes hőigényét mutatja be.



21. ábra: Vállalatok összes hőigénye

A szolgáltató és a fogyasztók megállapodtak abban, hogy a projekt megvalósítását követően a távhőszolgáltató legalább 51 200 GJ/év hőenergiát értékesít a hőfogyasztók számára. Valamennyi cég a földgáz alapú fűtést és hőhasznosítást szeretné kiváltani a geotermikus energia segítségével. A felek továbbá megegyeztek a hőenergia áráról is. A 3. táblázat a cégek hőigényét és a fajlagos hőigény árat tartalmazza.

3. táblázat: Ipari cégek fajlagos hőigénye és hőigényeik értéke.

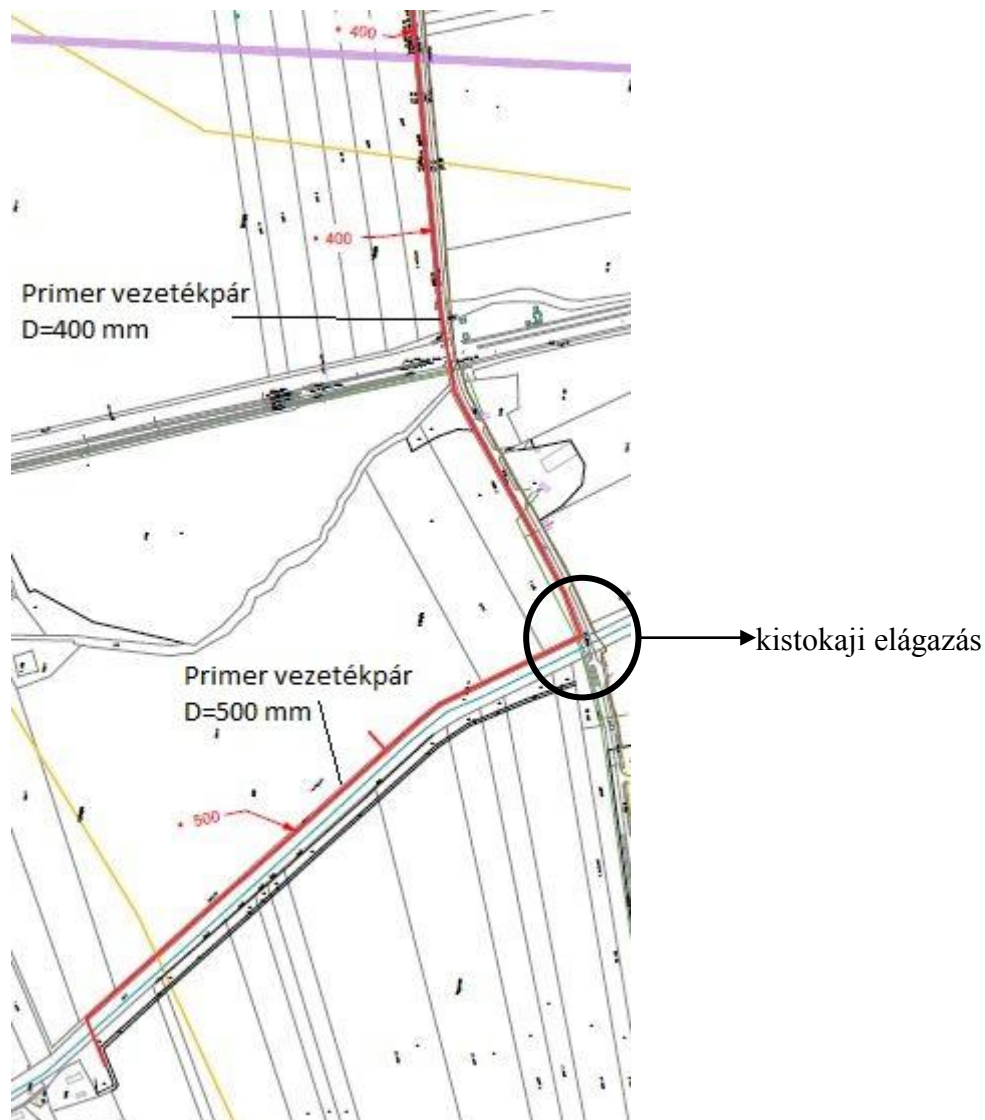
Energia értékesítés	Mennyiség [GJ/év]	Egységár [Ft/GJ]
Lakosság, intézmények	57 700	2 700
Tiszacash Zrt.	51 200	
Merész Kft	33 100	
Jaf-Holz	1 576	
Fireplace Kft.	3 150	
Borsod Agroker Zrt	1 660	
Nord Orient Kft.	680	
Összesen	91 366	

A táblázatban láthatjuk, hogy a felek 2700 Ft/GJ egységárban egyeztek meg a hőenergiát illetően, ami 20% megtakarítást jelent az energiahordozó tekintetében. A megtakarítás nem tartalmazza a járulékos költségeket, mivel azokat a vállalatok egyénileg finanszírozzák.

4.2 Kistokaj hőellátása

Kistokaj, Miskolctól 10 km-re fekvő község, melyet be akarnak kötni a geotermikus rendszerbe. A tárgyalások már megkezdődtek és megállapodtak, hogy Kistokaj felé 65 000 GJ/év hőenergiát szolgáltat a távhőszolgáltató (ebben az esetben a Miskolci Geotermia Zrt.), amely 11 MW hőtéljesítményt jelent. Azonban a felmérések szerint ennek az energiának mindössze a 92%-át tudják felhasználni, mivel a rendszer 4800 GJ/év hálózati veszteséggel rendelkezik. Kistokaj a fennmaradó 60 200 GJ/év hőenergiát fűtésre és használati melegvíz ellátásra fordítaná. A település több mint 700 lakással rendelkezik, melyekből, az előre felmért igény szerint 562 lakóépület fogja a vásárolt hőenergiát kihasználni. Ezen lakások mindegyike fűtésre és használati meleg vízellátásra hasznosítani fogja a geotermikus energiát. Az 562 lakóépület 209 064 m³ légtérfogattal rendelkezik. A kistokaji intézmények légtérfogata 10 026 m³. Így összesen a fűtött légtérfogat értéke 219 090 m³. Ezek után a lakások hőigényeinek mérésére került sor. A geotermikus rendszert kihasználható lakások

