

Sekély geotermikus energiahasznosítási rendszerek fenntartható üzemeltetésének meteorológiai vonatkozásai

Buday Tamás^{*1}, Budayné Bódi Erika¹, Csákerényi-Nagy Gergely², Lázár István³, Tóth Tamás³

¹Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

²Megújuló Energiapark Kutatóközpont Kft., 4031 Debrecen, Kishegyesi út 187.

³Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

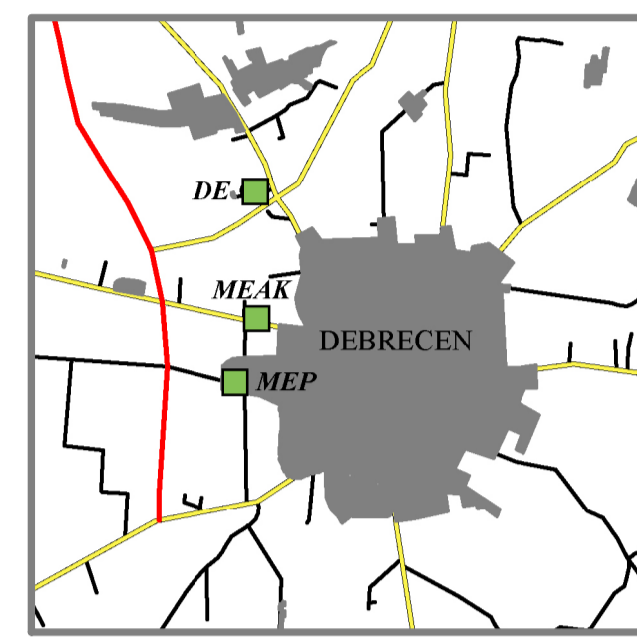
*buday.tamas@science.unideb.hu



Bevezetés

A sekély geotermikus energia hasznosítása a földkéreg felső 150–200 m-es zónájából történő hőtermelés. A hőnyerés kevés kivételtől eltekintve hőszivattyúk segítségével történik, az energia a felszín alatt kialakított hőcserélő felületeken keresztül vagy sekély kutak vizének kitermelése révén kerül a felszínre. A rendszerek hasznosíthatóságának feltétele, hogy a felszín alatti közeg hőmérséklete ne hűljön le túlzottan. A primeroldali hőmérséklete meghatározza a rendszerek hatékonyságát is. A termelt energia mennyisége függ az épületek hőigényétől, azaz a hőtani viselkedésétől és az aktuális meteorológiai viszonyoktól függ. Míg az előbbi viszonylag állandónak tekinthető, addig az aktuális hőmérséklet, sugárzás, szélviszonyok folyamatosan változnak.

A primeroldali kialakítása a külső méretezési hőmérséklet, valamint az éves fűtési hőfokhid alapján határozható meg, így a klimatikus viszonyok paraméterei közvetlenül befolyásolják a hőszondák hosszát, a talajkollektor felületét vagy a kitermelendő talajvíz mennyiségét. Szerepük van a felszín felől történő hűtőanyagátvitelben, az egyes területeken kimutatható felszínközeli hőtübblet kialakulásában. A meteorológiai viszonyok közvetlenül és/vagy közvetve meghatározzák számos megújuló energiaforrás felhasználhatóságát is. A bemutatott összegzés célja, hogy rámutasson a meteorológiai viszonyok és a sekély geotermikus energiahasznosítás sokrétű kapcsolatára.



