

MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR
ENERGIA- ÉS MINŐSÉGIÜGYI INTÉZET
TÜZELÉSTANI ÉS HŐENERGIAI INTÉZETI TANSZÉK



**A MÁLYI GEOTERMİKUS FORRÁS ENERGETIKAI
HASZNOSÍTÁSÁNAK ALTERNATÍV MÓDJAI**

SZAKDOLGOZAT

Készítette: **Györki Tamás**
IV. évf. Bsc. anyagmérnök hallgató

Konzulensek: **Dr. Szemmelveisz Tamásné**
egyetemi docens
Recskó Péter
üzemi konzulens
Geo-Wendung Zrt.
Beruházási és fejlesztési igazgató

2014

Tartalom

1. BEVEZETÉS	4
2. GEOTERMIKUS ENERGIA.....	5
2.1 A geotermikus energiatermelés természeti feltételei.....	5
2.2 Geotermikus hőtermelés- és hasznosítás jellemzői	6
2.3 A geotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval	10
2.4 A geotermikus energia kinyerése hőszivattyús módszerekkel	10
2.4.1 Vizes rendszerek	10
2.4.2 Talajkollektoros rendszerek	11
2.4.3 Talajszondás rendszerek	11
3. A GEOTERMIKUS ENERGIAHASZNOSÍTÁS HELYZETE A VILÁGBAN ÉS MAGYARORSZÁGON	12
3.1 Nemzetközi példa a geotermikus energia hasznosítására.....	12
3.1.1 Nagy hőmérsékletű területek	14
3.1.2 Kis hőmérsékletű rendszerek	14
3.1.3 A geotermikus források közvetlen felhasználása Izlandon.....	14
3.1.4 Villamos-energiatermelés.....	15
3.1.5 Halgazdálkodás	16
3.1.6 Üvegházak	16
3.1.7 Ipari felhasználás	17
3.1.8 Az izlandi mélyfűrészi projekt	18
3.2 Magyarország geotermikus energiahasznosítási helyzete	19
3.2.1 A magyarországi geotermikus hasznosítás példái	20
4. MÁLYI TÉRSÉGÉBEN LÉVŐ GEOTERMIKUS PROJEKT.....	22
4.1 Ipari, mezőgazdasági, lakossági és kommunális hőellátás.....	25
4.2 Kistokaj hőellátása	25
5. GEOTERMIKUS ENERGIAHASZNOSÍTÁS ÜVEGHÁZAKBAN	27
5.1 Az üvegházak hőigénye.....	28
5.2 Az üvegház beruházási költsége	31
5.3 Az üvegház víz ellátása	32
5.4 A termesztett zöldségek.....	33
5.4.1 Paprika	34
5.4.2 Paradicsom.....	35
5.4.3 Uborka.....	36

6. NYÉKLÁDHÁZA	38
6.1 Lakóépületek hőellátása	39
6.2 Közintézmények hőellátása.....	42
6.3 Használati meleg víz ellátás	43
8. A CO ₂ KIBOCSÁTÁS CSÖKKENÉSE, A GEOTERMIKUS ENERGIA HASZNOSÍTÁSA RÉVÉN	44
9. ÖSSZEFOGLALÁS.....	45
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	46

1. BEVEZETÉS

A geotermikus energiáról alkotott értékítéletek sokszor túlzottan derűlátók, vagy túlzottan lebecsülők. Ebben a geotermikus energia kétarcúságának is szerepe van, ha bizonyos tulajdonságait egyoldalúan emeljük ki. A geotermikus energiakészletek szinte elképzelhetetlenül nagyok: a földkéreg felső tíz kilométere több mint 50 000-szer annyi energiát tartalmaz, mint a ma ismert olaj és földgázkészletek.

A geotermikus energia gazdaságosságát vizsgálva nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy egy a természeti adottságokhoz képest még nem eléggé széleskörűen elterjedt energiaforrásról van szó, tehát felhasználásának tömegessé válása a költségek csökkenését hozza majd magával. Ami szembejön: a geotermikus energiatermelés viszonylag nagy beruházási költséggel és rendkívül alacsony üzemeltetési költséggel jár. Megbízhatósága, környezetbarát jellege fontos érték. Az energiaellátás diverzifikálásában játszott szerepét sem becsülhetjük túl. Független a fosszilis energiahordozók az olaj- és a földgáz importjától. Ára kiegyensúlyozott, nem követi az olaj- és gázárak hektikus ingadozásait. Elterjedésével árstabilizáló szerepe lehet a hazai energiapiacra. Míg a geotermikus energia alkalmazásakor a ráfordítások itthon maradnak, az import üzemanyagok ára külföldre vándorol. Dolgozatom témája a Mályiban fellelhető geotermikus hőforrás terciér és kvaterner hasznosítási lehetőségeinek elemzése. A geotermikus energia segítségével felfűtött szekunder hőhordozó közeg, a miskolci Avasi lakótelepen található Hidraulika Állomáson leadja hőenergiája egy részét, azonban a visszatérő úgynevezett hulladékhő segítségével, Kistokaj lakosságának is biztosítható a hőszükséglete. Ezután további hőhasznosítás érdekében bekötésre kerülhetnek a rendszerbe a környező ipari vállalatok is. Majd egy körülbelül fél hektáros üvegházak telep bekötését is számításba veszem. Vizsgálom az üvegházak szerkezetét, méreteit, technológia paramétereit, öntözési rendszerét, vízellátását. Ismertetjük a természeti kívánt növények hőszükségletét, amely alapján számíthatjuk az üvegházak hőigényét. A rendszer rövid ismertetése után rátérek a dolgozatom fő témájára, Nyékládháza teljes hőenergia szükségletének vizsgálatára. Ezután megvizsgálom Nyékládháza település bekötési lehetőségét a mostani rendszerbe. Végezetül pedig meghatározom a megtakarítható fosszilis alapú hő mennyiségét, és a légkörbe kerülő CO₂ mennyiségének csökkenését.

2. GEOTERMIKUS ENERGIA

A geotermikus energia olyan belső energia, amelyet a földkéreg, a köpeny és a mag nagy hőmérsékletű tömegei tárolnak. Mivel a Föld belsejében sokkal nagyobb hőmérsékleteket találunk, mint a felszínen, a belső energia szakadatlanul áramlik a nagy mélységű forró zónákból a felszín felé. Ez a földi hőáram.

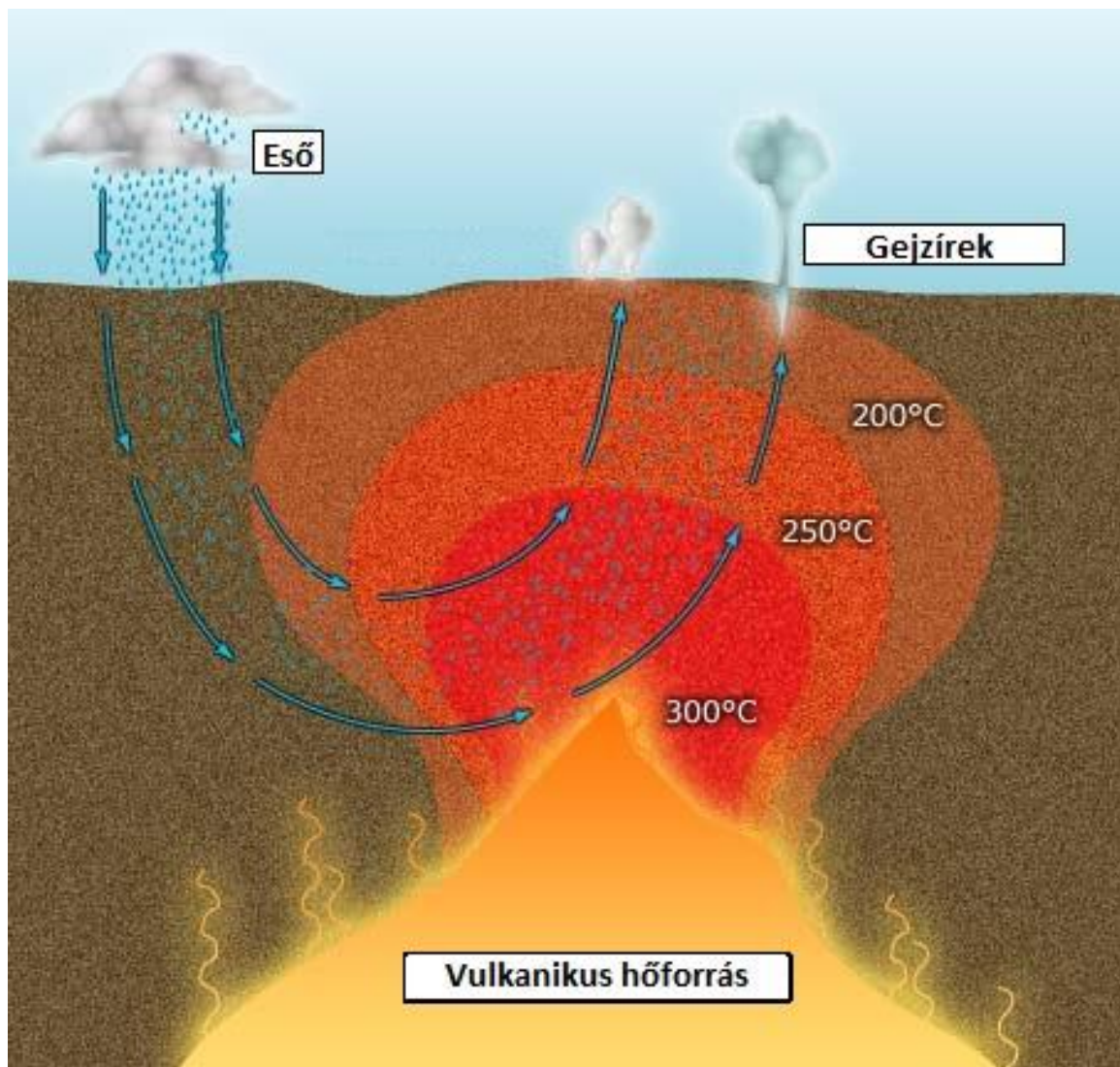
A földkéreg hőmérséklete a hővezetés törvényének megfelelően növekszik a mélységgel, így az egységnyi tömegű anyag energiatartalma a mélységgel nő. Nyilvánvalóan annál alkalmasabbak a körülmények a geotermikus energia kitermelésére, minél közelebb van a felszínhez a belső energiát hordozó, nagy hőmérsékletű közeg. Ez az egységnyi mélységre eső hőmérsékletnövekedéssel, a geotermikus gradienssel jellemezhető. Az átlagos geotermikus gradiens értéke 30 °C/km -re tehető. A földi hőáram és a geotermikus gradiens értéke nem homogén eloszlású, a kéregfejlődés folyamatától függően jellegzetes területi eloszlást mutat [1].

2.1 A geotermikus energiatermelés természeti feltételei

A geotermikus energia kitermeléséhez olyan hordozó közeg szükséges, amely nagy fajlagos energiatartalmu, könnyen felszínre hozható, nagy mennyiségben rendelkezésre álló, a környezetre nem káros, olcsó, jól kezelhető. Mindezeket a követelményeket a víz elégíti ki a legjobban. A földkéreg alkotó kőzetek nem homogén anyagok, a teret nem töltik ki hézagmentesen. A kőzetek hézagterfogatát minden esetben valamilyen fluidum tölti ki: túlnyomórészt víz, de szerencsés esetben gőz, kőolaj vagy földgáz. A földkéreg erre alkalmas helyein a pórusokban vagy repedésekben forró vizet tároló képződmények, ún. geotermikus rezervoárok alakultak ki. Ritka kivételektől eltekintve ezekben a víz folyadékfázisban található, ugyanis az adott mélységben uralkodó nyomáshoz tartozó forráspont érték sokkal nagyobb, mint az ugyanabban a mélységben adódó közethőmérséklet.

