

DEBRECENI EGYETEM
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR

TDK DOLGOZAT

**GEOTERMIKUS ENERGIA FŰTÉSI CÉLÚ FELHASZNÁLÁSA AZ ÜVEGHÁZI
PARADICSOMTERMESZTÉSBEN**

**USE OF GEOTHERMAL ENERGY FOR HEATING IN GREENHOUSE TOMATO
PRODUCTION**

Szerző:

Ehretné Berczi Ildikó

Agrárközgazdász

Konzulens:

Prof. Dr. Bai Attila

Egyetemi tanár

DEBRECEN

2024.

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	3
1. CÉLKITŰZÉS	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. Zöldséghajtatás hazai és nemzetközi helyzete	5
2.2. A hajtatás specifikus mutatói.....	8
2.2.1. Technológiai jellemzők	8
2.2.2. Szezonális, árciklusok, külkereskedelem	9
2.3. Energetikai körkép	11
2.3.1. Energiafelhasználás a világon	11
2.3.2. Földgáz-piac	13
2.3.3. Energiafelhasználás Magyarországon, különös tekintettel a megújuló energiaforrásokra	14
2.3.4. Geotermikus energiafelhasználás jelentősége	15
2.3.5. Visszasajtolás kérdésköre	18
2.3.6. A hajtatás energiaigénye nemzetközi kutatások alapján	20
2.4. Gazdasági adatok szakirodalom alapján	23
2.4.1. Beruházás költségigényének változásai	23
2.4.2. Költség- és jövedelemszerkezet	24
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	25
3.1. Szakirodalom, statisztika.....	25
3.2. A működtetés költség-jövedelem viszonyai	25
3.3. Beruházás elemzés	26
3.4. Érzékenységvizsgálatok	29
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEŚÜK	30
4.1. Gazdasági elemzés termálvízzel és gázkazánnal fűtött korszerű üvegházak esetében	30
4.1.1. Működési költségek, valamint eredmény és hatékonysági mutatók az egyes modellekben	30
4.1.2. Beruházás megtérülésének vizsgálata	33
4.2. Érzékenységvizsgálatok értékelése	39
4.2.1. Szcenárió-elemzés	39
4.2.2. Elaszticitás-vizsgálat	39
4.3. Hipotézisekre adott válaszok.....	41
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	42
6. ÖSSZEFOGLALÁS	43
IRODALOMJEGYZÉK	
MELLÉKLETEK	

BEVEZETÉS

A különböző mezőgazdasági ágazatokat figyelembe véve, és különös tekintettel a növénytermesztési ágazatokra, a kertészeti ágazat részaránya kicsi, de az ágazat által előállított hozzáadott érték annál nagyobb. A fedett területeken történő termesztési forma jelentősége megnőtt az elmúlt években. A klimatikus viszonyok drasztikus és gyors változása a hajtítás felé terelte a fókuszot, noha a gazdasági környezet inkább negatív irányba változott a közelmúltban. A hajtítással foglalkozó termelőknek az inputanyag árak növekedésétől kezdve, a beruházási költségek tetemes növekedésén át az élelmiszer árinflációig minden nehézséggel szembe kellett nézni. A fennálló gazdasági körülmények jelenleg nehezzé teszik az új, zöldmezős beruházások beindítását. A nehézségeket jó mutatja, hogy egy hektár üvegház beruházási költsége közel duplája a 2010-es évek közepén mért adatokhoz képest Magyarországon, azaz most annyi önerővel kell rendelkeznie a termelőnek, mint amennyi korábban az egész beruházás költsége volt.

A támogatási rendszert alakító döntéshozók a jelenleg futó költségvetési időszakban a mezőgazdasági termelők támogatási lehetőségeit széles spektrumon határozták meg a Közös Agrárpolitika jegyében. Ez öröndetes tény, hogy a lehetőségek adottak a gazdasági nehézségek közepette, pláne, hogy soha ilyen mértékű támogatási összeg nem állt rendelkezésre a szétosztásra.

A támogatási rendszerben rejlő potenciál kiaknázása azonban nem olyan egyszerű feladat a termelők részéről. Egyfelől meg kell felelni az egyre szigorodó támogatási feltételeknek, másfelől nagy költségvetésű beruházások csak támogatással és kedvező banki hitelekkel tudnak megvalósulni. Ez utóbbi feltétel a magas kamatszintek miatt nem volt adott az elmúlt két évben, a tervezett beruházások lelassultak, és több esetben el sem kezdődtek.

A hajtítás a nagy beruházási költsége miatt különösen érzékeny a gazdasági körülmények negatív irányú változásaira, ezért azok a termelők, akik a hajtításba szeretnének beruházni jelentős önerővel kell rendelkezniük és azzal a képességgel, hogy a banki hiteleket biztonsággal tudják fizetni.

Az eredményes, egész éves hajtítás sok tényezőtől függ, de a fűtés módja kiemelkedő jelentőséggel bír. Ma már elképzelhetetlen a hajtítás termálvíz nélkül, ami a meleget biztosítja a növények számára a vegetációs időszak alatt. A hajtítás 80%-a a dél-alföldi régióban történik, ahol a geotermikus energia potenciál is kiemelkedő. Ezt használják ki a kertészek és így tudnak sikeresek lenni. Egy dologra azonban mégiscsak figyelemmel kell lenni, az pedig a termálvíz vízáadó rétegeibe történő visszasajtolás kérdésköre. A jelenlegi jogszabályi gyakorlat szerint

visszasajtolási moratórium van érvényben, azaz a kivett termálvizet nem kell visszajuttatni a föld mélyébe, de ez a kérdéskör időről-időre felvet kérdéseket. Ha később a szabályozási környezet nem biztosítja a visszasajtolási moratóriumot, azaz visszasajtoló kút létesítésére kötelezné a kertészeket, az szinte garantálná az ágazat ellehetetlenítését. Egy termelő kút beruházása sem csekély összeg, több száz millió forinttal kell számolni, de egy visszasajtoló kút létesítése még ettől nagyobb összeget is felemészthet.

Kérdés, hogy ma az üvegházak fűtése fosszilis energiahordozók által mennyire lehet alternatívája a termálvíznek. Így egyrészt arra keresem a választ, hogy milyen eredményességgel és hatékonysággal lehet üvegházi paradicsomot termesztetni, ha visszasajtoló kút is működik a termelő kút mellett. Másrészt azt is vizsgálom, hogy milyen megtérülésre lehet számítani, ha egy üvegházi beruházás földgázra alapozott, illetve a beruházás termelő és visszasajtoló kutat is tartalmaz.

1. CÉLKITŰZÉS

A téma fontossága mind az ágazati szereplők, mind a döntéshozók felé kiemelkedő jelentőséggel bír. A hajtatasos zöldségtermesztés felfelé ívelő pályán haladt az elmúlt években a pályázatoknak köszönhetően, ennek okán nem csak a terület nagysága nőtt, hanem az elérhető fajlagos hozam is. Azok a termelők, akik mertek beruházni és fejleszteni, ők ma is az ágazatot erősítik. Ugyanakkor a döntéshozók igénylik az új kutatási trendeket, amelyek mentén ki lehet alakítani azt a politikát, amely nem csak a kertészeket támogatja, hanem összességében a mezőgazdaságból élőket.

Mivel egy korszerű üvegház beruházása komoly tőkét igényel, ezért a beruházásban részt vevők – termelők, bankok, döntéshozók – a legjobb alternatívát keresik az eredményességhez.

Ha rendelkezésre állnak pályázati források, akkor ahhoz banki konstrukciókat kell találni, amelyek segítségével megvalósítható a beruházás. Az általános vállalati gyakorlat szerint a vállalati gazdasági elemzések, riportok szerves részét alkotják a beruházási projekt egyes paramétereinek változásaira való érzékenységet mérő érzékenységvizsgálatok.

Az elemzésemben olyan modellekkel dolgoztam, amelyek esetében 50%-os támogatás-intenzitást feltételeztem, és így vizsgáltam beruházások megtérülését. Emellett gyakorlati jelentőséggel bír az is, hogy meghatározzunk olyan scenáriókat, amelyekkel a biztos megtérülés szinte garantálható.

A hajtatas egyik kritikus pontja a fűtés módja, és egyértelmű, hogy ma kevés alternatívája van a termálvíznek, mégis időről időre meg kell mutatni, hogy az egyéb megoldások, jelen

esetben a földgáz alapú fűtési rendszer, milyen alternatívát nyújtanak a hajtatasos zöldségtermesztésben. Lényeges pont, hogy a földgáz alapú fűtés infrastruktúrája egyszerűbben alakítható ki, mégis horribilis működtetési költségek társulnak hozzá.

Három hipotézist állítottam fel a dolgozatban, és ezekre kerestem a választ. Ezek a következők.:

H1: Abban az esetben, ha korszerű üvegház épül egy termelő kúttal, ami a fűtést szolgálja a termesztőberendezésben, akkor a beruházás 50%-os támogatás-intenzitás mellett megtérül.

H2: Abban az esetben, ha a korszerű üvegház építése mellé termelő és visszasajtoló kút is létesül, akkor 50%-os támogatás-intenzitás mellett nem térül meg a beruházás.

H3: A földgázra alapozott üvegház létesítése nem nyújt alternatívát a megújuló energiaforrásra alapozott üvegházzal szemben.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Zöldség-hajtatas hazai és nemzetközi helyzete

A FAO hosszútávú kitekintése szerint a zöldségfélék termesztése 71%-kal nőtt az ezredfordulóhoz képest. A legnagyobb mennyiségben termesztett zöldségféle a paradicsom, 2022-ben 186 millió tonna volt a megtermelt paradicsom mennyisége és az is elmondható, hogy a világon a legnagyobb mennyiségben termesztett zöldségfélék közül (paradicsom, hagyma, uborka, káposzta és padlizsán) a paradicsomhoz köthető a legdinamikusabb növekedés (FAO, 2023) (1. ábra).

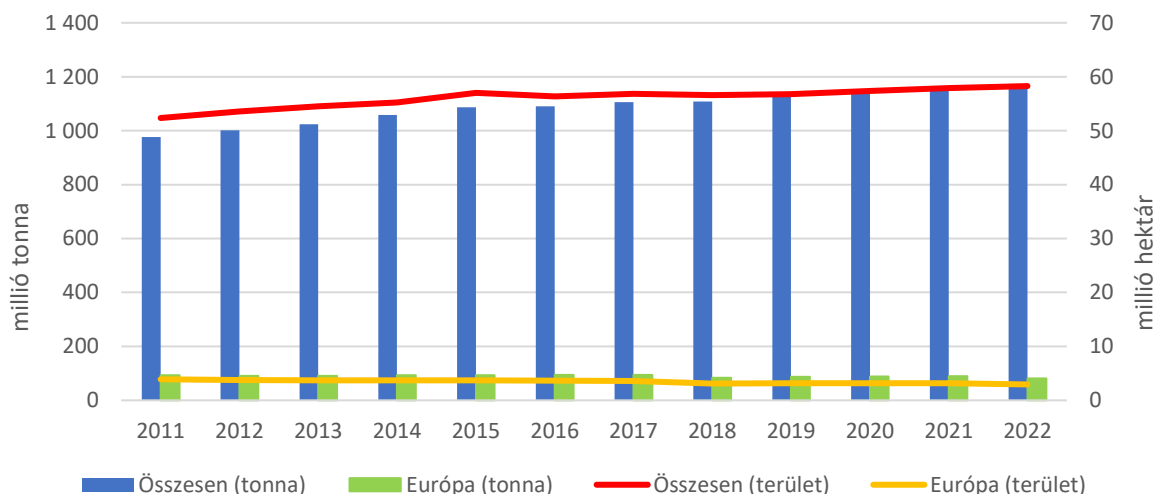
A megtermelt zöldségfélék nagy része frissen kerül értékesítésre a világon. A termesztés volumene és a terület fokozatos növekedést mutat. A gyarapodás fő motorja főleg Ázsiához és a Közel-Kelethez köthető. Ezzel ellentétben az európai országokban a zöldségfélék területe és mennyisége is jelentős visszaesést mutatott az elmúlt 10 évben.

A friss zöldségek egy része olyan területekről származik, amelyek valamilyen fizikai borítással védettek. Ezek a fedett területek lehetnek fólia-, vagy üvegborításúak, állandó vagy időszakos építmények.

Nehéz számszerűsíteni a fedett területek nagyságát világszinten, de egy 2019-es becslés szerint közel 5,6 millió hektáron folyik hajtatas a világon, és ennek 83%-a Kínában található (cuestaroble.com; Qasim et al., 2021).

Az EU-ban a hajtatas szerkezete és termesztése jelentős eltéréseket mutat, a komplex, energiaigényes, a beltéri klímát erősen szabályozó kialakítástól a szabadföldi gyakorlatokhoz

hasonló egyszerű szerkezetekig. A kialakítás módja számos tényezőtől függ, beleértve, de nem kizárólagosan, a helyi éghajlati és társadalmi-gazdasági feltételeket (Popsimonova et al., 2021).



1. ábra: A világ és az európai országok zöldségtermesztése (2011-2022)

Forrás: FAO (2024)

A FAO szerint becslések szerint 405 000 hektár hajtató felület található az EU-ban, amely az üveg- és műanyag borítású szerkezeteket egyaránt tartalmazza, ebből 105 000 hektár a délkelet európai országokban található. Az elmúlt évtizedekben forradalmi fejlődés ment végbe a hajtásban, úgy mint a fólia és az üveg típusa és minősége tekintetében, a műtrágyázásban, a talajtakarásban, a magas hozamú hibridek és fajták használatában, a növényápolási technikákban, az integrált növényvédelem alkalmazásában, a beporzó rovarok használatában, a klímaszabályozásban. A fejlődés eredményeként ma már a 600 tonna/ha termés hozam sem szokatlan a high-tech üvegházakban, holott korábban még jó teljesítménynek számított a 100 tonna/ha paradicsomtermés üvegházban (Baudoin et al., 2017).

Európában két fő irány különböztethető meg a termesztéstechnológia szempontjából. Az egyik irányvonal az északi, vagy holland rendszer, amelyre jellemző a beruházásigényesség és a jelentős energiafelhasználás, a másik irányvonal a déli, vagy mediterrán típusú rendszer, amely alacsony beruházási költséggel és az északi rendszerhez képest alacsonyabb energiafogyasztással jellemezhető (Castilla, 1994). Magyarország az északi, azaz a holland típusú rendszert adaptálta, ami a haza adottságokhoz illeszkedik.

A mediterrán térségben Spanyolország rendelkezik nagy, összefüggő hajtatófelülettel, főleg fóliás létesítményekben folyik a hajtás, az üvegházak aránya 1% körül van. A technológiai színvonal szerteágazó, de főleg a kevésbé modern növényházak dominálnak (FAO, 2013). A spanyol növényházak közel háromnegyede Almeria, Murcia és Alicante tartományban találhatóak, melyek közül Almeria az úgynevezett „Plastic Sea” néven ismeretes az összefüggő,

megközelítőleg 27 ezer hektáros hajtató felületével. A tartományban rendkívül kedvezőek a klimatikus viszonyok, amelyek versenyképességet pozitív irányba befolyásolják (Aznar-Sánchez – Galdeano-Gómez, 2011).

Hollandia évtizedek óta a legfontosabb szereplő a hajtásban, ez pedig köszönhető a klímaszabályozás, a mesterséges közegek használatának, az integrált és biológiai növényvédelem előtérbe helyezésének és a technológiai színvonal folyamatos korszerűsítésének (Breukers et al., 2008).

A hajtató kertészetek versenyelőnyét egyértelműen meghatározza a geotermikus energiafelhasználás. Különösen fontos volt ez egy olyan időszakban, amikor Hollandiában a világ leghatékonyabban működő hajtató kertészetei komoly energiaválsággal küzdöttek.

Az északi rendszerre jellemző magasabb energiafogyasztás a 2022-es évben drasztikusan érintette azokat a kertészeteket, ahol a hajtás a földgázalapú fűtésre alapozott. Hollandiában az energiaválság súlyosan érintette a kertészeti ágazatot. Az üvegházi hajtásból élő termelők 40%-a véglegesen vagy ideiglenesen feladta hajtási tevékenységét.

Magyarországhoz hasonlóan Törökország is jelentős geotermikus potenciállal rendelkezik. 529 hektár hajtató felületet fűtenek geotermikus hővel, ami a 2002. évi adatokhoz képest 400%-os emelkedést jelent. Az ország geotermikus potenciálja viszont még koránt sincs kihasználva, ezt mutatja, hogy több nagyszabású geotermikus projekt van tervezési és kivitelezési fázisban, amelyek több száz hektár területen történő hajtási tevékenységet készít elő (Floraldaily, 2023).

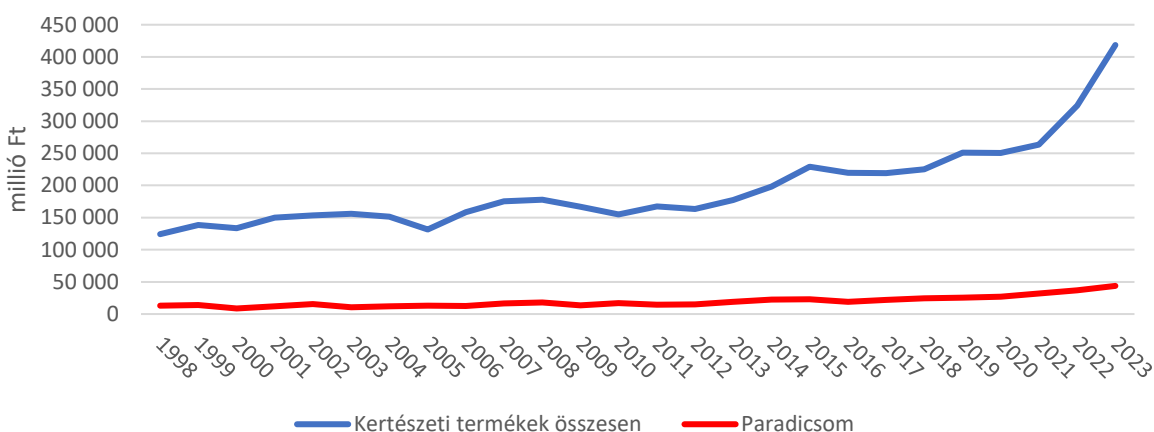
Törökország hajtásban betöltött szerepének jelentősége a kétezres években kezdett növekedni, amit jól tükröz egy 2008-as adat, miszerint a teljes fedett terület nagysága közel 52 ezer hektár volt, amelynek 20%-án folyt üvegházi termesztés (Tüzel – Leonardi, 2010). 2020 körül már meghaladta a 77 ezer hektárt a hajtott területek nagysága. Az üzemek átlagos nagysága 0,2 hektárról 0,4 hektárra nőtt. A hajtató felületek 13%-a üveg borítású.