A talajhőmérséklet-monitoring mérési helyei

A hőmérsékletadatok forrása

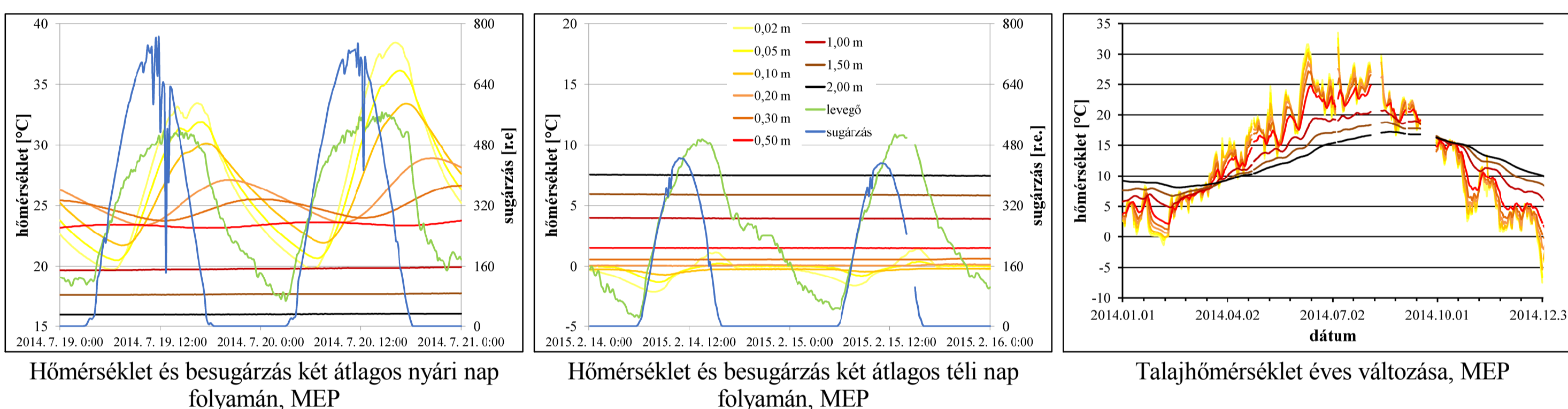
A kis mélységű zónák hőmérsékleti viszonyainak meghatározása három mérési hely adatsorai alapján történt. A térben legrészletesebb adatsort debreceni Megújuló Energiaparkban (MEP) folyamatosan végzett felszín alatti hőmérsékletmérések biztosítják. A telepített hőmérők egy helyen 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 cm mélységben, míg egy hőszonda mellett 2,5 m-enként, két hőszonda mellett 5 m-ként 20 m mélységig mérnek.

Nagyszámú hőmérő került elhelyezésre a Megújuló Energia Alkalmazás Központ (MEAK) monitoringrendszeréhez kapcsolódóan. Ezek egy részének elhelyezkedése, valamint az üzemeltetés sajátosságainak köszönhetően a zavartalan talajhőmérséklet értéke 100 m mélységig 68 óránkénti átlaghőmérséklet adatsor segítségével meghatározható.

A várostól távolabb helyezkedik el a Debreceni Egyetem Agrometeorológiai Observatóriuma (DE). Területén 2011-ig történt automatizált talajhőmérséklet-mérés, a kutatás keretében az utolsó évek adatai kerültek feldolgozásra. A 2 cm, 5 cm, 10 cm, 25 cm mélységben a mért adatok napi átlagát, 50 cm, 75 cm, 1 m és 2 m mélységben a napi egyszeri értéket vizsgáltuk. A külterületi mérési pontot a kertvárosi-ipari területen található mérési pontokhoz (MEAK, MEP) képest városi hősziget hatástól mentes referenciának tekinthető.

