

A zárt szondás hőszivattyús rendszerek tervezése IV.

A szondahossz számítás szükségessége, gyakorlata

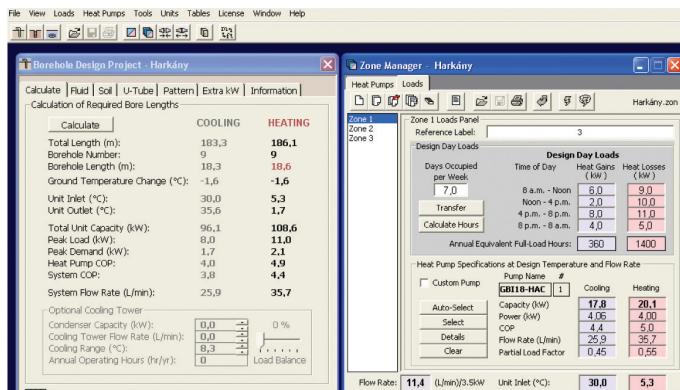
Jelenleg, amikor a Nemzeti Energiahatékonysági Cselekvési Terv felülvizsgálata van folyamatban, amikor egyes energia szektorok képviselői a földhő hasznosítás jelenlegi lehetőségeit meglehetősen „fekete” színben tüntetik fel, nagy jelentősége van annak, hogy a hőszivattyús szakma kihasználja a pontos tervezés adta lehetőségeket, amellyel mind költségkímélőbb, hatékonyabb zárt szondás, kollektoros rendszerek kiépítése válik lehetővé. Hazánkban is megvan az a tudás, mind készülék, mind technológia oldalról ahhoz, hogy hatékony, beruházási költségkímélő földhős hőszivattyús rendszerek kiépítése valósuljon meg.

Ez az első gondolat, amely megfogalmazódott benne, amikor elolvastam a Mérnök Újságban dr. Szilágyi Zsombor „Kár az energiáért?” címmel írt cikkét, amelyben mint gázmérnök a megújuló energiaforrások lehetséges helyét, szerepét vizsgálta a jelenlegi helyzetben.

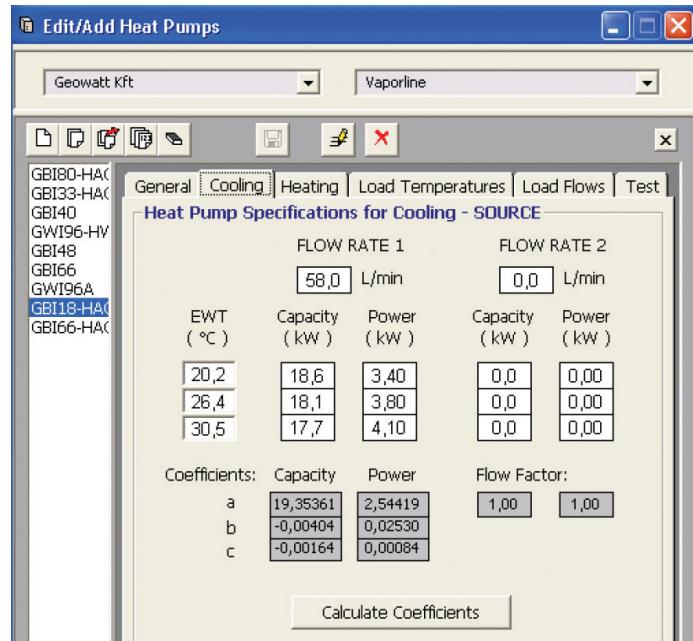
Nem kívánom a cikket elemezni, de annak megállapítása a földhővel kapcsolatban tanulságos és elgondoltató:

„A környezetből kinyerhető hő magas szinten környezetbarát energiaforrás, ha nem számítjuk az üzemeltetéshez szükséges villamos áram termelés során keletkező káros anyagokat.”

