

A geotermikus energiahasznosítás értékelése a Dunaszerdahelyi üvegházban

Evaluation of geothermal energy utilization of a greenhouse in Dunajská Streda

Ing. *ÁLLÓOVÁ Viktória*¹, prof. Ing. *TAKÁCS János PhD.*²

Szlovák Műszaki Egyetem – Pozsony, Építőmérnöki Kar, Épületgépészeti Tanszék^{1,2}
Stavebná fakulta STU v Bratislave, Radlinského 11, 810 05 Bratislava, Slovensko^{1,2}
viktoria.alloova@stuba.sk¹, jan.takacs@stuba.sk²

Abstract

The most commonly used renewable energy source in the agricultural sector is geothermal energy. Its carrier, in our case geothermal water, is independent of climate change, its flow and temperature are constant, therefore it is considered a reliable energy source. Geothermal water as a primary heat source is mainly used for the heating of greenhouses, also for animal husbandry and soil heating. This case study deals with the parameters of the heating system of a greenhouse utilizing thermal water in Dunajská Streda and provides an insight into the issue of insufficient heat transfer caused by the formation of limescale.

Keywords: geothermal energy, heat exchanger, heat transfer, greenhouse, limescale

Kivonat

A mezőgazdasági szektorban a leggyakrabban hasznosított megújuló energiaforrás a geotermikus energia. Hordozója, esetünkben a termásvíz, független a klímaváltozástól, áramlása és hőmérséklete állandó, így megbízható hőforrásnak számít. A hévizet elsődleges hőforrásként főként üvegházak fűtésére, kisebb mértékben állattenyésztéshez és talajfűtéshez alkalmazzák. Az esettanulmány egy Dunaszerdahelyi, hévizet hasznosító üvegház fűtési rendszerének energetikai paramétereivel foglalkozik, illetve betekintést nyújt a vízkő kialakulása okozta elégtelen hőátadásnak kérdésébe.

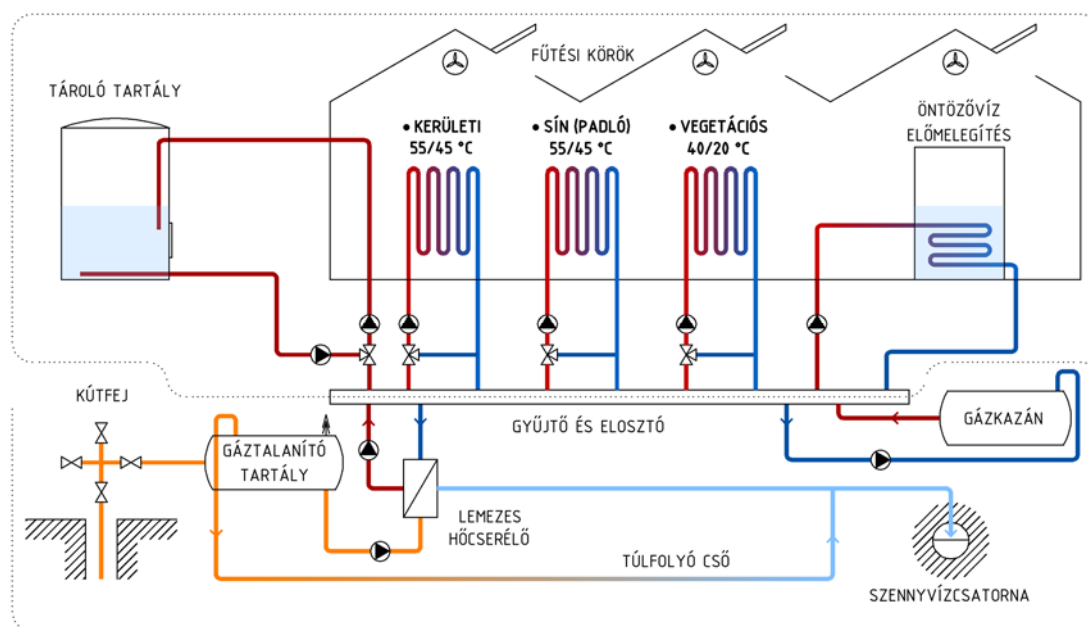
Kulcsszavak: geotermikus energia, hőcserélő, hőátadás, üvegház, vízkőkiválás

