

**Dr. Stróbl Alajos**

**1.**

**MAGYARORSZÁG  
VILLAMOSENERGIA  
FOGYASZTÁSA**

**AZ IGÉNYEK ALAKULÁSA**

**BUDAPEST**

**2005. január**

*Dr. Stróbl Alajos*

**1.**  
**MAGYARORSZÁG**  
**VILLAMOSENERGIA**  
**FOGYASZTÁSA**  
**AZ IGÉNYEK ALAKULÁSA**

*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.

## **1.1. Energiaigények**

### **1.1.1. Alapelvek**

Az ország villamosenergia-ellátásának lehetséges jövőjét felvázolni csak a várható villamosenergia-igények felmérése alapján lehet.

Az igényfelméréshez egyrészt támaszkodni lehet a múltbeli statisztikai adatokra, a világban lezajló változások tapasztalataira, a meghatározó gazdasági, jóléti és szociális feltételekre.

A villamosenergia-igények felmérésekor forgatókönyveket lehet készíteni különböző változási utak szerint. Szokásos például a legnagyobb gazdasági fejlődés célfüggvényét (legnagyobb növekedés) összevetni az „úgy, mint eddig” (közepes növekedés) és a „takarékoskodj” (legkisebb növekedés) útjával.

Általában nem azt kell előre jelezni, hogy mi lesz, hanem azt, hogy attól függően mi lesz, hogy mit akarunk.

Jelen anyagban azonban nem vázolunk fel forgatókönyveket, hanem csak az „úgy, mint eddig” felfogásnál maradva azt mutatjuk be, hogy a legnagyobb valószínűség szerint miként fognak változni az igények közép- és hosszú távon. Egy energiapolitika összefüggésrendszerében természetesen felvethető az is, hogy az állam az igények alakulását tudatosan befolyásolja. Demokratikus és piacgazdasági körülmények között (feltételezzük, hogy az előttünk álló évtizedekben ilyenekkel számolhatunk) ez a befolyásolás csak közvetett, gazdasági eszközökkel lehetséges, úgy mint költségek és adók ráterhelése az árakra, energiatakarékosági fejlesztések támogatása. Nem tartjuk feladatunknak annak a mérlegelését, hogy mekkora valószínűsége van egy markáns villamosenergia-megtakarítást eredményező (jelentős rövidtávú többletköltségek árán) stratégia megvalósulásának az „úgy mint eddig” változattal szemben.

### **1.1.2. Múltbeli változások**

Az előrejelzéshez elegendő az elmúlt tíz év változását bemutatni (1.1. ábra). A fogyasztói villamosenergia-igények 1993 és 2003 között összesen 21%-kal nőttek, évi átlagban tehát 1,9%-kal. Korábban, a múlt század második felének elején és közepén 7-8%-os változások is előfordultak. Ennek a korszaknak Európában vége van.

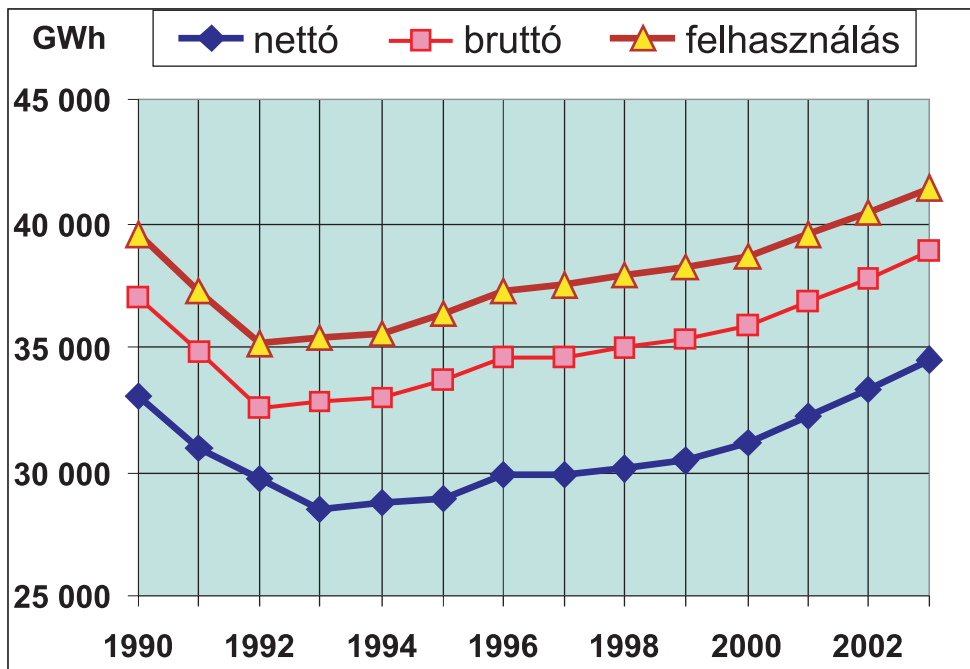
A teljesség érdekében meg kell azt is említeni, hogy a bruttó országos villamosenergia-felhasználás 2003-ban már elérte a 41,4 TWh-t – mintegy 2,7%-kal növekedve egy év alatt – elsősorban az átlagosnál hidegebb tél és a forróbb nyár miatt. Ez már meghaladta a rendszerváltás előtti legnagyobb felhasználást (1989-ben 40,7 TWh). Az elmúlt tíz évben 26%-kal nőtt ez az országos felhasználás (évi átlagban tehát 2,3%-kal).

### **1.1.3. Középtávú változások**

A középtávú igénynövekedésre vonatkozó előrejelzés az évtized végéig tartó, mintegy fél évtizedet fogja át. Feltételezve az „átlagos” időjárású éveket – kisebb felmelegedést

azért követve – megbecsülhető, hogy miként fognak változni a fogyasztói igények (1.1. táblázat), továbbá az is jelezhető, hogy a bruttó országos felhasználás várhatóan hogyan fog alakulni.

Feltételezhető, hogy a fogyasztói villamosenergia-fogyasztás évi mennyisége a következő évben a GDP növekedéséhez képest 50%-kal kisebb mértékben, átlagosan mintegy 2%-kal fog évente növekedni. Ezt jelenti az „úgy, mint eddig” forgatókönyv. Optimistább gazdaságnövekedést feltételezve ennek kétszeresével, takarékosagra intő forgatókönyvnél ennek felével lehet számolni.



1.1. ábra Villamosenergia-igény az elmúlt időszakban

### 1.1.4. Hosszú távú változások

A hosszú távú változások a következő évtizedre vonatkoznak, tehát a 2020-ig terjedő időszakra, azaz mintegy másfél évtizeddel előre. Hosszabb távra – például 2030-ig vagy 2050-ig – nem érdemes a mai bizonytalanságok mellett előre tekinteni.

Feltételezhető, hogy az évi 2%-os fogyasztásnövekedés megmarad – nagyobb gazdasági növekedésnél, de környezettudatosabb felhasználásnál. Itt ugyancsak felvehető alternatívaként egy kétszeres és egy felezett növekedési ütem is.

Az adatsor (1.1. táblázat) bemutatja a nettó fogyasztás mellett – a hálózati veszteség és az erőműves termelés saját fogyasztása alapján – az országos bruttó villamosenergia-felhasználást is.

A táblázatból a villamosenergia-igény egyes összetevőinek várható hosszú távú változásai jól követhetők:

- a nettó fogyasztás + 2,00 %/év (növekedés),
- a hálózati veszteség - 1,80 %/év (csökkenés),
- a bruttó fogyasztás + 1,67 %/év (növekedés),
- a saját felhasználás - 0,22 %/év (csökkenés),
- a bruttó felhasználás + 1,57 %/év (növekedés).

Látható ebből, hogy a termeléshez szükséges saját felhasználás várható mérséklődése és főleg a hálózati veszteség becsült csökkenése miatt az országos villamosenergia-felhasználás kisebb ütemben fog növekedni a végső fogyasztásnál. Ez az irányzat világ-szerte megfigyelhető.

