

## A termálfürdők szennyvizéből történő hővisszanyerés lehetőségei hőcserélők és hőszivattyúk alkalmazásával

### Possibilities of heat recovery from thermal bath wastewater with usage of heat exchangers and heat pumps

TAKÁCS János, PREDAJNIANSKA Anna, MUDRÁ Martina

Szlovák Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kara, Épületgépészeti T.  
Bratislava – Pozsony, Szlovákia

e-mail: jan.takacs@stuba.sk, predajnianska.anna@gmail.com, martina.mudra19@gmail.com

#### Abstract

*In Slovakia, geothermal energy (GE) is used to the greatest extent in recreational facilities. Experts try to design geothermal energy systems with the highest possible degree of utilization of geothermal energy. Nevertheless, problems arise in recreational facilities when discharging waste pool water, which has considerable usable potential for low-temperature energy. The aim of this paper is to point out the possibility of heat recovery from waste pool water of thermal baths by applying two stages of wastewater cooling. In the first stage, the water is cooled in a recuperative heat exchanger and in the second stage it is a heat source for the heat pump, thus achieving an almost perfect use of the available energy potential.*

**Keywords:** thermal water, thermal baths, pool systems, energy saving, energy recovery, efficiency

#### Kivonat

*Szlovákiában a geotermikus energiát (GE) legnagyobb mértékben a rekreációs létesítményekben -termálfürdőkben hasznosítják. A tervezők a geotermikus energiarendszereket úgy tervezik, hogy a geotermikus energiát a lehető legmagasabb mértékben használják fel. Mindazonáltal a rekreációs létesítményekben problémák merülnek fel a medencevíz (csurgalékvíz) kibocsátása során, amelynek jelentős felhasználási lehetősége van az alacsony hőmérsékletű energiára. Jelen cikk célja, hogy rámutasson a termálfürdők csurgalékvíz-medencéjének (CsV) hővisszanyerésének lehetőségére a csurgalékvíz hűtésének két szakaszának alkalmazásával. Az első lépcsőben az CsV-t rekuperatív hőcserélőben hűtik, a második lépcsőben pedig a hőszivattyú hőforrása, így a rendelkezésre álló energiapotenciál szinte tökéletes használata érhető el. A cikk célja a hővisszanyerés lehetőségének bemutatása, mint a forgatott medence szennyvizéből származó geotermikus potenciál kihasználtságának egyik módja.*

**Kulcsszavak:** hévíz, a termálfürdők, medencerendszerek, energiatakarékoság, energiaviszanyerés, hatékonyság

## 1. BEVEZETŐ

Szlovákiában nagy számban vannak termálfürdők, amelyek hévizet (HV) használnak medencéik feltöltésére. A geotermikus energiarendszerek szakértői igyekeznek a geotermikus energia energiapotenciáljának lehető legmagasabb kihasználásával tervezni ezeket, de a kihasználtság mértéke nem mindig optimális. A magas energiaárak arra kényszerítik a termálfürdők üzemeltetőit, hogy megfelelő és környezetbarát módszereket keressenek az üzemeltetési költségek megtakarítására. A legjobb és legmegfelelőbb módszer a megújuló energiaforrások (ME) előtérbe helyezése. A megújuló energiák különféle típusainak és egyéb műszaki eszközöknek a kombinációja az energia, a környezet és az üzemeltetési költségek rendkívül hatékony és működőképes megtakarításának egyik módja. Előnye, hogy képesek válaszolni az egyéni követelményekre abban a környezetben, amelyben találhatóak [5].

Az energiaunió kezeléséről és az éghajlatváltozás elleni küzdelemről szóló, 2018. december 11-i 2018/1999 / EK európai parlamenti és tanácsi rendelet 9. cikke értelmében a Szlovák Köztársaság Gazdasági Minisztériuma integrált nemzeti energia- és éghajlat-változási tervet készített 2021-re. -2030 [7, 8]. Ez a terv

frissíti a jelenlegi energiapolitikát. Az energiapolitika prioritásai közé tartozik: az energiainfrastruktúra fejlesztése, az energiaigény csökkentése és a megújuló energiaforrások használatának előmozdítása [7].