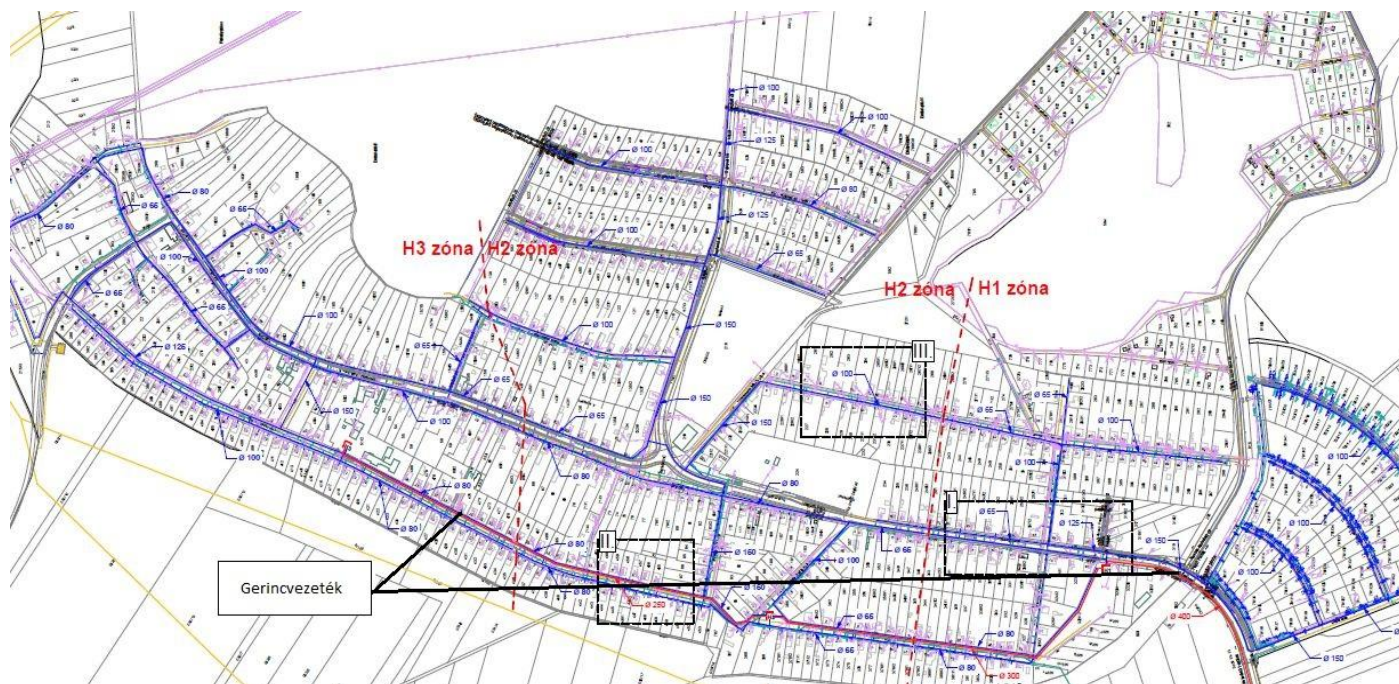
egyenként átlagosan 52 541 GJ/év fűtési és 5 039 GJ/év HMV hőigénnyel rendelkeznek. További 2 620 GJ/év hőigénnyel rendelkeznek a külön kezelt létesítmények. E három érték összegeként kapjuk meg a fent említett 60 200 GJ/év hőenergiát, melyről a felek megállapodtak. A geotermikus hőenergiát Kistokaj felé távvezetékek segítségével továbbítják, melyeknek átmérője változó, szűkülő, melyet a 22. ábra szemléltet.



22. ábra: Kistokaj felé vezető primer vezetékpár [25]

A tervezet szerint a távvezeték döntően mezőgazdasági területen fog haladni, részben patakmeder mentén, a nyomvonal adott iránytöréseivel. A terület gyakorlatilag sík, viszonylag magas talajvízszinttel, lazakavicsos szerkezetű talajösszetétellel jellemezhető. A távvezetéki nyomvonal fővasútvonalat keresztez. Ez alatti átvezetés tervezése a MÁV illetékes tervezőintézetének közreműködésével történik. A tervezett nyomvonalon (maximum 90 °C vízhőmérsékletet figyelembe véve) a hőtágulást a kiadódó iránytörések és a szükség szerint

telepített kompenzátorok (lírák) biztosítják [26]. A 23. ábrán a Kistokaj belterületére megtervezett hálózat látható.

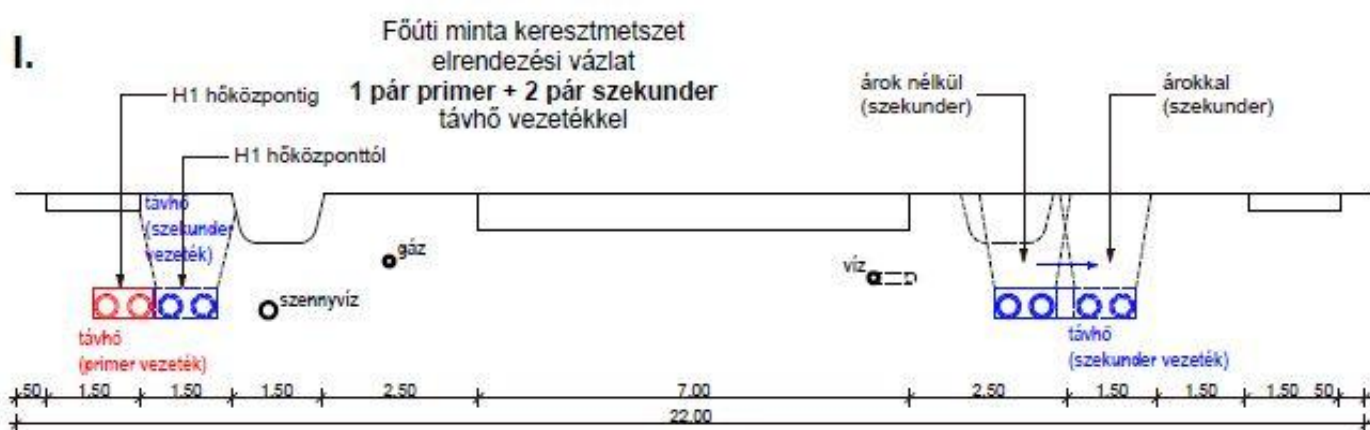


23. ábra: A Kistokaj belterületére megtervezett hálózat [25]

