

A leépítők – osztrák, olasz, német, svájci és japán atomenergia

Cserhádi András

MVM Paksi Atomerőmű Zrt., Műszaki Igazgatóság
7031 Paks, Pf. 71. +3675 508 518

A kétrészes írás elsőként azzal a kevés országgal foglalkozik, amely már elfordult vagy elfordulóban van az atomenergetikától. A folytatás azzal a jelentős többséggel, amely – megtorpanva vagy töretlenül – tovább viszi, vagy új belépőként megkezdte a nukleáris blokkok építését. Főként az elmúlt pár év eseményeit, az azokból kiolvasható trendeket ismertetik a cikkek. Forrással a nemzetközi gazdasági sajtó, vezető nukleáris portálok, szakmai megnyilvánulások rendszeres és célirányos figyelése szolgált. Az első rész a túlpolitizáltságot mutatja be, a második azt a hatalmas igényt és jelentős nehézségeket illetve erőfeszítéseket, amelyeket a többség vállal atomenergetikája fejlesztéséért.

Bevezetés

Ahogy várható volt, a 2011. márciusi földrengés és szökőár által előidézett japán atomerőmű baleset sorsdöntő hatást fejtett ki egyes országok atomenergetikájára: tisztán vagy túlnyomóan politikai motivációk következtében megindította illetve felgyorsította a leépítést. A jelen első cikkben tárgyalt országok esetei ebben jobbra közösek, de ahogy látni fogjuk, sok további részletben eltérnek. Az öt ország tárgyalásának sorrendje a leépítés menetendjén és mértékén alapul, terjedelme a nukleáris energia ottani súlyát tükrözi. Így pl. Japán azért került a sor végére, mert esetében a kiszállás valószínűleg nem lesz sem maradéktalan, sem végérvényes. A cikk műfaja kissé túlnyúlik a folyóirat műszaki-tudományos profilján, mivel óhatatlanul gazdasági, politikai és társadalmi területekre is kitékint.

Ausztria: a kész Zwentendorf-tól a küldetéstudatos antinukleáris gyakorlatig

Ausztria már több mint három évtizede atomellenes, így kezdjük vele. Nincs mód aprólékos feldolgozásra, csak az időszak elejéről és végéről tekintünk át bizonyos eseményeket.

A hatvanas években az ország még három atomerőmű megépítésével számolt. Az első létesítésről szóló konkrét döntés 1971-ben született meg. 1972 tavaszán a Duna mentén, az alsó-ausztriai Zwentendorf közelében kezdődött az építkezés. Az erőmű társaságot a tartományok és az osztrák szövetségi állam fele-fele arányban birtokolták. A blokkot bruttó 723 MW teljesítményre, az országos energiaigény 10%-ának kielégítésére méretezték. Felépítésére 5,2 milliárd osztrák schillinget különítettek el. A reaktort a Siemens KWU szállította és építette. A Siemens KWU szállította és építette az SWR 69 forralóvízes típusorbba illeszkedő reaktort (ehhez tartoznak a Németországban nemrég bezárt Brunsbüttel, Isar-1, Krümmel és Philippsburg-1 blokkok is). 1978-ra az erőmű gyakorlatilag elkészült, már megkezdtek a nukleáris üzemanyag berakását.

Az építés folyamán fokozatosan erősödtek az antinukleáris hangok. A növekvő tiltakozás a lakosság figyelmét egyre inkább az erőmű felé fordította, amit a kormányzat sem hagyhatott válasz nélkül. Így 1976-ban a létesítés mellett érvelve féléves tájékoztató kampányt indított. Az ellenzék megosztott volt, ezért 1978-ban Kreisky osztrák kancellár úgy érezte, hogy sikerült a közvéleményt a saját oldalára állítani. Bejelentette, hogy a vitáknak véget vető népszavazást írnak ki, sőt néhány nappal a szavazás előtt személyes politikai jövőjét is összekötötte az atomerőmű sorsával. Az 1978. november 5-én tartott referendumon azonban az osztrák atomenergia és a kancellár váratlan vereséget szenvedett: 64,1% részvétel mellett a választók nagyon szűk többsége, 50,47%-a a nukleáris energia ellen szavazott. A befejezés küszöbén álló erőmű építését november 9-én leállították, december 13-án pedig a parlament alkotmányba foglalta Ausztria „atommentességét”. A népszavazásba a jól lavírozó Kreisky végül nem bukott bele, egy év múlva választási sikert ért el. [at1], [at2]

Az ellenzék rendkívül szerény túlsúlya idővel Ausztria külfölddel szemben is fokozódó, offenzív atomellenességébe torkollott. Hosszan sorolhatók az ország néha már-már irracionálisba átcsapó atomfóbiájának megnyilvánulásai. Álljon itt a következő példa illusztrációként a nemzeti atomcsúcs-sorozatuk év eleji egyik eleméről.

Faymann jelenlegi osztrák kancellár 2012 januárjában antinukleáris csúcstalálkozóra invitálta minisztereit és több atomellenes civil szervezetet. Az eseményről bőven beszámolt a teljes osztrák sajtó. Arra a csatlakozást keltő eredményre jutottak, hogy nincs mód a „szürkeáram” (értsd: atomerőműben is fejlesztett) importjának tilalmára. A gazdasági miniszter egy uniós szakvéleményre hivatkozott, amely szerint a közösség versenyjoga ezt kizárja, noha az osztrák közvélemény támogatná. A kancellár még ebben a helyzetben is megerősítette, hogy Ausztria nem enged „példaadó atomellenes szerepvállalásból”. A környezetvédelmi miniszter olyan megoldást tartott megvalósíthatónak, amely szerint az áramszolgáltatók „önkéntesen” vállalnák, hogy nem importálnak „szürkeáramot”. A még ezt is keveslő zöldek tanúsítók

védjegyet, esetleg büntetőadót akartak, és azt követelték, hogy Ausztria a „sietős engedelmeskedés” helyett vállalja fel a harcot az EU „öko-önkéntesség” szemben. A tilalom persze a civilek szerint sem változtatna fizikailag a konnektorból jövő áram összetételén, de az osztrák fogyasztók pénzéből így nem jutna a zsigerileg utált „atomlobbinak”. [at3]

Vajon ezzel tényleg vége szakad annak a képmutatásnak, amit Ausztria már évtizedek óta gyakorol? Köztudott ugyanis, hogy éjjel importálja a francia és cseh atomerőművekben (korábban németekben is) termelt olcsó áramot, szivattyús-tározós erőműveiben felpumpálja velük a magasba a vizet. Majd másnap reggel már tiszta, és környezetbarát vízi energiával fejlesztett áramként kínálja fogyasztóinak.¹

Olaszország: a népszavazás belpolitikai háttéré, eredményei

A 2011. júniusi olasz népszavazás ugyancsak iskolapéldája annak, hogy nem energetikai és pénzügyi megfontolások alapján, hanem érzelmi alapon és egy belpolitikai csomag elemeként is születhet atomenergia elleni döntés.

