

Komlós Ferenc

A nemzeti hőszivattyúipar megteremtése a jövő egyik lehetősége

A Chance of Our Future Breakout: Creation of National Heat Pump Industry



Összefoglalás

A villamos fűtés (tisztá, környezetkímélő fűtés) mindenki számára ismert, de költségessége miatt hazánkban ma még nem tekinthető energiahatékony módszernek. A legfejlettebb országokban, pl. Japánban terjedő hőszivattyús fűtéstechnika ezzel szemben a tisztán villamos fűtéshez használandó villamos energia töredékét használja fel arra, hogy a hőt a külső környezetből (levegőből, vízből vagy földből) „beemelje”, „szivattyúzza” hasznosítható hőmérsékletre. A hőszivattyúzás világszerte elismerten energetikailag a leghatékonyabb fűtési-hűtési technológia, így az energiatakarékosság, a globális CO₂-kibocsátás és a helyi légszennyezés csökkentésének egyik kulcseleme. Magyarország napenergia-, földenergia- és hulladékhő-potenciálja, magas színvonalú szellemi tőkéje kedvez a megújuló energiát hasznosító innovatív hőszivattyús technológia elterjesztésének, és hatékonyan hozzájárulhatna hazánk ipari fejlődéséhez, nemzetközi kötelezettségei teljesítéséhez. A tanulmány a nemzetgazdaság szempontjából kiemelkedően fontos, időszerű témát dolgoz fel.

Summary

Electric heating as a clean, environment friendly art of heating is known for everybody however because of its high costs it cannot be considered as an efficient heating

KOMLÓS FERENC, okl. gépészmérnök, ny. minisztériumi vezető-főtanácsos, a Magyar Napenergia Társaság (ISES Hungary) Szoláris hőszivattyúk munkacsoportjának vezetője (komlosf@pr.hu).

method in Hungary. Heat pump based heating technology is spreading in most developed countries e.g. in Japan as it consumes only a fragment of the electric energy used for a direct electric heating because of the heat pump converts, i.e. “pumps” the heat from the outer environment (from the air, water or soil) to a useful temperature. Heat pumping is considered worldwide as the energetically most efficient heating/cooling technology, thus it is a key element of energy saving, the reduction of global CO₂ emission and local air pollution. High solar energy, geothermal energy and waste heat potential in Hungary along with its intellectual capital compose a perfect base for making the innovative heat pump based heating utilizing renewable sources popular and can efficiently contribute to the industrial development of our country and to the fulfillment of our international obligations. This study deals with a current issue that is extremely important at the national economy level.

1938-ban Zürichben létesült az első tartósan hőszivattyúval fűtött épület (a zürichi városháza). Az épület hőforrása a Limmat folyó vize volt. A hőszivattyú múltjának magyar vonatkozásával kapcsolatban jelezni kell, hogy 1948-tól a Heller László közreműködésével kidolgozott kompresszoros hőszivattyú áttörést jelentett e technológia történetében. A hőszivattyús technika tehát alapvetően nem új, mégis a különböző országok energiaellátási politikájában az első energiaválságig alárendelt szerepet játszott, és számos helyen, beleértve hazánkat is, eddig jelentéktelennek tekintették. Napjainkban azonban egyre több országban nő a korszerű hőszivattyúkra és a különböző hőszivattyús rendszerekre alapozó energiaellátási megoldások száma.¹

A hőszivattyúk alkalmazásához kedvező természeti adottságunk pl. a térségünkre jellemző kedvező talajhőáram, a felszín alatti sekély mélységű víz (talajvíz), a felszín feletti hidrotermikus és a légtermikus energia potenciálja, továbbá a hulladékhő² potenciálja, amit ez ideig kellőképpen nem használtunk ki!

Az embereknek nem kilowattórákra, fára, szénre, olajra vagy gázra van szüksége, hanem fűtésre, hűtésre, higiéniára (használati meleg vízre: „hmv-re”). Ezeket a közvetlen szükségleteket a hőenergiával kapcsolatos szolgáltatások jelentik. Általános igény a korszerű fűtés, a települések légszennyezésének,³ illetve egészségkárosító hatásának jelentős csökkentése. A környezet terhelésének mérséklésével javulhat az itt élő lakosság egészsége, életminősége.⁴

Hazánk és a Kárpát-medence éghajlatára a nyári száraz meleg és a tartós hőmérséklet-emelkedés jellemző. A nyári túlzottan meleg időjárás a hőháztartásunk teljes felbomlását, hőgutát, a hőségtől kimerülést, görcsös állapotot, szélsőséges esetben halált eredményezhet. A klímaváltozás miatt sürgető az épületek hűtése. Többféleképpen védekezünk ellene, de kimutatható, hogy a klímaberendezések nyári hűtésre felhasznált áramfogyasztása már eléri a télen fűtésre felhasznált energia értékét. A hőszivattyús rendszer a hűtési igényeket is ki tudja elégíteni.

2009-ben elindult a hazai fejlesztésen alapuló villamos hajtású hőszivattyúgyártás Békéscsabán (az ún. geotermikus hőszivattyúkkal, Geowatt Kft.). Hőszivattyúgyártás

sunk fejlődése egyben a kis- és középvállalkozások fejlődését támogató európai és magyar terveket is szolgálja! Rohamos fejlődés előtt áll ez az innovatív technológia, kiterjeszti a pont lehet, új és nagyszámú munkahelyeket hozhat létre, támogatása tehát jogos. Előretörésünk egyik kulcsszava: a technológiai innováció. A hőszivattyú-program támogatást nyújtana a lakosság egészségi állapotának a javítására, tehát segítheti a környezet és a társadalom fenntartható fejlődését. A kitűnő minőségű hőszivattyúk hazai gyártásával exportunk is növekedhet, hőszivattyúimportunk pedig csökkenhet. A földgázimportot és a károsanyag-kibocsátást is csökkenteni tudjuk a megújulóenergia-felhasználás jelentős növelésével („*Függetlenedés az energiafüggőségtől*”).

SZEMELVÉNYEK

„Az energetikai eredetű környezetszennyezés csökkentésével a lakosság egészségét súlyosan érintő légszennyezés is mérséklődne.”⁵

Iparfejlesztési javaslat: „...A hőszivattyúk alkalmazása beindult. A vállalkozói lendületet érdemes kihasználni és használatukat megsokszorozni. [...] A villamosenergia-szolgáltatóknak – a szolgáltató és a fogyasztó közös érdekében – a hőszivattyúk csúcsidőszaki használatát kizáró csökkentett tarifát kellene rendszerbe állítaniuk. A hőszivattyús rendszerek tervezéséhez szükséges energetikai és épületgépészeti ismeretek oktatásában főleg az állami felsőoktatásnak kell szerepet vállalnia. A magyar ipar képes hőszivattyúkat és a földhő hasznosítását szolgáló egyéb berendezéseket gyártani, és ezek ösztönzése ugyancsak állami feladat.

