

MELLÉKLET

az OAH Hírlevél 2012. 2. számához

Tartalom

- Petőfi Gábor: Szakmai Nap a Célzott Biztonsági Felülvizsgálatról
- OAH sajtóközlemény: "Befejeződött az EU stressz tesztje"
- Meghívó a második nyilvános fórumra a stressz teszt kölcsönös nemzetközi felülvizsgálatának eredményeiről
- Sajtóközlemény: "Befejeződött a nukleáris védettségi csúcstalálkozó Szöulban"
- Bank Klára: "A 21. század energiaforrásai" című előadás fóliái. Az előadás az „Atomenergiáról mindenkinek” címmel 2012. május 24-én, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi és Bölcsészettudományi Karán rendezett ismeretterjesztő konferencián hangzott el.
- Lázár István: "Sugárzó környezetünk" című előadás fóliái. Az előadás az „Atomenergiáról mindenkinek” címmel 2012. május 24-én, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi és Bölcsészettudományi Karán rendezett ismeretterjesztő konferencián hangzott el.
- Hullán Szabolcs: "Atomerőművek biztonsága" című előadás fóliái. Az előadás az „Atomenergiáról mindenkinek” címmel 2012. május 24-én, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi és Bölcsészettudományi Karán rendezett ismeretterjesztő konferencián hangzott el.
- Nős Bálint: "A radioaktív hulladékokról" című előadás fóliái. Az előadás az „Atomenergiáról mindenkinek” címmel 2012. május 24-én, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi és Bölcsészettudományi Karán rendezett ismeretterjesztő konferencián hangzott el.
- Rónaky József: "Fukushima és tanulságai" című előadás fóliái. Az előadás az „Atomenergiáról mindenkinek” címmel 2012. május 24-én, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi és Bölcsészettudományi Karán rendezett ismeretterjesztő konferencián hangzott el.
- Sükösd Csaba: "Atomenergia a 21. században" című előadás fóliái. Az előadás az „Atomenergiáról mindenkinek” címmel 2012. május 24-én, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi és Bölcsészettudományi Karán rendezett ismeretterjesztő konferencián hangzott el.
- Válogatás a NucNet híreiből – 2012. június

SZAKMAI NAP A CÉLZOTT BIZTONSÁGI FELÜLVIZSGÁLATRÓL

Véget ért az Európai Unió stressz tesztje és ezzel végleg pont került a hazai Célzott Biztonsági Felülvizsgálatra is. Ennek okán kezdeményezte az Országos Atomenergia Hivatal 2012. május 3-án egy szakmai nap megtartását azzal a céllal, hogy a nukleáris szakma nyilvános szeminárium keretében tekintse át a felülvizsgálatot, az elért eredményeket, ismerje meg a fukushimai atomerőmű baleset tapasztalatai alapján eddig elhatározott biztonságnövelő intézkedéseket.

Az európai előzmények és a kontextus ismertetése után a szakmai nap első része a hazai felülvizsgálat eredményeire koncentrált. A paksi atomerőmű szakemberei bemutatták azt az erőfeszítést, az esetenként innovatív módszereket, amellyel ezt az egyszeri és egyedi megközelítést igénylő értékelést elvégezték. A biztonságnövelésre fókuszált hozzáállás meghozta gyümölcsét: a jogszabályok által megkövetelt biztonsági szint teljesítésén túlmenően meglévő tartalékok megerősítésére számos kisebb és fontosabb intézkedést sikerült azonosítani. A folyamatot felügyelő hatóságként az OAH-ra a vizsgálati követelmények, a teljesítésük ellenőrzése, valamint a nemzeti hatósági jelentések elkészítése hárult. A mindvégig szoros együttműködésben végzett munka eredményét a nemzetközi szakértői felülvizsgálat is visszaigazolta: nem tártak fel olyan területet vagy intézkedést, amellyel ne értettek volna egyet, vagy amely kiegészítésre szorult volna. Az elhatározott intézkedések beütemezése folyamatban van, azt 2012. június 30-ig kell az atomerőműnek elkészítenie.

A szakmai nap második szekciója az európai szintű folyamatban részt vett magyar szakértők tolmácsolásában összegezte a hazai nukleáris szakma számára is hasznosítható tapasztalatokat. Jó volt hallani, hogy Magyarország valóban jól szerepelt a megmérettetésen, ezt visszaigazolták a rólunk készült jelentésen túl az elhangzott európai vélemények is. Az alaposágra törekvő hozzáállással, a jól előkészített előadásokkal és a szoros hatóság-engedélyes együttműködést sejtető fellépéssel sikerült meggyőzni az európai szakértőket arról, hogy hazánkban európai összehasonlításban is élenjárva vontuk le a nukleáris biztonság terén a fukushimai tapasztalatokat. A nemzetközi vizsgálatok érdekes eredménye volt, hogy általában a kisebb nukleáris programmal rendelkező, így a nemzetközi szakvélemény hatásának jobban kitett országok végezték el alaposabban a stressz teszteket és általában véve jobban szerepeltek egyes, több atomerőművet üzemeltető EU tagállamnál.

Dr. Rónaky József, az OAH főigazgatója megköszönve az előadóknak és a felülvizsgálatban részt vett minden hazai szakembernek a megfeszített egyéves munkáját úgy összegezte a hallottakat, hogy a nukleáris szakma ismét, immár sokadszor bizonyította, hogy képes a tapasztalatok feldolgozására és azokat a saját, a nukleáris biztonság javára fordítani. El kellene érni azt, hogy az atomerőművek esetén már megvalósulthoz hasonlóan az egyéb ipari és természeti kockázatok ellen is megfelelően és arányosan készüljön fel a társadalom. Ehhez pedig az atomerőművek biztonsága terén kidolgozott, folyamatosan, például a stressz tesztek alkalmával is továbbfejlesztett módszerek, megközelítések kiválóan alkalmazhatók lennének. Az elhatározott biztonságnövelés mellett ez is eredménye a Célzott Biztonsági Felülvizsgálatnak.

Petőfi Gábor
főosztályvezető-helyettes
OAH

SAJTÓKÖZLEMÉNY BEFEJEZŐDÖTT AZ EU STRESSZ-TESTTJE

2012. április 25-én az Európai Nukleáris Biztonsági Hatóságok Csoportja (European Nuclear Safety Regulators Group - ENSREG) jóváhagyta az európai nukleáris stressz tesztekéről (pontosabb elnevezéssel a Célzott Biztonsági Felülvizsgálatról) szóló felülvizsgálati jelentést. A stressz tesztek végrehajtását az EU Tanácsa kezdeményezte a 2011. március 11-én Japánban bekövetkezett földrengés és szökőár által kiváltott fukushimai atomerőmű balesete nyomán. A stressz-teszt folyamatban mind a 15 atomerőművet üzemeltető európai uniós ország, valamint Svájc és Ukrajna is részt vett.

A folyamat első részében az erőművek üzemeltetői végeztek önértékelést, amelyet a nemzeti nukleáris hatóságok ellenőriztek, majd elkészítették jelentéseiket az ENSREG által meghatározott szerkezetben és tartalommal. A nemzetközi felülvizsgálat során a jelentéseket témákra bontva, országonkénti konzultáció keretében vizsgálták felül a résztvevő országok és az Európai Bizottság által kijelölt szakértők. Végül a felülvizsgálat zárásaként minden országba ellátogattak a szakértői csapatok, hogy a helyszínen is megbizonyosodjanak a felülvizsgálatok megfelelőségéről és a levont következtetések helyességéről. Az ENSREG jelentése ennek a folyamatnak az eredményeit foglalja össze, függelékében pedig megtalálhatók az egyes országokról készített jelentések, amelyek tartalmazzák a fő következtetéseket és a helyzet javítása érdekében megfogalmazott javaslatokat.

Az ENSREG általános megállapítása szerint a felülvizsgálat lehetőséget teremtett az európai nukleáris biztonsági helyzet értékelésére és egyben rámutatott a további javítás lehetőségére. A stressz-tesztek keretében jelentős lépések történtek az erőművek ellenálló képességének növelése érdekében, de a megkezdett munkának folytatódnia kell, és a szakértői felülvizsgálatok által tett javaslatokat az üzemeltetőknek és a nemzeti nukleáris hatóságoknak meg kell valósítaniuk.

A jelentés legfontosabb javaslatai:

- Minden atomerőműben 10 évente időszakos biztonsági felülvizsgálatot kell végezni, melynek keretében újraértékelik a természetes veszélyforrásokkal szembeni ellenállóképességét.
- Ki kell alakítani a természetes veszélyek és a kapcsolódó biztonsági tartalékok értékelésének egységes módszertanát.
- Minden olyan lehetséges intézkedést meg kell követelni az üzemeltetőktől, ami a radioaktív anyagok baleset közbeni visszatartását szolgáló konténmentek épségének biztosításához szükséges.
- Javítani kell a felkészülést a súlyos balesetek kezelésére és elhárítására az erre a célra alkalmazható berendezések védelmének növelésével, mobil eszközök alkalmazásával, a veszélyhelyzeti központok megerősítésével, a szükséges külső erőforrásoknak pedig rendelkezésre kell állnia.

A stressz-teszt folyamatot a kezdetektől fogva a nyilvánosság jellemezte. Az ENSREG minden hatósági és összefoglaló jelentést nyilvánossá tett, honlapján végig hasznos és aktuális

információval szolgált. Ezen túlmenően a folyamat során az ENSREG honlapján és egy lakossági fórum keretében lehetőség volt a lakosság véleményének kifejtésére is. Ennek egyik legfőbb eredménye az, hogy a stressz-tesztek terjedelmén túlmutató terület, a telephelyen kívüli baleset-elhárítási felkészülés fontosságát is kiemelték. 2012. április 25 és május 6. között az ENSREG honlapján, 2012. május 8-án pedig egy újabb nyilvános fórumon ismét lehetőség nyílik a lakosság részére, hogy a végső jelentéssel kapcsolatban elmondja véleményét és feltegye kérdéseit.

Az ENSREG elnöke leszögezte, hogy a folyamatban résztvevő minden országot és szakértőt dicséret illet a kivételes erőfeszítéssel és rendkívül gyorsan elvégzett munkáért. További információk és a jelentések angol nyelven az ENSREG és az Európai Bizottság honlapján érhetők el:

www.ensreg.eu/EU-Stress-Tests
www.ensreg.eu/EU-Stress-Tests/EU-level-Reports
ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/stress_tests_en.htm

Az ENSREG felülvizsgálati jelentése, valamint az ENSREG és az Európai Bizottság közös nyilatkozata a jelentés nyilvánosságra hozataláról magyar nyelven letölthető az OAH honlapjáról. A jelentés függelékében megtalálható, Magyarországra vonatkozó ország-jelentés szintén rendelkezésre áll magyarul is.

A magyar stressz-teszttel kapcsolatban tett fő megállapítások szerint a szakértők pozitívan értékelték a magyar Célzott Biztonsági Jelentésben leírt eredményeket és a felülvizsgálat során adott válaszokat. A felülvizsgálók nagyra értékelték a magyar fél részéről tapasztalt nyitottságot és együttműködő készséget. Megállapították, hogy a magyar felülvizsgálat és az arról készült jelentés kellően alapos, a nemzetközi felülvizsgálat során nem tártak fel olyan biztonságnövelési lehetőséget, amelyet a hazai szakemberek ne vettek volna figyelembe, az elhatározott intézkedéseket pedig megfelelőnek tartották. Ugyanakkor felhívták a magyar hatóság figyelmét, hogy szorosan kövesse nyomon az elhatározott intézkedések végrehajtását és biztosítsa, hogy a tervezett átalakítások elérjék a kívánt hatást.

MEGHÍVÓ
A MÁSODIK NYILVÁNOS FÓRUMRA A STRESSZ TESZT KÖLCSÖNÖS
NEMZETKÖZI FELÜLVIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEIRŐL

A Célzott Biztonsági Felülvizsgálatot (stressz teszt) az Európai Tanács felhívására minden európai atomerőművel rendelkező ország elvégezte. A stressz tesztről részletes tájékoztatás található az EU nukleáris biztonsági hatósági vezetőinek csoportja (ENSREG) honlapján (<http://www.ensreg.eu/eu-stress-tests>). Az európai országok jelentéseit - így az OAH Célzott Biztonsági Felülvizsgálati jelentését is - az EU Bizottság szervezésében 2012. első felében nemzetközi felülvizsgálatnak (peer review) is alávetették.

Az EU Bizottság a stressz tesztel kapcsolatos folyamatok átláthatóságát, s a lakosság tájékoztatását továbbra is biztosítani kívánja, ezért 2012. május 8-án Brüsszelben második alkalommal tart nyilvános fórumot. A 2012. január 17-én tartott első Fórum célja a kölcsönös felülvizsgálat folyamatának ismertetése volt, a második fórum pedig áttekinti a nemzetközi felülvizsgálati eredményeit, s lehetőséget ad a felülvizsgálattal kapcsolatos észrevételek összegyűjtésére. Az egynapos rendezvény programja kiváló lehetőséget biztosít arra, hogy a résztvevők a stressz teszt eredményeivel kapcsolatos kérdéseket megvitassák.

A rendezvény mellett az EU Bizottsága lehetőséget kíván teremteni arra is, hogy az érdeklődők kérdéseket tehesenek fel, kifejthessék álláspontjukat a stressz teszt eredményeivel kapcsolatban. A kérdéseket, észrevételeket április 25. és május 6. között lehet beküldeni az ENSREG honlapján található címre (Joint Research Centre honlap), a kérdezők anonimitását biztosítják.

A 2012. május 8-án Brüsszelben tartandó "Second Public Meeting Post Fukushima Stress Test Peer Review" című fórumon minden érdekelt fél képviselői részt vehetnek, így a hatóságok, az üzemeltetők, a szakmai és civil szervezetek, valamint az érdeklődő lakosság. Az ülés nyilvános, de az Európai Bizottság személyre szóló meghívó levele szükséges a belépéshez, amelyet az Európai Bizottságnál lehet igényelni (ENER-LUX-STRESS-TESTS@ec.europa.eu). Az ülés nyelve angol, német és francia tolmácsolást biztosítanak. Résztvételi díj nincs, az utazásról és a szállásról minden résztvevőnek magának kell gondoskodnia. A beküldött, illetve a Fórumon elhangzott kérdéseket, véleményeket figyelembe veszik az Európai Tanácsnak benyújtandó jelentés elkészítéséhez.

Az első, január 17-én tartott nyilvános üléssel kapcsolatos információk megtalálhatók az ENSREG honlapján (<http://www.ensreg.eu/EU-Stress-Tests/Public-engagement/Public-Meeting>).

Az ENSREG felülvizsgálati jelentése, valamint az ENSREG és az Európai Bizottság közös nyilatkozata a jelentés nyilvánosságra hozataláról magyar nyelven letölthető az OAH honlapjáról. A jelentés függelékében megtalálható, Magyarországra vonatkozó ország-jelentés szintén rendelkezésre áll magyarul is.

BEFEJEZŐDÖTT A NUKLEÁRIS VÉDETTSÉGRŐL TARTOTT CSÚCSTALÁLKOZÓ SZÖULBAN

A csúcstalálkozón a magyar delegációt Schmitt Pál köztársasági elnök vezette. A delegációban helyet kapott Horváth Kristóf, az OAH főosztályvezetője is. A csúcstalálkozóval kapcsolatosan a Külügyminisztérium az alábbi sajtóközleményt adta ki:

SAJTÓKOMMÜNIKÉ

Nukleáris Védettségi Csúcs, Szöul, március 26-27

Schmitt Pál köztársasági elnök képviselte Magyarországot a 2012. március 26-27. között megrendezett második Nukleáris Védettségi Csúcstalálkozón Szöulban, amelyen 53 állam- és kormányfő mellett az Európai Tanács elnöke, az Európai Bizottság elnöke, az ENSZ és az INTERPOL főtitkára, és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség főigazgatója is részt vett.

A részvétel kifejezi hazánk elkötelezettségét a globális szerepvállalás politikája mellett. Az EU és a NATO tagjaként, szövetségesi kötelezettségünk és felelősségünk, hogy képességeinkkel, lehetőségeinkkel és tudásunkkal arányosan növekvő mértékben vállaljunk szerepet a globális kockázatok és fenyegetések megoldásában.

