

Harmadik generációs atomerőművek és Paks 2

Prof. Dr. Aszódi Attila

A Paksi Atomerőmű kapacitásának fenntartásáért felelős államtitkár, ME / PTNM

Egyetemi tanár, BME NTI

aszodiattila.blog.hu

Wigner – 115 emlékülés

Budapest, 2017. november 15.

Az atomenergia jelenlegi szerepe

Forrás: WNA, IAEA PRIS, tlarremore.wordpress.com

- Az atomenergetika részesedése a villamosenergia-ellátásban (2016)

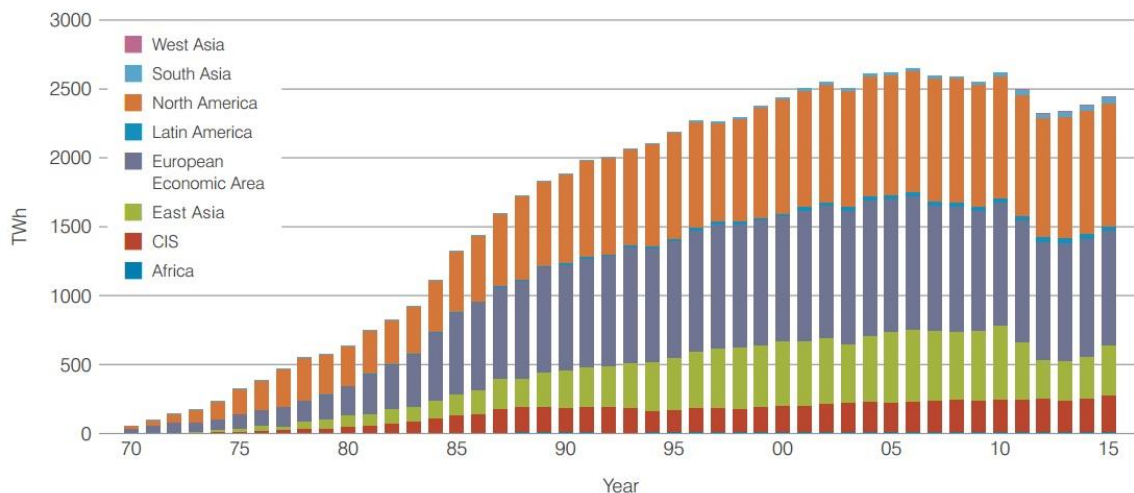
Világ 11%

EU 27%

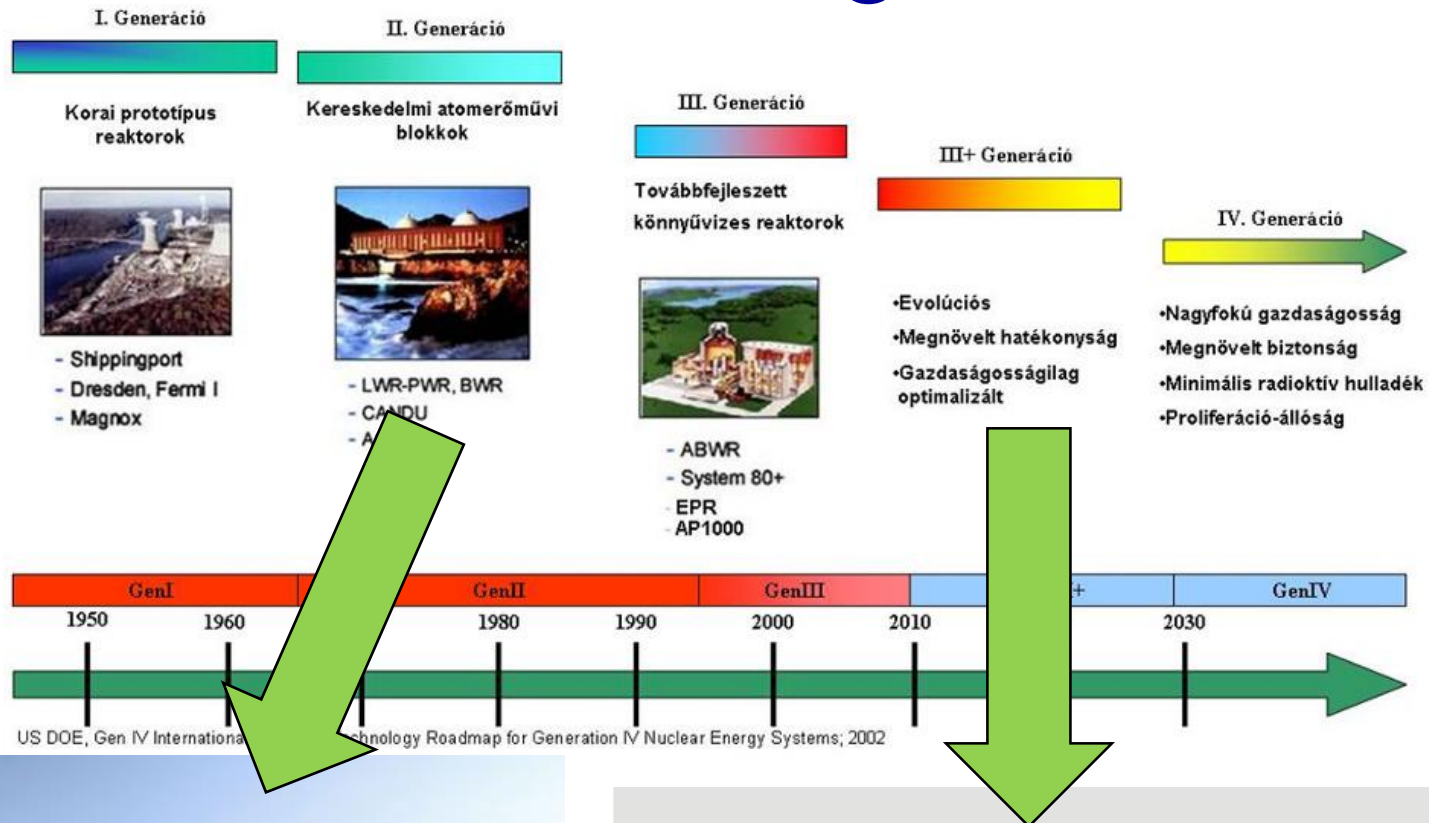
Magyarország 36%

- A világon 449 atomerőművi blokk üzemel, 2 tartósan leállítva, és 60 áll építés alatt.

- Az atomerőművi blokkok zöme 2015-2030-ra tölti ki tervezett élettartamát
 - Átlagéletkoruk 28-30 év



Atomerőművek generációi



Paksi Atomerőmű (1982-től üzemel)



Paksi II. Atomerőmű két blokkja (előkészítés alatt)

Harmadik generációs atomerőművek