A hasznosítás állami támogatása a földgáz-megtakarítás arányában indokolt. A támogatás itt is elsősorban a létesítésre adható, és a hőhasznosítót illeti meg. A környezeti hő hasznosításához szükséges berendezések gyártásának meghonosítása is állami támogatást érdemel.”⁶

„A geotermiára alapozott hőellátás egyik speciális fajtája a hőszivattyú, amely az eltérő hőmérsékletű közegek között mozgatja a hőt. Kedvező lehetőséget jelentenek a hőszivattyúk alkalmazására a fürdők és az egyéb elfolyó vizek, amelyek hőtartalma hőszivattyúval nagyon kedvezően hasznosítható.”⁷

A hőszivattyú napjaink leghatékonyabb műszaki eszköze annak, hogy energiát takarítsunk meg. „A hőszivattyú egyike azon alternatív technológiáknak, amelyek jelentősége nem elsősorban a hagyományos megújulóenergia-kategóriák keretei közé szorított értékelésével, hanem a technológia sokszínűségével, hatékonyságával és a benne rejlő lehetőségek alapján értelmezhető.”⁸

A HŐSZIVATTYÚ STATISZTIKAI JELENTŐSÉGE

Ismeretes, hogy a víz a Föld napsugárzás által körforgásban tartott, folytonosan megújuló energiahordozója. A hőenergiát vagy valamely anyagnak (folyadéknak, gáznak vagy szilárd testnek) a hőmérsékletét az őt alkotó részecskék mozgásának sebessége

határozza meg. A szokásos vízenergia-termelés célja viszont az, hogy a víz helyzeti és mozgási energiáját hasznosítsa. Ezzel kapcsolatosan már régóta statisztikai adatok is a rendelkezésünkre állnak. A tudományos szakirodalomban sajnos nincs megemlítve és kiemelve, hogy vízenergiából hőenergia is nyerhető! Ezért hangsúlyozni szükséges a hőszivattyúk hőforrásairól szóló statisztika bevezetésének nélkülözhetetlen szerepét. Erről a multidiszciplináris tudományterületről egy olyan összefoglaló táblázat készült, amelynek jogszabályban való bevezetését is ajánlani lehet. Szerte a világban ezen statisztika hiányában kevésbé ismert még – az energiapolitikával foglalkozók körében is – a hőszivattyús rendszerrel történő hatékony hőtermelés és hőelvonás. Ezért évenkénti statisztika bevezetése javasolható a kivitelezett hőszivattyús rendszerek hőforrásainak⁹ és hajtóenergiáinak figyelembevételével. A statisztika kitöltendő űrlapja az 1. táblázatban látható. Az évenkénti statisztika nyomon követheti a hazai fejlődést, a hazai és nemzetközi hőszivattyús helyzet piaci összehasonlítását. E táblázat kitöltése az országos megújuló energia felhasználását, illetve elszámolását műszaki alapokra helyezi, megkönnyíti az éves magyarországi összefoglaló jelentések készítőinek a munkáját. A felelős döntéshozóink is a statisztikai adatok figyelembevételével döntenek. A világviszonylatú szélesebb körű ismertetés érdekében az IEA (International Energy Agency, Nemzetközi Energia Ügynökség) felé, a hazai bevezetés után, hőszivattyúkról szóló statisztikai előírást, illetve szabályozást is szorgalmazhatnánk.

Az egyéb hőszivattyúk kategóriájába sorolhatók a hibrid hőszivattyúk, amelyek a magyar hőszivattyúpiacon is megjelentek, mert a fogyasztók részéről nő az igény, hogy a kényelmet¹⁰ nyújtó hagyományos gázkazánok helyett kisebb üzemeltetési költséggel, környezetbarátabb és hűtést is biztosító rendszereket alkalmazzanak. Ezek bizonyos külső hőmérséklet alatt kondenzációs földgázkazánként, fölötté pedig levegő hőforrású villamos hőszivattyúként üzemelnek. Céljuk a minél olcsóbb üzemeltetés a mindenkor hazai földgázár és villanyár figyelembevételével, miközben folyamatosan fenntartja a komfortszintet.¹¹

1. táblázat: A hőszivattyútípusok statisztikai űrlapja

		Darab- szám [db]	Telje- sítmény [kW]	Szolg. hő- energia* [MJ]/év]	SPF** [kWh/ kWh]
I.	Villamos hőszivattyúk				
1.	Légtermikus (levegő hőforrású) hőszivattyúk összesen				
1.1.	– levegő/levegő hőszivattyú (csak fűtő)				
1.2.	– levegő/levegő hőszivattyú (fűtő és hűtő)				
1.3.	– levegő/víz hőszivattyú (csak fűtő)				
1.4.	– levegő/víz hőszivattyú (fűtő és hűtő)				
1.5.	– közvetlen expanziós/víz hőszivattyú				

		Darab- szám [db]	Telje- sítmény [kW]	Szolg. hő- energia* [MJ/év]	SPF** [kWh/ kWh]
2.	Hidrotermikus (felszíni víz hőforrású) hőszivattyúk összesen				
2.1.	– víz/levegő hőszivattyú				
2.2.	– sólé/víz hőszivattyú				
2.3.	– víz/víz hőszivattyú				
3.	Geotermikus (földhő és felszín alatti víz hőforrású) hőszivattyúk összesen				
3.1.	– közvetlen expanziós/levegő hőszivattyú				
3.2.	– közvetlen expanziós/víz hőszivattyú				
3.3.	– sólé/levegő hőszivattyú				
3.4.	– sólé/víz hőszivattyú				
3.5.	– víz/levegő hőszivattyú				
3.6.	– víz/víz hőszivattyú				
4.	Hulladék hő forrású hőszivattyúk összesen				
4.1.	– távozó levegő/levegő hőszivattyú				
4.2.	– távozó levegő/víz hőszivattyú				
4.3.	– elfolyó víz/levegő hőszivattyú				
4.4.	– elfolyó víz/víz hőszivattyú				
4.5.	– sólé/levegő hőszivattyú				
4.6.	– sólé/víz hőszivattyú				
II.	Légtermikus földgázmotoros hőszivattyúk összesen				
II.a.	– levegő/levegő hőszivattyú				
II.b.	– levegő/víz hőszivattyú				
III.	Légtermikus gázüzemű abszorpció hőszivattyúk összesen				
III.a.	– földgázüzemű				
III.b.	– péné vagy egyéb fosszilis eredetű gáz				
III.c.	– biogáz üzemű				
IV.	Egyéb hőszivattyúk				

* A szolgáltatott nettó teljes hőenergia

** A mért/becsült átlagos szezonális teljesítménytényező, SPF [kWh/kWh]

Forrás: Kapros Zoltán és Komlós Ferenc javaslata, 2013.

SZÁMPÉLDÁK A VILLAMOS HŐSZIVATTYÚK SZEREPÉRE

Vegyük például, amikor a működtető energia nem 100%-ban Reményi Károly akadémikus nyomán természeti közvetlen energiaforrásból, illetve „tisza”, megújuló energiaforrásból származik:

– ha a villamosenergia-termelés 7%-ban (kerekítve ennyi volt Magyarországon 2011-ben) természeti közvetlen energiaforrásból, illetve „tisza”, megújuló energiaforrásból származik, és

– a példabeli villamos hőszivattyú átlagos fűtési tényezője (SPF¹²) 4,0, akkor az említett hőszivattyú

$25 \times 0,07 + 75 = 1,75 + 75 \approx 77\%$ -ban természeti közvetlen energiaforrást, illetve „tisza”, megújuló energiaforrást hasznosít.

Még két példánál részben újabb számadatokkal tanulságos az előző számításokat elvégezni, majd az eredményeket értékelni:

– ha a villamosenergia-termelés 20%-a megújuló energiaforrásból származik, de az átlagos fűtési tényező (SPF) = 4,0, ekkor a hőszivattyúzás

$25 \times 0,20 + 75 = 5 + 75 \approx 80\%$ -ban természeti közvetlen energiaforrást, illetve „tisza”, megújuló energiaforrást hasznosít.

– a villamosenergia-termelés 7%-ban természeti állandó energiaforrásból származik, de nagyobb lett a villamos hőszivattyú átlagos fűtési tényezője (SPF) = 5,0, ekkor a hőszivattyúzás

$25 \times 0,07 + 80 = 1,75 + 80 \approx 82\%$ -ban természeti közvetlen energiaforrást, illetve „tisza”, megújuló energiaforrást hasznosít.