A csúcstalálkozó központi gondolata a biztonság és a béke kapcsolata („Beyond Security Towards Peace”). A biztonság fogalma azonban több dolgot takar: magába foglalja a nukleáris létesítmények elleni támadás, valamint a nukleáris és más radioaktív anyagok jogtalan eltulajdonítása elleni védelmet is.

Az állam- és kormányfők találkozója hangsúlyt fektetett a biztonság fogalmának további elemeire is, nevezetesen a nukleáris létesítmények, radioaktív és más anyagok nem békés célú felhasználásának megakadályozására.

A biztonság fogalmának harmadik eleme a nukleáris létesítmények üzemeltetése és a radioaktív és más anyagokkal kapcsolatos tevékenységek műszaki biztonságosságának megteremtése.

A tavalyi japán földrengés és cunami okozta nukleáris katasztrófa miatt alapvető feladat a nukleáris energia felhasználása társadalmi elfogadottságának növelése, a közbizalom megőrzése és megerősítése. További feladat a nukleáris védettségi és biztonsági szabályrendszerek erősítése és az átláthatóság megteremtése.

Schmitt Pál felszólalásában hangsúlyozta: Magyarország nagyon fontos feladatának tartja nukleáris létesítményeinek és nukleáris készletének fizikai védelmét, azaz annak megelőzését, hogy ezek valamely terrorszervezet kezébe kerüljenek.

Az egyik legmakacsabb veszély, amely a nemzetközi biztonságra leselkedik, a nukleáris terrorizmus. Annak a veszélynek a kivédésére, hogy terroristák, bűnözők vagy más illetéktelenek nukleáris anyagokhoz jussanak, a leghatékonyabb módszer, ha a világ összefog ebben a kérdésben.

A nukleáris védetség csúcserkezeslet alkalom arra, hogy tovább szigorítsunk az előírásokon, hogy értékeljük a veszélyeket, és kidolgozzuk azok kivédésének módjait. Továbbá, hogy megosszuk tapasztalatainkat, és még jobban felkészülünk az esetleges támadásokra.

A csúcserkezesleten az állam- és kormányfők megerősítették, és elkötelezték magukat a nukleáris leszerelés, a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozása, és a nukleáris energia békés célú felhasználása mellett.

Schmitt Pál elmondta, a résztvevők megerősítették, hogy az atomenergia alkalmazásának védetség és biztonsága összefügg, egymást erősíti. Az állam- és kormányfők felismerték az egységes szemlélet alkalmazásának jelentőségét és a további lépések megtételének szükségességét is. Ez a folyamat Magyarországon is megkezdődött, de további lépések szükségesek. Utalt arra, hogy a magyar kormány a tervek szerint az idén tárgyalja az ezzel kapcsolatos előterjesztést.

A résztvevők megjegyezték, hogy a bécsi székhelyű Nemzetközi Atomenergia Ügynökségnek (NAÜ) alapvető feladata van abban, hogy segítse az egyes államok és a nemzetközi közösség együttműködését, valamint, hogy az államok elláthassák feladataikat és kötelezettségeiket a nukleáris védetség területén.

Az elnök emlékeztetett, hogy Magyarország jelenleg tagja a NAÜ politikai irányítótestületének, a Kormányzótanácsnak. Az előbb említett célok elérése érdekében a magyar kormányzati szereplők szorosán működnek együtt a nemzetközi közösség képviselőivel.

Magyarország tervezi békés célú atomprogramjának bővítését. Elkötelezett azonban amellest, hogy csökkenti magasan dúsitott uránkészlete mennyiségét, mert az felhasználható katonai célokra is.

Hazánk a radioaktív sugárforrások és létesítmények védetségének megteremtésében is jelentős tapasztalatokkal rendelkezik. Az Országos Atomenergia Hivatal modern, a csúcstalálkozó vállalásainak is megfelelő szabályozási rendszert dolgozott ki, és szakértőkkel támogatja a NAÜ nemzetközi misszióit.

Schmitt Pál a csúcstalálkozón bejelentette, hogy Magyarország a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel együttműködve vállalta tapasztalatainak átadását. Ennek pedig az a jelentősége, hogy a szakemberek az elmélet gyakorlati megvalósítását az adott nukleáris helyszíneken figyelhetik meg.

Magyarország köztársasági elnöke végezetül elmondta, a csúcstalálkozó döntése értelmében a következő találkozót 2014-ben Hollandia szervezi. A szöuli csúcstalálkozón való részvétellel a magyar kormányzati szervek, a Külügyminisztérium, az Országos Atomenergia Hivatal és a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium megkezdte a felkészülést a következő csúcstalálkozóra.

A 21. század energiaforrásai

Bank Klára egyetemi docens
PTE Földrajzi Intézet

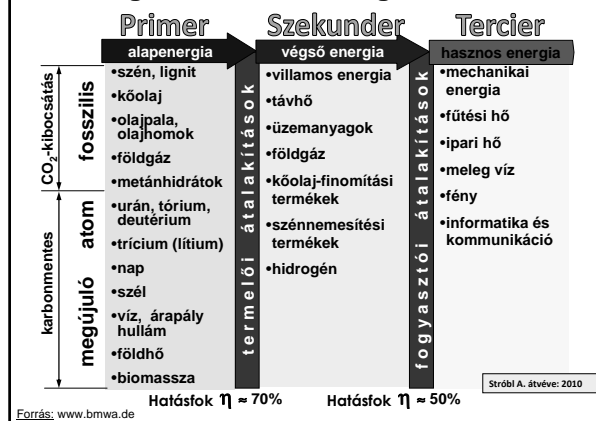
Amiről nem lesz szó...

- „Globális felmelegedés”–megállítása utópia vitatott fogalom, - alkalmazkodni kell – VÁLTOZÁS VAN!
- **Politikai erőter – körülveszi a gazdálkodást** a társadalom működésének terméke, MINDIG VAN!
- **Az energiagazdálkodás „fenntarthatósága”** az emberi létezés alapja minden tevékenységünkben a fenntarthatósági elv érvényesítése

Amiről lesz szó...

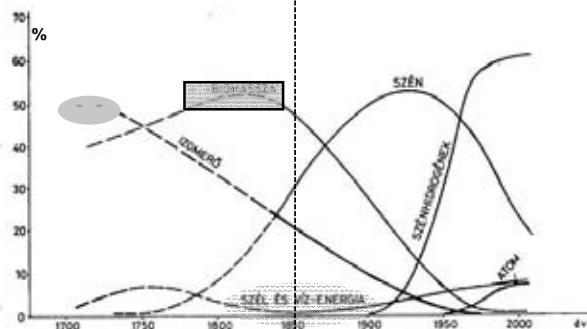
- **Jelen energiaforrásai, némi visszatekintéssel** gazdasági növekedés igénye → túlfogyasztás
- **Helyzetértékelés, a 21. sz. első évtizedére** dráguló energiaforrások → romló környezet
- **A jövő kilátásai, a változások iránya**
Klimaváltozás → új helyzet, alkalmazkodni kell!
innovatív technológiák, energiaforrás-összetétel átalakul

Energiaellátás = az energia átalakítása

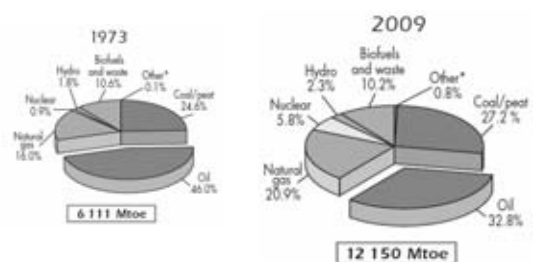


Az egyes energiahordozók szerepének változása a világ energiaszerkezetében történelmi-gazdaságtörténeti visszatekintéssel

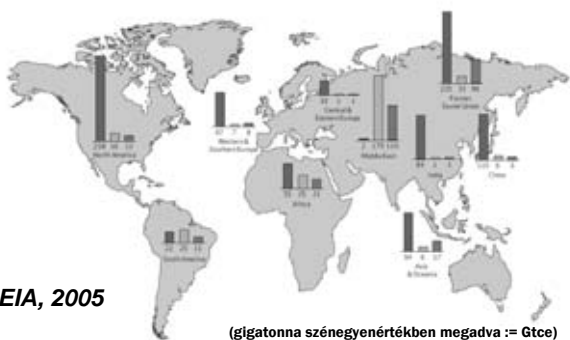
Vajda György: Energia és társadalom, Akadémiai kiadó Bp.1975



Az világ primerenergia-termelésének mennyisége (Mtoe) és szerkezete (%)



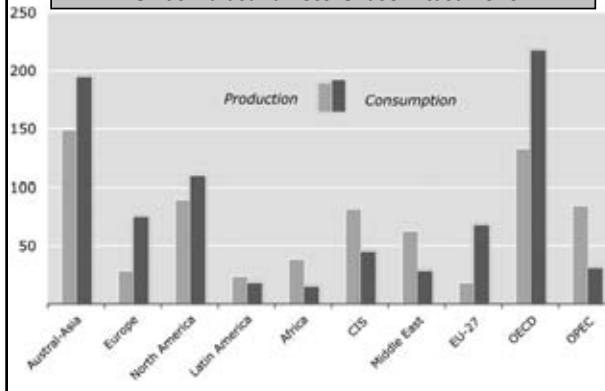
A világ fosszilis energia készleteinek földrajzi elhelyezkedése (szén-olaj-gáz oszlop-sorrend)



EIA, 2005

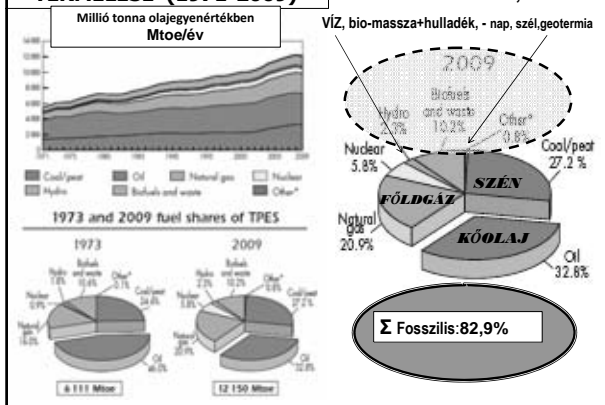
(gígatonna szénegyenértékben megadva := Gtce)
Szén - kőolaj - földgáz sorrend az oszlopdiagrammánál

Főbb régiók és országcsoportok termelésének és felhasználásának összehasonlítása 2010

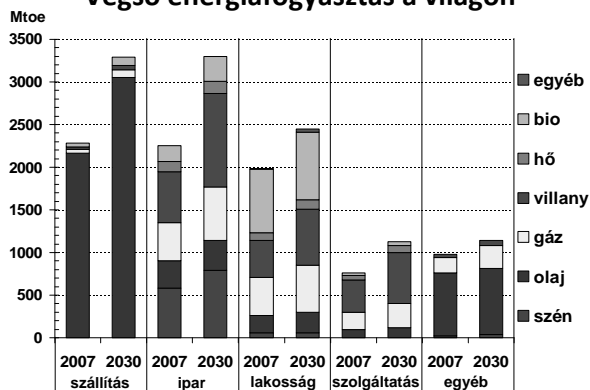


Helyzetértékelés, a 21. sz. első évtizedére

A VILÁG PRIMERENERGIA TERMELÉSE (1971-2009)

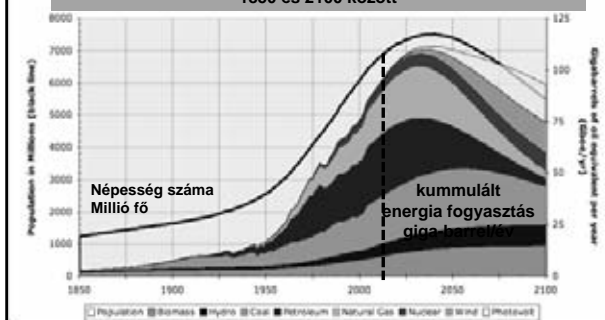


Végző energiafogyasztás a világon



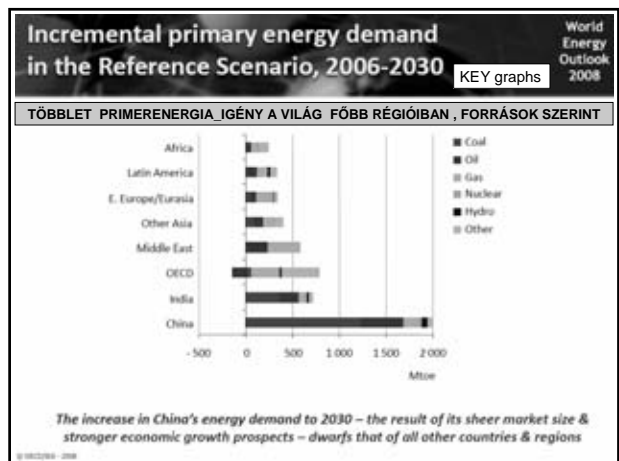
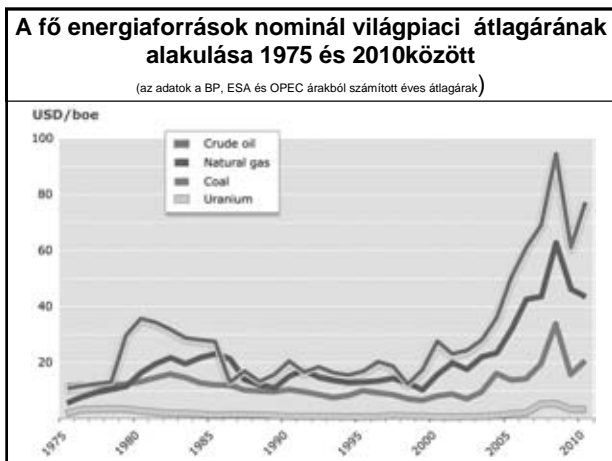
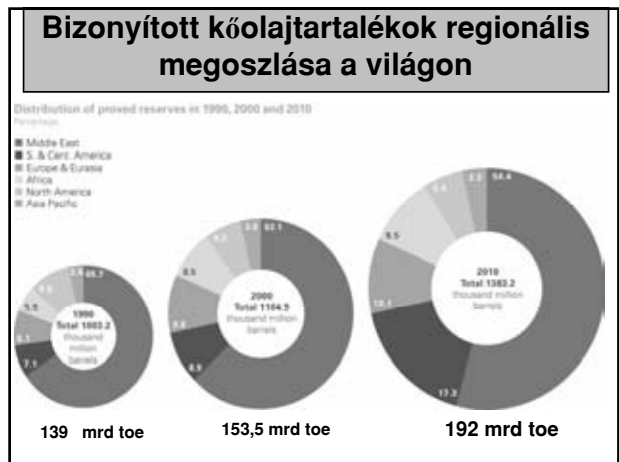
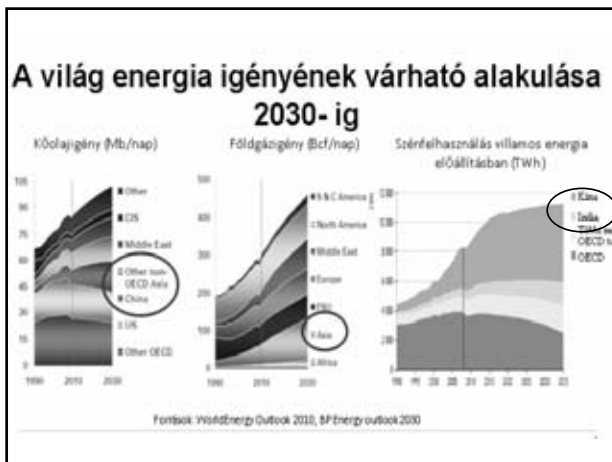
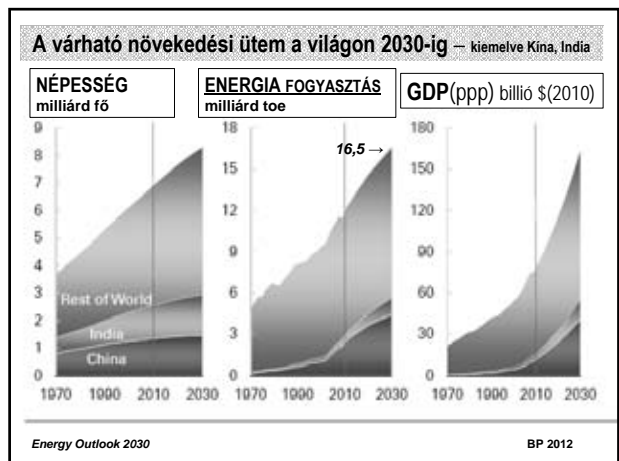
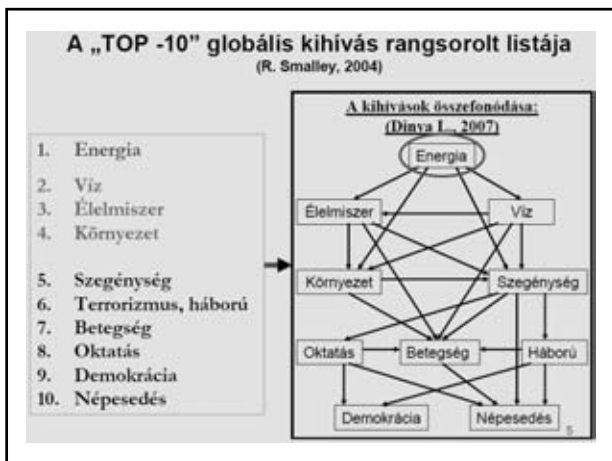
Forrás: IEA: World Energy Outlook (WEO), 2009., p. 79.

