

C15

Üzemeltetési ciklus hosszabbítás az MVM PA Zrt. VVER-440 blokkokon

Czibula Mihály

kiemeltprojekt-vezető

MVM PA Zrt. C15 Kiemelt Projekt

Energetikai Szakkollégium 5. előadása

Budapest, 2014. november 6.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

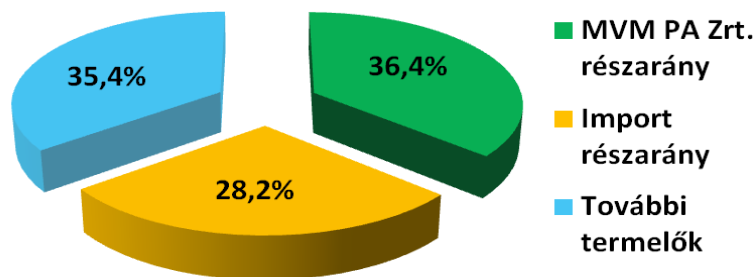
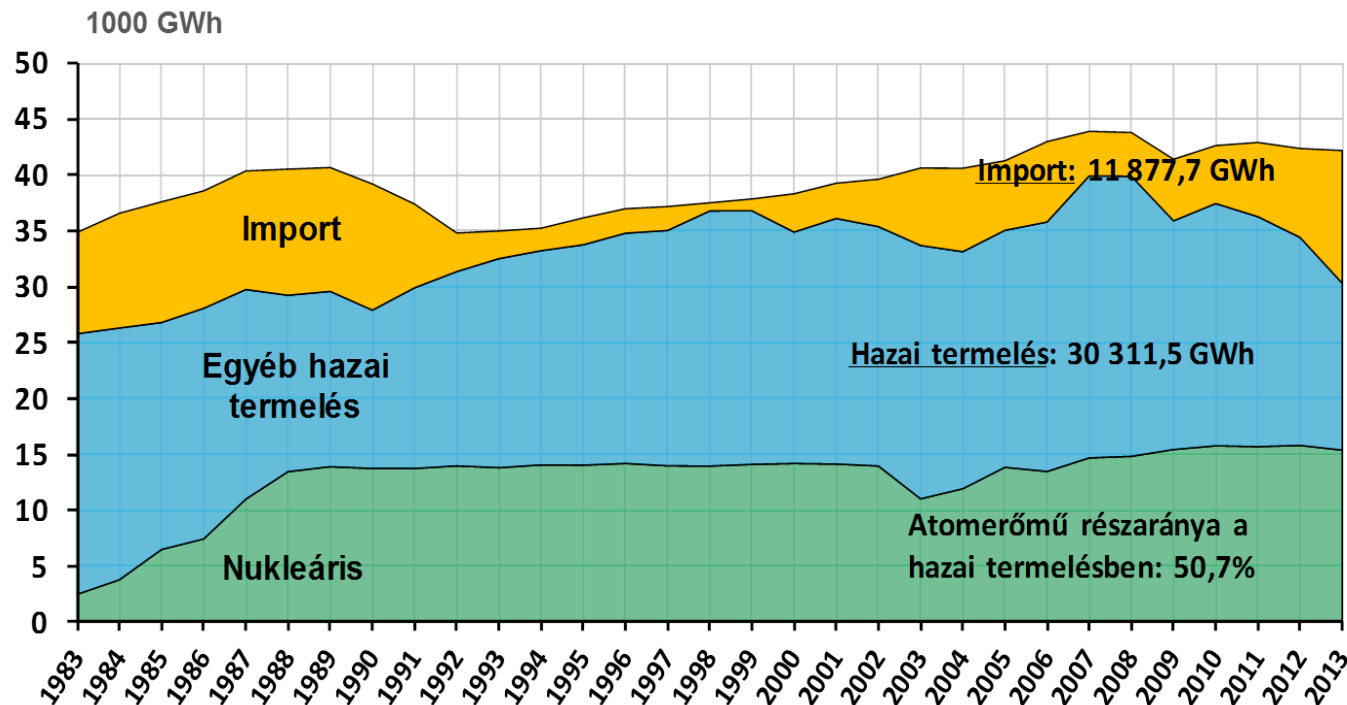
Tartalom

- Az MVM Paksi Atomerőmű jelene és jövőképe
- Kihívások és válaszok
- Gd-2_4.7 üzemanyag
- C15 üzemeltetési ciklus
- Nemzetközi gyakorlat
- Engedélyezés
- A projekt

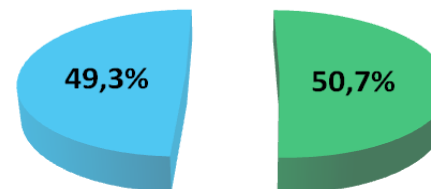
- Az 1982-87 között üzembe helyezett 4 db VVER-440 típusú nyomott vizes blokk nagy megbízhatósággal, biztonságos üzemvitellel állítja elő a villamosenergiát.
- Korszerűsítések eredményeképpen a blokkok teljesítménye 2009-re fokozatosan 440 MW-ról fokozatosan 500 MW-ra növekedett.
- Magyarország egyetlen atomerőműve állami tulajdonban van.



- Az atomerőmű műszaki állapota és a tervezett intézkedések az eredeti 30 éves üzemidő további 20 évvel történő meghosszabbítását teszik lehetővé.



Bruttó hazai **felhasználás** 42 189,2 GWh



Bruttó hazai **termelés** 30 311,5 GWh

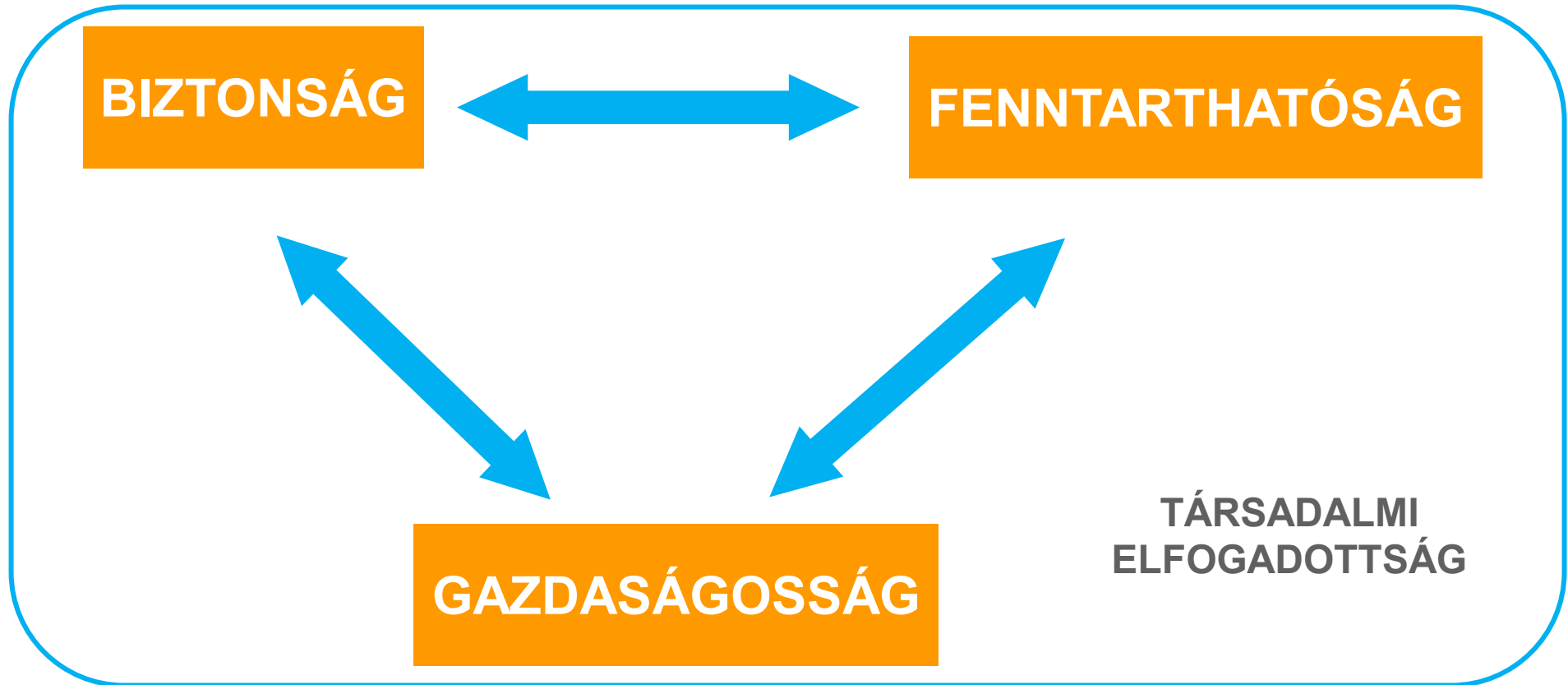
MVM PA Zrt. 2013-ban 15 369,6 GWh villamosenergiát termelt.

Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. jövőképe



„Jövőképünk a nukleáris biztonság mindenkori elsődlegessége mellett – műszakilag megalapozottan és optimális költségszinten a lehető leghosszabb ideig – a villamos-energia termelés maximalizálása.”*

**Jövőkép, értékek, stratégia 2014-16 dokumentum, MVM PA Zrt.*



A paksi atomerőmű a működésének megkezdése óta a stratégiai döntéseit a biztonság, a környezet védelme és a gazdaságosság szempontrendszer szerint hozza meg, a társadalmi elfogadottság figyelembevételével.

