

Helyszín:

Budapest, VII. kerület, Kazinczy u. 21. II. emelet,
OMM Elektrotechnikai Múzeum: Zipernowsky Terem

Szervező:

Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület
ETE "Szenior Energetikusok Klubja"

Házigazda: **Bárdy László**

Előadás címe:

A magyar geotermikus hőszivattyú-család jellemzői

Előadás és az utána következő vita időpontja:

2015. március 26. (csütörtök) 10:00–12:00

Előadó:

Komlós Ferenc

a Magyar Napenergia Társaság (ISES Hungary)
Szoláris hőszivattyúk munkacsoportjának vezetője

komlosf@pr.hu

www.komlosferenc.info

Mottó

„Egy nagy találmány megvalósításának három fázisa van:

először kinevetik,

azután harcolnak ellene,

majd pedig azt mondják,

természetes, hogy ezt így kell csinálni.”

Heller László (1907–1980)

Forrás

Korényi Zoltán, Tolnai Béla: AZ ÁRAMLÁS- ÉS HŐTECHNIKA NAGYJAI Életrajzi gyűjtemény (488. oldal). Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007.

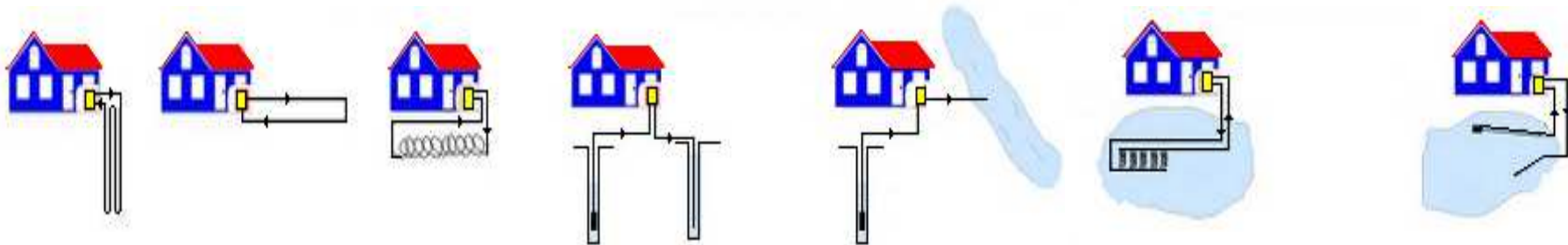
Köszönetnyilvánítás

- Megköszönöm *Fodor Zoltán fejlesztőmérnök* (Geowatt Kft.), a Magyar Épületgépészek Szövetsége, Geotermikus Hőszivattyús Tagozat elnöknek az előadásomhoz nyújtott segítségét.
- 2009-óta a hazai és külföldi piacon az import hőszivattyúk alkalmazásán kívül az energiahatékonyság-növelés magyar eszköze, a Geowatt Kft. által fejlesztett és gyártott, mintaoltalommal védett, növelt hőmérsékletű geotermikus hőszivattyúcsaládja is megjelent, amely 2012-ben Magyar Termék Nagydíj[®] kitüntetésben részesült.

Az a technika, amelyet a magyar fejlesztés képvisel, az európai szinten a geotermikus hőszivattyúk területén egyáltalán nem létezik, olyan értéket képvisel, amelyet nem kihasználni vétek.

Előadás tartalma

GCHP (Ground Coupled Heat Pumps) **GWHP** (Groundwater Heat Pumps) **SWHP** (Surface Water Heat Pumps)