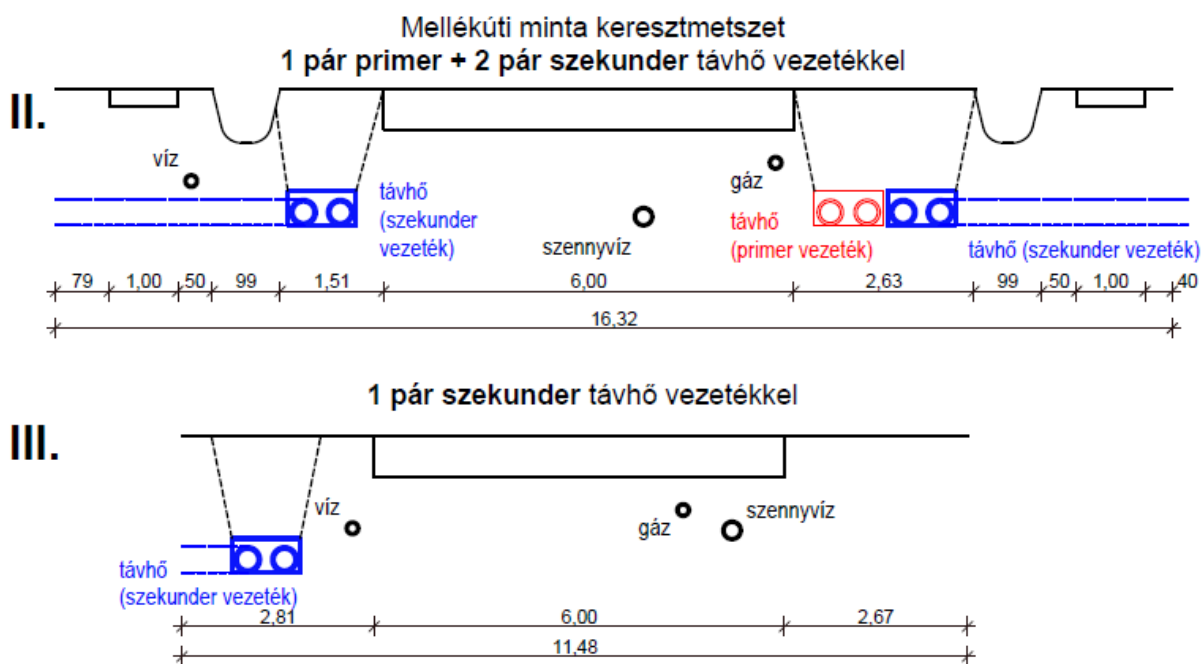
Kistokaj település belterületén a távfűtés a Petőfi Sándor és Szabó Lőrinc utcák nyomvonalá alatt – mint gerincvezeték – fog haladni. A Széchenyi István utca (település főutcája) meglehetősen zsúfolt közműhálózattal rendelkezik. Ezért a vele párhuzamos elhelyezkedő Szabó Lőrinc utcán fog létesülni a települést ellátó gerincvezeteki hálózat. A rendszer 2 részre lesz osztható, egy primer (piros színnel jelölt) és egy szekunder (kék színnel jelölt) körre. A primer vezetékkör 300-250 mm átmérővel fog rendelkezni, melyben 6 bar névleges nyomás fog uralkodni. A tervezett hőlépcső 70/50 °C. A visszatérő hőmérséklet nem lehet kevesebb, mint 40 °C, amely a visszasajtolási határhőmérséklet. A hőközpontok maximálisan 180 m³/óra térfogatárammal fognak rendelkezni. A szekunder vezetékkör változó, 65-150 mm átmérőjű, melyben 6 bar névleges nyomás uralkodik. A hőközpontokba hőcserélőt, térfogatáram szabályozó szelepet, továbbá szekunder körü keringtető szivattyút fognak telepíteni. A hőcserélőkből kilépő előremenő fűtőközeg hőmérséklete a külső hőmérséklettől függően maximum 65 °C. A fűtési keringtető szivattyúk a szekunder távfűtési rendszer hidraulikus végpontján (végpontjain) elhelyezett nyomáskülönbség távadó jele alapján lesznek vezéreltek. Az egyes egységek a kiadandó hőteljesítmény függvényében lépnek be a szolgáltatásba, illetve ki a szolgáltatásból. Egy egység állandóan működik a rendszer hőmérsékletének állandó értéken tartása érdekében. Primer oldalon a hőközpont kapcsolása változó tömegáramú üzemmódot valósít meg. Ezért kerül beépítésre blokkonként a visszatérő

ágba egy térfogatáram szabályozó szelep. A szelepeken beállítandó maximális térfogatáram: $60 \text{ m}^3/\text{h}$. A hőmennyiségeket ultrahangos hőmennyiségmérő méri, amely rádiós leolvasást lehetővé tevő modullal rendelkezik. A hőközpontnál szerelt kivitelű lemezes hőcserélőket alkalmaznak. A hőközpont tervezett kapcsolása biztosítja azt, hogy a szekunder oldalon előállított közegek (távfűtési melegvíz) a legnagyobb primer hőlépcsővel, és ezáltal a legkisebb primer térfogatárammal legyenek felfűtve. A lemezes hőcserélők védelme érdekében minden belépő csomagtól el kell építeni a tisztító (savazó) csomagtakat. A hőcserélők csatlakozó csomagtjainál ki kell építeni a tisztító (savazó) csomagtakat. A hőcserélők tisztítása csak a gyártó cég karbantartási utasításában megadott minőségű vegyszerrel történhet. A primer és szekunder fűtési vezetékek anyaga mindenütt St37 minőségű fekete acélcső. A hőszigetelés anyaga ásványgyapot, vastagsága 3 cm. A hőszigetelt felületek alumíniumlemez burkolatot kapnak.

A hőközpontok helyzetét úgy határozták meg, hogy mindegyik terhelése közel azonos legyen. Figyelembe vették a települési távlati fejlesztési elképzeléseit és ennek megfelelően két jellemző tartalékterület fűtési energiaellátási lehetőségét is számításba vettek. A távhő rendszer az utcák alatt az alábbi 24. és 25. ábrákon látható helyszínrajzok szerint három féleképpen fog haladni a helyi közműadottságokra tekintettel [26]



24. ábra: Főúti minta keresztmetszeti elrendezési vázlat [25]



25. ábra: Mellékúti minta keresztmetszeti elrendezési vázlatai [25]

A hőfogyasztók telekhatárig kiépített csatlakozást kapnak, egységes mérettel, kialakítással. Azon lakóházak, amelyek a jelenlegi igényszint szerint kérték a távfűtést (lakóházak 51%-a), az épületen belül telepített egységes hőközpontot kapnak, automatikus működtetéssel, rádiótáv adós hőfogyasztás méréssel, téli és nyári (HMV) hőellátást biztosító kialakítással. A lakásokat nagyságrendjük és fűtőrendszerük műszaki kialakítása alapján 3 kategóriába sorolták:

- összkomfort nélküli (központi fűtőberendezéssel nem rendelkező), csak HMV;
- a '70-'80-as években épült, szilárd-, vagy gáztüzelésű központi korszerűtlen fűtőberendezéssel, 1 fürdőszobával rendelkező lakóház;
- utóbbi 5-15 évben épült, korszerű anyagokkal és fűtési rendszerrel rendelkező lakóház.

