

Tanulmány

A JÖVŐ POTENCIÁLIS ENERGIAFORRÁSAI

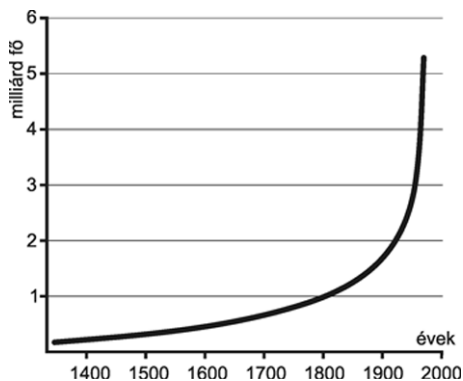
Füst Antal

okl. bányamérnök, az MTA doktora
ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, Budapest,
drfustnetranthi.h anh@chello.hu

Hargitai Róbert

okl. bányamérnök, a műszaki tudomány kandidátusa, PhD, Visiting Professor of
Colorado School of Mines, Department of Mining Engineering
Golden, Colorado, USA – rhargita@mines.edu

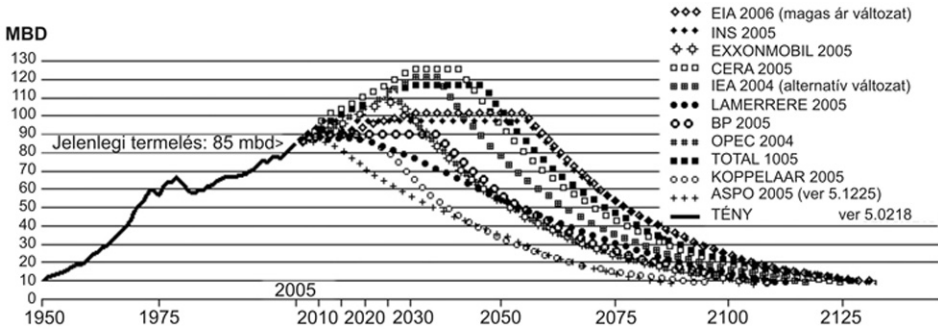
A mai modern társadalom legfontosabb energiaforrásai a kőolaj és a földgáz. Az állami adóbevételek zöme, közvetlenül vagy közvetve, a kőolajat és a földgázt felhasználók megadóztatásából ered. A jelenlegi körülmények és gazdasági szerkezetek mellett az állami bevételek csökkenése gazdasági katasztrófákhoz



I. ábra • A Föld népességének változása 1400 és 2000 között (Matt Savinar után)

vezethet, ám az is látható, hogy a szénhidrogénkészletek csökkenése, illetve a szénhidrogénforrások néhány kézben való összpontosulása hasonlóan veszélyes és kiszámíthatatlan helyzetet idézhet elő. Dr. Emhő László az *Energia audit a változó világban* című tanulmányában (Emhő, 2006) idézi Lontay Zoltán figyelemreméltó megállapítását: „...az elkövetkezendő 50 év a rendelkezésre álló olaj- és földgázalapú energiaellátás műszaki-, finansiális és társadalmi kihatásaiban jelentős negatív átrendeződést, megoldandó kritikus válságot fog hozni”. Ezért feltétlenül szükséges az egyes országok összefogásával megtalálni az emberiség új energiaforrásait, és a gazdaságokat folyamatosan átvezetni az új energiaforrásokon alapuló gazdasági környezetbe. Ennek két közvetlen indoka is van, nevezetesen

- az emberiség létszámának és ezzel energiaigényének állandó növekedése (I. ábra), valamint



2. ábra • Egymásnak ellentmondó olajtermelési prognózisok (Freddy Hutter után)

- a Föld szénhidrogénkészleteinek rohamos csökkenése.

A világ szénhidrogénkészletei végesek, így pár évtized múlva az emberiségnek új energiaforrások után kell néznie. A problémát előre jelzi, hogy a szénhidrogén-kutatás hatékonysága rohamosan csökken, míg a felhasználási igény növekszik (2. ábra).

Ez a megállapítás még akkor is helytálló, ha figyelembe vesszük a szénhidrogén-kutatásnak azt a sajátosságát, hogy a magas kutatási költségek miatt a kutatók csupán a mindenkori piaci igény kielégítéséhez szükséges készletek meglétének igazolására törekednek. A kutatás tehát csak minimális idővel előzi meg a termelést, és nincsenek későbbi felhasználásra váró megkutatott készletek. Kétségtelen, hogy a szénhidrogének készletszámítása számos bizonytalansággal terhelt (Bárdossy – Lné Felvári, 2006). Kétségtelen az is, hogy ez a bizonytalanság jelentős kihatással van akkor is, amikor az emberiségnek meg kell válaszolnia azt a kérdést, hogy mikor kell áttérni a szénhidrogénekről valamely más energiahordozóra. Természetesen a készletek mennyiségében rejülő bizonytalanság és az ebből eredő kockázat mérsékelhető egyrészt a készletszámítási eljárások fejlesztésével, másrészt a más energiahordozóra való áttérés előkészítésének mielőb-

bi elkezdésével. Ebben segítséget nyújthat az a megfigyelés, hogy a különböző, többé-kevésbé független készletbecslések átlaga a valóságot általában igen jól közelíti.

