

Dr. Stróbl Alajos

2.

**MAGYARORSZÁG
VILLAMOSENERGIA-
ELLÁTÁSA**

FORRÁSOK

**BUDAPEST
2005. január**

Dr. Stróbl Alajos

2.

***MAGYARORSZÁG
VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁSA***

FORRÁSOK

*Budapest
2005. január*

Ez a kiadvány a Magyar Atomfórum Egyesület által közreadott sorozat része, amely a hazai villamosenergia-ellátás jövőjének kérdéseit vizsgálja. Külön kötetek foglalkoznak a szóba jöhető változatok bemutatásával, a különböző energiaforrások előnyeinek, hátrányainak és kockázatainak ismertetésével. Amennyire lehetséges volt az egyes részek kitérnek a technológiához kapcsolódó társadalmi, közgazdasági, jogi környezet kérdéseire is. A sorozat keretében az alábbi témakörök feldolgozására került sor:

1. Hazai energiaigények
2. Hazai villamosenergia-források
3. Fosszilis erőművek
4. Atomerőművek
5. Megújuló energiaforrások
6. Villamosenergia-termelési technológiák összehasonlítása
7. Rendszerek, hálózatok, fejlesztési stratégiák

A sorozat kidolgozásához az Egyesület munkacsoportot alakított, amelyben az egyes szakterületeket jól ismerő tagok vettek részt. A munkacsoportot Dr. Büki Gergely, Bohoczky Ferenc, Dr. Csom Gyula, Dr. Fazekas András István, Homola Viktor, Dr. Stróbl Alajos és Zarándy Pál alkották. A szerkesztési és szervezési munkát Dr. Czibolya László végezte.

A munkacsoport nem tartotta feladatának, hogy energiapolitikai javaslatokat dolgozzon ki, vagy ilyen ajánlásokat tegyen. A kiadványsorozat megjelenítésével hozzá akarunk járulni ahhoz, hogy a villamosenergia-ellátásról érdemi és tárgyyszerű párbeszéd alakuljon ki, amelyben a tények és érvek összevetése dominál. Ennek eredményeként – remélhetőleg – kikristályosodik egy olyan szakmai és társadalmi érv- és értékrendszer, amelyre támaszkodva egy tudatos energiapolitika kialakítható.

2.1. **Forrásbeszerzés**

A villamosenergia-ellátás forrását az erőművek adják. Kiserőműveket ma sokan építenek a 1. fejezetben leírtak szerint, de engedélyköteles nagyerőmű építésére is szükség van. Az építést helyettesítheti a vásárlás, ami azt jelenti, hogy az erőmű nem a fogyasztó közelében létesül, hanem egy másik országban, ahol arra kedvezőbbek a feltételek, és az épített eladja a teljesítőképességet vagy annak egy részét. A szükséges forrás előteremtésének harmadik útja a leállítás elkerülése, tehát az adott technológia korszerűsítésével járó élettartam-meghosszabbítás.

2.1.1. **Építés**

A villamosenergia-ellátás forrásoldalát képező erőművek létesítésének egyik legkézenfekvőbb útja az építés. Erőművet létesíteni régebbi erőmű telephelyén viszonylag könnyű, ha adott a szükséges infrastruktúra vagy annak egy része (út, vasút, hálózat, víz, műhelyek, világítás, szennyvízellátás stb.). Amennyiben az új erőmű teljesítőképességének megfelelő adottságok találhatók a helyszínen, akkor az engedélyköteles erőműveknek nem keresnek zöld mezőt. Technológia váltásával például egy 100 MW szénerőmű telephelyén 200-300 MW-os kombinált ciklusú gázturbinás (CCGT) erőmű elhelyezhető. Régi, több egységes szénerőmű telephelyén egy nagyobb széntüzelésű blokk egyszerűen felépíthető.

A villamosenergia-ellátás jövőjét tekintve tehát az *engedélyköteles* erőművek építése meglévő, leállított erőmű helyén az egyik legkedvezőbb megoldás. Sok ilyen lehetőség van. Bánhidán, Ajkán, Pécsen, Tiszaújvárosban, Dunaújvárosban, Lőrinciben, Kazincbarcikán és másutt létesíthetők 250-450 MW teljesítőképességű, korszerű erőművek: CCGT egységek földgázra. Visontán a 100 MW-os blokkok helyett jó hatásfokú, korszerű, 400 MW-os ligniterőmű építhető. A nagyvárosi hőellátásokhoz szintén építhetők 100-150 MW-os egységek Budapesten, Miskolcon, Győrben, Székesfehérváron és másutt.

A földgázra való építést azonban a jelenlegi szabályozás nem segíti, a ligniterőmű nagy kihasználást kínál, a városokban kiépített távhőrendszerek adottságait pedig kis-erőművek építésével teszik tönkre.

2.1.2. **Vásárlás**

Liberális közgazdászok kedvenc felvetése az, hogy erőmű ott épüljön, ahol az adottságok a legkedvezőbbek és a lakosság ellenállása a legkisebb. A többi csak villamos hálózat kérdése. Elvben ez igaz, a gyakorlatban nem.

Köztudottan a villamos energiát sokkal drágább szállítani, mint a nagy energiatartalmú primer energiahordozókat, a földgázt, az olajt, a feketeszenet és a hasadóanyagot. Az adottságok csak lignitbányánál, tőzegnél és bizonyos megújuló energiahordozóknál a meghatározó. Az EU-ban vagy az UCTE-ben számos példa van arra, hogy nem a villamos energiát, hanem a tüzelőanyagot szállítják. Az osztrákok nem Katowicében építettek erőművet, hanem a Duna-parton; a földgáz-tüzelésű erőművet nem a Yamal-félszigeten építették, hanem Bécsben. A németek azt is tudják, hogy olcsóbb az energiát szénben szállítani Dél-Afrikából a Majna-partra, mint onnan a villanyt Bonnba eljuttatni.

A másik tévedés az, hogy egy adott régióban számítani lehet a jövőben kevésbé tudatos társadalmi fogadtatásra. A mai hírközlések mellett és a nemzetközi környezetvédelő szervezetek aktivitása láttán ez illúzió.

