

7. Előadás: Harmadik generációs atomerőművek A paksi atomerőmű bővítése (Paks-II).

(<http://atomenergia.lap.hu/>) (http://hu.wikipedia.org/wiki/MVM_Paksi_Atoeromu)

7.1. Harmadik generációs reaktortípusok, atomerőművek (Sükösd Csaba, Rác Ervin)

[http://www.oah.hu/web/v2/portal.nsf/att_files/eloadasok/\\$File/d_sukosd.pdf?OpenElement](http://www.oah.hu/web/v2/portal.nsf/att_files/eloadasok/$File/d_sukosd.pdf?OpenElement)

http://en.wikipedia.org/wiki/Generation_III_reactor

Def: A harmadik generáció a következőt jelenti: A 70-es évektől kifejlesztett, második generációs, könnyűvízes reaktortípusokat, atomerőműveket biztonsági és gazdaságossági szempontok szerint szisztematikus továbbfejlesztették optimalizálták. Ezért **evolúciós atomerőműveknek** is nevezik őket. Jelenleg készek a kereskedelmi forgalomra, a piacon ezeket kínálják. Ez részletesen a következőket tartalmazza:

- 7.1.1. Szabványosított terv valamennyi típusra, amely gyors engedélyezési eljárást, alacsony fajlagos beruházási költséget (konkrét feltételektől függően általában 1000-1800 USD/kWe) és rövid (4 év) építési időt eredményez.
- 7.1.2. Egyszerűbb és robusztusabb kialakítás, mint az eddig épített atomreaktoroké, ami kevésbé sebezhetővé teszi az üzemi rendellenességekkel szemben.
- 7.2.3. A belső (inherens) biztonság és a passzív védelmi tulajdonságok minél teljesebbé tétele.
- 7.2.4. Magasabb rendelkezésre állás és hosszabb — tipikusan 60 év — üzemi élettartam.
- 7.2.5. A zónaolvadásos balesetek kisebb ($\sim 10^{-6}$ /reaktorév) valószínűsége.
- 7.2.6. Magasabb kiégetési szint, ami hatékonyabb üzemanyag felhasználást eredményez és kevesebb kiégett üzemanyag keletkezésére vezet.
- 7.1.7. **3. generációs típusok:**
 - **European Pressurized Reactor** EPR-1750 (francia), (http://en.wikipedia.org/wiki/EPR_%28nuclear_reactor%29)
 - **AP-1000** (USA westinghouse), (<http://www.westinghousenuclear.com/New-Plants/AP1000-PWR>)
 - **Water-Water Energetic Reactor** - VVER-1000, VVER-1200 (orosz) (<http://en.wikipedia.org/wiki/VVER>)
- 7.1.8. További 3. generációs rendszerek:
 - Economic Simplified Boiling Water Reactor (ESBWR, GE Hitachi Nuclear Energy), (http://en.wikipedia.org/wiki/Economic_Simplified_Boiling_Water_Reactor)
 - Advanced boiling water reactor (ABWR, GE Hitachi Nuclear Energy and Toshiba) (http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_boiling_water_reactor)
 - Mitsubishi APWR (Mitsubishi Heavy Industries (http://en.wikipedia.org/wiki/Mitsubishi_APWR))

7.2. Az EPR (Evolutionary Power Reactor vagy European Pressurized Reactor)

http://en.wikipedia.org/wiki/EPR_%28nuclear_reactor%29

- 7.2.1. Franciák: Framatome (now Areva NP), Electricité de France (EDF) és a német Siemens AG
- 7.2.2. Nyomott vizes reaktor, Termikus teljesítmény: 4200/4500 MW.
- 7.2.3. Elektromos teljesítmény: 1600 MW. Hatásfok: 36-37 %
- 7.2.4. Dupla falú hermetikus védőépület, nagy utasszállító repülőgépet rázuhanására méretezve.
- 7.2.5. Egyszerűsítés, fizikai szeparáció, emberi hibák lehetőségének csökkentése.
- 7.2.6. Súlyos balesetben kontinent hűtése, zónaolvadék felfogása és hűtése, talapzat hűtése alulról.

7.3. Westinghouse AP-1000

<http://www.westinghousenuclear.com/New-Plants/AP1000-PWR>;

<http://en.wikipedia.org/wiki/AP1000>

- 7.3.1. Two-loop pressurized water reactor (PWR), simplified, effective approach to safety.
- 7.3.2. Gross power rating of 3,415 MWt and a nominal net electrical output of 1,110 MWe.
- 7.3.3. 157-fuel-assembly core, is ideal for new baseload generation.
- 7.4.4. Passive Safety Systems and Timeline for Station Blackout

7.4. VVER-1200 (Vodo-Vodianoy Energeticheskiy Reactor, Water-Water Energetic Reactor, Vízhűtéses Vízmódátoros Energiatermelő Reaktor). Paks II. <https://aris.iaea.org/sites/..%5CPDF%5CVVER-1200%28V-491%29.pdf>

7.4.1. Roszatom Atomenergetikai Vállalatcsoport.

Egyesít több mint 250 céget és tudományos szervezetet és világszerte közel 300 000 alkalmazottja van. A világ egyetlen olyan vállalata, amely az atomenergia teljes vertikumát lefedi, kezdve a bányászattól az üzemanyaggyártáson, az építésen, az üzemeltetésen, a finanszírozáson át a 4. generációs reaktorfejlesztésekig. The VVER-1200 is the main design for near term nuclear power program in Russia and for bidding abroad:

