

LORBERER ÁRPÁD FERENC (LORBERTERV Kft; arpi@babert-online.hu)

HŐSZIVATTYÚS PRIMER RENDSZEREK (SZONDAFÚRÁSOK VAGY KUTAK) TERVEZÉSI TAPASZTALATAI

1. Bevezetés, a geotermikus adottságok előzetes leírása

A nagyközönség jelentős része nehezen fogadja el azt a tényt, hogy a felszín alatti vízbeszerzés és a geotermikus hasznosíthatóság is területfüggő adottság. A hazai kiemelkedő geotermikus adottságokat általában minden elemző élesen szembe állítja azok kisméretű és többnyire egyoldalú (fürdőkre koncentráló) kihasználtságukkal. A hőszivattyú aktív támogatásával sokkal rosszabb geotermikus adottságú skandináv területek kerültek a geotermikus energia-hasznosítás élmezőnyébe. Példájuk gyors fejlődésük azt jelzi, hogy a hasznosítás volumene rövid távon nem függ össze az adottságokkal! Hosszabb távon elvileg a természeti adottság dominálhat – ha a jogszabályi és a gazdasági környezet legalább részben hasonló.

Sok esetben a szakmai közönség számára is meglepő tény, hogy vannak olyan területek, ahol egyáltalán nem érdemes kutakat létesíteni (pl. a velencei gránitban). A számos sikeres termálvíz-feltárás, és az elterjedt balneológiai hasznosítás értelemszerűen elnyomja a sikertelen meddő fúrások híreit, pedig sajnos ezek száma sem csökken az utóbbi években. Mindazonáltal a vízbeszerzési lehetőségek – némi magyarázat után – az esetek többségében elfogadhatók, mint a területet jellemző, mesterségesen alig befolyásolható **adottságok**. Ezen adottság előzetes jellemzését a “vízbeszerzési szakvélemény” foglalja össze, megadva hogy egyes mélységekből milyen mennyiségű (térfogatáramú) hőfokú és minőségű felszín alatti víz vehető ki, esetleg táplálható vissza (és jobb esetben a leírt előzetes becslés pontosságát, szórását is megadva).

Földhő-szonda-fúrások esetében még kevésbé szokás adottságokról beszélni. Hangsúlyozni kívánjuk, hogy véleményünk szerint a hőszivattyús adottságok is leírhatóak, előzetes keretszámokkal jellemezhetőek.

Másodlagos (parazita) rendszerek, amelyek egy már mesterséges rendszerben tárolódó, eredetileg más célból mozgatott hő kerül hasznosításra, pl. fürdők, csatorna-művek maradék hőjét. Másodlagos rendszerek felmérése és értékelése a mérnöki munkába ugyanúgy beletartozhat, mint a természeti hasznosításé. Ahol ez közvetlenebből kapcsolódik a közettesthez (pl. vízműkutak, fürdők esetében) ott a természettudományos háttér és szemlélet is fontos a kihasználhatóság számszerű leírásához.

Újabban – a megrendelői kívánalmakat megelőzve – mér együttes “*Vízbeszerzési és geotermikus hasznosíthatósági szakvéleményt*” készítünk egyes területek, települések adottságainak leírásáról. **A mi véleményünk is az, hogy a hőszivattyú mindenhol működik az országban – de nem mindenütt azonos hatásfokkal**, (illetve egyes helyszíneken fúrások létesítése is tilos)

2. Vizes rendszerek tervezése, jogszabályi előírásai korlátai és lehetősége

A jelenlegi hatósági előírások új kutak, forrásfoglalások, és különösen kútpárok létesítésekor szigorú, költséges és általában több ütemben, több hónapig tartó engedélyeztetést írnak elő. Az állami szabályozások miatt egyértelműen jelentősen romlik a vizes rendszerek beruházási és megtérülési költsége, még sekély (5-20 méteres) talajvizes kutak esetében is. Újabb vízbeszerzések legfőbb akadályát a természeti adottságokon túl, ma már legtöbb esetben a működő vízműkutak, fürdők védőidoma jelenti. A vonatkozó 2007 végén ill. 2008 tavaszán kiadott KvVM- és Kormány-rendeltek alapján kútengedélyezésnél már minden esetben hidrogeológiai modellezéssel egybekötött hatástanulmány szükséges, azaz magasabbak a tervezőkkel szembeni elvárások. A szükséges plusz tervezői költségek egy része az üzemeltetés megfelelő nyomon követése, és a karbantartás révén térülhet meg. Talajvíz-kutakkal operáló hőszivattyús rendszerek esetén ugyanis a vízadó monitoringozása nem jelentős költség – akár műszerekkel akár rendszeres vízhőmérséklet és vízszint-méréssel is megoldható, pár kisátmérőjű fúrás létesítésével. A talajvizes hőszivattyús rendszerek esetében a földtani közegben történő vízáramlás és hőmérséklet-változás tehát folyamatosan kis költséggel követhető. Ezt a jellemzőjét a talajvizes rendszereknek mindenképpen pozitívumként kellene a megrendelők felé bemutatni és minél több helyen kellene élni vele.