Európában a villamosenergia-ellátás külkereskedelmi részaránya csak 6-7%, míg az olajé, földgázé, széné és hasadóanyagé ennek sokszorososa. Hosszú távon sem lehet arra számítani, hogy ez alapvetően megváltozik.

A forrás megvásárlása csak átmeneti megoldás lehet – például az olcsó keleti behozatal igénybe vétele – a villamosenergia-ellátásban, hosszú távú nem.

2.1.3. Élettartam-meghosszabbítás

A harmadik út a meglévő forrás élettartamának meghosszabbítása. Leállítás és selejtezés (tereprendezés) helyett az adott technológia bizonyos mértékű korszerűsítésével további évekre lehet forrást teremteni – a tapasztalatok szerint elég olcsón.

Ezt az utat Magyarországon már a 30-40 évvel ezelőtt előtérbe helyezték. Meghosszabbították a már létesítésük idején sem elég korszerű, gyűjtősínes, 20, 30 és 50 MW-os blokkokból álló erőművek élettartamát – részben átalakítva a hőszolgáltatás igényei szerint is. A hatásfok csak a kapcsolt villamosenergia-termelés miatt javult, a környezet védelme csak a jobb porleválasztó miatt lett kedvezőbb. A múlt század hetvenes és nyolcvanas éveiben épült erőműveknél is előszeretettel döntenek az élettartam meghosszabbítása mellett – adott esetben környezetvédelmi korszerűsítéssel együtt. Ez az út sem tekinthető tartósnak. A gépnagyságok sorrendjében a helyzet nálunk a következő.

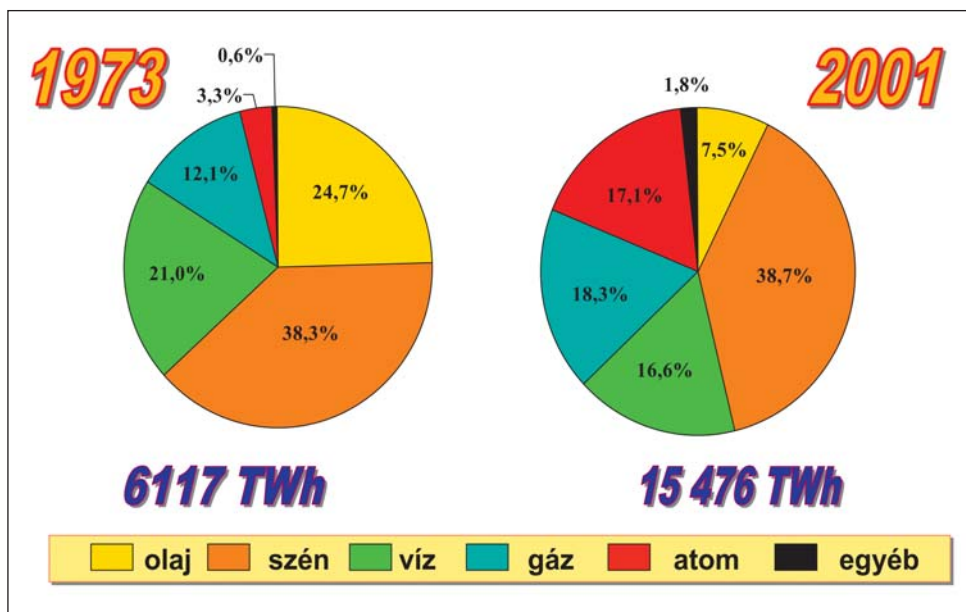
- 20 MW-os gépegységekből a múlt század negyvenes éveiben épült erőmű, de mintegy ötvenéves üzem után ez az erőmű megszűnt.
- 30 MW-os gépegységekből még a múlt század hatvanas éveiben is épültek erőművek (erőműbővítések). Sok ilyen gép még ötven év után is működik, bár sokat leállítottak. Újabbán előtérbe került az a megoldás, hogy egy-egy ilyen gépek kifaragva a gyűjtősínről a hozzá tartozó kazánokkal együtt, új néven új erőműként jegyeztetik be, és a régi erőmű kiserőművek halmazából áll össze, így a kötelező átvétel biomasszával vagy (és) kapcsolt termeléssel adott.
- 50 MW-os gépekből már blokkokat építettek a hatvanas években, majd ezekből 60 MW-osakat alakítottak ki. Ilyen egységektől sok helyen nem akarnak megszabadulni. A fent említett fatüzelésre való átalakítás mellett megjelent az állami támogatás. Állami, politikai akarattal élettartamot növelnek (negyven évről ötvenre), a környezet védelmét részben megoldják, de a piachoz nem tudnak alkalmazkodni. A hatásfok messze 30% alatt marad, hiszen újrahevítés nincs, a gőzjellemzők (90 bar, 535 °C) elavultak. Az élettartam meghosszabbítását csak szociális érdekek indokolhatták.
- 100 MW-os blokkból a hatvanas években három épült. Az újrahevítés és a jobb gőzjellemzők miatt a hatásfok már elérte a 30%-ot. Környezetvédelmi és gazdasági okokból azonban 35-40 év után ezek az egységek leállnak. Az élettartamot nem hosszabbítják meg; a szociális kérdések a kisebb létszám miatt nem jutnak olyan politikai magaslatra, hogy az állam vállalna hosszabbítást.
- 150 MW-os blokkokból – szintén a hatvanas – években három épült hazánkban viszonylag jó hatásfokkal (33%) és kedvező kezdőjellemzőkkel (130 bar, 570/570 °C¹). Ezek az egységek 35 évig működtek. Három éve már nem járnak, bár engedélyük erre még van.

¹ Meg kell jegyezni, hogy a hazai 100 MW-os, barnaszén-tüzelésű egység 320 t/h-s kazánját is 570 °C-ra méretezték 40 t ausztenites acél felhasználásával (a kamrák is ausztenites acélból vannak), míg az olajtüzelésű, 500 t/h-s kazánokhoz csak 16-16 t ausztenites acélt használtak. Mindkét helyen azonban csak 540 °C-kal jártak a vanádium miatti korrózió veszélye miatt.