Magyarországon az összes hajtató felület nagysága 3114 hektár körül alakult 2023-ban, amelyből 240-250 hektár üvegház, 700 hektár fűtött blokkfólia (ez utóbbi területből 310-320 hektáron termesztnek paradicsomot). Az elmúlt 7-8 évben a fejlesztéseknek köszönhetően 120 hektár üvegház felület és 10-15 hektár új fűtött fólia felület épült. Ezzel párhuzamosan 26-27 db új termáلكút került kiépítésre az újonnan létesítendő növényházak fűtésére, 8-10 db pedig a fosszilis fűtőanyag használatának a kiváltására.

Az üvegházi felületek növekedését jól mutatja, hogy a 2010-es évek közepén még csak 100-120 hektár korszerű technológiával felszerelt, fűtött üvegház volt hazánkban. Korábban is és most is az a tendencia érvényesül, hogy az üvegházakban főleg paradicsomhajtással

foglalkoznak. A hajtató területekről betakarított termés mennyisége 450-470 ezer tonna körül alakul évente, ennek körülbelül harmada, 150-160 ezer tonna étkezési paradicsom. Az étkezési paradicsom 78-80%-át bogyós és fürtös, 20-25%-át pedig a cherry, koktél és a snack paradicsom adja (Ehretné et al., 2015; FruitVeB, 2022; Gubacsi, 2023;).

A KSH legfrissebb (2024), a mezőgazdaság teljesítményéről szóló adatok szerint a paradicsom termelési értéke folyó alapon növekvő tendenciát mutat viszonylag hosszú időszakot felölelve. Meg kell jegyezni azonban, hogy a mezőgazdasági számlarendszerben az összes paradicsom (friss és feldolgozott) együttesen szerepel. A kertészeti termékek felívelése jól nyomon követhető az elmúlt tíz évben, közel 2,5-szeres növekedés tapasztalható, a paradicsom esetében pedig még látványosabb, közel háromszoros bővülés látszik 2012 óta (2. ábra).



2. ábra: A paradicsom termelési értéke folyó alapon (1998-2023)

Forrás: KSH (2024)

2.2. A hajtás specifikus mutatói

2.2.1. Technológiai jellemzők

A hajtás többféle módon valósulhat meg, a borítástól függően lehet fólia és üvegház, a termesztőközeg szerint talajon és talaj nélkül, energetikai szempontból pedig fűtött és fűtetlen módozatokat különböztetünk meg. Mivel az elemzés a fűtött, üvegházi körülmények között termesztett paradicsomról szól, ezért ezeknek a technológiai jellemzőit mutatom be.

A magyarországi hajtás a dél-alföldi régióba összpontosul, mert a klimatikus feltételek itt teljesülnek a leginkább a korai termesztéshez, különösen a napsütéses órák száma kedvező. Emellett ebben a régióban áll rendelkezésre a legnagyobb mennyiségben termásvíz, amely a hajtató felületek fűtésigényét elégíti ki (Takácsné Hájos, 2017).

A hajtás a biztonságos és jövedelmező termesztés egyik formája, azaz a talajtól elszigetelt mesterséges vagy természetes közegeken, tápoldat segítségével történik a növények

nevelése. A hajtás egyik előnye, hogy olyan területeken is megvalósítható, ahol nincsen termőtalaj, vagy éppen rossz annak a minősége és nem alkalmas a hajtásra. A talaj nélküli termesztés során a termésérés korábban következik be, jobb minőség és nagyobb termésmennyiség várható. Hátránya, hogy a beruházási költsége jóval magasabb a szabadföldi zöldségtermesztéshez képest és rendkívül érzékeny a technológiai hibákra. A jól működő hajtás alapfeltételei a jó minőségű víz, az elérhető szervízhálózat, a megbízható energiaszolgáltatás és a szaktanácsadói hálózat és háttérpar (Terbe – Slezák, 2008).

Üvegházi körülmények között hajtott paradicsomtermesztés talaj nélkül történik, ennek legkorszerűbb formája a függőcsatornás rendszer. Ilyen körülmények között a levegő mozgása egyenletesebb a növények között, így kedvezőbb mikroklíma alakul ki. A fűtőkörök kialakítása is hatékonyabban oldható meg. Az öntözés szabályozásával a pangó víz mennyisége csökken és a közegben mindenhol azonos a víztartalom. Az elfolyó tápoldat összegyűjtésére lehetőség nyílik, ami a későbbiekben visszaforgatható. A függőcsatornás rendszerek alkalmazása során a paradicsomra jellemző ápolási munkák hatékonyan végezhetők. A talaj takarásaként fóliát vagy takarószövetet terítenek le, és ezek cseréje viszonylag egyszerű. A rendszer hátrányként említhető, hogy a növények távolabb helyezkednek el a fűtőcsövektől, így nehezebb télen a klímát szabályozni (Szöriné, 2012).

A növényvédelmi stratégia fontos pillére az integrált növényvédelem, a biológiai növényvédelem, ami ma már szinte nem hiányozhat a hajtás technológiájából. A biológiai növényvédelem egyik formája a természetes ellenségek betelepítése a létesítménybe. A parazitoidok felhasználásában az üvegházi felhasználás hozott robbanásszerű fejlődést a 70-es évektől, elsősorban holland tapasztalatok alapján. A felhasználást erősítette, hogy a zárt termesztőberendezések (üveg-, és fóliaházak) környezete jobban szabályozható a szabadföldi ökoszisztémához képest (Darvas et al., 2008; Zentai, 2010).

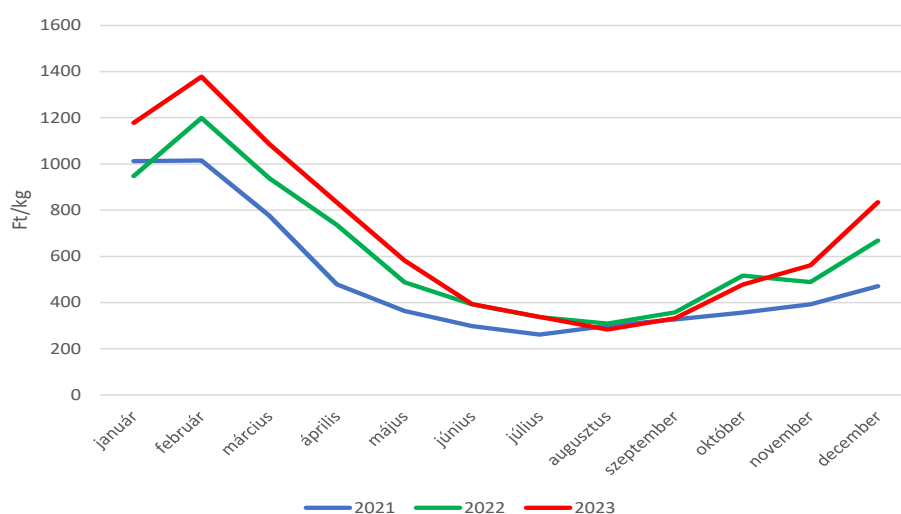
2.2.2. Szezonális, árciklusok, külkereskedelem

A paradicsom árának alakulása és a kínálat változása szoros korrelációt mutat. A hazai termesztésű paradicsom döntő hányadát belföldön értékesítik, ezért a belföldi piaci viszonyok határozzák meg a termelők lehetőségeit. A hajtott paradicsom piacát a belföldi fogyasztás mellett az időjárás is befolyásolja a szabadföldi paradicsom kínálata miatt (Németh et al., 2015).

A hazai paradicsom ára nagyságrendileg a 10. hét környékén a legmagasabb és a 25-40. hét között éri el a mélypontot. A tendenciát az magyarázza, hogy az üvegházi körülmények között termesztett paradicsom (és az egyéb hajtott zöldségfélék esetében is) téli időszakban szükséges fénymennyiség nem elegendő, a fény pótlása pedig jelentős költségnövekedéssel biztosítható, ami ebben az időszakban igen magas energiaköltséggel jár együtt. Ez tükröződik

az árakban is. Ennek okán november-február közötti időszakban a kereslet kielégítésére jelentős az import termékek mennyisége.

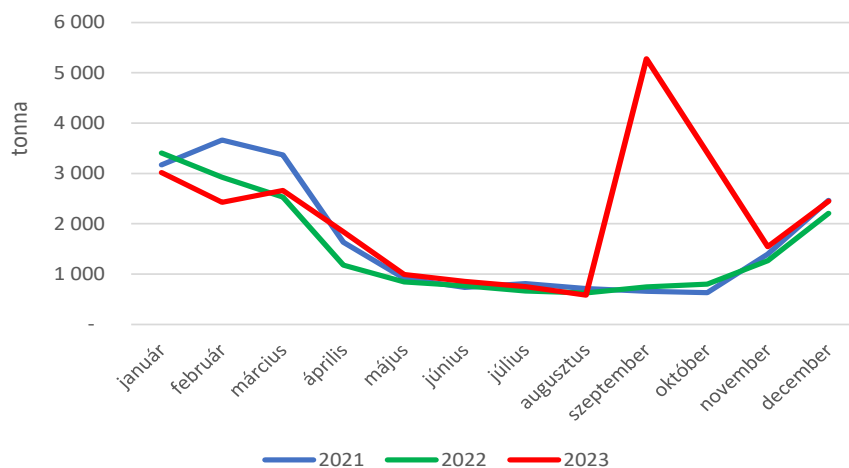
A KSH adatai szerint a termelői árak havi bontásában is jó látszik, hogy az árak lefutási görbéje a különböző éveken belül ugyanolyan. Az év elejei magas árakat egy erőteljesebb lefutás követi, a legalacsonyabb termelői árak július, augusztus hónapokra jellemzők. Ebben az időszakban már a szántóföldi és a hajtattott paradicsom is jelen van a piacokon. Az évenként növekvő termelői árakat jól szemlélteti a 3. ábra. A 2023-as adatok szerint a paradicsom termelői ára jóval meghaladta a 2021-es szintet. A legnagyobb eltérés a decemberi hónapot érintette 77%-os áremelkedéssel. Az augusztus hónapban azonban a 2023-as ár alulmaradt a két évvel korábbi szinthez képest.



3. ábra: A friss fogyasztású paradicsom termelői ára (ÁFA nélkül)

Forrás: KSH (2024)

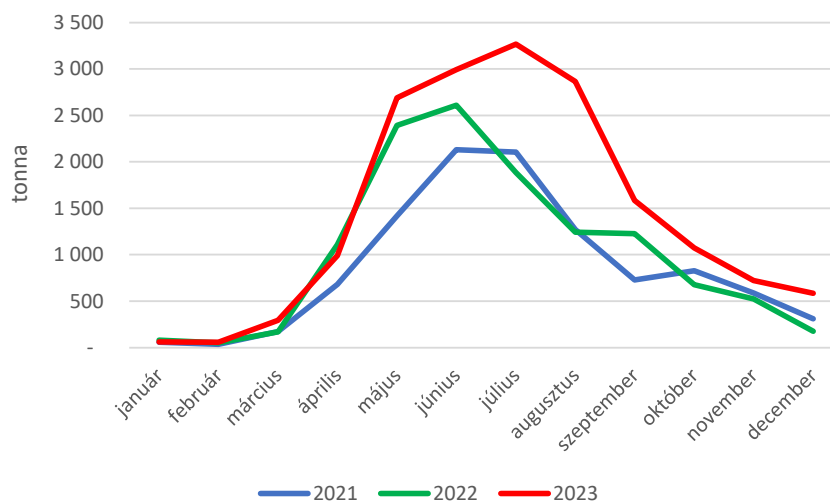
Friss paradicsomból az év elején és végén szorulunk nagyobb import mennyiségre, január-március hónapokban 3-3,5 ezer tonna friss paradicsom kerül hazánkba, majd áprilistól folyamatosan csökken ennek a mennyisége, és 1 ezer tonna körüli szinten marad májustól október végig. A 2023-as adatsor szeptember és október havi adata szokatlanul kiugró értéket mutat, véleményem szerint ez nem a valóságot tükrözi, inkább rendszerhiba lehet (4. ábra).



4. ábra: A friss paradicsom import mennyisége

Forrás: KSH (2024)

A paradicsom exportja ellentétes lefutású az importhoz képest, az év eleji nagyon alacsony szintet egy tavaszi, erős növekedés követi, amely ősz elejéig kitart. A vizsgált három évet vizsgálva megállapítható, hogy a 2023-as év rendkívül kedvező volt a paradicsom exportja szempontjából, nyár közepére meghaladta a 3 ezer tonnát és év végére 500 tonna felett alakult (5. ábra).



5. ábra: A friss paradicsom export mennyisége

Forrás: KSH (2024)

2.3. Energetikai körkép

2.3.1. Energiafelhasználás a világon

A dolgozatom fő fókusza az üvegházi paradicsomtermesztés energetikai beruházásaira, illetve a termelés során felmerülő költségekre, különös tekintettel a fűtési költségekre irányul.

Vizsgálom a földgáz alapú és a geotermális fűtésre alapozott üvegházi technológiákat, ezért fontosnak tartom az energetika témakörét részletesen elemezni.

A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) szerint a 2020-ban a koronavírus okán történt bezárások súlyosan érintették az energiaszektor, a lelassult közlekedés, a kereskedelem és gazdasági tevékenység világszerte 4%-kal csökkentette az energiafelhasználást. Annak ellenére, hogy a világjárvány hullámai tovább folytatódtak, bizonyos gazdasági tevékenység újra erősödtek, és a globális energiaigény 2021-ben 4,6%-kal emelkedett, ami a pandémia előtti szinthez képest magasabb arányt képviselt. A világjárvány rámutatott arra, hogy az energiabiztonság továbbra is gazdaságok sarokköve, a villamosenergia-biztonság és a rugalmas energiarendszerek minden eddiginél fontosabbak a modern társadalmakban, valamint a tiszta energiára való átállás lehetőségét a gazdaságélénkítés középpontjába kell helyezni.

A koronavírus járvány után újabb sokk következett, amit az orosz-ukrán háború kitörése okozott 2022 februárjában. A háború következtében egy globális energiaválság bontakozott ki.

A háború miatt az országok igyekeznek megerősíteni energiabiztonságukat, ami a globális energiarendszerre is jelentős hatással bír. Ugyanakkor a fosszilis tüzelőanyagok tisztább alternatívái gyorsabban terjednek, mint valaha. Az orosz-ukrán invázió által kiváltott globális energiaválság legnagyobb előnye lehet, hogy felgyorsítja a fosszilis tüzelőanyagok korszakának végét.

Az Eurostat adatai szerint míg 2020-ban az EU földgázbeszerzéseinek 41%-át, olajbeszerzéseinek 25%-át, szénbeszerzéseinek 53%-át Oroszország adta, addig az orosz inváziót követően a szankciócsomagok közvetlenül és közvetve is érintették ezeket a beszerzéseket, Oroszország szerepe jelentősen esett, az energiatermékek szállítóinak jelentős diverzifikációja alakult ki (Eurostat, 2023). Az EU földgázimportra vonatkozó korlátozásai kevésbé szigorúak az olajjal szemben. Az oroszországi energiafüggés mérséklésére tett intézkedések jelentősen felgyorsították a fejlődés lendületét a tiszta energia-infrastruktúra területén és a megújuló energiaforrások terjeszkedésében. Mindazonáltal továbbra is nyilvánvaló, hogy az olaj és a földgáz a jövőben is jelentős befolyást fog gyakorolni az energiapiacra. Fontos megjegyezni, hogy az Oroszországból származó energia korlátozásával párhuzamosan fennáll annak a lehetősége, hogy jelentős hatást gyakoroljon az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére irányuló uniós stratégia végrehajtására. Ez a stratégiai alap hatással van arra, hogy jelentősen befolyásolja a zöld innováció pályáját az EU tagállamaiban (Zhu et al., 2024).

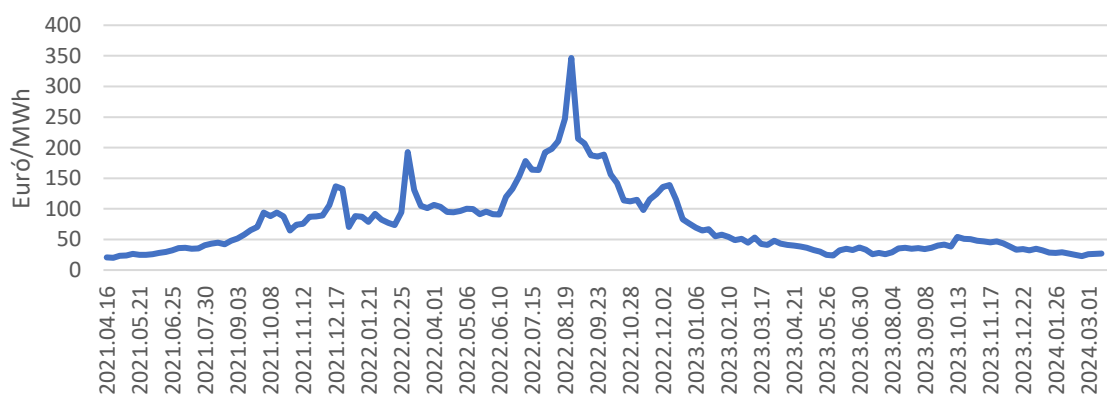
A fosszilis tüzelőanyagokról a megújuló energiaforrásokra való átállást széles körben elismerik, (Balsalobre-Lorente et al., 2018), viszont a megújuló energia magasabb beruházási

költsége a hagyományos fosszilis tüzelőanyagokhoz képest továbbra is jelentős akadály a széles körű elterjedésének (Lin – Chen, 2019).

2.3.2. Földgáz-piac

Ukrajna orosz inváziója és az energiaárak megugrása nyomán az Európai Unió földgázigénye 2022-ben 55 milliárd köbméterrel, 13%-kal csökkent, ami a történelem egyik legnagyobb visszaesése. A csökkenés megegyezik a több mint 40 millió lakás ellátásához szükséges gázmennyiséggel. Ehhez bizonyosan hozzájárult az enyhe téli időjárás is. Ugyanakkor a megújuló energiaforrások folyamatos szakpolitikai támogatásának köszönhetően 2022-ben körülbelül 50 GW szél- és napenergiát telepítettek az Európai Unióban, ami rekord magasnak számít. Ezek az intézkedések 11 milliárd köbméter földgáz kiváltására voltak alkalmasak az energiaszektorban (IEA, 2023).

A hosszú távú orosz szerződéses gáz ára (orosz gáz a német határon) és a leglikvidebb európai tőzsdén, a TTF-en kereskedett gáz ára jellemzi legjobban az európai földgázpiacokat (Takácsné Tóth et al., 2019). A TTF földgáz árának növekedésében négy nagyobb árcsúcs kialakulása figyelhető meg 2021 áprilisa és 2024 márciusa közötti időszakban. Az árcsúcsokat minden esetben szignifikáns visszaesés követte a piacokon (6. ábra). A drasztikus áremelkedés felerősítette a földgázhoz köthető ellátásbiztonsági aggodalmakat, aminek nyomán a fosszilis energiahordozóktól való függés csökkentése jelentősen felértékelődött.



6. ábra: A holland TTF földgáz heti jegyzései (2021. április 16 – 2024. március 01.)

