

Felmérés az atomenergia társadalmi elfogadottságáról

Készítette: Mózes Tibor

Konzulens: Dr. Rácz Ervin

Lezárás dátuma: 2014. 04. 10.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	2
2.	A magyar villamosenergia-rendszer.....	3
	Hazai erőművek.....	4
	A paksi atomerőmű	7
	Az új paksi blokkok.....	10
3.	Az atomenergia társadalmi elfogadottsága.....	13
	A kérdőív szerkesztésének módjai	13
	A kérdőív	13
	A kérdőív kérdéseinek csoportosítása	16
	A kérdőívre adott válaszok értékelése.....	18
	A közvélemény alakulása az Eurobarometer kutatásai alapján.....	30
4.	A hazai megújuló energia potenciál	31
5.	Az atomenergia valósága.....	34
	A csernobili atomerőmű-baleset.....	34
	A fukusimai atomerőmű-baleset.....	37
	A hulladékkezelés.....	38
6.	Zárszó	40

1. Bevezetés

Ma az atomenergia hallatán megoszlik az emberek véleménye. Sokan úgy gondolják, hogy szükséges, és elengedhetetlen része az energiatermelésnek, sokan pedig úgy vélik, hogy más alternatív energiaforrás után kell néznünk.

Az energetikai célok között szerepel, hogy a paksi atomerőművet 2, egyenként 1200 MW névleges teljesítményű blokkal bővítsék. Ezt az orosz Rosatom végezné, és a jelenlegi erőmű mellett kapna helyet. Sok érvet hoznak fel a bővítés ellen, mint például a befektetés gazdaságossága, a hatalmas hitel a megépítéshez, az Oroszországtól való függés, illetve a megújuló energiák jobb kiaknázása esetén nem lenne szükséges a bővítés. Mellette szól, hogy a jelenlegi blokkokat hamarosan le kell állítani és a kiesett 2000 MW villamos teljesítményt pótolni kell, az atomenergia-termelés során nem keletkezik szén-dioxid, és az atomerőmű megbízhatóan használható alaperőműnek. Természetesen számos érv és ellenérv felhozható még, ezeket később tárgyaljuk.

Aki próbálja figyelemmel kísérni a híradásokat, olvas valamilyen sajtóorgánusot, beláthatja, hogy az információk mindkét nézet mellett szólnak. Jómagam is találkoztam éppúgy támogató, mint az atomenergiát ellenző emberrel. Azt vettem észre, hogy tudományos berkekben egyhangú a vélemény, hogy szükséges a bővítés, azonban fontos megjegyezni azt is, hogy a megújuló energiaforrásokról sem szabad megfeledkeznünk. Azonban ez a két alternatíva nem egymást kizáró megoldások energiaigényünkre, hanem egymást kiegészítő.¹ Azonban a közvélemény megosztottsága arra ösztönzött, hogy megtudjam, hogyan viszonyulnak az atomerőművekhez, a bővítéssel kapcsolatos kérdésekhez, az esetleges más energiaforrásokhoz az emberek. Ha ellenzik, ennek mi lehet az oka, mit tudnak az esetleges atomerőmű-balesetekről, azoknak a következményeiről. Ezt egy kérdőívben kérdeztem meg, aminek kiértékelésekor meglepő eredmények is születtek. Erre a későbbiekben még visszatérek.

A következőkben az elvi alapokat írnám le, amely után megérthetjük a paksi atomerőmű működését. Láthatjuk, hogy jelenleg hogy áll a magyar villamosenergia-rendszer, mik a távlati kilátások. A dolgozat későbbi részében elemezném a megújuló energiaforrásokban rejlő potenciált, és akár egy egyszerű fejszámolással is ellenőrizhetjük az egyik legfontosabb kérdést: kiváltható-e az atomerőmű megújuló energiatermeléssel? Megvizsgáljuk a két legjelentősebb atomerőmű-balesetet, a csernobilit, és a fukusimait. Talán

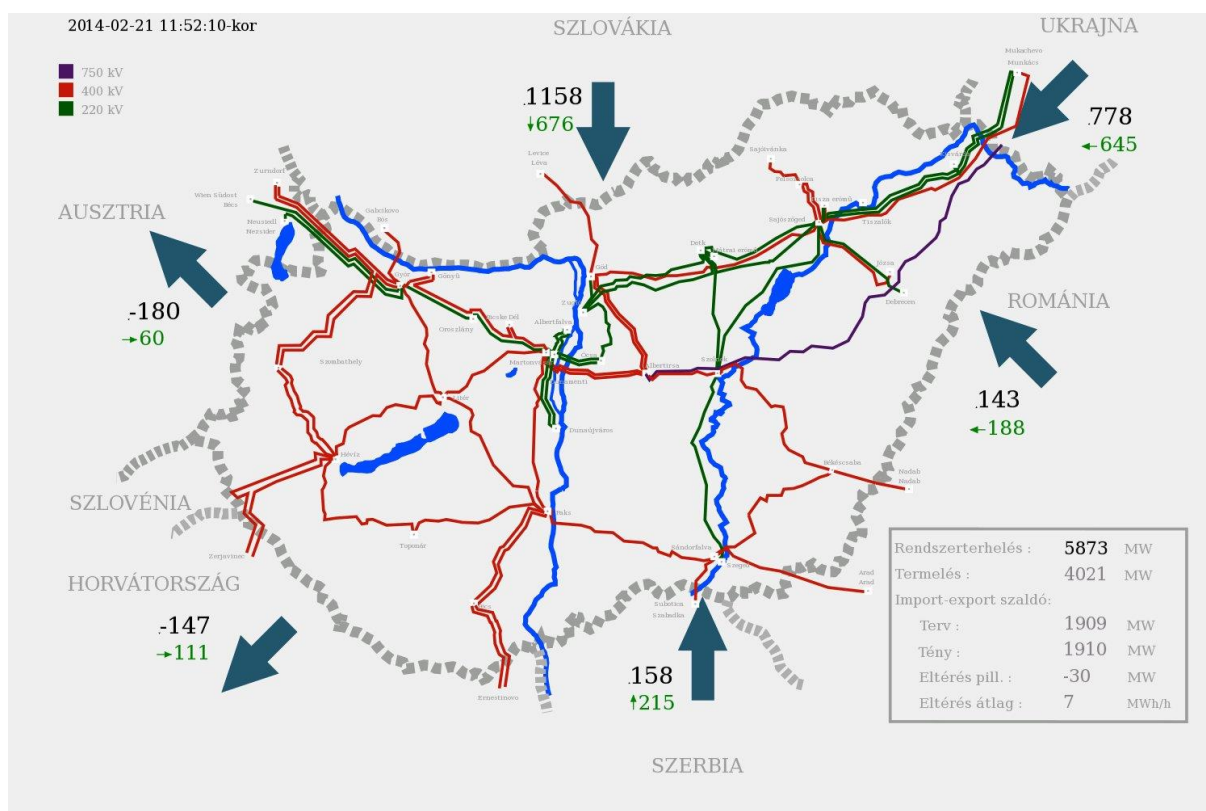
¹<http://atomenergiainfo.hu/tudta-on/a-megujulo-energiaforrasok>

nem meglepő, hogy ez a két katasztrófa a legjelentősebb okai az atomenergia iránt érzett ellenszenvnek.

2. A magyar villamosenergia-rendszer

A következő fejezetben nem bocsátkoznék a villamosenergia-rendszer teljes, átfogó bemutatására, csupán azokat az információkat ismertetném, ami a paksi atomerőmű és bővítése kapcsán elengedhetetlenek.

A magyar villamosenergia-rendszer átlagos terhelése 6000MW. Ezt bármikor ellenőrizhetjük a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító (MAVIR) honlapján.² Itt negyedórás frissítéssel láthatjuk az aktuális terhelést, a termelést, valamint az importot. A paksi atomerőmű 2000 MW-nyi villamos teljesítménnyel az ország legnagyobb energiatermelő erőműve, ráadásul az ország energiatermelésének közel a feléért felelős (ez az adat nem összekeverendő azzal, hogy az ország energiaszükségletének 40%-át adja).



1. ábra: Magyarország villamosenergia-fogyasztása, és az ezt biztosító források
(2014. 02. 21-i adat)

²www.mavir.hu

Hazai erőművek

Fontos megjegyeznünk, hogy hazánkban az erőművek meglehetősen koros állapotban vannak. Az átlagéletkoruk 24 év körüli.³ A következő táblázatban az 50 MW-nál nagyobb teljesítményű erőművek, és létesítési időszakuk látható. Ezek közül sok nem üzemel, köztük a legújabb építésű gönyői erőmű sem a maga 420 MW-nyi villamos teljesítményével, aminek okai eléggé szerteágazók. A lényeg, hogy az üzemeltetőnek (E.ON Hungária) nem éri meg az erőművet fenntartani, még akkor sem, ha ez a legmodernebb technológiával épült, hatásfoka messze meghaladja az itthon üzemelő kombinált ciklusú erőműveket (59%).⁴ A drága gázár és az olcsó áram nagykereskedelmi ára miatt az erőmű csak nagy veszteség mellett üzemeltethető, már 2013-ban is a kihasználása csupán 8% volt.

Erőmű neve	Létesítés időszaka	Erőmű neve	Létesítés időszaka
Dorogi hőerőmű	1906/1916/1954- 1955	Kelenföldi FIAT Gázturbina	1969-1972
Kvassay Vízerőmű (Tass)	1925, 1958-1961	Dunamenti Hőerőmű II-III. blokk (Százhalombatta)	1969-1976
Mátravidéki Erőmű (Lőrinci)	1940/1947-1953	Inotai Gázturbinás Csúcserőmű	1971-1975
Komlói Fűtőerőmű	1950-1952	Tiszai Hőerőmű (Tiszaújváros)	1971-1979
Tatabányai Hőerőmű	1950-1954	Paksi atomerőmű	1973-1986
Inotai Hőerőmű (November 7. Erőmű)	1950-1954	Győri I. Fűtőerőmű fluidtüzelésű kazán	1984-1987
Dunai Vasmű Erőműve (Dunaújváros)	1950-1956		
Diósgyőri Keleti Erőmű	1951-1955	Dunamenti Gázturbinás hőhasznosító blokkok (Százhalombatta)	1989-1998
Borsodi Hőerőmű (Berente)	1951-1957		
Tiszapalkonyai Hőerőmű	1952-1959	Kelenföldi Gázturbinás Erőmű	1990-1996

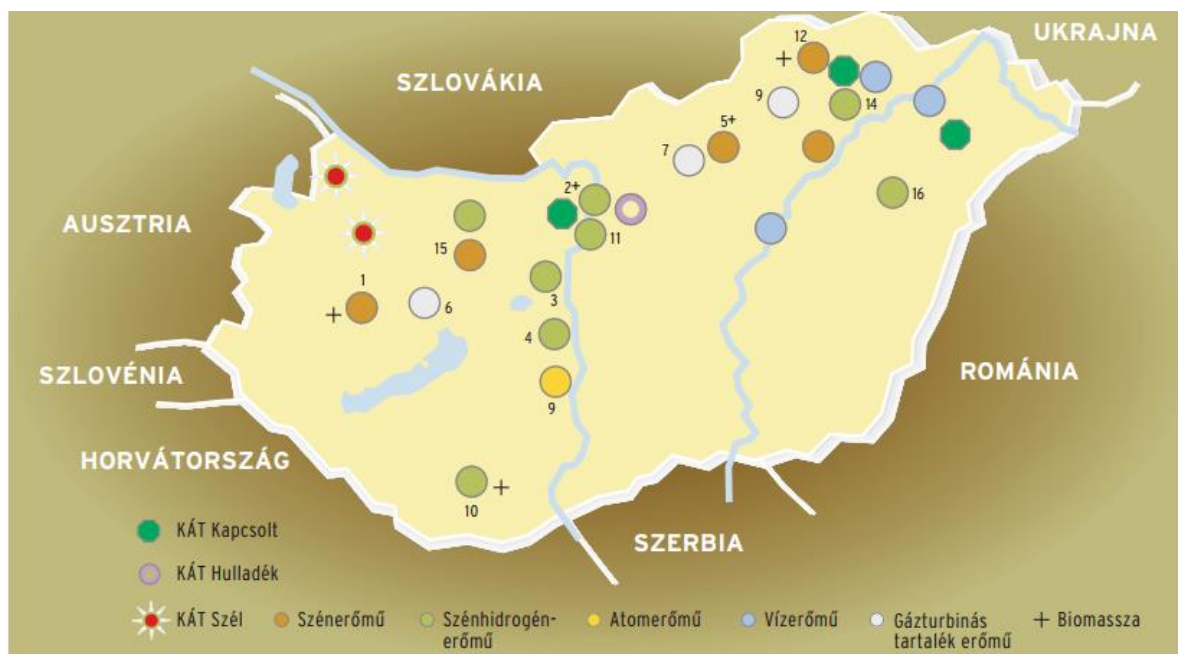
³forrás: Magyar Villamos Művek

⁴<https://www.eon-hungaria.com/vallalat/e-on-eromuvek/tenyek-es-adatok>

Pécsi Hőerőmű	1955-1966	Gyorsindítású Gázturbinás	1995-1998
Tisza I. Vízerőmű (Tiszalök)	1956-1959	Erőművek (Lítér, Sajószöged)	
Ajkai Hőerőmű	1957-1962	Csepeli Gázturbinás Erőmű	1995-2000
Oroszlányi Hőerőmű	1957-1963	Lőrinci Gázturbinás Erőmű	1997-2000
Dunamenti Hőerőmű I. blokk (Százhalombatta)	1960-1973	Debreceni Kombinált Ciklusú Erőmű	1999-2000
Tatabányai Erőmű (Bánhida)	1963-1967	Nyíregyházi Kombinált Ciklusú Erőmű	2006-2007
Kispesti Erőmű	1965-1971	Ajkai Gázturbinás Csúcserőmű	2009-2010
Mátraai Erőmű (Gagarin) (Visonta)	1965-1973	Gönyői Kombinált Ciklusú Erőmű	2010-2011
Tisza II. Vízerőmű (Kisköre)	1967-1974		

