

OTDK-dolgozat

Dudás Dorottya Rita
MA

2013

MEGÚJULÓ ENERGIÁVAL FŰTÖTT ÉPÜLETEK BERUHÁZÁS
GAZDASÁGOSSÁGI VIZSGÁLATA

INVESTMENT ECONOMICAL INVESTIGATION INTO BUILDINGS
HEATED BY RENEWABLE ENERGY

Kézirat lezárása: 2012. október 30.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETŐ	1
1. AZ ENERGIA FELÉRTÉKELŐDÉSE	3
1.1. A fenntartható fejlődéstől napjainkig	4
1.2. Európai célkitűzések és a magyar energiaszektor helyzete.....	5
1.3. Hazánk energiaforrásai és energiafogyasztói	7
2. A GEOTERMIKUS ENERGIA.....	12
2.1. Az erőforrás geológiai háttere	12
2.1.1. <i>A geotermikus energia és a földhő</i>	14
2.2. Geotermikus energia felhasználásának lehetőségei	16
2.2.1. <i>Villamosenergia termelésre</i>	16
2.2.2. <i>Hőtermelésre</i>	18
2.2.2.1. <i>Melegvíz-szolgáltatás és épületfűtés</i>	20
2.2.2.2. <i>Növényházak, fóliasátrak fűtése</i>	20
2.2.2.3. <i>Istállók, növendéknevelők fűtése</i>	21
2.2.2.4. <i>Terményszárítás</i>	21
2.2.2.5. <i>Meleglevegős szénaszárító</i>	22
2.2.2.6. <i>Haltenyésztés, rizstermesztés</i>	22
2.2.3. <i>Termálvíz felhasználása a fürdőkben</i>	22
2.2.3.1. <i>A termálvíz fogalma és a magyarországi gyógyvizek fajtái</i>	24
2.2.3.2. <i>A termálvíz országos adottságai</i>	25
2.2.4. <i>Problémák a termálvíz energetikai hasznosításával</i>	26
2.3. Termálvíz hasznosítás technológiai háttere	27
2.3.1. <i>A visszasajtolás és a kaszkád rendszer</i>	29
2.3.2. <i>A hőszivattyú működése és típusai</i>	33
2.3.3. <i>A hőszivattyú energetikai és gazdasági hatékonysága</i>	38
2.4. Az erőforrás hasznosításának jogszabályi háttere	42
2.4.1. <i>A projektek korlátai</i>	42
2.4.1.1. <i>A támogatás hiánya</i>	43
2.4.1.2. <i>A környezetet érintő hatások</i>	43
2.4.2. <i>Jogszabályok</i>	44
2.4.3. <i>A koncessziós eljárás folyamata</i>	49
3. MEGÚJULÓ ENERGIÁT HASZNOSÍTÓ BERUHÁZÁSOK.....	52
3.1. Termálvizet hasznosító visszasajtoló kutas rendszerek	52
3.2. Nulla kibocsátású geotermikus energiahasznosítás Gyopárosfürdőn ..	53
3.2. Hőszivattyúval fűtött épületek beruházás gazdaságossági vizsgálata ..	54
KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	65
ÖSSZEFOGLALÁS	67
IRODALOMJEGYZÉK	68
MELLÉKLETEK	72

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. A világ legnagyobb geotermikus hőhasznosító országai 2010-ben	18
2. táblázat. A hazai geotermikus kutak hasznosítási céljuk és hőmérsékletük szerint	24
3. táblázat. Földhő potenciál kalkulációk	40
4. táblázat. A méretekhez tartozó alapadatok	55
5. táblázat: A családi házhoz tervezett hőszivattyú beruházási és működési költsége.....	56
6. táblázat. A családi házhoz tervezett hőszivattyú tulajdonságai	56
7. táblázat. Az 1. modell beruházás gazdaságossági vizsgálata támogatás nélkül és támogatással	57
8. táblázat. Az óvoda/önkormányzathoz tervezett hőszivattyú beruházási és működési költsége.....	58
9. táblázat. Az óvoda/önkormányzathoz tervezett hőszivattyú tulajdonságai	58
10. táblázat. A 2. modell beruházás gazdaságossági vizsgálata támogatás nélkül és támogatással	59
11. táblázat. A társasházhoz tervezett hőszivattyú beruházási és működési költsége.....	59
12. táblázat. A társasházhoz tervezett hőszivattyú tulajdonságai	60
13. táblázat. A 3. modell beruházás gazdaságossági vizsgálata támogatás nélkül és támogatással	60
14. táblázat. Az áruház/raktárhoz tervezett hőszivattyú beruházási és működési költsége.....	61
15. táblázat. Az áruház/raktárhoz tervezett hőszivattyú tulajdonságai.....	61
16. táblázat. A 4. modell beruházás gazdaságossági vizsgálata támogatás nélkül és támogatással	62
17. táblázat. A támogatás növekedésének hatása az egységnyi költségre.....	62
18. táblázat. A 1-4. modellek beruházás-gazdaságosságának összehasonlítása	63
19. táblázat. A Gyopárosi Gyógyfürdő új fűtési rendszerének működési költségei	74
20. táblázat. A Gyopárosi Gyógyfürdő új fűtési rendszerének beruházási költségei	74

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra.	Az energiaforrások szerkezete Magyarországon 2009-ben	8
2. ábra.	A lakosság energiafogyasztása százalékban kifejezve	9
3. ábra.	A föld belső szerkezete	13
4. ábra.	Az energiaforrások rendszere.....	15
5. ábra.	A földhő hasznosítása a hőmérséklet függvényében.....	16
6. ábra.	Egy termelő és egy visszasajtoló kútból álló kétkutas alapmodell	28
7. ábra.	Lindal diagram	31
8. ábra.	A hőszivattyú működésének körfolyamata	35
9. ábra.	A talajkollektor és a talajszonda.....	37
10. ábra.	Magyarország becsült hőszivattyús eladási statisztikája	39
11. ábra.	Európai hőszivattyús piac 2011-ben	39
12. ábra.	Hőszivattyú-eladás 10 00 háztartásonként, 2010	40
13. ábra.	A geotermikus engedélyezés rendszere	48
14. ábra.	Épületek energetikai minőségi osztályozása	55
15. ábra.	A modellek megtérülési ideje támogatással és támogatás nélkül	64

BEVEZETŐ

*„A világot megváltani nem lehet,
de ennél kisebb programmal indulni,
méltatlan az emberhez...”*
(W. Churchill)

Megújuló energia, globális problémák és fenntarthatóság- ezekkel a kifejezésekkel kvázi egyidejűleg, egy előadás keretében találkoztam valamikor. A téma iránt másfél éve kezdtem el érdeklődni, ezen belül pedig az energetikával foglalkoztam leginkább. Miután több kisebb-nagyobb kitekintést tettem a megújuló energiaforrások rendszerének megismerésére, rá kellett jönnöm, hogy a téma óriási mennyiségű szakirodalmat ölel fel a világszerte eltérő erőforrás-adottságok és a téma multidiszciplináris jellege miatt. Ezért olyan területet vettem célba, ami a legközelebb áll hozzám és - korábbi tanulmányaim miatt – nem is olyan ismeretlen. Célom a geotermia részletesebb megismerése volt, mind földrajzi, mind energetikai értelemben, dolgozatom központi kérdése pedig a hasznosításának gazdaságossági vonatkozásaira összpontosult. Témaválasztásom ugyan nem újszerű, de úgy hiszem mindenféleképpen aktuális.

Magyarország erőforrás adottságait kihasználva az élen járó, megújuló energiát alkalmazó országok közé kerülhetne, mégis e tekintetben való fejlődése más szomszédos országokkal összehasonlítva elmarad, a 2020-ig vállalt 14,65%-os megújuló részarány sem bizonyul túlzottan magasak. Az energiahasznosítási formák megítélése és támogatottsága sokszor érzelmi okokra vagy környezetvédők preferenciáira vezethető vissza, mivel a megújuló alkalmazása nem mindig tekinthető környezeti szempontból elfogadhatónak és alkalmazásuk csak szigorú feltételek mellett tartható fenn. Ezért a különböző technológiák alkalmazásának előnyeit prezentáló szakemberek között komoly lobbiharc bontakozott ki utóbbi években.

A dolgozatot igyekeztem a három legfontosabb pillér - geológiai, technológiai, jogszabályi háttér - köré felépíteni. Az egyes fejezetekben szó lesz a geotermikus energia hasznosítási lehetőségeiről, meglévő és tervezett hasznosítási formáiról, hazai adottságokról, a geotermiát komplexen átfogó szakágak kapcsolódásáról, a túlzott törvényi szabályozásról és a környezetvédelmi szigorról, hazai jól működő geotermikus távfűtési rendszerekről. A dolgozat utolsó harmadában saját kutatásom eredményei szerepelnek.

Szekunder kutatásomban magyar és külföldi szakirodalmakat is feldolgoztam, ezek között szerepelnek doktori értekezésekből, szakdolgozatokból, konferenciák előadásaiból, folyóiratokból, különböző internetes forrásokból gyűjtött információk. Dolgozatomban

összehasonlítom a földhőt hasznosító fűtési rendszerek különböző méreteknél felmerülő beruházási input tényezőit és bemutatom ezek teljes beruházási és működési költségét. Saját mutatószámra méretgazdaságossági számításokat készítettem, majd megvizsgáltam ezek hogyan változnak az elnyerhető támogatás összegének növekedését feltételezve. Kutatásom eredményeként a földgázkiváltásból adódó megtakarítás mérhetővé válik az eltérő méreteknél, amely remélhetőleg magánszemélyek, vállalkozások, közintézmények, önkormányzatok, termálfürdők energiaracionalizálási döntésmérlegeléséhez nyújt tervezési segítséget.

A dolgozatom megírásakor megfogalmazódott előzetes várakozásaimat az alábbi hipotézisekben foglaltam össze:

- H1: A geotermikus hőszivattyús fűtési rendszerek méretének növekedése következtében a méretgazdaságossági előnyök kimutathatók.
- H2: A méretgazdaságosság következtében az 1 GJ energiaigényre jutó beruházási költségek csökkennek.
- H3: Beruházási támogatás nélkül egyik geotermikus hőszivattyús fűtési rendszer sem térül meg 15 év alatt.

Végezetül szeretném megköszönni Szloszjár Csabának – a Gyopárosi Gyógyfürdő vezetőjének - és Szép Tamásnak - Penta-Klima Kft. munkatársának -, valamint konzulensemnek, hogy információkkal, javaslatokkal, folyamatos tanácsadással segítették a munkámat.

1. AZ ENERGIA FELÉRTÉKELŐDÉSE

Az elmúlt években különösen nagy figyelem összpontosult az energiaszektor köré és teljes bizonyossággal a jövőben is kiemelten fontos területként tartják majd számon. Az emberiség rendelkezésére álló készletek felhasználásának üteme és azok pazarló fogyasztása odáig vezetett, hogy a természeti erőforrások erősen megfogyatkoztak, amit egyszerűen rablógazdálkodásnak is minősítenek. Emellett probléma még, hogy az energetikai rendszer lépcsőinek átalakítási hatásfoka végtelenül alacsony. A fokozódó környezeti és társadalmi problémákra különféle megoldási lehetőségeket rejt magában az energiaszektor. Az energiahatékonyság növelése (új technológiák alkalmazása) és az energiatakarékosság együttes megléte az alapja az energiagazdálkodás fenntartható pályára állításának.

Az elmúlt évszázadban a rohamos ipari fejlődés gyors népességnövekedéssel párosult. Ma már 7 milliárd ember él a Földön és ez a gyarapodás nem könnyíti meg az energia-kérdést, azonban az emberiség számára nem marad más járható út, mint a radikális irányváltás. Olyan új megoldásokra van szükség, amelyek mellett, hogy környezetkímélőbbek, igénybevételük még a finanszírozási és szociális körülményeket tekintve is olcsóbbak, mint elődeik. Az energiagazdálkodásban a környezetre nézve legcsekélyebb károkkal járó megoldások pedig a megújuló energiaforrások különféle alkalmazásaihoz kapcsolódnak. Azonban ezek sem tekinthetők mindig elfogadhatónak környezeti szempontból és alkalmazásuk csak szigorú feltételek mellett tartható fenn. Az energiagazdálkodás nem pusztán műszaki és gazdasági probléma, amit elegendő lenne a mérnökökre és közgazdászokra bízni, hogy oldják meg. Az energialánc folyamatát megfigyelve, olyan meghatározó tényezők ragadhatók ki, mint a jólét és az életstílus, amelyekre visszavezethető, hogy mennyi energiát fogyasztunk el. Elsődlegesen mikro szinten kell helyreállítani az egyének értékrendjét, melyet már az iskolákban el kell kezdeni. Erre a szemléletre való „nevelésben” segítségül szolgálnak az oktatók, szociológusok, médiaszakemberek. De nemcsak a társadalomtudomány művelői szükségesek egy fenntartható világ feltételeinek megvalósításában, hanem széleskörű természetföldrajzi ismeretekkel rendelkező geográfusok, ill. energia és környezeti ügyekben járatos területi vezetők munkájára is. (Munkácsy, 2011. pp. 7-16.)

1.1. A fenntartható fejlődéstől napjainkig

A komplexebb, kifejezetten megújuló energiaforrásokra építő energiasztratégiák kidolgozása az 1970-es években főként az olajválság kirobbanásához kapcsolódóan kezdődött meg, és ezekben már határozottan megjelennek a környezetvédelmi szempontok is. A fenntartható fejlődésnek és a megújuló energiaforrások jelentőségének felismerése korábbi történelmi eseményekhez kötődik, ezek közül a legfontosabb állomások a következők:

1968 - Megalapítják a *Római Klubot*.

1972 - Megjelenik a Római Klub jelentése: „*A növekedés határai*”. Az emberiség extenzív ipari és népességi növekedése fenntarthatatlan; gyökeres irányváltás szükséges a szén- és fémalapú technológiáról egy zöld gazdaság felé.

1973 - Az *Olajválság* okozta krízis, energiahordozó- és alapanyaghiány már egy más szempontból világította meg a felhasználás kérdését. Olyan energiaforrásra lett szüksége a fosszilis energiahordozókkal nem rendelkező országoknak, amely hosszabb távon rendelkezésre áll, és felhasználását semmiféle bizonytalansági tényező nem korlátozza.

1973-76 - Az Európai Közösség Első *Környezetvédelmi Akcióprogramja* (Második: 1977-81, Harmadik: 1982-86, Negyedik: 1987-92, Ötödik: 1993-2000).

1987 - A Környezet és Fejlődés Világbizottság ún. Brundtland-jelentése „*Közös jövőnk*” címmel bevezeti a fenntartható fejlődés fogalmát: a jelenlegi gazdasági növekedés a Föld véges ökológiai rendszerében nem fenntartható.

1992 - Rio de Janeiro: ENSZ Környezet és Fejlődés Világkonferencia. *Agenda 21*: a fenntartható fejlődés intézményrendszere a XXI. századra; az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezmény (UNFCCC) útnak indítása.

2002 - Johannesburg: a fenntartható fejlődésről:

1. Egészséges ivóvíz biztosítása.
2. *Energiahatékonyság növelése, megújuló energiaforrások használatának növelése.*
3. Egészség védelme vegyi anyagoktól, levegőszennyezés csökkentése.
4. Mezőgazdaság támogatása.
5. Biodiverzitás csökkenésének megállítása, védett területek növelése.
6. Fenntartható termelés és fogyasztás. (Ambrus, 2009)

1.2. Európai célkitűzések és a magyar energiaszektor helyzete

A megújuló energiaforrások hasznosítása ez Európai Unió kiemelt célja. A megújuló energiaforrások, csökkentik az EU energetikai függőségét, multiplikatív hatásként az ehhez kötődő fejlesztések munkahelyteremtést, és - megőrzést, illetve az innováció terjedését és az energiahatékonyság növekedését is eredményezik.

Az Unió célkitűzéseinek megfelelően hazánkra is igaz, hogy az energiagazdálkodás az ellátás biztosítása során megfizethető, versenyképes energiával szolgáljon úgy, hogy az energiarendszer a fenntarthatósági szempontoknak is eleget tegyen (EEA - Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2009). Bár a villamosenergia-szolgáltatás megoldott hazánkban, sajnos hosszú távon ez sem problémamentes. Az EU környezetpolitikájának fő céljai között szerepel a fenntarthatóság és klímavédelemhez való aktív hozzájárulás, utóbbi érdekében az EU komoly vállalásokat tett a Kiotói Egyezmény aláírásával. A fenntarthatóság azonban az energiagazdálkodásnak sem a hazai, sem pedig uniós szintjén nem valósul meg. 2008. januárjában a klímavédelmet szolgáló ambiciózus szabálycsomagra tett ajánlást az Európai Bizottság. Az Európai Unióra 2020-ig a következő irányelvek érvényesek, melyet hazánknak is teljesítenie kell:

- Az energiahatékonyság 20%-os növelése;
- Üvegházhatású gázok kibocsátásnak 20%-os csökkentése;
- A megújuló energiaforrások arányának 20%-ra emelése az EU teljes energiafogyasztásában;
- A gépjármű-üzemanyag, bioüzemanyag-hányadának 10%-ra emelése 2020-ra (Eurostat, 2010).

A 20%-os megújuló energiaforrás részarány a tagállamok összességére átlagosan vonatkozik. Ennek részeként Magyarország a 3. legalacsonyabb vállalást tette: 13%-ot kell teljesítenie (Svédország pl. 49%-ot vállalt!). Magyarország 2010-ig vállalt kötelezettségeit teljesíteni tudta, ám ez elsősorban a vállalatok alacsony szintjének köszönhető (5,5%) és elmarad az EU tagjai által vállalt céloktól. Az Eurostat adatai alapján 2011-ben 7,3%-on álltunk, így az elkövetkező években még további lépésekre lesz szükség. (Munkácsy, 2011. pp. 39.)

A megújuló energia részaránya a végső energiafelhasználáson belül 6,6% volt 2008-ban (az NCST ütemterve szerint 2010-re 7,4%). Ezzel az EU tagországok közt az alsó egyharmadban foglalunk helyet (2008-as EU-27 átlag: 10,3%), és a többi hasonló fejlettségű

országtól is elmaradunk (Bulgária 9,4%, Csehország 7,2%, Lengyelország 7,9%, Románia 20,4% ill. Szlovákia 8,4%). A különbség részben a környező országok kedvezőbb és jobban kihasznált vízenergia potenciáljával és erdősültségi mutatóival, másrésről azonban a hazainál hatékonyabb szabályozó rendszerrel magyarázható. A 2009/28 EK irányelv¹ alapján ennek a mutatónak hazánk esetében 2020-ra – a korábban már említett – 13%-ot el kell érnie. A 2010 decemberében elfogadott Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve az irányelvben meghatározottnál ambiciózusabb célokat tartalmaz: 2012-re 7,4%-ot, 2020-ra pedig 14,65%-ot.

A kormányzati célok mellett ugyanakkor a lakosság és a vállalkozások részéről komoly érdeklődés tapasztalható a megújuló energiaforrások iránt. Magyarországon a mesterségesen alacsonyan tartott energiaárak mindeközéig a gazdasági racionalitás keretein kívül tartották az alternatív energiák használatát, aminek következtében az a helyzet állt elő, hogy az egyes technikai megoldásokat (pl.: szolártechnika, hőszivattyú) forgalmazó, ajánló vállalkozások az egyébként kiválóan működő műszaki berendezéseiket nem gazdasági előnyeik, hanem az alkalmazott technikai megoldásaik nagyszerűségeire alapozva próbálták eladni. Jelenleg a fehér holló gyakoriságával vetekszenek a magyarországi független energetikai tanácsadó és tervező cégek, így érthető, hogy egy a téma iránt érdeklődő – általában laikus - potenciális vásárló azon téma felé lesz irányítva, amivel az általa elsőként megtalált vállalkozás foglalkozik, és nem feltétlenül a számára legideálisabb megoldást kapja meg.

A fosszilis energiahordozók kiváltása megújulóakra valószínűleg nem egy gyors akción belül fog megvalósulni, hanem fokozatosan, és az egyes fogyasztói csoportok lehetőségeik, igényeik és adottságaik szerint más-más úton hajtják végre az átállást. Ennek a folyamatnak az úttörői a lakosság családi házas közösségben élő csoportjai lehetnek, mivel ott a lehetőségek jobban adóttak, mint egy szabad terület nélküli tömbházas környezetben. Ez megújulók iránti érdeklődés várhatóan tovább erősödik a földgáz árának piaci szinthez való közelítése, az energiaköltségek növekedése, az új technológiák egyre jobb terjedése, a lakosság környezettudatosság fejlődése és vállalkozások anyagi erősödése miatt.

Ezzel párhuzamosan az ország egészében az tapasztalható, hogy a megújuló energiaforrások alkalmazása még ma is kezdeti lépéseknél tart, gyakorlatilag pilot projektek valósultak meg, főként EU támogatással (Phare, INTERREG), mivel ezek alkalmazása eddig a fosszilis energiahordozók alacsony ára és a technológia drágasága miatt nem volt

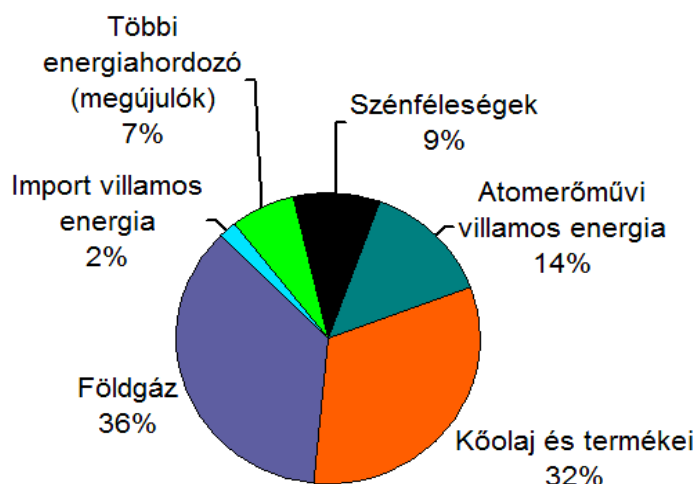
¹ Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK

gazdaságos. A ma tapasztalható érdeklődést erősítik, hogy a meglévő projekteknél nagyobb számban vannak, és hónapról hónapra szaporodnak az előkészítés alatt álló vagy már előkészített projektek. Ezt összevetve a földgáz árának rendezésével, az várható, hogy robbanásszerű érdeklődés növekedés várható e témában – úgy a vállalkozások, mint a lakosság részéről. (BFH Európa Projektfejlesztő és Tanácsadó Kft., 2008. pp. 5-7.)

Magyarország teljes energiafelhasználása – beleértve a villamosenergia-, a hőenergia- és az üzemanyag felhasználást – az 1990-es évek óta évi 1100 PJ körül stagnál, 2010-ben 1085 PJ volt (KSH, 2010). Magyarország energetikai importfüggősége az európai átlag felett van, abszolút az elmúlt években meghaladta a 63%-ot, s bár a válság hatására 2009-ben 58,8%-ra csökkent, ami a meglehetősen magas uniós 53,9%-os átlagtól még mindig rosszabb (Eurostat, 2011). További kérdéseket vet fel az energiarendszer környezetvédelmi szempontból, hiszen országos átlagban a felhasznált energiaforrások 82%-a fosszilis eredetű, így magas szén-dioxid kibocsátással jellemezhető.

1.3. Hazánk energiaforrásai és energiafogyasztói

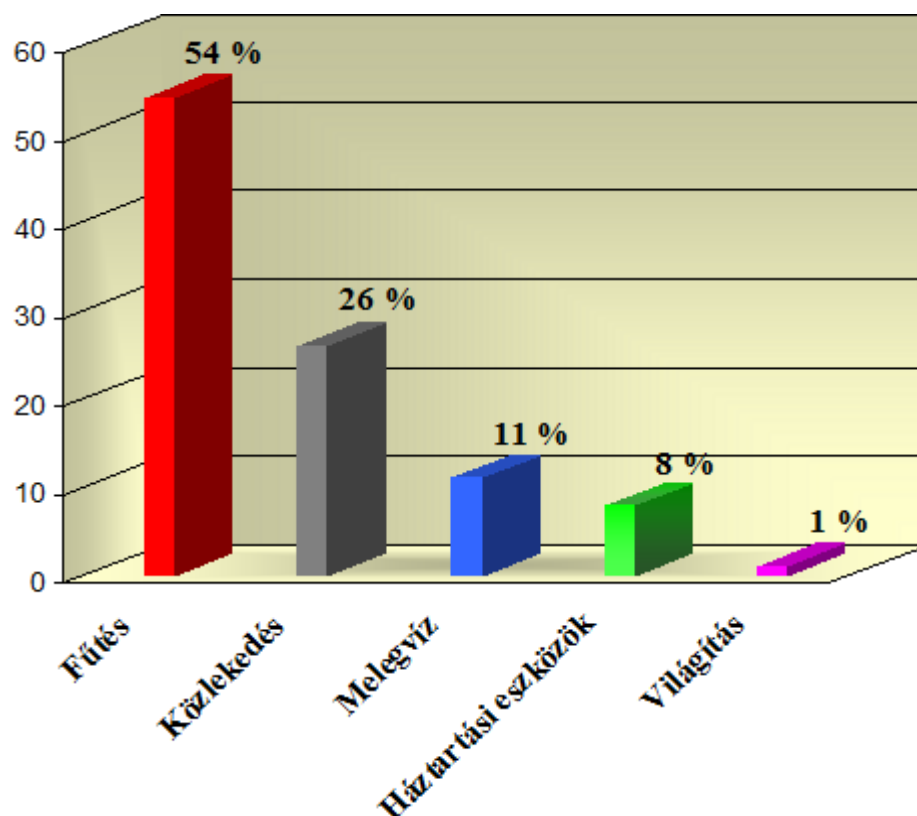
A fosszilis energiahordozók közül a szénkészletek jelentősebb része mára elfogyott, vagy gazdaságtalanná volt kitermelése. Természetesen még vannak bányák, ahol továbbra is folyik a kitermelés (pl. Visonta és Bükkábrány térségben, Mátra, Oroszlány, stb.). Ismert szénhidrogén készletünk nagy része az Alföldön és Zala megyében található, de kőolajkészletek a hazai igények csak töredékét elégítik ki és már csak egy évtizedig érhetők el. Földgázkészletünk szintén nem számottevő, 106 PJ energiamennyiségnek megfelelő volt 2009-ben, ami az éves felhasználás 17-18%-a. Mint látható, hazánk primer energiahordozók tekintetében jelentős importra szorul saját forrásainak szűkössége miatt. Nemcsak primer, de szekunder energiahordozókat is importálunk, ilyen pl. a benzin, vagy a villamos energia. A források diverzifikációja pedig lassan halad, az energiahordozó import 2/3-a még mindig egyetlen forrásból érkezik. A földgáz-ellátás Ukrajnán át a Testvériség és Ausztrián át a HAG vezetéken keresztül érkezik, azonban mindkét irányból orosz földgázt veszünk, ami kb. 70%-át jelenti a teljes földgázfogyasztásunknak. Az ellátásbiztonsági problémákat az újabb kőolaj- és földgázvezetékek (Nabuco) csak időlegesen enyhítik, hiszen a nemzetközi energiárak fokozatosan emelkednek a jövőben is. A megújulóenergia-potenciálok hazai értékeiről ma még csak megközelítő becslések állnak rendelkezésre, a technikai potenciál értéke az összes megújuló energiaforrásra 500 és 1300 PJ között mozog (Energia Klub, 2006).



Forrás: Energia Központ, 2011 alapján saját szerkesztés

1. ábra. Az energiaforrások szerkezete Magyarországon 2009-ben

A legnagyobb energiafogyasztók a háztartások, azokat követi a közlekedés-szállítás ágazat, mint energiahasználó és harmadik nagyfogyasztó az ipar. Az energiaforrások szerkezetében a szénhidrogénekben belül a földgáz évek óta jelentős hányadot tesz ki, a kőolaj felhasználás a hazai üzemanyagigényhez kapcsolódik. A hőpiac legfőbb energiaforrása a földgáz (kb.75%), amely a korábbi években a lakosság legkényelmesebben és kedvezően elérhető fűtési megoldása volt. A távhő esetében a településeken önálló „szigetüzemi” rendszerek működnek, ahol a távhőnek felhasznált tüzelőanyag 80%-a földgáz és mindössze 1,5% megújuló energiaforrás (Az EU már 2006 óta kitűzte célként a „megújuló hő” irányelvet). A megújulók közül tüzelőanyagként a biomassza meghatározó, főleg amióta a gáz ára folyamatosan emelkedett, a háztartások egyre inkább a fatüzelésre kezdtek visszatérni, illetve a centralizált erőművekben történik a felhasználása. A tűzifa felhasználás 50%-ban fűtési, 50%-ban áramtermelési célra hasznosul. A biomasszából származó hőenergia legnagyobb részét fűtésre és melegvíz előállításra a háztartások használják fel (24 PJ), ezt követi az ipar (7,5 PJ) és a mezőgazdaság (0,6 PJ) (Eurostat, 2011).



Forrás: Az ELMŰ és az ÉMÁSZ energiatakarékossági magazinja, 2011/ősz alapján saját szerkesztés

2. ábra. A lakosság energiafogyasztása százalékban kifejezve

A közlekedés és szállítás fogyasztja a hazai végső energiafelhasználás $\frac{1}{4}$ -ét, ebből is legnagyobb volumenű közlekedési mód a közúti áruszállítás (belföldi viszonylatban 90% a közút aránya; KSH 2011), amelynek járulékos következményei a magas importfüggőség és környezetszennyezés.