A kutak segítségével kinyerhető vízhozam előzetes megadása nagyon hasznos lenne a hőszivattyú méretezéséhez, de tudomásul kell venni, hogy a vízhozam előzetesen csak nagyon pontatlanul becsülhető. Vízhozamra sem a kivitelező, sem a tervező nem vállalhat garanciát.

Vizes rendszerek létesítése elsősorban ott gazdaságos a felszín közeléből lehet nagy mennyiségű vizet kitermelni és gravitációsan visszatáplálni. Ezen jellemzők a nagy folyóink kavicssteraszán adóttak, illetve egyes karsztos és völgyoldali üledékekben. Általában a vizes rendszereket nagyobb hőigény, különösen nagyobb hűtési igény, ismert, és igényesebb üzemeltető esetén praktikusabb tervezni.

Egy jó minőségű kút ára a hőszonda-fúrás árának ötszöröse; azaz kb. ötször kisebb mélységet érdemes megvizsgálni összehasonlító értékelés során. Ez praktikusán hidegvíz-beszerzés esetében legfeljebb 35 méteres mélységet jelent.

Mivel a termásvíz-beszerzésre különösen szigorú előírások vonatkoznak, a 16-29 °C közötti langyos tárolók energetikai hasznosításának fel kellene értékelődnie, ezt azonban tapasztalataink szerint helyi presztízs-okok gátolják. Langyos vizű kútárok létesítése is csak nagy hozam és 350 méternél kisebb mélység esetén szokott gazdaságos lenni. Mélyebb kútpárok létesítésekor ha csak lehet, érdemes egy sekély talajvizes rendszert is megvalósítani legalább kiegészítő, tartalék céllal.

Vizes hőhasznosítás létesülhet olyan nagyobb épületeknél is, ahol az alaplemez alól folyamatosan termelnek ki vizet felúszás elleni aktív védelemként (azaz elsősorban olyan mélygarázsoknál, ahol az alapozás betonozását alulméretezték). A folyamatos vízkivétel és csatornára való kiengedés nem rejthető el sokáig – előbb utóbb engedélyeztetni kell ezeket a műtárgyakat is. Ha pedig pénzt szánnak a rendszer használatára, akkor a kiengedés előtt a víz hőtartalmát is érdemes hasznosítani, legalább hűtésre.

3. Zárt hőhasznosító, hőszondás rendszerek tervezése

Fúrési tevékenység teljes egészében megtiltható talajszennyezések környezetében, illetve barlangok környezetében, azok védőterületein. Kutak védőterületén fúrás csak hatástanulmányal kiegészítve engedélyeztethető.

Hőszondás rendszerek méretezésére több közelítő képlet is készült, illetve komplex hőtranszport-modell-hátteret biztosító specifikus méretező programok is hozzáférhetőek. Szondatervezésre vonatkozó tervezői sablonok, illetve szabványok közül legismertebb a svájci-osztrák-német közös szabvány, hazánkban jól használható az ezen alapuló továbbfejlesztett olasz számítási mód, egyesek pedig több függetlenül kifejlesztett amerikai méretezést használnak. Az új EU-szabvány a korábbiakhoz képest nagyobb hőkitermelési tényezőket ad meg a legtöbb esetben, egyszerűbb táblázatos közelítéssel. A korábbi rendszerek tehát fúrásszám tekintetében többnyire felültervezettnek bizonyultak. (Ezt saját hazai tapasztalataink is igazolják.) A primer rendszer megfelelő tervezése tehát kiviteli költség-megtakarítást jelent, ami az élesedő konkurrenciaharcban egyre fontosabbá válik.