EMBERHEZ MÉLTÓ KÖRNYEZET LÉTREHOZÁSA

Az emberi élet minőségét alapvetően meghatározza a levegő tisztasága. A szennyező anyagok közvetlenül veszélyeztetik az emberi egészséget, károsítják a vegetációt, romboló hatást fejtenek ki épített környezetünkre. A levegő minőségét a közlekedés, a lakossági fűtés és az ipari tevékenységből származó szennyezések határozzák meg (a meteorológiai helyzettől függően időszakosan szerepe van a nagyobb távolságról érkező szennyezésnek is). A városokban, illetve a településeken a fűtési időszakban a nitrogén-oxid (NO_x) és a kismértékű szállópor- (PM10)-szennyezettség jelenthet problémát. Statisztikai adatok mutatják, hogy a lakoságnak több mint a fele szennyezett levegőjű területen él. A legsúlyosabb helyzet azokban a városainkban alakult ki, ahol kevés a növényzet. A belső téri levegőszennyezettséget már a Világbank 1993-as jelentése is különösen fontos megoldásra váró általános környezeti gondnak tekintette. 2013-at pedig a Levegő Évének nyilvánította az Európai Unió.

Az ember biológiai tűrőképességének figyelembevétele és a betegségek megelőzése hazánk gazdasági fejlődése szempontjából is stratégiai fontosságúvá vált. Igény a települések légszennyezésének, illetve egészségkárosító hatásának jelentős csökkentése. A települések környezeti állapotának javítása több évtizedre szóló következetes munkát jelent! További feladatunk az épületekben élő ember életfunkcióival összefüggő

objektív és szubjektív igények kielégítése, a zárt terek – lakóhely, munkahely – belső környezetének, mikroklímájának hőkomfortja. Ezúton felhívom a figyelmet az égetéssel kapcsolatos légszennyezésre.

A környezetvédelem és elsősorban az egészségvédelem súlyának felértékelődése a lakossági fűtések tekintetében különösen fontos. Egyre több a rossz hatásfokú, veszélyesen szennyező kazán, illetve a nem megfelelő berendezésekben való lakossági hulladéktüzelés.

Településeink levegőszennyezettségének káros hatását pénzben igen nehéz meghatározni. A magyarországi levegő szennyezettségéről és káros hatásairól mintegy 170 évvel ezelőtt Széchenyi István (1791–1860) írt *Pesti por és sár* címmel. A „legnagyobb magyar” elemezte a rákosi homokra épült Pest város poros levegőjét és tisztátlan voltát, és a megoldásra javaslatot tett: fásítsák be, parkosítsák a város utcáit, tereit, építsenek ki a város körül zöldövezetet stb. Feltételezésem szerint a reformmozgalom egyik meghatározó egyénisége napjainkban a hőszivattyús technológia elterjesztését szorgalmazná nemzeti felemelkedésünkért.

VÁLTOZÓ FOGYASZTÓI TARIFA ÉS ENERGIATÁROLÁS ÉPÜLETEKSEL

A hőszivattyús technika minőségi színvonalának emelése érdekében célszerű a fogyasztói ún. H-tarifa módosítása, az SPF [kWh/kWh] értéke alapján. Utólagos évenkénti elszámolással három tarifa bevezetése lenne szükséges, hűtésre is kiterjesztve:

- 3,5 – 4,5 (a jelenleginél nagyobb értékkel);
- 4,5 felett – 5,5 (ez a jelenlegi tarifa);
- 5,5 felett (a jelenleginél kisebb értékkel).

Mérni kell a hőszivattyú által felvett villamosáram-fogyasztást [kWh] és a hőszivattyú által leadott hőmennyiséget [kWh]. A tervezett hőszivattyú működési üzemórászámának ellenőrzése a rendszerbe vagy a hőszivattyúba beépített üzemóra-számlálóval, a szekunderoldali energia mérése hőmennyiségmérővel történhet.

Az előírt hálózati frekvencia tűréstartományon belüli tartása a villamosenergia-szolgáltatásnak egyik legfontosabb minőségi követelménye. Az alaperőműveknél¹³ magasabb fajlagos költségen termelő erőművek, nevezetesen az ún. menetrendtartó erőművek, a csúcserőművek és tartalékerőművek a fogyasztói teljesítményigényekhez illeszkednek, biztosítják a mindenkorai teljesítményegyensúlyt. Ezeket a magasabb fajlagos költségen termelő erőműveket csökkenteni lehet, ha a hőszivattyúk darabszáma és összteljesítménye jelentősen megnőne.

A hagyományos energetikai paradigma megváltoztatásához a növekvő fogyasztói igények kiemelkedően hozzájárulnak. Az ún. smart méréskor az energiavételezés alacsonyabb tarifájú időszakban lehetővé teszi a fogyasztói költségcsökkentést. Ezzel egyidejűleg javítható az országos villamosenergia-rendszer teljesítmény- és frekvenciaszabályozása, a rendszer csúcs/völgy aránya is csökkenthetővé válik. A smart mérőkészülékeknek jelentős szerepük van az energiafogyasztás önkéntes csökkentésében és a fogyasztásbefolyásolásban.¹⁴ Mondható, hogy a hazai energia-és árviszonyok között a villamos fogyasztás völgyidőszakainak a fogyasztói oldali

növelése előnyös, mert kellő nagyságú hőtároló-kapacitással a csúcsidezőket át lehet hidalni (a hőszivattyú külön smart árammérővel, a villamos fűtésű meleg-víz-tárolóhoz hasonlóan). Ismeretes, hogy a hőtárolással kombinált völgyidőszaki ellenállásfűtés (villanybojler) széleskörűen elfogadott hagyományos módszer a használati meleg víz készítésére, sőt még helyiségfűtésre is (a mai napig is használatosak az „éjszakai árammal”, illetve napjainkban a vezérelt árammal működő hőtárolós villanykályhák).

Az előzőek általános elterjedésével az „energiatározás” országos gondjai csökkennének, mivel a téglából épített épületeink is felhasználhatók energiatározásra, tekintettel a jelentős hőkapacitásukra. A jelenlegi ún. geotarifá előnye statisztikailag kimutatható, és ezáltal bizonyítható a hőszivattyúkkal elért nemzeti eredmény. Megfelelő dinamikus tarifák bevezetésével a beruházási támogatás is fokozatosan megszüntethető a javasolt technika széles körű elterjedése esetén. A téglából épített épületeknél a jelentős nagyságú hőkapacitásuk és terjedő hőszigetelések miatt a hőkomfort terhére is növelhető a völgyidőszaki fogyasztás, tekintettel arra, hogy a belső környezet hőmérsékleti kategóriákra¹⁵ bontható, és ehhez alacsonyabb fogyasztói tarifa is választható lehetne. A hőszivattyús ártarifával (villanyárral és földgázárral) ösztönözni lehet a hőszivattyús csúcstechnika elterjesztését. Az energiatakarékosság a leghatékonyabban pénzügyi eszközökkel szabályozható! Az ilyen árpolitika megvalósítása az energiaimportot és a pazarlást is jelentősen csökkentené.

MUNKAHELYEK LÉTREHOZÁSA, HELLER-TERV

Az importált hőszivattyús technikát nem a magyarországi geotermikus adottságokra konstruálták, és a fejlesztéseknél értelemszerűen nem vették figyelembe azt, hogy a magyarországi energiaviszonyok – földgázellátottság – mellett a hőszivattyúktól, az EU átlagától eltérően, nagyobb az elvárt energiahatékonyság értékének nagysága, azonfelül eltérnek a különféle felhasználható energiák (áram/földgáz) árarányai. Az EU-ban forgalmazott villamos hőszivattyúk nagy része csak fűtési feladatra, legfeljebb 55 °C-ig használható. Továbbá az importkiszolgáltatottságunk miatt a fejlett európai országok a rendszerajánlásaikon keresztül olyan technológiákat, olyan módszereket és érdekelt-ségi rendszert terjesztettek el a tervezőmérnökök között, amely csak az import mértékét, a hőszivattyús rendszerek költségét növelik. Ezek összhatása, hogy a hőszivattyús rendszerek pozitív megítélését csökkentik.

A magyar geotermikus hőszivattyú többcélú (fűtés, hűtés¹⁶ és hmv), és növelt hőmérsékletű (65 °C, pl. 65/59 °C-os fűtési hőlépcsővel) megoldása miatt a hőszivattyús rendszerek fajlagos beruházási költsége csökkenthető.