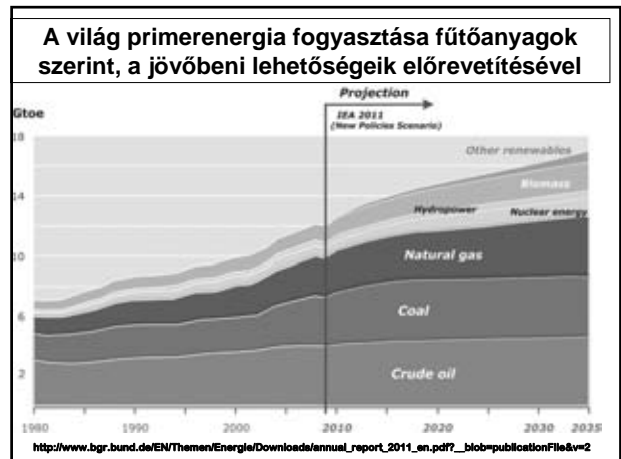
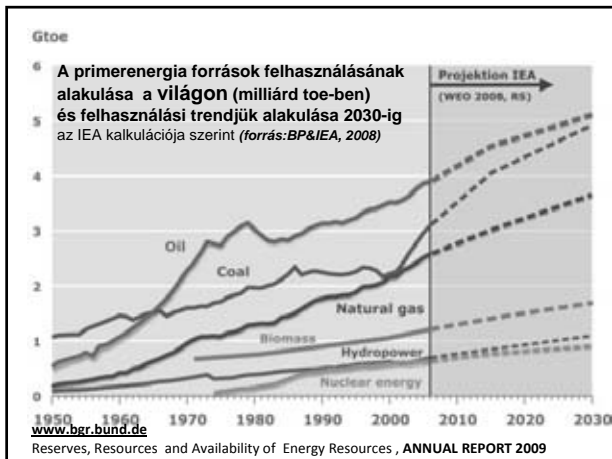
A világ népességszámának és energiafogyasztásának alakulása 1850 és 2100 között



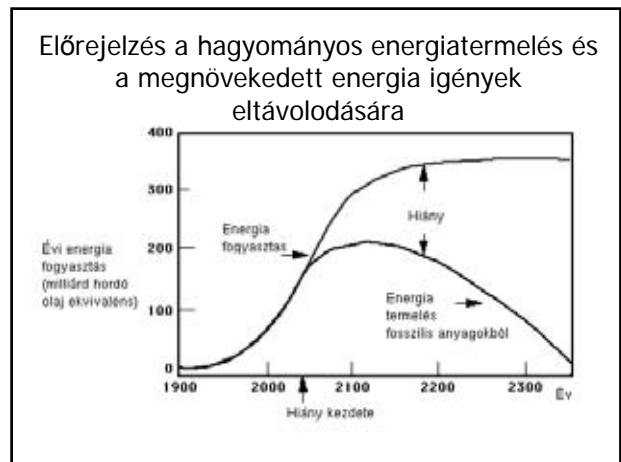
<http://tqe.quaker.org/2007/TQE155-EN-WorldEnergy-1.html>

The History and Future of World Energy



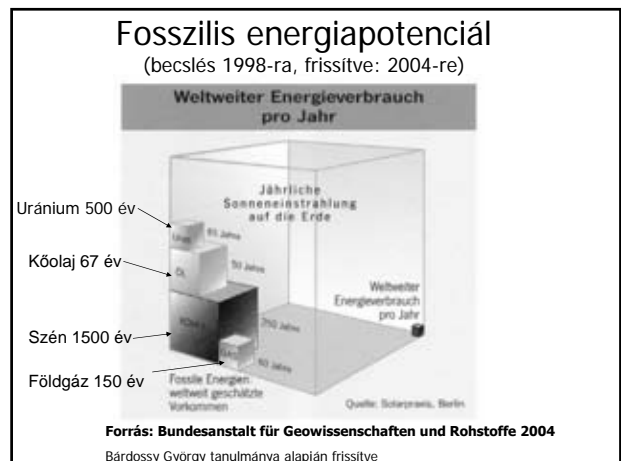


A jövő kilátásai, a változások iránya

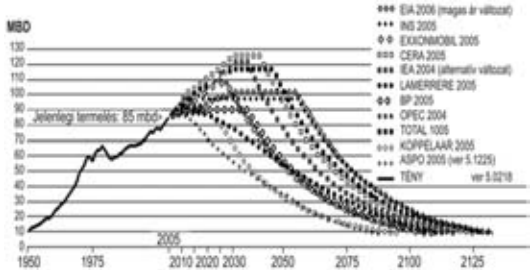


Forrás: Reményi Károly:MaTud: 2009/3-as szám 324.oldal

Primer energia-hordozó megnevezése	Műre való vagyon Millió toe (2007)	%	Termelés (>Felhasználás) toe/év (2007)	%
Kőolaj 1 287 000 mbl	168,6	13,5	3 922,8 43 év	35,6
Földgáz 177,36 10 ¹⁵ m ³	159,6	13	2 637,7 60,5	23,8
Szén 847 488 mt	591,2	48,3	3 177,5 186,1	28,6
Urán 3 297 kt	305	29,9	622 490	5,6
VILÁG együtt	1 224,5 Vagyon/term.:110,3	100 ←év	11 099,3 110,3	100

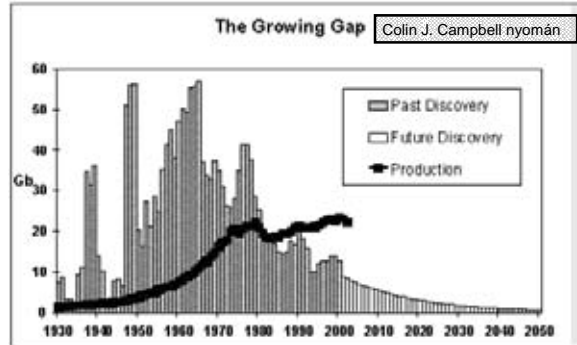


Egymásnak ellentmondó olajtermelési prognózisok (Freddy Hutter után)

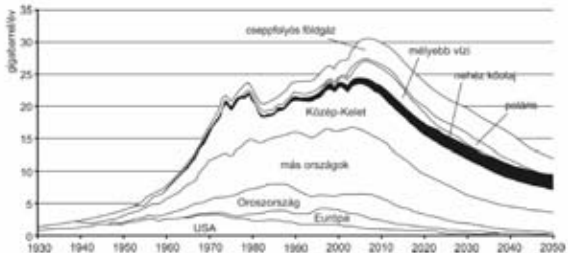


Magyar Tudomány • 2007/1
Füst – Hargitai • A jövő potenciális
en forrásai

A felfedezés évére számított kőolajkészletek és a kitermelési trend összevetése



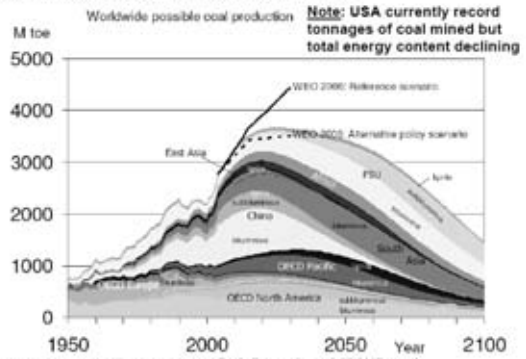
Forrás: ASPO Newsletter, Exxon Mobil elemzése alapján, 2005



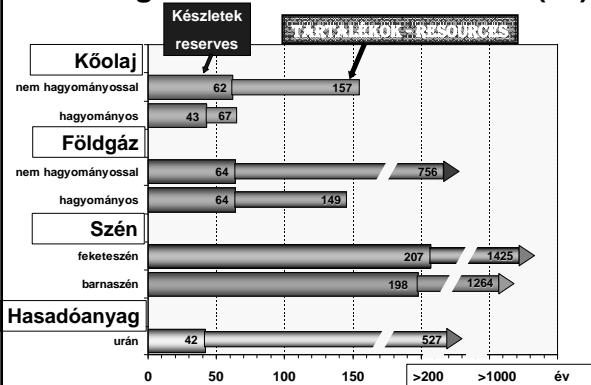
Folyékony szénhidrogén-termelés, tény és előrejelzés (Aleklet után; forrás: Bárdossy-Felváry, 2006)

Magyar Tudomány • 2007/1
Füst – Hargitai • A jövő potenciális
en forrásai

A lehető legjobb eset a szénkitermelés alakulásában: az a 2025-ben bekövetkező kitermelési csúcs, amely a jelenlegi kitermeléshez képest 30%-os többlet hoz

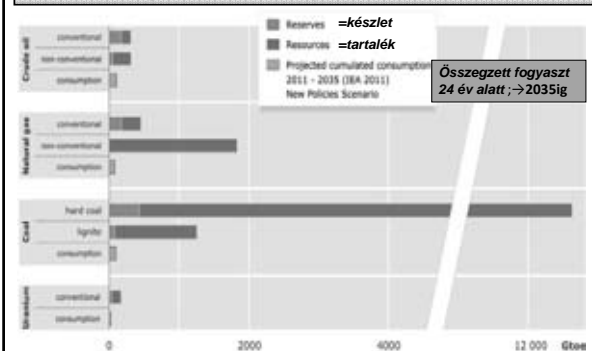


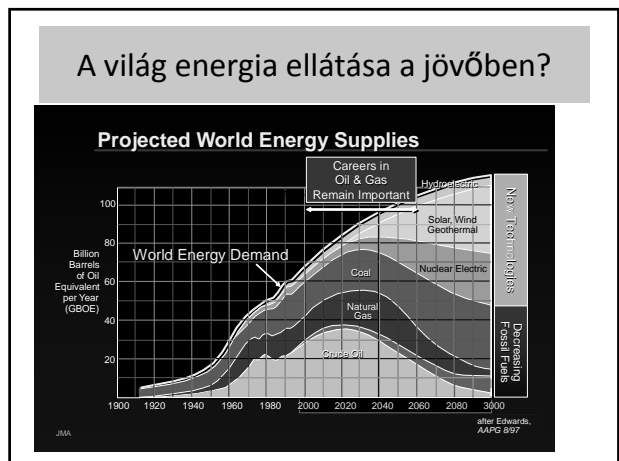
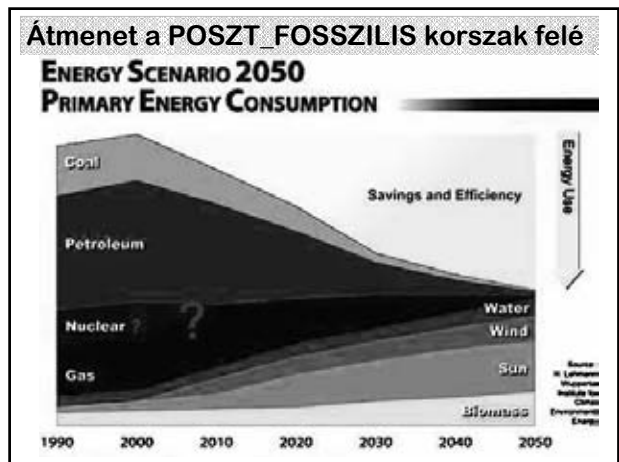
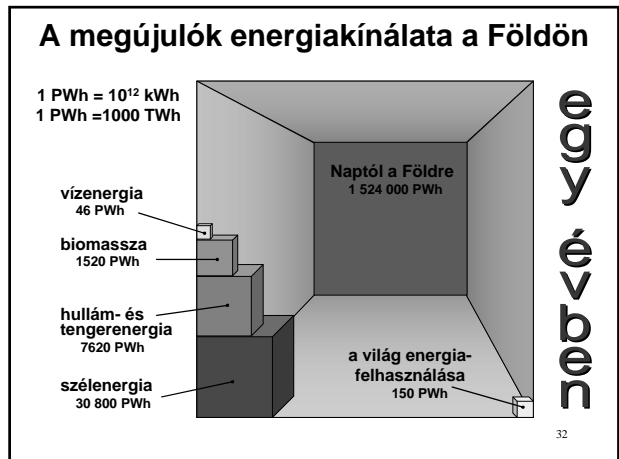
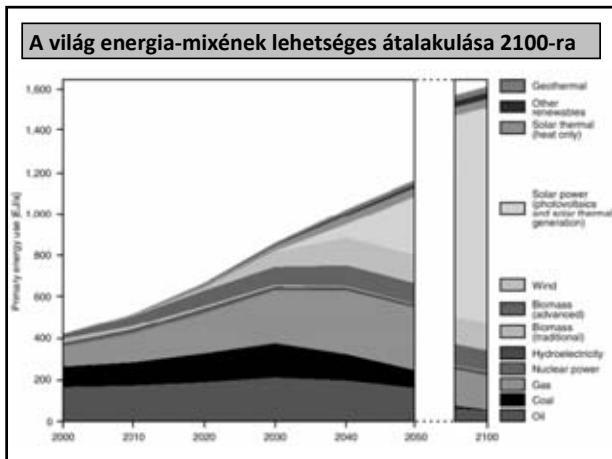
Az energiataralékok és -készletek (év)



Forrás: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 55. k. 11. sz. 2005. p. 131.

A fosszilis és hasadóképes energiaforrásainkban meglévő lehetőségek 2010. év végén





Mitől függ az energiaigények növekedése

- A lakosság létszámának növekedésétől és az **életszínterének** alakulásától
- Az „egyéb energiafajták” szerepének átalakulása
 - **megújuló energiaforrások** térnyerési lehetőségei
 - a **szénhidrogének** iránti érdeklődés megváltozása
 - **nem-hagyományos** nyersolajok és gázok előretörése
- A társadalmi igények/lehetőségek változása
 - műszaki-technikai innovációk; és terjedésük gyorsasága
 - **környezeti hatások** : termelő-átalakító
 - **piaci hatások**: költséghatékonysági javulás, árak

Köszönöm
megtisztelő
figyelmüket !

Sugárzó környezetünk

Lázár István
Országos Atomenergia Hivatal

Atomenergiáról – mindenkinek
2012. május 24., Pécs

Mi minden sugárzik?

