

Új atomerőmű beruházások kérdései

Korszerű nukleáris energiatermelés 9. előadás

Prof. Dr. Aszódi Attila

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Nukleáris Technikai Intézet

Világ atomerőművi blokkjai

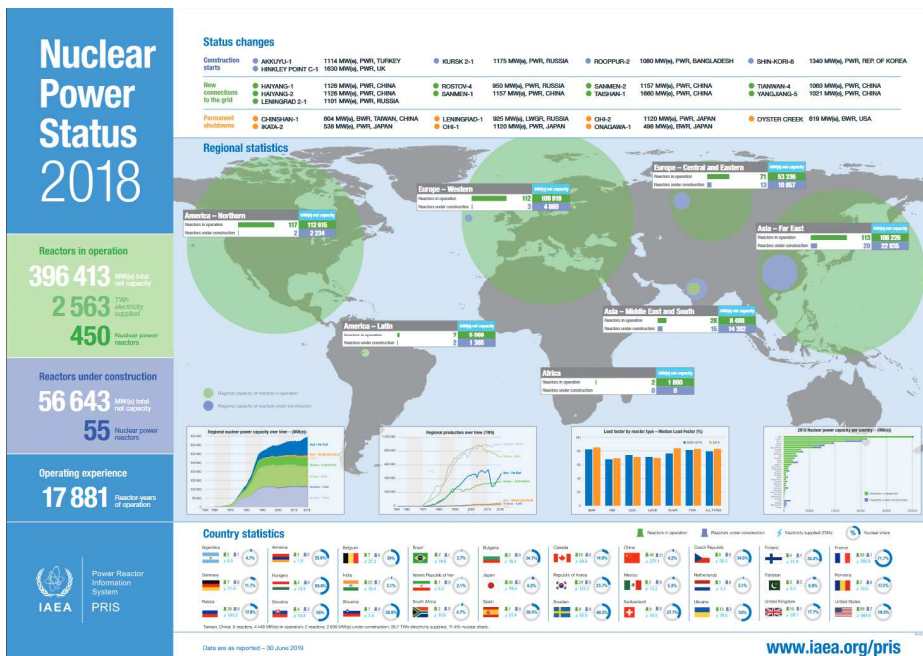
- Üzemelő

Típus	Blokkok száma	Össz MW(e)
BWR	70	69 713
FBR	3	1400
GCR	14	7725
LWGR	13	9283
PHWR	49	24 557
PWR	300	286 209
Összesen:	449	398 887

- Épülő

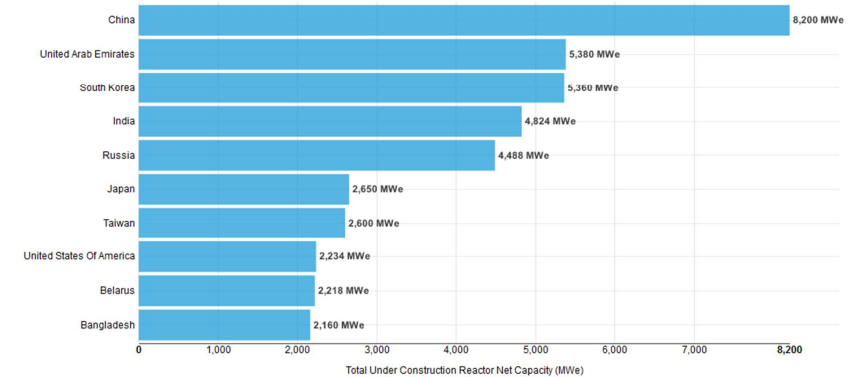
Típus	Blokkok száma	Össz MW(e)
BWR	4	5253
FBR	1	470
HTGR	1	200
PHWR	4	2520
PWR	42	44 216
Összesen:	52	52 659

PRIS database. Last update on 2019-10-27 (<https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>)



Atomerőmű építések a világban

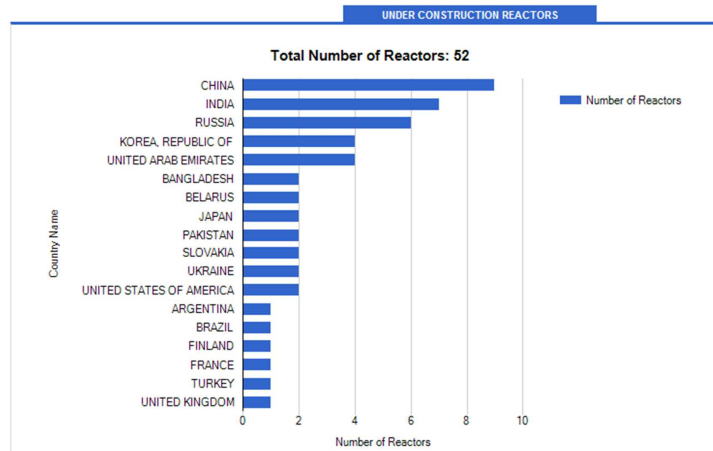
Reactors Under Construction Net Capacity (Top 10)



Forrás: World Nuclear Association

<https://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/reactor-database.aspx>

Atomerőmű építések a világban



The total Number of Reactors includes also 2 reactors in Taiwan, China

Forrás: IAEA PRIS

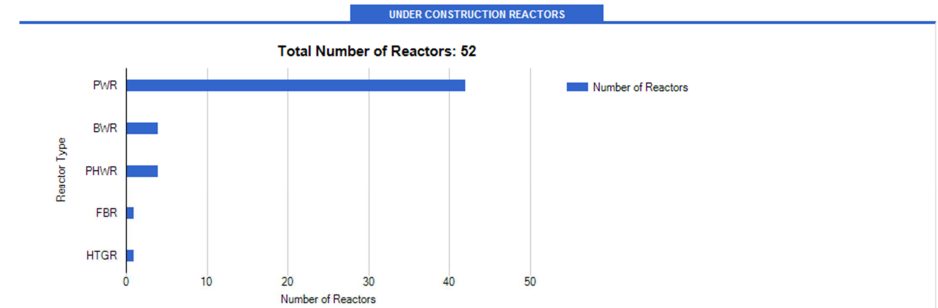
<https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/UnderConstructionReactorsByCountry.aspx>

KoNET, Új AE

Dr. Aszodi Attila, BME NTI

5

Atomerőmű építések a világban



Reactor Type	Reactor Type Descriptive Name	Number of Reactors	Total Net Electrical Capacity [MW]
BWR	Boiling Light-Water Cooled and Moderated Reactor	4	5253
FBR	Fast Breeder Reactor	1	470
HTGR	High Temperature Gas Cooled Reactor	1	200
PHWR	Pressurized Heavy-Water Moderated and Cooled Reactor	4	2520
PWR	Pressurized Light-Water Moderated and Cooled Reactor	42	44216
Total		52	52659

Forrás: IAEA PRIS

<https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/UnderConstructionReactorsByCountry.aspx>

KoNET, Új AE

Dr. Aszodi Attila, BME NTI

6

Atomerőmű üzembehelyezések a világban

Most recent grid connections

Reactor Name	Model	Process	Net Capacity (MWe)	Grid Connection	Location
Yangjiang 6	ACPR-1000	PWR	1000	2019-06-29	China
Taishan 2	EPR-1750	PWR	1660	2019-06-23	China
Novovoronezh 2.2	VVER V-392M	PWR	1114	2019-05-01	Russia
Shin Kori 4	APR-1400	PWR	1340	2019-04-22	South Korea
Tianwan 4	VVER V-428M	PWR	1045	2018-10-27	China
Haiyang 2	AP-1000	PWR	1170	2018-10-13	China
Sanmen 2	AP-1000	PWR	1157	2018-08-24	China
Haiyang 1	AP-1000	PWR	1170	2018-08-17	China
Sanmen 1	AP-1000	PWR	1157	2018-06-30	China
Taishan 1	EPR-1750	PWR	1660	2018-06-29	China

Forrás: World Nuclear Association

<https://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/reactor-database.aspx>

KoNET, Új AE

Dr. Aszodi Attila, BME NTI

7

IAEA Milestones Approach

- Részletek: *IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1 (Rev. 1): Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power, IAEA, VIENNA, 2015, STI/PUB/1704*
- Új atomerőmű építéséhez szükséges infrastruktúra létrehozása
- Új atomerőművi beruházás elindítása
- Az új atomerőmű megépítése és üzemeltetése
- Mit kell tennie egy „új belépő” országnak?
- Mit kell tennie egy atomerőművel rendelkező, de bővíteni akaró országnak?
- Mire van szüksége az atomerőművet építeni akaró országnak?