I. Táblázat: Az MSZ-EN 15450 szabványban szereplő, Közép-Európa különböző talaj- és kőzet-típusainak fajlagos hőkinyerési tényezői (szerző fordítása)

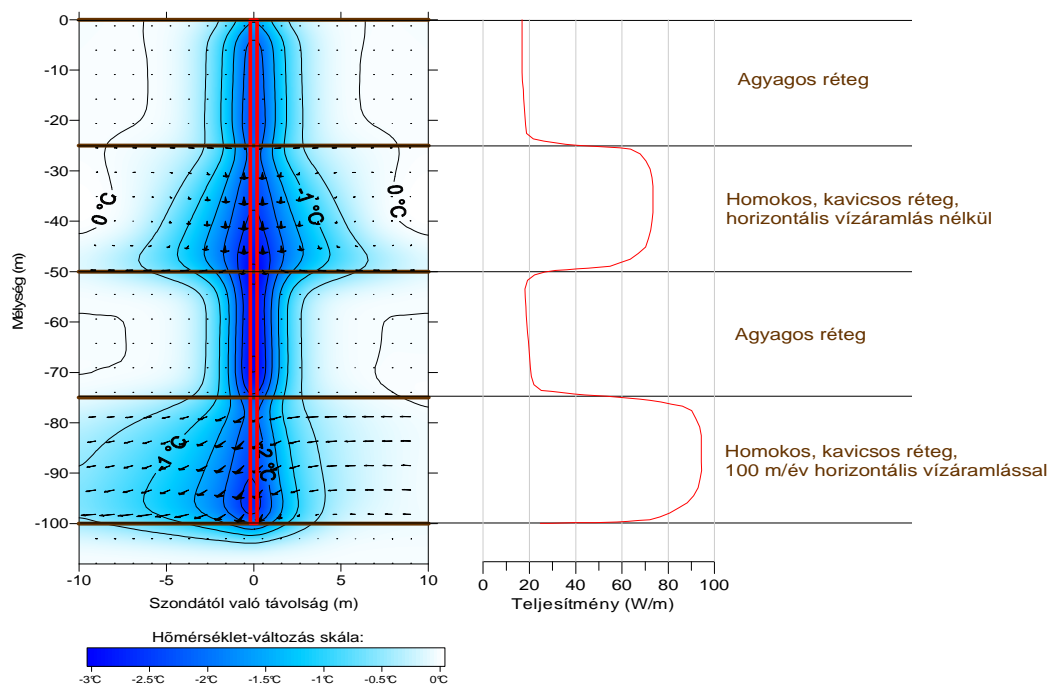
Talaj-kőzet típusok	Fajlagos hőkinyerési tényező	
	üzemelési idő 1800 h	üzemelési idő 2400 h
Átlagos tervezési értékek:		
gyenge altalaj (száraz üledék és $\lambda < 1,5$ W/(mK))	25 W/m	20 W/m
átlagos altalaj és nedves üledék $1,5 < \lambda < 3,0$ W/(mK)	60 W/m	50 W/m
szilárd kőzetek magas hővezetéssel	84 W/m	70 W/m
Egyéni kőzet-típusok:		
száraz kavics vagy homok	<25 W/m	<20 W/m
kavics, vagy nedves homok	65-80 W/m	55-65 W/m
erősen nedves kavics, vagy homok	80-100 W/m	80-100 W/m
nedves agyag	35-50 W/m	30-40 W/m
tömeges mészkő	55-70 W/m	45-60 W/m
homokkő	65-80 W/m	55-65 W/m
savanyú magmás kőzetek	65-85 W/m	55-70 W/m
bázikus magmás kőzetek	40-65 W/m	35-55 W/m
Diorit	70-85 W/m	60-70 W/m
Megjegyzés: A táblázatban található értékek max. 30 kW-os teljesítményű hőszivattyús rendszerre érvényesek		

Mint az *I. táblázatból* látható, a hőkinyerés esetében a kőzetminőség az elsődleges szempont, a szabvány a hazánkban jelentős geotermikus gradiens-eltéréseket teljesen elhanyagolja. A nálunk gyakoribb semleges és savanyú kiömlési magmás kőzetekre és tufákra nem közöl értéket. Hazai tapasztalatok azt is jelzik, hogy kiemelt karsztos területeken a vízszint feletti töréseket és barlangüregeket feltáró szondafúrások igen kevésbé hatékonyak (legtöbbször megfelelően tömedékelni sem lehet őket).

Az EU-szabvány hangsúlyozza a helyi szabvány-kiegészítések kidolgozásának a fontosságát, ez Magyarország esetében kifejezetten indokolt is lenne, elsősorban Nagyalföldi területekre vonatkozóan! Már most szükség lenne az elkészült rendszerek hozzáférhető adatbázisára, és a kiviteli adatokra vonatkozó szigorúbb szabályozásra, esetleg szakmai ellenőrzésre, mivel egyes területeken már most több a szondafúrás, mint a víz- vagy CH-kutató fúrás. Nagyobb hegy-és dombvidéki városaink területére indokolt lenne hőszivattyús hasznosíthatósági térképek kiadása.