A természetes geotermikus tároló, vagy hidrotermális rendszer kellő kiterjedésű, nagy hőmérsékletű, megfelelő porozitású és áteresztőképességű hévíz, vagy gőztároló képződmény, amely legtöbbször utánpótlást kap a leszivárgó csapadékvízből. A közönséges talaj- vagy rétegvíz tárolókhöz képest. az alapvető különbség, hogy a geotermikus tárolóból belső energiát termelünk ki, amelynek csupán hordozó közege a forró víz, vagy gőz. Ezt környezetvédelmi szempontok miatt és a rétegyomás fenntartása érdekében is vissza kell

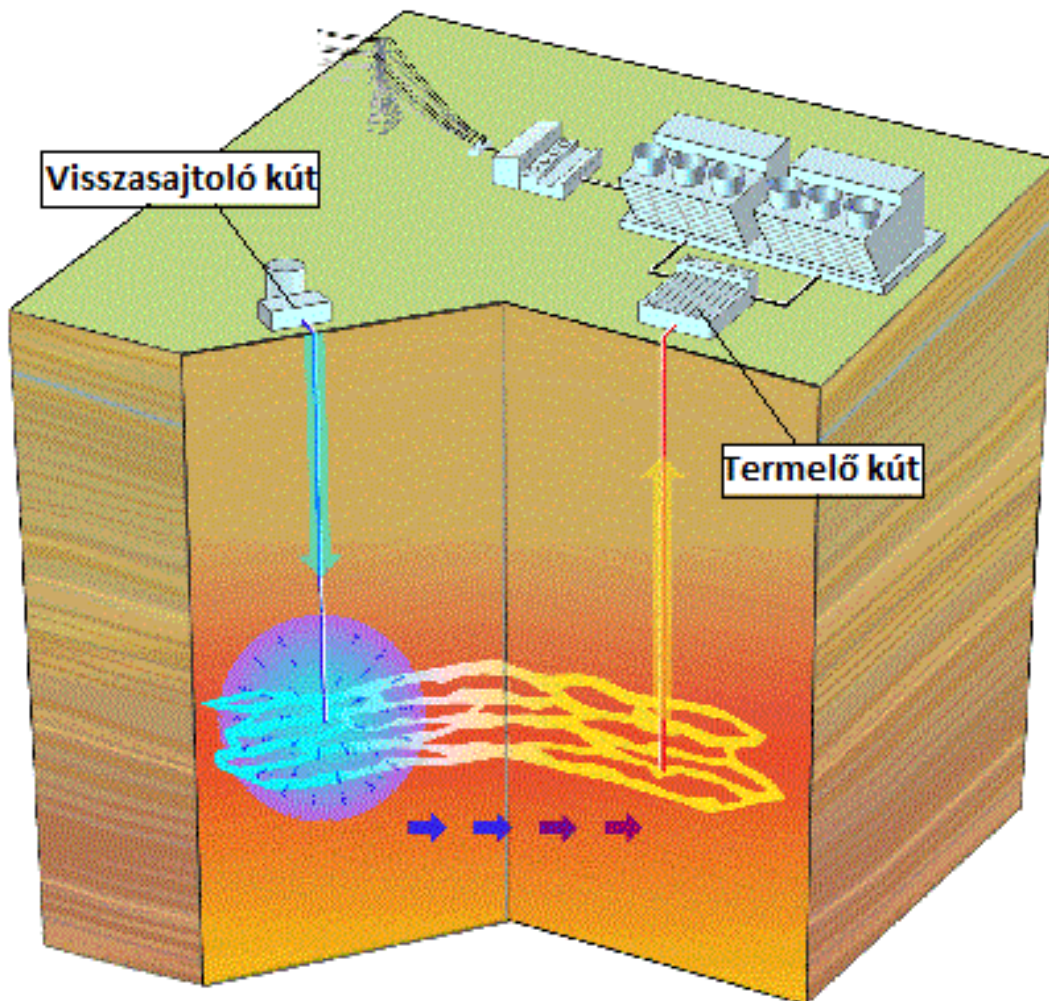
sajtolni a tárolóba. A legfontosabb, csak hosszú távon jelentkező előny, hogy a visszasajtolt lehűlt hévizet a tárolóban újra felmelegíti a forró kőzettest, s a folyamatos átöblítéssel annak jelentős belsőenergia-tartalma is kitermelhető. A bányászat tehát a víz energiataralmára irányul, nem magára a vízre. A mesterséges tároló valamilyen forró, nem átteresztő kőzetben hidraulikus rétegrepesztéssel létrehozott repedésrendszer, ahová a felszínről juttatjuk be a vizet, amely felmelegedve kitermelhető [1]. Az 1. ábrán egy geotermikus rezervoár látható.



1. ábra: Geotermikus rezervoár [2]

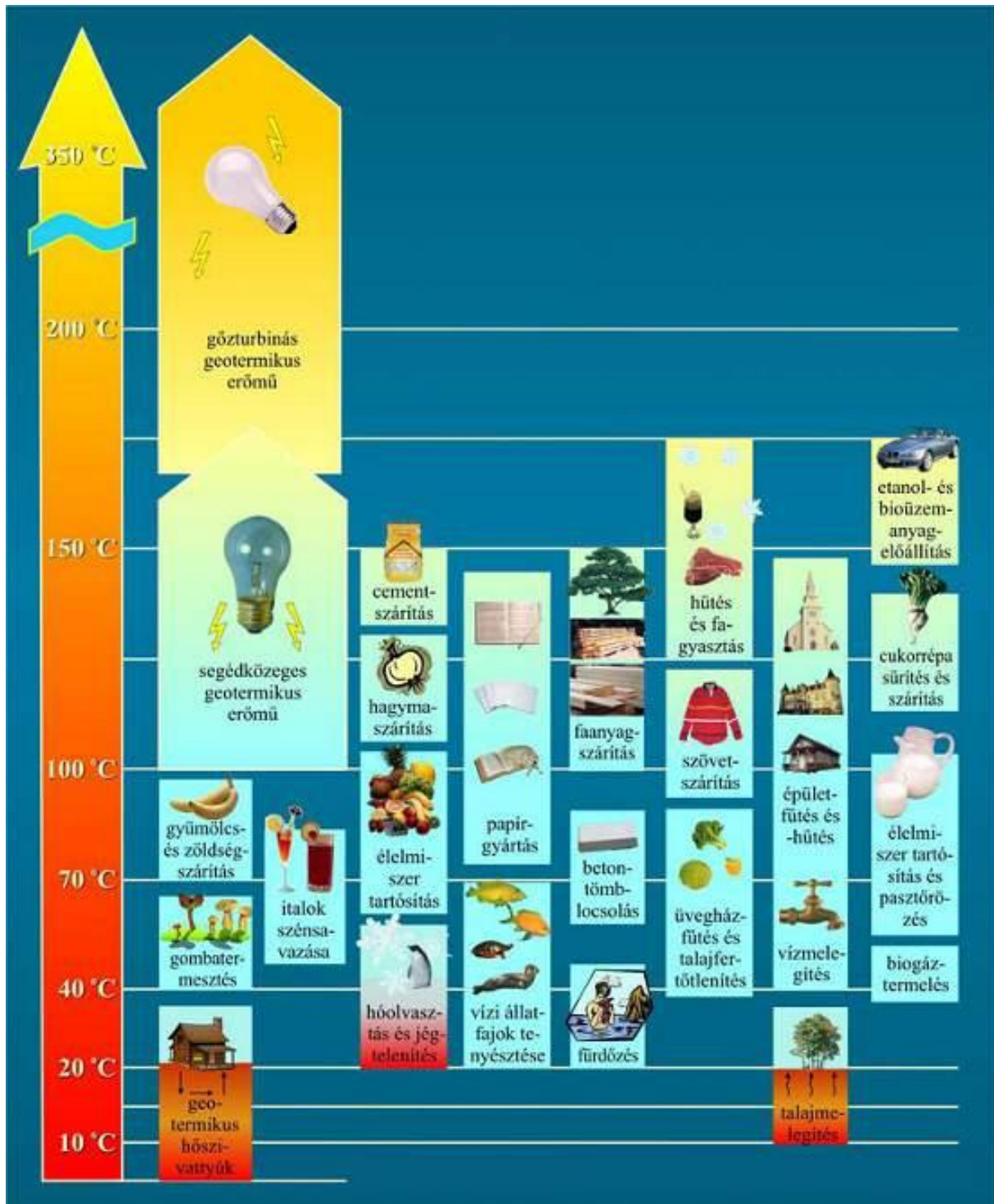
2.2 Geotermikus hőtermelés- és hasznosítás jellemzői

A geotermikus energiát hordozó folyékony közeget, elsősorban forró vizet mélyfúrású kutakon keresztül hozzák a tárolóból a felszínre. Ennek a technológiának minden eleme: a fúrás, kútkiképzés, a felszíni és a felszín alatti termelő berendezések ismertek, tömegesen és megbízhatóan alkalmazottak az olajiparban. A 2. ábrán a termelési folyamat látható.



2. ábra: Geotermikus termelő és visszasajtoló kút [3]

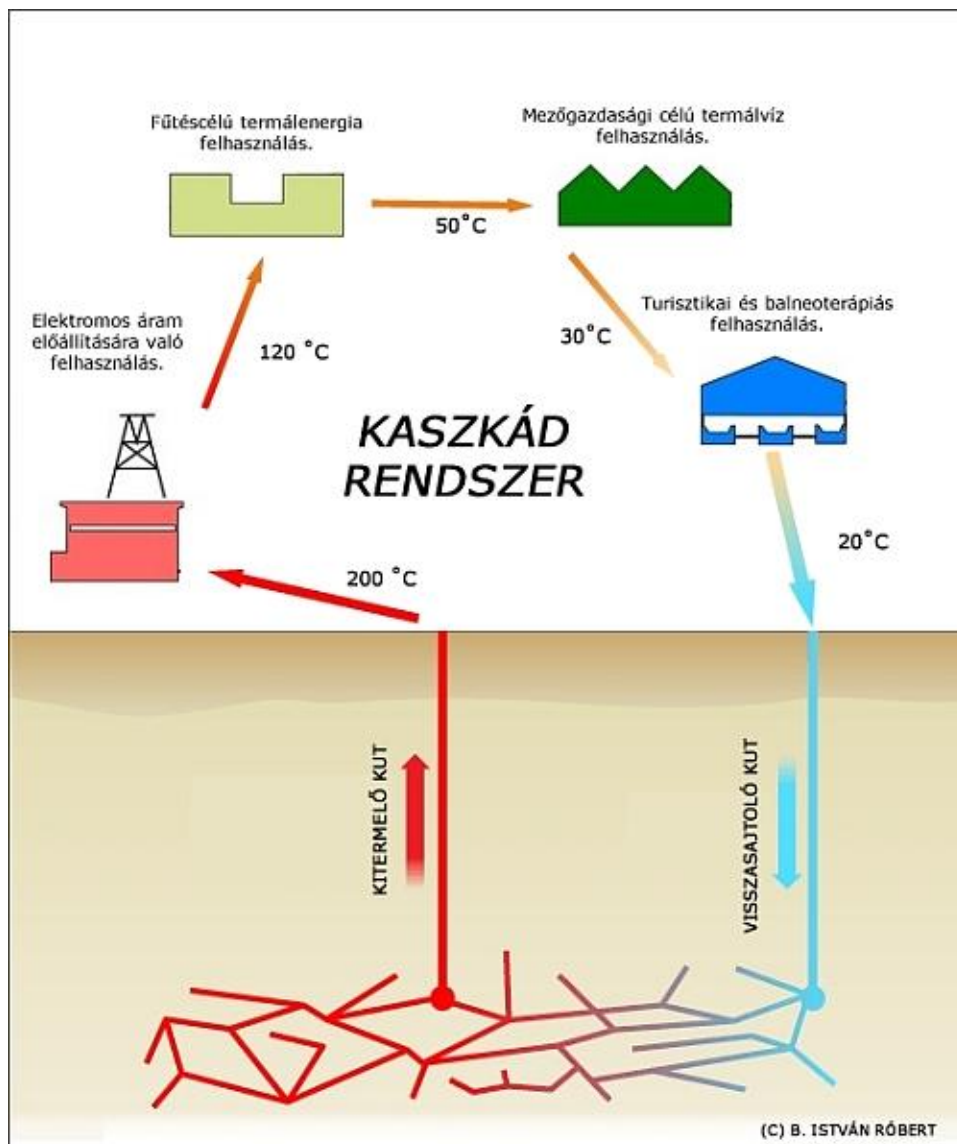
A kitermelt fluidum hőmérséklete és mennyisége határozza meg a hasznosítás módját. Jelentősen növeli az energiahasznosítás gazdaságosságát az, hogy a hőmennyiséget felszínre hozó víz sokoldalúan értékesíthető. Viszont azzal is tisztában kell lennünk, hogy helyhez kötött energiáról van szó. Ezért a hasznosítási célokat előre meg kell határozni és a hasznosítást meg kell tervezni a feltárási lehetőségek, valamint a geológiai adottságok függvényében. A Lindal-diagram a geotermikus energia alkalmazásainak széles skálájú lehetőségeit mutatja be és jól áttekinthetően foglalja össze a 3. ábrán [4].