1. táblázat: A hazai erőművek és telepítési idejei

Látható, hogy a 90-es évektől kezdve, visszaesett az új kapacitások telepítése. A következő ábrán láthatjuk a hazai 50 MW-nál nagyobb teljesítményű erőművek listáját.⁵



⁵forrás: mvm.hu (2008-as adat)

Erőmű (KÁT=kötelező átvétel)	Blokkok, turbinák 2008. 12. 31.				Csatlakozási feszültség szint kV
	Energiaforrás	száma db	villamos teljesítménye egyenként, MW	Összesen MW	
1 Bakonyi Erőmű Rt. • Ajkai Erőmű • Bakonyi Bioenergia Kft.	szén biomassza	4 1	2×30+12+10+19 30	102 30	120 120
2 Budapesti Erőmű ZRt. Kelenföld, Káposztásmező, Újpest	szénhidrogén	4	136+49,9+110+110	405,9	30+120
3 Dunamenti Erőmű Rt. • Dunamenti Erőmű • Dunamenti GT	szénhidrogén szénhidrogén	6 5	6×215 60+145+156+25+60	1290 446	220 120
4 ISD Power	szénhidrogén	5	2×20+8,5+16+4,5	69	120
5 Mátrai Erőmű Rt.	lignit+biomassza (szénhidr.)	7	2×232+220+2×100+2×33	950	220+120
6 GTER Kft. • Litéri GT	tüzelőolaj	1	120	120	120
7 Lőrinci GT	tüzelőolaj	1	170	170	120
8 Sajószögedi GT	tüzelőolaj	1	120	120	120
9 Paksi Atomerőmű Rt.	nukleáris	4	500+470+470+500	1940	400
10 Pannonpower Holding Rt. • Pannon Hőerőmű Rt. • Pannon Green Kft.	szénhidrogén (szén) biomassza	3 1	37,5+35+(60) 49,9	132,5 49,9	120 120
11 Csepeli Áramtermelő Kft. • Csepel GT	szénhidrogén	3	2×142,5+118	403	120
12 AES Borsodi Energetikai Rt. • Borsodi Erőmű	szén+biomassza	7	3×30+21+12+4,2+9,7	136,9	120
13 Tiszapalkonyai Erőmű	szén+biomassza	6	3×55+13,1+15+6,9	200	120
14 AES Tisza Erőmű Kft.	szénhidrogén	4	4×225	900	220+400
15 Véteszi Erőmű ZRt. • Oroszlányi Erőmű	szén	4	4×60	240	120
16 DKCE Kft. Debreceni GT	szénhidrogén	1	95	95	120

2. ábra: A hazai erőművek és adataik (2008, forrás: Magyar Villamos Művek)

Tulajdonképpen két ténnyel állunk szemben:

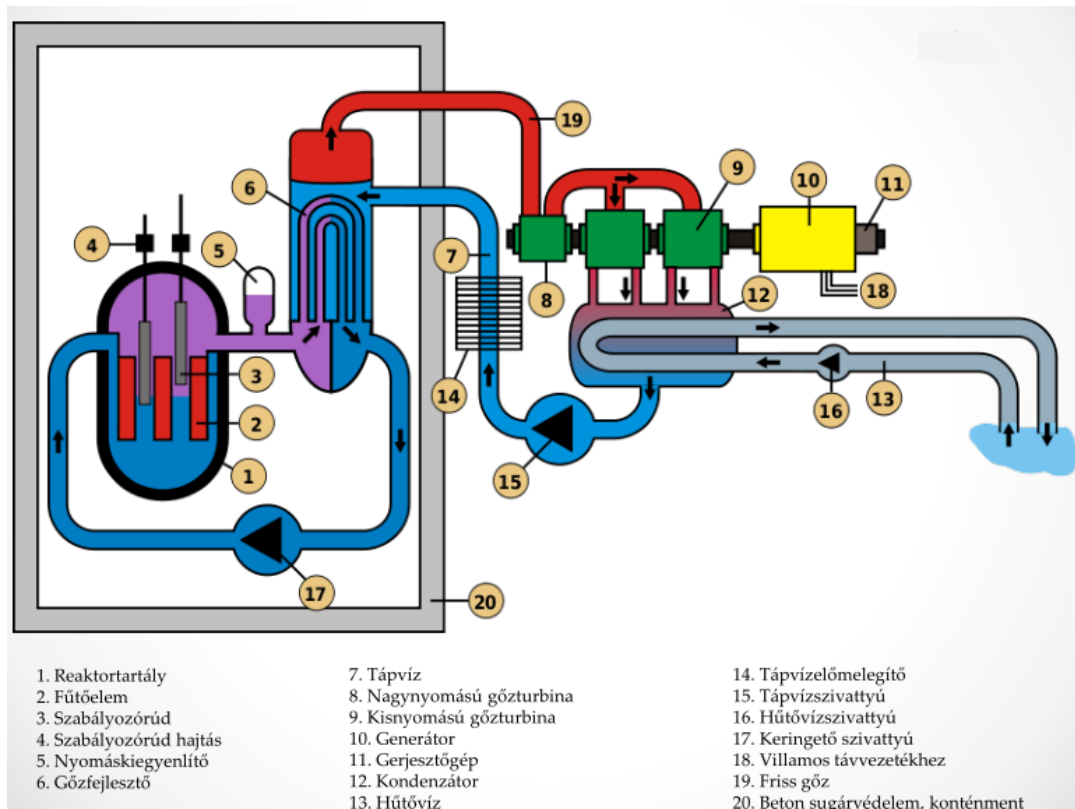
- A hazai erőműpark előregedő állapotban van, valamint
- a paksi atomerőmű megbízható alaperőműként szolgáltat 2000 MW-ot.

Ez a két tény együttesen meghatározta az ország atomenergiával történő villamosenergia-ellátás melletti elköteleződést. A jelenleg legtöbbet termelő paksi atomerőművet közel 20 év múlva le kell állítani, emiatt is égetően szükséges a jövőt biztosító energiatermelés kialakítása. A következőkben néhány gondolatban összefoglaljuk a paksi atomerőmű történetét és működését.

A paksi atomerőmű

A paksi atomerőművet 1981-ben kezdték működtetni. Az erőműben 4 db VVER-440/240 típusú reaktor működik. Ez az úgynevezett nyomott vizes reaktortípus, ahol a moderátor és a hűtőközeg is közönséges víz. Ezeknek kezdeti teljesítménye 440MW, azonban 2006-2009 között az erőmű átesett egy teljesítménynövelő projekten, amivel a reaktorok néveleges teljesítményét 500MW-ra emelték, így a paksi atomerőmű összes elektromos

teljesítménye 2000MW lett, a reaktorok hőteljesítménye 1485 MW, így a hatásfok kb. 34%.⁶
A 3. ábrán egy blokksémát láthatunk, aminek segítségével megérthetjük az atomerőmű működését.



3. ábra: A nyomottvizes reaktor blokksémája (forrás: Wikipedia)

Az atomerőmű lelke az atomreaktor. Itt történnek a maghasadások, ami az energiatermelés alapja. A maghasadás során egy nagy tömegű atommagot külső neutronnal hozzuk kölcsönhatásba, aminek alapján a nehéz atommag két, könnyebb atommagra esik szét, eközben neutronok is keletkeznek (jellemzően 3-5 db).⁷ A 235-ös rendszámú urán egy neutron befogása után instabil lesz (236-os rendszám), megindul a kritikus deformáció és két közepes méretű magra: kriptonra (92-es rendszám), és báriumra (141-es rendszám) esik szét. De mi lesz a keletkező neutronokkal? Újabb maghasadást indíthatnak el, így létrejön a láncreakció, ami a maghasadást önfenntartóvá teszi, és ezáltal folyamatosan energia szabadul fel. A hasadáskor felszabaduló energia körülbelül 210 MeV.⁸ Azonban felmerül egy probléma: akármilyen neutron nem vált ki hasadást. A kísérletek bizonyították, hogy az ún.

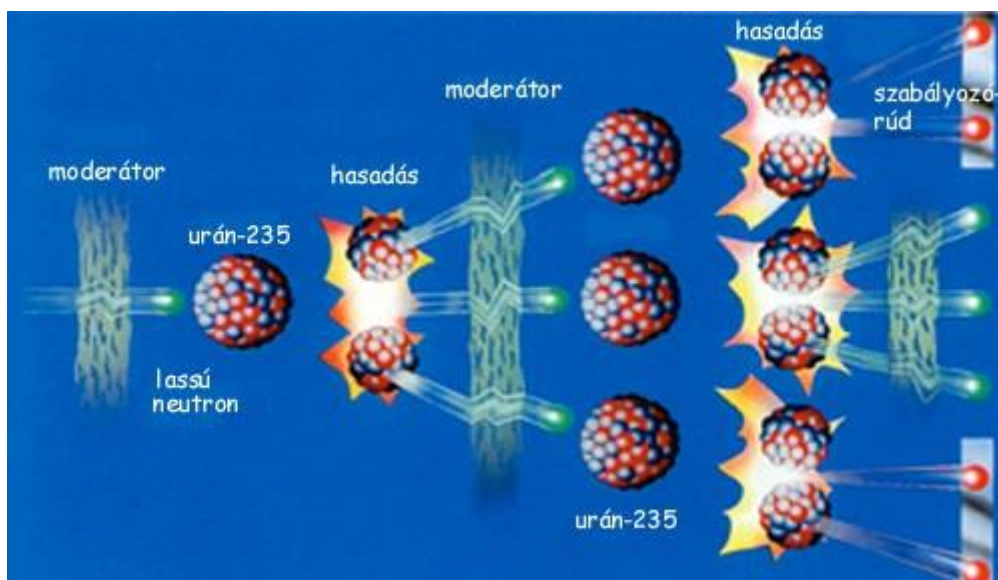
⁶<http://atomeromu.hu/download/10776/vver440.pdf>

⁷ Már 1934-ben Enrico Fermi veti fel a gondolatot, miszerint a nehéz atommagokat széthasíthatnak neutronokkal. Végül 1942-ben Szilárd Leó, Wigner Jenő, Teller Ede Fermi vezetésével az első láncreakciót valósítják meg. – forrás Dr. Rácz Ervin: Nukleáris Erőművek c. tantárgy segédanyaga

⁸forrás: Dr. Rácz Ervin: Nukleáris Erőművek c. tantárgy segédanyaga (1 eV = 1,602 * 10⁻¹⁹ J)

lassú neutronok képesek erre. A maghasadás során gyors neutronok keletkeznek, ezért ezeket a neutronokat lassítani kell. Erre a célra szolgál a moderátor, ami a nyomott vizes reaktoroknál közönséges víz (léteznek egyéb moderátor anyagok is, pl.: grafit).

A láncreakció során a neutronok száma exponenciálisan nő, ami hosszútávon nem szerencsés, tehát a neutronok keletkezésének számát szabályozni kell, erre szolgálnak a szabályzó rudak. Ezek olyan anyagból készülnek, aminek jó a neutronelnyelési tulajdonsága (pl.: bórvegyület, bórkarbid). A következő ábrán megfigyelhető mind a moderátor, mind a szabályzórúd szerepe.



4. ábra: A maghasadás (forrás: npp.hu)

A reaktor nevében lévő nyomott vizes jelző arra utal, hogy a primer körben nagy nyomású vizet keringetünk, aminek a forráspontja igen magas, így a maghasadás során keletkező hő el tudjuk vezetni, anélkül, hogy a víz felforrna. Egy hőcserélőn keresztül immár a gőzt egy turbinába, majd a generátorra vezetjük (szekunder kör). Nagy előnye ennek a reaktortípusnak, hogy a radioaktív anyagokkal érintkező víz nem kerül más anyagokkal kölcsönhatásba, illetve a reaktort egy ún. konténment veszi körül, ami sugárvédelmi szempontból megfelelő biztonságot nyújt a sugárzások légkörbe kerülésére, valamint egy esetleges reaktorbaleset során nem kerül ki veszélyes anyag a környezetbe. A turbinából kijövő fáradt gőzt egy kondenzátoron keresztül lecsapatják és hűtik (legtöbbször folyóvízzel, ez a terciér kör), majd a lehűlt vizet visszaszivattyúzzák a gőzfejlesztőbe. Itt oszlatnék el egy tévhitet, mely szerint a paksi erőmű a Duna vizét radioaktívvá tenné. Ezt láthatjuk, hogy nem

igaz, ugyanis csak a primer körben folyik radioaktív víz, mind a szekunder körben, mind a terciér körben közönséges víz van.