Év	Nettó fogyasztás	Hálózati veszteség	Bruttó fogyasztás	Saját felhasználás	Bruttó felhasználás
2003	34 500	4 400	38 900	2 500	41 400
2004	35 190	4 321	39 511	2 488	41 998
<b>2005</b>	<b>35 894</b>	<b>4 243</b>	<b>40 137</b>	<b>2 483</b>	<b>42 619</b>
2006	36 612	4 167	40 778	2 478	43 256
2007	37 344	4 092	41 436	2 473	43 908
2008	38 091	4 018	42 109	2 468	44 576
2009	38 853	3 946	42 798	2 463	45 261
<b>2010</b>	<b>39 630</b>	<b>3 875</b>	<b>43 504</b>	<b>2 458</b>	<b>45 962</b>
2011	40 422	3 805	44 227	2 453	46 680
2012	41 231	3 736	44 967	2 448	47 415
2013	42 055	3 669	45 724	2 443	48 168
2014	42 896	3 603	46 500	2 438	48 938
<b>2015</b>	<b>43 754</b>	<b>3 538</b>	<b>47 293</b>	<b>2 433</b>	<b>49 726</b>
2016	44 629	3 475	48 104	2 428	50 532
2017	45 522	3 412	48 934	2 424	51 358
2018	46 432	3 351	49 783	2 419	52 202
2019	47 361	3 290	50 651	2 414	53 065
<b>2020</b>	<b>48 308</b>	<b>3 231</b>	<b>51 539</b>	<b>2 409</b>	<b>53 948</b>

1.1. táblázat A villamosenergia-igények várható növekedése

### **1.1.5. Hőenergia-ellátás lehetőségei a kapcsolt energiatermeléshez**

Tekintettel arra, hogy a villamosenergia-ellátás kapcsolatba hozható a fogyasztói hőenergia-ellátással is, fel kell tételezni azt, hogy a lakossági, ipari, kommunális és egyéb hőigények (nem csak a távhő-igények, hanem a közelhő-igények és a saját hőfelhasználások is) a mai szinten kb. 100 PJ/év összes igénnyel megmaradnak a kapcsolt energiatermelés megvalósításának lehetőségére. Megjegyezzük, hogy a különféle energiatakarékossági programok elsősorban a hőigényeket mérsékelhetik és esetleg ezeken keresztül hathatnak vissza a villamosenergia-termelésre.

## **1.2. Terhelések**

### **1.2.1. Alapelvek**

A villamosenergia-ellátás elemzésekor nem elegendő az évente várható energiafogyasztást és –felhasználást (GWh/év) megbecsülni, szükség van a terhelések (MW) nagyságának ismeretére.

A villamos terhelési kép változik egy napon belül (más éjszaka és más nappal), változik a hét folyamán (más munkanapon és más hétvégén), módosul évközben is (más nyáron, más átmeneti időkben és más télen). Az éves csúcsterhelés ismeretére a felépítendő vagy beszerzendő villamos teljesítőképességek miatt van szükség. A heti legnagyobb terhelések ismerete a karbantartások megszervezése érdekében fontos. A heti és a napi előrejelzések pedig az optimális kereskedés miatt kellenek.

Tekintettel arra, hogy hosszabb távú vizsgálatokról van itt szó, és elsősorban a forrás – a villamos teljesítőképesség – előrejelzése a feladat, itt csak az évi csúcsterhelésekkel foglalkozunk. (Megjegyezzük, hogy a hálózat szempontjából az egyes rendszerelemek, mint például a források és terhelések térbeli és időbeli eloszlása sem közömbös.)

A csúcsterhelés várható értéke a villamos energiából és az ún. csúcskihasználási óraszámából adódhat ki. A fogyasztás jellegzetességének módosulásai alapján – igazodva a történeti adatokhoz – felvehető a csúcskihasználási óraszám várható változása.

Mielőtt ezt bemutatnánk, alapelvként rögzíteni kell, hogy a villamosenergia-ellátás két módját alapvetően el kell különíteni:

- közcélú ellátás a villamosenergia-rendszer (VER) segítségével – a közcélú hálózat igénybevételével;

- saját ellátás saját forrás használatával – a saját villamos hálózat igénybevételével.

E kétféle ellátási mód mindig fennállt, és a jövőben is fennállhat – elsősorban a kisebb termelőegységek fejlődése és a decentralizált ellátás térnyerése miatt.

Nem keverendő össze a közüzemi ellátás és a szabadpiaci (versenypiaci) ellátás fogalma a bemutatott két móddal.

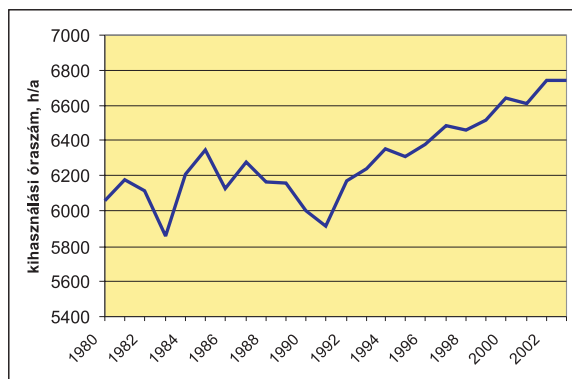
### **1.2.2. Múltbeli változások**

Az elmúlt húsz év adataiból az energiefelhasználások és csúcsterhelések alapján (1.2. táblázat) meg lehet határozni a csúcskihasználási óraszám változását. Ez azonban csak a VER-re vonatkozik. A saját ellátásra csak bizonytalan energiaadatok vannak a múltból.

A kihasználási óraszám változását a 1.2. ábra szemlélteti. Látható az ábrából, hogy a korábban 6000 óra/év körül változó csúcskihasználási óraszám a kilencvenes évek elejétől meredeken növekedni kezdett. A szolgáltatók ún. csúcsgazdálkodása eredménnyel járt, és a körvezérlések alapján – ösztönözve a nagy teljesítménydíjtól – a beavatkozás eredményes lett.

Év	Energia GWh/a	Terhelés MW	Kihashnálás h/a	Saját GWh/a
1980	30 935	5107	6057	326
1981	31 937	5173	6174	347
1982	33 248	5439	6113	468
1983	34 462	5878	5863	404
1984	36 193	5833	6205	379
1985	37 214	5865	6345	389
1986	38 235	6240	6127	345
1987	39 997	6371	6278	350
1988	40 177	6523	6159	348
1989	40 319	6550	6156	346
1990	39 214	6534	6002	396
1991	36 960	6252	5912	340
1992	34 794	5641	6168	300
1993	35 006	5612	6238	300
1994	35 249	5550	6351	300
1995	36 144	5731	6307	278
1996	36 953	5794	6378	333
1997	37 167	5731	6485	386
1998	37 577	5817	6460	416
1999	37 813	5802	6517	404
2000	38 135	5742	6641	496
2001	39 413	5965	6607	175
2002	40 325	5980	6743	89
2003	41 285	6140	6724	115

1.2. táblázat Villamos energia és csúcsterhelés a múltban



1.2. ábra A khasználási óraszám alakulása

Igen megnövekedtek a nyári igények is. Míg korábban a nyári csúcs a télinek a 75-80%-a közé esett, ma már csak 90-95%-kal lehet számolni. Nem valószínű, hogy az éves csúcs hamarosan a nyári időszakra fog esni, de a khasználás – már csak gazdálkodási okokból is (kevesebb erőmű sára) – további növekedése várható. Megjegyzendő, hogy a khasználási óraszám növekedése a be-

ruházási költségek megtérülés szempontjából kedvező, nincs közvetlen összefüggésben az energia-felhasználással és a környezetterheléssel.

## 1.2.2. Közép- és hosszú távú változások

A jövőbeni terhelési képhez már külön meg lehet (kell) határozni a VER várható csúcsterheléseit és a saját ellátás várható módosulásait. Két részre kell tehát osztani az ellátást (1.3. táblázat).

Meg kell említeni, hogy a „hivatalos” villamosenergia-statisztikák nem elég megbízhatóak – különösen a saját ellátást tekintve – az elmúlt három évben. A decentralizált ellátás mellett a kiserőművek, elsősorban a gázmotorok terjedése kedvezett a saját ellátás terjedésének. Korábban cukorgyárak és ipari üzemek saját termelése volt a meghatározó, mostanában kórházak és közintézmények is felszerelnek saját termelőegységeket. Ebben az évtizedben nem csökkent, inkább növekedett a saját termelés.

A táblázatot azért osztottuk ketté, mert a következőkben csak a villamosenergia-rendszerhez kapcsolódó ellátással foglalkozunk majd. A következő évtized végéig a saját termelés korábbi 1% körüli értéke 5%-ig növekedhet, tehát hatása – feltételeink szerint – még mindig nem alapvetően meghatározó. Tekintettel arra, hogy a saját ellátás tartalékait is gyakran a VER nyújtja, ezért nincs különösebb értelme külön foglalkozni a saját ellátással. A VER kihasználása kicsit tovább növekedhet, a saját termelés kihasználása pedig csökkenhet – az elterjedés függvényében.