3. ábra: Lindal-diagram [4]

A diagramon jól látható, hogy áramtermelés segédközeges üzemmódban már 100 °C körüli értéktől lehetséges. A földhőszivattyúkkal való hasznosításra pedig már 0 °C-tól lehetőség nyílik. A Lindal-diagram egyes részei folyamatosan bővülnek, annak eredményeként, hogy újabb és újabb alkalmazási területek esetén is sikert arat a geotermikus energia felhasználása.

A Lindal-diagram alapján két fontos következtetést tehetünk: egyrészt, hogy a készlet hőmérséklete korlátozza a lehetséges hasznosítást, másrészt, hogy legelőnyösebb a kaszkád-, vagy integrált-rendszerű felhasználás. Ez utóbbi felhasználási változat kombinált energia- és többlépcsős hőhasznosítást jelent. Ennek alkalmazása révén növelhető a geotermikus energia kihasználtsága és így gazdaságosabb megvalósítás érhető el. A geotermikus energiahasznosítás legegyszerűbb és legrégebben használt módja a közvetlen hő-hasznosítás. A geotermikus energia hőjének felhasználását gyakorlatilag csak a kitermelt termálvíz hőmérséklete, illetve a kitermelés gazdaságossága korlátozhatja. Bármilyen területen alkalmazható, ahol olyan hőmérsékletű hőenergiára van szükség, amit a geotermikus hőforrás hőmérséklete meghalad. Különösen akkor előnyös, ha kaszkádszerű felhasználás valósítható meg, azaz ha a fokozatosan csökkenő hőmérséklet-igényű fogyasztók egymás után kapcsolhatók [4]. Egy geotermikus kaszkád rendszer felépítését a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: Geotermikus kaszkád rendszer [5]

2.3 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 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].

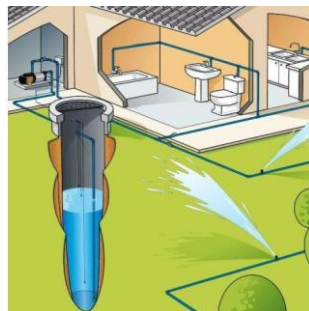
2.4 A geotermikus energia kinyerése hőszivattyús módszerekkel

A geotermikus energia kinyerésére háromféle hőszivattyús rendszer használatos:

- vizes rendszerek;
- talajkollektoros;
- talajszondás rendszerek.

2.4.1 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 5. ábra.



5. ábra: Vizes rendszer elve [6]

2.4.2 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 talaj kollektoros rendszert az 6. ábra szemlélteti.



6. ábra: Talaj kollektoros rendszer elve [6]

2.4.3 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 7. ábra mutatja be.



7. ábra: Talajszondás rendszerek [6]

3. A GEOTERMIKUS ENERGIAHASZNOSÍTÁS HELYZETE A VILÁGBAN ÉS MAGYARORSZÁGON

A fejezetben a geotermikus energia hasznosítás nemzetközi és hazai helyzete kerül bemutatásra. A geotermikus energiát számos országban hasznosítják. Magyarország a világgrangsorban 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.

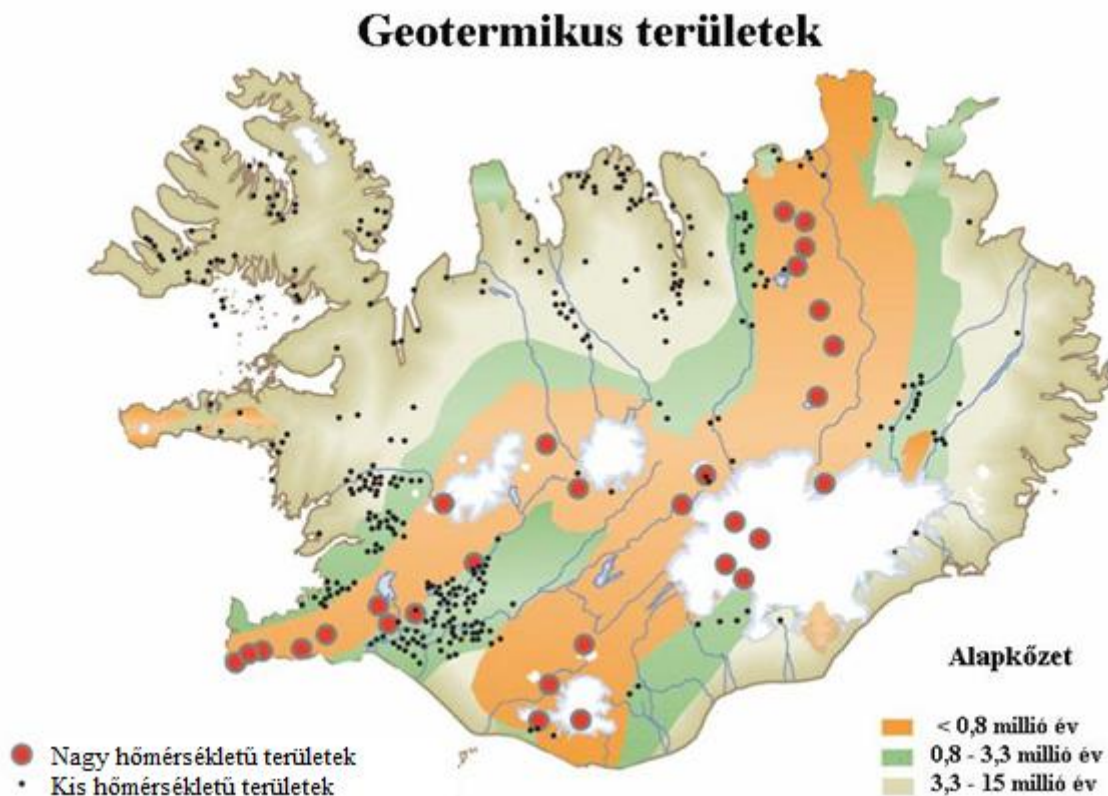
A 20. század folyamán Izland, amely Európa egyik legszegényebb országa volt, nagymértékű tőzeg és import szén függőséggel, egy olyan országgá fejlődött, ahol az életszínvonal kiemelkedő, és szinte minden energia megújuló forrásokból ered. 2011-ben az izlandi primerenergia felhasználás 84%-a megújuló 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 (8. ábra) [8].



8. ábra: Izland geotermikus forrásai [8]

3.1.1 Nagy hőmérsékletű területek

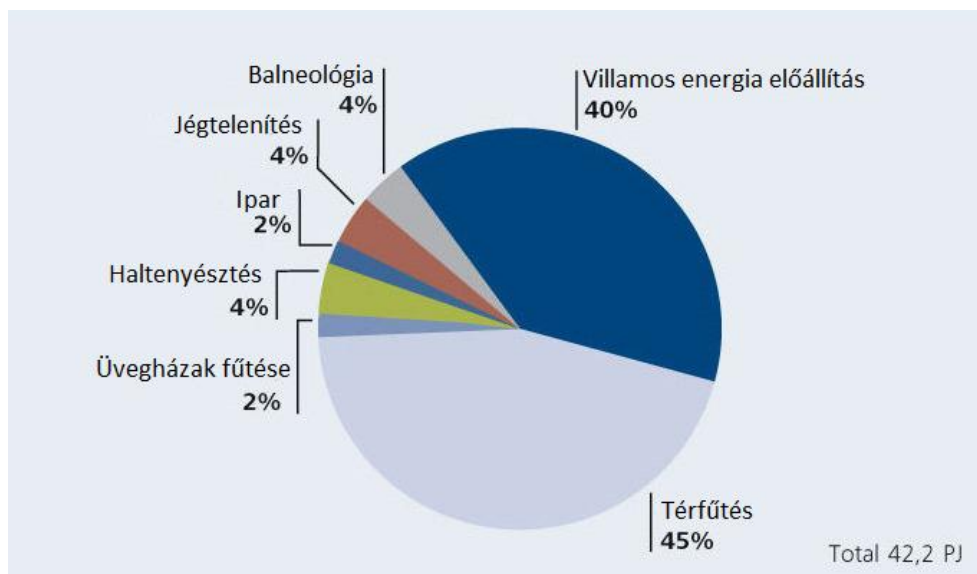
A nagy hőmérsékletű területek többnyire az aktív zónában, magaslatokon helyezkednek el. Az alapkőzet vízáteresztő képessége eredményeként a talajvíz mélyről feltörő, nagy hőmérsékletű gejzirként jut a felszínre. A nagy hőmérsékletű területek hőforrásait a felszín közelébe feljutó magma szolgáltatja. 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 rendszerek