A lakosság a költségeket tekintve mindössze a kapcsolási díjat fizet az önkormányzaton keresztül. A fűtési rendszerre kapcsolódó intézmények (hivatal, iskola, stb.) önálló modulrendszerű kialakításban – a lakossági fogyasztói hőközpontokhoz hasonlóan – készülnek. A távfűtési rendszer csőhálózata előszigetelt, minőségi acél vagy polietilén műanyag szerelési rendszerrel készül. A kialakított rendszernek szerves része lesz egy, a teljes rendszert átfogó, épületfelügyeleti, irányító monitoring rendszer. Ez nemcsak az időjárásfüggő, energiatudatos üzemeltetést, de a fogyasztás mérését, ellenőrzését is szolgálja.

5. ÜVEGHÁZAK

A dolgozat további részében egy tervezett fél hektáros üvegház projektet mutatunk be, amely Kistokaj mellett lesz megtalálható

Az üvegház különleges épület növények számára, amely tetejének és falának nagy része üvegből van. Olyan fűthető épület vagy nagyobb építmény, csarnok, ahol legalább 20–30°C hőmérséklet és a benne levő növényeknek megfelelő (párás vagy száraz) levegő biztosítható. A 26. ábrán egy üvegháztelep látható.



26. ábra: Üvegháztelep [27]

Hazánkban a geotermikus energia energetikai hasznosítása, a lakások fűtése mellett számos egyéb területen kerül felhasználása. Ezek közül az egyik legkiemelkedőbb a mezőgazdasági felhasználás. Magyarország geotermikus energia felhasználását a következő táblázat mutatja be.

4. táblázat: Magyarország geotermikus energia felhasználása [21]

	MW _{hő}	%	TJ/év
Lakossági fűtés	100,6	14,5	1016,7
Üvegházfűtés	196,7	28,3	1502,5
Fürdők és uszodák	350,0	50,4	5040,0
Hőszivattyúk	4,0	0,6	22,6
Egyéb felhasználás	42,9	6,2	358,0
Összesen	694,2	100	7939,8

5.1 Az üvegházak hőigénye

Az üvegházak hőigénye a szükséges belső hőmérséklet szerint változik, amely a termelendő zöldség, illetve gyümölcs függvénye. A hőigény számítása a TNM rendelet alapján történt [28][29].

Az üvegház fűtésére szükséges éves nettó hőenergia igényt az alábbi képlettel számítható:

$$Q_F = H * V(q + 0,35 * n) * \sigma - Z_F * A_N * q_b$$

Ahol:

- Q_F az éves nettó hőenergia igény [kWh]
- H az éves hőfokhíd értékének ezredrésze [hK/a]
- V a fűtött légtérfogat [m^3]
- q a fajlagos hőveszteség tényező [W/m^3K]
- $0,35$ szellőzési hőveszteség számításánál: a levegő sűrűségének, fajhőjének és a mértékegység átváltásához szükséges tényezőknek a szorzata
- n az átlagos légcserezszám [1/h]
- σ a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező
- Z_F a fűtési idény órában mért hosszának ezredrésze
- A_N a nettó fűtött szintterület [m^2]
- q_b a belső hőterhelés átlagos értéke [W/m^2]

A képletben szereplő q (fajlagos hőveszteség tényező) számítása az alábbi képlettel végezhető:

$$q = \frac{1}{V} * (\Sigma A * U_R - \frac{Q_{sd}}{H})$$

Ahol:

- A az üvegház felülete [m^2]
- U_R az eredő hőátbocsátási tényező [W/m^2K]
- Q_{sd} a direkt sugárzási nyereség [KWh/a]
- H az éves hőfokhíd ezredrésze [hK/a]

A fajlagos hőveszteség tényező kiszámításához szükséges a Q_{sd} (direkt sugárzási nyereség) értéke, amely a Δt_b (egyensúlyi hőmérséklet különbség) segítségével, az alábbi képlettel határozható meg:

$$\Delta t_b = \frac{Q_{sd} + A_N q_b}{\Sigma AU + 0,35nV} + 2$$

Ahol:

- Q_{sd} a direkt sugárzási nyereség [KWh/a]
- A_N a nettó fűtött szintterület [m^2]
- q_b a belső hőterhelés átlagos értéke [W/m^2]
- A felületek belméretek alapján [m^2]
- U hőátbocsátási tényező [W/m^2K]
- V a fűtött légtér fogat [m^3]
- 0,35 szellőzési hőveszteség számításánál: a levegő sűrűségének, fajhőjének és a mértékegység átváltásához szükséges tényezőknek a szorzata
- n az átlagos hőcsereszám [$1/h$]

Az éves nettó hőenergia igény kiszámításához szükséges képletben szereplő az éves hőfokhíd érték ezredrészének (H) számításához az alábbi képletet kell használni:

$$H = H_{20} - (20 - t_{i, \text{átl}}) \cdot Z_f$$

Ahol:

- H az éves hőfokhíd ezredrésze [hK/a]
- H_{20} az éves hőfokhíd ezredrésze 20 °C-ra számolva [hK/a]
- $t_{i, \text{átl}}$ átlagos belső hőmérséklet [°C]
- Z_f a fűtési idény hosszának az ezredrésze [h]

Az éves hőfokhíd ezredrészének (H) kiszámításához továbbá szükség van a középhőmérséklet ($t_{köz}$) értékére, melyet az alábbi képlet segítségével számíthatunk ki:

$$t_{köz} = t_{i, \text{átl}} - \Delta t_b$$

A képletben szereplő átlagos belső hőmérséklet ($t_{i, \text{átl}}$), melyet az üvegházban tartani kell, tekintve a természeteni kívánt növényeket a mi esetünkben ez az érték: $t_{i, \text{átl}} = 20^\circ\text{C}$. A képlet másik tagja a Δt_b , mely az üvegházban tartandó legkisebb hőmérséklet és a téli időszakokban jelentkező legkisebb külső hőmérséklet különbsége. Az üvegházban termesztendő növények számára biztosítani kell a minimum 10 °C-t, hogy ne akadályozzuk növekedésüket. A téli átlagos hőmérsékletet Miskolc térségében -5 °C-on határoztuk meg. A két érték alapján kiszámítható a hőmérsékletkülönbség: $\Delta t_b = 15^\circ\text{C}$. A középhőmérséklet meghatározását követően az alábbi táblázat részletből leolvasható a fűtési idény hosszának az ezredrésze (Z_f) és a éves hőfokhíd 20 °C-ra számolt értéke (H_{20}). A számítások alapján nekünk a $t_{köz} = 5^\circ\text{C}$ középhőmérsékletre tartozó értékekre van szükségünk.