7.4.2. A VVER-1200 alapvető adatai:

http://www.rosatom.ru/en/resources/6fb124004ad7d68ebd14bf283a1923f8/3.2.Fil_Gidropress_VVE_R-1200.pdf

<u>Plant performance</u>	<u>Plant safety</u>
Rated power – 3200 (3000) MWth	Passive decay heat removal system
Primary pressure – 16.2 (15.7) MPa	Passive containment cooling system
Secondary pressure – 7.0 (6.3) MPa	Passive hydrogen removal system
Coolant temperature – 329 (320) C	Passive corium catcher

7.4.3. A VVER-1200 néhány alapvető jellemezője:

<http://atomenergiainfo.hu/tudastar/uj-orosz-3-generacios-reaktorok>

- A BN-1200 típusú blokk a BN-800 továbbfejlesztésével jött létre.
- Az újgenerációs, gyorsneutronos reaktorok egyszerre megoldások a kiegészített nukleáris fűtőelemek kezelésére és tárolására a problémájára.
- Az új 3+ generációs blokkok legalább 60 év tervezett üzemidővel készülnek.
- E reaktortípus fejlesztése 2006-ban indult el, és a tervezéskor már alapról figyelembe vették azokat biztonsági szempontokat, amelyre a fukushimai atomerőmű-baleset hívta fel a figyelmet.
- Képes ellenállni a külső behatásoknak, így repülőgép rázuhanásnak, földrengésnek, szökőárnak, külső robbanásnak, hó- és jégterhelésnek, valamint szélterhelésnek is.
- A blokk típus a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) 20 vizsgálatán ment át.
- A NAÜ a világ első olyan blokkjaként ismerte el ezt a típust, amely megfelel a 3+ generációs követelményeknek. A blokk hőteljesítménye 3200 MW, a villamos teljesítménye pedig 1200 MW.
- **Az orosz típusú 3+ generációs atomerőművi blokk az AESZ-2006 típusra épül, kiegészülve számos új biztonsági követelménnyel is, ezért a blokk maximálisan megfelel mind az orosz, mind a nemzetközi biztonsági követelményeknek is.**
- **A blokk képes manőverező üzemmódban is működni, mely során a teljesítményt akár 20-100 százalékos tartományban képes a terhelés függvényében változtatni, ugyanakkor a részterhelés a gazdaságosságot jelentősen befolyásolhatja.**
- Szigorították a törvényi háttérrel és az üzemeltető személyzet rendszeres képzését is.
- Az **oktatás területén is** előnyt jelent Magyarország számára a több mint 30 évre visszatekintő orosz-magyar atomenergetikai együttműködés.
- **A Ganz Engineering és Energetikai Gépgyártó Kft. (Ganz) az új Rosztov 3-4 blokk számára eddig 9-9 szekunderköri nagy teljesítményű keringető szivattyút, emellett a Leningrád II. projekt 1-es blokkjához az Atomenergomas Nyrt. gépgyártó csoport leányvállalatával közösen atomerőművi átrakóberendezést is gyártott és szállított Oroszországba.**

Hivatkozások:

[1] **Atomenergetika_nukleáris technológia_Patzay.pdf**

http://www.kankalin.bme.hu/Dok/Konyvek/Atomenergia/Atomenergetika_animaciok%20nelkul.pdf

[2] **Aszódi Attila: A nukleáris energiatermelés jelene és jövője,**

http://www.reak.bme.hu/fileadmin/user_upload/felhasznalok/aszodi/letoltes_eloadasok/Aszodi_Portfolio EIF 20131003.pdf

[3] **Sükösd Csaba (BME) Atomenergia a 21 században**

[http://www.oah.hu/web/v2/portal.nsf/att_files/eloadasok/\\$File/d_sukosd.pdf?OpenElement](http://www.oah.hu/web/v2/portal.nsf/att_files/eloadasok/$File/d_sukosd.pdf?OpenElement)

[4] **Rácz Ervin: (Óbudai Egyetem) Előadások villamosmérnök hallgatóknak, 6. Atomreaktorok generációi** http://uni-obuda.hu/users/racz.ervin/NE_n_6_Eloadas.pdf

PTE Fizikai Intézet, Számítógépes Fizika Tanszék, Német Béla tananyagai

[5] **KorFiz I.** 12. előadás <http://www.physics.ttk.pte.hu/pages/munkatarsak/nemetb/NB-web-4-tantargyak-KorFiz-II.htm>

[6] **Ipari technológiák** 9. előadás <http://www.physics.ttk.pte.hu/pages/munkatarsak/nemetb/NB-web-4-tantargyak-Ipari%20technologiak.htm>

Pécs, 2015. március 14.

Összeállítottal dr. Német Béla

Mellékletek:

[Atomenergia-21 szd_sukosd.pdf](#)

[Obudai Egy_6_Eloadas-Reaktor generaciok.pdf](#)

[Orosz 3+ reaktor.pdf](#)

További ajánlat:

http://uni-obuda.hu/users/racz.ervin/NE_n_6_Eloadas.pdf

http://uni-obuda.hu/users/racz.ervin/villamosmernok_oktatas.htm

<http://uni-obuda.hu/users/racz.ervin/>