Az Európai Unió energia felhasználásának 48%-a fűtés. 2012-2020 között azonban az EU szigorúbb követelményekkel lép elő az épületek energetikai teljesítményével kapcsolatban, amely elsősorban a középületeket érinti. Jelenlegi becslések alapján a „közel nulla kibocsátású” épületek elterjedése miatt a fűtési igény növekedése nem lesz meghatározó. Emiatt a fűtés-hűtés célú hőszolgáltatásban a hagyományos és megújuló energiaforrások valamilyen formában megnyilvánuló versenye várható. A megújuló energiák szinte minden formájában megjelentek a műszaki megoldások, de még nem kifejlett technológiák, ezért jelentős fejlődési potenciállal rendelkeznek. (Land, 2010)

Magyarországon egy év alatt elfogyasztott energiamennyiség 57 százaléka az épületek fűtésére, hűtésére megy el. Ez a mennyiség kétszerese annak, amit a közlekedésre, és

háromszorosa annak, amit villamos áram előállítására használ el az ország. A hazai épületállomány, mintegy 4,5 millió lakóépület és a hozzávetőleg 50 ezer középület a teljes hazai energiafogyasztás 40%-ért felel. A lakásállomány 70%-a nem felel meg a korszerű funkcionális műszaki, illetve hőtechnikai követelményeknek, az arány a középületek esetében is hasonló. A háztartások energiafelhasználásának közelítőleg 80%-a hőcélú felhasználás (fűtés 76%, használati melegvíz 11%, főzés 7%, ill. egyéb 6%), amely nagyrészt vezetékes földgázzal üzemelő egyéni fűtőkészülékekkel, tűzifa használaton, illetve közösségi távhő rendszereken keresztül kerül kielégítésre. A távhő aránya az 1990-es 12%-ról 2007-re 8%-ra csökkent. Jelenleg az ország lakásállományának 15%-a kapcsolódik a távhő rendszerhez. A lakossági használat mellett a szolgáltatott távhő körülbelül 12%-át közületek, 25%-át ipari fogyasztók hasznosítják. A geotermikus energiával fűtött lakások száma 6 000 körüli. A lakossági energiafelhasználásban a megújuló energia tényleges részarányát nehéz pontosan meghatározni, pl. a tűzifa esetében. (Nemzeti Energiastratégia 2030, 2012. pp. 35.)

Számos helyen lehetne kiváltani a gáz-, fa- vagy villanyfűtést korszerű, megújuló energiaforrásokkal hasznosító berendezésekkel. Arról eddig jobbára elméleti becslések születtek, hogy Magyarországon hány négyzetméternyi ingatlant lehetne biomasszával, geotermikus energiával, hőszivattyúkkal vagy napkollektorokkal fűteni. A különféle vizsgálatok eredményei tág határok között szóródnak. A kutatók azonban egyetértenek abban, hogy hatalmas kihasználatlan lehetőség rejlik a megújuló energia-technológiák fűtési-hűtési célú alkalmazásában.

A Magyar Tudományos Akadémia Megújuló Energia Albizottsága szerint elméletileg évente 2600-2700 petajoule (PJ) energia áll rendelkezésre a nap, a szél, a földhő, a termálvíz és a biomassza hasznosítása révén. Ez szintén óriási mennyiség, mivel számítások szerint Magyarország bruttó végső energiafelhasználása a 2020-as évben 800-900 PJ-re rúg. Becslések szerint, ami ebből a mennyiségből műszakilag, gazdaságilag és az ökológiai szempontok figyelembe vételével kinyerhető 100 és 1300 PJ/év között szóródnak.

A nemzeti energiastratégiához kapcsolódó megújuló energia hasznosítási cselekvési terv (NCST) szerint a legnagyobb mértékben a geotermikus energia felhasználása nőne. 2020-ra már 6 PJ energiát kellene kinyerni ilyen formában a NCST szerint. Ezzel szemben Európaszerte terjednek az innovatív hőszivattyús megoldások: Ausztriában a bécsi Lainzer-alagútba telepített hőszivattyús rendszerrel fűtenek egy közeli iskolát. A bajorországi Farchant pályaudvarán a hőszivattyúk melegével óvják a vasúti váltóberendezéseket a befagyástól.

A geotermikus energia másik hasznosítása a mélyből feltörő hévíz. Itthon viszont jórészt fürdőkben pancsoljuk el a termálvizet, a fűtési célú hasznosítás csak tucatnyi

településen valósult meg eddig. A termálvizes fűtés előnye, hogy a hőforrás napi 24 órában rendelkezésre áll, és a jól kiépített hálózat környezetbarát, szennyezésmentes módon üzemel akár fél évszázadon át. Hátránya a viszonylag magas beruházási költség, mert a rendszer csak úgy számít megújulónak, ha a lehűlt vizet visszaszivattyúzzák abba a mélyrétegbe, ahonnan származik. (Sipos, 2011b)

2. A GEOTERMIKUS ENERGIA

2.1. Az erőforrás geológiai háttere

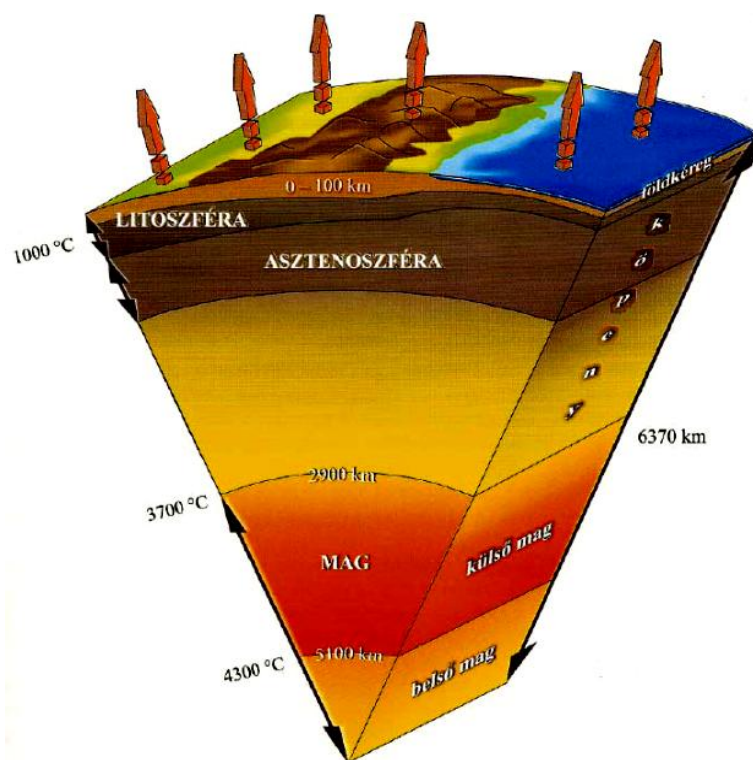
A Föld hőtörténetét a radioaktivitás felfedezésével tárta fel a tudomány, miszerint a belső „meleg” túlnyomórészt a radioaktív nukleonok bomláshőjéből származik. Vagyis a földhő vagy geotermikus energia lényegében atomenergia, a Föld által termelt hőenergia áramlása a kéregből a kozmikus térbe. A geotermikus energiakészlet jelentős, viszont ennek csak kis része távozik el főleg hővezetés és vulkáni tevékenység révén. A földkéreg egyfajta szigetelő anyagként működik a földhő terjedése szempontjából, akárcsak a légkör, ahogy a napenergia eloszlását befolyásolja. A Föld belsejében lévő energia tehát szigetelve van és több millió évig még biztosítva lesz.

A jelentős mennyiségű radioaktív bomlás eredményeként a Föld magjában 5-6000 °C-ot is eléri hőmérséklet, amely a felszín felé haladva fokozatosan csökken az adott helyi évi középhőmérséklet értékéig. A Föld térfogatának 99%-a melegebb 1000 °C-nál és csak 0,1 % a alacsonyabb 100 °C-nál. A Föld a felszínen keresztül 40 millió MW teljesítménnyel adja át a földi hőáramot az atmoszférának, aminek belső hőtartalma 10×10^{25} MJ, a földkéregnek 10×10^{21} MJ. (Dickson – Fanelli, 2003. pp. 205.) A földkéreg nem azonos vastagságú, a kontinensek alatt 30-90 km vastag, az óceánok alatt vékonyabb 6-15 km. A hő sugárzással, áramlással és vezetéssel is terjedhet. A Föld belseje felé haladva az egységnyi mélységváltozásra jutó hőmérsékletváltozást geotermikus gradienssel mérhetjük. Ennek értéke földi átlagban 3 °C/100 m, hazánkban ez eléri a 6 °C/100 m-t is (~50 °C/km).² A geotermikus gradiens a Dél-Dunántúlon és az Alföldön magasabb, a Kisalföldön és a hegységi területeken, pedig kisebb, mint az országos átlag.

Tízmillió éve lezajlott geológiai folyamatoknak és 30-35 ezer éve leesett csapadékoknak köszönheti Magyarország, hogy a Kárpát-medence részeként a geotermikus adottságait tekintve Európa élvonalába tartozik. A litoszféra különlegesen vékony 60-100 km, a földkéreg pedig csak 24-26 km vastag a Magyarországot magába foglaló Pannon-medencében, így viszonylag közelebb van a felszínhez a Föld köpenyének forró, részlegesen olvadt állapotban lévő része, az asztenoszféra. Így ezer méterre lefúrva már 60-80 fokra felmelegedett vizet lehet találni abban a porózus, üledékes kőzetben, ami a Kárpát-medencét kitölti. Ez a víz már használható fűtésre, de kétezer méteres mélységben már 100-130 fokra

² <http://www.geotermika.hu/portal/files/geotermia.html>

termálvíz is előfordul, amely áramfejlesztésre is alkalmas a geotermikus erőművekben. Ennyire forró termálvíz például a Mecsek-hegységtől északra található. (Sipos, 2011a) Kedvező adottság még a magas hőáramsűrűség³: az európai kontinensre jellemző átlag 70-90 mW/m², Magyarországon 70-110 mW/m², a larderello-i (Olaszország) geotermikus mezőn nagyobb, mint 200 mW/m². Hazánk esetében a kedvező hőáramsűrűség mellé társul, hogy jól szigetelő agyag és homok alkotja a medenceüledéket.



Forrás: Jobbik, 2008.

3. ábra. A föld belső szerkezete

A bányászati tevékenységnek köszönhetően csak a XVI.-XVII. századra ismerték fel, hogy a Föld hőmérséklete a mélységgel növekszik. Magyarországon először egy francia csillagász Morin J. B. a XVII. század elején a selmeci bányavidéknél nyert tapasztalatai alapján úgy vélte, hogy a Föld belsejében egyre növekvő hőmérséklet uralkodik. Majd 1669-ben Browne E. is meglátogatta a selmeci bányát és kettejük tapasztalatai alapján Boyle R. arra a következtetésre jutott, hogy a Föld belseje vagy azért meleg, mert belsejében tüzek vannak vagy, mert egyes helyeken a kőzetek forróak és a meleg föld alatti csatornákon, hasadékokon felfelé áramlik a kevésbé meleg helyek felé, részben forró ásványvizek és gőzök révén.

³ Hőáramsűrűség: egységnyi idő alatt, egységnyi felületen keresztül szállított hő mennyisége, m.e. mW/m², amely arányos az áramló folyadék sebességével, sűrűségével, hőmérsékletével.

Később, 1868-ban a British Association bizottságot létesített földalatti hőmérsékletek mérésére. Kelvin gömbszimmetrikus hővezetés analitikus megoldását vizsgálta, majd elvégzett mérései alapján a földtudomány elfogadta azt a hipotézist, hogy a Föld középpontja felé haladva a kőzetek hőmérséklete állandóan növekszik. A mélyfúrási technika fejlődésével a XIX. század közepétől kezdve egyre több mélyfúrás tárt fel melegvizet. A fúrólukákban végzett vizsgálatok a geotermikus gradiens átlagos értékét $33\text{ m}^\circ\text{C}$ -ban határozták meg. A természetes és mélyfúrással feltárt hőforrásokat, valamint gejzíreket azonban abnormális geotermikus jelenségnek tartották. (Jobbik, 2008. pp. 3-8.)

2.1.1. A geotermikus energia és a földhő

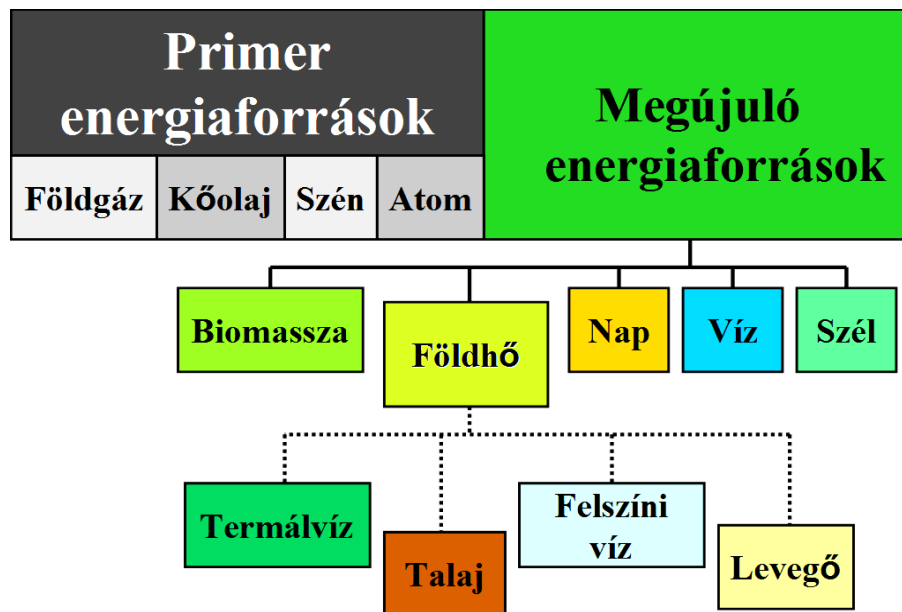
Korábban csak a geotermikus energia elnevezést alkalmaztuk, később bővült a fogalom köre a környezeti hőmérsékletű energiákkal. Jelenleg mérvadónak a vonatkozó EU-irányelv fogalom meghatározásait tekintjük⁴, amely lényegében három megújuló energiafajtát definiál:

- *légtermikus energia*: hő formájában a környezeti levegőben tárolt energia,
- *geotermikus energia*: a szilárd talaj felszíne alatt hő formájában található energia,
- *hidrotermikus energia*: a felszíni vizekben hő formájában tárolt energia.

A földhő jelentőségét különbözőképpen ítélik meg. Sokan „nagyhatalomnak” tartják hazánkat, mert a geotermikus gradiens és a földfelszíni hőáramsűrűség (mW/m^2) nálunk a világtátlagnál jóval nagyobb, és rendelkezünk néhány kedvező előfordulással (38 mérés átlaga $90,4\text{ mW}/\text{m}^2$, miközben az európai kontinens területén $60\text{ mW}/\text{m}^2$ az átlagérték)⁵. A jelenlegi tényleges geotermikusenergia hasznosításunk viszont még nagyon kicsi, az összes primerenergia-felhasználásnak csupán 0,3%-a. (Bobok – Tóth, 2010. pp. 3-14.)

⁴ Az Európai Parlament és Tanács 2009/28/EK irányelve a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról

⁵ <http://datherm.geotermika.hu/?q=hu/node/5>



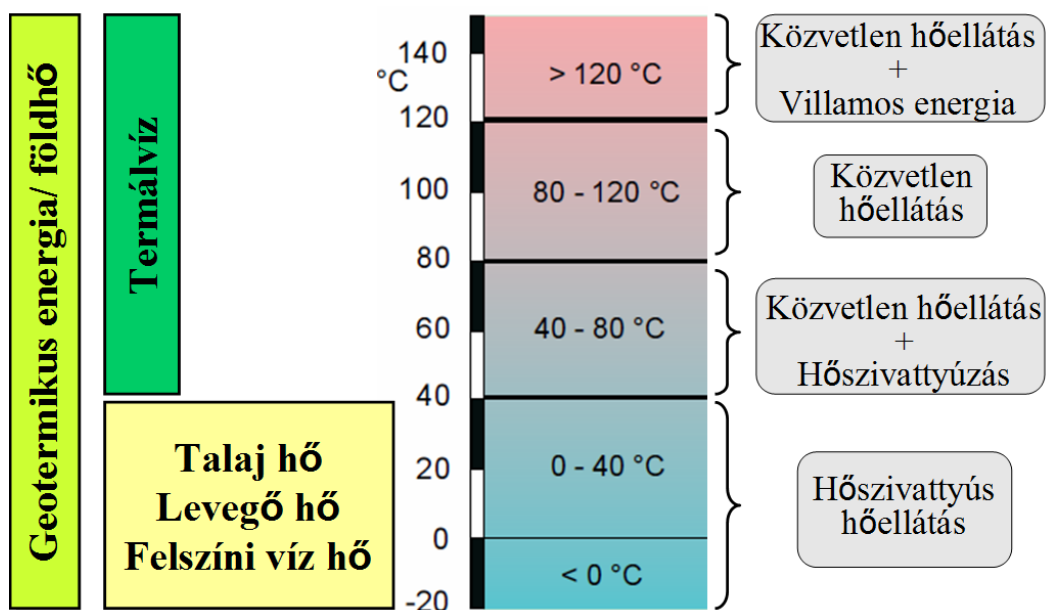
Forrás: Büki, 2010 alapján saját szerkesztés

4. ábra. Az energiaforrások rendszere

A földhő hasznosítás lehetősége a hőmérsékletének függvénye, eszerint négy kategóriát különböztetünk meg:

- Nagy hőmérsékletű ($>120\text{ °C}$) termálvíz vagy gőz esetén a távhőellátás és a villamosenergia-termelés is felvetődik;
- $80\text{--}120\text{ °C}$ hőmérsékletű termálvízzel közvetlen távhőellátás lehetséges,
- Kisebb hőmérsékletű ($40\text{--}80\text{ °C}$) termálvíz részben közvetlenül, részben hőszivattyús továbbhűtéssel használható távhőtermelésre,
- A 0 °C feletti és alatti földhő / környezeti hő (levegő, talaj, felszíni víz) is megújuló energiaforrást jelent, amelyet csak hőszivattyúzással hasznosíthatunk az egyedi és a távhőellátásban, valamint a hűtésben.

A nagyobb hőmérsékletű geotermikus energiából villanyt és hőt lehet előállítani. Az áramtermelés egyrészt azért célszerűbb, mert mindenhol elszállítható, mindig szükség van rá, míg a fűtési hő csak helyben és szezonálisan hasznosítható. Azonban földhőből való villamosenergia-termelés indokoltságát az elérhető földgázkiváltás mértékével kell alátámasztani. Ennek fontos mutatója a végeenergia előállítás hatásfoka.



Forrás: Büki, 2010 alapján saját szerkesztés

5. ábra. A földhő hasznosítása a hőmérséklet függvényében

2.2. Geotermikus energia felhasználásának lehetőségei

2.2.1. Villamosenergia termelésre

A geotermikus energiát csak akkor tudjuk hasznosítani, ha a Föld belsejéből valamilyen folyamat (vulkáni tevékenység, földi hőáram növekedés) révén koncentráltabban távozik a felszínen. A XX. század elején Európában egyedül Olaszországban és Izlandon használtak magas hőmérsékletű vizet és gőzt energetikai célokra. Elektromos áram termelésére alkalmas legfontosabb geotermikus mezők a lemezszegélyek aktív vulkáni zónáiban találhatók. A geotermikus áramfejlesztésben élen járó országok között első az USA, második a Fülöp szigetek, ezt követi Mexikó, Indonézia, Olaszország, Japán, Új-Zéland, Izland, stb. (Fridleifsson et al., 2008)

Villamosenergia-termelés 2 esetben lehet indokolt: egyrészt, ha rendelkezésre áll nagy hőmérsékletű termásvíz, továbbá helyben és időben nincs hőfogyasztó, vagy nagy mélységben (~5000 m) lévő nagy hőmérsékletű (200 °C fölötti) földhő kinyerése ún. HDR (Hot Dry Rock) vagy EGS (Enhanced Geothermal System) rendszerben. Itthon geotermikus energiára alapozott villamos energiatermelés még ma sincs, de Európában már számos működő létesítményekre van példa (Franciaország, Portugália). Az EU27-ben jelenleg több

helyen is folynak geotermikus energián alapuló, villamosenergia-termelést célzó EGS projektek. Az első mesterségesen fejlesztett földhőrendszer Soultz-sous-Foretsben hamarosan megkezdte kísérleti áramtermelését. (Genter, 2008. pp. 36-38.) Bár ma még 1 kWh sem termelődik EGS rendszerekből, a benne rejlő potenciált magas. Napjainkban a sok tisztázatlan kérdés ellenére egyes országok nagy volumenű terveket dolgoznak ki és ilyen irányú kutatást folytatnak (pl. Ausztrália), a projektek megvalósítására 1-2 éven belül sor kerülhet. (Beardmore, 2007. pp. 20-26.) Manapság már átlagos adottságú országokban (pl. Németország- 3 MW, Ausztria- 1 MW) is lehetővé váltak erőmű telepítések. Ennek oka, hogy a technikai fejlődés miatt alacsonyabb hőmérsékleti tartományú erőforrásból is lehetővé vált áramfejlesztés. (Fisher et al., 2009. pp. 16.)

Geotermikus erőművek létrehozását az korlátozza, hogy termálkútjaink viszonylag alacsony kútfej-hőmérséklettel bírnak (a jellemző hőmérséklet tartomány 40-95 °C), így az energiatermelés határfoka alacsony lenne. (Jobbik, 2008. pp. 8.) Geotermikus energiából történő áramtermelésre 100-150 MW elektromos potenciál becsülhető. Ennek kiaknázása során az áramtermeléshez közvetlen hőhasznosítás társítható, amely a megtermelt villamos energia kb. 4-8-szorosa hőként hasznosítható. (Ádám et al., 2009. pp. 2-8.) A „fábiánsebestyéni” nagy entalpiájú ($T > 150^{\circ}\text{C}$) geotermikus rezervoár kapacitását 64MW-ra becsülik, a többi helyszín csak kis kapacitások (1-5 MW) létesítésére alkalmas. Ezek a kisteljesítményű erőművek elsősorban az infrastrukturálisan elmaradott térségekben az energetikai decentralizációt és az ellátás biztonságát szolgálhatják. Egy francia tanulmány szerint Európában mesterséges geotermikus energiatermelő rendszer alkalmazására egyik legbiztosabb terület a Pannon-medence magyarországi része. (BRMG, 2004) A Zalai régió és az Alföld egyes részei alkalmasak kis teljesítményű bináris geotermikus erőművek telepítésére, EGS rendszerek létesítésére a legígéretesebb terület az ország déli, délkeleti része, a Dráva, Makó, Békés, Nagykunság és Derecske területek. Ezekben a régiókban a kristályos alaphegység anyaga kedvező esetben gránitos, 4000 m mély, a közhőmérséklet legalább 200 °C és a terület földrengések szempontjából is biztonságos. (2 MW teljesítményt egy 500 l/ perc hozamú 70 °C hőmérsékletű vizet szolgáltató termálkúttal ki lehet termelni, miközben ekkora energia a Föld belseje felől, a földi hőáram erősségétől függően, átlagosan 15-40 km²-nyi területen áramlik fel.)⁶

Büki Gergely Köztestületi Stratégiai Programok – Megújuló energiák hasznosítása c. kiadványában (2010) összehasonlítja a termálvizes hőellátással és villamos energia-

⁶ <http://www.geotermika.hu/portal/files/geotermia.html>

termeléssel elérhető tényleges földgáz kiváltás mértékét, ami alapján a hőellátásra történő hasznosításnál ez az érték lényegesen nagyobb, mint áramtermelésnél. Vagyis a korlátozottan rendelkezésre álló termálvíz felhasználása nem célszerű utóbbi esetben.

2.2.2. *Hőtermelésre*

A közvetlen hőhasznosítás az egyik legrégebbi, legsokoldalúbb és legáltalánosabb formája a geotermikus energia felhasználásának. Tóth Anikó 2010-ben 654.6 MW_t hőteljesítményről számolt be Magyarországon 0.47 teljesítmény faktorral. Lund és társai jelentése szerint 2010-ben 78 országban a beépített teljesítmény összesen 50 583 MW_t volt 0.27 teljesítmény tényezővel (Szűcs et al., 2010. pp. 39.), az energia felhasználás 121 696 GWh/év, 438 071 TJ/év hőtermeléssel. A hőkapacitás legnagyobb részét (~70%) a hőszivattyúk, a balneológia (13,2%), a távfűtés (10,7%), az üvegházfűtés (3,1%) adták. A hőhasznosító országok száma Európában 37, Ázsiában 16, Amerikában 15, Afrikában 7 és Óceániában 3. (Rüter, 2010) Hazánk a közvetlen geotermikus hőhasznosításban 2000-ben még a 3. ország volt, 2008-ban már csak a hetedik. Még Törökország, Németország, Svédország is megelőz minket. Utóbbi évtizedben a földhőszivattyúk elterjedése a legszembetűnőbb. (Rybach, 2005. pp. 13-18.) A legjelentősebb hőhasznosítókat a 1. táblázat mutatja be, az öt ország adja a világtermelés 60%-át.

A világ legnagyobb geotermikus hőhasznosító országai 2010-ben

1. táblázat

Ország	MW _t
USA	12 611
Kína	8 898
Svédország	4 460
Norvégia	3 300
Németország	2 485
Magyarország	654

Forrás: Bobok – Tóth (2010)

A Germany Trade and Invest honlapján egy cikk keretén belül vizsgálta hazánk megújuló energiarendszerét: *...Nagy tartalékjai vannak Magyarországnak geotermikus energiából. Ez az erőforrás elsősorban hőtermelésre alkalmas, jelenleg kizárólag ilyen célra hasznosítják. Alkalmazása elterjedt a mezőgazdaságban (üvegházak) és a turizmus ágazatban. Áramtermelésre 2020-ig – ahogy a Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési*

Tervben szerepel – 57 MW teljesítményig tudják növelni a kapacitásukat. A hőforrásokból nyert energia összesen így 16,4 PJ-ra nőne, ami alig négyszerese a mai értéknek. A magyarországi geotermikus kutatásokban a Pannergy és a MOL kőolajtársaság mindenekelőtt az érdekelt. 2011. január elején a Pannergy egy átfogó, országos programot biztosított az erőforrás hatékonyabb kutatásfejlesztésre az Európai Beruházási Bank 110 millió eurós kedvező kamatozású hiteléből. Az 1400 db termálkút több mint 6000 liter, max. 77 °C hőmérsékletű vizet termel ki percenként. A geotermikus projektek relatív drágának számítanak, nem csak a magas fűrási költségek és a visszasajtolási kötelezettség miatt, hanem mert a melegvíz vezetékhálózata is ki kell építeni. Létezik támogatás nem csupán a fűrási és fejlesztési munkálatokra, ill. melegvízellátásra, épületfűtésre, üvegházak és más építmények fűtésére, hanem hőszivattyúval történő földhő hasznosításra is... ” (Anders-Clever, 2011).

Magyarországon a termálvíz fő hasznosítási területei a direkt hőhasznosítás mellett a balneológia. Hazánkban a természetes hőforrásokat eleinte a gyógyfürdőkben hasznosították, ill. a budapesti állatkert fűtését oldották meg vele. 1925 után a kőolajipar kutatófúrásai számos forró vizes réteget tártak fel, melyekre strandokat és fürdőket létesítettek. 1958-ban a mezőgazdaság is kezdte használni a termálvizet Szentes környékén, amelyet az üvegházfűtés mellett távfűtésre is felhasználtak. A kitermelt hévíz hőtartalmát mezőgazdaságban (pl. növényházak, fóliaházak, baromfitelepek, épületek, istállók fűtése), termálfürdők, uszodák fűtésére, használati melegvíz termelésre, ipari célokra vagy távfűtésben hasznosítják, speciális alkalmazása terményszárításnál és haltenyésztésnél. Hazai hévizeink, hőmérsékletük alapján leginkább a decentralizált hőtermelésre valamint távhő rendszerek ellátására lennének alkalmasak. Ennek alapvető feltétele, hogy a nagy beruházási költséggel megvalósítható megújuló hőtermelés megfelelő támogatásban részesüljön és a további ésszerűtlen földgázár-támogatás megszűnjön.

A termálvíz előnye nem csupán fűtőolaj vagy földgáz kiváltás, hanem a sokrétű hasznosíthatóság miatt vállalkozások alapításához, kereskedelmi tevékenység indításához, térségek komplex fejlesztéséhez (kommunális ellátás, termálfürdő, sportuszoda) járul hozzá. Másrészt az előkezelés és a hőcserélés lehetővé teszi a hagyományos fűtő- és melegvízhálózatok üzemeltetését, így nincs szükség külön átviteli rendszerek kiépítésére.