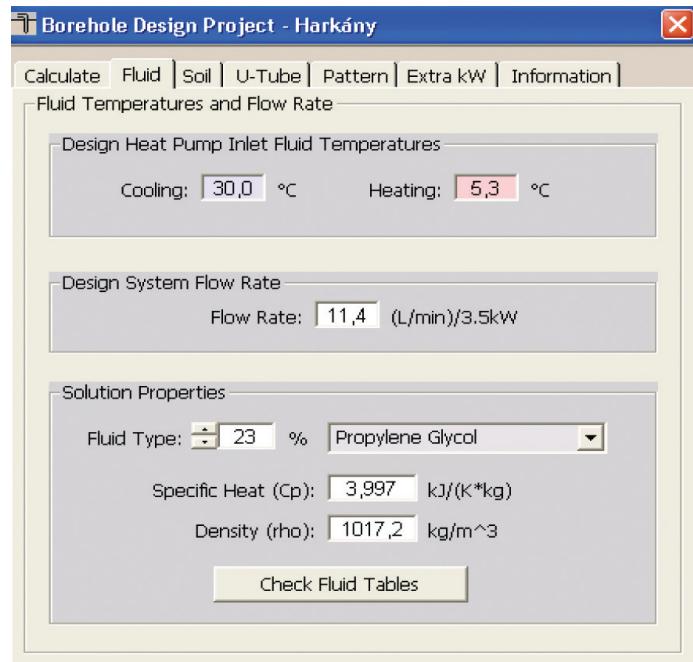
„A talajkollektoros hőszivattyú is bőven tíz év felett tényleg meg. A berendezések hatásfokának emelkedésével és a beruházási költségek csökkenésével néhány éven belül fontos energiaellátási forrás lehet a környezeti hő.”



1. ábra



2. ábra



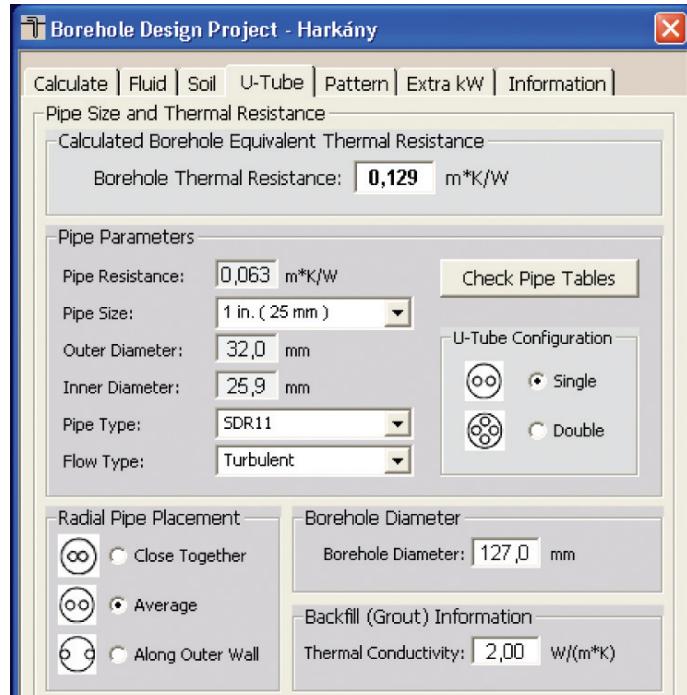
3. ábra

Az első állítással kapcsolatban megjegyzem, hogy amikor egy hőszivattyús rendszer CO₂ megtakarítását elemezzük, mindenkor számítjuk az üzemeltetéshez szüksé-

ges villamos áram termelés során keletkező káros anyagokat, és ezzel csökkentjük a megtakarítás mértékét. Ezért ez alaptalan, értelmetlen állítás, amely azt sugallja, hogy a hőszivattyú alapvetően nem is környezetbarát technológia.

A második állítással kapcsolatban a következő kérdésem fogalmazódtak meg: A talaj kollektoros /szondás/ hőszivattyú bőven tíz év felett tűrő meg, de mihez viszonyítva és milyen egységteljesítményeket figyelembe véve, valamint új épületeknél, vagy meglévő épületek gáz kiváltásainál?

A másik kérdés, amit már az előző cikkben is kifejtettem, hogy egy ilyen állításnál el kellene különíteni a lehetőségeket, amelyeket a jelenlegi technikai, technológiái színvonal képvisel, amelyek alapján hatékony és költségkímélő rendszerek születnek, attól a „vadrajztól”, amelyre jellemző a „mindent bele, abból baj nem lehet”. Ilyen 2-3-szorosan túltervezett és nem megfelelő szakértelemmel tervezett rendszerek alapot szolgáltatnak arra, hogy a fenti megállapításnak legyen némi igazság alapja, ami azonban nem általános, és megfelelő szabályzókkal,