- 200 MW-os blokkból a hetvenes évek elején szintén három épült, és ezek élettartamát – mintegy 3%-os teljesítőképesség-növeléssel együtt – meghosszabbították, a lignittüzeléshez füstgáz-kénmentesítőt építettek, de ezzel a hatásfok nem javult (30% alatt van), így a jövő széndioxid-kereskedelmében nem jelennek sok esélyt.
- 215 MW-os olajtüzelésű blokkokból a hetvenes évek olajválságai alatt tíz került üzembe; az eredetileg alaperőműként tervezett egységek kihasználása azonban ma már csak 2000-3000 óra/év, hatásfokuk – a jelentős földgáz-tüzelési arány ellenére – csak 36%. Élettartamuk meghosszabbítása mintegy 40 évre lehetséges, de jelentős korszerűsítésük kérdéses. Elsősorban a tüzelőolaj-ellátásukkal lehet gond a jövőben, így négy évtizednél hosszabb üzemük nem reális.
- 440 MW-os atomerőmű-egységek a nyolcvanas években kerültek üzembe, és korszerűsítésekkel ma már átlagosan 470 MW-osak. Az élettartamuk meghosszabbításának nincs értelmes alternatívája, leállításuk legkorábban – normál feltételek esetén – csak a 2020-as években várható.

2.2. Erőmű-létesítés

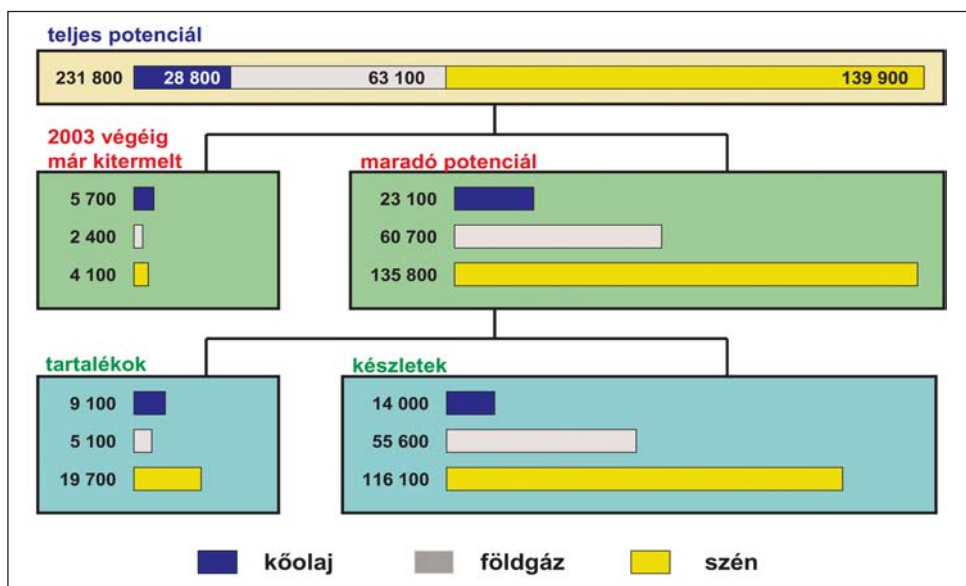
Erőművek építhető fosszilis energiahordozók, hasadóanyagok, megújuló energiaforrások energiatartalmának átalakítására, továbbá tárolási célokra. A gazdasági, ellátásbiztonsági, környezetvédelmi és készletkímélési célfüggvények alapján – követve a lokális és regionális szabályokat – erőműveket most is építenek, és építeni is fognak. A villamosenergia-termelés világszerte e három forráson alapul (2.1. ábra).



2.1. ábra. Villamosenergia-termelés a világon

2.2.1. Fosszilis energiahordozókra

A kövült – fosszilis – primer energiahordozók vagy az ezekből előállított másodlagos energiahordozók alapvető forrásai az erőműveknek. A világ erőműparkjának elemzésekor megállapították, hogy a villamosenergia-termelésben az elmúlt három évtizedben a fosszilis energiahordozók meghatározóak voltak, és azt is jelezték, hogy a következő harminc évben azok maradnak. A fosszilis energiahordozók készletei hatalmasak, a másodlagos kitermelésekhez (pl. olajpala, szénben megkötött metán) még alig fogtak hozzá, így 2050-ig kimerüléssel számolni nem kell, legfeljebb drágulással. Az eddig összesen kitermelt mennyiség messze elmarad a még lehetségestől (2.2. ábra), így az erőművek hosszú távon is számíthatnak a fosszilis forrásokra.



2.2. ábra. A fosszilis energiaforrások lehetőségei, tartalékai, készletei, EJ

2.2.2. Szilárd energiahordozókra

A legtöbb erőmű a múltban szénre épült, és feltehetően a jövőben is arra fog épülni. A jelenben azonban nem. Ennek környezetvédelmi, gazdasági és elfogadtatási okai vannak. Amíg a folyékony és gázemű energiahordozók árainál megbízható irányzatot nem jeleznek a jövőre, és amíg a széndioxid-kereskedelem szabályai pontosan ki nem alakulnak, addig a hosszú létesítési időt igénylő szénemű-építéssel kevés helyen foglalkoznak a fejlett országokban. Elsősorban a technológia helyettesítéséhez, a régi erőmű pótlásához jön manapság szóba a széntüzelésű erőművek építése. Amíg a hatásfok javítására (48-50% elérése), a környezetvédelmi kérdések lehető legtökéletesebb megoldására és az élőmunka-igény maximális csökkentésére való igyekezet nem jár együtt egy adott régióban az ellátás biztonságának olyan növelésével, amit csak a széntüzelés teremthet meg, addig nagy szénemű-létesítési programokkal nem számolhatunk.