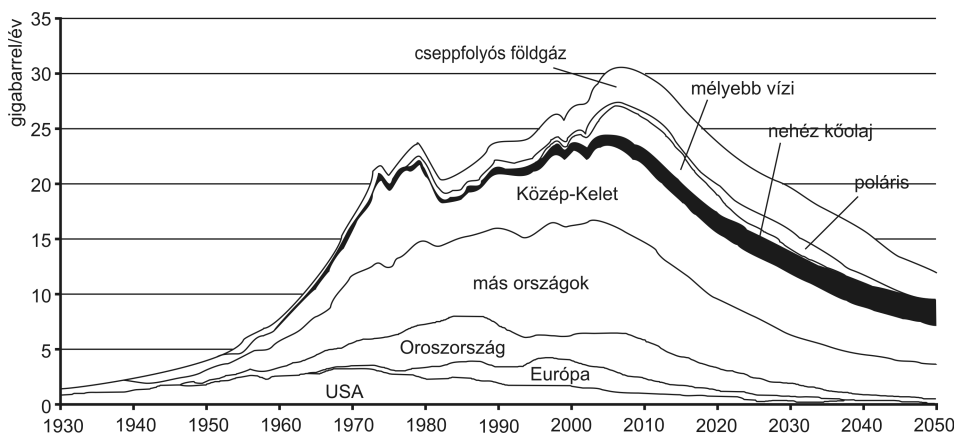
M. King Hubbert elmélete szerint a kitermelés időbeli változása egy Gauss-görbéhez hasonlít. A kitermelést a kutatási eredmények determinálják, de amint ez a görbe eléri maximumát, a „Hubbert-csúcsot”, akkor ez egyben egy leszálló ág kezdete is. Megítélésünk szerint, mind a felszálló, mind a leszálló ág két részre osztható. A kitermelés kezdetén, amikor a rendelkezésre álló készletek korlátlan lehetőséget adnak a növekvő igények kielégítésére, a kitermelés exponenciálisan növekszik mindaddig, ameddig az igények és a kitermelés növekedése egyensúlyba nem kerül (inflexiós pont). Ezt követően az igények kielégítése csak további lelőhelyek időigényes megkutatása révén biztosítható. Ezt egyre nehezebben és egyre drágábban lehet biztosítani, így a kitermelés növekedése egyre inkább csökken, és a növekedés a Hubbert-pontban válik nullává. A leszálló ág ismét két részre osztható, az első szakaszban a csökkenés mértéke kezdetben lassú, majd egyre intenzívebb lesz, és az inflexiós pontban éri el maximumát. Az utolsó szakaszban a kereslet is egyre jobban mérséklődik (az emberiség fokozatosan más energia-

hordozóra áll át), a mérséklődés üteme csökken, és a kitermelés mennyisége fokozatosan nullává válik. A különböző elemzők szerint egyértelmű, hogy napjainkban a szénhidrogén-kitermelés elérte a lehetséges maximumot, így a jövőben rohamos csökkenésre lehet számítani. A csökkenés mértékére többféle változat készíthető. Ezek a változatok három csoportba sorolhatók. *Optimista* változatról beszélünk akkor, ha az a jövőben a szénhidrogén-kitermelés fokozatos növekedésével számol. *Szinten tartó* az a változat, amely feltételezi, hogy a jelenlegi termelés továbbra is fenntartható, és pesszimista az a változat, amely a kitermelés kisebb vagy nagyobb ütemű mérséklődését prognosztizálja (OIScenarios.info, 2006). Az előbb említett három változatot további részekre szokták bontani.

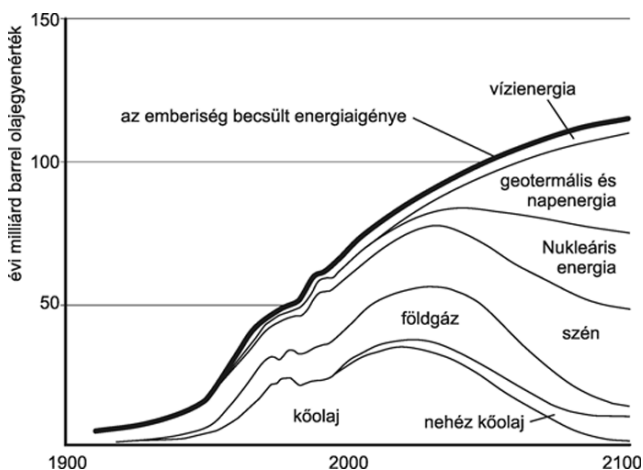
A termelés várható csökkenésére számos prognózis készült. Ezek közül a 2. ábrán a 2006. évi, Freddy Hutter által készített prognózisösszesítőt mutatjuk be. A prognózisok egyike sem tekinthető optimistának annak ellenére, hogy némelyik rövid távú termelés-emelkedést valószínűsít.