Szlovákia az elhelyezkedése miatt geotermikus hatalom [5]. Szlovákiában 32 ígéretes terület található, amelyek geotermikus potenciálja 215 MW<sub>t</sub> hőteljesítmény, feltéve, hogy a geotermikus víz (GTV) nem kerül vissza a geológiai altalajba. Ezekben a területeken akár 176 regisztrált geotermikus kút is található, a GTV hőmérséklete 30 °C és 130 °C között mozog. A szlovákiai GE-t 60% -ig üdülési létesítményekben használják (termálfürdők). Távhőellátó rendszerekben, hőátadó állomásokon, de a mezőgazdaságban is üvegházak és fóliasátrak fűtésére. 1990-ig Szlovákiában az alacsony energiaárak miatt nem volt nagy az érdeklődés a hőszivattyúk iránt [6]. A helyzet azonban megváltozott, és egyre inkább alkalmazzák őket. A hőszivattyúk feladata a környezet alacsony hőmérsékletű energiájának átalakítása vagy szivattyúzása magasabb hőmérsékletű szintre azáltal, hogy magasabb minőségű energiát szolgáltatnak, amelyet elektromos, mechanikus vagy magas hőmérsékletű hőenergia képvisel [6]. A hőszivattyú méretezése a gazdasági beruházásoktól függ, de attól a környező környezettől is, amelyben működni fog [6].

## 2. A GEOTERMIKUS ENERGIA FELHASZNÁLÁSA A MEDENCE RENDSZEREKBE

A termálfürdők a hévizet használják medencék feltöltésére. Sok esetben a HV termálfürdőkben való felhasználásának mértéke kevesebb, mint 50 %. Számos termálfürdő másik problémája, hogy túl magas hőmérsékleten engedik ki a medence csurgalékvizét. Szlovák vízügyi törvény írja elő a csurgalékvizét maximális hőmérsékletét, +26 °C, amelyet a csatornába, vízfolyásba vagy víztartóba vezetnek. A vizetről és a Szlovák Nemzeti Tanács 1. sz. Törvényének módosításáról szóló 364/2004. 372/1990 Coll. számú törvény (a vízügyi törvény) vagy a vízügyi törvény, valamint a Szlovák Köztársaság kormányának a jó vízállapot elérésére vonatkozó követelmények megállapításáról szóló rendelete 269/2010. Az előírt hőmérséklet túllépése legfeljebb 160 000 euróig terjedő bírságot vonhat maga után a környezetszennyezés miatt. Ezért célszerű a termálfürdőkben energiatakarítási intézkedéseket javasolni, amelyeknek köszönhetően fontos eredményeket érhetnénk el. Ezek a eredmények csökkentik a csurgalékvizét hőmérsékletét az előírt hőmérsékletre, növelik a GE felhasználási hatékonyságát, meghosszabbítják a geotermikus energiarendszer élettartamát és csökkentik vagy teljesen megszüntetik a környezeti szennyezéssel szembeni bírságokat.

## 3. HŐSZIVATTYÚK

A hővisszanyerés módszere szerint a hőszivattyúk (HSz) több csoportra oszthatók. Az elsődleges hőforrás megválasztása alapvetően befolyásolja a HSz felépítését és tulajdonságait. Mivel Szlovákia gazdag hévizek előfordulásában, a víz-víz HSz nagyon alkalmas erre a területre. Ugyanakkor a beruházási költségek és a telepítés szempontjából is a legigényesebbek. Ezekkel a HSz-nál nagy vízfogyasztással kell számolnunk, amely másodpercenként több liter is lehet. Ebben az esetben nagy teljesítményű hőcserélőket kell használni, amelyeket rendszeresen tisztítani kell. Eldugulásuk ronthatja az általános hatékonyságot. Ezért még víz-víz HSz használata esetén is követelmény a víz tisztasága, amely nem tartalmazhat túlzott mennyiségű szennyeződést. A jogszabályok problémát okozhatnak a víz-víz HSz használatakor, mivel különleges esetekben engedély szükséges az állami vízügyi igazgatásból származó víz felhasználására. A HSz optimális használatának fő feltételei közé tartozik a sikeres telepítés. Ugyanakkor szükséges a projekt megfelelő megtervezése, ezért fontos feltétel a HSz használatának korábban ismert terjedelme és célja [7, 8].