KoNET, Új AE

Dr. Aszodi Attila, BME NTI

8

Infrastruktúra elemek, feladatok

Mire lehet szükség egy nukleáris energetikai program megvalósításához egy újonnan belépő országban?



Infrastruktúra elemek

TABLE 1. INFRASTRUCTURE ISSUES

The 19 infrastructure issues	
National position	Stakeholder involvement
Nuclear safety	Site and supporting facilities
Management	Environmental protection
Funding and financing	Emergency planning
Legal framework	Nuclear security
Safeguards	Nuclear fuel cycle
Regulatory framework	Radioactive waste management
Radiation protection	Industrial involvement
Electrical grid	Procurement
Human resource development	

Forrás: IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-3.1

Infrastruktúra elemek, feladatok

TABLE 1. INFRASTRUCTURE ISSUES

The 19 infrastructure issues	
National position	Stakeholder involvement
Nuclear safety	Site and supporting facilities
Management	Environmental protection
Funding and financing	Emergency planning
Legal framework	Nuclear security
Safeguards	Nuclear fuel cycle
Regulatory framework	Radioactive waste management
Radiation protection	Industrial involvement
Electrical grid	Procurement
Human resource development	

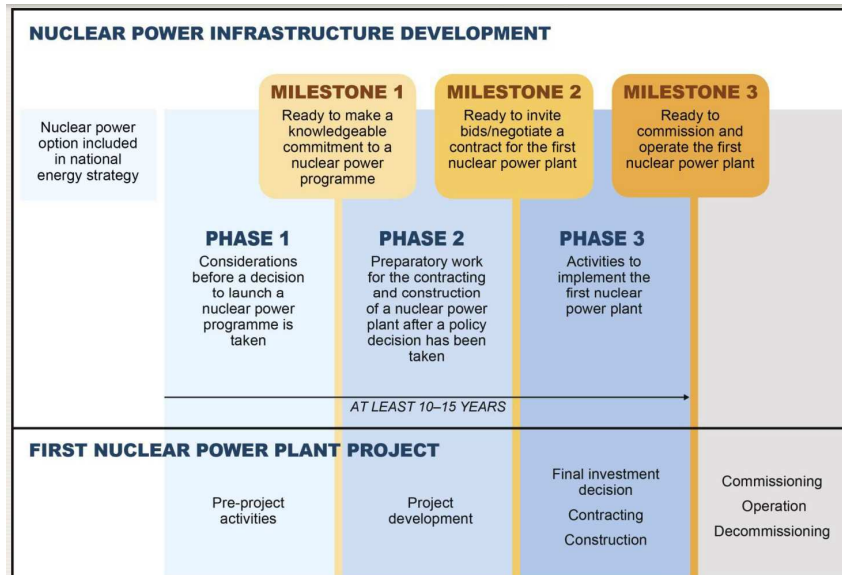
- Nemzeti energiapolitika (szándék)
- Nukleáris biztonság
- Menedzsment
- Finanszírozási séma és eszközök (pénz)
- Jogi keretrendszer
- Nukleáris biztonsítéki rendszer
- Hatósági felügyeleti keretrendszer
- Sugárvédelem
- Villamosenergia-rendszer és -hálózat
- Emberi erőforrások fejlesztése
- Érintettek bevonása
- Telephely és támogató létesítmények
- Környezetvédelem
- Balesetelhárítási tervek
- Nukleáris létesítmény fizikai védelme
- Nukleáris üzemanyagciklus
- Radioaktív hulladék-kezelés
- (Nemzeti) ipar bevonása, ipari részvétel
- Beszerzési rendszer

Mérföldkövek

1. fázis: Elemzés, vizsgálat
 - **1. mérföldkő: Döntéshozatal**
2. fázis: Felkészülés, előkészítés
 - **2. mérföldkő: Szerződéskötés**
3. fázis: Építés
 - **3. mérföldkő: Üzembehelyezés**



Mérföldkövek



1. fázis

„Új belépő” ország kihívásai

- Szükség van-e az atomerőműre?
- Hol kell kezdeni...?
- Rendelkezünk-e a szükséges tudással, ismeretekkel?
- Mi az emberierőforrás-igény?
- Melyek és mekkorák lesznek a költségek?
- Van-e hozzáférhető anyagi forrás/fedezet?
- Felkészült-e az ország a nukleáris biztonság területén?
- Mit kell tenni egy baleset esetén?
- Mit teszünk a hulladékokkal?
- Mi a társadalmi hozzáállás: támogat vagy ellenez?

1. fázis

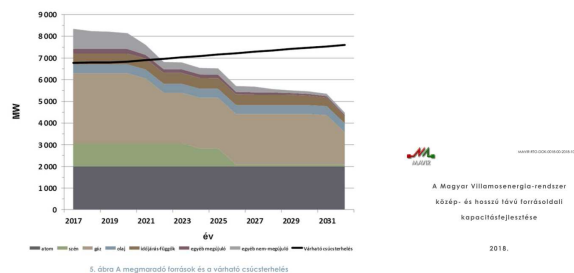
Cél: megalapozott döntést hozni

- az új beruházás előkészítéséről
- vagy annak elvetéséről

Eszközök: előzetes/megvalósíthatósági tanulmány

Legfontosabb kérdések:

- Villamosenergia-igény és -termelés alakulása



1. fázis

Legfontosabb kérdések:

- Melyek a lehetséges termelési módok, források
 - Fosszilizsek, megújulók, import
- Ellátásbiztonság
- Kibocsátás-csökkentési célok
- Beruházási, üzemeltetési költségek

Ezek alapján: előzetes megvalósíthatósági („szükségességi”) tanulmány a résztvevők számára, akik így megalapozott döntésre tudnak javaslatot tenni

Nagyon fontos (nem műszaki/gazdasági):

- Társadalmi elfogadottság, támogatottság



1. fázis

Műszaki, technológiai, jogi, gazdasági kérdések:

- Elérhető reaktortípusok, technológiák
- Lehetséges telephelyek
- Finanszírozási lehetőségek
- Törvényi, szabályozási keretek
- Ki lesz a tulajdonos? Ki lesz az üzemeltető?
- Szerződéses keretek, szerződéses konstrukciók

1. fázis

A fenti kérdések részletes megválaszolása, a 19 infrastruktúra elem részletes elemzése

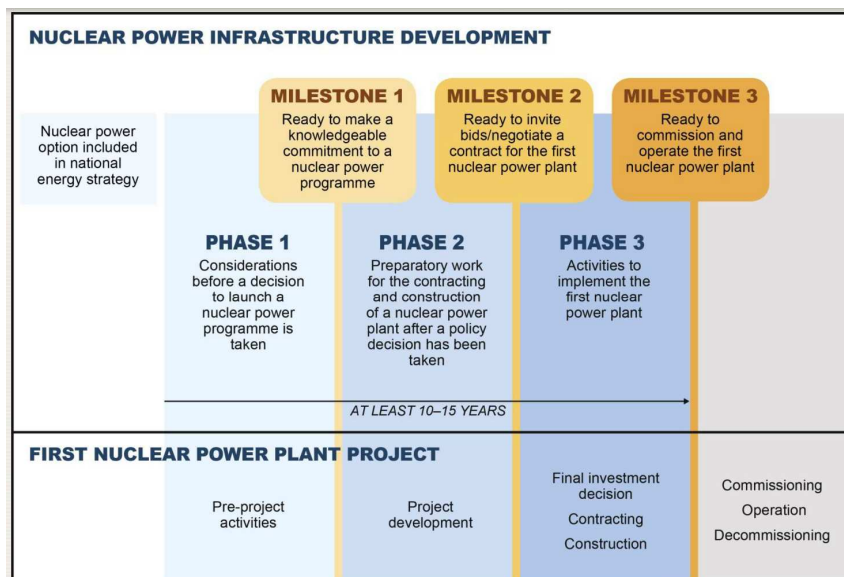


1. mérföldkő: fentiek alapján végül döntés (igen/nem):

energia/atomenergia stratégia, program kidolgozása

Ez még nem egy bizonyos atomerőmű építésére vonatkozik, hanem a nukleáris opció melletti elköteleződésre vonatkozik.