Év	Villamosenergia-rendszer			Saját ellátás			Összes csúcs MW
	Energia	Kihasználás	Csúcs	Energia	Kihasználás	Csúcs	
	GWh/a	h/a	MW	GWh/a	h/a	MW	
2003	40 986	6700	6117	414	7500	55	6173
2004	41 453	6717	6171	545	7470	73	6244
2005	41 937	6735	6227	682	7439	92	6319
2006	42 435	6752	6285	821	7409	111	6396
2007	42 948	6769	6344	961	7379	130	6475
2008	43 477	6787	6406	1 100	7349	150	6556
2009	44 022	6804	6470	1 239	7320	169	6639
2010	44 583	6822	6535	1 379	7290	189	6724
2011	45 179	6840	6606	1 501	7260	207	6812
2012	45 792	6857	6678	1 623	7231	224	6902
2013	46 423	6875	6753	1 745	7202	242	6995
2014	47 071	6893	6829	1 867	7173	260	7089
2015	47 737	6910	6908	1 989	7144	278	7186
2016	48 402	6928	6986	2 131	7115	299	7286
2017	49 085	6946	7067	2 272	7086	321	7387
2018	49 788	6964	7149	2 414	7057	342	7491
2019	50 510	6982	7234	2 555	7028	364	7598
2020	51 251	7000	7322	2 697	7000	385	7707

1.3. táblázat A csúcsterhelések meghatározása

Mindebből az következik, hogy az országos csúcsterhelés a következő évtized végére meghaladhatja a 7700 MW-ot. Ilyen feltételek mellett tehát az éves csúcsterhelés átlagos növekedési üteme évi 1,3%-ra vehető. A növekvő kihasználások és a csúcsgazdál-

ködés következtében ez jóval kisebb, mint az országos villamosenergia-felhasználás bemutatott növekedési üteme.

## **1.3. Ellátásbiztonsági igények**

### **1.3.1. Alapelvek**

A villamosenergia-ellátás biztonsági követelményeit a piac határozza meg. Ahol ilyen nincs ott a népképviseltek által kinevezett hatóságok javaslatai alapján a kormányzat, amely tekintetbe veszi a nemzetközi követelményeket is, amennyiben a villamosenergia-rendszer más országok rendszerével párhuzamosan (közös frekvenciával) működik.

A biztonság jellemzésére az igényelt, de nem szolgáltatott (értékesített) villamos energiát szokás megadni. Van bizonyos valószínűsége annak, hogy egy fogyasztó az év egy meghatározott idejében nem jut villamos energiához, bár szeretne.

A LOLP (Loss of Load Probability) százalékos értéke azt mutatja, hogy az ellátás megszakadásának valószínűsége mekkora (milyen nagy a valószínűsége annak, hogy a fogyasztó igénye nagyobb, mint a vásárlási képessége). Legfeljebb 1%-os kiesést sokan elfogadhatónak tartanak, de gyakorlatibb érték az 1%.

Az ellátás biztonságát rendszerszinten a termelés és fogyasztás egyensúlyának megbomlása veszélyezteti. Ezt okozhatja egy termelő egység (erőművi blokk) váratlan kiesése (teljesítmény hiány), de egy nagy fogyasztó (fogyasztói csoport) váratlan kiesése (teljesítmény többlet) is. Helyi szinten a hálózati elemek kiesésének valószínűsége is hozzáadódik a kockázatokhoz.

### **1.3.2. Alapkövetelmények**

Az ellátás biztonságát alapvetően meghatározza a villamos energia előállításának (termelésének) és szállításának (átvitelének, elosztásának) a megbízhatósága.

#### ***Termelési biztonság***

Korábban a nemzetközi szervezet (UCPTE) azt követelte meg, hogy a várható éves csúcsterhelést a rendelkezésre álló villamos teljesítőképesség (RT) 20%-kal haladja meg.

Mostanában (UCTE) azt követelik, hogy a rendszerirányítási tartalékokon kívül mindig legyen pozitív ún. maradó teljesítőképesség is. Az országban (szabályozási zónában) beépített, nettó teljesítőképességen kívül figyelembe kell venni a várható hiányokat, a karbantartásokat és a szerződött importot is. A rendszer irányításához szükséges tartalékoknál a primer és szekunder szabályozás tartalékait, továbbá a perces tartalékot kell tekintetbe venni.

#### ***Szállítási biztonság***

A szállítási biztonságnál a villamos hálózatra az ún. (n-1) kritériumot veszik Európában alapul. Ez azt jelenti, hogy a hurkolt hálózaton át úgy kell a fogyasztóhoz eljuttatni a villamos energiát, hogy egy szakasz teljes kimaradása (kiesése) után is 100%-ig ki lehessen elégíteni a fogyasztó igényét.

## 1.3.2. Tartalékok

Az említett 20%-os tartalék ma azt jelenti, hogy az RT mintegy 1200-1250 MW-tal legyen nagyobb a csúcsterhelésnél. A következő évtized végére ennek a tartaléknak az igénye 1550-1600 MW-ra növekedhet.

A rendszerszintű szolgáltatáshoz általában három tartalékot követelnek meg az említett maradó teljesítőképesség meghatározásához:

- *a primer szabályozás* szükséges tartaléka a magyar szabályozási zónában  $\pm 50$  MW (az UCTE-ben a tagországoknak összesen  $\pm 3000$  MW-ot írnak elő).

- *A szekunder szabályozásnak* 5 percen belül pótolnia kell a legnagyobb termelőegység kiesésekor jelentkező hiányt (+ 440 MW) vagy a legnagyobb fogyasztói csoport leválásánál jelentkező többletet (- 400 MW).

- *A perces tartaléknak* 15-20 perc alatt vissza kell állítania azt a helyzetet, hogy a primer és szekunder szabályozási tartalékok ismét felhasználhatók legyenek. A perces tartalék kiegészítheti a szekunder szabályozást. Az órás (hideg) tartalékok bevetéséig ennek a tartaléknak üzemben kell maradni. A perces tartalék ma a szabályozási zónánkban  $\pm 500$  MW-ra tehető.

Hazánkban az órás tartalékot is a rendszerirányító mozgósítja, más rendszerekben ez a mérlegkör-felelősök dolga.

A biztonságos ellátást a rendszerirányító akkor tudja a mai szabályzatok mellett szavatolni, ha a csúcsidei bruttó tartalék eléri az 1260 MW-ot. A tartalék egy részét mindig ún. forgó állapotban kell tartani az említett gyors igénybevételek lehetőségei miatt.

Perces tartalékként 15-20 perc alatt teljes terhelésre felterhelhető *nyílt ciklusú gáz-turbinák* is szolgálnak, amelyeknek a néveleges villamos teljesítőképessége 410 MW (hideg időben 470 MW).

## 1.4. Teljesítőképesség-igények

### 1.4.1. Alapelvek

Miután a várható energiaigények és terhelések jövőbeni adatait tisztáztuk, meg kell határozni, hogy mekkora teljesítőképességre van szükség a biztonságos ellátáshoz. Itt többféle módszert lehet követni:

- a hagyományos módszert a 20% tartalék előírásával,
- a korszerűbb módszert a kiesési valószínűségek (LOLP)  $<1\%$  (vagy  $1\%$ ) előírásával,
- a maradó teljesítmény  $>0$  előírásával.

Az első módszer azon alapul, hogy a rendelkezésre álló teljesítőképesség legyen nagyobb az éves csúcsterhelés 1,2-szeresénél. Az egyszerűség érdekében ezt követjük a következőkben.

A kiesési valószínűségek (LOLP) felvételével az egész figyelembe vehető erőműparkra kiszámítható egy valószínű készenléti állapot. Meghatározható, hogy a várhatóan nem szolgáltatott energia milyen arányban lesz az igényekkel. Ez a viszonylag bo-

nyolult számítás azt eredményezi, hogy a mai kisesési tényezők mellett a 20%-os biztonság LOLP = 0,15-0,25 % közötti értékeket ad. A jövő jobb egységeinél tehát 0,1-0-2% várható, ha betartják az első módszer szerinti kritériumot.

A maradót teljesítmény pozitív értékének bemutatását az UCTE minden hónapra megköveteli. Itt természetesen nettó értékek szerepelnek. Vizsgálatunkat azonban nem bonyolítjuk a nettó – piaci – értékekkel való bemutatással.