Forrás: www.finance.yahoo.com

Az európai földgázpiacon a 2021. évben december hónapban ugrott a legmagasabbra a jegyzés, 137 euró/MWh értékre, és az ez után következő árcsúcsok még drasztikusabbak voltak. Az oroszországi offenzíva nyomán 2022 tavaszán 192,6 euró/MWh nőtt a földgáz ára, amit nyár elejéig egy mérsékelt csökkenés követett. A nyár végéhez közeledve központi kérdéssé vált a földgáztárolók téli feltöltése, a kereslet továbbra is megmaradt, a kínálati oldalon már szűkült a piac, ami meglehetősen magasra tolta a földgáz árát. 2022 augusztusában a

jegyzés soha nem látott magasságokba, 346,5 euró/MWh értékre szökkent. Ezután a jegyzés erőteljes csökkenésnek indult, az év végén némi kiugrással. 2023-ban a földgáz átlagos jegyzési ára 41,3 euró/MWh volt és 2024 eddig eltelt időszakában is a mértékletesség a jellemző, 27,8 euró/MWh átlagos árral.

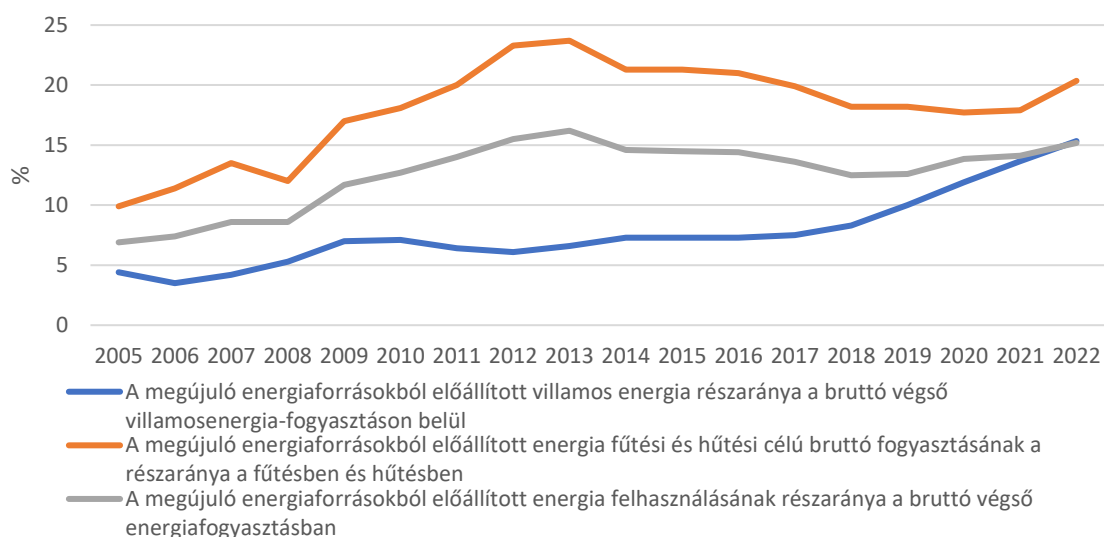
2.3.3. Energiafelhasználás Magyarországon, különös tekintettel a megújuló energiaforrásokra

A dolgozatomban nagy hangsúlyt fektetek a megújuló energiaforrásokra, különös tekintettel a geotermikus energia mezőgazdasági célú felhasználására, ezért egy átfogó képet szeretnék bemutatni a hazai energetikai helyzetről.

A MEKH legfrissebb adatai szerint a bruttó végső energiafogyasztásban a megújuló energiaforrások részaránya növekvő tendenciát mutatott az elmúlt 17 évben, bár 2013 és 2020 között egy mérsékelt visszaesés volt tapasztalható, amit egy erőteljesebb növekedés követett, noha a 2013. évi részarányt még nem sikerült elérni 2022-ben. Szinte ugyanez a tendencia érvényesül a megújuló energiaforrásokból előállított energia fűtési és hűtési célú bruttó fogyasztásának részarányában. Ugyanakkor a megújulók által előállított villamos energia részaránya meredek felívelési szakaszban van, az értéke megháromszorozódott a vizsgált időszakban (7. ábra).

Az elsődleges megújuló energiaforrások termelését bemutató 1. táblázatból jól látszik, hogy a legjelentősebb elsődleges megújuló energiahordozó a szilárd biomassza, habár a termelése visszaesett és a részaránya is 80%-ról 60%-os szintre csökkent. Emellett a víz és a szél termelése is csökkent a bázisévhez (2014) képest, ugyanakkor a napenergia által előállított energia több, mint 27-szeresére nőtt ugyanebben az időszakban. A jelen elemzés szempontjából releváns, geotermikus megújuló energiaforrás termelése közel duplájára nőtt, részaránya a megújulók között 3%-ról 5%-ra nőtt, köszönhetően a fokozódó igényeknek és a klímapolitikai célkitűzéseknek.

Az energiastatisztika szerint hőszolgáltatási célra előállított hőenergia közel 15%-a származott megújuló energiahordozókból, ahol a biomassza részaránya 51%, a geotermikus energiáé majdnem 38% volt. A megújuló energiaforrásokból történő hőenergia termelés 8 év távlatában ingadozásokkal ugyan, de növekedést mutat, különösen igaz ez a geotermikus energiaforrásra.



7. ábra: A megújuló energiaforrások felhasználásának részaránya (2005-2022)

Forrás: MEKH, 2024

1. táblázat: Elsődleges megújuló energiahordozók termelése

m.e.: terajoule									
Termelés	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Kommunális hulladék megújuló	1 845	2 756	2 766	1 930	1 626	1 842	2 447	2 617	2 388
Szilárd biomassza	98 928	105 221	100 570	98 952	89 320	85 940	85 240	91 576	87 534
Biogáz	3 323	3 335	3 708	4 141	3 916	3 785	3 748	3 545	4 053
Bioüzemanyagok	12 823	16 030	17 187	17 629	18 699	19 786	18 658	20 624	20 361
Napenergia	647	956	1 346	1 749	2 791	5 949	9 479	14 316	17 704
Geotermikus energia	3 800	4 426	5 026	5 590	6 005	6 611	6 274	6 560	6 938
Víz	1 084	842	932	792	799	788	878	763	641
Szél	2 365	2 495	2 462	2 729	2 185	2 624	2 358	2 390	2 196

Forrás: MEKH, 2024

2.3.4. Geotermikus energiafelhasználás jelentősége

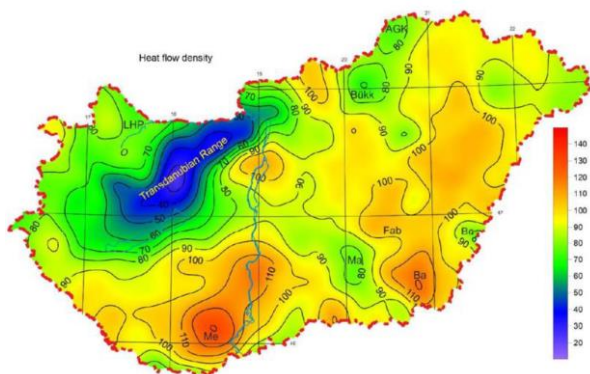
Magyarország geotermikus adottságairól szóló kutatások, vizsgálatok több évtizedes tapasztalatokon alapulnak, jelentősége mindig is kiemelt volt, de az energiaválság hatására tovább fokozódott a figyelem ezirányba is.

Már csak azért is fontos a geotermikus energiára összpontosítani, mert hazánk energiainportja jelentős és ezt az importfüggőséget mérsékeli a geotermikus energia. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni azt a tényt sem, hogy olyan tiszta energiáról van szó, amely károsanyag-kibocsátással nem rendelkezik, így pozitív hatással bír a klímaváltozásra (Európai Bizottság, 2016).

A múlt századi kutatásoknak köszönhetően a geotermikus viszonyok feltérképezésében hazánk kiemelkedően teljesített, elsősorban a hőhasznosítás terén (Szanyi et al., 2021).

A geotermikus gradiens értéke átlagosan $5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, ami a világátlag másfélszerese. A mért hőáramértékek: 2001 db 1 km-nél mélyebb fúrásban meghatározott mérés átlaga 90 mW/m^2 , a maximális értékek ($120\text{--}140\text{ mW/m}^2$) az ország déli részén találhatók, a minimális értékek pedig a karsztvíz-beszivárgási területeken fordulnak elő (Lenkey et al., 2021). Az európai kontinens nagyobb részén az átlag 60 mW/m^2 (Dövényi – Horváth, 1988).

Hazánk kiváló geotermikus adottsága tulajdonképpen két tényezőnek köszönhető: az egyik a világ átlagot mintegy másfélszeresen meghaladó, felszín felé áramló nagy hőfluxus, a másik a jó vízáadó képződmények jelenléte (8. ábra).



8. ábra: **Hőfluxus térkép (mW/m^2)**

Forrás: Lenkey et al., 2021

A rendszerváltást követően a legmarkánsabb növekedés a gyógy- és termálfürdők fejlesztésében, új fürdők létesítésében mutatkozott meg. Ennek köszönhetően mára csaknem 162 termálfürdő található Magyarországon, szemben a 2010. évi 104 termálfürdővel (Szanyi et al., 2021).

A geotermikus projektek felfutásához a befektetőknek két szempontot kell figyelembe venni, mégpedig a különböző projektek összevethetőségét, illetve a kockázatok minimalizálását. A geotermikus projektek számának növekedése szempontjából alapvető a geotermikus energia kutatási és kitermelési kockázatainak csökkentése, valamint a további meglévő kockázatok kezelése. A kockázati elemek közül a legfontosabb a földtani kockázat, amely főleg a felszín alatti tér ismertségének bizonytalanságából fakad. A Magyarországon található 1600-1700 (aktív és inaktív) termálkút a kutatásoknak és a méréseknek köszönhetően világviszonylatban is jól ismertnek számítanak, mégis a geotermikus energia kutatása és kinyerése kockázatos feladatnak számít (Szanyi et al., 2021).

Az 2. táblázat jó közelítéssel foglalja össze, hogy a meglévő termálkutak hogyan oszlanak meg a kútfejhőmérséklet és a felhasználásuk alapján. A mezőgazdasági célú kutak száma megközelíti az 500-at. A termálkutak hasznosítása szerint a legtöbb kút fürdő hasznosítású, ezt

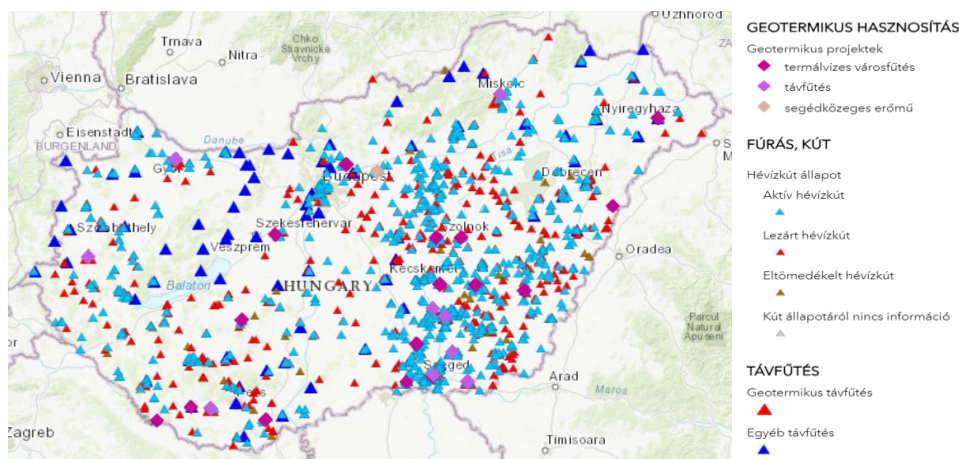
követi közel 500 kúttal a mezőgazdasági hasznosítás. Az OGRE rendszer térképe alapján a geotermikus vagyon az ország déli részébe összpontosul, ott, ahol a hajtató kertészek döntő többsége is végzi mezőgazdasági tevékenységét (9. ábra).

2. táblázat: Magyarország hévízkútjainak száma a kútfejhőmérséklet és a felhasználás alapján

T _{kútfej} *	Fürdők	Mezőgazdaság	Kommunális	Ipari	Többcélú	Összes
30-40	250	278	2	102	67	699
40-50	213	29	32	24	58	356
56-60	98	51	4	22	26	201
60-70	66	39	17	12	41	175
70-80	14	25	8	9	25	81
80-90	6	37	3	6	9	61
90-100	5	33	5	1	1	45
100<		1	2		1	4
Összesen	622	493	73	176	228	1622

Forrás: Tóth, 2016

*Kútfejhőmérséklet 10°C-os intervallumonként



9. ábra: Magyarország geotermikus hasznosítású kútjai

Forrás: OGRE (letöltés: 2024. március)

Növényházak fűtése megújuló energiaforrásból nem csak a termálvíz-hasznosítással lehetséges, hanem egyéb lehetőségek is a rendelkezésre állnak. A biomassa alapanyagok, a fás vagy lágyszárú növények, amelyek elégetése korszerű, biomassa kazánokkal történik, a tüzelőanyag fűtőértéke viszont jelentősen függ az alkalmazott fafajtától, a szén- és nedvességtartalomtól. Megújuló energiaforrás a hőszivattyús rendszerek alkalmazása is, ami hűtésre és fűtésre egyaránt megfelelő. A talajszondás hőszivattyúk geotermikus energiát használnak, ami a földkéreg hozzáférhető rétegeiben keletkezik és raktározódik, télen a fűtési igényt elégíti ki, nyáron hűtést segíti (Merényi, 2023).

2.3.5. Visszasajtolás kérdésköre

A geotermikus fűtés kapcsán említést kell tenni a termálvíz visszasajtolásáról. A visszasajtolás két okból szükséges, egyrészt a rétegyomás-csökkenés ellensúlyozására, másrészt a felszíni befogadók szennyeződésének elkerülésére. A visszasajtolás iránti szándék már a geotermikus rezervoárok hasznosítása előtt megszületett. Az olajiparban a pannóniai korú homokkővekbe közel 50 éve sajtolnak vissza vizet a másodlagos szénhidrogéntermelés érdekében igen magas, olykor 100 bar-t meghaladó nyomáson. Ez a technológia azonban a termálvizek esetében meglehetősen gazdaságtalan és hosszú távon nem fenntartható. 1998-ban Hódmezővásárhelyen épült meg az első gazdaságosan működő visszasajtoló kút, ebbe a kútba azóta több mint 2,6 millió m³ víz került visszasajtolásra (Szanyi et al., 2013), ugyanakkor a fenntartható geotermikus energia termelése csak visszasajtolással lehetséges, így ebben a témában számos kutatás folyik. A jelenlegi szabályozás szerint a visszasajtolási moratórium 2027-ig él.

A visszasajtolás műszaki megbízhatóság szempontjából azonban sok aggályt és kérdést felvet. Egy beruházó nagy biztonsággal tár fel termelő kutat, ami által biztosított lesz számára a termálvíz használata évtizedekig, sőt a beruházási költség is nagy valószínűséggel megtérül. A visszasajtoló kutak létesítése esetében lényeges kitétel, hogy hosszú ideig, alacsony költséggel üzemeljen. Ez a szavatosság azonban porózus víztartók esetében nem garantált. A visszasajtoló kutak beruházási költségei rendkívül magasak, mert a közvetlen költségek mellett a hőellátási és elosztási rendszer kiépítésének költségeivel is számolni kell, ezért gazdaságilag nem éri meg a beruházás, csak akkor, ha ehhez támogatás is társul (NFM, 2010; Szita, 2015). A kitermelt víz elnyelésére a töredezett karszt alkalmas, de a hajtató kertészetek döntően a déli-alföldi térségben tevékenykednek, ahol porózus területek vannak (NAK, 2020).

A kitermelt termálvíz elhelyezésének másik módja a visszasajtoláson kívül a felszíni befogadókba történő elhelyezése. Ha nem történik visszasajtolás, akkor a termálvíz ártalommentes elvezetéséről és elhelyezéséről gondoskodni kell. Az elvezetés során meg kell vizsgálni a tisztított szennyvizek és használt vizek helyben történő hasznosításának lehetőségét, illetve a használt termálvíz átmeneti tározása során törekedni kell a természetközeli szennyvíztisztítási megoldások használatára. Ennek során állandó jellegű tavas vizes élőhelyek, többcélú víztározók létesíthetők. A felszíni befogadó kiválasztásánál a vízkészlet-utánpótlási viszonyokat is figyelembe kell venni a környezetvédelmi szempontok mellett. Ebben az esetben a vízhasználó a vízjogi létesítési, üzemeltetési engedélyben lekötött vagy engedély nélkül felhasznált, az üzemi fogyasztó a ténylegesen igénybe vett vízmennyiség után vízkészletjárulékot köteles fizetni. A vízhasználó a kizárólag energiahasznosítás céljából

kitermelt termálvíz használatára tekintettel általa fizetendő víz-készletjárulékot - legfeljebb a vízkészletjárulék összege erejéig - csökkentheti a termálvíz visszatáplálását biztosító kút kialakításával, illetve a berendezések korszerűsítésével összefüggésben, az adóévben felmerült igazolt és a vízügyi hatósági feladatokat ellátó szerv által elfogadott költségének az összegével (NAK, 2022).

Fontos változás volt az elmúlt időszakban, miszerint a geotermikus energiahasznosítás engedélyezése tárgykörben a vízilétesítmények engedélyezési hatásköre átkerült a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatóságához (a továbbiakban: SZTFH), azonban a mezőgazdasági célú termálvíz kitermelése továbbra vízjogi engedélyköteles tevékenység, az ezzel kapcsolatos hatósági ügyintézés pedig továbbra is a területileg illetékes Katasztrófavédelmi Igazgatóság látja el (NAK, 2023). A geotermikus energia kutatását, kinyerését, hasznosítását szolgáló létesítményekre vonatkozó jogszabály változások az alábbiak:

A Katasztrófavédelmet érintő Vízügyi és vízvédelmi feladatkörök alakulása:

- Önálló vízjogi engedélyezés:
 - vízjogi engedély kiadása
 - SZTFH szakhatósági bevonása
 - 60 napos eljárás
 - önálló fellebbezési lehetőség, kétfokú eljárás
- Szakhatósági közreműködés
 - szakhatóságként vízgazdálkodási és vízvédelmi szakkérdések vizsgálata
 - kvázi vízjogi engedélyezési előírásokat kell tenni
 - 30 napos eljárás
 - önálló jogorvoslat nincs
 - egyfokú eljárás
 - további kiegészítő szabályozás kezdeményezése (pl. tervdokumentáció tartalma, VKJ)

Minden esetben önálló vízjogi engedély köteles a termálvíz kitermeléssel történő geotermikus energia kutatását, kinyerését, hasznosítását szolgáló vízkivétel, amennyiben:

- az elsődlegesen gyógyászati vagy
- fürdők
- kórházak
- elsődlegesen mezőgazdasági célú termálvíz kitermelést szolgál
- öntözés
- üvegház fűtése

- növénytermesztési célokat szolgál!