A 2011. március elején meghirdetett olaszországi népszavazáson négy kérdésben várták a polgárok véleményét, tehát ennyiszor kellett az igen vagy a nem választ bejelölni. Abrogatív referendum volt, amelyben az igen szavazat az adott törvény hatályon kívül helyezésének szándékát jelenti, a nem szavazat pedig a hatályos törvény fenntartását.

– A referendum első két kérdése a vízközművekről (Acqua pubblica) korábban alkotott ún. „Ronchi törvényhez” kapcsolódott. A választópolgároknak abban kellett véleményt nyilvánítani, hogy eltöröljék-e a vízellátás privatizálhatóságát, illetve a beruházási ráfordítások és nyereség önköltségi áron felüli elismerését a tarifákban. Ellenzői demagógiába hajlóan „A víz mindenkié!” jelszóval támadták a törvényt, bár az a rosszul működő monopólium feltörésével csak részlegesen adta magánkézbe a vízközművek üzemeltetését, ismert el piaci viszonyokat. Mindez előzetesen elég kevés figyelmet kapott.

– A következő kérdés az atomenergia alkalmazásának elvetéséről szólt (Fermare nucleare). Előzményként az olaszok még 1987-ben, tehát Csernobil után – ugyancsak népszavazáson – döntöttek úgy, hogy az állam nem támogathatja a nukleáris energetikát. Ezt követően 1990-ig bezárták az akkor még működő három atomerőművet és azóta sem épültek újak. Az olasz áramtarifák a legmagasabbak között vannak Európában. Az igény több mint felét zömmel importgázzal fűtött erőművekből fedezi és bőven érkezik atomerőműben termelt áram Franciaországból is. Nagyszabású atomerőmű építési terv beindítását tette lehetővé egy 2008-ban hozott törvény, de az ellenzék elérte, hogy ezt népszavazásra kelljen vinni. A japán események nélkül reális esély lett volna a nukleáris program újrakezdésére. A népszavazás meghirdetése utáni napokban viszont a súlyos atomerőmű baleset váratlanul

felszította az érdeklődést és az aggodalmakat. Mindez jelentős politikai és pszichikai munícióval szolgált az ellenzöknök, akik igyekeztek is a helyzetet végletekig kihasználni. Az olasz kormány próbálta menteni a menthetőt azzal, hogy a Fukushima-ban történtek után egy éves késleltetést rendelt el a megengedő törvény alkalmazására.

– A negyedik kérdés ugyancsak sokat emelt a részvételi arányon a kormányellenes hangulat miatt, mivel arra irányult, hogy perbe vont politikusok ne odázhassák el hivatali elfoglaltságaikra hivatkozva a bíróságok előtti megjelenést. Igen fontos körülmény, hogy ez érintette a több eljárásban szereplő Berlusconi kormányfőt is (Legge uguale per tutti).

Az ellenzék a modern média-politizálásban jól bevált eszközökhöz nyúlt: a lehetőségek határáig leegyszerűsített populista üzeneteket fogalmazott meg és kiaknázták a csomag elemeinek egymást erősítő, részvételnövelő hatását. Példa erre a „négy igen”-re² buzdító plakát:



1. ábra: A 2011. júniusi olasz népszavazás „négy-igenes” plakátja

(forrás: www.flickr.com/photos/guidosky/5805786233/)

1995 óta egyetlen olasz népszavazás sem volt érvényes a túl alacsony részvétel miatt. 2011-ben az említett több ok miatt is felfokozott közhangulatban a választásra jogosultak csaknem 57%-a adta le voksát, így átlépték a határt. 95% a vízszolgáltatás privatizációja és piaci díjszabása ellen foglalt állást. 92% elutasította, hogy ismét atomerőművekből nyerjenek energiát. 94% vélte úgy, hogy a kormány tagjai sem kaphatnak felmentést, részt kell venniük az ellenük indított bűnvádi eljárásokban. [it1], [it2], [it3]

A népszavazást így a japán hírek mellett az olasz kormányfő népszerűségének zuhanása is befolyásolta. Berlusconi miniszterelnök elismerte vereségét. „Olaszországnak most le kell mondania arról, hogy az atomenergia ismét energiaforrása legyen, és a megújuló energia termelésére kell összpontosítania” – mondta. Az olasz nukleáris elutasítás tehát ugyancsak egy szélesebb politikai játszma keretében értelmezendő.

¹ A cikk szerzője néhány éve Szlovéniában egy szimpóziumon tanúja volt, mikor az osztrák előadó kivetítette saját bécsi villanyszámláját, és erős kétségeit hangoztatva emelte ki a forrásösszetételre utaló „Atomstrom: 0 kWh” sort.

² Sokan emlékezhetnek egy másik, a magyar rendszerváltás folyamatban lezajlott „négyigen”-es népszavazásra.

Németország: szintén belpolitikai gyökerű döntések, mélyreható következményekkel

Előzmények, körülmények, döntések

Merkel kancellár 2011. március 15-én azonnali hatállyal, három hónapra leállította a hét legöregebb német atomerőműi blokkot (Biblis-A és -B, Neckarwestheim-1, Philipsburg-1, Brunsbüttel, Isar-1, Unterweser). A politikai pánikreakció hátterében a két hét múlva esedékes tartományi választások álltak. Baden-Württembergben, illetve Rajna-Pfalzban okkal lehetett tartani attól, hogy az ellenzék kihasználja a japán földrengés által indított eseményeket. Így is lett. De a leállítások mit sem értek, sőt kontraproduktív módon inkább az ökopárti önbizalmat növelték. A Zöldek 2006-hoz képest rendre 12,5%-kal, illetve 10,8%-kal törtek előre, s bár az atomenergia visszafogásában szövetséges SDP 2,1%-kal, illetve 9,9%-kal visszaesett, az ellenzéki koalíció mindkét tartományban megelőzte a kormányzó párost. [de1], [de2]. Így Stuttgartban a CDU 58 év után kiesett a hatalomból, Mainzban az FDP a parlamentből is. A vereség ténye és főleg mértéke mutatta, hogy tovább nem tartható a – természettudományos végzettségű – kancellár asszony 2010-ben meghirdetett, elődjénél jóval engedékenyebb atompolitikája, a blokkok 8-14 éves üzemidő hosszabbítása.

