



# **TELEPÜLÉSI TERMÁLVÍZ KÉSZLETEK FENNTARTHATÓ ÉS OPTIMÁLIS HASZNÁLATA A TERÜLETFEJLESZTÉSEK TÜKRÉBEN**

Ph.D. értekezés tézisei

**Pálné Schreiner Judit**

okleveles építőmérnök  
szakokleveles közgazdász

Témavezetők:

**Dr. habil. Csébfalvi Anikó CSc. Ph.D.**  
egyetemi tanár

**Dr. habil. Szűcs István CSc. Ph.D.**  
tanszékvezető egyetemi docens

**PÉCS**

**2014.**



Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar  
Breuer Marcell Doktori Iskola

## BEVEZETÉS

Disszertációmban a területfejlesztés és a termálvíz készletek fenntartható és optimális használatának kapcsolatával foglalkozom. Kutatásomban azt vizsgálom, hogy a Magyarországon meglévő geotermikus potenciált milyen módon lehet felhasználni a területfejlesztési prioritásokban. Mivel a geotermikus energiát helyi szinten, lokálisan célszerű használni, ezért az ilyen típusú beruházások gyorsíthatják a vidék gazdaságának fejlődését, megindíthatja a hátrányos helyzetű térségek, települések felemelkedését.

A területfejlesztés szempontjából a geotermikus projekteknél fontos, a termálvíz készletek hosszú távú-, fenntartható kitermelési módjának meghatározása. Az ilyen típusú feladatok megoldását nehezíti, hogy a közgazdasági változók nem determinisztikusak, a természeti adottságok folyamatos változása miatt sok a lágú paraméter, ezért a tervezésnél a bizonytalanságot is figyelembe kell venni. Ezekre a kihívásokra nyújthat megoldást a disszertációmban bemutatott döntéstámogató rendszer (Decision Supporting System - DSS).

A döntéstámogató rendszerek olyan projekteknél használhatóak, amelyek bizonytalanságukból, komplexitásukból, méretükből és újdonságukból fakadóan nagy kockázattal járnak. Kutatási célom egy olyan döntéstámogató rendszer megalkotása és gyakorlati tesztelése volt, amelyik a természeti adottságokat, a társadalmi és gazdasági igényeket, a környezet hosszú távú fenntarthatóságát és az energiahatékonyságot figyelembe véve optimalizálja a települési termálvíz készletek használatát, és ez által segíti annak alkalmazását a területfejlesztési tervekben. A hosszú távú fenntarthatóságot a geotermikus készletek esetén az határozza meg, hogy a megújulás és a kitermelés, felhasználás milyen kapcsolatban áll egymással.

A megújuló geotermikus készlet megismerése nehéz feladat, számtalan kérdés merül fel a vizsgálata során. A megújulás megismerésének problémájára ad egy lehetséges megoldást az a dolgozatomban bemutatott módszer, amelyben a koncentrált paraméterű modellt (Lumped Parameter Model – LPM) szimbolikusan kezelem. Kutatásom újdonsága, hogy az LPM modell szimbolikus kiértékelésével kiküszöböölöm a klasszikus numerikus megoldás hibáit.

A disszertációmban bemutatott döntéstámogató rendszer *Sigurðardottir és társai* által 2010-ben publikált DSS koncepción alapul. A vizsgálat újdonsága, hogy az optimalizálási problémát a hagyományoktól eltérően, egy hibrid meta-heurisztikus módszerrel oldom meg. A *Csébfalvi* által először 2007-ben publikált „ANGEL” hibrid meta-heurisztikus módszer használata megmutatja, hogy egy innovatív modellel, a környezeti-, jogi- és gazdasági szabályozók által korlátozva, hogyan lehet egyszerűen végrehajtani a települési termálvíz készletek kitermelésének és üzemelésének optimalizálását az idő függvényében.

Kutatási eredményeim alkalmazhatóságát a területfejlesztésben, a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002, „A Dél-dunántúli régió egyetemi versenyképességének fejlesztése” projektben megismert Bólyi Termálprojekt és a Szigetvári Gyógyfürdő gyakorlati példáján keresztül mutatom be.

## **A DOLGOZAT FELÉPÍTÉSE**

A disszertáció hat fejezetben foglalja össze a vizsgált főbb kérdéseket. A dolgozat céljának meghatározását és a módszertan bemutatását követően a második fejezetben a területfejlesztés és a geotermikus energia kapcsolatát mutatom be a Baranya Megyei Területfejlesztési Program prioritásain keresztül. A harmadik fejezetben a geotermikus készletek megújulását-, a negyedik fejezetben a használatuk fenntarthatóságát vizsgálom. Módszertani szempontból mindkét fejezet két részre tagolódik. A fejezetek elején az elméleti rész a széleskörű magyar és nemzetközi szakirodalom feldolgozásán alapul, a fejezetek második fele bemutatja a kutatási célokkal összefüggő kutatási eredményeket. A dolgozat ötödik fejezetében két esettanulmányon – a Bólyi Termál Projektén és a Szigetvári Gyógyfürdőn - keresztül, a gyakorlatban igazolom a tézisek helyességét, alkalmazhatóságát. A dolgozat utolsó fejezetének középpontjában a kutatások során kapott új eredmények bemutatása áll.

