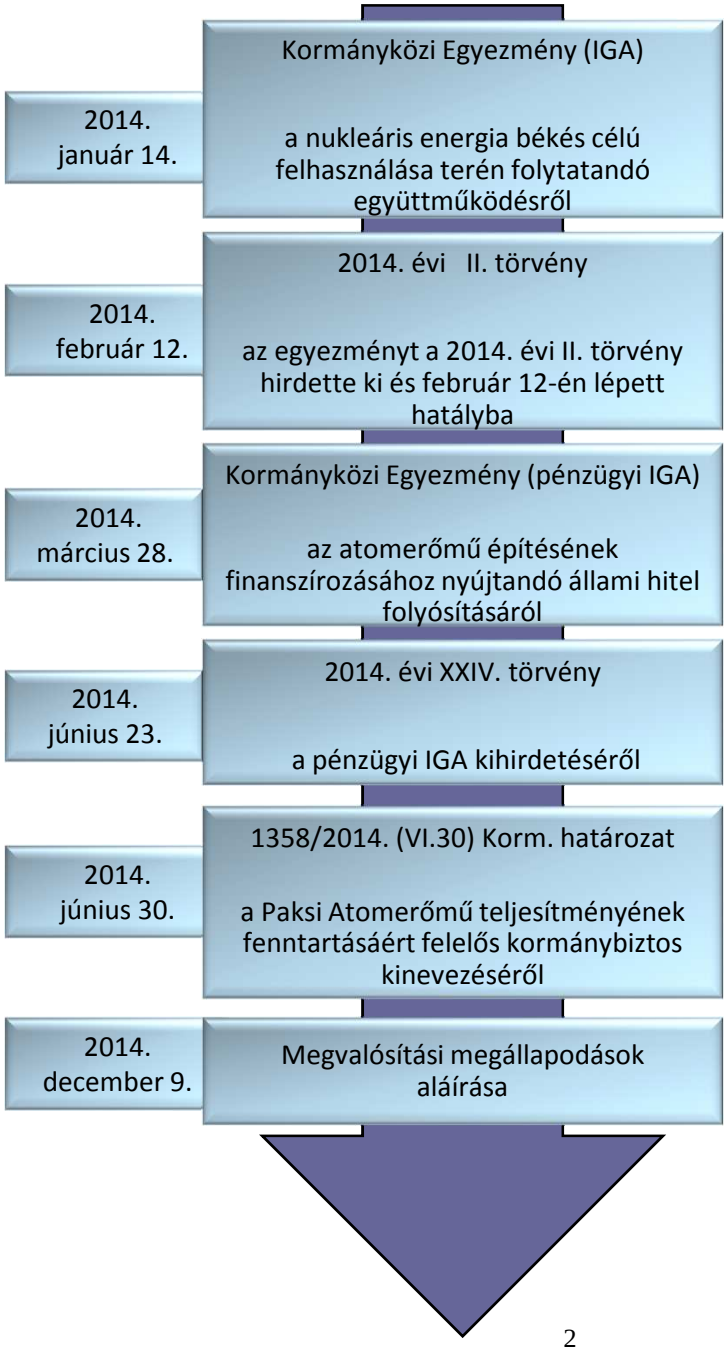
Paksi kapacitás-fenntartás aktuális kérdései

Prof. Dr. Aszódi Attila
Paksi Atomerőmű kapacitásának fenntartásáért felelős kormánybiztos
Miniszterelnökség
Egyetemi tanár, BME NTI

MEE Vándorgyűlés
Siófok, 2015. szeptember 16.