- ❖ *Fénylés, sugárzás dolga a királynak.* (Vörösmarty Mihály - 1826)
 - ❖ *Szeretem erényid Tiszta sugárzását.* (Petőfi Sándor)
 - ❖ *Szemed, a hűséget sugárzó, Rajtam pihent szelid hevével.* (Reviczky Gyula)
 - ❖ *Szemében égi szerelem csillagtüze sugárzott.* (Obernyik Károly – 1846)
- Homlokáról sugárzik az értelem.
 - Sugárzóan szép hölgyek és lányok

A sugárzás (fizikai) definíciója

A sugárzás az energiaátadás egyik módja, melynek során a sugárzást kibocsátó fizikai rendszer energiát ad át környezetének, miközben **belsőenergiájának egy része sugárzási energiává alakul át.**



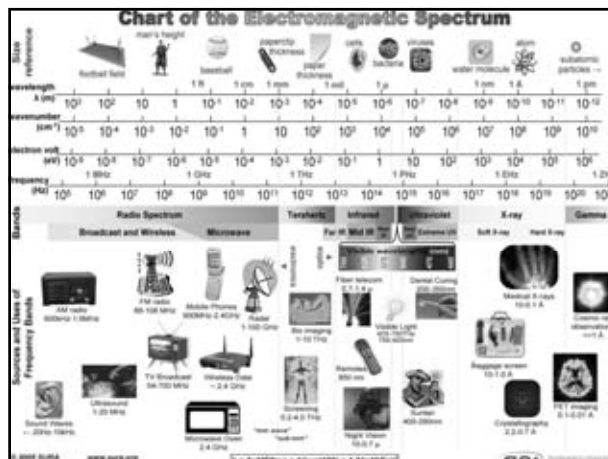
Sugárzások csoportosítása

Ember által érzékelhető	Ember által nem érzékelhető
Nem ionizáló sugárzás	Ionizáló sugárzás
Elektromágneses sugárzás	Részecske sugárzás
	* * *
Természetes eredetű	Mesterséges eredetű

Milyen sugárzásokat érzékelünk?



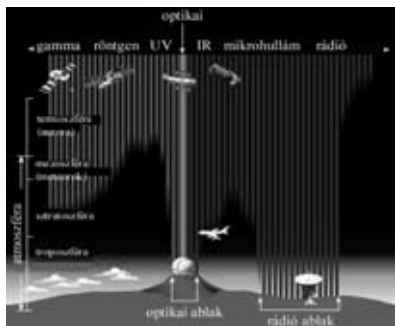
- Fény (látható fény)
- Hő (hősugárzás)



Miért ezeket a sugárzásokat érzékeljük?

1. Látható fény ($\lambda = 400-800 \text{ nm}$)

A 6000 K
felszíni
hőmérsékletű
Nap maximális
intenzitással
 $\lambda = 480 \text{ nm}$ -en
sugároz.



Miért ezeket a sugárzásokat érzékeljük?

2. Hősugárzás ($\lambda > 700 \text{ nm}$)

„Érzem sugárzást, mely vérembe tapdos,
Ereimben futos és szívemhez kapdos.
Körülottem lebegsz magánosságomban,
s Tsak te vagy öröömöm meg unt világomban”
(Bessenyei György - 1801)

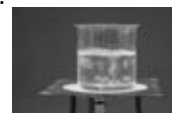
A hőérzékelésünk fontossága:

Testhőmérsékletünkhöz ($\sim 300\text{K}$) képest a közvetlen környezetben +70 fokos eltérés ($\sim 370\text{K}$)

23%-os növekedés végzetes lehet

Testhőmérsékletünkhöz ($\sim 300\text{K}$) képest a közvetlen környezetben -30 fokos eltérés ($\sim 270\text{K}$)

10%-os csökkenés végzetes lehet



Részecske sugárzások

1. Kozmikus sugárzás

Primer: 90% proton,
9% He atommag

Szekunder: mezonok, fotonok

2. Radioaktív bomlások

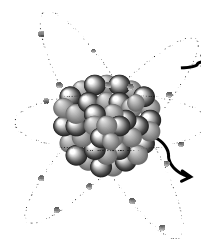
He atommag
elektron, pozitron
neutron



Radioaktív atommagok spontán bomlásai

Alfa
He²⁺ kibocsátása

Béta
A magban keletkező és a magból kibocsátott elektron/pozitron



Neutron
Kibocsátása az atommagból

Röntgen
Foton kibocsátása az elektron-héj szerkezetből

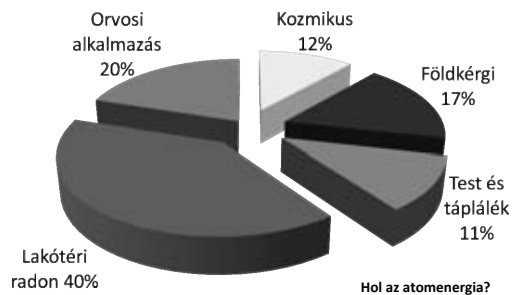
Gamma
Nagyenergiájú foton kibocsátása az atommagból

Radioaktív sugárzások áthatolóképessége

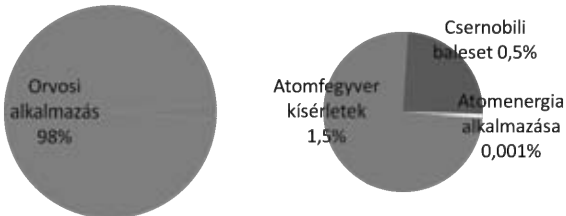
Sugárzás típusa	Hatótávolság		Roncslás sűrűsége
	levegőben	szilárd közegben	
α	néhány cm	néhány μm	nagy
β	néhány m	néhány mm	közepes
γ	sok m	cm-m	kicsi

A hatótávolság az energiával minden esetben növekszik.

Ionizáló sugárterhelés főbb összetevői



Mesterséges eredetű sugárterhelés



Elnyelt sugárzás jellemzése – dózis

1. Elnyelt dózis („pusztán” fizikai mérőszám, önmagában nem jellemzi jól a károsító hatást) [Gy=J/kg]
2. Egyenértékűdózis (már a sugárzástípus biológiai veszélyességétől is függ) [Sv]
3. Effektív dózis (egyes szervek-szövetek egyenértékűdózisának a szöveti érzékenység szerint súlyozott összege – egész testre jellemző) [Sv]

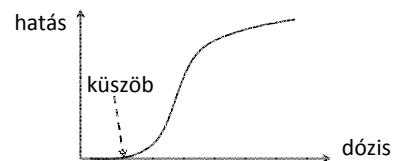
Az embert érő effektív dózis
 Világ átlaga: ~2,9 mSv/év
 Magyarországon: ~3,5 mSv/év

Jellemző dózisok

Halálos dózis	10.000 – 12.000 mSv
fél-halálos dózis	4.000 – 5.000 mSv
(determinisztikus) hatások	korai 500 – 1000 mSv
(sztochasztikus) hatások	késői 100 – 200 mSv
	kiemelkedő háttér 10-20 mSv/év
átlag háttér	2,5 mSv/év
mellkas átvilágítás	1 – 2 mSv

A sugárzás hatásai (1)

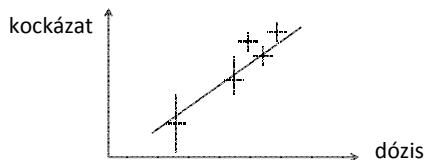
Korai (napok-hetek után jelentkező)
 determinisztikus hatás => sugárbetegség



A küszöbdózis: ~500 mSv

A sugárzás hatásai (2)

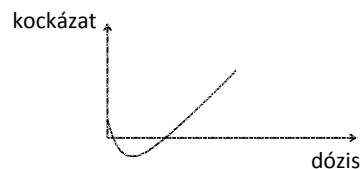
Késői (évek múltán jelentkező)
 sztochasztikus hatás => rákbetegség kockázata



LNT modell (meredekség 5,6%/Sv)

A sugárzás hatásai (3)

A kis dózisok kockázatának más megközelítése
 Hormézis



- Analógiák :
- napfény
 - védőoltás
 - vitaminok
 - alkohol (?)

Miért nem érzékeljük az ionizáló sugárzást?

3,5 mrd évvel ezelőtt a háttérsugárzás 3x-5x nagyobb volt, az élet ehhez a sugárzási szinthez alkalmazkodva alakult ki.

Az emlősök minden sejtjét évente kb. 70 millió spontán DNS-károsodás éri (javító mechanizmusok, apoptózis).

Ebből a jelenlegi háttérsugárzás évente csupán néhány DNS-károsodást okoz sejtenként.

Az embereket a háttérsugárzásból érő átlagos dózisteljesítménynek csak több milliószorosa járhat(na) halálos következménnyel.

Nincs szükség érzékszervre...

De ismeretekre igen. ☺



Atomerőművek biztonsága

Atomenergiáról - mindenkinek
2012. május 24.

OAH
Fichtinger Gyula
Hullán Szabolcs

„...a Kérdés, amit szeretnék megtudni, az az Életet, a Világmindenséget meg
Mindent érintő Végső Kérdés. Mindössze annyit tudunk, hogy a válasz
Negyvenkettő, ami kissé bosszantó.”¹

(Douglas Adams: Galaxis útikalauz stopposoknak)



Tartalom

- I. Adminisztratív eszközök: hatósági felügyelet
- II. Műszaki sajátosságok, eszközök

2



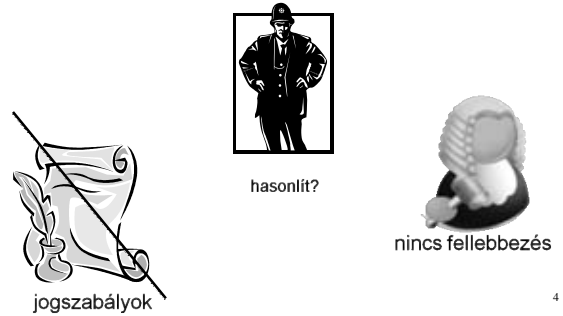
I. Hatósági felügyelet



3



Hatósági felügyelet



4



Követelmények

Nemzetközi ajánlások, gyakorlat alapján
nemzeti szabályozás

Törvény
Kormányrendelet



- Útmutatók
- Eljárásrendek
- Utasítások



5



Követelmények betartása, hatósági eljárások

Engedélyezés
Ellenőrzés
Értékelés
Érvényesítés

6



Engedélyezés

Telephely

Létesítés

Üzembe helyezés

Üzemeltetés

Leszerelés

Átalakítások



7



Ellenőrzés



Értékelés

Jelentések

- rendszeres
- eseti

Eseménykivizsgálások

Ellenőrzések

Egyéb tapasztalatok

„Minden értékelő munka lényege a számszerűsítés: mert a szám többet tud kifejezni és könnyebben kezelhető mint a szó. Számszerűsítéssel tehetjük a tulajdonságokat (ismérveket) kezelhetővé, áttekinthetővé, majd összemérhetővé.”

Dr. Tomcsányi Pál



9



Érvényesítés



10



Nukleáris létesítményeink



11



Nukleáris létesítményeink



12



Nukleáris létesítményeink



13



Nukleáris létesítményeink



14



Országos Atomenergia Hivatal



15



II. Műszaki sajátosságok, eszközök

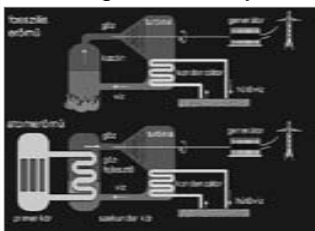


16

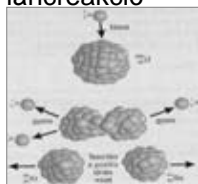


Villamos energia termelés

hő ⇒ gőz ⇒ villanyáram



$n \Rightarrow$ maghasadás \Rightarrow
hő + γ sugárzás + n
 \Rightarrow újabb maghasadás
 \Rightarrow láncreakció



Merülő forraló ?

17



A biztonság alapelemei

Biztonság

Hűtés biztosítása

Szabályozatlan láncreakció megakadályozása

Radioaktív sugárzás elleni védelem

18



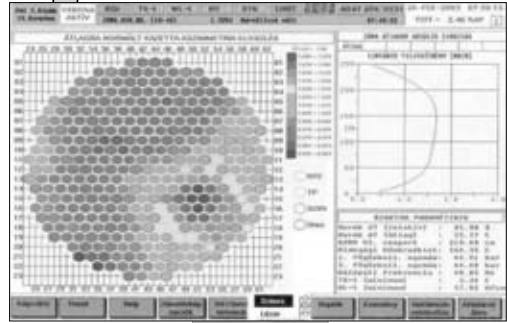
Hűtés



19



Lánreakció



20



Sugárzás (1)



védőeszközök

távolság

idő

21



Sugárzás (2) fizikai gátak rendszere



22



A biztonság filozófiája

A mélységben tagolt védelem elve



23



A mélységben tagolt védelem a gyakorlatban





Tervezési alapelvek (pl. redundancia és diverzitás)



Biztonsági rendszerek

Egyszeres hibatűrő-képesség

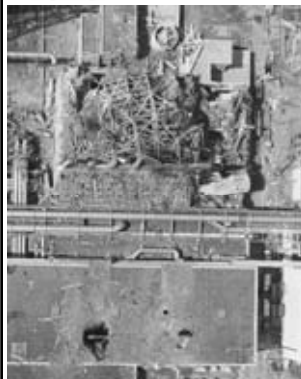
Reaktivitás lekötése

függetlenség

25



Veszélyes?



Igen!!!



26



Veszélyes az atomerőműben dolgozni?

Energy chain	OECD		Non-OECD	
	Fatallies	Fatallies/TWyr	Fatallies	Fatallies/TWyr
Coal	2258	157	18,000	597
Natural gas	1043	85	1000	111
Hydro	14	3	30,000	10,285
Nuclear	0	0	31	48

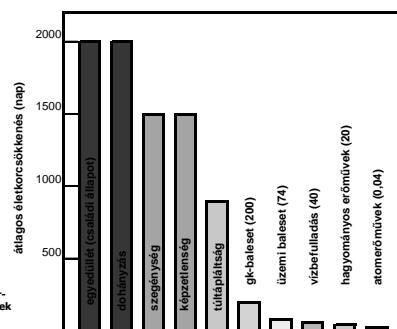
Data from Paul Scherrer Institut, in OECD 2010. * leavers = more than 5 fatalities

*Forrás: World Nuclear Association (2010)

27



Veszélyes az atomerőmű?



Forrás: Turai I.: Sugár-egészségügyi ismeretek (1993)

28



Mi lesz a radioaktív hulladékkal?

- Keletkezés:
 - Nukleáris létesítmények
 - További felhasználás (gyógyászat, kutatás, anyagvizsgálat, stb.)

Radioaktív hulladékok elhelyezése

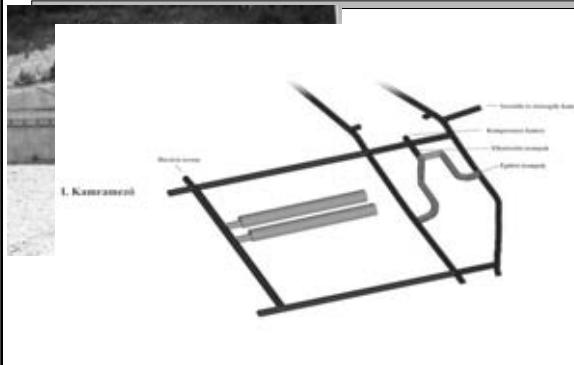


Püspökszilágy

29

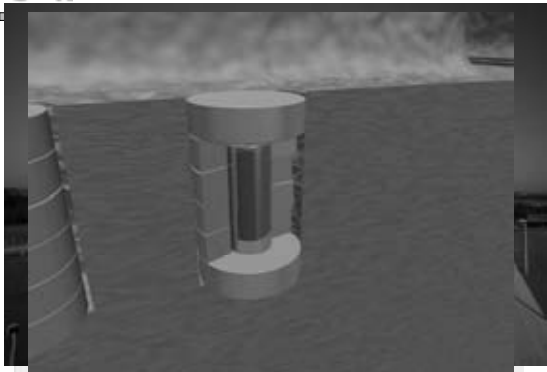


Kis és Közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolása

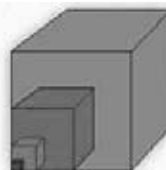




Nagyaktivitású radioaktív hulladékok tárolása



Mi a sok?



- Ipari hulladék = 1 milliárd m³
- Toxikus hulladék = 10 millió m³
- Radioaktív hulladék = 80 ezer m³
- Nagy aktivitású hulladék = 150 m³



7.5 g U = 750 kg szén

32



Paks az EU csatlakozás előtt

WESTERN EUROPEAN NUCLEAR REGULATORS' ASSOCIATION

GENERAL CONCLUSIONS OF WENRA On nuclear safety in the candidate Countries to the European Union

We, Heads of the Nuclear Regulatory Authorities assembled in WENRA, considering the status achieved in nuclear safety in the candidate countries to the European Union and taking into account the results of the investigations of experts from WENRA and from Polish and German technical support organisations, come to the following conclusions:

HUNGARY

Status of the regulatory agency and regulatory body

The regulatory agency and regulatory body in Hungary are comparable with Western European practice. A well-defined licensing process according to Western practice is in place.