## **ALACSONY HŐMÉRSÉKLETŰ, FOLYADÉKALAPÚ GEOTERMIKUS KÉSZLETEK MEGÚJULÁSA**

A geotermikus energiával kapcsolatosan gyakran hangzik el, hogy megújuló, illetve az, hogy fenntartható. Axelsson és társai (Axelsson et. al, 2005) szerint a megújuló kifejezés a geotermikus készlet természetére, míg a fenntartható kifejezés a geotermikus készlet használatára vonatkozik. A megállapítás elfogadása mellett kutatásom e két fogalomkör mentén haladt.

A geotermikus energia iránti fokozódó érdeklődésnek köszönhetően egyre pontosabb módszereket alkalmaznak a geotermikus készletek becslésére. A megújuló geotermikus készlet megismerése nehéz feladat, számtalan kérdés merül fel vizsgálata során. Milyen mértékben és milyen időskálán érvényes a megújulás? Meghatározható-e a geotermikus mező élettartama, a rezervoár energiatartalma, a kitermelhető termásvíz hőmérséklete, az energia- és víz utánpótlódás üteme? Milyen módon reagál a rendszer az olyan külső tényezőkre, mint a vízkivétel, a víz visszasajtolás, a csapadékvíz- vagy szennyezőanyag beszivárgás?

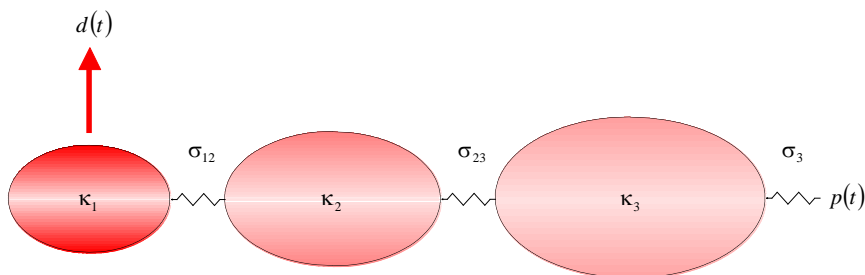
A felszín alatti heterogén és anizotróp földtani környezetben található vízkészletek megismerése nehéz és költséges, ezért sokszor nem áll rendelkezésre megfelelő számú mérési adat. Mivel a geotermikus rezervoár viselkedése jelentős szerepet játszik a jövőbeni fenntarthatóságban, a működési költségek és megtérülés optimalizálásában, ezért szükség van egy kellően pontos és hatékony modellre a viselkedés szimulációjára. Az ilyen problémákra nyújtanak megoldást az olyan termodinamikai és áramlástanai modellek, mint az esésgörbe elemzés, az osztott paraméterű numerikus modell és a koncentrált paraméterű modell.

Mivel a dinamikus utánpótlódó, megújuló geotermikus energiavagyon csak konkrét tározókra, kutakra határozható meg, ezért a vizsgálatot is a kúthoz közel, helyi szinten kell megoldani. Minél közelebb vannak a kutak egymáshoz, annál nagyobb az egymásra hatás, ezért a regionális szinten használatos végeelem módszer nem köthető a lokális kutakhoz extrapolálással, azaz a véges elem módszer alkalmazására nincs lehetőség.

Előbbiek alapján megállapítható, hogy az alacsony hőmérsékletű folyadékalapú geotermikus rendszerek megújulásának vizsgálatakor lokálisan, helyi szinten a koncentrált paraméterű modellel közelíthető meg legjobban a valóság (Pálné Schreiner, 2011; Csébfalvi és Pálné Schreiner, 2011).

Kutatásomban az Axelsson (Axelsson, 1989) által először leírt koncentrált paraméterű modellt (Lumped Parameter Model – LPM) alkalmaztam. A koncentrált paraméterű modell a jövőbeni történéseket írja le analitikus válaszfüggvényeket alkalmazva, nemlineáris úton. A modell a geotermikus rezervoárt, mint egy egyszerű- vagy kevés homogén rácspontot tartalmazó rendszert vizsgálják. A LPM használatával egy adott geotermikus rendszer fluidum és/vagy energiatermelési potenciálja határozható meg különböző feltételezett rezervoár menedzsment forgatókönyvek esetére. Így például előrejelezhető a nyomásváltozás (vízszintváltozás) a jövőbeni használat olyan különböző alapeseteire, mint a természetes állapot, a kiaknázási állapot visszainjektálás nélkül és a kiaknázási állapot visszainjektálással.