Fontos kiemelni, hogy a jogszabályok változása miatt érdemes folyamatosan figyelemmel kísérni a változásokat.

Az új engedélyezési rendszer szerint a jelenlegi struktúrában már közel száz kérelem érkezett. A Geotermikus Energia Bizottság szakmai véleménye alapján az SZTFH eddig 39 esetben engedélyezte a geotermikus kutatások megkezdését. A megfelelő beruházások megvalósításával középtávon akár 1,5 milliárd köbméter földgáz kiváltása is elérhető lesz. Az éves hazai földgázfogyasztás 15-20 százalékát kitevő mennyiség az importkitettséggel csökkenésében is jelentős szerepet játszik (Alternativenergia.hu, 2024).

A geotermikus energia hévíztermeléssel történő hasznosítása szorosan összefügg a termálvíz-gazdálkodás tárgykörével. A Vízyűjtő-Gazdálkodási Terv (VGT) alapja a víztestek, amelyek felszín alatti lehatárolása során 15 termálkarsztvíztest és 8 porózus termálvíztest került kijelölésre. Az első VGT 2010-ben készült el, és az előírások szerint 6 évente szükséges a víztesteket minőségi és mennyiségi állapot tekintetében felülvizsgálni. A mennyiségi állapot vonatkozásában megállapítást nyert, hogy a VGT-2 a szabadbattyányi termálkarsztot gyengének, illetve a dél-alföldi porózus termálvíztestet jó állapotú, de romló kilátásúnak minősítette, ami a jelentős termálvízkivétellel és a visszasajtolás hiányával függ össze a Dél-Alföld területén. Azóta hatályba lépett a VGT 3. csomagja, miszerint minden termál víztest jó besorolást kapott, de jelentős területen gondolták úgy, hogy fennáll a gyenge állapot kockázata. Elsősorban új vízigények engedélyezése lehet problémás visszasajtolás nélkül.

2.3.6. A hajtatus energiaigénye nemzetközi kutatások alapján

Annak ellenére, hogy a hajtatus az egyik legenergiaigényesebb ágazat a szabadföldön termesztett növényekhez képest, mégis kevés tanulmány áll rendelkezésre, amely a hajtatus energiafelhasználását dokumentálja. Figyelembe véve az EU klímapolitikai törekvéseit, nyilvánvaló, hogy a fenntartható gyakorlatok felé kell elmozdulni.

Elmondható, hogy régi, kevésbé modern hajtató felületek energiahatékonysága alacsonyabb, emiatt nagyobb az energiaigényük (Anifantis et al., 2016), de nem csak ezek a befolyásoló tényezők. Számolni kell a földrajzi és a klimatikus környezettel, illetve, a termesztéstechnológiai gyakorlatokkal is (hagyományos, organikus, talajnélküli termesztés, stb.) (Palmitessa et al., 2020).

Paris és munkatársai (2022) készítettek egy átfogó tanulmányt a különböző hajtató berendezések energiaigényéről. Ebben a tanulmányban magas és alacsony energiaigényű létesítmények között diverzifikálnak aszerint, hogy az alacsony energiaigényt kevesebb, mint 1000 GJ/ha, a magas energiaigényt pedig magasabb mint 1000 GJ/ha szinten határozták meg.

A vizsgált országok Spanyolország, Görögország, Olaszország, Hollandia és Németország voltak, és a vizsgált növény minden esetben a paradicsom volt. A hajtítás legnagyobb energiaigénye a fűtésből és a hűtésből eredt (0-99%), ezt követte az öntözés (1-19%), majd a tápanyagutánpótlás (1-27%), a növényvédelem (0-6%) és a megvilágítás (1%). Ezek az arányok azonban jelentősen különböznek attól függően, hogy földrajzilag hol hajtatlak, a termesztett növénytől és a hajtítás technológiájától. Európa szerte elég változatos a hajtításban használt fűtési rendszer, a gázkazánok a legnépszerűbbek, de az elmúlt években a geotermikus hőforrások felhasználása gyorsan növekedett (3. táblázat).

3. táblázat: Energia igény az alacsony és a magas energiaintenzitású paradicsom termesztő üzemekben (GJ/ha)

Ország	Tápanyag- utánpótlás	Növényvédelem	Fűtés	Hűtés	Egyéb	Összesen
Németország	42,0		12 612,0			50 210,3
Hollandia	119,0	1,0	14 990,0			37 556,3
Görögország	59,0		8 137,8	328,3	25,2	22 446,3
Spanyolország			10 080,0	3 816,0	-	13 896,0

Forrás: Saját szerkesztés de Visser et al., 2012; Kittas et al., 2014; Baptista et al., 2012 alapján-

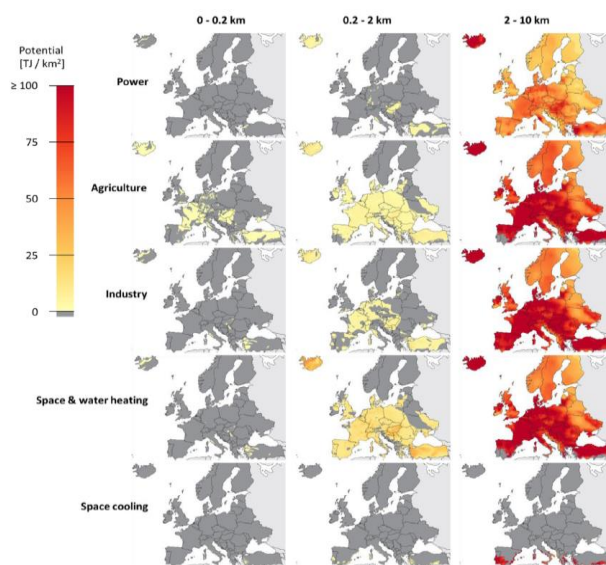
A kevésbé energiaigényes rendszerekben a hektáronkénti összes energiaigény akár 50-70%-kal alacsonyabb a nagyobb energiaigényű rendszerekhez képest. Európa nyugati és északi részén található hajtató berendezések esetében, különösen Hollandiában 11.000 GJ/ha fűtéssel számolnak (Van der Velden – Smit, 2019). Németországban körülbelül 12.500 GJ/ha fűtési energiaszükséglet merül fel hektáronként (De Visser et al., 2012).

A különböző tanulmányok rávilágítanak arra, hogy a tervezés, a működés optimalizálása és a technológia javítása szignifikánsan pozitív irányba befolyásolja az energiahatékonyságot (Zhang et al., 2020). A megújuló energiaforrásokra való átállást, illetve használatot többek között a geotermikus energiafelhasználás szempontjából is vizsgálták és Arpa és munkatársai (2016) azt találták, hogy a geotermikus rendszerek összevethetők a hagyományos rendszerekkel, illetve ezek működése gazdasági előnyökkel is jár (Kinney et al., 2019)

Egy 2020-ban megjelent tudományos kutatás szerint, holland és olasz kutatók végeztek vizsgálatokat a TIAM-ECN modell segítségével, amit a hosszútávú energiarendszerek és klímapolitikai elemzésekre terveztek. A modell globális szemléletű, 20 különböző régióra bontja a világ energiarendszerét, és azok költségminimalizálásán alapul, 2100-ig projekciókkal kiegészítve. A modell a globális energia-gazdaság fejlődését szimulálja az erőforrások kitermelésétől a végső energiafelhasználásig (Dalla Longa et al., 2020).

A kutatók a geotermikus energiában rejlő gazdasági lehetőségeket vizsgálták. A 10. ábra szerint Izland és néhány egyéb, vulkanikus tevékenységet mutató régió kivételével a

geotermikus energiatermelés potenciálja a 2 km alatti mélységű tározókra korlátozódik. Ezzel szemben a mezőgazdaságban, az iparban és az épített környezetben közvetlen geotermikus hőalkalmazások már 2 km-nél kisebb mélységben lévő tározókból is megvalósíthatók; a mezőgazdaság esetében ez még a 200 m-nél kisebb mélységben is így van. Térhűtési alkalmazások csak Dél-Spanyolországban, Olaszországban, Görögországban és Törökországban lehetségesek, mivel csak Európa azon részein haladja meg a minimális átlagos felszíni hőmérséklet a 15°C-ot. Ezekben az országokban a hűtésre jellemzően 2 km alatti mélységben igényelnek geotermikus erőforrásokat.



10. ábra: **Hosszútávú gazdasági lehetőségek a geotermikus energia felhasználásának tükrében Európában három különböző mélység-tartományban**

Forrás: Dalla Longa et al., 2020

A kutatás egy részét képezte a geotermikus hőtermelésre vonatkozó előrejelzés szektoronként Európában. A kutatás során alkalmazott modell (TIAM-ECN) szerint a geotermikus energiából származó közvetlen hőt leginkább a lakossági és kereskedelmi szektorban használják tér- és vízfűtésre, ahol túlnyomórészt a földgázt helyettesíti. Mérsékelt geotermikus energiafelhasználás tapasztalható a mezőgazdaságban, főként üvegházak fűtésére, miközben az ipari felhasználás is csekély. Ennek oka lehet, hogy a geotermikus energia korlátozott ipari felhasználására a költségek miatt csak korlátozott számú, 10 km-es mélységű erőforrást használnak fel, és ezek nem mindig elégítik ki az igényeket, mert a különböző ipari ágazatokban a hőmérsékleti követelmények gyakran meghaladják a 300°C-ot.

A holland ipar jelentősen csökkentette a gázfogyasztását, ami mögött energiahatékonysági intézkedések állnak, például a gázolaj helyettesítése, a gyártósorok leállítása, vagy adott esetben a tevékenység teljes beszüntetése. Jövőbe tekintő, hogy az elmúlt

év hatására a holland hajtató kertészek új alternatív energiaforrásként előtérbe helyezték a geotermikus energia kihasználását. A geotermikus hőprojektek már több mint 10 évesek. Vállalkozások társulásaként valósult meg 2011-ben olyan termálkút fúrása, ami által az azóta eltelt időszakban 50 millió m³ földgázt sikerült megtakarítani az üzemeknek.

A földgáz kiváltására újabb, jelentős geotermikus projekt megvalósítása kapott engedélyt Hollandiában. A projekt Polanen néven fut, és a kezdeményezés szerint a beruházás 50 hajtató üzemet fog ellátni geotermikus energiával. A fúrasi munkálatok 2023-ban kezdődtek, de a tervezetthez képest csúszik a projekt a szükséges anyagok árának növekedése miatt. Az 50 üzem a projekt kivitelezéséhez úgynevezett fűtési közösséget hozott létre. A beruházás finanszírozása bankok konzorciumaként fog létrejönni, amely projekt nagy részben az Európai Regionális Fejlesztési Alap (ERFA) forrásaiból fog megvalósulni (FruitVeB, 2023).

2.4. Gazdasági adatok szakirodalom alapján

2.4.1. Beruházás költségigényének változásai

Egy ágazat, de akár egy vállalkozás gazdasági helyzetének elemzése sokszor nehézségekbe ütközik az adatok elérhetőségének korlátozottsága miatt. A zöldség-hajtásra jellemző gazdasági körülmények elemzését hosszabb időtávon mutatom be, hogy a változások jól nyomonkövethetők legyenek.

Mivel a dolgozatom fókuszja az üvegházi paradicsomtermesztésen van, ezért az üvegházak beruházási költségeinek vizsgálatával kezdem. Az üvegházak beruházására vonatkozó költségek rendkívül mértékben megrágtak az elmúlt években. Általában a termelők nem rendelkeznek megfelelő önerővel – ez korábban is így volt – ezért a beruházás csekély kivételtől eltekintve csak a finanszírozás támogatásával valósulnak meg.

A korszerű hajtatóberendezések nagy beruházás-igénye viszonylag lassan térül meg, ezért az 50%-os támogatási intenzitás szinte alapfeltétele az építkezés megkezdésének. Már 15 évvel ezelőtt is (Tégla, 2009) vallották a szakértők és ebben a mai napig egyetértés van, hogy az optimális üzemméret alsó határa 3-5-6 hektár az üvegházi termesztésben. Több, nagynevű cég gazdálkodik ennél akár nagyobb területen – Zeiler Hungária 8,5 hektáron, veresi Paradicsom 6,5 hektáron, GreenCoop 5 hektáron – de a szerveződéseknek is nagy jelentősége van, mint például a DélKerTész, vagy a Hódkertész Kft. A beruházás költségét 500-700 millió forintra becsülik a szakértők termálkút létesítésétől függően (Gönczi – Héjja, 2023). Két évvel korábbi, 2021-es adatok szerint a beruházás költségét 400-600 millió forintra mérték (Héjja, 2021). Egy 2019-es kutatás pedig a beruházási költségeket 300 millió Ft/hektáron értékelte (Krivdáné Dorogi, 2019), ami a 2014-es, AKI-ban történt vizsgálathoz áll a legközelebb, ami szint 300 millió forintra becsülte a beruházási költségeket (Németh et al., 2014). A számokból jól látszik,

hogy a 2014-2023 közötti időszakban milyen mértékben drágultak meg egy korszerű üvegház létesítésének költségei.

2.4.2. Költség- és jövedelemszerkezet

Az elmúlt években bekövetkezett gazdasági változások jelentősen felborították a jövedelmezőségi faktorokat. A támogatások segítenek egy beruházás beindításában, de a vállalkozás sikere a termelés színvonalától és a hozzáértéstől függ. A szaktudás ma már olyan tulajdonság, amely nélkül egy gazdaság nem tud sikeresen működni, pláne egy olyan gazdasági környezetben, ahol folyamatosan alkalmazkodni kell a változásokhoz.

A hajtásban felmerülő költségek nagyságát több tényező befolyásolja, ezekhez mérten óriási különbségek adódhatnak. Téglá (2009) kutatási eredményei szerint a hajtás legmagasabb költsége a fűtési költség, a termelési költségek 25-30%-át is kiteheti, azonban az eltérő fűtési módok költsége jelentősen eltérhet, amit a fűtésre felhasznált anyagköltségen túl az üzem mérete is befolyásol. Téglá (2009) szerint a fűtési energia pedig a megújuló energiaforrások által állítható elő gazdaságosan. A vizsgálat talaj nélküli paradicsomhajtásban történt különböző üzemméreteknél. Eszerint a fűtőberendezés beruházásának költségei az üzemméret növekedésével fajlagosan csökken, illetve a 3-5 hektáros méretű üzemek képesek azt az eredményt elérni, amelyek geotermikus energia vagy biomassa fűtés célú felhasználásával alapozhatják meg a zöldség-hajtás jövőjét.

Krivdáné Dorogi (2019) végzett számításokat különböző technológiai színvonalon – hagyományos fóliasátor, blokkrendszerű fóliaház, korszerű üvegház – termesztett paradicsomhajtásban. Az összes közvetlen költség a korszerű üvegház esetében volt a legnagyobb, 8720 Ft volt m²-ként, és ehhez a költséghez 57,4 kg/m² hozam társult. A legnagyobb költségételt az ültetés jelentette, ezt követte a termesztőberendezés előkészítése és a zöldmunkák. E három költségételt az összes költség több, mint felét tette ki. A zöldmunkáknál jelenik meg az élőmunka- és anyagfelhasználás, ennek költsége 1165 Ft/m² volt. Ki kell emelni, hogy a hajtásban különösen magas az élőmunka felhasználás, az üvegház esetében körülbelül 9600 munkaórával kell számolni hektáronként. Az üvegházban a betakarítás költsége 412 Ft-ot tett ki m²-ként, és 3400 munkaórával kell számolni m²-ként. Kiemelkedő a termesztőberendezés amortizációja, aminek értéke főleg a beruházás tőkeigényétől függ, ez az üvegház esetében 1500 Ft/m².

Az elérhető árbevétel erősen függ a hozamtól, korszerű üvegházban a paradicsom hozama február-április időszakban 6-8 kg/m², ekkor az értékesítési ár is kiemelkedően magas. Május-július hónapokban 7-9 kg/m² hozammal is lehet számolni, de ekkor már az értékesítési ár

alacsonyabb az év korábbi szakaszához képest. Augusztustól várható a hozam csökkenése, és ezzel párhuzamosan az árak emelkedése.

Fenti tanulmány kitér a jövedelemre, a jövedelmezőségre és a hatékonyságra egyaránt. A hagyományos fóliasátorhoz képest a blokkrendszerű fólia termesztőberendezéssel mintegy 50%-kal magasabb hozam és 35%-kal magasabb bevétel érhető el, mindössze 10%-kal magasabb költséggel. Az üvegházban a blokkrendszerű fóliával összehasonlítva további 23%-kal magasabb hozamra és 30%-kal magasabb bevételt lehet elérni, 30%-kal magasabb költségek mellett. Ennek köszönhető az is, hogy a hagyományos fóliában nagyon magas a termék közvetlen önköltsége (196 Ft/kg), míg üvegházban és blokkfóliában ennél 20-25%-kal alacsonyabb és közel azonos (144-152 Ft/kg). A hozamok, költségek és árbevételek kapcsolata alapján a blokkfólia mintegy háromszor nagyobb fedezeti összeg elérésére képes, mint a fóliasátor; az üvegház pedig további 35%-kal magasabb ágazati nyereséget realizál, mint a blokkfólia.

A vizsgálat szerint a költségarányos jövedelmezőség a korszerűség javulásával javul. A hagyományos fóliaház jövedelmezősége 13%, a blokkrendszerű fóliaházban és az üvegházban majdnem azonos, 36 és 38% ez az érték.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Szakirodalom, statisztika

A dolgozatom első részében szakirodalmi adatok alapján mutatom be a zöldségtermesztés helyzetét a világon és Magyarországon. Külön kitérek az üvegházi paradicsomhajtatás termesztésére, ezen belül annak jelentőségére, technológiai jellemzőire és a költség- és jövedelmiviszonyokra, valamint a beruházás gazdaságosságára. A dolgozatomban részletesen foglalkozom az energetika kérdéskörével is. A statisztikai adatgyűjtést a FAO, KSH, MEKH adatok alapján végeztem el.

3.2. A működtetés költség-jövedelem viszonyai

A hajtatott, üvegházi paradicsom költség-haszon elemzését egységnyi, azaz 1 hektár méretű területre végeztem el. Az alapadatokat az általam felkeresett vállalkozás bocsátotta részemre, de kérésére a megnevezése nem publikus. Az adatok talaj nélküli, fűtős paradicsom termesztésére vonatkoznak 2023-as évre. Az általam felállított 3 modell – működtetés termelő kúttal, működtetés termelő és visszasajtoló kúttal, működtetés gázkazánnal – csak a fűtés típusában különböznek, ezért az alapadatokat tartalmazó táblában a fűtési költség kerül változtatásra a későbbiekben említettek szerint. A felkeresett vállalkozás adatai alapján a

számításokban a terméshozam 60,4 kg/m² minden esetben és a nettó értékesítési átlagár 332 Ft/kg.