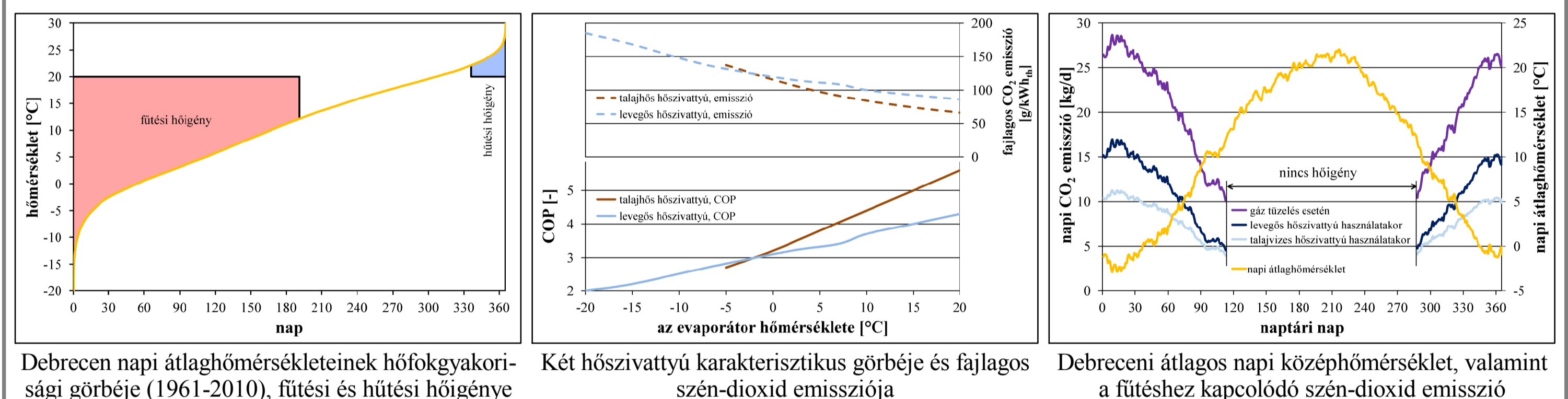
A hőmérséklet járása

A talajhőmérséklet napi és éves járása a felszín hőmérsékletének ciklikus változása miatt alakul ki. A napi folyamatok behatolási mélysége a felszín alatti közeg hővezetőképességétől és hődiffúziós sebességétől függően 0,5–1 m, az egy évnél rövidebb folyamatok esetében 2 m, az évtizedes folyamatokban 5–10 m. A talajkollektorok jellemző telepítési mélysége 1,5–2,5 m, ahol a hőmérséklet maximuma szeptemberben, minimuma márciusban mérhető. Ez azt jelenti, hogy természetes módon is akkor a legkisebb a hőmérséklete, amikor a fűtési hőkivétel miatt már jelentősen lehűlt, így ez a hőkivétel szempontjából nem kedvező. A hőmérsékletváltozás hatásainak lejtását a látens hő megjelenése, különösen a víz halmazállapotváltozása korlátozza. Emellett a tartós hópel, vagy az ónos eső miatti jegesedés szigetelő hatású, így a téli hónapokban védi a talaj további hűlését.



A lég- és talajhőmérséklet hatása a hőszivattyú működésére

A hőszivattyú üzemidejét egy adott napon a fűtési vagy hűtési igény nagysága alapvetően meghatározza, ami a külső hőmérséklettől és az épület hőtechnikai paramétereitől függ. A hőszivattyú jóságfoka viszont függ az evaporátor hőmérsékletétől, mely levegős rendszerek esetén a légkörhőmérséklettel egyezik meg, jól méretezett talajvezetőkörrel állandó (10–12 °C), míg zárt primeroldali kiépítéssel rendelkező rendszerekben a kivett fajlagos teljesítmény és a felszín alatti közeg tulajdonságaitól függően az év során folyamatosan változik. A jóságfok értékének csökkenése azt jelenti, hogy a változó primeroldali hőmérséklettel rendelkező rendszerekben egységnyi leadott hőmennyiséghez több külső energia szükséges, így a hidegebb napokon a fajlagos szén-dioxid kibocsátás is nő. Konstans fajlagos kibocsátás esetén csak a napi hőigénynek megfelelően változik az emisszió.