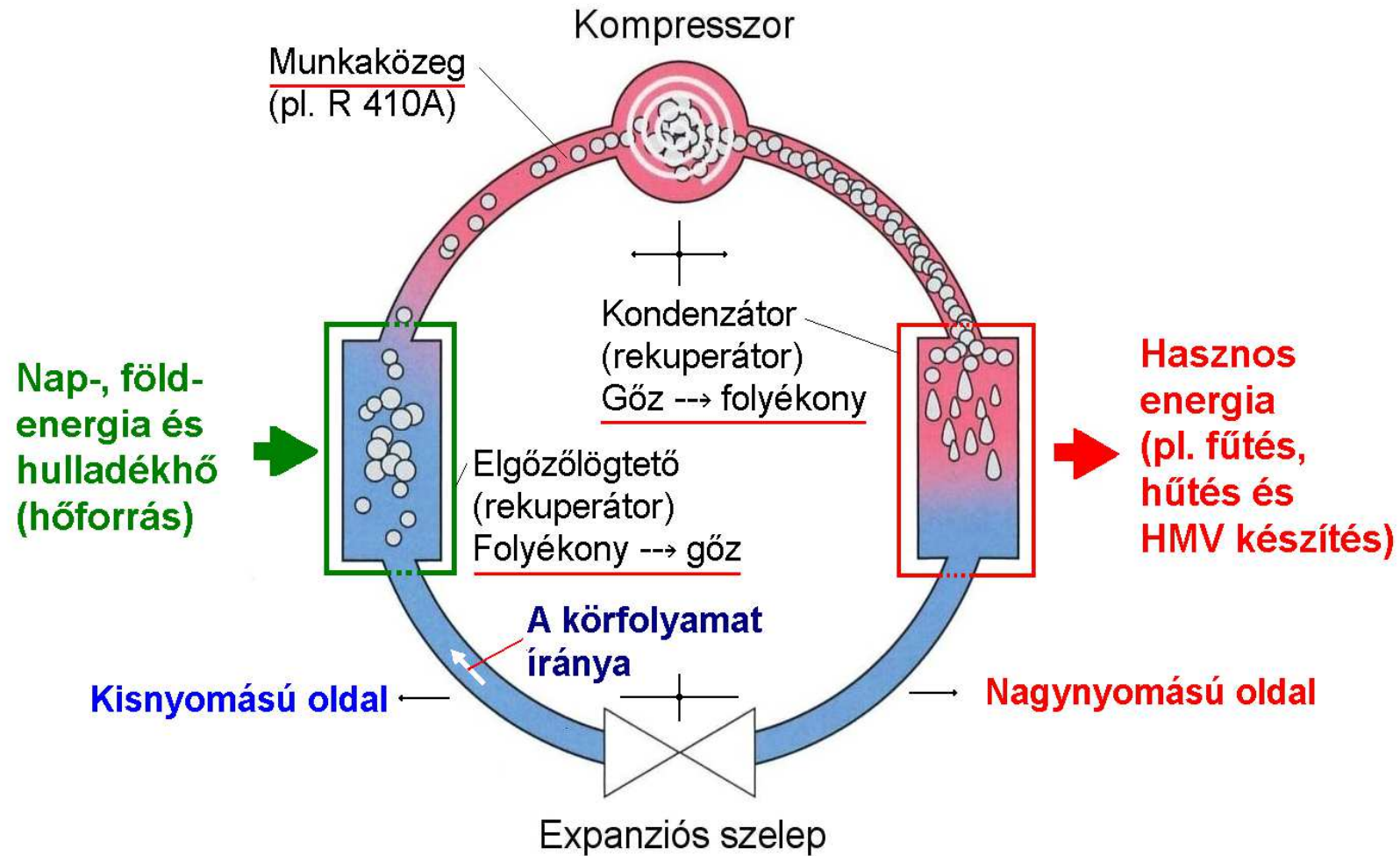


- A vetítettképes előadásom bemutatja a magyar geotermikus hőszivattyúk kifejlesztésének piaci igényét, sarokpontjait kapcsolási rajzokkal, vázlatrajzokkal és diagramokkal szemléltetve.
- A hőszivattyú-család összes tapasztalatait (kutatási, fejlesztési, tervezési, gyártási, kivitelezési és üzemeltetési) felhasználva javaslat a döntéshozók felé.

Hőszivattyú, munkaközeg

- A hőszivattyú olyan berendezés, amely egy tér adott hőmérsékletén hőt vesz fel és megnövelve azt egy másik térben nagyobb hőmérsékleten adja le. Amikor a hőszivattyú hőt termel (pl. helyiségfűtésre vagy vízmelegítésre), akkor fűtő üzemmódban; amikor hőt von el (pl. helyiségűtésre), akkor pedig hűtő üzemmódban üzemel.
- Azt az anyagot nevezzük munkaközegnek, amely a hőszivattyú körfolyamatában kis hőmérséklet és kis nyomás mellett hőt vesz fel az elgőzölögtetőben (elpárologtatóban), majd nagyobb hőmérsékleten és nagyobb nyomás mellett hőt ad le a kondenzátorban (az egyik hőátadó felületen párolgás, a másik hőátadóban kondenzáció lép fel).

A legegyszerűbb hőszivattyú vázlatja és működése

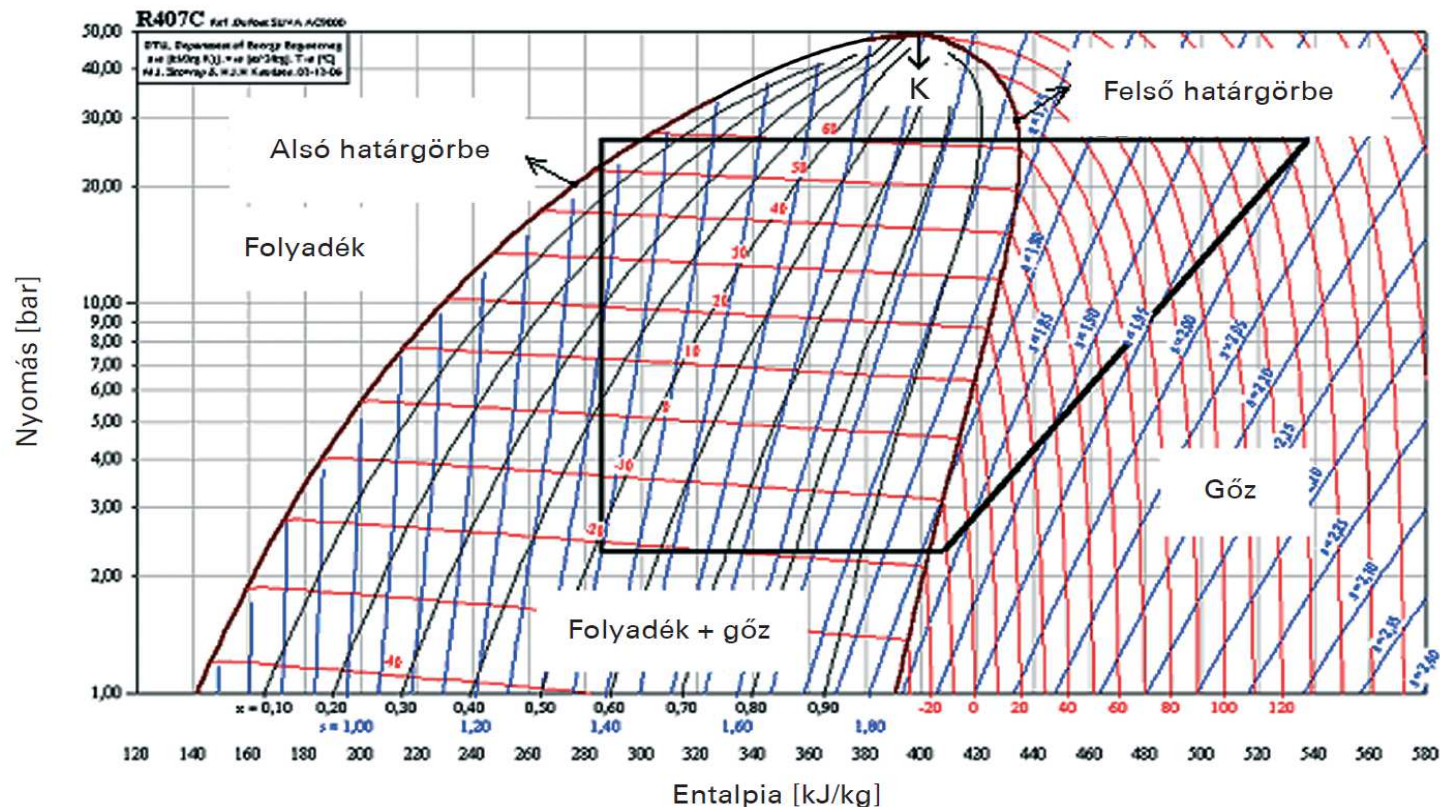


Komlós Ferenc: A magyar geotermikus hőszivattyú-család jellemzői

R 407C munkaközeges egyszerű hőszivattyú nyomás–entalpia ($\log p$ – h) diagramja

A diagramon* a folyadék, a gőz és a kétfázisú mező látható; K: kritikus pont.

*A függőleges koordináta-tengelyen azért alkalmazzák a logaritmikus léptéket, mert ellenkező esetben a kétfázisú mező izotermái kis nyomásokon túlságosan összesűrűsödnének.