- Ezek a jelenleg piacra kerülő típusok, a második generációs erőművek továbbfejlesztett változatai.
- Fejlesztés a második generációs típusokhoz képest: evolúciós és innovatív reaktortípusok
- Továbbfejlesztés irányai:
 - Gazdasági versenyképesség javítása
 - Nagyobb biztonság
 - Non-proliferációs célok megvalósítása
 - Fenntarthatósági szempontok



Osztrovec

Forrás: titan2.ru

Harmadik generációs atomerőművek

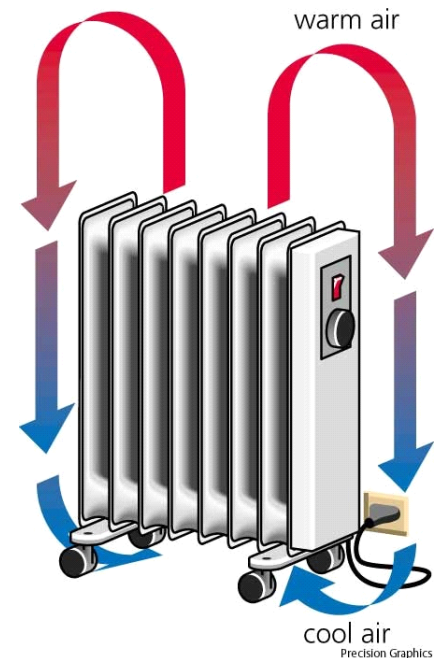
- Nagyobb biztonság elérése

- Cél:
 - balesetek valószínűségének és következményeinek csökkentése
 - Ki kell zárni a jelentős telephelyen kívüli kibocsátással járó baleseteket
- Eszközök: továbbfejlesztett aktív és passzív biztonsági rendszerek



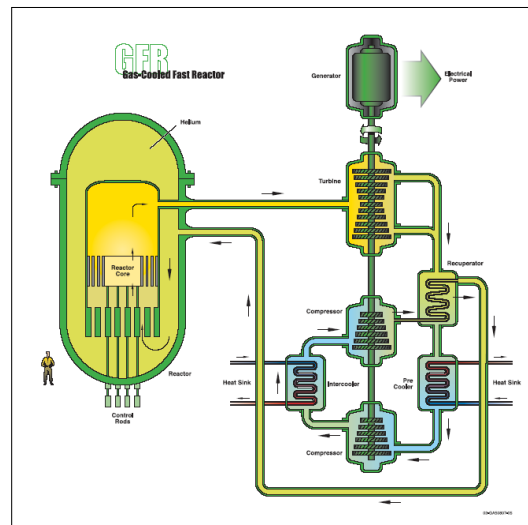
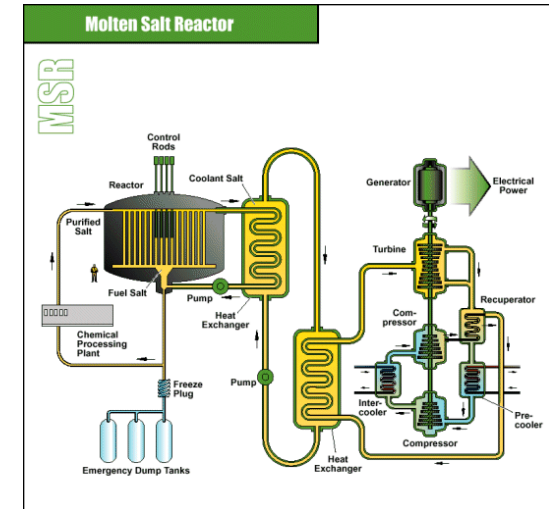
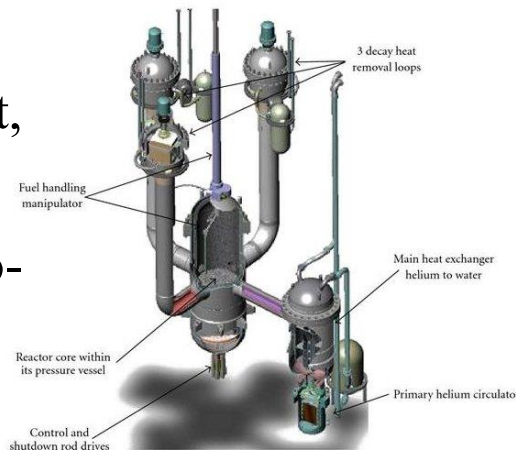
- Passzív rendszerek