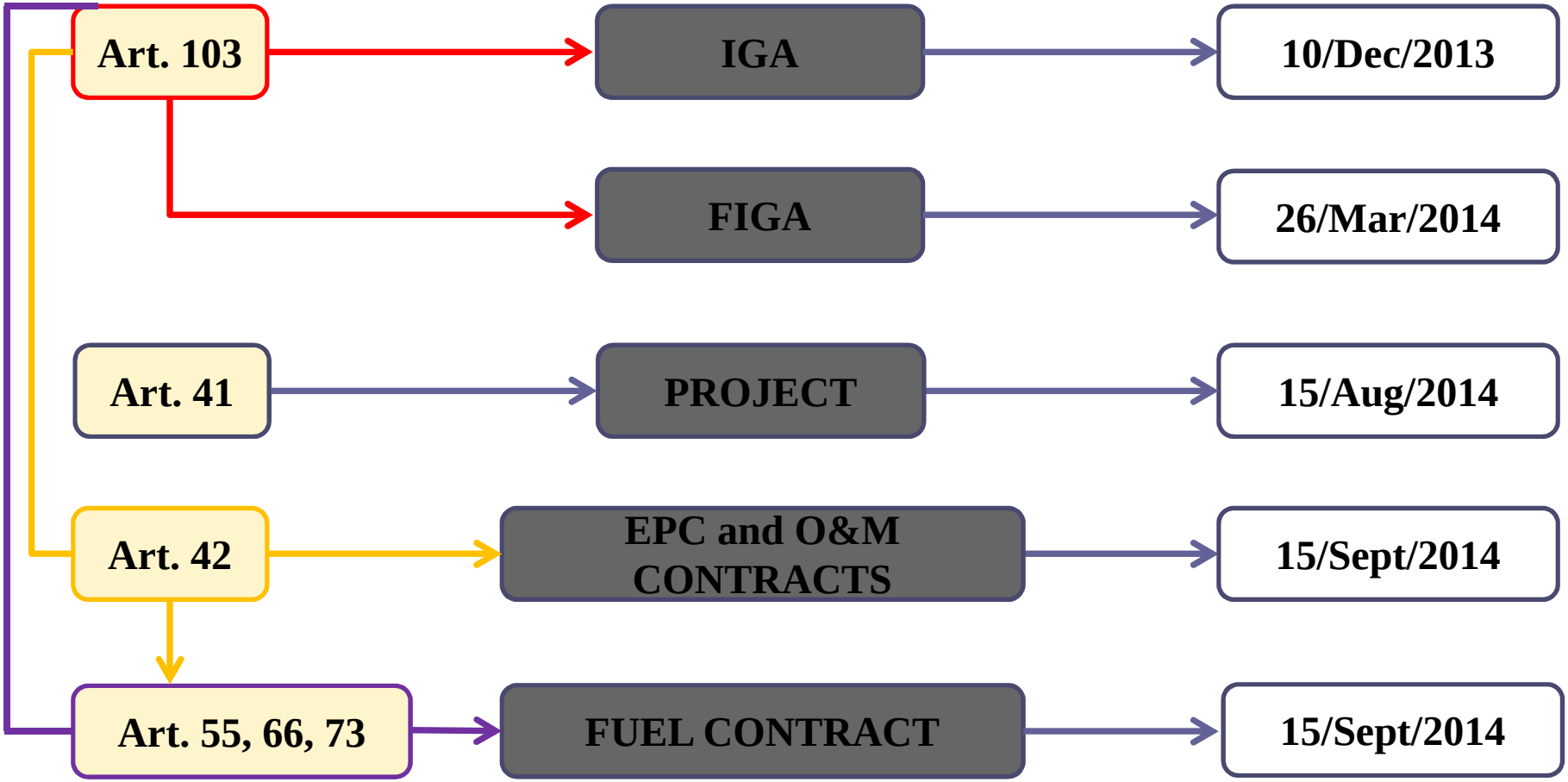
A paksi atomerőmű bővítése

- 2014. január 14: magyar-orosz államközi egyezmény
  - A Roszatom két új, egyenként 1200 MW-os atomerőművi blokkot építhet Pakson
  - Az orosz fél a beruházási költségek 80%-át biztosítja államközi hitel segítségével
- Alap: 1966-os magyar-szovjet atomenergetikai együttműködési egyezményen.
- Az egyezmény kulcseleme a 40%-os lokalizációs szint célkitűzése
- 2014. december 9-én az MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt. és az orosz Joint-Stock Company Nizhny Novgorod Engineering Company Atomenergoproekt aláírta az új blokkokra vonatkozó három megvalósítási megállapodást
- A szerződések az
  - új blokkok tervezési, beszerzési és kivitelezési paramétereit (EPC szerződés),
  - az üzemeltetési és karbantartási támogatással kapcsolatos feltételeket,
  - valamint az üzemanyag-ellátás részleteit rögzítik.