A vidék versenyképességének fenntarthatósága nem képzelhető el a mezőgazdasági innováció folyamatos ösztönzése, erősítése nélkül. A magyar geotermikus hőszivattyúval fóliasátrakban és üvegházakban olyan klímaviszonyokat tudunk létrehozni, amelyek a természetett növények fejlődése számára optimális.

A termesztési technológia szerint megkülönböztetünk szaporító-, hajtató-, természet- és teletetőházakat. A különböző kultúrák más-más növényház külső-belső kiala-

kítást és épületgépészeti rendszereket igényelnek, az optimális kultúrnövénykomfort megteremtése komplex feladat.

Az üvegházi dísznövények a legdrágább mezőgazdasági áruk közé tartoznak. Igénylik a kondicionált környezetet. A dísznövények piaca világszerte növekszik. Megfontolandó e kultúra hazai felkarolása importkiváltás céljára. Olyan növényházakra is lehet gondolni, amelyekben az előírt technológiai igény a fűtés és hűtés. Ilyenben természetesen pl. gomba is. Gombatermesztésünk a 2. világháború előtt a világ élvonalába tartozott.¹⁷ A gomba kitűnő íze miatt az emberek régóta kedvelt, napjainkban is korszerű tápláléka. A folyamatos piaci elhelyezés feltételeit itt is biztosítani kell, viszont a gomba iránti érdeklődés világszerte emelkedik. A drágább gombákat kellene termeszteni, amelyeket exportálni is lehet. A gombatermelés az agráriumban megvalósuló közfoglalkoztatási programhoz is kapcsolható. Ezt a közfoglalkoztatást az ország minden szántóterületén lehetne végezni. Nem kell hozzá pince, termálvíz, és egész évben sokak által végezhető betanított munkát igényel. Fontossága miatt itt is kijelenthető, hogy az országunkban jelentős mennyiségű csurgalékhevíz mint hőforrás hőszivattyús rendszerekkel hasznosítható lehetne!

A hőszivattyús rendszerek létesítése rendkívül összetett szakmai ismeretet, felkészültséget igényel, amelyet hazánkban az oktatási intézményekben (néhány kivételes esettől eltekintve) még nem tanítanak, ezért sok esetben a beruházók alkalmatlan berendezéseket választanak! A középfokú fizikaoktatásunk sajnos nem foglalkozik a hőszivattyú témával, és általános iskolai képzésben sem szerepel a hőszivattyú fogalma. Ugyanakkor a hőszivattyúzással összefüggő tudományágakban (pl. geológia, hidrológia, meteorológia, matematika, hőtan, áramlástan) az ország kiemelkedő szerepe nem kétséges.

A hőszivattyút – néhány ország kivételével – a különféle oktatási szinteken csak kevés óraszámban tanítják. Szakmai körökben van még mit hozzátenni ehhez az innovatív technológiához, mert többféle olyan szellemi tőkét igényel, amivel az országunk rendelkezik.

A magyar mérnökök egyik kiemelkedő személyisége, Heller László, műszaki doktori dolgozatában már hatvanhét éve tudományosan bizonyította a hőszivattyúk használatát, amely hungarikumnak számít.¹⁸ A hőszivattyú múltjának magyar vonatkozásával kapcsolatban jelezni kell, hogy 1948-tól a Heller közreműködésével kidolgozott kompresszoros hőszivattyú áttörést jelentett e technológia történetében. Heller László magyar mérnökként, a világ energetikai közvéleménye számára tudományosan vázolta, hogy a hőszivattyút miként lehet az energetika egészébe illeszteni. Felhívta a figyelmet, hogy az erőművi hatásfok ($\eta_{\text{erőmű}}$) és a hálózati hatásfok ($\eta_{\text{hálózat}}$), valamint a hőszivattyú teljesítményszorzási tényezőjének (COP¹⁹ [kW/kW]), illetve a hőszivattyús rendszer szezonálisteljesítmény-tényezőjének (SPF²⁰ [kWh/kWh]) állandó növekedése – ami a technika fejlődésével feltétlenül bekövetkezik – folyamatosan javítani fogja a hőszivattyúk gazdaságosságát. A hőszivattyúk világméretű terjedésével napjainkban igazolódhatnak gondolatai.

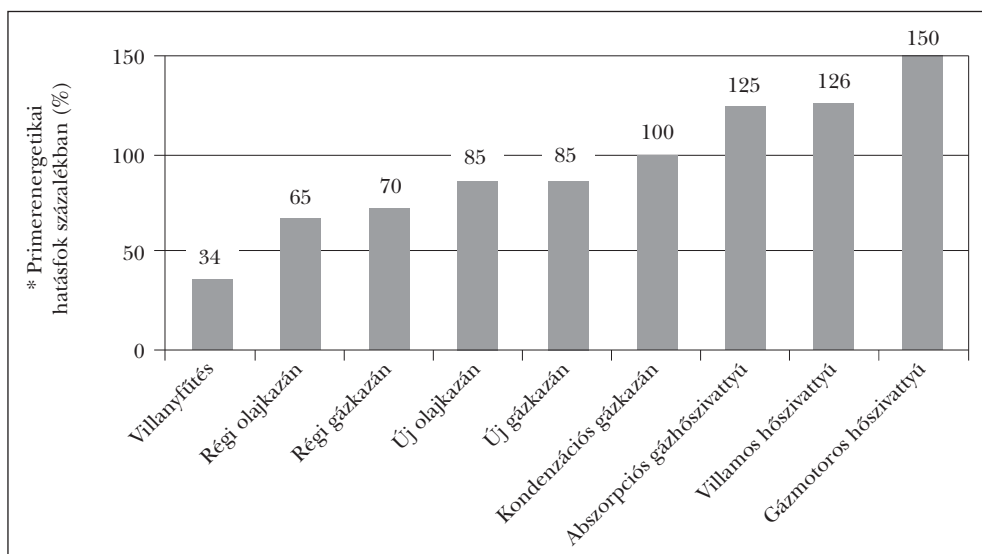
Szakmai műhelyekben ma már széles körben ismert az ún. Heller-terv²¹ (2005-től). A projekt lényege, hogy hosszú távon a gázkonvektorokat, a kazánokat és gázbojlere-

ket, valamint a villanybojlereket, továbbá az ún. „energiafaló légkondikat” váltásuk fel a tömegigényeket kielégítő, különböző kivitelű és üzemmódú, és elsősorban geotermikus, hidrotermikus, légtermikus és hulladék (pl. csurgalékhévíz, távozó levegő) hőforrást hasznosító villamos hajtású hőszivattyúk.²² Ezeket Magyarországon kell kutatni, fejleszteni, gyártani, magyar munkaerővel kellene az adott helyszínekre betervezni, telepíteni, szervizelni, és a terméket, a szolgáltatást, valamint a technológiát exportálni elsősorban Kelet- és Közép-Európában. Kitűnő műszaki tulajdonságú termékek alkalmazásával – a hazai fejlesztésnek és gyártásnak köszönhetően – kedvező áron tehetőek energiahatékonyabbá az épületeink.

MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI ELEMZÉS

A fűtésre vonatkozó németországi (több mint egy évtizeddel korábbi) tapasztalatokat mutatja az 1. ábra. Az oszlopdiagram, amely hazánkra is értelmezhető a hőtermelés megoldásainak energetikai összehasonlítására, az üzemeltetéshez szükséges (primer) energiára vonatkoztatott hasznos hőáramot szemlélteti.

1. ábra: A hőtermelés hagyományos megoldásainak és a különböző típusú hőszivattyús rendszereknek az energetikai értékelése,²³ illetve a különböző hőtermelések primerenergetikai* hatásfoka



* Primerenergia: a rendelkezésre álló és az energiaátalakításra felhasználható elsődleges energiaforrások gyűjtőneve (pl. kőszén, kőolaj).