Tartalom

- Az MVM Paksi Atomerőmű jelene és jövőképe
- Kihívások és válaszok
- Gd-2_4.7 üzemanyag
- C15 üzemeltetési ciklus
- Nemzetközi gyakorlat
- Engedélyezés
- A projekt

Biztonság

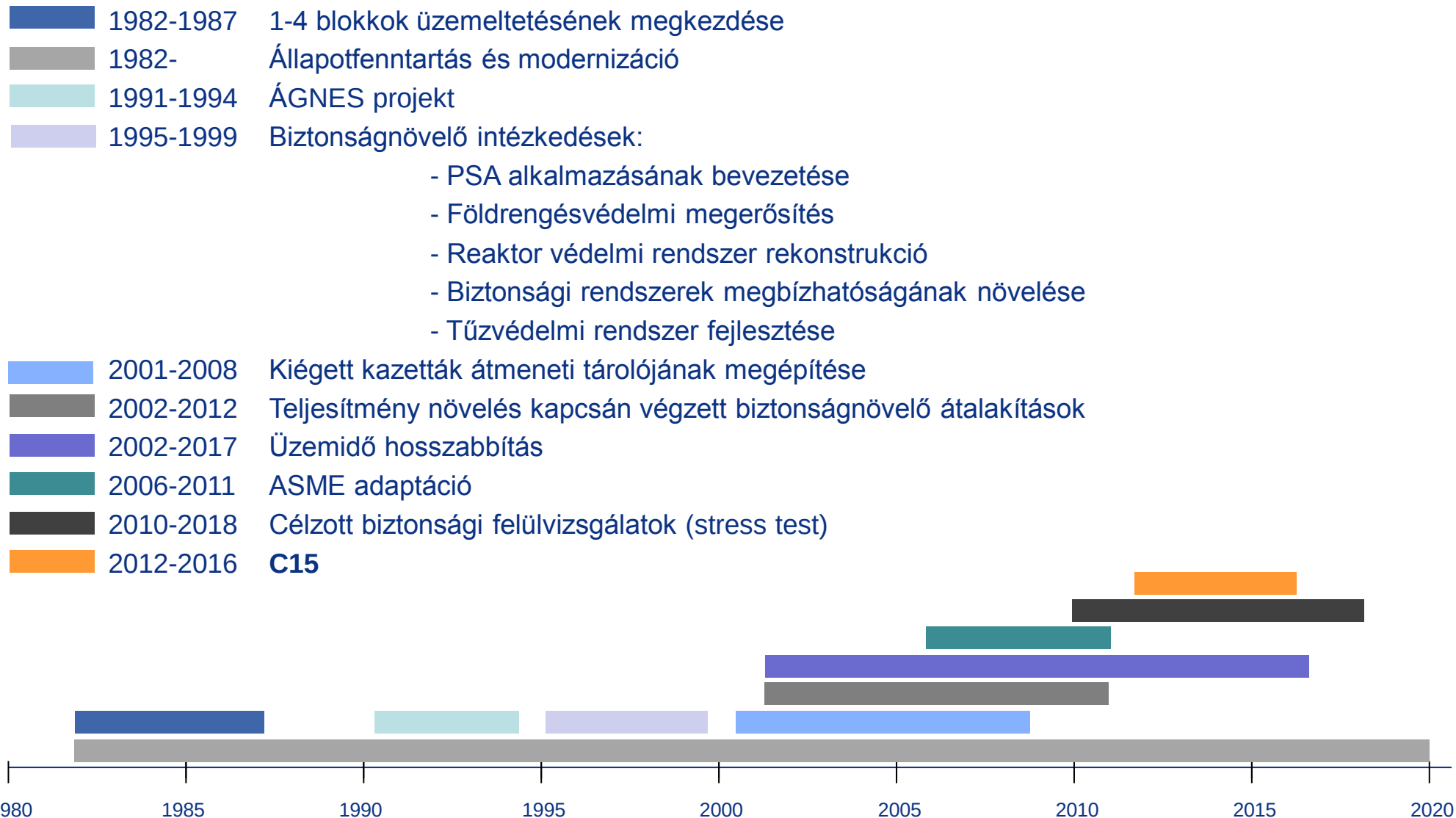
- Nukleáris biztonság fenntartása/növelése
- Kollektív dózis csökkentése
- Munkavédelem

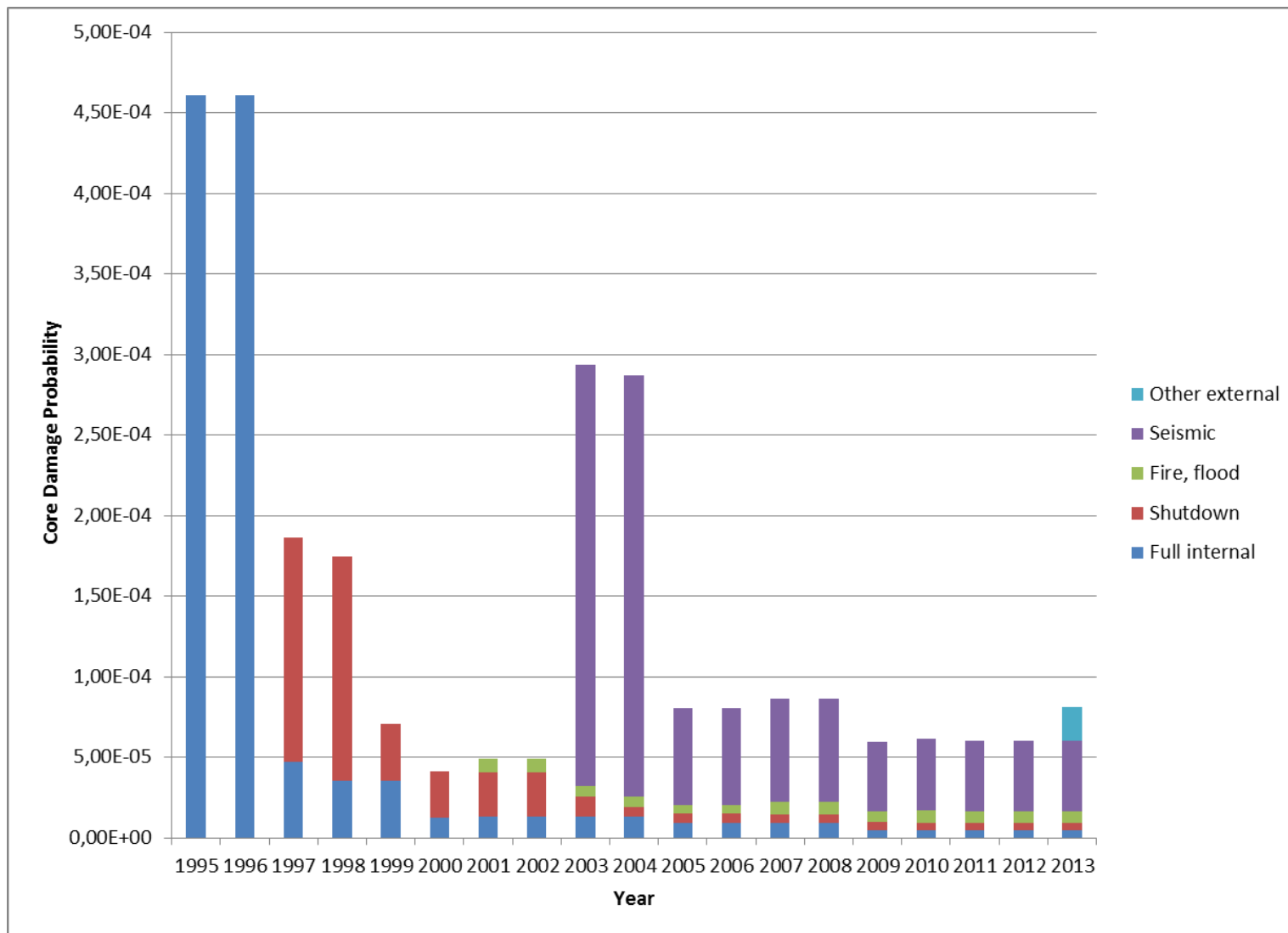
Környezet- védelem

- Radioaktív hulladék mennyiség csökkentés
- Fenntarthatóság

Gazdaságosság

- Versenyképesség
- Az ország villamosenergia-import arányának csökkentése
- Energiaellátás biztonság
- *Társadalmi elfogadottság*