Az erőmű üzemeltetési engedélye a végéhez közeledik, amit további 20 évvel kívánnak meghosszabbítani. Az 1. blokk 2012 decemberében meg is kapta az engedélyt. Idén augusztusra várható a 2. blokk, 2016 szeptemberében a 3. blokk és 2017 augusztusában a 4. blokk hosszabbításának engedélyeztetése.⁹ Ha egy gyors fejszámolást végzünk, kiszámolhatjuk, hogy az utolsó blokkot 2037-ben le kell állítanunk. Ez még távolinak tűnhet, azonban feltétlen gondoskodni kell a kiesett villamosenergia-termelés pótlásáról. Az első lépéseket idén meg is tették, és megállapodás született a paksi atomerőmű bővítéséről. Kettő, egyenként 1200 MW teljesítménnyel kívánják bővíteni a jelenlegi kapacitást.¹⁰

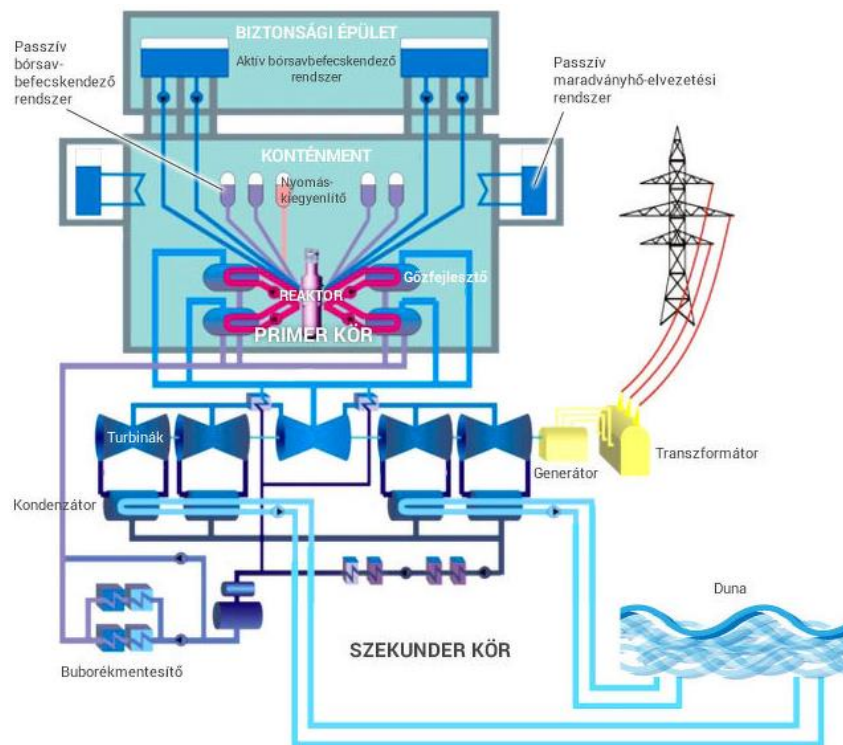
Az új paksi blokkok

A bővítést az orosz Rosatom végezné. Az új erőmű 80% orosz hitelből, 20% magyar önrészből épülne meg. Az ide tervezett reaktor típus az ún. MIR-1200-as (Modernised International Reactor), mely a 3+ generációs atomerőművekhez tartozik, számos fejlesztést, és aktív illetve passzív biztonsági berendezést tartalmaz. A reaktor a korábbi AES-2006-os típus továbbfejlesztése, amihez a fejlesztők az Atomsztrójexport vállalatot, az OKB Hidropressz tervezőintézetet, és a cseh Skodát vonták be, hogy a reaktor maximálisan megfeleljen a biztonsági követelményeknek, amely a jelenlegi szabályozásnak megfelelően több mint 5000 rendelkezést tartalmaz.¹¹ A reaktor blokkvázlatát a következő ábrán láthatjuk.

⁹<http://atomeromu.hu/download/1486/Az%20%C3%9Czemid%C5%91-Hosszabb%C3%ADt%C3%A1si%20Projekt%20%C3%B6sszefoglal%C3%A1sa.pdf>

¹⁰ A bővítésről a Magyar Országgyűlés már 2009-ben döntést hozott.

¹¹<http://www.europeanutilityrequirements.org/Welcome.aspx>



5. ábra: A MIR-1200-as reaktortípus (forrás: Origo)

A reaktor főbb elemei és újdonságai a korábbi (paksi) reaktorokhoz képest:¹²

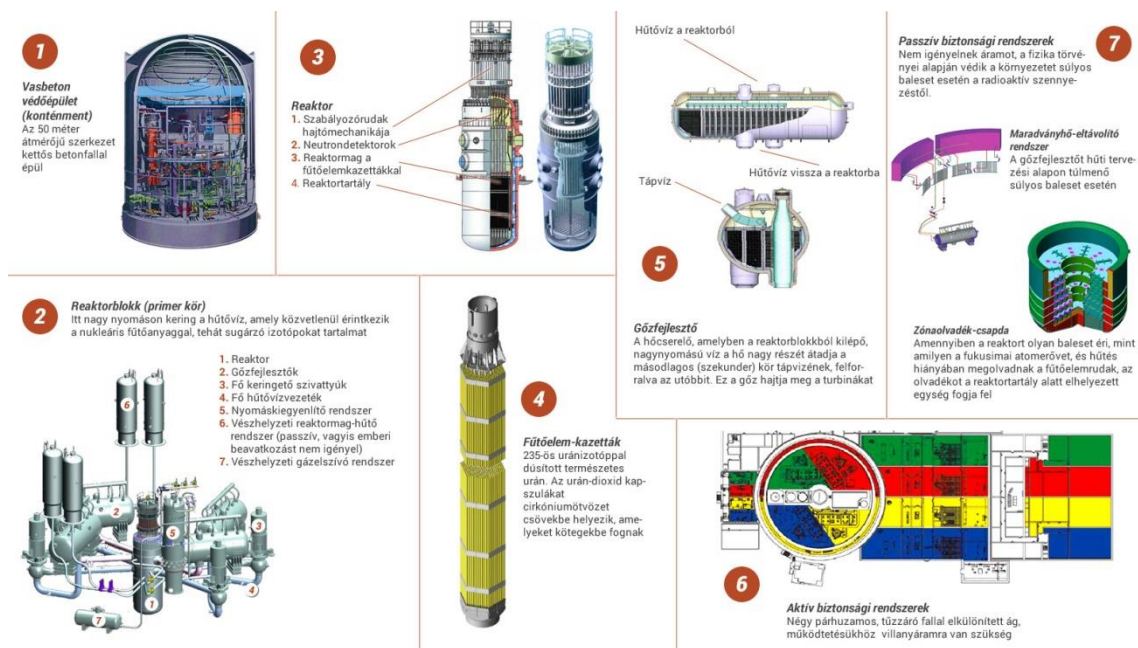
- Kettős falú konténment veszi körül, amely 50 m átmérőjű vasbeton anyagból készül.
- Passzív, üzemzavari zónahűtő rendszert tartalmaz.
- Vészhelyzeti gázelszívó rendszerrel szerelik fel (hidrogéngáz elszívó).
- További passzív védelmek: maradványhő-eltávolító rendszer, zónaolvadék csapda

A konténment elviseli egy utasszállító gép becsapódását, földrengés esetén a 0,25g-s vízszintes talajelmozdulást, 108 km/h állandó sebességű szelet, valamint a Fujita-skála szerinti 3,6-os erősségű tornádót. Ez a reaktortípus szintén nyomott vizes, aminek működési elve megegyezik a jelenlegi reaktortípussal. De akkor miben nyújt többet ez a típus a jelenleginél? Az előbbieken láthattunk több ún. passzív védelmi megoldást, aminek a lényege, hogy akkor is üzemelnek, ha az erőmű nem kap áramellátást, vagyis a reaktort a fizikai folyamatok tartják biztonságosan, így nem kerülhet szuperkritikus állapotba, illetve a fizikai folyamatok révén áll le egy esetleges üzemzavar miatt.

¹²forrás: Cserhádi András:A VVER fejlődése, az AES-2006 típus általános bemutatása, röviden az orosz atomiparról c. előadás (MVM)

Az egyik fő passzív védelem az olvadécsapda. Ennek az a lényege, hogy a reaktortartály alatt, a reaktortérben egy nagy acéltartályt helyeznek el. Ha a reaktortartály megolvadna, akkor az olvadécsapda felfogja az olvadékot. Az olvadécsapdában olyan anyagok helyezkednek el (amiről még a fejlesztők nem árultak el semmit), amik megakadályozzák a további maghasadásokat.

Egy másik passzív biztonsági rendszer a hidrogénelvonó. Ez egy esetleges baleset során a keletkező hidrogént vonja ki az épületből, amivel egy olyan robbanás, mint Fukusimában volt, megelőzhető.



6. ábra: A MIR-1200-as reaktortípus felépítése és biztonsági rendszere (forrás: Origo)

A passzív, üzemzavari zónarendszer a reaktor hűtéséről gondoskodik, mivel ha leállítunk egy reaktort (akár üzemzavar miatt), a hűtését biztosítani kell, ugyanis még folyamatosan termelődik a hő. Ennek elvezetéséről gondoskodik az üzemzavari zónarendszer.¹³

Láthatjuk, hogy mind a jelenlegi, mind az építendő blokkok megfelelő biztonságúak, ez a magyar magas fokú üzemeltetési kultúrának is köszönhető. Ezen ismeretek után a következőkben rátérhetünk az atomenergia társadalmi elfogadottságára.

¹³forrás: www.origo.hu

3. Az atomenergia társadalmi elfogadottsága

A kérdőív szerkesztésének módjai

A kérdőívemben többféle célt fogalmaztam meg, melyekre válaszokat kerestem.

- Hogy viszonyulnak az emberek az atomerőművel történő energiatermeléshez?
- Fel tudnak-e idézni atomerőmű balesetet, és ha igen, hogyan értékelnék a baleset utáni tájékoztatást?
- Hol helyezkedik el a paksi atomerőmű a magyar villamos-energia rendszerben?
- Egyet értenek-e a paksi atomerőmű-bővítéssel?
- Szerintük kiváltható-e az atomerőmű megújuló energiaforrásokkal, és ha igen, melyekkel?

A szerkesztéskor többféle szempontot vettem figyelembe. Alapvető fontosságúnak tartottam, hogy a kérdések világosak, bárki számára egyértelműek legyenek. Igyekeztem a lehető legtöbb kérdést eldöntendő formában feltenni.

Ahol arra kértem a válaszadót, hogy osztályozzon, ott egy 4 fokú skálát állítottam fel, ugyanis az emberek hajlamosak egy olyan kérdésnél, amire nem tudnának konkrét választ adni, középre pozicionálni magukat. Tehát se nem jó, se nem rossz, hanem közepes osztályzatot adnak. Ez sokszor meghamisítja a mérési eredményeket. Ezért egy olyan skálát kell felállítani, amiben a válaszadó nem látja egyértelműen a közepét, így kénytelen állást foglalni.

A kérdőív

1. kérdés: Önnek inkább pozitív, vagy inkább negatív érzései ébrednek az atomerőmű szó hallatán?
 - Inkább pozitív
 - Inkább negatív
2. kérdés: Ön szerint biztonságos-e az atomenergia-termelés folyamata?
 - Igen
 - Nem
3. kérdés: Tudna-e súlyosabb atomerőmű balesetet felsorolni? Ha igen, kb. hányat?
 - nem tudok egyetlen atomerőmű balesetről sem
 - 1-et
 - 2-t

- 3 – 5 db.
 - 5 – 10 db.
 - 10-nél többet
4. kérdés: Vannak-e emlékei a csernobili atomerőmű balesetről? (Erre a kérdésre csak akkor válaszoljon, ha a 3. kérdésre legalább 1 atomerőmű balesetet írt!)
- Igen
 - Nem
5. kérdés: Mennyire tájékoztatták Önt közvetlenül a csernobili katasztrófa után? Kérem, osztályozza! (Erre a kérdésre csak akkor válaszoljon, ha a 4. kérdésre IGENNEL válaszolt!)
- 4 - Mindenről tájékoztattak
 - 3 - Csak részben tájékoztattak
 - 2 - Nagyon kevés információt közöltek
 - 1 - Egyáltalán nem tájékoztattak
6. kérdés: Kérem, írja le röviden mi az, amivel jellemezné a csernobili baleset? (Erre a kérdésre csak akkor válaszoljon, ha a 4. kérdésre IGENNEL válaszolt!)
7. kérdés: Hallott-e a fukusimai atomerőmű balesetről?
- Igen
 - Nem
8. kérdés: Mennyire tájékoztatták Önt közvetlenül a fukusimai katasztrófa után? Kérem, osztályozza! (Erre a kérdésre csak akkor válaszoljon, ha a 7. kérdésre IGENNEL válaszolt!)
- 4 - Mindenről tájékoztattak
 - 3 - Csak részben tájékoztattak
 - 2 – Nagyon kevés információt közöltek
 - 1 - Egyáltalán nem tájékoztattak
9. kérdés: Ön szerint a paksi atomerőmű által megtermelt energia az ország energiaszükségletének mekkora részét adja?
- Körülbelül a negyedét
 - Majdnem a felét
 - Több mint a felét
 - Szinte 100%-át, azaz az egészet
10. kérdés: Tudta-e Ön, hogy a jelenlegi atomerőművet hamarosan le kell állítani?
- Igen

- Nem

11. kérdés: Hallotta-e Ön, hogy bővíteni szeretnék a paksi atomerőművet?