5. táblázat: Fűtési idény hossza, éves fűtési hőfokhíd [29]

$t_{köz}$ [°C]	Z_f [h]	H_{20} [hK/a]
1	1178,9	26099,5
2	1486,1	31629,1
3	1831,7	37504,3
4	2174,9	42995,5
5	2496,5	47819,5
6	2822,9	52389,1
7	3158,9	56757,1
8	3451,7	6270,7
9	3756,5	63623,5

A fenti képletekbe behelyettesítve az adatokat és a számításokat elvégezve a 6. táblázatban foglaltuk össze az eredményeket.

6. táblázat: A számítások alapadatai és eredményei

Adatok	
A [m ²] (az üvegezés felülete)	1486,6
V [m ³]	4867,2
U_r [W/m ² K]	6,524
U [W/m ² K]	2,8
n [1/h]	5
σ	1
A_N [m ²]	977,6
q_b [W/m ²]	5
Δt_b [°C]	15
$t_{i, \text{átl}}$ [°C]	20
Z_f [h]	2,49
H_{20} [hK/a]	47819,5
Eredmények	
Q_F [kWh/a]	673574,4
q [W/m ³ K]	1,19
Q_{sd} [W]	185311,2
H [hK/a]	47,8195
$t_{köz}$ [°C]	5

Az eredmények 1 üvegházra vonatkoznak átlagos hőmérsékleten, azonban a továbbított hőenergia 5 üvegházban kerül felhasználásra, ezért az üvegházak teljes hőigénye:

$$Q_{\text{összes}} = Q_F \cdot 5 = \underline{3\,367\,872 \text{ kWh/év}}$$

5.2 Üvegház árajánlata

A következő fejezet egy félhektáros üvegház árajánlatának vizsgálatát tartalmazza. Az árajánlat vizsgálatánál az alábbi szempontokat kell figyelembe venni. Ismerni kell az üvegház szerkezetét, az automatizálást és klímavezérlést, a növénykultúrátartó-rendszert, az árnyékoló rendszert, az öntöző- és tápoldatozó rendszert. Az árajánlatot a Planthouse Kft. készítette. A következő táblázat az üvegház főbb szerkezeti elemeit mutatja be, amely a legfontosabb elem az árajánlat meghatározásában.

7. táblázat: Az üvegház szerkezeti elemei

Terület	998,4 m ²
Szélesség	9,6 m
Hosszúság	104 m
Típus	ININSA PW-9,6X4m nagyfeszítávú üvegház
Vápmagasság	4 m
Bejáratok száma	2 db
Ajtóméretek	3 x 3 m
Ajtók leírása	Alumínium kerettel és laminált 3+3 mm vastagságú üvegborítással
Szellőzőnyílások leírása	A tetőn teljes hosszában végigfutó egyoldali szellőzőnyílások hajónként a gerincből nyílnak 3 fázisú motor és fogaslécsek segítségével.
Szellőztetőmotorok száma	1 db
Borítóanyag leírása	A tető- és falborítás laminált 3+3 mm vastagságú üvegborítás, tömítéssel és alumínium rögzítőszínekkel.
Gépészeti berendezések	A szellőzőnyílásokat működtető motorokhoz tartoznak az elektromos védelmi egységek. Megtalálható egy általános védelmi kapcsolószekrény is.
Acél típusa	Tüzhorganyzott szerkezeti acél S275
Max. hőterhelés	60 kg/m ²
Max. növényterhelés	45 kg/m ²

Max. szélterhelés	120 km/h
Hosszoldali oszlopok	IPE-160 mm négy négyzetméterenként
Homlokzati oszlopok	: IPE-120mm kettő darab egy 9,6 m széles homlokzaton
Váparendszer leírása	520 mm széles és 2 mm vastagságú fémlemezekből készítve megerősítésekkel.
Megerősítések	Vonóvasak, merevítőrudak, könyökvasak stb. méretekkkel a bővebb árajánlat során részletezve.

Ezekon kívül az árajánlathoz a következő rendszereket szükséges ismerni:

- elektromos védelmi rendszer,
- klímarendszer,
- árnyékolóháló,
- öntöző és táplálórendszer.

Az adatok ismeretében a konkrét árajánlat az üvegházakra (5 db):

- Anyagdíj összesen: 163 114 000 HUF
- Munkadíj összesen: 33 840 000 HUF + ÁFA
- Szállítás összesen: 4 153 000 HUF

5.3 Az üvegház CO₂, és víz ellátása

Egy üvegház esetében az anyag-, munka- és szállítási költségeken túl számításba kell venni további költségeket a termesztési kívánt növények függvényében. A helyes növekedés érdekében a növények számára biztosítani kell a megfelelő mennyiségű CO₂ és víz adagolást. Az alábbi fejezetekben az üvegház, szén-dioxid és víz ellátását és azoknak költségeit szükséges megvizsgálni.

5.3.1 CO₂ ellátás

A megadott - 30 kg/m²,év - felhasználási igény alapján nyilvánvaló, hogy csak és kizárólag tartályos gázellátásra célszerű berendezkedni a hozzá tartozó elpárologtató és nyomásszabályozó egységgel. Az ajánlati árak – a többi közüzemi szolgáltató ajánlatával ellentétben - a telepítés konkrét helyétől, helyrajzi számától függetlenek. A díjtételben

meghatározó tényező az éves felhasználás mennyisége, melyet a szolgáltató fél hektáros üvegház esetében megadott.

5.3.2 Vízellátás

A BORSODVÍZ Kft. tájékoztatása szerint a pillanatnyilag érvényes szolgáltatási díjtételek a következők:

- lakossági $424 \text{ Ft/m}^3 + 27\% \text{ ÁFA}$
- közületi $459 \text{ Ft/m}^3 + 27\% \text{ ÁFA}$

A fenti szolgáltatási díjak csak a hálózati vízellátás díjait tartalmazzák, abban a szennyvízelvezetés költsége nem szerepel. A megadott napi maximális öntözővíz mennyiség alapján felmerülhet a saját öntözővíz ellátó rendszer kiépítésének lehetősége.