A diagram a különböző fűtési rendszerek átlagos éves primerenergetikai kihasználási fokait mutatja be. Hangsúlyozom, hogy az oszlopdiagram a névleges teljesítményekre meghatározott hatásfokok helyett az egész éves, változó terhelésű üzem-

viszonyokat figyelembe vevő kihasználási fokok alapján lettek megállapítva, és így a feldolgozás a primerenergia-felhasználást tükrözi. Jelzem, hogy a kondenzációs olajkazanokat a kondenzációs gázkazán után fejlesztették ki, ezért a 1. ábrában nem szerepel, és a műszaki fejlődés miatt a villamos hőszivattyú hatékonysága is jelentősen nőtt. A villamos hőszivattyú jellemzője: az üzemeltetésére, illetve a működésére bevezetett villamos energiát – természeti közvetlen energiaforrás felhasználásával – megtöbbszörözi, napjainkban már 3,0–7,0-szeresére.

A több mint 13 éve közölt oszlopdigram nem tartalmazza teljeskörűen a lehetséges összes fűtési rendszereket, pl. az egyedi fűtések berendezéseit, az Ausztriában már elterjedt ún. biokazanokat, a faelgázosító és a pellettüzelésű kazánokat. Az oszlopdigramból egyértelműen látható a különféle hőszivattyúk (a jobb oldali három oszlop) használatának energetikai előnyei mellett az elavult hőtermelő eszközök cseréjének szükségszerűsége is! Az ábrát elemezve kiolvasható a hőszivattyúk fő jellemzője: üzemeltetése során a bevezetett munkát megtöbbszörözve ad le hőt! A fűtést korszerűsítés a lakások komfortosítása mellett a nem korszerű, veszélyes (nyitott rendszerű) földgáztüzelésű készülékek, illetve berendezések, és a szintén korszerűtlen, lakótérben elhelyezett téglakémények miatt élet- és vagyónvédelmi szempontok alapján is kiemelt feladatunk. Azt is érdemes kiemelni, hogy a földgáz árát a világpiacon a kőolaj ára határozza meg, ezért Németországban a kondenzációs olajkazan, hasonlóan a gázkazánhoz, még elterjedten használatos, mert az üzemeltetési költségük közel azonos.

A hőszivattyús fűtés olcsóbb, mint az olaj²⁴- vagy gázfűtés²⁵, és megtérülési ideje rövid.

LCOE (levelized cost of energy) [Ft/kWh]: különböző technológiák összehasonlítására vonatkozó fajlagos költség (pénzügyi adat) számítási képlete

$$LCOE = \frac{I_t}{E_t \cdot \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t}} + \frac{M_t}{E_t} + \frac{F_t}{E_t}$$

ahol

I_t : beruházási költség a t-ik évben;

M_t : karbantartási és üzemeltetési költség a t-ik évben (állandó érték);

F_t : az üzemanyagköltség a t-ik évben (állandó érték);

E_t : a megtermelt energia a t-ik évben;

n : élettartam;

r : diszkonttényező.

E képlet felhasználásával készült a 2. táblázat, amely összehasonlítást szemléltet konkrét fűtési, hűtési és hmv-készítési feladat esetében.

Napjainkban a geotermikus hőszivattyúzás olyan energiahatékony fűtési/hűtési rendszer, amely még pályázati pénzek nélkül is elfogadható időn belül megtérül, és a

károsanyag-kibocsátást helyileg megszünteti, globálisan és hosszú távon pedig jelentős csökkenését biztosít.

2. táblázat: Hagyományos, illetve a csúcstechnika műszaki-gazdasági összehasonlítása, fajlagos költségek a berendezések teljes élettartamán (LOCE)

	Kondenzációs kombi földgázkazán (fűtés – használati meleg víz) + split klíma	Szondás hőszivattyús rendszer (fűtés + aktív hűtés + használati meleg víz)
Bruttó beruházási költség	2 650 000 Ft	4 853 900 Ft
Élettartam	15 év	25 év
Diszkonttényező	5%	5%
Karbantartási költség	79 500 Ft	48 539 Ft
Éves felhasznált energia mennyisége	4160 Nm ³	7627 kWh
Felhasznált energia egységára	134 Ft/Nm ³	31 Ft/kWh
Átlagos kazán: η illetve hőszivattyúzásnál: SPF	96%	4,5 kWh/kWh
Fűtőérték	9,44 kWh/Nm ³	–
Fűtési átlaghőmérséklet	60 °C	60 °C
Fűtési hőlépcső	70/50 °C	63/57 °C
Hűtési hőlépcső	7/12 °C	7/12 °C
Éves megtermelt energia mennyisége	37 700 kWh/év	34 322 kWh/év
A teljes élettartam alatt megtermelt energia egységára: LCOE	23,67 Ft/kWh	18,34 Ft/kWh
LCOE részletezve:		
– beruházási költségre vetítve	6,77 Ft/kWh	10,03 Ft/kWh
– üzemeltetési költségre vetítve	2,11 Ft/kWh	1,41 Ft/kWh
– felhasznált energiára vetítve	14,79 Ft/kWh	6,89 Ft/kWh

Forrás: Geowatt Kft.

Tapasztalható, hogy egy-két szakmai kör és néhány civil szervezet még mindig idegenkedik a hőszivattyúzástól. Néhány kivételes személy szerencsére található, aki felvállalta oktatását és tudományos-szakmai terjesztését ennek a csúcstechnikának, amely fűtési, hűtési és hmv-ellátási feladatra is hatékonyan felhasználható.

A GEOTERMIKUS HŐSZIVATTYÚ ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

2009 óta a hazai és külföldi piacon az importhőszivattyúk alkalmazásán kívül az energiahatékonyság-növelés magyar eszköze, a Geowatt Kft. által gyártott, mintaoltalom-

mal védett, növelt hőmérsékletű geotermikus hőszivattyúcsaládja is megjelent, amely 2012-ben Magyar Termék Nagydíj[®] kitüntetésben részesült.

Egyedi családi házak tömeges hőszivattyús fűtőkorszerűsítését sokkal kedvezőbb beruházási költségekkel és lényegesen magasabb hatékonysággal meg lehetne oldani.²⁶ Úgy, hogy nem szondákat, hanem utcaszinten (akár településrész szintjén) egy tápfolyadékpárt fektetnének le, és 100–200 m mély fúrt kútpárokból egy központi hőcserélőn keresztül adnák át a hőt, amelyből 50–100 db épület hőszivattyús táphője biztosítható lehetne. Egy ilyen zárt rendszerű vezetékhalózat kiépítése lehetővé tenné azt is, hogy a településen esetlegesen keletkező hulladékhőt vagy a település ivóvizének néhány Celsius-fokos hűtéséből keletkező hőt egy hőcserélőn keresztül a tápvíz-hálózatba engedjék, s ezzel csökkentsék a kútvíz tömegáramigényét, valamint javítsák a hőszivattyús rendszerek hatékonyságát.

„A felszínközeli, hőszivattyúval kombinált és vízvisszatápláláson alapuló talajvizes hőhasznosítás elsősorban a sokévi átlaghőmérséklet mellett tárolt napenergiát veszi igénybe. A földi hőáram melegítő hatása (0,02 °C) e mélységtartományban elhanyagolható. [...] Talajvizes fűtőművek üzemeltetésekor tehát a ki nem sugárzott energia (vagyis a korábban elnyelt napenergia visszatartott része) mérsékli a felszín, ezen keresztül pedig a talaj lehűlését.”²⁷

AZ ENERGIAIMPORT CSÖKKENTÉSE – ENERGIAHATÉKONYSÁG NÖVELÉSÉVEL (ENERGIAFORRÁS-VÁLTÁS)

Ismeretes, hogy az olajválságok hatására a távhőellátás fejlődése általában azokban az országokban volt jelentős, ahol a viszonylag nagy fűtési hőigényeken felül az ország energiahordozókban szegény volt, és a szénhidrogént importálni kellett, tekintettel arra, hogy a központosított távhőellátás esetén pl. a tüzelőanyag-csere végrehajtása könnyebben és gyorsabban megoldható. A távhőellátás segítheti az önkormányzatokat energiapolitikai programjuk megvalósulásában, a számukra előnyös és gazdaságos energiahordozó-struktúra kialakításában.