A hőszivattyú külső energiájának és kiegészítő energiájának forrása

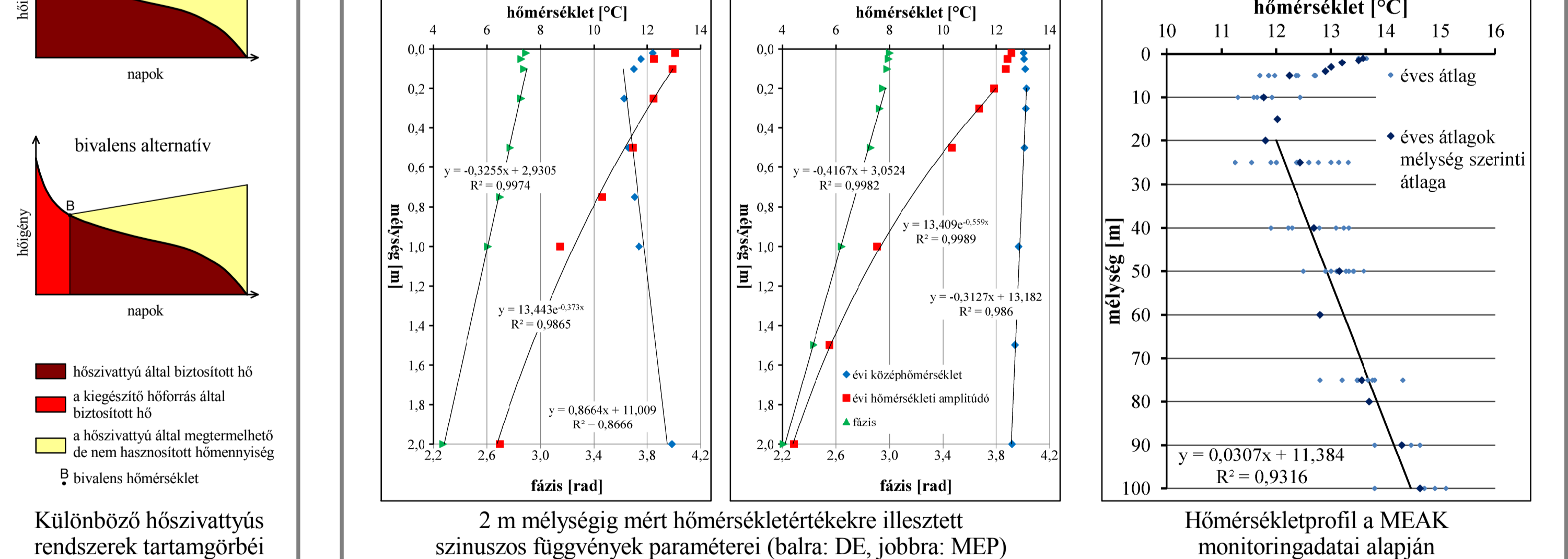
A hőszivattyús rendszerek fenntartható és környezetbarát üzemelésének egyik fontos kérdése a hőszivattyú működéséhez szükséges energia eredete. A leggyakoribb hőszivattyú típusok elektromos hálózatról nyerik a külső energiát, így annak környezeti paramétereire a felhasználónak nincs beleszólása. Az elektromos áram országoként különböző arányban tartalmaz megújuló és nem megújuló energiaforrásokat és energiahordozókat. Az adatok szélsőséges tartományban mozognak, Izland 0 g/kWh kibocsátásától az észtrázsai 1000 g/kWh kibocsátásig, melyben Magyarország a 316 g/kWh értékkel a középmezőnybe tartozik. Ha az áramtermelésben a megújuló aránya nő, akkor a kibocsátás csökken, és kedvező áramot használni a fűtésre. Ha az áramtermelés elsősorban fosszilis energiaforrásokon nyugszik és a hatásfoka rossz, akkor az áram fűtési felhasználása (akár hőszivattyús rendszerek használata során is) környezeti szempontból kedvezőtlen a hazánkban elterjedt földgáz alapú fűtéshez képest.

A kiegészítő energia általában elektromos áram, vagy a hőszivattyús rendszertől teljesen független földgáz vagy biomassza tüzelés. Ezek közül az elektromos áram kedvező energiamix vagy megújulókból történő helyi termelés esetén minimális környezetterheléssel jár. Hasonló a helyzet biomassza, biogáz használata során, valamint a napenergia használatával, mely napközbeni energiáját puffertartály segítségével éjjel is lehet adni.