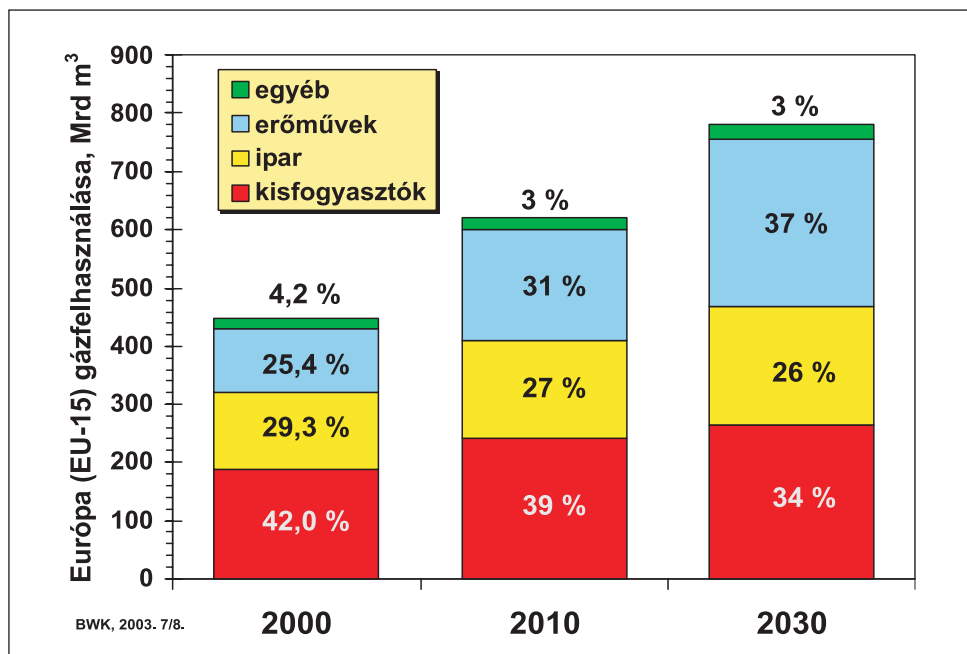
A szilárd fosszilis tüzelőanyagokat vagy közvetlenül elégetik az erőművekben, vagy átalakítják másodlagos energiahordozóvá elgázosítás vagy cseppfolyósítás révén. Az előbbi gyakran lehet erőműves forrás, az utóbbi ritkábban.

2.2.3. Folyékony energiahordozókra

Az olaj nem kimondottan erőművekhez illő tüzelőanyag, ezért a legtöbb helyen csak kisegítésként jön tekintetbe, például tartaléknak épített erőműveknél, csúcserőműveknél vagy infrastruktúrától távoli és szigeteken lévő kiserőműveknél. A kőolaj-finomítási maradékok mennyisége ma már nagy erőművek építését nem teszi lehetővé. Új folyékony szénhidrogén-források (pl. orimulsion) jelentősége marginális.

2.2.4. Gáznemű energiahordozókra

Elsődleges energiahordozóként a földgáz, másodlagosként az elgázosított szén vagy biomassa ma a legfontosabb fosszilis tüzelőanyag az erőmű-létesítésben világszerte. A földgáz-felhasználás más fogyasztási területeken is növekedik, de a legjobban az erőműveknél. Ezt mutatja például az Európában várható fejlődés (2.3. ábra).



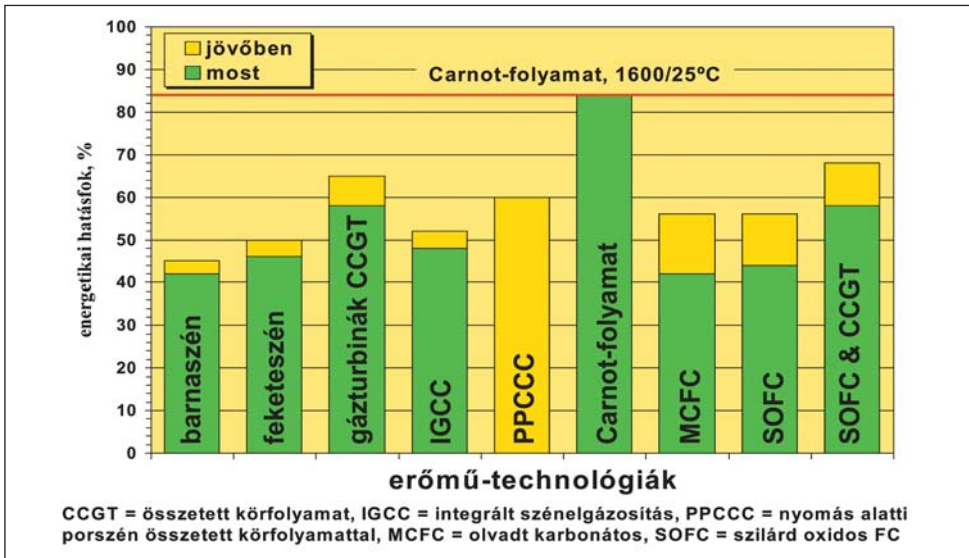
2.3. ábra A földgáz felhasználásának növekedése Európában

Földgázra lehet a legolcsóbban, a leggyorsabban, a leginkább környezetkímélő módon, a legkisebb élőmunka-igénnyel és a legkisebb társadalmi ellenállással erőművet építeni. Egyetlen feltétel van: a vezetékes, tárolókkal kiegészített gázellátás. A műszaki fejlődés ma itt a legnagyobb (pl. tüzelőanyag-elemek, mikro-gázturbinák megjelenése).

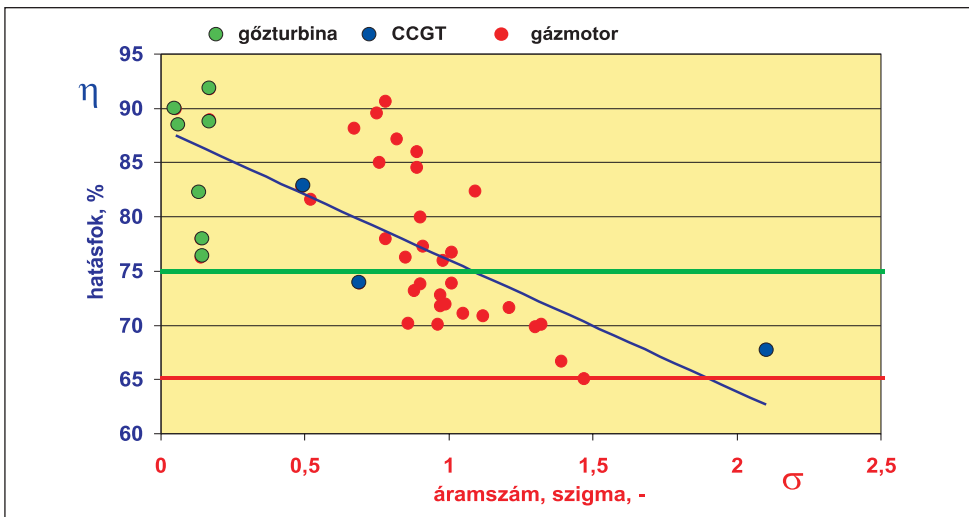
Ez a technológia jól alkalmazkodhat a kapcsolt termeléshez, a rugalmas villamosenergia-termeléshez, a gazdaságos hőellátáshoz.