- Igen
- Nem

12. kérdés: Ön egyetért-e ezzel a bővítéssel?

- Igen
- Nem

13. kérdés: Mely ok(ok) az(ok), amiért ellenzi a bővítést? (Erre a kérdésre csak akkor válaszoljon, ha a 12. kérdésre NEMMEL válaszolt! Kérem maximum kettőt jelöljön meg!)

- Alapjában véve gazdaságilag meghatározza az országunk jövőjét.
- Nagy adósságot ró az országra.
- Szoros Oroszországtól való függőséget teremt hosszú időre.
- Az atomenergia-termelés veszélyes.
- Az atomenergia-termelés folyamata nagyon környezetszennyező.
- A kiégett, radioaktív paksi fűtőelemeket véglegesen majd Magyarországon helyeznék el.
- Mert inkább megújuló energiaforrásokra kellene alapozni Magyarországon energiatermelését nem pedig atomenergiára.

14. kérdés: Ha egyetért a paksi atomerőmű bővítéssel, akkor miért? (Erre a kérdésre csak akkor válaszoljon, ha a 12. kérdésre IGENNEL válaszolt! Kérem maximum kettőt jelöljön meg!)

- a paksi erőmű által megtermelt villamos-energia mennyiséget más erőmű típus nem tudná megtermelni
- a paksi atomerőmű biztonságos és az építendő új atomerőmű típus még fejlettebb és biztonságosabb
- Kell az országnak egy nagy alaperőmű, ami az energiaszükséglet meghatározó részét megtermeli.
- Szakmai okból szükség van nagy alaperőműre.
- Új munkahelyeket teremt és ezzel jó a gazdaságnak.
- Magyarország gazdaságát serkentő nagy beruházás lesz az építkezés és az erőmű működtetése is.

15. kérdés: A paksi atomerőmű bővítésével kapcsolatban honnan hallja a legtöbb információt?

- Nem hallok semmilyen információt erről
- Rádió
- Televízió
- Nyomtatott sajtótermékek: napilapok, hetilapok
- Gazdasági lapok (pl. HVG, Napi Gazdaság stb.) online vagy nyomtatott verziói
- Szaklapok, szakmai, tudományos folyóiratok
- Internetes hírportálok
- Egyéb helyről

16. kérdés: Ön szerint kiváltható-e az atomerőmű által megtermelt energia tisztán megújuló energiaforrásokkal?

- Igen
- Nem

17. Ön szerint kiváltható-e az atomerőmű által megtermelt energia nem megújuló, hanem bármely más energiaforrással?

- Igen
- Nem

18. kérdés: Ön szerint melyik lenne az az ideális energiaforrás, amivel az atomerőmű kiváltható lenne Magyarországon? (Erre a kérdésre csak akkor válaszoljon, ha a 16. kérdésre IGENNEL válaszolt! Kérem maximum kettőt jelöljön meg!)

- Napenergia
- Szélenergia
- Vízenenergia
- Biomassza
- Gázerőművek
- Hőszivattyús rendszerek
- Geotermikus erőművek
- Tüzelőanyag-cellák
- Valamilyen új találmánnyal, újfajta energiaforrással

A kérdőív kérdéseinek csoportosítása

Ebben a fejezetben a kérdéseket veszem szemügyre, kifejtem, hogy melyiket miért tettem fel.

Az első két kérdés az atomenergiához való hozzáállást vizsgálja. Az első az érzésekre kérdez, a második a biztonságosságot veszi figyelembe. Érdekesség, hogy aki ezekre a

kérdésekre pozitív választ adott, a kérdőív további részében is így nyilatkozott, így az első két kérdésből már egy általános hozzáállásra lehet következtetni.

A következő kérdés a tájékozottságot vizsgálja. A legtöbb ember két atomerőmű-balesetet ismer: a csernobilit és a fukusimait. Sajnos jelenleg ennél többet (kb. 7-10 darabot) tart nyilván a Nemzetközi Atomenergia Hivatal, ezek közül valóban a két legsúlyosabb (7-es fokozatú) az előbb említett csernobili és fukusimai.¹⁴ A paksi atomerőműben is történt egy 3-as fokozatú baleset, azonban ez még üzemzavarnak számít. „Ez abból keletkezett, hogy a fűtőelemek mosására szolgáló tartályban a fűtőelemkötegek túlhevültek, majd hideg víz ömlött rájuk, és ettől súlyosan megsérültek.”¹⁵

A következő 5 kérdés a két legsúlyosabb atomerőmű-balesetről szól. Osztályozni kellett az embereknek a baleset utáni tájékoztatottságot. Ennek hiánya fő oka lehet a negatív hozzáállásnak.

A 9. kérdésben arra világítottam rá, hogy az emberek átgondolják, hol is foglal helyet a paksi atomerőmű a magyar villamosenergia-rendszerben. A magyar villamosenergia-rendszer terhelése átlagosan 6000 MW, ebből a paksi blokkok stabilan 2000 MW-ot szolgáltatnak, az átlagos terhelésnek közel a harmadát. A következő kérdés ennek a folytatása, hogy miután az erőmű a villamosenergia-termelésben jelentős szerepet vállal, tudja-e a válaszadó, hogy ezt hamarosan le kell állítani? Az utolsó blokkot 2037-ben kell véglegesen leszerelni.¹⁶

A 11-12. kérdés a bővítéssel kapcsolatos véleményre vár választ. A 13-14. kérdés pedig a bővítés ellenzésének okait, illetve a bővítés mellett szóló érveket hozza fel, amiből a válaszolónak kell választani, amivel egyet ért.

A 15. kérdés a médiával kapcsolatos. Arra voltam kíváncsi, hogy az emberek a legtöbb információt honnan nyerik? Ez is egy számottevő ok lehet az ellenérzésre, ugyanis ha a valóban szakmai, tudományos munkákat nem ismerik az emberek, nagy a veszélye, hogy hamis, megtévesztő információkról értesülhetnek.

¹⁴<http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/English/ines.pdf>

¹⁵ Fizikai szemle 2003/8

¹⁶<http://atomeromu.hu/download/1486/Az%20C3%9Czemid%C5%91-Hosszabb%C3%ADt%C3%A1si%20Projekt%20C3%B6sszefoglal%C3%A1sa.pdf>

Az utolsó 3 kérdés a megújuló energiákkal foglalkozik. Megkérdeztem, hogy kiváltható-e az atomerőmű megújuló energiaforrással, és ha igen, melyekben látják a legnagyobb potenciált.

A kérdőívre adott válaszok értékelése

A kérdőívre közel 300 válasz érkezett. A terjesztés fő módja a közösségi oldalakon való közzététel volt. A kérdőív szerkesztésében a Google megoldását használtam. A válaszadókat igyekeztem a legszélesebb korosztályból kiválasztani.

Az atomenergia társadalmi elfogadottsága

Úrlap leírása

Önnek inkább pozitív, vagy inkább negatív érzései ébrednek az atomerőmű szó hallatán?*

☐ Inkább pozitív

☐ Inkább negatív

Elem hozzáadása

A következő oldal után: 1 Tovább a következő oldalra

18/2. oldal

Ön szerint biztonságos-e az atomenergia-termelés folyamata?*

☐ Igen

☐ Nem

Elem hozzáadása

A következő oldal után: 2 Tovább a következő oldalra

18/3. oldal

7. ábra: A kérdőív egy részletének képernyő képe

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Időbélyeg	Önnek inkább pozitív, vagy inkább negatív érzései ébrednek az atomerőmű szó hallatán?	Ön szerint biztonságos-e az atomenergia-termelés folyamata?	Tudna-e súlyosabb atomerőmű balesetet felsorolni? Ha igen, kb. hányat?	Vannak-e emlékei a csernobili atomerőmű balesetéről?	Vannak-e emlékei a csernobili atomerőmű balesetéről?	Mennyire tájékoztatták Önt közvetlenül a csernobili katasztrófa után? Kérem, osztályozza!	Hallott-e a fukusimai atomerőmű balesetéről?	Mennyire tájékoztatták Önt közvetlenül a katasztrófa után? Kérem osztályozza!	Ön szerint a paksi atomerőmű által megtermelt energia az ország energiaszükségletének mekkora részét adja?	Tudta-e Ön, hogy a jelenlegi atomerőművet hamarosan le kell állítani?	Ön egyetért-e ezzel a bővítéssel?	Melyik ok az, amiért ellenzi a bővítést?	Ha egyet paksi atomerőmű bővítésével miert
1														
2	2014.02.17. 12:24:01	Inkább pozitív	Nem	5-10 db.	Nem		1 - Egyáltalán nem tájékoztattak	Nem		Majdnem a felét.	Igen	Igen		A paksi atomerőmű biztonsági építendő új atomerőmű, még fejletti biztonsági Kell az ország egy nagy alaperőmű az energiaszűrés meghatározó részét megtermel
3	2014.02.17. 12:29:00	Inkább negatív	Igen	Nem tudok egyetlen atomerőmű balesetéről sem.				Nem		Majdnem a felét.	Igen	Nem	Szoros Oroszországtól való függőséget teremt hosszú időre. Az atomenergia-termelés veszélyes.	
4	2014.02.17. 12:40:07	Inkább pozitív	Igen	2	Nem			Igen	3 - Csak részben tájékoztattak	Körülbelül a felét.	Nem	Igen		Kell az ország egy nagy alaperőmű az energiaszűrés meghatározó részét megtermelni munkahelyteremtés és a...

8. ábra: A kérdőívre adott válaszok táblázatos formában (részlet)

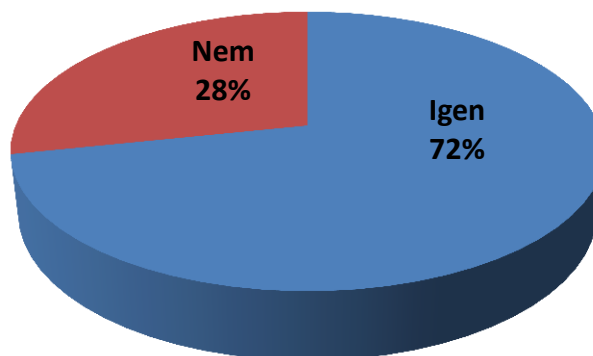
Már az első kérdés megosztotta a válaszadókat. Az emberek 55%-a pozitívan áll az atomerőművekhez, míg 45%-uk negatívan.



9. ábra: Az 1. kérdésre adott válaszok ábrázolása

A 2. kérdésre adott válaszok már nem ennyire egyértelműek. A válaszadók közel kétharmada szerint biztonságos az atomenergia-termelés, ami egyrészt jó hír, hiszen nagyobb a bizalom az atomerőművek iránt, másrészt, pedig ha a válaszadók 45%-nak negatív a hozzáállása, akkor a közel 33%-os többlet (miszerint az atomenergia-termelés nem biztonságos) a második kérdésre nem egyértelmű. Én ebből azt a következtetést vontam le, hogy biztonságosnak érezzük az atomenergiával történő termelést, azonban nem gondolunk az atomenergiára pozitívan.

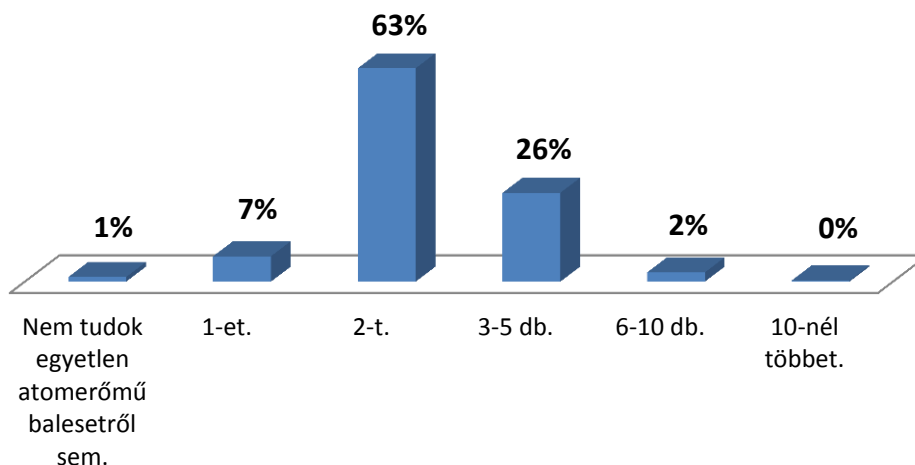
Ön szerint biztonságos-e az atomenergia-termelés folyamata?



10. ábra: A 2. kérdésre adott válaszok ábrázolása

A következő kérdésre adott válaszokból egyértelműen kiderül, hogy a válaszadók jelentős hányada vélhetően a csernobili és fukusimai atomerőmű-balesetet tudná felsorolni.