A koncentrált paraméterű modellvizsgálatban a geotermikus rendszert egy olyan folyékony fázisú hidrotermális rendszernek tekintjük, amelyben a rezervoár három, egymással összefüggő, egymáshoz kapcsolódó tartály sorozatából áll. A tartályok közötti kapcsolatot az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A háromtartályos (soros) geotermikus rendszer részei és a közöttük lévő kapcsolat a koncentrált paraméterű modellben

Forrás: Saját szerkesztés Axelsson (1989) alapján

A modellben:

$\kappa = \{\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3\}$  a rezervoár kapacitása  $[m \cdot s^2]$ ,

$\sigma_{12}, \sigma_{23}, \sigma_3$  az áramlási ellenállások  $[m \cdot s]$ ,

$\mathbf{p} = [p_1(t), p_2(t), p_3(t)]$  a tározók nyomás vektora  $[Pa]$ ,

$p(t)$  a környezet külső nyomása,

$d(t)$  a kútból történő kitermelés  $\left[\frac{kg}{s}\right]$ .

Mivel a tartályok közötti áramlást a nyomáskülönbség szabályozza, ezért felírható mind a három tartályra külön-külön egy-egy differenciálegyenlet.

$$\kappa_1 \frac{dp_1}{dt} = \sigma_{12} (p_1 - p_2) + d$$

$$\kappa_2 \frac{dp_2}{dt} = \sigma_{12} (p_1 - p_2) - \sigma_{23} (p_3 - p_2)$$

$$\kappa_3 \frac{dp_3}{dt} = \sigma_{23} (p_2 - p_3) - \sigma_3 (p_t - p_3)$$

Axelsson (Axelsson, 1989) a modell alapjául szolgáló differenciálegyenletet numerikusan oldotta meg. A numerikus megoldás időigényes, költséges és nagy mennyiségű, drágán beszerezhető terepi adatot igényel. A numerikus közelítés hátránya még, hogy a halmozódó hibák félrevezető információt adnak a hosszú távú termelés potenciálra és a beavatkozás (például visszainjektálás) várható hatására vonatkozóan is (Csébfalvi és Pálné Schreiner, 2011).

Kutatásom újdonsága, hogy az LPM modellt szimbolikusan, a *DSolve Statement of Mathematica 8.0.* szoftverrel értékeltem ki. A szimbolikus kezelés kiiktatja a numerikus számítás problémáit, megszünteti a hibalehetőségeket. Kezelése egyszerű, gyors, pontos és a kapott eredmény szemléletes. Annak illusztrálására, hogy a hosszú távú döntéstámogató rendszerek esetén a legfontosabb módszertani probléma a koncentrált paraméterű modellek kezelése, egy akadémikus példán keresztül mutattam be számítási eredményeket. Természetesen ez

nem tükrözi a valóságot, de segít elképzelni a problémát. A természettől elrugaszkodott fizikai paraméterek alkalmazásával azt hangsúlyoztam, hogy a két emberöltőnyi időhossz túl hosszú ahhoz, hogy bemutassuk az alapvető módszertani problémákhoz kapcsolódó hosszú távú előrejelzést, a szezonális figyelembevételével (Csébfalvi és Pálné Schreiner, 2011).

Az elért eredményeket az **1., 2., 3. és 4.** tézis ismerteti.

## **ALACSONY HŐMÉRSÉKLETŰ TERMÁLVÍZ HASZNÁLATÁNAK FENNTARTHATÓSÁGA**

Egy geotermikus rendszer használatának hosszú távú fenntarthatóságát az határozza meg, hogy a megújulás és a termelés milyen kapcsolatban áll egymással. A hosszú távú tervezést nehezíti, hogy a közgazdasági változók nem determinisztikusak, sok a lágy paraméter, ezért a tervezésnél a bizonytalanságot is figyelembe kell venni. Az optimális kitermelési mód meghatározását és a bizonytalanság kezelését segítik a döntéstámogató rendszerek (DSS). A döntéstámogató rendszer az alacsony hőmérsékletű geotermikus rendszer esetén megoldásokat ad a hosszú távú piaci feltételeket figyelembe véve, egy lehetséges időintervallumon belül, a költséghatékonyság lehetséges módjaira, a felhasználókhöz és a piaci igényekhez alkalmazkodva. Kutatásom a Sigurðardóttir és társai (Sigurðardóttir et. al, 2010) által publikált DSS koncepción alapul.