Mérföldkövek



1. fázis

Példa (Magyarország, Paks):

- **2008. 04. 14.:** H/4858. számú országgyűlési határozati javaslat a 2007-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikai koncepcióról:
 - 5. A Kormány kezdje meg az esetlegesen szükségessé váló, a jelenlegieket kiváltó új atomerőművi kapacitások döntés-előkészítő munkáit. A szakmai, környezetvédelmi és társadalmi megalapozást követően a beruházás szükségességére, feltételeire, az erőmű típusára és telepítésére vonatkozó javaslatait kellő időben terjessze az Országgyűlés elé.
- **2009. 03. 30. (330-6-10):** H/9173. számú országgyűlési határozati javaslat az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. §-ának (2) bekezdése alapján, a paksi atomerőmű telephelyén új atomerőművi blokk(ok) létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység megkezdéséhez szükséges előzetes, elvi hozzájárulás megadásáról:
 - Az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulást ad az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. §-ának (2) bekezdése alapján – összhangban a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról szóló 40/2008. (IV.17.) OGY határozat 12. f) pontjával –, a paksi atomerőmű telephelyén új blokk(ok) létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez.

7.§(2) Új nukleáris létesítmény és radioaktív hulladék-tároló létesítését, valamint meglévő atomerőmű további atomreaktor tartalmazó egységgel való bővítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulása szükséges.

2. fázis

Felkészülés, előkészítés

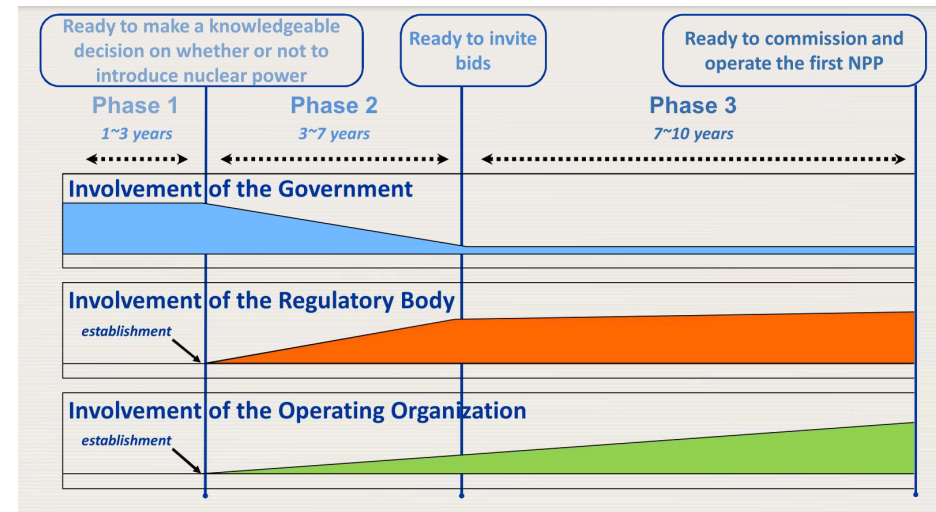
- Szükséges intézményi háttér kialakítása, létrehozása
- Szaktudás, szakértelem létrehozása, felhalmozása
- Jogi, szabályozási, szervezeti keretek kialakítása
- Kapcsolattartás az érintettekkel

Nagy kihívás:

- Óriási, egy ország történetének (egyik) legnagyobb beruházása
- Az erőforrások nagyon széles spektrumát igényli
- Ilyen léptékű beruházásokhoz nem mindenhol hozzáférhetők az erőforrások

2. fázis

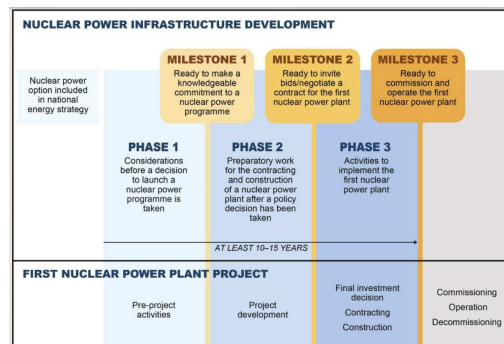
Intézményi rendszer kialakítása



2. fázis

- Nemzeti jogi szabályozás kialakítása
- Nukleáris hatóság létrehozása (vagy az új feladatoknak megfelelő megerősítése), személyi állomány felépítése (továbbfejlesztése)
 - Szükséges költségvetés, szükséges emberi és anyagi erőforrások biztosítása
- A projektet műszakilag megvalósító (befogadó) vállalat létrehozása
- Emberi erőforrások (felgyorsított) fejlesztése
- Kormányzati és társadalmi támogatás előmozdítása
- Tervek kidolgozása, előkészületek az infrastruktúra fejlesztésére

2. mérföldkő: tender kiírása, vagy tárgyalások megkezdése szerződésről



2. fázis

Példa:

- **2014. január 14.:** az orosz állami tulajdonú Roszatom vállalat építhet új atomerőművi blokkokat Magyarországon, a paksi telephelyen. A Roszatom államközi szerződés keretében kapta meg a megbízást, előzetes nemzetközi tenderkiírás nélkül. A bejelentést megelőző egyeztetések magas politikai szinten zajlottak.
- Magyarország Kormánya és az Oroszországi Föderáció Kormánya közötti nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről szóló Egyezmény kihirdetéséről szóló 2014. évi II. törvény
 - akár 2xVVER-1200
 - akár 40%-os lokalizáció
 - tudományos-technikai együttműködés: reaktortechnológiai fejlesztés, Karbantartó Gyakorló Központ fejlesztése, üzemanyaggal kapcsolatos kérdések (üzemanyag-ellátás, kiégett fűtőelemek kezelése), atomenergia békés célú felhasználását célzó alap- és alkalmazott kutatás, radioizotópok előállítása, ipari, orvosi és mezőgazdasági felhasználás

3. fázis

Építés

- Nukleáris biztonsági követelmények biztosítása
 - Az engedélyezéshez szükséges követelmények teljesítése
- Rendkívül összetett feladat
- Tapasztalat nincs – *newcomer* esetén, vagy kevés, illetve elavult – az előző atomerőmű építés évtizedekkel korábban történt
- Idő nyomás
- Költség nyomás
- Építéssel egyidejűleg meg kell kezdeni a felkészülést az üzemeltetésre
- Fel kell készülni a nukleáris üzemanyag fogadására

3. fázis

Építés - kihívások

- Megfelelő szakképzett munkaerő biztosítása
- Projekt menedzsment
 - költségek felügyelete és „kordában tartása”
 - Menetrend betartása
- A hatóság legyen felkészült az engedélykérelmek befogadására és értékelésére
 - szakértelem, emberi erőforrás, támogató háttérintézmények
- Az építő rendelkezzen a szükséges tapasztalattal

3. fázis

Kormányzati feladatok

- humán erőforrás biztosítása, fejlesztése (szakemberképzés, stb.)
- nyílt, átlátható társadalmi kommunikáció, egyeztetés
 - otthon és külföldön
- nemzetközi egyezmények betartása
- hulladékkezelési, hulladék-elhelyezési stratégia kidolgozása
 - finanszírozás megalapozása, biztosítása

Üzemeltetői feladatok

- finanszírozási stratégia megteremtése, kormányzati egyeztetés

Hatósági feladatok, elvárások

- teljes kapacitással működjön
- rendelkezzen a szükséges szakértelemmel

3. fázis

3. mérföldkő:

Az atomerőmű üzembe helyezése



Olkiluoto EPR start-up delayed by final checks

Commissioning of the Olkiluoto 3 EPR is now running six weeks behind schedule, the Areva-Siemens consortium has informed Finnish utility Teollisuuden Voima Oyj. The supplier is to provide TVO with a revised schedule for the start-up of the plant next month.