A 2. ábrán látható görbék a Hubbert-függvényhez hasonló formát mutatnak annak ellenére, hogy némelyik rövidebb-hosszabb stagnáló termelési szakaszt is feltételez. A stagnáló szakasszal rendelkező, trapéz formájú termelési görbék az egyedi kitermelési helyekre igazak, de azok összességére már nem. A 2006. évi prognózisok jelentős változást mutatnak a 2005. évben közzreadott változatokhoz viszonyítva. 2005-ben a prognóziskészítők hosszú stagnáló termelési szakaszokat jósoltak, a görbék aszimmetrikusak voltak, és inkább hasonlítottak a lognormális eloszlás sűrűségfüggvényére, mint a Hubbert-görbére. Megjegyezzük, hogy a 2006. évi prognózisok némelyikén még fellelhető stagnáló szakaszokat eleve életszerűtlennek tartjuk; realitásuk a népszaporulat és a lakossági igények fokozatos növekedése mellett erősen megkérdőjelezhető.

A szénhidrogénkészletek zöme viszonylag kis területre, a Közép-Keletre koncentrálódik, így a 3. ábra szerint az Egyesült Államok és Európa kőolajtermelése 2040 után gyakorlatilag megszűnik, de a legnagyobb kőolajtermelők továbbra is a közép-keleti országok maradnak.



3. ábra • Folyékony szénhidrogén-termelés, tény és előrejelzés
(Aleklet után; forrás: Bárdossy – Felvári, 2006)

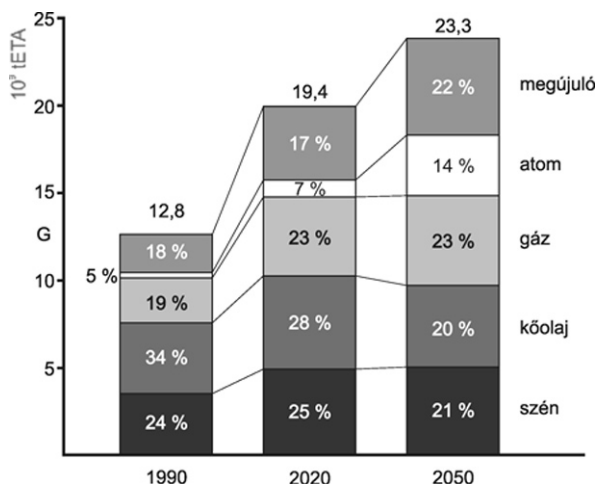


4. ábra • Várható energiabázisok a XXI. század végéig (Geothermal Explorers Ltd. után, forrás: I. Yantovska)

A *British Petroleum Statistical Review* 2005. szeptemberi számában a kőolajkészletek régiók szerinti megoszlására a következőket írja: A Közel-Keleten található a kőolajkészletek 57 %-a, az Egyesült Államok és Kanada együttesen birtokolja a készletek 14,5 %-át, és Európában a készleteknek csupán 1,5 %-a található. Amerikai szakértők, így M. R. Simmons is, a közel-keleti készleteket nagyobbra értékelik (66%), míg, az USA és Kanada készleteit csak

5 %-nak tüntetik fel. Az egyenetlen területi eloszlás egyértelmű magyarázatot ad a közel-keleti konfliktusokra.

Napjainkban egyes kutatók nagy reményeket fűznek a bioüzemanyagok alkalmazásához. Világszerte számos bioüzemanyag-gyártó üzem létesül, így Magyarországon is sor kerül a közeljövőben három bioetanol-üzem létesítésére Hajdúnánáson, Marcaliban és Csurgón. Becslések szerint a világ bioetanol-



5. ábra • A világ felhasznált energiaforrásainak becsült struktúrája (forrás: Büki, 2006)

felhasználása 2020-ra eléri a 120 000 millió litert, és ezzel a szénhidrogénekből származó üzemanyag mintegy 6 %-át lehet majd kiváltani. Magyarország a saját felhasználású üzemanyag 0,4-0,6 %-át kiváltani képes gyártási kapacitás létesítését vállalta (Világgazdaság, 2006). Ha összehasonlítjuk a szénhidrogén-termelési prognózist, a bioüzemanyagok gyártási prognózisával, azt a megállapítást tehetjük, hogy 2020-ig, még pesszimista szénhidrogén-termelési jóslatok mellett is a bioüzemanyag, amennyiben a piaci igények nem növekednek, ellensúlyozni tudja a szénhidrogén-kitermelés csökkenéséből adódó hiányt. Nehéz azonban elképzelni, hogy az emberiség üzemanyagok iránti igénye változatlan marad, és a bioüzemanyag-gyártási kapacitás azonos mértékben növelhető 2020 után is.