- Fizikai folyamatokon alapuló, külső beavatkozás és energiaforrás nélkül működő rendszerek
- Gravitáció, természetes áramlás és sűrített (nagy nyomású) hajtógázok segítségével hőelvonás a primer körből ill. a konténmentből
- Hő elnyelése: pl. elgőzöltető vízmedence, vagy levegő hűtés



Negyedik generációs atomreaktorok

- Kísérleti/prototípus fázisban
- Magasabb üzemi hőmérséklet, magasabb hatásfok
- A villamos energia mellett hő- és hidrogén előállítása
- Transzmutáció, üzemanyagciklus zárása
- Új típusú üzemanyagok (sóolvadék, UC, stb)
- Többféle hűtőközeg:
 - szuperkritikus nyomású víz
 - gáz (He)
 - sóolvadék
 - folyékony fém



There were two people at the [Manhattan Project] metallurgical laboratory, Harold Urey, the isotope chemist, and Eugene Wigner, the designer of Hanford, both Nobel Prize winners who always argued that we ought to investigate whether chain reactors, engineering devices that produced energy from the chain reaction, ought to be basically mechanical engineering devices or chemical engineering devices. And Wigner and Urey insisted that we ought to be looking at chemical devices—that means devices in which the fuel elements were replaced by liquids.

The Proto-History of the Molten Salt System
Alvin M. Weinberg, Former Director, Oak Ridge National Laboratory
February 28, 1997

Managed by UT-Battelle
for the U.S. Department of Energy

Molten Salt Reactor History – EVOL Workshop



A biztonság alappillérei: a „3S”

Safety – Nukleáris biztonság

- 118/2011 Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről

Security – Fizikai védelem

- 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről

Safeguards – Nukleáris biztosíték

- 7/2007 IRM rendelet a nukleáris anyagok nyilvántartásának és ellenőrzésének szabályairól és a 302/20058 EURATOM rendelet az Euratom biztosítéki rendelkezéseinek alkalmazásáról

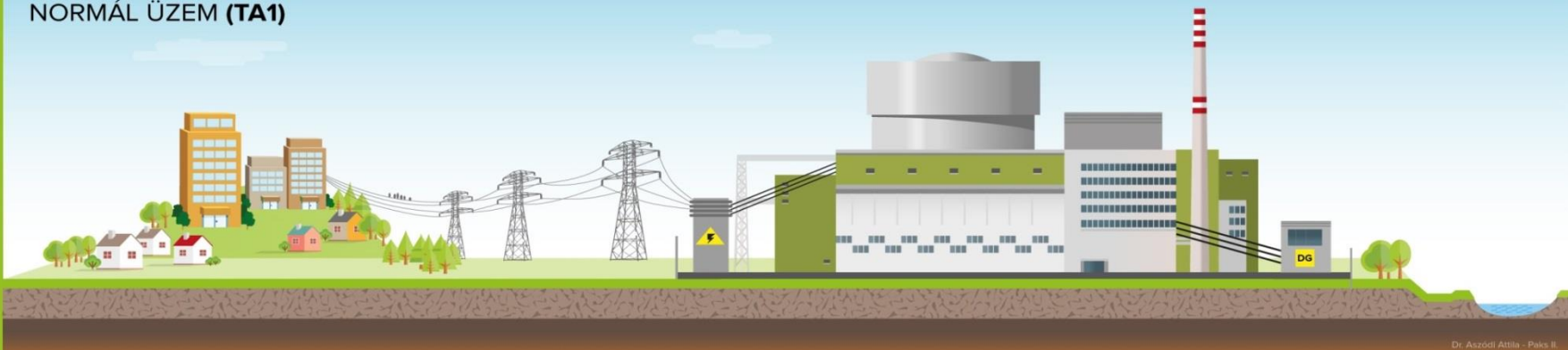
Atomerőmű létesítésének (és működésének) nukleáris biztonsági, védettségi és biztosítéki engedélyezése az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) feladata.