„Hatékonysági mutatószám”: SPF [kWh/kWh]

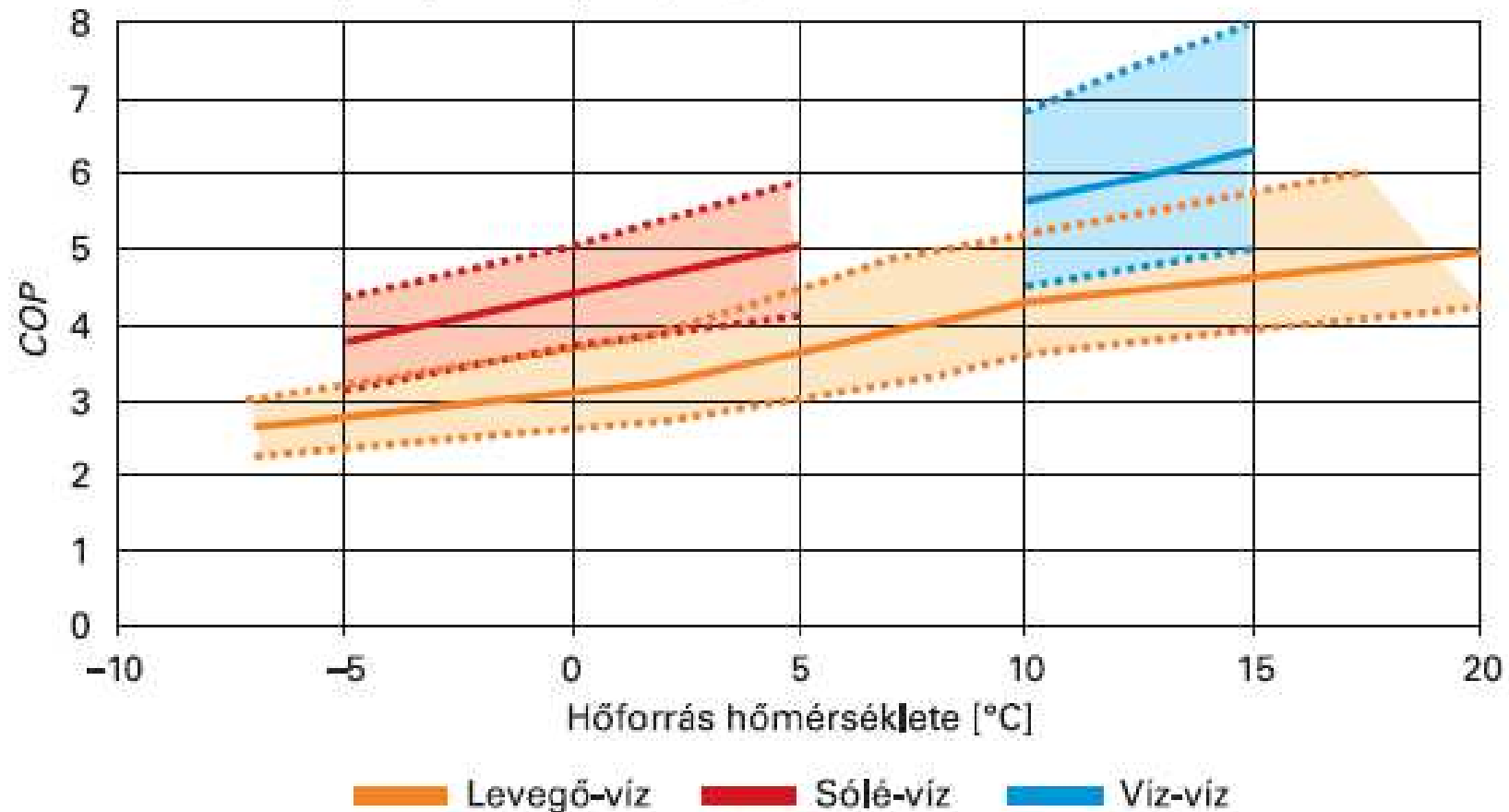
- Az SPF -et a 2008. decemberi ún. EU RES megújuló energia direktíva rögzíti. Angol nyelvű rövidítésből származik (seasonal performance factor), *dr. Büki Gergely* nyomán átlagos fűtési tényezőnek is nevezzük. Az egy fűtési szezonban a hőszivattyú által a fűtési rendszerbe bevitt energiamennyiség [kWh] osztva a hőszivattyú és az ún. primeroldali szivattyú (vagy ventilátor) által felvett villamosáram-fogyasztás összegével [kWh].
 - Felhívom a szíves figyelmüket, hogy a megfelelő minőségű hőszivattyú, pl. a COP -je [kW/kW] illetve *dr. Büki Gergely* nyomán fűtési tényezője a hőszivattyúra jellemző érték csak szükséges, de nem elégséges feltétel ahhoz, hogy a létesített hőszivattyús rendszer SPF illetve az átlagos fűtési tényező [kWh/kWh] értéke is elvárható értékű legyen!
- Angol nyelven: Coefficient of Performance (COP [kW/kW]).

Komlós Ferenc: A magyar geotermikus hőszivattyú-család jellemzői

Hőszivattyúk COP [kW/kW], illetve a hőszivattyú-teljesítménytényezőjének mérési eredményei különböző hőforrás hőmérsékleten

Forrás: CH WP Test Center, Dr. Dr.h.c. Rybach László az ETH Zürich, Svájc emeritus professzora