A rendelkezésre álló, nagyobb hőmérsékletű termálvizet közvetlen hőellátásra célszerű használni, de több nehézség is adódik, ugyanis a kinyert termálvíz rendszerint szennyezett, só- és gáztartalma többnyire jelentős:

- A szennyezettség miatt kérdés, hogy a termálvizet hőcserélő nélkül vagy csak hőcserélőn keresztül hasznosíthatjuk-e,

- A termálvíz közvetlenül meleg vízként felhasználható-e, ill. hőhasznosítás után a felszínen elhelyezhető, vagy vissza kell juttatni a mélybe,
- A kinyert termálvizet a hőhasznosítás előtt és/vagy a visszatáplálás előtt szükséges-e kezelni,
- Termálvízzel együtt gyakran jelentős gáz (metán, szén-dioxid) is a felszínre kerülhet, amelynek hasznosítását és/vagy visszatáplálását meg kell oldanunk.

Ezek a feladatok technikailag olyan nehezek vagy olyan költségesek lehetnek, hogy a hasznosítás értelmetlenné válhat. A közvetlen hőellátásnak több megoldása lehetséges, amelyet a kinyerés és a hasznosítás számos szempontja befolyásol. (Büki, 2010. pp. 52-57.)

2.2.2.1. *Melegvíz-szolgáltatás és épületfűtés*

Termálvízzel nemcsak közösségi, iroda- és egyedi lakóépületek, kórházak, raktárak, műhelyek stb. fűthetők, hanem egész háztömbök is. Budapesten és főleg alföldi városokban már az 50-es, 60-as években volt példa ilyen célú alkalmazására, évente 75-80 ezer tonna fűtőolaj megtakarítását eredményezve. Alacsonyabb hőmérsékletű termálvízzel (pl. 60 °C) előnyös lehet a padló- vagy a falfűtés. Radiátoros fűtés is megfelel, ha a vízhőmérsékletet tekintetbe véve méretezik, de ajánlatos kiegészítő fűtésről is gondoskodni. A nagy termálvizes hálózatoknál az áramoltatást szivattyúkkal biztosítják, minél kisebb hőveszteségre törekedve. Lakótelepek, egészségügyi intézmények, iskolák termálvizes fűtéséhez és vízellátásánál fontos a termálkutak teljesítményének hosszú távon való fenntartása.

2.2.2.2. *Növényházak, fóliasátrak fűtése*

A geotermikus energia eredményesen használható növényházak és fóliasátrak fűtésére. Magyarországon 1980-ban 748 ezer m² növényházfelületet és 1,064 millió m² fóliaház felületet fűtöttek termálvízzel. A fűtési teljesítmény iránti igény a növényház méreteitől, hőgazdálkodási viszonyaitól, betelepítettségétől és a növénykultúrától függ. A termálvízzel fűtött növényházak beruházási költsége 15-20%-kal nagyobb, mint az olaj- vagy a gázfűtésüké, de a kisebb üzemköltségek miatt a többletkiadás 2,5-3 éven belül megtérül. A növényház–fóliasátor együttesekben még gazdaságosabb fűtés válik lehetővé. 90 °C körüli hőmérsékletű hévíz esetén többlépcsős hasznosításra van mód: szivattyúk beépítésével a vízkivételi helyhez legközelebb eső növényházak légfűtéssel fűthetők. Az alacsonyabb hőmérsékletű (~50 °C-os) termálvízzel további növényház vagy fóliaházak légtér- vagy

talajfűtése végezhető. A fóliaházakból kilépő 20-25 °C hőmérsékletű víz még hálózati öntözővíz előmelegítésére használható. 50-60 °C hőmérsékletű termálvízzel történő növényházfűtéskor ajánlatos a különböző fűtési lehetőségeket kombinálni a víz hőtartalmának minél jobb kihasználásával. Hideg téli napokon, csúcsidőben az alacsony hőmérsékletű termálvizes fűtés jó kiegészítője lehet a szalma- vagy a faapríték-, pellettüzelésű biomassza kazán. A fóliasátrakban általában alacsony hőmérsékletű termálvizet használnak állandó vagy mobilis csöves rendszerekkel. Emellett fűthetők az ún. vízfüggönyös módszerrel is, amikor kettős fóliaréteg között áramoltatnak előzetesen hasznosított, 20-30 °C hőmérsékletre lehűlt termálvizet. A langyos termálvíz nemcsak fűt, hanem hőszigetelő hatást is kifejt, azonban ennek az eljárásnak nagy a vízigénye.

2.2.2.3. Istállók, nöwendéknevelők fűtése

A nagytestű (ló, szarvasmarha) vagy sűrűn tartott (sertés) állatok istállózása jelentékeny hő- és páratermelésük miatt 20 °C belső hőmérséklet tartásához nem igényel nagy fűtőteltjesítményt. Magasabb hőmérsékletre csak a nevelőkben, elletőkben van szükség. Ehhez az alacsonyabb hőmérsékletű termálvíz is elegendő. A termálvíz fűtőcsövekben kering, a lehűlt 30 °C hőmérsékletű termálvíz pedig padló- vagy falfűtésre hasznosítható. Az istállók szellőztetésére jól alkalmazható a hővisszanyeréses eljárás is. Nyáron a hővisszanyerő berendezés a szellőztető levegőt az istállóból elszívott páradús levegővel hűti, télen pedig ugyanezzel előmelegíti. Ezen az úton a termálvíz-felhasználást csökkenteni lehet. Baromfiházakban, nevelőkben a termálvizes radiátorok, hűtőcsövek éppúgy alkalmazhatók, mint a padló-, vagy a falfűtés, amihez csökkent hőtartalmú termálvíz is megfelel. A szellőztetés termoventillátorokkal biztosítható. Az alkalmas hőmérsékletű termálvíz keltetőgépek üzemeltetésére is használható. Az alternatív energiaformák összekapcsolt alkalmazása (pl. termálvizes + biomasszafűtés, biogázos + termálvizes fűtés) jó energiagazdálkodási megoldásokat kínálnak az istálló-növényház együttesek esetén is.

2.2.2.4. Terményszárítás

A terményszárítási feladatok túlnyomórészt a nyári – kora őszi időszakra esnek, ami a termálvizek gazdaságos, minél hosszabb idejű kihasználása szempontjából kedvező. Termálvízzel különböző termékeket lehet szárítani, pl. szemes és szálas terményeket, kukoricát, paprikát, gyógynövényeket. A termálvizes szárítás a korábbi szénhidrogén-

tüzelésű berendezésekhez képest alacsonyabb hőmérséklettel (40-60 °C) dolgozik ezért a szárítási idő meghosszabbodhat, de sokkal energiatakarékosabb.

2.2.2.5. Meleglevegős szénaszárító

A gravitációs szárítók vegyes melegvizes-földgázos fűtéssel ellátott, légáramlásos tornyok, melyekben a gabona, borsó stb. felülről lefelé halad, miközben nedvességtartalmától megszabadul. A gravitációs szárító előnye a folyamatos üzemeltetés, létesítése azonban drágább, mint egy terményszárítóé, emellett magasabb hőmérsékletű termálvizet is igényelnek. A termálvizes és a napenergiás terményszárítás jól kiegészítheti egymást.

2.2.2.6. Haltenyésztés, rizstermesztés

A növényházak, istállók, terményszárítók termálvizes fűtése nem zárt rendszerrel történik, ezért az elfolyó termálvíz sótartalma és maradékhője miatt a környezetre ártalmas. Ha az elfolyó víz természetes vízzel való hígítás után haltenyésztésre alkalmas, akkor halastavak hozhatók létre. Ellenkező esetben a maradékhő elvonása a halastó optimális hőmérsékletének tartásához járulhat hozzá. Az elfolyó, nem teljesen lehűlt termálvíz rizstelepek elárasztására is alkalmas lehet.

Mivel termálvíz hasznosítás csak nagy teljesítmények esetén rentábilis, pl. lakótömbök, amik kistelepüléseken nem fordulnak elő, így lakóházak esetén nincs értelme alkalmazni. (BFH Európa Projektfejlesztő és Tanácsadó Kft., 2008. pp. 75-78.)

2.2.3. Termálvíz felhasználása a fürdőkben

Hazánk termálvízvagyonra közismert, a fürdőkultúránk több mint kétezer éves. A rómaiak ismerték fel először a termálvíz jótékony hatását, akkoriban a fürdőzés a társasági élet színvonalas eseményének számított. Az ókori fürdőélet emlékeit őrzi Aquincum köz és magánfürdői és a római kori fürdőmaradványok: Balatongyörök, Örvényes, Balatonfüred, Tata, Balf.

A középkorban a termálvíz gyógyításra való felhasználása került középpontba. A honfoglalást követően Attila és Árpád fejedelem is a budai fürdőknél állomásozott, idegen egyházi személyek, IV. Béla által behívott johannita lovagok ispotályt (kórházat), fürdőt

működtettek Budán a Császár fürdő közelében. Az első gyógyvízre épülő kórház Pécsváradon épült, Mátyás király idején állandó használatban működött egy népszerű fürdő –a mai Rác fürdő elődje–, amit a királyi várral folyosó kötött össze. (Almássy – Nagy, 2011) Az Anjouk és Zsigmond király uralkodása alatt épültek ki a budai fürdők, ebben az időben európai hírűvé váltak ezek az építmények.

A török kori Magyarországon virágzott a fürdőélet, pompás fürdőket építettek a törökök, melyek vallási szertartásoknak és közösségi találkozásoknak adtak helyet. Meg kell említeni, hogy már akkor nagyon fejlett építészeti megoldásaik voltak (padlóburkolat, víz- és csatornarendszer kialakítás, kút-kiképzés). A török fürdőkultúra megmaradt műemlékei Budán a Császár, a Király, Lukács és a Rudas, vidéken az egri fürdő. A törökök kivonulása után a fürdőfejlődés megtorpant, később Mária Terézia kezdeményezte a hazai gyógyforrások részletes felmérését és a fürdőszabályozást, majd kereskedelmi és egyéb célokat, pl. a hadsereg egészségi állapotának javítását szolgálták a hévizek.

Az Osztrák-Magyar Monarchia idején fejlődött a vizek vegyelemzése, a tudományos vizsgálódás eredményeként nemzetközi hírűvé váltak balneológiai kutatásaink. A XIX. században megindult az ország vízellátásának javítása, melyben élen járt Zsigmondy Vilmos bányamérnök, akinek első munkája a mélyfúrásos kutatás és hévízfeltárás volt. Az első termálkutakat az ismert termálforrások közelében létesítették Harkányban (1866), Margitszigeten (1867), Városligetben (1868-78), Ránk-Herlányban, Lipiken, Buziáson. A Városligeti hőforrás létesítése során a 970 méter mély kút a mai Hősök tere közelében lett kiképezve. Akkor Európában ez a legmélyebb fúrásnak számított, a kút naponta 1200 m³, 74 °C hőmérsékletű vizet szolgáltatott, ami például a Széchenyi fürdőt látta el.⁷

Az I. világháborút követően elindult a szénhidrogén-kutatás során növekedett a termálkutak száma: sok helyen a keresett olaj- vagy gázmezők mellett melegvizet találtak, pl. 1925-ben Hajdúszoboszlón, majd Debrecen, Berekfürdő, Szolnok, Szeged, Bükkszék stb. következett. Az ivóvíz-beszerzési célú fúrások is sok helyen tártak fel termálvizet ott, ahol kisebb mélységben nem sikerült jó vízadó réteget találni (pl. Alföldön). Ezen kívül a porózus medencebeli termálvíztestek területén fekvő nagyobb települések fűrattak termálkutakat balneológiai célokra. A '60-as években az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság anyagi támogatásával jelentősen növekedett a mezőgazdasági vagy kommunális fűtési célra szolgáló termálkutak száma. Ezeknek a fejlesztéseknek a gazdaságossága már vitatható volt, amit az is

⁷ <http://www.geotermika.hu/portal/files/geotermia.html>

mutat, hogy a támogatások megszűntével az ilyen célú termálvíz-feltárási tevékenység erősen csökkent. (Országos Egészségturizmus fejlesztési Stratégia, 2007. pp. 12-19.)

A hazai geotermikus kutak hasznosítási céljuk és hőmérsékletük szerint

2. táblázat

Hasznosítás módja 2010-ben		Kútfej hőmérséklet [°C]						
		40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	>100
Kutak száma	Balneológia	56	50	33	9	3	3	0
	Mezőgazdaság	73	15	17	17	20	33	1
	Kommunális	2	2	1	5	1	5	0
	Ipari	44	11	6	6	3	1	
	Több célú	17	13	29	16	5	0	1

Forrás: Tóth (2010)

A Magyar Geotermális Egyesület (MGtE) által 2011. május 3-án szervezett szakmai konferencián Hlatki Miklós, az MGtE alelnöke akkori elmondása szerint, Magyarországon jelenleg 950 működő termálkút van, ebből 200 mezőgazdasági hasznosítású. Egy év alatt a kutakból kinyert víz 84 millió köbmétert tesz ki. (MTI, 2011a) Míg a Debreceni Egyetem Műszaki Karán alakult GEOREN kutatócsoport vizsgálatai szerint Magyarországon jelenleg évente csaknem 100 millió köbméter termálvíz kerül kitermelésre, amit főleg fürdőkben és ivóvíz előállításra használnak. Ez a mértékű vízkitermelés azonban hatással van a felszín alatt tárolt energiamennyiségre is. Márpedig a felszín alatti vízkészlet nem kimeríthetetlen, a rendelkezésre álló készlet becslések szerint legkevesebb 500 milliárd köbméter, amelyből egyes vélemények szerint 50 milliárd köbméter termelhető ki gazdaságosan. (Pesthy, 2012)

2.2.3.1. A termálvíz fogalma és a magyarországi gyógyvizek fajtái

A termálvíz hőmérsékleti határértéke nemzetközi szinten nem egységes, Magyarországon 1953-1984 között 35 °C volt, majd 1984-től –az európai államok többségének előírásaihoz alkalmazkodva– máig érvényes meghatározás szerint:

Termálvíz: minden olyan felszín alatti eredetű (vízadó rétegből származó) víz, melynek kifolyó (felszínen mért) hőmérséklete a 30 °C, vagy annál magasabb. Megkülönböztetünk ivó-, ásvány- és gyógyvizet.

Ivóvíz: a rendszeres emberi fogyasztásra alkalmas a fizikai, a kémiai, a bakteriológiai, a toxikológiai és a radiológiai határértékeknek megfelelő víz.

Ásványvíz: olyan természetes felszín alatti víztartóból vagy vízádóból származó víz, amelynek ásványi anyag tartalma jellemzően eltér a rendszeres emberi fogyasztásra szolgáló ivóvíztől, és annak összetétele megfelel a vonatkozó jogszabályban meghatározott (így például biológiai, kémiai) határértékeknek.

Gyógyvíz: olyan ásványvíz, amelynek bizonyítottan gyógyhatása van és gyógyászati felhasználásának engedélyezése külön jogszabályok szerint történik.⁸

Gyógyvíz fajták az ásványi anyag tartalmuknak megfelelően:

- Kénes gyógyvíz (Harkány, Balf, Lukács fürdő, Parádsasvár, Mezőkövesd)
- Radon tartalmú gyógyvíz (Rudas és Gellért fürdő, Hévíz, Eger, Miskolctapolca)
- Egyszerű termásvíz (Római fürdő, Püskösdfürdő)
- Savanyú gyógyvíz, egyszerű szénsavas vizek (Balatonfüred, Csopak, Kékkút, Macorka)
- Alkalikus gyógyvíz, Hidrogén-karbonátos ásványvizek (Balf, Gyopárosfürdő, Gyula)
- Földes-meszes gyógyvíz, $/CaMgHCO^3/$ ásványvizek (Budapest, Bükkfürdő)
- Konyhasós gyógyvíz (Alföldi fürdők, Parád, Sárvár, Debrecen, Nyíregyháza sóstó)
- Keserű sós gyógyvíz (Hunyadi János víz, Nagyigmándi víz, Apenta ásványvíz)
- Vasas gyógyvíz (parádi Clarissa forrás és István forrás, mohai Stefánia forrás)
- Jódos, Brómos gyógyvíz (Hajdúszoboszló, Debrecen, Kecskemét, Eger, Cegléd).⁹

2.2.3.2 *A termásvíz országos adottságai*

Magyarország hévizes adottságait tekintve „nagyhatalom”, az első öt termásvízben leggazdagabb ország közé tartozik: Japán, Izland, Olaszország és Franciaország után az 5. Magyarország (NTS - Egészségturizmus vitaanyag, 2005). Az ország több, mint 80%-án található termásvíz, ebből 70%-án 30 °C-nál magasabb hőmérsékletű. Ennek egy része balneológiai célra, illetve ivóvíz ellátásra hasznosul, másik része direkt hőhasznosítási célokat szolgál. Mégis lehetőségeinkhez képest nem használjuk ki a hévizek energiáját, állapította meg a Magyar Állami Földtani Intézet által végzett kutatás a környező országok szakhatóságaival összefogva a határokon átnyúló termásvíztartalékok felmérésére.

A hazai felszín alatti vízkészletekben tárolt hőmennyiség 4,7 millió petajoule, amiből a törvényi háttérrel és az elérhető technológiákat figyelembe véve 250-350 petajoule-t lehetne hasznosítani, ehhez képest ilyen forrásból jelenleg közel 4 PJ energiát fordítanak fűtésre Magyarországon, ezt kellene nyolc év alatt 15 PJ-ra feltornászni. A termálenergia tartalékait

⁸ 1995. évi LVII. tv., 1. számú melléklet

⁹ <http://vizterapia.bioenergetikus.hu/>

tekintve nagyságrendekkel haladja meg biomassa lehetőségeinket, fajlagosan kb. feleannyiba kerül, mint a napenergia, sokkal egyenletesebben termelhető mint a szélenergia. A geotermikus energia azonban csak a megfelelő víz- és hőutánpótlás biztosításával, fenntarthatóan tervezett kitermeléssel és a hasznosított termál-fluidum környezetbarát elhelyezésével tehető valóban megújuló energiaforrássá; ennek feltételei pedig jelenleg nem adóttak. (Kóbor, 2008. pp. 18.)

2.2.4. *Problémák a termálvíz energetikai hasznosításával*

1. A termálvíz energia okos kihasználást régóta és alapvetően akadályozza az, hogy *a magyarországi és határmenti termálvíz-bázisoknak nincsen egységes, elfogadott hidrodinamikai és hőtranszport modellje*, ami alapján a kitermelhető termálvízmennyiség ismert, a kitermelés és elhelyezés pedig tervezhető lenne. Ez gátolja a geotermikus iparág fejlődését és valószínűleg maradandóan károsítja a felszín alatti vízkészletet. Ahhoz, hogy a fenntartható módon kitermelhető geotermikus energia mennyiségét becsülni tudjuk, mért adatokon nyugvó dinamikus modellek készítésére van szükség, mellyel számítható a létesítmények földtani környezetre és egymásra való hatása.
2. A használt termálvíz visszasajtolásával kapcsolatosan, illetve az általános *visszasajtolási kötelezettség* kapcsán igen éles szakpolitikai, és ezzel összefüggésben politikai lobbyharc bontakozott ki az elmúlt években. Az önkormányzatok, ill. befektetők a pontosan nem ismert, de feltételezett kockázatok miatt nem mernek és nem tudnak megalapozott döntéseket hozni termálprojektek megindításáról. A legtöbb esetben az információhiány nem a termálvíz kitermelésének, hanem használat utáni elhelyezésének módjára vonatkozik – a beruházások sorsát meghatározó politikai döntések így a vízelhelyezést érintő szakmai információk teljes hiányában, illetve a homokkőbe való visszasajtolás lehetetlenségét feltételezve születnek meg. Ennek oka, hogy miközben a homokkőbe való visszasajtolás technikailag bizonyítottan megoldható, nem áll rendelkezésre az a standardizált know-how, ami az egyes konkrét esetekben biztonsággal alkalmazható lenne, és így garantálni lehetne a visszasajtolást alkalmazó projekt sikerét – a működő hazai példákra ugyanis tucatnyi sikertelen kísérlet jut, ami a visszasajtoló rendszer törvényileg kötelező kiépítésének 150-200 millió forintos költségei mellett valóban nem elfogadható kockázat. Mindez

természetesen blokkolja a teljes geotermikus iparágat: a geotermikus hőellátó-rendszereket tervező cégeket, a kitermelést és visszasajtolást kivitelező és működtető vállalkozásokat illetve az ebben az iparágban felgyülemlett szakmai kompetencia, hozzáadott-érték és innováció kibontását és gazdasági hasznosulását is.

3. Igen jelentős problémaként jelentkezik az egészségügyi és környezetvédelmi szempontból *veszélyes szerves szennyezőket („fenolt”) tartalmazó termálvizek elhelyezése* is. Magyarországon az 50-60 Celsius-fokos termálvizekre jórészt fürdők épülnek, amelyekből az elhasznált víz további hűtés és szűrés nélkül a szabadba, a természetes vizekbe ömlik. Míg az újonnan kiépített rendszerek energetikailag hasznosított vize esetében a visszasajtolás problémát okoz, addig korábbi létesítésű termelőkutak és a nem energetikai célú hasznosítások esetében a felszíni elhelyezés több évtizedes gyakorlata fenntarthatatlanná vált. A 2003. évi CXX. tv. 19§ hatálybalépése előtt kiépített rendszerek nem estek visszasajtolási kötelezettség alá, a fürdőkből elfolyó (szénhidrogén származékokkal, huminanyagokkal szennyezett) vizeket pedig tilos visszasajtolni; hiába minősülnek e vizek szennyvíznek, a teljes Magyarországon hasznosított fürdővíz 40%-a felszíni vízfolyásokban nyer elhelyezést.¹⁰

Geológusok szerint sokkal több településen lehetne termálvizes távfűtést kiépíteni, meglegházak százait lehetne fűteni. Ausztria és Szlovákia is előbbre jár például a termálvizek fűtési célú hasznosításában. A zárt rendszerben hasznosított termálvizet vissza kell sajtolni a mélyrétegekbe, így lesz valóban megújuló a geotermikus energia. A beruházás általában évtizedes távlatban térül meg.

2.3. Termálvíz hasznosítás technológiai háttere

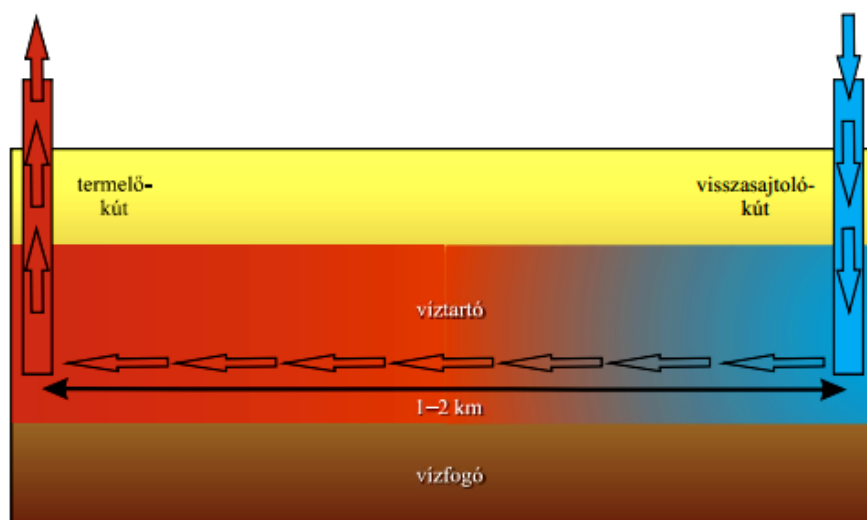
Egy geotermikus rendszer 3 eleme a hőforrás, a rezervoár (tároló) és a szállítást végző geotermikus fluidum, ami általában termálvíz. A rezervoár az energiatermelés szempontjai által lehatárolt részrendszer, amely lehet természetes vagy mesterséges.¹¹

A termálenergia-kitermelés lényege valamilyen telepfolyadék (víz vagy gőz) segítségével a tároló belsőenergia-tartalmának felszínre hozása. Ez a módszereket és az

¹⁰ <http://datherm.geotermika.hu/?q=hu/node/4>

¹¹ A természetes rezervoár kellő kiterjedésű, nagy hőmérsékletű, megfelelő porozitású hévíztároló képződmény. A kitermelés ebben az esetben a víz hőenergia tartalmára irányul, nem magára a vízre. A mesterséges rezervoár valamely forró, száraz impermeábilis kőzetben létrehozott repedésrendszer.

eszközöket tekintve a szénhidrogén-kitermeléssel rokon tevékenységnek tekinthető. A geotermális kitermelő rendszer több részrendszerből tevődik össze. A rezervoárból a termelőkúton keresztül áramlik a fluidum – lehet víz, gőz vagy ezek keveréke –, ezt a kezdeti időszakában a többé-kevésbé tervszerűen telepített kutakból a víz rugalmas tágulása vagy a gőz túlnyomása hozta a felszínre. A lehűlt, rendszerint nagy sótartalmú hévizet legtöbbször valamely közeli vízfolyásba vezették, ezzel jelentős környezetkárosítást okozva. Eközben a rezervoár rétegnyomása is egyre csökkent, a kút hozamával és az úgynevezett kútfej-hőmérséklettel együtt. A rezervoárból kivett folyadék zárt rendszerben történő felhasználás után speciális visszasajtoló-kutakon keresztül visszajuttatható a tározóba. Ezeket a kétkutas (doublet) rendszereket már sok éve használják. (Mádlné Szőnyi, 2008. pp. 6-18.)



Forrás: Mádlné Szőnyi, 2008.

6. ábra. Egy termelő és egy visszasajtoló kútból álló kétkutas alapmodell

A termelőkutak átmérőjét, mélységét és vízhozamát tekintve több kúttípust különböztetünk meg. Egy nagyméretű kút esetén akár 700-2500 méter is lehet a fúrás mélység, még kisebb kutak esetén 300-1200 méter. Nagyvárosok távfűtésnél nagy vízhozamú (~100 liter/másodperc) kút szükséges, kisebb épületek, létesítmények esetében elegendő alacsonyabb vízhozamú kút kialakítása. A víztermelő kutakba a termelés fokozására legtöbbször szivattyúkat építenek be.

A geotermikus energia kitermelése többféleképpen történhet:

- A víztest rugalmas tágulásával
 - Hévízkút szabad kifolyással
 - Hévízkút búvárszivattyúval

- Víz visszasajtolással a tároló lehűtésével
- Hőszivattyúval
 - ◆ Felszínközeli rétegekből
 - ◆ Mély hőcserélő kutakból
 - ◆ Elárasztott bányatérsegek vizéből
 - ◆ Kőolajjal kitermelt rétegvízből
 - ◆ Lehűlt, elfolyó hévízből
- Túlnyomásos tárolóból /Fáb-4, Nagyszénás/ (Bobok, 2012. pp. 3-9.)

2.3.1. A visszasajtolás és a kaszkád rendszer

A 120/2003 (XII.15) törvénynek a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvényt módosító 19§-a szerint "A kizárólag energia hasznosítás céljából kitermelt termálvizet - a külön jogszabályban megfogalmazottak szerint – vissza kell táplálni".

A víz visszasajtolása azért fontos, mert ezáltal:

- biztosítható a víztároló megfelelő hővisszanyerése,
- a nyomás megtartása,
- ill. növeli az energia kinyerés gazdaságosságát.

A lehűlt termálvíz visszasajtolása agyagos, homokos és homokköves törmelékes, üledékes víztárolókba komoly, a geotermikus energiafelhasználást akadályozó szakmai problémát jelent. A homokkőbe való visszasajtolás első kísérletei 1980-as évek elején kezdődtek Németországban és Franciaországban, ezek azonban komoly akadályokba ütköztek, ugyanis a visszasajtolás több alkalommal a kút és kőzetréteg súlyos károsodásához vezetett. A homokkőbe való visszasajtolás nehézségét elsősorban a rossz áteresztőképesség okozza. A visszasajtolás által okozott kút- és kőzetromlás az alábbi tényezőknek tudható be:

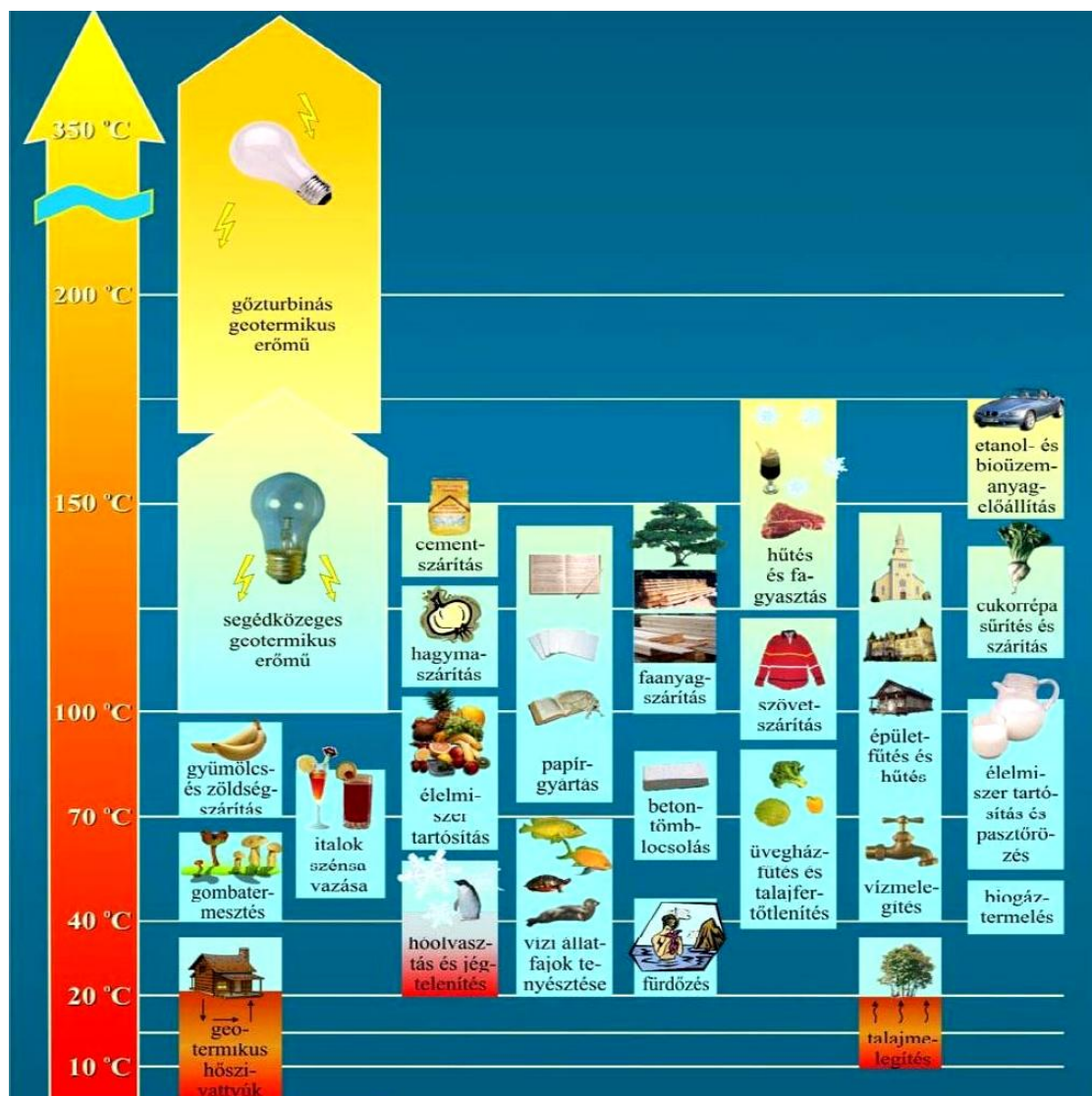
- a homokkő vízérzékenysége;
- szilárd anyagok (törmelékek, korróziós termékek, lerakódások);
- gázeltömődés;
- levegőszennyeződés;
- a visszasajtolás által előidézett termodinamikai változások;
- visszasajtolási sebesség;
- a kút nem megfelelő kivitelezése, stb.