Az atomvita nem csak fellobbant, hanem egész tavasszal uralta a politikát és a médiát. A józan szemlélő azt várná, hogy ilyen vitában főként biztonsági, klímavédelmi, műszaki, és gazdasági érvek csatáznak, de ez messze nem így volt. Az energiapolitikai fordulat – az atomenergiáról való lemondás és a megújuló energiaforrásokra való mielőbbi áttérés – előkészítésére Merkel volt politikusokból, tudósokból és egyházi személyiségekből álló etikai bizottságot (Bölcsök Tanácsa) hívott össze. Kohl volt környezetvédelmi minisztere, Töpfer vezette a bizottságot, amely összetételénél, indíttatásánál fogva a racionalitás felől átcúsított egy kevésbé megfogható erkölcsi alapra. Kezdetől nem titkolták, hogy az ő javaslatuk szintén a nukleáris energiától való elfordulás lesz. [de3] Az üzemeltetőkkel a szövetségi kormány nem tárgyalt, az ellenzékkel igen. Röttgen környezetvédelmi miniszter önérzetes magyarázata szerint politikai döntést hoztak.³ Az is sokatmondó, hogy mennyire extrém időpontban – egy hétfő hajnalig tartó vita után – született meg a végső, nagy hatású kormányhatározat. Merkel így 2011. május 30-án gyakorlatilag visszatért elődje, Schröder 2000. évi döntéseihez:

- a három hónapra leállított hét legidősebb reaktor már nem indulhat újra,
- a többi blokk zömmel 2021-ig végleg beszünteti működését,
- három erőművet csak 2022-ben zárnak be (készenlétként arra, ha az energiaellátás nem biztonságos, vagy az ígért energiapolitikai fordulat problémás),

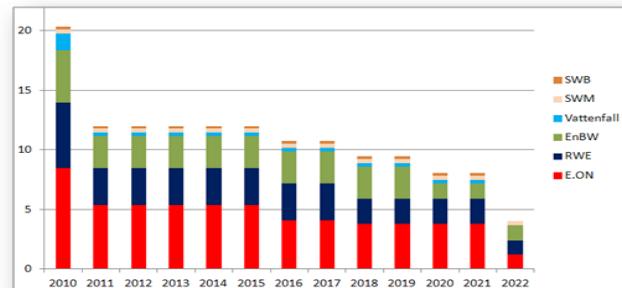
³ Amikor egy évvel később, 2012 júniusában a magabiztos Röttgen vezette CDU Észak-Rajna-Vesztfáliában is elbukta a tartományi választásokat (SPD 39,1%, CDU 26,3%), a kancellár asszony rövid úton meg is vált tőle.

– a nukleáris üzemanyag adó⁴ marad. [de4], [de5], [de6]

Ha erkölcsi aggályaik következetesek lennének, a leállításon túl el kellene zárkózniuk az atomerőművi áram importjától is (ahogy ezt a törekvést legutóbb Ausztriánál láttuk).

A blokkleállítások részletes ütemterve, a tulajdonosok érintettsége

A 2. ábra a blokki teljesítmények, ütemterv és tulajdonlási adatok kombinálásával készült:



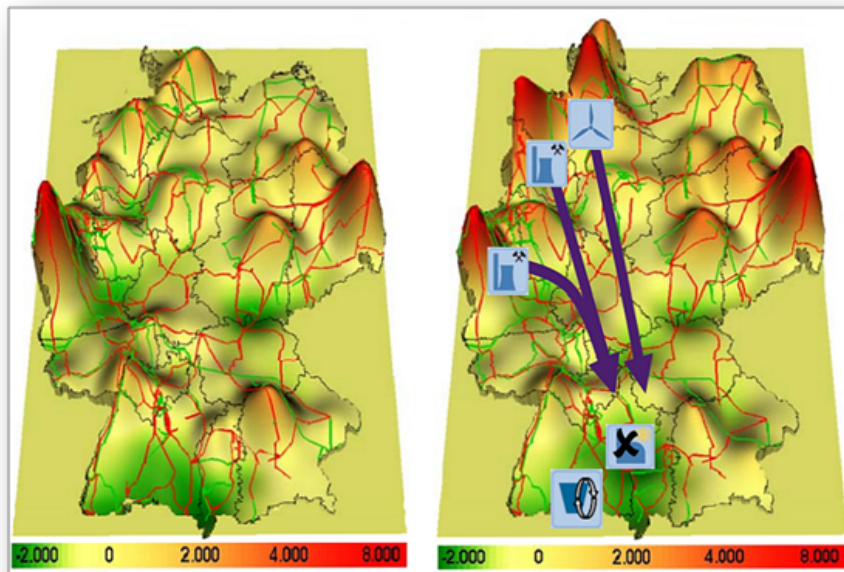
2. ábra: Atomerőmű teljesítmény [GW] csökkenése, tulajdonosi bontással (forrás: saját gyűjtés)

A legnagyobb bezárás 2011 márciusában következett be, amikor a mintegy 20 GW beépített teljesítmény egyik napról a másikra 60%-ára esett vissza. A következő 5 évben nincs változás. Majd 2 évenként fokozatos csökkenés jön, rendre 50%, 45%, 40%-os lépcsőkkel. Az utolsó évben a már csak a három legkorszerűbb reaktor által képviselt 20%-ra (4 GW) fogy a nukleáris termelés. A négy nagy atomerőmű üzemeltető közül a svéd Vattenfall súlya már tavaly marginálissá vált, míg a további három részaránya az utolsó előtti évig fennmarad. A legnagyobb érvágást természetesen a legnagyobb nukleáris termelő, az E.ON szenvedte el: 2011-ben 3,1 GW-ot kellett visszafejlesztenie.

Ellátásbiztonság, stabilitás, egyéb műszaki kérdések

2020-ra a villamos-energia rendszer 10 GW teljesítményhiányt mutat és nincs végleges elképzelés, hogyan is kellene ezt kezelni. 2012 áprilisában a kancellár vezetésével magas szinten összegyűltek az energetika meghatározó szereplői – így az E.ON, RWE és Siemens vezető tisztségviselői, hálózati szolgáltatók, szakszervezetek és energetikai lobbisták –, hogy megvitassák az energiaellátás jövőjét. A kiszivárgott információk szerint az iparági szereplők képviselői a gáztüzelésű erőművek jelenlegi jobb ösztönzését várják a kormánytól, mert meglátásuk szerint ezek az erőművek képesek leginkább a megújuló energiák ingadozásának kiegyenlítésére, illetve a csúcsigények kielégítésére. Májusban újabb megbeszélés volt a kormány és a piaci szereplők között. A tengeri szélenergiaerőműveket és a hálózati fejlesztéseket vitatták meg, miután a megelőző hónapokban többször is előfordult, hogy nem sikerült eljuttatni az energiát északról délre az elégtelen hálózati infrastruktúra miatt. [de7]

⁴ 2011. januárban az üzemidő hosszabbítással egyidejűleg új adónemet (Kernbrennstoffsteuer) vezettek be. Mértéke 145 € a reaktorokba berakott nukleáris üzemanyag minden grammjára. Ez az adónem a kivetésekor évi 2,3 mrd € adóbevételt jelentett.