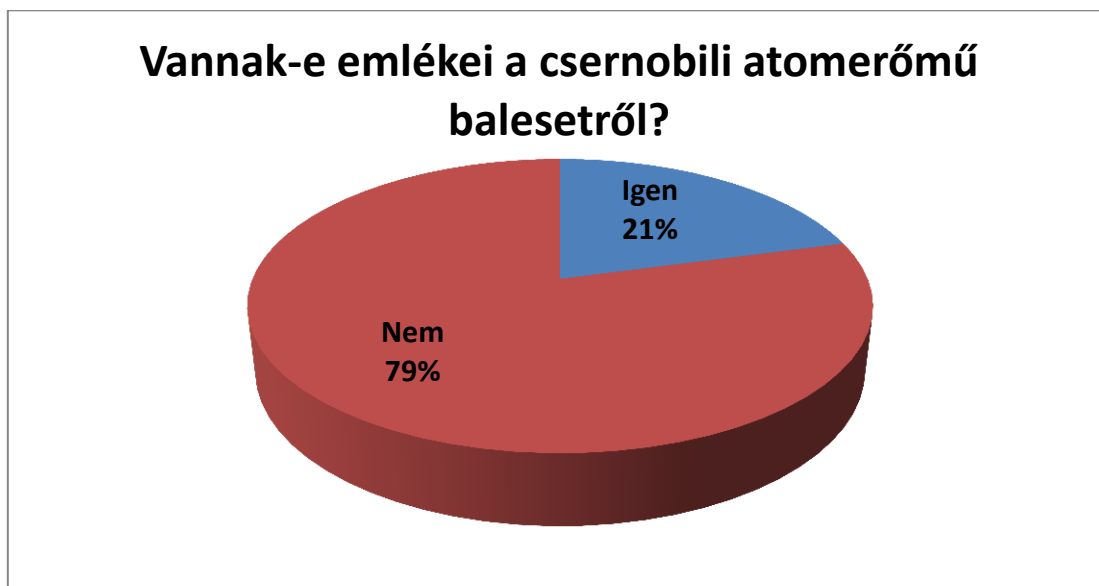
Tudna-e súlyosabb atomerőmű balesetet felsorolni? Ha igen, kb. hányat?



11. ábra: A 3. kérdésre adott válaszok ábrázolása

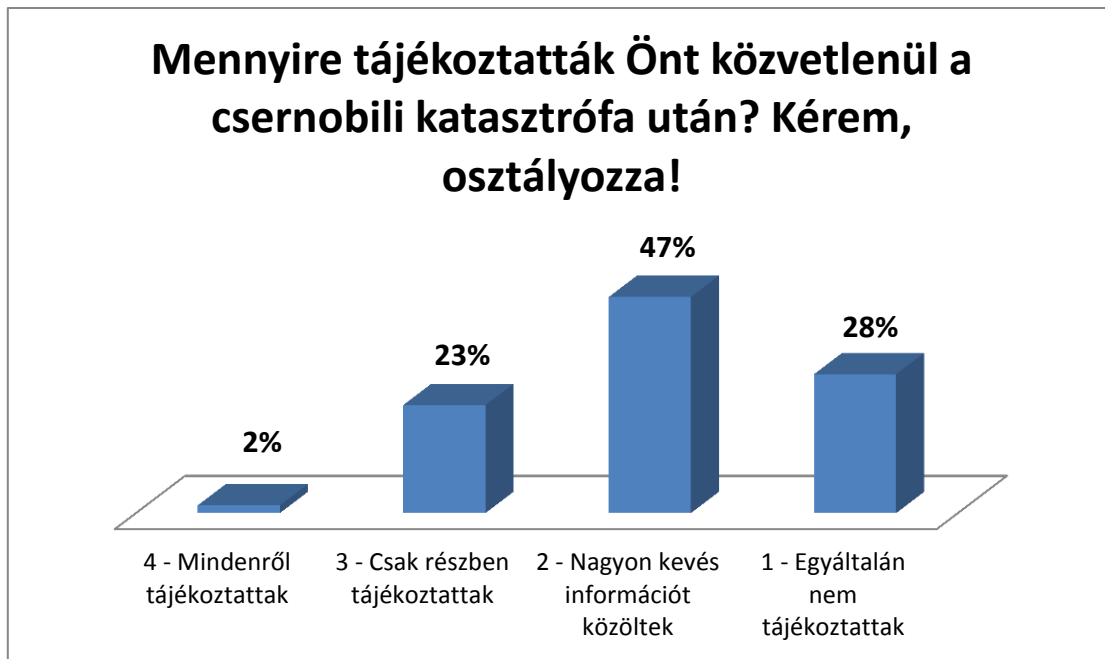
A negyedik kérdés a csernobili atomerőmű-balesetről szól. Itt azt kérdeztem meg, hogy vannak-e emlékei, azaz a válaszadó 2014-ben a 30-as, vagy afölötti korosztályhoz tartozik-e. Ebből a kérdésből már egy körülbelüli százalékot tudok megállapítani a korok

megoszlásáról. Ebben a kérdőívben a válaszolók döntő többségének (80%) nincs emlékü a csernobili atomerőmű-balesetről, vagyis körülbelül a 20-as, 30-as korosztályhoz tartoznak, vagy az alatt.



12. ábra: A 4. kérdésre adott válaszok ábrázolása

A következő kérdésben arra kértem a válaszolókat, hogy osztályozzák a csernobili baleset utáni információközlést. Az eredményekből jól látható, hogy a legtöbben 2-es osztályzatot adtak, ami jól jellemzi az akkori kort, illetve a tájékoztatlanságot és az emiatt kialakuló negatív érzéseket az atomerőművekkel szemben. Ez döntően befolyásolta a mai hozzáállást az atomenergiával kapcsolatban, hiszen egy biztosnak hitt energiatermelési módszer hihetetlen nagy károkat okozott.

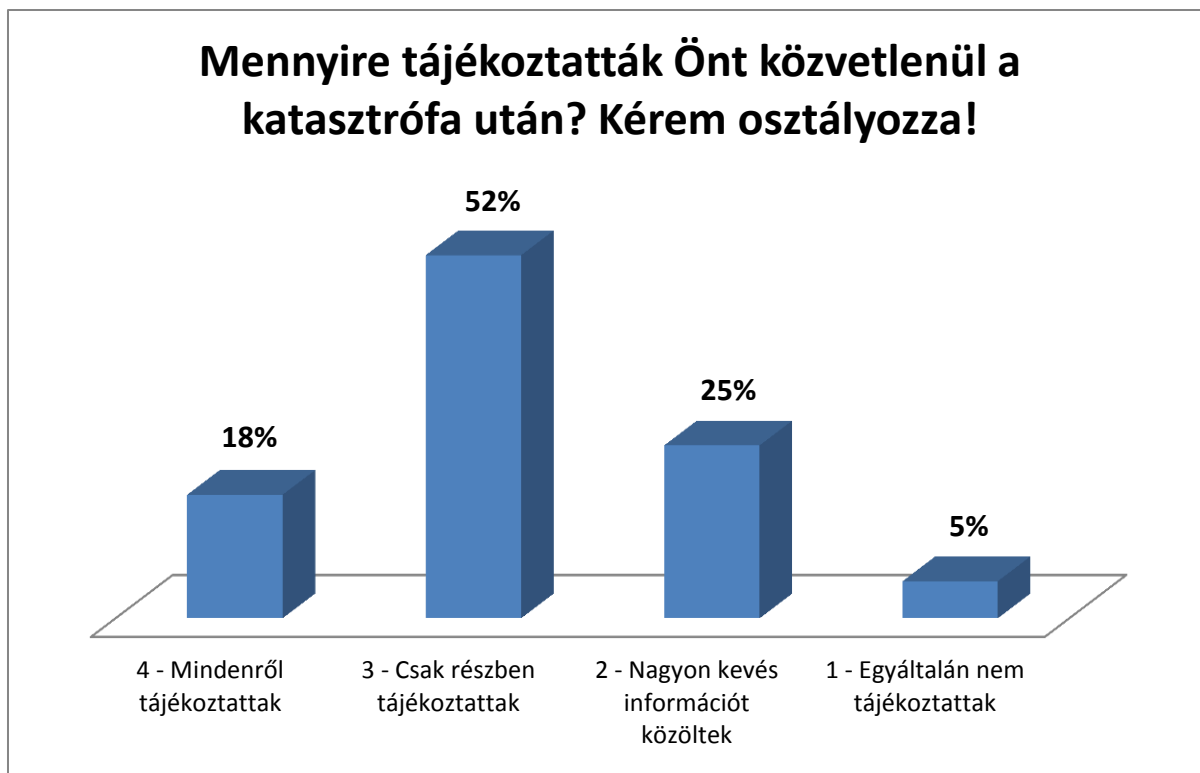


13. ábra: Az 5. kérdésre adott válaszok ábrázolása

„1986. április 26-án éjjel 1 óra 26 perckor az atomerőmű 4. blokkja felrobbant, ezzel nagy mennyiségű radioaktív sugárzás szóródott szét, ami betérjesztette egész Európát, régióként eltérő mértékben.”¹⁷ A baleset további körülményeiről a későbbi fejezetekben még lesz szó.

Az ezt követő két kérdés (6. és 7. kérdés) a másik legjelentősebb, szintén 7-es (legsúlyosabb) fokozatú atomerőmű-balesetről, a fukusimai balesetről, és az azt követő tájékoztatásról szól. A válaszolók 96%-a hallott a fukusimai balesetről, ami várható eredmény volt. Osztályozni kellett a baleset utáni tájékoztatást, amiből meglepő eredmények születtek. 4-es osztályzatot is adtak a válaszadók, azonban döntő többségük (52%) csupán 3-ast adott, ami a XXI. században, ahol az információáramlás a legtermészetesebb a világon, elszomorító.

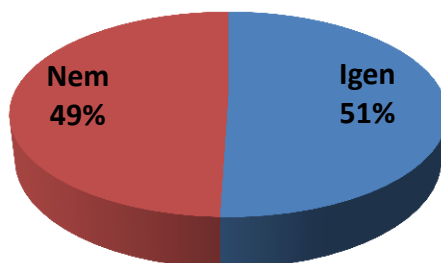
¹⁷forrás: Szatmáry Zoltán – Aszódi Attila: Csernobil, tények, okok, hiedelmek



14. ábra: 7. kérdésre adott válaszok ábrázolása

Egy atomerőmű élettartama véges. Miután ez az idő lejár, meg kell kezdeni a leszerelést, mert a reaktor nem tudja teljesíteni a biztonsági követelményeket. Ez a paksi erőműnél 2037-ben következik majd be, amikor is már az utolsó, a 4. blokkot is le kell szerelni. A következő kérdésben arra voltam kíváncsi, ezt tudják-e a megkérdezettek és az eredmény meglepő: a válaszadók fele nem tudta, hogy a jelenleg üzemelő paksi atomerőművet le kell állítani.

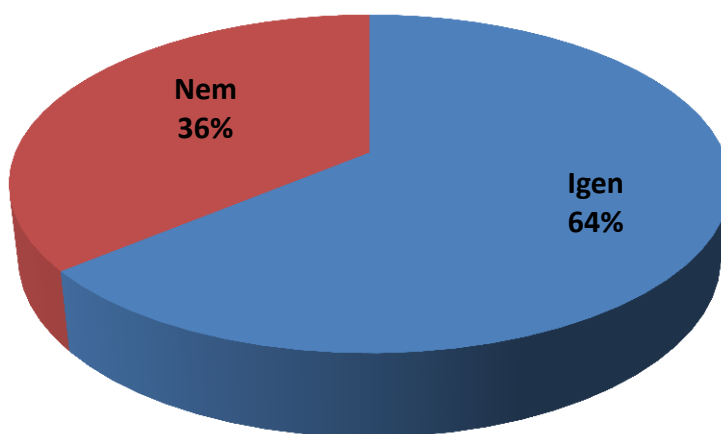
**Tudta-e Ön, hogy a jelenlegi
atomerőművet hamarosan le kell
állítani?**



15. ábra: A 10. kérdésre adott válaszok ábrázolása

A bővítésről szóló híreket a válaszolók 92%-a hallotta, azonban csupán a 64%-uk támogatja. Ez a körülbelül kétharmados arány megfelel a további közvélemény-kutatásoknak, amik szintén hasonló eredményt mutattak.