## 1.4.2. Éves igények

Az éves csúcsterhelésekből kiszámítható a rendelkezésre álló villamos teljesítőképesség (**RT**) szükséges értéke a 20% tartalékkal. Az állandó és változó hiányok arányának (*p*) – tapasztalati számokon és a jövőre nézve becsléseken alapuló – meghatározásával megállapítható a beépített villamos teljesítőképesség (**BT**) szükséges értéke. Az éves igények tehát:

$$RT_{\text{kell}} = 1,20 * P_{\text{csúcs}}, \quad \text{MW}$$

$$BT_{\text{kell}} = p * RT_{\text{kell}}, \quad \text{MW}$$

Az éves villamos teljesítőképesség igénye tehát:

$$BT > BT_{\text{kell}}, \quad \text{MW}$$

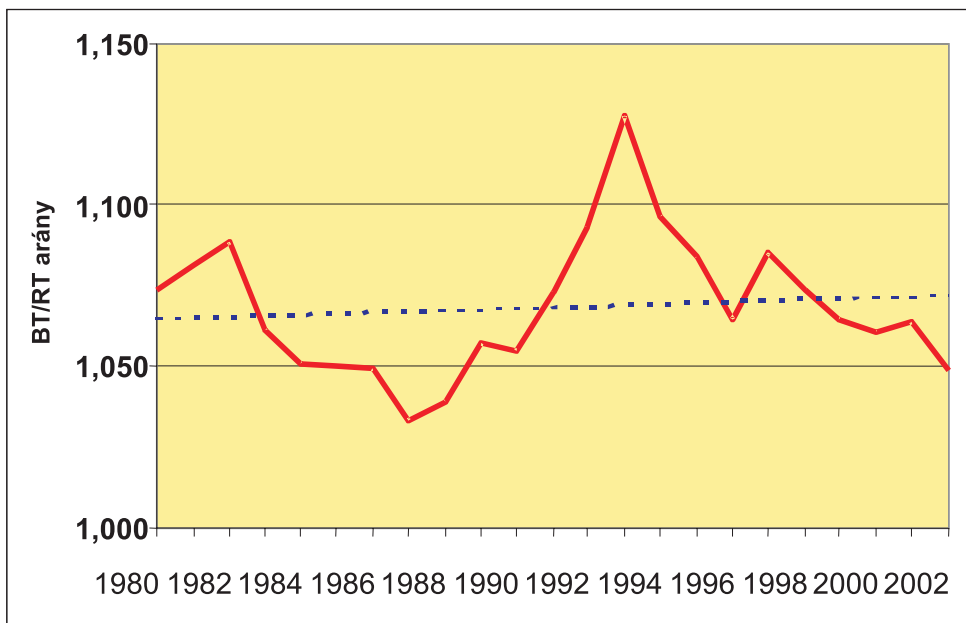
Gondolni kell azonban arra is, hogy hazánkban – két-három EU-tagországhoz hasonlóan – jelentős a behozatal aránya is. A szükséges villamos teljesítőképességeket a szomszéd országokban kötik le a kereskedők. Ennek megfelelően bel- és külföldi forrásokat egyaránt tekintetbe kell venni. Módosul tehát a célfüggvény:

$$BT > BT_{\text{kell}} = BT_{\text{kell,hazai}} + BT_{\text{kell,külföldi}}, \quad \text{MW}$$

Lényeges szerepe van tehát a hazai és a külföldi forrásnak, ill. az EU-ban majd pontosabban a magyar szabályozási zónában lévő erőművek villamos teljesítőképességének és a hazai szabályozási zóna részére hosszú távon lekötött, más szabályozási zónákban lévő teljesítőképességeknek.

Bemutatható a „*p*” tényező múltbeli változása (1.3. ábra), amely alapján az adódik, hogy átlagban mintegy 7-8%-kal nagyobb a beépített teljesítőképesség a rendelkezésre állónál – néha kisebb, néha több, de növekedést mutatva.

Természetesen az importból beszerzett – vásárolt – teljesítőképességnél nem számolunk külön a **BT**-vel és az **RT**-vel, mert a szerződést (néhány kivételtől eltérően) nem egyes erőművekkel, hanem erőműrendszereket üzemeltetőkkel kötik a kereskedőink. Ezért az importszaldóra: *p*=1,00. Amennyiben irányüzemmel csatlakozva egy-egy erőmű külföldön a mi rendszerünkkel (szabályozási zónánkkal) jár párhuzamosan, akkor ott *p*=1,10 körüli érték is felvehető a típustól függően (gázturbináknál kisebb, hagyományos erőműveknél nagyobb lehet).



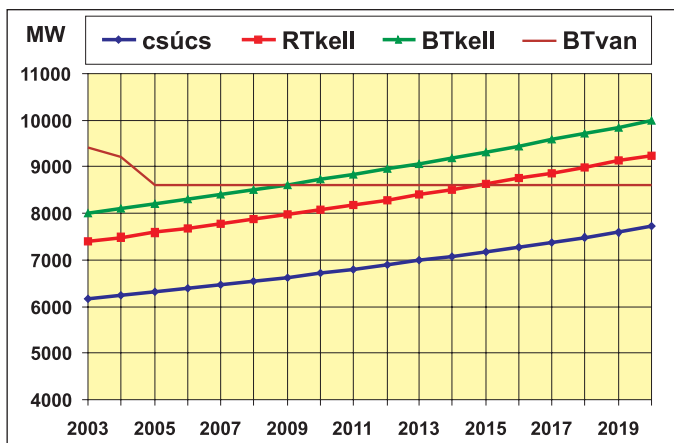
1.3. ábra A  $p = BT/RT$  arány módosulása

A beépített teljesítőképesség **BT** jövőben igényelt értékének meghatározásához  $p = 1,08$  felvehető annak figyelembe vételével (1.4. ábra), hogy az importszaldó 20%-nál kisebb lesz, az importnak közel fele irányüzemben jön más zónából (nem UCTE-ből). Tekintettel a megújuló források várható nagyobb részarányára, ez az érték nem fog csökkenni.

Már itt hangsúlyozni kell, hogy 2004-ben az importtal (kb. 800 MW) együtt a teljes **BT** várhatóan kb. 9200 MW lesz, egy évvel később pedig – ugyanekkora importszaldóval – a leállítások miatt csak mintegy 8600 MW.

Az RT 2004-ben nem lehet 7500 MW-nál több ( $p = 1,23$ ) a leállításra szoruló, ezért nem működő 150 MW-os gépek miatt, továbbá a paksi hiány következtében. 2005-ben a csúcsidei **RT** már meghaladhatja a 8000 MW-ot.

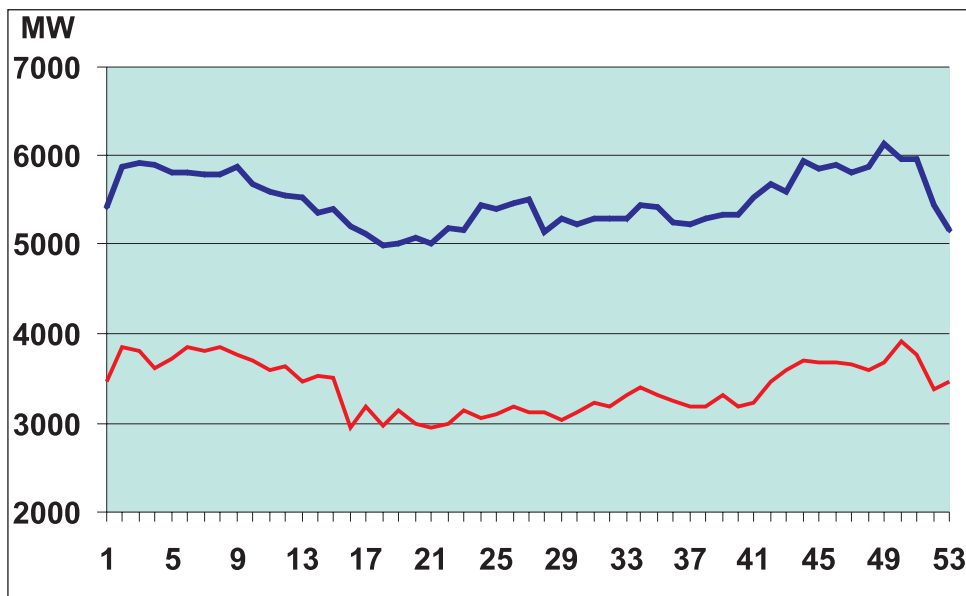
Az ábrából jól látszik, hogy a meglévő **BT** az évtized végére már kisebb lesz az igényelnél. A következő évtized végére a **BT**-nek el kell érnie a 10 000 MW-ot.



1.4. ábra A **BT** szükséges értékének alakulása (összevetve a ténnyel)

### 1.4.3. Évközi igények

A jövő tervezésekor gondolni kell az évközi változásra, így a heti csúcsok és a heti minimumok burkológörbéjére (1.5. ábra). E két görbe között kell üzemeltetni a rendszert – a beszerzés és a termelés megfelelő irányítását – úgy, hogy a teljesítőképesség mindig kellő tartalékot nyújtson. Látható, hogy a nyári csúcs már nincs messze a téltől, így kevés már a lehetőség a nyári karbantartásokra.