Nuclear power plant safety status

Paks units 1-4 (VVER-440/213)

A major safety improvement programme has been implemented at Paks units 1-4, bringing these units to a safety level that is comparable to that of Western European reactors of the same vintage. An extensive modernisation of the Instrumentation and Control system is underway for further enhancement of safety.

33



Paks az EU csatlakozás előtt



Paks Fukushima után

?

Célzott Biztonsági Felülvizsgálat 2011. december 31.

EU felülvizsgálat 2012. március 12-14.

NAÜ felülvizsgálat 2012. augusztus

35



Paks Fukushima után



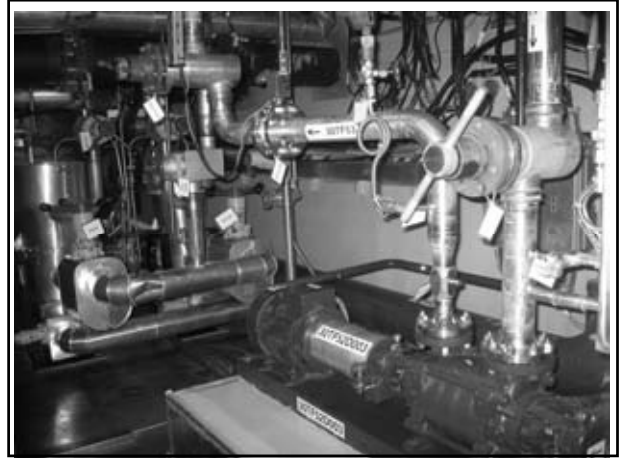
36



Köszönöm a figyelmet



37



A radioaktív hulladékokról



Nős Bálint
Stratégiai és mérnöki irodavezető
RHK Kft.

2012. május 24.

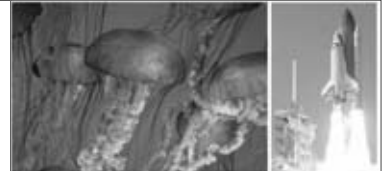
Ipari fejlesztések - természeti példák



Csepp alak

A rakéta elv

Forrás: Természeti struktúrák alkalmazásai a műszaki gyakorlatban (Domotor Csaba, Miskolci Egyetem)



Keressük a választ egy kérdésre!

Van-e megoldás a radioaktív hulladékok

- **biztonságos,**
- **végleges**
- ártalmatlanítására?**

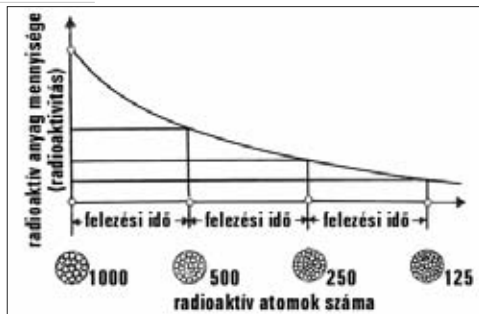
3

Radioaktív hulladékok

- A radioaktív hulladékok „veszélyességét” egyszerűsítve a hulladék teljes aktivitásával jellemezhetjük
- Mi a szerencse ebben?
- **Az aktivitás az idővel csökken**

4

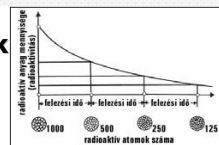
Az aktivitás időbeli változása



Forrás: Jékí László: Sugáronzenben élünk

5

Radioaktív hulladékok csoportosítása



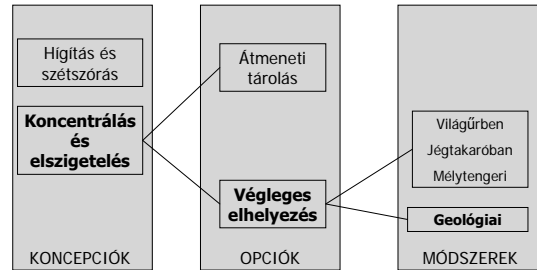
elettartam	rövid élettartamú (RÉ)	hosszú élettartamú (HÉ)
aktivitás		
kis és közepes aktivitású (KKAH)	➔	
nagy aktivitású (NAH)	⬇	Ez a legnehezebb feladat!

6

Szeretjük a kihívásokat 😊

Az előadás további részében csak a nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú hulladékokkal foglalkozunk (beleértve a kiegészített fűtőelemeket is)!

Végleges ártalmatlanítás módszere



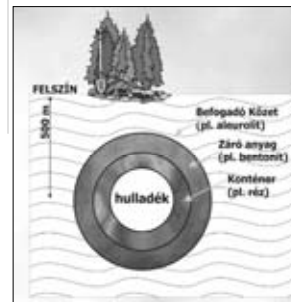
8

Az elhelyezési rendszer



9

A biztonság pillérei

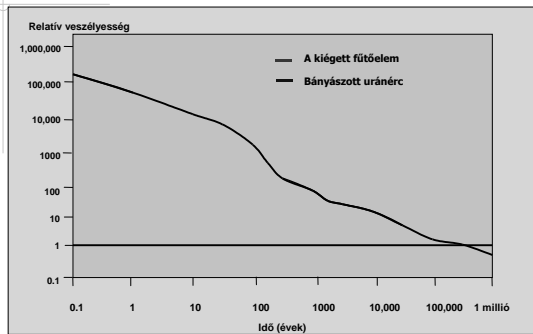


BIZTONSÁG

- sugárzás árnyékolása
- kimosódás megakadályozása
 - ✓ konténer
 - ✓ záró anyag
 - ✓ befogadó kőzet

10

Milyen időtávra kell a biztonságot garantálni?



11

Mit jelent a 100 000 éves időtáv?

200 000 éve: A neandervölgyi ember megjelenése.

12 000 éve: Az őskőkorszak vége.

5 000 éve: Az írás kialakulása, az első fejlett kultúrák (Mezopotámia, Egyiptom, Kína).

1 000 éve: A magyar államiség születése.

250 éve: Kezdődött meg az ipari forradalom.

100 éve: Használjuk az autót; ekkor jelent meg az első repülőgép, a mozi, a telefonközpont és a rádió.



A nagy aktivitású hulladékok végleges ártalmatlanítására a megoldás a geológiai elhelyezés,

DE...

kinek van bátorsága több mint 100 000 éves biztonságról beszélni?

13

Javaslom, most hívjuk segítségül a természetet!

14

Természeti analógia 1 - OKLO

• ELHELYEZKEDÉS

• „AZ ESET”:

- NORMÁL U ÉRC
 ^{238}U --> 99,3%
 ^{235}U --> 0,7%
- OKLO ÉRCBEN
 ^{238}U --> 99,6%
 ^{235}U --> 0,4%



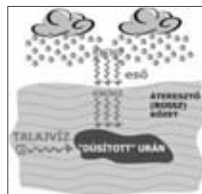
• MAGYARÁZAT:

- TERMÉSZETES LÁNCREAKCIÓ
- TERMÉSZETI REAKTOROK

15

A láncreakció feltételei

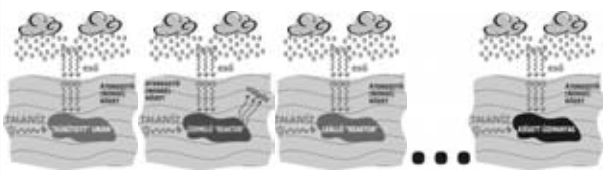
- „DÚSÍTOTT” URÁN (U^{235} 3,5%)
- MODERÁTOR
✓ ESŐVÍZ, TALAJVÍZ BESZIVÁRGÁS



16

A természetes reaktor működése

- A reaktor ciklikusan működött
 - ✓ fél óra működés után
 - ✓ a víz elforr (moderátor elfogy, a láncreakció leáll)
 - ✓ a víz visszashűvő, újraindul a láncreakció
- A természetes reaktor 150 000 évig működött **és termelte a hulladékokat**

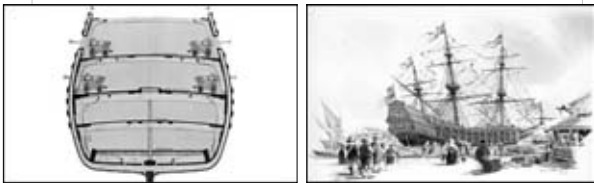


18

Tapasztalat 1.

A talajvíz a rossz kőzetben, mérnöki gátak nélkül keletkezett aktivitást sem hordta szét **1968 millió év során, ami 19 680 x 100 000 év.**

Természeti analógia 2 - Vasa hadihajó



- SVÉD – LENGYEL HÁBORÚ (GDANSK OSTROMA)
- II. GUSTAV ADOLF MEGRENDELI A HAJÓT (1625)
- HÍREK A SPANYOL ARMADÁRÓL (2 SOR ÁGYÚ)
- ÉPÍTŐK, SZEMÉLYZET: A KOR LEGJOBBJAI

19

1628. aug. 10. ELSÜLLYEDÉS



1961. ápr. 24. KIEMELÉS



Tapasztalat 2.

➤ KORRÓZIÓSEBESSÉG

- ✓ a különböző régészeti leletek alapján:
0,15-2 $\mu\text{m}/\text{év}$
- ✓ agresszív közegben ...

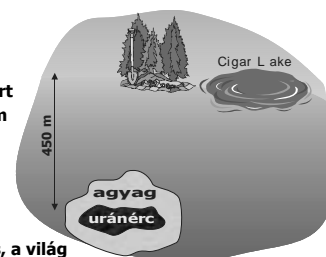
➤ KONTÉNERFAL KORRÓZIÓJA

- ✓ 3 cm falvastagságnál: **15-200 000 év**
- ✓ de nincs agresszív közeg ...

21

Természeti analógia 3 - CIGAR LAKE

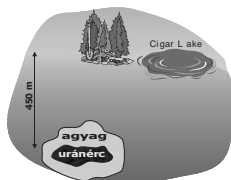
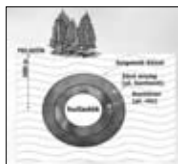
- geológiai (felszíni) felfedezés (1950-60)
- senki nem hitte el, mert a talajvíz mérések nem igazolták



- 1990-es évek: feltárás, a világ egyik legnagyobb urán lelőhelye
- 1300 millió éves üledék fedte

22

Az analógia - hasonlóságok, különbségek



HASONLÓSÁGOK: mélység
urán – kiégett üzemanyag
záró anyag

KÜLÖNBSÉGEK: kőzet: áteresztő (rossz)
konténer: nincs

23

Tapasztalat 3.

Az agyagköpeny hatékonyan gátolta az **1300 millió éves (= 13 000 x 100 000 év)** uránércben keletkező leányelemek felszíni vizekben történő megjelenését annak ellenére, hogy,

- rossz volt a befogadó kőzet,
- nem voltak mérnöki gátak.

24

TERMÉSZETI ANALÓGIÁK ÉS A HULLADÉKTÁROLÓ

OKLO

VASA HAJÓ

CIGAR LAKE

NINCS SEMMI VÉDELEM, MÉG SINC SZÉTHORDÁS

A RÉZ ELLENÁLL ÉVEZREDEKIG

ROSSZ KŐZET DE JÓ TAKARÓ: NINCS SZÉTHORDÁS

JÓ KŐZET CIGAR LAKE VASA HAJÓ OKLO

BÍZHATUNK A MŰKÖDÉSÉBEN

25

**A FELADAT ÓRIÁSI, MONDHATNI
EMBERFELETTI,**

DE...

**MEGOLDHATÓ, MERT A MEGOLDÁS
NEM TERMÉSZET FELETTI.**

VAN MEGOLDÁS!!!

26

**Köszönöm a
figyelmet!**

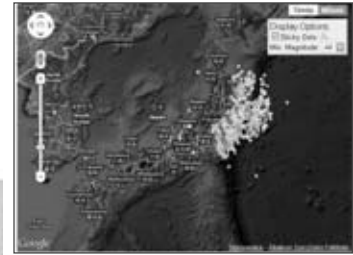
27

Fukushima és Tanulságai

Rónaky József
Országos Atomenergia Hivatal

Földrengés

- Március 11-én 14.46-kor (helyi idő szerint) 8,9-es földrengés (később 9,0-ra módosítva) Honshutól keletre
 - Ekkor már napok óta kisebb előrengéseket tapasztaltak (és azóta is utórengéseket)



Forrás: <http://www.japanquakemap.com/>

A földrengés által érintett atomerőművek

- Onagawa
 - 3 BWR blokk (524 MW, 825 MW, 825 MW)
 - Automatikusan leállt a földrengés után
 - Tűz a turbinacsarnokban
- Fukushima Daini
 - 4 BWR5 blokk (4*1100 MW)
 - Automatikusan leállt a földrengés után
 - Nukleáris veszélyhelyzet az 1., 2., 4. blokkokon a „nyomáscsökkentő medence funkcióvesztése miatt”
 - Március 15-re minden blokk hideg leállított állapotban



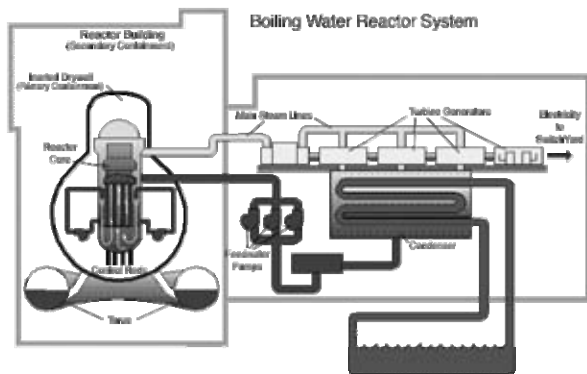
A földrengés által érintett Fukushima I. atomerőmű

- Fukushima Daiichi
- 6 blokkos, forralóvízes



	1. blokk	2. blokk	3. blokk	4. blokk	5. blokk	6. blokk
Típus / Konténment	GE BWR3 Mark I	GE BWR4 Mark I	GE BWR4 Mark I	GE BWR4 Mark I	GE BWR4 Mark I	GE BWR5 Mark II
Tejesítmény	460 MW	784 MW	784 MW	784 MW	784 MW	1100 MW
Üzemanyag	UO ₂	UO ₂	MOX	UO ₂	UO ₂	UO ₂
Állapot a földrengéskor	Normál üzem	Normál üzem	Normál üzem	Leállítva, teljes zóna kirakva!	Leállítva	Leállítva

Forralóvízes reaktor (BWR)





Forrás: P...

Földrengés-védelem

- Maximális talajgyorsulás értékek a földrengés során a Fukushima Daiichi atomerőműnél:
 - 0,517 g a 3. bloknál,
 - 0,44 g a 6. bloknál.
- A blokkok a földrengést követően rendben leálltak
- Az országos villamosenergia-hálózat kiesése miatt a biztonsági hűtővízrendszereket dízel-generátorok látják el, ezek el is indultak.

Tervezési földrengés (SSE) 0,45 g ill. 0,46 g ezekre a blokkokra!

Atomerőműről mindenkinek

8

2011. március 11.