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

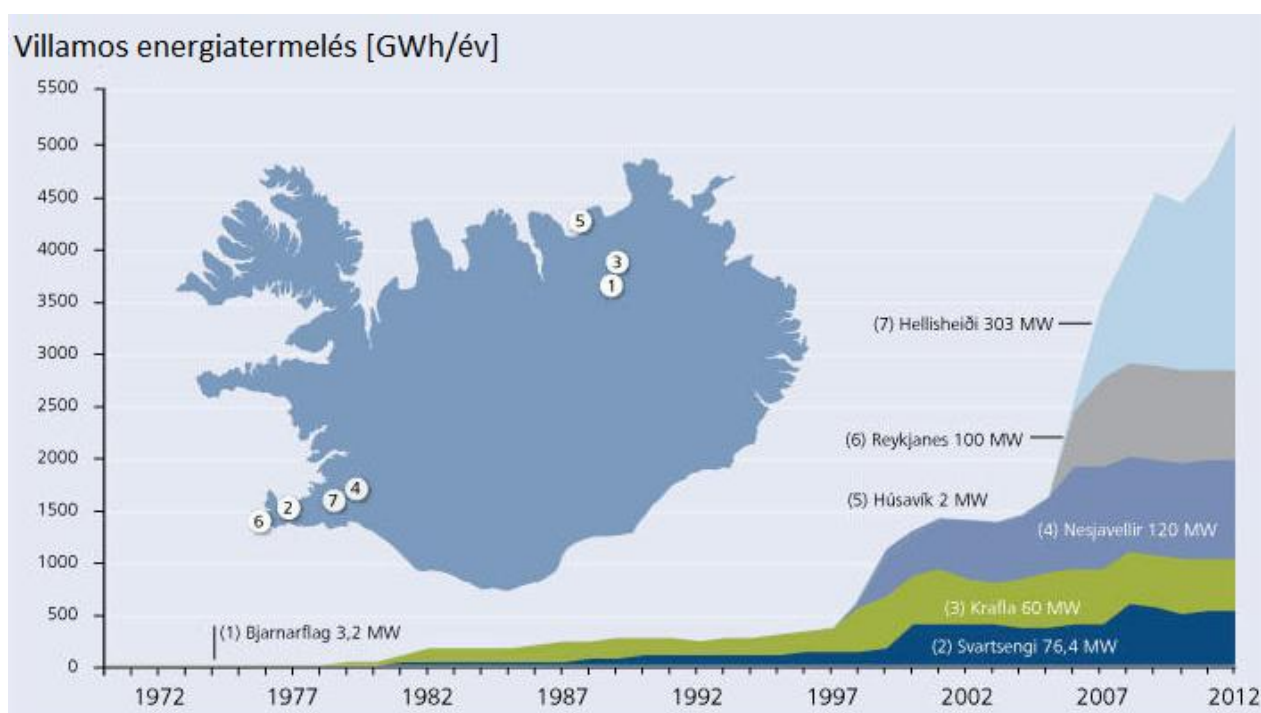
Izland élenjáró országgént ismert a geotermikus távhőszolgáltatásban. A második világháború után a Nemzeti Energiaügyi Hatóság kutatásokat és fejlesztéseket végzett, aminek eredményeként a házak fűtését geotermikus források biztosítják. Ma, az izlandi épületek csaknem 90%-át geotermikus források hasznosításával fűtik. Izlandon a legjelentősebb mértékű közvetlen geotermikus felhasználás a térfűtés. A 9. 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].



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

3.1.4 Villamos-energiatermelés

Geotermikus energia villamos energiává való átalakítása az elmúlt években jelentősen megnőtt Izland területén. Izland gazdasági fejlődése miatt a villamos-energia igény jelentősen megnőtt. A 10. 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].



10. ábra: Geotermikus energiával létrehozott villamos-energiatermelés [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 befűtatása a haltelepek vizeibe. Az összes geotermikus energiafelhasználás haltenyésztés céljából Izlandon 1600 TJ évente, ami várhatóan növekedni fog az ágazat fejlődésével [13]. A haltenyésztést a 11. ábra mutatja be.



10. ábra: Haltenyésztés [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, amelyek többsége az ország déli részén található. A geotermikus energiát elsőként talajfűtésre, 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, amelynek 50%-át zöldségtermesztésre, 26%-át virágtermesztésre, 24%-át faiskolák létesítésére használják. A talajfűtés lehetővé teszi a termelők számára, hogy hamarabb értékesítsék a termékeiket. Az üvegházak éves szinten 740 TJ energiát fogyasztanak, köszönhetően a mesterséges világítás fokozott használatának [14]. Egy izlandi üvegház a 12. ábra mutat be.



12. ábra: Üvegház mesterséges világítással [14]

3.1.7 Ipari felhasználás

A Myvatn tavi kovaföld üzem 1967-ben kezdte meg működését, ahol évente 28 000 tonna kovaföldet bányásznak főként export céljából. Az üzem a világ legnagyobb geotermikus gőzfelhasználói közé tartozik. Az üzem évente 230 000 tonna geotermikus gőzt használ fel 10 bar nyomáson (180 °C) kovaföld szárítására. Ez évente 444 TJ energiafelhasználást jelent, melyet elsődlegesen a kovaföld szárítására alkalmaznak.

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. Az üzem 1976 óta üzemel és éves szinten hőcserélővel 2 000 - 4 000 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 mélyfúrési projekt

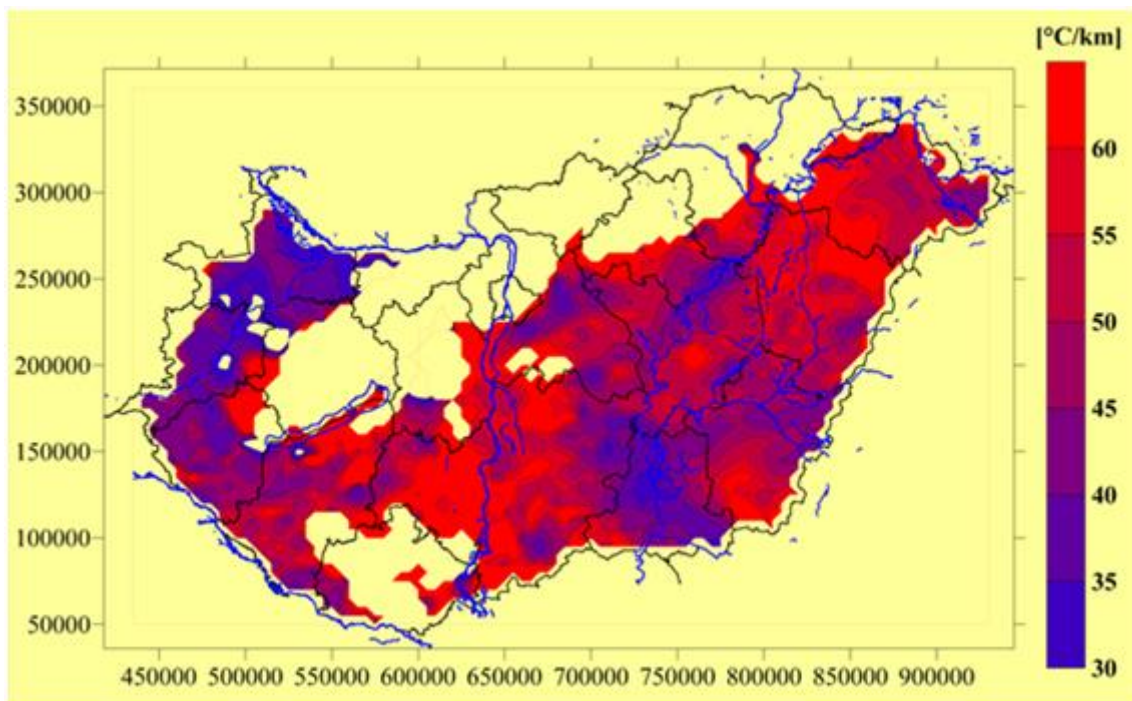
Az Izlandi Mélyfúrési Projekt (IDDP: Iceland Deep Drilling Project) egy hosszú távú projekt a nagy hőmérsékletű hidrotermális rendszerek feltérképezésére Izlandon. Az IDDP egy olyan együttműködés az izlandi energetikai vállalatok és a kormány között, amely a szuperkritikus geotermikus folyadékok kihasználását 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 13. ábra prezentálja.



13. ábra: IDDP fúrési helyszín [17]

3.2 Magyarország geotermikus energiahasznosítási helyzete

Magyarország, bár nem aktív vulkáni területen található, geotermikus adottságai mégis európai, de nemzetközi viszonylatban is kiemelkedőek. Nagy a hőmérséklet mélységgel történő emelkedése, $\sim 45 \text{ }^\circ\text{C}/\text{km}$, szemben az átlagos $20\text{-}30 \text{ }^\circ\text{C}/\text{km}$ értékkel. Így 500 m mélységben az átlaghőmérséklet már $35\text{-}40 \text{ }^\circ\text{C}$, 1000 m-ben $55\text{-}60 \text{ }^\circ\text{C}$, 2000 m mélységben pedig $100\text{-}110 \text{ }^\circ\text{C}$, a melegebb területeken akár $120\text{-}130 \text{ }^\circ\text{C}$ lehet. A felszín alatt több km mélységig megtalálható törmelékes üledékekből (homok, homokkő) vagy repedezett mészkőből, dolomitból az ország területének több mint 70%-án minimum $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -os termálvíz feltárható. Magyarországon a geotermikus potenciál alulról közelítő becslések szerint is legalább $\sim 60 \text{ PJ}/\text{év}$ [18]. Magyarország geotermikus adottságait a 14. ábra szemlélteti.



14. ábra: Magyarország geotermikus adottságai 1 km-es mélységben [19]

Geotermikus energiavagyonunk döntő részét jó hatásfokkal és nagy mennyiségben közvetlenül hőellátásra (lakóépület fűtés, használati melegvíz előállítás, üvegház fűtés, terményszárítás, stb.) tudjuk felhasználni, mert a kitermelhető termálvizeink hőmérséklete $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -nál alacsonyabb. A villamosenergia-termeléshez a jelenlegi technológia mellett kielégítő hatásfok eléréséhez legalább $120 \text{ }^\circ\text{C}$ -os vízre van szükség. Ilyen hőmérsékletű víz elegendő mennyiségben 2500-3000 m mélységben és korlátozott kiterjedésű víztárolókban áll rendelkezésre az országban. Az áramtermelési potenciált nem ismerjük pontosan. Ha az első

geotermikus erőművek megépülnek, és ezzel párhuzamosan a földtani és technológiai tapasztalatok bővülnek, a potenciál jobban becsülhető lesz. Jelenlegi ismeretek alapján 10-100 MW elektromos potenciál becsülhető. A rendelkezésre álló áramtermelési potenciált is érdemes kiaknázni, mert a villamos energiatermeléshez közvetlen hőhasznosítás társítható, amellyel kb. 10-szer annyi hő hasznosítható, mint a megtermelt elektromos áram. Példaként szolgálhatnak számunkra az ausztriai és németországi geotermikus erőművek, melyek kapcsolt villamosenergia és hőtermelő üzemmódban működnek [18].

3.2.1 A magyarországi geotermikus hasznosítás példái

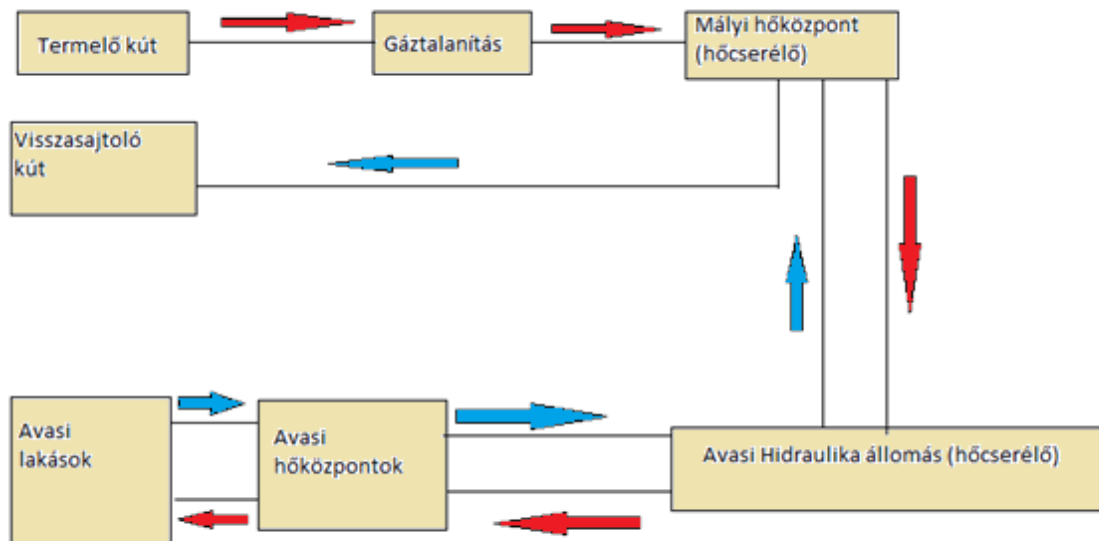
Magyarországon jelenleg évente csaknem 100 millió köbméter termálvíz kerül kitermelésre, melynek energiataralmát már több település hasznosítja. Az egyik ilyen Hódmezővásárhely. A hódmezővásárhelyi geotermikus közműrendszer integrált hőhasznosítást valósít meg. Környezetvédelmi és gazdaságossági szempontból egyaránt sikeres vállalkozás. Megvalósításának alapvetően kettős célja volt. Egyrészt, hogy az 1000 m körüli mélységű rétegek 45–50 °C-os termálvizével kiváltsa a helyi távfűtő-rendszerben, a hideg ivóvízből földgázzal előállított használati meleg vizet. Másrészt, hogy a 2000 m mélységből feltárható 80–86 °C hőmérsékletű termálvíz hőtartalmát fűtési célra kihasználja a földgáz kiváltására. Végezetül a tovább már nem hasznosítható, lehűlt termálvíz a feltárás rétegeihez közeli rétegekbe kerüljön elhelyezésre. Helyben található energiahordozó felhasználásával, évente mintegy 2,5 millió m³ földgáz kiváltását valósítja meg. Mindeközben lehetővé teszi a fosszilis tüzelőanyagok elégetésből származó légszennyezés csökkentését. A projekt további eredménye a hagyományos földgázalapú távhőszolgáltatáshoz viszonyított 50%-os költségmegtakarítás. A rendszer egyszerűsített megtérülési ideje 6 év körül alakul. Hódmezővásárhelyen 2800 lakás és még további 300 lakás fűtésével egyenértékű ipari és egyéb piaci felhasználás van bekapcsolva a távfűtő rendszerbe. A városban 10 db termálkút szolgáltat termálenergiát, illetve használati meleg vizet, melyből 3 gyógyvíz, strandfürdő, a kórház és a kakasszéki gyógyintézet területén működik. Fűtési célú felhasználásra 3 termelő kút szolgál (Hódtó1 és 2, Mátyás u), a használati meleg víz 2 kútból származik. Jelenleg 2 visszasajtoló-kút működik.