Elemzésem során összehasonlító elemzést végzek a termálvíz fűtésű üvegházak gazdálkodásának eredményét és hatékonyságát az EBITDA, az EBITDA margin, a közvetlenköltség-arányos jövedelmezőség, az árbevétel-arányos jövedelmezőség és a költségszint segítségével. A mutatók alapján többek között látható, hogy az adott eredményből törleszthetők-e a hitelek, lehet-e beruházni, fejleszteni, tud-e a termelő tartalékokat képezni és elég-e a megélhetésre a keletkezett jövedelem.

3.3. Beruházás elemzés

Egy korszerű, minden igényt kielégítő, paradicsomtermesztésre alkalmas üvegház beruházási költségei nagyon magasak. Termálvíz-fűtésre alapozott üvegház esetében egyelőre csak a termelő kút beruházási költségeivel kell számolni Magyarországon, de a visszasajtolási moratórium esetleges felfüggesztésével a visszasajtoló kút létesítésének plusz költségei óriási terhet rónának a beruházóra, amelyek akár a fejlesztések leállítását is okozhatják. Ugyan az elmúlt években az új üvegházak fűtése szinte minden esetben termálvízzel valósult meg, de korábban megfigyelhető volt a földgázra alapozott fűtési technológia kiépítése is. Ezért vizsgálom, hogy egy esetleges visszasajtolási moratórium felfüggesztésével gazdaságosabb-e a földgáz alapú fűtési technológia kiépítése a két kútpárral szemben. A magas létesítési költségek miatt rendkívül pontos tervezést igényel az üvegházi beruházás.

A modelleket az előbbieken meghatározott adatok alapján állítottam össze, majd beruházás-elemzést végeztem el, annak érdekében, hogy a különböző fűtési módussal működő beruházásokat össze lehessen hasonlítani, ami segíti az optimális döntést. Ez esetben azt kell megvizsgálni, hogy a megépülő üvegházat milyen fűtési technológiával érdemes felszerelni, amely optimális esetben olcsó, környezetbarát – a beruházás és a működtetés időszakában is – illetve, hogy mi várható, ha visszasajtoló kút is létesíteni kell. Alapvetően sejthető, hogy melyik konstrukció fogja a legjobb mutatókat produkálni, mégis a változó szabályozási, gazdasági és infrastrukturális környezetet is figyelembe véve érdemes a változókra tekintettel lenni. A beruházás-elemzés készítésekor dinamikus mutatókat alkalmaztam s ennek okai:

- ezek vizsgálati horizontja átfogja a beruházás teljes élettartamát;
- figyelembe veszik az egyes pénzáramok időpontját;
- bevételi és kiadási adatokkal számolnak.

Alkalmazott mutatók:

- Nettó jelenérték-számítás (NPV): az éves pénzbevételek és pénzkidadások különbségének diszkontált összege (Chikán, 1997).
- Jövedelmezőségi index (PI): A beruházás révén képződő jövőbeli pénzáramlások jelenértékének és a kezdő tőkebefektetésnek a hányadosa. Azt fejezi ki, hogy egységnyi pénzösszeg befektetése mekkora értéket eredményez (Zéman – Béhm, 2016).
- Belső megtérülési ráta (IRR): az a diszkontráta, amely mellett a diszkontált hozadékösszeg nulla (Chikán, 1997).
- Diszkontált megtérülési idő (DPP): Az az időtáv, amely alatt a beruházás pénzáramlásainak jelenértéke a kezdetben befektetett tőke értékét eléri (Tóth, 2021)

A beruházás-elemzéshez szükséges táblázatban az első két oszlop az éves bevételeket, illetve kiadásokat jeleníti meg korrigálva. A pénzállományok változása adja meg az éves cash flow-t, amelyet a diszkontfaktorral szükséges korrigálni, így kaptam meg a diszkontált cash flow-t. A hatodik oszlopban a cash-flow jelenértéke látható, amelyből az NPV-t számoltam, úgy, hogy az egyes évek kapott értékeit hozzáadtam kezdő pénzáramhoz.

A diszkontlábát a hosszú lejáratú állampapírok hozamához igazítottam, vagyis az MNB állampapírpiaci referenciahozamoknak a benchmarkját vettem alapul. Mivel a beruházást 15 évre kalkulálom, ezért a 2023-as év átlagait tekintve 15 éves hátralévő futamidőre számított hozam volt az irányadó. Ez az adott évben 7,3058 % volt (MNB, 2024).

A gazdasági környezet rendkívüli változásokon ment keresztül az elmúlt két évben, az infláció nagymértékben változott, különösen az élelmiszerek inflációja volt kiemelkedő. Ennek érdekében az árbevételeket és a működési költségeket évről évre növeltem az egyes modellekben. Az éves növekedés arányát a bevételek (a friss piaci paradicsom) esetében a KSH mezőgazdasági számlarendszerben a friss paradicsomra vonatkozó árindexek adták úgy, hogy a 2003-2023 közötti időszakot alapul véve nem lineáris trend függvényt illesztettem a következő (a beruházás működésére vonatkozó) 15 évre.

A kiadások meghatározása nagyobb körültekintést igényel a már korábban említett gazdasági mozgások miatt. A jelenlegi infláció mértéke 3,8% körül mozog, de az elmúlt 2 évben nagyon kirívó pályát futott be, és ez torzító hatással bír egy hosszabb adatsor átlagait figyelembe véve, ezért a kiadások növekedésének a mértékét egyrészt a KSH mezőgazdasági ráfordítások árindexének 2003-2023 időszakra vonatkozó átlagát vettem figyelembe, ez az érték 6,5%.

Másrészt, mivel mind a 3 modell esetében különböző kiadásokkal kell számolni a fűtési költség miatt, ezért a ráfordítások árindexe mellett az energia árának változását is figyelembe veszem, azaz a fűtési energia, a villamos energia és az egyéb költségeket. Ezekre kalkulálok várható növekedési rátát. Az így kapott eredményt használom a jövőbeni kiadások tervezéséhez (4. táblázat). Az egyes költségcsoportok növekedési rátája:

- általános villamosenergia és fűtési költség termálfűtés esetében: MEKH 2015-2023 nem lakossági fogyasztók díjszabása alapján átlagos éves növekedést számoltam, amely 5,1%.
- földgáz: 2018-2023 közötti időszakban a holland TTF tőzsdei jegyzései alapján (napi nyitó érték) függvény segítségével felállítottam a trendet a 2024-2039 közötti időszakra (a 2022.03.01-12.01. időszakot figyelmen kívül hagyva), majd az éves változásokat átlagoltam. Az így kapott éves növekedés 7,75%. A működési költségekben a gáz fűtési költségének meghatározásakor a 2024-es átlagos holland TTF tőzsdei jegyzés értékét forintosítottam 381,95 EUR/HUF középfolyamon.

4. táblázat: A kiadások változásának meghatározása a különböző modellekben

Modell megnevezése	Fűtési energia részaránya a kgt szerkezetben	Villamos energia részaránya a kgt szerkezetben	Egyéb kgt-k részaránya	Súlyozott kgt. növekedés
Termálvíz fűtés	10,5%	4,5%	85%	6,3%
Termálvíz fűtés visszasajtolással	19%	4%	77%	6,2%
Gázkazánra alapozott fűtés	42,4%	2,8%	54,8%	7,0%

Forrás: Sajat számítás

Megállapítottam az egyes költségnemek részarányát a különböző modellekben a 2023-as értékeket alapul véve, eszerint:

- csak termelő kút esetében: fűtési költség 10,5%, villamosenergia költsége 4,5%, egyéb költségek 85%, az így kapott **súlyozott költségnövekedési ráta 6,3%**
- termelő és visszasajtoló kutas modell: a csak termelő kúttal működő modell fűtési költségét duplázom a visszasajtolás áramigénye miatt: fűtési költség 19%, villamosenergia 4%, egyéb 77%, az így kapott **súlyozott költségnövekedési ráta 6,3%**
- gázfűtés: 2024-es átlagos TTF árat forintosítva számolok fajlagos költséget (2,879 Ft/MJ), az üvegház fűtési igénye - 30 TJ/ha/év - alapján hektáronkénti fűtési költséget (86,4 MFt/ha). A felosztás pedig így alakul: fűtés 42,4%, villamos energia 2,8%, egyéb 54,8%, az így kapott **súlyozott költségnövekedési ráta 7,0%**.

Szakértői becslés alapján a beruházási költség tervezéséhez az alábbiakat veszem figyelembe, de fontos kiemelni, hogy ezek a költségek rendkívül gyorsan változnak, sok

tényezőtől függenek, ezért hozzávetőleges, de a felkeresett vállalkozás által megadott valósághoz közel álló értékekkel számolok:

1 hektár korszerű üvegház építésének költségét nagyságrendileg 600 millió Ft-ban határoztam meg. Egy termelő kút beruházási költsége 300 millió Ft, a visszasajtoló kúté 400 millió Ft. A gázkazán értékét internetes források alapján 14,6 millió Ft-tal számoltam.

A fűtés az üvegházakban körülbelül 10 hónapig tart, amely nagyjából 5000 órát jelent évente. Az éves hőigény kalkulálásához két adatot használtam fel: az első Téglá Zsolt kutatása (2009) alapján 175 W/m² volt a számítások alapja, a másik adat pedig az általam látogatott vállalkozástól kapott szakértői, 1,6 MW/ha-os érték. A két adat alapján átlagosan 30 TJ/ha/év hőigénnyel kalkuláltam.

3.4. Érzékenységvizsgálatok

Az általános vállalati gyakorlat szerint a vállalati gazdasági elemzések, riportok szerves részét alkotják a beruházási projekt egyes paramétereinek változásaira való érzékenységet mérő érzékenységvizsgálatok. Kijelölünk jellegzetes tervezési paramétereket majd egyenként elemezzük, hogy ezek esetleges változásaira mennyire érzékeny a beruházás nettó jelenértéke. Ezzel a módszerrel kiszűrhetjük azokat a tényezőket, amelyek kockázatossága döntően meghatározza a projekt egészének kockázatosságát (Tóth, 2021).

A Szenárió-elemzés során optimista, realista és pesszimista értékeket határoztam meg a hozamra, az értékesítési árra és a fűtési költségre vonatkozóan a termálvíz fűtésű modellekben (5. táblázat). A hozamra vonatkozó optimista adat a választott vállalkozás elérni kívánt szintje, a pesszimista értéket szakirodalom alapján választottam. Az értékesítési átlagárát a KSH termelői árainak minimum és maximum értékeihez alakítottam 2018-2022 közötti időszakra vonatkozóan. A fűtési költség döntő hányadát az áramköltség adja. Mivel az áram ára 2023-ban volt a legmagasabb, ezért ezt pesszimista értéknek veszem, az átlagos érték a 2019-2024 közötti időszak átlagára, az optimista pedig ugyanezen időszak minimuma. A földgázra alapozott technológia esetében nem vizsgálom szenáriókat, mert a nettó jelenérték vizsgálatánál már látható, hogy ez a beruházás soha nem fog megtérülni.

5. táblázat: A Szenárió paraméterei az első modell esetében (visszasajtolás nélkül)

Szenárió	Hozam (H)	Értékesítési ár (Á)	Fűtés-költség (Fk)	Hozam (H)	Értékesítési ár (Á)	Fűtés-költség (Fk)
	Szenárió visszasajtolás nélkül			Szenárió visszasajtolással		
Optimista	66	445	8 268 210	66	445	16 536 421
Átlagos	60	332	11 135 302	60	332	22 270 605
Pesszimista	54	251	13 737 500	54	251	27 475 000

Forrás: Saját szerkesztés

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Gazdasági elemzés termálvízzel és gázkazánnal fűtött korszerű üvegházak esetében

A 2022-es év rendkívül nagy terhet rótt a mezőgazdaságra. Nemcsak a természeti kihívásokkal kellett megküzdeni az ágazati szereplőknek, hanem az energiapiacra bekövetkezett változások is kényszerhelyzet elé állították a mezőgazdaságból élőket.

A dolgozat célkitűzése, hogy összehasonlíthatóvá váljanak egy megújuló energiaforrás és egy hagyományos, fosszilis energiahordozó által fűtött üvegház beruházási és működési paraméterei. Modellekben csak a fűtési mód különbözik, illetve a termálvíz alapú fűtés esetében vizsgálom azt az esetet, amikor csak termelő kút van, és külön elemzem azt az esetet, amikor termelő és visszasajtoló kút is része a tevékenységnek.

Bár a mai modern üvegházak építése során szinte csak termálvíz fűtésre alapoznak, mégis a gázalapú fűtés egy olyan alternatívát jelenthet, ami korábban jelen volt, illetve az ehhez szükséges infrastruktúra kiépítése jobban megoldott és a nyersanyag is rendelkezésre áll. Nem véletlen azonban, hogy a gázra alapozott fűtés a háttérbe szorult, hiszen horribilis költségeket emésztett fel a fűtés.

Viszont a visszasajtolás problematikája számos átgondolandó kérdést vet fel, különösen a beruházás megtérülése kapcsán, illetve a működtetési költségeket is jelentősen emeli a visszasajtoló kút használata. Ez a kérdéskör sokkal több kutatást igényel, mint amennyi adat jelenleg a rendelkezésre áll.

4.1.1. Működési költségek, valamint eredmény és hatékonysági mutatók az egyes modellekben

Egy sikeres beruházáshoz az önerő megteremtése elengedhetetlen. A működési költségek alakulása, illetve az elérhető jövedelem jelentősen befolyásolja a későbbi fejlesztések színvonalát. Jelen vizsgálatban a működési költségeket a fűtés módja befolyásolja, ez alapján 3 modell működési költségeit vizsgálom.

1 hektár üvegház működtetési költségeit saját adatgyűjtés alapján rögzítettem, ahol talaj nélküli termesztésben a fűtős paradicsom hozama 60,4 kg/m², az értékesítési ár pedig 332 Ft volt kilogrammonként. Ebben az esetben a fűtés termálvízzel történt (7. táblázat).

A vizsgált vállalkozás éves szinten 154,8 millió Ft közvetlen költséggel számol egy hektárra. A legnagyobb költségtételt a növényápolás jelenti, 18,9 %-os részaránnyal és közel 30 millió Ft-os költséggel. Az ültetés költségét a palánta ára befolyásolja, ez 24,4 millió Ft, és

15,8%-os arányt képvisel az összes közvetlen költségből. A harmadik legnagyobb tétel a sorban a termesztőberendezés amortizációja 23,8 millió Ft költséggel.

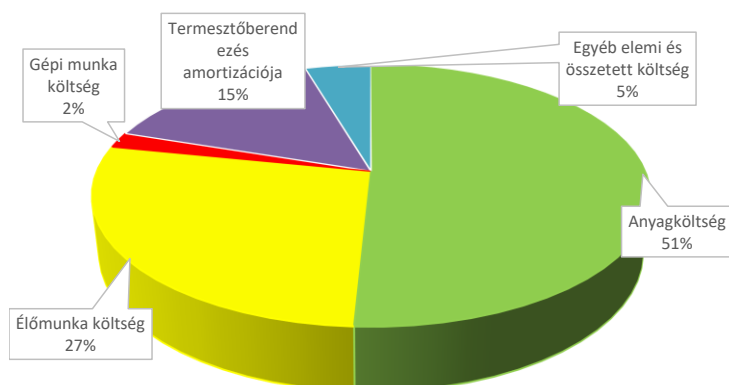
7. táblázat: Üvegházi paradicsom termesztés költségösszesítője 1 termelő kút esetében

Művelet megnevezése	Költség (ezer Ft/ha)	Költség (Ft/m ²)	Költség (Ft/kg)	%
Termesztőberendezés előkészítés	4463	446	7,4	2,9
Fűtés	13 738	1374	22,7	8,9
Ültetés	24 423	2442	40,4	15,8
Öntözőberendezés telepítése	528	53	0,9	0,3
Növényápolás	29 283	2928	48,5	18,9
Öntözés, tápanyag-gazdálkodás	13 748	1375	22,8	8,9
Növényvédelem	2369	237	3,9	1,5
Biológiai növényvédelem	8695	869	14,4	5,6
Betakarítás	10 544	1054	17,5	6,8
Szállítás	2973	297	4,9	1,9
Szezonvégi munkák	1131	113	1,9	0,7
Egyéb műveletek költsége	12 136	1214	20,1	7,8
Javítás, karbantartás	4750	475	7,9	3,1
Termesztőberendezés amortizációja	23 750	2375	39,3	15,3
Egyéb közvetlen költség (bérlet, biztosítás)	2300	230	3,8	1,5
ÖSSZES KÖZVETLEN KÖLTSÉG	154 829	15 483	256,3	100,0

Forrás: Saját adatgyűjtés

A fűtési költség az összes közvetlen költségből közel 9%-kal részesedik, ez egy kedvező arány, ami a termálvíz alapú fűtésnek köszönhető.

A vizsgált vállalkozás költségnemenkénti összesítője szerint az anyagköltség bír a legnagyobb aránnyal, ezt követi az élő munka 27%-os, és a termesztőberendezés amortizációja 15%-os részaránya (11. ábra). Minél magasabb a fűtési költség, annál magasabb lesz az anyagköltség, így annak részaránya is.



11. ábra: Költségnemek aránya a termálvízzel fűtött üvegházban

Forrás: Saját adatgyűjtés alapján saját számítás

Abban az esetben, ha a termelő kút mellett visszasajtoló kút is működik, akkor a fűtés költsége is változik. Az általam vizsgált elméleti modellben a fűtési költséget duplájára emeltem

az eredeti fűtési költséghez képest, így a fűtés évi költsége 27,5 millió Ft hektáronként. Fontos kihangsúlyozni, hogy ennek az értéke függ a visszasajtolás körülményeitől, értéke jóval több is lehet. Mivel az egyéb paraméterek nem változtak, ezért a fűtés többlet költsége 165,6 millió Ft összes közvetlen költséget eredményez az előző modellel összehasonlítva (8. táblázat).

8. táblázat: Üvegházi paradicsom termesztés költségösszesítője egy kútpár esetében

Művelet megnevezése	Költség (ezer Ft/ha)	Költség (Ft/m ²)	Költség (Ft/kg)	%
Fűtés	27 475	2 748	45,5	16,3
Összes közvetlen költség a fűtés kgt-e nélkül	141 092	14 109	233,6	83,7

Forrás: Saját adatgyűjtés alapján saját számítás

A költségnevek részarányának alakulása hasonló az első modellhez, ahol az anyagköltség 54%, az élő munkaköltsége 25%, az amortizáció 14%, gépi munka költsége közel 2% és az egyéb elemi és összetett költség 4%-ot tesz ki.

Elméleti modellként mutatom be, hogy alakulnának a költségek és a beruházás megtérülése, ha egy korszerű üvegház fűtése gázkazánnal lenne megoldva.