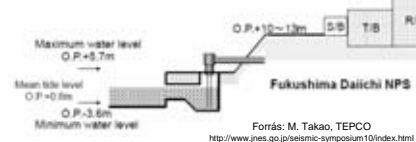
Atomerőműről mindenkinek

9

Szökőár-védelem atomerőművekben

- Fukushima atomerőmű: történelmi cunamik alapján (+ modellezéssel):
 - Az üzemi szint fölött 5,7 m-es tervezési cunami
 - Épületek földszintje 10-13 m magasan

Maximum water level = 4.4m + O.P. + 1.3m = O.P.+5.7m
Minimum water level = -3.6m – O.P. ± 0.0m = O.P.-3.6m



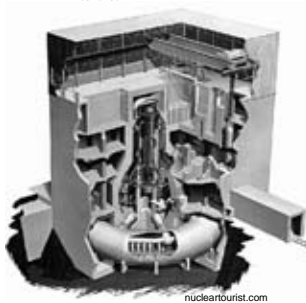
Forrás: M. Takao, TEPCO
<http://www.jnes.go.jp/seismic-symposium10/index.html>

Atomerőműről mindenkinek

10

A Fukushima Daiichi erőmű felépítése

- Épület szerkezet
 - Beton épület
 - Acélszerkezetes üzemi terület
- Konténment
 - Körte alakú dry-well
 - Törusz alakú wet-well



nucleartourist.com



Atomerőműről mindenkinek

Forrás: Dr. Matthias Braun, Areva

11

Az erőmű felépítése

Reaktorcsarnok üzemi terület (acélszerkezet)

Beton reaktorépület (szekunder konténment)

Frissgőz-vezeték

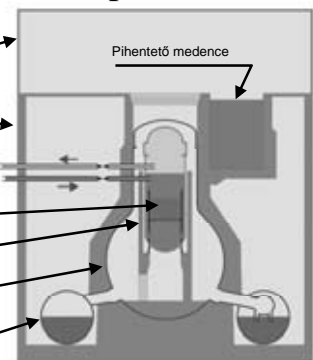
Tápvíz-vezeték

Aktív zóna

Reaktortartály

Konténment (dry-well)

Konténment (wet-well) / kondenzációs kamra



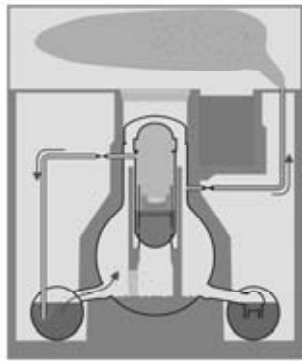
Atomerőműről mindenkinek

Forrás: Dr. Matthias Braun, Areva

12

Az esemény lefolyása

- Konténment nyomáscsökkentés előnyei és hátrányai
 - Energiaelvitel a reaktorépületből (már csak így lehetett)
 - Nyomás 4 bar-ra csökken
 - Kis mennyiségű aeroszol-kibocsátás (jód, cézium ~0.1%-a)
 - Nemesgázok teljesen kijutnak
 - Hidrogén-kibocsátás
- A gáz a reaktorcsarnokba kerül
 - A hidrogén gyűlékony...



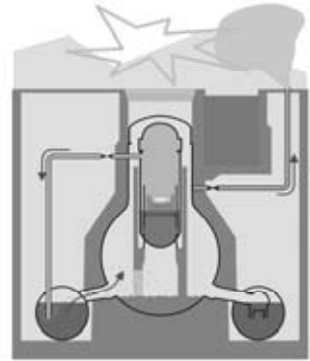
Atomenergiáról mindenkinek

Forrás: Dr. Matthias Braun, Areva

13

Az esemény lefolyása

- 1. és 3. blokkok
 - A hidrogén a reaktorcsarnokban berobban
 - Acélszerkezetes tető megrongálódik
 - Az előfeszített beton reaktorépület épek tűnik
 - Látványos, de biztonsági szempontból nem jelentős esemény



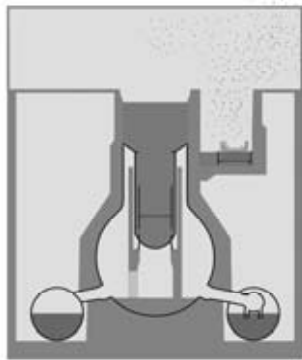
Atomenergiáról mindenkinek

Forrás: Dr. Matthias Braun, Areva

14

Esemény lefolyása – pihentető medencék

- Kiegett üzemanyagot a reaktorcsarnokban levő pihentető medencékben tárolják
 - 4. blokkon karbantartás miatt az egész zóna kirakva
 - A medencék kiszáradása
 - 4. blokk: 10 nap alatt
 - 1, 2, 3, 5, 6 blokkok: néhány hét alatt
 - **Esetleges szivárgás a földrengés miatt?**
- Következmények
 - Zóna a „szabadban”
 - Hasadási termékeket szinte semmi sem tartja vissza
 - Kibocsátás



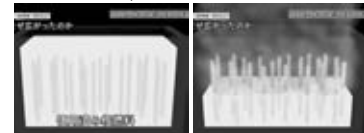
Atomenergiáról mindenkinek

Forrás: Dr. Matthias Braun, Areva

15

Fukushima Daiichi, 4. blokk

- Március 11.
 - Földrengés (helyi idő szerint 14:46): leállítva
 - Teljes zóna a pihentető medencében
 - Üzemanyaga urán-oxid
 - Pihentető medence hűtés nélkül
- Március 14.
 - Pihentető medence hőmérséklete 84 °C
- Március 15.
 - Feltehetően hidrogénrobbanás a reaktorépület felső részében
 - Hidrogén-képződés: vízgőz-Zr reakcióból, vagy 3. blokkról (?)
 - Többszöri tűz
- Március 15-22.
 - Többszöri víz-befecskendezés tűzoltóautóval
 - Külső villamos ellátás helyreállítása

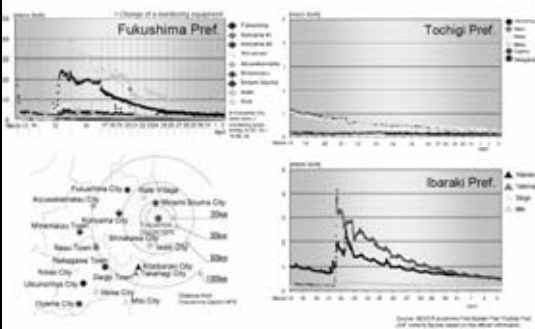


Atomenergiáról mindenkinek

16

A környezeti dóziszintenzitás időbeli alakulása az elmúlt 3 hétben a fukushimai atomerőmű körül^[1]

Trend of Radiation in the Environment around Fukushima Daiichi NPS



[1] Forrás: http://www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1301893784P.pdf

Atomenergiáról mindenkinek

17

Sugárzási helyzet

- A telephelyen jelentős sugárzási értékek (a maximum 400 mSv/h!)
- Az elhárításban részt vevők dóziskorlátját 100-ról 250 mSv-re emelték
- Eddig összesen 17 munkás kapott 100 mSv feletti dózist (ez a korábbi határ az elhárításban résztvevőkre, most 250 mSv-re emelték)
- A 30 km-es zónán belül jelenleg max. 100 mikroSv/h
- 75 000 embert mértek meg, 97 volt szennyezett, dekontaminálás után határérték alatt (külső szennyezés)
- 1 Sv/h dózisteljesítmény egy épületen kívüli árokban (csatornában?)
- Pu-ot találtak több telephelyi talajmintában



Atomenergiáról mindenkinek

18

Sugárzási helyzet

- Tokióban néhány napra meghaladta a gyermekekre vonatkozó határértéket a csapvíz I-131 tartalma (210 Bq/l vs. 100 Bq/l)
- Sugárszennyezett friss zöldségek Fukushima és Ibaraki prefektúrában (Cs: 82 000 Bq/kg, a határérték 50 Bq/kg)
- Tengervíz – I-131 határérték fölött még 10 km-re az erőműtől is



Atomenergiáról mindenkinek

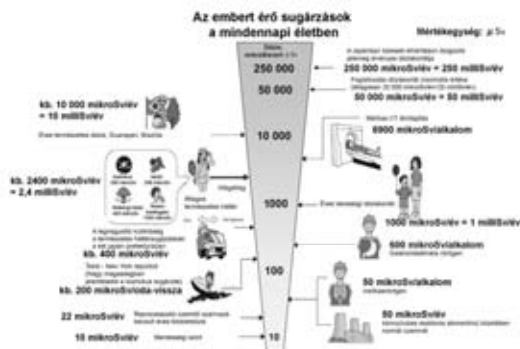
19

- A fukushimai atomerőmű balesete miatt hazánkba is eljutott mérhető mennyiségű sugárzó anyag ezért az intézmények mérési eredményeiket folyamatosan eljuttatják az Országos Atomenergia Hivatalnak, ezeket a hivatal összesíti, értékeli és honlapján szakmai magyarázattal közzéteszi.
- Az ellenőrzésben együttműködő szervezetek eddigi eredményei alapján a környezetben előforduló radioaktív anyagok lakosságra, illetve környezetre gyakorolt hatása elhanyagolható, semmilyen védőintézkedésre nincs szükség.

Atomenergiáról mindenkinek

20

Az embert érő sugárzások a mindennapi életben



Atomenergiáról mindenkinek

21

A helyreállítás folyamata

- Ideiglenes, majd végleges hűtés, a „hideg leállított” állapot elérése: Megtörtént
- A telephely megtisztítása, a munkafeltételek biztosítása: megtörtént
- Nagy mennyiségű radioaktív víz tisztítása: folyamatos
- A további kibocsátások megakadályozása védőburkolattal: folyamatban, márciusra kész
- Az erőmű leszerelése: kb. 10 év

Atomenergiáról mindenkinek

22

A helyreállítás folyamata

- A szennyezett környezet megtisztítása, a lakosság visszatelepítése: Jövő év végére várható
- Épületek megtisztítása (elsősorban iskolák, óvodák, közösségi terek, lakóépületek)
- Talajcsere, ahol szükséges
- Mezőgazdasági művelés helyreállítása

Nehéz az optimum megtalálása a racionalitás és az emberek félelmei között (nemzetközi segítség)

Atomenergiáról mindenkinek

23

Európa válasza: célzott biztonsági felülvizsgálat

Atomenergiáról mindenkinek

24

A felülvizsgálat célja

• Iniciatíva:

- EU Tanácsa (2011. márc. 25.) →
Európai Bizottság →
ENSREG (2011. május 13.) →
Európai nemzeti hatóságok →
Engedélyesek

- ▶ **Cél: Megállapítani, hogy az európai erőműveket veszélyeztetik-e a fukushimaihoz hasonló helyzetek. A gyenge pontok feltárása, javító intézkedések meghozása.**

CBF ≡ „*stress test*”

A folyamat

- OAH követelményei és felkérés (május 25.)
- Előrehaladási Jelentés (PA Zrt.) (aug. 15.)
- Előzetes Nemzeti Jelentés (OAH) (szept. 15.)
- Végleges Felülvizsgálati Jelentés (PA Zrt.) (okt. 31.)
- Végleges Nemzeti Jelentés (OAH) (dec. 31.)
- Nemzetközi „peer review” (2012. ápr. 30.)
 - 2 szakasz: tematikus – országonkénti
- Javító intézkedések: több éves program

Eredmények:

- A Paksi atomerőmű biztonságos
- A biztonságnövelési folyamat „elébement” Fukushimaának
- A biztonságnövelést folytatni kell:
 - A talajfolyósodás vizsgálata
 - A villamosenergia és vészhűtővíz ellátás javítása
 - A konténment hoszútávú teherbíró képességének növelése

További feladatok

- A tanulságok hasznosítása az új reaktorok tervezése során
- A nemzetközi követelmények, ajánlások felülvizsgálata
- A nukleáris biztonsági hatóságok megerősítése, és függetlensége
- A nyilvánosság és a tájékoztatás javítása

Fukushima alternatív tanulságai

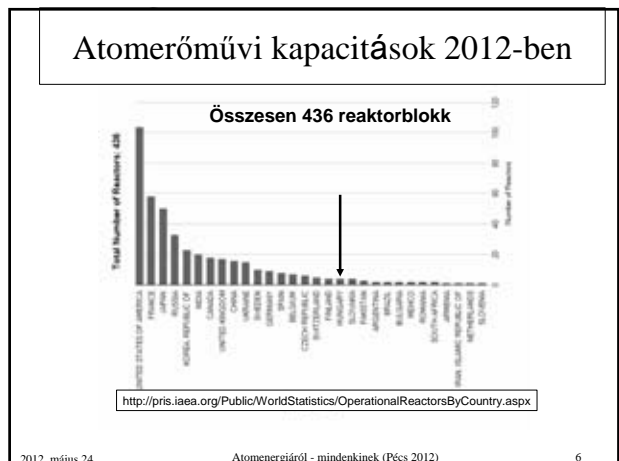
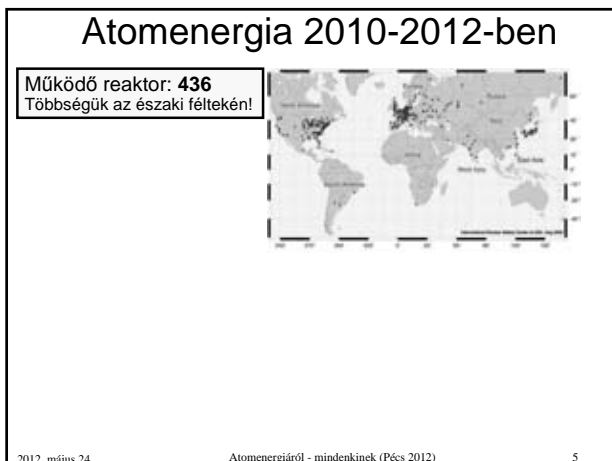
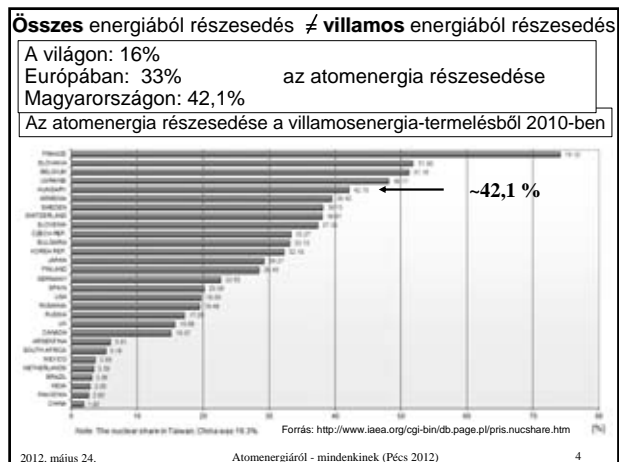
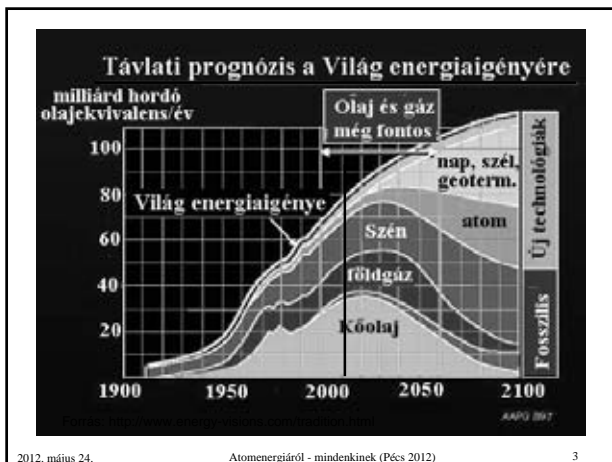
- **Extrém természeti katasztrófa:** 9-es FR, 15 m-es cunami...
 - Japán felkészültségét jellemezte az, hogy mindennek „csak” kb. 20 000 áldozata volt
 - Megsemmisült sok város, ipari, közlekedési létesítmény
 - Az anyagi kár horribilis – a japán gazdaság megrendült, de nem dőlt össze
 - Mindezek *részeként* súlyosan megsérült 4 atomerőművi blokk az érintett 15 blokk közül, tehát 11 további üzemeltetése valószínű, hogy technikailag lehetséges
 - Ez bizonyítja, hogy ilyen katasztrófát is képes egy atomerőmű átvészelni bőven túl a TA-n
 - Fukushima Dai-ichi is túlélte volna, ha csak 1-2 ponton körülményes lett volna a tervezés
 - A nukleáris katasztrófa következménye: nincs sugárzás okozta áldozat(!), kb. 80000 kitelepített és igen jelentős anyagi kár (valószínű, hogy a *teljes kár* 30%-ánál kevesebb..)
 - Nem zárható ki, hogy hogy lesz néhány haláleset több év múlva a stochasztikus hatások miatt, de ennek a nagyságrendje mindenképpen elenyésző a 20 000-hez képest
- Mégis, ma már mindenki csak Fukushimáról ír, beszél. Sehol nem lehet olvasni a földengés és a cunami áldozatairól, a letarolt városokról, az elpusztult létesítményekről (pl. olajfinomító) és az ezek által okozott szennyezésről...**



Tartalom

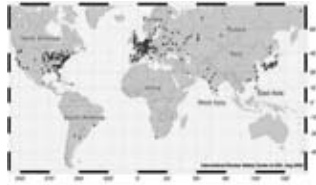
- A világ energiaigénye most és a jövőben
- Az atomenergia fő irányai a 21. században
- Új építések Európában és a világon
- Atomenergia Fukushima után
- Helyettesíthető-e Magyarországon az atomenergia nap- vagy szélenergiával?
- Mennyire drága az atom és a napenergia?