EURATOM egyezmény szerinti notifikációk

- Az EU-t előre meghatározott esetekben kell értesíteni (EURATOM szerződés alapján, az EURATOM hatálya alá eső témáknál)



Tárgyalások az EU-val

- Notifikáció a projektről az **Euratom 41. cikkely** értelmében (a beruházó által)
- EB jóváhagyás 2015. szeptemberében
- Az Európai Bizottság álláspontja szerint a Paks II. projekt teljesíti az Euratom Szerződés célkitűzéseit, és illeszkedik az unió energiabiztonsági stratégiájába:
  - 1) javítja az ellátásbiztonságot - nemcsak Magyarországon, hanem uniós szinten;
  - 2) elősegíti a klímavédelmi célkitűzéseket;
  - 3) megfizethető energiaárakat biztosít a fogyasztóknak.
- A Bizottság szerint
  - a projekt teljesíteni tudja a legszigorúbb nukleáris biztonsági és sugárvédelmi előírásokat;
  - a blokkok fűtőanyagellátása illetve a radioaktív hulladékok kezelése is biztosított, arra a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapban elegendő forrás áll rendelkezésre.
- Javaslatok:
  - Szorosabb együttműködés lehetőség a hasonló reaktortechnológiát használó más uniós tagállamokkal (pl. Finnország), nem csak beruházói, akár a szabályozó hatóságok szintjén is;
  - Fukushimai tapasztalatok figyelembevétele szabályozás szintjén is, az új nukleáris biztonsági direktíva bevezetése a magyar (minden tagállami jogrendbe 2017 közepéig).

European Commission

Tárgyalások az EU-val

- Folyamatban vannak még:
  - Beszerzési szabályok alkalmazásának felülvizsgálata a projekt megvalósítása során
  - Állami támogatások kérdése: ennek vizsgálatát a magyar kormány kérte.
    - Szempont: a projekt összhangban áll-e az EU állami támogatási szabályaival
- Továbbra is rendszeres egyeztetés zajlik az EU illetékeseivel

Milyen reaktor épülhet Paksra?

Korszerű:

- A Paksra ajánlott reaktortípus: VVER-1200/V491
  - Megegyezik a Finnországba, Pyhäjoki telephelyre választott típussal (építteti a Fennovoima Oyj)
  - Referenciablokk: Leningrád-II atomerőmű

Biztonságos:

- Zónasérülési gyakoriság: 6×10^{-7}/év, a korai nagy radioaktív kibocsátás számított valószínűsége $<10^{-7}$/év.
  - Passzív biztonsági rendszerek
  - Aktív rendszerek: 4x100%, fizikai szeparáció
  - Fukushimai tapasztalatok figyelembevétele

A Leningrád-II-1 reaktortartálya

GF telepítése a Leningrád-II-1-en

VVER-1200 – Fő műszaki paraméterek

A Paksra ajánlott reaktortípus: VVER-1200/V491

Megegyezik a Finnországba, Pyhäjoki telephelyre választott típussal (építteti a Fennovoima Oyj)