3. ábra: Teljesítményhiány és -többlet [MW] eloszlása, 2010 és 2020
(forrás: G. Kaendler: Situation in Germany after NPP Moratorium, Amprion)

A 3. ábra bal oldala szerint 2010-ben a termelés és felhasználás viszonylag kiegyensúlyozott területi eloszlást mutatott. Ezt 2020-ra a tengerparti szélparkok északi teljesítménytöbblete, illetve az atomerőművek bezárása miatti tartós déli teljesítményhiány váltja fel, ami az egész országon átívelő jelentős távvezeték építéseket követel. A tartósan szeles, illetve téli időszakokban a már ma is részben megbillent egyensúly és az elégtelen átviteli kapacitások szállítási gondokat okoznak, illetve összeomláshoz közelítő helyzetek nem kizártak.

Minden megújuló egység beépítése annak ingadozó teljesítménye miatt amúgy is teherterhel a hálózatnak. Minél több van belőlük, annál nehezebb a villamos-energia rendszert szabályozni, stabilitását megtartani, a kielezett üzemállapotokat elkerülni. Az is baj, ha túl keveset, és az is, ha túl sokat termelnek. Erre legjobb megoldásnak az ingadozás energiatárolással, elsősorban szivattyús tározós vízerőművekkel való kiegyenlítése tűnik. Mivel Európa jó része egységes hálózati rendszerben üzemel, a negatív hatások nem lokalizálódnak a németeknél, kis mértékben már ma is érezkelhetők, akár nálunk is.

A Német Szövetségi Hálózati Ügynökség (Bundesnetzagentur, BNA) óriási erőfeszítéseket tett és tesz a kieső kapacitások pótlására, az ellátásbiztonság gyengülésének mérséklésére és a hálózat szabályozására. Néhány példa:

- A politikailag preferált megújuló vonal ellenére a realitásoknak engedve 2011 őszén a kiüregedett széntüzelésű erőművek üzemidő-hosszabbítását kérte a termelőlaktól, mert a szenes és nukleáris erőművek egyidejű leállításával jelentős áramhiány alakult volna ki. Ez akár negyven szénerőművet is érinthet. Elsőként Észak-Rajna-Vesztfália tartományban fordult az E.ON-hoz, hogy az eredetileg 2012-ben bezárandó Shamrock erőművének három blokkját tovább működtesse. [de8]

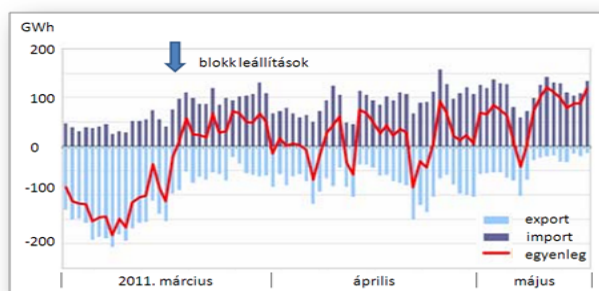
- Németország vészhelyzetben osztrák áramra is szorulhat. Már 2012. februárban villamosenergia-ellátási nehézségek léptek fel. A BNA előtte osztrák áramszolgáltatókat is megkeresett azzal a kérdéssel, képesek-e szükség esetén kiegészítő szállításokra. Mivel telente Ausztria is importál, a német igényt csak a CO₂-kibocsátást növelő gáz- és olajerőművek felpörgetésével képes kielégíteni. [de9]
- Biblisben a reaktorok már nem működnek, mégis forog az egyik nagy generátor. A helyi rendszerirányító Amprion és a Biblis tulajdonosa, az RWE a Siemens gyártóval együtt 2012 februárjára kb. 7 millió € értékű beruházás keretében szinkron-kompenzátor géppé alakította át a generátort. A már álló atomerőművek közül ugyanis 5 Dél-Németországban található, és nem csak a teljesítményük esett ki, hanem meddőteljesítmény szabályozási képességük is, így a feszültség stabilitását is egyre nehezebb biztosítani a hálózatban. [de10]

A váltakozó áramú villamos fogyasztók elsősorban induktív jellegűek (pl. villanymotorok), teljesítmény igényük egy részét tekercseik mágnesezésre fordítják. Ez a gép munkájához szükséges hatásos teljesítményen felül jelentkező meddő teljesítmény, a munkavégzésben nem vesz részt, mégis terheli a hálózatot. A vezetéken folyó áram a motor által vételezett hatásos és meddő áramok vektoriális összege. A feszültségesés és a vezeték melege a vezetéken folyó árammal arányos, ezért a vezetéken szállított meddő teljesítmény veszteséget okoz a hálózatban. A fogyasztók közelében, kisméretű feszültségen az induktív meddő áramokat fázisjavító kondenzátorok beiktatásával kompenzálják. Energiarendszer szinten, 400 kV-on és felette már a távvezeték is jelentős meddő teljesítményt termel, ami ugyancsak nemkívánatos feszültségnövekedést okoz.

A fölösleget söntfojtókkal nyelik el, vagy az erőművi generátorok forgórészében az egyenáramú gerjesztés szabályozásával befolyásolják. Az alulgerjesztett szinkron gép - generátor és motor üzemen is - meddő teljesítményt nyel.

Export, import, potenciális haszonélvezők

2011 márciusában a közel 8 GW-nyi német atomerőmű kapacitás kivonása a termelésből markáns változást hozott: Németország addigi jellemzően villamos-energia exportőr pozíciója importőrbe fordult át (4. ábra):



4. ábra: Importfüggés kialakulása
(forrás: M. Dürr: German Reactions to Fukushima / entso-e)

Elvben minden határkeresztező kapcsolati ponton vételezhetnek, de nyilván a legnagyobb szállító Franciaország a maga 78%-os nukleáris termelői hányadával, az állami EDF révén. A franciák mellett a cseh ČEZ is a helyzet haszonélvezője. Nemcsak 2011-es, hanem későbbi termelésének jelentős részét is jó áron eladta a németeknek. [de11] A váratlan piaci igény a telmáni atomerőmű bővítését is még inkább megalapozta. Középtávon további nyertes Szlovákia: a pénzühiány miatt jó 20 éve félbehagyott mochovcei atomerőmű 3. és 4. blokkját a privatizáló olasz ENEL 2013-14 körül befejezi, és a feljavított VVER-440 blokkok terméke is biztos vásárlóra számíthat.

Környezetvédelem

A már néhány éve beharangozott német „energetikai forradalom” fő célja az éghajlatváltozás kezelése és a megújuló technológiákra alapozó új áramellátási rendszer. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését önmagában sem egyszerű teljesíteni, de Fukushima után a hét blokk hirtelen leállítása és a többi 2022-ig tartó fokozatos kivonása tovább növeli a nehézségeket.