**Mindhárom „S” a környezet, az élővilág, az emberek
(a lakosság és a dolgozók) védelmét szolgálja!**

Az új blokkok biztonsága

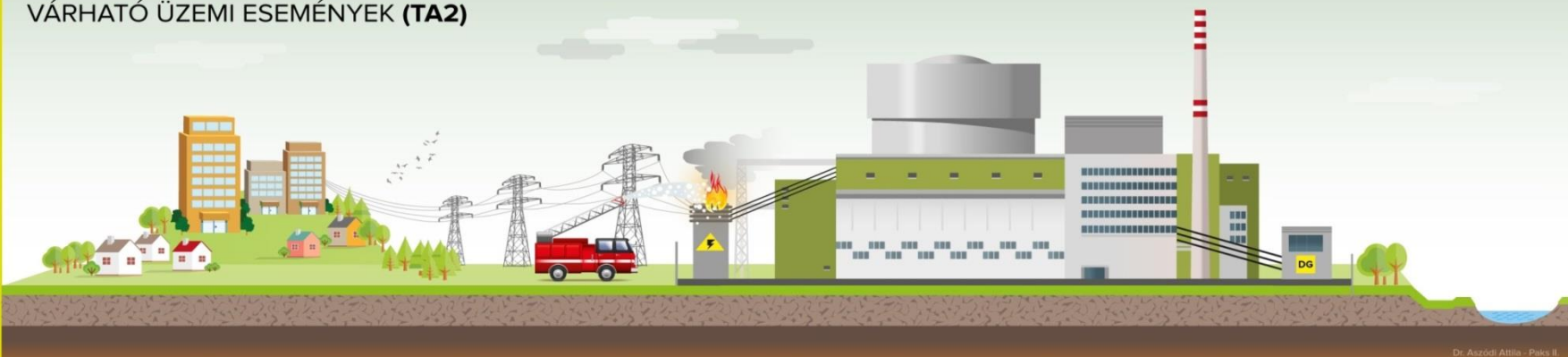
Tervezési alap (TA)

NORMÁL ÜZEM (TA1)



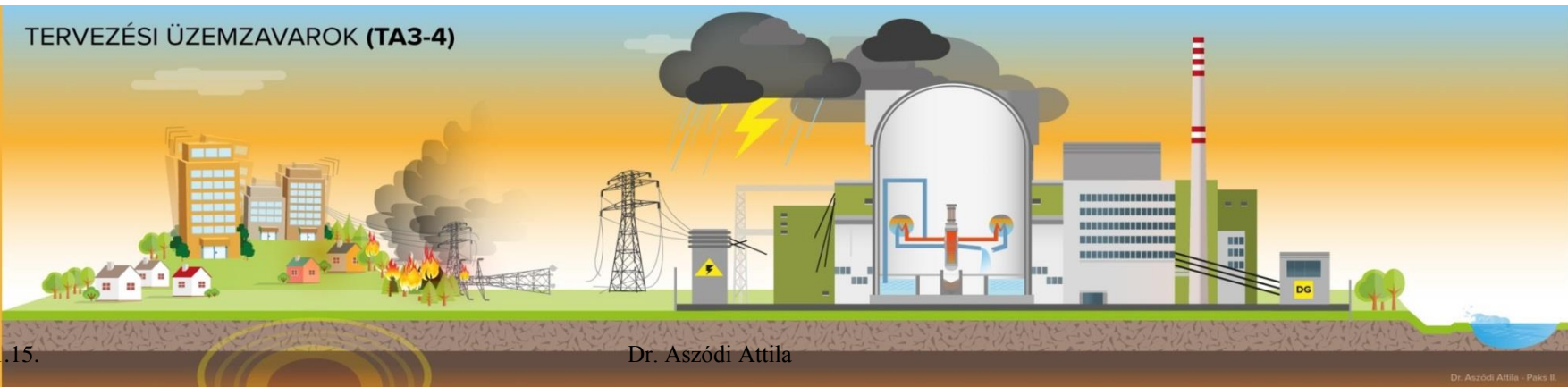
Dr. Aszódi Attila - Paks II

VÁRHATÓ ÜZEMI ESEMÉNYEK (TA2)



Dr. Aszódi Attila - Paks II

TERVEZÉSI ÜZEMZAVAROK (TA3-4)



Az új blokkok biztonsága

Tervezési alap kiterjesztése (TAK)

KOMPLEX ÜZEMZAVAROK (TAK1)



Dr. Aszódi Attila - Paks II.

SÚLYOS BALESETEK (TAK2)



Dr. Aszódi Attila - Paks II.

Atomerőművi üzemállapotok

Tervezési alapba tartozó események				Tervezési alap kiterjesztése	
Normál üzem	Várható üzemi események	Kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	Nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	Tervezési alapon túli üzemzavarok	Súlyos balesetek
TA1	TA2	TA3	TA4	TAK1	TAK2
Gyakoriság:					
$f=1 / \text{év}$	$f \geq 10^{-2} / \text{év}$	$10^{-2} / \text{év} \geq f \geq 10^{-4} / \text{év}$	$10^{-4} / \text{év} \geq f \geq 10^{-6} / \text{év}$		