A hőszivattyú-teljesítménytényezője 35 °C előremenő víz hőmérséklet esetén

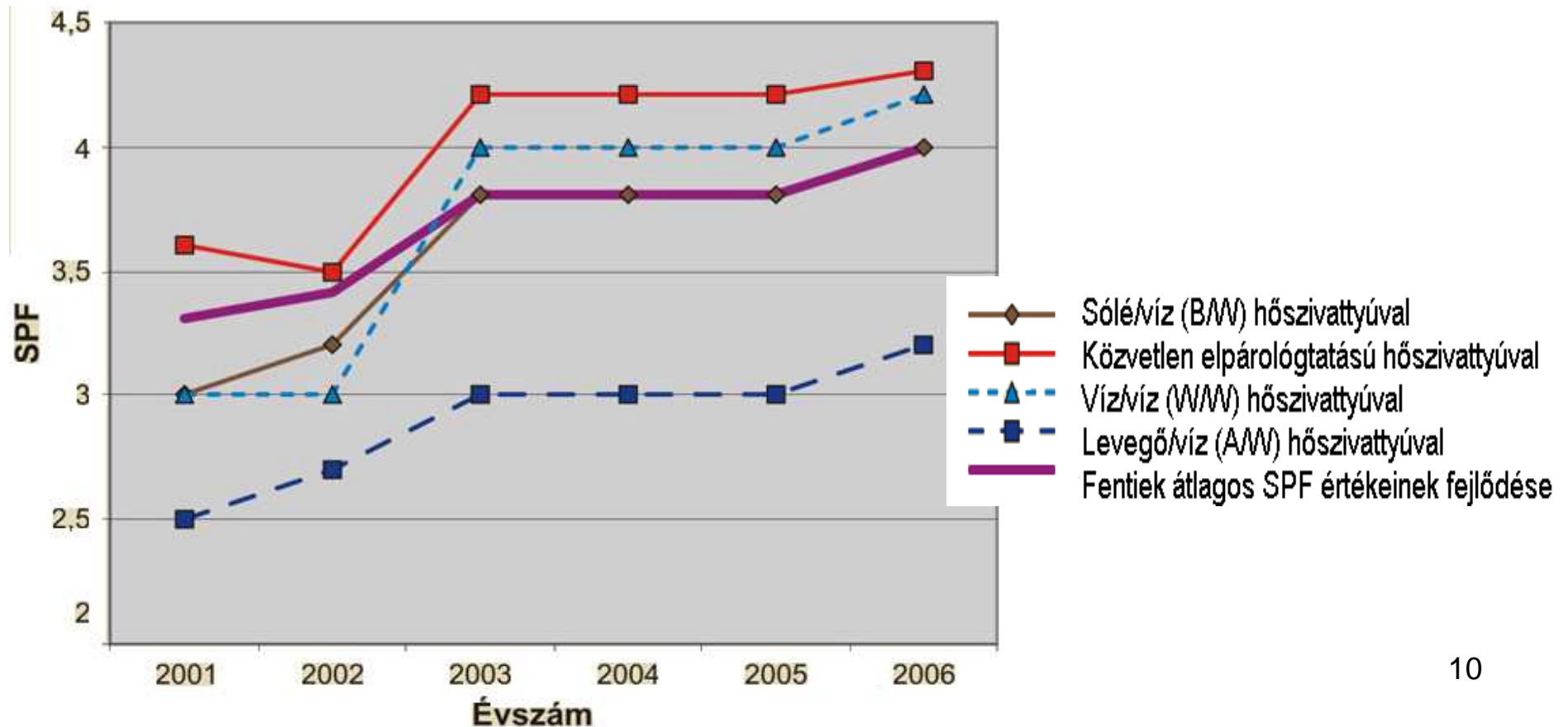


Komlós Ferenc: A magyar geotermikus hőszivattyú-család jellemzői

Hőszivattyús rendszerek átlagos fűtési tényezője (SPF [kWh/kWh]) különféle hőszivattyúknál

Forrás

Fanninger, European Heat Pump Association Version 1.1-2008, p. (Csak 2006-ig!)



Hőszivattyúk a kertgazdaságban (1)

- A vidék versenyképességének fenntarthatósága nem képzelhető el a mezőgazdasági innováció folyamatos ösztönzése, erősítése nélkül. A magyar geotermikus hőszivattyúval fóliasátrokban és üvegházakban olyan klímaviszonyokat tudunk létrehozni, amelyek a termesztett növények fejlődése számára optimális.
- A közmunkaprogramokhoz is kapcsolható. Ezt a közmunkát, az ország minden szántóterületén lehetne végezni. Nem kell hozzá pince, geotermikus adottságú terület és egész évben sokak által végezhető betanított munkát igényel.
- Olyan növényházakra is gondolok, amelyekben az előirt technológiai igény a fűtés és hűtés. Ilyenben termesztethető pl. gomba is.

Hőszivattyúk a kertgazdaságban (2)

Talajvíz hőforrású üvegházfűtésre egy ajánlat bemutatása

- Műszaki adatok

- Hőszigetelt üveggel rendelkező 1 hektár (10 000 m²) alapterületű növényházról készült ajánlat főbb adatai paprikatermesztésre.

- Az 500 kW-os hőleadó rendszert 40/33 – 65/59 °C hőfokszintekre, illetve hőlépcsőre kell méretezni feltételezve, hogy talajfűtés is lesz.

- Költség adatok

- A hőszivattyús bekerülési költség (nettó): 54 millió Ft.

- Földgázkazán fogyasztásához viszonyított üzemeltetési költségmegtakarítás évenként (nettó): 6 millió Ft.

- Megtérülés

- 9 év (növelt hőmérsékletű magyar geotermikus hőszivattyúkkal).

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

$$LCOE = \frac{I_0}{E_t \cdot \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t}} + \frac{M_t}{E_t} + \frac{F_t}{E_t}$$

ahol

I_t : beruházási költség a t-ik évben;

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

F_t : az üzemanyag költség a t-ik évben (konstans);

E_t : a megtermelt energia a t-ik évben;

n : élettartam;

r : diszkonttényező (5%).

Hagyományos illetve a csúcstechnika műszaki-gazdasági összehasonlítása, fajlagos költségek a berendezések teljes élettartamán (LCOE [Ft/kWh])

	Kondenzációs kombi földgázkazán (fűtés-HMV) + spit klíma	Szondás hőszivattyús rendszer fűtés + aktív hűtés + HMV
Bruttó beruházási költség [Ft]	2 650 000	4 853 900
Élettartam [év]	15	25
Diszkonttényező [%]	5	5
Karbantartási költség [Ft]	79 500	48 539
Éves felhasznált energia mennyisége	4160 Nm ³	7627 kWh
Felhasznált energia egységára	134 Ft/Nm ³	31 Ft/kWh
Átlagos kazán η ill. SPF (hőszivattyúzás)	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 [Ft/kWh]	23,67	18,34
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

Az EU hőszivattyús szisztémájától eltérő, magyar fejlesztés jellemzői (1)

- A fő probléma, amely a rendszer átlagos fűtési tényezőjét az (*SPF* értékét) lerontja az,
 - hogy a hőszivattyú hőkörfolyamata instabil, ami azt jelenti, hogy azonos talajhőmérséklet és fűtési hőmérséklet esetén a kimenő fűtési teljesítmény igen tág határok között ingadozik,
 - és a hőszivattyúk kimenő fűtési teljesítménye valamint ezzel arányosan az átlagos fűtési tényezője részterheléseknél – pl. magas talajhőmérséklet, alacsony fűtési hőmérsékletnél az átlagos fűtési tényező alig, vagy egyáltalán nem nő!