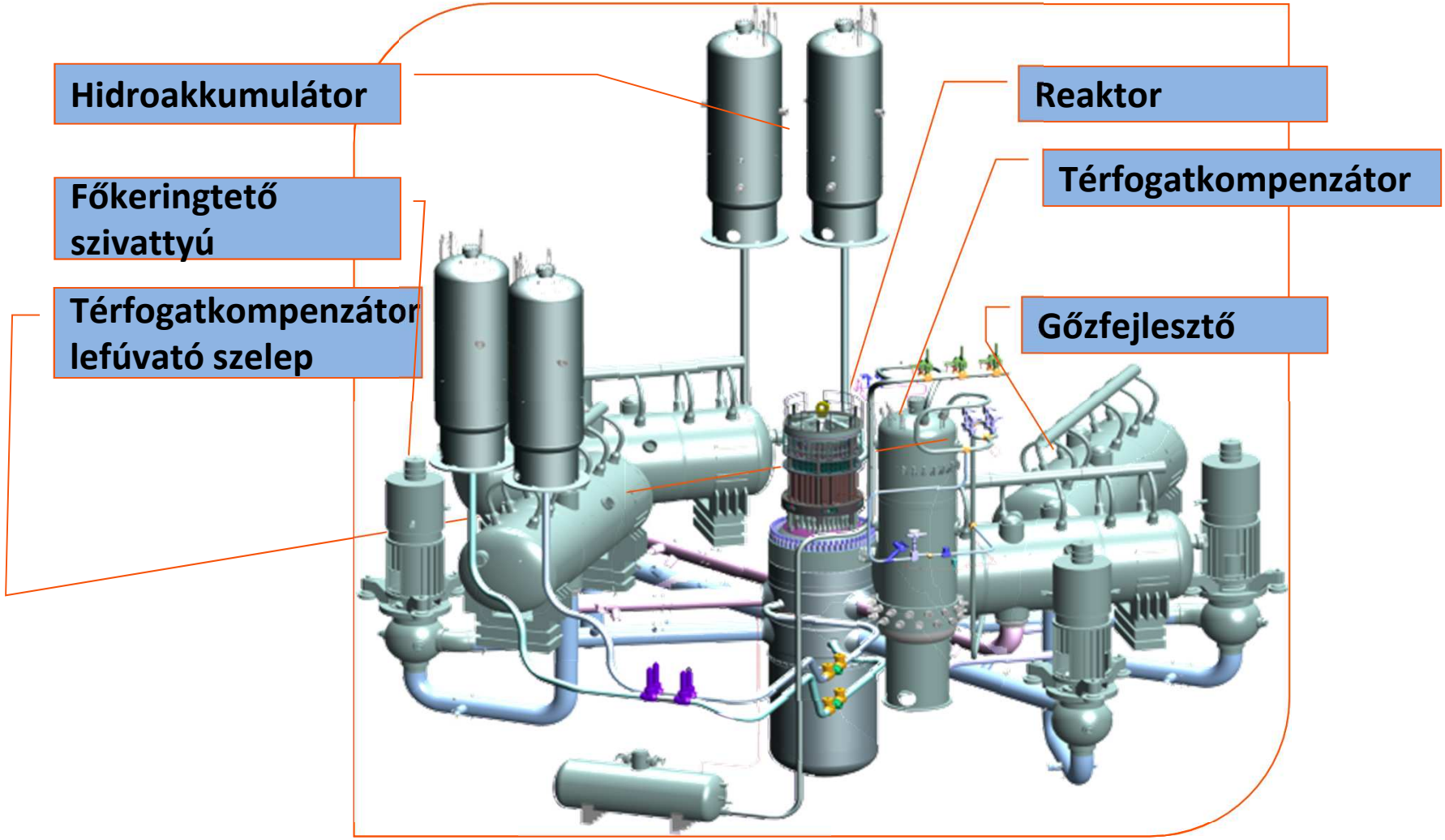
General	
Termikus teljesítmény	3200 MW
Bruttó villamos teljesítmény	1198MW
Nettó villamos teljesítmény	1113 MW
Nettó hatásfok	34,8%
Önfogyasztás	7,1%
Rendelkezésre állás	>90%
Tervezett élettartam	60 év

Primer kör	
Üzemi nyomás	162 bar
Zóna belépő hőmérséklet	298,2 °C
Zóna kilépő hőmérséklet	328,9 °C

Szekunder kör	
Üzemi nyomás	68 bar
Frissgőz hőmérséklet	283,8 °C
Gőz tömegáram	1780 kg/s

Biztonsági paraméterek (PSA szerint)			Hazai törvényi előírások
Zónasérülési gyakoriság (CDF)	$<5{,}94*10^{-7}/y$	<	$10^{-5}/y$
Nagy korai kibocsátás (LRF)	$<2*10^{-8}/y$		$10^{-6}/y$