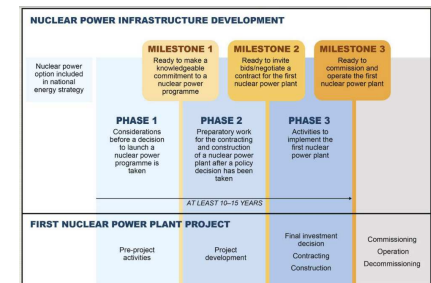
New Nuclear 08 November 2019



Second Novovoronezh II unit enters commercial operation

Unit 2 of the Novovoronezh II nuclear power plant in southwest Russia has entered commercial operation, 30 days ahead of schedule, state nuclear corporation Rosatom announced today. Commissioning of the VVER-1200 brings the number of power reactors in commercial operation in Russia to 36.

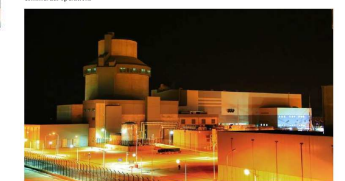
New Nuclear 01 November 2019



Sanmen 2 AP1000 enters commercial operation

06 November 2018

Unit 2 of the Sanmen nuclear power plant in China's Zhejiang province has completed 168 hours of full-power continuous operation. The unit is now deemed to be the third AP1000 reactor to enter commercial operation.



Sanmen 2 completed the full-power demonstration test run at 647pm yesterday, China National Nuclear Corporation (CNNC) has announced. The reactor is still the new one, "commercial operation condition". Although CNNC must still obtain necessary permits and documentation, the unit is now considered to be in commercial operation.

A nemzeti nukleáris infrastruktúra fejlesztésének 19 fő összetevője

19 elements central to development of national nuclear infrastructure

National Position				
Safeguards	Nuclear Safety	Management	Funding and Financing	Legislative Framework
Stakeholder Involvement	Regulatory Framework	Radiation Protection	Electrical Grid	Human Resources Development
Nuclear Fuel Cycle	Site and Supporting Facilities	Environmental Protection	Emergency Planning	Security and Physical Protection
	Radioactive Waste	Industrial Involvement	Procurement	

Forrás: <https://www.oecd-nea.org/pub/techroadmap/techroadmap-2015-annex.pdf>

Kihívások

Leggyakrabban azonosított kihívások új belépők esetén

- Döntéshozás, avagy a politikai elfogadottság elérése
- Társadalmi elfogadás
- Jogi, törvényi keretek megalkotása
- Emberi erőforrás fejlesztése
- Befogadó villamosenergia-rendszer képességei és adottságai
- Finanszírozás

Kihívások

Leggyakoribb okok, amiért egy ország megreked az 1. fázisban:

- döntésképtelenség – társadalmi/politikai ellenállás miatt a politikus nem akar dönteni
- nem megfelelő kormányzati támogatás
- aktuális villamosenergia-piaci környezet nem kedvező
- nincs elérhető finanszírozás
- műszaki problémák megoldatlansága (pl. telephely kiválasztás)

NAÜ módszertan és támogatás

- A „Mérföldkövek” program (*Milestones approach*) a tagországok számára egy „útmutató”
- Tizenkilenc azonosított infrastruktúra elem
 - kemény: fizikai jellegű, pl. villamos hálózat
 - szoft: jogi szabályozási rendszer, humán erőforrás, intézményi háttér, stb.
 - összesen 120 feltétel



Tagországok kérhetik a NAÜ segítségét: értékelés, tanácsadás

- Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)

NAÜ Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)

- A felülvizsgálatot kérő ország értékelést kap a szükséges infrastruktúra elemek helyzetéről:
 - mi hiányzik,
 - hogyan szüntethetők meg a hiányok
 - mit szükséges fejleszteni
 - mi megfelelő
- Elemei:
 - ország önellenőrzése, arról jelentés
 - a NAÜ misszió jelentését az atomerőmű programért felelős legfelsőbb szint (pl. minisztérium) kapja
 - a felülvizsgálatban minden olyan szervezet partner, akinek feladata, szerepe van az atomerőmű-programban (kormányzat, hatóság, üzemeltető, stb)
- Menete
 - INIR misszió igénylés, önértékelő jelentés elkészítése, előzetes INIR misszió, fő INIR misszió, utánkövető INIR misszió

NAÜ Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)

- Az INIR követelményrendszer nyilvános
- Figyelembe veszi a jövőbeli feltételeket, követelményeket, igényeket
 - nem csak a pillanatnyi állapotot értékeli
- A NAÜ teljes profilja képviseltetve van
- Jelentős előkészületeket igényel az első misszió előtt
- Egy ország több szervezete is a vizsgálat fókuszában
- A megbeszélések, egyeztetések plenárisan, azaz a résztvevők együttes jelenlétében zajlanak
- Az INIR jelentés ajánlásokat és tanácsokat tartalmaz arra vonatkozóan, mit milyen módon szükséges fejleszteni, átalakítani
- Javaslat az ország cselekvési tervének felülvizsgálatára
- Javaslat arra vonatkozóan, hogy milyen NAÜ támogatást célszerű igénybe venni

NAÜ Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)

Ajánlások arra vonatkozóan, hogy

- megfelelő legyen az atomerőmű-program végrehajtására a környezet
 - a környezet (hatósági, intézményi, stb.) értékelése
- az összes szükséges résztvevő vegyen részt a programban
 - és a program céljainak megfelelően cselekedjenek a résztvevők
- legyen nyílt, átlátható társadalmi tájékoztatás és párbeszéd
 - hazai és nemzetközi szinten is
- általában a program nyílt és átlátható legyen

Az INIR misszióknak/értékelésnek nem célja:

- az ország önértékelő jelentésének „megtámogatása”

NAÜ Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)

Az INIR missziót követően az ország

- munkatervet dolgoz ki a hiányosságok megszüntetésére
- 2 évvel később az utánkövető misszió értékeli, hogy megtörténtek-e a javasolt/vállalt fejlesztések

NAÜ Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)

- Az ország hivatalosan kéri a NAÜ-t, hogy indítsa el az INIR értékelés programot, megküldi a NAÜ-nek az önértékelő jelentést

Példa: Dél-Afrika (bővítő (*expanding*) ország)

- van üzemelő atomerőmű (Koeberg)
- van megfelelő intézményi háttér a meglévő atomerőmű üzemeltetéséhez
- az INIR misszió megállapította, hogy erős a kormányzati támogatás
- Dél-Afrika az önértékelő jelentésben megállapította, hogy számos tennivaló van, ha új atomerőművi blokkot akar építeni

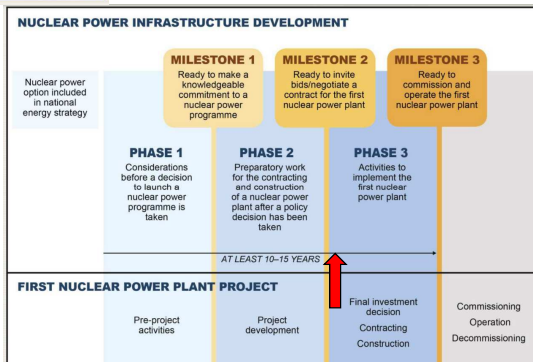
NAÜ Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)

Példa: Dél-Afrika (bővítő (*expanding*) ország)

Az értékelésben résztvevő partnerek:

- Energetikai Minisztérium
- nukleáris hatóság
- atomerőmű üzemeltető tulajdonos vállalat (Eskom)
- nemzeti energetikai vállalat
- ásványi forrásokért és energiahordozókért felelős minisztérium
- Nemzeti Bank
- Tudományos és Technológiai Minisztérium
- Környezetvédelmi Minisztérium
- Állami vállalatokat felügyelő minisztérium
- Kereskedelmi és Ipari Minisztérium

Hol tart Magyarország / Paks2 ezen az úton?



Hol tart Magyarország / Paks2 ezen az úton?