Amennyiben a fúrás több eltérő tulajdonságú réteget harántol, (*lásd pl. 1. ábra*) az érintett kőzettest aránya alapján számítható az eredő hőkinyerési tényező. A fűtési hatásfok javul, ha a geotermális gradiens nő. A földtani adatok alapján sokszor érdemes a megszokott 100 méteres fúrások helyett több sekélyebb fúrást tervezni, ha a felszínközeli rétegek jobb hőleadó-képességűek. Saját tapasztalatunk szerint 10 kW hőigény három 40 méteres sima szondából is kinyerhetőnek bizonyult Gödöllő közelében igen jól szaturált laza finom homokos közegben, intenzív feláramlási területen (egy forrás közelében). Amennyiben a mélyebb rétegek jól fúrhatóak, és jó hőleadónak minősülnek, akár 300 méter mély szondafúrások is létesíthetők. Használatból kivont kutak szondafúrássá szintén átalakíthatóak.

1. ábra: Hőszonda modellezett hőkinyerése és hatásterülete rétegekre merőleges nézetben (Merényi László, ELGI modelleredménye)



A fúrásszám tervezése tehát egyszerűbb földtani felépítésű területeken egyszerűbb.

A szonda-fúrások a Kis-és Nagyalföldön a világátlagnál sokkal jobban működnek, a 70-85 W/méter érték is jellemző lehet (Azaz kevesebb fúrás is elég lehet.)

A szondafúrások hegységeinkben, különösen a kiemelt karsztos területeken (pl. Budai-hegység, Bakony, Bükk, területén) többnyire kevésbé hatékonyak. Vulkáni hegységekben szintén előfordulhatnak nyílt, levegővel kitöltött töréses zónák, amik a szondák hatékonyságot lerontják, bár itt gyakoriságuk jóval kisebb. Mivel a törészóna szinte sose jelezhető előre, ilyen esetekben érdemes egy előfúrásra beruházni hogy egy kis hatékonyságú rendszer teljes kiépítése megelőzhető lehessen, és időben át lehessen gondolni más fűtési módok telepíthetőségét (levegős hőszivattyú, infrapanel, stb.)

Hegységperemeken, völgyekben, és a dombvidékekben inhomogén, tektonizált földtani felépítés, és helyről helyre változó vízáramlás és geotermikus gradiens a jellemző a felszínközélen is, nagy beépítettség mellett, így ilyen a területekre egyenként kell földtani szakvéleményt készíteni.

A szabványok elsősorban a Watt/méter egységben megadható ún. hőkitermelési tényező kiszámításáról szólnak, a szondák között betartandó távolságról nem. A hazai rendeletek szerint viszont a tervezőnek nyilatkoznia kell a hőszondák geotermikus hatástávolságáról is, amelynek minimális értékét 3 méterben adja meg a rendelet. Mivel e fogalom még pontosan nem definiált, a 3 méteres hatástávolság sok tervben szerepel, annak ellenére, hogy egy-egy szonda elsődleges hőgyűjtő területe ennél nagyobb, esetleg kisebb is lehet. A dupla U-csöves szondák hatásterülete elvileg nagyobb kellene legyen – annnyival amennyivel a tervező szerint ezek egy sima U-csöves rendszernél hatékonyabban működnek. A hazai elvárások hatására az elsődleges, több °C hőmérsékletváltozással járó hőkivételi hatásterület ábrázolása sok esetben megjelenik a használatbavételi engedélyezési dokumentációban. A külföldi modellek praktikusabban inkább a hőkinyerés hosszabb távú fenntarthatóságának, a rendszer hatásfok-romlásának a megadására törekszenek, nem pedig ezek telektérképre való kivetítésével. Egy szondarendszer valóságban nemcsak a fúrások között feláramló hőt hasznosítja, hanem oldalirányban sokkal nagyobb térrész belső energiájának a csökkenését okozhatja.

Felhasznált irodalom:

Magyar Szabvány (MSZ-EN 15450): **Épületek fűtési rendszerei, hőszivattyús fűtőrendszerek tervezése Magyar szabványügyi testület (Angol nyelven, magyar előlappal)**

Manfred Reuss – Burkhard Sanner (2006) : **Design of Closed Loop Heat-Exchangers**
International Summer School of direct application of Geothermal Energy Conference

Oktoklíma Kft: **Függőleges szondák méretezése kézirat, fordítás olasz nyelvből,**
www.oktoklima.hu

Lorberer Árpád Ferenc – Merényi László: **Geotermikus hasznosítások (hőkinyerő szondafúrások, kútpárok, átalakítások) tervezési és hatósági engedélyezési tapasztalatai**
EGESZ-konferencia, Szentes, 2007