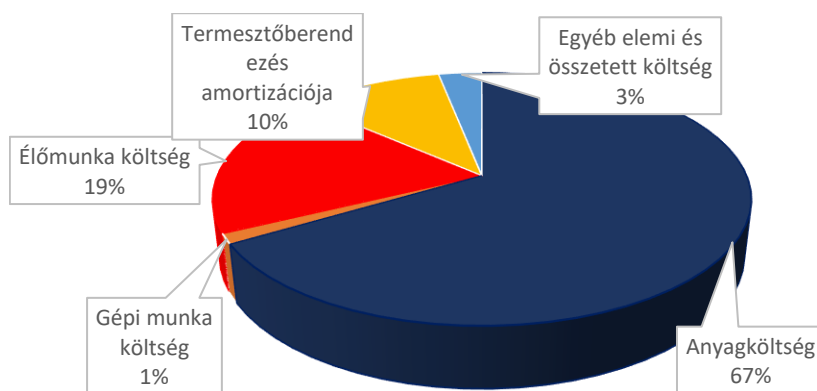
Az anyag és módszer fejezetben leírtak szerint ebben a modellben a fűtési költség 86,4 millió Ft-ot tenne ki évente. Ez az összes közvetlen költség 38%-át jelenti. Ez hatalmas terhet jelentene a termelőknek (9. táblázat).

9. táblázat: Üvegházi paradicsom termesztés költségösszesítője földgázfűtés esetében

Művelet megnevezése	Költség (ezer Ft/ha)	Költség (Ft/m ²)	Költség (Ft/kg)	%
Fűtés	86 370	8 637	143	38,0
Összes közvetlen költség a fűtés kgt-e nélkül	141 092	14 109	233,6	62,0

Forrás: Saját adatgyűjtés alapján saját számítás

A költségnevek arányát megvizsgálva jól látszik a különbség az első modellhez képest. Az anyagköltség közelíti a 70%-ot a magas fűtési költség miatt (12. ábra).



12. ábra: Költségnevek aránya a gázkazánnal fűtött üvegházban

Forrás: Saját adatgyűjtés alapján saját számítás

Eredmény és hatékonysági mutatókat az első két modell esetében vizsgálom egy évre vonatkozóan. A gázfűtésű üvegház esetében olyan alacsony értékek adódtak, amelyek semmilyen szempontból nem összehasonlítható a termálvíz fűtés esetén kapott eredményekkel.

Az első modell esetében az EBITDA 70,6 millió Ft, a második esetben 56,8 millió Ft volt, így az EBITDA margin kedvezően alakul mind a két modellben. A közvetlen önköltség közel 9%-kal magasabb, ha visszasajtoló kút működése is terheli a költségeket. A közvetlenköltség-arányos jövedelmezőségben is 10% különbség adódott a két modell között (10. táblázat).

10. táblázat: Egy termelő kúttal rendelkező üzem eredmény és hatékonysági mutatói

Megnevezés	M.e.	Érték/ha	Érték/m ²	Érték/kg
Terméshozam	kg/m ²	60,4		
Értékesítési átlagár	Ft/kg	332		
ÖSSZES BEVÉTEL (árbevétel)	Ft	200 596 299	20 060	332
Közvetlen költség összesen	Ft	154 829 391	15 483	256
Működési költség (folyó kiadás)	Ft/ha	130 038 907	13 004	215
FEDEZETI ÖSSZEG	Ft	45 766 908	4577	75
EBITDA	Ft	70 557 392	7056	116
EBITDA margin	%	54,3		
Közvetlen önköltség	Ft/kg	256,3		
Közvetlenköltség-arányos jöv.%	%	29,6		
Jövedelemszint/ (ár) bevételarányos jöv.%	%	22,8		
Költségszint	%	77,2		

Forrás: Saját adatgyűjtés alapján saját számítás

A bevétel 22,8%-a maradt meg eredményként az első esetben, míg a másik modell esetében ez már csak 16%. A gazdálkodás nyereségessége szempontjából a bevételre eső összes közvetlen költség szintje 77,2% az első esetben, a második esetben 84% ez az érték, tehát nyereséges a termelés, de ha visszasajtoló kút is működik, akkor a költségek növekedése miatt a nyereség jelen esetben közel 7%-kal csökken (11. táblázat).

4.1.2. Beruházás megtérülésének vizsgálata

Egy termálkút létesítése nagyon sok tényezőtől függ. Egyrészt, nincs mindenhol termálvíz, másrészt, ahol van, ott nem lehet tudni, hogy milyen mélységig kell fúrni. A tapasztalatok szerint 1000-2000 méter mélyen, átlagosan 1500 méter mélységgel számolnak a szakértők. Jól jelzi a termálkút létesítésének magas beruházási költségét, hogy három éve még 100 000 Ft/m, az elmúlt évben 150 000 Ft/m, idén pedig 250 000 Ft/m beruházási költséggel számolnak a beruházók. Természetesen ezek a költségek jelentősen változhatnak a fúrás mélységétől és a kiépítés módjától függően. Az elemzésben a termelő kút beruházási költségét 300 millió Ft-ban határoztam meg.

11. táblázat: A termelő és visszasajtoló kúttal rendelkező üzem eredmény és hatékonysági mutatói

Megnevezés	M.e.	Érték/ha	Érték/m ²	Érték/kg
Terméshozam	kg/m ²	60,4		
Értékesítési átlagár	Ft/kg	332		
ÖSSZES BEVÉTEL (árbevétel)	Ft	200 596 299	20 060	332
Közvetlen költség összesen	Ft	168 566 891	16 857	279
Működési költség (folyó kiadás)	Ft/ha	143 776 407	14 378	238
FEDEZETI ÖSSZEG	Ft	32 029 408	3203	53
EBITDA	Ft	56 819 892	5682	94
EBITDA margin	%	39,5		
Közvetlen önköltség	Ft/kg	279,1		
Közvetlenköltség-arányos jöv.%	%	19,0		
Jövedelemszint/ (ár) bevételarányos jöv.%	%	16,0		
Költségszint	%	84,0		

Forrás: Saját adatgyűjtés alapján saját számítás

Magyarországon jelenleg visszasajtolási moratórium van, ami kedvez a hajtatasos zöldségtermesztésnek, különösen ott, ahol egyébként is magas a beruházási költség. Ugyanakkor a jogi környezet változása bármikor abba a helyzetbe taszíthatja a termelőket, hogy kötelezővé válik a visszasajtolás. Ez azonban nem olyan egyszerű, hiszen a geológiai adottságok az ország különböző területein eltérőek. A hajtatas az ország déli részén virágzik, ellenben ott a visszasajtolás a legnehezebb. Mindemellett az az érvelés is helytálló, hogy a természeti kincsek megőrzése érdekében az elhasznált termálvizet célszerű visszajuttatni abba a mélységbe, ahonnan származik.

Ha kötelezővé válna a visszasajtoló kút létesítése, az a hajtatas nagyon nehéz helyzetbe hozná, vélhetően nem valósulnának meg beruházások, ezáltal a hazai önellátás szintje friss zöldségekből jelentősen csökkenne.

Egy korszerű üvegház beruházási költségeit saját adatgyűjtés alapján az alábbi 12. táblázat mutatja. Fontos kiemelni, hogy ezek hozzávetőleges adatok, zöld mezős beruházásokra vonatkoznak és az árak akár naponta is változhatnak.

A számítások alapját a 1 hektár üvegház 600 millió Ft beruházási költsége adja a modellekben. A termelő kút beruházását 300 millió Ft-tal, a visszasajtoló kút beruházási költségét a modellben 400 millió Ft-tal terveztem, de szakértői becslés alapján ez akár a 700 millió Ft-ot is elérheti.

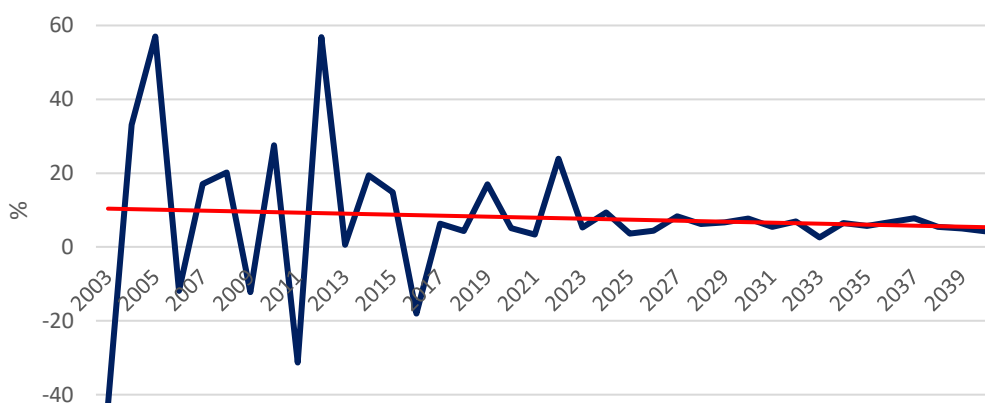
A gázkazán alapú üvegház beruházási költségeit az alap beruházási költségen túl egy 14,6 millió Ft-os gázkazánt tartalmaz. Ez a beruházási költség jóval kevesebb az előző két konstrukcióhoz képest, viszont a működtetési költségek jóval magasabbak (12. táblázat).

12. táblázat: Átlagos nettó beruházási költségek alakulása a különböző modellekben

Beruházás típusa	Tételek	Beruházási költség (MFt)	Beruházási költség összesen (MFt)
1 hektár üvegház beruházási költségei	Kiszolgáló épület és hűtőház	140	600
	Infrastruktúra	110	
	Puffertartály	120	
	Post-harvest	115	
	Gépek (művelőkocsi, szedőkocsi, permetező, stb.)	60	
	Szállító jármű	55	
1 ha üvegház + termelő kút	Termelő kút	600 + 300	900
Üvegház + termelőkút + visszasajtoló kút	Visszasajtoló kút	600 + 300 + 400	1300
Üvegház gázfűtéssel	Gázkazán	600+14,6	614,6

Forrás: Saját számítás

A bevételek alakulása csökkenő a trend szerint a vizsgált időszakra vonatkozóan (13. ábra)., ezért kritikus pont lehet, amikor a kiadás meghaladja a bevételt, ezáltal kockázatosává válik a vállalkozás működése és a későbbi fejlesztési törekvések gátja lehet. A kiadások kalkulálása sokrétű és összetett, még akkor is, ha nem számolunk kiugró eseményekkel, ennek részletes bemutatása az anyag és módszer fejezetben olvasható.



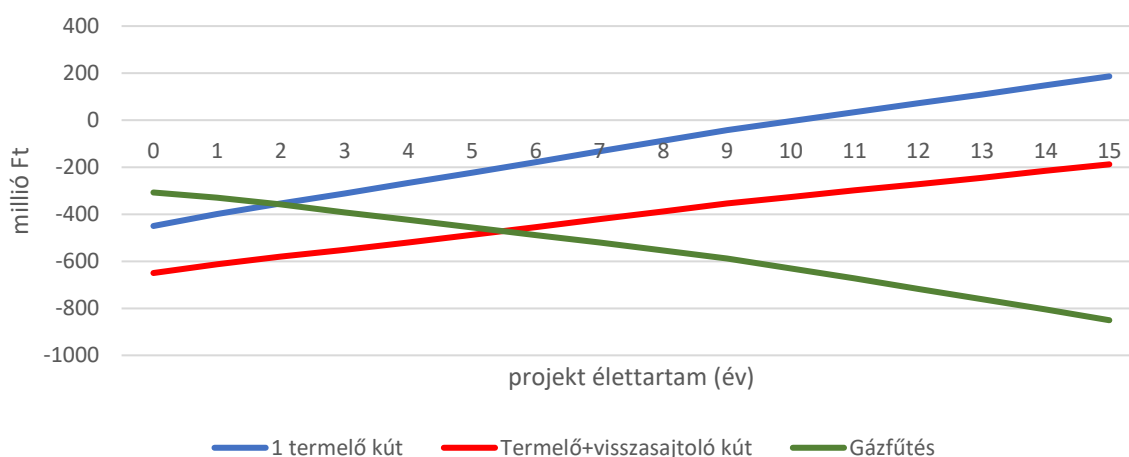
13. ábra: A paradicsom árindexének változása (előző év=100%) és a bevétel trendje a beruházás időtartama alatt

Forrás: KSH (2024)

A kumulált diszkontált cash-flow alapján, 50%-os támogatási intenzitás mellett az első modell beruházása térül meg a vizsgált élettartam alatt. A megtérülési idő 10 évre tehető a megadott számítási paraméterek mellett. Ha beruházás a termelő kút mellé egy visszasajtoló kút építését is tartalmazza, akkor a megtérülés nem biztosított ezen időtartam alatt, még úgy sem, hogy 50%-os a támogatás. A gázfűtésre alapozott beruházás olyan magas működtetési

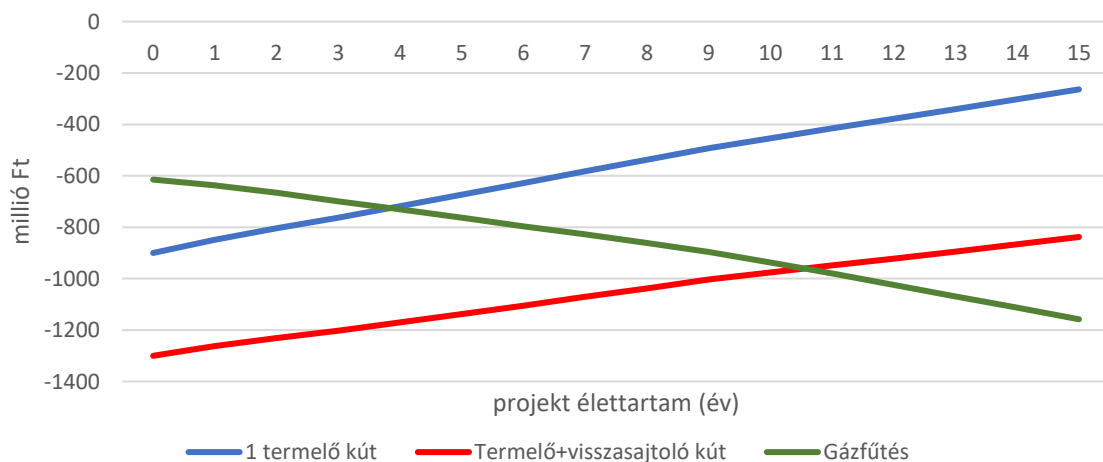
költségekkel bír, hogy ilyen konstrukció a modellben szereplő paraméterek mellett soha nem fog megtérülni annak ellenére sem, hogy a legalacsonyabb a beruházási költsége (14. ábra).

Nem jellemző, hogy ekkora volumenű beruházás önerőből valósul meg, de az elvi lehetőség adott hozzá. Ha a beruházás támogatás nélkül jön létre, akkor az általam felállított modellek az adott paraméterek mentén soha nem térülnek meg a projekt élettartama alatt (15. ábra). Ez is bizonyítja, hogy mekkora jelentőséggel bírnak a támogatási lehetőségek, amelyek ebben a költségvetési ciklusban rendelkezésre állnak a termelők részére és ezek ésszerű kihasználása jelentős hozzáadott értékkel bírna az ágazatra.



14. ábra: **Megtérülési idő támogatással a különböző modellek esetében**

Forrás: Saját számítás



15. ábra: **Megtérülési idő támogatás nélkül a különböző modellek esetében**

Forrás: Saját számítás

A gazdaságossági mutatókat figyelembe véve egyértelműen látszik, hogy az a beruházás térül meg, ahol 50% támogatás intenzitás mellett egy termelő kút is létesül, bár a megtérülés üteme viszonylag lassú. Ugyanakkor az is elmondható, hogy egy ilyen beruházás élettartama

sokkal több, mint a vizsgált beruházási időszak megfelelő karbantartás mellett. A kumulált diszkontált CF a 11. évben vált pozitív előjelre, amihez az alacsonyabb kiadások és a magasabb bevételek is hozzájárulnak (13. táblázat). A diszkontált megtérülési idő 11,1 év.

13. táblázat: Termálvízzel fűtött modell gazdaságossági mutatói 15 év élettartamra vizsgálva visszasajtolás nélkül

Év	Bevétel (MFt)	Kiadás (MFt)	CF* (MFt)	Diszkont faktor	Diszkontált CF	Működési CF jelenértéke	Kumulált diszkontált CF (MFt)	PI	IRR
0	0	450	-450	1,0000	-450	-	-450	-	
1	219	165	55	1,0731	51	51	-399	0,11	-88%
2	227	175	52	1,1515	45	96	-354	0,21	-59%
3	237	186	51	1,2356	41	138	-312	0,31	-39%
4	257	198	59	1,3258	45	182	-268	0,41	-24%
5	273	210	63	1,4227	44	227	-223	0,50	-14%
6	291	223	68	1,5266	44	271	-179	0,60	-7%
7	314	237	76	1,6382	47	318	-132	0,71	-1%
8	331	252	78	1,7579	45	362	-88	0,80	2%
9	354	268	86	1,8863	45	408	-42	0,91	5%
10	363	285	78	2,0241	38	446	-4	0,99	7%
11	387	303	83	2,1720	38	484	34	1,08	9%
12	409	322	86	2,3307	37	521	71	1,16	10%
13	436	343	94	2,5009	37	559	109	1,24	11%
14	470	364	106	2,6836	40	598	148	1,33	12%
15	496	387	109	2,8797	38	636	186	1,41	13%

Forrás: Saját számítás

*megjegyzés: minden esetben CF=Cash-flow

Ha a beruházás kiegészül az üvegház és a termelő kút mellé egy visszasajtoló kúttal, akkor a vizsgált időtartam alatt nem térül meg, sőt, a bevételek és kiadások ilyen mértékű változása mellett nem is lehet a beruházás teljes megtérülésével számolni (14. táblázat). Ez a modell nagyságrendileg 575-580 millió Ft-os beruházási költség mellett térülne meg az általam meghatározott paraméterek mellett.

Emiatt a visszasajtolás kérdéskörét nagyon körültekintően kell kezelni, mert egyrészt ellehetetlenítené az ágazati szereplőket egy kötelező termálvíz visszasajtolás, másrészt ha ez megvalósulna, akkor ahhoz elengedhetetlen lenne olyan technológiafejlesztés, amely lehetővé tenné a visszasajtolás kivitelezését a dél-alföldi régióban is.

Lehetett sejteni, hogy a gázkazánra alapozott üvegház beruházása nem lesz versenyképes az előbbiekkal, de a mutatók kiszámítása után világossá vált, hogy a fosszilis energiahordozóra alapozott fűtés soha nem fog a megújuló energiaforrással, jelen esetben a termálvízzel versenybe szállni a fűtési módot figyelembe véve. A kumulált diszkontált CF értéke a kiadások növekedése miatt folyamatos emelkedést mutat, ami a beruházást teljesen indokolatlanná teszi, még úgyis, hogy viszonylag alacsony beruházási költségről beszélünk. A kiadások nagyobb

arányú növekedését jelentősen befolyásolja a gáz árának változása, és addig, amíg a gáz ára ilyen magas és kiszámíthatatlan, addig a beruházás kimenetele is negatív irányba fog tartani (15. táblázat).