Az előbbieket alapján belátható, hogy az olajkorszaknak – Matt Savinar szavaival élve – vége, vagy legalábbis belátható időn belül vége lesz. Ez esetben azonban felmerül a kérdés, hogy akkor milyen bázison fogjuk kielégíteni az emberiség energiaigényét a XXI. század közepén. Erre vonatkozóan számos prognózis készült. Ezekből két változatot mutatunk be. I. Yantovska hannoveri kutató az emberiség várható energiabázisaira a 4. ábrán látható prognózist adta.

Várhatóan tehát a XXI. század közepétől az eddiginél kissé növekvő szerepet kap a szén, a nukleáris energia, a geotermális energia és a napenergia. Az 5. ábrán ettől kissé eltérő prognózist láthatunk (Büki, 2006).

A 5. ábrán látható prognózis abban tér el a 4. ábrán láthatótól, hogy a megújuló energiaforrások részarányát jóval nagyobbra becsüli, és kevésbé pesszimistán ítéli meg a szénhidrogének kitermelhető mennyiségét.

A Magyar Geológiai Szolgálat *Magyarország ásványi nyersanyagvagyonai 2005* című

jelentésében a Föld feketekőszén, barnaszén és lignit ipari ásványvagyonát 984 453 Mt-ban, az ipari kőolajvagyonát 162 Mrd t-ban, ipari földgázvagyonát 155,78 Tm³-ben, maximum 130 USD/kg költséggel kitermelhető uránércvagyonát 3182,5 kt-ban adja meg (MGSZ, 2005). Arra vonatkozóan, hogy a Föld szénhidrogénkészletei mennyi időre elégségesek, számos becslés készült. Büki Gergely szerint „Jelenleg kőolaj esetén az ellátottság 50–60 évre tehető, földgáz esetén nagyobbra, 70–80 évre becsülik.” (Büki, 2006). Természetesen léteznek az előbbinél pesszimistább változatok is. A különböző kutatók a világ energiahordozóinak készletét, különböző módon és különböző feltételezések mellett megbecsülve a következő időszakokra tartják elegendőnek:

Kőolaj	43 – 67 év
Földgáz	64 – 50 év
Kőszén és lignit	200 – 1500 év
Uránium	40 – 500 év

Ha az előbbiekhöz még hozzávesszük a földhőt és a napenergiát, melyek élettartama – emberi léptékkal mérve – végtelen, akkor egyértelmű, hogy az emberiség rendelkezik olyan alternatív energiaforrásokkal, amelyek a kőolaj és a földgáz helyébe képesek lépni. Tekintettel azonban arra, hogy a nukleáris energia elfogadottsága világviszonylatban nem egyértelmű, feltétlenül szükséges alternatívát biztosítani az atomenergia esetleges kiváltására is. A potenciális energiaforrások közé az előbbieken túl feltétlenül indokoltnak tartjuk felvenni még a vizet is. Ennek különleges indokairól azonban majd csak a későbbiekben szólnunk. Mielőtt a következőkben sorra vennénk a különböző potenciális energiaforrásokat, és indoklását adjuk alkalmazásuknak, vizsgáljuk meg, hogy a különböző energiahordozókra vonatkozó becslések mekkora hibával terheltek.

Ennek vizsgálata során a földhőre, a napenergiára és a vízre vonatkozó élettartamot végtelennek tekintjük.

Feltételezve, hogy az előbbi élettartambecslések 99 %-os valószínűségi szinten adják meg az élettartam minimumát és maximumát, azaz a kettő különbsége a szórás hatszorosának felel meg, a várható átlagos élettartamok és szórások a következők:

Energiahordozó	átlagos élettartam	szórás
Kőolaj	55	4
Földgáz	107	14
Kőszén és lignit	850	217
Uránium	270	77
Naphő	∞	0
Földhő	∞	0
Víz	∞	0

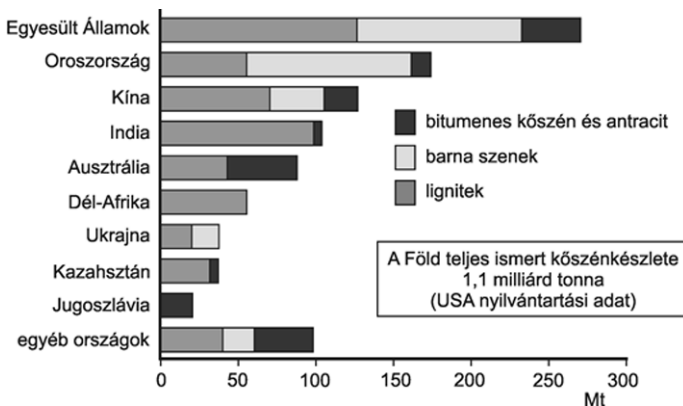
Az elvégzett vizsgálatok alapján egyértelmű, hogy a XXI. század második felére az emberiség már nem fog rendelkezni számottevő kőolajkészletekkel, ugyanakkor a földgáz még várhatóan a XXI. század energiahordozója lesz, de súlya és jelentősége rohamosan csökken. A kőolajkészletek elfogyásának drámai következménye, hogy a világ gépkocsiparkját más energiabázisra kell átállítani, és erre az

emberiségnek csak alig néhány évtizede, kevesebb, mint egy emberöltőnyi ideje maradt.