TABLE 1. INFRASTRUCTURE ISSUES

The 19 infrastructure issues

National position	Stakeholder involvement
Nuclear safety	Site and supporting facilities
Management	Environmental protection
Funding and financing	Emergency planning
Legal framework	Nuclear security
Safeguards	Nuclear fuel cycle
Regulatory framework	Radioactive waste management
Electrical grid	Industrial involvement
Human resource development	Procurement



- Nemzeti energiapolitika (szándék) – 2008 óta a parlament által elfogadott energiapolitikai dokumentumok alapeleme a paksi új blokkok építése, a hivatalos kormányzati politika kulcseleme.
- Nukleáris biztonság – 60 évnyi hazai tapasztalat, kialakult, az EU irányelveivel összhangban lévő szabályozási rendszer; Atomtörvény és végrehajtási rendeletei jól kidolgozottak, többszörösen nemzetközi szinten megmértettek.
- Menedzsment – kormányzati szinttől a projektársaságig rendezve, a szükséges struktúrák fel vannak építve, a felelősök ki vannak nevezve. Szakszerű munkavégzésük a saját és vezetőik feladata és felelőssége.
- Finanszírozási séma és eszközök (pénz) – mint állami projekt az állami költségvetés része. Az erőműépítés 80%-ban a magyar-orosz államközi szerződésből (FIGA, 2014. évi XXIV. tv.) finanszírozva. További elemek finansziális háttere a megfelelő költségvetési sorok.
- Jogi keretrendszer – jól kidolgozott, részletes, sok tekintetben eltérő a szállító saját nemzeti jogi keretrendszerétől. Főbb elemek: IGA (2014. évi II. tv), FIGA (2014. évi XXIV. tv), Atomtörvény (1996. évi CXVI. Tv.), NBSZ (118/2011 (VII.11.) Korm.rend.), OAH lista1, OAH lista2.
- Nukleáris biztosítéki rendszer – jól kidolgozott, részletes, működő és bejárattott, összhangban van a NAÜ és az EURATOM előírásaival (OAH lista3)
- Hatósági felügyeleti keretrendszer – jól kidolgozott, működő és bejárattott, összhangban van a NAÜ ajánlásaival és az EU előírásaival. Paks2 miatt a Hatóság személyzetfejlesztésre kapott forrást, ugyanakkor folyamatosan vannak nehézségek is. További fejlesztés szükséges.
- Sugárvédelem – jól kidolgozott, működő és bejárattott, összhangban van a NAÜ ajánlásaival és az EU előírásaival (OAH lista4). Sugasár ellenőrzési feladatok zöme (műszakiak) az OAH-ba integrálva.
- Villamosenergia-rendszer és -hálózat – fejlett, jól integrálódott az európai villamosenergia-rendszerbe. Paks2 miatt egy újabb távvezetési kapcsolat kiépítése indokolt és szükséges (tervben Paks – Albertirsa).
- Emberi erőforrások fejlesztése – programok indultak, zajlik, de folyamatos odafigyelést igényel; nagy a hazai és nemzetközi munkaerőpiac elszívó hatása, nagy a verseny a humán erőforrás iránt.

Hol tart Magyarország / Paks2 ezen az úton?

TABLE 1. INFRASTRUCTURE ISSUES

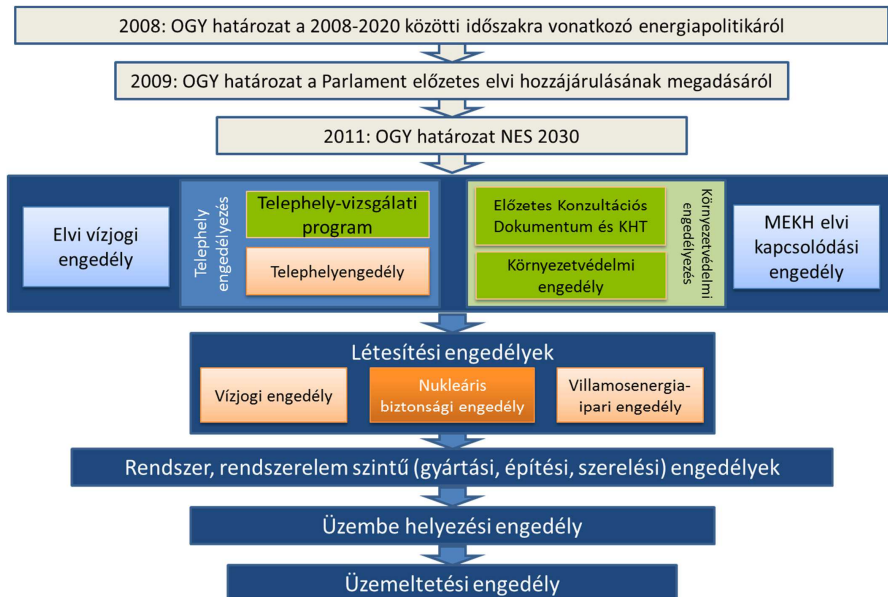
The 19 infrastructure issues	
National position	Stakeholder involvement
Nuclear safety	Site and supporting facilities
Management	Environmental protection
Funding and financing	Emergency planning
Legal framework	Nuclear security
Safeguards	Nuclear fuel cycle
Regulatory framework	Radioactive waste management
Radiation protection	Industrial involvement
Electrical grid	Procurement
Human resource development	



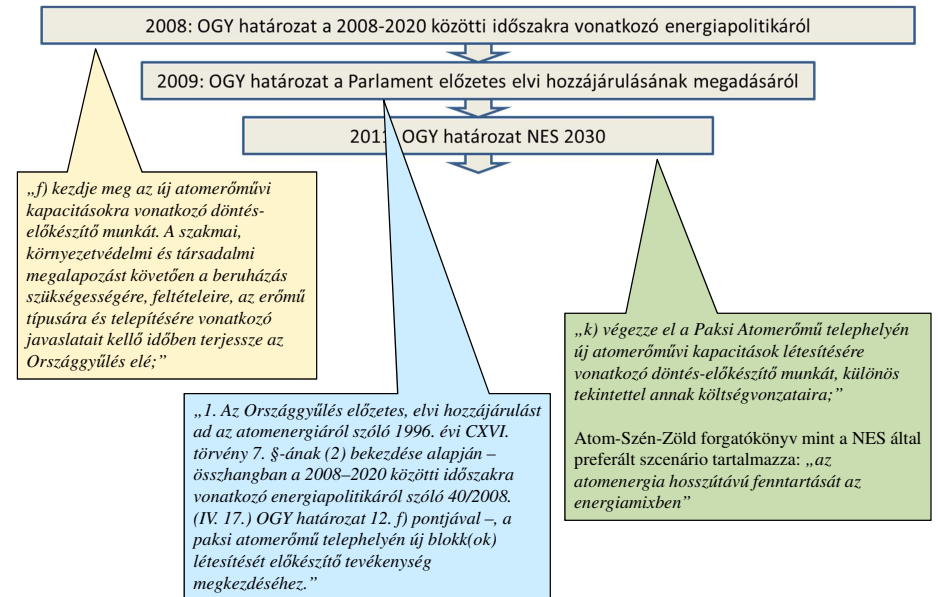
- Érintettek bevonása – kezdetektől zajlik (rengeteg tájékoztató fórum, közmeghallgatás, parlamenti és egyéb politikai, szakmai vita, stb.), soha véget nem érő feladat. Problémás, ha intenzitása illetve szakmai tartalma csökken.
- Telephely és támogató létesítmények – barna mezős telephely, sok infrastruktúra megvan, de rengeteg fejlesztés szükséges a telephelyen és környékén (úthálózat, híd, CEB, lakhatás, stb.)
- Környezetvédelem – környezetvédelmi engedély rendelkezésre áll; 5 évente meg kell majd újítani; az egyes tevékenységek környezetvédelmi hatósági ellenőrzés alatt állnak; a zöld szervezetek minden bizonnyal folyamatos jogi nyomást fognak fenntartani ezen a területen.
- Balesetelhárítási tervek – jól fejlett és szabályozott terület (OAH lista5), összhangban a nemzetközi egyezményekkel és szabályokkal; a közös/egymást határoló telephely miatt a meglévő blokkok balesetelhárítási tervével a szinkron megteremtendő.
- Nukleáris létesítmény fizikai védelme – jól fejlett és szabályozott terület (OAH lista6), összhangban a nemzetközi egyezményekkel és szabályokkal
- Nukleáris üzemanyagciklus – a Nemzeti politikával és Nemzeti programmal összhangban valósítandó meg; a szükséges tapasztalatok és tudás rendelkezésre áll, ugyanakkor a termékek és szolgáltatások zöme külföldről szerzendő be; mind nyugatra, mind keletre figyelni kell a jövőben is. Kompetencia és tudás szükséges a nagy, nukleáris szállító országokban zajló fejlesztések nyomon követésére és megértésére is.
- Radioaktív hulladék-kezelés – a Nemzeti politikával és Nemzeti programmal összhangban valósítandó meg; a létesítmények egy része megvan, további elemek még fejlesztendők.
- (Nemzeti) ipar bevonása, ipari részvétel – IGA értelmében 40% lokalizáció a cél; EPC szerződés EU-s engedélyezése során a fővállalkozó vállalta, hogy a beszerzések az EPC szerződés értékének 55%-a erejéig a Rosatom vagy Rosatom leányvállalat NEM vesz részt a szállításban, ezzel biztosítva a nemzetközi versenyt és nemzetközi, közte magyar szereplők részvételét.
- Beszerezési rendszer – a 18. pontban írtakon túl biztosítandó, hogy a megfelelő beszállítói háló, a szükséges minősítésekkel folyamatosan rendelkezésre álljon. Paks2 feladata a megfelelő rendszer folyamatos működtetése, a minősítési eljárások lefolytatása (bevonva az OAH-t). Nagyon komoly koordinációt, jól felépített szerződésrendszert igényel a sikeres megvalósítás.