2012. május 24. Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012) 2



Atomenergia 2010-2012-ben

Működő reaktor: **436**
Többségük az északi féltekén!
62 új reaktorblokk épül

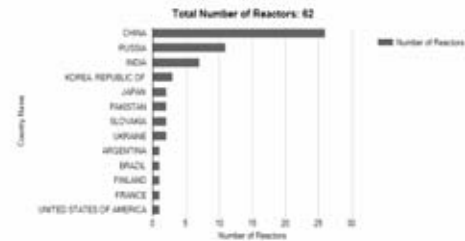


2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

7

Épülő reaktorblokkok 2011-ben



Forrás: http://pris.iaea.org/Public/TempChartImages/Chart_000900.png

2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

8

Épülő atomerőművek 2012-ben

Épülő atomerőművi blokkok a világon



Forrás: <http://world-nuclear.org/NuclearDatabase/rresults.aspx?id=27569&ExampleId=62>

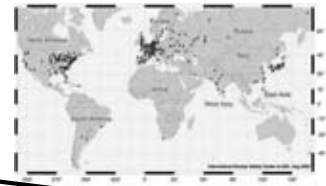
2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

9

Atomenergia 2010-2011-ben

Működő reaktor: **436**
Többségük az északi féltekén!
62 új reaktorblokk épül



Fukushima után:

- Stresszteszt szinte mindenütt
- További tervek

Építési terveket tovább folytatók

- Kína, India,
- Oroszország,
- USA
- Egyes EU országok (Finnország, Fr.o, Lengyelország...)
- 30+ új belépő ország (!!)

Atomenergiát „kivezetők”

Németország (importőr lett)
Svájc (2034, 20,7Mrd CHF)
Japán
Olaszország (nem is volt)
...

2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

10

Atomenergia 2010-2011-ben (folyt.)

- Meglévő erőművek **üzemidő-hosszabbítása**
- Új erőművek **építése**
- 3. generációs erőművek **fejlesztése**, az épülő erőművek között már vannak ilyenek is
- 4. generációs erőművek **kutatása**
- **Hulladék**-kérdéssel kapcsolatos **kutatások**

Hazánk is érintett:

- **üzemidő-hosszabbítás** (Paks)
- meglévő kapacitás **távlati pótlása** 2 új blokkal (Paks)
- **Kutatásokban** való erőteljes részvétel (KFKI-AEKI, BME, NUBIKI)

Miért?

- 1) „Sűrű energia” – kis anyagmennyiségből sok energia
- 2) Nem bocsát ki üvegházhatású gázt (pl. Franciaország < 30,4 g/kWh)
- 3) Állandóan termel – „alaperőmű”
- 4) Időjárás, klimatikus és földrajzi adottságtól függetlenül telepíthető

2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

11

Üzemidő-hosszabbítás

- A legtöbb, atomenergiát alkalmazó országban a blokkok **üzemidő-hosszabbítását** tervezik. (pl. USA 71 blokk 2011. szept.)
- **Kiugró nagyberuházás nem kell az üzemidő-hosszabbításhoz.**

- A **paksi főberendezések is alkalmasak a 30+20 éves üzemre.**

- Gondosan vezetett, összesen 50 éves üzemidőt szem előtt tartó karbantartási programot kell vinni Pakson.

- Új gépészeti vagy erősáramú technológiára nincs szükség.
- Az üzemidő-hosszabbításhoz jelentős szakember-utánpótlásra lesz szükség

- A nukleáris képzésben részesülő mérnököknek, fizikusoknak bőven lesz munkájuk!



2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

12

Atomerőmű fejlesztések

- Szédületes **kínai** tempó
 - ~**25 blokk** építés alatt, rövidesen még több indul,
 - tervek: 5-6x növelni a nukleáris kapacitást:



(CN)

	2020	2030	2050
	60 GW	200 GW	400 GW

- egyre inkább önellátók reaktor tervezésben és kivitelezésben, nukleáris üzemanyagciklusban,
- zömmel nyomottvízes épül (kooperáció+saját gyártás)
- most épülő típusok (4-18 elemű sorozatokban):
 - több **nyugati** gyártó típusai - AP1000, EPR, CANDU
 - az **orosz** gyártó típusa - VVER
 - honosított **kínai** sorozat - CNP-300, -600, -1000, ACNP
 - új **kínai** sorozat CPR-1000, ACPR-1000
 - egyebek (HTR, kis moduláris reaktor, gyorsreaktor...)

2012. május 24.

Atomerőműről - mindenkinek (Pécs 2012)

13

Atomerőmű fejlesztések

- Az **orosz** nukleáris technológia
 - Oroszország sem állt meg, **halad** előre
 - a nukleáris energiatermelés közel **duplázódik 2020-ig**,
 - nukleáris termékek, szolgáltatások exportja nemzeti cél,
 - világszerte a gyorsreaktorok technológiájában.



– belföld

- sokadik blokkok meglévő telephelyen (Rosztov, Kalinyin)
- új kiépítések (Leningrád-II, Novovoronyezs-II, Kola-II?, Kurszk-II?)
- zöld mezős beruházások (Balti)
- gyorsreaktor (Belojarszk), úszó atomerőmű (Viljucsinszk)

(RU)

– külföld

- sok futó projekt (**kínai, indiai, török, vietnami, fehérorosz, jordán**)
- Rusatom Overseas megalapítása (orosz bázisú multinacionális konglomerátum létrehozása külföldi terjeszkedésre), vegyes vállalatok alapítása (pl. Atomenergomas-Alstom), intenzív cégvásárlások (pl. Skoda JS, Nukem),
- betörni az EU-ba (**cseh, szlovák, magyar, bolgár?, brit?** beruházások)

2012. május 24.

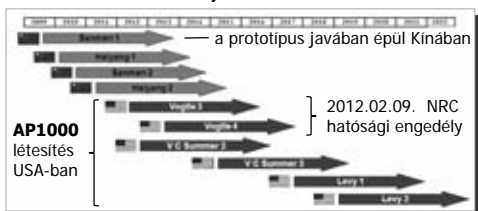
Atomerőműről - mindenkinek (Pécs 2012)

14

Atomerőmű fejlesztések

- Az **amerikaiak** 30 év után újra belekezdnek

(US)



Vogtle-3 földmunka



2012. május 24.

Atomerőműről - mindenkinek (Pécs 2012)

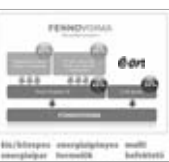
15

Atomerőmű fejlesztések

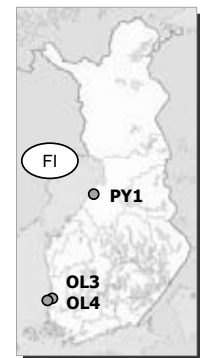
- Három **finn** atomerőmű létesül

– TVO

- **Olkiluoto-3** szerelés vége felé
AREVA-Siemens – EPR prototípus jelentős késébben, drágulásban
- **Olkiluoto-4** tenderezés előtt, jelöltek:
AREVA – EPR, GE Hitachi – ESBWR
KHNP – APR1400, MHI – APWR
Toshiba – ABWR



Pyhäjoki telephely tavaly kiválasztva, jelöltek:
AREVA – EPR
Toshiba – ABWR



2012. május 24.

Atomerőműről - mindenkinek (Pécs 2012)

16

Atomerőmű fejlesztések

(EE) (LT) (LV)



- A **balti** vezetők közös atomerőművet akarnak
 - **észti, lett, litván** miniszterelnök **sürgeti** az építést
 - a térség áramimport- és orosz gáz függő
 - GE Hitachi, 1350 MW, ABWR (továbbfejlesztett forralóvízes)
 - a litván Visaginas telephelyen épül,
 - a szállító részt vesz a finanszírozásban,
 - **koncessziós megállapodás** márciusban aláírva
 - építést ~2014-ben kezdik, a blokk 2020-2021 körül indul,
 - további nemzetközi kapcsolódások
 - **EU** csatlakozás feltételeként Litvánia leállította két RBMK reaktorát, számára pénzügyi támogatást helyeztek kilátásba leszerelésre, pótlásra
 - a **lengyelek** a projektből 2011-ben kiszálltak (van visszaútjuk)
 - az **oroszok** már javában építik a litván határnál (Kalinyingrád) saját, 2017-ben induló, zömmel áramexportra szánt Balti Atomerőművüket.



2012. május 24.

Atomerőműről - mindenkinek (Pécs 2012)

17

Atomerőmű fejlesztések

(PL)



- 5 évet késik az első **lengyel** atomerőmű
 - PGE (Polska Grupa Energetyczna) **elhalasztotta** az első lengyel atomerőmű építését
 - a 2035-ig szóló stratégia része 2 atomerőmű
 - mindegyik 2-3 blokk, ~3 GW, indítás 2025 és 2029-ben
 - élénk GE Hitachi és Westinghouse érdeklődés
 - kapacitások tervezett felfutása,
 - jelentős szerkezetváltás
 - **ma** lignit és szén, 95%-ban
 - **2035** atom-36%, barnaszén-33%, megújuló-14%, gáz-11%
feketeszen-5%
- még idén kiírják a tendert a típusra

	ma	2020	2035
	13,1 GW	15,8 GW	21,3 GW

2012. május 24.

Atomerőműről - mindenkinek (Pécs 2012)

18

Atomerőmű fejlesztések

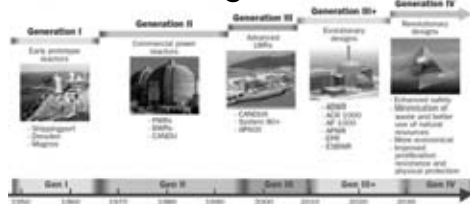
- Cernavoda: új befektetők kiválasztása halasztva
 - a tervezett 5 CANDU reaktorból 2x700 MW üzemel 1996 és 2007 óta, a román villamosáram szükséglet 18%-át fedezve,
 - kormánydöntés: már csak további 2 létesül
 - EnergoNuclear SA bővítési projektársaság
 - eredetileg 51% állami tulajdonban, a többi megoszlása: 9,15-9,15% ČEZ, ENEL, GDF Suez, RWE és 6,2-6,2% Arcelor Mittal, Iberdrola,
 - 2010 végén a cseh, 2011 elején pedig a francia, a spanyol és a német befektető is kiszállt a projektből,
 - a gazdasági minisztérium új befektetői tendert írt ki
 - eddig csak egy kínai és egy dél-koreai cég érdeklődött
 - a tárca 03.15-ről 09.15-ig kitolta a határidőt



CANDU-6



Reaktorgenerációk



- I.: 1970-es évek előtt, természetes uránnal működő reaktorok.
 II.: A 70-es évektől kifejlesztett könnyűvízes reaktortípusok, jelenleg is alkalmazzuk őket. Zömük 2015-2030-ra tölti ki tervezett élettartamát.
 III-III+: A jelenlegi reaktortípusok optimalizálása biztonsági és gazdaságossági szempontok szerint. Jelenleg készek a kereskedelmi forgalomra, a piacon ezeket kínálják
 IV.: Jelenleg fejlesztés alatt, 6 fő típus vizsgálata nemzetközi projektekben. Céljuk fenntartható energiaforrás biztosítása (villamos- és hőtermelés, tengervíz sótalánítás), illetve a hidrogéntermelés.

A generációk jellemzői

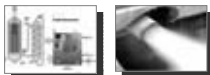
- Gen I
 - korai prototípus reaktorok, már nem működnek
- Gen II Paks 1-4 is ilyen
 - a kilencvenes évekig épült kereskedelmi reaktorok
 - PWR/VVER, CANDU, BWR, AGR
 - megalapozott teljesítmény növelések (5-15%)
 - tervezett üzemidejük 30-40 év, meghosszabbítható (pl. +20 év)
- Gen II+
 - alapvetően a marketingesek találmánya, de néha használják:
 - 2000 utáni modernizált Gen II reaktorokra (pl. kínai CPR-1000), melyek a drágább Gen III reaktorokkal versenyeznek,
 - a modernizációval javultak a biztonsági paraméterek és nőtt a tervezett élettartam (50-60 évre),
 - vitatható, hogy ide sorolhatók-e az évekre leállított majd újra kezdett beruházások kissé fejletti blokkjai (pl. Mochovce-3,-4 VVER-440, Cernavoda-3,-4 CANDU-6)

A generációk jellemzői

- Gen III
 - biztonság evolúciója (TMI, Csernobil és már Fukushima tanulságai)
 - **Legalább ilyen lesz a paksi bővítés!**
 - **Nem utólagos intézkedés, már az eredeti tervekben!**
 - biztonsági rendszerek 300-400% tartalékolással,
 - redundáns (többszörös), diverz, fizikailag szeparált kialakítás,
 - passzív biztonsági rendszerek hányadának növekedése,
 - alacsonyabb zónaolvasási valószínűség,
 - súlyos baleset megelőzés, mérséklés eszközei a tervben,
 - külső hatások elleni fokozott védelem, hosszabb autonóm üzem.
 - folyamatos javulás műszaki és gazdasági paraméterekben
 - továbbfejlesztett üzemanyag-technológia,
 - kiváló termikus hatásfok,
 - szabványosított tervezés, kevesebb berendezés,
 - kisebb karbantartási igények, könnyebb karbantarthatóság,
 - korszerű digitális irányítástechnika, ember-gép kapcsolat,
 - nagyobb egységteljesítmény (méretgazdaságosság),
 - gyorsabb, olcsóbb, korszerű építés, modulós szerelés.
- Gen III+
 - jelentős továbblépések a biztonságban, gazdaságosságban

A generációk jellemzői

- Gen IV
 - a korábbiak mellett minőségileg új célok:
 - javítani a nukleáris biztonságot
 - inherens biztonsági megoldásokat alkalmazni (a fizikai elv védjen),
 - fokozottan óvni az atomfegyver készítésére alkalmas anyagokat, technológiákat (atomsorompó),
 - minimalizálni a radioaktív hulladékokat, hosszú felezési idejű izotópokat
 - jobban kihasználni a természeti erőforrásokat (pl. természetes urán),
 - érezhetően csökkenteni az építési költségeket,
 - minél olcsóbban üzemeltetni,
 - kiterjeszteni a nukleáris energia felhasználását (magas hőmérsékletű ipari hő, hidrogén/metán/etanol fejlesztése közlekedés és mezőgazdaság számára stb.)