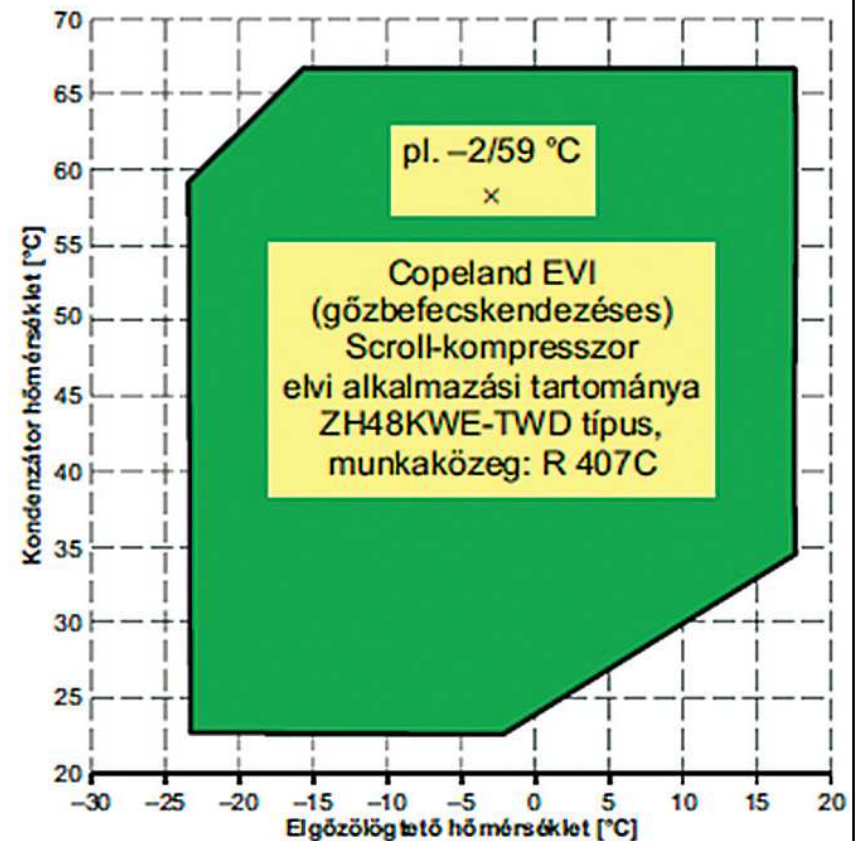
A fentiek következménye, hogy a lehetséges hatékonyságot a hőszivattyúk nem közelítetik meg, és ezáltal a vártnál lényegesen nagyobb üzemköltségen dolgoznak!

Az EU hőszivattyús szisztémájától eltérő, magyar fejlesztés jellemzői (2)

A fejlesztés lényege az *SPF* érték növelése, a CO_2 -megtakarítás maximalizálása és a fűtési előremenő hőmérséklet $60\text{ }^\circ\text{C}$ fölé emelése volt (radiátoros fűtések).

A célokat egyrészt az EVI Scroll-kompresszorokra alapozott reverzáló (váltószelepes), multifunkciós [fűtő – aktív hűtő – használati meleg víz- (HMV-) termelő] hőkörfolyamat kidolgozásával érték el (a megoldás használati mintaoltalommal védett).

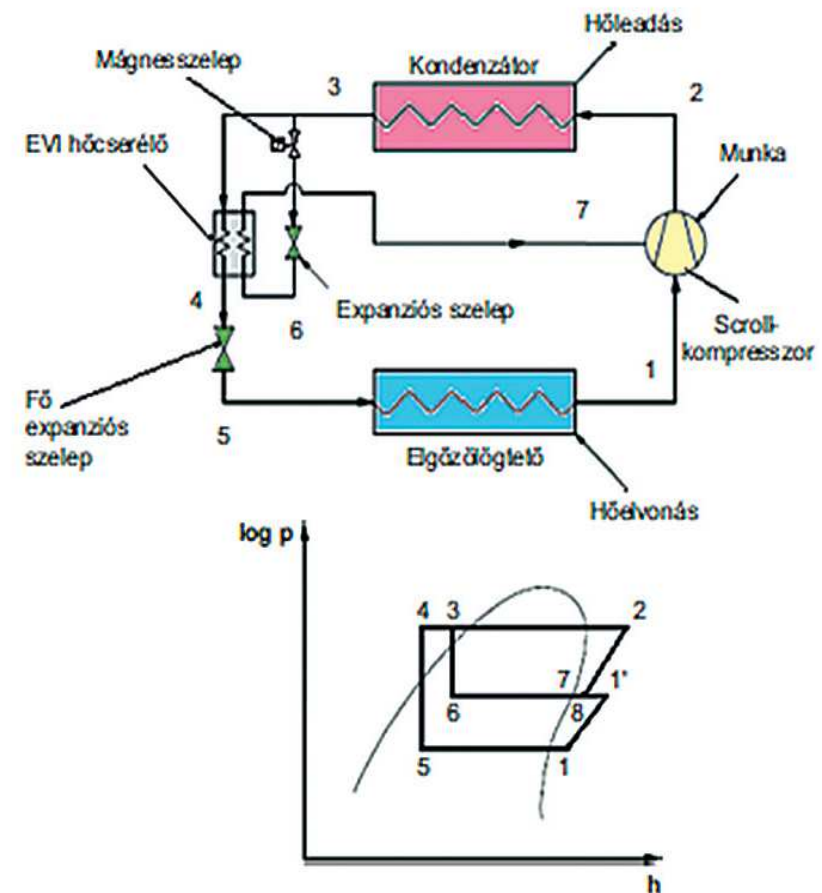
Alkalmazási tartomány



A magyar hőszivattyú-fejlesztés elvi kapcsolása és hőkörfolyamata nyomás–entalpia diagramban

A Scroll-kompresszor gőzbefecskendező körrel rendelkezik, feladata a kompresszorban túlhevített munkaközeg hőmérsékletét csökkenteni, így a munkaközeg (R 407C) magasabb kondenzációs hőmérsékletűvé válhat. A hőszivattyúval növelt hőmérsékletű fűtés érhető el! Az utóhűtés hatására a munkaközeg alacsonyabb nyomással és alacsonyabb hőmérséklettel kerül az ún. fő expanziós szelephez. Az EVI hőcserélő erőteljes utóhűtésének hatására, a 3 és 4 pont közötti szakasz-hosszával arányos h [kJ/kg] entalpiával nő (log p – h diagram) a környezetből (pl. a földből) kivett energia mennyisége, ezáltal a hőszivattyú fűtési tényezője illetve a COP -je is nő.