Az öntözővíz ellátáson kívül meg kell oldani a tűzi víz, valamint a kommunális hálózat vízellátását is. A kiépítés költségei a gerincvezetésektől mért távolságtól, a telepítés helyétől, az esetleges további fejlesztési igényektől jelentős mértékben függenek. A saját öntözővíz ellátó rendszer kialakítása történhet felszíni vízkivétellel vagy talajvizes kút létesítésével.

Megvizsgálták a Hejő patakból kinyert víz lehetőségét is, azonban a felmérés szerint a patak nagy valószínűséggel nem képes folyamatosan kiszolgálni az üvegház vízigényét. Azonban a talajvizes kutakból történő öntözési célú vízkivétel gazdasági szorzója 0, azaz vízkészlet használati járulékot a kivett vízmennyiség után nem kell fizetni.

Amennyiben a tűzi víz ellátás tárolóból valósul meg, a talajvizes kutakból azok feltöltésére is lehetőség nyílik.

Talajvizes kutak létesítésének költségei:

- Tervezési díj 300 000 Ft/kút,
- Eljárás igazgatási szolgáltatási díja $100\text{-}1000 \text{ m}^3/\text{nap}$ 210 000 Ft/kút,
- Kivitelezés 1 600 000 Ft/kút.

A biztonsági szempontok szem előtt tartásával két kútban gondolkodva az öntözővíz ellátás 3 710 000,- Ft-ból megoldható, ez néhány nap hálózati vízellátás díjával egyenértékű.

5.4 A termesztett zöldségek

A tervezetek szerint három zöldségtípus kerül termesztésre az üvegházakban, mégpedig paprika, paradicsom és uborka. A magyar zöldségtermesztés meghatározó jelentőségű növénye a paprika, amelyet 2300-2400 hektár területen 160-180 ezer tonnát termesztenek. Ez

a hazai termelőterület 46%-a. A paprikát hajtatásban a paradicsom követi, mintegy 1100 hektáron 100 ezer tonnát állítanak elő. A magyar zöldségajtatás harmadik, de visszaesőben levő növénye az uborka. Jelenleg 500-600 hektáron foglalkoznak vele. A termés mennyisége 80-90 ezer tonna. A zöldségeket hőoptimumuk alapján az úgynevezett Markov-Haev beosztás szerint 5 csoportba sorolhatjuk:

- 25°C-paprika, uborka, görögdinnye, sárgadinnye, spárgatök
- 22°C-paradicsom, tojásgyümölcs, sütőtök, zöldbab, csemegekukorica
- 19°C-zeller, cékla, vörös-, fok- és póréhagyma, spárga
- 16°C-zöldborsó, sárgarépa, petrezselyem, fejes saláta, spenót, sóska
- 13°C-káposztafélék, retek, torma

5.4.1 Paprika

A paprika jelentősége mind biológiailag, vagyis táplálkozástanilag, illetve gazdaságilag is fontos. Legfontosabb alkotórésze a C-vitamin (150-250 mg/100g), karotin tartalma 10 mg/100g, valamint B1-B2 vitaminokat is tartalmaz.

A paprika ökológia igényei a következők:

- fényigény: a terméskötéshez kb. 5 000 lux (egy adott felületre mennyi fény jut) fényerősség és 12 óra feletti megvilágítástartam szükséges;
- hőigény: csírázáskor 30-32 °C, szikleveles állapotban 18-20 °C, az első kötődések idején 18-20 °C a hő optimum. 10 °C alatt egyáltalán nem fejlődik a növény, 35 °C felett pedig nem köt;
- vízigény: vízigényes növény. A vízigény és a hőigény egymást közvetlenül befolyásoló tényező. Általánosságban elmondható, hogy a paprika termése a kötődéstől számítva egyre több vizet igényel;
- transzspirációs együtthatója: 330. (Transzspirációs együttható: 1 kg szárazanyag (paprika) előállításához elpárologtatott víz literben.);
- vízfogyasztási együttható: 100 (Vízfogyasztási együttható: 1 kg nyers termésmégeg előállításához szükséges víz literben.);
- tápanyagigényes növény: termesztés előtt nagy adag szerves trágyát kell bedolgozni a talajba. A tápanyag utánpótlás szorosan kapcsolódik az öntözési módokhoz. Ültetés után ajánlott 1-2 alkalommal magas foszfortartalmú műtrágya 0.1-0.2%-os töménységben. Virágzásig 1:1.3-1.5 nitrogén- kálium arány szükséges. Ha a kötődés

megfelelő a N/K arány 1:1-hez közelíthet. Teljes terhelés esetén pedig a N/K aránya 1,2:1. A talajvizsgálati eredményekhez igazodva a tápanyag utánpótlást az utolsó szedésig folytatni kell.

A paprika ültetési ideje függvényében változik a termelési hozam, amely az alábbiak szerint alakul:

- július - augusztus 3-5 kg/m²;
- október - február 6-12 kg/m²;
- február - március 6-10 kg/m²;
- március - április 8-12 kg/m².

A növények elrendezésekor több megoldás ismert, így lehet négyzetes, ikersoros vagy szimplasoros, de a tőtávolság minden esetben legalább 20 cm. A tőtávolság alapján egy üvegházban 30-35 sor paprikát termesztene soronként 500 tővel. Egy tővön átlagos 5 db paprika terem, így körülbelül 80-100 ezer db paprika növekedik. Az üvegház kiszámolt hőigényét és a termesztett paprika darabszámát alapul véve kiszámítható, hogy a paprika fajlagos hőszükséglete: 7,48 kWh ami 26,9 MJ. A paprika termesztését üvegházban a 27. ábra mutatja be.



27. ábra: Paprika termesztése üvegházban [30]

5.4.2 Paradicsom

A *Lycopersicon lycopersicum* termesztésbe vétele Mexikóban történt. Jelenleg Magyarországon kb. 1100 hektáron termelnek, évi 100 ezer tonna mennyiségben.

A paradicsom ökológiai igényei a következők

- fényigény: kifejezetten fényigényes növény. Normális fejlődéséhez 5 000 lux megvilágítást és 200-300 J/cm²/nap besugárzást igényel. A megvilágítás időtartamával szemben közömbösnek mondható. Fényszegény időszakban lelassul a növekedése. Kedvezőtlen fényviszonyok magas hőmérséklettel párosulnak, akkor elégtelen a virágképződés és rossz a termékenyülés. A túl erős közvetlen sugárzás is káros, mivel a bogyó és a növény hőmérséklete nagyon megemelkedik. Ezért célszerű megoldás a vezérelhető belső árnyékoló rendszer;
- hőigény: hőmérsékleti optimuma 22 °C. A növekedés alsó küszöbértéke 10 °C, a felső pedig 32 °C. A terméskötés szempontjából az optimális hőmérséklet éjjel 15-18 °C, nappal 20-25 °C;
- vízigény: a hosszú tenyészidő és a nagy lombfelület miatt vízigényes növény;
- transzpirációs együttható: 240-370;
- vízfogyasztási együttható: 30-70 kg/l. A sikeres hajtás alapvető feltétele, hogy mindig az optimális vízellátást tudjuk biztosítani. Egy kifejlett paradicsom transzpirációs vízszükséglete 2-2,25 l/m². A talaj víztartalma megfelelő, ha nem csökken 70% alá. Vegetatív fejlődéséhez 70-80%-os páratartalom az ideális, ezért ilyenkor rendszeresen kell párasítani;
- tápanyagigényes növény: nem sóérzékeny, és a jó színeződés érdekében érés kori kálium ellátottsága kiemelten fontos.