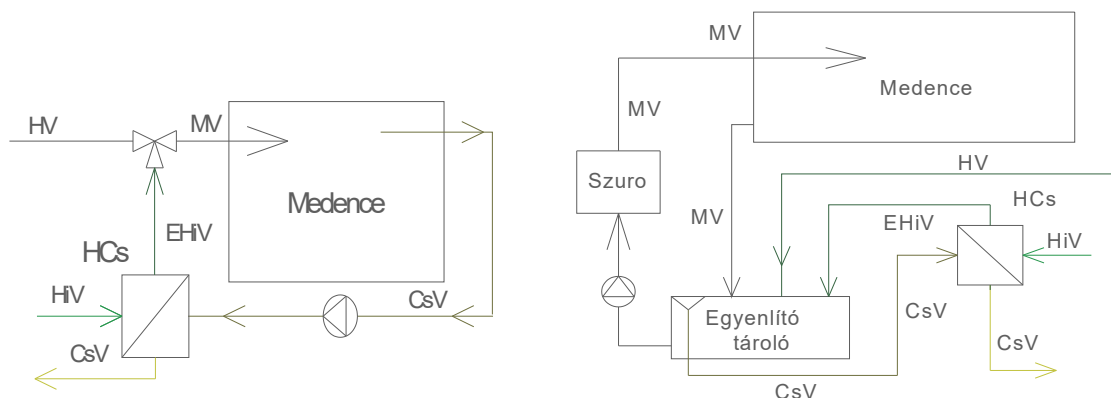
## A CSURGALÉKHŐ VISSZANYERÉS FOGALMA

A termálfürdőkben két alapvető típusú medencét alkalmaznak. Az első típus egy átfolyó - áramlási medence, amelyet csak akkor lehet hévízzel feltölteni, ha megfelelő tulajdonságokkal rendelkezik és max. hőmérséklete 40 °C. Ezeknek a rendszereknek az a hátránya, hogy igényesek a hévíz erőforrásra, amelynek viszonylag magas vízhozammal kell rendelkeznie. Magasabb hőmérsékleten olyan áramlási rendszert kell használni, amelyben a medence víz (MV) kevert hévízzel és hideg vízzel (HiV) van feltöltve. Az áramlási rendszerben a medence vize közvetlenül a medencéből történő lefolyóba (csatornába) áramlik. A második típus egy keringtetett medence, amelyet kevert hévíz és HiV lát el. A medencevizet egy kiegyenlítő tárolóba (ET) töltjük,

amelyből a vizet homokszűrőn keresztül, majd a medencébe vezetjük. A medence vize visszaáramlik a kiegyenlítő tárolóba, ahol friss kevert vízzel keveredik és tovább kering a rendszerben. A kiegyenlítő tárolóból a csurgalékvíz csak azt követően a túlfolyón áramlik ki [1, 2].

Ebben a fejezetben bemutatjuk a kétlépcsős hővisszanyerés fogalmát az áramló és a keringtető medence csurgalékvizének energia visszanyerését. A csurgalékvíz hűtésének első lépése, hogy egy rekuperatív hőcserélő (HCs) beépítés kerül a csurgalékvíz vízkörébe. A medencevíz csurgalékvize a HCs-n keresztül áramlik, amely hőjét a hideg vízbe továbbítja. Az előmelegített hideg vizet összekeverik a hévízzel. Ezt követően a kevert vízzel töltik a medencét. A hideg víz előmelegítésével csökkentjük a keverőegységben szükséges hévíz szükséges mennyiségét, ezáltal növelve a hévíz energiafelhasználásának mértékét. A csurgalékvíz első hűtési szakaszát követően nem lehet elérni a +26 °C hőmérsékletet, amely a környezet védelme érdekében szükséges. Mindkét medence rendszert az 1. ábra szemlélteti [3, 4].

A két lépcsős energia hővisszanyerés lényege, hogy a kiegyenlítő tárolóból távozó CsV hűtésének második szakaszában egy víz-víz HSz beépítésre kerül az első CsV hűtőkör mögé. A HCs-ben történő lehűtés után a vizet a HSz elpárologtatójába vezetik, ahol azt olyan értékre hűtik, hogy a környezetvédelem követelménye teljesüljön, vagy +15 °C-os hőmérsékletig. A HSz alacsonyabb értékekre is képesek hűteni az csurgalékvizet, csak meg kell tervezni az energiaátalakítást, és ki kell választani egy megfelelő hőszivattyút. A leírt folyamat a 2. ábrán látható.



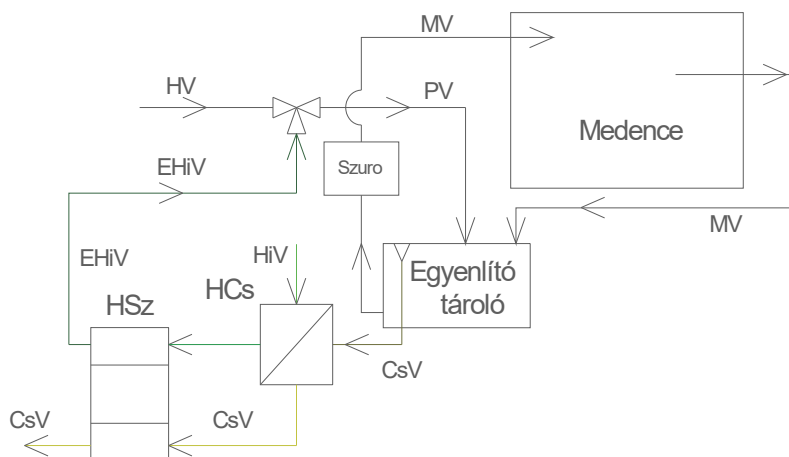
1. Ábra. A keringetős medencéből (jobbra) és az áramlós medencéből (balra) áramló csurgalékvíz medencéből származó hő visszanyerésének koncepciója [Szerzők]