Sigurðardóttir és társai szerint minden geotermikus rendszerre és minden termelési módra létezik egy olyan maximális energiatermelési szint ( $E_0$ ), amely alatt maradv a folyamatos energiatermeléssel, a rendszer hosszú időn keresztül (100-300 év) fenntartható. Ha a kitermelés intenzitása nagyobb, mint  $E_0$ , akkor nem tartható ez az időhossz. A rendszer akkor tekinthető fenntarthatónak, ha a kitermelés egyenlő vagy kevesebb, mint  $E_0$ , és nem fenntartható a rendszer és túltermelés történik akkor, ha nagyobb, mint  $E_0$ .

$$S_t = \frac{E_x \cdot d}{P}$$

ahol, a fenntarthatóságot ( $S_t$ ), a víz kitermeléséhez szükséges energia ( $E_x$ ) és a kereslet ( $d$ ) szorzata, valamint a vízben található specifikus energia ( $P$ ) hányadosa határozza meg.

$$E_x = c \left( (T_h - T_0) - T_0 \ln \frac{T_h}{T_0} \right)$$

Ha  $c$  (J/kg $^{\circ}$ K) a víz fajhője,  $T_h$  ( $^{\circ}$ K) a hőforrás hőmérséklete és  $T_0$  ( $^{\circ}$ K) a lecsökkent hőmérséklet, akkor a fenti egyenlet írja le az egy egységnyi termékre jutó kitermeléshez szükséges energia nagyságát.

Ha a vizet (vagy a hőt) gyorsabb ütemben vesszük ki a tározóból, mint amennyire feltöltődik, akkor az üzemi tevékenység már nem nyereséges, és ilyenkor a tározót pihenni kell hagyni addig, amíg a rendszer újra felmelegszik, vagy feltöltődik és felmelegszik. Az optimális működési stratégia határozza meg-, a kitermelhető energia nagyságát és azt is, hogy a termelés folyamatos vagy szakaszos legyen.

Az előbbiekből látható, hogy a megoldandó feladat rendkívül összetett, hagyományos módszerekkel történő megoldása bonyolult. Az optimalizálási probléma jellegéből adódó nagyméretű implicit egyenletrendszerek megoldása, valamint a gradiensek meghatározása a hagyományos optimalizálási algoritmusok alkalmazásakor rendkívül költséges. A probléma megoldása nagymértékben függ a kiindulási feladat megválasztásától, vagyis az így kapott eredmény csupán a kiindulási feladat lokális környezetében vett optimális megoldásnak tekinthető. Sigurdardottir és társai DSS koncepciójának klasszikus megoldása a *Matlab (CVX,2009)* programmal történt, amely rendszer hiányossága, hogy az optimalizálást csak rövid távon, maximum három év időtávban tudja kezelni. Ez a rövid távú megoldás a geotermikus rendszerek hosszú távú fenntarthatósági vizsgálatánál nagy hiányosság (Csébfalvi és Pálné Schreiner, 2011).

A hagyományos módszerek előbbi hátrányai késztették a kutatókat a heurisztikák, illetve a hibrid heurisztikák kidolgozására. Napjainkban számos heurisztikus eljárást ismerhetünk, és hatékonyan alkalmazhatunk optimalizálási feladatok megoldására. Vizsgálatom újdonsága, hogy az előbbiekből bemutatott optimalizálási problémát az eredeti megoldástól eltérően, Csébfalvi (Csébfalvi, 2007, 2009, 2013) „ANGEL” hibrid meta-heurisztikus módszerével oldom meg.



Az ANGEL módszer egy teljesen véletlenszerűen generált kezdeti populációból kiinduló iterációs eljárás, amely az alábbi két alaplépést váltakozva és egymásra épülve ismétli: 1. Hangyaboly eljárás helyi keresési eljárással kiegészítve; 2. Genetikus algoritmus helyi keresési eljárással kiegészítve. A keresési folyamatban a „szabadság diverzifikációja” csökken, de szabadság foka nő lépésről lépésre.

A numerikus eredmények azt mutatják, hogy az ANGEL hatékonyabb és robusztusabb lehet, mint a hagyományos populáció alapú heurisztikus módszerek a nagy implicit optimalizálási problémákban, ezért az ANGEL teljesen megfelelő Sigurðardottir és társai DSS követelményeire.