A 80–90%-os importföldgáz túl értékes primerenergia-hordozó ahhoz, hogy vízmelegítőkből vagy kazánokban 30–65 °C hőmérsékletre hőtermelés céljából el-tüzeljük! Kedvezőbb lenne, ha a földgáz hatékony kapcsolt energiatermelése vagy a vegyiparban kerülne növekvő felhasználásra, mert ez az ágazat jelentős hozzáadott értéket tudna adni, valamint ha üzemanyagként környezetbarát járművek hajtására használnánk, továbbá a kiépített gáztározóink, meglévő gázelosztó hálózatunk és a tervezett országunkon áthaladó, gázt szállító vezetékek lehetővé tehetnek pozitív szaldót hozó eredményt a nemzetközi földgázkereskedésben, ha a következő hosszú távú földgázszerszövéseink ezt lehetővé tennék.

Magyarországon a földgáztüzeléses fűtőkészülékekből, hiányos szellőzésből, rossz kéményekből eredő szén-monoxid-mérgezés a leggyakoribb halálos kimenetelű háztartási baleset! A szilárdtüzelésű kazánok helytelen kezeléséből eredően pedig egyre több a családi házas tüzeset hazánkban! A kb. hárommillió darab magyarországi gázkonvektor egészségi szempontból hátrányos hatásáról és az összkomfortos lakások kis számának

energiahatékonysági, valamint hőkomfort szempontjából kedvezőtlen tulajdonságairól is beszélni szükséges. Hagyományos hőlépcsőjű (pl. 90/70 °C-os) radiátoros fűtéseknel és elsősorban a gázkonvektoros fűtéseknel is kialakul a helyiségben a hőleadó által gerjesztett légáram, a gyakran allergiás megbetegedést okozó ún. porhenger.

Az új és meglévő épületek hőszigetelésének és tömörségének fokozása már nemcsak a melegvíz-üzemű sugárzó fűtéseknel (padló-, fal- és mennyezetfűtés) és a *fan-coil*-nál, hanem a radiátoros központi fűtéseknel is lehetővé teszi a hőszivattyúk gazdaságos alkalmazását, amely mindenekelőtt az alacsonyabb szabványos méretezési külső hőmérsékletre tartozó és 90 °C-nál jóval kisebb fűtési előremenő hőmérsékletből adódik.

A villamos hajtású hőszivattyú a jövőbe tekintve is biztonságos megoldás, mert lehetővé teszi az épületek hatékony fűtését, hűtését és hmv-ellátását, bármilyen forrásból származék is a villamos energia. Magyarországon sok villanybojler működik hmv-előállításra, ezek korszerűsítése kedvezőbb villamosenergia-fogyasztású hőszivattyúval is lehetséges, fűtés és/vagy hűtés funkcióval kombináltan. Ezeknek a berendezéseknek a kiváltása az említett hőszivattyúra hmv- és hűtési feladatnál sokkalta nagyobb hatékonyságot²⁸ eredményez. Így például a felszíni víz, a talajvíz és a nagyobb mélységben elhelyezkedő rétegvíz a lakosság háztartási és az ipar vízszükségletének a kielégítését szolgálja, emellett jelentős a hőtartalma is. A vezetékes víz hőmérséklete a fagyveszély elkerülése érdekében hazánkban legalább 5–7 °C. Vízműveink termelőkútjai viszont sokkalta nagyobb hőmérsékleten működnek. Így adódik a lehetőség a hőfelesleg kinyerésére, mielőtt feladatát (pl. ivóvízellátás) ellátná. Vízenergiából „hő, nem csak villany termelhető”!

Széles körben ismert szlogen, hogy „Magyarország Európa fürdőnagyhatalma”. A földgáz kiváltása és a termálvíz energiatakarékos felhasználása, nevezetesen az ésszerű és hatékony energiagazdálkodás minden önkormányzatnak, fogyasztónak, felhasználónak, illetve üzemeltetőnek közös érdeke. Magyarország a fürdők országa. A fürdőkből és uszodákból naponta jelentős mennyiségű, 10 °C-nál nagyobb hőmérsékletű víz folyik el a csatornába kihasználatlanul! Termálvizeinknél is hasonló a helyzet, általában 30–50 °C hőmérsékleten a csurgalékhévíz a megfelelő vízáadó rétegbe felszín alá visszaengedésre vagy visszajuttatásra kerül. Esetleg hűtőtavakba vagy közcsatornába szintén hasznosítás nélkül elfolyik. Fontos hangsúlyozni, hogy az országunkban jelentős mennyiségű csurgalékhévíz mint hőforrás hőszivattyús rendszerekkel hasznosítható lehetne!

Jelenleg hazai villamosenergia-fogyasztásunk importhányada kb. 30%. Széles körű hazai elterjedésüknél nyári időszakban csökkenne, téli időszakban pedig növekedne a villamosenergia-igény. Ugyanakkor a hőszivattyúzás nagyarányú megújuló energiaforrást vagy hulladékhőt hasznosít, és a működtetéséhez felhasználható nukleáris villamosenergia-termelésből származó olcsóbb áram! A sokoldalú és tiszta alkalmazhatósága miatt a villamos energia növelésének jelentős szerepe van az életminőség és az életszínvonal alakulásában, és a fogyasztók szeretnének a villamos energiához a lehető legolcsóbban hozzájutni.

Ismeretes, hogy Magyarországon az országos primerenergia-felhasználásból az épületek részaránya mintegy 40%-os, amelybe a fűtés, hűtés és hmv-készítés tartozik (energiafelhasználás megoszlása: épületek 41%, közlekedés 31% és ipar 28%). Magyarországon a lakó- és középületek fűtésére fordított energia mennyisége az országos energiafelhasználás egyharmadára tehető. Tényadat, hogy olajfogyasztásunk importhányada (90%) meg-

egyezik az EU statisztikai adatával, a földgáz azonban sajnálatosan 20%-kal meghaladja az EU statisztikai átlagát (60%), vagyis Magyarországon a 80%-ot. A lényeg az 52%-os energiatülszórásunk csökkentése, a hazai versenyképes termékek és az export növelése. Ami nélkül nincs hatékony minőségi munkahelyteremtés. Ezt elsősorban a gázfelhasználás lakossági szektorban való csökkentésével és exportképes, tudásalapú technológiák hazai fejlesztésével lehet megalapozni. Új villamos erőművek szükségesek a versenyképes ellátás biztosításához, ehhez a lakossági gázfelhasználás csökkentése, illetve részleges és folyamatos kiváltása szükséges olcsó villamos energiával, hőszivattyúk alkalmazásával. Kormányzatunk egy kiemelt hőszivattyúprogramon keresztül nagy segítséget adhat.

A hőszivattyúk használata az épületgépészetben (fűtés–hmv–hűtés) egyre nagyobb szerepet kap, például a

- meglévő állami és önkormányzati épületeknél;
- új és meglévő bérlakásoknál (szociális épületeknél);
- kórházak és társasházak energetikai felújításánál;
- passzívházaknál;
- CO₂-semleges épületeknél (EU-direktíva);
- az aktívházaknál (fejlesztési irány);
- a fűtési és hűtési igény magyarországi fejlődése (az igényes köz- és ipari épületekben általánossá vált a klimatizálás).

Megítélésem szerint, ha a gépészetben a 19. század a gőzgép, a 20. század az elektromosság korszaka volt, akkor a 21. század a jelenkori 4. ipari forradalomban a hőszivattyúzás korszakává is válhat!

„Joggal reméljük – amit meggyőződéssel vallok is –, hogy a hőszivattyú általános energiagazdaságunk racionalizálásának a közeljövőben egyik legértékesebb eszközévé fog válni!”²⁹

ÖSSZEFOGLALÁS

Dennis Meadows³⁰ szerint van három fontos tudnivalónk: „...nem a technológián, hanem a társadalmon fog múlni, hogy elkerüljük-e az összeomlást; olyan gyors fordulatra van szükség, hogy egyszerűen nincs idő új tudás feltalálására várni; a meglévő tudást hosszú távon, tervezetten folyamatosan kell alkalmazni.”³¹

Itt az időszerű alkalom: indokolt megteremteni Magyarországon a hőszivattyúipart!