6. ábra

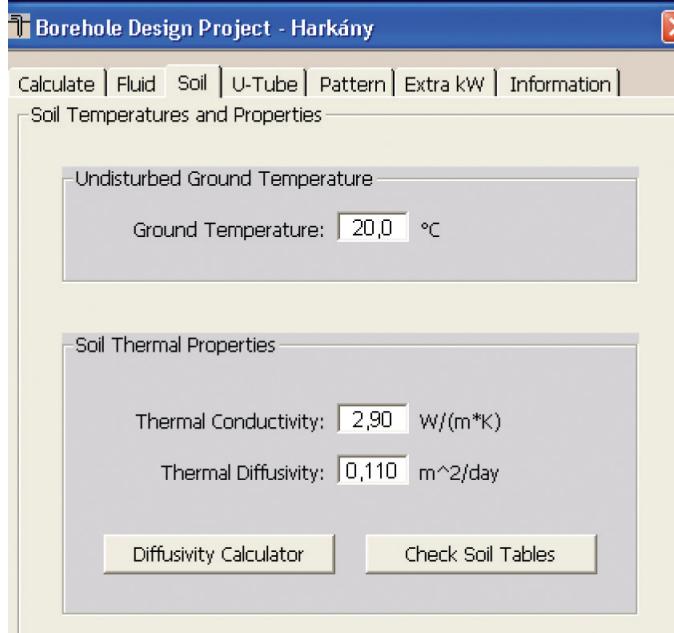
valamint a szakmai szervezetek segítségével ez a hiányosság kiküszöböltető.

A jelenlegi technikai színvonalon a valós, lehetséges beruházási költségek alakulása az alábbiak szerint lehetőséges:

A megtérülés számítása 15 kW névleges fűtési teljesítményű (családi házas) rendszereket alapul véve, új épületek esetén. Fűtő, aktív hűtő, HMV-termelő multi funkciós hőszivattyúval.

A beruházás költsége áfával, listaáron /Magyar fejlesztésű Vaportline® rendszer/: 5 354 197 forint. A költség-megtakarítás évente: 425 642 forint/év. A beruházási többletköltség: 2 814 197 forint/év. A várható megtérülési idő, támogatás nélkül: 6,6 év! 30% max. 1,5 millió forint támogatással: 3,1 év!

A megtérülés számítása 100 kW névleges fűtési teljesítményű (kereskedelemi, ipari) rendszereket alapul véve, új épületek esetén. Fűtő, aktív hűtő, HMV-termelő multi funkciós hőszivattyúval.



4. ábra

[Back](#)

Soil Table 1: Thermal Conductivity and Diffusivity of Sand and Clay Soils*

Soil Type	Dry Density (kg/m ³)	5% Moist		10% Moist		15% Moist		20% Moist	
		k (W/m*K)	α (m ² /day)						
Coarse 100% Sand	1900	2.1-3.3	0.089-0.14	2.4-3.5	0.086-0.12	2.8-3.8	0.085-0.11	-	-
	1600	1.4-2.4	0.072-0.12	2.1-2.6	0.089-0.11	2.3-2.8	0.083-0.10	2.4-2.9	0.078-0.093
	1300	0.9-1.9	0.056-0.12	1.0-1.9	0.056-0.10	1.0-2.1	0.047-0.093	1.2-2.1	0.048-0.083
Fine Grain 100% Clay	1900	1.0-1.4	0.045-0.060	1.0-1.4	0.037-0.049	1.4-1.9	0.043-0.059	-	-
	1600	0.9-1.0	0.045-0.054	0.9-1.0	0.037-0.045	1.0-1.2	0.034-0.045	1.0-1.4	0.038-0.051
	1300	0.5-0.9	0.033-0.056	0.6-0.9	0.033-0.047	0.7-0.95	0.032-0.044	0.7-1.0	0.028-0.042

*Values indicate ranges predicted by five independent methods. (1)

k = Thermal Conductivity, α = Thermal Diffusivity

Coarse Grain= 0.075 to 5mm - Fine Grain less than 0.075mm (0.075mm = #200 U.S. Standard Sieve)

5. ábra

hőszivattyúkról

A beruházás költsége nettó, listaáron /Magyar fejlesztésű Vaporline® rendszer/: 19 084 000 forint. A beruházási többletköltség: 10 584 000 forint/év. A várható megtérülési idő, támogatás nélkül: 3,9 év! 30% támogatással: 1,8 év!