A Sigurðardottir kutatócsoportja által közzétett részleges adatok sajnálatos módon nem teszik lehetővé, hogy az eredményeket az ANGEL-lel ellenőrizni lehessen. Így kutatásomban egy akadémikus példán keresztül mutatom be az eredményeket, amely szerint az ANGEL-ben a bizonytalanság kezelése független az alkalmazott megközelítés bizonytalanságától, azaz, az ANGEL semmit nem tud a „hármassok” igazi jelentéséről. Amikor megpróbáljuk maximalizálni a nem determinisztikus célfüggvényt egy olyan nem determinisztikus rendszerben, mint a geotermikus rendszer, akkor az ANGEL - amennyire csak lehet - megpróbálja mozgatni a potenciális megoldások konfidencia intervallumát. A keresés logikája szerint a legpesszimistább megoldás lehet akár a legoptimálisabb megoldás a menedzsmet számára (Pálné Schreiner, 2011). Az ANGEL tehát megmutatja, hogy egy innovatív matematikai modellel, a szabályozók által korlátozva, hogyan lehet egyszerűen végrehajtani, a geotermikus készletek kitermelésének és üzemeltetésének hosszú távú optimalizálását az idő függvényében (Csébfalvi és Pálné Schreiner, 2011).

Az eredményeimet az **5.** tézis ismerteti.

## **ESETTANULMÁNYOK**

A Baranya Megyei Területfejlesztési Program stratégiai fejezeteiben meghatározásra és bemutatásra került a megye középtávú céljait szolgáló hat prioritás. A program operatív részében projektsomagok kerültek kidolgozásra, intézkedésenkénti bontásban. Az intézkedési javaslatokat megvizsgálva, megállapítottam, hogy a termálvíznek három prioritáson belül lehet szerepe. Az 1. prioritáson belül az 1.2.

„Mezőgazdasági termékek helyben történő feldolgozásának és értékesítésének ösztönzése” és az 1.4. „Turisztikai attrakciók és kapcsolódó szolgáltatások fejlesztése” intézkedéseknél. A 4. prioritáson belül a 4.3. „A lakosság egészségmagatartásának fejlesztése” programnál. És végül az 5. prioritáson belül található a legszélesebb körű használhatósága a termálvíznek, az 5.3. „Környezetvédelmi kommunális infrastrukturális rendszerek fejlesztése”, az 5.4. „Helyi energiaforrások felhasználására alapozott energiatermelés- és ellátás”, valamint az 5.5. „Tájhasználatból eredő konfliktusok mérséklése, táji- és természeti értékek hosszú távú megőrzése” intézkedésekben.

**Dolgozatomban a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002, „A Dél-dunántúli régió egyetemi versenyképességének fejlesztése” projektben megismert két geotermikus rendszeren (Bólyi Termál Projekt és a Szigetvári Gyógyfürdő) keresztül vizsgálom, hogy kutatási eredményeim milyen módon segíthetik a területfejlesztési program intézkedéseit, és ezzel igazolom a tézisek helyességét, gyakorlati alkalmazhatóságát is.**

## TÉZISEK

### 1.Tézis

*(Pálné Schreiner, J. 2010b; Pálné Schreiner, J. 2010c, Pálné Schreiner, J. 2012a ):*

**Tekintettel arra, hogy minden fúrási eredmény magyar geotermikus kincs, javasoltam egy magyar geotermikus kincstár (adatbázis) létrehozását:**

**1.1. Definiáltam a magyar geotermikus kincs és magyar geotermikus kincstár fogalmát.**

**1.2. Javasoltam, hogy a kincstárba a Magyarországon napjainkig fúrt közel 1500 geotermikus kút adatai is kerüljenek be. Ezeknek a kutaknak kettős szerepe lesz, a vízáadás mellett ún. kontroll kútként adatokat szolgáltatnak a kincstárba.**

**1.3. Megállapítottam, hogy a magyar geotermikus kincstár adatai segítik a felszín alatti folyamatok modellezésének numerikus kezelését.**

**1.4. Megmutattam, hogy a kincstárban összegyűjtött adatok segítségével a valóságos természeti folyamatokat jobban megközelítő eredmények szülehetnek.**

## **2.Tézis**

*(Pálné Schreiner, J. 2011; Csébfalvi, A. - Pálné Schreiner, J. 2011)*

**Bemutattam, hogy az alacsony hőmérsékletű folyadékalapú geotermikus rendszerek megújulásának vizsgálatokor lokálisan, helyi szinten a koncentrált paraméterű modell (LPM) írja le a valóságot, optimalizáláskor.**

**2.1. Rávilágítottam, hogy az állami, regionális szinten használatos végeselem módszer nem köthető lokális kutakhoz extrapolálással.**

**2.2. Kimutattam, hogy minél közelebb vannak a kutak egymáshoz, annál nagyobb az egymásra hatás, ezért végeselem módszer alkalmazására nincs lehetőség.**

**2.3. Rávilágítottam arra, hogy optimalizálás a kúthoz közel, helyi szinten szükséges.**

## **3.Tézis**

*(Pálné Schreiner, J. 2011; Csébfalvi, A. - Pálné Schreiner, J. 2011)*

**Bebizonyítottam, hogy az alacsony hőmérsékletű folyadékalapú geotermikus rendszerek megújulásának vizsgálatokor a koncentrált paraméterű modell numerikus megoldását szimbolikus megoldással lehet helyettesíteni.**