Kistelek városa (hasonlóan Hódmezővásárhelyhez) is kiemelkedő geotermikus adottságokkal rendelkezik. Kistelek város önkormányzata földhő alapú közműrendszert épített ki, amelynek átadására 2007-ben került sor. A településen kilenc közintézmény fűtési és használati meleg víz ellátását oldják meg a mintegy 2 MW hőteljesítménnyel. A beruházás megteremtésére a

város 300 millió Ft-ot nyert el az KIOP-2004 Európa Projekt Előkészítő Alapból, és mintegy 230 millió Ft hitelt vett fel. A geotermikus közműrendszer alapját egy 2095 m mély termelő kút képezi, amely 82 °C-os vizet szolgáltat 90 m³/óra hozammal. Az új hőközpontokat a meglévők mellé építették be, a csúcsigényeket továbbra is gázzal szolgálják ki. A közintézményekbe közel 6 km hosszúságban kiépített hőszigetelt vezetékrendszer szállítja a vizet. A fűtési kör végén a lehűlt vizet a 2,5 km távolságra található 1700 m mély kútba juttatják vissza 60 m³/óra térfogatárammal. A rendszer kiépítésével a közintézmények működtetési költségei átlagosan 10%-kal csökkentek, továbbá a város károsanyag-kibocsátása is jelentősen kisebb lett. A szén-dioxid 1,38 kt/év, a szén-monoxid 23,28 kt/év és a nitrogén-oxidok 66,25 kt/év csökkenést mutatnak. A projekt kiemelendő eredménye, hogy megújuló energiaforrások felhasználása oly mértékben emelkedett, amely által közel 1 millió m³ földgáz takarítható meg évente. A rendszer továbbfejlesztésére a visszasajtoló kút környezetében termálfalut kívánnak kialakítani és látványkertészetet terveznek a visszasajtolás előtt 40 °C-os termálvíz hasznosítására, amely további 2 MW hőteljesítményt szolgáltathat. A rendszer kihasználtsága tovább növelhető lenne hőszivattyúk beépítésével [20].

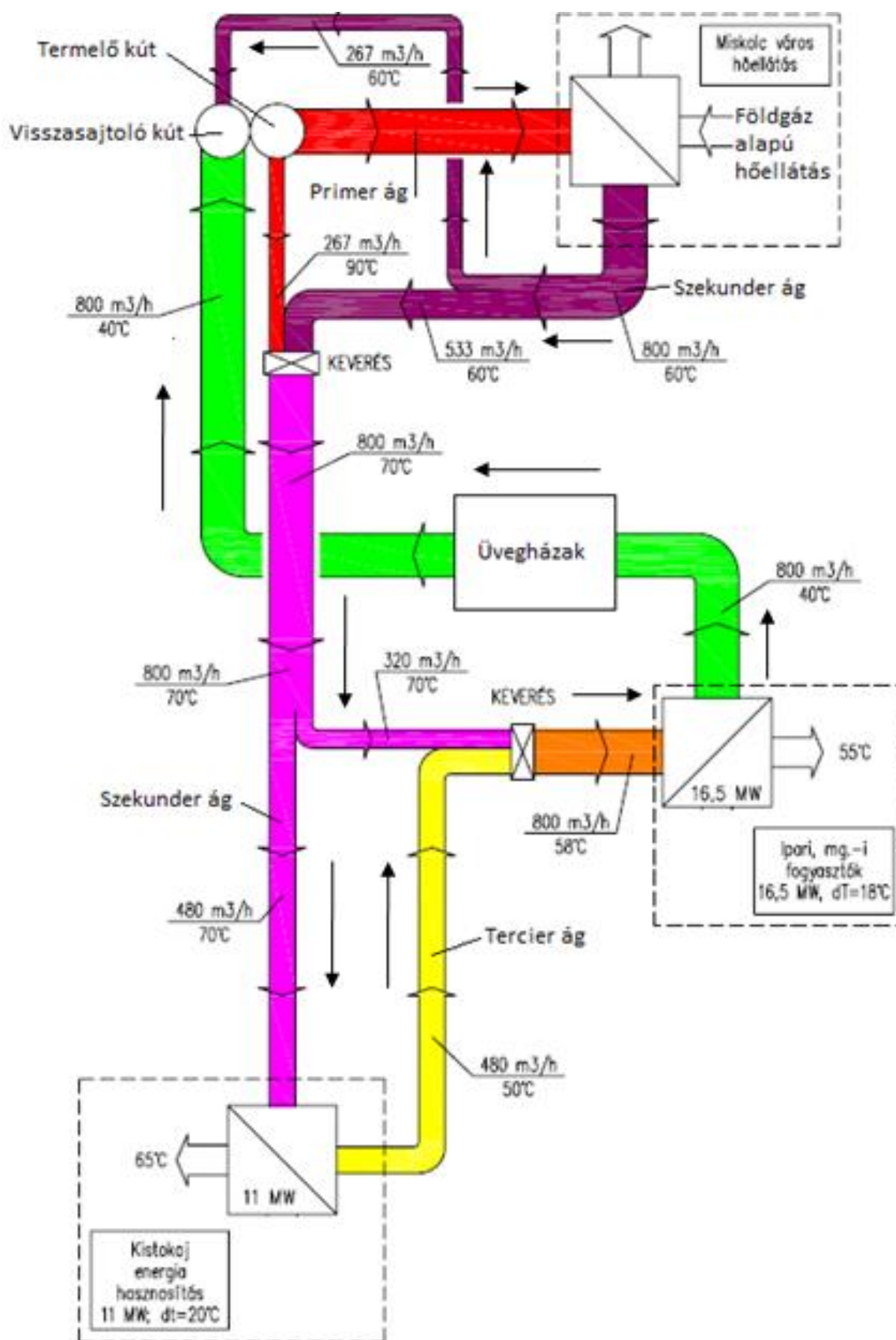
4. MÁLYI TÉRSÉGÉBEN LÉVŐ GEOTERMIKUS PROJEKT

Ahogy az ország számos területén, az észak-keleti régióban is elérhetővé válik a geotermikus energia hasznosítása. 2011-ben kísérleti fúrások kezdődtek meg Mályi térségében, melyek a geotermikus lehetőségeket kívánták feltárni. Az elsődleges tesztek azt jelezték, hogy a 2270-2310 méteres mélységben 110-120 °C-os víz található, mely indokolta a geotermikus energia hasznosítását. Elsőként a távvezetékrendszer került kiépítésre Miskolc város felé. A feltárt megújuló energiaforrással először Miskolc város Avasi Lakótelep fűtési energiaszükségletének 20%-át elégtették ki. Ez az érték várhatóan a jövőben növekedni fog. A Mályi-Avas geotermikus rendszer folyamatábráját a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: A Mályi-Avas geotermikus rendszer folyamatábrája

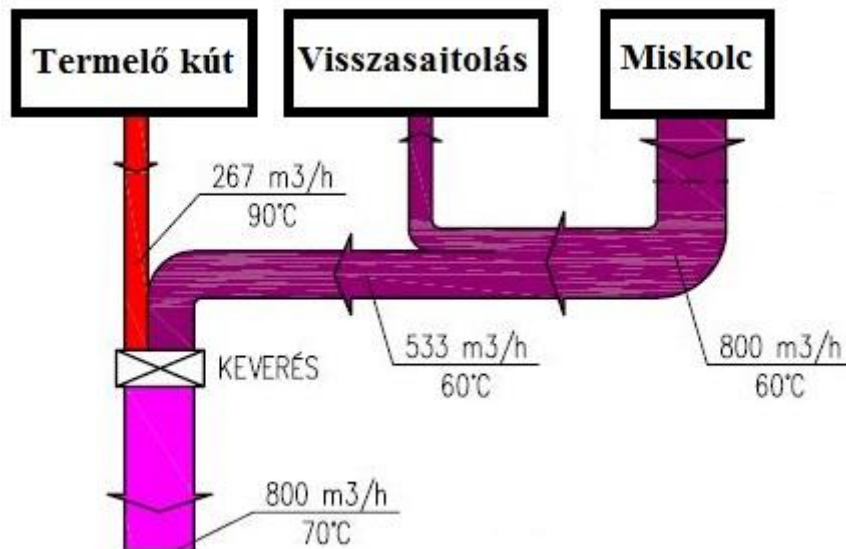
A projekt a Geo-Wendung Zrt. és a Pannergy Nyrt. kooperációjával valósult meg. Az Avason mintegy 12 000 lakás található, melyeknek az éves fűtési energiaszükséglete **59 145 199 [kWh]**. Ennek a mennyiségnek a 20%-át a geotermikus energia segítségével kiváltották, amelynek értéke: **11 829 039 [kWh]** [30]. A Miskolc városi Avasi lakótelep kiszolgálása után egy környező település Kistokaj és annak körzetében lévő ipari és mezőgazdasági vállalatok használati meleg víz és fűtési energiaigénye lesz kielégítve a visszatérő hulladékhő további hasznosításával. Az előzetes hőigényfelmérések a fűtési idényben készültek. A 16. ábra a tervezett hőellátó rendszert szemlélteti.