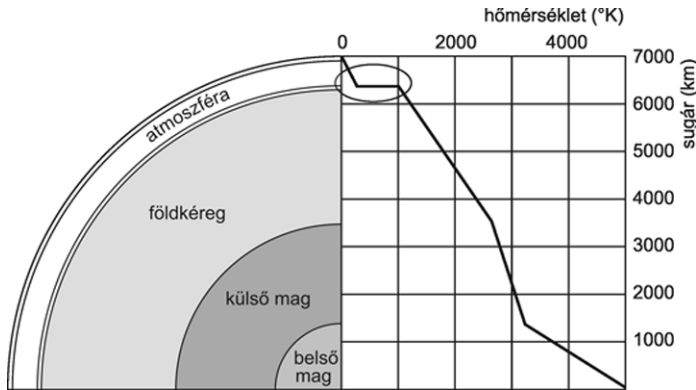
A következőkben vegyük sorra a XXI. század potenciális alternatív energiaforrásait.

1. A szén

A Föld szénkészletei több száz évre elegendőek, így feltétlenül indokolt hasznosításukról gondoskodni. A jövőbeli szénhasznosítás azonban nem a hagyományos bányászkodás és a szokványos széntüzelés újjáélesztését jelenti, hanem az úgynevezett „tisza szén technológia” bevezetését. Ez gyakorlatilag a szén elgázosítását, a szénből nyert gázok szeparálását és frakciónkénti felhasználást jelenti. A technológia régen ismert, a II. világháborúban a német hadsereg számára a szén elgázosítása révén gyártottak benzint. A kőolajárak rohamos növekedésével ez a technológia még hagyományos szénbányászati kitermelési módszerek alkalmazása mellett is hamarosan versenyképesé válhat. Ha azonban a szén kitermelési technológiáján változtatunk, és hidromonиторos jóvestéssel, vagy az *in situ* állapotú széntest elgázosításával jutunk a kívánt termékhez, ez a megoldás, költségeit tekintve, ma is versenyképes a szénhidrogén-



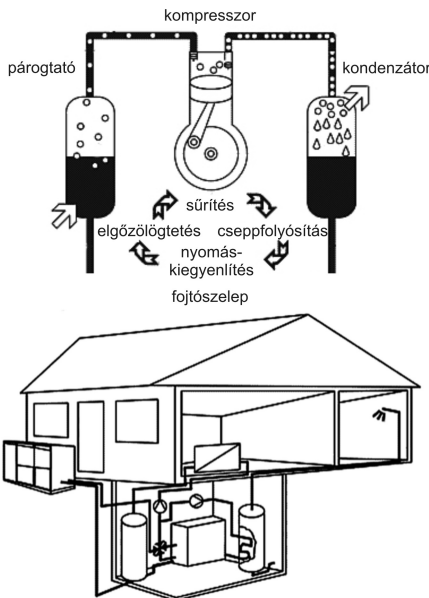
6. ábra • A Föld ismert kőszénvagyonának megoszlása (forrás: Rozgonyi et al., 2006)



7. ábra • A hőmérséklet változása a földkéregben
(Geothermal Explorers Ltd. Forrás: I. Yantovska)

árakkal. Az elgázosítási megoldás olcsósága mellett főként azért javasolható, mert az igényeknek megfelelően szabályozható, nem jár a külszín megbolygatásával, és nem okoz a felszínen később rekultiválandó tájsebeket. A szakemberek nagy hangsúlyt fektetnek a je-

lenleg is szinte korlátlan mennyiségű kőszénkészlet „tiszta” kitermelési technológiájának kifejlesztésére és ipari alkalmazása bevezetésére. A világ jelenleg ismert kőszénkészletének túlnyomó többségét birtokló Egyesült Államok akár több száz évig is fedezni tudja energiaigényét ebből az energiaforrásból. A kőszén alapú motorüzemanyagok ipari mértékű előállítására több eljárás is ismert, s ezek a szénhidrogénkészletek csökkenése vagy túl magas ára esetén azonnal gazdaságossá válhatnak.