1. BEVEZETÉS

Felvidéken számos üvegház található, melyek hőigénye kielégítésére termálkutakból származó hévíz kerül felhasználásra. A Dunaszerdahelyi üvegházban egész évben csaknem 5 hektáros alapterületen különféle paradicsomtermelés folyik. Az üvegház belső mikroklímáját számos tényező befolyásolja. Napsütéses napokon, különösen nyáron, nagy hőnyereséggel kell számolni, éppen ellenkezőleg, télen és éjszaka jelentős hővesztés keletkezik az üvegház üvegszerkezetén keresztül. Egy másik nagyon fontos tényező a levegő relatív páratartalma, amely elsősorban a külső levegő paramétereitől függ, de befolyásolja az is, hogy maguk a növények fotoszintézis során nagy mennyiségű vizet párologtatnak a levegőbe. A Dunaszerdahelyi üvegház páratartalom szabályozását jelenleg a természetes szellőztetés és a fűtés kombinációja biztosítja. Mindegyik beltéri klímáparaméter folyamatos megfigyelés alatt áll, illetve rögzítésre kerül. A rögzített adatok alapján fel tudjuk mérni az energiafelhasználás hatékonyságát, illetve javítani azt. Az üvegházban a növények számára szükséges hőmérséklet legkevesebb 17 °C, legfeljebb 30 °C, a páratartalom optimális tartománya 60 - 75% (a termés minőségének megőrzése érdekében) [1], [2]. Említésre méltó, hogy a cikkben leírt problémák több, a környéken található üvegházban jelen vannak. A fellépő gondok okozója felkutatása ezért kifejezetten szükséges, illetve a Dunaszerdahelyi rendszer energiahatékonysága növelése érdekében ajánlott lépések alkalmazhatóak a hasonló üvegházakban is, ezzel növelve a megújuló energiaforrások felhasználását.

2. AZ ENERGIARENDSZER ELEMZÉSE

A Dunaszerdahelyi termálkút hőenergiáját a hévíz magas ásványi anyagok tartalma okán kizárólag indirekt módon tudjuk hasznosítani. A fűtési rendszer elsődleges energiaforrása a termálkútból szabadkiömléssel kitermelt víz. A hőátvitelt egy lemezes hőcserélő biztosítja, amely primer oldalán a hőhordozó közeg a hévíz, míg a szekunder oldalon a fűtővíz. A fűtővíz a hőcserélőből az elosztó felé áramlik, melyből szivattyúk segítségével az egyes fűtési körök fűtési igénye van biztosítva. Az üvegházban három fűtési kör található. Ebből kettő, az üvegház kerületi szerkezete mentén és a talaj felett, az ún. sinkör, 55/45°C hőfoklépcsővel, míg a harmadik, a növény szár magasságában lévő fűtőkör, az ún. vegetációs kör, 40/20°C hőfoklépcsővel működik. A fűtési rendszerek hőigényének biztosítása mellett a növények öntözővizét is előmelegítik. Abban az esetben, ha nincs fűtési igény, a fűtővizet a tároló tartály felé szivattyúzzák, így az átmeneti időszakban a felhalmozott melegvizet például az éjszakák során hasznosítani lehet a fűtési igények kielégítésére. Visszasajtoló kút hiányában az elfolyó termálvíz a szennyvízcsatornába van elvezetve – így nyitott geotermikus rendszerről van szó. Az ilyen fűtési rendszerekbe tartalék hőforrás is telepítésre kerül, a termálkút esetleges leállítása, illetve a téli időszakban fellépő magas hőigény áthidalása esetére. A Dunaszerdahelyi rendszerben a tartalék hőforrás egy 4,8 MW teljesítményű gázkazán. A nyitott geotermikus energiarendszer leegyszerűsített kapcsolási rajza az 1. ábrán látható.