Követelmények TAK üzemállapotokra is

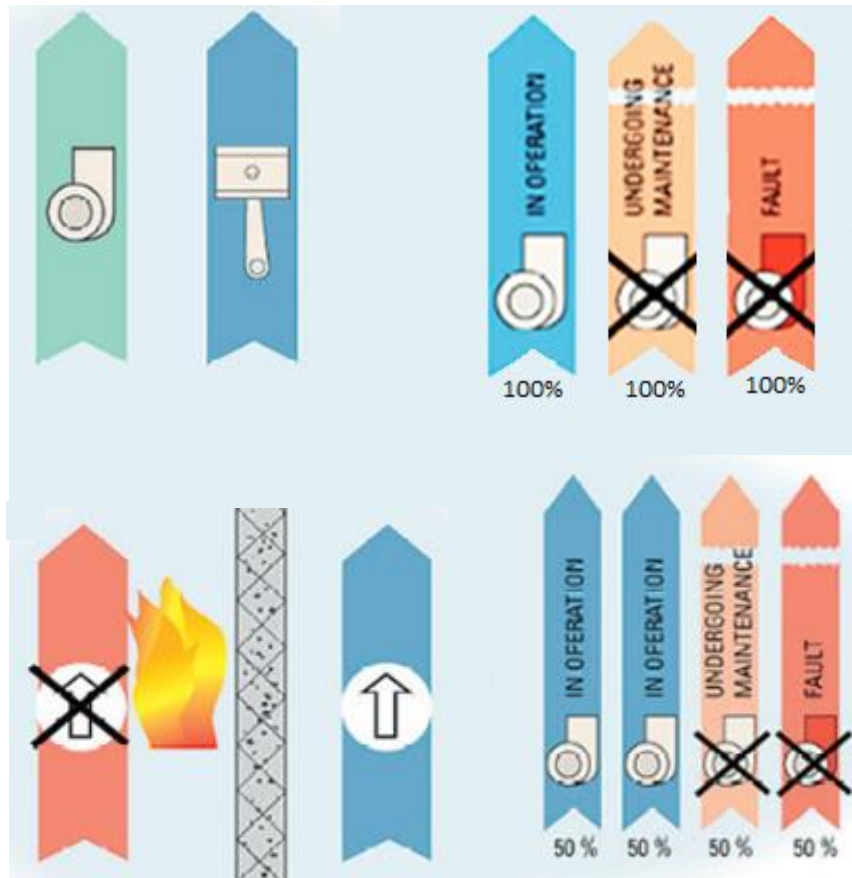
- TAK1-re méretezni kell a reaktort
- TAK2-re is előírások (pl. konténment szerkezeti integritás maradjon meg)

A VVER-1200 biztonsági rendszerek fő tervezési elvei

- Passzív biztonsági rendszerek

Olyan biztonsági rendszer, amely passzív rendszerelemekből, valamint olyan elemekből épül fel, amelyek működésükhöz nem igényelnek külső energiaforrást vagy vezérlést, funkciójuk teljesítését egyszerű fizikai folyamatok biztosítják (mint gravitáció, természetes áramlás vagy energiatárolás akkumulátorokban, forgó rendszerekben, sűrített levegőben).