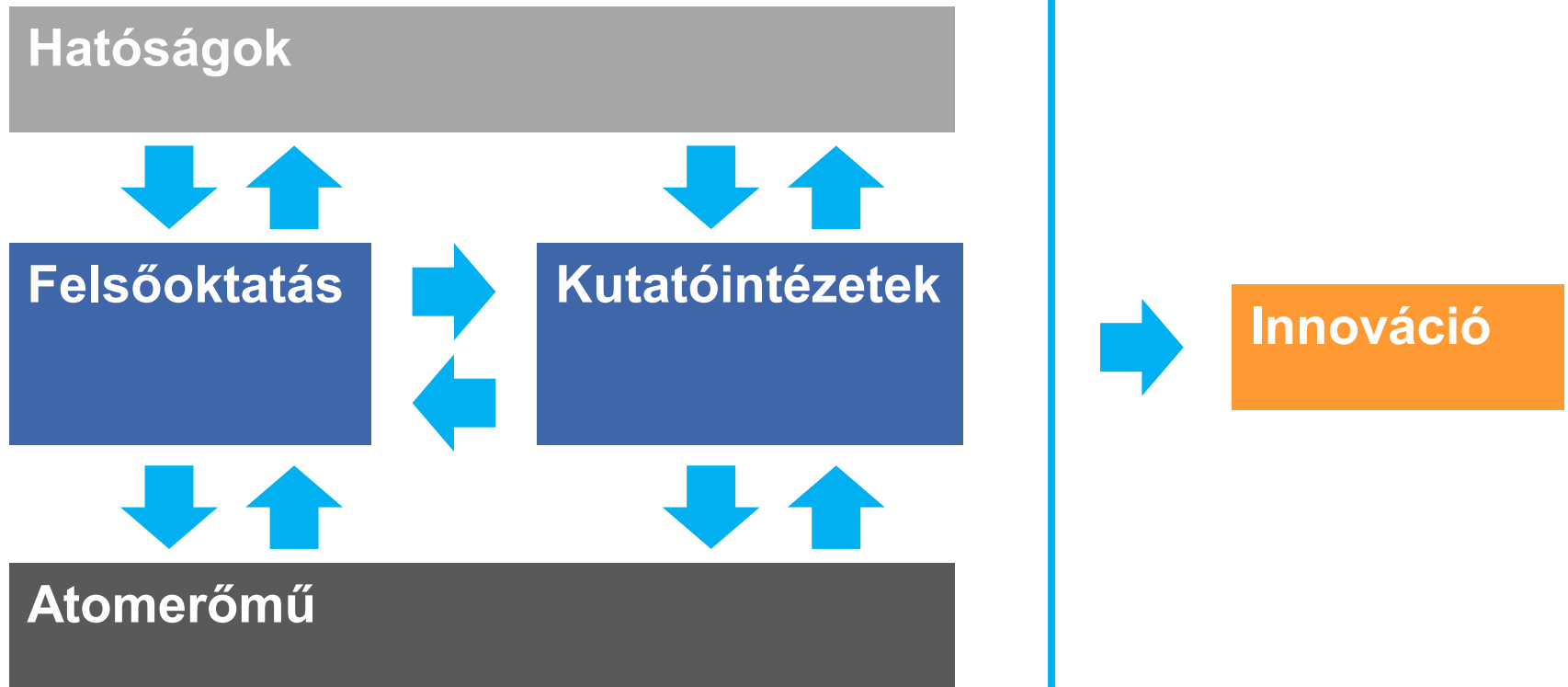


A múlt innovációi teremtik meg az alapot a jelen biztonságos működéséhez és a jövőbeli innovációk megvalósításához.

A paksi atomerőmű továbbüzemeltethetősége:

- EU csatlakozás, 2004. május 1. (VVER-440: Kozloduy 1-4 és Bohunice V-I)
- 30 éves tervezett üzemidő lejárta utáni üzemidő hosszabbítás
 - 1. blokk 2012. 12. 31.
 - 2. blokk 2014. 12. 31.
 - 3. blokk 2016. 12. 31.
 - 4. blokk 2017. 12. 31.
- 5-6 blokkok (Paks II) építésének megkezdése

Mérnöktudományi háttér



A motiváció a magas színvonalú tudás alapja.

A motiváció és a magas színvonalú tudás a biztonságos működés és az innovációk alapja.

Tartalom

- Az MVM Paksi Atomerőmű jelene és jövőképe
- Kihívások és válaszok
- Gd-2_4.7 üzemanyag
- C15 üzemeltetési ciklus
- Nemzetközi gyakorlat
- Engedélyezés
- A projekt

Előzmények

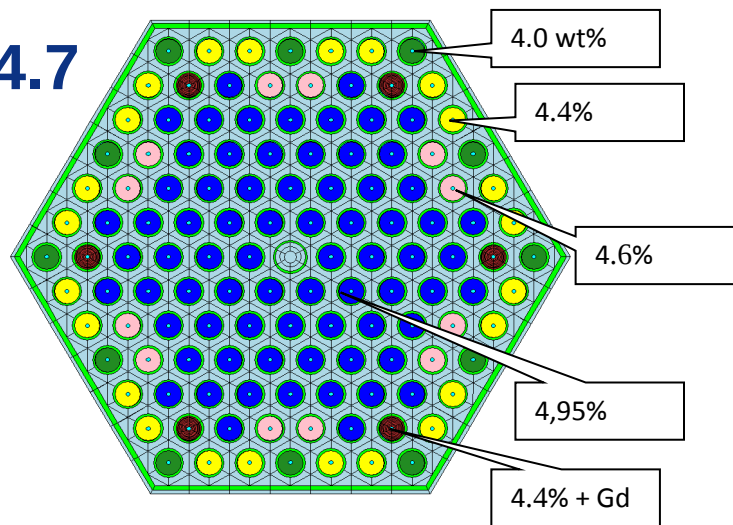
- 108%-os teljesítménynövelés pozitív tapasztalatai
- 2. generációs üzemanyag alkalmazásában rejlő esetleges fejlesztési irányok felülvizsgálata
- 2009-től az üzemanyag gyártó (TVEL) kínálatában megjelentek a magasabb átlagdúsítású (4,87%) Gd tartalmú kazetták
- A magas dúsítású VVER-440 kazetták pálca dúsítás maximuma 4,95%
- A 4,87 átlagdúsítású üzemanyag kazettákat a Bochunice, Mochovce VVER-440 atomerőművek alkalmazzák, 12 hónapos kampányban
- 2011-től zóna és üzemanyag terv számítások egy lehetséges üzemanyag fejlesztés megvalósítására, konfiguráció szimulációk a reaktorfizikai szoftveren
- Közel 100 opció vizsgálata történt meg

Az új kazetta alkalmazása nem csökkenthette a biztonsági tartalékokat, nem nöhetett a reaktor tartály falat érő fluens

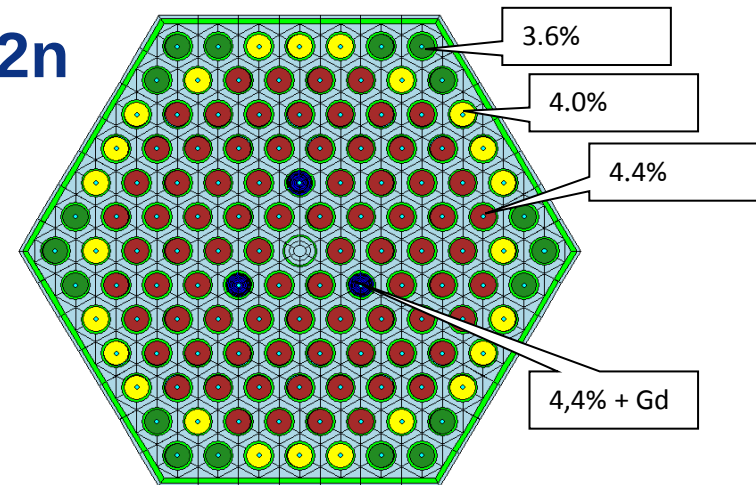
Gd-2_4.7 üzemanyag

- Számos opció vizsgálata után RFO a 4,7%-os átlagdúsítású üzemanyag és a 15 hónapos üzemanyagciklus megvalósítása mellett döntött
- Az erre alapozott 415 napos egyensúlyi töltet kampányonként 102 friss üzemanyag kazettát igényel (66 db 4,7%, 36 db 4,2%)
- A vegyes alkalmazás előnye:
 - rugalmasság,
 - nagy mennyiségű 4.2% dúsítású tartalék üzemanyag elhasználása
- Megállapodás a TVEL-lel az üzemanyag gyártásról
- 12 tesztkazetta beszállítása megtörtént, továbbiak gyártás alatt
- Tesztüzem kezdete: 2014. október 30. 3. blokk (365 napos kampány)

Gd-2_4.7



Gd-2n



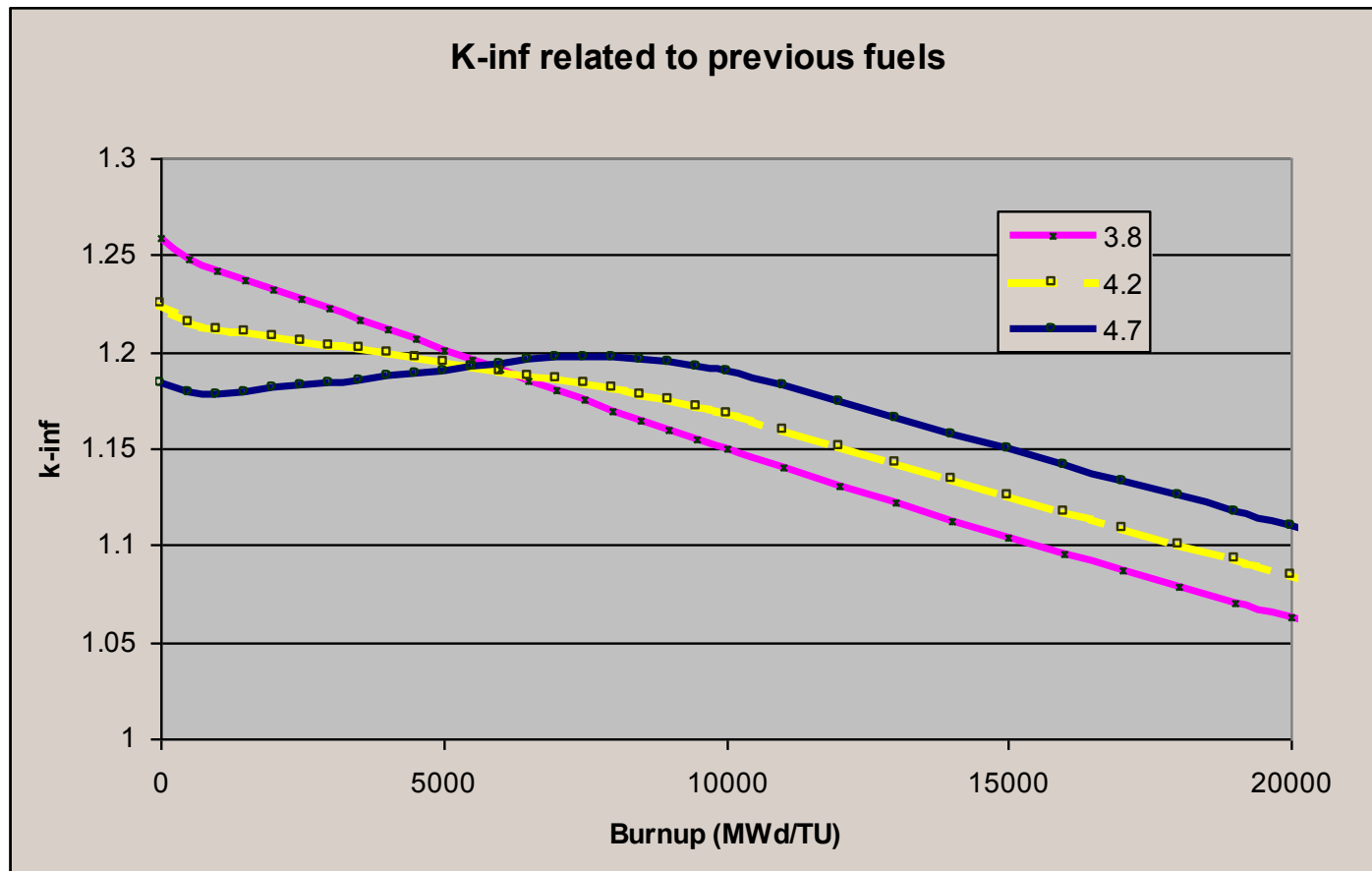
Új üzemanyag kazetta

	dúsítás	db	UO ₂
	4%	12	48
	4,4%+Gd	30	132
	4,6%	12	55,2
	4,95%	72	356,4
Σ	-	126	591,6
átlag	-	4.695238%	