Nukleáris sziget



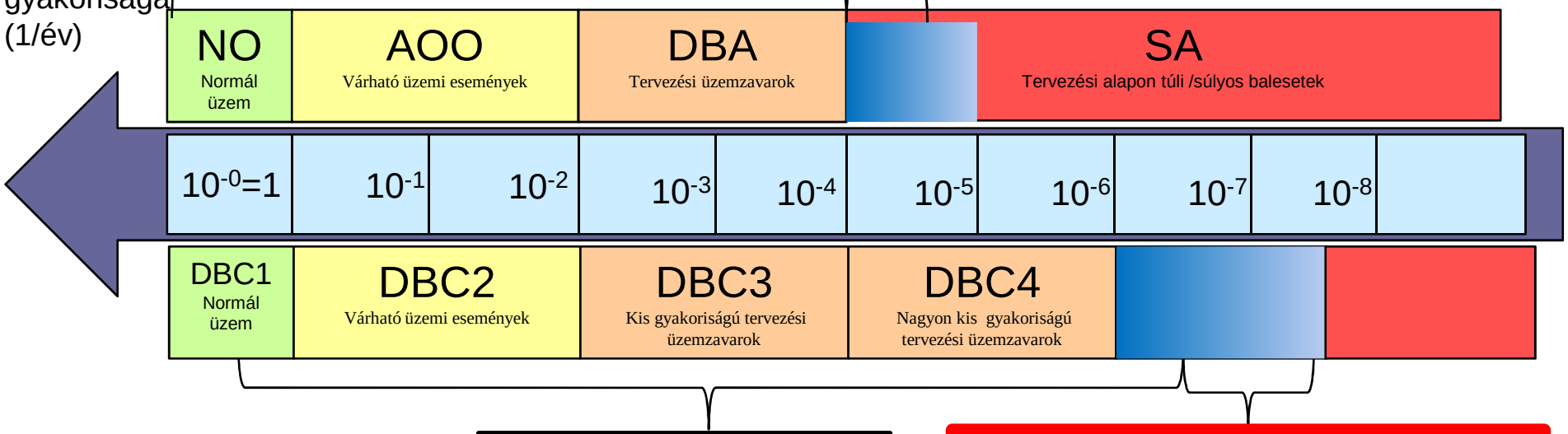
Az új blokkok biztonsága

Már üzemelő reaktorokra

Az adott állapothoz vezető események gyakorisága (1/év)

A reaktort ezekre a kezdeti eseményekre tervezik

A reaktort nem tervezik súlyos balesetekre, de az utólagos biztonságnövelő intézkedések miatt ezek egy részét is képes kezelni



Új reaktorokra

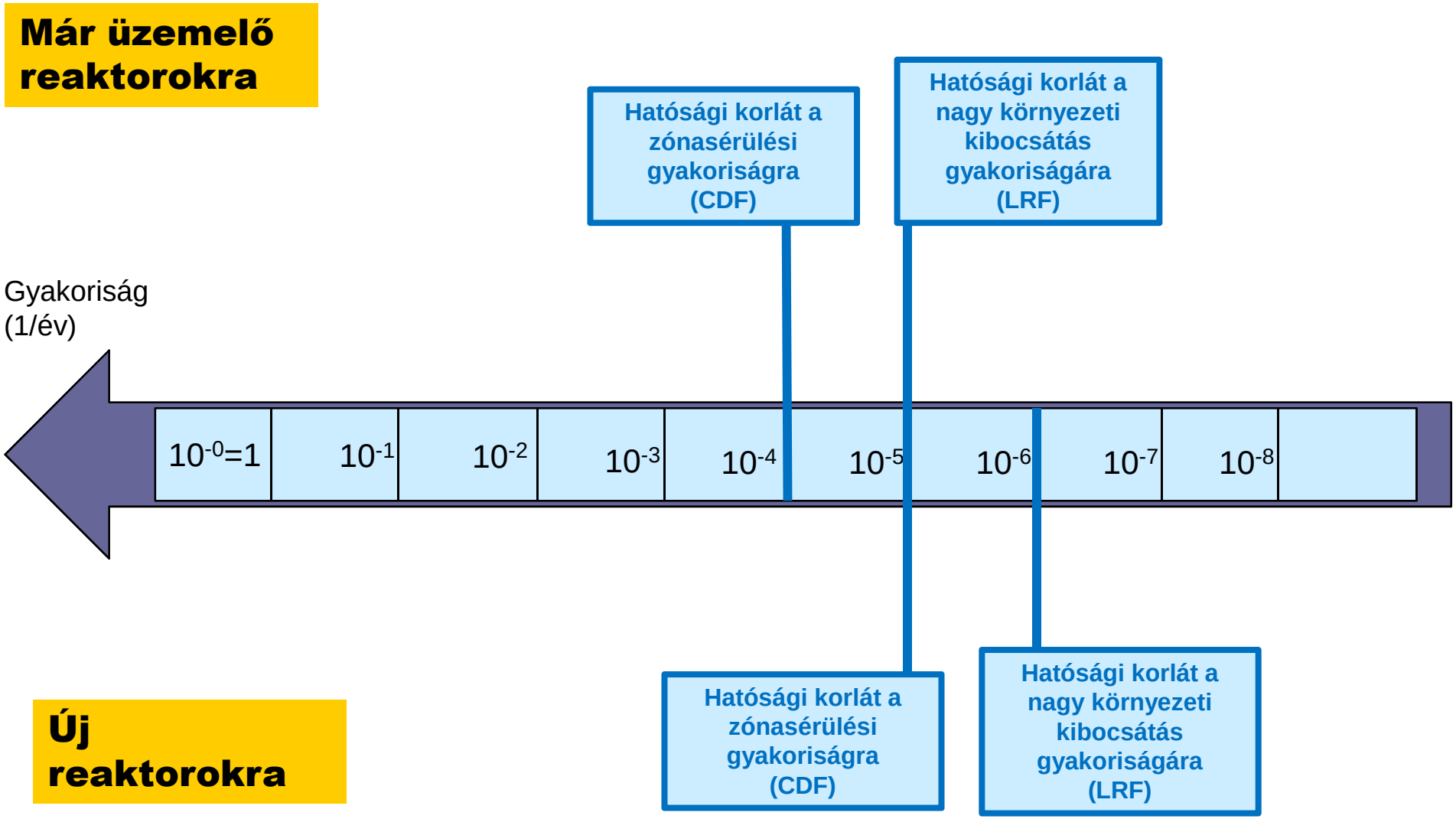
A reaktort ezekre a kezdeti eseményekre tervezik