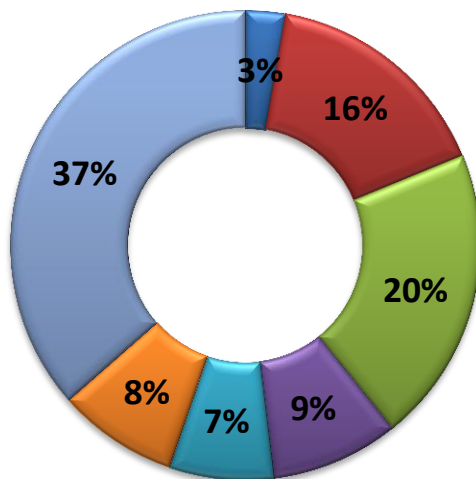
**Ön egyetért-e a paksi atomerőmű
bővítéssel?**



16. ábra: Az erőmű bővítésére adott válaszok ábrázolása

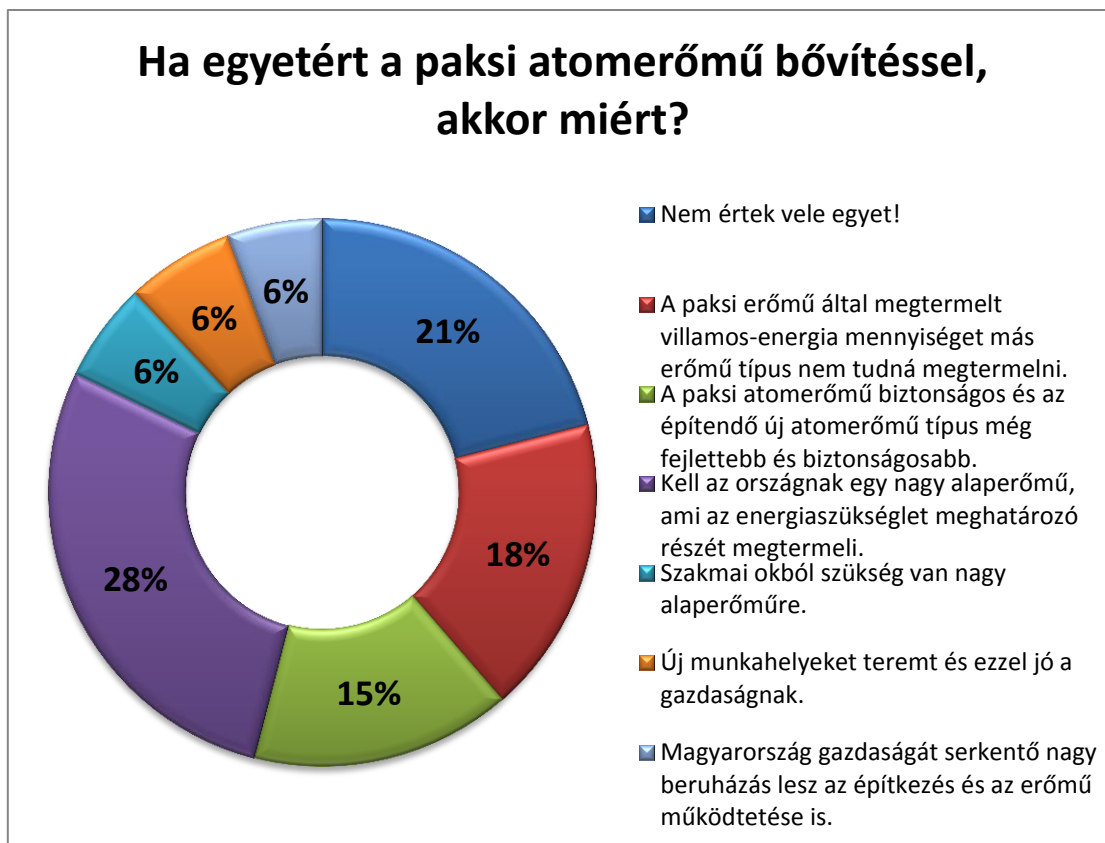
A következő két kérdést csak illusztrálnám, az ellenzés, illetve a támogatás okait később kifejtem. Az ellenzés fő oka, hogy inkább megújuló energiaforrásokra kellene támaszkodnunk, ezt a válaszadók 66%-a gondolja így.

Melyik ok az, amiért ellenzi a bővítést?



- Alapjában véve gazdaságilag meghatározza az országunk jövőjét.
- Nagy adósságot ró az országra.
- Szoros Oroszországtól való függőséget teremt hosszú időre.
- Az atomenergia-termelés veszélyes.
- Az atomenergia-termelés folyamata nagyon környezetszennyező.
- A kiégett, radioaktív paksi fűtőelemeket véglegesen majd Magyarországon helyeznék el.
- Mert inkább megújuló energiaforrásokra kellene alapozni Magyarország energiatermelését nem pedig atomenergiára.

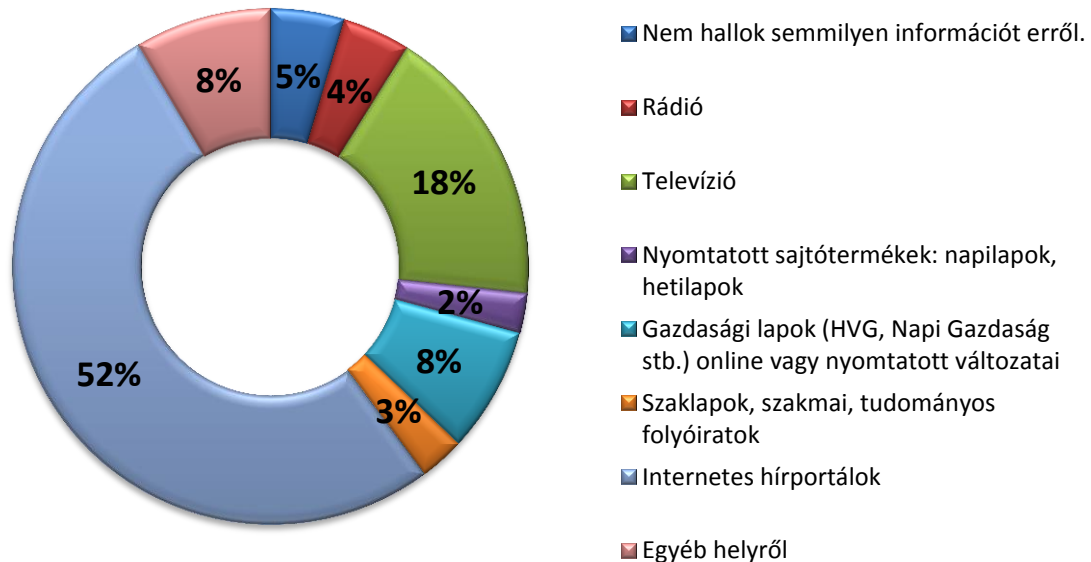
17. ábra: Az ellenzés okainak ábrázolása



18. ábra: A támogatás okainak ábrázolása

A támogatás fő oka pedig az atomerőmű azon pozitív tulajdonsága, hogy nagy megbízhatósággal alkalmazható alaperőműnek. Már sokszor előkerült, de feleleveníteném újból, hogy a magyar villamos-energiarendszer átlagos terhelése 6000 MW. Az építendő két új blokk építése 2400 MW lesz, ami jelentős alapenergiát szolgáltat az országnak. Ezt vélhetően a válaszadók nagy hányada is így gondolja.

A paksi atomerőmű bővítésével kapcsolatban honnan hallja a legtöbb információt?



19. ábra: Az információ forrásainak ábrázolása

A 15. kérdésben az információ forrására kerestem a választ. Megdöbbentő eredmény született. A válaszadók 52%-a az internetes hírportálokat jelölte meg fő információforrásként. Ez azért aggasztó, mert ahelyett, hogy megbízható, tudományosan megalapozott szakmai folyóiratokból, szaklapokból értesülnének az emberek, ehelyett sokszor a nem hiteles, tudományosan megalapozatlan internetes forrásokból tájékozódnak. Meg kellene teremteni annak lehetőségét, hogy a lakosság ugyanolyan egyszerűen férjen hozzá tudományosan megalapozott információkhoz, mint a népszerű internetes hírportálokhoz. Ebben a kutatóknak, médiának is nagy felelőssége van, ugyanis meg kell teremteni annak lehetőségét, hogy a szakemberek megnyilvánulhassanak a témában, kifejthessék véleményüket, álláspontjukat.

A kérdőív utolsó részében a megújuló energiaforrásokról esett szó. Itt megkérdeztem, hogy kiváltható-e az erőmű termelése megújuló energiaforrásokkal, illetve kiváltható-e nem megújuló más energiaforrásokkal (pl. szén, energiacella) és melyek ezek a megújuló energiaforrások, amik helyettesíthetik az atomerőmű által termelt villamos-energiát.

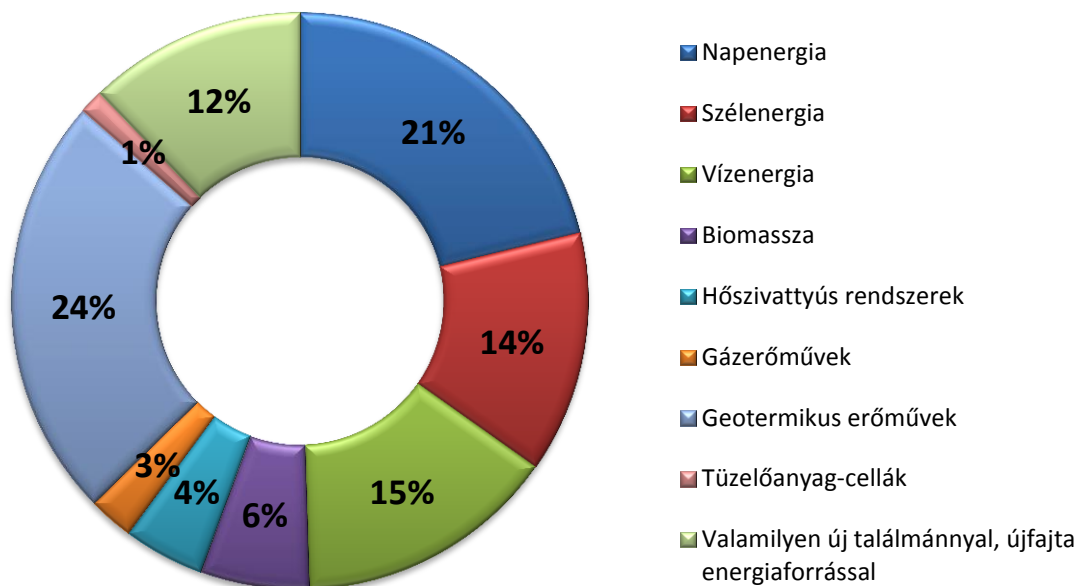
A válasz ugyancsak meglepő lett, ugyanis a válaszolók csupán 40%-a szerint váltható ki az erőmű termelése megújuló energiaforrásokkal. Véleményem szerint kiemelten fontos a megújuló energiák támogatása, azonban ha a racionalitás talaján maradunk, be kell lássuk, hogy 2400 MW-nyi villamos teljesítményt nem lehet kiváltani pusztán megújuló termeléssel, illetve ha ezt használnánk csupán, óriási tartalékokra, valamint költségekre kell számítanunk.



20. ábra: A 16. kérdésre adott válaszok ábrázolása

Az egyéb nem megújuló forrásokról szóló kérdésben a válaszadók 65%-a szerint nem váltható ki az erőmű, míg 35% szerint igen. A következő ábrán a lehetséges kiváltó energiaforrások százalékos megoszlását láthatjuk a közvélemény szerint.

Ön szerint melyik lenne az az ideális energiaforrás, amivel az atomerőmű kiváltható lenne Magyarországon?



21. ábra: A kiváltható megújuló energiaforrások megoszlásának ábrázolása

Jól látható, hogy a geotermikus energiában látják legtöbben a potenciált és ez meglepő, mert erről kevés szó esik a médiában. Valóban Magyarország jelentős forrásokkal rendelkezik ennek kapcsán. 2007-ben a beépített geotermikus kapacitás 200 MW volt, a termelt energia mennyisége 3,6 PJ. Elemzések szerint a technikailag elérhető legnagyobb potenciál ennek közel a harmincszorosa, 100 PJ. A napenergiával kapcsolatos pozitív véleménynek is van számadatokkal alátámasztott alapja. A 2006-os adatok alapján a termelt energiamennyiség 0,106 PJ, az elméleti potenciál pedig ennek a tizenhatezerszerese 1740 PJ¹⁸. A vízenergiával viszont közel sem ilyen jó a helyzet, az itthoni körülmények nem teszik lehetővé nagy kapacitás telepítését. A biomasszával kapcsolatban meglepő az alacsony támogatás, ugyanis hazánk különösen jó adottságokkal rendelkezik a biomassza felhasználás terén. 2007-ben a termelt energia mennyisége 49,7 PJ, az elérhető potenciál közel 188 PJ.¹⁹

Összefoglalva a beérkezett válaszokat megállapítható, hogy az atomerőművel termelt energiát a megkérdezettek kétharmada tartja biztonságosnak. Jellemzően a két legsúlyosabb atomerőmű-balesetet tudják felidézni, azonban a csernobili baleset kapcsán az

¹⁸ Megújuló energia Magyarországon (2008)

¹⁹ forrás: Európai Környezeti Ügynökség (EEA)

információközlést meglehetősen negatívan értékelik, és sajnos ez a fukusimai baleset kapcsán sem javult számottevően. A válaszolók jól meg tudták ítélni a paksi atomerőmű termelését, de a megkérdezettek fele nem tudta, hogy a jelenlegi atomerőművet hamarosan le kell állítani. Közel 60%-uk támogatja az atomerőmű két blokkal történő bővítését. A fő ok, amiért támogatják, hogy szüksége van az országnak egy megbízható alaperőműre és az atomerőmű tulajdonságaiból adódóan erre alkalmas. A másik oldalt nézve az ellenzés fő oka az, hogy inkább megújuló energiaforrásokkal kellene fedeznünk az ország energiaszükségletét. A legtöbb információt a válaszadók közel fele az internetes hírportálokon olvassa, és 40%-uk szerint kiváltható az erőmű termelése megújuló energiaforrásokkal. A lehetséges potenciált a naperőművekben és a geotermikus erőművekben látják, míg a biomasszában keveset. A válaszolók szerint a vízerőművekben is sok lehetőség van, azonban ennek reális potenciálja hazánkban csekély. Úgy gondolom, hogy a negatív hozzáállásnak az atomerőmű-balesetek az okai, illetve a tájékoztatottság. Itt nem csak a hiányára gondolok, hanem a valótlan adatok közlésére. A csernobili katasztrófa után a média több milliós halálesetekről beszélt, azonban ennek a számnak csupán töredéke igaz. Ezt a későbbi fejezetekben részletesen ki is fejtem. Továbbá nagy felelőssége van a médiának, különösen az internetes hírportáloknak. Meg kell teremteni a lehetőséget, hogy a szakemberek bármikor elmondhassák véleményüket és az emberek meg is bízzanak az ő kompetenciájukban.