Jelenleg alkalmazott üzemanyag kazetta

	dúsítás	db	UO ₂
	3,6%	18	64,8
	4,0%	24	96
	4,4%+Gd	84	369,6
Σ	-	126	530,4
átlag	-	4.209524%	

A Gd-2_4.7, a jelenlegi Gd-2n és az 1. generációs 3,8%-os üzemanyag sokszorozási tulajdonságai

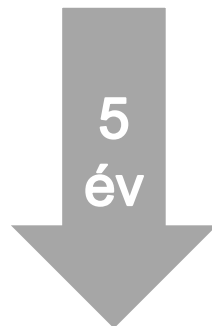


HELIOS számítás, végtelen kazetta rács

Gd-2_4.7 üzemanyag kazetta felhasználás

1. kampány: 102 db
2. kampány: 102 db
3. kampány: 102 db
4. kampány: 102 db

Összesen: 408 db



Gd-2n üzemanyag kazetta felhasználás

1. kampány: 84 db
2. kampány: 84 db
3. kampány: 84 db
4. kampány: 84 db
5. kampány: 84 db

Összesen: 420 db

A kiégett fűtőelemek száma a teljes üzemidőre vonatkoztatottan csökken

A Gd-2n kazetták felhasználását követően a 102 db kazetta csere kampányonként csökkenthető, gazdaságosabb felhasználás, még kevesebb kiégett fűtőelem.

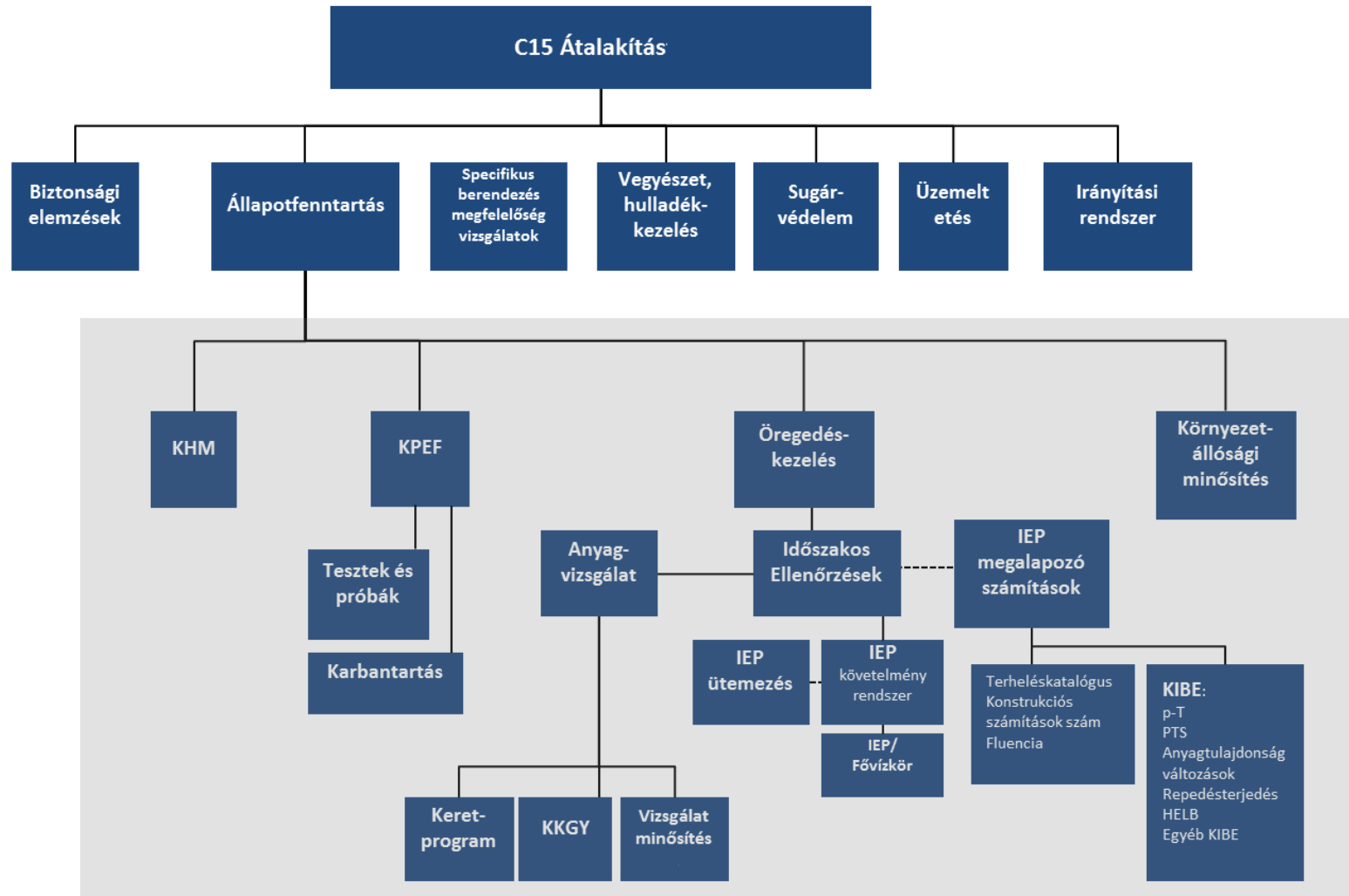
Tartalom

- Az MVM Paksi Atomerőmű jelene és jövőképe
- Kihívások és válaszok
- Gd-2_4.7 üzemanyag
- C15 üzemeltetési ciklus
- Nemzetközi gyakorlat
- Engedélyezés
- A projekt

A Gd-2_4.7 üzemanyag alkalmazása, valamint a 15 hónapos üzemeltetési ciklus bevezetése az atomerőmű üzemeltetését érintően három területen jelent változást:

- az új üzemanyag alkalmazása miatt változik a tartályfalat érő fluens,
- az üzemanyag átrakási ciklusa 12 hónapról 15 hónapra változik,
- az időszakos ellenőrzési programok ciklusideje jellemzően 8 évről 10 évre nő.

Egyéb üzemviteli paraméterekben nincs változás



A C15 bevezetésének alapja az állapotfenntartás rendszer ciklusidejeinek módosítása

Az ASME kód adaptálása

ASME BPVC III – Construction Requirements

MSZ EN 27003

A tervezési alapok igazolása

ASME BPVC XI – Rules for In-service Inspection

MSZ EN 27011

Időszakos ellenőrzések programjai és kritériumai

ASME OM Code – Operation and Maintenance

MSZ EN 27020

Karbantartás és üzemeltetés követelményei

TABLE IWB-2412-1
INSPECTION PROGRAM B

Inspection Interval	Inspection Period, Calendar Years of Plant Service Within the Interval	Minimum Examinations Completed, %	Maximum Examinations Credited, %
All	3	16	50
	7	50 ¹	75
	10	100	100

Note:

(1) If the first period completion percentage for any examination category exceeds 34%, at least 16% of the required examinations shall be performed in the second period.

Az ASME kód adaptálása teremtette meg a feltételeit a 10 éves üzemeltetési periódusok bevezetésének

A módosított üzemanyag bevezetése nem kerülhetett ellentmondásba az Üzemidő Hosszabbítás megalapozásaival.

- Érintett korlátozott időtartamra érvényes biztonsági elemzések (KIBE) felülvizsgálata:
 - Fővízkör ridegtörés elleni védelmét biztosító nyomás-hőmérséklet határgörbék normál üzemhez, nyomáspróbához és üzemzavari állapotokhoz
 - Reaktortartályok PTS (pressurized thermal shock) elemzése
 - Repedésterjedés elemzések
 - HELB (High Energy Line Break) elemzések
 - Reaktor belső szerkezetek anyagtulajdonság változásának elemzése
- Szilárdsági számítások felülvizsgálata
- Fluencia számítások felülvizsgálata
- Terheléskatalógus felülvizsgálata