A Deutsche Bank becslése szerint az atomenergiából való kiszállítás 2020-ig 370 millió tonna CO₂ többlet kibocsátással jár (addig az atomerőművek lettek volna a CO₂ kibocsátás elkerülésének legnagyobb forrásai). [de12]

Árak, iparpolitikai hatások

A már említett két 2011. márciusi tartományi választáson elért zöldpárti előretörés után a német áramtözsde azonnal felszökött az áram ára. A 2012-re szóló határidős kontraktus ellenértéke már másnap 59,30 MWh/€-ra emelkedett, ami a legmagasabb volt 2008 őszé óta. A piac előre látta és azonnal beárzta a várható atomerőmű bezárásokat. [de13]

Az atomerőművek leállása nyomán kimutathatóan tovább emelkedtek a német, és részben a vele szorosabban kapcsolt országok villamos energia árai. Több okból is: 1) amiből csökken a kínálat, annak a piac törvényei szerint drágulnia kell, 2) a még működő atomerőműveket tovább sújtja a nukleárisüzemanyag-adó, 3) a szén- és földgázénergiák árai különadó nélkül rendszerint magasabbak az atomerőművi áram áránál, 4) a megújuló eredetű villamos-energia ára a

kötelező átvétel és a hatalmas támogatás miatt sokkal drágább.

A fenti minőségi fejtegetésen túl már konkrét megnyilvánulásai és következményei is vannak a drágulásnak. A harmadik legnagyobb német alumíniumgyártó, a Voerde Aluminium GmbH 2012. május elején csődöt jelentett a könnyűfém árának csökkenése és az emelkedő termelési költségek (értsd: a német áramár) miatt. [de14] „Ez az ipar, a nemzetközi versenyképesség fokozatos leépülését jelzi”, mondta Grillo, a Wirtschaftsvereinigung Metalle (WVM) fémipari testület elnöke. A folyamat valóban beindult: az energy.eu 2011. novemberi adataiból kigyűjtött 1. táblázat szerint a német ipari felhasználók évi 20 GWh felett 11,95 eurocentet fizetnek egy kWh-ért, míg a franciák csak 6,9-et:

1. táblázat Áramdíjak európai országokban [eurocent/kWh]

Ország	Háztartási ~3500kWh/év	Ipari >20 GWh/év	Nukleáris hányad (%)
Németország	27,8	11,9	28,4→17,8
Csehország	15,4	10,7	33,0
Magyarország	17,9	10,7	43,2
Hollandia	22,2	10,6	3,6
Spanyolország	21,5	10,4	19,5
Egyesült Királyság	16,7	10,1	17,8
Finnország	15,7	7,6	31,6
Franciaország	14,7	6,9	77,7

(forrás: wnn-wna, rp-online.de, 2011. november)

A WVM sürgette a kormányt, hogy védje meg a nagy energiafelhasználású iparágakat az elszabaduló áráktól és ösztönözze a kisebb CO₂ kibocsátású gyártást. Az okokat nevének megnevezték: „a villamos energia árának emelkedése a megújuló energiák, és különösen a fotovoltikusok túlzott állami támogatásából ered.”

Rövidtávú gazdasági következmények a termelőknél, jogi ellenakciók, leépítési szándékok

Zord idők elé néztek a német energia-konzernek, miután a berlini kormány elrendelte az atomerőművek fokozatos bezárását. Ahogy láttuk, egyrészt megfosztották őket legfontosabb bevételi forrásuktól, másrészt terhelik őket a leszerelési költségek, harmadrészt tovább kötelezik őket óriási összegű illeték megfizetésére az újrahasznosítható energiaforrások kiépítése érdekében.

Az RWE 2011 első félévében - a blokkleállítások és az üzemanyag adó miatt - előállt költségei 900 millió € nagyságúak voltak. Az EnBW 2011 második negyedében 962 millió € veszteséget mutatott ki a tavalyi hasonló időszak 91,4 milliós nyereségével szemben. A Vattenfall esetében

pedig ugyanerre az időszakra tavaly 3,2 milliárd SEK volt a veszteség, tavalyelőtt 5 milliárd SEK a profit.

Teyssen E.ON vezérigazgató már a blokkok leállítási döntésének másnapján kijelentette, hogy bírósági eljárást kezdeményeznek a német állam ellen a több milliárdos kár miatt, amit a bezárások és a január óta bevezetett nukleáris üzemanyagadó okozott a számukra. A fűtőelemekre kivetett adó miatt Grossmann RWE vezérigazgató is rögtön perrel fenyegetett, ugyanis eredetileg ez volt az üzemidő meghosszabbításának ára. A perek el is indultak, de a felperesek csak részikereket értek el. [de15] Beadványaik nyomán kétségek merültek fel a nukleáris üzemanyag adó alkotmányosságáról a hamburgi Adóügyi Bíróságnál (Finanzgericht), míg Stuttgartban ugyanebben nem találtak kivétnevet. A végső álláspontot vagy a Szövetségi Alkotmánybíróság, vagy az Európai Bíróság mondja majd ki. [de6] Speciális helyzetbe került az EnBW, mert tulajdonosa a Baden-Württembergi tartomány, melyet a 2011-i választásoktól már atomenergia ellenes koalíció vezet. Az EnBW így nem fellebbezett az első fokon elbukott üzemanyag adó perében és nem nyújtott be keresetet a leállítások ellen sem. A jogi erőfeszítések sorában a svéd állami tulajdonú Vattenfall fellépése nyitott új fejezetet. Más úton szállt szembe, mint a többiek: egy évvel a számára kedvezőtlen döntések után termelési jogainak elvonását vitatta az általa részben tulajdonolt Brunsbüttel és Krümmel atomerőműveknél. Teljes kártérítést igényel a nemzetközi választott bíróságnál: beadványát a Beruházási Viták Rendezésének Nemzetközi Központjához (ICSID⁵) nyújtotta be. [de16]

Az E.ON még a múlt nyáron három telephelyét szándékozta bezárni (esseni, müncheni és hannoveri központok). A több mint ezer személy elbocsátásának hírére az üzemi tanács azonnal tiltakozott. A Süddeutsche Zeitung arról is beszámolt, hogy az E.ON által világszerte foglalkoztatott 85 ezer főből 10 ezer leépítését tervezi (korábban a vállalat még csupán néhány száz fős elbocsátásról tájékoztattott). [de17] Lényegében hasonló problémákkal küzdött a többi energiakonzern is. A szakszervezetek már 2011 nyarán jelezték, hogy forró őszre számíthatnak, ha tömeges elbocsátásokra készülnek, és ez valamilyen mértékben be is következett.