Városi hősziget hatás

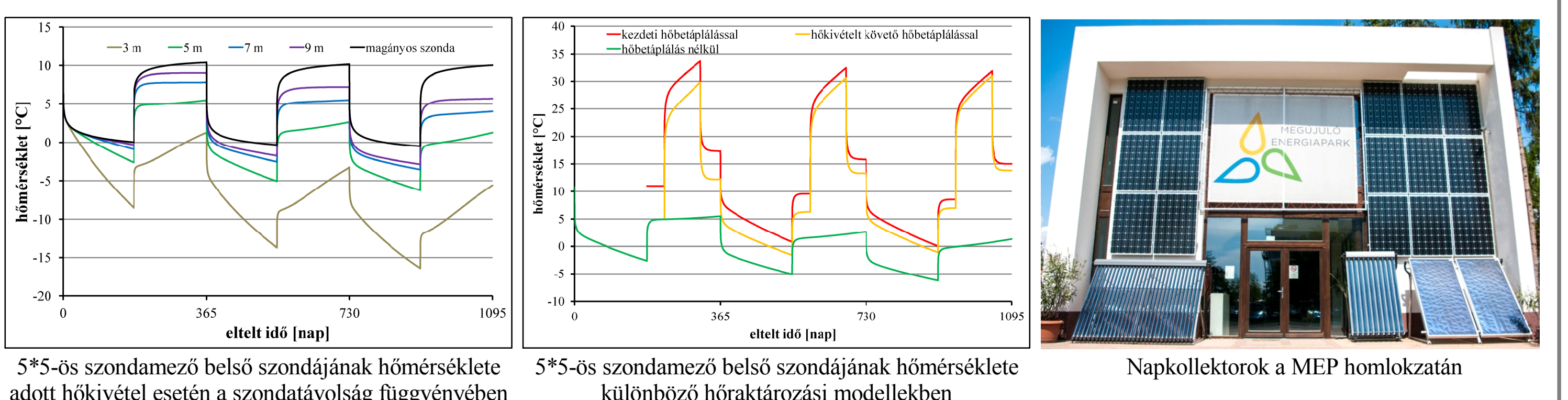
A hosszabb periódusú klímaváltozások, vagy földtani értelemben rövid idejű trendszerű hőmérsékletnövekedések az egyes mélységek jellemző éves átlaghőmérsékletét befolyásolják. A sekély geotermikus energiahasznosítás szempontjából az elmúlt kb. 100 év felszín hőmérsékletadatai és azok időbeli változása lényeges, így a Föld átlaghőmérsékletének melege, valamint a városi hősziget hatókövetés megjelenése is kimutatható a kis mélységekben. Például Debrecen esetében az 1 m mélységre jellemző éves átlaghőmérséklet a várostól távolabb kb. 11 °C, míg a város nyugati peremén 13–13,5 °C. Ez a településen belül nagyobb geotermikus potenciált, azonos primeroldali kiépítés esetén gyorsabb regenerációt jelent a rurális területekhez képest.



Felszín alatti hőraktározás

A felszín alatti hőraktározás szerepe elsősorban szondamezők és talajkollektorok használata során jelentős. Célja kettős: a nyári hűtés biztosítása, valamint a felszín alatti térszék hőmérsékletének regenerációja és felkészítése a következő fűtési időszakra. A hazai klimatikus viszonyok között a legtöbb épület esetében a fűtési hőszükséglet sokkal nagyobb értékű, mint a hűtési energiaigény, gyakran a hűtést nem is a felszín alá történő hőbetáplálással oldják meg, így a szondamezők belseje a hőkivétel, a földtani adottságok és a szondatávolság függvényében akár már az első fűtési idény során jelentősen túlhűlhet. A szabad (passzív) hűtés során a hűtött helyiség hőjét közvetlenül vezetik a felszín alá, míg aktív hűtés esetén a hőszivattyú segítségével. Ez utóbbi nagyobb talajhőmérséklet esetén is működőképes, de több energia szükséges a folyamathoz.