1. ábra. A geotermikus rendszer kapcsolási rajza

2.1. Kútfej és a gáztalanító tartály

A kútfej a termálkút legfelsőbb pontja, egyben az első föld feletti berendezés a rendszerben. A termálkút vízhozama jelenleg 8,5 l/s, a víz hőmérséklete a kútfejen 92 °C, mélysége 2500 m. A múltban felmért állapot alapján a kút lehetséges vízhozama 13,5 l/s (szabadkiömlés esetén). A megfigyelt vízhozam, illetve a növekvő gázfogyasztás tudatában kezdtünk bele a kutatásba. A termálkútból feltörő hévíz kémiai összetétele, illetve a kútban fellépő nyomás gázok felszabadulásával jár. Emiatt a kútfej mögé ajánlatos egy gáztalanító tartályt helyezni, amely a felszabaduló gázokat hivatott biztonságos módon, szükség esetén megfelelő filtrálás után, a légtérbe bocsájtani. Esetünkben a kútfej mögött egy 6 m³ tartály található. Ennek a tartálynak akkumulációs szerepe is van, bár a feltörő vízmennyiséghez képest a tartály térfogata nem elegendő. A túlfolyó csövön használatlan, gyakran 90 °C hőmérsékletű hévíz nagy mennyiségben távozik a szennyvízcsatornába. Szlovákiában a felszíni befogadókba távozó víz hőmérséklete legfeljebb 26 °C lehet, ellenkező esetben komoly bírsággal számolhat az üzemeltető. Mivel a hévíz közvetlenül a szennyvízcsatornába van vezetve, kivételt képez a rendelet alól és nem jár pénzbírsággal, azonban az értékes energiaforrás kihasználatlansága sokkal nagyobb pénzvesztéssel jár, mint a kiszabható pénzbírság összege, ugyanis a hiányzó energiát a hőigény kielégítéséhez a gázkazán biztosítja. A kútfejen és a gáztalanító tartályon egyaránt a hiányzó hőszigetelés okán magas hővesztés tapasztaltunk. A 2. ábrán a hőkamerával készített felvételen jól látható a hiányosság.

A rendszer felmérése során további gondokat fedeztünk fel. A hévíz magas korróziót és vízkőkiválást okozó ásványi anyag tartalma okán a kútfejnél a kútba kémiai anyag, ún. inhibitor van adagolva. Ennek célja főként a vízkőkiválás megelőzése, ezáltal pedig a berendezések és a kút megfelelő állapotának megőrzése. Ugyan az inhibitor a kútfejnél adagolva van, annak mértéke, vagy összetétele nem megfelelő, ezért a 3. ábrán, illetve a 4. ábrán látható módon a vízkő a csövek átmérőjét nagy mértékben csökkentette. A felhalmozódott vízkő az oka a vízhozam csökkenésének is.