Az energetikai átállás súlyos költségei és gazdasági áttételei

Németországnak 2020-ig évente 25 milliárd €-t kell befektetnie ahhoz, hogy céljai érdekében két évvel a nukleáris termelés vége előtt 40%-kal csökkenthesse az üvegházhatású gázok kibocsátását, 35%-ra (duplájára) emelhesse a megújuló hányadot a villamosenergia-termelésben, és 20%-kal mérsékelhesse az elsődleges energiafogyasztást. A KfW Bankengruppe (frankfurti állami fejlesztési bank, fő profilja környezetvédelmi befektetések és innováció finanszírozása) elemzése szerint ugyanis az ehhez szükséges teljes beruházási költség 239-262 milliárd €. Ez szerintük akkora kihívás, hogy csak állami és magántőke együttes fellépésével lehet neki megfelelni. A felmért beruházások közt kb. 10 milliárd €-t fosszilis erőművekre (10 GW), mintegy 144 milliárd €-t megújuló energiaforrásokra, és akár 29 milliárd €-t pedig

nagyfeszültségű távvezetésekre (3600 km) kellene költeni. A bank azt is megjegyezte, hogy a nagy tőkeigényű projektek gyakran túllépik az előirányzatot. [de18]

A Siemens ennél jóval nagyobb, már a hihetőség határán mozgó számokat nevezett meg. Szerinte az új energiapolitika 2030-ig 1400 milliárd €-ba⁶ kerülhet (ez valamivel több, mint a világ ötödik legnagyobb gazdaságának, Brazíliának teljes 2010-es GDP-je). A becslést Süß energiadivízió-vezető jelentette be a Handelsblatt gazdasági napilap által Berlinben szervezett Energiewirtschaft-2012 rendezvényen. Sőt, ez még nem is tartalmazza az atomerőművek leállításának költségeit, amit homályosan 14-252 milliárd € közötti összegre taksáltak. [de12]

Nukleáris képzési programok lassú fuldoklása

Nemzetközi szakmai összejövetelek szünetében a németek, svájciak többsége nyitott nem hivatalos beszélgetésekre. Így például tavasszal a nukleáris kutatás és oktatás fellegvárának számító Karlsruhe képviselője jelezte egy konferencia folyosóján: gyakorlatilag eltűnt a finanszírozás a korábbi kurzusai mögött. Azt még némileg értette, hogy az újabban antinukleáris tartományi kormányzat tulajdonát képező EnBW kényszerűen kihátrált, de a veszteségeket szenvedő többi nagy energiacég (pl. E.ON, RWE) is így tett. Sőt, eddig német autópári óriások is szívesen pénzelték tanfolyamaikat, most már nem. Forrásuk persze volna, de nem akarják, hogy a sajtó esetleg feltárja és közlétegye ilyen nukleáris kötődéseiket. Ezzel ugyanis az atomenergia ellen hangolt vevőknél termékeik vásárlását kockáztatják. A megújuló támogatása persze trendi, zöld programokra több mint szabad költeni, amit meg is tesznek, maximálisan kihasználva ennek marketing értékét. [de19]

A müncheni székhelyű ENELA⁷ 2010-ben a francia-német AREVA, a svájci Axpo, a német EnBW, az E.ON, a holland-német-brit Urenco és a svéd Vattenfall kezdeményezésére jött létre, elsősorban az alapítók országainak atomiparára fókuszálva. Angol nyelvű egy éves posztgraduális nukleáris menedzserkurzusokat szervezett, nagy igényességgel megkomponált szakmai vezetőképzést folytatott, illetve nukleáris agytröszt jellegű szerepet is vállalt. 2012. június végén jött a hír, miszerint a szervezet részvényesei úgy döntöttek, hogy az ez évre tervezett programot októberig a szervezet még teljesíti, de azt követően tevékenységét pénzügyi okok és a nukleáris kilátások romlása miatt nem folytatja. [de20]

Mindezek újabb elszomorító példák arra, hogy főként Németországban az atomenergiából való közvetlen kiszállás hatása hogyan terjed át a szponzoráció, továbbképzések, szakmai háttérintézmények területére is, a nukleáris kompetenciák fokozatos degradációjáig vezetve. Eltűnik egy iparág, a német high-tech egy jelentős szelete, egy kapcsolódó szakmakultúra.

⁵ International Centre for Settlement of Investment Disputes

⁶ Ha csak a fele igaz, akkor sem kevés. A Siemens szavai esetenként óvatosan kezelendők. Noha Löscher cégvezető 2011. szeptemberi nyilatkozata szerint elhagyják a nukleáris ipart, ma is stabilan a piacon vannak olyan termékeik (turbina, villamos- és irányítástechnikai berendezések) és szolgáltatásaik, amelyek atomerőművekhez valók.

⁷ European Nuclear Energy Leadership Academy GmbH

A társadalmi attitűdváltozás torzszülöttje

Az antinukleáris agymosás szociokulturális közegét jól jellemzi a következő eset is. A német nyelvű interneten megint erőre kaptak a népbuhtítás különféle megnyilvánulásai, egyebek közt újra felbukkant⁸ az ún. Atomstromfilter. A konnektorhoz csatlakoztatott NucleoSTOP modell a gyártója szerint potom 789 €-ért kiszűri az atomerőművekben fejlesztett összes elektront. Hogyan is? Íme, az áltudományos magyarázat. Minden maghasadást egy „tachyon impulzus” kíséri, aminek nyoma kitörölhetetlen aláírásként fellelhető a bejövő áramban, származzon az könnyű- vagy nehésvízzel moderált, nyomott- vagy forralóvízes, de akár gyorsreaktorból is. A készülék ennek alapján képes felfedni, sőt visszaküldeni (sic!) a nem kívánt elektronokat. A legújabb változat reklámjában az szerepel, hogy „háromfokozatú tachyon detektorával” már az import áramot is képes szűrni! A termék weblapja lelkesítő vásárlói hozzászólásokat idéz: „fantasztikus!”, „ez egy nagyon bölcs beruházás”, „az egész családot izgalomba hozta”, „újabb bizonyíték a német műszaki elme vezető szerepére”, „eleinte szkeptikus voltam, de egyszerű csatlakoztathatósága meggyőzött”. Aki mindezeket elhűlve véletlenül a kezdőlap alján megbújó apró betűs impresszumra kattint, ezt találja: ez egy paródia, a berendezés nincs kereskedelmi forgalomban.⁹ [de21] Akkor most fel lehet lélegezni? Sajnos nem, mert egy sor fórumbejegyzés a szatírárt teljesen valóságként itéli. A lényeg így nem is az, hogy tényleg kapható-e, hanem hogy volna rá masszív lakossági igény.

Javul-e Németország biztonsága atomerőművei leállításával?

Elegendő bizonyítékát és beismerését láttuk már annak, hogy a német atomerőmű bezárások háttérben egyértelműen a politika áll. Mégis többen igyekeznek kiegészítő magyarázkodással igazolni a politikai döntést, előhívva a biztonság kérdését is. A német blokkok biztonsági mutatói szignifikánsan nem tértek el a környező országokban üzemelőktől, amit az európai „stressz teszt” gyakorlatilag visszaigazolt. Ez tehát nem lehet még utólagos indok sem bezárásukra. Az országot a határaitól számított 120 km-en belül jelenleg 22 működő reaktor veszi körül: Doel 1-4, Tihange 1-3 (Belgium), Chooz 1-2, Cattenom 1-4, Fessenheim 1-2 (Franciaország), Leibstadt, Mühleberg, Gösgen, Beznau 1-2 (Svájc) és Temelin 1-2 (Csehország).¹⁰ Félrevezető tehát az az antinukleáris állítás is, amely a német „atommentesség” nagyobb biztonságát hirdeti. Továbbá előítéleteket, tudatlanságot tükröz az a szemlélet, hogy egy reaktor elfogadható biztonsága csak leállításával érhető el. Ha félsz a gombamérgeztől, ne képezd magad gombaismeretből, ne fordulj szakértőhöz sem, hanem számúzd teljesen a gombát saját étrendedből, sőt mások étlapjáról is!