A PAKS II. PROJEKT

Előzmények és engedélyezési folyamatok

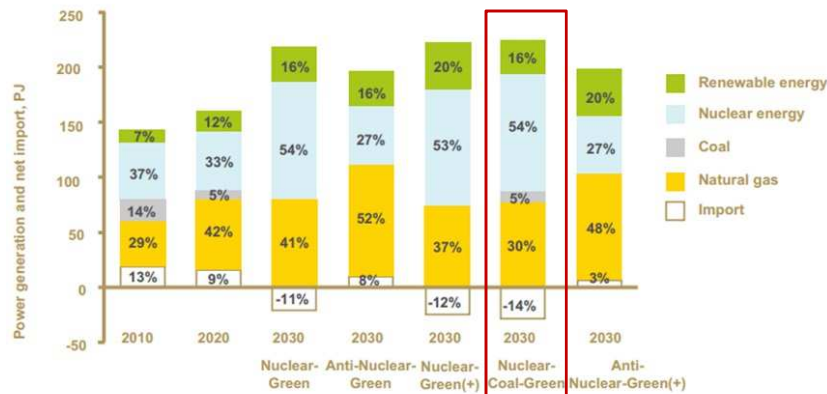


Előzmények és engedélyezési folyamatok



Nemzeti Energiestratégia - 2030

- „Atom-zöld-szén” forgatókönyv
- „az atomenergia hosszútávú fenntartása az energiamixben...”



Forrás: Nemzeti Energiestratégia 2030

Előzmények és engedélyezési folyamatok

2008: OGY határozat a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról

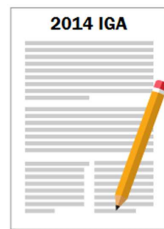
2009: OGY határozat a Parlament előzetes elvi hozzájárulásának megadásáról

2011: OGY határozat NES 2030

IGA / FIGA
és Parlament általi jóváhagyása
(2014. évi II. és XXIV. Tv)

Intergovernmental Agreement (IGA)

- Magyarország Kormánya és az Oroszországi Föderáció Kormánya egymással **2014. január 14-én** nemzetközi szerződést kötöttek a nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről
- azt az Országgyűlés **2014. február 11-én a 2014. évi II. sz. törvénybe** iktatta („IGA”)
- a megvalósítási szerződések megkötésére kijelölt szervezetek:
 - magyar oldalon: **Paks II. Zrt.**
 - orosz oldalon: Joint-Stock Company ASE Engineering Company („ASE”, korábbi nevén Joint-Stock Company Nizhny Novgorod Engineering Company Atomenergoproekt)



A magyar-orosz hitelmegállapodás (FIGA)

A magyar orosz hitelszerződés **nyilvános**

2014. évi XXIV. törvény

az Oroszországi Föderáció Kormánya és Magyarország Kormánya között a Magyarország Kormányának a magyarországi atomerőmű építésének finanszírozásához nyújtandó állami hitel folyósításáról szóló megállapodás kihirdetéséről

- 30 éves, 10 milliárd € értékű, atomerőmű építésre használható hitel nincs a piacon!
- 2014 elején (a FIGA aláírásakor) a 3 éves kötvény esetében 5%, a 10 éves kötvény esetében 6% kamatot kellett fizetni a hitelezőknek!

Főbb tulajdonságok:

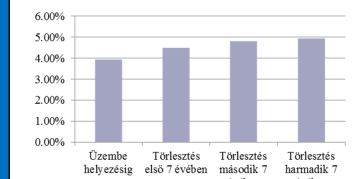
Maximum 10 milliárd € **hitelkeret**

A két új blokk építésére során az **EPC szerződés** végrehajtása során keletkező számlák **80%-ának kifizetésére lehet használni**

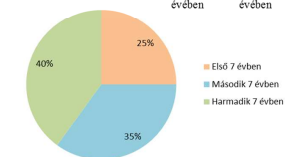
(FIGA) 10. cikk
Előtörlesztés

„A Magyar Félnek jogában áll a Hitel keretében felvett bármely összeg **előtörlesztése** névértéken és további díjak nélkül, amennyiben a Magyar Fél az előtörlesztés tervezett időpontja előtt nem kevesebb, mint 90 nappal erről értesíti az Orosz Felet.”

2017 végéig 98 millió € került kifizetésre a Fővállalkozónak, ez 80%-ban (78,4 millió €) az orosz hitel lehívásával történt meg a FIGA-nak megfelelően.

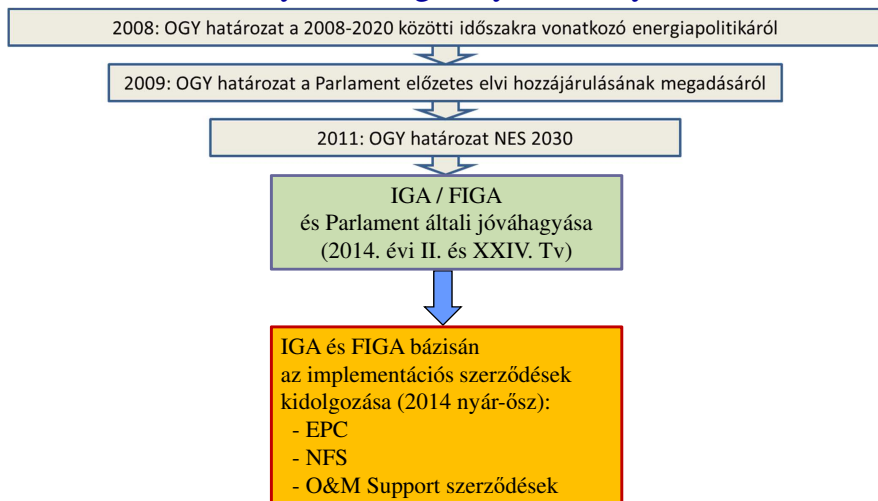


A kamatlábak alakulása (fent) és visszafizetendő részletek (lent)



Forrás: 2014. évi XXIV. tv.

Előzmények és engedélyezési folyamatok

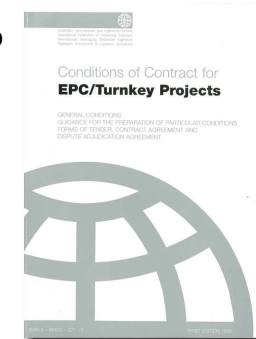


EPC szerződés (2014.12.08.) fő elvei

- **KULCSRAKÉSZ:** A projektet az IGA-beli helyszínen (Paks), ún. *turn-key* (kulcsrakész) szinten és minden szükséges berendezéssel és tartozékkal kell implementálni.
- **FIX ÁR:** A vállalkezési díjnak fixdíj-alapúnak kell lennie (**nincs eszkaláció**)
- **VERSENYKÉPES ÁR:** az olcsó áramár érdekében.
- **GARANCIÁK:** Az orosz félnek megfelelő garanciákat kell nyújtania.
- **BIZTONSÁG:** Az ésszerűen lehetséges legmagasabb szintű, a nemzetközi, az EU és a magyar szabályoknak megfelelő technológiai biztonság elérése.
- **FIX HATÁRIDŐ:** Az orosz félnek fix határidőre kell teljesítenie.