Sajnos jelenleg kevés, mindössze 17 visszasajtoló kút van hazánkban, ebből 7 homokkőbe sajtol vissza. A visszasajtolást érintő törvényhozás következtében, új kutak létesítése csak visszasajtoló kúttal együtt lehetséges, ugyanakkor a balneológiai hasznosítású termálvíz felszíni elvezetését engedélyezi az ilyen vizek magas sótartalma miatt. (Szanyi – Kovács, 2008) A felszíni vízkészletek védelmét szolgáló jogszabályok a termálvíz hasznosítását három csoportba sorolják és ennek megfelelően írják elő használt víz elhelyezésére követelményeket, határértékeket. Az első csoportba tartoznak a gyógyászati hasznosítású létesítmények (gyógyfürdők), melyek esetében a jogszabályok figyelembe veszik a hasznosítás kiemelt gazdasági és egészségvédelmi előnyeit, így a szennyezőanyag kibocsátást nem kötik szigorú feltételekhez. A második csoportba sorolják a termálfürdőkben való hasznosítást, mely a gyógyászati célnál kisebb prioritást élvez. A harmadik csoport az energetikai célú felhasználás, itt a termálvíznek csupán a hőtartalmát hasznosítják. Ebben az esetben szennyezőanyag nem juthat a vízbe, ezért a hatályos jogi szabályozás értelmében ez az egyetlen eset, amikor a felhasznált termálvíz kötelezően visszasajtolandó a vízáadó rétegbe.¹² Ugyanakkor a visszasajtolás jelentősen drágítja a beruházást és az üzemeltetést.

A wellness létesítmények, gyógyfürdők visszasajtolás alóli mentessége azonban több problémát is felvet. Többek között az, hogy a szabályozás nagyvonalú lehetőséget ad az ivóvíz- és hévíz kincsünk indokolatlan pazarlására és hőszennyezésre, hiszen a forró vizet külön hideg vízzel, vagy levegővel hűtik a fürdési hőmérsékletig. Erre a kevésbé jó gyakorlatra példaként említhető Budapesten a Széchenyi Fürdő, amely egész évben több mint 7 MW hőteljesítményt folytat el meleg víz formájában miközben a környező középületek és közintézmények (Vajdahunyad vár, Állatkert, Vidám Park, Nemzeti Múzeum, stb.) összességében is kevesebb földgáz alapú hőteljesítményt fogyasztanak. Sőt, magát a fürdőt is földgázzal fűtik. Másik példának hozható az Alföld, ahol már 50 éve használják a zöldség- és virágkertészetek a földhőt. Csekély vízkivétellel 30-60 °C-os hévizet folytatnak el az élővizekbe, pedig ennek a víznek köbméterenként legalább 35 kW hőteljesítménye van, amit ki lehetne használni. A probléma többrétű, egyrészt a környezetbe kibocsátott magas hőtartalmú víz hőszennyezést okoz, amivel hozzájárul a globális felmelegedéshez. Másrészt ezek a kitermelt vizek a felszínen elpárolognak, vagy folyó vizeinkkel együtt kifolynak az országhatáron kívülre, feleslegesen csökkentve a hévíz kincset. A megszokott gyakorlat komoly gazdasági problémát okoz az alkalmazóknak is, mert a több évtizede használt hévíztárolók többségéből ma már csak szivattyúzással lehet kitermelést végezni. A

¹² <http://datherm.geotermika.hu/?q=hu/node/6>

termálstrandok hulladékhője a létesítmények környékén 1-2 km-es körzetében jelentős gazdasági haszonnal felhasználható lenne. Ezt jól szemlélteti a Lindal diagram, amely a hőmérséklet függvényében mutatja be a szokásos hő felhasználást.



Forrás: http://geotermia.lapunk.hu/tarhely/geotermia/dokumentumok/lindal_angol_ok.jpg

7. ábra. Lindal diagram

Elképzelhető a gyógyvíz- wellness- fűtés- hűtés- és egyéb energetikai célok egészségügyi- műszaki- gazdasági összhangja. Illetve az elgondolások egymásra épülő vertikuma mindaddig, míg a kitermelt víz hőtartalma a környezeti hőmérsékletre nem csökken. Ennek megvalósítását az ún. kaszkád rendszernek hívják, melyet először 1998-ban Hódmezővásárhelyen alkalmaztak, jelenleg ez a legkomplexebb hasznosítási rendszer Magyarországon. Egy uszodai hőkaszkád gyakorlatában a kitermelt víz először a létesítményt fűti (vagy hűti) előállítja a használati meleg vizet, majd fürdővízként hasznosul. Maradék

hőtartalma ezután alacsony hőmérsékletű (padló-, fal-) fűtésre hőszivattyúzással kinyerhető. Egy ilyen beruházással nagymértékű energia megtakarítás oldható meg és energiafüggőségünk csökkentését is elősegíti környezetbarát módon. (Livo, 2011)

Az Uniónak nincs egységes, a tagországokra nézve kötelező érvényű politikája a termálvíz hasznosításra vonatkozóan. A tagállamok döntenek a visszasajtolás kötelezővé tételéről. Magyarország a visszasajtolás-párti országok közé tartozik, de a természet és környezetvédelmi szempontok érvényesülése mellett nem szabad hagyni, hogy a kertészetek versenyhátrányba kerüljenek. Így a probléma megoldása fontos és időszerű, hiszen a visszasajtolás nem oldható meg gazdaságosan. A Magyar Geotermális Egyesület szakmai konferenciáján Bencsik János, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium klíma- és energiaügyért felelős államtitkára úgy fogalmazta meg a problémát, hogy míg dél-dunántúli mészkő alapzatban visszasajtolható a lehűlt termálvíz, addig az alföldi homokkő alapzat miatt technikai és geológiai akadályokba ütközik. Emiatt a kitermelő kutak működésének egyetlen lehetőségeként előírt visszatápláló kutak létesítése ellehetetlenítené az ágazatot. Szita Gábor, az MGtE elnöke - a visszasajtolásra tett példák tapasztalataiból kiindulva-, említette, hogy eddig a leghosszabb gyakorlat 3 évig működött, de addigra már akkora nyomással kellett visszasajtolni a vizet, hogy az nem érte meg. (MTI, 2011a) Az MGtE 2011. május 3-án a geotermikus energiahasznosítás helyzetéről megfogalmazott álláspontja szerint: *„A magyarországi geotermikus energiahasznosítók túlnyomó többségét megoldhatatlan feladat elé állította a 2010-ben leköszönt kormány által elfogadott rendelet. A jellemzően több évtizede hatósági engedéllyel működő energetikai célú termálvíz hasznosítások engedélyei a rendelet következtében 2012 végén lejárnak. Amennyiben a vízfelhasználó mégis tovább kívánja folytatni tevékenységét, akkor olyan új engedélykérelmet kell benyújtania, ami a lehűlt termálvíz elhelyezésére vonatkozóan kizárólag a visszatáplálást (visszasajtolást) tartalmazza. Az új engedély birtokában – területi besorolástól függően – vagy 2014, vagy 2020 végéig a visszatápláló létesítményt meg is kell valósítania. Mai tudásunk alapján azonban teljes bizonyossággal kijelenthető, hogy ha még a visszatáplálás, mint műszaki megoldás megbízható és gazdaságos formában elérhető is lenne, és a 20-30 milliárd forintba becsülhető beruházási forrás is rendelkezésre állna, az országosan szükséges több száz rendszer tervezése, engedélyezése és kivitelezése legalább egy évtizedet venne igénybe. Ugyanakkor sem az igényelt minőségű műszaki megoldás, sem az anyagi háttér nincs birtokunkban [...] A hatást könnyű kiszámítani: a termálkutakat be fogják zárni. A termelő üzemek (kertészetek, állattartó telepek) tönkremennek, a piacról hiányzó termékeket külföldről kell megvásárolnunk. A dolgozókat elbocsátják, a vidék népesség megtartó képessége csökken.*

Ahol a termálvíz energiáját lakásfűtésre használják, ott a szolgáltatási díj fog emelkedni. Nemzetgazdasági szinten: a földgázfelhasználás nő, az energiaimport függőség erősödik, a megújuló energiahasznosítás csökken.”

A kormány januárban úgy döntött, hogy a termálenergiát használó gazdák visszasajtolási kötelezettségét 2015. június 30-ig felfüggeszti.¹³

Magyarországon a MOL végezte az első visszasajtolási méréseket, ma is a legtöbb visszasajtolást olajtársaságok végzik 120 bar nyomáson. Hódmezővásárhelyen 1998 óta van visszasajtoló kút, jelenleg pedig fél tucat visszasajtoló rendszer van hazánkban. A kevés megvalósult rendszer is bizonyítja, hogy van még hová fejlődnie a visszasajtolási gyakorlatnak, annak műszaki megoldásaira pedig támogatás szükséges (2014-2020 közötti időszakra lehet kérni támogatást moduláris kialakításra, földtani értelmezésre). A túlzott vízkivétel – olyan fürdőben, amely 7-8 kút vizét is használja – mellett további megoldást igénylő probléma, hogy nincs minden kúton vízóra, így nem tudják pontosan mennyi vizet használnak fel. A balneológiai hasznosítású termálvizek visszasajtolási kötelezettségének elengedése amiatt sem egy jó megoldás, mert néhány esetben az a gyakorlat terjedt el, hogy a balneológiai kutak vizét a medencék külső fűtésére használják, ami már energetikai hasznosítás és nem balneológiai. Emellett egyáltalán nem ösztönzi a vállalkozást visszasajtolásra. Más lenne már a helyzet, ha pl. az elfolyó víz nátrium egyenértékére szigorítanák a szennyvízbírságot. A kaszkád rendszerre való áttérés ösztönzője lehetne, például ha 30 °C hőmérséklet fölötti víz visszasajtolás tilos lenne, ezzel is csökkentve a túlzott kútkihasználást.

2.3.2. A hőszivattyú működése és típusai

A víz természetes körfolyamata, ahogy a patak lezúdul a hegyről, munkát végez, belefolyik a tengerbe, a nap elpárologtatja, eső lesz belőle, ami visszafolyik a hegyi patak medrébe, és kezdődik újból a folyamat. A hő a melegebb helyről a hidegebb felé áramlik, mint ahogy a víz a magasabb helyről az alacsonyabb felé; ezek – legalábbis energiabefektetés nélkül – megfordíthatatlan folyamatok. Azonban van egy olyan eszköz, amivel a hőt a hidegebb helyről a melegebb felé lehet továbbítani, mint ahogy a vizet is fel lehet juttatni az alacsonyabb helyről a magasabbra, és ez a hőszivattyú.

¹³ <http://www.kormany.hu/hu/videofejlesztési-miniszterium/agrargazdasagert-felelos-allamtitkarsag/hirek/2015-ig-nem-kell-visszasajtolni-a-termalvizet>

A hőszivattyú a környezet hőenergiájának hasznosítására szolgáló berendezés. A földhőszivattyúk a talajvízből és a kőzetekből közvetlenül nem hasznosítható hőenergiát vonnak el, amelyet – külső energia felhasználásával – nagyobb hőmérsékletű, hasznosítható hővé alakítanak, azaz fordított céllal működő hűtőegységek. A hőszivattyút az 1870-es években Ausztriában alkalmazta először egy Rittinger nevű mérnök Salzburg környékén a sóleplelésnél, hogy a fatüzelés miatti erdőpusztítást megállítsák.

A működése megértéséhez néhány fizikai törvényt szükséges ismerni:

1. Az elpárolgotatás a párolgó közeg szempontjából energia-felvétellel, a kondenzáció energia-felszabadulással jár.
2. A folyadék-gőz elegy hőmérséklete mindaddig állandó amíg az teljes egészében el nem párolog, vagy le nem csapódik.
3. Telítési hőmérséklet: zárt rendszerben folyadék-gőz elegynek az a hőmérséklete melyen adott nyomáson időegység alatt a folyadékból kilépő és oda visszatérő részecskék száma megegyezik

A hőszivattyú azt használja ki, hogy a folyadékok és gőzeik a zárt rendszerben uralkodó nyomástól függően más-más hőmérsékleten párolognak el illetve csapódnak (kondenzálódnak) le. A hőszivattyú típusát az határozza meg, hogy honnan (milyen közegből) vonja el az energiát, és milyen közegnek adja át. Ennek megfelelően az alábbi típusok a legelterjedtebbek:

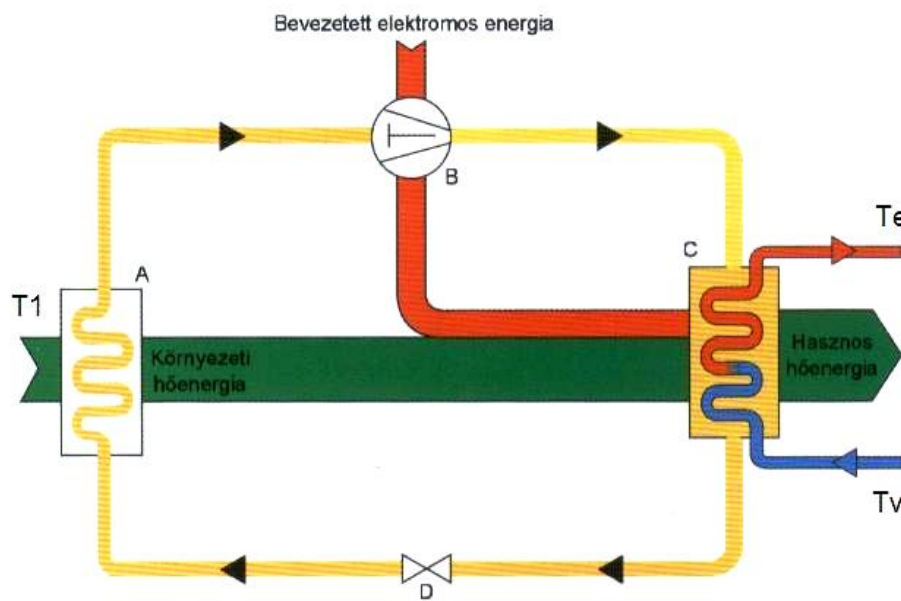
- levegő-levegő
- levegő-víz
- víz-víz
- talaj-víz
- víz-levegő

A hőszivattyú részei:

- két hőcserélő: egy elpárolgotató és egy kondenzátor, valamint
- kompresszor és expanziós szelep

A hőszivattyúknál a munkaközeg körfolyamata is megegyezik a hűtőberendezésekével, csak itt nem az elpárolgotatóval elvont, hanem a kondenzátorban leadott hőmennyiséget hasznosítják. A hőszivattyú fő részeit csővezetékek kötik össze, melyben a hőenergiát szállító munkafolyadék áramlik, többnyire zárt rendszerben. Léteznek nyitott rendszerek is, ahol a munkaközeg maga a hőforrás. A munkafolyadékok között környezetkímélő, természetes anyagok szerepelnek: ammónia, szénhidrogének, víz, szén-

dioxid és mesterséges keverékek. A munkaközeg sűrítését, és az áramoltatását a kompresszor végzi, azaz működtetéséhez külső energiát kell igénybe vennünk. A kompresszor hajtása általában villanymotorral történik, de megvalósulhat gázmotorral vagy akár turbinahajtással is. A hőszivattyúk értékelésénél a hasznos hőenergiát a bevezetett mechanikus (a kompresszor hajtásához szükséges) energiával osztjuk el. Ezt az értéket teljesítménytényezőnek (Coefficient of Performance, COP) vagy „jósági foknak” nevezik. A COP kifejezi, hogy a hasznos energia hányszorosa a befektetett, azaz a kompresszorban felhasznált energiának. Értéke 3 és 6 közötti a jelenleg használatos technológiáknál, a megfelelő jósági fok 4–5. A fűtés/hűtés elektrifikációja a magas hatékonyságú ($COP > 3$) hőszivattyúk, valamint a klimatizálási igények terjedésével magyarázható. A hőszivattyúk jóságfoka elsősorban a műszaki felépítéstől az alkalmazott anyagoktól a munkaközegtől és a gyártástechnológiától függ. Van azonban egy külső tényező is, ami lényegesen befolyásolja a COP-ot. Ez az áthidalandó hőmérséklet, célszerű tehát minél melegebb környezeti hőforrást, primer közeget, és minél alacsonyabb hőmérsékletű fűtési rendszert használni, mint a padló vagy falfűtés, fan-coil, legvégül a nagy felületű radiátoros fűtés.



Forrás: BFH Európa Projektfejlesztő és Tanácsadó Kft., 2008.

8. ábra. A hőszivattyú működésének körfolyamata

Az ábrán lévő hőszivattyú fő részei az A és C hőcserélők, a B kompresszor és a D fojtó (expanziós) szelep, illetve az ezeket összekötő csővezetékek, melyben a munkaközeg kering. A vékony vonalak a munkaközeg tényleges csővezetékei, a vastag sávok pedig

szimbolikus energia áramlását mutatják. A D fojtószelep által lecsökkentett nyomású folyadék az A hőcserélőbe jut, ahol a munkaközeg telítési hőmérséklete $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. A hőcserélőn az ennél magasabb ($t_1=-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) hőmérsékletű primer közeg (pl. talajvíz) hőt ad át a munkaközegnek és elpárologtatja azt. Az elpárologtolt, most már gőz halmazállapotú munkaközeg ezután a B kompresszorba jut, ahol 25 bár-ra sűrítik aminek következtében a gőznek nem csak a nyomása, de a hőmérséklete is megemelkedik $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra. A gőz átkerül a C hőcserélőbe, ahol leadja a párolgáshőjét a nála hidegebb szekunder közegnek (általában fűtővíz), azaz lecsapódik. A kb. $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékletű, most már folyadék halmazállapotú munkaközeg a D fojtószelepen halad át, ahol a nyomása 2 bar-ra, a hőmérséklete pedig $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra csökken, és a folyamat kezdődik előlről. Tehát a hőszivattyú, egy nagy mennyiségű alacsony hőmérsékletű közeg (primer közeg) energiatartalmát átadja egy kisebb mennyiségű (szekunder) közegnek, melyek ezáltal megemelkedik a hőmérséklete. Ennél a példánál a hőszivattyú max. $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os előremenő fűtővíz hőmérsékletet tud előállítani. Az ilyen adottságokhoz a nagy felületű, alacsony hőmérsékletű fűtésrendszerek illeszthetőek jól.

A földhő a földfelszín alatt és felett változatos formában áll rendelkezésre és ezt különböző hőszivattyús rendszerekben hasznosíthatjuk. A rendelkezésre álló közegek a talaj, a felszíni vizek és a levegő. A talajhő kihozatalának egyik módja a *zárt rendszer*, amely csak a hőt hozza a felszínre, a vizet nem.

A föld hőjének kinyerésére két lehetőség közül lehet választani. A talajkollektoros megoldásnál 1,5 m mélységben fektetnek le PE csövet és az abban keringtetett fagyálló folyadék szállítja a hőenergiát a hőszivattyú elpárologtatójához. Ennél a megoldásnál inkább a napsugárzás által felmelegített földfelszín energiáját használjuk, új kertes családi házak fűtésére alkalmas. (BFH Európa Projektfejlesztő és Tanácsadó Kft., 2008. pp. 78-85.)



talajkollektor



talajszonda

Forrás: www.waermepumpe-bwp.de

9. ábra. A talajkollektor és a talajszonda

Nagyobb épületek hőellátásához 50-200 m mélységű, 10-20 cm átmérőjű függőleges földszondák szükségesek. A szondákat jó hővezető folyadékkal kell feltölteni. A talajhőmérséklet 15 m mélység alatt már évszaktól függetlenül állandó, így ezen típus jósági foka nem függ a külső hőmérséklettől. A fajlagos hőteljesítményt a talaj szerkezete befolyásolja (szilárd kőzetnél max. 70 W/m, nedves laza kőzetnél 45-50 W/m, száraz laza kőzetnél 25 W/m). A rendszerek lehetővé teszik a fűtést- hűtést elkülönítve és párhuzamosan is. A legnagyobb hazai földszondás hőszivattyús rendszer Törökbálinton a Pannon GSM színház rendszere.

A zárt rendszer előnye, hogy nem befolyásolja a talaj vízháztartását, de költséges a beruházás. *Nyitott rendszerek* esetén a létesített kút vizével a hőkihozatal egyszerűbb, viszont a kihozott talajvíz elhelyezése és a vízegyensúly biztosítása problémát jelent. Két megoldása létezik, az egyik változatnál kétfajta kút létesül: az egyikkel kinyerjük a vizet, a másikkal a lehűtött vizet visszajuttatjuk. A másik esetben csak nyerőkút létesül, a lehűtött vizet a közeli folyóba vezetjük. A jövőben szélesebb körben a kétkutas megoldás fog elterjedni, mert kisebb mértékben befolyásolja a talaj vízviszonyait, valamint felszíni elvezetésre csak ritkán lehetséges. Nagyobb épületekhez több nyerő- és nyelőkútra van szükség.

Felszíni vizekből a hő egyszerűbben kiszivattyúzható, mint az előzőleg említett zárt és nyitott rendszereknél. Itt nincsenek szondák, elmarad a kutak kiépítése, a használt, lehűlt víz visszatáplálása kézenfekvő. Kis és nagy hőteljesítmény kinyerésére, egyaránt távfűtésre is alkalmas folyóink vize.

A levegő hőszivattyúzása:

Előnye:

- mint primer közeg, mindenhol van és korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre,
- nem költséges a beszívása és kivezetése.

Hátránya:

- sűrűsége és fajhője kicsi, ezért nagyon nagy térfogatot kell megmozgatni,
- érzékeny a külső hőmérsékletváltozásra.

Magyarországi viszonyok között éves átlagban $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérséklet csak 705 órát fordul elő, ami a fűtési időnek (4500 óra) a 15%-a, azaz ennyi időben szükséges drágább üzemű rásegítő berendezés. (BFH Európa Projektfejlesztő és Tanácsadó Kft., 2008. pp. 83.)

Fajtái:

- Levegő-levegő (legnagyobb rendszer a Mátrai Gyógyintézetben van)
- Levegő-víz hőszivattyúk. (Büki, 2010. pp. 66-69)

2.3.3. A hőszivattyú energetikai és gazdasági hatékonysága

A hőszivattyú hőhasznosítás energetikai hatékonyságát számos tényező befolyásolja, így annak fűtési tényezője (COP ; ε_f), amely a hőszivattyúval előállított hőteljesítmény (Q_{HS}) és a felhasznált villamos teljesítmény (P) mértékétől függ.

$$\varepsilon_f = Q_{\text{HS}}/P$$

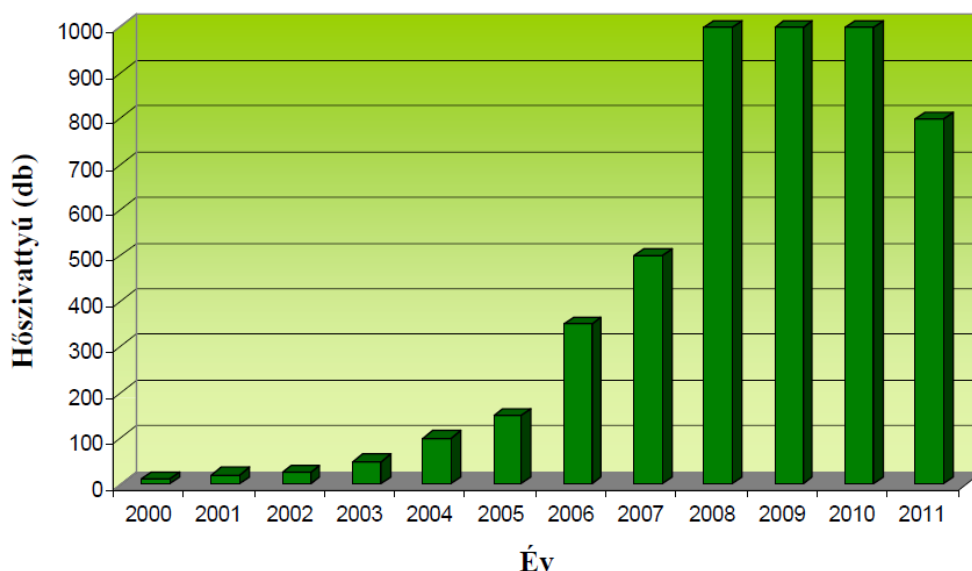
Az energetikai és gazdasági értékelésnél az átlagos fűtési tényezőt vesszük figyelembe, ahol a Q_{HS} a termelt hő (hőigény) és E a felhasznált villamos energia a vizsgált időszakban.

$$\varepsilon_f = Q_{\text{HS}}/E$$

Az energetikai berendezések hatásfoka függ a földhő és az igényelt hő közötti hőmérsékletkülönbségtől. Külső hőmérséklet csökkenéskor a fűtési hőmérséklet nő, a növekedés mértéke azonban egyes rendszereknél eltérő. A hőszivattyúk fűtési tényezője hidegebb időben mindenképpen csökken, növekvő hőigénynél csökken a teljesítményük. Az energetikai hatékonysága függ az évi átlagos fűtési tényezőtől (SPF – Seasonal Performance Factor). Megkülönböztetünk monovalens és bivalens hőszivattyúzást. Előbbi esetben a

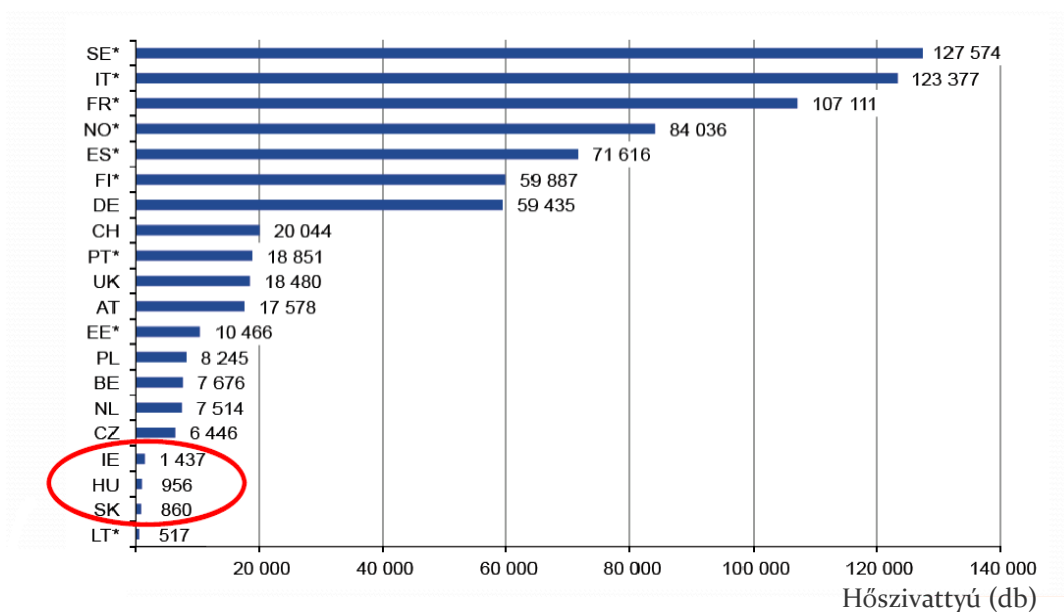
hőszivattyút csúcshőigényre méretezik, így kielégíti a teljes hőigényt. A bivalens megoldás nagyobb hőigények ellátása esetén –a hőszivattyú mellett más csúcsüzemű hőtermelő is működik– gazdasági megfontolásból vetődik fel.