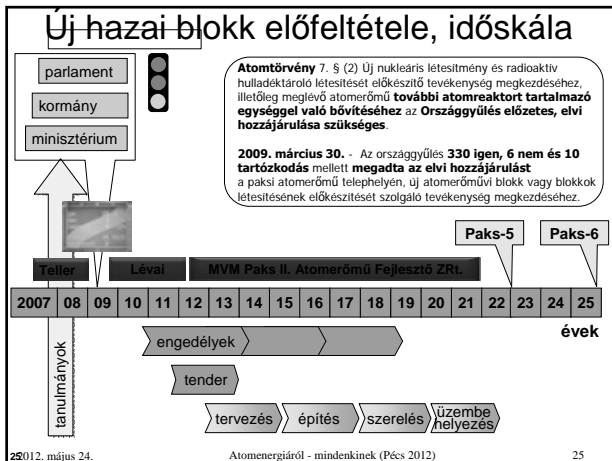


Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

Néhány Gen III típus

- AES-2006** VVER-1000 utód (Gidropress-Atomenergoprojekt, orosz)
- AP1000** Advanced Pressurized Water Reactor (Westinghouse, USA)
- APR-1400** Advanced Pressurized Reactor (KEPCO, dél-koreai)
- APWR1700** Advanced Pressurized Water Reactor (Mitsubishi, japán)
- ATMEA1** G3+ Pressurized Water Reactor (AREVA+Mitsubishi)
- CPR-1000** Improved Chinese PWR (CNPEC, kínai)
- EPR** European Pressurized Water Reactor (AREVA, francia-német)
- ABWR** Advanced Boiling Water Reactor (GE-Toshiba, amerikai-japán)
- ESBWR** Economic Simplified Boiling Water Reactor (GE, amerikai)
- SWR-1000** Siedewasser Reactor (AREVA+Siemens, német-francia)
- ACR-700,-1000** Advanced CANDU Reactors (AECL, kanadai)
- GT-MHR** Gas Turbine Modular Helium Reactor (GA, amerikai)
- PBMR** Pebble Bed Modular Reactor (Eskom, amerikai-délafrikai)

nyomottvízes
forraló
egyéb



Lehetséges típusok

AES-2006 (MIR-1200)

- Előnyök:**
 - ismert technológia
 - Magyarországi, hazánkban építés
 - 30 év alatt a hazai nukleáris
- Hátrányok:**
 - HCZ atomenergia
 - használatba még nincs
 - széles (1200 MW) kapacitás
 - korlátozott élet

AP1000

- Előnyök:**
 - Inkább innovatív, mint evolúciós terv
 - Egyszerű, szabványos, passzív
 - Előnyök:
 - 30 év alatt építhető
 - 100 MW kapacitás
 - 30 év alatt építhető
- Hátrányok:**
 - magas 50 MW-es kapacitás
 - kapacitásnövelés = 24 MW
 - 30 év alatt építhető

AP600

- Előnyök:**
 - 100 MW kapacitás
 - 30 év alatt építhető
 - 30 év alatt építhető
- Hátrányok:**
 - magas 50 MW-es kapacitás
 - kapacitásnövelés = 24 MW
 - 30 év alatt építhető

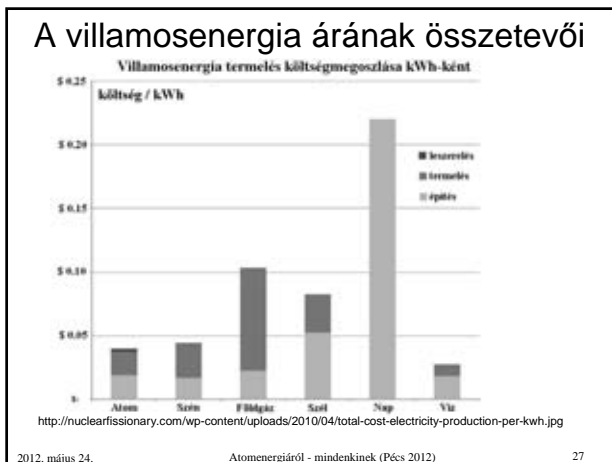
ATHLET

- Előnyök:**
 - Középjáró technológiája, 1900-2000 MW kapacitás
 - 30 év alatt építhető
 - 30 év alatt építhető
- Hátrányok:**
 - magas 50 MW-es kapacitás
 - kapacitásnövelés = 24 MW
 - 30 év alatt építhető

EPR

- Előnyök:**
 - 1600 MW
 - 30 év alatt építhető
 - 30 év alatt építhető
- Hátrányok:**
 - magas 50 MW-es kapacitás
 - kapacitásnövelés = 24 MW
 - 30 év alatt építhető

2012. május 24. Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012) 26



Mennyibe kerülne a hazai atomenergiát naperőműre lecserélni? (Paks teljesítménye: 2000 MWe)

Naperőmű adatok (sajtóból):
 Újszilvás (kész): 400 kW, Teljes létesítési költség: 618,5 Mft
 Nagysáp (terv): 100 kW, Teljes létesítési költség: ~300 Mft

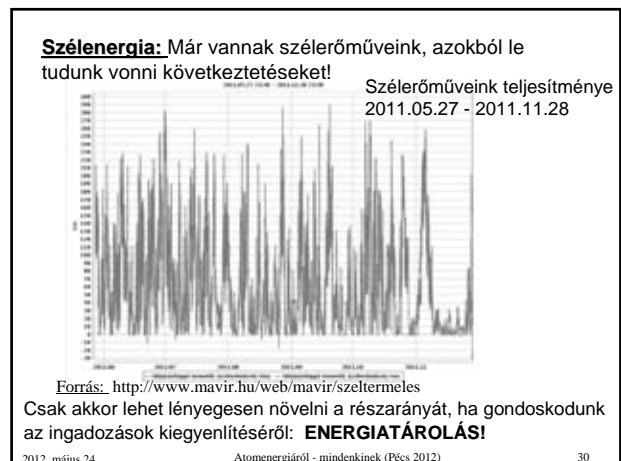
A **TELJESÍTMÉNY** kiváltására 2000 MW / 0,4 MW = **5000 db** ilyen (újszilvás) erőművet kellene építeni. Ennek költsége 5000 * 618,5 Mft = **3093 milliárd Ft.**

2012. május 24. Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012) 28

Mennyibe kerülne a hazai atomenergiát naperőműre lecserélni? (folyt.)

DE! A naperőmű nem mindig termel!
 Sajtóból: Újszilvás éves energiatermelése: 630 000 kWh
 Időbeli kihasználtság: $\frac{630000 \text{ kWh}}{400 \text{ kW}} = 1575 \text{ h}$ Egy évben van 365*24=8760 h, tehát a kihasználtság: $\frac{1575}{8760} = 0,18$, azaz **18% !!**
 Ha tehát az **alaperőműként** állandóan működő 2000 MW-os blokkok által megtermelt **ENERGIÁT** szeretnénk kiváltani, akkor 5000 / 0,18 = **27778 db** ilyen naperőművet kellene építeni, és ennek az építési költsége **17181 milliárd Ft** lenne!
 És még nem beszéltünk az ingadozást kiegyenlítő tározó létesítési költségeiről (és környezeti hatásairól)!!!
 Különböző becslések szerint a Paksi Atomerőmű 2000 MW-os teljesítményének majdani pótlását biztosító két új blokk létesítési költsége 1000-3000 milliárd Ft közé esik. Sok? És az ugyanennyi energiát termelő naperőmű létesítése?

2012. május 24. Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012) 29



Energiatárolás nagy mennyiségben

- Villamos energia formájában nem lehet (akkumulátorok, kémiai)
- Vízipotenciális (megvalósítható, jelenleg legolcsóbb)
- Hidrogén-gazdaság (még kutatás alatt áll)

Vízenergia: **tározós erőmű** (70% visszanyerhető energia) többlettermelés idején felpumpáljuk a vizet, hiány esetén leengedjük, áramot fejlesztünk. $E = mgh$

Természeti adottságok kellene!

Magas hegyek, nagy völgyek

Komoly környezeti hatások!



2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

31

Hidrogén-gazdaság

Elve:

- A többlet energiával hidrogént fejlesztünk: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- A hidrogéngázt eltároljuk
- Amikor szükséges, speciális gázturbinás erőműben felhasználjuk (elégetjük), villamosenergiát állítunk elő (vagy speciális gázhajtású autókat hajtunk meg vele stb.)

Előnye: nincs üvegház-gáz kibocsátás (csak víz keletkezik)

Hátránya:

- Az elektrolízises hidrogén-fejlesztés hatásfoka nagyon rossz (sok a veszteség)
- Magas hőmérsékleten ($>1000\text{ C}$) katalizátorokkal jobb, de még így sem éri meg villamosenergiát tárolni, legfeljebb az ipari hőt hasznosítani.
- A H_2 tárolása gáz formájában veszélyes (robbanásveszély)



2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

32

Következtetés: 2000 MW alaperőművi villamosenergia termelést nem lehet nap- vagy szélenergiával kiváltani!

Új „nukleáris” diplomások iránti igény

- A francia AREVA és EdF, a belga Suez, az amerikai GE és Westinghouse cégek egyenként körülbelül évi 500-500 új mérnököt terveznek felvenni a következő 10 évben, ami összesen 20-25 000 fő fiatal műszaki szakembert igényel egy évtized alatt!
- Finnországban az új blokk építéséről szóló döntés óta kb. **megfízszereződött** a nukleáris energetikát tanuló egyetemi hallgatók száma!
- Új blokkok esetleges építése további igénynövekedést okoz!
- Ez igaz Magyarországra is!

2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

33

Az atomenergiának világméretben és Magyarországon is világos és biztos jövőképe van, Fukushima ellenére. Érdekes ebben az irányban továbbtanulni!



www.reak.bme.hu

Köszönöm a figyelmet!

2012. május 24.

Atomenergiáról - mindenkinek (Pécs 2012)

34

Válogatás a NucNet híreiből – 2012 június

Az EU szankcióval fenyeget a nukleáris biztonsági direktívával kapcsolatban

Az Európai Bizottság közlése szerint Görögország, Lengyelország és Portugália még mindig nem implementálta hivatalosan az EU nukleáris biztonsági direktíváját. Az EB állásfoglalása szerint ezeknek az országoknak 2011. július 22-ig kellett volna jogrendszerükbe építeni a direktívákat, azonban erről mindeddig, külön hivatalos felszólítás ellenére sem értesítették a Bizottságot, ezért a Bizottság az Európai Bírósághoz fordulhat, ahol az említett országok pénzbüntetésre számíthatnak.

Oroszország villamosenergia-exportot tervez az EU-ba

Brüsszelben az Európai Nukleáris Fórumon egy orosz energiacég vezetője bejelentette, hogy a Kalinyingrádban építendő két VVER-1200 MW-os atomerőműben termelt villamosenergiát a régió villamosenergia ellátására szánják. Az orosz hivatalos szervek felvetették annak lehetőségét, hogy külön e célra létrehozott átviteli rendszeren keresztül Lengyelországba és Németországba szállítanának villamosenergiát. A Kalinyingrádba tervezett atomerőművekkel kapcsolatban közmeghallgatást tartottak Dániában, Észtországban, Finnországban, Németországban, Lettországban, Lengyelországban, Norvégiában és Svédországban az erőművek várható környezeti hatásával kapcsolatban.

A nukleáris szcenárió előrejelzése 2025-ig

Az ENTSO-E, a villamosenergia-átviteli rendszereket működtetők európai hálózata felmérése szerint 2012 és 2025 között a beépített atomerőművi kapacitás kismértékben - 126 GW-ról 132-134 GW-ra - nőhet. A kismértékű növekedés annak ellenére következik be, hogy a tervek szerint a németországi atomerőműveket 2022-ig leállítják. A többlet kapacitást új atomerőművek építése és a meglévők teljesítményének növelése eredményezi.

Az Egyesült Királyság és Japán nukleáris együttműködési megállapodást jelentett be

A brit miniszterelnök Japánban tett látogatása alkalmával egy olyan megállapodást írt alá, amely lehetővé teszi japán cégek részvételét az Egyesült Királyságban létesítendő atomerőművek építésében. Viszonzásképpen brit társaságok közreműködhetnek a 2011-es földrengés és cunami áldozatául esett fukushimai atomerőmű leszerelésében, ami a UK Energiaügyi Minisztériuma szerint többmilliárdos projektben való részvételt jelenthet.

Örményország megerősítette atomerőműépítési szándékát

Örményországi látogatásán a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) főigazgatója, Yukija Amano találkozott az ország elnökével és miniszterelnökével, akik megerősítették az ország új atomerőműépítésre vonatkozó terveit. A NAÜ-vel folytatott tárgyalásokon szóba került a nukleáris biztonság és a fizikai védelem területén való együttműködés. A főigazgató megtekintette az Arménia II. atomerőművet, ahol tájékoztatták a nukleáris biztonság érdekében tett erőfeszítésekről.

Az Európai Parlament hozzájárult az ITER 2012. évi költségvetésének növeléséhez

Az Európai Parlament megszavazta az ITER-projekt (fúziós reaktorkísérletek) 2012. évi költségvetésének 650 millió eurós növelését. A bejelentés megerősíti azt a politikai egyezséget, amit az Európai Parlament, a Tanács és a Bizottság kötött még 2011 decemberében, hogy hozzájárulnak a projekt sikeres folytatásához szükséges 1,3 milliárd eurós többletköltségvetéshez. Az EU által vállalt, jövőre esedékes 350 millió eurós támogatás még függőben van.

Az európai ipar üdvözli a stressz-teszt eredményeit

A Pozsonyban tartott kétnapos Nukleáris Energia Fórum tanácskozáson a FORATOM képviselői kijelentették, hogy a nukleáris ipar véleményét megerősítette a stressz-teszt, miszerint is az európai atomerőművek a környezeti hatásokkal szemben ellenállóak és minden biztonsági követelménynek

megfelelnek. Örömmel vették tudomásul, hogy a vizsgálat semmi olyan tény nem tárt föl, ami megkérdőjelezné az atomerőművek további üzemeltetését Európában.

Visszavonják a spanyolországi garonai erőmű leállítását

A spanyol Ipari és Energetikai Minisztérium bejelentette, hogy megkezdte a Santa Maria de Garonai Atomerőműre vonatkozó, 2009 júliusában kiadott rendelkezésének visszavonását, ami 2013 júliusáig engedélyezte volna az atomerőmű működését. Az üzemeltető szerint a rendelkezés lehetővé teszi az atomerőmű 2019-ig való működését.

Obama bejelentette, hogy új elnököt jelöl az NRC élére

A Fehér Ház tájékoztatása szerint az Elnök a virginiai George Mason Egyetem környezettudományi és politikai docensét, Allison Macfarlane asszonyt jelöli az NRC elnökének, a lemondott Gregory Jacko helyére. A jelölést a Szenátusnak kell jóváhagyni. Macfarlane asszony 2006 óta dolgozik az egyetemen és tagja volt annak a bizottságnak, melyet az energiaügyi miniszter hozott létre a Yucca Mountain-i projekt törlése után. A bizottságot az amerikai atomerőművek kiégett fűtőelemeinek és radioaktív hulladékainak elhelyezésével kapcsolatos opciók felülvizsgálatára hozták létre.

A német vállalatok aggódnak atomerőművek bezárása miatt

A német állami energiakutató, a DENA által készített közvéleménykutatás szerint a válaszadók 60 %-a magasabb energiaköltségekkel számol és 40 %-uk veszélyben látja az energiaellátás biztonságát. A jelentés szerint az energiaellátás és annak biztonságával kapcsolatos jogi és hatósági keretekkel kapcsolatban komoly aggályok merültek fel. Jelentős a hangulati eltérés az ipar képviselői és a politika között annak megítélésében, hogy milyen következményekkel jár az atomenergiából való kivonulás.

A NEA dicséri a svéd kiégett fűtőelem-tároló terveit

A Svéd Hulladékkezelő Társaság, az SKB benyújtotta engedélyezésre a kiégett fűtőelemek végső elhelyezésével kapcsolatos javaslatát. Az engedélyezési eljárás hitelességének érdekében a svéd kormány felkérésére a NEA által szervezett szakértői csapat elvégezte a vizsgálatot és megállapította, hogy a program kiérlelt, innovatív és a legjobb gyakorlatokat valósítja meg. Alkalmas arra, hogy kielégítse az ipari és a biztonsággal kapcsolatos követelményeket. A jelentés megkönnyíti a hatóság engedélyezési eljárását is.

Ohi polgármestere jóváhagyta az Ohi 3-as és 4-es újraindítását

A japán Atomenergia Fórum bejelentette, hogy Ohi polgármestere jóváhagyta az ohi atomerőmű két blokkjának újraindítását. A két, egyenként 1200 MW-os nyomottvízes reaktort biztonsági felülvizsgálatra állították le. A vizsgálat befejezése után, 2012 áprilisában a kormány illetékes szervei a blokkokat biztonságosnak és újraindíthatónak nyilvánították, de a japán szabályok szerint ehhez a helyi önkormányzatok engedélye is szükséges. A helyi önkormányzat által készített jelentés megállapítja, hogy a biztonsági felülvizsgálat során bevezetett új biztonsági intézkedések alapján jóváhagyja a 3-as és a 4-es blokk újraindítását. A fukushimai katasztrófa után Japán mind az ötven atomerőművét leállították, ez a két blokk indul meg elsőnek a felülvizsgálatok után.

Az Egyesült Királyság túlságosan önelégült a nukleáris ipar jövőjével kapcsolatban

A Lordok Háza Tudományos és Technológiai Bizottságának elnöke szerint a kormány nem rendelkezik hiteles tevekkel a nukleáris ipar jövőjével kapcsolatban. Véleménye szerint a bizottsági vizsgálatok alátámasztották, hogy a kormány nem érzékeli, hogy milyen problémával áll szemben és rendkívül önelégült a nukleáris ipar jövőjével kapcsolatban. Aggodalomra ad okot, hogy 1980 óta a kutatásban és fejlesztésben dolgozók száma nyolcezerrel csökkent. A nukleáris kutatás-fejlesztésre fordított összeg fele a hollandiainak, illetve a norvégiaiainak és mindössze 1 %-a a franciaországinak. A Bizottság javaslatára a kormány létrehozott egy tanácsadó testületet a nukleáris kutatás-fejlesztés koordinálására.