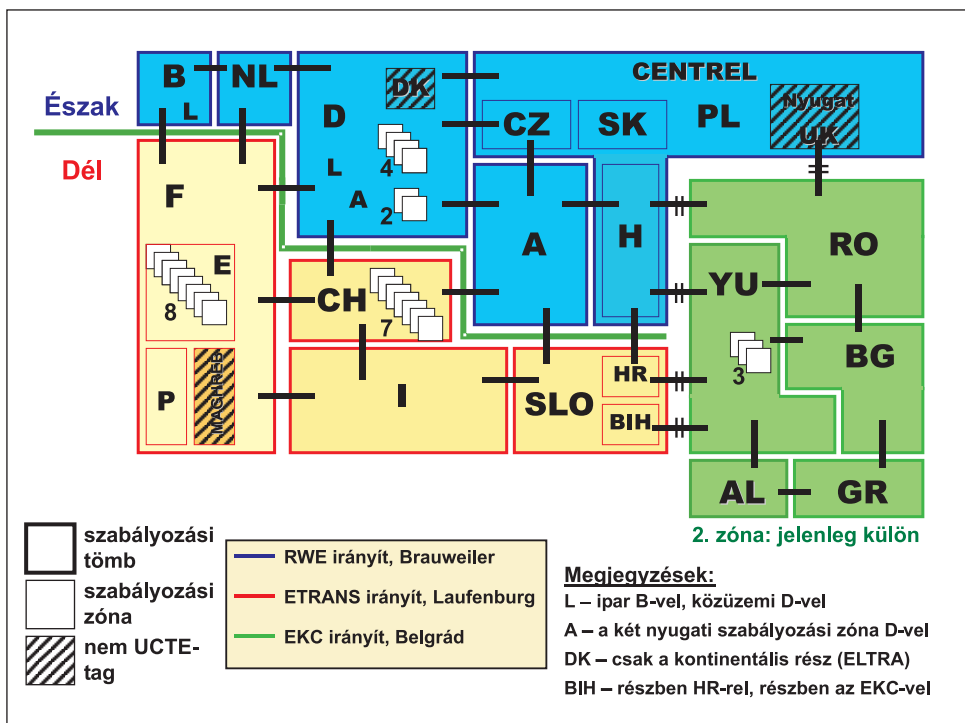


1.5. ábra A heti csúcsok és heti minimumok burkológörbéje (2003)

## 1.5. Rendszerirányítási igények

### 1.5.1. Alapelvek

A rendszerirányítási igényeket az UCTE szabja meg részünkre. Az UCTE a kontinensünk egyesített villamosenergia-rendszereit foglalja össze. Jelenleg két részre tagozódik, és mi a németek (RWE) irányította északi részhez tartozunk. A részek több tömböt alkotnak, és mi a lengyel rendszerirányító által irányított CENTREL-tömbhöz tartozunk – több szabályozási zónával együtt. Hamarosan – még ebben az évtizedben – csatlakozni fog a Belgrádból irányított dél-keleti rész is (1.6. ábra).



1.6. ábra Az UCTE-rendszer

## 1.5.2. Szabályozás

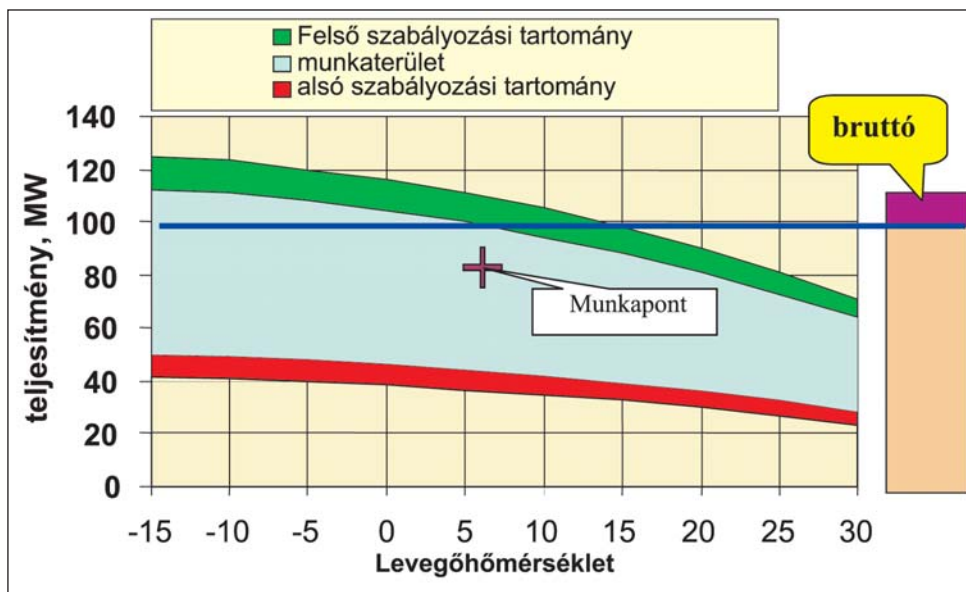
Két szabályozási igénnyel jelentkezik az UCTE (is): a frekvencia és a feszültség szabályozásával. Előbbit a wattos, utóbbit a meddő teljesítmény módosításával lehet a megadott értéken tartani.

Az UCTE azonos előírt frekvencián (50 Hz) működik, és valamennyi zónája részt vesz a frekvencia szabályozásban, ez az ún. primer szabályozás. Ez a másodperces tartományban működő automatikus szabályozás. E szabályozásban részt vevő egységek szabályozási sávja a névleges teljesítménynek minimálisan ( $\pm 2\%$ -a, de legalább ( $\pm 2$  MW). A ( $\pm 200$  mHz-et kitevő kváziszacioner frekvenciaeltéréskor a szabályozási teljesítményt 30 másodpercen belül aktiválni kell és legalább 15 percen át fenn kell tudni tartani.

A zónák kapcsolódnak egymáshoz, és a kapcsolódás energiaáramlásokat tesz lehetővé. Az adott zóna egyensúlya úgy tartható, ha a zónák közötti energiaáramlást előírt értéken tartják, ez az ún. csereteljesítmény-szabályozás, amit szekunder szabályozásnak neveznek. Az előírt csereteljesítményt 5 percen belül vissza kell állítani, ha attól eltérnek. Ebben a szabályozásban részt vevő termelőegységeknek legalább ( $\pm 30$  MW szabályozási sávban működni kell. A terhelésváltoztatás sebessége a névlegesre vonatkoztatva legalább ( $\pm 2$  %/perc legyen (vízerőműnél ( $\pm 2\%$ /mp).

A két szabályozás hőerőműves rendszerben ún. forgó tartalékokkal oldható meg,

azaz üzemben kell lenni az ilyen szabályozásban részt vevő egységeknek. E két szabályozás összevonható a frekvencia- és csereteljesítmény-szabályozáshoz. Az ilyen egységek munkapontjának megválasztásához tekintettel kell lenni a környezeti állapotra (pl. levegőhőmérséklet a gázturbináknál, hűtővíz-hőmérséklet a gőzturbináknál). Ez azt jelenti, hogy normál üzemben a termelőegység teljesítménye nem érheti el a teljesítőképességet, ill. mindig nagyobb legyen a minimális terhelhetőségénél (1.7 ábra).



1.7. ábra A szabályozásban részt vevő gépegység munkapontja

### 1.5.1. Menetrendkövetés

A következő rendszerirányítási igény a menetrendkövetés. Elvben a liberalizált rendszerben a mérlegkör-felelősök a következő nap várható menetrendjét megállapítják: a fogyasztóik várható igényeihez illesztik a forrásaikat saját célfüggvényeik (pl. minimális növekményköltség) alapján. Gazdasági érdekük, hogy a mérlegkörük egyensúlyáról gondoskodjanak, hiszen eltérés esetén vagy venniük kell kiegyenlítő energiát, ami sokba kerül, vagy el kell adniuk, amiért alig adnak valamit. A magyar szabályok szerint a mérlegkör-felelősök nem irányíthatják forrásaikat (erőműveiket), de a megadott menetrend alapján jelezhetik, hogy a rendszerirányító a mérlegkör forrásait miként vezérelje – illessze a fogyasztói menetrendhez.