⁸ Sükösd Cs. személyes közlése: A '80-as évek elején már kapható volt „atomszűrő” az NSZK egyes boltjaiban (ára 50 DM, míg a háromágú T-dugó 10 DM). Kíváncsiságból én is vettem, majd szétszereltem: egyetlen kondenzátor (értéke kb. 10 Pfennig) volt beforrasztva. A félrevezetett emberek vitték, mint a cukrot.

⁹ Das Produktangebot NucleoSTOP ist satirisch gemeint, es werden hiermit keine kommerziellen Geschäfte getätigt.

¹⁰ Amúgy e blokkok együttes teljesítménye kb. 20 GW, vagyis annyi, mint a német atomerőmű kapacitás 2010-ben.

Svájc: az atomerőművek tovább működnek, de újak nem épülnek

Svájcban már a fukushimai balesetet követő harmadik napon felfüggesztették a három építeni tervezett atomerőművi blokk előkészületeit, nem kis mértékben a német és olasz szomszédok belpolitikájából átszivárgó „atomhisztéria” miatt. A helyi antinukleáris aktivisták sem pihentek. Félelemkeltő kampányuk egyik fő érve az a csúsztatás volt, hogy Mühlebergben és Leibstadtban ugyanolyan General Electric szállítású forralóvízes reaktorok működnek, mint amelyek Fukushimában tönkrementek. [ch1] Az a legkevésbé sem zavarta őket, hogy a svájci blokkok már jobbra későbbi, BWR-4 illetve BWR-6 típusúak, és rendelkeznek egy sor további módosítással, kiegészítéssel (pl. megerősített védőépület, szükségáramforrásként közeli vízerőmű, egyiknél a szomszéd hegyen magaslati tartalék víztartály), illetve Svájcban nincs cunami. Olyan mértékben sikeres volt a hozzá nem értő átlagpolgár féligazságokkal történő befolyásolása, hogy Aargau kantonban 2011. május 22-én mintegy 20 ezer főt sikerült kivinni az utcára az elmúlt negyedszázad legnagyobb atomenergia-ellenes tüntetésére. Ezt pár napon belül követte az a kormánydöntés, hogy az új blokkok nem épülnek meg. [ch2]

Egy atomerőmű kétségtelenül hosszú távú befektetés, s mint a német példánál láttuk, idő előtti bezárása igen komoly gazdasági és más konzekvenciákkal jár. Ezért kavart viszonylag kisebb vihart a svájci kormányzat döntése, ők ugyanis csak az új atomerőmű blokkok építésének előkészületeit állították le. Egyszerűen megvárják a jelenlegi öt működő blokkjuk 50 éves élettartamának lejártát, s csak azután zárják be őket, ahogy a 2. táblázat mutatja:

2. táblázat Svájc működő atomerőművei

Blokk	Típus	Teljesítmény	Leáll
Beznau-1	nyomottvízes	365 MW	2019
Beznau-2	nyomottvízes	365 MW	2021
Mühleberg	forralóvízes	372 MW	2021
Gösgen	nyomottvízes	970 MW	2029
Leibstadt	forralóvízes	1165 MW	2034

forrás: BFE [ch3], WNO [ch4]

Japán: mekkora marad az atomerőmű flotta?

2012. május elején a sajtó tele volt azzal a hírral, hogy leállították az utolsó atomerőművet is Japánban. A lelkesedő zöldek és felszínesebb tudósítások arról persze nem szóltak, hogy mi az egyébként valós hír háttere, és a várható folytatás. Lássuk a teljes történetet.

Az összes ép japán blokkra kiterjed egy kétlépcsős biztonsági értékelési program, melyet az amúgy is soros leállásokat követően végeznek el a szokásos rutinellenőrzéseken felül. Amikor a Tomari-3 reaktor május 5-én leállt rendes karbantartásra, tényleg bekövetkezett az, hogy az ország 54 blokkja közül már egy sem működött (a leghosszabb ciklusidejű japán blokkok két leállás közt 18 hónapig üzemelnek, és ez telt most le utolsóként ennél a 2011.

márciusi földrengés előtt pár hónappal újraindított blokknál is).

- Az első lépcső egy, az Európában végrehajtottéhoz hasonló stressz-teszt, amikor a tervezési alapon túli hatásokkal szembeni ellenálló képességet vizsgálják.
- A második lépcső során figyelembe veszik az európai felülvizsgálatok eredményeit és a fukushimai baleset után Japánban elvégzett nemzetközi kivizsgálások tapasztalatait is.

Tehát az antinukleárisok illúziója a végleges szakítás az atomenergetikával. Május elejétől minden reaktor állt a vizsgálatok miatt, és csak azok sikere esetén indulhat újra. A kormány áprilisban már 16 reaktortól kapta meg az eredményeket. Az indításhoz akkor a Kansai Electric energiataársaság Ohi-3 és -4 blokkjai álltak a legközelebb, melyeket a nemzeti nukleáris hatóság és a központi kormányzat már engedte volna termelni. De Japánban ez még nem elég, mert a központi szerveken túl a helyi közigazgatásnak is kiterjedt jogai vannak. Itt például a prefektus további elemzéseket végeztetett saját szakértők bevonásával. [jp1], [jp2]

A lakosság bizalmatlan és elkeseredett, így a visszaindítás politikailag kockázatos. Egy határon túl persze a kivárás sem jó. Noda kormányfő ezért június elején az állami televízióban érvelt álláspontja, a reaktorok indítása mellett. Kijelentette, hogy a nukleáris energia döntő fontosságú a japán társadalom számára, kormánya el kívánja kerülni a nyári energiaválságot. Az ország energiaszükségletének korábban közel 35%-át fedezte az atomenergia. Ennek most csak a 2/3-át tudják sokkal drágább szénhidrogén importtal pótolni. Az ellátás nem biztosítható, ha egy atomerőmű sem termel.