Itt ki kell emelni az energiaátalakítás jóságának a fontosságát. A hagyományos egycélú átalakításban, a villamosenergia-termelésben a hatásfok az egyik legfontosabb korszerűsítési mutató, míg a kapcsolt termelésben az egységnyi hőre vetített villamos energia.

Az energetikai hatásfok a technológiák adottsága és a fejlesztés lehetősége szerint egyre nagyobb lehet (2.4. ábra), és a közeli jövő kínálatai is biztatóak. A kapcsolt termelésben pedig már a 2003-as magyar tapasztalatok is nagyon biztatók (2.5. ábra).



2.4. ábra Az elérhető hatásfok az erőműves technológiákkal (kondenzáció)



2.5. ábra Kapcsolt magyar termelések hatásfokai és villany/hő-arányai (2003)

2.2.5. Nukleáris forrásokra

Hasadóanyagokra

A hagyományos atomerőművek fejlődése a nyolcvanas évek közepéig töretlen volt, azóta elfogadhatási gondok nehezítik a terjedést. Európában a következő évtizedben azonban már várhatóak új egységek. Így például 2009-ben már üzembe kerül a legkorszerűbb PWR-típus, az EPR-1600-as (egy 1600 MW-os blokk mintegy 3 Mrd \$-ért, tehát a fajlagos beruházási költség kb. 2000 \$/kW). Szóba jön még az 1000 MW-os forralóvízes megoldás is a jövőben.

A magyarországi szabályozási zónához mindkét típus túl nagy. Nagyobb esélyt kínál a Dél-Afrikában újra kezdett német megoldás, a héliumhűtésű, golyóhalmazos megoldás, amelyből kisebb egységek létesíthető. A kereskedelmi érettség a jövő évtizedben várható (Németországban ezt a fejlesztést leállították).

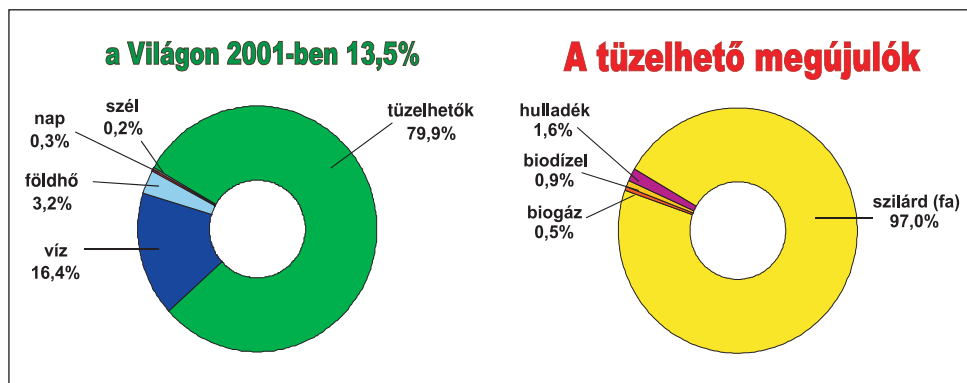
Vannak (voltak) fejlesztések nukleáris alapú szénelgázosításra, a hasadóanyagok és a fosszilis tüzelőanyagok együttes felhasználására, de kereskedelmi érettségig a megoldások nem jutottak el.

Fúziós üzemanyagokra

A fúziós reaktorral ellátott atomerőművek kereskedelmi érettségére 2020 előtt nem lehet számítani, ezért vizsgálatunkból ez a megoldás kihagyható.

2.2.6. Megújuló forrásokra

A megújuló energiaforrások – víz, szél, nap, biomassa – évszázadok óta az emberiség legfőbb segítői, és a villamosenergia-ellátásban is jelentős a szerepük. Leginkább az el-tűzelhető források terjedtek el, közülük is a fa (2.6. ábra). Ezt azért kell kiemelni, mert hazánkban – kedvezőbb adottságok hiányában – szintén ma a fa a legfontosabb megújuló energiaforrás.



2.6. ábra A megújuló energiaforrások súlya a világon 2001-ben

Azt is meg kell állapítani, hogy a megújuló energiaforrások többségét a világon nem villamosenergia-ellátásra fordítják, bár ennek a részaránya erősen növekedik.