16. ábra: Hőellátó rendszer [21]

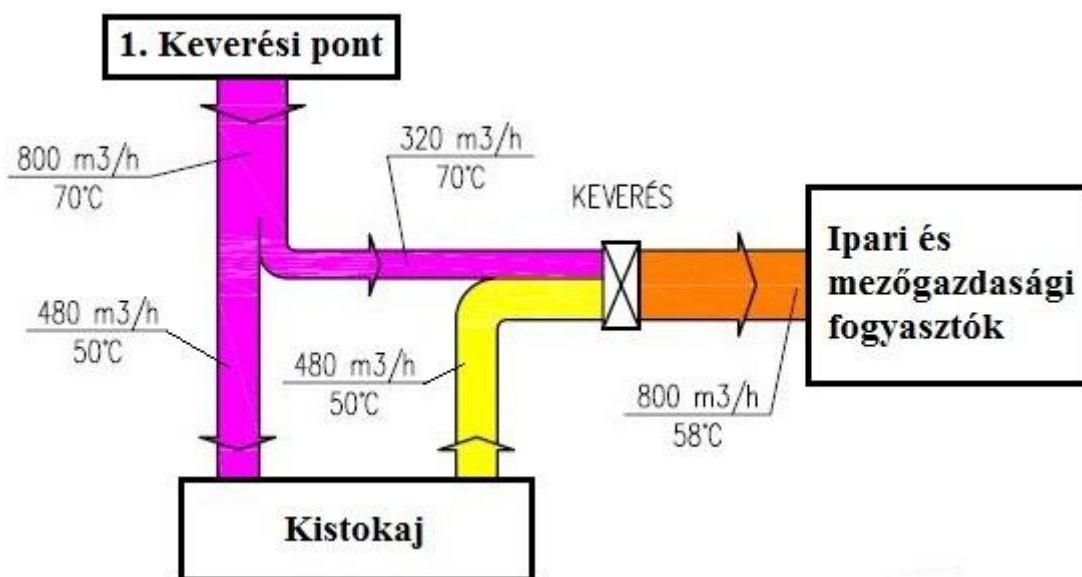
Ahogy a 16. ábrán is látható a Kistokaj hőellátásához 70°C hőmérsékletű fűtőközeg szükséges, amely egyrészt a Miskolcra visszatérő 60°C -os, másrészt a termelő kútból érkező

90 °C-os vízből kikeverhető és 800 m³/h térfogatáramú. A keverési pontot a 17. ábra szemlélteti.



17. ábra: 1. keverési pont [21]

Egy kistokaji felé egy leágazásnál, ahol is ez az érték 480 m³/h-ra csökken. A kistokaji hőközpontokba megérkező víz leadja hőenergiája egy részét és 50 °C hőmérséklettel tovább halad az ipari és mezőgazdasági területek felé szintén 480 m³/h 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 Kistokaj felé áramló 70 °C-os vízre van szükség. Így kapjuk meg azt a 800 m³/h térfogatárammal rendelkező 58 °C-os vizet, amely elegendő a hőigények kielégítésére az ipari és mezőgazdasági területen. A 2. keverési pont a 18. ábrán látható.



18. ábra: 2. keverési pont [21]

A víz itt is leadja a hőtartalmának egy részét, egészen addig, amíg a hőmérséklete ≤ 40 °C lesz, ami a visszasajtolási hőmérsékleti határérték.

4.1 Ipari, mezőgazdasági, lakossági és kommunális hőellátás

A szolgáltató és a fogyasztók megállapodtak abban, hogy a geotermikus távhőszolgáltatás kiépítését követően a szolgáltató legalább 91 366 GJ/év hőenergiát értékesít a hőfogyasztók számára. Valamennyi cég a földgáz alapú fűtését és hőszükségletét szeretné biztosítani a geotermikus energia segítségével. A felek megegyeztek a hőenergia áráról is. A 2. táblázat a cégek hőigényét és a fajlagos hőigény árat tartalmazza.

2. táblázat: Ipari cégek hőigényei.

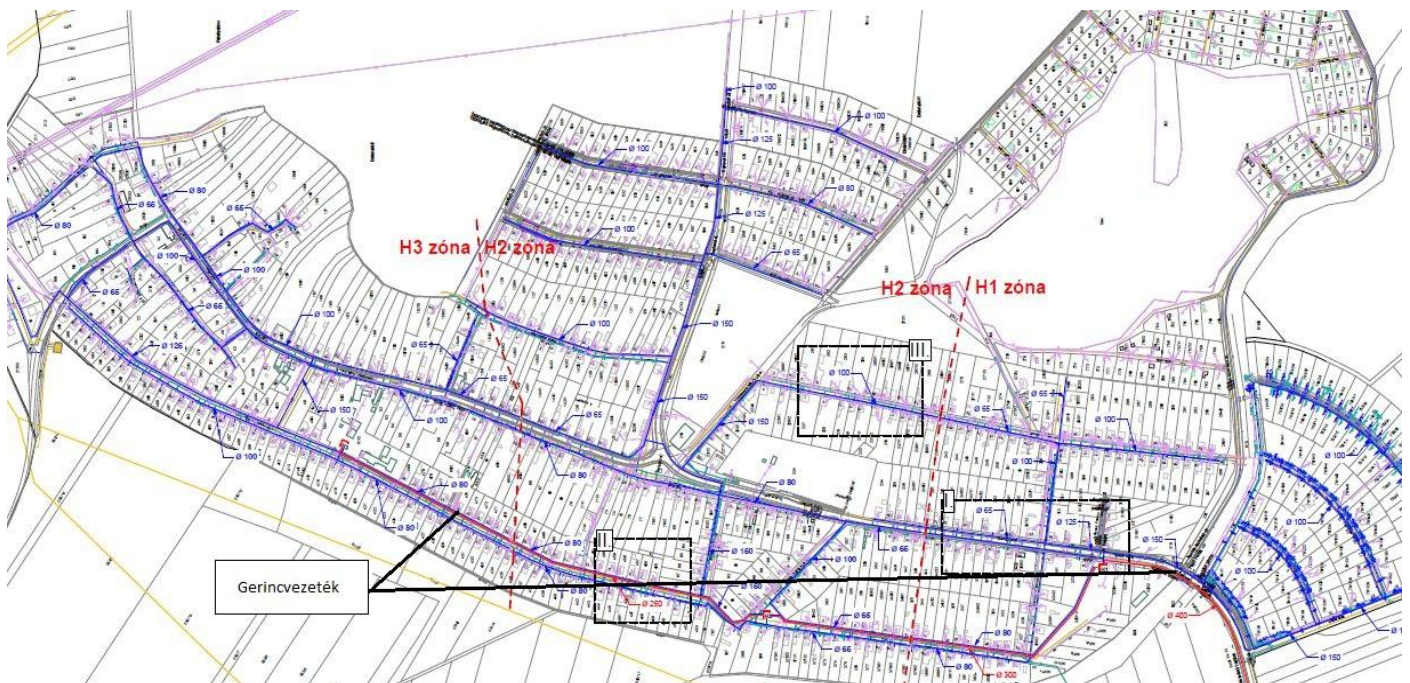
Energia értékesítés	Mennyiség [GJ/év]	Egységár [Ft/GJ]
Tiszacash Zrt.	51 200	2 700
Merész Kft	33 100	
Jaf-Holz	1 576	
Fireplace Kft.	3 150	
Borsod Agroker Zrt	1 660	
Nord Orient Kft.	680	
Összesen	91 366	

A 2. táblázatban láthatjuk, hogy a felek 2700 Ft/GJ egységárban egyeztek meg a hőenergiát illetően, ami a 45%-os megtakarítást jelent a jelenlegi földgáz alapú távhőszolgáltatáshoz képest. A megtakarítás nem tartalmazza a járulékos költségeket, mivel azokat a vállalatok egyénileg finanszírozzák.

4.2 Kistokaj hőellátása

Kistokaj, Miskolctól 10 km-re fekvő község, amelyet a tervek szerint bekötnek 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 hőteljesítményt 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 háztartással rendelkezik, melyekből, az előre felmért igény szerint 562 lakóépület fogja a vásárolt hőenergiát felhasználni. Ezen lakások mindegyike fűtésre és használati melegvíz ellátásra is hasznosítani fogja a geotermikus energiát. Az 562 lakóépület $209\,064\text{ m}^3$ légtérfogattal rendelkeznek. A kistokaji közintézmények légtérfogata $10\,026\text{ m}^3$. Így összesen a fűtött légtérfogat értéke $219\,090\text{ m}^3$. Ezek után a lakások hőigényeinek mérésére került sor. A geotermikus rendszert igénybe vevő háztartások átlagosan $52\,541\text{ GJ/év}$ fűtési és $5\,039\text{ GJ/év}$ HMV hőigénnyel rendelkeznek. További $2\,620\text{ GJ/év}$ hőigénnyel rendelkeznek a közintézmények. E három érték összegeként kapjuk meg a fent említett $60\,200\text{ GJ/év}$ hőenergiát, melyről a felek megállapodtak [22]. Kistokaj fűtési és használati melegvíz igényét távvezetékrendszer kiépítésével fogják biztosítani [30]. A 19. ábrán a Kistokaj belterületére megtervezett közműhálózat látható.



19. ábra: A Kistokaj belterületére megtervezett geotermikus közműhálózat [21]

5. GOTERMIKUS ENERGIAHASZNOSÍTÁS ÜVEGHÁZAKBAN

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 20. ábrán egy üvegháztelep látható.



20. ábra: Üvegháztelep [23]

A dolgozat további részében egy fél hektáros üvegház projektet mutatok be. Az üvegházak elhelyezkedésüket tekintve Miskolc határában találhatóak.

Hazánkban a geotermikus energia a lakások fűtése mellett számos egyéb területen is hasznosításra kerül. Ezek közül az egyik legkiemelkedőbb a mezőgazdasági felhasználás. Magyarország geotermikus energia felhasználásának szerkezetét a 3. táblázat mutatja be.

3. táblázat: Magyarország geotermikus energia felhasználásának szerkezete [18]

	MW _{hő}	%
Lakossági fűtés	100,6	14,5
Üvegházfűtés	196,7	28,3
Fürdők és uszodák	350,0	50,4
Hőszivattyúk	4,0	0,6
Egyéb felhasználás	42,9	6,2
Összesen	694,2	100

5.1 Az üvegházak hőigénye

Az üvegházak hőigénye a szükséges belső hőmérséklet szerint változik, amely a termelési feltételek függvénye. A hőigény számítása jogszabály alapján történt [24]. Az üvegház fűtésére szükséges éves nettó hőenergia igény 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 légcsereszám [1/h]
- σ a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező
- Z_F a fűtési idő órában mért hosszának ezredrésze
- A_N a nettó fűtött szintterület [m^2]
- q_b a belső hőterhelés átlagos értéke [W/m^2]

Az éves hőenergia igény képletében szereplő q (fajlagos hőveszteség tényező) értéke az alábbi számítás szerint történt:

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

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 az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$Q_{sd} = \Delta t_b (\sum AU + 0,35nV) - A_N q_b + 2$$

Ahol:

- Δt_b egyensúlyi hőmérséklet különbség [$^{\circ}C$]
- 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 légtérfogat [m^3]
- 0,35 szellőzési hőveszteség számításánál: a levegő sűrűségének, fajhőjének és a mértékegység átváltásához szükséges tényezőknek a szorzata
- n az átlagos hőcsereszám [$1/h$]

A képletben szereplő egyensúlyi hőmérséklet különbség (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 $10\text{ }^\circ\text{C}$, hogy ne akadályozzuk növekedésüket. A téli legkisebb hőmérsékletet Miskolc térségében átlagosan $-5\text{ }^\circ\text{C}$ -on határoztam meg. A két érték alapján kiszámítható a hőmérsékletkülönbség: $\Delta t_b = 15\text{ }^\circ\text{C}$.

Az éves nettó hőenergia igény kiszámításához szükséges képletben szereplő éves hőfokhíd érték ezredrészének (H) számításához az alábbi egyenletet 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 $20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra számolva [hK/a]
- $t_{i,\text{átl}}$ átlagos belső hőmérséklet [$^\circ\text{C}$]
- Z_f a fűtési időny hosszának az ezredrésze [h]

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

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

A képletben szereplő átlagos belső hőmérséklet ($t_{i,\text{átl}}$), melyet az üvegházban tartani kell, tekintve a termesztési kívánt növényeket az átlagos belső hőmérséklet $20\text{ }^\circ\text{C}$. A középhőmérséklet meghatározását követően a 4. táblázat segítségével leolvasható a fűtési időny hosszának az ezredrésze (Z_f) és a éves hőfokhíd $20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra számolt értéke (H_{20}) a középhőmérséklet alapján, melynek értéke $t_{k\text{öz}} = 5\text{ }^\circ\text{C}$.