14. táblázat: Termálvízzel fűtött modell gazdaságossági mutatói visszasajtolással 15 év élettartamra vizsgálva

Év	Bevétel (MFt)	Kiadás (MFt)	CF* (MFt)	Diszkont faktor	Diszkontált CF	Működési CF jelenértéke	Kumulált diszkontált CF (MFt)	PI	IRR
0	0	650	-650	1,0000	-650	-	-650		
1	219	179	40	1,0731	37	37	-613	0,06	-94%
2	227	190	37	1,1515	32	70	-580	0,11	-73%
3	237	202	35	1,2356	29	98	-552	0,15	-55%
4	257	214	43	1,3258	32	130	-520	0,20	-40%
5	273	228	45	1,4227	32	162	-488	0,25	-29%
6	291	242	49	1,5266	32	194	-456	0,30	-21%
7	314	257	57	1,6382	35	229	-421	0,35	-15%
8	331	273	58	1,7579	33	262	-388	0,40	-11%
9	354	290	64	1,8863	34	296	-354	0,46	-7%
10	363	308	55	2,0241	27	324	-326	0,50	-5%
11	387	327	60	2,1720	28	351	-299	0,54	-3%
12	409	347	62	2,3307	26	378	-272	0,58	-1%
13	436	368	68	2,5009	27	405	-245	0,62	0%
14	470	391	79	2,6836	29	434	-216	0,67	2%
15	496	416	80	2,8797	28	462	-188	0,71	3%

Forrás: Saját számítás

*megjegyzés: minden esetben CF=Cash-flow

15. táblázat: Gázzal fűtött modell gazdaságossági mutatói 15 év élettartamra vizsgálva visszasajtolás nélkül

Év	Bevétel (MFt)	Kiadás (MFt)	CF* (MFt)	Diszkont faktor	Diszkontált CF	Működési CF jelenértéke	Kumulált diszkontált CF (MFt)	PI	IRR
0	0	308	-308	1,0000	-308	-	-308		
1	219	243	-24	1,0731	-22	-22	-330	-0,04	-
2	227	260	-33	1,1515	-29	-51	-359	-0,08	-
3	237	279	-42	1,2356	-34	-85	-392	-0,14	-
4	257	298	-41	1,3258	-31	-116	-424	-0,19	-
5	273	319	-46	1,4227	-32	-148	-456	-0,24	-
6	291	341	-50	1,5266	-33	-181	-489	-0,29	-
7	314	365	-52	1,6382	-31	-213	-520	-0,35	-
8	331	391	-60	1,7579	-34	-247	-554	-0,40	-
9	354	418	-64	1,8863	-34	-281	-588	-0,46	-
10	363	447	-84	2,0241	-42	-323	-630	-0,52	-
11	387	479	-92	2,1720	-42	-365	-673	-0,59	-
12	409	512	-104	2,3307	-44	-410	-717	-0,67	-
13	436	548	-112	2,5009	-45	-454	-762	-0,74	-
14	470	587	-116	2,6836	-43	-498	-805	-0,81	-
15	496	628	-132	2,8797	-46	-543	-851	-0,88	-

Forrás: Saját számítás

*megjegyzés: minden esetben CF=Cash-flow

4.2. Érzékenységvizsgálatok értékelése

4.2.1. Szcenárió-elemzés

A scenárió-elemzés során a beruházás kimenetét befolyásoló bizonytalanságot tárjuk fel úgy, hogy az egyes értékek változását vizsgálja egy-egy kulcsfontosságú tényező megváltozásának hatására. A scenárió-elemzés egyik formája, amikor különböző kontingenciák (pesszimista, optimista, realista) hatásaival számol (Budai, 2017).

A hozam, az értékesítési ár és a fűtési költség paraméterezésével a kumulált diszkontált cash-flow és a megtérülési idő eshetőségeit vizsgáltam összesen 27-féle kombinációban, és az alábbi eredményt adták az elemzésben (16. táblázat).

Abban az esetben, ha a beruházás egy hektár üvegházra és egy termelő kútra irányul, akkor a különböző scenáriók alapján, a megtérülést főleg a hozam és az értékesítési átlagár mozgatja. Egy pesszimista fűtési költség negatív hatása csak akkor jelentkezik, ha a hozam vagy az árbevétel pesszimista scenáriót képvisel. Ugyanakkor a pesszimista hozam átlagos árbevétellel és fűtési költséggel is negatív megtérülést okoz. Ennek mintájára, ha a pesszimista árbevételhez átlagos hozam és optimista fűtési költség kapcsolódik, akkor a beruházás szintén nem térül meg.

Önmagában tehát a fűtési költség nem befolyásolja a megtérülést, sokkal inkább függ a hozamtól és az értékesítési átlagártól.

Abban az esetben, ha a beruházás kiegészül egy visszasajtoló kúttal is, kevesebb lehetőség adódik a megtérülésre. Ahogyan az sejthető volt, ebben az esetben a fűtési költség nagyobb hatással bír a megtérülésre, illetve annak negatív irányba történő eltolódására. Érdekes, hogy az a kombináció is megtérül, ahol optimista értékesítési ár mellett pesszimista hozammal és fűtési költséggel számolunk (17. táblázat).

4.2.2. Elaszticitás-vizsgálat

A rugalmasság elemzése az eredményre és a hatékonyságra irányult. A költségigényes beruházás megkívánja, hogy a termelési folyamat során elegendő fedezet keletkezzen a működési költségekre és ezzel egyidőben a fejlesztésekre felvett hitelek visszafizetésére.

A rugalmasság elemzés egyrészt a meghatározott változók (értékesítési átlagár, hozam, fűtési költség) rövid távú hatásait (EBITDA margin) és a projekt élettartamára vonatkozó hatásait vizsgálja.

A termelés sarokadatainak 1%-os változtatásának hatásainak vizsgálata bebizonyította a scenárióelemzésben érzékelt relációkat, miszerint az értékesítési átlagár és a hozam változása döntő hatással bír, +/- 1% változásuk hozzávetőleg +/-2,8% EBITDA-margin változást

eredményez, míg a fűtési költség változásának hatása elenyésző, 1% változás 0,3% EBITDA-margin változást okoz.

16. táblázat: Szenárió-elemzés az első modell esetében

Sorszám	Kombinációk	Kumulált diszkontált CF (MFt)	Megtérülési idő (év)
1	Ho-Áo-Fko	1563,8	4
2	Ho-Ao-Fká	1523,9	4
3	Ho-Áo-Fkp	1487,6	4
4	Ho-Áá-Fko	522,6	7
5	Ho-Aá-Fká	482,7	7
6	Ho-Áá-Fkp	446,4	8
7	Ho-Áp-Fko	-223,7	-
8	Ho-Ap-Fká	-263,6	-
9	Ho-Áp-Fkp	-299,8	-
10	Há-Áo-Fko	1208,8	4
11	Há-Ao-Fká	1168,9	4
12	Há-Áo-Fkp	1132,6	5
13	Há-Áá-Fko	262,2	9
14	Há-Aá-Fká	222,3	10
15	Há-Áá-Fkp	186,1	11
16	Há-Áp-Fko	-416,2	-
17	Há-Ap-Fká	-456,1	-
18	Há-Áp-Fkp	-492,3	-
19	Hp-Áo-Fko	853,8	5
20	Hp-Ao-Fká	813,9	6
21	Hp-Áo-Fkp	777,6	6
22	Hp-Áá-Fko	1,9	15
23	Hp-Aá-Fká	-38,0	-
24	Hp-Áá-Fkp	-74,3	-
25	Hp-Áp-Fko	-608,7	-
26	Hp-Ap-Fká	-648,6	-
27	Hp-Áp-Fkp	-684,8	-

Forrás: Saját számítás

megjegyzés: H=hozam; Á=Értékesítési átlagár; Fk=fűtési költség; p=pesszimista; o=optimista; á=átlagos, kiemelés: legjobb megtérülést biztosító kombinációk.

Ezen paraméterek változásának hosszú távú hatását a teljes projekt-élettartamra (15 év) vonatkoztatott nettó jelenérték (NPV) és a belső megtérülési ráta (IRR) mutatókkal vizsgálom. Eszerint a visszasajtoló kút nélküli beruházás még az értékesítési ár vagy a hozam ~6,7%-os visszaesése mellett is megtérül. Visszasajtoló kút esetén a kiindulási adatokkal a beruházás nem térül meg, ennek eléréséhez az értékesítési árnak vagy a célul kitűzött hozamnak ~6,7%-kal

nagyobbnak kellene lennie. A fűtési költség rugalmatlansága miatt a hosszú távú hatását nem vizsgáltam (1. és 2 melléklet).

17. táblázat: Szenárió-elemzés a második modell esetében

Sorszám	Kombinációk	Kumulált diszkontált CF (MFt)	Megtérülési idő (év)
1	Ho-Áo-Fko	1264,9	5
2	Ho-Ao-Fká	1368,8	4
3	Ho-Áo-Fkp	1113,7	6
4	Ho-Áá-Fko	223,7	11
5	Ho-Aá-Fká	144,4	13
6	Ho-Áá-Fkp	72,5	14
7	Ho-Áp-Fko	-522,5	-
8	Ho-Ap-Fká	-601,8	-
9	Ho-Áp-Fkp	-673,7	-
10	Há-Áo-Fko	909,8	6
11	Há-Ao-Fká	830,5	7
12	Há-Áo-Fkp	758,6	7
13	Há-Áá-Fko	-36,8	-
14	Há-Aá-Fká	-116,1	-
15	Há-Áá-Fkp	-188,0	-
16	Há-Áp-Fko	-715,2	-
17	Há-Ap-Fká	-794,5	-
18	Há-Áp-Fkp	-866,4	-
19	Hp-Áo-Fko	554,6	8
20	Hp-Ao-Fká	475,3	9
21	Hp-Áo-Fkp	403,4	9
22	Hp-Áá-Fko	-297,3	-
23	Hp-Aá-Fká	-376,6	-
24	Hp-Áá-Fkp	-448,5	-
25	Hp-Áp-Fko	-907,9	-
26	Hp-Ap-Fká	-987,1	-
27	Hp-Áp-Fkp	-1059,0	-

Forrás: Saját számítás

megjegyzés: H=hozam; Á=Értékesítési átlagár; Fk=fűtési költség; p=pesszimista; o=optimista; á=átlagos, kiemelés: legjobb megtérülést biztosító kombinációk.

4.3. Hipotézisekre adott válaszok

Az első hipotézisben megfogalmazott állítást a vizsgálatok igazolták, azaz abban az esetben, ha korszerű üvegház épül egy termelő kúttal, ami a fűtést szolgálja a termesztőberendezésben, akkor a beruházás 50%-os támogatással megtérül, bár ebben az esetben csak a fűtést biztosító egy darab termál kút fűrése került kialakításra az üvegház mellett, visszasajtolás nélkül.

A második hipotézis állítását is bizonyították a számítások. Tehát, abban az esetben, ha a korszerű üvegház építése mellé termelő és visszasajtoló kút is létesül, akkor nem térül meg a beruházás a projekt élettartama alatt még támogatással sem. A kiszámíthatatlan kiadások gátját szabják a pontos tervezésnek, és a vizsgálatban szereplő feltételezett kiadások okán jelenleg ezt a konstrukciót még támogatással sem éri meg elkezdni.

A harmadik hipotézis azt a kérdést feszegette, hogy a földgázra alapozott üvegház létesítése mennyire nyújt alternatívát a megújuló energiaforrásra, jelen esetben geotermikus energiára alapozott üvegházzal szemben. A válasz egyértelműen kirajzolódott, sem a projekt élettartama alatt, sem pedig utána nem térül meg egy ilyen típusú beruházás. Addig, amíg ilyen magas működési kiadások terhelik ezt a típusú beruházást, addig még elméleti szinten sem nyújthat alternatívát.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A felállított modellekben a működési költségek vizsgálatakor megállapítottam, hogy a termálvíz alapú fűtési technológiára alapozott hajtás a működtetés során pénzforgalmi többletet termel, még abban az esetben is, ha visszasajtoló kutat kell működtetni, ami a fűtési költségek (elektromos áram, bányajáradék) növekedésében mutatkozott meg. A földgázra alapozott üvegházi technológia közvetlen költségei jóval meghaladják a termálvizes technológia költségeit a földgáz magas ára miatt, ezért ennek a technológiának a kiépítése nem javasolt a jövőben.

Az eredményesség és hatékonyság mutatói nagyon kedvező képet mutattak a termálvizes technológiára épülő üvegházak esetében, ezért a jövőbeni új beruházások, illetve fejlesztések a megújuló energiaforrás ezen szegmensében javasoltak. Emellett érdemes lenne összevetni, hogy ma milyen feltételek mellett versenyképes a zöldség-hajtás egyéb megújuló energiaforrásra - például biomasszára – alapozva.

Alapvetően a hatékonysági mutatók pozitív képet festenek a termálvizes működés kapcsán, de a beruházás óriási összegeket emészt fel. 1 hektár üvegház beruházási költsége nagyságrendileg 600 millió Ft-ot tesz ki, ha ehhez létesül termelő kút az 300 millió Ft, egy visszasajtoló kút ezekre a beruházási költségekre további minimum 400 millió Ft terhet ró. Az általam vizsgált paraméterek alapján az az üvegházi beruházás térül meg 15 év alatt, ahol az üvegház mellett egy termelő kút létesül. A visszasajtoló kúttal kiegészített beruházás a magas beruházási költségek miatt nem térülnek meg. Mivel hamarosan elkezdődnek az új támogatási időszak pályázata, ezért biztosra vehető, hogy a zöldség-hajtással foglalkozó termelők élni

fognak a pályázati lehetőségekkel, de egy magas beruházási költséggel bíró projekt csak jelentős támogatásintenzitás mellett hozhat megtérülést.

A földgázra alapozott üvegház beruházási költségei jóval alacsonyabbak a termálvízeshez képest, de még így sem térül meg a fűtési költség miatt megnövekedett kiadások miatt, ezért ez a technológiai változat nem jelent alternatívát a zöldségajtásban még támogatással sem.

A hajtás magas szaktudás igénye és a technológiai érzékenysége miatt nagy odafigyelést igényel. Az érzékenységvizsgálatok is azt jelzik, hogy ha a hozam nem éri el a kívánt mennyiséget, amely fedezetet nyújt a szükséges árbevételhez, akkor egy átlagos értékesítési ár és egy átlagos fűtési költség sem biztosítja a megtérülést a termálvízre alapozott technológiánál. Ha a technológia a termelő kút mellett visszasajtoló kutat is működtet, akkor minimum optimista értékesítési árral kell kalkulálni egy 15 évre számolt megtérüléshez.

A termelés sarokadatainak 1%-os változtatásának hatásainak vizsgálata bebizonyította a szcenárióelemzésben érzékelt relációkat, miszerint az értékesítési átlagár és a hozam változása döntő hatással bír, +/- 1% változásuk hozzávetőleg +/-2,8% EBITDA-margin változást eredményez, míg a fűtési költség változásának hatása elenyésző, 1% változás 0,3% EBITDA-margin változást okoz.

Mivel a dolgozatban a termesztett növény a paradicsom volt, és ugyanilyen korszerű körülmények között hajtának uborkát is - bár jóval kisebb területen – érdemes lenne összehasonlító számításokat végezni a két növényre vonatkozóan. Emellett a jövőben az agrofotovoltaikus rendszerek alkalmazásának lehetőségeit is célszerű lenne vizsgálni, ami egyszerre nyújtana alternatívát a zöldség és áramtermelésre.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozatomban az üvegházi paradicsomtermesztés fűtési rendszereinek gazdasági értékelésével foglalkoztam, az elemzés fókusza a gyakorlatban is meghatározó jelentőséggel bíró geotermikus energia mezőgazdasági fűtés célú felhasználására irányult. Emellett megvizsgáltam, hogy ma versenyképes-e a földgázra alapozott fűtési technológia egy korszerű, egész éven át működő üvegházban. A vizsgálatot az indokolta, hogy az utóbbi években olyan változások következtek be a gazdasági feltételrendszerben, amelyek hatására ezen beruházások újrapozícionálására lehet szükség, valamint úgy vélem, hogy dolgozatom hasznos lehet a szakpolitikai szereplők számára is.

Ennek bemutatására három hipotézist állítottam fel és ezekre kerestem a választ és a mögöttük rejlő összefüggéseket. Az elemzésben három modellt állítottam fel, és ezeken

keresztül vizsgáltam a működési költségeket és a beruházások megtérülését. Mind a három modellben egy hektárra vetített számításokat végeztem eltérő fűtési megoldásokkal. A termesztett növény a fűrtös paradicsom volt.

A vizsgálat alapadatait egy olyan vállalkozás biztosította számomra, aki évek óta meghatározó szereplője a hajtásnak, de nem kívánja nevének szerepeltetését. Ezen adatok alapján kalkuláltam működési költségeket a modellekben és végeztem beruházás-elemzést. Érzékenységvizsgálatokkal határoztam meg lehetséges scenáriókat és bizonyos paraméterek rugalmassági értékeit.

A különböző modellek esetében az eredményes gazdálkodás a termálvízre alapozott fűtési technológiánál garantált, azaz éves szinten nyereséges, még akkor is, ha a termelő kút mellett visszasajtoló kút is működik. Ugyanakkor a vizsgálat viszonylag korai szakaszában megbizonyosodtam arról, hogy a földgáz alapú fűtés gazdasági szempontból versenyképtelen a termálvízzel szemben.

A beruházási költségeket áttekintve megállapítható, hogy egy hektár üvegház bekerülési költsége – 600 millió Ft - sem alacsony, de ehhez a termálvíz adta lehetőségek kihasználása érdekében létesítendő kutak – termelő kút 300 millió Ft, visszasajtoló kút 400 millió Ft - beruházása még további jelentős tökebefektetést igényel. Egy hektár üvegház beruházási költségei termelő kúttal 10-11 éves megtérülési idővel számolható. Ha visszasajtoló kutat is létesít az adott vállalkozás, abban az esetben a megtérülés nem garantált. A földgázra alapozott üvegház esetében ugyan jóval alacsonyabb beruházási költségekről beszélhetünk, de a földgáz árának drasztikus emelkedésével ez az alternatíva soha nem lesz versenyképes a termálvízre alapozott üvegházakkal.

Abban az esetben, ha a beruházás egy hektár üvegházra és egy termelő kútra irányul, akkor a különböző scenáriók alapján, a megtérülést főleg a hozam és az értékesítési átlagár mozgatja. Egy pesszimista fűtési költség negatív hatása csak akkor jelentkezik, ha a hozam vagy az árbevétel is pesszimista scenáriókat képvisel. Ugyanakkor a pesszimista hozam átlagos árbevétellel és fűtési költséggel is negatív megtérülést okoz. Ennek mintájára, ha a pesszimista árbevételhez átlagos hozam és optimista fűtési költség kapcsolódik, akkor a beruházás szintén nem térül meg.

Önmagában tehát a fűtési költség nem befolyásolja a megtérülést, sokkal inkább függ a hozamtól és az értékesítési átlagártól.

A termelés sarokadatainak 1%-os változtatásának hatásainak vizsgálata bebizonyította a scenárióelemzésben érzékelt relációkat, miszerint az értékesítési átlagár és a hozam változása döntő hatással bír, +/- 1% változásuk hozzávetőleg +/-2,8% EBITDA-margin változást

eredményez, míg a fűtési költség változásának hatása elenyésző, 1% változás 0,3% EBITDA-margin változást okoz.