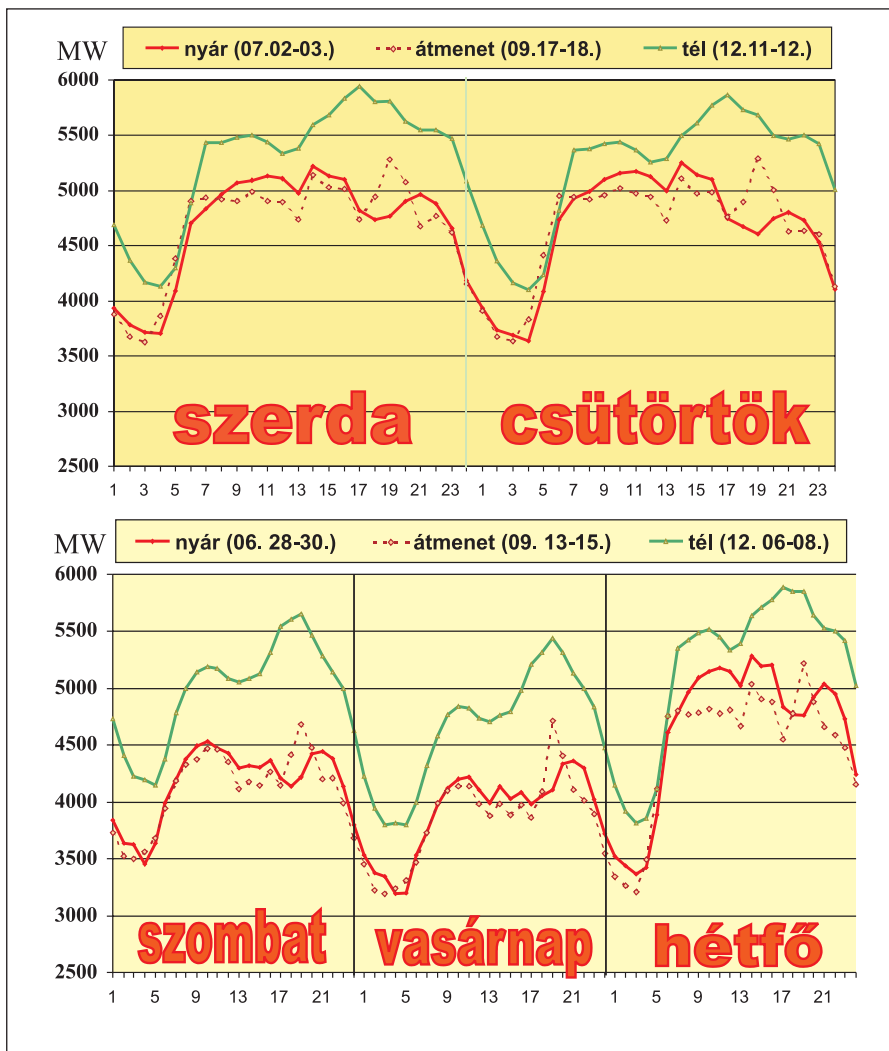
Menetrendtartó erőművekre van szükség tehát, hogy a rendszerirányító a mérlegkörök eredő fogyasztási menetrendjét jól tudja követni. Az a jó erőmű, amelyik széles szabályozási sávban nagy terhelésváltoztatási sebességet enged meg. A tüzelőanyagtól és a technológiától függően mások a követelmények:

- hagyományos szénhidrogén-tüzelésnél (pl. a 10 db 215 MW-os bloknál) a minimális terhelés kb. 25% (kb. 50-60 MW), a legnagyobb terhelésváltoztatási sebesség  $\pm 5\%/min$  (kb.  $\pm 10$  MW/min),

földgáztüzelésű CCGT egységnél (pl. a csepeli 390 MW-os egységnél) a minimális terhelés kb. 40% (kb. 150 MW), a legnagyobb terhelésváltoztatási sebesség  $\pm 2,5\%/min$  (kb.  $\pm 10$  MW/min).

Feketeszén-tüzelésű egységeink nincsenek. A barnaszén-tüzelésnek nincs szerepe a jövőbeni menetrendtartásban. Az alaperőműveink egyrészt nem alkalmasak erre a feladatra (nem erre méretezték őket), másrészt gazdaságilag sem célszerű visszatérhelni őket a kis növekményköltségük miatt (sem a hasadóanyagot, sem a külfejtésű lignitet nem érdemes megtakarítani a visszatérheléssel).

A jellegzetes napi menetrendkövetést a 1.8. ábra két képe – hétköznap és hétvége – mutatja. A napi változás hétköznap nagyobb, hétvégén kisebb, de a legnagyobb napi változás hétfőn várható.



1.8. ábra Napi terhelési görbe hétköznapokon, hétvégén és hétfőn (2003-ban)

A legnagyobb pozitív változások a reggeli órákra esnek: hétköznap 1000-1100 MW (legnagyobb sebesség 7-8 MW/min), hétvégén 900-1000 MW (legnagyobb sebesség 5-6 MW/min). A hétfő reggeli felfutás a legnagyobb: 1600-1700 MW változás várható (a legnagyobb sebesség eléri a 12-14 MW/min-t is). Ezekből kiszámítható, hogy hány géppel kell a megfelelő forgó tartalék igénybevételével a menetrendet követni. Hasonlóan meredek az éjszakai visszatérhelés is.

A változási tartományok és sebességek alapján meghatározható, hogy milyen tartományban kell gépegységekkel indulni. Hétvégeken természetesen több gép leállhat, hét közben ritkábban van leállítás. Egy-egy 215 MW-os gépegység évente 30-40-szer indul mostanában<sup>1</sup>. A csepeli gázturbinák éves indítási száma 50 körül van. A szénhidrogén-tüzeléses egységek tehát általában hetente indulnak, de mivel sok van belőlük, a hét különböző napjain indulnak – nem egyszerre hétfő reggel. A lignittüzelésű 200-as blokkok évente csak 10-12-szer indulnak, de főleg karbantartási okokból. Az atomerőmű-egységek indítása még ritkább: évente 3-5. Az indítási követelményeket a menetrendtartás érdekében csak a szénhidrogén-tüzelésűektől kéri ma számon: 72 órás állásidő után 2-3 óra alatt hideg állapotból teljes terhelésre kell felfutniuk. Meleg állapotból – éjszakai, nyolcórás állás után – 1-1,5 óra ez az igény. Később hasonló követelmények támasztandók a feketeszén-tüzelésű, menetrendtartó blokkokra is.

## **1.6. Környezetvédelmi igények**

### **1.6.1. Alapelvek**

A természetes és az épített környezet védelme érdekében jelentős igényeket támasztanak a villamosenergia-rendszer forrásoldali és szállítási berendezéseinek megvalósításakor és rendbehozatalakor (felújításakor az élettartam meghosszabbítása érdekében). Víz-, talaj-, levegő- és élővilág-szennyezésen kívül az igények kiternek a különféle terhelések (zaj, széndioxid, látvány stb.) területén betartandó normákra is.

Egy termelőegység vagy erőmű élettartamát ezek a környezetvédelmi igények – a piaci, gazdasági igényeken kívül – alapvetően meghatározzák. A fajlagos károsanyag-kibocsátási normák szigorodása vagy a terhelések együttes nagyságának – a „buboréknak” – a szűkítése a berendezések leállításához, pótlásának igényéhez vezethet.

### **1.6.2. Károsanyag-kibocsátás**

A fosszilis tüzelőanyagok energiatartamát átalakító erőműveknél a levegőbe kibocsátott káros anyagok (por, kéndioxid, nitrogén oxidok stb.) fajlagos, egységnyi tömegre vagy normál köbméterre vonatkoztatott értéke a legfőbb létesítési vagy üzemeltetési meghatározó. Természetesen energiaátalakítási technológiánként és teljesítőképesség-

---

<sup>1</sup> Ha négy paksi blokkra lehet számítani, akkor 40-50-szer indulnak

kategóriánként is változnak a határok. Hagyományos nagyobb erőműveknél például a következő számok jellemzők.

A porkibocsátáskor a korábbi  $150 \text{ mg/m}^3$ -ról régen lementek már  $50 \text{ mg/m}^3$ -ra, ma pedig már  $20 \text{ mg/m}^3$ -t követelnek, sőt, egyes védett helyeken ennek a felét. Érett műszaki berendezésekkel ezek a határértékek betarthatók.

A kéndioxid kibocsátáskor a korábbi  $800 \text{ mg/m}^3$ -ról egy évtizede már lementek  $400 \text{ mg/m}^3$ -ra, újabban pedig  $200 \text{ mg/m}^3$  lett a határ – az 1987 után épült berendezésekre. Ez a határ is elfogadható és betartható.

A nitrogén oxidoknál ( $\text{NO}_2$ -ben mérve) szénél  $650 \text{ mg/m}^3$ -ról, olajnál  $450 \text{ mg/m}^3$ -ról, gáznál  $350 \text{ mg/m}^3$ -ról (gázturbináknál  $90 \text{ mg/m}^3$ -ről) csökkentik mostanában a határokat.

### **1.6.3. Üvegházhatású gázok kibocsátása**

Az üvegházhatású gázoknál (metán, kéjgáz, széndioxid) egységesen ún. széndioxid-egyenértékkel számolnak, amikor a buborékot – összes kibocsátást – csökkenteni akarják. Külön kell természetesen választani az energia-átalakítástól függő  $\text{CO}_2$ -kibocsátást a többitől, ha erőművekről beszélnek.

A buborék nagyságát egy adott időben megállapították – nálunk például 1985-ben – a teljes országos kibocsátást tekintetbe véve, majd vállalták ennek csökkentési százalékát egy bizonyos időre. Így például nálunk 6%-os csökkentést kell elérni 2010-ig. Ez nagy gondot nem okoz, hiszen a nyolcvanas évek második felében két nagy atomerőmű-egység került üzembe, 2004 végén pedig leáll a régi szénerőművek többsége – a rosszabb hatásfokúak.