4. táblázat: Fűtési időny hossza, éves fűtési hőfokhíd

$t_{köz}$ [°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 számítások elvégezve a 5. táblázatban foglaltuk össze az eredményeket.

5. táblázat: A számítások alapadatai és eredményei

Adatok	
A [m ²]	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:

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

5.2 Az üvegház beruházási költsége

A következő fejezet egy félhektáros üvegház beruházási költségének vizsgálatát tartalmazza. A költségek tervezésénél az alábbi szempontokat kell figyelembe venni. Ismerni kell az üvegház szerkezetét, az automatizálást és klímavezérlést, a növénykultúratarató-rendszert, az árnyékoló rendszert, az öntöző- és tápoldatozó rendszert. Az árajánlatot a Planthouse Kft. készítette. A 6. táblázat egy üvegház főbb szerkezeti elemeit mutatja be, amely a legfontosabb elem az árajánlat meghatározásában.

6. táblázat: Az üvegház szerkezeti elemei

Terület	998,4 m ²
Szélesség	9,6 m
Hosszúság	104 m
Típus	ININSA PW-9,6X4m nagyfesztávú 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 fogaslécek segítségével.
Szellőztetőmotorok száma	1 db
Borítóanyag leírása	A tető- és falborítás laminált 3+3 mm vastagságú üvegborítás, tömítéssel és alumínium rögzítősínekkel.
Gépészeti berendezések	A szellőzőnyílásokat működtető motorokhoz tartoznak az elektromos védelmi egységek. Megtalálható egy általános védelmi kapcsolószekrény is.
Acél típusa	Tüzhorganyzott szerkezeti acél S275

Max. hóterhelés	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 a költségekhez a következő rendszereket szükséges számításba venni:

- 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
- Fajlagos költség: 40 285 Ft/m²

5.3 Az üvegház víz ellátása

Egy üvegház esetében az anyag-, munka- és szállítási költségeken túl számításba kell venni további költségeket a természeti kívánt növények függvényében. Az eredményes termesztés érdekében a növények számára biztosítani kell a megfelelő mennyiségű víz adagolását.

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

- lakossági 424 Ft/m³ + 27% ÁFA
- közületi 459 Ft/m³ + 27% 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 talajvízes kút létesítésével.

Megvizsgálták a Hejő patakából kinyert víz lehetőségét is, azonban a felmérés szerint a patak nagy valószínűséggel nem képes folyamatosan kiszolgálni az üvegház vízigényét. Azonban a talajvízes 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 talajvízes kutakból azok feltöltésére is lehetőség nyílik.

Talajvízes kutak létesítésének költségei:

- Tervezési díj 300 000 Ft/kút,
- Eljárás igazgatási szolgáltatási díja 100-1000m³/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 zöldségfajta kerül termesztésre az üvegházakban, mégpedig paprika, paradicsom és uborka. A magyar zöldségtermesztés meghatározó jelentőségű növénye a paprika. 2300-2400 hektár területen évente 160-180 ezer tonna termést állítanak elő. Ez a hazai zöldség termelőterület 46%-a. A paprikát hajtásban a paradicsom követi, mintegy 1100 hektáron 100 ezer tonnát állítanak elő. A magyar zöldség-hajtás harmadik, de visszaesőben levő növénye az uborka. Jelenleg 500-600 hektáron foglalkoznak vele. A termés mennyisége 80-90 ezer tonna. A zöldségeket hőoptimumuk alapján a 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 táplálkozástaniilag, 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 termőterület növekedésének tendenciája várható.

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 termésméreg 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 termelési hozama 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 21. ábra mutatja be.



21. ábra: Paprika termesztése üvegházban [26]

5.4.2 Paradicsom

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 párásítani;
- tápanyagigényes növény: nem sóérzékeny, és a jó színeződés érdekében érskori 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 22. ábra a paradicsom termesztését mutatja be üvegház esetén.



22. ábra: Paradicsom termesztése üvegházban [27]

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 bakhákat alakítanak ki, ezekre ültetik a palántákat. A bakhákat 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 23. ábra mutatja.



23. ábra: Az ubokra termesztése üvegházban [28]

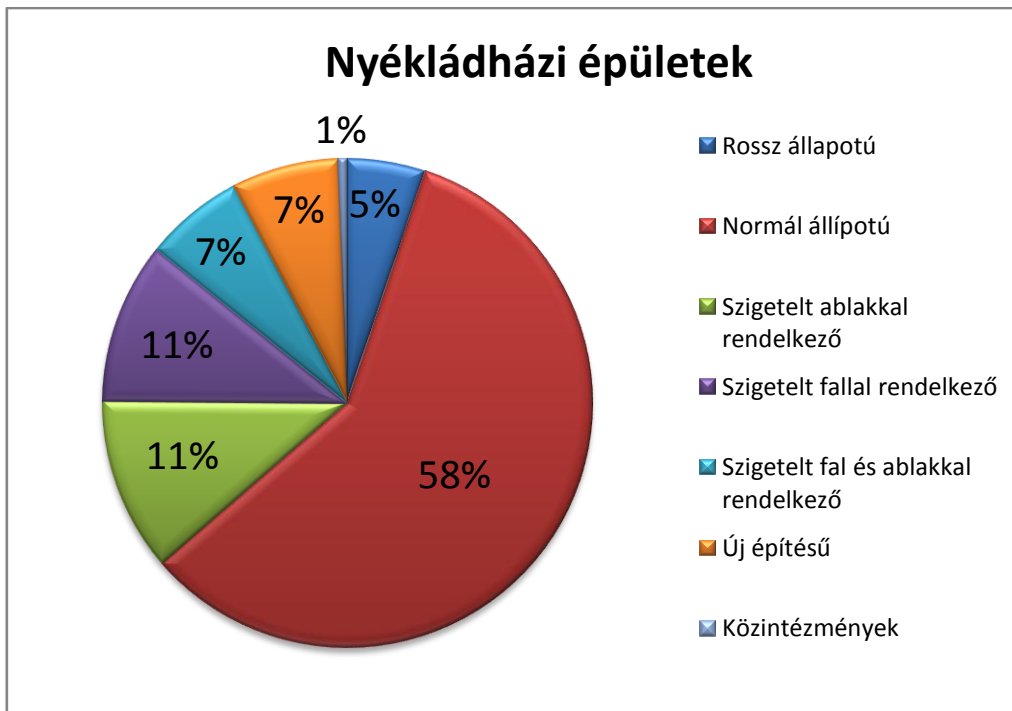
6. NYÉKLÁDHÁZA

Nyékládháza a Mályiban feltárt geotermikus forrástól nagyjából 5 km-re helyezkedik el, így kézenfekvő lehetőség lenne a település hőenergia igényének teljes vagy részbeni kielégítése a geotermikus energia segítségével. A település már többször bizonyította, hogy folyamatosan képes a megújulásra, a pozitív változásokra. Kézenfekvő lehetőségként Nyékládháza is szeretné kihasználni a közelében lévő alternatív energiaforrást, hogy ezzel is megkönnyítse az ott lakók életét és nem utolsósorban hozzájáruljon a környezetbarát energiafelhasználáshoz, amely természetesen a jövő generációit is érinteni fogja. A 24. ábrán Nyékládháza település látképe látható.



24. ábra: Nyékládháza látképe [29]

Elsőként Nyékládháza teljes éves hőigényét határoztam meg, melyet a lakossági épületek és a közintézmények energetikai felmérései alapján végeztem. A nyékládházi épületeket hét csoportra osztottam, melyet a 25. ábra mutat be.



25. ábra: Nyékládházi épületek megoszlása

Ahogy a 23. ábrán is látható a nyékládházi épületek közel 60 %-át jó állapotban lévő, azonban szigeteletlen ingatlanok alkotják.

6.1 Lakóépületek hőellátása

A számításhoz elsőnek a lakóépületek hőigényeit határoztam meg. Összesítésként elmondható, hogy a lakóépületek átlagosan 100 m² alapterülettel, 2,7 m belmagassággal, valamint három oldalon nyílászárókkal rendelkeznek.

Az éves nettó hőenergia igény, a fűtésre vonatkoztatva az alábbi képlet segítségével számítható.

$$Q_F = 72 * V(q + 0,35 * n) * \sigma - 4,4 * A_N * q_b$$

Ahol:

72 az órafokban kifejezett konvencionális hőfokhíd értékének ezredrésze

V a fűtött légtérfogat [m³]

q a fajlagos hőveszteség tényező [W/m³K]

0,35 szellőzési hőveszteség számításánál: a levegő sűrűségének, fajhőjének és a mértékegység átváltásához szükséges tényezőknek a szorzata

n az átlagos hőcsereszám [1/h]

- σ a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós tényező
- 4,4 a konvencionális fűtési idény órában mért hosszának ezredrésze
- A_N a nettó fűtött szintterület [m²]
- q_b a belső hőterhelés átlagos értéke [W/m²]

Minden adat ismert a számításhoz kivéve a fajlagos hőveszteség tényező, amelyet a következőképpen számolunk:

$$q = \frac{1}{V} * (\Sigma A * U_R + \Sigma l * \Psi - \frac{Q_{sd}}{72})$$

Ahol:

- A Felületek belméretek alapján [m²]
- U_R az eredő hőátbocsátási tényező [W/m²K]
- l a vonalmenti hőhid hossza [m]
- Ψ a vonalmenti hőátbocsátás [W/mK]
- Q_{sd} a direkt sugárzási nyereség [KWh/a]

A fenti egyenlet megoldásához szükséges meghatározni az eredő hőátbocsátási tényezőt és a direkt sugárzási nyereséget, melyeket az alábbi képletek alapján számolunk:

$$Q_{sd} = \varepsilon * \Sigma A_{\ddot{U}} * g * Q_{TOT}$$

Ahol:

- ε hasznosítási tényező
- $A_{\ddot{U}}$ az üvegezés felülete [m²]
- Q_{TOT} a hagyományos fűtési idényre vonatkozó sugárzási energiahozam [W/m²]
- g az üvegezés összesített sugárzás át bocsátási képessége

$$U_R = U * (1 + X)$$

Ahol:

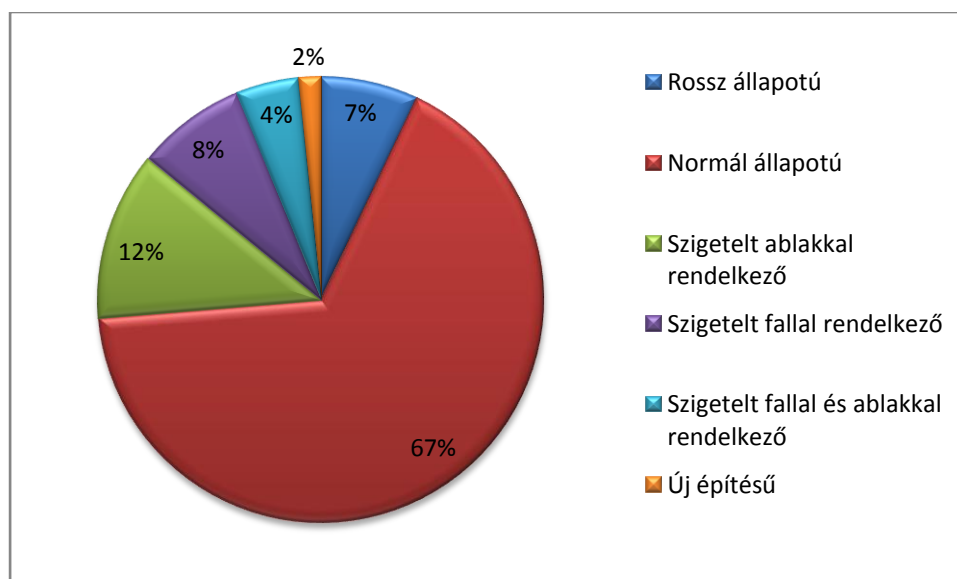
- U hőátbocsátási tényező [W/m²K]
- X korrekciós tényező

A fenti képletek alapján kiszámolt értékeket, valamint egyes részadatokat a 7. táblázatban foglaltam össze.