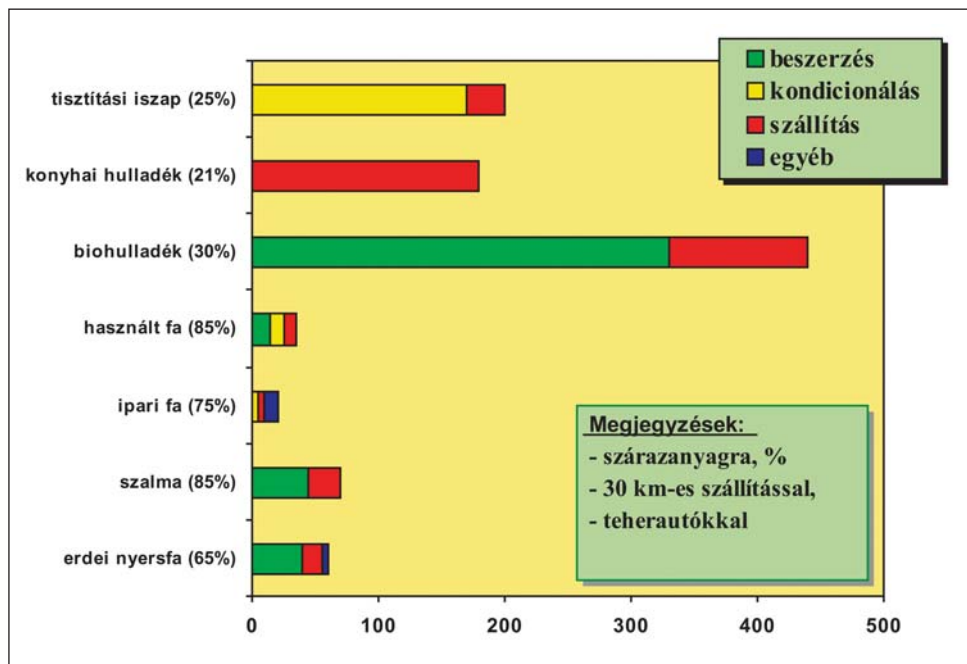
Eltüzelhető megújuló forrásokra

Eltüzelhető megújuló forrásokra építhető hazánkban is leginkább erőmű, és nálunk is elsősorban fára. Az ország erdőállománya növekedik, most már megközelíti a 20%-ot, míg a hatvanas években 17% alatt volt. Az erdők élőfaállománya ma mintegy 330 millió erdészeti m³, amiből mostanában évente 7,1 millió m³-t termelnek ki. Mivel a fatüzelést az elmúlt évtizedekben igen jelentős mértékben kiváltotta vidéken is a földgáz-tüzelés, az erdőgazdaságok elsősorban a farostlemez-gyárak és a bútortipar részére értékesítették a kitermelt fát.

Megalakult Ajkán a Bakonyi Bioenergia Kft. (két régi kazánnal és egy 30 MW-os gépegyeséggel), Pécsen pedig a Pannon Green Kft. (egy fatüzelésre alakított kazánnal és egy 49,9 MW-ra leértékelt gépcsoporttal) a fa felhasználására. A Borsodi Hőerőműben már 2003-ban a szén egyötödét fával helyettesítették. E három erőmű felhasználhat évente mintegy 1 millió m³ fát, és előállíthat mintegy 750-800 GWh villamos energiát, 1-2 PJ távhőt.

Sajnos a korszerűbb fatüzelésre nálunk nincs lehetőség. Ez ugyanis a legtöbb helyen azt jelenti, hogy nagy, széntüzelésű egységekhez telepítenek fatüzelést, és vagy a füstgázt vezetik a nagy kazánba, vagy a gőzt a nagy turbinába. Ezzel a hatásfok sokkal jobb, mint a mi megoldásainknál (ötven éve elavult technológiájú gőz-körfolyamatok használata).

A szalma- és egyéb szilárd biomassa-tüzelés kevésbé hatékony. Főleg a tüzelőanyag előkészítése (szállítása, tárolása és szárítása) kerül sokba (2.7. ábra). Jelentősebb mennyiségű mezőgazdasági hulladék erőműves feldolgozására 2020-ig nem érdemes számítani.



2.7. ábra A biomassa kiegészítő költségei

Sztochasticus kínáló forrásokra

A vízerőművek területén alapvető kérdés, hogy a Duna és a Dráva energetikai hasznosítását miként oldják meg. Egyelőre még mindig politikai kérdés a Bős-Nagymaros

vízerőműrendszer jövője, és a horvát igyekezetekkel sem értenek egyet a környezetvédek. Maradnak tehát a kis vízerőművek (az 5-10 MW-nál kisebbek), amelyeket európai normák szerint is támogatásban lehet részesíteni. A folyami (átfolyós) vízerőművek kihasználási óraszám 4000 óra/év körül van hazánkban. Előnyük, hogy a vízjárás előrejelzése pontosabb, mint a széljárásé.

A *szélerőmű-építés* hazánkban is elkezdődött. Bár 2003-ban még csak hat szélturbinna működött Magyarországon, 2004-ben már jóval több került üzembe. A legjobb típus ma Európában az 1,5 MW-os egység, amelyből nagy szélerőmű-parkot építve a fajlagos beruházási költség 800 USD/kW-ra csökkenthető. Vép térségében például 13 db 1,5 MW-os szélkerék (~20 MW), Kimle közelében 27 darabból (~40 MW) álló szélfarm létesítésére lehet számolni. Tamási térségében hamarosan három 40 MW-os csoport csatlakozhat a meglévő állomáshoz. Ha a támogatás megmarad, a villamos energiát 18 Ft/kWh-nál drágábban átveszik, akkor az évtized végére a 150-200 MW biztosnak tekinthető. Meg kell azonban említeni, hogy 1200-1500 év/óra lehet a legnagyobb évi kihasználási óraszám. Németországban 100 MW szélerőmű csak 10-14 MW hagyományos erőművet vált ki, nálunk 5-7 MW-nál többet nem. Sok szélerőmű esetén jelentősen megnövekedik a szabályozási teljesítőképesség-igény a rendszerben.

A *napelemes* erőművek elterjedése még távolabb van. Noha tetemesen csökkenni fog a fajlagos létesítési költség, de így sem lehet arra számítani, hogy az évtized végén hazánkban 5-10 MW-nál nagyobb naperőmű-park fog működni. Az ilyen megoldás terjedésére majd akkor lehet inkább számítani, amikor előtérbe kerül a decentralizálás és a fogyasztókhöz közeli áramtermelés – a mai centralizált ellátással szemben.

A Földtől eredő forrásokra

A *földhő* – idegen átvételből: a geotermikus vagy geotermális energia – villamosenergia-ipari hasznosítása lényegesen kisebb, mint a balneológiai vagy a fűtési célú. A földhő hőszivattyúkkal való hasznosítása látszik a legkedvezőbb energetikai megoldásnak. Korábban foglalkoztak – amerikai segítséggel – nagyobb erőműves tervekkel is (Fábiánsebestyén, Nagyszénás), de mostanában inkább a kisebb, segédközegezes megoldások kerülnek előtérbe. Ahol a térségben érdemleges energiafogyasztó nincs, ott villamos energiát lehet 110-150 °C-os termálvízből előállítani (pl. Mélykúton 1,1 MW). A fajlagos beruházási költség azonban nagyon nagy (kedvező esetben is 5000-10000 USD/kW között van).