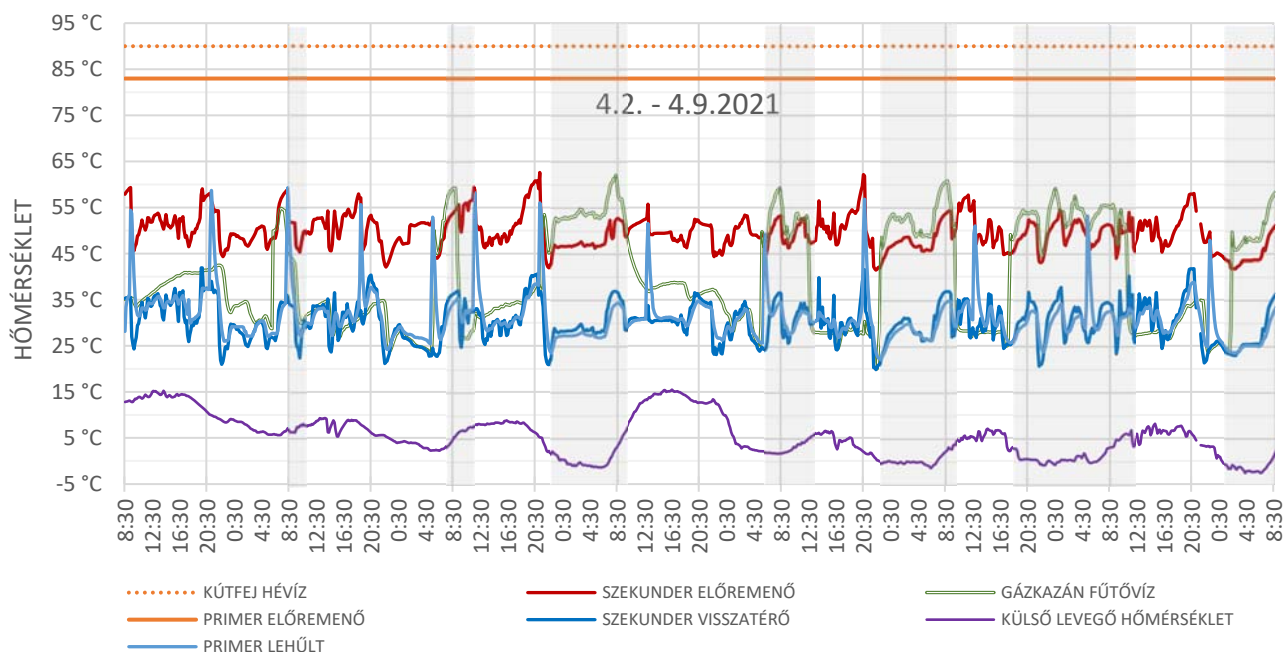
2. ábra. Hőkamerás felvétel

3. ábra. Cső keresztmetszete

4. ábra. Vízkőkiválás a kútfejnél

2.2. Lemezes hőcserélő

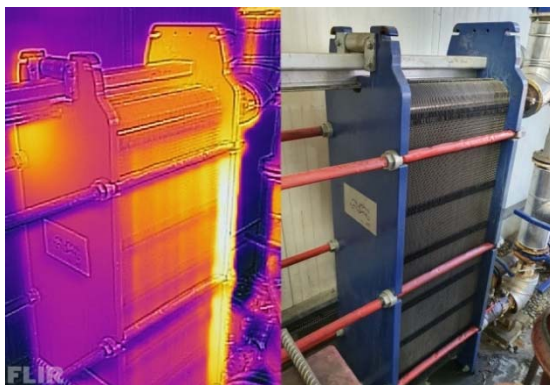
A lemezes hőcserélő a kútfejtől kb. 200 méterre található az üvegház épületében. A hőcserélőbe érkező primer közeg hőmérséklete ezen a helyen már csak 84 °C. A lemezes hőcserélő gyártója által készített méretezés során a primer kör becsült hőfoklépcsője 80/30 °C, míg a fűtőkör hőfoklépcsője 75/25 °C. Méréseket végeztünk a rendszer több pontján a valós hőfoklépcső ismerete érdekében, ezáltal felismerve a rendszer hiányosságait következményét energetikai szempontból. A feljegyzett adatokat az 5. ábrán lévő grafikon segítségével értékeltük ki. A mérésekre átmeneti időszakban, áprilisban, egy hét folyamán került sor. A rögzített adatok közül érdemes rámutatni a primer és a szekunder előremenő közti hőfokkülönbséget.



5. ábra. Mérések kiértékelése

Körülbelül 15 K különbségre számíthatunk a méretezési adatok alapján (a hévíz hőmérséklete a kútfejen és a méretezésnél alkalmazott szekunder előremenő hőmérséklet különbsége), a valóságban viszont ennél sokkal több, közel 40 K. Ennek oka a hőcserélő belső falán is kiváló vízkő, amely hőszigetelő réteget képez. Ezen a rétegen az adott áramlásnál nem a várt mértékű hőátvitel folyik le, minek eredménye a szennyvízcsatornába