Planning Risk Charts

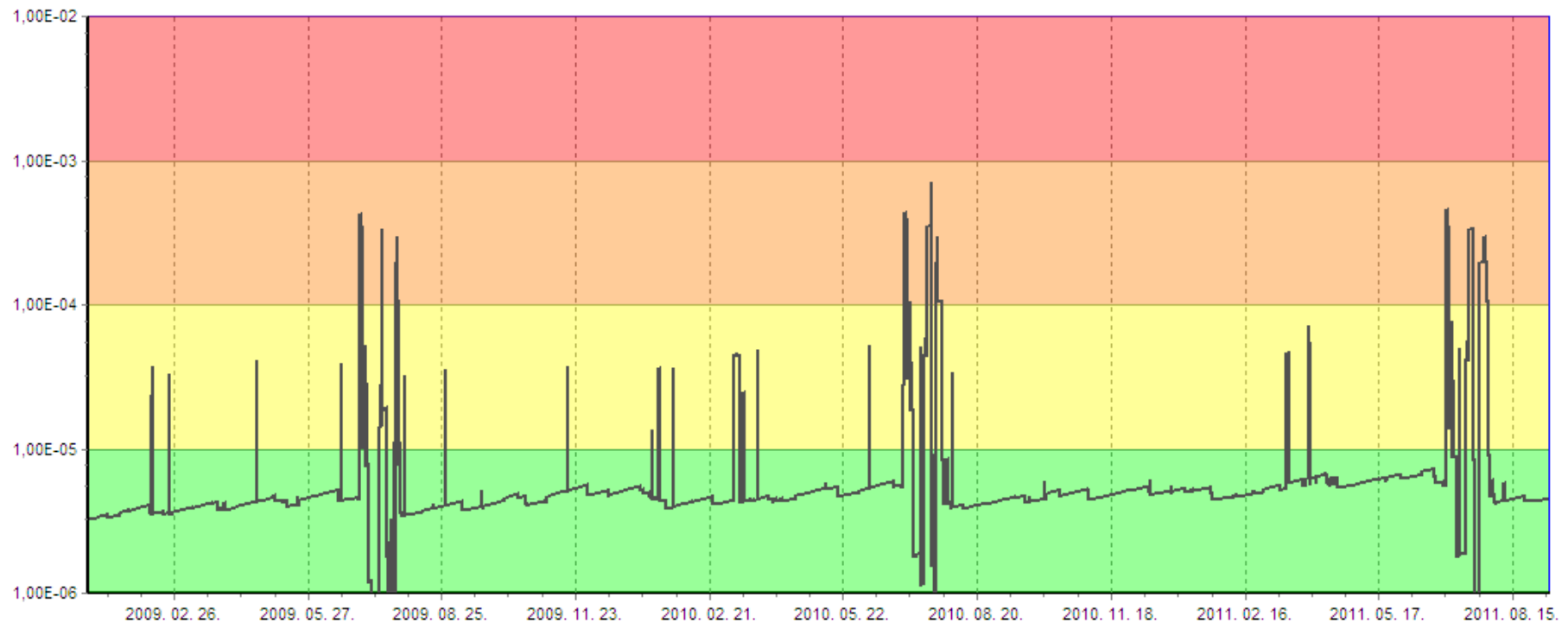


CDF

Risk on 2012. 03. 21. 09:01 = Not calculated

Define...     Current time display: Entire chart

☐ Cumulative Risk



Teljes üzemidőre vetített CDF értékek nem romlanak

C12

Blokk	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1	26	26	26	56	26	26	26	42	26	26	26	56	26	26	26	42	26
2	42	26	26	26	56	26	26	26	42	26	26	26	56	26	26	26	42
3	26	42	26	26	26	56	26	26	26	42	26	26	26	56	26	26	26
4	26	26	42	26	26	26	56	26	26	26	42	26	26	26	56	26	26
Σ	120	120	120	134	134	134	134	120	120	120	120	134	134	134	134	120	120



C15

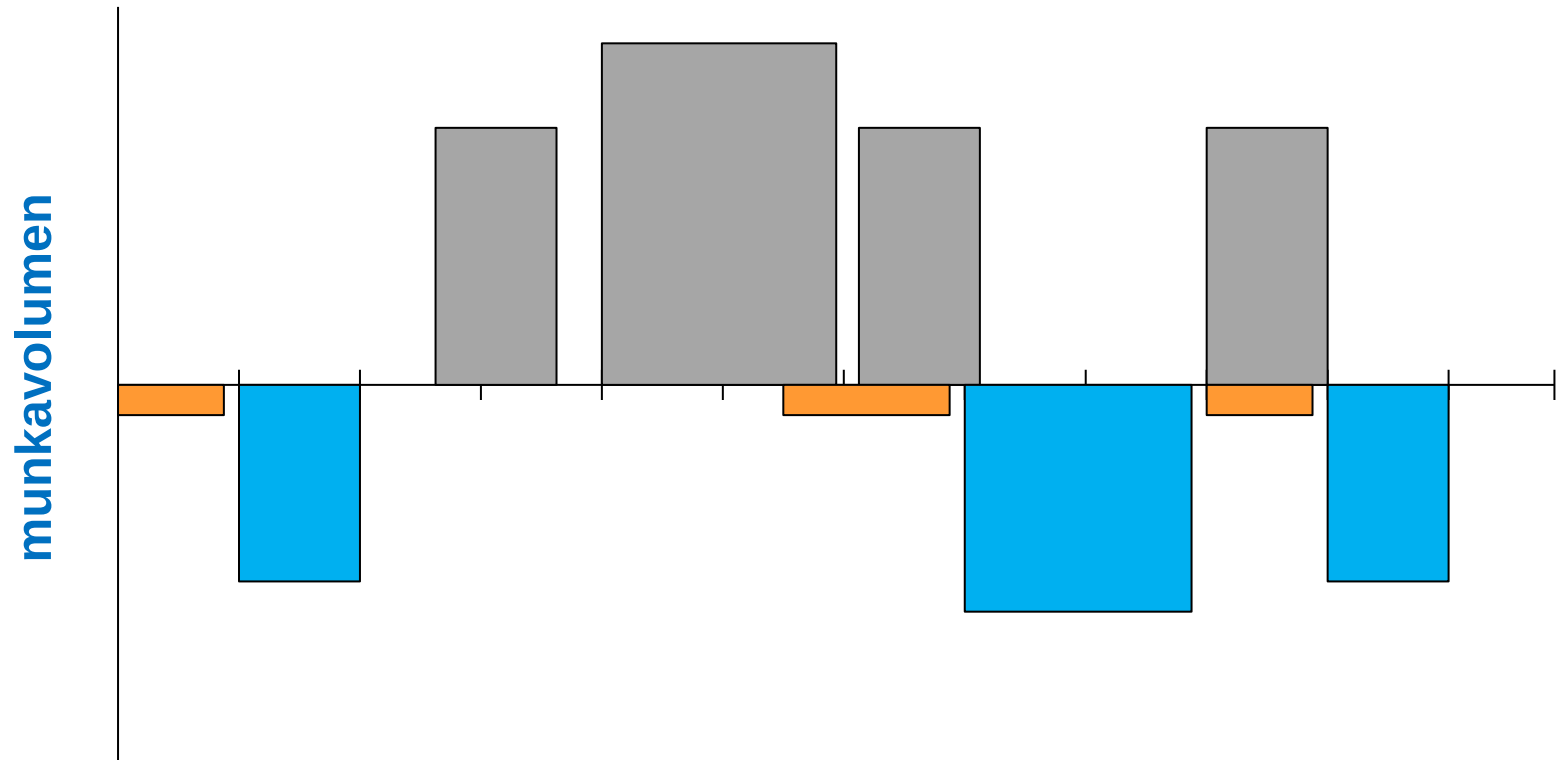
Blokk	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1	26	56	26		26	26	42	26		26	26	56	26		26	26	42
2	42		26	26	26	56		26	26	26	42		26	26	26	56	
3		26	42	26	26		26	56	26	26		26	42	26	26		26
4	26	26		42	26	26	26		56	26	26	26		42	26	26	26
Σ	94	108	94	94	104	108	94	108	108	104	94	108	94	94	104	108	94

Év	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Δ	26	12	26	40	30	26	40	12	12	16	26	26	40	40	30	12	26

5 év alatt blokkonként 1 főjavítás megtakarítható; ez évente 12-40, átlagosan 25,88 nappal, közel 2%-al növeli az erőmű rendelkezésre állását

C12

ref. év: 2014



C15

ref. év: 2017

A főjavítások munkavolumene a C15 bevezetésének következtében a ciklikus karbantartási munkák vonatkozásában csökken

Tartalom

- Az MVM Paksi Atomerőmű jelene és jövőképe
- Kihívások és válaszok
- Gd-2_4.7 üzemanyag
- C15 üzemeltetési ciklus
- Nemzetközi gyakorlat
- Engedélyezés
- A projekt

Üzemeltetési ciklus, nemzetközi kitekintés

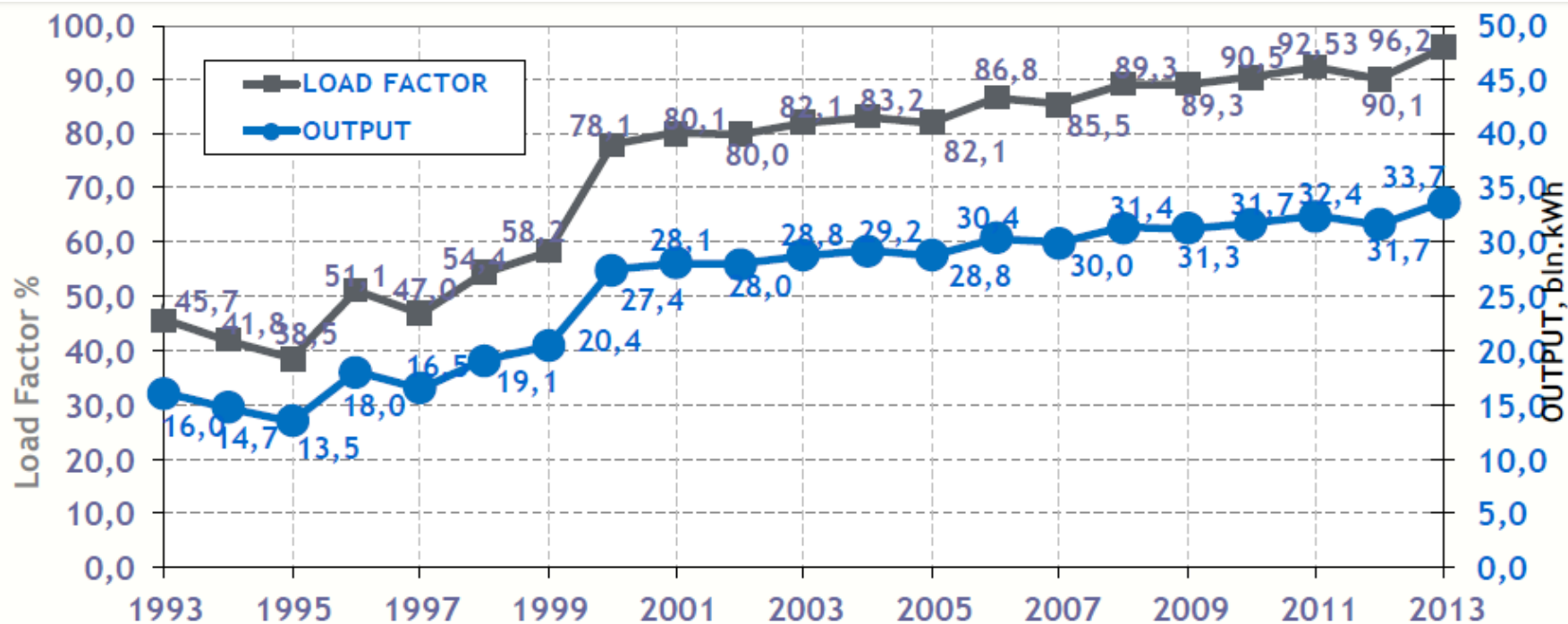
- Nyugati típusú PWR-ekben 12 => 18, 12 => 24 hónap, pl. Krsko, 1981 – 12 hónap 2004-től 18 hónap, 696 MW => 730 MW
- VVER-1000, 12 => 18 hónap (Balakovo 1) 2007-08
- A 3. generációs orosz blokkok esetében, így a Paks II AES 2006 blokkon is tervezetten 18 hónap