A Holdtól eredő forrásra

Az *árapály* jelenségét Magyarország nem tudja kihasználni villamos energia termelésére, és az sem valószínű, hogy a környező tengerek partjára magyar befektetők ilyen erőmű létesítéséhez segítséget nyújtanának – például az áramszállítás érdekében.

2.3. Behozatal

Sokan hirdetik, hogy ne építsünk itthon erőművet, hanem inkább vegyünk villamos energiát a külföldön épített erőművekből. Térségünk adottságai azonban nem túl kedvezők a nagyobb erőmű-létesítésre, hiszen kevés a gazdaságosan üzemelő külfejlesztés bá-

nya, nincsenek nagy olaj- és földgázmezők, a vízenergia-lehetőséget már nagyrészt kihasználták. Atomerőművet pedig ott éppen úgy nem építenek, mint nálunk – legfeljebb a megkezdett építkezések befejezésében lehet reménykedni. (Megjegyezzük, hogy Csehország, Szlovákia és Románia is meghirdették atomerőmű építési programjukat, de jelenleg – elsősorban finanszírozási okok miatt – nem látható át ezek megvalósulásának folyamata.)

2.3.1. Keleti (déli) import

Ukrajnából a kiépített távvezetéseken (750 kV, 400 kV, 220 kV) kellő biztonsággal (n-1) lehet irányüzemben villamos energiát behozni – kihasználva a korábbi kapcsolatokat. A hazai felhasználás és a tranzit érdekében jön is évente 3-4 TWh, de hosszú távon ez nem biztonságos (tekintettel az ukrán igények növekedésére), és főleg nem növelhető meg jelentősebben.

Romániából a kiépített távvezetéseken (400 kV) szigetüzemmel vagy irányüzemmel lehetne behozni villamos energiát, ha lenne megfelelő forrás. Ebben az évtizedben az ország tagja lesz az UCTE-nek, és az újabb 400 kV-os kapcsolat nagyobb importot engedélyezne, ha a szomszédunkban jelentős erőmű-létesítési program lenne. Egyedül abban lehet reménykedni, hogy a Csernovoda atomerőmű újabb egységei átmeneti többletet kínálnak a külkereskedelemben. Tartós és meghatározó mennyiségre azonban nem lehet számítani.

Szerbia, Horvátország és Szlovénia sem akar export célokra erőművet építeni, hiszen most is jelentős importra szorulnak.

2.3.2. Nyugati (északi) import

Szlovákián át érkezik a legtöbb villamos energia (kb. 9 TWh/év, ebből legalább 2 TWh/év tranzit) hazánkba. A forrás egyrészt Lengyelország, másrészt Csehország. Bővítési tervekre export célra itt sem lehet gondolni. A szénbányászat nincs jó helyzetben egyik országban sem, más kedvező adottság pedig nincs. A Mohi atomerőművet feltehetően befejezik, de leállíthatják az Bohunice (Apátszentmihály) atomerőmű két blokkját, és a szlovákoknak is szükségük van ezekre a forrásokra.

Ausztriából olcsó villamos energiára számítani nem lehet. Új építéseikkel (pl. Donaustadt) a régi szénerőműveket váltották ki (leállt pl. a Voitsberg erőmű egy igen korszerű, barnaszén-tüzelésű, kén- és nitrogén-mentesítővel ellátott 330 MW-os egysége). Mivel az osztrák átviteli hálózat észak-dél irányban igen gyenge, ezért az európai ilyen irányú áramláshoz a magyar hálózatot veszik igénybe.

Összességében lerögzíthető, hogy *a villamosenergia-behozatal nem jelent hosszabb távon megoldást*. Nincsenek már nagy tervek átviteli rendszerekkel (lásd pl. a PreußenElektra szupravezetős terveit 1992-ből). Az EU nagyobb országaiban sincsenek túlzott behozatalra épített tervek, és az importarány a villamosenergia-ellátásban sehol sem haladja meg az egy hatodot.

Nálunk már 17%-os a villamosenergia-ellátás forrásoldalán a behozatali arány, és hamarosan elérjük – az átmenetileg olcsó (keleti) import miatt – a 20%-ot is. Hosszabb távon azonban erre nem lehet tervezni.

2.4. *Forrásbővítési változatok*

A villamosenergia-ellátásunkhoz jelentős forrásbővítésre van szükség, hiszen az igények növekedése mellett a meglévő források kényszerű megszűnésével kell számolni. Több lehetséges útja van a villamosenergia-ellátás forrásbővítésének.

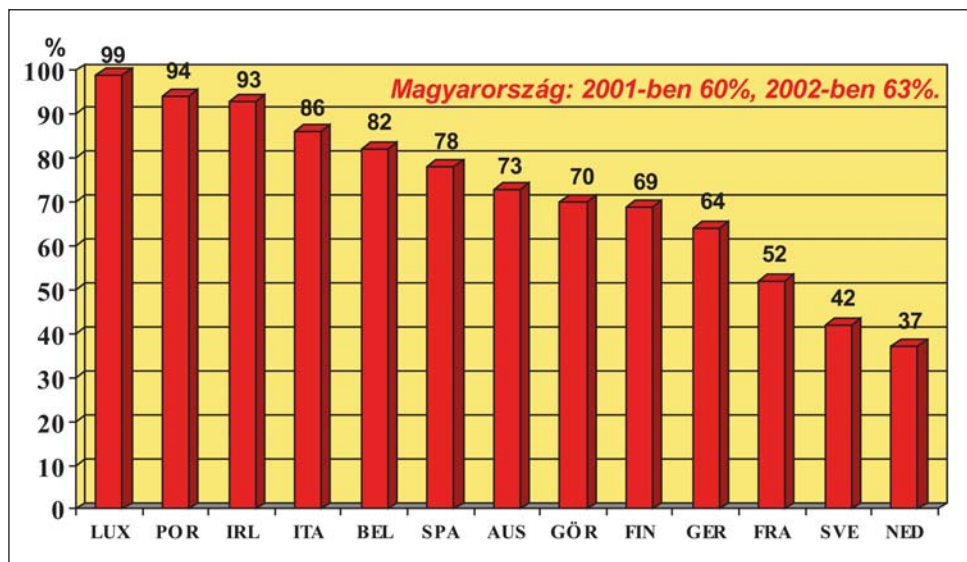
2.4.1. *Önellátásra törekvés*

Az önellátásra törekvés az egyik lehetőség. Használjunk ki minden rendelkezésre álló forrást, és csökkentsük az importfüggőséget – ezt hirdetik az egyik oldalon.