A megtérülés számítása 35 kW névleges fűtési teljesítményű (intézményi) rendszereket alapul véve, meglévő épületek esetén. Fűtő, aktív hűtő, HMV-termelő multi funkciós hőszivattyúval.

Ebben az esetben az iskolák, óvodák, hivatalok elavult, rossz hatásfokú gázkazános rendszereinek kiváltásáról van szó hőszivattyúval, amikor viszonylag magas hőmérsékleten (max.63/57 °C) radiátoros rendszereket működtetünk hőszivattyúval.

A beruházás költsége bruttó, listaáron /Magyar fejlesztésű Vaporline® rendszer/: 10 415 126 forint. A költségmegtakarítás évente: 900 078 forint/év. A beruházási többletköltség: 7 748 126 forint/év. A várható megtérülési idő, támogatás nélkül: 8,6 év! 85% támogatással: 1,7 év!

Be kell látni, hogy a geotermikus hőszivattyús rendszerek hatékony és költségkímélő kialakításának megvannak a műszaki alapjai, a megvalósítás lehetősége adott, csak megfelelő technika, hozzáértő tervezés és jó szabályzók szükségtetnek.

A hozzáértő tervezés egyik kritériuma, hogy a zárt szondás rendszereket a lehető leg pontosabban méretezzük, hiszen a zárt szondás hőszivattyús rendszerek beruházási költségeiben az 50%-ot a szondarendszer költsége képviseli. Ezért a rendszer igen érzékeny a 2-3-szoros túltervezésekre.

Az ezen lap hasábjain korábban megjelent, I-III. részben az érthetőség kedvéért a szondatervezés elméletét mutattam be. Jelenleg erre az elméletre épülő szoftvert és annak alkalmazását mutatom be, egy projekt szondatervezését végig követve.

Szondaméretezés a gyakorlatban

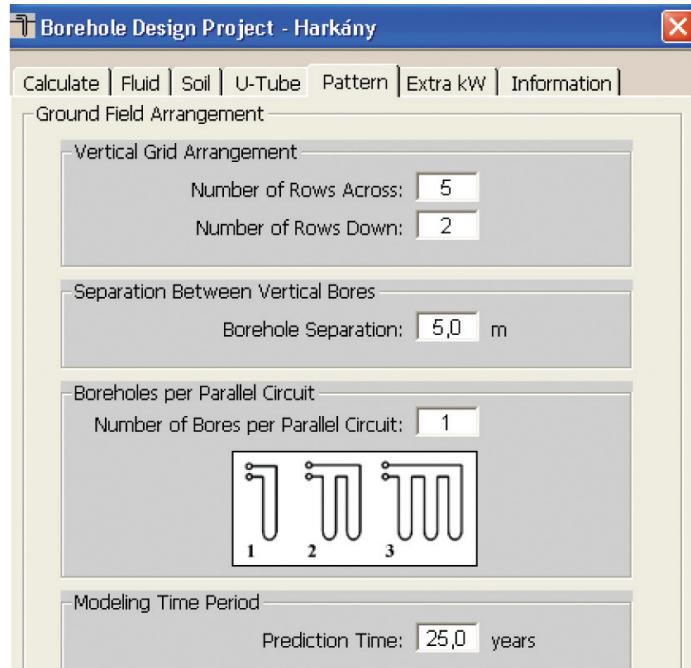
A bemutatott „GLD design” (az IGSHPA által ajánlott) program alkalmas a horizontális kollektoros, a vertikális szondás és tószondás zárt rendszerek méretezésére.

A tervezés első lépése természetesen az energia audit, amely alapján az évi fűtési óraszámok, és ebből a hőszivattyú várható futási ideje, a külső átlag hőmérsékleti adatok alapján számítható.