Az energetika számos, egyre növekvő számú szakterület ismeretanyagát felhasználó interdiszciplináris tudomány. A feladat ebben a témában már nem technikai jellegű, hanem új etikát, szemléletet, megközelítéseket követel. A paradigmaváltás már nem halasztható tovább ezen az egyre fontosabbá váló energetikai szakterületen. Fontos, hogy a béklyókat levetve, szakmai és gazdasági szempontból korrekt, társadalmilag is elfogadható új szintézis legyen a mérnöki gondolkodásban. A hőszivattyús rendszerek előnyeit, hátrányait és gazdasági kihatásait az értelmiségnek, a mérnöki társadalomnak mielőbb fel kell tárni és közismertté kell tenni!

A különböző fűtési megoldások között a hőszivattyús technika kiemelkedő minőségi előnyei: nincs helyi károsanyag-kibocsátása, megújuló energiát hasznosít, és használata az energiahatékonyság növekedését jelenti. Az energiahatékonyság használata napja-

ink alapvető követelményévé vált. Így például a Nemzeti Épületenergetikai Stratégia tervezetének anyagában is egyik javasolt megoldás a hőszivattyúk alkalmazása, amelyek lehetővé teszik alacsony hőmérsékletű energiaforrások felhasználását is. Feladatként szerepel, hogy 2018. december 31. után épülő új középületeknek, valamint minden 2020. december 31. után épülő új épületnek közel nulla energiaigényű épületnek kell lennie! Az épületek fűtésére jelenleg Magyarországon jelentős számban különböző műszaki elven működő kazánokat alkalmaznak. Például a gázkazán éves hatásfoka 90–100%. Ez annyit jelent, hogy egységnyi felvett primer energiából a legjobb hatékonyságú kondenzációs földgázkazán is legfeljebb egységnyi hőenergiát biztosít az épületben! Az említett geotermikus hőszivattyú alkalmazásával egységnyi felvett hálózati villamos energiából éves átlagban 4–5 egységnyi fűtési energia biztosítható az épület részére! A nyári hűtést biztosító folyadékűtők, split klímák és az ún. „légkondi” berendezésekhez viszonyítva a fenti geotermikus hőszivattyú villamosenergia-felhasználása legfeljebb 50%! A földhő energiájának egyik legnagyobb előnye, hogy évszaktól és napszaktól is független állandó energiaforrásként használható. Ahhoz, hogy mielőbb a világ élvonalába kerülhessen az ország, a politikai döntéshozókra kiemelt szerep hárul, fel kellene vállalniuk hőszivattyúiparunk megteremtését, amely nemzetközi szinten és hazai körülmények között is várhatóan a legdinamikusabban bővülő piaccal rendelkező iparág.

A hőszivattyús rendszerek jól alkalmazhatók önkormányzati létesítményekhez, uszodákhoz, fürdőkhöz, középületekhez, műemlékeknél, lakó- vagy más szállásépületekhez (nyugdíjasházaknál, garzonházaknál, utak, járdák, kocsilehajtók jégmentesítésére), ipari és mezőgazdasági épületekhez: növényházakhoz, állattartási épületekhez; öntözővíz-temperálásához; szárításhoz; élelmiszer-ipari célokra; távfűtésre és távhűtésre egyaránt. A hőszivattyúk nagy előnye, hogy hűtésre is kedvezően alkalmazhatók. A hűtés korunkban már elengedhetetlen komfortszükségletté vált.

Az EU érdekelt az energiahatékonyságban (vonatkozó anyagok: 2012/EU; 2015. évi LVII. törvény az energiahatékonyságról), a hőszivattyús technológia széles körű növelésében. Megítélésem szerint az EU 2021–2027-ig tartó következő időszakában a V4-ek összefogásával eredményessé tehetnénk a hőszivattyúipart országunkban. Hőszivattyúiparunk megteremtésével sikeresebbek lehetnénk Európában! Akkor örülnék igazán, ha országunk zászlóvivője lehetne a fentiekben bemutatott csúcstechnika világviszonylatú, szélesebb körű elterjesztésének.

Befejezésül Heller László gondolatával zárom cikkemet: „Egy nagy találmány megvalósításának három fázisa van: először kinevetik, azután harcolnak ellene, majd pedig azt mondják, természetes, hogy ezt így kell csinálni.”

JEGYZETEK

- ¹ „Megérett a világ, és megérett Magyarország is a hőszivattyú széles körű alkalmazására. [...] vegyük tudomásul, hogy a hőszivattyúk a környezet eddig értéktelennek tartott, ingyenes és kimeríthetetlen – tehát megújuló – termikus energiakészletét hasznosítják. Mint ilyenek, a 21. század mindennapjainak gépei.” Néhai dr. Jászay Tamás professor emeritus írja a *Hőszivattyús rendszerek. Heller László születésének centenáriuma* című szakkönyv előszavában.
- ² Hulladék hő: pl. csurgalék hő, télen az épületekből távozó levegő.

- ³ A levegőszennyezés a veszélyes anyagok olyan mértékű szintemelkedése hatására jön létre, amely meghaladja a légkör természetes öntisztulási képességét. A településeken a fűtési időszakban a nitrogén-oxid (NO_x) és a kisméretű szállópor- (PM10-)szennyezettség okozza a káros hatást.
- ⁴ Budapest fűtésének főbb történeti szakaszai: szilárd tüzelőanyag → városi gáz → fűtőolaj → földgáz → villamos hőszivattyú (áram + megújuló energia és/vagy hulladékhő). A hőszivattyúzás csökkenti az üveg-házgázból, illetve a tüzelésből (elégetésből) eredő egészségkárosító szennyező anyagok (pl. NO_x , CO) kibocsátását.
- ⁵ Nemzeti Energiastratégia 2030.
- ⁶ *Köztisztületi Stratégiai Programok 1. Áttekintés Magyarország energiastratégiájáról*. Szerk.: Lovas Rezső akadémikus, MTA Budapest, 2012, 61–62. o.
- ⁷ Láng István akadémikus: *Megújuló energiaforrások: pró és kontra. Nap-, szél-, geotermikus, bioenergia – környezet és gazdaságosság*. In: Tanulmányok a magyarországi energetikáról. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2008.
- ⁸ Írja prof. dr. Farkas István egyetemi tanár a *Hőszivattyús rendszerek. Heller László születésének centenáriumára* című szakkönyv 8. oldalán.
- ⁹ Részlet az EU RES megújulóenergia-direktívából, 2. cikkely (megújuló forrásokból előállított energia): „Fogalm meghatározások: »légtermikus energia«: hő formájában a környezeti levegőben tárolt energia; »geotermikus energia«: a szilárd talaj felszíne alatt hő formájában található energia; »hidrotermikus energia«: a felszíni vizekben hő formájában tárolt energia.”
- ¹⁰ Az ASHRAE (1981) 55-81 szabvány szerint: „...a kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatban elégedettséget fejez ki...”
- ¹¹ Forrás: Ariston Thermo Hugária Kft. és Daikin Hungary Kft.
- ¹² Az SPF-et a 2008. decemberi ún. EU RES megújulóenergia-direktíva rögzíti. Angol nyelvű rövidítésből származik (seasonal performance factor), magyar fordítása: szezonátlagteljesítmény-tényező, Büki Gergely professzor nyomán átlagos fűtési tényezőnek is nevezzük. Az egy fűtési szezonban a hőszivattyú által a fűtési rendszerbe bevitt energiamennyiség [kWh] osztva a hőszivattyú által felvett villamosáram-fogyasztással [kWh].
- ¹³ Gyakorlatilag teljes üzemidejükben a maximális teljesítményükhöz közeli teljesítményen üzemelnek, ezek a legolcsóbb erőművek a villamosenergia-rendszerben.
- ¹⁴ A hagyományos villamosenergia-rendszerek egyre inkább „okosakká” válnak.
- ¹⁵ Lásd az MSZ CR 1752 (2000), MSZ EN 15251 (2008): I (A) magas fokú elvárás – belső hőmérséklet: $22 \pm 1^\circ\text{C}$; II (B) közepes szintű elvárás – belső hőmérséklet: $22 \pm 2^\circ\text{C}$; III (C) alacsony szintű elvárás – belső hőmérséklet: $22 \pm 3^\circ\text{C}$.
- ¹⁶ Nagy hűtési hőigénynél az aktív hűtés $7/12^\circ\text{C}$ -os hőlépcsővel is biztosítható!
- ¹⁷ Az 1980-as években a csepeli Duna Tsz országos integrációs tevékenysége révén Európa első számú gombatermesztői között volt.
- ¹⁸ László Heller: *Die Bedeutung der Wärmepumpe bei thermischer Elektrizitätserzeugung*. Universitätsdruckerei, Budapest, 1948.
- ¹⁹ A COP (Coefficient of Performance) magyar elnevezése „teljesítményszorozási tényező”. (Prof. dr. Jászay Tamás okl. gépészmérnök, professor emeritus, a műszaki tudományok kandidátusa javaslata alapján.)
- ²⁰ Angol nyelven: Seasonal Performance Factor (SPF). Büki nyomán magyarul: átlagos fűtési tényező. Az egy fűtési szezonban a hőszivattyú által a fűtési rendszerbe bevitt energiamennyiség [kWh] osztva a hőszivattyú és az ún. primeroldali szivattyú (vagy ventilátor) által felvett villamosáram-fogyasztás összegével [kWh]. Két példa az SPF értelmezésére: ha az $\text{SPF} = 4,5$, az azt jelenti, hogy 45 kWh hő előállításához 10 kWh áramot használ fel a hőszivattyús rendszer; ha $\text{SPF} = 3,5$ (az előzőnél kisebb), ekkor csak 35 kWh a hőszivattyú hőtermelése 10 kWh áramfogyasztás esetén.
- ²¹ Szakfolyóiratokban, pl. *Elektrotechnika, Magyar Épületgépészet* (www.komlosferenc.info/publikacio.html) és szakmai honlapokon közismert a következő elnevezéseken is: Heller László-terv, egy munkahelyteremtő kezdeményezés, Heller-program, Heller-projekt, Válasz a környezetvédelem és a munkanélküliség gondjaira.
- ²² Jelzem, hogy hazánkban néhány éve megjelentek a földgázmotoros, majd a földgázabszorpciós hőszivattyús rendszerek is. Az alkalmazásából eredő földgázimport-kiváltás megfelelő, terjedésüket még jobban