A földhő hőszivattyús hasznosításának energetikai és gazdasági hatékonyságát a hőszivattyú fűtési tényezője, felhasznált villamos energia előállítás hatásfoka és fajlagos energiaköltsége befolyásolja.



Forrás: Ádám, 2012

10. ábra. Magyarország becsült hőszivattyús eladási statisztikája



Forrás: Ádám, 2012

11. ábra. Európai hőszivattyús piac 2011-ben

A 2011-es adatokat szemlélve a hőszivattyúk alkalmazásában Magyarország az utolsó országok között helyezkedik el, valamint az eladási statisztikák alapján 2008 óta mintegy 1000 db hőszivattyú kelt el évente, sajnos ez az alacsony darabszám még tovább csökkent tavaly. A visszaesett kereslet oka, hogy még mindig drágának számít a technológia. Az egyes szakmai szervezetek eltérően ítélik meg Magyarország 2020-ig történő geotermikus erőforrás kitermelését:

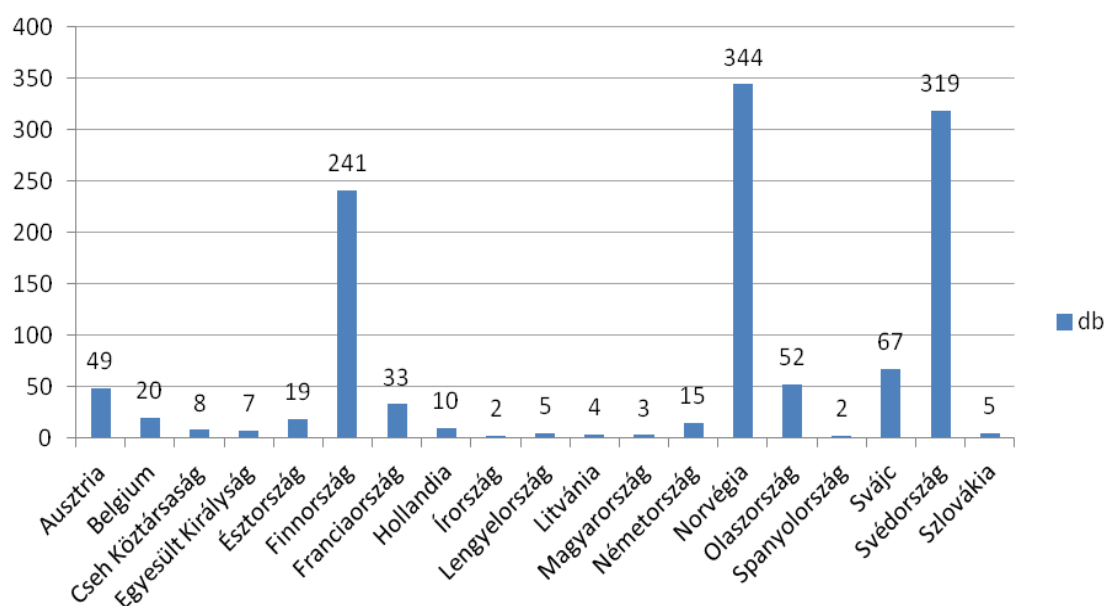
Földhő potenciál kalkulációk

3. táblázat

2020-ig	Magyar Tudományos Akadémia	Magyar Termálenergia Társaság	Magyar Hőszivattyú Szövetség (MAHÖSZ)	Európai Hőszivattyú Szövetség (EHPA), NCST
Közvetlen geotermikus	10 PJ	15 PJ	10 PJ	13 PJ
Földhő hőszivattyús	10-15 PJ	10 PJ		

Forrás: Ádám (2012)

Magyarországon az összes beépített hőszivattyú ma is csupán 5 ezer db körül van, együttes hőteljesítményük 0,25 PJ-ra tehető. Az EHPA 2010-es statisztikája szerint itthon 10 000 háztartásra 3 db hőszivattyú jut. Az EU országokhoz viszonyítva, részarányunk nem haladja meg még az 1 százalékot se.



Forrás: Forsén, 2011

12. ábra. Hőszivattyús-eladás 10 000 háztartásonként, 2010

Nincs ez így Norvégiában, ahol európai szinten kimagasló előbbi arány, annak ellenére, hogy olajhatalom és nem is tartozik az EU tagországok közé, mégis nagy támogatást nyújt hőszivattyús beruházásokra. A hazai rossz átlag e tekintetben több okra vezethető vissza:

- Erős a fosszilis energia szektor lobbija;
- Gázos-ország, gázos érdekek;
- A hőszivattyúk gyártása még nem indult el itthon, az import berendezések drágák;
- Hiányzik a támogatási rendszer;
- Magas adószint: 27%-os ÁFA;
- Magas az engedélyezés költsége a szondás és vízkutas rendszereknél;

Egyetlen pozitív eredmény az, hogy a hőszivattyús technológia ismertsége és elfogadottsága növekedett. A technológián belül a földhőszondás rendszerek vezetnek, de utóbbi években a levegős hőszivattyúk fejlődése jelentős. A kormány által kiadott Energiastratégia 2030 c. tervezetben a földhő hőszivattyús hasznosítását 25 PJ-ra becsüli. A kormányzati elképzelések szerint a hőszivattyús kapacitás 5,99 PJ nagyságú lenne 2020-ra, vagyis a maradék 7 év alatt 24-szeresére növekedne.

Utóbbi időben jelentős hőszivattyús projektek készültek az EHPA „Future Cities = Heat Pump Cities” programjának megfelelően. Emellett az EHPA a hőszivattyú piac támogatásaként bevezeti az ún. Quality Labelt, melyhez a hőszivattyú kivitelezők részére oktatási és minősítési programot indít. A minősítést a részvevő országok kölcsönösen elismerik. A jelenleg gyártott hőszivattyúk EN 17024-nek megfelelő tanúsítványt kapnak, így várhatóan ki fogják szorítani a gázkazánt a piacról. (Ádám, 2012. pp. 2-6.)

A hazai uszodaüzemeltetőket élenként foglalkoztatja az energiafogyasztás korszerűsítése, racionalizálása. A gazdaságosság maximalizálását szem előtt tartva a beruházás anyagi feltételeivel szembesülve azonban rádöbbennek, hogy az idealista tervezések gyakran elrugaszkodnak a realitás talajától. Egy zöldenergetikai beruházás megvalósításánál komoly gondot jelent a forráshiány, vagy a vezetői hozzáállás és az energetikus szakvéleményének ütközése. Míg az épületek áramszükséglete egyenletes az év során, addig a földgázfelhasználást a fűtési szezonnal párhuzamos időszakosság jellemzi; a tavasztól-őszig tartó időszakban csökken, télen viszont mindig nagyon magas. A meglévő berendezések optimalizálásával szintén 20-30%-os megtakarítás elérhető, pl. frekvenciaváltó a nagy teljesítményű keringetőszivattyúk esetében. Ha viszont az energetikai rendszer teljes átalakítását tervezik, megfontolandó szempont a berendezések várható élettartama, kezelése,

karbantartási-, energiaköltsége és nem utolsó sorban megtérülési ideje. (Az ELMŰ és az ÉMÁSZ energiatakarékossági magazinja, 2011/ősz. pp. 28-29.)

2.4. Az erőforrás hasznosításának jogszabályi háttere

2.4.1. A projektek korlátai

A geotermikus projektek előkészítése egy hosszadalmas, szerteágazó és bonyolult folyamat. A tervezéstől kezdve, az előfinanszírozás, közbeszerzés, a know-how megvétele, engedélyek bekérésén át a kivitelezés és ellenőrzésig megköveteli a projektben résztvevő szakemberek nagyfokú felelősségét. Aki geotermikus beruházásba kezd, nemcsak a velejáró kockázatokat viseli, de tisztában kell legyen azzal is, hogy ez komoly 'tűrelemjáték'. Utóbbi háttérében az eljárási folyamat túlszabályozottsága áll és a környezetvédelmi szigor, amely sokszor a környezetvédelmi projektek gátja. A jogszabályi háttér érinti a:

- Bányatörvényt (geotermikus energia helye, koncesszió, geotermikus védőidom, geotermikus energia földtani kutatása, bányajáradék);
- Vízgazdálkodási törvényt (víztermeléssel járó közvetlen hőszolgáltatás engedélyezése, vízvisszasajtolás, vízkészlet járulék, szennyvízbírság);
- Villamosenergia törvényt (megújuló energiákból termelt villamos áram kötelező és támogatott árú átvétele)
- Környezetvédelmi törvényt (kibocsátási szennyvízhatárértékek).

Egy projekt előkészítése, majd fejlesztése során egyebek közt párhuzamosan el kell végezni az alábbi feladatokat is:

- Engedélyeztetések (környezet- és természetvédelmi, építési, vízgazdálkodási engedélyek, bányászati koncesszió)
 - Részvétel pályázatokon (műszaki fejlesztések, kutatások)
 - Finanszírozási eljárások kialakítása (döntési pontok kezelése)
 - Kockázatkezelési eljárások kialakítása (geológiai – mélyfúrás kockázat kezelése)
- (Kujbus, 2010. pp. 3-11)

Magyarországon 42 hatósági szervezet engedélye szükséges egy erőmű geotermikus energiával való fűtéséhez, ehhez Németországban 2, a szomszédos országokban 6 engedély

szükséges. Ebből is világosan látszik, hogy a szabályozási rendszer radikális leegyszerűsítése elengedhetetlen a geotermikus projektek megindulásához.

2.4.1.1. *A támogatás hiánya*

A forrásszerzés lehetőségei:

- Magyar Állam EU forrásból történő támogatása: KEOP, Új Széchenyi Terv;
- Közvetlen Európai Unió támogatások;
- Egyéb hazai támogatások (regionális, K+F, stb.);
- Zöld bankok.

A termál projektek támogatottsága szintén alulmarad az elvárt mértékhez képest, ennek oka, hogy nehéz beszorítani a pályázati kiírás sablonjai közé. Másik oka, hogy a hasznosítás egyedi és sokszor összetett technológiái, a tulajdoni és hőpiaci viszonyai megnehezítik a döntéshozatalt. A kaszkád rendszer bevezetését hátráltatja a rendszer végén álló iparágak, mint a mezőgazdasági és halászati hasznosítás megoldása. A társadalmi szempontok megjelenése is lényeges, hiszen a geotermiához nem szükséges magas élőkommunka, már pedig a megújuló felhasználásának egyik fontos célja a munkahelyteremtés. Továbbá a geológiai kockázatokat nem tudja kezelni a KEOP és a visszasajtolást sem támogatják.

2.4.1.2. *A környezetet érintő hatások*

A geotermikus energiahasznosítás állandó téma a környezetvédelmi jogi szabályozások terén. Egy adott létesítményre több törvény is vonatkozik; mind a bányászati törvény, mind a felszín alatti vizek kivételére vonatkozó rendelet betartása is kötelező, a kitermeléstől függően utasítható a létesítmény környezeti hatásvizsgálat elkészítésére. Ahhoz, hogy megismerjük egy geotermikus energiahasznosító berendezés környezetre gyakorolt hatásait, elsősorban érdemes megvizsgálni a különböző környezeti elemekre gyakorolt hatásokat:

- Hulladékkezelés
- Zaj-, rezgés- és sugárzásvédelem
- Levegőminőség
- Talajminőség
- Felszíni és felszín alatti vizek minősége

Minden létesítmény telepítésekor, építési/bontási törmelék keletkezik, melynek elszállításáról és kezeléséről gondoskodni kell. Az üzemeltetés során pedig kommunális hulladékkal együtt kezelhető hulladék keletkezik, ami nem okoz különösebb problémát.

A legjelentősebb zaj- és rezgésszennyezést a közlekedés okozza, amely a létesítés és az üzemeltetés során megnövekedett forgalomból adódik. A geotermikus energia a levegőminőség szempontjából rendkívül „jó” szennyezőanyag-kibocsátással bír, ami töredéke csak az ugyanilyen energiamennyiség kinyeréséhez szükséges földgáz, kőolaj, szén felhasználású berendezésekhez képest. Ugyanakkor foglalkoznunk kell a geotermikus gőz gyakran nem kondenzálható kibocsátott gázaival is (szén-dioxid, kénhidrogén, ammónia, higany, bór, metán, hidrogén, radon). A levegőminőség romlását inkább a már említett közlekedés okozhatja.

A víz- és talajminőségre gyakorolt hatások egy geotermikus létesítmény esetén összefüggenek. A próbakutak fűrése során kitörés esetén történhet víz-, talaj-, illetve akár légszennyezés is. A talaj és víz védelmének érdekében mindenképp létre kell hozni megfelelő vízelvezető hálózatot. Az üzemeltetés során környezetvédelmi szempontból a legfontosabb kérdés a visszatáplálás. Az élővízbe való visszatáplálás a magas sótartalom és az egyéb szennyezőanyagok miatt kárt okoz az élővilágban. Ha a visszatáplálás nem a megfelelő rétegekbe történik, a rétegnyomás és a vízkészlet lecsökken és akadályozza a további kitermelést. Egy geotermikus energiát hasznosító rendszer megfelelő tervezés és üzemeltetés esetén nem okoz jelentős környezeti károsodást, ahol van rá lehetőség, mindenképp megfontolandó energiatermelés céljára. (Hora, 2012)

2.4.2. Jogsabályok

A geotermiához kapcsolódó jogsabályok lajstroma elég hosszú, ezek közül a legfontosabbak a következők:

1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.

1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól.

1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról, egységes szerkezetben a végrehajtásáról szóló 203/1998. (XII.19.) Korm. Rendelettel.

152/1995. (XII.12.) Korm. Rendelet a környezeti hatásvizsgálat elvégzéséhez kötött tevékenységek köréről és az ezzel kapcsolatos hatósági eljárás részletes szabályairól.

- 18/1996. (VI.13.) KHVM rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges kérelmekről és mellékleteiről.
- 72/1996. (V.22.) Korm. Rendelet a vízjogi engedélyezési eljárásról.
- 123/1997. (VII. 18.) Korm. Rendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízi létesítmények védelméről.¹⁴
- 12/1997. (VIII.29.) KHVM rendelet a termelt és szolgáltatott vizek gázmentesítéséről.
- 23/1998. (XI.6.) KHVM rendelet a vízügyi igazgatási szervezet vízgazdálkodási nyilvántartásáról.
- 43/1999. (XII.26.) KHVM rendelet a vízkészlet járulék kiszámításáról.
- 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM közös rendelete a szennyezettségi határértékekről.
- 20/2001. (II.14.) Korm. Rendelet a környezeti hatásvizsgálatról.
2003. évi LXXXIX. Törvény a környezetterhelési díjról.
- 219/2004. (VII.21.) Korm. Rendelet a felszín alatti vizek védelméről.
- 220/2004. (VII.21.) Korm. Rendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól, ill. az ezt módosító 312/2005. (XII.25.) Korm. Rendelet.
- 221/2004. (VII.21.) Korm. Rendelet a vízgyűjtő gazdálkodás egyes szabályairól.
- 26/2004. (XII.30.) KVVM rendelet a környezetvédelmi és vízügyi hatóságok működési területéről.
- 27/2004. (XII.25.) KVVM rendelet a felszín alatti víz szempontjából érzékeny területeken levő települések besorolásáról.
- 28/2004. (XII.25.) KVVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátására vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól.
- 29/2004. (XII.25.) KVVM rendelet a felügyelőségek illetékességéről.
- 30/2004. (XII.30.) KVVM rendelet a felszín alatti vizek vizsgálatának egyes szabályairól.
- 340/2004. (XII.22.) Korm. Rendelet a környezetvédelmi és vízügyi miniszter irányítása alá tartozó szervek feladat és hatáskörének felülvizsgálatáról.
- 27/2005. (XII.6.) KVVM rendelet a használt és szennyvizek kibocsátásának ellenőrzésére vonatkozó részletes szabályokról.
- 33/2005. (XII.27) KVVM rendelet a környezetvédelmi, természetvédelmi, valamint a vízügyi hatósági eljárások igazgatási szolgáltatási díjairól.

¹⁴ <http://net.jogtar.hu//>

- 247/2005. (XI.14.) Korm. Rendelet a felszín alatti vizet kitermelő vízkivételek, valamint a megfigyelő kutak üzemi figyelési tevékenységéről.
- 314/2005. (XII.25.) Korm. Rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról.
- 94/2007. (XII.23.) KVVVM rendelet a vízgazdálkodás egyes szakmai követelményeiről.
- 101/2007. (XII.23.) KVVVM rendelet a felszín alatti vízkészletekbe történő beavatkozás és a vízkútforrás szakmai követelményeiről.
- 379/2007. (XII.23.) Korm. Rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre.
- 30/2008. (XII.31.) KVVVM rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról. (Kurunczi, 2012. pp. 5-10.)

1995.évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról:

6. § (1) " Az állam kizárólagos tulajdonában vannak:

a) a felszín alatti vizek és azok természetes víztartó képződményei;"

15. § (1) " *A felszín alatti vizet – az e törvényben foglaltak figyelembevételével – csak olyan mértékben szabad igénybe venni, hogy a vízkivétel és a vízutánpótlás egyensúlya minőségi károsodás nélkül megmaradjon, és teljesüljenek a külön jogszabály szerinti, a vizek jó állapotára vonatkozó célkitűzések elérését biztosító követelmények.*"

„(2) A vízigények a felhasználható vízkészlet mennyiségi és minőségi védelmére is tekintettel elsősorban a vízhasználat céljára még le nem kötött vízkészletből elégíthetők ki.

„(3) Az ásvány-, gyógy- és termálvizek felhasználásánál előnyben kell részesíteni a gyógyászati, illetve a gyógyüdülési használatot. *A kizárólag energiahasznosítás céljából kitermelt termálvizet, a (3a) bekezdésben foglalt kivétellel - a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló rendeletben megfogalmazottak szerint - vissza kell táplálni (2003. évi CXX. törvény).*" (Kovács et al., 2009. pp. 2-4.)

A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény módosításáról a 2001. évi LXXI. törvény új feladatokat határozott meg, mint az államnak, mint önkormányzatoknak. A 2001-ben történt módosítás az Európai Unióhoz való csatlakozást előkészítő jogharmonizáció tette szükségessé. A törvény lényeges elemeit nem kellett módosítani a csatlakozás miatt, mert az

1995-ben megfogalmazott törvényi előírások már korábban is jól illeszkedtek a közösségi jogrendszerbe. (Báthori, 2010)

A jogharmonizáció, a vízgazdálkodást sem kerülte el. Ennek előzménye, hogy 2000. december 29-én hatályba lépett a "A közösségi cselekvés kereteinek meghatározásáról a víz-politika területén" című 2000/60/EK Irányelv, (VKI) ami az unió új víz-politikája érvényesítésének legfontosabb eszközévé vált.¹⁵ Jelentősége abból adódott, hogy egységes alapokra helyezte a felszíni, felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi védelmét, a pontszerű és területi szennyező-forrásokkal szembeni fellépést. További célja a fenntartható vízhasználatok biztosítása, ill. a vízvédelmi és vízgazdálkodási politika összehangolása volt.

2012. évi CV. törvény a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény
módosításáról:

1. § A Vgtv. 15. § (3) bekezdése helyébe a következő rendelkezés lép:

„(3) [...] A vízügyi hatósági feladatokat ellátó szerv - a 2009. szeptember 30-án jogerős vízjogi üzemeltetési engedéllyel rendelkező, energiahasznosítási célú termálvíztermelés esetében - kérelemre engedélyezi a visszatáplálás mellőzését, ha a kérelemmel érintett kitermelés megfelel az (1) bekezdésben meghatározott szempontok érvényesülését szolgáló, a Kormány által rendeletben meghatározott feltételeknek.”

2. § A Vgtv. 15. §-a kiegészül a következő bekezdéssel:

„(3a) A mezőgazdasági termelés területén, kizárólag energiahasznosítás céljából a termálvíz, a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló rendeletben meghatározott feltételekkel visszatáplálási kötelezettség nélkül kitermelhető. A visszatáplálási kötelezettség mellőzésével történő kitermelést a vízügyi hatósági feladatokat ellátó szerv kérelemre engedélyezi.”

A 2012. évi CV. törvény 1. mellékletének 36. pontja: A kizárólag energiahasznosítási célú termálvíz hasznosítás a mezőgazdasági termelés területén olyan termálvíz hasznosítás, ahol a hasznosított geotermikus energia több mint 50%-a a mezőgazdasági termelést szolgálja. A törvény 2015. július 1-jén hatályát veszti.¹⁶

¹⁵ AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2000. október 23-i 2000/60/EK IRÁNYELVE a vízvédelmi politika területén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról (Víz Keretirányelv)

¹⁶ <http://www.complex.hu/kzldat/t1200105.htm/t1200105.htm>

1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról:

1. § (1) E törvény hatálya alá tartozik:

a) az ásványi nyersanyagok bányászata;

b) [...] stb.;

h) a geotermikus energia kutatása és energetikai célú kitermelése.”

3. § (1) Az ásványi nyersanyagok, valamint a geotermikus energia természetes előfordulásukban az állam tulajdonában állnak. A bányavállalkozó által kitermelt ásványi nyersanyag, valamint hasznosított geotermikus energia a kitermeléssel a bányavállalkozó tulajdonába megy át.

8. § A miniszter belföldi vagy külföldi jogi- és természetes személyekkel, valamint ezek jogi személyiség nélküli társaságaival kötött *koncessziós szerződéssel meghatározott időre átengedheti: [...] d) a geotermikus energia kutatását és energetikai célú kitermelését.*

9. § (1) A miniszter a rendelkezésre álló földtani adatok, valamint a vállalkozói kezdeményezések alapján számba veszi a *koncesszióra kijelölhető zárt területeket.*

„(2) A pályázati kiírásban a miniszter azokat a zárt területeket hirdeti meg, amelyeken a gazdasági, környezeti, természeti és társadalmi hatásvizsgálat alapján - a meglévő természeti erőforrások figyelembevételével - az ásványi nyersanyag bányászata kedvezőnek ígérkezik.”

20 m	bányafelügyelet engedélye nélkül
NYÍLT TERÜLET	
<i>bányafelügyelet engedélyével, ha vízkivétellel nem járó zárt hurkú szondakutak engedélyezése</i>	<i>KTVF engedélyével, ha vízkivétellel jár a geotermális energia hasznosítása</i>
20-2500 m	
ZÁRT TERÜLET	
koncesszió- CH bányászat engedélyezésére vonatkozó sajátos szabályok	
>2500 m	

Forrás: Farkas, 2012 alapján saját szerkesztés

13. ábra. A geotermikus engedélyezés rendszere

Az MBFH elnöke Magyarország teljes területét zárttá minősítette a következő nyersanyagokra (2010. október 22. Hivatalos Értesítő 91. szám):

- szénhidrogének
- széndioxid
- széntelepekben lekötött metán
- feketeszén
- barnaszén
- lignit
- ércek (bauxit is)

A Bt. 49. § 24. :

- *geotermikus energia 2500 méter alatt*

Koncessziós köteles tevékenységek a Bt. 8. § szerint:

Zárt területen:

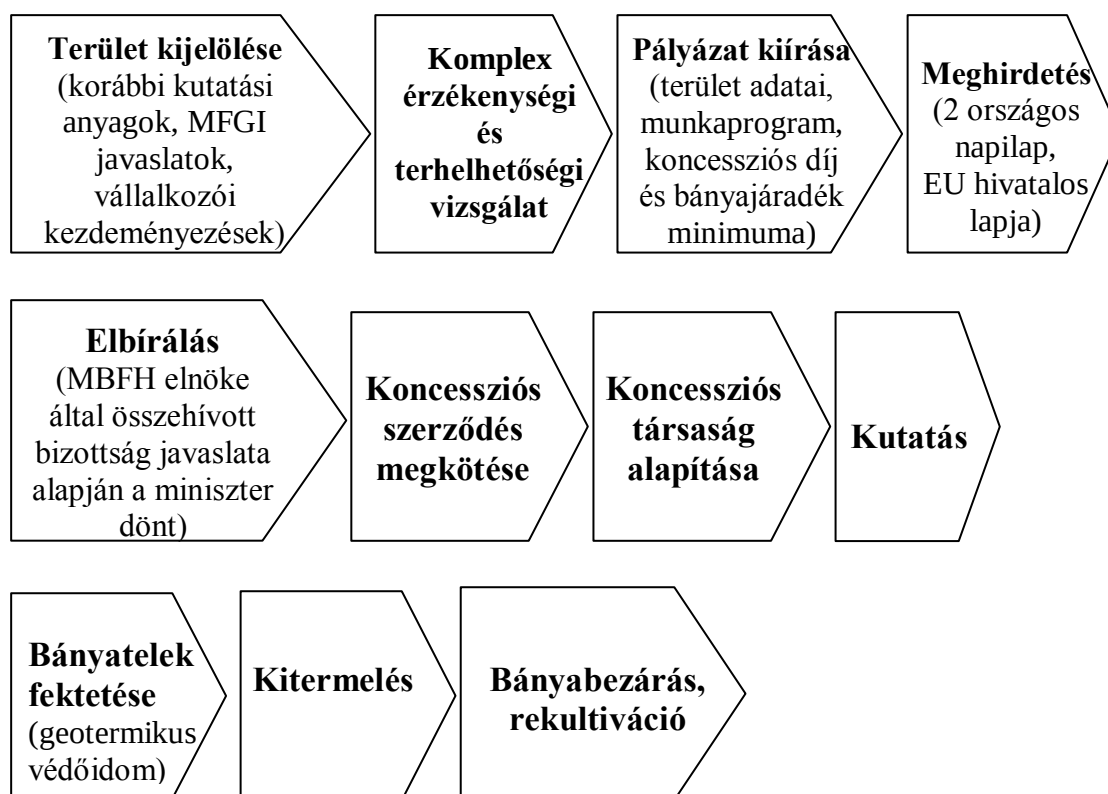
- Ásványi nyersanyagok kutatása, feltárása, kitermelése;
- A kőolaj, kőolajtermék, továbbá – a földgáz kivételével – az egyéb szénhidrogén-gáz szállítóvezetékek létesítése és üzemben tartása;
- Széndioxid tárolására alkalmas földtani szerkezetek kutatása, kialakítása, hasznosítása és bezárása,
- *A geotermikus energia kutatása, kinyerése és hasznosítása.*

A koncesszió bevezetésének célja:

- megszüntesse az addig hatályos elsőbbségi elvet és a taktikai területfoglalásokat;
- szakmai és pénzügyi követelményeket támaszthasson a pályázók számára;
- mérlegelési lehetőséget teremtsen az állam számára a jogadományok odaítéléséhez;
- egyértelmű legyen a koncessziós szerződéssel a teljes időszakra (35 év) a projekt tartalmát;
- nagyobb jogbiztonságot ad a befektető bányavállalkozók számára;
- versenyeztetéssel többletbevételt biztosít az állam számára. (Farkas, 2012. pp. 2-11.)

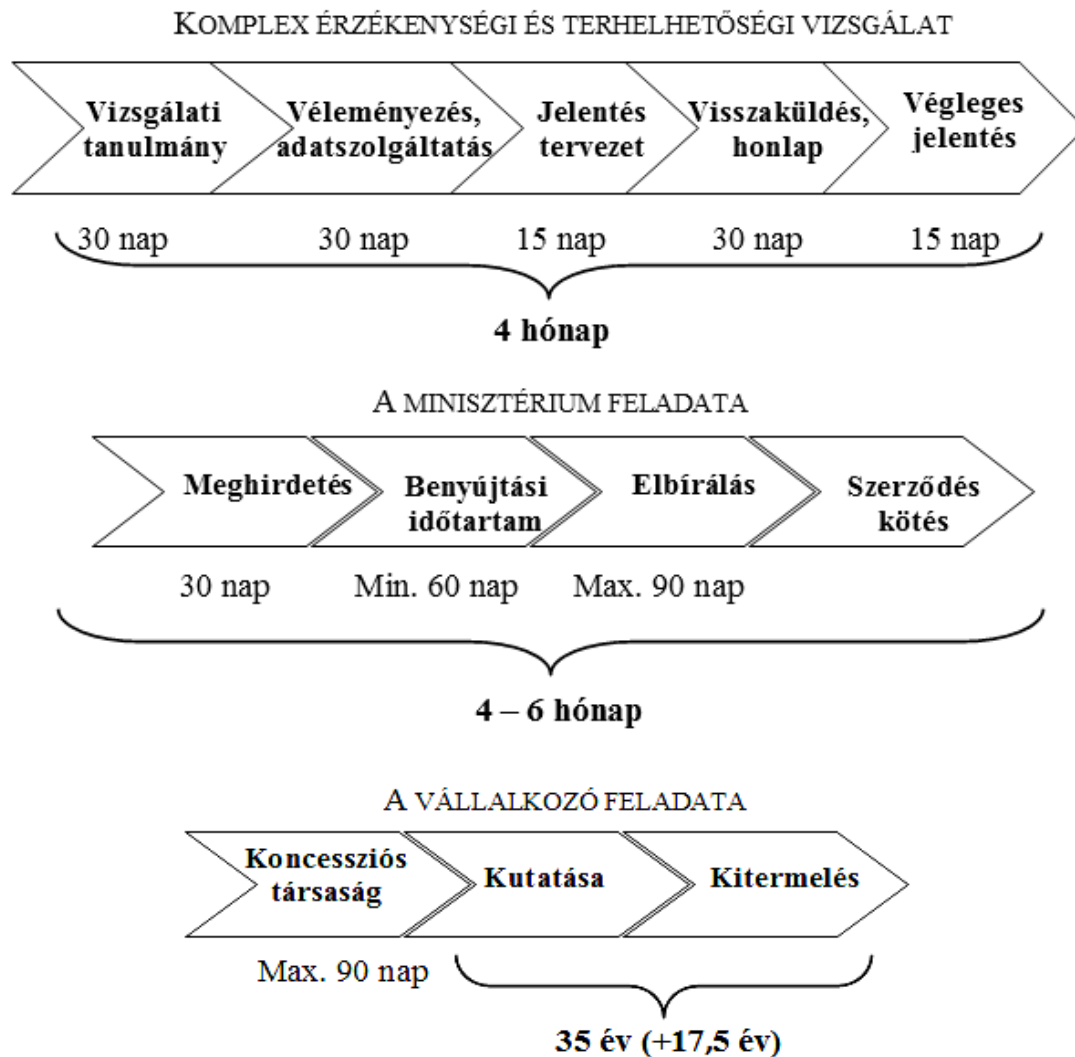
2.4.3. A koncessziós eljárás folyamata

Az koncessziós eljárás lépéseit az 1991. évi XVI. törvény és a 203/1998. (XII.19) Korm. rendelet a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény végrehajtásáról részletesen tartalmazza. A folyamat főbb pontjai: (Farkas, 2012. pp. 2-11.)