8. ábra • A hőszivattyú működési elve és alkalmazása egy családi házban
(Stumphauer – Csiszár után)

2. A nukleáris energia

A világ urániumkészletei – egyes becslések szerint – szintén hosszú távra elegendőek, a nukleáris energia alkalmazásával szemben azonban jelentős lakossági ellenállás nyilvánul meg. Ennek oka, a katonai felhasználás lehetősége mellett, főként abban keresendő, hogy bár az atomerőművek nagyon olcsón szolgáltatják a villamos energiát, ma még nem ismeretes olyan technológia, amely lehetőséget adna az atomerőművek működésével és megszüntetésével járó hulladékok és bontási anyagok sugárzásmentesítésére. Teller Ede a halála előtt pár évvel egy ilyen technológia

kifejlesztését húsz-huszonöt éven belül jósolta. Függetlenül attól, hogy az emberiség 2020–2025 táján már várhatóan rendelkezni fog ilyen technológiával, a radioaktív hulladékok kezelése és tárolókban való elhelyezése addig is jelentős költséggel jár, ráadásul minden országnak saját magának kell megoldani a tárolást, szigorú nemzetközi előírások betartása mellett. Mindebből az következik, hogy az emberiségnek biztosítania kell, hogy az atomenergiának legyen kevésbé veszélyes alternatívája is. A lehetséges alternatívák közül nem célszerű kihagyni a ma még vitatott hidegfűtőt sem (Beck, 1994; 2006; Jéki, 2006).

3. A földhő

A földkéregben a hőmérséklet befelé haladva egyre növekszik. A hőmérséklet változását a 7. ábrán láthatjuk. A földhő hasznosításának – jelenlegi ismereteink szerint – a következő háromféle megoldása lehetséges:

- a hőt szállító közeg (a termálvíz vagy nagy entalpiájú vízgőz) kiemelése, a hő hasznosítása, majd a lehűlt termálvíz visszacsajtolása vagy a felszíni vízfolyásokba való bevezetése;
- egy zárt rendszerben cirkuláltatott folyadékkal a közhőmérséklet levétele és a hő felszíni hasznosítása;
- a földhő hőcsövekkel (heat-pipe) való felszínre szállítása és a hőenergia felhasználása.

A három megoldásból az első már korszerűtlennek minősíthető, főként azért, mert a magyarországi geológiai viszonyok nem túl kedvezőek a termálvíz visszacsajtolására, és tekintettel a termálvíz magas sótartalmára, élővizekbe vezetése jelentős só- és hőszennyezést eredményez.

A második megoldást hőszivattyúval kombinálva elterjedten alkalmazzák családi házak

fűtésére. Tekintettel arra, hogy a rendszernek viszonylag magas a létesítési, viszont alacsony a működtetési költsége, a szükséges berendezések általában állami dotációval szerezhetőek be. Ezzel a megoldással a családi közösségek fűtés és melegvíz-ellátás szempontjából önelátóvá válnak (8. ábra), és nincsenek kitéve a távhőellátási rendszerek zavarainak, illetőleg a velük kapcsolatos ármozgásoknak. A második megoldás természetesen áramtermelési céllal is létesíthető, és gyakorlatilag kimeríthetetlen energiaforrásként működtethető.

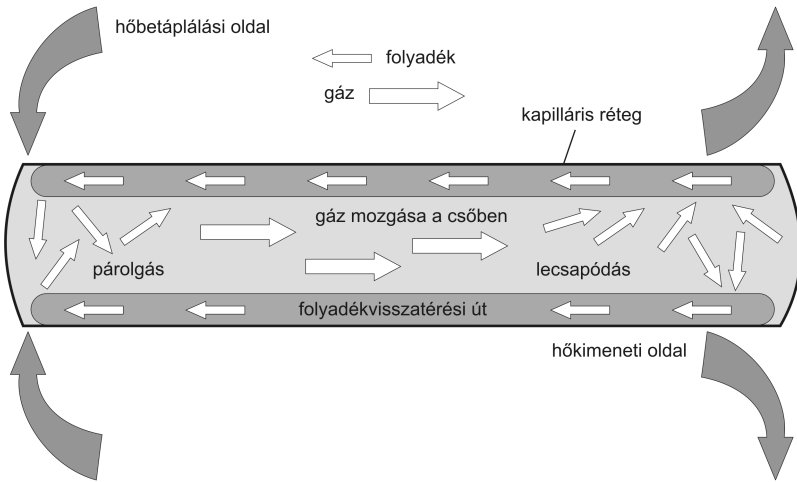
A harmadik megoldás napjainkban még kísérleti stádiumban van, annak ellenére, hogy nagy kapacitású és elenyészően alacsony veszteséggel működő hőcsövek előállítására létezik magyar szabadalom is. Ez a megoldás tehát államilag finanszírozott fejlesztést igényel. A fejlesztés eredményeként akár a távhőszolgáltató hálózatok is rendszerükben és működési elvükben is megújíthatók lennének. Ezért feltétlenül javasolható az ilyen jellegű fejlesztések állami finanszírozása.

A hőcső (9. ábra) nem más, mint egy három elemből álló (1. Zárt cső, 2. Kapilláris rendszer, 3. Munkafolyadék) zárt rendszer, amelyben zárt ciklusban, a párolgási és kondenzenergia-átalakulások dinamikai mikrofolyamatain alapulva, nagy sebességgel hőenergiát továbbítunk, külső energiaigény és hőveszteség nélkül.