Kapcsolás, és nyomás–entalpia diagram

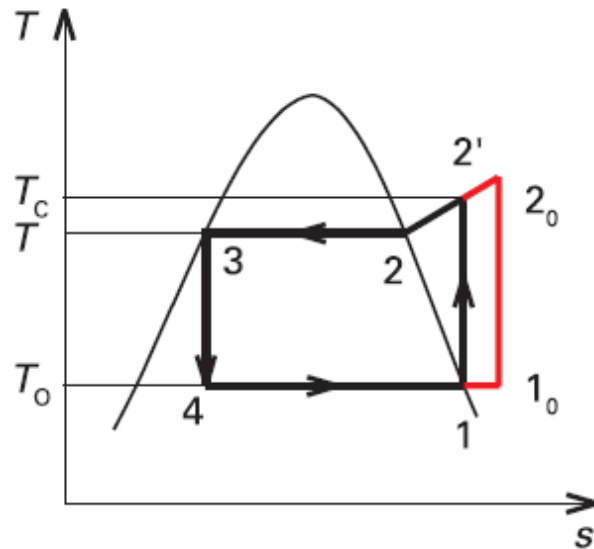


Az EU hőszivattyús szisztémájától eltérő, magyar fejlesztés jellemzői (3)

- Minden olyan elemet integráltak a hőszivattyús körfolyamatba, amely stabilizálja a hőszivattyú körfolyamatát, a kimenő fűtési teljesítményt az egyes hőfokszinteken.
- Stabilizálja és a lehető legkisebb értékre szorítja a túlhevítést, így az *SPF* értéket növelni képes. Ezt biztosítja az elektronikus expanziós szelep (16.), a munkaközeg-tartály (15.), valamint a szabályzó és monitoring rendszer.
- A fejlesztés a fentieken túl a hőszivattyúk felhasználásának, illetve kihasználhatóságának növelésére irányult. Így olyan multifunkciós, váltószeleppel (10.) rendelkező készülékek lettek kifejlesztve, amelyek a fűtési funkció mellett aktív hűtést és ún. desuperheatert (3.) is használnak. Ezáltal a rendszer fajlagos beruházási költsége csökken.

A használati meleg víz (HMV) termelés egyik megoldása T - s diagramban, és az előállítás megoldása az ún. desuperheaterrel

Hőmérséklet [K] – entrópia [kJ/kg K] diagram (a túlhevítés piros színnel jelölve), a diagram alatt: felvétel a desuperheaterről

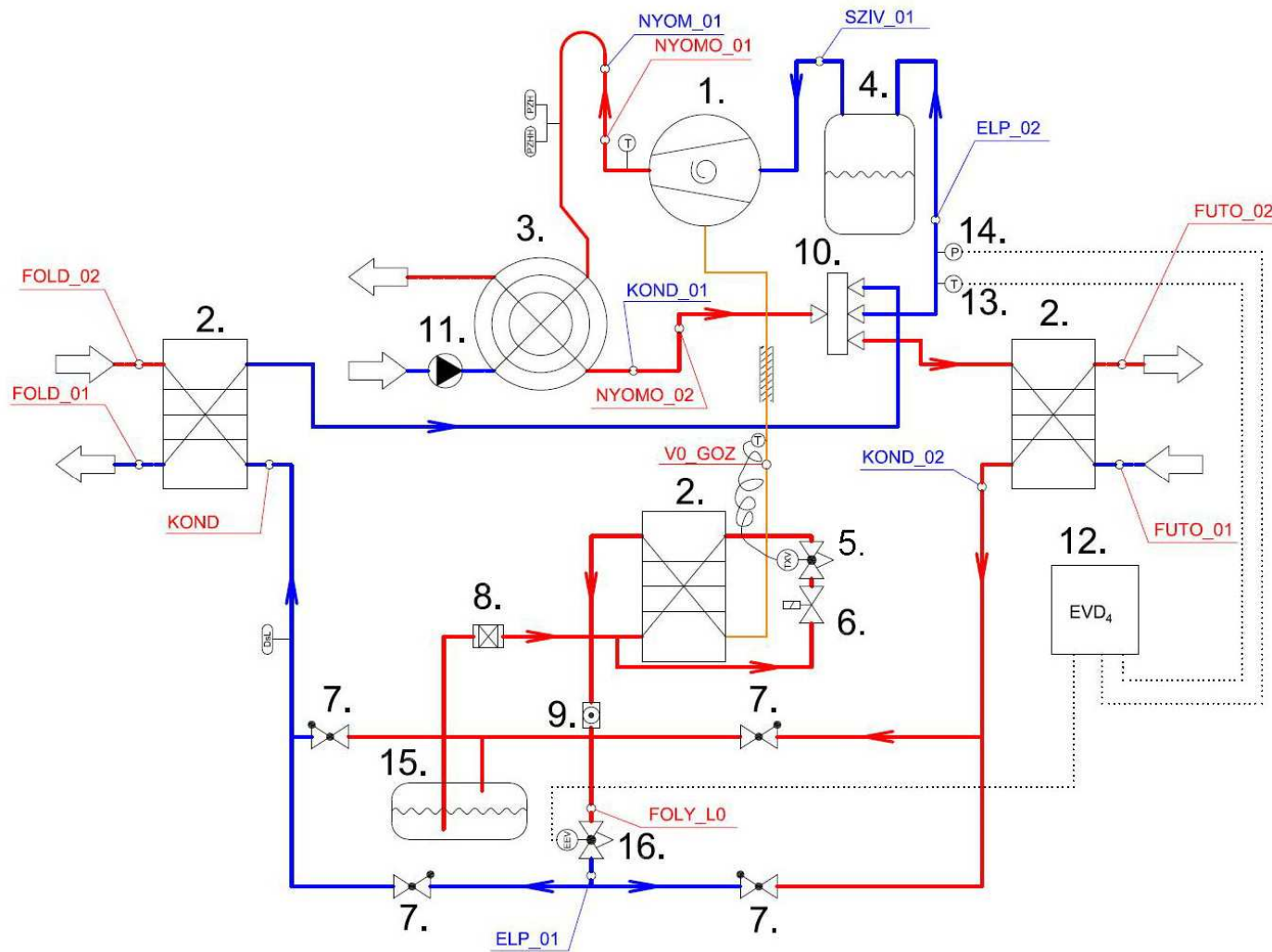


Desuperheater: egy koaxiális hőcserélő, amely a körfolyamat túlhevítési hőjét használja HMV termelésre. A hőcserélő (3.) a kompresszor (1.) és a kondenzátor (2.) közé iktatott előhűtő, amely a komprimált gőz túlhevítési hőjét, kb. 15%-át adja át a HMV-nek. Ezzel elérhető a HMV magas hőmérséklete anélkül, hogy a kondenzátor hőmérsékletét (nyomását) növelni kellene.