Legkorábbi paradicsom hajtásnak nálunk a január közepéig kiültetett állomány számít. Lehet ültetni korábban is, de a rossz fényviszonyok miatt pótmegvilágítás szükséges. A hajtatott paradicsomnál mindig földlabdás palántanevelést alkalmaznak. A palántákat átlagosan 40 cm-es távolságban ültetik, így az üvegházban körülbelül 4500 darab tövet termesztnek, melyen átlagosan 30-35 db paradicsom terem. Összesítve ez 130-150 ezer darab paradicsomot jelent. Így a paradicsom fajlagos hőszükséglete 4.98 kWh, amely 18 MJ. A 28. ábra a paradicsom termesztését mutatja be üvegház esetén.



28. ábra: Paradicsom termesztése üvegházban [31]

5.4.3 Uborka

Cucumis sativus Indiából származik és itthon 600-800 ha területen termesztik. Táplálkozási jelentősége: tápértéke csekély. Káliumtartalma a veseműködést segíti.

Az uborka ökológiai igényei a következők:

- **fényigény:** összehasonlítva a paprikával és a paradicsommal nem jelent termesztési nehézséget a fényszegény időszakban történő hajtás. Ezáltal a téli hónapokban is jól hajtatható, 20 °C hőmérsékleten 1 500 lux fényerőnél asszimilál a legjobban, de 600-1 000 lux is elegendő számára;
- **hőigény:** hőoptimuma a Markov-Haev féle csoportosítás során 25 ± 7 °C. Termesztés idején 12°C-nál kisebb talajhőmérséklet a kevésbé igényes kígyóuborka fajtáknál a termesztést veszélyeztetheti. Talajfűtést és vegetációs fűtést alkalmaznak. Ez esetekben is 30-40 cm magas bakhátakat alakítanak ki, ezekre ültetik a palántákat. A bakhátakat könnyebb felfűteni;
- **nagy vízigényű:** kedveli a magas páratartalmat (65-70%). A sikeres hajtás érdekében a talaj vízkapacitását 70% körül kell tartani. Kisadagú víz gyakori adagolásával, párasítással megteremthetjük az optimális feltételeket.

Az uborka támrendszere a tenyészterület és az elrendezési mód függvényében készül. A növényházi téli hajtásnál a jobb fénykihasználás érdekében V alakban képezik ki a termőfelületet.

Korai termesztés esetén 1,2-1,6 db/m², későbbi termesztésnél 2,0-2,2 db/m² növényesűrűséggel számolunk. Az elrendezés lehet egysoros vagy ikersoros. A sortávolság 120-160 cm között.

Egy üvegházban átlagosan 1260 tő uborkát termesztene, amelyen körülbelül 25-30 db uborka fejlődik tövenként, amely üvegházanként körülbelül 35-40 ezer darab uborkát jelent. Így az uborka fajlagos hőszükséglete 17,8 kWh amely 64 MJ. Az uborka termesztését a 29. ábra mutatja.



29. ábra: Az uborka termesztése üvegházban [32]

6. A CO₂ KIBOCSÁTÁS CSÖKKENÉSE, A GEOTERMIKUS ENERGIA HASZNOSÍTÁSA RÉVÉN

A szén-dioxid kibocsátás számítása egyszerű módon történhet, ha tudjuk azt, hogy mennyi az Avas, Kistokaj és a környékbeli ipari vállalatok, valamint az üvegházak, hőenergia szükséglete. A 8. táblázat bemutatja a fent említett fogyasztók energiaigényét.

8. táblázat: Hőigények

Avas	42 584 543 MJ
Kistokaj	65 000 000 MJ
Ipari vállalatok	91 366 000 MJ
Üvegházak	12 124 330 MJ
Összesen	211 074 873 MJ

Ha a termálvíz hőenergiáját elosztjuk a gáz fűtőértékével (amely 34 MJ/m³), megkapjuk azt a gáz térfogatot, amely a fent említett hőenergia előállításához szükséges, tehát ami a termálvíz használatával kiváltható.

$$\bullet \quad V_{\text{gáz}} = \frac{211\,074\,873}{34} = 6\,208\,084 \text{ m}^3/\text{év}$$

A szén-dioxid kibocsátás csökkentésének kiszámításához szükség van a földgáz összetételére.

- CH₄: 80,75% V/V
- C₂H₆: 3,61% V/V
- C₃H₈: 1,53% V/V
- C₄H₁₀: 1,26% V/V
- CO₂: 4% V/V
- N: 8,85% V/V

A földgáz elégetése során keletkező szén-dioxid tartalom kiszámításához ismerni kell az égési egyenleteket.

- CH₄ + 2O₂ = CO₂ + 2H₂O
- C₂H₆ + 3,5O₂ = 2CO₂ + 3H₂O
- C₃H₈ + 5O₂ = 3CO₂ + 4H₂O
- C₄H₁₀ + 6,5O₂ = 4CO₂ + 5H₂O

A gáz összetétele és az égési egyenletek alapján kiszámítható hogy 1 m³ gáz eltüzelésével hány m³ szén-dioxid lesz a füstgázban.

$$\bullet \text{ CO}'_2 = \frac{CH_4 + 2 C_2H_6 + 3 C_3H_8 + 4 C_4H_{10} + CO_2}{100} = \frac{80,75 + 2*3,61 + 3*1,53 + 4*1,26 + 4}{100} = \underline{1,02 \text{ m}^3/\text{m}^3}$$

Ez alapján a CO₂ kibocsátás.

$$\bullet V_{CO_2, \text{kibocsátás}} = \text{CO}'_2 * V_{\text{gáz}} = 1,02 * 6\,208\,084 = \underline{6\,332\,246 \text{ m}^3/\text{év}}$$