7. táblázat: Eredmények és részadatok a lakóépületek tekintetében.

	q [W/m ³ K]	Q _F [MWh/a]	Épületek száma	Q _{F, összesített} [MWh/a]
Rossz állapotú	1,848	37,13	120	4455,6
Normál állapotú	1,521	30,77	1365	42001,0
Szigetelt ablakkal rendelkező	1,412	28,65	268	7678,2
Szigetelt fallal rendelkező	0,980	20,25	248	5022,0
Szigetelt fallal és ablakkal rendelkező	0,893	18,56	154	2858,2
Új építésű	0,259	6,21	165	1023,2
Összesítés			2275	63038,3

A 7. táblázatból leolvasható, hogy a hőenergia igény csökkentés leghatékonyabb módja szigetelés szempontjából, ha a tulajdonos a falak szigetelését választja. A 7. táblázatból az összesített nettó hőenergia igény alapján az alábbi 26. ábrát készítettem, melyen látható, hogy az összes hőenergia igény közel 70 %-át a normál állapotú szigeteletlen lakások teszik ki.



26. ábra: Lakóépületek energetikai típusai

Azonnal levonható az a következtetés, hogy ha a most szigetetlen lakásokat teljesen leszigetelnénk, közel 40%-os hőenergia igény csökkenéssel számolhatnánk.

6.2 Közintézmények hőellátása

A közintézmények éves nettó hőenergia igényeinek fűtésre felhasznált mennyiségét, a lakóépületekhez hasonlóan a 7/2006. (V.24.) TNM rendelet [24] segítségével határoztam meg. A jogszabályban meghatározott képletek alapján kapott eredményeket és egyes részadatokat a 8. táblázatban foglaltam össze.

8. táblázat: Eredmények és részadatok a közintézmények tekintetében.

	q [W/m ³ K]	Q _F [MWh/a]
Idősek Klubja	0,330	25,11
Iskola	0,290	342,80
Konyha	0,262	47,09
Művelődési ház	0,526	51,87
Önkormányzati üdülő	0,404	9,96
Orvosi rendelő (Nyéki)	0,189	11,56
Orvosi rendelő (Ládházi)	0,148	34,83
Óvoda (Nyéki)	0,156	52,68
Óvoda (Ládházi)	0,197	18,43
Sport létesítmény	0,843	23,75
Szociális ház	0,066	2,60
Városgondnokság	0,862	30,65
Összesítés		640,30

A 8. táblázatból leolvasható, hogy a közintézmények éves hőenergia igényének közel 50 %-át a helyi iskola teszi ki, így elsődleges az épület felújítása, további hőenergia igény csökkenés érdekében.

A lakóépületek és a közintézmények hőenergia igényeinek összesítése után megkaptam Nyékládháza teljes éves hőenergia igényét fűtésre vonatkoztatva, amely **63 378,5 MWh/a**.

6.3 Használati meleg víz ellátás

A használati meleg víz (továbbiakban HMV) számításához sajnos nem tudtam a lakosság tekintetében fogyasztási adatokra szert tenni, így ebben az esetben átlag értékeket vettem alapul. A közintézmények HMV szükségletét elhanyagoltam. A lakóépületek HMV hőigényének a számításához az alábbi képletet használtam.

$$Q_{\text{HMV}} = 1,2 \cdot c_{\text{víz}} \cdot m_{\text{víz}} \cdot \Delta T$$

Ahol:

$c_{\text{víz}}$ a víz fajhője [J/kgK]

$m_{\text{víz}}$ a használt víz tömege [kg]

ΔT a hálózati hideg víz hőmérsékletének és a HMV hőmérsékletének a különbsége [°C]

1,2 a becsült veszteség tényező

Nyékládházán népessége közel $n=5000$. Személyenként az átlagos fogyasztás $V_1=70-75$ liter naponta. A népesség és az átlagos fogyasztás alapján megkapjuk a nyékládházi lakóépületek HMV fogyasztását 1 évre.

$$V = n \cdot V_1 \cdot 365 = 5000 \cdot 75 \cdot 365 = \underline{\underline{136\,875\,000 \text{ l/év}}}$$

A víz fajhője 4180 J/kgK. A használati hideg víz hőmérséklete átlagosan 10 °C, a figyelembe vett HMV hőmérséklet pedig 50 °C. Az adatok alapján már könnyedén kiszámítható a HMV hőigénye a lakóépületekre tekintve.

$$Q_{\text{HMV}} = 1,2 \cdot 4180 \cdot 136\,875\,000 \cdot 40 = 27\,462,6 \text{ GJ} = \underline{\underline{7628,5 \text{ MWh/a}}}$$

Ezt az értéket összesítve a fűtési energiaigénnyel megkapjuk Nyékládháza teljes nettó hőenergia igényének értékét, amely:

$$Q_{\text{teljes}} = Q_F + Q_{\text{HMV}} = \underline{\underline{71\,007 \text{ MWh/a.}}}$$

Sajnos nem kaptam információt arra vonatkozóan, hogy Nyékládháza teljes hőigénye kielégíthető lenne-e a Mályiban feltárt geotermikus forrás segítségével. Mivel a teljes rendszer még csak terv fázisban létezik, elképzelhető, hogy egyes felhasználók kevesebb hőt

fognak igényelnek, így számításba kell venni, hogy Nyékládháza is becsatlakozik a megújuló források hasznosításába a Mályiban feltárt geotermikus energiaforrást illetően. Kisegítő alternatív energiaforrásként használhatunk hőszivattyúkat, napelemeket, napkollektorokat stb., sőt a település vezetősége egy saját nyékládházi geotermikus kút fúrását sem zárja ki, tekintettel a helyi geotermikus adottságokra.

8. 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, üvegházak, illetve Nyékládháza hőenergia szükséglete. Az 9. táblázat bemutatja a fent említett fogyasztók energiaigényét.

9. táblázat: Mályi geotermikus forrásból ellátott felhasználók összesített hőigénye

Avas	42 584 543 MJ
Kistokaj	65 000 000 MJ
Ipari vállalatok	91 366 000 MJ
Üvegházak	12 124 330 MJ
Nyékládháza	255 625 200 MJ
Összesen	466 700 073 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.

$$\bullet \quad V_{\text{földgáz}} = \frac{466\,700\,073}{34} = \underline{\underline{13\,726\,472 \text{ m}^3/\text{év}}}$$

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.

- $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- $\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$

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

$$\bullet \text{CO}'_2 = \frac{\text{CH}_4 + 2 \text{C}_2\text{H}_6 + 3 \text{C}_3\text{H}_8 + 4 \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{CO}_2}{100} = \frac{80,75 + 2*3,61 + 3*1,53 + 4*1,26 + 4}{100} = \underline{\underline{1,02 \text{ m}^3/\text{m}^3}}$$

Ez alapján a CO₂ kibocsátás.

$$\bullet V_{\text{CO}_2, \text{kibocsátás}} = \text{CO}'_2 * V_{\text{földgáz}} = 1,02 * 13\,726\,472 = \underline{\underline{14\,001\,002 \text{ m}^3/\text{év}}}$$

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.

$$m_{\text{CO}_2} = V_{\text{CO}_2, \text{kibocsátás}} * \rho_{\text{CO}_2} = 14\,001\,002 * 1,98 = 27\,721\,984 \text{ kg} = \underline{\underline{27\,722 \text{ t/év}}}$$

9. ÖSSZEFOGLALÁS

Ahogy a dolgozatomban bemutattam, hazánk jelentős geotermikus potenciállal bír, ezért indokolt az említett megújuló energiaforrás hasznosítása ipari, mezőgazdasági, de főként lakossági célokra. Szakdolgozatomban elemeztem a geotermikus energia hasznosítási lehetőségeit néhány már működő hazai rendszer kapcsán. Kitekintésként Izland geotermikus adottságait és felhasználási technológiáit mutattam be, mely alapján összehasonlítható a két ország energiastratégiája a geotermia terén.

Dolgozatom főként a Mályiban fellelhető geotermikus energia hasznosításával foglalkozott, azon belül is a terciér és kvaterner felhasználással. Bemutattam a jövőbeli Mályi geotermikus rendszer szerkezetét, amely kiterjed a Miskolc városi Avasi lakótelepre, Kistokajra, a környező ipari vállalatokra, valamint egy üvegház projektre. Megvizsgáltam a Miskolc határában található üvegházprojekt hőszükségletét, amely alapján azt tapasztaltam, hogy a Mályiban kiépített geotermikus rendszer teljes mértékben fedezni tudja az üvegházak hőenergia igényét. Bemutattam az üvegházak szerkezetét, valamint a termesztett növényeket és azok fajlagos hőszükségletét.

További lehetőségként Nyékládháza a rendszerbe való csatlakoztatási feltételeit vizsgáltam. Meghatároztam a város fűtési illetve használati meleg víz szükségletét. Számítottam a teljes geotermikus rendszer által elérhető szén-dioxid emisszió csökkenést.

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

9. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] http://mta.hu/data/cikk/12/90/28/cikk_129028/79BobokTothGeotermia.pdf
- [2] <http://www.teara.govt.nz/files/di-6476-enz.jpg>
- [3] http://esd.lbl.gov/IMG/research/projects/induced_seismicity/egs/Geothermal-Plant.gif
- [4] <http://energia.ma/megujulo/geotermikus/20120616-a-fold-belso-hojenek-felhasznalasi-lehetosegei/>
- [5] <http://think.transindex.ro/wp-content/uploads/2012/02/6abra.jpg>
- [6] Dr. Hajdú József: Alternatív energiatermelés a gyakorlatban, Karbonpiac 2009 p. 62-64
- [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://www.nea.is/geothermal/direct-utilization/fish-farming/>
- [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] <http://www.geotermika.hu/portal/files/mta-geotermika.pdf>
- [19] http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Megujulo_energia/images/M_E4_6.png
- [20] Geocentrik Bt: A geotermikus energia felhasználása a dél-alföldi régióban, 2010
- [21] Klimásol Kft: Kistokaj térségi ipari és mezőgazdasági övezet, Kistokaj és Mályi települések megújuló energiahasznosítása, távfűtési rendszere,

- [22] Cservényák Gábor: Épületgépészeti, energetikai műszaki leírás a Kistokaj térségi ipari és mezőgazdasági övezet és Kistokaj település megújuló energiahasznosítás távfűtési rendszeréhez, 2013
- [23] <http://www.globalglasshouse.hu>
- [24] http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0600007.TNM
- [25] <http://mmk.hu/wp-content/uploads/2011/05/Sz%C3%A1m%C3%ADt%C3%A1ssal-%C3%B6sszef%C3%BCgg%C5%91-javaslatok.pdf>
- [26] <http://www.freshplaza.com/2007/0618/paprika.jpg>
- [27] <http://0litereshaz.hu/cikk/cikkek/57-geotermikus-futes-az-otmilliardo-ueghazban->
- [28] <http://img1.cliparto.com/pic/xl/185924/3682277-cucumber-plants.jpg>
- [29] <http://m.cdn.blog.hu/st/stoppolj/image/nyh.jpg>
- [30] Györki Tamás, Kovács Ádám: A Mályi geotermikus hőforrás szekunder hasznosításának elemzése, 2013