A közvélemény alakulása az Eurobarometer kutatásai alapján²⁰

Az Eurobarometer-kutatásokat minden évben elvégzi az Európai Unió a tagországokban. Több szempont alapján értékelik az emberek véleményét, például az Európai Unió jövőjéről, az ország helyzetéről, magáról az Unióról, vagy éppen a nukleáris energiáról. Most a 2008-as adatokat hasonlítom össze saját eredményeimmel, amiből megállapíthatunk majd valamilyen trendet.

2008-ban a megkérdezettek 63%-a támogatta, 32%²¹ ellenezte a nukleáris energia-termelést. Ez az arány, mint láthattuk az első kérdés alapján (Önnek inkább pozitív, vagy inkább negatív érzései vannak az atomenergia hallatán?) 55%-45%-ra esett vissza. Tehát egy általános negatív hozzáállás érezhető az atomenergia iránt. Én ezt azzal magyaráznám, hogy a megújuló energiaforrások potenciálját irreálisan nagynak érezzük, holott a tényleges lehetőségek meglehetősen szűkösek, csak ezt éppen kevésbé hangsúlyozzák. Az EU 27 fejlett országában ez az arány még pesszimistább, csak 53%-39% a támogatók javára.

²⁰forrás: Vári Anna: Tiszta atomenergia? p.239

²¹ A kutatást vélhetően 5% hibával dolgozhatták fel, ezért nem jöhetett ki a 100%.

Egy újabb érdekesség ezúttal a 2007-es Eurobarometer adatai alapján, hogy a lakosság 78%-a szerint lehet egy nukleáris reaktort biztonságosan üzemeltetni. A mi kutatásunkban ez az arány 72%-28%. Szintén csökkenő tendenciát mutat, azonban még messze a legjobban az EU országaiban, ahol ez az arány csupán 59%-41%. Láthatjuk itt is az eltérést az arányok között, mint a saját közvélemény-kutatásban. Ennek oka az lehet, hogy bár az emberek biztonságosnak ítélik meg az atomerőműveket, mégis jobb lenne, ha nem ezzel próbálnánk energiaszükségletünket kielégíteni. A kutatás e két szempontja érinti közvetlenül az én kutatásomat, azonban egy trend megállapítására megfelelt.

Láthatjuk, hogy a magyar adatok csökkenést mutatnak az elégedettséggel szemben és egyre jobban közelítünk az Európai Unió átlaghoz, azonban még mindig látható egy bizonyos sajátos, pozitívabb hozzáállás, ami a jelenlegi atomerőműnek is köszönhető, hiszen az üzemeltetés alatt nem történt rendkívüli baleset. Egy 3-as erősségű²² üzemzavar keletkezett már Pakson, azonban a szakemberek megfelelő felkészültségével ez nem jelentett komoly problémát.

4. A hazai megújuló energia potenciál²³

Először is fontos tisztázni mit nevezünk megújuló energiaforrásnak? „Megújuló az energiaforrás, ha a nap által megújított (fény, hő, szél, víz, biomassza) energiát, vagy el nem fogyó energiát (pl. geotermikus) használunk fel.”²⁴ Néha a hulladékot is a megújulók közé sorolják. Eszerint megújuló energiaforrások:

- szélenergia (tengeri szél),
- napenergia,
- vízenergia,
- geotermikus energia,
- biomassza valamint
- árapály

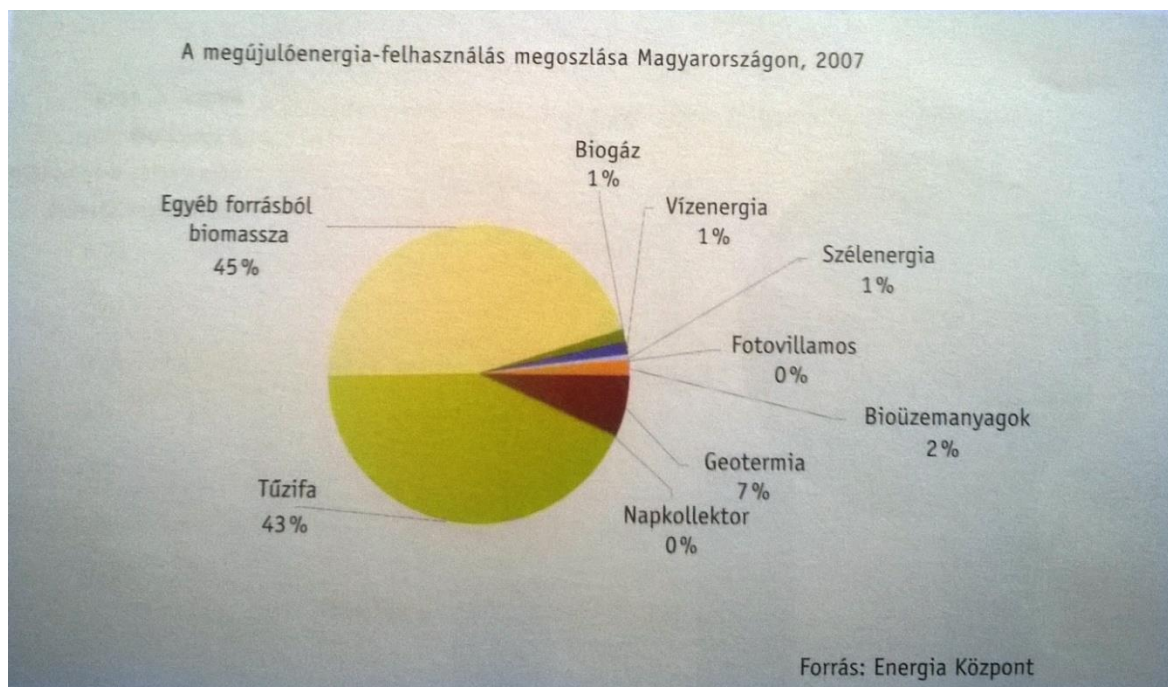
Ez persze nem teljes lista, sőt hazánkban nem is lehet mindegyiket felhasználni, azonban ezek a legjelentősebbek a világon is. Sokan a hőszivattyút is a megújulók közé

²² INES skála szerinti besorolás (7 fokozatú atomerőmű-balesetek besorolására)

²³ forrás: Megújuló Energia Magyarországon – Energia Klub (2008)

²⁴ Dr. Kádár Péter: Különleges energiaforrások p.11

sorolják, azonban ez csak akkor lenne igaz, ha magát a hőszivattyút egy megújuló forrásról táplálnánk. A következő ábrán láthatjuk a hazai megújuló energiaforrások százalékos felhasználást Magyarországon.



22. ábra: A megújuló energiaforrások felhasználásának aránya (forrás: Energia Klub: *Megújuló energia Magyarországon*)

Látható, hogy a biomassza arány meglehetősen magas, itt a közvélemény-kutatás eredményei alapján meglehetősen alacsony potenciált gondolnak a válaszadók (mindössze 6%). Azonban a százalékos értékek helyett itt sokkal fontosabb a konkrét számokról beszélni. Több szervezet végzett potenciálbecslést Magyarországon, azonban a legátfogóbb az MTA 2006-ban végzett potenciálbecslése.²⁵ Ennek eredményeit a következő táblázatban láthatjuk.

	MTA Megújuló Energia Albizottság felmérése (PJ/év)	Kiaknázható potenciál (KHEM 2009.) (PJ/év)	Jelenlegi felhasználás(PJ/év)
Napenergia	1838	2	0,16
Vízenergia	14,4	1	0,77
Geotermia	63,5	12	4
Biomassza	203-328	142	58,9
Szélenergia	532,8	6	0,74
ÖSSZESEN	2600-2700	163	64,57

2. táblázat: A hazai megújuló energiaforrások potenciálja (forrás: MTA 2006)

²⁵ MTA: Magyarország Megújuló Energetikai Potenciálja: Magyar Tudományos Akadémia Energia Bizottság Megújuló Energia Albizottság (2006).

Láthatjuk, hogy a biomassa mellett (142 PJ/év), a geotermikus energiában (12 PJ/év) és a szélenergiában van még jelentősebb potenciál (6 PJ/év), és a vízenergiában meglehetősen kevés, mindössze 1 PJ/év, ami kevesebb, mint a biomassa potenciáljának 1%-a. Láthatjuk, hogy a reális megújuló potenciál 163 PJ/év. Az ország energiafelhasználása pedig körülbelül 1120 PJ volt (2002), ami nem nőtt jelentősen az utóbbi időben, így megállapítható, hogy a megújulók aránya kb. 5%-a a teljes villamosenergia-felhasználásnak. A paksi atomerőmű ezen aránya 37,5%. Folytatva a gondolatkísérletet, ha kihasználnánk a rendelkezésre álló megújuló energiaforrásokat, akkor az arányuk 14,5% lenne a teljes villamos-energia felhasználásból. Ezzel megállapítható, hogy ha kihasználnánk a teljes megújuló potenciált, akkor sem érnénk el azt az arányt a villamos-energiatermelésben, mint amit a paksi atomerőmű képvisel, sőt a képet tovább árnyalják a következő problémák.

Gondoljunk csak arra, hogy a megújuló energetikai beruházások csak akkor lehetnek versenyképesek, ha megfelelő támogatás áll mögötte. Véleményem szerint, erre mindenképpen többet kell az országnak fordítania, azonban nem lehet elmenni a végtelenségig.

A megújuló energiával működő termelő rendszerek következő negatívuma az, hogy az élettartamuk jóval kevesebb, illetve a hektikus termelés miatt (ez alól csak a biomassa lehet kivétel) rengeteg tartalékot kell beépíteni a rendszerbe. Nem beszélve arról, hogy magát a villamosenergia-rendszert is fejleszteni kell, ugyanis a megújuló termelést sokkal inkább decentralizált környezetben lehet jó hatásfokkal használni, ehhez hurkoltabbá kell tennünk a villamosenergia-rendszerünket. Az élettartam rövidege miatt a telepítési költségeket meg kellene kétszerezelnünk, sőt már háromszoroznunk, ugyanis a most telepítendő MIR-1200-as blokkokat az orosz kivitelező 60-80 évre garانتálja. Jelenleg is folynak a fejlesztések, hogy a blokkokat akár 100 évig is lehessen használni teljesítmény-romlás, valamint a biztonságosság csökkenése nélkül. Ez egy nap-, vagy szél-erőműnél jelenleg is csak 20-25 évig garantálható.

Végezetül mérlegelnünk kell egy épülő erőmű helyigényét is. Ez a megújulóknál (főleg a szél-, és naperőműveknél) jóval többre rúg, mint egy atomerőműnél. El kell döntenünk, hogy szántóföldjeinket „be vessük-e” napelemekkel, szélturbinákkal, feláldozva ezzel a termőföldjeinket. Úgy gondolom, itt is az ésszerűség határain belül kell mozognunk, így számomra és sok szakember számára is egyöntetű a válasz a következő kérdésre: Szükséges-e a paksi atomerőmű bővítése? Igen szükséges, ugyanis az országnak feltétlen kell

egy alaperőmű, mivel a jelenlegit le kell állítani. Azonban ne feledkezzünk el a megújuló energiákról sem, amikre viszont több pénzt kell fordítani.

Így összegezve elmondható, hogy **Magyarország villamos-energia iránti igényét az atomenergiával és a megújuló energiával közösen kell fedezni, egyik sem egymást kizáró energiaforrásnak tekinthető.**

A következőkben a további kételyeket szeretném eloszlatni az atomerőművekről. Bővebben lesz szó a két súlyosabb atomerőmű-balesetekről, az atomenergia áldozatairól illetve a radioaktív hulladékról.

5. Az atomenergia valósága

Jelenleg a világban két súlyos atomerőmű-balesetet tartanak számon: az első az 1986-os csernobili atomerőmű-baleset, a második a 2011-es fukusimai katasztrófa. Sajnos a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség ezeknél több balesetet tart számon, azonban jelenleg ez a kettő kapta meg a legsúlyosabb (7-es) besorolást.

A csernobili atomerőmű-baleset²⁶

Erről a balesetről egy külön könyvet lehetne írni (amit számos szakember meg is tett), így én csak a szükséges ismeretekre szorítkozom, illetve azokat az adatokat közlöm, amik fontosak a végkövetkeztetésemhez.

1986 április 26-án a csernobili Vlagyimir Iljics Lenin²⁷ atomerőmű 4. számú blokkja hajnali 1 óra 23 perckor felrobbant és nagy mennyiségű radioaktív sugárzás szóródott szét szerte Európában.

²⁶forrás: Szatmáry Zoltán – Aszódi Attila: Csernobil, tények, okok, hiedelmek

²⁷ Érdekesség, hogy amikor felrobbant az erőmű Lenin nevét sem viselhette tovább, ugyanis az akkori rendszer szerint, ami Lenin nevét viseli, az nem robbanhat fel. Eztán lett csernobili atomerőmű.