A füstgázban lévő szén-dioxid értéket megszorozva a gáz sűrűségével, megkapjuk a Mályi geotermikus energia használatával egy fűtési szezonban megtakarított CO₂ mennyiségét. A gáz sűrűsége 0 °C hőmérsékleten 1,98 kg/m³.

$$m_{CO_2} = V_{CO_2, \text{kibocsátás}} * \rho_{CO_2} = 6\,332\,246 * 1,98 = 12\,537\,847 \text{ kg} = \underline{12\,538 \text{ t/év}}$$

Természetesen ez az érték akkor helytálló, ha minden tervezett beruházás megvalósul

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatunk a Mályiban fellelhető geotermikus energia szekunder hasznosításával foglalkozott. Az emberiség egyre nagyobb energia szükséglete miatt, fontos szerepet kaphatnak a megújuló energiák. Elemeztük a geotermikus energia kinyerésének lehetőségeit, és annak magyarországi felhasználását. A geotermia hasznosítása nem csak környezetvédelmi szempontokból, hanem az ország gazdasági helyzetének javítása érdekében is előnyös, így jobb életfeltételeket teremtve a lakosság számára. Mivel Magyarország világviszonylatban jó adottságokkal rendelkezik a geotermia terén, lehetőség van arra, hogy hazánk a föld hőjének

energia hasznosítása révén, a megújuló energiahordozókat hatékonyan alkalmazó országok közé tartozzon.

Bemutattuk a tervezett kistokaji hőellátás szerkezetét, valamint a környező ipari vállalatok hőenergia szükségletét. A geotermikus energia hasznosításával Kistokaj lakossága a költségeket tekintve jelentős megtakarításokkal számolhat, csakúgy mint a környező vállalatok.

Megvizsgáltuk a Miskolc határában található üvegházprojekt hőszükségletét, amely alapján azt tapasztaltuk, hogy a Mályiban kiépített geotermikus rendszer teljes mértékben fedezni tudja az üvegházak hőenergia igényét. Bemutattuk az üvegházak szerkezetét, valamint a termesztett növényeket fajták szerint. Kiszámoltuk a növények fajlagos hőszükségletét, mind a paprikára, paradicsomra és uborkára nézve.

Meghatároztuk a teljes geotermikus rendszer által csökkenthető szén-dioxid emisszió mennyiségét.

Dolgozatunk bemutatta a Mályiban található geotermikus energiában rejlő potenciálokat, melyek mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból előnyösek.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] http://hu.wikipedia.org/wiki/Geotermikus_energia
- [2] <http://energiapedia.hu/geotermikus-energiahordozok>
- [3] Listár Nikolett: A Geotermikus energia felhasználási helyzete hazánkban, Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Közmű- és Mélyépítési tanszék, 2011, p. 54
- [4] http://geotermia.lapunk.hu/tarhely/geotermia/dokumentumok/lindal_angol_ok.jpg
- [5] John R. Fanchi: Energy: TECHNOLOGY AND DIRECTIONS FOR THE FUTURE, Elsevier Academic Press 2004, p 491
- [6] Dr. Hajdú József: Alternatív energiatermelés a gyakorlatban, Karbonpiac 2009 p. 62-64 <http://www.klimairoda.hu/karbonpiac/download/kiadvanyok/Alternativ%20energiatermel%C3%A9s%20a%20gyakorlatban.pdf>
- [7] http://www.nationmaster.com/graph/ene_geo_pow_use-energy-geothermal-power-use
- [8] <http://www.nea.is/geothermal/the-resource>
- [9] <http://www.nea.is/geothermal/the-resource/high-temperature-fields>
- [10] <http://www.nea.is/geothermal/the-resource/low-temperature-fields/>
- [11] <http://www.nea.is/geothermal/direct-utilization>

- [12] <http://www.nea.is/geothermal/electricity-generation>
- [13] <http://halaszat.blog.hu/page/3>
- [14] <http://www.nea.is/geothermal/direct-utilization/greenhouses>
- [15] <http://www.nea.is/geothermal/direct-utilization/industrial-uses>
- [16] <http://www.nea.is/geothermal/the-iceland-deep-drilling-project/>
- [17] <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2007/11/deep-vision-big-energy-from-way-way-down-50526>
- [18] Major András: Magyarország geotermikus világhatalom, <http://www.origo.hu/gazdasag/hirek/20060218magyarorszag.html>
- [19] Kékesi Zsuzsa és Szentirmai Péter: A PannErgy Nyrt. fundamentális elemzése, 2009 http://bet.hu/data/cms150286/Arbitralok__KekesiZsuzsa_SzentirmaiPeter_A_PannErgy_Nyrt._fundamentalis_elemzese.pdf
- [20] http://www.tompa.hu/dokumentumtar/doc_view/4-tompa-varos-geotermikus-energia-hasznositasi-koncepciojanak-kialakitasa
- [21] <http://www.geotermika.hu/portal/files/mta-geotermika.pdf>
- [22] Dr. Csikai Miklós: A termálvíz komplex mezőgazdasági hasznosítása szentesen, http://www.geotermika.hu/web/sites/default/files/Csikai_kistelek.pdf
- [23] <http://www.mannvit.com/GeothermalEnergy/ProjectExampleinfo/geothermal-energy-development-in-hungary>
- [24] Debre István: Geotermikus energia hasznosítás Szentlőrincen, 2011 http://geotermia.lapunk.hu/tarhely/geotermia/dokumentumok/debreistvan_eloadasa_geot_energiahaszn_szentlorincen.pdf
- [25] KLIMÁSOL Kft: KISTOKAJ TÉRSÉGI IPARI ÉS MEZŐGAZDASÁGI ÖVEZET KISTOKAJ ÉS MÁLYI TELEPÜLÉSEK MEGÚJULÓ ENERGIAHASZNOSÍTÁS TÁVFŰTÉSI RENDSZERE, 2013
- [26] Cservenyák Gábor: Épületgépészeti, energetikai műszaki leírás a Kistokaj térségi ipari és mezőgazdasági övezet és Kistokaj település megújuló energiahasznosítás távfűtési rendszeréhez, 2013
- [27] <http://www.globalglasshouse.hu>
- [28] CompLex Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0600007.TNM
- [29] <http://mmk.hu/wp-content/uploads/2011/05/Sz%C3%A1m%C3%ADt%C3%A1ssal-%C3%B6sszef%C3%BCgg%C5%91-javaslatok.pdf>
- [30] <http://www.freshplaza.com/2007/0618/paprika.jpg>

- [31] <http://0litereshaz.hu/cikk/cikkek/57-geotermikus-futes-az-otmilliárdos-uvegházban->
- [32] <http://img1.cliparto.com/pic/xl/185924/3682277-cucumber-plants.jpg>