A második lépésnél az érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálat lefolytatását a MBFH, MFGI, Nemzeti Környezetügyi Intézet végzi. A vizsgálati tanulmány elkészítése után megküldik 11 szervnek, akik véleményt adnak róla, majd ezek alapján a jelentés tervezet már kiegészül a hatóságoktól kapott véleménnyel, tiltásokkal, javaslatokkal. Ezt újra elküldik ellenőrzés céljából és közzéteszik a honlapon, az erre tett megjegyzésekkel együtt elkészül a végeleges jelentés.

Az egész eljárás lefolytatása nagyon sokáig elhúzódhat a véleményezést végző hatóságok nagy száma, valamint a kijelölt határidők csúszása miatt is (pl. a KÉTV során a véleményezésre 30 nap áll rendelkezésre, ami a gyakorlatban 60 napra duplázódik). Nem csak maga a folyamat, ami jellemzően túlbürokratizált, de tovább nehezíti az amúgy sem gördülékeny intézkedést, hogy a 103/2011 (VI. 29.) Korm. rendelet szerint a vizsgálat lefolytatása nem mentesít a tevékenység megkezdéséhez szükséges engedélyezési eljárások lefolytatásának kötelezettsége alól. A jelentés elkészítésében közreműködő közigazgatási szervezet engedélyezési döntésében nem köti a vizsgálat keretében adott véleménye. A hazai projektek elindulása a 42 hatóság engedélye mellett még a fentebb említett 11 szerv véleményétől is függ – ennek szükségességének megítélése előtt érthetetlenül állnak a szakemberek. A hosszadalmas eljárás megértéséhez ismerni kell az egyes lépések időtartamait:



A koncesszió folyamata geotermiánál egyrészt tartalmaz egy kutatási időszakot, ami 4 (+2+2) év, meghosszabbítva összesen 8 év lehet, a geotermikus védőidom fektetésre 1 év van, ebből akármennyi lehet a megkapott területen belül. Tervezett jogszabályváltozások között szerepel a geotermikus védőidom meghatározásának pontosítása, valamint a bányászati koncessziós pályázati eljárást és koncessziós díjat illető kérdésekben. A probléma a lassú folyamatban van, pályázatok kiírása elhúzódik, ez vonatkozik a szénhidrogén iparra is. (Tamaga, 2010. pp. 15-20.) (Farkas, 2012. pp. 2-11.)

3. MEGÚJULÓ ENERGIÁT HASZNOSÍTÓ BERUHÁZÁSOK

3.1. Termálvizet hasznosító visszasajtoló kutas rendszerek

Az elmúlt években születtek jó és kevésbé jó megoldások a távhőrendszer korszerűsítésére. A hódmezővásárhelyi bevált, jól működő kaszkád rendszer egyik példája a termálvíz megfelelő hasznosításának, de számos települést lehet említeni, akik ennek mintájára hasznosították geotermikus adottságaikat. Ezek között megemlíthető Mórahalom, Csongrád, Makó, Miskolc, stb.

Makón 1200 lakás fűtésigényét fedezik termálenergiával és a makói gyógyfürdő (Hagymatikum) is felhasználja a hőenergiát. A beruházással 90%-al csökken a földgázfogyasztás, évente 2,2 millió m³ földgáz elégetését lehet elkerülni és a szén-dioxid emisszió évi 3.847 tonnával csökken. A projekt 950 millió forintba került, amelyből 445 millió uniós támogatás. (MTI, 2011b)

Csongrádban eddig közintézményeket és lakásokat fűtöttek termálvízzel, majd 2012-ben - egy geotermikus energia felhasználás korszerűsítés és kibővítés után - további közintézmények, iskolák, kollégiumok és a Csongrádi Gyógyfürdő és Strand is bekötésre került. (Palatinus, 2012)

Miskolcon a PannErgy által kiépített geotermikus távhő rendszerben sikeresen kialakították a MIHŐ gerinchálózataiba történő becsatlakozás lehetőségét, így megvalósulhat a közvetlen kapcsolat, az olcsó és környezetbarát hőszolgáltatást szállító rendszerrel. Az a cél, hogy Miskolc közüzemi létesítményeit bekössék ebbe a rendszerbe, amelynek első lépése az egyetem és az uszodai csatlakozás kiépítése volt. A két év alatt megvalósult közel 22-24 millió eurós beruházás eredményeként 2013-tól Mályi és Kistokaj is bekapcsolódhat a geotermikus hőhasznosítók körébe. (PannErgy, 2012)

A fenti példák mindegyikénél jellemző, hogy több különböző funkciót ellátó épületben is érvényesül a termálvizes fűtés haszna; ezt az előnyt élvezi egy önkormányzati iroda és a helyi fürdő is. A beruházások megvalósítása a támogatás 50%-os aránya mellett is magas kockázatot jelent. Egy geotermikus rendszer termelésének megvalósítása jelenlegi árak mellett Magyarországon több százmillió forint. A föld alatti víztárolók megfelelő ismeretének hiányában a tapasztalatok szerint már csak az üzemeltetési időszakban derülnek ki azok a problémák, amelyek a hatékonyságot és a rendszer megbízhatóságát nagymértékben

csökkentik, illetve a fenntarthatóság kontra gazdaságosság egyensúlyt reálisabban megítélhetővé teszik. (Pesthy, 2012)

3.2. Nulla kibocsátású geotermikus energiahasznosítás Gyopárosfürdőn

Saját kutatásom első részében Gyopárosfürdő példáján keresztül szeretném bemutatni, hogyan is működhet egy jó geotermikus energiahasznosító rendszer. A tervezésre, kivitelezésre és üzemeltetésre vonatkozó költségadatokat és egyéb információkat a Fürdőigazgató – a vele készített mélyinterjúban (*1. melléklet*) - bocsátotta rendelkezésemre.

Gyopárosfürdő Békés megyében, Orosháza központjától 3 km-re található. A gyógyfürdő 2004-ben nyitott és közel nyolcéves működése alatt földgázzal fűtötte az épületeket, ami jelentősen megdrágította a fürdő üzemeltetését. Felmerült a gázfűtés 100%-os kiváltása termálvizes fűtésre. 2008-ban a Környezeti és Energia Operatív Program keretében nyílt lehetőség arra, hogy 50%-os vissza nem térítendő támogatás reményében pályázzon Orosháza Város Önkormányzata. A támogató döntést 2009. májusban hozták nyilvánosságra, egy évvel később a KVP konzorcium elnyerte a közbeszerzési pályázatot. 2010 októberében adták át a területet, a gépészeti technológia szerelésével foglalkozó cég a hőközpontot, ill. a távvezetékét építette ki, a másik társaság a V1 és V2 visszasajtoló kutak tervezését és fúrását végezte. A kivitelezés több ütemben zajlott, a beruházás 2011. október végén fejeződött be. A megvalósíthatósági tanulmány eredményeiből kiderül, hogy 88 ezer m³ termálvíz mennyiség szükséges évente 16577 GJ éves energiaszükséglet előállításához. A geotermikus közműbe a Gyógyfürdő alábbi fogyasztóit kapcsolták be:

- az Élmenyfürdőt,
- az Egészségmegőrző Központot,
- az Egészségmegőrző Üzleteket, valamint
- a Fürdőgyógyászatot.

Ez a rendszer egy alacsony entalpiájú (90 °C) geotermikus energiát hasznosító helyi távfűtési rendszer az energetikailag hasznosított termálvíz visszasajtolásával. A termálvizet épületek fűtésére, használati melegvíz előállítására, melegvizes medencék hőntartására használják, a közmű távvezeték-rendszerét úgy tervezték, hogy legyen lehetőség további fogyasztók bekapcsolására. A beruházás nettó költsége 530 millió 490 ezer Ft, erre elnyert

támogatás és saját erő összege 265 millió 224 ezer forint volt. A beruházás részletes input adatait és költségeit a 2. és 3. melléklet tartalmazza.

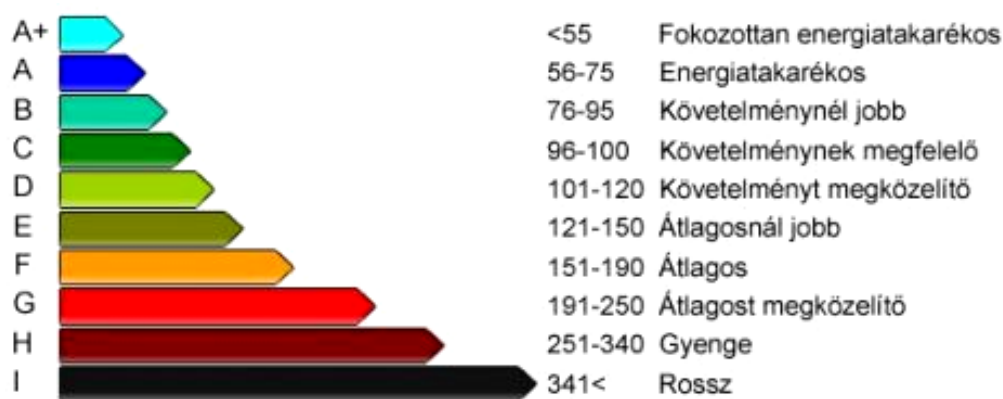
3.3. Hőszivattyúval fűtött épületek beruházás gazdaságossági vizsgálata

Korábbi fejezetben áttekintettem már a hőszivattyú fajtáit, működési elvét, hatékonyságának mérésére szolgáló mutatószámokat. Ebben a fejezetben kutatásom második részére kerül sor, amelyben bemutatom, hogyan alakulnak a hőszivattyús beruházások input adatai, milyen költségtételek tartoznak ide, hogyan változik a megtérülési idő támogatás nélkül és különböző mértékű támogatás intenzitás esetén, valamint méretgazdaságossági számítások eredményét is.

A kutatásomhoz meghatároztam 4 különböző épület méretet, valamint azok energiaigényét. Az épületek fűtési konstrukciói úgy lettek összeállítva, hogy minden épület energiaellátását 100%-ban fedező hőszivattyús berendezés biztosítja. Az általam vizsgált épületek az EU rendeletben előírt épület energetikai minőségi osztályozás 10 fokozata közül A vagy A+ kategóriába tartozik, vagyis energiatakarékos. Ezért semmilyen felújítás, hőszigetelés javítás vagy nyílászáró csere nem szükséges a beruházás megvalósítását megelőzően. Az egyes épületek meghatározásánál a gyakorlatban legfontosabb méreteket vettem figyelembe, ahol a leginkább jelentkezik az energetikai korszerűsítés szükségessége, így tehát a:

- családi ház,
- óvoda vagy önkormányzat,
- társasház,
- áruház vagy raktár épületek lettek méretgazdaságossági vizsgálataim alapjai.

A hőszivattyú típusait a NIBE termék divíziójából kiválasztottam. A svéd vállalat melletti döntésem az indokolta, hogy Európa egyik vezető fűtéstechikai termékgyártója, a minőséget és a rendszerek hatékonyságát tekintve piacvezető.



Forrás: <http://energetikagyongyos.hupont.hu/>

14. ábra. Épületek energetikai minőségi osztályozása

A hőszivattyúk típusai az egyes épületek energiaigényéhez lettek igazítva, valamint a különböző épületek igénybevételét, kihasználtságát tekintve (pl. közintézményben dolgozók melegvíz használata jóval kevesebb, mint társasháznál, valamint munkanapokon kívül jelentősen kisebb a fogyasztás) más-más teljesítményre lettek méretezve a modellek. A négy mérethez vonatkozó adatokat a 4. táblázat foglalja össze:

A méretekhez tartozó alapadatok

4. táblázat

Megnevezés	Családi ház	Óvoda/ Önkormányzat	Társasház	Áruház/Raktár
Terület (m ²)	110	350	350	1200
Energiaigény (GJ/év)	35	110	110	248/200*
Energiaigény (kWh)	9722	30555	30555	68887/55554**
Teljesítményigény (kW)	6.2	20.7	20.7	80

Forrás: Saját szerkesztés

(* fűtési/hűtési igény)
(** fűtési/hűtési igény)

A konstrukciókhoz méretenként hozzárendeltem a különböző beruházási és működési költségeket, a hőszivattyúval kiváltott gáz megtakarításból származó pénzáramlásokat, fizetendő és elkerülendő adók mértékét, majd diszkontálva a kapott értékeket megkaptam a beruházás nettó jelenértékét, belső kamatlábat és megtérülési idejét. A hőszivattyúk COP értéke 3,9-4,5 között van. A beruházások költségei nettó értékben vannak feltüntetve a táblázatokban.

1. modell: Családi ház

A modellnél tervezett felületfűtés/hűtésére (padló és mennyezet) 1 db NIBE 6 kW-os F1245 6 R PC típusú hőszivattyút ajánlottak. A fűtési rendszerbe nem szükséges puffertárolót telepíteni, a keringtetést a készülék beépített szivattyúja végzi. Ez magába foglalja a passzív hűtést, a kiegészítő villamos fűtést, komplett automatikát és egy 180 literes használati melegvíz tartályt. Egy ekkora családi háznál az éves energiaigény kb. 65%-a fűtés és 35%-a melegvíz készítés.

A családi házhoz tervezett hőszivattyú beruházási és működési költsége

5. táblázat

Megnevezés	Költség (Ft)
Beruházási költség	2.350.000
Távfelügyeleti előkészítés	80.000
Kivitelezési költség	1.000.000
<i>Beruházási költség összesen:</i>	3.430.000
Működési költség (fűtés+HMV)	100.000
Működési költség (passzív hűtés)	15.000
<i>Működési költség összesen:</i>	115.000

Forrás: Saját szerkesztés

A családi házhoz tervezett hőszivattyú tulajdonságai

6. táblázat

Megnevezés	kWh/év
Hőszivattyú áramigény	3190
Beépített villamos kazán áramigény	11
Passzív hűtés áramigény	302
Fűtési energiák	
Hőszivattyú leadott fűtési energiája	9785
Hőszivattyú leadott HMV energiája	4500
Összesen:	14285

Forrás: Saját szerkesztés

(A kivitelezés költsége tartalmazza a talajszonda engedélyeztetést, gépházi szerelést fűtési elosztókig, szerelvényeket beleértve.)

A beruházás kiértékeléséhez megvizsgáltam, hogy támogatás nélküli esetben mennyi beruházási költség, illetve működési költség jut a családi ház 1 m²-re, és 1 GJ energia előállítására.

- egységnyi m²-re jutó beruházási költség: 31,18 eFt
- egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség: 98,00 eFt
- egységnyi m²-re jutó működési költség: 1,05 eFt
- egységnyi GJ-ra jutó működési költség: 3,29 eFt

Az 1. modell beruházás gazdaságossági vizsgálata támogatás nélkül és támogatással

7. táblázat

Megnevezés	Támogatás nélkül	50 % támogatással	60 % támogatással	70 % támogatással
NPV (eFt)	-145,80	399,06	709,9	1020,88
IRR	9,7 %	15,7 %	21,6 %	30,7 %
Megtérülés éve	20.	8.	6.	5.

Forrás: Saját szerkesztés

2. modell: Óvoda vagy Önkormányzat

A modellnél tervezett felületfűtés/hűtésére (padló és mennyezet) 1 db NIBE 17 kW-os F1145 17 DE típusú hőszivattyút ajánlottak. A készülék tartalmazza az összes szivattyút, magába foglalja a kiegészítő villamos kazánt, a kivitelezés költsége tartalmazza a talajszonda engedélyeztetést, gépházi szerelést fűtési elosztókig, szerelvényeket beleértve. Az óvoda és társasház méretei megegyeznek, de mivel a két épület jellegéből kifolyólag más és más, a használati melegvíz igény is eltérő. Egy óvodában a felhasználás kisebb mértékű, mivel egy max. 35 °C-os melegvíz legfeljebb konyhai alkalmazásra szükséges, nincs zuhanyzás és fürdés, valamint hétvégéken, ünnepnapokon és szünetben melegvíz igény nem jelentkezik. A beruházási és működési költségek a következőképpen alakulnak:

Az óvoda/önkormányzathoz tervezett hőszivattyú beruházási és működési költsége

8. táblázat

Megnevezés	Költség (Ft)
Beruházási költség	2.240.000
Aktív-passzív hőmodul	550.000
Távfelületi előkészítés	80.000
Használati melegvíz tartály (500 l)	480.000
Kivitelezési költség	2.450.000
<i>Beruházási költség összesen:</i>	5.800.000
Működési költség (fűtés+HMV)	320.000
Működési költség (passzív hűtés)	35.000
<i>Működési költség összesen:</i>	355.000

Forrás: Saját szerkesztés

Az óvoda/önkormányzathoz tervezett hőszivattyú tulajdonságai

9. táblázat

Megnevezés	kWh/év
Hőszivattyú áramigény	10178
Beépített villamos kazán áramigény	109
Passzív hűtés áramigény	648
Fűtési energiák	
Hőszivattyú leadott fűtési energiája	30640
Hőszivattyú leadott HMV energiája	10000
Összesen:	40640

Forrás: Saját szerkesztés

A beruházás kiértékeléséhez megvizsgáltam, hogy támogatás nélküli esetben mennyi beruházási költség, illetve működési költség jut az óvoda/önkormányzat épületének 1 m²-re, és 1 GJ energia előállítására.

- egységnyi m²-re jutó beruházási költség: 16,57 eFt
- egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség: 52,73 eFt
- egységnyi m²-re jutó működési költség: 1,01 eFt
- egységnyi GJ-ra jutó működési költség: 3,23 eFt

A 2. modell beruházás gazdaságossági vizsgálata támogatás nélkül és támogatással

10. táblázat

Megnevezés	Támogatás nélkül	50% támogatással	60% támogatással	70% támogatással
NPV (eFt)	103,03	1557,16	2082,90	2608,65
IRR	10,6 %	22,3 %	29,5 %	40,6 %
Megtérülés éve	15.	6.	5.	3.

Forrás: Saját szerkesztés

3. modell: Társasház

A modellnél tervezett felületfűtés/hűtésére (padló és mennyezet) 1 db NIBE 24 kW-os F1345 24 típusú hőszivattyút ajánlottak. Ennél a konstrukciónál 1 db extra külső keringető szivattyú is kell, a többi a berendezés tartalmazza. A rendszer magába foglalja a távfelügyeleti előkészítés költségét, kiegészítő villamos kazán nem szükséges. A társasházban a nagyobb melegvíz igény kiszolgálása miatt nagyobb tároló, és nagyobb hőszivattyú is szükséges, ami a telepítési költségek növekedését is magával hozza. A kivitelezés költsége tartalmazza a talajszonda engedélyeztetést, gépházi szerelést fűtési elosztókig, szerelvényeket beleértve. A beruházási és működési költségek a következőképpen alakulnak:

A társasházhoz tervezett hőszivattyú beruházási és működési költsége

11. táblázat

Megnevezés	Költség (Ft)
Beruházási költség	3.500.000
Aktív-passzív hőmodul	550.000
Használati melegvíz tartály (1000 l)	850.000
Kivitelezési költség	3.650.000
<i>Beruházási költség összesen:</i>	8.500.000
Működési költség (fűtés+HMV)	405.000
Működési költség (passzív hűtés)	35.000
<i>Működési költség összesen:</i>	440.000

Forrás: Saját szerkesztés

A társasházhoz tervezett hőszivattyú tulajdonságai

12. táblázat

Megnevezés	kWh/év
Hőszivattyú áramigény	12960
Beépített villamos kazán áramigény	109
Passzív hűtés áramigény	648
Fűtési energiák	
Hőszivattyú leadott fűtési energiája	30640
Hőszivattyú leadott HMV energiája	20000
Összesen:	50640

Forrás: Saját szerkesztés

A beruházás kiértékeléséhez megvizsgáltam, hogy támogatás nélküli esetben mennyi beruházási költség, illetve működési költség jut a társasház 1 m²-re, és 1 GJ energia előállítására.

- egységnyi m²-re jutó beruházási költség: 24,43 eFt
- egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség: 77,73 eFt
- egységnyi m²-re jutó működési költség: 1,26 eFt
- egységnyi GJ-ra jutó működési költség: 4,00 eFt

A 3. modell beruházás gazdaságossági vizsgálata támogatás nélkül és támogatással

13. táblázat

Megnevezés	Támogatás nélkül	50% támogatással	60% támogatással	70% támogatással
NPV (eFt)	143,36	2809,45	3584,51	4359,53
IRR	10,7 %	24,8 %	32,3 %	44,1 %
Megtérülés éve	13.	5.	4.	3.

Forrás: Saját szerkesztés

4. modell: Áruház vagy Raktár

A modellnél egy megvalósult beruházás kiinduló adatait használtam fel, pontosabban egy kiválasztott magyarországi Lidl áruház működő hőszivattyús fűtési rendszerét mutatom be. A modellnél megadott hőleadók: radiátor, fan coil, és légkezelő. A konstrukcióhoz 1 db

NIBE 60 kW-os F1345 típusú hőszivattyút ajánlottak. Szükséges ezen felül 1 db extra külső keringető szivattyú. A rendszer magába foglal egy kiegészítő villamos kazánt, ami tartalék (működéshez nem kell), valamint a hőszivattyús rendszerben nincs HMV tároló, hanem egy 150 literes villanybojler látja el a tisztálkodási lehetőséget (csak kézmosás- kb. 20 fő dolgozónak elegendő). A beruházási és működési költségek a következőképpen alakulnak:

Az áruház/raktárhoz tervezett hőszivattyú beruházási és működési költsége

14. táblázat

Megnevezés	Költség (Ft)
Beruházási költség	4.500.000
Aktív-passzív hőmodul	700.000
Kiegészítő villamos kazán	150.000
Kivitelezési költség	9.000.000
<i>Beruházási költség összesen:</i>	14.350.000
Működési költség	780.000
<i>Működési költség összesen:</i>	780.000

Forrás: Saját szerkesztés

A áruház/raktárhoz tervezett hőszivattyú tulajdonságai

15. táblázat

Megnevezés	kWh/év
Hőszivattyú áramigény fűtés	14400
Hőszivattyú áramigény hűtés	11450
Fűtési energiák	
Hőszivattyú leadott fűtési energiája	68880
Hőszivattyú leadott hűtési energiája	55550
Összesen:	124430

Forrás: Saját szerkesztés

A beruházás kiértékeléséhez megvizsgáltam, hogy támogatás nélküli esetben mennyi beruházási költség, illetve működési költség jut az áruház/raktár 1 m²-re, és 1 GJ energia előállítására.

- egységnyi m²-re jutó beruházási költség: 11,96 eFt
- egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség: 32,03 eFt

- egységnyi m²-re jutó működési költség: 0,65 eFt
- egységnyi GJ-ra jutó működési költség: 1,74 eFt

A 4. modell beruházás gazdaságossági vizsgálata támogatás nélkül és támogatással

16. táblázat

Megnevezés	Támogatás nélkül	50% támogatással	60% támogatással	70% támogatással
NPV (eFt)	-65,16	4459,19	5759,95	7060,71
IRR	10,2 %	24,0 %	31,5 %	43,0 %
Megtérülés éve	13.	6.	4.	3.

Forrás: Saját szerkesztés

A modellek méretgazdaságossági értékeinek változását - 50, 60, 70%-os támogatás mellett a 17. táblázat mutatja be:

A támogatás növekedésének hatása az egységnyi költségre

17. táblázat

Adatok eFt-ban	Támogatás nélkül	Támogatás mértéke			Modell
		50%	60%	70%	
1 m ² -re jutó beruházási ktg.	31,18	15,59	12,47	9,35	1. Családi ház
1 GJ-ra jutó beruházási ktg.	98,00	49,00	39,20	29,40	
1 m ² -re jutó beruházási ktg.	16,57	8,29	6,63	4,97	2. Óvoda
1 GJ-ra jutó beruházási ktg.	52,73	26,36	21,09	15,82	
1 m ² -re jutó beruházási ktg.	24,43	12,21	9,77	7,33	3. Társasház
1 GJ-ra jutó beruházási ktg.	77,73	38,86	31,09	23,32	
1 m ² -re jutó beruházási ktg.	11,96	5,98	4,78	3,59	4. Áruház
1 GJ-ra jutó beruházási ktg.	32,03	16,02	12,81	9,61	

Forrás: Saját szerkesztés

A támogatás intenzitás növekedésével az egységnyi költség folyamatosan csökken a beruházási költségre vetítve, a működési költségre nézve a költség változatlan marad. Jelenleg megújuló energia hasznosítású épületenergetikai fejlesztésre a KEOP – 2012 – 5.5.0.

pályázaton belül van lehetőség. Az elnyerhető pályázati maximális összeg a pályázó jellegétől függ, a támogatás intenzitás jellemzően 60, 85, de akár 100% is lehet egyes intézményeknél.¹⁷

Végül az általam felállított modellek összehasonlítását elvégezve elmondható, hogy az épületek méretének és energiaigényének növekedésével javulnak a beruházás-gazdaságossági mutatók, a támogatás nélküli verziók egyre hamarabb térülnek meg. A hőszivattyús beruházások esetén nagyon fontos, hogy a teljesítményeket pontosan határozzuk meg, hiszen a nem megfelelő a tervezés súlyos összegekkel megdrágíthatja az amúgy sem olcsó beruházást. A berendezések árának csökkenését nem valószínűsítem, legalábbis jelentősen nem várható a jövőben. A támogatások növekedése viszont egyértelműen kedvező hatással lenne a magyar hőszivattyú piac fellendülésére, amivel végre kimozdulna a 2009-es szintről.

A 1-4. modellek beruházás-gazdaságosságának összehasonlítása

18. táblázat

Adatok eFt-ban	Támogatás nélkül	Támogatás mértéke			Modell
		50%	60%	70%	
Beruházási költség	3 430	1 715	1 372	1 029	1. Családi ház
NPV	-145,8	399,1	709,9	1020,9	
IRR (%)	9,7	15,7	21,6	30,7	
Beruházási költség	5 800	2 900	2 320	1 740	2. Óvoda
NPV	103,0	1557,2	2082,9	2608,7	
IRR (%)	10,6	22,3	29,5	40,6	
Beruházási költség	8 550	4 275	3 420	2 565	3. Társasház
NPV	143,4	2809,5	3584,5	4359,5	
IRR (%)	10,7	24,8	32,3	44,1	
Beruházási költség	14 350	7 175	5 740	4 305	4. Áruház
NPV	-65,2	4459,2	5759,9	7060,7	
IRR (%)	10,2	24,0	31,5	43,0	

Forrás: Saját szerkesztés

¹⁷ <http://palyazatfigyelo.info/2012/10/26/epuletenergetikai-fejlesztések-keop-2012-5-5-0c.php>

É V E K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Családi ház																				
Óvoda																				
Társasház																				
Áruház																				
	70%-os támogatás				60%-os támogatás			50%-os támogatás					Támogatás nélkül							

Forrás: Saját szerkesztés

15. ábra. A modellek megtérülési ideje támogatással és támogatás nélkül

A 15. ábrán látható, hogy a kisebb méreteknél, mint a családi háznál, óvodánál hosszú idő után (15. évnél, 20. évnél) térül meg a beruházás támogatás nélküli esetben, míg a nagyobb épületek, mint a társasház, vagy egy áruház esetében már a 13. évben. Ahogy a támogatás összege növekszik, annál rövidebb időn belül térül meg a hőszivattyús befektetés. A családi háznál látványosan érzékenyen viselkedik a megtérülés, 50%-os támogatásnál már a nyolcadik évben, óvoda és áruház esetében a hatodik évben, legkedvezőbben a társasháznál térül meg, az ötödik évben. Hatvan százalékos támogatás intenzitású beruházás családi háznál a 6. évben, óvodánál az 5. évben, társasház és áruház esetében a 4. évben pozitív eredményt ad. Hetven százalékos támogatással a családi ház kivételével, az óvodánál, a társasháznál és az áruháznál már a 3. évben megtérül a beruházás.