Mivel a hajtás nagyon precíz szaktudást igényel, ezért a technológia során ejtett hibák komoly veszteséget okozhatnak. Ennek hatására, ha a hozam nem a megfelelő szinten alakul, akkor az elérhető árbevétel és az abból származtatott mutatók szerint a vállalkozás nem lesz alkalmas hitel törlesztésére, ami a fejlesztések gátját jelenti.

Az eredményes és hatékony hajtás képessé teheti a kertészt az eredményes gazdálkodásra, de még ebben az esetben is csak támogatással tud megvalósulni a beruházás, és ahogy nő a beruházás költsége, úgy válik egyre kiszolgáltatottabbá a termelő. A finanszírozó bank érdeke, hogy minél több megtérülni látszó beruházást támogasson, ezért a bankok palettáján mindig megtalálhatók beruházást segítő finanszírozási formák. A magas kamatkörnyezet a szereplők egyikének sem kedvez. A bankok nem tudnak alacsony kamatszinteket biztosítani, a termelők pedig nem tudnak magas kamatszintek mellett beruházni. Ez a tényállás jellemezte az elmúlt másfél évet, ami a mezőgazdaság egészére negatív hatással bírt. Jelenleg abban a periódusban íródik ez a dolgozat, amikor a pályázati kiírások megjelenésére várnak a termelők, várhatóan ennek hatására értékteremtő beruházások fognak megvalósulni a hajtásos zöldségtermesztésben. Ez az jelenti, hogy az állami szerepvállalás sem nélkülözhető egy sikeres beruházás megkezdésével.

A kutatás rámutatott arra is, hogy egy támogatás nélküli esetleges visszasajtolási kötelezettség teljesen ellehetetleníteni a hajtást, különösen azokon a területeken, ahol a visszasajtolás kevésbé, vagy egyáltalán nem megoldott. Hiányoznak azok az új, vagy újszerű technológiák, amelyekkel a visszasajtolás biztonsággal megoldható. E tekintetben további kutatások, fejlesztések javasoltak. A jövőben pedig várhatóan megjelennek olyan agro-fotovoltaikus technológiák is az üvegházi zöldségtermesztésben, melyek lehetővé tehetik a mezőgazdasági és energiatermelés egyidejű alkalmazását.

IRODALOMJEGYZÉK

- Aznar-Sánchez, J. A. – Galdeano-Gómez, E. (2011): Territory, Cluster and Competitiveness of the Intensive Horticulture in Almería (Spain). *The Open Geography Journal*, 4, 103-114. DOI: [10.2174/1874923201104010103](https://doi.org/10.2174/1874923201104010103)
- Balsalobre-Lorente, D. – Shahbaz, M. – Roubaud, D. – Farhani, S. (2018): How economic growth, renewable electricity and natural resources contribute to CO2 emissions?, *Energy Policy*(113),356-367. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.050>.
- Baptista, F.J. – Silva, A.T. – Navas, L.M. – Guimarães, A.C. – Meneses, J.F. (2012): Greenhouse energy consumption for tomato production in the Iberian Peninsula countries. In *Proceedings of the Acta Horticulturae; International Society for Horticultural Science*, 952. 409–416. Leuven, Belgium.
- Baudoin, W. – Nersisyan, A. – Shamilov, A. – Hodder, A. – Gutierrez, D. – Nicola, S. – Chairperson, V. – Duffy, R. (2017): Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Production in the South East European Countries Food and Agriculture Organization of the United Nations Plant Production and Protection Division Principles for Sustainable Intensification of Smallholder Farms; FAO: Rome, Italy; <https://www.fao.org/3/i6787en/i6787en.pdf>
- Breukers, A. – Hietbrink, O. – Ruijs, M. N. A. (2008): The power of Dutch greenhouse vegetable horticulture : an analysis of the private sector and its institutional framework. (Report/LEI : Werkveld 2, Sectoren en bedrijven). LEI. <https://edepot.wur.nl/27928>
- Budai, B. B. (2017): A közigazgatás újragondolása. Alkalmazkodás, megújulás, hatékonyság. Költség-haszon elemzés.
- Castilla, N. (1994): Greenhouses in the Mediterranean area. Technological level and strategic management. *Acta Horticulturae*, 361. 44-56. [10.17660/ActaHortic.1994.361.3](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.361.3)
- Chikán, A. (1997): Vállalati pénzügyek. In: *Vállalatgazdaságtan*. Aula Kiadó Kft., Budapest., pp. 403- 458.
- Dalla Longa, F. – P. Nogueira, L. – Limberger, J. – Van Wees J.-D. – Van der Zwaan, B. (2020): Scenarios for geothermal energy deployment in Europe. *Energy*, Volume, 206, 118060. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118060>.
- D'Arpa, S. – Colangelo, G. – Starace, G. – Petrosillo, I. – Bruno, D. E. – Uricchio, V. –Zurlini, G. (2016): Heating requirements in greenhouse farming in southern Italy: evaluation of ground-source heat pump utilization compared to traditional heating systems. *Energy Efficiency*, 9, 1065–1085. <https://doi.org/10.1007/s12053-015-9410-y>
- Darvas, B. – Polgár A. L. – Schwarczinger, I. – Turóczi, Gy. (2008): A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon. MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest. Elektronikus kiadás, 256 p.
- De Visser, C. – de Buissonje, F. – Ellen, H. – Stanghellini, C. – van der Voort, M. (2012): State of the Art on Energy Efficiency in Agriculture, Country Data on Energy Consumption in Different Agroproduction Sectors in the European Countries. agrEE: Wageningen, The Netherlands. <https://edepot.wur.nl/278550>
- Dövényi, P. – Horváth, F. (1988): A review of temperature, thermal conductivity, and heat flow data for the Pannonian Basin. *The Pannonian Basin: A Study in Basin Evolution*. Doi:<https://doi.org/10.1306/M45474C16>
- Ehretné Berczi I. – Isépy A. – Németh Sz. – Varga V. (2015): A magyarországi paradicsomhajtatás helyzetének értékelése. *Gazdálkodás*,59(5), 422-442.
- Európai Bizottság (2016). A bizottság közleménye az európai parlamentnek, a tanácsnak, az európai gazdasági és szociális bizottságnak, a régiók bizottságának és az európai beruházási banknak. Tiszta energia minden európainak. COM(2016) 860 final.
- Fanifantis, A. S. – Pascuzzi, S. – Scarascia-Mugnozza, G. (2016): Geothermal source heat pump performance for a greenhouse heating system: an experimental study. *Journal of Agricultural Engineering*,47(3),164–170. doi: 10.4081/jae.2016.544.
- FAO (2013): Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops. Principles for Mediterranean climate areas. Fao plant production and protection paper 217. Rome. <https://www.fao.org/3/i3284e/i3284e.pdf>
- FAO (2023): Agricultural production statistics 2000–2022. FAOSTAT Analytical Briefs, No. 79. Rome.
- Gönczi, K. – Héjja, Cs. (2023): Télen-nyáron üvegház. *Mezőhír*. 2023/12.
- Gubacsi Z. (2023): A magyar paradicsom napja. FruitVeB konferencia. 2023. június 2. Mórahalom.

- Héjja, Cs. (2021): Miért éri meg az üvegház-beruházás. Mezőhír. 2021. június 09. <https://mezohir.hu/2021/06/09/uveghaz-beruhazas-megterulese-x-mezogazdasag/>
- IEA (2023): Europe's energy crisis: What factors drove the record fall in natural gas demand in 2022?, IEA, Paris <https://www.iea.org/commentaries/europe-s-energy-crisis-what-factors-drove-the-record-fall-in-natural-gas-demand-in-2022>, Licence: CC BY 4.0
- Kinney, C. – Dehghani-Sanij, A. – Mahbaz, S. – Dusseault, M.B. – Nathwani, J.S. – Fraser, R.A. (2019): Geothermal Energy for Sustainable Food Production in Canada's Remote Northern Communities. *Energies*, 12, 4058. <https://doi.org/10.3390/en12214058>
- Kittas, C. – Katsoulas, N. – Bartzanas, T. – Bakker, J.C. (2013): Greenhouse Climate Control and Energy Use; FAO: Rome, Italy, 63–95.
- Krivdáné Dorogi, D. A. (2019): A hajtattott paradicsomtermesztés hatékonysága különböző műszaki-technológiai színvonalú termesztőberendezésekben. *Gazdálkodás*, 63 (5), 394–408.
- Lenkey, L. – Mihályka, J. – Paróczy, P. (2021): Magyarország geotermikus viszonyainak áttekintése. *Földtani Közlöny* 151(1), 65–78.
- Lin, B. – Chen, Y. (2019): Does electricity price matter for innovation in renewable energy technologies in China?, *Energy Economics*(78),259–266. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.11.014>.
- Merényi, A. (2023): Növényházak fűtése megújuló forrásból. <https://magyarmezogazdasag.hu/2023/02/15/novenyhazak-futese-megujulo-forrasbol/>
- Németh, Sz. – Ehretné Berczi, I. – Isépy, A. – Varga, V. (2014): A magyarországi paradicsomhajtás helyzetének elemzése. *Agrárgazdasági Kutató Intézet*.
- NFM (2010): Megújuló energia. Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve 2010-2020. letöltés: 2024.03.20. https://2010-2014.kormany.hu/download/2/b9/30000/Meg%C3%BAjul%C3%B3%20Energia_Magyarorsz%C3%A1g%20Meg%C3%BAjul%C3%B3%20Energia%20Hasznos%C3%ADt%C3%A1si%20Cselekv%C3%A9si%20terve%202010-2020%20kiadv%C3%A1ny.pdf
- Palmitessa, O.D. – Paciello, P. – Santamaria, P. (2020): Supplemental LED Increases Tomato Yield in Mediterranean Semi-Closed Greenhouse. *Agronomy*(10), 1353. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091353>
- Paris, B. – Vadorou, F. – T.Balafoutis, A. – Vaiopoulos, K. – Kyriakarakos, G. – Manolakis, D. – Papadakis, G. (2022): Energy use in greenhouse in the EU - A review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption. *Applied Science*, 12 (5150). <https://doi.org/10.3390/app12105150>
- Popsimonova, G. – Benko, B. – Karic, L. – Gruda, N. (2021): Production systems in southeastern European greenhouses. *Acta Hort.* 1326, 137–144. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1326.18
- Qasim, W. – Xia, L. – Lin, S. – Wan, L. – Zhao, Y. – Butterbach-Bahl, K. (2021): Global greenhouse vegetable production systems are hotspots of soil N₂O emissions and nitrogen leaching: A meta-analysis. *Environmental Pollution*, 272, 116372, ISSN 0269-7491.
- Szanyi, J. – Kurunczi, M. – Kóbor, B. – Medgyes, T. (2013): Korszerű technológiák a termásvíz visszasajtolásában - kutatási eredmények és gyakorlati tapasztalatok. InnoGeo Kft. Szeged, Magyarország, 202 p.
- Szanyi, J. – Nádor, A. – Madarász, T. (2021): A geotermikus energia kutatása és hasznosítása Magyarországon az elmúlt 150 év tükrében. *Földtani Közlöny*(151/1), 79–102. DOI: <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2021.151.1.79>
- Szita, G. (2015): Visszasajtolás: elérhető legjobb technológia. <https://mgte.hu/visszasajtolas-elhereto-legjobb-technologia/>
- Szőriné Zielinska, A. (2012): Termesztés magasabb szinten. *Zöldség-gyümölcs Piac és Technológia* 16(2-3), 22–24.
- Takácsné Hájos, M. (2017): Zöldségtermesztés I. Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Kertészettudományi Intézet. Debreceni Egyetemi Kiadó
- Takácsné Tóth, B. – Kotek, P. – Selei, A. (2019): A magyar gázpiaci liberalizáció 15 éve – Fifteen years of gas market liberalisation in Hungary. *Vezetéstudomány, Management Review*, 50 (ksz.). 32–45. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.KSZ.04>
- Terbe, I. – Slezák, K. (2008): Talaj nélküli zöldség-hajtás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Tégla, Zs. (2009): A zöldség-hajtás méretökönómiai kérdései. Doktori PhD értekezés. Gödöllő.

- Tóth, A. (2016): Magyarország geotermikus felmérése 2016. Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal https://www.mekh.hu/download/f/0f/30000/magyarorszag_geotermikus_felmerese_2016.pdf
- Tóth, T. (2021): Vállalati pénzügyek. Beruházások egyedi kockázatai, Érzékenységvizsgálat és gazdasági profitküsőbb számítása.
- Tüzel, Y. – Leonardi, C. (2010): Protected Cultivation in Mediterranean Region: Trends and Needs. Journal of Ege University Faculty of Agriculture, 46(3), 215-223.
- Van der Velden, N. – Smit, P. (2019): Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2018. Wageningen Economic Research rapport, 2019-111. Wageningen Economic Research. <https://doi.org/10.18174/505786>
- Zentai, Á. (2010): Főszerepben a biológiai növényvédelem. Kertészet és Szőlészet(51-52), 27-29.
- Zéman, Z. – Béhm, I. (2016): A pénzügyi menedzsment kontroll elemzési eszköztára. Akadémiai Kiadó. ISBN 978 963 454 013 7
- Zhang, S. – Guo, Y. – Zhao, H. – Wang, Y. – Chow, D. – Fang, Y. (2020): Methodologies of control strategies for improving energy efficiency in agricultural greenhouses. Journal of Cleaner Production, 274. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122695>.
- Zhu, Z. – Zhao, J. – Liu, Y. (2024): The impact of energy imports on green innovation in the context of the Russia-Ukraine war. Journal of Environmental Management(349) 119591. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119591>.
- Internetes források:
- Alternatív Energia letöltés: 2024.03.20. <https://alternativenergia.hu/nagy-mertekben-tamogattak-az-agrarvallalkozokat-2023-ban/106869>
- <https://www.iea.org/>
- <https://www.cuestaroble.com/statistics.html>
- <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/104551.pdf>
- Eurostat (2023). Imports of energy products down in Q1 2023 <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230704-1>
- <https://www.floraldaily.com/article/9552488/the-number-of-geothermal-greenhouses-are-rapidly-increasing-in-turkey/>
- FruitVeB (2023): Hollandia: óriási geotermikus projekt kapott hatósági engedélyt <https://fruitveb.hu/hollandia-oriasi-geotermikus-projekt-kapott-hatosagi-engedelyt/>
- FruitVeB (2023). Hollandia: egy évet csúszik a Polanen geotermikus gigaprojekt <https://fruitveb.hu/hollandia-egy-evet-csuszik-a-polanen-geotermikus-gigaprojekt/>
- KSH (2024): https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0002.html
- MNB (2024): <https://statisztika.mnb.hu/idosor-2628>
- NAK (2022): Termálvizek hasznosításának jelenlegi szabályozási keretei. letöltés: 2024.03.20. <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/vizgazdalkodas/105192-termalvizek-hasznositasanak-jelenlegi-szabalyozasi-keretei>
- NAK (2023): <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/vizgazdalkodas/106060-geotermikus-energiahasznositas-szabalyai-az-agrariumban>

MELLÉKLETEK

1. melléklet: Rugalmasság elemzés visszasajtoló kút nélkül

Rugalmasság elemzés – értékesítési átlagár – visszasajtoló kút nélkül								
Változás	Ár (Ft/kg)	Árbevétel (MFt)	EBITDA (MFt)	EBITDA margin	15 éves NPV	15 éves IRR	NPV változás	IRR változás
-10%	298,9	180,5	50,5	39%	-93,1	4%	-150%	-67%
-5%	315,5	190,6	60,5	47%	46,5	9%	-75%	-31%
-1%	328,8	198,6	68,5	53%	158,2	12%	-15%	-6%
0%	332,1	200,6	70,5	54%	186,1	13%	0%	0%
1%	335,4	202,6	72,5	56%	214,0	13%	15%	6%
5%	348,7	210,6	80,6	62%	325,7	16%	75%	27%
10%	365,3	220,6	90,6	70%	465,3	19%	150%	53%
-6,7%	310,0	187,2	57,2	44%	0	7,3%	-100%	-42%

Forrás: saját számítás

Rugalmasság elemzés – hozam – visszasajtoló kút nélkül								
Változás	Hozam (kg/m ²)	Árbevétel (MFt)	EBITDA (MFt)	EBITDA margin	15 éves NPV	15 éves IRR	NPV változás	IRR változás
-10%	54,4	180,5	51,7	40%	-93,1	4%	-150%	-67%
-5%	57,4	190,6	61,1	47%	46,5	9%	-75%	-31%
-1%	59,8	198,6	68,7	53%	158,2	12%	-15%	-6%
0%	60,4	200,6	70,5	54%	186,1	13%	0%	0%
1%	61,0	202,6	72,4	56%	214,0	13%	15%	6%
5%	63,4	210,6	79,9	61%	325,7	16%	75%	27%
10%	66,4	220,6	89,4	68%	465,3	19%	150%	53%
-6,7%	56,4	187,2	58,0	45%	0	7,3%	-100%	-42%

Forrás: saját számítás

2. melléklet: Rugalmasság elemzés visszasajtoló kúttal

Rugalmasság elemzés – értékesítési átlagár – visszasajtoló kúttal								
Változás	Ár (Ft/kg)	Árbevétel (MFt)	EBITDA (MFt)	EBITDA margin	15 éves NPV	15 éves IRR	NPV változás	IRR változás
-10%	298,9	180,5	36,8	26%	-467,2	-6%	149%	-258%
-5%	315,5	190,6	46,8	33%	-327,6	0%	74%	-107%
-1%	328,8	198,6	54,8	38%	-215,9	3%	15%	-20%
0%	332,1	200,6	56,8	40%	-188,0	4%	0%	0%
1%	335,4	202,6	58,8	41%	-160,1	4%	-15%	19%
5%	348,7	210,6	66,8	46%	-48,4	7%	-74%	88%
10%	365,3	220,6	76,9	53%	91,2	10%	-149%	164%
6,7%	354,5	214,1	70,3	49%	0	8,0%	-100%	115%

Forrás: saját számítás

Rugalmasság elemzés – hozam – visszasajtoló kúttal								
Változás	Hozam (kg/m ²)	Árbevétel (MFt)	EBITDA (MFt)	EBITDA margin	15 éves NPV	15 éves IRR	NPV változás	IRR változás
-10%	54,4	180,5	38,0	27%	-467,2	-6%	149%	-258%
-5%	57,4	190,6	47,4	33%	-327,6	0%	74%	-107%
-1%	59,8	198,6	54,9	38%	-215,9	3%	15%	-20%
0%	60,4	200,6	56,8	40%	-188,0	4%	0%	0%
1%	61,0	202,6	58,7	41%	-160,1	4%	-15%	19%
5%	63,4	210,6	66,2	46%	-48,4	7%	-74%	88%
10%	66,4	220,6	75,6	52%	91,2	10%	-149%	164%
6,7%	64,5	214,1	69,5	48%	0	8,0%	-100%	115%

Forrás: saját számítás