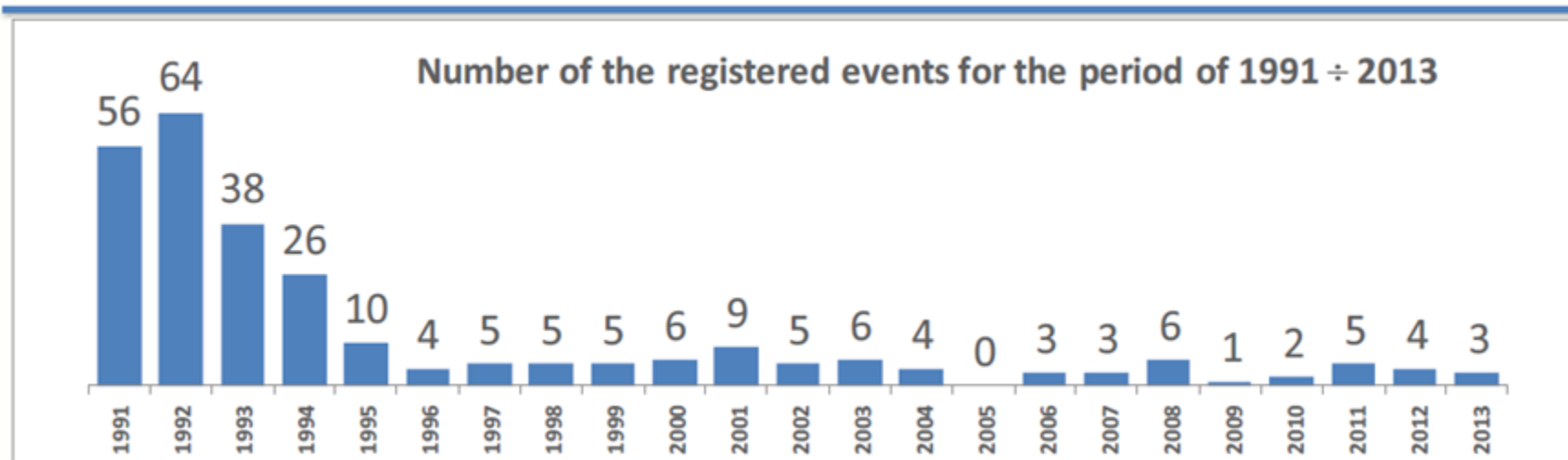
Konklúzió

- A 12 hónapnál hosszabb üzemelési ciklust VVER-440 blokkok esetében sehol nem valósítottak meg
- A C15 és a Gd-2_4.7 üzemanyag terve magyar innováció

VVER-440 atomerőmű	Blokk	Ciklus
Novovoronyezs	2 db	12 hónap
Kola	4 db	12 hónap
Rovno	2 db	12 hónap
Loviisa	2 db	12 hónap
Paks	4 db	12 hónap
Bohunice	2 db	12 hónap
Dukovany	4 db	12 hónap
Mochovce	2 db	12 hónap
Metsamor	1 db	12 hónap
Összesen	23 db	-

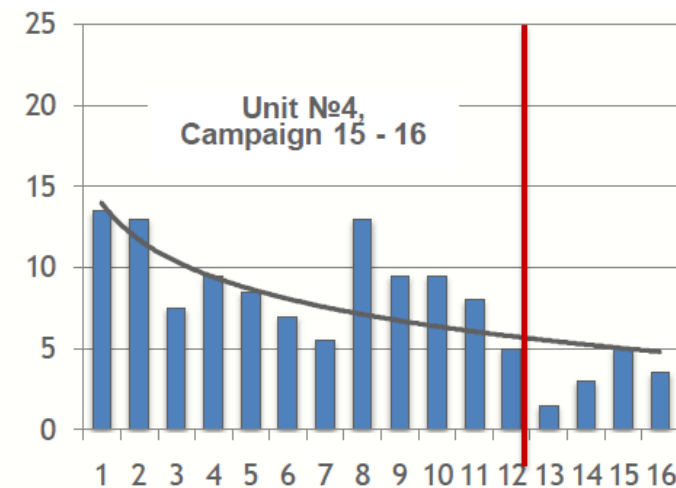
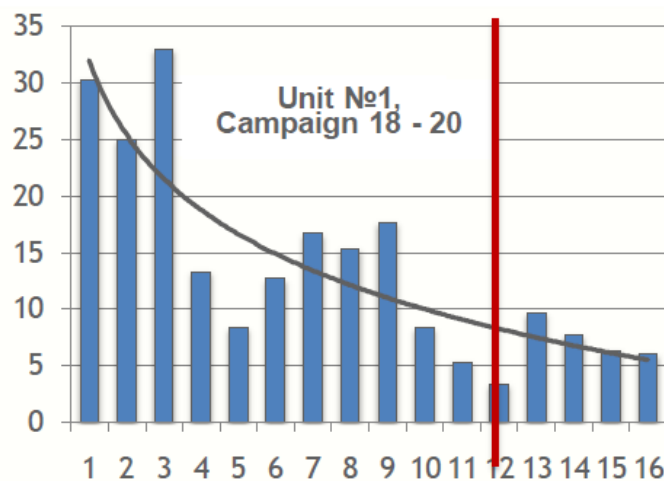
A teljesítmény-kihasználási tényező alakulása (1993-2013)