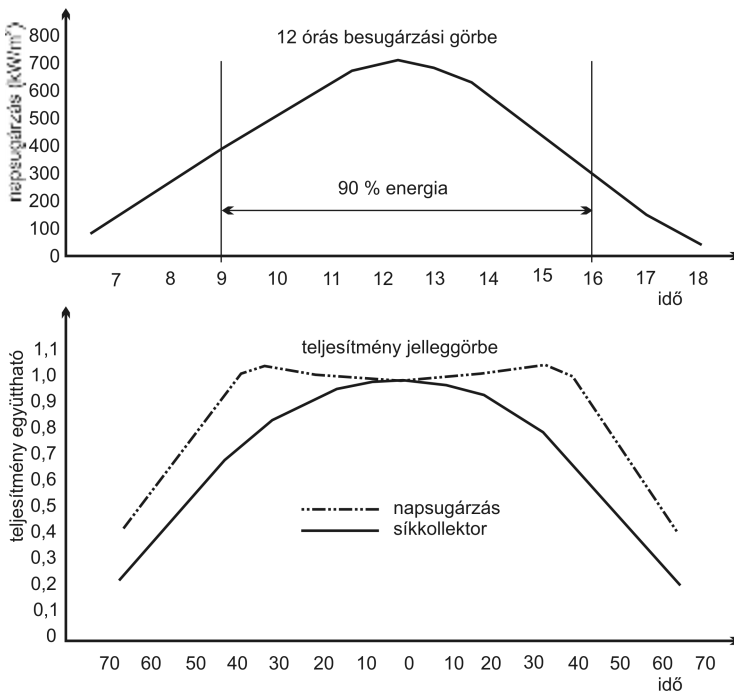
A magyar szabadalom, egy 0,1 °C/m gradiens pontossággal kalibrálható érzékenységgű, a hőt legalább 1,6 Mach sebességgel továbbítani képes rendszer, amely akár 1,5 kw/cm² hőmennyiséget is képes elvezetni. Ezek kiemelkedően magas értékek.

4. A napenergia

A napenergia hasznosítása – a ma ismert eljárással – a bőséges kínálattal jelentkező piacon



9. ábra • A hőcsőben lezajló termodinamikai folyamatok. (Az ábrát a *Heat-pipe elméletben és gyakorlatban* című dokumentumból, a „hőcső” működését ismertető anyag rész alapján készítettük el [http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_pipe, vagy http://www.cheresources.com/htpipes.shtml])



10. ábra • A napenergia egyik hasznosítása a síkgyűjtő. (Az ábrát a www.karpi.hu/akciók.html oldalon található, a *heat-pipe* rendszerű réz fűtőcsövek és vákuumcsöves napgyűjtők működését ismertető anyag alapján készítettük)

is megtalálható napkollektorok (napelemek) segítségével valósítható meg. A rendszer itt is fejlesztést igényel, és a fejlesztésnek célszerűen a hatásfok növelésére kell irányulni. A napelemek tömeges alkalmazásának ma egyetlen gátja van, az ár. Egy napkollektoros fűtési rendszer létesítése olyan nagyságú beruházási összeget jelent, még egy családi ház esetében is, hogy megtérülése csak évtizedek múlva esedékes. Ezért itt sem várható áttörés állami segítség nélkül. A napenergia erőművi hasznosításához további fejlesztések szükségesek.

5. A víz mint energiaforrás

Víz erőművek már régóta működnek a világon, ezek azonban gyakorlatilag csak a víz helyzeti energiáját hasznosítják. Napjainkban létezik egy másik megoldás is, amely az előbbinél jóval hatékonyabb. Ennek lényege, hogy miként a benzinmotor hajtóanyaga a benzin, egy vízzel működő motoré a vízplazma. Az eljárás magyar ember, Gróf Spanyol Zoltán szabdalma, melyet 1985-ben Németországban jegyeztek be. Az USA-ban 1992-ben született meg Randell Mills eljárása, amely bizonyítottan annyi hőt termel a vízből, szennyezés nélkül, mint amennyi a hagyományos üzemanyagok elégetésével nyerhető. Az oroszok 1998-ban készítették el egy vízplazmával működő hegesztő- és vágógépet, amely mintegy 1600 W áramfelvétel mellett 8000 °C-ot állít elő (Spanyol, 2006). A vízplazmával hajtott motor alkalmazása forradalmian módosíthatja a közlekedést és általában a gépipart, hiszen módot ad a szénhidrogének kiváltására. Rádásul a motor égésterméke víz, tehát semmiféle környezetszennyező hatás nem lép fel. Ha a fentiek igazak, akkor egy ilyen erőforrás alkalmazásának elterjedését nagy valószínűséggel nem tervezi segíteni az olajérdekeltségek mindent átszövő hálózata.