Fogyasztói oldalra koncentrált híradások is megjelentek. A nagy kérdés az, hogy meddig viselhető az áramhiány és merre billen majd a társadalom? Mert elővették a gázrezsőt, elemlámpát és gyertyát a spórolásra kényszerült japánok. A lakosság igen elszántan próbált segíteni a természeti katasztrófa áldozatainak és eddig fegyelmelzetten tartotta magát az energiatakarékosági intézkedésekhez kánikulában és fűtési szezonban is. A cégek tavaly nyáron kényszermegoldásokkal próbáltak alkalmazkodni az elégtelen elektromos ellátáshoz (pl. időben széthúzva éjszaka vagy hétvégén dolgoztak, leállították a lifteket, nagyon indokolt esetben használták a nyomtatót és fénymásolót, lejjebb vették a reklámok fényerejét, sok helyen maguk is áramtermelésbe kezdtek). Ha az ország energiaellátása

erősen hiányosnak bizonyul az idei hőségben is, az ismét az atomenergia felé terelheti a közvéleményt. Ha azonban sikerül ingujjban túrni a kánikulát és közben még a nagyvárosi fényeket sem kell lekapcsolni, akkor azt sokan bizonyítéknak tekintik majd arra, hogy nukleáris energia nélkül is van élet, ami az atomerőművek végét jelentheti. [jp3] Eközben Japán, amely korábban a klímaváltozás elleni mozgalom élén járt, most komoly környezetszennyezővé lép elő. A Környezetvédelmi Minisztérium szerint több mint 15%-kal több üvegházhatású gázt fog kibocsátani idén, mint 1990-ben, ami bázisév az emisszióval kapcsolatos számításoknál. [jp2]

A Gazdasági és Ipari Minisztérium még 2011. októberben létrehozott egy energiapolitikai szakbizottságot, amelyben számos energetikus, kutató és nagyvállalat vesz részt. 2012. június elején a 25 tagú bizottság négy hosszú távú forgatókönyvet vázolt fel az ország számára:

- az összes reaktor leáll 2030-ig (atom-0%, megújulók-35%),
- jelentős csökkentés 2030-ig (atom-15%, megújulók-30%, majd új döntés),
- mérsékelt csökkentés (atom-20-25%, mértékét még pontosítani kell),
- az önszabályzó piac határozza meg az energiaszerkezetet.

A „nincs változás (atom-35%)” lehetőséget, mint ötödik forgatókönyvet elvetették. Munkájuk lényegi eleme volt annak a meghatározása, hogy az atomenergia részarányának csökkentésével hogyan pótolható a szükséges villamos energia mennyisége más forrásokból. Ilyenek a hagyományos, fosszilis források (kőolaj, földgáz, szén); a megújuló energia (nap-, szél-, geotermikus energia) és a kogenerációs energia (együtt termelt hő és áram). Bármely változat valósul meg, az már most egyértelmű, hogy a szolgáltatók emelni fogják az áraikat, mert a nem nukleáris források mind drágábbak. A testület figyelmeztetett arra is, hogy minél kisebb az atomenergia aránya, annál súlyosabban sérül a gazdaság. Ha az összes atomerőmű leáll, a GDP akár 5%-kal is csökkenhet. [jp4], [jp5]

Záró gondolat

A cikk már csaknem elkészült, amikor július 5-én végre optimizmusra okot adó hír jött: sok egyeztetés és huzavona után, a tiltakozások ellenére az Ohi-3 blokk újra termel, és az Ohi-4 is várhatóan két hét múlva indul. [jp6]

Irodalomjegyzék

(a források letöltve a 2012 júniusát megelőző év folyamán, a friss hírek megjelenésük után)

[at1] http://hu.wikipedia.org/wiki/Zwentendorf_atomeromu

[at2] http://de.wikipedia.org/wiki/Kernkraftwerk_Zwentendorf#Volksabstimmung

[at3] <http://www.google.hu/search?q=Faymann+Graustrom+Anti-Atom-Gipfel>

[it1] <http://www.nepszava.hu/articles/article.php?id=437678>

[it2] http://en.wikipedia.org/wiki/Italian_referendums,_2011

[it3] <http://www.world-nuclear.org/info/inf101.html>

- [de1] http://de.wikipedia.org/wiki/Landtagswahl_in_Baden-Wuerttemberg_2011
- [de2] http://de.wikipedia.org/wiki/Landtagswahl_in_Rheinland-Pfalz_2011
- [de3] <http://www.google.hu/search?q=Rat+Weisen+Töpfer>
- [de4] http://index.hu/kulfold/2011/05/30/nemetorszag_2022-ig_bezarja_atomeromuveit/
- [de5] http://www.world-nuclear-news.org/NP_Last_decade_of_German_nuclear_power_3105111.html
- [de6] <http://de.wikipedia.org/wiki/Kernbrennstoffsteuer>
- [de7] http://www.world-nuclear-news.org/NP-Germany_moves_to_bolster_grid-3005125.html
- [de8] http://www.emission-trading.org/article340_16834.html
- [de9] <http://www.google.hu/search?q=Bundesnetzagentur+Österreich+Hilfe>
- [de10] <http://www.amprion.net/generator-wird-zum-motor>
- [de11] <http://www.cez.cz/en/investors/inside-information/1405.html>
- [de12] http://www.world-nuclear-news.org/NP_Eye_watering_cost_of_renewable_revolution_2301121.html
- [de13] http://hvg.hu/gazdasag/20110328_gyozelem_aramar_nemet_zoldek
- [de14] http://www.world-nuclear-news.org/NP_Power_shift_begins_to_move_German_industry_1805122.html
- [de15] http://www.world-nuclear-news.org/C_Heavy_impact_from_post_Fukushima_decision_1008111.html
- [de16] http://www.world-nuclear-news.org/C_Vattenfall_versus_Germany_0806122.html
- [de17] <http://www.sozonline.de/2011/09/two-sind-die-milliarden-geblieben/>
- [de18] http://www.world-nuclear-news.org/IT_Big_money_needed_for_German_energy_transition_2209111.html
- [de19] személyes közlés
- [de20] <http://www.enela.eu/index.php/newsroom/138-enela-to-cess-operations-later-this-year>
- [de21] <http://www.nucleostop.de>
- [ch1] <http://www.greenpeace.org/switzerland/de/Kampagnen/Stromzukunft-Schweiz/Atomstrom/Sicherheit-und-Gesundheit/Nukleare-Katastrophe-in-Japan/Haufig-gestellte-Fragen/>
- [ch2] <http://www.aargauerzeitung.ch/aargau/anti-akw-kundgebung-verlief-absolut-friedlich-108568733>
- [ch3] <http://www.bfe.admin.ch/themen/00511>
- [ch4] <http://www.world-nuclear.org/info/inf86.html>
- [jp1] http://nukinfo.reak.bme.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=2881
- [jp2] http://www.world-nuclear-news.org/RS-Last_Japanese_reactor_in_outage-0405127.html
- [jp3] <http://www.origo.hu/nagyvilag/20120517-mihez-kezd-japan-atomenergia-nelkul.html>
- [jp4] http://nukinfo.reak.bme.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=2899
- [jp5] http://nol.hu/tud-tech/20120606-japan_atomvariaciok
- [jp6] http://www.world-nuclear-news.org/RS-Ohi_producing_power_again-0507124.html