- szorgalmazni lehetne, ha ezen eszközöket hazánkban is előállítanánk. A Védegyelet az 1844. október 6-i pozsonyi alakuló gyűlésén elfogadott alapszabálya szerint a külföldi árukat ki kell szorítani a hazai piacról, amelyet a honi ipar számára kell biztosítani. Ezt az alapszabályt napjainkra alkalmazva patrióta-szemléletet jelent, illetve Sófalvi Tamás nyomán az „EU nyelvezetén”: endogén potenciált!
- ²³ Forrás: Joos Lajos: *Energiamegtakarítás a háztartások földgázfelhasználásában*. Magyar Épületgépészet, 2002/4.
- ²⁴ Magyarországon az olajfűtés drágább a földgázfűtésnél. Akkoriban az ártorzítás gyakorlatilag megszűntette az olajfűtést.
- ²⁵ Ha egy lakásban gázkonvektoros fűtés van, akkor nem lehet összkomfortos minőségű, még akkor sem, ha központi hmv-vel rendelkezik, ezt hangsúlyozni kell! Az egyedi fűtés jelentős hőveszteségei és a lakáskomfort növelése is indokolja az áttérést a csoportos fűtésre, amely 20–25%-os energiamegtakarítást jelent annak ellenére, hogy a fűtött helyiségek száma bővíthet. Ezzel kapcsolatos véleményeket érdekek, ismerethiány és érzelmek is befolyásolják.
- ²⁶ Az előállított energia önköltségi ára – LCOE [Ft/kWh], ez a fogalom angol nyelvből származik: levelized cost of energy.
- ²⁷ Székely Ferenc: *Hévízeink és hasznosításuk*. Magyar Tudomány, 2010/12., 1478. o.
- ²⁸ Hatékonysági mutatószám: átlagos fűtési tényező (SCOP), illetve átlagos hűtési tényező (SEER).
- ²⁹ Haidegger Ernő: *A hőszivattyú szerepe az energiagazdaságban*. Különlenyomat a Magyar Mérnök- és Építész Egylet kiadásában megjelenő Értekezések, beszámolók a műszaki és gazdaságtudományok köréből 1943. évi IV. füzetéből. Stádium Sajtóvállalat Részvénytársaság, Budapest, 1943, 43. o.
- ³⁰ Világhírű környezetteoretikus, egyik szerzőjének négy évtizede megjelent *A növekedés határai* című könyve 28 nyelven, sok millió példányban kelt el.
- ³¹ Angolból fordította ifj. dr. Zlinszky János.

TOVÁBBI FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ádám Béla – Büki Gergely – Maiyek Tarek: *Geotermikus energia – Hőszivattyúzás*. Energetikai szakkönyvek. Mérnöki Kamara Nonprofit Kft., 2013.
- Fodor Zoltán – Komlós Ferenc: *Termálvizes fürdő bővítése hőszivattyúk alkalmazásával*. Energiagazdálkodás, 2011/6., 17–20. o.
- Fodor Zoltán – Komlós Ferenc: *Földgázkazán kiváltása geotermikus hőszivattyúval – Hőszivattyú radiátoros fűtésnél*. Magyar Épületgépészet, 2013/5., 15–17. o.
- Kaszánitzky Csilla – Komlós Ferenc: *Új autószaalon Fóton magyar hőszivattyúval*. Építészfórum, 2012. <http://epiteszforum.hu/uj-autoszaalon-foton-magyar-hoszivattyuval>
- Komlós Ferenc – Fodor Zoltán – Kapros Zoltán – dr. Vajda József – Vaszil Lajos: *Hőszivattyús rendszerek*. Heller László születésének centenáriuma. (Heat Pump Systems. To the centenary of the birth Laszlo Heller). Magánkiadások, Dunaharaszti, 2009.
- Komlós Ferenc: *Hőszigetelés és a hőszivattyús technika*. Magyar Építőipar, 2009/1., 16–20. o.
- Komlós Ferenc: *Hőszivattyúzás, egy innovatív technológia*. Magyar Energetika, 2010/1., 36–37. o.
- Komlós Ferenc: *A hőszivattyúipar úttörője. Emlékezés Heller Lászlóra, halálának 30. évfordulóján*. Elektrotechnika, 2010/12., 28. o.
- Komlós Ferenc – Fodor Zoltán: *Városok hőszivattyús fűtése. Átfogó tervre lenne szükség*. Magyar Épületgépészet, 2011/5., 18–21. o.
- Komlós Ferenc: *Hőenergia alapigények a hőszivattyúk alkalmazása és a Heller-terv célkitűzései tükrében*. Elektrotechnika, 2012/09., 5–8 o.
- Komlós Ferenc: *A hőszivattyú hangsúlya a kertgazdaságban*. Mezőgazdasági Technika, 2013/4., 16–17. o.
- Komlós Ferenc: *A hőszivattyúzás táblázata és a felszín alatti víz hőjének hasznosítása magyar hőszivattyúval*. Magyar Hidrológiai Társaság XXXII. Országos Vándorgyűlés, Szeged, 2014. július 2–4., Szegedi Tudomány Egyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport dolgozata, amelyet a rendezvény CD-ROM-ja tartalmazza.
- Péter Gyula: *Lakásépítés és energetika*. Polgári Szemle, 2008/1., 54–62. o.