Így aztán be lehetett kapcsolódni a nemzetközi széndioxid-kereskedelemben. El lehetett adni a ki nem bocsátott  $\text{CO}_2$ -kvótát azon országoknak, amelyek a vállalat nem tudták egyszerűbb eszközökkel elérni. A borsodi, ajkai, pécsi széntüzelés megszüntetésével a „leállást” áruba lehetett bocsátani. Ennek oka természetesen az, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátása globális hatású. Ha a kibocsátást csökkenteni kell, akkor azt nem kell országhatárok közé szorítani.

Ennek azonban vannak korlátjai, hiszen nem lehet abból megélni, hogy leállítják a széntüzeléseket, különösen a lignit eltüzelését. Még ha 25 -t adnak a piacon egy tonna ki nem bocsátott széndioxidért, akkor sem indokolt leállítani egy 5 TWh/év termelésű ligniterőművet.

### **1.6.4. Egyéb környezeti igények**

Az egyéb környezeti igények között elsősorban a maradványeltávolításnak és az épített környezet megszüntetésének az igényét kell kiemelni. Nem hagyható sebhely erőművek körzetében a jövőben, hiszen a terület, a talaj, a víz értékes, nem csak a jó levegő.

Megfelelő igényességgel szabályokat hoznak tehát arra, hogy miként kell a maradványokat eltávolítani, az erőműveket leszerelni, az eredeti állapotot visszaállítani. Ezek részleteibe területi okok miatt nem lehet belemenni, de az e téren jelentkező költségek fontosságát nem szabad lebecsülni.

Tekintettel arra, hogy nagyobb létesítmények számára nehéz új telephelyet elfogadható módon kijelölni, a meglévő erőművek telephelyén teremtenek lehetőséget új technológiák megvalósításának. Erre sok lehetőség van, hiszen a hazai tizennyolc nagyerőmű telephelye mindenütt alkalmas a technológia lecserélésére. Még a megszüntetett bányák is alkalmasak lehetnek például szivattyús, tárolós vízerőművek kialakítására.

A nukleáris energiatermelés vonatkozásában ezeket az „egyéb környezeti igényeket” a leszerelés, a radioaktív hulladék és kiegészítő fűtőelem kezelése jelenti. A nukleáris erőmű üzeme környezetet gyakorlatilag nem terheli. A nukleáris baleset kockázata pedig másként ítélendő meg, mint a környezet terhelése.

## **1.7. Piaci igények**

### **1.7.1. Alapelvek**

Az erőmű-létesítés piaci igényeinek alapelve egyszerű: legyen az erőmű annyira gazdaságos, hogy a megvalósításához szükséges tőke bizonyítottan rendelkezésre álljon. Igazolni kell tehát, hogy a termelt villamos energiát el lehet adni a jövőben úgy, hogy a kölcsönnyújtáshoz szükséges belső kamatláb-küszöb elegendően magas. Megfelelő megtérülés esetén a tőke előteremthető a létesítéshez.

### **1.7.2. Liberalizált villamosenergia-ellátás**

A szabadpiaci versenyre épített villamosenergia-ellátásban nehéz hosszú távon igazolni egy létesítés gazdaságosságát, hiszen a versenytársak ismeretlenek. Ezért nagy jelentősége van a kockázatelemzésnek. Nagyobb kockázatot csak rövid megtérülési idő ígérete esetén vállalnak, a hosszú megtérülési időt adó befektetések csak kis kockázatvállalás esetén reálisak.

Amennyiben az átalakuló villamosenergia-ellátásban a törvényes feltételek sem elég biztosak hosszabb távon, akkor a legrövidebb idő alatt megvalósítható, legkisebb tőkelekötést igénylő és legkisebb társadalmi ellenállásba ütköző technológiák kerülnek előtérbe. Napjainkban a gázturbinás megoldások földgáz felhasználásával.

A liberalizált villamosenergia-ellátás nem kedvez a hosszú létesítési időt igénylő atom-, víz- vagy ligniterőműveknek. Legfeljebb a biztos háttérrel adó import feketeszénre lehetne hiteket szerezni, ha a széndioxid-politika kiszámíthatóbb szabályozást teremtene egy adott térségben.

### **1.7.3. Társadalmi támogatások a piaci ellátás mellett**

A liberalizált villamosenergia-rendszerek többségében megjelentek azok a támogatási formák, amelyek társadalmi érdekből előtérbe helyeznek bizonyos energiaátalakítási technológiákat és erőműnagyságokat.

Magyarországon az erőműveket a törvény két részre osztja azzal, hogy kiragadja a kiserőműveket ( $BT < 50$  MW). Ezeknek az óriási előnyük, hogy létesítésükhöz nem kellene konyolult engedélyezési eljárások (környezetvédelmi hatástanulmányok, közmeghallgatások stb.) a normál építési és környezetvédelmi engedélyen kívül. A liberalizált villamosenergia-rendszerekben ez önmagában is nagy kockázatsökkentő tényező. Megjegyezzük, hogy ennek a határértéknek önmagában nincs hosszú távú energetikai ésszerűsége.

A kiserőművek másik előnye – a kockázatot kis tőkén kívül – az is, hogy a velük megtermelt villamos energiát a piacon kötelező átvenni. A kiserőműveknek ugyanis két típusa létezik a gyakorlatban:

- kapcsolt energiatermelésű egységek és
- megújuló forrásokat felhasználó egységek.

Természetesen kis ligniterőmű vagy kis atomerőmű nincs, még kis feketeszén-tüzelésű sem (pl. fluidtüzelésű, kondenzációs kiserőmű), de megújuló energiaforrásra, földgázra vagy olcsó folyékony tüzelőanyagra épülnek kiserőművek – természetesen nem kondenzációra.

A kiserőművek említett két típusát az állam (a kormány és az önkormányzat) társadalmi érdekből támogatja a kötelező átvételen kívül is. A kötelezően átvett villamos energia a piaci árnál általában sokkal nagyobb, és az ilyen egységek létesítéséhez az állam sokszor kedvező hitelfeltételeket is nyújt.

Létesülnek is egyre nagyobb ütemben a kiserőművek, és az állam csak akkor kap észbe, ha a támogatás olyan jól sikerül, hogy szinte csak ilyen egységek épülnek, és a villamos energia egyre drágább lesz, ami pedig nem alapvető cél a versenypiacon és nem előnyös az ország gazdaságának, lakosságának. Így aztán a szabályok gyakran megváltozhatnak, de a hatások még sokáig érezhetők. Egy szélenerőmű hetek, egy gázmotoros erőmű hónapok alatt felépíthető. Sok kockázat még akkor sincs, ha a bürokrácia a szokott lassúsággal éves ütemet követ.

## **1.8. Takarékosági igények**

### **1.8.1. Alapelvek**

Alapvető társadalmi és politikai igény a takarékoság. Ez abból a felfogásból ered, hogy a takarékoság pozitívnak tartott emberi tulajdonság, és jobban fogunk élni, ha takarékoskodunk. Az előrelátó, beosztó, spóroló, körültekintő, mérsékletes, gondoskodó ember sokszor ideálisnak tekinthető a pazarló, tékozló, költséges társaival szemben. Persze, ha arra gondolunk, hogy aki takarékoskodik, az önszehúzza magát, félretesz, kúporgat, megszorít, korlátoz, akkor már nem ilyen pozitív a kicsengés. Mégis úgy tartják, hogy aki takarékoskodik, az gazdálkodik, és ez jó. A humánpolitika tehát megjelenik ezzel az igénnyel, és ezt átveszi az energiapolitika is.

Erősen támogathatók, de erősen vitathatók is ezek a megállapítások, ha a célra gondolunk. Mít akarunk elérni? – ez a fő kérdés. Segít a célunk elérésében a takarékoság, mint eszköz? Cél-e a takarékoság? Bizonyára nem.

## 1.8.2. Energiatakarékosság

Fogyassz kevesebb energiát! – hirdetik hivatalosan. Az energiapolitikus jelzi, hogy az állam támogatásával évente 75 PJ primer energiát meg fogunk takarítani. Mondhatja, hiszen nem mérhető, hogy mihez képest, mert a meghatározó környezeti feltételek évről évre változnak. Így például 2002-ben még csak 1055 PJ volt a belföldi energiafelhasználás, majd 2003-ban már 1092 PJ, tehát közel 3,2%-kal többet és nem kevesebbet használtunk – miután persze megtakarítottunk 75 PJ-t. Hideg volt a tél, forró volt a nyár. Erről nem tehetünk.

Nem is ez a kérdés, hanem inkább az, hogy valamihez viszonyítva sok vagy kevés energiát használunk-e fel. Például az egy főre jutó energiafelhasználásban hogyan állunk a nálunk fejlettebb társadalmi szinten, de közel azonos éghajlati feltételekkel élő nemzetekhez képest.