Következtetések, javaslatok

A 2020-ra vállalt 14,64 százalékos megújuló energia részarány teljesítésének esélye jelenlegi kilátások alapján, nagyon halvány. Az országban alapvetően gazdasági problémák köré összpontosul a figyelem, az energetikai fejlesztések nem abban az ütemben valósulnak meg, mint amilyen ütemben fejlődik az iparág. A technológiai haladás nyomán manapság gyorsan születnek újabb és kiválóbb műszaki megoldások. A megújulók felhasználásának alapvető gátja a viszonylag magas beruházási érték. Ezen csak egy kormányzati gazdaságfejlesztési, ezen belül a megújulók hasznosítását fejlesztő program és kiszámítható támogatási rendszer lesz képes változtatni, ha továbbra is fenntartja az ország, hogy képes teljesíteni a terveit 2020-ig.

Egy szféraközileg összehangolt, szakmailag megalapozott, hosszú távú tervezéssel, a helyi tudásbázisok kutatás-fejlesztési eredményeire támaszkodva, a műszaki fejlődési irányvonalon haladva fenntartható módon, gazdaságosan is lehetővé válhat hogy a hazai vállalkozói és befektetői kör, valamint a háztartások is kihasználhassák a megújuló energia hasznosításából származó előnyöket.

Nem elég az energetikai vállalkozók lendületes hozzáállása, az állami közreműködés legalább annyira fontos. Az engedélyeztetési eljárás, szabályozás radikális egyszerűsítése nagy előrelépést jelentene. A geotermikus energiahasznosítást érintő jogszabályokat többször módosították utóbbi időben, az adók és szolgáltatási díjak összegét felemelték. Ezek negatívan érintik az egész iparágat, nem lehet előre tervezni, az újabb akadályok visszaesést fognak eredményezni.

A támogatások nem csupán a létesítést kell, hogy ösztönözzék, de legalább annyira fontos lenne termálvíz hasznosításánál a visszasajtolás támogatása is. A többnyire néhány városban működő geotermikus távhő rendszer tükrözi, hogy még egyelőre kevés ilyen beruházás valósult meg az országban. Az MBFH több település vizsgálati jelentését elkészítette, ezek jelenleg is pályázati kiírásra várnak. A kertészeteknél a kötelező visszasajtolás az ágazat ellehetetlenítését fogja eredményezni, ha nem fogják kellően támogatni a visszasajtolást.

Ha bevezetnék azokban a fürdőkben, ahol termálvizes fűtési rendszer működik, hogy ne lehessen visszasajtolni a melegvizet, a kaszkád rendszer elterjedését segítené elő. Jelenlegi gyakorlatban sajnos nem használják ki gazdaságosan a termálvizet lehűlésének fokozatában.

Kutatásomban felállítottam 4 különböző modellt, amelyekhez megterveztem egy-egy geotermikus hőszivattyús fűtési rendszert, az egyes épületek eltérő méretének és energiaigényének megfelelően kiszámoltam a berendezések beruházási és működési költségét. A modelleknél elsődleges szempont volt, hogy gyakorlatias példákat mutasson be, ne pedig mega-beruházásokat. Ennek értelmében egy átlagos családi háznak, közintézménynek, többlakásos társasháznak és egy közepesen nagy méretű áruháznak elemeztem, hogyan alakulnak a beruházással összefüggő költségei. A méretek növekedéséhez igazítva nagyobb teljesítményű rendszerek szükségesek a teljes energiaigény ellátására, emiatt egyre drágábbak a beruházások. Megállapítottam, hogy ezek a testreszabott fűtési rendszerek az általam meghatározott kisebb méreteknél nagyobb kockázatot jelentenek a befektetés megtérülését illetően, mint a náluk nagyobb, ill. magasabb teljesítményigényű épületeknél. A családi háznál a legnagyobb rizikófaktor egyértelműen a beruházás magas értéke, amely alacsony belső kamatláb és - a megtérülés évében - negatív nettó jelenérték mellett jelzi, hogy a beruházás nem éri meg ennél a méretnél támogatás nélkül. A többi három modellnél már némileg javul a beruházás megtérülés tekintetében, de még így is 10 éven felül van. Az áruház hőszivattyús beruházása támogatás nélküli verzióban szintén negatív NPV és 10% körüli IRR mutatókkal továbbra sem a legmegfelelőbb konstrukció. Az óvoda és társasház modelleknél pozitív nettó jelenérték és 10,6% körüli belső kamatláb már elfogadhatóbb a beruházás megvalósítása szempontjából. Az egy GJ energiaigényre jutó beruházási költségeket összehasonlítva az tapasztalható, hogy a családi háznál a legmagasabbak, majd a méret növekedésével csökken, a legkedvezőbb az áruháznál. Az éves cash flow növekedés a méretek növekedéséből adódó földgáz megtakarítások növekedéséből következik, így szintén a legnagyobb méretnél mutathatók ki magasabb értékek.

Az eredményeket összegezve elmondható, hogy a geotermikus hőszivattyúk alkalmazott technológiai nagyszerűsége még nem elegendő ok az alkalmazásra. A magas beruházási érték miatt kisebb méretek számára nem válhat előnnyé az energiahasznosítás ilyen formája. Az első hipotézisemet, miszerint a méretek növekedésével a méretgazdaságossági előnyök kimutathatók, egyértelműen igazolják a számításaim. Második hipotézisemet is sikerült bebizonyítani, ahol az egységnyi energiaigényre jutó beruházási költségek ténylegesen alacsonyabbak a nagyobb méreteknél. A harmadik hipotézisem nem igazolódott be, mivel három modellnél is megtérül 15 éven belül a beruházás a támogatás nélküli változatban. Végezetül kijelenthető, hogyha ezek a beruházások nincsenek kellőképpen megtámogatva, akkor hiába a kiváló technológia, nem fog növekedni a kereslet irántuk.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban igyekeztem átláthatóan bemutatni a geotermikus energia hasznosítási lehetőségeit, a hazai adottságokat, a geotermiát érintő jogszabályokat, a különböző alkalmazott technológiai megoldásokat, a geotermia köré felépült diszciplínák kapcsolódását. Az irodalmi feldolgozáshoz magyar és külföldi forrásokat is felhasználtam, a szakma több neves hazai képviselőjének értekezését tanulmányoztam, számos következtetés ezek alapján fogalmazódott meg dolgozatom írásakor. A dolgozat írása során a számomra legjelentősebb információforrást a VIII. Nemzetközi Geotermikus Konferencia jelentette, ahol a hazai helyzetelemzés mellett több szomszédos ország geotermikus hasznosításáról is elhangzottak példák.

A dolgozat elkészítése során az a cél motivált, hogy megtaláljam azokat a beruházási méreteket, amelyeknél megéri a geotermikus energiát hasznosítani, legyen az akár termálvíz, akár földhő. A kutatásomban bemutattam mind a két változat beruházási vonatkozásait: a termálvizes hasznosítást egy hazai fürdő példáján, a hőszivattyús beruházásokat pedig kisebb egységeken keresztül. Olyan modelleket készítettem, amik a gyakorlatban legtöbbször előfordulnak, ezekhez tervezett geotermikus hőszivattyús fűtési rendszerek beruházási költségeivel kalkulálva összehasonlítottam azok input tényezőit különböző méretek esetében. A modellek beruházásának elemzésével kimutattam a méretgazdaságosságot, majd megvizsgáltam a támogatás intenzitás növekedésének hatását a beruházásokra, ahol már látványosan hamarabb térülnek meg a hőszivattyús beruházások.

A kutatásom folyamán arra összpontosítottam, hogy az eredmények valós és pontos tájékozódást adjanak más vállalkozásoknak, de akár magánszemélyeknek is, akik egy ilyen típusú beruházásban gondolkodnak. A táblázatokban összefoglaltam milyen költségek merülnek fel geotermikus hőszivattyúnál, valamint milyen belátható időn belül várható azok megtérülése. Összegezve dolgozatom legfontosabb eredményeit, a legkisebb méreteknél szinte csak támogatással éri meg a hőszivattyús beruházás, nagyobb méreteknél támogatás nélkül is elfogadható lehet, de mindenféleképpen a támogatások lesznek a jövőben meghatározóak egy pozitív irányú változás érdekében.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] Almássy N.– Nagy Sz. (2010): Fürdőtörténelem.
- [2.] Ambrus A. (2009): Globális környezeti problémák - Az üvegházhatás és a globális klímaváltozás következményei c. előadás.
- [3.] Ádám B.- Kujbus A.- Kurunczi M.- Szanyi J.- Unk Jánosné (2009): Javaslat a geotermikus energia hazai hasznosításának növelésére. pp. 2-8.
- [4.] Ádám B. (2012): Geotermikus aktualitások–Hőszivattyús helyzetkép, lehetőségek, esélyek, VIII. Nemzetközi Geotermikus konferencia. Budapest, 2012. május 24. pp. 2-6.
- [5.] Báthori M. (2010): A vízgazdálkodási törvény változása kezdetektől napjainkig, valamint a vízgazdálkodás jogharmonizációja.
- [6.] Beardsmore G. (2007): The burgeoning Australian geothermal industry, Geo-Heat Center Bull. 28/3. pp. 20-26.
- [7.] BFH Európa Projektfejlesztő és Tanácsadó Kft. (2008): Falvak megújuló energián alapuló komplex közmű-modelljei c. tanulmány. pp. 5-7, 75-85.
- [8.] Bobok E.- Tóth A. (2010): A geotermikus energia helyzete és perspektívái. Magyar Tudomány, 2010. augusztus. pp. 926-936.
- [9.] Bobok E.- Tóth A. (2010): Magyarország feladatai a IV. Geotermikus Világkonferencia tükrében. pp. 3-14.
- [10.] Bobok E. (2012): Geotermia az energetikában. pp. 3-9.
- [11.] BRGM: Typologie des systémes HDR-HFR in Europe, 2004.
- [12.] Büki G. (2010): Köztestületi Stratégiai Programok- Megújuló energiák hasznosítása. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. pp. 52-57, 66-69.
- [13.] Dickson M. H. – Fanelli M. (2003): Geothermal energy, Utilization and technology, Renewable Energies series. – UNESCO Publishing. pp. 205.
- [14.] Farkas I. (2012): A geotermikus koncessziós pályázatok – jogszabályi keretek és előkészületek, VIII. Nemzetközi Geotermikus Konferencia. Budapest, 2012. május 24. pp. 2-11.
- [15.] Fisher A.- Hlatki M.- Mezősi A.- Pató Zs. (2009): Geotermikus villamosenergia termelés lehetőségei Magyarországon. pp. 16.
- [16.] Fridleifsson I. B.- Bertani R.- Huenges E.- Lund J.- Rangnarsson A.- Rybach L. (2008): The possible role and contribution of geothermal energy to the mitigation of climate change. Proceedings IPCC Climatic Scoping Meeting Lübeck.

- [17.] Forsén, M. (2011): Heat Pump Statistics 2010, 4th EHPA European Heat Pump Conference, London-Paddington, 1.6. 2011., pp. 4.
- [18.] Genter A. (2008): Geothermal Resources in Europe Publication No. 17311 of the European Commission, Office of Official Publications of the European Communities. L-2985, Luxembourg, pp. 36-38.
- [19.] Jobbik A. (2008): Mesterséges geotermikus energiatermelő rendszerek matematikai modellezése Phd. Értekezés. pp. 3-8.
- [20.] Kóbor B. (2008): Az alternatív energiahasználat fejlesztési lehetőségei a Dél-alföldi Régióban, Különös tekintettel a geotermikára és a Csongrád megyei Önkormányzat beavatkozási tevékenységeire. pp. 18.
- [21.] Kovács B.- Liebe P.- Szanyi J.- Török J. (2009): A geotermikus rendszerek kutatásának és létesítésének időszerű kérdései, MHT előadóiülés. Budapest, 2009. február 24. pp.2-4.
- [22.] Kujbus A. (2010): Geotermikus energia projektek indításának lehetőségei és nehézségei, MBFH konferencia. Eger, 2010. november 18. pp. 3-11.
- [23.] Kurunczi M. (2012): Termál projektek megvalósulásának tapasztalatai, VIII. Nemzetközi Geotermikus Konferencia. Budapest, 2012. május 24. pp. 5-10.
- [24.] Land A. (2010): Research Priorities in District Heating and Cooling, RHC TP Annual Meeting, Bilbao.
- [25.] Mádlné Szőnyi J. (2008): A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, jövőbeni lehetőségei Magyarországon - Ajánlások a hasznosítást előmozdító kormányzati lépésekre és háttér tanulmány, pp. 6-18.
- [26.] Munkácsy B. (2011): Erre van előre!- Egy fenntartható energiarendszer keretei Magyarországon- Vision 2040 Hungary 1.0. pp. 7-16, 39.
- [27.] Rüter H. (2010): Geothermische Energie 2/2010. Heft 67. Welt Geothermiekongress 2010, Bali. Geothermie: Die Energie, die die Welt verändert.
- [28.] Rybach L. (2005): The advance of geothermal heat pumps world-wide. IEA Heat Pump Centre Newsletter 23. pp. 13-18.
- [29.] Szanyi J. – Kovács B. (2008): Experiences on reinjection at geothermal systems in South-East Hungary, IEA-GIA Sustainability Modelling Workshop. 2008. nov.
- [30.] Szűcs P.- Kovács B.- Bobok E.- Tóth A.- Madarász T. (2010): Technological review of geothermal energy utilization, 1st Knowbridge Conference on Renewables, Miskolc. 27-28. september 2010. pp. 39.
- [31.] Tamaga F. (2010): Bányászati koncesszió; Bányászat és Geotermia. 2010. november 18. pp. 15-20.

- [31.] Tóth A. (2010): Hungary Country Update 2005-2009. Proceedings World Geothermal Congress. Bali. pp. 6-12.
- [32.] Az ELMŰ és az ÉMÁSZ energiatakarékossági magazinja, 2011/ősz. pp. 28-29.
- [33.] Országos Egészségturizmus fejlesztési Stratégia 2007. pp. 12-19.
- [34.] Nemzeti Energiastratégia 2030, (2012) pp. 35.

Elektronikus szakirodalom

- [1.] <http://www.origo.hu/idojaras/20111007-futes-melegviz-napkollektor-hoszivattyu-biomassza-alig-fut-magyarorszag-megujulo-energiaval.html>
Sipos Géza: Alig fűt Magyarország megújuló energiával (2011.10.07.)
- [2.] <http://www.origo.hu/idojaras/20110928-geotermikus-energia-tavfutes-furdes-visszasajtozas-csak-a-fold-melyen-szomit.html>
Sipos Géza: Csak a föld mélyén számít geotermikus nagyhatalomnak Magyarország, (2011.09.28.)
- [3.] http://geotermia.lapunk.hu/tarhely/geotermia/dokumentumok/hazai_foldhonk_cikk.pdf
Livo László: Hazai földhőnk (2012.08.07.)
- [4.] <http://www.kormany.hu/hu/vidékfejlesztési-minisztérium/agrargazdasagert-felelos-allamtitkarsag/hirek/2015-ig-nem-kell-visszasajtolni-a-termalvizet>
Vidékfejlesztési Minisztérium Sajtóirodája: 2015-ig nem kell visszasajtolni a termálvizet (2012.06.15.)
- [5.] <http://www.complex.hu/kzldat/t1200105.htm/t1200105.htm>
- [6.] <http://net.jogtar.hu/>
- [7.] www.waermepumpe-bwp.de
- [8.] <http://vizterapia.bioenergetikus.hu/>
- [9.] <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/maerkte,did=78740.html>
Anders-Clever E.: Ungarn stellt Förderung für erneuerbare Energien um (2011.04.18.)
- [10.] <http://datherm.geotermika.hu/?q=hu/node/4>
- [11.] <http://datherm.geotermika.hu/?q=hu/node/5>

- [12.] <http://datherm.geotermika.hu/?q=hu/node/6>
- [13.] <http://www.geotermika.hu/portal/files/geotermia.html>
- [14.] http://geotermia.lapunk.hu/tarhely/geotermia/dokumentumok/lindal_angol_ok.jpg
- [15.] <http://www.greenfo.hu/hirek/2012/09/04/geotermikus-energiahasznositas-kornyezeti-hatasai>
- Hora M.: Geotermikus energiahasznosítás környezeti hatásai, (2012.09.04.)
- [16.] <http://archiv1988tol.mti.hu/Pages/HirSearch.aspx?Pmd=1>
- Konferencia a termálvíz hasznosításáról, Budapest (2011.05.03.) (MTI)
- [17.] <http://www.origo.hu/tudomany/debreceeni-egyetem/20120329-magyarorszag-nem-lesz-izland-a-geotermikus-energia-hazankban.html>
- Pesthy G.: Földhő, Magyarország nem lesz Izland, (2012.03.30.)
- [18.] <http://www.mgte.hu/dok/szakmai/allasfoglalas2011.pdf>
- [19.] <http://archiv1988tol.mti.hu/Pages/HirSearch.aspx?Pmd=1>
- Hamarosan termálvízzel fűtenek Makón, (2011.04.01.)
- [20.] <http://palyazatfigyelo.info/2012/10/26/epuletenergetikai-fejlesztések-keop-2012-5-5-0c.php>

MELLÉKLETEK

1. melléklet

Mélyinterjú

Készült: Orosháza – Gyopárosi Gyógyfürdő, 2012.09.27.

(A mélyinterjú Dudás Dorottya hallgató és Szloszjár Csaba fürdővezető között zajlott le.)

Dudás: Mennyi a fürdő fűtendő alapterülete?

Szloszjár: Az élményszerű 3000 m², összesen a fürdő teljes területe 7000 m².

Dudás: Mennyi a fürdő fűtési és hűtési igénye?

Szloszjár: A közműbe kapcsolt fogyasztók legnagyobb fűtési hőteljesítmény igénye 858 kW, a használati melegvíz készítés átlagos hőigénye télen 32,6 kW, nyáron 53,6 kW, a medencék hőntartására a fedett részen 128 kW, a nyitott részen 178 kW. Hűtési igénye nincs, mi központi légtechnikával hűtünk.

Dudás: Mennyi az elfogyasztott hőmennyiség?

Szloszjár: A medencék hőntartására, fűtésre, használati melegvíz előállítására 16577 GJ/év energia fogy el.

Dudás: Hogyan alakult korábban a fürdő energiafogyasztása?

Szloszjár: A villamos energiának az elmúlt 8 éves átlaga 2 millió 200 ezer kW, ez nagyságrendileg olyan 70 milliós tételre jött ki évente, összesen kb. 500–600 millió forintba került az áram, a földgáz 250 millió forintot tett ki. Ehhez hozzájött még a víz-, csatorna- és egyéb járulékok, ami a 8 éves működés alatt összesen az 1 milliárdot közelíti.

Dudás: Honnan indult a geotermikus beruházás gondolata és hogyan jutottak el a megvalósításáig?

Szloszjár: A város 2008-ban indult el egy KEOP pályázaton azért, hogy az akkor már meglévő geotermikus kutat hasznosítani tudjuk, ezáltal 100 %-os földgázkiváltást tegyünk lehetővé. A T4-es kút 1560 méter talpmélységű melegvízes kút, amit 2004-ben fúrtak és az akkori fúrési és mérési eredmények alapján 1000-1100 liter/perc hozammal egy 90 °C hőmérsékletű vizet tudtunk produkálni. Ez összetételét tekintve közfelhasználásra nem igazán volt alkalmas, egyrészt nagyon meleg, másrészt olajos, paraffinos termásvíz jött föl, amit a fürdőben a medencék töltésére nem tudunk felhasználni. Miután 2004-ben átadták az élményszerűt, közvetlenül utána meg lett fúrva ez a kút, azzal a nem titkolt célzattal, hogy erre rákapcsolódva fogjuk fűteni a fürdőt. Ezt az ötletet 2008-ig pályázatok hiányában nem erőltette az akkori vezetőség, abban az évben viszont az alpolgármester 'szárnyai alá' vette a fürdőt és 2010-ben sikerült is megnyerni a pályázatot. Az önkormányzat volt a lebonyolító, és tavaly a fűtési szezon kezdetével a geotermikus rendszer át lett adva.

Dudás: Milyen előnyt jelent a mostani rendszer a fürdőnek?

Szloszjár: Nos, mindezidáig mi gázzal fűtöttünk, éves szinten átlagosan számolva kb. 500 ezer köbméter gázt használtunk. A szabad piac megnyitása után az energiaszektorban ugyan lehetett a különböző kereskedőktől különböző áron gázt vásárolni, így hol magasabb, hol alacsonyabb áron tudtunk gázhoz jutni, de éves átlagot tekintve 50 millió Ft kiadást jelentett nekünk. Korábban mindent ezzel fűtöttünk, medencéket, épületeket, a komplett élményszobát; ez az új rendszer bevezetése óta egy az egyben megszűnt. A teljes épületegyüttest, beleértve a kórházi résztől az egészségmegőrző központot, az élményszobát és a medencéket is geotermikus energiával fűtjük már. A feltárt termálvízzel 1018 kW földgáz elégtelenségével előállított csúcsteljesítményt helyettesítünk.

Dudás: Hogyan lett kiépítve a visszasajtoló rendszer?

Szloszjár: Nálunk kétkutas technológiával lett megoldva a visszasajtolás, vagyis kettő visszasajtoló kút lett fúrva a termelő kúttól megfelelő távolságokra. Az egyik kút a Szentotnyai út mellett, egy ligetes részen, a másik a Kertészház– Szélső utcák deltájában található. Mindkét visszasajtoló kút 1550 méter mély. Számos magyarázata lehet ennek a kétkutas technológiának, egyrészt a kitermelt vízmennyiséget ugyanabba a rétegrendbe egyformán, egyenlő arányban kell megfelelő szűrési technológiákon keresztül visszasajtolni, így megelőzhető hogy károsodjon az adott rétegrend, illetve ha karbantartás vagy üzemeltetési probléma van, akkor át lehet váltani az egyik kútról a másikra. Egyébként ritka kivételes helyzetben vagyunk, ugyanis az egyik visszasajtoló kútnak olyan szerencsés porózus réteget sikerült találni a fúrás során, hogy minimális energiabefektetéssel megy vissza a víz. Igaz jelenleg még csak egy éves üzemeltetési tapasztalattal rendelkezünk, de jól működik a rendszer.

Dudás: Használják hőcserélőt a fürdőben?

Szloszjár: Igen, van egy primer és egy szekunder ág, köztük van egy hőcserélő, ami 1,1 MW-os, ennyi az épületek és az élményszoba hőigénye, erre lett beállítva. Fontos megjegyezni, hogy a kivitelezők úgy alakították ki a rendszert, hogyha bármilyen javítási, karbantartási munkát kellene végezni, fél órán belül vissza tudunk állni gázfűtésre, tehát a gázkazánok megmaradtak.

Dudás: Milyen szűrőket alkalmaznak?

Szloszjár: Azért, hogy a kisebb homokszemcsék, szennyeződések ne tömítsék el a visszasajtoló kutakat és megfelelő minőségű víz kerüljön vissza, két szűrőt használunk, egy 5 mikronos előszűrőt és 2 mikronos utószűrőt, ami a visszasajtoló vezetékek előtt vannak a rendszerbe beépítve. Kint a kutaknál semmilyen gépészeti rész nincs, egyszerű kútfejek vannak, minden elektronikai műszer, szivattyú, stb. a geotermikus házban található.

Dudás: Hogyan alakulnak a rendszerrel kapcsolatos működési költségek?

Szloszjár: Elég érdekesen, ugyanis a pályázati tervben eredetileg szerepelnek tervezett bérköltések, amortizációs költségek, villamos energia költségek, stb., de ezzel a tényleges, gyakorlati működési költségek nincsenek köszönő viszonyban. Például terveztek bérköltést, de a fürdő vízforgató gépészei lettek kiképezve ennek a rendszernek az irányítására, külön személyzet erre nem lett felvéve. Karbantartási feladatait pedig a kivitelező cég még garanciában ellátja. Pontos villamos energiaköltséget egyelőre nem tudnék mondani, legfeljebb egy év múlva, de azt is felbecsülték a tervezés során.

Dudás: *Hány °C hőmérsékletig tudják lehűteni a kitermelt vizet?*

Szloszjár: Ez az évszak függvényében változó, nyáron csak medencefűtésre használjuk, télen mindenre, akkor 47–50 °C-ig hűl vissza. A rendszer 60 m³/órás teljesítménnyel lehetne működtetni, de csak 30m³/óra lett tervezve, vagyis a kapacitás fele kihasználatlan. Igazából több fogyasztót is rá lehetne kötni erre a visszamenő vízre, hogy jobb legyen a kihasználtsága, tehát még további lehetőségek rejlenek benne, pl. ha bővítenénk a gépházat, több szűrővel, szivattyúkkal, stb., akkor a szálloda, uszoda, egyéb épületek fűtését is megoldaná.

Dudás: *Mennyi a visszatáplálás hozama?*

Szloszjár: Ez szintén változó, de óránként 6–8 köbméternél többel nem szoktunk visszasajtolni. Tehát annyira jó a rendszer, hogy az említett 30 m³-nek egyharmadát használjuk maximum, ill. -16 °C-ig van méretezve a rendszer, addig 100%-osan tud üzemelni.

Dudás: *Milyen jellegű adókat fizetnek most?*

Szloszjár: A felhasznált gyógyvíz után vízkészlet járulék díjat fizetünk. A kitermelt geotermikus termálvízért – miután mi visszasajtoljuk – csak bányajáradékot fizetünk, ez utóbbi negyedévente nem túl jelentős, olyan 100 ezer Ft-os tétel.

Dudás: *Mennyibe került a beruházás és mekkora az éves megtakarítás?*

Szloszjár: A fejlesztés teljes költsége 530,5 mFt, ami 50%-os támogatási arány mellett 265,2 mFt sajátértőt igényelt. Működési költsége 18,7 mFt/év, az energiaköltség megtakarítás pedig 53,8 mFt évente.

Dudás: *Mennyi idő alatt térül meg a beruházás?*

Szloszjár: A beruházás egyszerű megtérülési ideje 15,1 év. Saját tőkére vetített egyszerű megtérülési ideje 7,6 év.