**3.1. Bemutattam, hogy a szimbolikus megoldás előnye az egyszerűbb előállítás, kezelés.**

**3.2. Rávilágítottam arra, hogy a szimbolikus megoldásnál kevesebb a módszertani probléma.**

**3.3. Példával bebizonyítottam, hogy a koncentrált paraméterű modell (LPM) szimbolikus megoldásával a modell idősíkjá nyújtható.**

## **4. Tézis**

*(Pálné Schreiner, J. 2011; Csébfalvi, A. - Pálné Schreiner, J. 2011)*

**Bebizonyítottam, hogy a LPM szimbolikus megoldása kezeli a Sigurðardóttir és társai által 2010-ben publikált DSS koncepció legfontosabb módszertani problémáját az optimalizálás hosszú távú vizsgálatát, mivel az idősíkjá nyújtható.**

## **5. Tézis**

*(Pálné Schreiner, J. 2011; Csébfalvi, A. - Pálné Schreiner, J. 2011; Pálné Schreiner, J. 2012a; Pálné Schreiner, J. 2013a; Pálné Schreiner, J. 2013b; Pálné Schreiner, J. 2014)*

**Bemutattam, hogy az alacsony hőmérsékletű folyadékalapú geotermikus rendszerek hosszú távú fenntartható kitermelési módjának bizonytalanság kezelését a döntés támogató rendszerek (DSS) megoldják.**

5.1. Rávilágítottam arra, hogy a hosszú távú tervezést nehezíti a sok lággy paraméter (természeti adottságok), valamint az, hogy a közgazdasági változók nem determinisztikusak, ezért a tervezésnél a bizonytalanságot is figyelembe kell venni.

5.2. Példával bizonyítottam, hogy a bizonytalanság kezelésére megfelelő a Sigurðardóttir és társai által 2010-ben publikált DSS koncepció.

5.3. Bemutattam, hogy az alacsony hőmérsékletű folyadékalapú geotermikus rendszerek hosszú távú, fenntartható kitermelési módjának meghatározását segíti a Sigurðardóttir és társai által 2010-ben publikált DSS koncepció.

5.4. Bebizonyítottam, hogy az alacsony hőmérsékletű folyadékalapú geotermikus rendszerek hosszú távú fenntartható üzemelésének időbeli változáskezelését segítik a döntéstámogató rendszerek (DSS). A fenntarthatóság paraméterei (mérőszámai) folyamatosan változnak az idő függvényében. Rávilágítottam arra, hogy a DSS az üzemelési adatok időbeli változását figyelembe véve adhatnak megoldást.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a TÁMOP-4.2.1.B- 10/2/KONV-2010-0002 projekt támogatta.

## A TÉZISEKHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

### Könyvfejezet:

**Pálné Schreiner** Judit (2013a): Alternatív energiák hasznosítási megoldásainak vizsgálata In: Buday-Sántha Attila (szerk.) Dél-Dunántúli régió fejlesztése II. kötet: TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010 0002 "A Dél-Dunántúli régió egyetemi versenyképességének fejlesztése" című projekt "Dél Dunántúl gazdasági erőforrásainak feltárása és fejlesztési lehetőségek meghatározása" című alprojekt kutatást záró monográfia. Pécs: Pécsi Tudományegyetem, 2013. pp. 466-505. (ISBN:978-963-642-537-1)

### Folyóiratcikk angol nyelven:

**Pálné Schreiner**, Judit (2014): The Present and Future of Szigetvár Spa: An Economic Analysis of Geothermal Energy Investment DETUROPE: CENTRAL EUROPEAN JOURNAL OF TOURISM AND REGIONAL DEVELOPMENT 6:(2) pp. 94-107. ISSN 1821-2506

**Pálné Schreiner** Judit (2012a): Utilization of geothermal energy in Hungary with Bóly in the focus POLLACK PERIODICA: AN INTERNATIONAL JOURNAL FOR ENGINEERING AND INFORMATION SCIENCES 7:(1) pp. 107-112. (2012)  
Link(ek): [DOI](#), [Scopus](#)

**Pálné Schreiner**, Judit - **Csébfalvi**, Anikó (2011): Optimizing Geothermal Energy Utilization in Bóly In: B.H.V.Topping, Y.Tsompanakis (szerk.) Proceedings of the Thirteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing: Chania - Crete - Greece, 6-9 September 2011. Konferencia helye, ideje: Chania, Görögország, 2011.09.06-2011.09.09. Stirlingshire: Civil-Comp Press, 2011. pp. 1-9. (Civil-Comp proceedings; 96.) ISSN 1759-3433 (ISBN:978-1-905088-478)  
Link(ek): [DOI](#), [Scopus](#)