Ha a hűtés során a felszín alá bevezetett energia jelentősen kevesebb a kivett energiánál, akkor más forrásból származó energia bevezetése lehet szükséges. Épületgépészeti és hőterjedési szempontból erre legalkalmasabbnak a napkollektorok felesleges hője tűnik, mely azonban a passzív hűtést végző szondák működését lehetetlenné teheti. Így a hűtésre és a direkt hőtárolásra a hőigény az adottságok és függvényében komplex rendszereket érdemes kialakítani.



Összefoglalás

A meteorológiai viszonyok elsősorban a hőfokhid értékén és a fűtési és hűtési hőigényen keresztül határozzák meg a sekély geotermikus rendszerek energiatermelését. Emellett a többféle megújuló energiaforrást hasznosító rendszerekben a kiegészítő fűtést vagy a hőszivattyú energiájának forrását is meteorológiai tényezők befolyásolhatják. Az 5 méternél sekélyebb rendszerek esetében a kedvező meteorológiai adottságok a rendszer regenerációját, azaz a fenntartható energiatermelést is jelentősen gyorsíthatják. A hosszabb időtartamú változások, mint a klímaváltozások, lokális klimatikus anomáliák (pl. városi hősziget) már nagyobb mélységben is érezhető hatásukat, de ez nem elsősorban a visszapótlódásban játszik szerepet, hanem hőtübblet esetén a geotermikus potenciált növeli.

A sekély geotermikus rendszerek fenntartható (és költséghatékony) üzemeltetését a nyári hőbetáplálás tovább növelheti. Ez a hőtübblet származhat az épület hűtéséből, de a hazai klimatikus viszonyok mellett a hőigény az épületek többségében jelentősen meghaladja a hűtési igényt, így többkét hő is szükséges lehet. Hatékony hőraktározás napkollektoros-hőszivattyús kapcsolt rendszerek működtetésével érhető el, ahol a napenergia a nap egyes időszakában a használati melegvíz puffertartályt, máskor a talajszondákat fűti meg. Ez a rendszer a klimatikus viszonyok ismeretében optimalizálható.

A bemutatott kutatások részletesen elérhető az alábbi publikációkban

BUDAY, T. 2014: Reduction of environmental impacts of heat pump usage with special regard on systems with borehole heat exchangers. – AGD Landscape & Environment 8, 66–77.

BUDAY T. 2015: A felső kéregbeli hőterjedés modelljezése és alkalmazási lehetőségei Kelet-Magyarországon. – PhD doktori értekezés, Debreceni Egyetem, 130 p.

BUDAY T., LÁZÁR I., TÓTH T., BÓDI E. & CSÁKERÉNYI-NAGY G. 2014: Kis méretű üvegházak és fóliatartók energiagigényének biztosítása megújuló energiaforrásokból – a sekély geotermika lehetőségei. – In: Pokorádi L. (szerk.): Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2014, elektronikus konferenciakötet, pp. 73–80.

BUDAY, T., SZABÓ, GY., FAZEKAS, I., PALÁDI, M., SZABÓ, SZ., SZABÓ, G. & KERÉNYI, A. 2014: Annual pattern of the coefficient of performance considering several heat pump types and its environmental consequences. – International Review of Applied Sciences and Engineering 5, 173–179.

BUDAY, T., LÁZÁR, I., CSÁKERÉNYI-NAGY, G., BÓDI, E. & TÓTH, T. 2015: Effect of the Solar Radiation on Underground Temperature Values and Heat Supply Around a Ground Coupled Heat Pump Based on Meteorological Data, Debrecen. – In: Ortíz, W., Somogyvári, M., Varjú, V., Fodor, I. & Lechtenböhrer, S. (szerk.): Perspectives of Renewable Energy in the Danube Region. Institute for Regional Studies, Centre for Economic and Regional Studies, Hungarian Academy of Sciences, Pécs, 239–250.

BUDAY, T., BÓDI, E. & CSÁKERÉNYI-NAGY, G. 2015: Shallow geothermal resources for greenhouse heating and cooling. – előadás és poszter, 6th Geothermal PhD Day, Delft, The Netherlands, 25–27 February 2015, p. 22.