Diverzitás



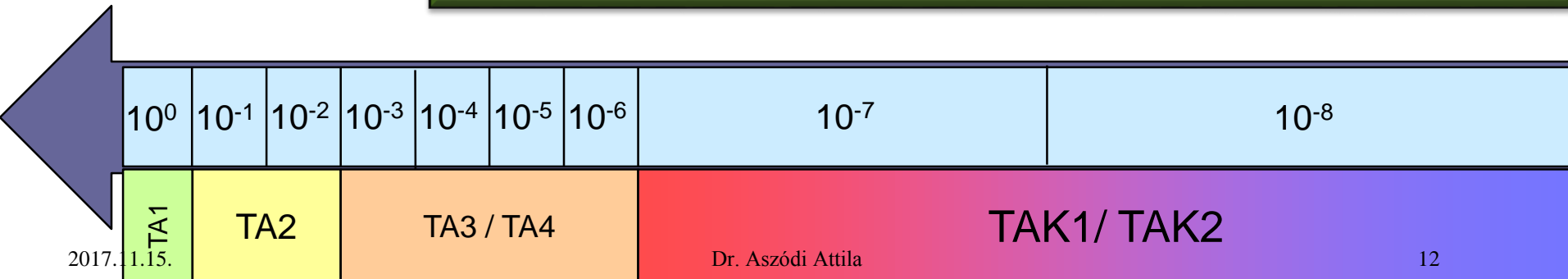
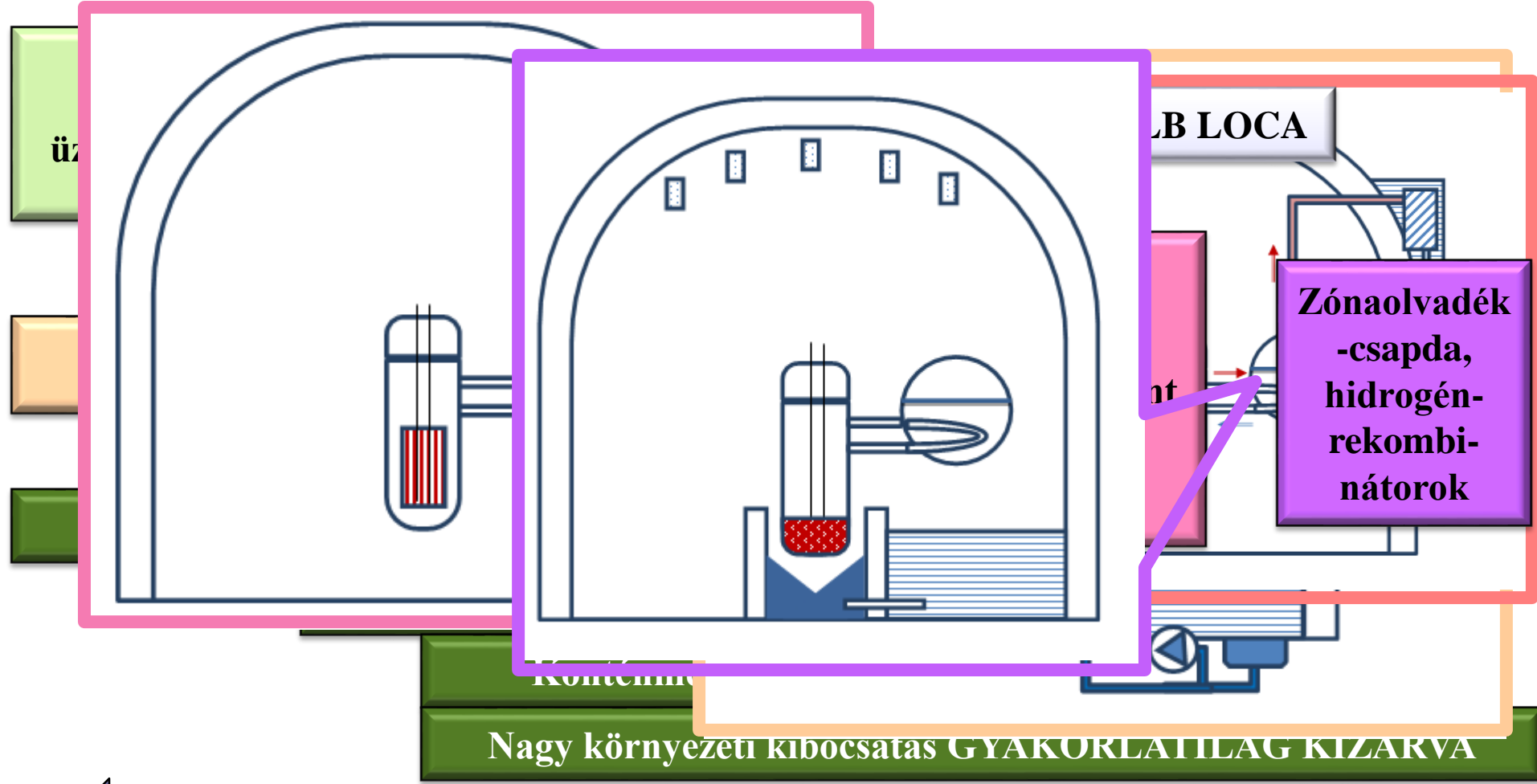
Függetlenség

Egyszeres
meghibásodás-
tűrés

Fizikai
szétválasztás

Redundancia

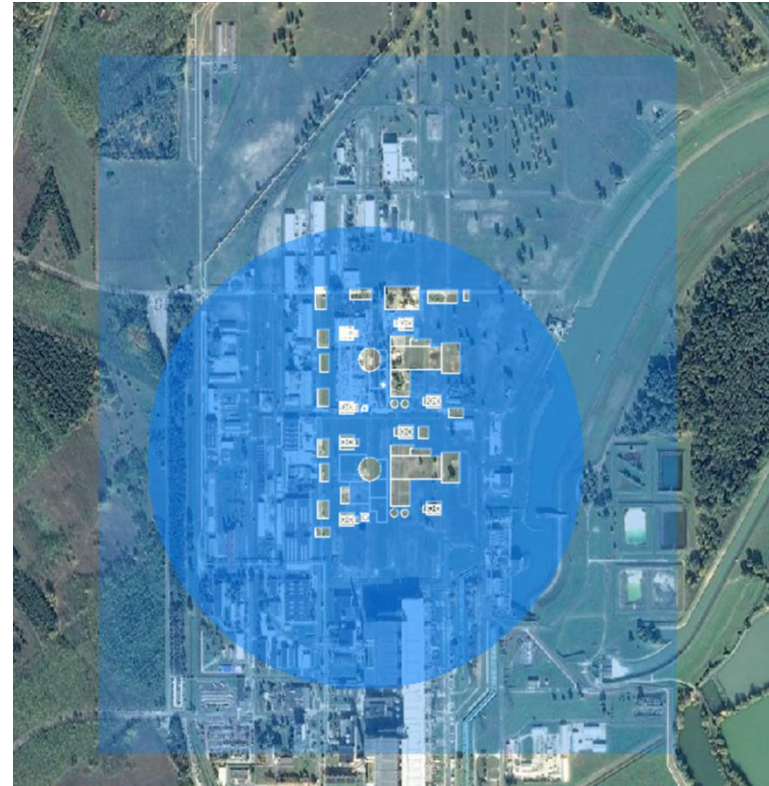
A VVER-1200/491 biztonsága – Fukushima-álló design!