**Csébfalvi**, Anikó - **Pálné Schreiner**, Judit (2011): A Net Present Value Oriented Hybrid Method to Optimize the Revenue of Geothermal Systems with Respect to Operation and Expansion In: B.H.V.Topping, Y.Tsompanakis (szerk.) Proceedings of the Thirteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing: Chania - Crete - Greece, 6-9 September 2011. Konferencia helye, ideje: Chania, Görögország, 2011.09.06-2011.09.09. Stirlingshire: Civil-Comp Press, 2011. pp. 290-299. (Civil-Comp proceedings; 97.) ISSN 1759-3433 (ISBN:978-1-905088-47-8) Link(ek): [DOI](#), [Scopus](#), [Egyéb URL](#)

#### **Konferencia kiadványban angol nyelven:**

**Pálné Schreiner**, Judit (2010b): Possibilities of Cascade Thermal Water Utilization in Hungary In: Grizelj Branko, Cumin Josip, Šoškić Nikola, Seuček Ivan, Vujčić Branimir (szerk.) 8th Natural Gas, Heat and Water Conference, 1st International Natural Gas, Heat and Water Conference. Konferencia helye, ideje: Osijek, Horvátország, 2010.09.29-2010.10.01. Osijek: Strojarski fakultet, 2010. pp. 1-6. (ISBN:978-953-6048-58-8) Befoglaló mű link(ek): [Egyéb URL](#)

#### **Tudományos konferencia előadások angol nyelven:**

**Pálné Schreiner**, Judit (2013b): Use (application) of Geothermal Energy in Szigetvár In: Peter Ivanyi (szerk.) Architectural, Engineering and Information Sciences - 9th International PhD & DLA Symposium: Abstracts Book. Konferencia helye, ideje: Pécs, Magyarország, 2013.10.21-2013.10.22. Pécs: University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering, 2013. p.129. ISBN:978-963-7298-54-7) Befoglaló mű link(ek): [OSZK](#)

**Pálné Schreiner, Judit** (2011): Sustainable Utilization of Geothermal Reservoir In: Iványi Péter (szerk.) Research conference on information technology: honoring volume on Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology: Seventh International PhD & DLA Symposium, october 24-25, 2011. Konferencia helye, ideje: Pécs, Magyarország, 2011.10.24-2011.10.25. Komló: Rotari Press, 2011. p. 111. (BME PA közlemény 125716) (ISBN:978-963-7298-46-2) Befoglaló mű link(ek): [BME OMIKK](#), [autopszia](#), [BME PA közlemény](#)

**Pálné Schreiner, Judit** (2010c): Utilization of Geothermal Energy in Hungary In: Iványi Péter (szerk.) Conference on Engineering Research: Anniversary Volume Honoring Amalia and Miklos Ivanyi: Sixth International PhD & DLA Symposium : University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering. Konferencia helye, ideje: Pécs, Magyarország, 2010.09.25-2010.09.26. Pécs: PTE PMMK, 2010. p. C:78. (ISBN:978-7298-40-0)

## EGYÉB PUBLIKÁCIÓK

### Egyetemi jegyzet:

**Pálné Schreiner Judit** (2007a): Hidrológia Pécs: PTE Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar, 2007. 90 p. (ISBN:978-963-7298-22-6)

**Pálné Schreiner Judit** (2007b): Közművek Pécs: PTE Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar, 2007. 97 p. (ISBN:978-963-7298-24-0)

**Pálné Schreiner Judit** (2007c): Hidraulika Pécs: PTE Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar, 2007. 49 p. (ISBN:978-963-7298-23-3)

**Pálné Schreiner Judit** (2001): *Oktatási segédanyag műszaki ellenőr képzés számára - Komplex közművek témakör (M42 jegyzet)*. Pécsi Tudományegyetem Pécs, 2001. 38.p.

### Folyóiratcikk magyar nyelven:

**Pálné Schreiner Judit** (2010a): A kistérségi léptékű geotermikus energiahasznosítási, fejlesztési projektek támogatási formái In: Buday-Sántha Attila, Gunszt Katalin, Horváth Márton, Milovecz Ágnes, Páger Balázs, Tóth Zsuzsanna (szerk.) Évkönyv, 2010: "Féldőben" : A közép-európai terület-, település-, vidék- és környezetfejlesztéssel foglalkozó doktori iskolák találkozója és konferenciája : IV. Országos Környezetgazdaságtani PhD-konferencia. 325 p. Konferencia helye, ideje: Pécs, Magyarország, 2010.10.08-2010.10.09. Pécs: PTE KTK Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola, pp.300-311.1. kötet ISSN: 1588-5348 Befoglaló mű link(ek): [OSZK](#), [BCE katalógus](#)