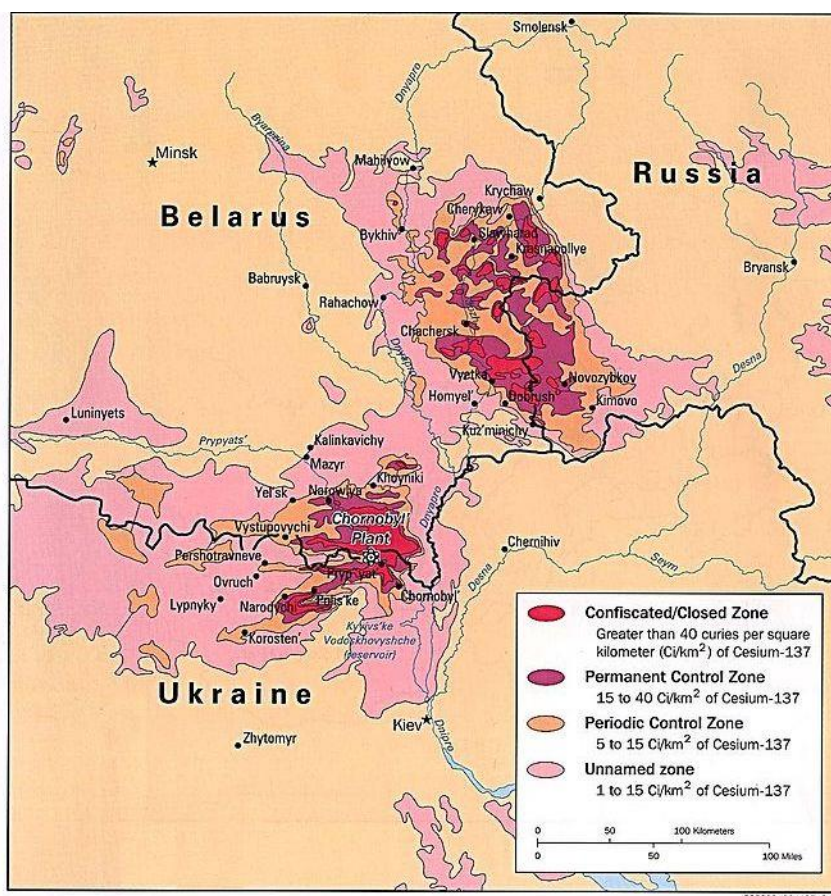
23. ábra: A csernobili erőmű 4. blokkja napjainkban

Az okai többféle forrásból adódtak. Az első, hogy a 4. blokkot karbantartás miatt le akarták állítani, azonban előtte szerettek volna elvégezni egy kísérletet, miszerint ha az áramellátás megszűnik, akkor a turbina generátora képes-e még a saját tehetetlensége miatt arra, hogy elég áramot termeljen a biztonsági rendszerek működtetéséhez. Ezt azonban nem egy atomerőművön teszteljük, hanem egy kutatóintézetnél (a csernobili erőműnek is volt Kijevben), illetve ha az atomerőműnél teszteljük, részletes szabályzatot kell írni, amittől nem lehet eltérni. Mindezt a kísérlet során rengetegszer megszegték.

A következő ok az erőmű konstrukciós hibájából származik. A csernobili erőmű ún. RBMK típusú²⁸ reaktorokból állt, aminek számos hátránya volt, többek között a grafit moderátor, a konténment hiánya, illetve a pozitív üregegyüttható. A grafit miatt keletkezett a robbanás, ugyanis reakcióba lépett az oltáshoz használt vízzel, és ez éppen táplálta az égést. A konténment hiánya miatt tudott rengeteg radioaktív anyag a környezetbe kikerülni, és a pozitív üregegyüttható miatt nem lehetett a reaktort alacsony teljesítményen üzemeltetni. Tudott, hogy 20%-nál alacsonyabb teljesítményen a hasadási reakció elkezd serkenni, aminek hatására a vízben gőzbuborékok keletkeznek, amivel tovább nő a teljesítmény, és így megy tovább a szuperkritikus állapotig.

²⁸ RBMK – szovjet fejlesztésű, nagy teljesítményű, csatorna típusú reaktor

A következmények vitathatatlanul szörnyűek. Nagy sugármennyiség szóródott szét, aminek jelentős hányada Fehéroroszországban, valamint a mai Ukrajnában található. A következő ábrán ezt láthatjuk.



24. ábra: A magas szennyezettségű területek

Az áldozatok számáról rengeteg tévhit kering. Egyes médiumok szerint több millió áldozatról beszélhetünk, azonban ennél a számnál jóval kevesebbéről van szó. Az szerintem nem kérdéses, hogy egyetlen ember élete is szörnyű a baleset miatt, azonban a médiában terjesztett számok nagyban eltérnek a szakemberek által mondott számoktól. Fontos megjegyezni, hogy a becsléshez a valószínűség-elmélet mély ismerete szükséges, amit én most mellőznék, ezért csak a végeredményeket közlöm. Az első és legfontosabb, hogy a csernobili halálesetek száma statisztikailag nem kimutatható, így a természetes ingadozáson belül van a halálesetek száma. Az első napokban 134-en kaptak akut sugárbetegséget, azonban a többségük teljesen meggyógyult, a halálesetek száma maximum 50. A likvidátorok között 2200 esetnél várható, hogy rákos megbetegedésben meghal. Ebbe a számba a leukémiás megbetegedések is beletartoznak. A lakosság körében 4000 gyermek kapott

pajzsmirigy rákot, ebből összesen 9 halt meg. Végül a lakosság nagyobb dózist kapott tagjai között a rákos megbetegedések nem lesznek kimutathatók, számuk csupán becsülhető, körülbelül 1800. Ezt összeadva körülbelül 4000 haláleset adódik, ami nagyságrendekkel kisebb, a fentebb említett számnál.

Végül a hamis hírek terjesztése, és a valóság eltitkolása vezetett ahhoz, hogy az embereket elfordítsa az atomenergiától, így a tájékoztatás hiánya talán a legnagyobb oka a baleset utáni helyreállításnak. Itt visszautalnék a kérdőívem azon kérdésére, miszerint osztályozzák a tájékoztatást a csernobili atomerőmű-baleset után, és a döntő többség 2-es értéket adott.

A radioaktív anyagok környezetbe kerülésének megakadályozására építettek egy szarkofágot, amivel beborították a sérült reaktort. Ez egy gyorsan elkészített munka, amivel mára már nem lehet védeltséget biztosítani, így szükséges egy új szarkofág. Ezt jelenleg is építik nemzetközi összefogással, külső források segítségével, amit majd az egész mostani építményre helyeznek, ezzel minimálisra csökkentve a sugárzást az erőműből.

A fukusimai atomerőmű-baleset²⁹

A 2. legsúlyosabb baleset, a 2011-ben történt fukusimai katasztrófa. Itt egy földrengés rázta meg a térséget, amire az atomerőmű automatikusan leállt. Azonban a láncreakció befejezése után még jelentős hő keletkezik, amit el kell vezetni, erre az erőműnek csak rövid ideig volt lehetősége, mert a rengést követő 55. percben egy szökőár árasztotta el az erőművet, megrongálva ezzel az 1-es, 2-es, 3-as blokkot, valamint a dízelgenerátorokat, amikkel a hűtést végezték. Ezáltal a teljes hűtés megszűnt, ami növelte a hőmérsékletet és a víz párologni kezdett, végül elpárolgott. A cirkónium borítású üzemanyag-kazetták tovább melegedtek, aminek eredményeképpen a cirkónium és a vízgőz reakcióba léptek, hidrogént eredményezve. Ezt lefűvatták, és amikor a hermetikus térből kikerült a hidrogén a reaktorcsarnokban a levegő oxigénjével reakcióba lépve robbanást eredményezett. A hűtés nélkül maradt üzemanyag-kazetták melegedése miatt részleges zónaolvadást történt, ami által nagy mennyiségű radioaktív sugárzás került a környezetbe.

A tájékoztatás itt sem teljes körű, a mai napig kérdőjelek öveznek sok témakört. Például az áldozatok számát, illetve az erőmű jelenlegi helyzetét. Ezt is megfigyelhettük a

²⁹forrás: Wikipédia, szegedma.hu

kutatásban, hogy itt sem kapott túl jó osztályzatot a tájékoztatás, a legtöbben 3-ast adtak, holott szinte mindenki hallott balesetről.



25. ábra: A fukusimai atomerőmű

A hulladékkezelés³⁰

Érdekesség, hogy a kérdőív e kérdésére (Miért ellenzi az atomerőmű bővítését?) a válaszolók csupán 8%-a válaszolta azt, hogy emiatt nem támogatja a bővítést. Ez azt is jelentheti, hogy a hulladékkezeléssel nincs komolyabb kifogása az embereknek.

Egy atomerőműből kikerülő radioaktív hulladékokat három csoportba sorolhatjuk: kis, közepes és nagy aktivitású hulladék. Megkülönböztetünk átmeneti és végleges tárolókat (ezeket lerakóknak nevezzük), illetve megkülönböztetünk felszín közeli és felszín alatti (mélygeológiai) tárolókat. Utóbbit 10 m-nél mélyebben alakítjuk ki. Egy utolsó kategorizálása a kis és közepes aktivitású hulladékoknak a rövid élettartamú (aminek felezési ideje maximum 30 év), valamint a hosszú élettartamú. Fontos ismerni, hogy a világon sehol sincs még a nagy aktivitású hulladéknak szánt lerakó (vagyis végleges tároló).

Hazánkban a hulladékkezelésnek a következő megoldásai ismertek. A kis és közepes aktivitású hulladékot a paksi atomerőműből a püspökszilágyi tárolóba vitték, azonban ez a tároló nem az erőművi hulladéknak készült, ezért ezt meg kellett szüntetni. Több kísérlet volt végleges lerakó kialakítására (pl. Ófalu, Magyaregregy), azonban ez lakossági ellenállás miatt

³⁰forrás: Vári Anna: Tiszta atomenergia?

meghiúsult. Ezután egy újabb lerakó létesítését készítették elő. Megtörténtek a geológiai vizsgálatok, végül Bataapátiban került kialakításra a lerakó a kis és közepes aktivitású hulladéknak. Ezt a lakosság és az országgyűlés is támogatta, és 2008-ban meg is kezdődhetett a hulladék áthelyezése. A nagy aktivitású hulladék kezelésének továbbra sem volt végleges lerakóhelye, ezt átmenetileg Pakson tárolják, azonban ez csak maximum 50 évig lehetséges, így szükséges egy végleges lerakóhely létesítése. Ezt Boda község mellett a Mecsekben helyeznék el, azonban ennek felderítése és telepítése még most is folyik. A tervek szerint ide kerül a jelenlegi atomerőmű átmenetileg tárolt nagy aktivitású hulladékai, illetve a leszerelt erőmű egyes darabjai is, valamint az új erőmű nagy aktivitású hulladékai is ide kerülnének. Ez egy nagy előrelépés a hulladékkezelés kapcsán, ugyanis mint fentebb szó volt róla, sehhol nincs még végleges hulladéklerakó a világon, jóllehet már épül Finnországban (Onkaló), ami 2020-ban lehet kész, illetve az USA-ban is, de ezt Barack Obama 5 évvel ezelőtt leállította. A következő kép az épülő finn lerakóról készült.³¹ Az onkalói lerakót gránit veszi körül és 455 méter mélyen van a föld alatt.



26. ábra: Az onkalói hulladéklerakó (ezekben az üregekben tárolják a nagy aktivitású hulladékot, forrás: Posiva)

³¹forrás: Origo

Összefoglalva az atomerőmű hulladékkezelése megoldottnak tűnik, a kis és nagy aktivitású hulladékoké már 2008-tól, a nagy aktivitásúaké pedig hamarosan. Ez egy óriási előrelépés hazánknak, ugyanis azon kevés országok közé tartozunk, akik rendelkeznek lerakóval a nagy aktivitású hulladékok számára, holott erre egy európai direktíva kötelezi minden tagállamot. Ezzel a szabályozással kiküszöbölhető, hogy más lerakóval nem rendelkező országok veszélyes, nagy aktivitású radioaktív hulladékait ide szállítsák.

6. Zárszó

Összegzésként megállapíthatjuk, hogy az atomenergia társadalmi elfogadottsága lassan az Európai Unió átlagához közelít, azonban összességében még pozitívnak mondható. Fontos látni a negatív hozzáállásnak az okait, amit én az atomerőmű-balesetben és a tájékoztatás hiányában látok. Szükségeselem érzem, hogy az atomenergia mellett a megújuló erőforrásokra is támaszkodna hazánk, ehhez sokkal több beruházás szükséges, amik támogatások nélkül nem versenyképesek. Megállapíthatjuk, hogy a közvélemény úgy látja, hogy a megújuló energiaforrások közül a napenergiát, a szélenergiát és a vízenergiát tartják számottevőnek. Fontos a hiteles, valós tájékoztatás fontossága, mert láthattuk, hogy a legtöbb információt az internetes hírportálokról szerzik az emberek, ám ezek a források gyakran nem tudományos alapokra íródnak, politikai érzésektől túlfűtöttek. Érezzük fontosnak, hogy egy élhető jövőt teremtsünk az utókornak.