A Paks II környezetében élő lakosság sugárterhelése

Normálüzemi kibocsátások

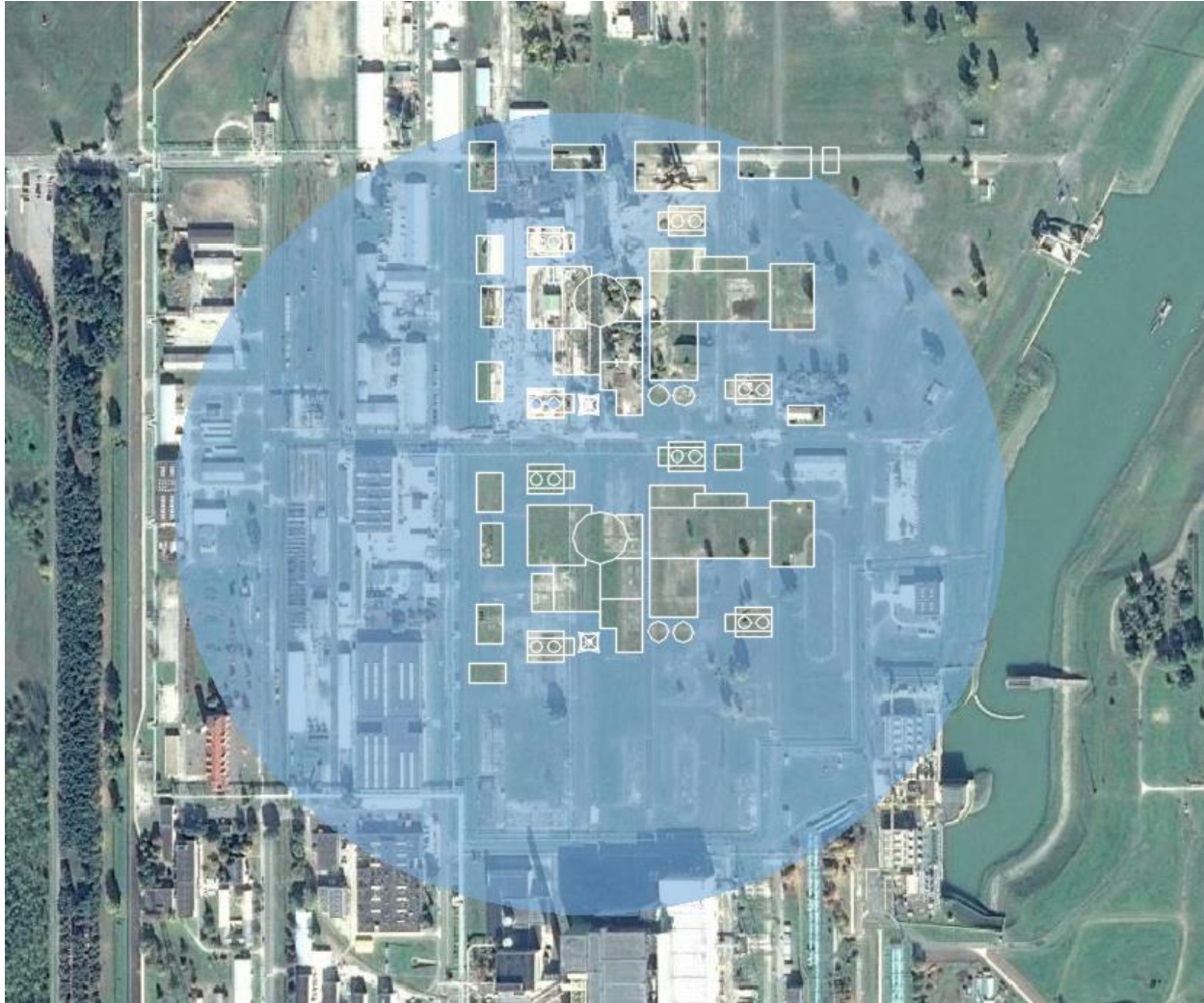
- Az összegzett radiológiai hatások (közvetlen, közvetett) a normál üzemelésnél az 500 m sugarú körön belül a dózismegszorítás alatt (semleges hatás) maradnak
- A hatásterület határa normál üzemelésnél a biztonsági övezet határa: a külső technológiai épület falától 500 m.



A Paks II környezetében élő lakosság sugárterhelése

Tervezési alapba tartozó baleset esetén

Tervezési üzemállapotok hatásterülete



TA4

500 m hatásterület

(a dózismaximum
400 m-en van, de
még a normálüzemi
határérték is
teljesül!)