**Pálné Schreiner** Judit (2000): A lakossági ivóvízellátás változása a Dráva völgyében KÖZLEMÉNYEK A JPTE FÖLDRAJZI INTÉZETÉNEK TERMÉSZETFÖLDRAJZI TANSZÉKÉRŐL 2000/17.: pp. 1-14. ISSN: 1419-6638

#### **Konferencia kiadványban magyar nyelven:**

**Hanyecz** Lajos, **Pálné Schreiner** Judit (2013): A Szigetvári Gyógyfürdő gazdasági elemzése In: Buday-Sántha Attila, Danka Sándor, Komlósi Éva (szerk.) Régiók fejlesztése: Régiók fejlesztése" TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002 projekt kutatászáró konferencia, Pécs, 2013. május 23-24. 390 p. Konferencia helye, ideje: Pécs, Magyarország, 2013.05.23-2013.05.24. Pécs: PTE, 2013. pp. 99-110. 3. kötet. (ISBN:978 963 642 531 9) Befoglaló mű link(ek): [OSZK](#), [BCE katalógus](#)

**Danka** Sándor, **Pálné Schreiner** Judit (2013): A biogázüzemek sajátosságai, a kaposszekcsői biogázüzem In: Buday-Sántha Attila, Danka Sándor, Komlósi Éva (szerk.) Régiók fejlesztése: Régiók fejlesztése" TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002 projekt kutatászáró konferencia, Pécs, 2013. május 23-24. 390 p. Konferencia helye, ideje: Pécs, Magyarország, 2013.05.23-2013.05.24. Pécs: PTE, 2013. pp. 111-127. 3. kötet. (ISBN:978 963 642 531 9) Befoglaló mű link(ek): [OSZK](#), [BCE katalógus](#)

#### **Tudományos konferencia előadások angol nyelven:**

**Pálné Schreiner**, Judit (2012b): Use (application) of biogas in Kaposszekcső In: Peter Iványi (szerk.) Architectural, engineering and information sciences: 8th International PhD & DLA Symposium : University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology : october 29-30, 2012 : abstracts book. Konferencia helye, ideje: Pécs, Magyarország, 2012.10.29-2012.10.30. Pécs: PTE PMMK, 2012. p. 115. (ISBN:978 963 7298 48 6

#### **Egyéb:**

**Pálné Schreiner** Judit (2005): *Szakértői vélemény a 2003/HU/16/P/PE/019 kecskeméti agglomeráció szennyvízelvezetési és kezelési ISPA programmal kapcsolatban a csatornahálózat anyagára vonatkozóan.* Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kar Pécs, 2005. 52.p.

## HIVATKOZÁSOK A TÉZISFÜZETBEN

**Axelsson, G.** (1989): *Simulation of pressure data from geothermal reservoir by lumped parameters models*. 14th Workshop on geothermal Reservoir Engineering, Stanford, 1989.

**Axelsson, G. et al.** (2005): *Sustainable Management of Geothermal Resources and Utilization for 100–300 Years*. – Proceedings World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey (24–29 April) 2. (CD-ROM) 8.

**Baranya Megyei Területfejlesztési Program** 2014 – Stratégiai és Operatív Program <http://baranya.hu/wpcontent/uploads/2013/08/BMTfP.pdf> (2014.10.20.)

**Böszörményi L.** (2008): Geotermikus energiát hasznosító technológiák időszerű problémái. Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen, 2008. 53 p.

**Csébfalvi, A.** (2007): Angel method for discrete optimization problems PERIODICA POLYTECHNICA-CIVIL ENGINEERING 51:(2) pp. 37-46. (2007)

**Csébfalvi, A.** (2009): A hybrid meta-heuristic method for continuous engineering optimization PERIODICA POLYTECHNICA-CIVIL ENGINEERING 53:(2) pp. 93-100. (2009)

**Csébfalvi, A.** (2013): ANGEL: A simplified hybrid metaheuristic for structural optimization: Chapter 5 In: Dr Helio J C Barbosa Ozgur Baskan, Cenk Ozan, Soner Haldenbilen, Satoshi Kurihara, Mieczyslaw Drabowski, Edward Wantuch, Jaqueline Silva Angelo, Douglas Adriano Augusto, Helio J C Barbosa, Romdhane Rekaya, Anikó Csébfalvi, Kazuyuki Murase, Pierre Delisle (szerk.) ANT COLONY OPTIMIZATION. Rijeka: InTech Open Access Publisher, 2013. pp. 107-127. (ISBN:978-953-51-1001-9)

**Sigurðardóttir, S. - Pálsson, H. - Valfells, A. - Stefansson, H.** (2010): *Optimizing Revenue of a Geothermal System with Respect to Operation and Expansion*. In: Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali, Indonesia, 25-29 April, 2010.