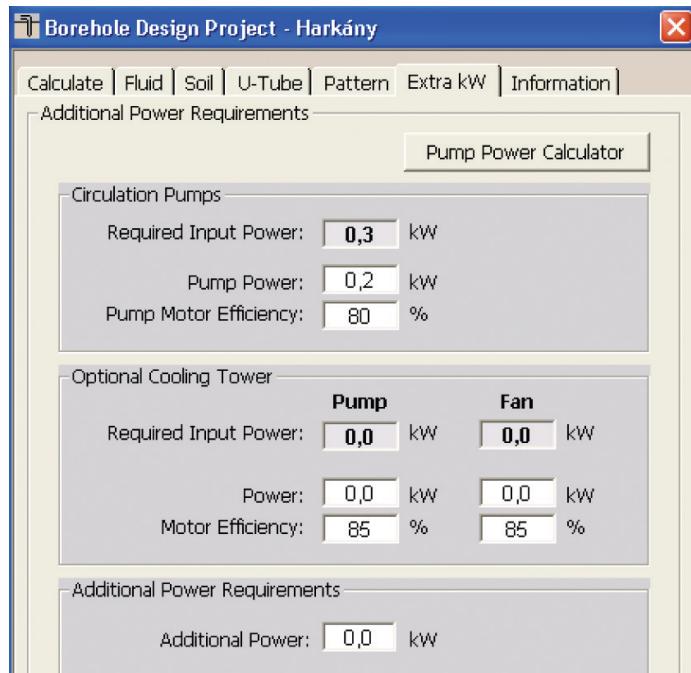
Jelen esetben 1200 h évi futási óraszámmal számoltunk, ami a mi hőmérsékleti viszonyaink között, lakóépületeknél közelítő adat (1. ábra). A „Zone Manager” kitöltéséhez, mint látható, ismerni kell a napszakokban jelentkező átlag kW-terhelést. Ezt egy adott térségre a WnWatt program segítségével, a külső átlag léghőmérsékleti adatok birtokában ki lehet számolni.

A „Zone Manager”-ben szerepelnek a választható hőszivattyú típusok paraméterei, amellyel a program a számítást elvégzi.

A programba új hőszivattyú típusok paramétereit is felvihetők, amennyiben ismertek azon hőfokszintek para-



7. ábra



8. ábra

méterei, amelyek között a hőszivattyúnkat működtetni szeretnénk. A paramétereit hűtési és fűtési üzemmódra egyaránt meg lehet adni (2. ábra).

A „Zone Manager” kitöltése és elmentése után be kell vinni a programba az összes szükséges paramétert.

A 3. ábra alapján a következő adatsor a hőszivattyúba bemenő folyadék hőmérsékletekre, fajlagos tömegáramra és az alkalmazott fagyálló folyadék összetételére és száralékos arányára vonatkozik.

A hűtés (cooling) üzemmódban azt a hőszivattyúba bemenő folyadék hőmérsékletet kell megadni, amelyet a legnagyobb terhelésnél megengedünk.

A fűtés üzemmódban azt a hőmérsékletet kell beírni a tervezőnek, amelyre a legnagyobb terhelésnél megengedi lehűlni a folyadék bemenő hőmérsékletét.

Amennyiben egy tervező az előző részekben vázolt elmélettel tisztába került, akkor egyértelmű számára, hogy ezen paraméterek növelése, valamint csökkentése arányában változik a szondaszám szükséglet, valamint az elérhető SCOP(SPF)érték alakulása.

Itt mindenkorral cél szerű optimumot, ár/érték arányban kedvező megoldást keresni és ebben az a nagyszerű lehetőség, hogy ezt egy jó tervező programmal könnyen és gyorsan meg tudjuk tenni.

A következő adatbeviteli mezőn az adott területre jellemző átlagos szondahőmérsékletet és talaj paramétereit a talaj (Soil) adatmezőiben szükséges megadni (*4. ábra*).

A talaj hőmérsékletét kell megadni a tervezett mélységen (geotermikus gradiens) „ground temperature” mezőben.

Megjegyzem, hogy a mintaként szolgáló projektben egy erősen anomália terület /Harkány/ paramétereit vannak megadva, ahol 20 m mélységen is már 20 °C körről alakul a talpponti hőmérséklet.

A talaj konduktivitás az egyik meghatározó paraméter a méretezésnél. Ezt az értéket vagy szondateszettel, vagy a legtöbb esetben elegendő pontossággal, táblázatok alkalmazásával, a termál diffúzióval egyetemben meghatározni.

Az jelenleg alkalmazott programban is jól használható táblázatos segítség áll a tervezők rendelkezésére.

A konduktivitást jellemzően az agyag-homok arány (nem köztes területek esetén), valamint a talajnedvesség mértéke határozza meg. A legjobb hővezető a nagy nedvességtartalmú homok (kvarc szemcsék), mert a szemcsék között nincs levegő, amely szigetel. Hővezetései szempontból a legkedvezőtlenebb az agyag (*5. ábra*).