A Paks II környezetében élő lakosság sugárterhelése

Tervezési alap kiterjesztésébe tartozó baleset esetén

Tervezési alap kiterjesztésébe tartozó állapotok hatásterülete:

TAK1-2-re az NBSZ szerint

- **800m**-en túl nincs sürgős óvintézkedés
- **3000m**-en túl nincs ideiglenes áttelepítés
- **800m**-en túl nincs késői végleges áttelepítés
- Korlátozott gazdasági hatás



Szenárió	Izotóp	Xe-133	I-131 (összes)	Cs-137
TAK1	Kibocsátás 35m-en (TBq)	5.22	0.752	2.16E-4
	Kibocsátás 100m-en (TBq)	4820	0.049	9.6E-7
TAK2	Kibocsátás 35m-en (TBq)	3700	64.72	6.17
	Kibocsátás 100m-en (TBq)	77000	10.17	0.089

Környezeti hatásvizsgálati eljárás

Vizsgálatok célja meghatározni az atomerőművi blokkok egyes életciklus szakaszaiban környezetre gyakorolt hatásukat

A Környezeti Hatástanulmány (KHT) tartalma:

- Alapinformációk a projektről
- A felmelegített hűtővíz Dunára gyakorolt hatása
- Víz- és légszennyezési vizsgálatok
- Zaj- és rezgésterhelés vizsgálata
- Radioaktív és hagyományos hulladékok kezelése
- Állat és növényvilág vizsgálata
- Környezeti sugárterhelés
- Társadalmi és gazdasági hatások



A KHT benyújtva: **2014. december 19.**

Hazai és nemzetközi (Espoo-i egyezmény szerinti) lakossági és hatósági konzultáció

A BAMKH **2016. szeptember 29-én** kiadta a környezetvédelmi engedélyt

Az elsőfokú határozatot a Greenpeace és az Energiaklub fellebbezte.
A másodfokú eljárás **2016. november 24-én** indult

➤ **2017.04.18-án** a Pest Megyei Kormányhivatal (másodfokú környezetvédelmi Hatóság) kiadta Paks II. másodfokú környezetvédelmi engedélyét.

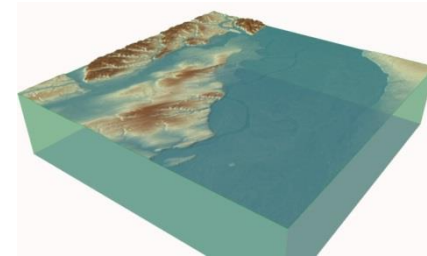
➤ **Helybenhagyó** határozat

➤ A fellebbezők kifogásait a másodfokú hatóság megalapozatlannak találta

A GP és az EK fellebbezést nyújtott be **2017. május 22-én** a PMKH-hoz

A Bíróság a fellebbezést **2017. augusztus 7-én** elutasította

A telephely-engedélyezési eljárás lépései



2014. november: az OAH kiadja a telephely-vizsgálati és értékelési engedélyt

A Földtani Kutatási Program telephelyi munkálatai 2015 áprilisa és 2016 augusztusa között zajlottak

A Földtani Kutatási Program Zárójelentése elkészült

Nem-geológiai jellegű veszélyek meghatározása

A telephely engedély-kérelem benyújtása OAH-hoz: 2016. október 27.

Az OAH 2017. március 30-án kiadta a telephely-engedélyt



A telephely **alkalmas** az új blokkok létesítésére. A kor műszaki-tudományos színvonalán **a telephelyre jellemző** körülmények és **veszélyek** a tervező által a hatályos nukleáris biztonsági követelményeknek **megfelelően kezelhetők**, **a blokkok tervei ezeknek megfelelően készülnek el.**

Európai Unió kérdések

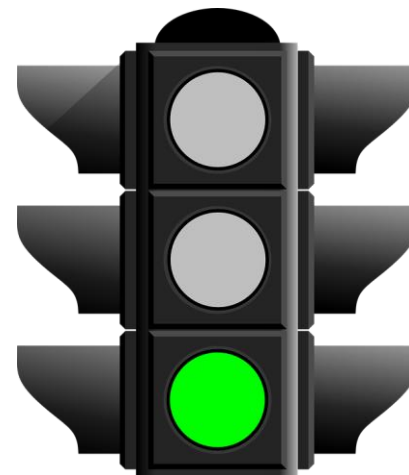


- IGA aláírása: 2014. január 14.

- Egyeztetések, szoros együttműködés az Európai Bizottsággal a témában 2013 óta

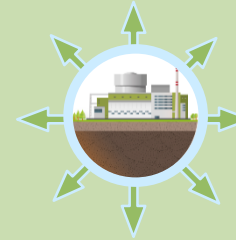
- **Mára minden EU-s jóváhagyás megszületett**

- 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

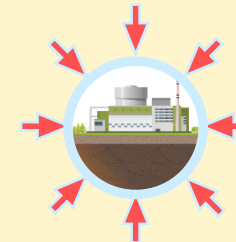


A projekt státusza

Környezeti hatásvizsgálati eljárás



Telephely-engedélyezési eljárás



Európai Unió jóváhagyásai



Kezdődhet a létesítési engedélyezés és a projekt implementációja



Atomenergetikai jövőkép

- Az atomenergia villamosenergia-rendszerben való megtartása fontos a klímavédelmi és ellátásbiztonsági célok eléréséhez.
- 2020-as és 2030-as évek: 3. és 3+ generációs atomerőművek építése
- SMR-ek: bizonyos országokban előtérbe kerülhetnek
 - kisebb hálózat
 - távoli területek ellátása hővel és villamos energiával
- Hulladékkezelési feladatok megoldása az elválasztás, transzmutáció és a 4. generációs reaktorok fejlesztésével, alkalmazásával