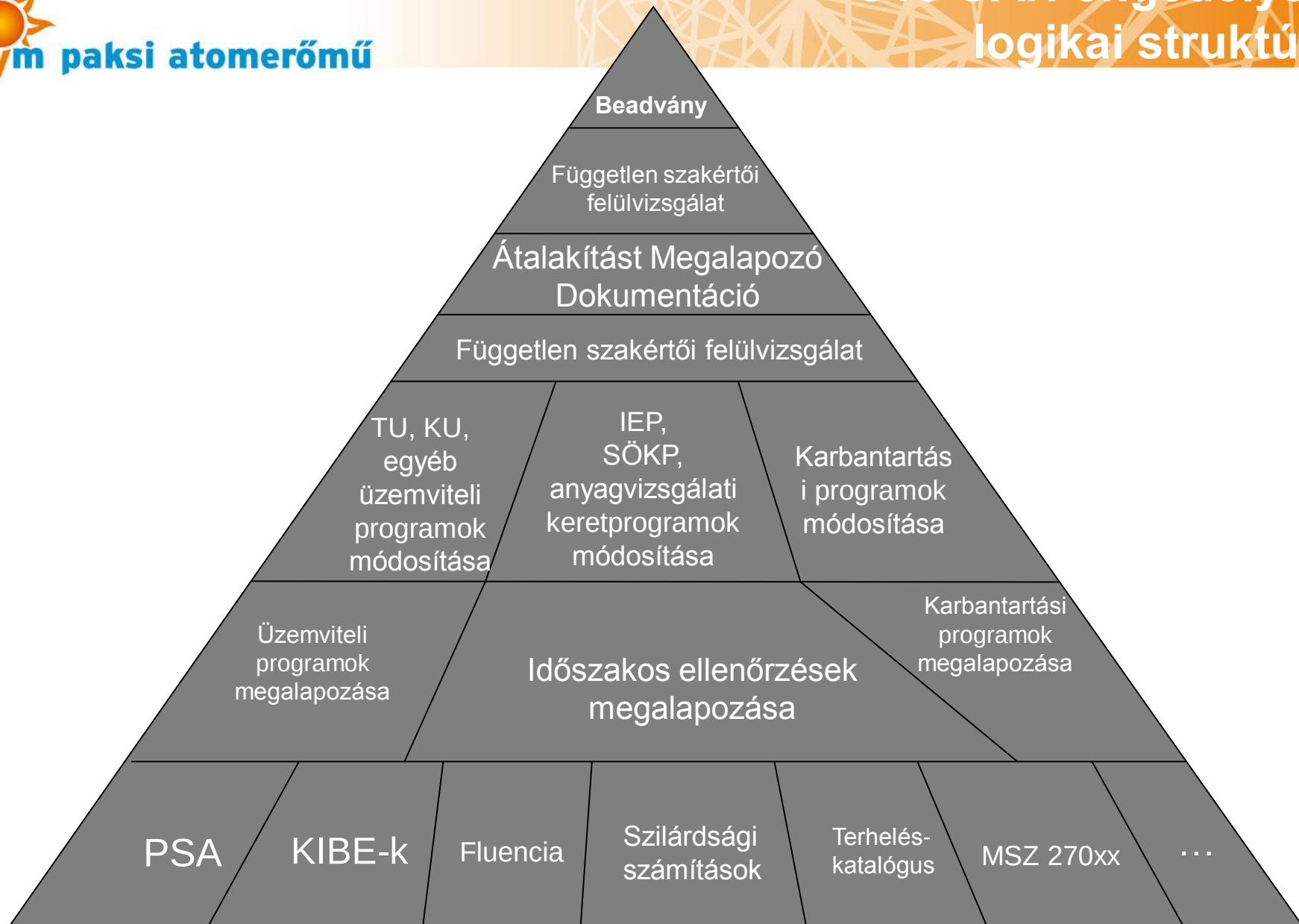
C12

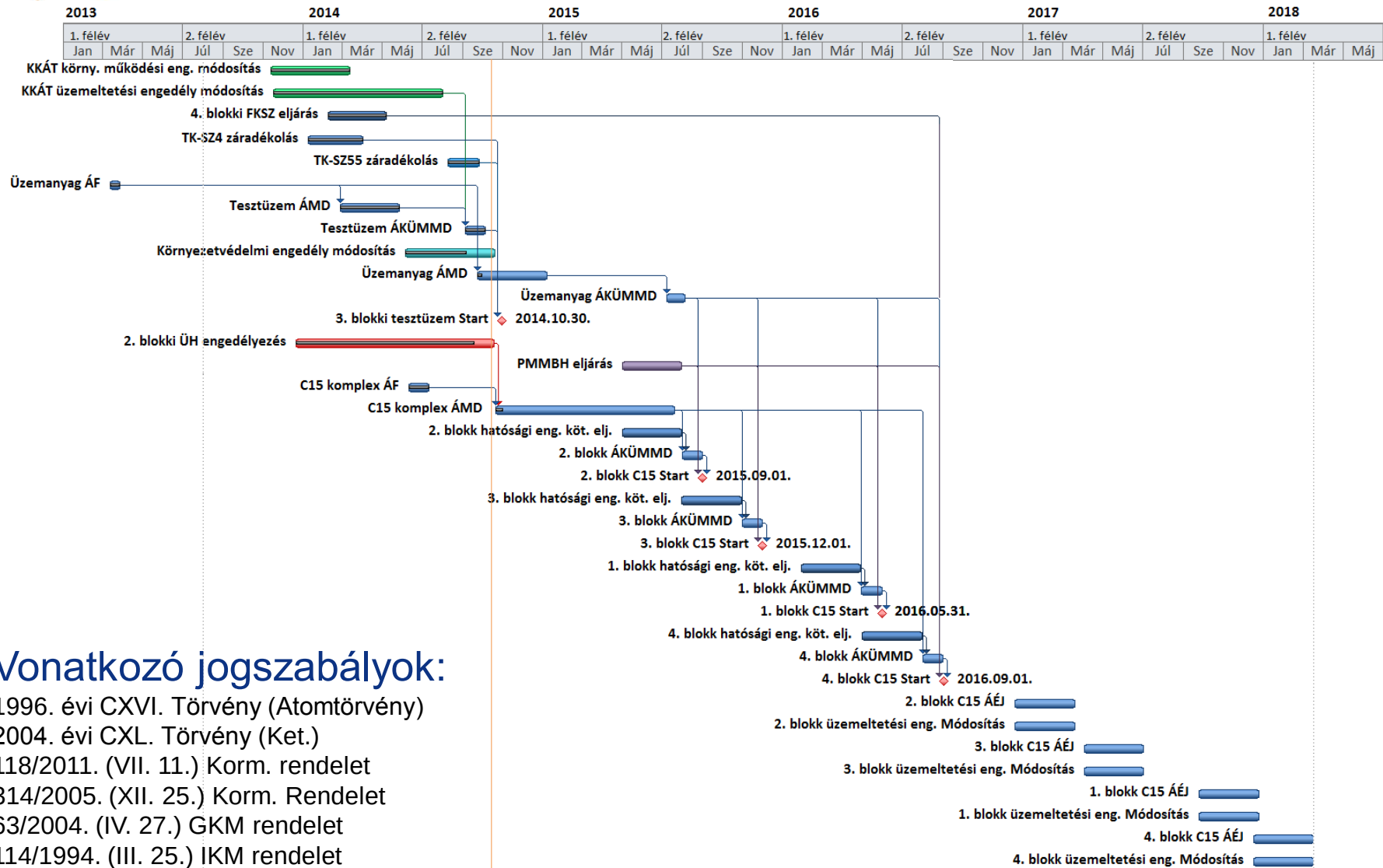
C18



Tartalom

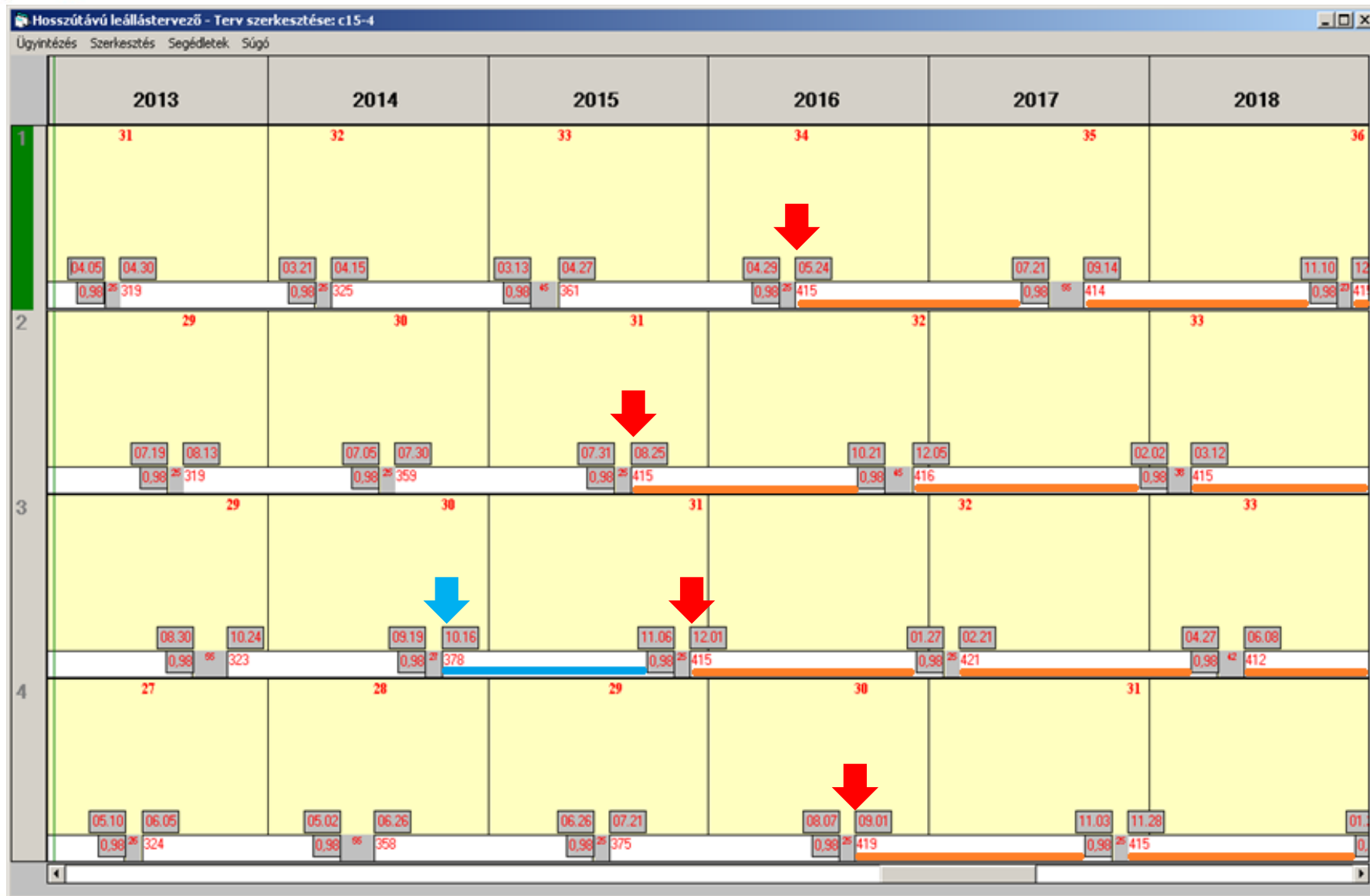
- Az MVM Paksi Atomerőmű jelene és jövőképe
- Kihívások és válaszok
- Gd-2_4.7 üzemanyag
- C15 üzemeltetési ciklus
- Nemzetközi gyakorlat
- Engedélyezés
- A projekt





Vonatkozó jogszabályok:

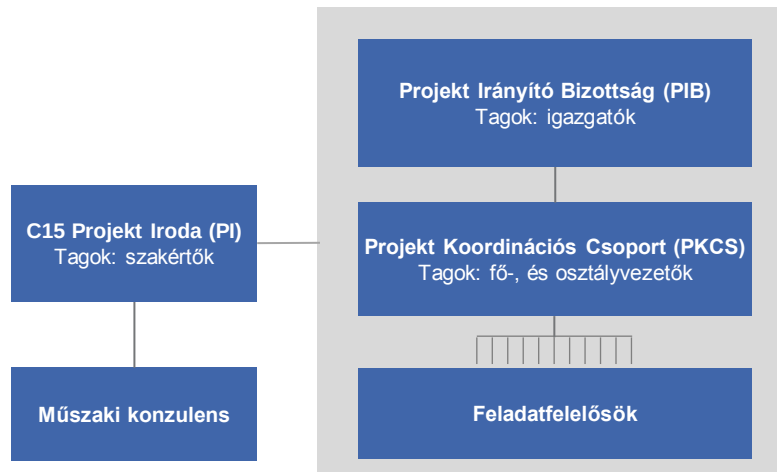
1996. évi CXVI. Törvény (Atomtörvény)
 2004. évi CXL. Törvény (Ket.)
 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet
 314/2005. (XII. 25.) Korm. Rendelet
 63/2004. (IV. 27.) GKM rendelet
 114/1994. (III. 25.) IKM rendelet