Komlós Ferenc: A magyar geotermikus hőszivattyú-család jellemzői

Váltószelepes ún. reverzáló multifunkciós (fűtő, hűtő és hmv előállító) hőszivattyú elvi kapcsolása

A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalban bejegyzett szám: U 06 00213



1. Scroll kompresszor
2. Lemezes hőcserélő
3. Koaxiális hőcserélő
4. Cseppeválasztó
5. Termikus expanziós szelep
6. Mágnes szelep
7. Visszacsapó szelep
8. Szűrő
9. Kémlelő üveg
10. Váltószelep
11. HMV keringtető szivattyú
12. EVD driver
13. Hőmérséklet érzékelő
14. Nyomás érzékelő
15. Folyadék tartály
16. Elektromodulált expanziós szelep

NYOM_01 MS5 data logger nyomás érzékelő pontjai
NYOMO_01 MS5 data logger hőmérséklet érzékelő pontjai

Az EU hőszivattyús szisztémájától eltérő, magyar fejlesztés jellemzői (4)

- Az importált hőszivattyús technika nem a magyarországi geotermikus adottságokra lett fejlesztve, optimalizálva, és a fejlesztéseknél értelemszerűen nem vették figyelembe azt, hogy a magyarországi energiaviszonyok – földgázellátottság – mellett a hőszivattyúktól, az EU átlagától eltérően, nagyobb az elvárt energiahatékonyság érték nagysága, a jelentősen eltérő a különféle felhasználható energiák (áram/földgáz) árarányai miatt.
- Másrészt az import kiszolgáltatottságunk miatt a fejlett európai országok a rendszerajánlásaikon keresztül olyan technológiákat, olyan metódusokat és talán érdekeltségi rendszert terjesztettek el a tervező mérnökök között, amely csak az import mértékét, a hőszivattyús rendszerek költségét növelik, ezek összhatása, hogy a hőszivattyús rendszerek pozitív megítélését csökkentik.

Az EU hőszivattyús szisztémájától eltérő, magyar fejlesztés jellemzői (5)

- Az EU-ban forgalmazott hőszivattyúk jelentős része csak fűtési funkcióra és max. 55 °C-ig használható.
- A fejlesztéssel az eddigiektől eltérő, lényegesen jobb *SPF* értékű rendszerek kivitelezése történt meg meglévő kazános, radiátor hőleadójú fűtési berendezések hőszivattyús rendszerre történő átalakításakor is.
- Olyan új termék előállítása történt, amelynek alkalmazása más megvilágításba helyezi a hőszivattyúk alkalmazhatóságát pl. ivóvíz hőjénél, ipari, irodai és kommunális kalorifereknél, szociális bérlakásoknál és több lakásos passzív házaknál.
- Ezzel a fejlesztéssel most lehetőségünk lenne, hogy egy olyan technika élvonalába kerüljünk, amely technikát világszerte mind szélesebb körben alkalmaznak, és megfelelő hazai támogatással, folyamatos fejlesztéssel, jelentős exporttevékenységet gerjeszthetnénk.

Energiaimport csökkentése az energiahatékonyság növeléssel

- A 80%-os import földgáz túl értékes primerenergia-hordozó ahhoz, hogy vízmelegítők-ben vagy kazánokban 30–65 °C hőmérséklethez hőtermelés céljából eltüzeljük!
- 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 (fejlődési irány);
 - a hőkomfort-igény magyarországi fejlődése (az igényes köz- és ipari épületekben általánossá vált a klimatizálás).

Védegylet, és ajánlás a H tarifa módosítására

- „A Védegylet a magyarországi ipar védelmére 1844-ben létrehozott egyesület. 1844 októberében az országgyűlési alsótábla üléstermében létrehozták a Védegyletet, amelynek elnökévé *Batthyány Kázmért*, alelnökévé *Teleki Lászlót* választották. Az igazgató *Kossuth Lajos* lett.
- A Védegylet 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. A Védegylet tagjai becsületszóra megfogadták, hogy hat évig csak magyarországi árut vásárolnak: csak magyar mesterembereknél dolgoztatnak és olyan iparcikkből nem vesznek külföldit, amelyből belföldit is lehet kapni.” (Forrás: wikipedia.hu)

- A hőszivattyús technika minőségi színvonalának emelése érdekében ajánlott a fogyasztói H tarifa módosítása, az *SPF* [kWh/kWh] értéke alapján. Utólagos évenkénti elszámolással három tarifa bevezetése lenne szükséges, hűtésre is kiterjesztve:
 - *SPF* = 3,5 – 4,5 (a jelenleginél nagyobb értékkel);
 - *SPF* = 4,5 felett – 5,5 (ez a jelenlegi tarifa);
 - *SPF* = 5,5 felett (a jelenleginél kisebb értékkel).

Hőszivattyúzás táblázata (űrlap javaslat)

Hőszivattyúzás táblázata

Kapros Z., Komlós F. 2013.

I.	Villamos hőszivattyúk típusának megnevezései (1., 2., 3. és 4. alattiak)	Darab-szám [db]	Teljesít-mény [kW]	A szolgáltattott nettó teljes hőenergia [MJ/év]	A mért/becsült átlag szezonális teljesítmény faktor, SPF az említett hőszivattyúknál [kW.h/kW.h]
1.	Légtermikus hőszivattyúk összesen (levegő hőforrású hőszivattyúk)	0	0	0	
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				
2.	Hidrotermikus hőszivattyúk összesen (felszíni víz hőforrású hőszivattyúk)	0	0	0	
2.1.	– víz/levegő hőszivattyú				
2.2.	– sólé/víz hőszivattyú				
2.3.	– víz/víz hőszivattyú				
3.	Geotermikus hőszivattyúk összesen (földhő és felszín alatti víz hőforrású hőszivattyúk)	0	0	0	
3.1.	– közvetlen expanziós/levegő				
3.2.	– közvetlen expanziós/víz				
3.3.	– sólé/levegő hőszivattyú				
3.4.	– sólé/víz hőszivattyú				
3.5.	– víz/levegő hőszivattyú				
3.6.	– víz/víz hőszivattyú				
4.	Hulladék hőforrású hőszivattyúk összesen	0	0	0	
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 hőszivattyú	0	0	0	
II.a.	– levegő-levegő hőszivattyú				
II.b.	– levegő-víz hőszivattyú				
III.	Légtermikus gázüzemű abszorpciós hőszivattyúk	0	0	0	
III.a.	– földgázüzemű				
III.b.	– pb gáz vagy egyéb fosszilis eredetű gázüzemű				
III.c.	– biogáz üzemű				
IV.	Egyéb hőszivattyúk	0	0	0	

- A tudományos szakirodalomban sajnos nincs megemlítve és kiemelve, hogy vízenergiából hőenergia is nyerhető!

- Az évenkénti statisztika nyomon követheti a hazai fejlődést, a hazai és nemzetközi hőszivattyús helyzet piaci összehasonlítását.

- Ez a táblázat az IEA felé egy javaslat is lehet!

Összefoglalás (1)

- Napjainkban a geotermikus hőszivattyúzás olyan energiahatékony fűtési/hűtési rendszer, amely még pályázatipénzek nélkül is elfogadható időn belül megtérül, és a károsanyag-kibocsátást helyileg megszünteti, globálisan pedig jelentős csökkenését eredményezi.
- Jól illeszkedik az ország energiastratégiájába, hiszen olcsón előállítható villamos energiával (atomenergiával) és megújulóforrású villamos energiával is lehet működtetni, így továbbcsökkentve a károsanyag-kibocsátást.
- Épületgépészettel kapcsolatos igény a korszerű fűtés, a települések légszennyezésének*, illetve egészségkárosító hatásának jelentős csökkentése. A környezet terhelésének mérsékelésével javulhat az itt élő lakosság egészsége, életminősége.