elvezett lehűlt hévíz magas, a mérések ideje alatt átlagosan mintegy 60 °C hőmérséklete. Következő lépésként hőkamerás felvételeket készítettünk a hőcserélőről, amely a 6. ábrán látható. A kép igazolta a fentebb említett helyzetet, miszerint a lemezek belső falán, főként azok alsó részén a vízkő olyan vastag réteget képzett, hogy a hőátadás szinte lehetetlenné válik. Az elosztóba érkező fűtővíz hőmérséklete mindössze 50 °C körüli, ami az üvegház hőigényét az átmeneti időszakban sem képes biztosítani. További érdekesség a gázkazán kapcsolási sémája. A kiértékelés során megfigyeltük a gázkazán reggeli órákban, rövid, gyakran csupán egy órára való beindítását. Ennek oka a hajnali órákban fellépő hirtelen külső hőmérsékletváltozás, ami az üvegházban több mint 85 % páratartalmat eredményez. Ilyen magas páratartalomnál a növények gombásodásnak vannak kitéve. Ez az állapot a termés megőrzése érdekében mindössze 1-2 óráig tartható, emiatt a hiányzó légtechnikát, így a megfelelő szellőztetést az üvegházban lévő levegő felmelegítése hivatott helyettesíteni. A fűtést a hőcserélőben fellépő helytelen hőátadás eredményeképp a gázkazán bekapcsolásával biztosítják. A fűtési rendszer felmelegíti az üvegház belső légtérét, ennek eredménye a páratartalom csökkenése. Az üvegházban a mérések alapján a levegő hőmérséklete elegendő volt, így a fűtés kizárólag a szellőzés helyettesítésére alkalmazták. Az optimális páratartalom a növények számára 70 %, ennek elérése indokolja a kazán azonnali kikapcsolását. Ilyen rövid kapcsolás azonban nem biztosít elegendő hőmérsékletet a melegvíz - kazánba visszatérő ágba, így az korróziónak van kitéve és az élettartama is csökken.



6. ábra. A hőcserélő - hőkamerás és klasszikus kép

3. JAVASLAT A HŐFORRÁS HATÉKONYSÁGÁNAK NÖVELÉSÉRE

A mérések alapján kiértékelhető a hasznosított hőenergia mértéke a termálkút hasznosítható energetikai paramétereire képest. Az adott egy hét üzemidő, amely alatt a méréseket végeztük, a hasznosítható hévíz mennyiségét 5141 m³-re becsültük. A hőcserélőbe való belépés helyén a hévíz hőmérséklete csak 83°C. Ez a hővesztés a teljes felhasználható energia 8%-át teszi ki. A hőcserélőben lévő vízkőkiválás okán a hőátadás hatékonysága a primer és a szekunder közeg között csökken. A hőcserélőben fellépő hővesztés a teljes felhasználható energia 45%-át teszi ki. Jelenleg a szennyvízcsatornába vezetett kihűlt primer közeg átlagos hőmérséklete 31,2 °C, ami azt jelenti, hogy a felhasznált hőenergia mennyisége a rendszerben felhasználható energiamennyiségnek csak 25%-a. A hőforrás hatékonysága növelése érdekében a következő javaslatokat tettük:

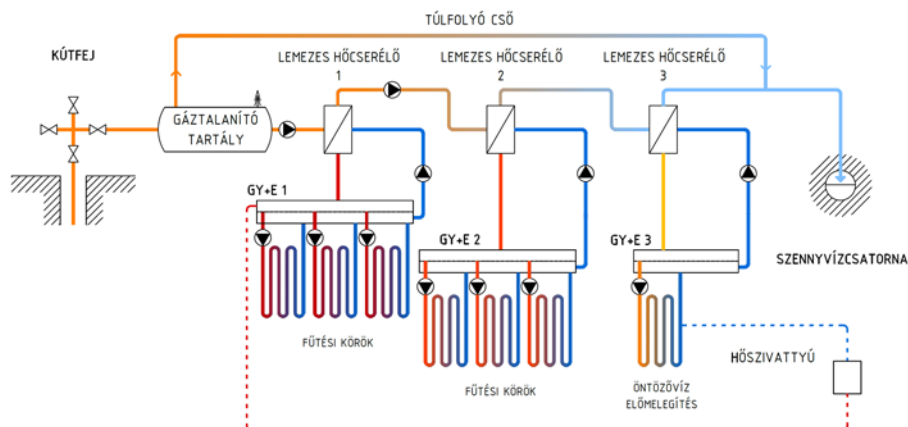
1. A termálkútban lévő vízkőkiválás eltávolítása esetén a kút vízhozama 8,5 l/s -ról 13,5 l/s - ra növelhető, így egy hét üzemelés alatt 8165 m³ mennyiségű felhasználható hévízzel számolhatunk. A jelenlegi állapothoz képest a felhasználható hőenergia mennyisége a forrás teljes potenciáljának kihasználásával az eredeti 25 % -ról 59 % - ra emelkedhet.