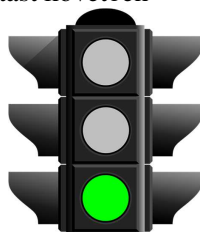
A Leningrad-II építése, Forrás: Titan2.ru



Európai Uniós kérdések



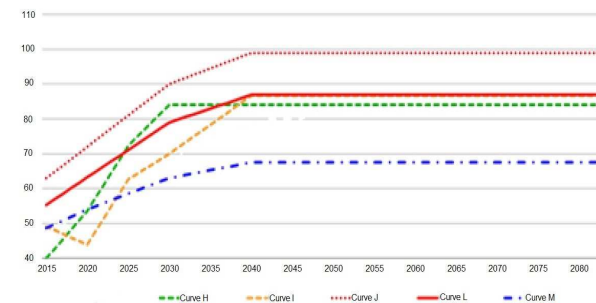
- IGA aláírása: 2014. január 14.
 - Egyeztetések, szoros együttműködés az Európai Bizottsággal a témában 2013 óta
- **Mára minden EU-s jóváhagyás megszületett**
 - 1) COM jelezte: az IGA aláírása ellen nincs kifogása (2014. I.) ✓
 - 2) Üzemanyag-szerződés harmadik feles aláírása (ESA; 2015. IV.) ✓
 - 3) Euratom 41. cikkelye szerinti bejelentésre COM válasza: Paks II. teljesíti az Euratom szerződés célkitűzéseit (2015. IX.) ✓
 - 4) DG ENVI: Paks II. törvény 5.§ törvénymódosítást követően elfogadva (2016. III.) ✓
 - 5) DG GROW: Közbeszerzés
 - 2016. november 17-én lezárva ✓
 - 6) DG COMP: Állami támogatási vizsgálat
 - 2017. március 6-án lezárva ✓
 - 2017. október 16. – részletes indoklás publikálva ✓



[DG COMP] Vizsgált kérdés: piaci magánbefektető hasonló feltételekkel befektetne-e egy ilyen projektbe?

(Állami támogatás: EUMSz 107(1))

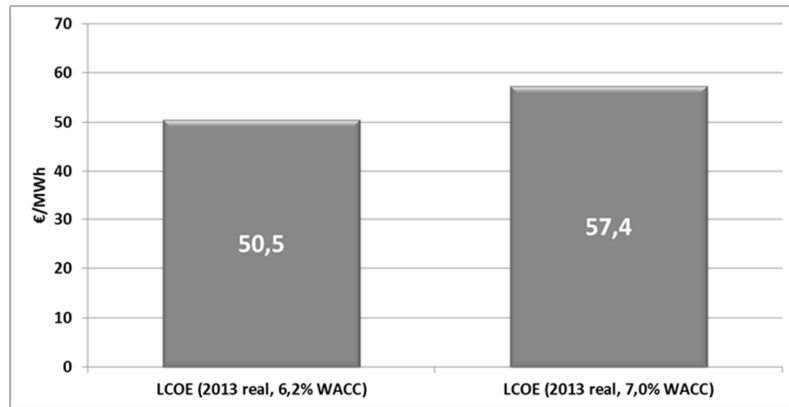
- Módszer:
 - IRR-WACC összehasonlítás.
- Bizonytalanságok kezelése:
 - Érzékenységvizsgálat Monte-Carlo szimulációkkal
 - Vizsgálat során eltérített paraméterek:
 - infláció,
 - devizaárfolyam,
 - OPEX,
 - üzemanyagköltség,
 - hulladékkezelési és leszerelési költségek,
 - karbantartási capex,
 - várható élettartam
 - állásidő
 - villamosenergia-árak



Forrás: European Commission, C(2017) 1486 final, p. 55 (Paks II. DG COMP döntés)

Eredmény – LCOE

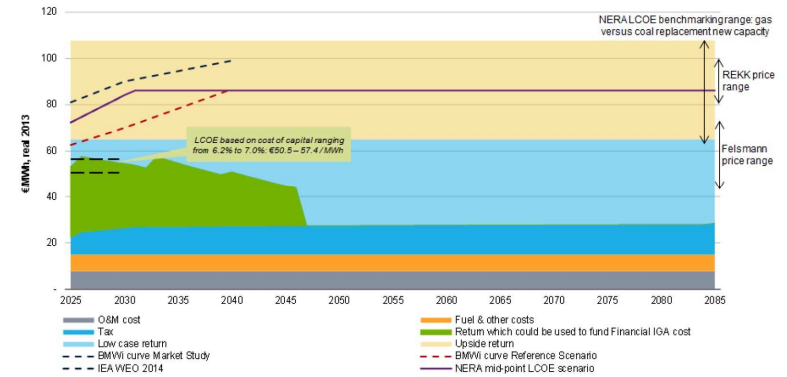
- LCOE: 50,5-57,4 EUR/MWh



Forrás: Rothschild report, 2015

A projekt megtérülő

- A várható ársáv az 50,5-57,4 EUR/MWh-s LCOE fölött

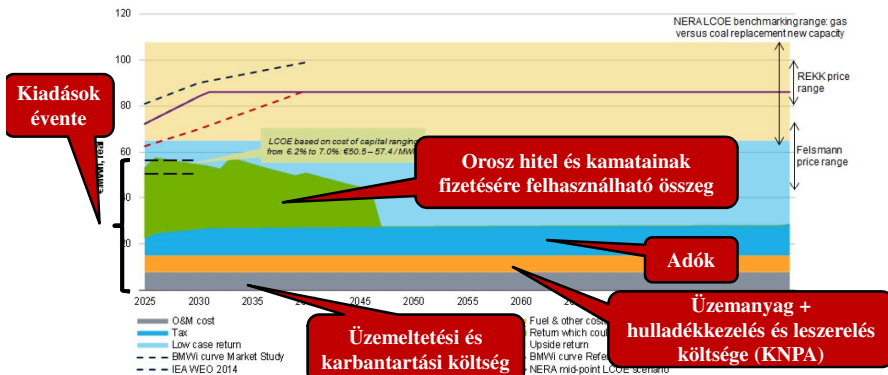


Az üzemkezdetet követően nincs szükség tőkeinjekcióra!

Forrás: Rothschild report, 2015

A projekt megtérülő

- A várható ársáv az 50,5-57,4 EUR/MWh-s LCOE fölött

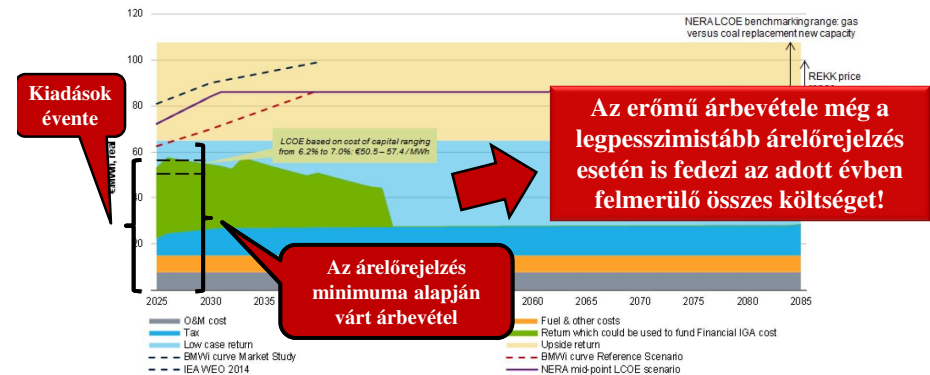


Az üzemkezdetet követően nincs szükség tőkeinjekcióra!

Forrás: Rothschild report, 2015

Éves költség < éves árbevétel

- A várható ársáv az 50,5-57,4 EUR/MWh-s LCOE fölött



Az üzemkezdetet követően nincs szükség tőkeinjekcióra!