Tartalom

- Az MVM Paksi Atomerőmű jelene és jövőképe
- Kihívások és válaszok
- Gd-2_4.7 üzemanyag
- C15 üzemeltetési ciklus
- Nemzetközi gyakorlat
- Engedélyezés
- A projekt

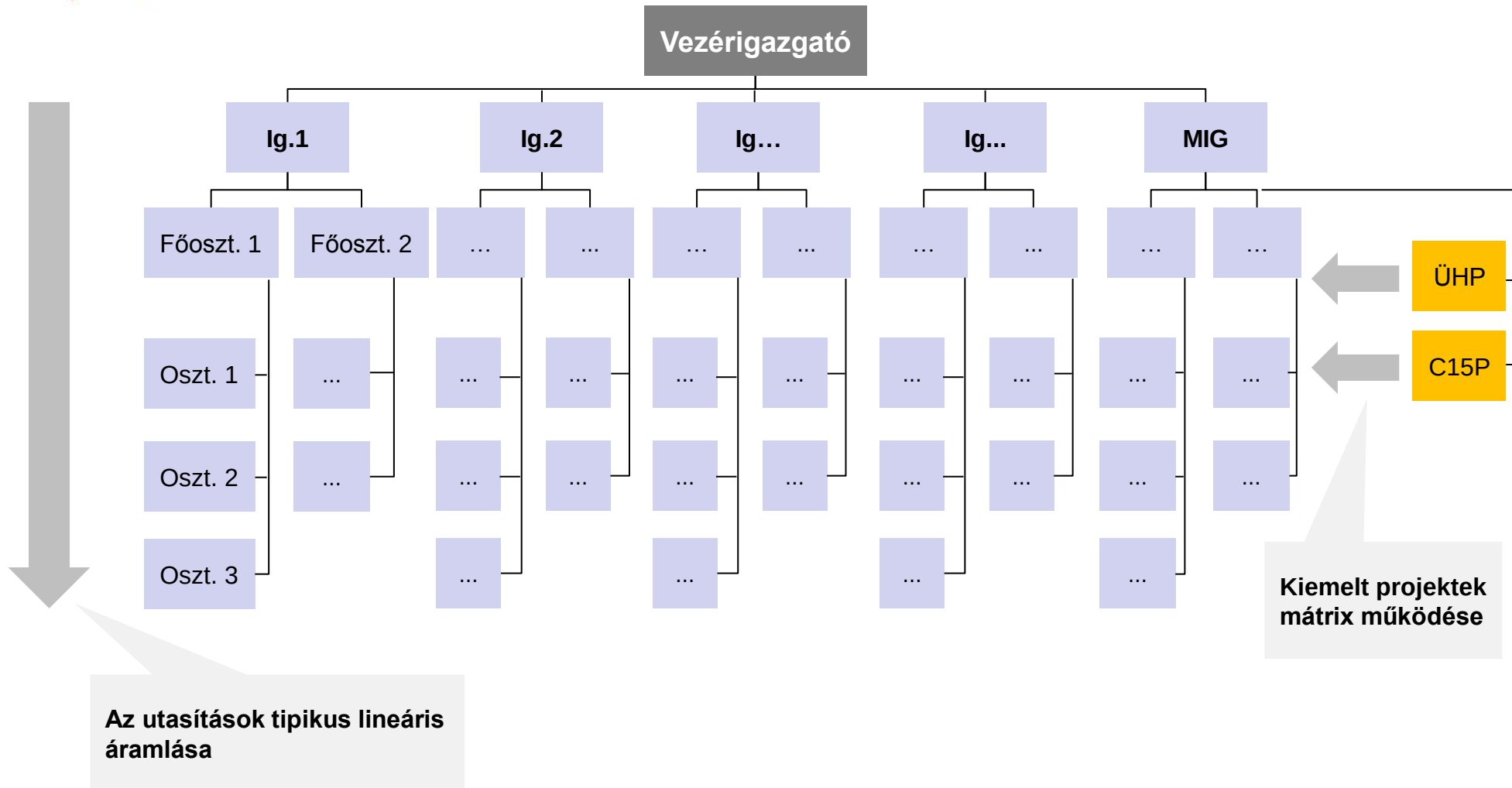
Projekt szervezet



Projekt Iroda feladatai

Megvalósítás	Kockázat felmérés	Ad hoc feladatok
Projekt – menedzsment - Feladatfelelősök státuszoltatása és feladatlista összeállítása - PIB és PKCs ülések szervezése, napirend és emlékeztető készítése - Támogató dokumentumok összeállítása	Kockázat kezelés - Minden kritikus feladat, folyamat, fázis és projekt határidő (technikai, pénzügyi, és adminisztrációs projekt terv elemek) azonosítása - Projekt terv és az OAH-tól kapott feladatok monitorozása - Kockázat monitorozás - Státusz monitorozás - Költségvetés monitorozás	Egyéb támogató tevékenységek - OAH igény szerint a sztenderd folyamatok melletti dokumentumok elkészítése (technikai, adminisztratív, stb.) - Az összes érintett hazai és nemzetközi hivatal (pl. Magyar Energia Hivatal – működési engedély) igényeinek teljesítésének támogatása

A projekt szervezeti felépítése az ÜHP-t követi



A kiemelt projektek kihívása a mátrix működés megvalósítása az erőmű lineáris szervezetében

Teljes hatás
(millió Ft)

4 100

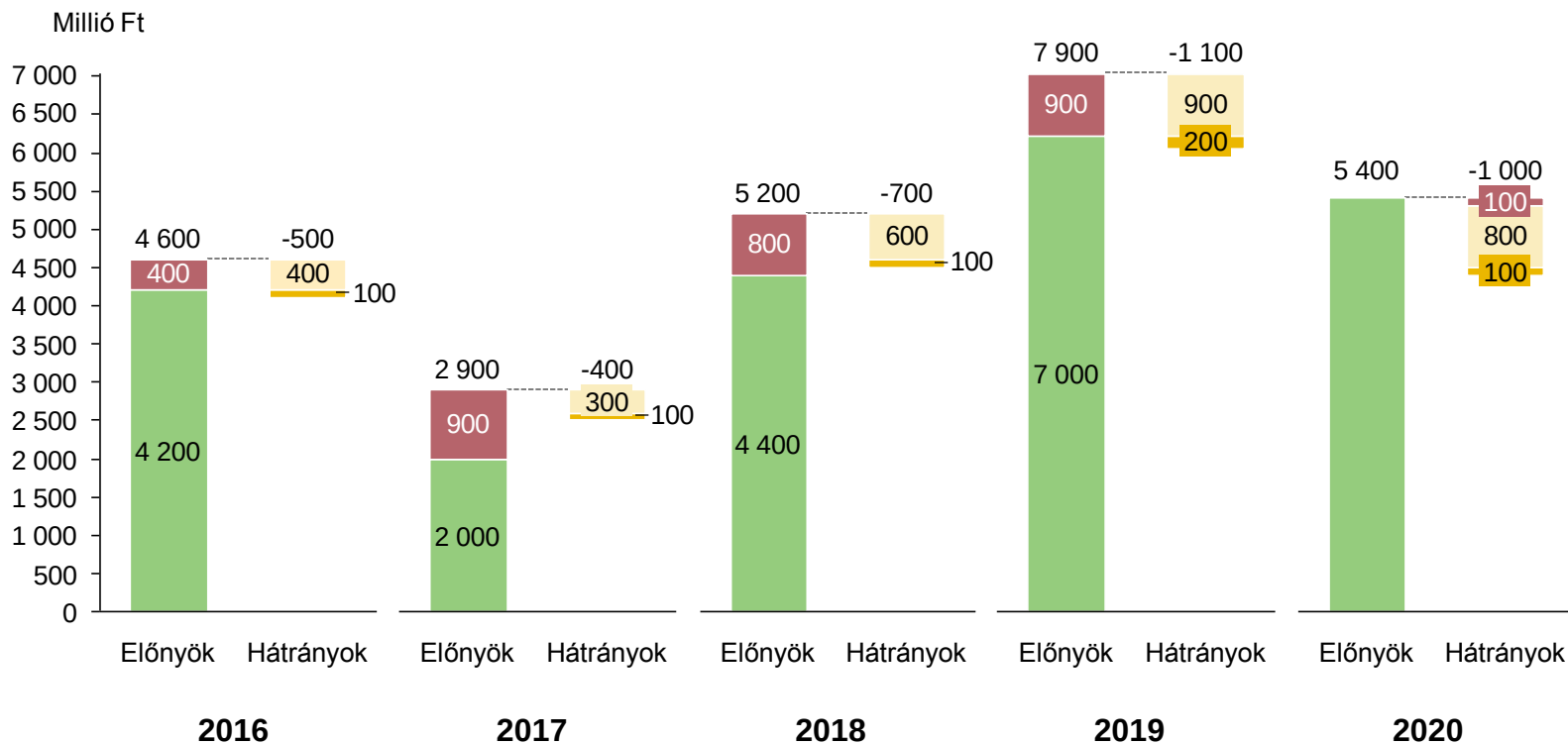
2 500

4 500

6 800

4 400

Összetevők



Karbantartási költség csökkenés*

Értékesítési árbevétel növekedés*

Üzemanyag költség növekedés

Üzemeltetési költség növekedés

- A 4/2011 (I. 30) NFM rendeletben meghatározott 13,27 Ft/KWh áron számolva
- 2% villamos energia termelés növekedést feltételezve

A C15 bevezetésével az MVM EBITDA éves átlagban több mint 4 Mrd Ft-tal nő

Biztonság

- Nukleáris biztonság fenntartása/növelése
- Kollektív dózis csökkentése
- Munkavédelem

Környezet- védelem

- Radioaktív hulladék mennyiség csökkentés
- Fenntarthatóság

Gazdaságosság

- Versenyképesség
- Az ország villamosenergia-import arányának csökkentése
- Energiaellátás biztonság
- *Társadalmi elfogadottság*

Köszönöm a figyelmet!