2. Az eredeti hőcserélőt két, esetleg három kisebb teljesítményű hőcserélőre célszerű lecserélni. A hőcserélők kaszkád-szerű bekötése kisebb hőfoklépcsőt eredményez az egyes hőcserélőkön, így azok azonos áramlásnál több hőenergiát képesek hasznosítani.

3. Az elégtelen szellőztetést érdemes volna légtechnikai rendszerrel helyettesíteni, ezzel szabályozhatóvá tenni, ami a hajnali órákba fellépő páratartalommal kapcsolatos gondokra nyújtana megoldást. A nyári időszakban ezen rendszerrel akár abszorpciós hűtés is alkalmazható, miáltal a gázkazán kapcsolása is csak hőigény esetén lenne szükséges.

4. A kútfej és a gáztalanító tartály megfelelő vastagságú hőszigetelésével csökkenthető az energiarendszer primer oldali hővesztése.

A fentebb említett javaslatok alkalmazásával elméletileg a hőforrás 84%-os kihasználása érhető el. Az intézkedések alkalmazása a jelenlegi helyzethez képest 5,3-szor növelné az energiafelhasználás mértékét. A javaslatok alapján készül leegyszerűsített kapcsolási rajz a 7. ábrán látható.



7. ábra. A primer energiaforrás leegyszerűsített kapcsolási rajza a javaslatok alapján

4. KÖVETKEZTETÉS

A helyszíni szemle, illetve kísérleti mérések és számítások alapján értékeltük a nyílt geotermikus energiarendszert a hőforrás kihasználásának határfoka szempontjából. A Dunaszerdahelyen lévő üvegház enyhe fűtési szezonja ellenére a tartalék hőforrás a teljes fűtési szezonban üzemel. Az átmeneti időszakban, főként hajnalban, amikor a relatív páratartalom az üvegházban eléri a 90%-ot, hatékony szellőztetés hiányát a fűtés szükségtelen indításával kompenzálják, mindezt a gázkazán segítségével. A levegő fűtése a relatív páratartalmat elfogadható értékre csökkenti, majd a kazánt kikapcsolják. A legnagyobb hiányosságok, a primer hőforrást - termálkutát, gáztalanító tartályt és a lemezes hőcserélőt érintik. A primer hőhordozó ágain, a csövekben és berendezésekben, valamint a hőcserélőben is vízkőkiválást tapasztaltunk. Emiatt a forrás vízhozama fokozatosan csökken, a hőcserélő eltömődik, és az energiafelhasználás hatékonysága csökken. A rendszer problémáinak energetikai szempontból való értékelése után a forrás eredeti vízhozamának elérése érdekében a kút tisztítását, valamint a rendszer minden részének hőszigetelését javasoljuk. A gáztalanító tartály nem rendelkezik elegendő térfogattal, aminek következtében a primer közeg magas hőmérsékleten távozik a rendszerből a szennyvízcsatornába. Az meglévő hőcserélő két, esetleg három kisebb teljesítményű lemezes hőcserélőre történő cseréje hozzájárulna a hőforrás energiájának hatékonyabb felhasználásához. A javasolt intézkedések alkalmazásával pénzt takaríthatunk meg, amely befektetésként felhasználható a fűtési rendszer javítására, esetleg más, az üvegházban alkalmazott technológiába.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezt a munkát a Szlovák Köztársaság Oktatási, Tudományos, Kutatási és Sportminisztériuma támogatta a VEGA 1/0303/21, a VEGA 1/0304/21 pályázaton és a KEGA 005 / STU-4/2021 projekten keresztül.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Shamshiri, R.R. – Jones, J.W – Thorp, K.R. – Ahmad, D. – Che Man H. – Taheri, S.2018. Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: a review. International Agrophysics. 32. 287-302. 10.1515/intag-2017-0005.
- [2] Syed, A.M., Hachem, C. Review of Construction; Geometry; Heating, Ventilation, and Air-Conditioning; and Indoor Climate Requirements of Agricultural Greenhouses. J. Biosyst. Eng. 44, 18–27 (2019). <https://doi.org/10.1007/s42853-019-00005-1>
- [3] FERENC, Š. 2015. Geotermálna energia a jej využitie. Banská Bystrica: Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici Belianum, 2015. 154 s. ISBN 978-80-557-0955-0.