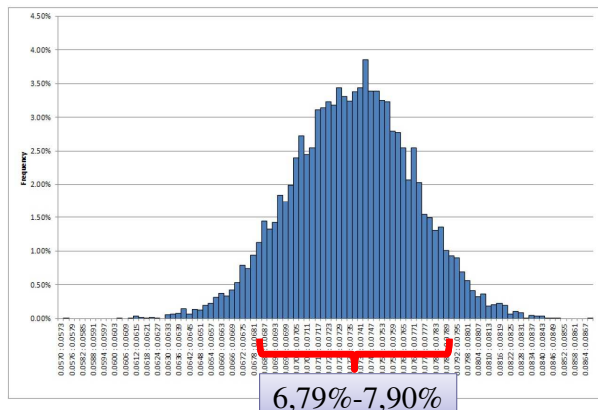
Forrás: Rothschild report, 2015

Eredmények

2 x 10 000 szimuláció. Nincs negatív IRR.

WACC range	7.40%-8.35%
IRR range	6.79%-7.90%
WACC midpoint	7.88%
IRR Central Value	7.35%

IRR-ek gyakoriság-eloszlása (2017)



Forrás: European Commission, C(2017) 1486 final, p. 62.

A projekt finanszírozása összhangban van az uniós joggal

Véggöveket:

- [A projekt állami finanszírozása jogszerű.](#)
 - [A projekt visszahozza a befektetett tőkét, üzemanyag-, karbantartási, hulladékkezelési és egyéb változó költségeket.](#)
 - [Az állami támogatás mindössze abban áll, hogy a prognosztizált hozam évi 7,35%, míg egy piaci magánbefektető 7,88%-ot várna el egy ilyen projektől.](#)
- Az Európai Bizottság megállapítása szerint a Paks II. projekt megvalósítása állami támogatást tartalmaz, ez a támogatás ugyanakkor
 - 1) közös érdekű cél elérését szolgáló tevékenységet tesz lehetővé, ✓
 - 2) piaci hibát küszöböli ki, ✓
 - 3) az intézkedés megfelelő, ✓
 - 4) az intézkedés ösztönző hatású, ✓
 - 5) az intézkedés arányos, ✓
 - 6) az intézkedés aránytalanul nem torzítja a versenyt. ✓



Állami támogatásokról szóló döntés lényege

- **A beruházás megtérül.**
 „...A magyar állam a beruházása vonatkozásában a magánberuházók számára elfogadható mértéknél alacsonyabb megtérülési rátát fogad el.”
- „Magyarország bizonyította, hogy az intézkedés **nem okoz indokolatlan torzulást a magyar energiapiacra**”
- Jelentős garanciák vállalása:
 - A profit az állami beruházási összeg visszafizetésére és a normál működési költségek fedezésére használható fel
 - Paks II. funkcionálisan és jogilag független vállalat marad
 - A villamosenergia-termelés 30%-át a tőzsdén, a többi részét objektív, átlátható és megkülönböztetés mentes módon, árverések útján szükséges értékesíteni.
- „...a Bizottság az uniós állami támogatási szabályok értelmében jóváhagyta az intézkedést, mivel a támogatás összege a kitűzött célok eléréséhez szükséges mértéket nem haladja meg és azokkal arányos, míg az állami támogatásból eredő versenytorzulást minimálisra mérséklük”

Forrás: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-464_hu.htm

Kötelezettségek

- **Paks II. független vállalat marad**, nem lehet része sem az MVM Csoportnak, sem más állami villamosenergia-ipari vállalatnak, vagy utódjának.
 - Név- és arculat-változás
- A Paks II. villamosenergia-értékesítése profitoptimalizált.
 - **Legalább 30% tőzsdén** (day-ahead, intraday, futures piacokon)
 - **Fennmaradó rész: transzparens aukciókon** (MEKH felügyeli)
- **Profit kifizetése a magyar állam részére**, Paks II. a pénzt másba nem fektetheti.



Forrás: European Commission, C(2017) 1486 final, p. 62

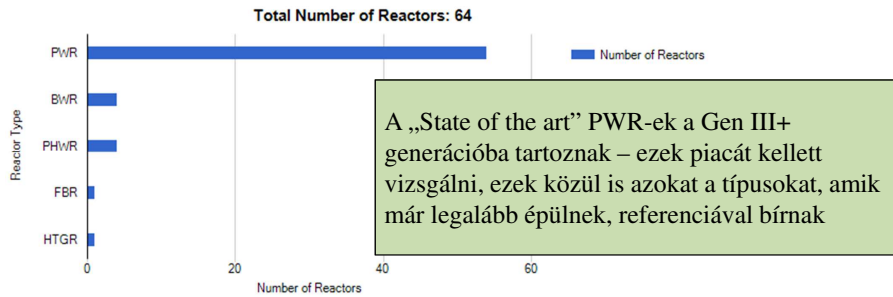
Miért VVER-1200 blokk?

(DG GROW döntés háttere)

- Sok tapasztalat gyűlt már össze PWR-ekkel (Magyarországon is!)
- A világon újonnan épülő reaktorok 85%-a PWR



PWR



Blokkméret és hálózatba illeszthetőség

- Az érvényes energiastratégia hosszú távon az atomenergia kb. 40%-os részesedésének fenntartását célozza meg
- Mivel a Paks II. Atomerőmű 1-4 blokkjai a 2030-as években várhatóan leállnak, ezért legalább 2000 MW kapacításra lenne szükség
- A hazai villamosenergia-rendszer adottságait figyelembe kell venni:
 - Energiaellátás biztonsága
 - Üzembiztonság
 - Rendszerszabályozás
 - Tartalékok
- Az extrém nagy teljesítményű blokkok nem illeszthetők a rendszerbe!



Kontainment rendszer – VVER-1200

- A magyar követelmények duplafalú kontainmentet írnak elő az új blokkokra
- A Paks II. projekt esetében előfeszített, duplafalú kontainment-rendszert tervezünk megvalósítani, a két kontainment-fal közötti térrészben (annulus) környezetinél alacsonyabb nyomással
- A belső fal hermetikus (acél béléssel), a külső fal a belső fal védelmét szolgálja
- Az annulusból eltávolított levegő a kibocsátás előtt szűrve



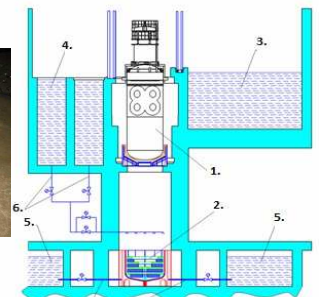
Forrás: rosatom.ru

NBSZ 3a.4.6.0500: „Amennyiben a konténment funkciót két különálló konténment szerkezet biztosítja, akkor a két szerkezet közötti zárt térrészt el kell látni olyan szellőző rendszerrel, amely biztosítja a légkörinél alacsonyabb nyomást, megfelelő szűrőkkel van ellátva a konténmentből esetlegesen szivárgó radioaktív anyagok eltávolítására, egyszeres meghibásodás ellen védett és ésszerűen megvalósítható mértékben független az atomerőmű többi szellőzőrendszerétől.”

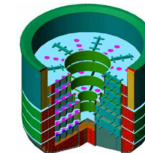
- Nagy utasszállító repülőgép rázuhanása elleni védelem biztosított
- Passzív kontainment-hűtés megoldott, kellő redundanciával

Zónaolvadék-lokalizáció – VVER-1200

- Zónaolvadék-csapda: passzív rendszer
 - Duplafalú fém tartály,
 - Speciális anyaggal töltve (sacrificial material)
- Szerepe:
 - Zónaolvadás esetében a konténment integritásának megőrzése
 - A reaktorakna szerkezeti anyagainak védelme a zónaolvadéktól
 - A folyékony és szilárd zónaolvadék, zóna-törmelék és szerkezeti anyagok visszatartása
 - Hőelvezetés a hűtővízbe
 - A zónaolvadék szubkritikus állapotban tartása



Source: rosatom.ru



Paksi Atomerőmű tapasztalatai

- A Paksi Atomerőmű működése során már felhalmozódott Magyarországon több mint 120 reaktorévnyi tapasztalat orosz tervezésű nyomottvizes atomerőművel
- Üzemeltetés, karbantartás, engedélyezés, oktatás szempontjából a már meglévő tapasztalat előny, érdemes felhasználni
- Szoros együttműködés alakult ki az orosz tervezőkkel, kivitelezőkkel, kutatókkal
- Hasonló blokkokat üzemeltető társaságokkal is hasznos kapcsolatok alakultak ki