Gyenge minőségű fekete- és barnaszenünk, lignitünk van erőműves energiaátalakítás céljára. Bár a készletek elegendőek lennének 15-20 évig a teljes önellátásra (szénelgázosító vagy ultraszuper-kritikus technológiákkal), ez sem környezetvédelmi, sem gazdasági szempontból nem elfogadható megoldás. Legfeljebb 1000-2000 MW teljesítőképességű, korszerű, 43%-os hatásfokú ligniterőművet építhetünk. Nagy kihasználással 6-12 TWh/év villamos energia remélhető ezzel, de ez is igen messze van az önellátástól.

A megújuló források kínálják a másik utat az önellátáshoz. Igen nagy áldozattal, ráfordítással ezekre is építhető 1000-2000 MW-os erőműpark, de a kiadott villamos energia itt már csak 4-6 TWh/év lehet – igen kedvező feltételekkel.

A „hazai” forrásokból hosszú távon – nem olcsón – az igényeknek legfeljebb a negyede vagy harmada elégíthető ki. Nem érdemes a villamosenergia-ellátás forrásoldalon az importfüggőséget csökkenteni. Az ország energiaimport-függőségét sem. A biztonságot csak a munkánk értékteremtő ereje adhatja meg, nem az önállóság. Az EU-tagországok energiaimport-függősége is nagy (2.8. ábra), így még szégyenkezünk sem kell.



2.8. ábra Az EU-tagországok energetikai importfüggősége 2001-ben

2.4.2. Regionális ellátás

Az önellátásra való törekvésnél nagyobb esélye van a regionális együttműködésnek a villamosenergia-ellátásban. A környező országok adottságai például sokkal kedvezőbbek egy szivattyús, tárolós vízerőmű építésére (pl. az Ipoly vagy a Tisza felső folyása). Amennyiben az UCTE-ben együtt járhatnak a termelőegységek, úgy a rendszerirányítók kölcsönös előnyök alapján kiegészíthetik egymást például a menetrend tartásában vagy a tartalékok területén.

Jó együttműködés például a CENTREL-országokkal és a későbbi déli, keleti kiegészítés elősegítheti a regionálisan optimális erőműpark kialakítását, így csökkenthetők a beépített tartalékok.

2.4.3. Decentralizált ellátás

Számítani kell a jövőben arra is, hogy egyre több kiserőmű épül, és a központosított villamosenergia-ellátást felválthatja hosszú távon a decentralizált és fogyasztókhöz közeli ellátás. Holland, dán példák már vannak erre, és az előnyök is nyilvánvalók. Nem csak a kapcsolt energiatermelés részaránya növekedhet, hanem a hálózati veszteség is kisebb lehet.

Arra lehet számítani, hogy a hazánkban ma üzemelő kb. 160 kiserőmű (összesen kb. 650 MW) száma megkétszereződik, esetleg háromszorosára nő másfél vagy két évtized alatt. Reálisan lehet azzal számolni, hogy a következő évtized végére a kiserőművek együttes, beépített villamos teljesítőképessége eléri az 1800-2000 MW-ot. Bár a szükséges beépített kapacitásnak ez még mindig csak egy ötöde lehet akkor, de alapvetően megváltozhatnak a hálózatfejlesztési és rendszerirányítási irányzatok.

2.4.4. Vegyes ellátás

A magyar villamosenergia-ellátás forrásoldali bővítésekor a legkedvezőbbnek látszó utat egy vegyes megoldás kínálja. Szükség van

- a hazai energiaforrások ésszerű felhasználására,
- a nemzetközi és regionális együttműködés elmélyítésére,
- kis- és nagyerőművek építésére

egyaránt.

Nincs szükség viszont az önellátási igyekezetre, és a behozatali növekményben való túlzott reménykedésre.

Közép- és hosszú távon erőművet kell építeni Magyarországon. A kiserőműveket és a közepes nagyságúakat elsősorban rugalmas kapcsolt energiatermelésekre célszerű építeni. Nagyobb erőműveket pedig akkor kell létesíteni, ha nagyobb erőművek leállítása kerül napirendre. Forrásként földgáz, lignit, import feketeszen illetve hosszabb távon a nukleáris energia jöhet szóba. Egyébként a legfeljebb évi 100-150 MW igénynövekedés egyelőre nem indokolja a korszerű nagyblokkok sorozatos felépítését.

Minden területen tehát elsőbbséget élvezhet a következő évtized végéig a vegyes jellegű – biztonságos, környezetkímélő – villamosenergia-ellátás.

Tartalom

Előszó	3
2.1 Forrásbeszerzés	4
2.1.1 Építés	4
2.1.2 Vásárlás	4
2.1.3 Élettartam-meghosszabbítás	5
2.2 Erőmű-létesítés	6
2.2.1 Fosszilis energiahordozókra	7
2.2.2 Szilárd energiahordozókra	7
2.2.3 Folyékony energiahordozókra	8
2.2.4 Gáznemű energiahordozókra	8
2.2.5 Nukleáris forrásokra	10
2.2.6 Megújuló forrásokra	10
2.3 Behozatal	12
2.3.1 Keleti (déli) import	13
2.3.2 Nyugati (északi) import	13
2.4 Forrásbővítési változatok	14
2.4.1 Önellátásra törekvés	14
2.4.2 Regionális ellátás	15
2.4.3 Decentralizált ellátás	15
2.4.4 Vegyes ellátás	15



Magyar Atomforum Egyesület