Végezetül megemlíjtük, hogy természetesen van az energiával való gazdálkodásnak és tervezésnek egy másik olyan része, amelynek fontosságát még nem, vagy csak nagyon kevesen ismerték fel. A feleslegesen a környezetbe jutott hő két szempontból is káros. Egyfelől felesleges volt megtermelni, másfelől károsítja a környezetet, így védekezni kell ellene, vagy rehabilitálni az okozott környezeti károkat. Itt természetesen nem elsődlegesen a háztartások nem megfelelő hőszigetelésére vagy a huzatos nyílászáróira kell gondolni, hanem azokra a nagy hőtermelőkre, amelyek „hulladék hője” akár nagyobb városrészek, távfűtésére is elegendő hőmennyiséggel egyezik meg.

Magyarország energiafüggőség szempontjából manapság sajnos a világelső között található. Ehhez társul, hogy a világ energia-hordozó-váltás előtt áll. Ebben a helyzetben feltétlenül szükség van egy országos energia-konceptió megalkotására. Hazánk villamosenergia-felhasználásának forrás szerinti megoszlása a következő (MGSZ, 2005):

Szén	20,2 %
Szénhidrogén	31,3 %
Atom	29,3 %
Vízi energia	0,5 %
Hulladék, szélenergia	0,2 %
Import	8,5 %

Ezzel szemben az országszénhidrogénkészletei kifogyóban vannak, a 2005. január elsejei állapotnak megfelelő ipari kőolajvagyonunk 19,57 Mt, földgázvagyonunk 67,07 Gm³. A hazai termelés az igényeknek csak egyre kisebb hányadát képes kielégíteni. Ezzel szemben az ország jelentős szénkészletekkel rendelkezik. A rendelkezésre álló ipari szénmennyiség 3,3 Gt, melynek legnagyobb hányada lignit (2933,4 Mt). De feketekőszénből és barnaszénből is számottevő készleteink van-

nak (198,8, ill. 170,3 Mt), így az elgázosítási technológiát felhasználó szénbázisú energia-termelésnek Magyarországon nincs akadálya.

Energiafüggőségünk fokozott mérséklése és megszüntetése érdekében tehát rendelkezünk megfelelő nyersanyagbeli adottságokkal,

és a szükséges szellemi tőke is rendelkezésre áll, csupán a célratörő fejlesztési irányok kijelölése és a finanszírozásra vonatkozó döntés várat magára.

Kulcsszavak: *energiabázis, szénhidrogén, szén-elgázosítás, nukleáris energia, energiafüggőség*

IRODALOM

- Bárdossy György – Lelkesné Felvári Gyöngyi (2006): Gondolatok és kételyek földünk szénhidrogénkészleteivel kapcsolatban. *Magyar Tudomány*. 1, 62–71.
- Beck Mihály (1994): A hidegfűtési rejtélyének megoldása. *Természet Világa*. április 1.
- Beck Mihály (2006): *Parajelenségek és paratudományok*. Vince, Budapest
- Butter, Bill (2006): The Rollever Juggernaut – World Oil Depletion and the Inevitable Crisis. <http://www.durangobill.com/Rollover.html>
- Büki Gergely (2006): Alapelvek a magyar energetikai koncepcióhoz. *Mérnök Újság*, XIII, 4, 24–27.
- Emhő László (2006): Energia audit a változó világban. *Mérnök Újság*, XIII, 4, 10–12.
- Heat-pipe elméletben és gyakorlatban 2006*. el [http://en.wikipedia.org/wiki/Heat_pipe, vagy <http://www.cheresources.com/htpipes.shtml>]
- Jéki László (2006): Hidegfűtési: egy új remény. 2006. febr. 19. <http://www.origo.hu/tudomany/technika/20060219hidegfuzio.html>
- MGSZ (2005): *Magyarország ásványi nyersanyagvagyonja*. Magyar Geológiai Szolgálat, Budapest

- OILScenarios.info, 2006: What is the Future of World Production. <http://www.oilscenarios.info/>
- Rozgonyi Tibor G. – Ozdemir, L. – Hargitai, R. – Grubb, J. – Schissler, A. – Szigeti L. Z. (2006): *U. S. Coal Industry 2006 – From Coal Extraction to Coal Utilization – A Technology Update. Presentation at “Resources and Environment 2006 – Coal and China” Symposium, 2006. 30-31/03, Freiberg, Saxony, Germany*
- Savinar, Matt (2006): The Oil Age is Over. www.mrexcessive.net/oilage/
- Spanyol, Z. (2006): Mérleg. Új idők, Budapest, március 1., 4. old.
- Stumphauer Tamás – Csiszár Anatl (szerk.) (1999): *Energiahatékonysági Kézikönyv Ház- és lakástulajdonosok részére. Regionális Energia- és Anyagtakarékonysági Központ, Eger.*
- Swenson, Ron (2006): Presentations on the Coming Global Energy Crisis and Solar Energy Potential. <http://www.hubbertype.com/swenson>
- Világgazdaság (2006): Beindul a hatalmas biobiznisz. *VILÁGGAZDASÁG*, 38, 59, (9324.) március 24. www.karpi.hu/akciok.html oldalon található, a heat-pipe rendszerű réz fűtőcsövek és a vákuumcsöves napkollektorok működését ismertető anyag