A Gyopárosi Gyógyfürdő új fűtési rendszerének beruházási költségei

19. táblázat

Költséghely	eFt *(Áfa 20%)				
	Anyag nettó	Díj nettó	Anyag bruttó*	Díj bruttó*	Összes nettó
KIVITELEZÉSI KTG. ÖSSZESEN	205 859	263 780	247 031	316 536	469 639
<i>Építés, építmény</i>	133 276	210 276	159 931	252 331	343 552
<i>Gépészet</i>	45 208	32 704	54 249	39 244	77 912
<i>Villamos erőátvitel</i>	13 837	12 990	16 604	15 588	26 827
<i>Irányítástechnika</i>	13 538	7 810	16 245	9 372	21 348
EGYÉB KTG. ÖSSZESEN	0	68 810	0	72 972	60 810
<i>Projekt előkészítés</i>	0	29 870	0	35 844	29 870
<i>Projekt menedzsment</i>	0	14 500	0	17 400	14 500
<i>Szolgáltatások ellenértéke</i>	0	14 000	0	16 800	14 000
<i>Közbeszerzési költség</i>	0	2 440	0	2 928	2 440
BERUHÁZÁSI KTG.	219 397	324 590	247 031	389 508	530 449

Forrás: Földhő Bt.- Megvalósíthatósági tanulmány (2008)

A Gyopárosi Gyógyfürdő új fűtési rendszerének működési költségei

20. táblázat

Költséghely	E Ft	
	1.-11. és 13.-15. évek	12. év
ÜZEMELTETÉSI KTG.	17 003	17 003
KARBANTARTÁSI KTG.	1 720	18 723
<i>Pótlás költsége</i>	-	48 175
MŰKÖDÉSI KTG. ÖSSZESEN	18 723	66 898

Forrás: Földhő Bt.- Megvalósíthatósági tanulmány (2008)

Családi ház – Támogatás nélkül

[illegible]

Családi ház – 50 % támogatással

50 %-os támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	ÉVEK	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási ktg		-1 715	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
össz=		eFt-ban										
Éves pénzáramok becsl. inflációja			7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)		100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
Üzemi pénzáramok												
Energiacsökkentésből adódó		400	428	440,84	467,2904	485,98202	510,28112	525,58955	546,61313	563,0115	579,9019	597,29893
Működési ktből adódó		-115	-123,05	-126,7415	-134,346	-139,7198	-146,7058	-151,107	-157,1513	-161,8658	-166,7218	-171,7234
Üzemeltetési		285	304,95	314,0985	332,94441	346,26219	363,5753	374,48255	389,46186	401,1457	413,1801	425,57549
Fizetendő illetve elkerült adók												
Adóalapellátás amortizáció nélkül		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 éves leírási rész		2 375	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23
25 éves leírási rész		686	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44
4 éves leírási rész		369	92,34615	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35
3 430 eFt-ban												
Amortizációs költségeltérés összesen			459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02
Adóalap												
Adó mértéke												
Adó (fizetendő/elkerült)												
Cash flow összesen		-1 715	304,95	314,10	332,94	346,26	363,58	374,48	389,46	401,15	413,18	425,58
Diszkontálási tényező		10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450
Éves cash flow jelenérték		-1 715	276,44	258,09	247,98	233,76	222,51	207,73	195,82	182,84	170,73	159,38
Kommunált jelenérték		-1 715	-1 439	-1 180	-932	-699	-476	-268	-73	110	281	440
NPV		399,06	eFt-ban									
IRR		15,68%										
DPP		8										

NPV eFt-ban
IRR
DPP 8 . évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási ktg= 15,59 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási ktg= 49,00 eFt

Családi ház – 60 % támogatással

60 %-os támogatás intenzitás												
Adatok eFt-ban		ÉVEK										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10		
Felmerülő beruházási ktg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	eFt-ban	
össz=												
Éves pénzáramok becsült inflációja	7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%		
Inflációs tényező (bázis viszonzyszám)	100%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%		
Üzemi pénzáramok												
Energiacsökkentésből adódó	428	440,84	467,2904	485,98202	510,28112	525,58955	546,61313	563,0115	579,9019	597,29893	eFt-ban	
Működési ktből adódó	-123,05	-126,7415	-134,346	-139,7198	-146,7058	-151,107	-157,1513	-161,8658	-166,7218	-171,7234	eFt-ban	
Üzemeltetési	304,95	314,0985	332,94441	346,26219	363,5753	374,48255	389,46186	401,1457	413,1801	425,57549	eFt-ban	
Fizetendő illetve elkerült adók												
Adóalapeltérés amortizáció nélkül	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	év	
7 éves leírási rész	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23			eFt-ban	
25 éves leírási rész	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	eFt-ban	
4 éves leírási rész	92,34615	92,35	92,35	92,35							eFt-ban	
3 430												
eFt-ban												
Amortizációs költségeltérés összesen												
Adóalap	459,02	459,02	459,02	459,02	366,67	366,67	366,67	27	27	27	eFt-ban	
Adó mértéke											eFt-ban	
Adó (fizetendő/elkerült)											eFt-ban	
Cash flow összesen												
Diszkontálási tényező	-1 372	304,95	314,10	332,94	346,26	363,58	374,48	389,46	401,15	413,18	425,58	eFt-ban
Éves cash flow jelenértéken	10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450	eFt-ban
Kommunált jelenérték	-1 372	276,44	258,09	247,98	233,76	222,51	207,73	195,82	182,84	170,73	159,38	eFt-ban
	-1 372	-1 096	-837	-589	-356	-133	75	270	453	624	783	eFt-ban

NPV 709,97 eFt-ban
IRR 21,63%
DPP 6 . évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási ktg= 12,47 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási ktg= 39,20 eFt

Családi ház – 70 % támogatással

70 %-os támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉVEK	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási ktg	-1 029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
össz=	-1 029 eFt-ban										
Éves pénzáramok becült inflációja		7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)	100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
Üzemi pénzáramok											
Energiacsökkentésből adódó	400	428	440,84	467,2904	485,98202	510,28112	525,58955	546,61313	563,0115	579,9019	597,29893
Működési ktg-ből adódó	-115	-123,05	-126,7415	-134,346	-139,7198	-146,7058	-151,107	-157,1513	-161,8658	-166,7218	-171,7234
Üzemeltetési	285,00	304,95	314,0985	332,94441	346,26219	363,5753	374,48255	389,46186	401,1457	413,1801	425,57549
Fizetendő illetve elkerült adók											
Adóalapellátás amortizáció nélkül	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 éves leírási rész	2 375	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23	339,23
25 éves leírási rész	686	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44	27,44
4 éves leírási rész	369	92,34615	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35	92,35
3 430 eFt-ban											
Amortizációs költségeltérés összesen		459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02	459,02
Adóalap											
Adó mértéke											
Adó (fizetendő/elkerült)											
Cash flow összesen	-1 029	304,95	314,10	332,94	346,26	363,58	374,48	389,46	401,15	413,18	425,58
Diszkontálási tényező	10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450
Éves cash flow jelenértéken	-1 029	276,44	258,09	247,98	233,76	222,51	207,73	195,82	182,84	170,73	159,38
Kommunált jelenérték	-1 029	-753	-494	-246	-13	210	418	613	796	967	1 128

NPV 1 020,88 eFt-ban
IRR 30,69%
DPP 5 . évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási ktg= 9,35 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási ktg= 29,40 eFt

Óvoda vagy Önkormányzat – 50 % támogatással

50% támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉVEK	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási ktg	-2 900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
össz=	-2 900 eFt-ban										
Éves pénzáramok becsült inflációja		7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)	100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
Üzemi pénzáramok											
Energiaellátásból adódó	981,54	1050,25	1081,75	1146,66	1192,53	1252,15	1289,72	1341,3	1381,54	1422,99	1465,68
Működési ktg-ból adódó	-355,00	-379,85	-391,246	-414,72	-431,309	-452,874	-466,461	-485,119	-499,673	-514,663	-530,103
Üzemeltetési	626,54	670,396	690,508	731,939	761,216	799,277	823,255	856,185	881,871	908,327	935,577
Fizetendő illetve elkerült adók											
Adóalapellátás amortizáció nélkül	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 éves leírási rész	4 015	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63
25 éves leírási rész	1 160	46,4	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40
4 éves leírási rész	625	156,154	156,15	156,15	156,15	156,15	156,15	156,15	156,15	156,15	156,15
5 800 eFt-ban											
Amortizációs költségeltérés összesen		776,18	776,18	776,18	776,18	776,18	776,18	776,18	776,18	776,18	776,18
Adóalap		-105,78	-85,67	-44,24	-14,96	179,25	203,23	236,16	835,47	861,93	889,18
Adó mértéke	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Adó (fizetendő/elkerült)		-11	-9	-4	-1	18	20	24	84	86	89
Cash flow összesen	-2 900	680,97	699,08	736,36	762,71	781,35	802,93	832,57	798,32	822,13	846,66
Diszkontálási tényező	10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450
Éves cash flow jelenérték	-2 900	617,30	574,43	548,44	514,91	478,19	445,39	418,62	363,88	339,71	317,07
Kommunált jelenérték	-2 900	-2 283	-1 708	-1 160	-645	-167	279	697	1 061	1 401	1 718
NPV	1 557,16	eFt-ban									
IRR	22,34%										
DPP	6.	éven belül térül meg a beruházás									

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 8,29 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 26,36 eFt

Óvoda vagy Önkormányzat – 60 % támogatással

60% támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉVEK	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási ktg	-2 320	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
össz=	eFt-ban										eFt-ban
Éves pénzáramok becsült inflációja		7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)	100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
Üzemi pénzáramok											
Energiacsökkentésből adódó	981,5384615	1050,25	1081,75	1146,66	1192,53	1252,15	1289,72	1341,3	1381,54	1422,99	1465,68
Működési ktg-ból adódó	-355,00	-379,85	-391,246	-414,72	-431,309	-452,874	-466,461	-485,119	-499,673	-514,663	-530,103
Üzemeltetési	626,54	670,396	690,508	731,939	761,216	799,277	823,255	856,185	881,871	908,327	935,577
Fizetendő illetve elkerült adók											
Adóalapellátás amortizáció nélkül	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 éves leírási rész	4 015	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63			eFt-ban
25 éves leírási rész	1 160	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	46,4	eFt-ban
4 éves leírási rész	625	156,154	156,15	156,15	156,15						eFt-ban
5 800	eFt-ban										
Amortizációs költségeltérés összesen		776,18	776,18	776,18	776,18	620,03	620,03	620,03	46	46	eFt-ban
Adóalap		-105,78	-85,67	-44,24	-14,96	179,25	203,23	236,16	835,47	861,93	eFt-ban
Adó mértéke	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	eFt-ban
Adó (fizetendő/elkerült)		-11	-9	-4	-1	18	20	24	84	86	eFt-ban
Cash flow összesen		680,97	699,08	736,36	762,71	781,35	802,93	832,57	798,32	822,13	eFt-ban
Diszkontálási tényező	10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	eFt-ban
Éves cash flow jelenérték	-2 320	617,30	574,43	548,44	514,91	478,19	445,39	418,62	363,88	339,71	eFt-ban
Kommunált jelenérték	-2 320	-1 703	-1 128	-580	-65	413	859	1 277	1 641	1 981	eFt-ban
NPV	2 082,90	eFt-ban									
IRR	29,49%										
DPP	5	évben térül meg a beruházás									

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 6,63 eFt
 egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 21,09 eFt

Óvoda vagy Önkormányzat – 70 % támogatással

70% támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉVEK	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási ktg	-1 740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
össz=	-1 740										
eFt-ban											
Éves pénzáramok becsült inflációja		7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)	100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
Üzemi pénzáramok											
Energiaszolgáltatásból adódó	981,54	1050,25	1081,75	1146,66	1192,53	1252,15	1289,72	1341,3	1381,54	1422,99	1465,68
Működési ktg-ből adódó	-355,00	-379,85	-391,246	-414,72	-431,309	-452,874	-466,461	-485,119	-499,673	-514,663	-530,103
Üzemeltetési	626,54	670,396	690,508	731,939	761,216	799,277	823,255	856,185	881,871	908,327	935,577
Fizetendő illetve elkerült adók											
Adóalapeltérés amortizáció nélkül	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 éves leírási rész	4 015	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63	573,63			
25 éves leírási rész	1 160	46,4	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40
4 éves leírási rész	625	156,154	156,15	156,15	156,15						
5 800											
eFt-ban											
Amortizációs költségeltérés összesen		776,18	776,18	776,18	776,18	620,03	620,03	620,03	46	46	46
Adóalap		-105,78	-85,67	-44,24	-14,96	179,25	203,23	236,16	835,47	861,93	889,18
Adó mértéke	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Adó (fizetendő/elkerült)		-11	-9	-4	-1	18	20	24	84	86	89
Cash flow összesen	-1 740	680,97	699,08	736,36	762,71	781,35	802,93	832,57	798,32	822,13	846,66
Diszkontálási tényező	10,32%	0,90850	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450
Éves cash flow jelenérték	-1 740	617,30	574,43	548,44	514,91	478,19	445,39	418,62	363,88	339,71	317,07
Kommunált jelenérték	-1 740	-1 123	-548	0	515	993	1 439	1 857	2 221	2 561	2 878
NPV	2 608,65	eFt-ban									
IRR	40,59%										
DPP	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

NPV 2 608,65 eFt-ban
IRR 40,59%
DPP 3 . évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 4,97 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 15,82 eFt

Társasház – Támogatás nélkül

Támogatás nélkül

Adatok eFt-ban	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	C11	C12	C13
ÉVEK	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10			
Felmerülő beruházási kgt össz= -8 550 eFt-ban	-8 550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 eFt-ban
Éves pénzáramok becslött inflációja		7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)	100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%	153,80%	158,42%	163,17%
Üzemi pénzáramok														
Energiacsökkentésből adódó	1 446,92	1 594,65	1 690,33	1 757,95	1 845,84	1 901,22	1 977,27	2 036,59	2 097,68	2 160,61	2 225,4324	2 292,1954	2 360,9613	eFt-ban
Működési kgtból adódó	-440,00	-470,8	-484,924	-514,019	-534,58	-561,309	-578,149	-601,274	-619,313	-637,892	-657,029	-676,7397	-697,0419	-717,9531 eFt-ban
Üzemeltetési	1 006,92	1 077,41	1 109,73	1 176,31	1 223,37	1 284,53	1 323,07	1 375,99	1 417,27	1 459,79	1 503,59	1 548,6927	1 595,1535	1 643,0081 eFt-ban
Fizetendő illetve elkerült adók														
Adóalapeltérés amortizáció nélkül	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 év
7 éves leírási rész	5 919	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	eFt-ban
25 éves leírási rész	1 710	68,4	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	eFt-ban
4 éves leírási rész	921	230,192	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	eFt-ban
8 550 eFt-ban														
Amortizációs költségeltérés összesen		1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,00	914,00	68	68	68	68	68	68 eFt-ban
Adóalap		-66,79	-34,47	32,12	79,17	370,53	409,07	461,99	1 348,87	1 391,39	1 435,19	1 480,29	1 526,75	1 574,81 eFt-ban
Adó mértéke		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Adó (fizetendő/került)		-7	-3	3	8	37	41	46	135	139	144	148	153	157 eFt-ban
Cash flow összesen		1 084,09	1 113,18	1 173,10	1 215,45	1 247,48	1 282,16	1 329,79	1 282,39	1 320,65	1 360,07	1 400,66	1 442,48	1 485,55 eFt-ban
Diszkontálási tényező		10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,59470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450	0,34500	0,31900	0,29500
Éves cash flow jelenértéken		-8 550	982,72	914,70	873,73	820,55	763,46	711,22	668,62	584,51	545,69	483,23	460,15	438,24 eFt-ban
Kommunált jelenérték		-8 550	-7 567	-6 653	-5 779	-4 958	-3 484	-2 815	-2 230	-1 685	-1 175	-692	-232	206 eFt-ban

NPV 143,36 eFt-ban

IRR 10,66%

DPP 13 . évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 24,43 eFt

egységnyi G1-ra jutó beruházási költség= 77,73 eFt

Társasház – 50 % támogatással

50% támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	ÉVEK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási ktg	-4 275	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 eFt-ban
össz=	-4 275										
Éves pénzáramok becslött inflációja		7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonszszám)	100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
Üzemi pénzáramok											
Energia- és közüzemi költségek	1446,923077	1548,21	1594,65	1690,33	1757,95	1845,84	1901,22	1977,27	2036,59	2097,68	2160,61 eFt-ban
Működési költségvetés	-440	-470,8	-484,924	-514,019	-534,58	-561,309	-578,149	-601,274	-619,313	-637,892	-657,029 eFt-ban
Üzemeltetési költség	1006,923077	1077,41	1109,73	1176,31	1223,37	1284,53	1323,07	1375,99	1417,27	1459,79	1503,59 eFt-ban
Fizetendő illetve elkerült adók											
Adóalap	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 év
7 éves leírási rész	5 919	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60 eFt-ban
25 éves leírási rész	1 710	68,4	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40 eFt-ban
4 éves leírási rész	921	230,192	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19 eFt-ban
8 550 eFt-ban											
Amortizációs költségeltérés összesen		1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20 eFt-ban
Adóalap		-66,79	-34,47	32,12	79,17	370,53	409,07	461,99	1 348,87	1 391,39	1 435,19 eFt-ban
Adó mértéke	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Adó (fizetendő/elkerült)		-7	-3	3	8	37	41	46	135	139	144 eFt-ban
Cash flow összesen	-4 275	1 084,09	1 113,18	1 173,10	1 215,45	1 247,48	1 282,16	1 329,79	1 282,39	1 320,65	1 360,07 eFt-ban
Diszkontálási tényező	10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450
Éves cash flow jelenérték	-4 275	982,72	914,70	873,73	820,55	763,46	711,22	668,62	584,51	545,69	509,34 eFt-ban
Kommunált jelenérték	-4 275	-3 292	-2 378	-1 504	-683	80	791	1 460	2 045	2 590	3 100 eFt-ban

NPV 2 809,49 eFt-ban
IRR 24,75%
DPP 5 . évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 12,21 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 38,86 eFt

Társasház – 60 % támogatással

60% támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	ÉVEK	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<i>C0</i>		<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>C5</i>	<i>C6</i>	<i>C7</i>	<i>C8</i>	<i>C9</i>	<i>C10</i>
Felmerülő beruházási ktg		-3 420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 eFt-ban
össz=	eFt-ban											
Éves pénzáramok becsült inflációja			7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)		100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
<i>Üzemi pénzáramok</i>												
Energiacsökkentésből adódó	1 446,923 077	1548,21	1594,65	1690,33	1757,95	1845,84	1901,22	1977,27	2036,59	2097,68	2160,61	eFt-ban
Működési ktg-ból adódó	-440	-470,8	-484,924	-514,019	-534,58	-561,309	-578,149	-601,274	-619,313	-637,892	-657,029	eFt-ban
Üzemeltetési	1 006,92	1077,41	1109,73	1176,31	1223,37	1284,53	1323,07	1375,99	1417,27	1459,79	1503,59	eFt-ban
<i>Fizetendő illetve elkerült adók</i>												
Adóalapeltérés amortizáció nélkül	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	év
7 éves leírási rész	5 919	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	eFt-ban
25 éves leírási rész	1 710	68,4	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	68,40	eFt-ban
4 éves leírási rész	921	230,192	230,19	230,19	230,19	230,19						eFt-ban
	8 550											
	eFt-ban											
Amortizációs költségeltérés összesen		1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	914,00	914,00	914,00	68	68	eFt-ban
Adóalap		-66,79	-34,47	32,12	79,17	370,53	409,07	461,99	461,99	1 348,87	1 391,39	eFt-ban
Adó mértéke	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Adó (fizetendő/elkerült)		-7	-3	3	8	37	41	46	135	139	144	eFt-ban
Cash flow összesen		1 084,09	1 113,18	1 173,10	1 215,45	1 247,48	1 282,16	1 329,79	1 282,39	1 320,65	1 360,07	eFt-ban
Diszkontálási tényező		10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450
Éves cash flow jelenérték		-3 420	982,72	914,70	873,73	820,55	763,46	711,22	668,62	584,51	545,69	eFt-ban
Kommunált jelenérték		-3 420	-2 437	-1 523	-649	172	935	1 646	2 315	2 900	3 445	eFt-ban
NPV		3 584,51	eFt-ban									
IRR		32,29%										
DPP		4										

4. évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 9,77 eFt
 egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 31,09 eFt

Társasház – 70 % támogatással

70% támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	ÉVEK	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C0			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási ktg	-2 565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
össz=	eFt-ban											eFt-ban
Éves pénzáramok becsült in flációja	100%	7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)		107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
Üzemi pénzáramok												
Energiacsökkentésből adódó	1 446,92	1548,21	1594,65	1690,33	1757,95	1845,84	1901,22	1977,27	2036,59	2097,68	2160,61	eFt-ban
Működési ktg-ból adódó	-440	-470,8	-484,924	-514,019	-534,58	-561,309	-578,149	-601,274	-619,313	-637,892	-657,029	eFt-ban
Üzemeltetési	1 006,92	1077,41	1109,73	1176,31	1223,37	1284,53	1323,07	1375,99	1417,27	1459,79	1503,59	eFt-ban
Fizetendő illetve elkerült adók												
Adóalapellátás amortizáció nélkül	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	év
7 éves leírási rész	5 919	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	845,60	eFt-ban
25 éves leírási rész	1 710	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	eFt-ban
4 éves leírási rész	921	230,192	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	230,19	eFt-ban
8 550	eFt-ban											
Amortizációs költségeltérés összesen		1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	1 144,20	eFt-ban
Adóalap		-66,79	-34,47	32,12	79,17	370,53	409,07	461,99	1 348,87	1 391,39	1 435,19	eFt-ban
Adó mértéke	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	eFt-ban
Adó (fizetendő/elkerült)		-7	-3	3	8	37	41	46	135	139	144	eFt-ban
Cash flow összesen	-2 565	1 084,09	1 113,18	1 173,10	1 215,45	1 247,48	1 282,16	1 329,79	1 282,39	1 320,65	1 360,07	eFt-ban
Diszkontálási tényező	10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450	eFt-ban
Éves cash flow jelenértéken	-2 565	982,72	914,70	873,73	820,55	763,46	711,22	668,62	584,51	545,69	509,34	eFt-ban
Kommunált jelenérték	-2 565	-1 582	-668	206	1 027	1 790	2 501	3 170	3 755	4 300	4 810	eFt-ban

NPV 4 359,53 eFt-ban

IRR 44,06%

DPP 3. évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 7,32857 eFt

egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 23,3182 eFt

Áruház vagy Raktár – Támogatás nélkül

Támogatás nélkül

Adatok eFt-ban	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ÉVEK	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
Felmerülő beruházási kgt	-14 350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 eFt-ban
Össz=	-14 350 eFt-ban													
Éves pénzáramok becslött inflációja		7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)	100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%	153,80%	158,42%	163,17%
Üzemi pénzáramok														
Energiacsökkentésből adódó	2 428,46	2 598,45	2 676,41	2 836,99	2 950,47	3 098	3 190,94	3 318,57	3 418,13	3 520,67	3 626,29	3 735,0825	3 847,135	3 962,549
Működési kgtból adódó	-780,00	-834,16	-859,638	-911,216	-947,665	-995,048	-1 024,9	-1 085,9	-1 097,87	-1 130,81	-1 164,73	-1 199,675	-1 235,685	-1 272,735
Üzemeltetési	1 648,46	1 763,85	1 816,77	1 925,78	2 002,81	2 102,95	2 166,04	2 252,88	2 320,26	2 389,86	2 461,56	2 535,4076	2 611,4698	2 689,8139
Fizetendő illetve elkerült adók														
Adóalapellátás amortizáció nélkül	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7 éves leírási rész	9 935	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23
25 éves leírási rész	2 870	114,8	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80
4 éves leírási rész	1 545	386,346	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35
14 350 eFt-ban														
Amortizációs költségeltérés összesen		1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38
Adóalap		-156,52	-103,61	5,40	82,43	568,92	632,00	718,65	2 205,46	2 275,06	2 346,76	2 420,61	2 496,67	2 575,01
Adó mértéke	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Adó (fizetendő/elkerült)		-16	-10	1	8	57	63	72	221	228	235	242	250	258
Cash flow összesen	-14 350	1 779,51	1 827,13	1 925,24	1 994,56	2 046,06	2 102,83	2 180,81	2 099,71	2 162,36	2 226,88	2 293,35	2 361,80	2 432,31
Diszkontálási tényező	10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450	0,34500	0,31900	0,29500
Éves cash flow jelenérték	-14 350	1 613,12	1 501,35	1 433,92	1 346,53	1 252,19	1 166,44	1 096,51	957,05	893,49	833,97	785,86	744,82	705,91
Kommunált jelenérték	-14 350	-12 737	-11 236	-9 802	-8 455	-7 203	-6 036	-4 940	-3 983	-3 089	-2 255	-1 397	-582	194
NPV	-65,16	eFt-ban												
IRR	10,23%													
DPP	13													

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 11,96 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 32,03 eFt

Áruháza vagy Raktár– 50 % támogatással

50% támogatás intenzitása

Adatok eFt-ban	ÉVEK	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási kgt		-7 175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
össz=	eFt-ban	-7 175										
Éves pénzáramok becsült inflációja			7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)		100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
üzemi pénzáramok												
Energiaszolgáltatásból adódó		2428,461538	2598,45	2676,41	2836,99	2950,47	3098	3190,94	3318,57	3418,13	3520,67	3626,29
Működési kgtból adódó		-780	-834,6	-859,638	-911,216	-947,685	-995,048	-1024,9	-1065,9	-1097,87	-1130,81	-1164,73
Üzemeltetési		1648,461538	1763,85	1816,77	1925,78	2002,81	2102,95	2166,04	2252,68	2320,26	2389,86	2461,56
Fizetendő illetve elkerült adók												
Adóalapeltérés amortizáció nélkül		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 éves leírási rész			1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23			
25 éves leírási rész			114,8	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80
4 éves leírási rész			386,346	386,35	386,35	386,35						
14 350	eFt-ban											
Amortizációs költségeltérés összesen			1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 534,03	1 534,03	1 534,03	115	115	115
Adóalap			-156,52	-103,61	5,40	82,43	568,92	632,00	718,65	2 205,46	2 275,06	2 346,76
Adó mértéke		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Adó (fizetendő/elkerült)			-16	-10	1	8	57	63	72	221	228	235
Cash flow összesen		-7 175	1 779,51	1 827,13	1 925,24	1 994,56	2 046,06	2 102,83	2 180,81	2 099,71	2 162,36	2 226,88
Diszkontálási tényező		10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450
Éves cash flow jelenérték		-7 175	1 613,12	1 501,35	1 433,92	1 346,53	1 252,19	1 166,44	1 096,51	957,05	893,49	833,97
Kommunált jelenérték		-7 175	-5 562	-4 061	-2 627	-1 280	-28	1 139	2 235	3 192	4 086	4 920

NPV 4 459,19 eFt-ban
IRR 24,04%
DPP 6 . évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 5,98 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 16,02 eFt

Áruház vagy Raktár– 60 % támogatással

60% támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	ÉVEK	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Felmerülő beruházási kgt. össz=	-5 740 eFt-ban	-5 740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 eFt-ban
Éves pénzáramok becült inflációja			7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)	100%	100%	107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%
Üzemi pénzáramok												
Energiacsökkentésből adódó	2 428,46	2 428,46	2 598,45	2 676,41	2 836,99	2 950,47	3 098	3 190,94	3 318,57	3 418,13	3 520,67	3 626,29 eFt-ban
Működési kgt-ből adódó	-780,00	-780	-834,6	-859,638	-911,216	-947,665	-995,048	-1 024,9	-1 065,9	-1 097,87	-1 130,81	-1 164,73 eFt-ban
Üzemeltetési	1 648,46	1 648,46	1 763,85	1 816,77	1 925,78	2 002,81	2 102,95	2 166,04	2 252,68	2 320,26	2 389,86	2 461,56 eFt-ban
Fizetendő illetve elkerült adók												
Adóalapeltérés amortizáció nélkül	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 év
7 éves leírási rész	9 935	14 19,23	14 19,23	14 19,23	14 19,23	14 19,23	14 19,23	14 19,23	14 19,23	14 19,23	14 19,23	eFt-ban
25 éves leírási rész	2 870	114,8	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	eFt-ban
4 éves leírási rész	1 545	386,346	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	eFt-ban
14 350 eFt-ban												
Amortizációs költségeltérés összesen		1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 534,03	1 534,03	1 534,03	1 115	1 115	1 115 eFt-ban
Adóalap		-156,52	-103,61	5,40	82,43	568,92	632,00	718,65	718,65	2 205,46	2 275,06	2 346,76 eFt-ban
Adó mértéke	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Adó (fizetendő/elkerült)		-16	-10	1	8	57	63	72	221	228	235	eFt-ban
Cash flow összesen		-5 740	1 779,51	1 827,13	1 925,24	1 994,56	2 046,06	2 102,83	2 180,81	2 099,71	2 162,36	2 226,88 eFt-ban
Diszkontálási tényező	10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450	0,34050 eFt-ban
Éves cash flow jelenérték		-5 740	1 613,12	1 501,35	1 433,92	1 346,53	1 252,19	1 166,44	1 096,51	957,05	893,49	833,97 eFt-ban
Kommunált jelenérték		-5 740	-4 127	-2 626	-1 192	155	1 407	2 574	3 670	4 627	5 521	6 355 eFt-ban
NPV	5 759,95 eFt-ban											
IRR	31,46%											
DPP	4											

4. évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 4,78 eFt
 egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 12,81 eFt

Áruhááz vagy Raktár – 70 % támogatással

70% támogatás intenzitás

Adatok eFt-ban	ÉVEK	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
Felmerülő beruházási ktg		-4 305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	eFt-ban
össz=		-4 305											
Éves pénzáramok becsült inflációja		100%	7,00%	3,00%	6,00%	4,00%	5,00%	3,00%	4,00%	3,00%	3,00%	3,00%	
Inflációs tényező (bázis viszonyszám)			107,00%	110,21%	116,82%	121,50%	127,57%	131,40%	136,65%	140,75%	144,98%	149,32%	
Üzemi pénzáramok													
Energiaellátásból adódó		2428,461538	2598,45	2676,41	2836,99	2950,47	3098	3190,94	3318,57	3418,13	3520,67	3626,29	eFt-ban
Működési ktg-ből adódó		-780	-834,6	-859,638	-911,216	-947,665	-995,048	-1024,9	-1065,9	-1097,87	-1130,81	-1164,73	eFt-ban
Üzemeltetési		1648,461538	1763,85	1816,77	1925,78	2002,81	2102,95	2166,04	2252,68	2320,26	2389,86	2461,56	eFt-ban
Fizetendő illetve elkerült adók													
Adóalapeltérés amortizáció nélkül		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	év
7 éves leírási rész			1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	1419,23	eFt-ban
25 éves leírási rész			114,8	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	114,80	eFt-ban
4 éves leírási rész			386,346	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	386,35	eFt-ban
14 350		eFt-ban											
Amortizációs költségeltérés összesen			1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 920,38	1 534,03	1 534,03	1 534,03	1 115	1 115	1 115	eFt-ban
Adóalap			-156,52	-103,61	5,40	82,43	568,92	632,00	718,65	2 205,46	2 275,06	2 346,76	eFt-ban
Adó mértéke		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	
Adó (fizetendő/elkerült)			-16	-10	1	8	57	63	72	221	228	235	eFt-ban
Cash flow összesen		-4 305	1 779,51	1 827,13	1 925,24	1 994,56	2 046,06	2 102,83	2 180,81	2 099,71	2 162,36	2 226,88	eFt-ban
Diszkontálási tényező		10,32%	0,90650	0,82170	0,74480	0,67510	0,61200	0,55470	0,50280	0,45580	0,41320	0,37450	
Éves cash flow jelenérték		-4 305	1 613,12	1 501,35	1 433,92	1 346,53	1 252,19	1 166,44	1 096,51	957,05	893,49	833,97	eFt-ban
Kommunált jelenérték		-4 305	-2 692	-1 191	243	1 590	2 842	4 009	5 105	6 062	6 956	7 790	eFt-ban
NPV		7 060,71	eFt-ban										
IRR		43,04%											
DP		3											

3. évben térül meg a beruházás

egységnyi m2-re jutó beruházási költség= 3,5875 eFt
egységnyi GJ-ra jutó beruházási költség= 9,60938 eFt