Németország 2003-ban 14 334 PJ-t használt fel, alig 0,1%-ot, mint egy évvel korábban. Biztosan takarékoskodtak, hiszen a 2003. esztendő hidegebb volt, mint a 2002. év (az időjárás mértékére használt „Gradtage” 4,4%-kal nagyobb volt – bár még így is 9,3%-kal kisebb, mint az 1951-1980 közötti harminc évben). Egy takarékos német tehát 2003-ban átlagosan 170 GJ-t használt fel. Egy magyar ember viszont – „pazarolva” – csak alig több mint százat: 106 GJ-t. Minket ezek után takarékoságra szólítanak fel. Lehet 100 PJ alá menni? – igen, lehet. Csak nem érdemes.

Nem jó mértékszám tehát az egy főre jutó energiafelhasználás. Jobbnak látszik a GDP, a teljes hazai termék. Egy német 2,5-ször annyi értéket állít elő, mint egy magyar, viszont csak 1,6-szor annyi energiával. Ő járt jobban. De nem fogunk több értéket előállítani sokkal kevesebb energiával sem. Az elsődleges cél az értékteremtés (nem csak az anyagi, a GDP, hanem az emberi, a kulturális, az egészségügyi stb.). Energiatakarékossággal több érték nehezen állítható elő.

Az energetikai értéket gyakran a *hatásfokkal* fejezik ki. A végső energia és a felhasznált energia hányadosa lehet ez a hatásfok. Fontos lehet tehát a végenergia-felhasználás és a primerenergia-felhasználás arányának a növelése. Ma ez nálunk alig 70% (több mint 300 PJ veszik el az energia átalakításával, szállításával, elosztásával). Ne lepődjünk meg, a németeknél ez a „hatásfok” 65% körül van, azaz kisebb, mint nálunk. Nem takarékoskodnának a németek? Dehogynem, csak ott nem ér véget a folyamat a végső energiánál, mely persze nem végső, hanem csak a fogyasztónak eladott. A lényeg a *hasznos energia*, amit a fogyasztó hasznos célra fordított, ez pedig a németeknél az ország primerenergia-felhasználásnak mintegy 33%-a, nálunk jóval kisebb. Ott tehát a fogyasztó takarékoskodik. Tudatosult ugyanis, hogy az energiafelhasználás hatásfoka legalább olyan fontos, mint a „termelői” energiaátalakítás – a primer energia átalakítása villannyá, benzinné, távhővé.

Egyaránt fontos tehát az energiaciklusban a két átalakítás: a primer energia átalakítása szekunder energiahordozóvá (pl. villamos energiává), majd ez a felhasználás helyén hasznos energiává (mechanikai, fény, hő és egyéb energiatípusok). Ez utóbbiban vagyunk erősen lemaradva.

A kapcsolt energiatermelés előnyét kihasználva ma az erőműparkunkban az energiaátalakítás átlagos évi hatásfoka most 42% körül van – beszámítva a nagy termelői részarányt képviselő atomerőmű 32%-os hatásfokát is. Vannak rossz hatásfokú erőműveink, mint mindenütt a világon. Ezek termelési részaránya egyre csökken, gazdaságosságuk romlik. Mivel környezetvédelmileg sem fogadhatók el, lassan le is állnak. Csak félreértett szociálpolitikai vagy ellátásbiztonsági indokok alapján tartanak fel rossz ha-

tásfokú, sok embert foglalkoztató erőműveket hazánkban. Na meg néhányat rendszer-  
érdekű indokkal (szabályozás kis kihasználással, tartalék erőművek stb.).

### **1.8.3. Takarékoság a villamos energiával**

A meg nem termelt villamos energia a legkevésbé szennyező – jelzik a környezetet védők, a készleteket kímélők, a takarékoságra ösztönzők. Igazuk van.

Amennyiben el tudjuk intézni, hogy ne évi 2%-kal, hanem csak 1%-kal növekedjen a nettó villamosenergia-fogyasztás, akkor kevesebb erőművet kell építeni, kevesebb energiát kell átalakítani – kevesebb káros és terhes anyag kibocsátásával. Ez is igaz. Sokat ugyan nem takarítunk meg beruházásban, hiszen az új erőműveket nem elsősorban az igények hatalmas növekedés miatt, hanem a régiek helyettesítése, pótlása miatt építik a fejlettebb országokban. Kérdés tehát, hogy fejlettebbek vagyunk-e.

Az összes villamosenergia-termelés Németországban 2003-ban 597 TWh volt, Magyarországon csak kb. 34 TWh. Ne osszuk még el a lélekszámmal! A 2003. évi adatok a villamos fogyasztásra (a bruttó és a nettó között van a hálózati veszteség):

#### ***Németország***

- bruttó 545,2 TWh,
- nettó 520,6 TWh,
- fajlagos 6200 kWh/fő,

#### ***Magyarország***

- bruttó 38,6 TWh,
- nettó 34,2 TWh,
- fajlagos 3350 kWh/fő.

E számok alapján már nehéz azt mondani, hogy takarékoskodj magyar, ha utol akarsz érni a németeket. Nálunk 2003-ban 2,5%-kal növekedett a bruttó villamosenergia-felhasználás, míg a németeknél csak 1,4%-kal. Mindkét helyen a hideg tél és a forró nyár lehetett a növekedés oka, bár lehet, hogy a takarékosabb németeknél a kisebb GDP-növekedés is közrejátszott a dologban.

2004-ben, az első tíz hét alatt – a szökőév (egy nap többlet a hetvenhez) ellenére – az előző évihez azonos naptári dátumig kb. 1,3%-kal kevesebb volt nálunk a villamos energia felhasználása. Feltehetően nem a takarékoság, hanem a melegebb tél miatt.

Amennyiben a villamos energiát hasznos teendők elvégzésére – adott esetben a GDP növelésére – fordítjuk, akkor semmi sem indokolja, hogy visszafogjuk magunkat. Nem fogjuk elérni talán már soha a régmúlt évtizedek 7-8%-os éves növekedési ütemét, de évi 2%-nál is kisebb értékkel számolni a következő évtizedekben értelmetlennek tűnik. Fejlődő országok Ázsiában és Latin-Amerikában ennél jóval nagyobb számmal terveznek (Afrikáról nem is beszélve).

Térjedjen a légkondicionálás, a villamos háztartási gépek hozzanak kellemesebb feltételeket a háztartásban, a villamos szórakoztató és tudományos eszközök jelentsenek tartalmasabb időtöltést! Automaták dolgozzanak a monoton feladatokon az iparban és a többi „szektorban”!

Természetesen takarékoskodni is kell, ha ez valóban hasznos. Félő azonban, hogy a takarékoságra elsősorban az árnyövekedés fog ösztönözni. Ismerve a villamos energia fogyasztásának ún. árérzékenységét – pontosabban ennek hiányát –, egyelőre ez a hatás sem becsülhető annyira, hogy felére vegyük a fogyasztásnövekedés tervezett ütemét. Húsz év múlva azonban talán már erre is sor kerülhet.

# Tartalom

<b>1.1 Energiaigények</b> .....	<b>4</b>
1.1.1 Alapelvek .....	4
1.1.2 Múltbeli változások .....	4
1.1.3 Középtávú változások .....	4
1.1.4 Hosszú távú változások .....	5
1.1.5 Hőenergia-ellátás lehetőségei a kapcsolt energiatermeléshez .....	6
<b>1.2 Terhelések</b> .....	<b>7</b>
1.2.1 Alapelvek .....	7
1.2.2 Múltbeli változások .....	7
1.2.3 Közép- és hosszú távú változások .....	9
<b>1.3 Ellátásbiztonsági igények</b> .....	<b>10</b>
1.3.1 Alapelvek .....	10
1.3.2 Alapkövetelmények .....	10
1.3.3 Tartalékok .....	11
<b>1.4 Teljesítőképesség-igények</b> .....	<b>11</b>
1.4.1 Alapelvek .....	11
1.4.2 Éves igények .....	12
1.4.3 Évközi igények .....	14
<b>1.5 Rendszerirányítási igények</b> .....	<b>14</b>
1.5.1 Alapelvek .....	14
1.5.2 Szabályozás .....	15
1.5.3 Menetrendkövetés .....	16
<b>1.6 Környezetvédelmi igények</b> .....	<b>18</b>
1.6.1 Alapelvek .....	18
1.6.2 Károsanyag-kibocsátás .....	18
1.6.3 Üvegházhatású gázok kibocsátása .....	19
1.6.4 Egyéb környezeti igények .....	19
<b>1.7 Piaci igények</b> .....	<b>20</b>
1.7.1 Alapelvek .....	20
1.7.2 Liberalizált villamosenergia-ellátás .....	20
1.7.3 Társadalmi támogatások a piaci ellátás mellett .....	20
<b>1.8 Takarékosági igények</b> .....	<b>21</b>
1.8.1 Alapelvek .....	21
1.8.2 Energiatakarékosság .....	22
1.8.3 Takarékoság a villamos energiával .....	23



Magyar Atomforum Egyesület