Az adatlapon (*6. ábra*) az alkalmazott szonda paramétereit, elrendezését, a szondafurat átmérőjét, valamint az alkalmazott tömedékelő anyag hővezető képességét (konduktivitás) kell megadni.

A célszerűen alkalmazható szonda SDR11 min.16 bar PE csőből készül. Ez ár/érték arányban kedvező megoldás. Ki kell választani, hogy 2 vagy 4 csővel szondát alkalmazunk, továbbá a távtartó nélküliséget, illetve milyenséget (fix vagy rugós megoldás).

További adat, amelyet a helyszín ismeretében be kell vinni, az a szonda elrendezés meghatározása. Be kell írni, hogy hány sort, és egy sorba hány szondát szeretnénk. Ezt előre kell kalkulálni, de az eredmény kiszámítása után ezt a számot úgy alakíthatjuk, hogy a tervezett mélység meglegyen.

Meg kell adni a szondák tervezett távolságát, valamint a gerincre sorasan kötött szondaszámot.

Végezetül itt adható meg a hosszú távú termikus hatás elemzés idő intervalluma (*7. ábra*).

Legvégül pedig meg kell adnunk a rendszerben működő cirkulációs szivattyúk teljesítményét és hatásfokát, amellyel a program mint rontó tényezővel számol az SCOP (SPF) érték meghatározásakor (*8. ábra*).

Ezek után más teendőnk nincs, mint az 1. ábrán látható „calculate” gombra kattintva a számítást a programmal elvégeztetni. A finomításokhoz, elemzésekhez mindenkorral érteni kell a számítás elméleti háttérét, mert anélkül egy ilyen program sem használható teljes biztonsággal.

Az így megtervezett rendszerrel az alkalmazott hőszivattyúk hatékonyságát is jól lehet szimulálni, amennyiben valós adatok állnak rendelkezésre, így a rendszerek várható (SCOP/SPF) értékei rendszerszinten szimulálhatók.

Egy ilyen elveken, ilyen tervezési metódussal, és a jelenlegi leghatékonyabb hőszivattyúkkal szerelt fűtő-hűtő, HMV-rendszer, még pályázati pénzek nélkül is elfogadható időn belül megtérül és a cikktől eltérően, amellett, hogy a károsanyag-kibocsátást helyileg megszünteti, globálisan is 40-50% károsanyag-kibocsátás csökkenést tesz lehetővé.

Emellett jól illeszkedik az energiastratégijába, hiszen a decentralizált energiatermelés terjedésével mind nagyobb mértékben megújuló elektromos energiával lehet működtetni a rendszereket, tovább csökkentve a károsanyag-kibocsátás mértékét!

A fenti energetikai, megtérülési számítások a jelenlegi árákon vannak számolva. Az energiaárak növekedése azonban nem áll meg, emiatt a hőszivattyús rendszerek hatékonysága folyamatosan nőni fog. A jelenlegi megtérülési idők így évekkel csökkenhetnek a futamidő végére.

Amennyiben egy kormányzat elkötelezett lenne abban, hogy a primer energiahordozók felhasználásának mértékét 40-50%-kal csökkenti és közel ilyen arányban csökkenti a károsanyag-kibocsátás mértékét, és így lehetőséget adna sok családnak arra, hogy hosszú távon elviselhető költséggel fűtsék-hűtsék épületeiket, illetve, hogy az intézményeink pénzügyi kereteit ne terheljék kibírhatatlan energia árak, akkor már most egy szakmailag, hatékonysági szempontból és beruházási költség követelményekben átgondolt, geotermikus hőszivattyús fejlesztési programot irányozna elő. Ezt a lakosság többsége is elvárna, hiszen a költségek és támogatási igények közel sem akkorák, amelyeket az általam említett cikk keretében is hangoztattak. A rendelkezésre álló rendszerek hatékonysága pedig biztosítja a kedvező megtérülési mutatókat.

Azt is látnunk kell, hogy amennyiben nem azt az utat választjuk amerre Európa és az egész világ halad energetikai téren, lemaradunk arról a lehetőségről is, hogy ezt a hőszivattyús technológiát magasan művelve, jelentős export tevékenységre tegyünk szert és a későbbiekbén korrigálni a lemaradásunkat majdnem lehetetlen lesz.

(Folytatjuk)

FODOR ZOLTÁN
okl. gépész-mérnök