HV - hévíz, HiV - hideg víz, EHIV - előmelegített hideg víz, MV - medence víz, CsV - csurgalék medencevíz, HCsV - hűtött csurgalék medence víz, HCs - hőcserélő, HSz – Hőszivattyú

#### 4. KÖVETKEZTETÉS

Ebben a cikkben meg akartuk mutatni a szennyvíz-medence vizének kétlépcsős hővisszanyerési lehetőségét, amelynek köszönhetően fontos szempontokat lehet elérni:

- a szennyvízmedence vizének hőmérsékletét maximum 26 °C-ra kell csökkenteni a szennyvízgyűjtő víz hőcserélővel történő első hűtési szakaszával, majd ezt követően nullára hűtve fel kell használni a víz teljes energiapotenciálját exergiáját a szennyvízgyűjtő víz hőszivattyúval történő hűtésének második szakaszával,
- növelni kell a geotermikus víz energiafelhasználását, és ezáltal biztosítani kell a nyitott geotermikus rendszer élettartamának meghosszabbítását,
- csökkentse vagy meg is szüntesse a szabadidős létesítmények üzemeltetői által a környezetszennyezéssel szembeni szankciókat
- hozzájárulás Szlovákia által az energiahatékonyságról szóló 31/2010 irányelvvel kapcsolatban vállalt kötelezettségek teljesítéséhez, amely rögzíti a megújuló energiaforrások felhasználási arányának növelését és az üvegházhatású gázok termelésének csökkenését.



2. ábra A cirkulációs medencéből csurgalékvíz hő visszanyerésének kétlépcsős koncepciója [Szerzők] HV - hévíz, HiV - hideg víz, EHiV - előmelegített hideg víz, MV - medence víz, CsV - csurgalék medencevíz, HCsV - hűtött csurgalék medence víz, HCs - hőcserélő, HSz – Hőszivattyú

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezt a munkát a Szlovák Köztársaság Oktatási, Tudományos, Kutatási és Sportminisztériuma támogatta a VEGA 1/0303/21 és VEGA 1/0304/21 kutatási tervvel.

## IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] TÓTHOVÁ, V., - TAKÁCS, J.: Hogyan használjuk a geotermikus energiát termálmedencékhez, cikk a Stavba szakmai folyóiratban, 2007, 42-45. Oldal, ISSN 1335-5406
- [2] TAKÁCS, J.: A geotermikus energia hasznosítása a rekreációs létesítmények területén, a geotermikus vizekben, valamint felhasználásuk és ártalmatlanításuk: Nemzetközi részvételi konferencia előadása, Liptovský Mikuláš, 2007. november 5–8., Pozsony, Vízgazdálkodás
- [3] PREDAJNIANSKA, A., - TAKÁCS, J.: Termálfürdők alacsony hőmérsékletű energiájának felhasználása. In TZB Haustechnik. Roč. 14. sz. 3. (2020), p. 22-25. ISSN 1803-4802
- [4] PREDAJNIANSKA, A., - TAKÁCS, J.: Hogyan tovább a termálfürdők alacsony hőmérsékletű energiájával? In Fűtés 2020, 28. nemzetközi tudományos és szakmai konferencia, Podbanské, Magas-Tátra, 2020. február 10–14. Pozsony: SSTP, 2020, CD-ROM, p. 147-150. ISBN 978-80-89878-58-1
- [5] PETRÁŠ, D. - LULKOVIČOVÁ, O. - TAKÁCS, J. - FÜRI, B. 2009. Megújuló energiaforrások alacsony hőmérsékletű rendszerekhez. Pozsony: JAGA GROUP, s.r.o, 2009. 223 p. ISBN 978-80-8076-075-5.
- [6] KASSAI M.: Heat Pump Heating System Development of Educational Building based on Energy, Economical and Environmental Impacts. Periodica Polytechnica Mechanical Engineering, 63(3), pp. 207–213, 2019 <https://doi.org/10.3311/PPme.13872>
- [7] MUDRÁ, M. 2019. A TP5 hőforrás működésének korszerűsítése a breznói Západ lakótelep számára [diplomamunka]. Pozsony: Pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, HVAC Tanszék, [s.n.], 2019. 106 p.
- [8] Integrált nemzeti energia- és éghajlat-változási terv 2021-2030. Készült az EP és a (z) EU / EU rendelet alapján. Az energiaunió irányításáról és az éghajlati fellépésről szóló 2018/1999. A Szlovák Köztársaság Gazdasági Minisztériuma. Pozsony. 2019. október. Elérhető az interneten: <<https://www.mhsr.sk/uploads/files/zsrwR58V.pdf>>.
- [9] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2018/1999 rendelete (2018. december 11.) az energiaunió irányításáról és az éghajlatváltozással kapcsolatos intézkedésekről. Elérhető online: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018R1999>>.