* 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 kisméretűszállópor(PM_{10})-szennyezettség okozza a káros hatást.

Összefoglalás (2). Itt a ragyogó alkalom: indokolt megteremteni Magyarországon a hőszivattyúipart!

- **A földgázimportot és a CO₂-kibocsátást is jelentősen csökkenteni tudjuk a megújulóenergiafelhasználásával.**
- **A kitűnő minőségű hőszivattyúk hazai gyártásával exportunk növekedhet, hőszivattyú importunk pedig csökkenhet.**
- **Hogy mi mindent tudunk még majd azzal a sok olcsó, CO₂-kibocsátást nélküli paksi árammal kezdeni erre most választ adhatunk.**
- **A villamosenergia a leggyorsabban bővülő energiahordozó a végfogyasztásban, egyúttal itt nyílik a legnagyobb tér a fosszilis erőforrások kiváltására.**

Felhasznált és ajánlott irodalom (1)

- [1] *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 of László Heller)
Komlós Ferenc Dunaharaszti, 2009. ISBN 978-963-06-7574-1 (ISBN 978-963-06-8297-8).
- [2] *ÁDÁM Béla – BÜKI Gergely – MAIYEK Tarek:*
GEOTERMIKUS ENERGIA. Hőszivattyúzás.
ENERGETIKAI SZAKKÖNYVEK. Mérnöki Kamara Nonprofit Kft. 2013.
ISBN 978-963-88358-5-7
- [3] *Fodor Zoltán – Komlós Ferenc:*
– **Érvek, adatok, számítások a hőszivattyúk alkalmazásához.**
Gondolatok jelenünkről és jövőnkről.
Mérnök Újság 2013. JÚNIUS–JÚLIUS digitális változatában + PLUSZ, 62–64. oldal.
– **Fűrőlyuk-hőcserélős hőszivattyús rendszerek megtérülése.**
Magyar Installateur, 23. évfolyam, 2013. augusztus – szeptember, 46. oldal.
- [4] *Komlós Ferenc:*
Gondolataim a hőszivattyúzásról.
Magyar Épületgépészet, LIX. évfolyam, 2010. július–augusztus szám, 32–34. oldal.
- [5] *Kaszánitzky Csilla – Komlós Ferenc:*
Új autószalón Fóton magyar hőszivattyúval.
– Építészfórum honlapon (2012. július 19. 07:46).
– Magyar Installateur, 22. évfolyam, 2012. október, 35–36. oldal.
- [6] *Fodor Zoltán – Komlós Ferenc:*
– **Termálvizes fürdő bővítése hőszivattyúk alkalmazásával.**
Energiagazdálkodás, 52. évfolyam, 2011/6. szám, 17–20. oldal.
– **A nagykőrösi strand energiatudatos bővítése.**
Magyar Épületgépészet, LXI. évfolyam, 2012/3. szám, 22–26. oldal.
- [7] *Fodor Zoltán – Komlós Ferenc:*
Földgázkazán kiváltása geotermikus hőszivattyúval – Hőszivattyú radiátoros fűtésnél.
Magyar Épületgépészet, LXII. évfolyam, 2013/5. szám, 15–17. oldal.
- [8] *Fodor Zoltán – Komlós Ferenc:*
Ivóvíz hőhasznosítása hőszivattyúval.
Magyar Épületgépészet, LXII. évfolyam, 2013/7-8. szám, 12–16. oldal.

Felhasznált és ajánlott irodalom (2)

[9] *Fodor Zoltán – Komlós Ferenc – dr. Balikó*

Sándor:

Ivóvíz hőjének hasznosítása.

Energiagazdálkodás, 54. évfolyam, 2013/5. szám, 17–19. oldal.

[10] *Komlós Ferenc:*

Energetika – hőszivattyúzás.

Magyar Ipari és Környezetvédelmi Magazin. XII. évf., 2013/IV. szám. XXI. századi ZÖLDENERGIÁK – II. 10–11. oldal.

[11] *Fodor Zoltán:*

A földhő hőszivattyús rendszerek fajlagos költségei fűtéskorszerűsítéseknél I.

Magyar Installateur, 24. évfolyam, 2014. február–március, 24–25. oldal.

[12] *Komlós Ferenc – Fodor Zoltán:*

Városok hőszivattyús fűtése. Átfogó tervre lenne szükség.

Magyar Épületgépészet, LX. évfolyam, 2011/5. szám, 18–21. oldal.

[13] *Komlós Ferenc:*

A hőszivattyúipar úttörője.

Elektrotechnika, 103. évfolyam, 2010/12 szám, 28. oldal.

[14] *Komlós Ferenc:*

Hőenergia alapigények a hőszivattyúk alkalmazása és a Heller-terv célkitűzései tükrében.

Elektrotechnika, 105. évfolyam, 2012/09 szám, 5–8. old.

[15] *Komlós Ferenc:*

– **A hőszivattyú hangsúlya a kertgazdaságban.**

Mezőgazdasági Technika, LIV. évfolyam, 2013. április, 16–17. oldal.

– **Hőszivattyúk a kertészetben.**

Kertészet és Szőlészet, 62. évfolyam, 27. szám, 2013. július 3. 22–23. oldal.

– **Hőszivattyúk a kertészetekben.**

„Energiatudatos megoldások a vidékfejlesztésben” című

lap digitális változata, a digitális Építési Megoldások 2014/1. különszámaként, 14–17. oldal.

– **Fűtés, hűtés a kertgazdaságban és a magyar geotermikus hőszivattyú.**

Magyar Épületgépészet, LXIII. évfolyam, 2014/4. szám, 10–13. oldal.

– **Hőszivattyúk a kertészetekben és a magyar geotermikus hőszivattyú.**

Elektrotechnika, 107. évf., 2014/06. szám, 7–9. oldal.

[16] *Komlós Ferenc:*

A hőszivattyúzás táblázata és a felszínalatti 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 (ISBN 978-963-8172-32-1) tartalmazza.

– Tervlap honlapon (2014. augusztus 7.).

Komlós Ferenc: A magyar geotermikus hőszivattyú-család jellemzői

Egy mottóval zárom előadásomat

„Minden kérdést, amit meg lehet kérdezni,
meg is kell kérdezni.”

Erdős Pál (1913-1996)

Forrás

Marx György: A MARSLAKÓK ÉRKEZÉSE (277. oldal). Akadémia Kiadó, 2000.

Szíves figyelmüket köszönöm, a szünet után
pedig várom kérdéseiket!