<u>Tervezési alap kiterjesztése</u>

Követelmények TAK üzemállapotokra is

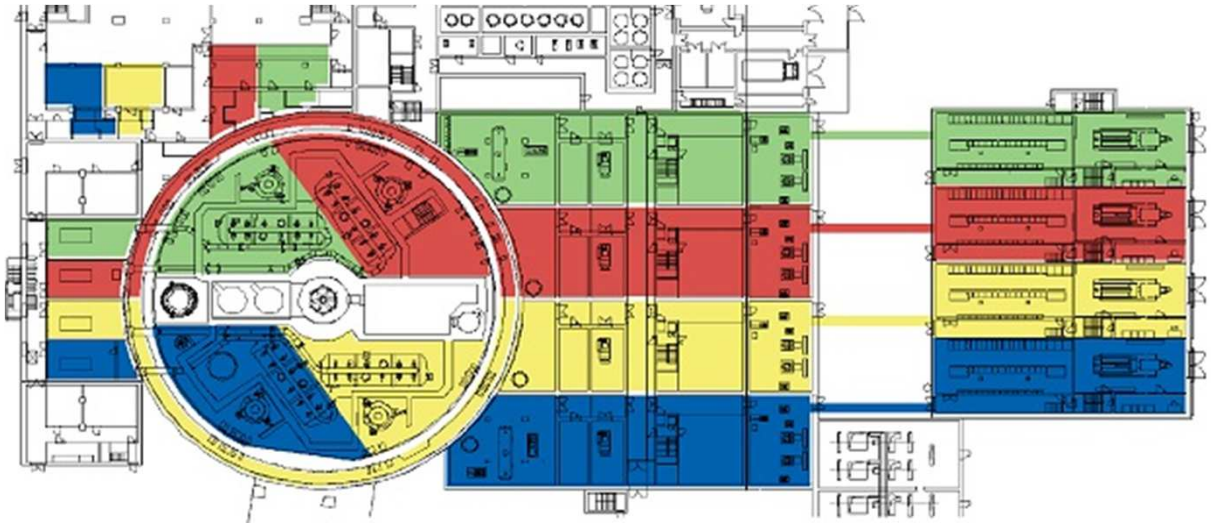
- TAK1-re méretezni kell a reaktort
- TAK2-re is előírások (pl. konténment szerkezeti integritás maradjon meg)

Az új blokkok biztonsága



V491 biztonsági rendszerek

- EUR terminológia, biztonsági filozófia átvétele (DBC1-4, DEC1-2 üzemállapotok)
- Külső események elleni védelem
- Passzív és aktív biztonsági rendszerek
  - Aktív rendszerek tervezési üzemzavarok kezelésére: 4x100%, fizikai szeparáció
  - Passzív (és aktív) rendszerek súlyos balesetek kezelésére



A biztonsági rendszerek négy elkülönülő ága

A VVER-1200 biztonsága Fukushimai tapasztalatok

- A fukushimai baleset tanulságait beépítették a típus terveibe
- Külső veszélyek elleni védettség
  - Szeizmikus ellenállás: 0.25 g maximális talajfelszíni gyorsulás
  - 30 m/s maximális szélsebesség
  - 4.1 kPa hónyomás

  } További követelmények a telephely-specifikus adatok alapján (már rendelkezésre álló adatok + telephely-vizsgálati eredmények)
- Felkészülés súlyos balesetekre
  - Passzív rendszerek alkalmazása
  - A keletkezett hidrogén vagy akár a zónaolvadék kezelése

Fukushima-álló design!

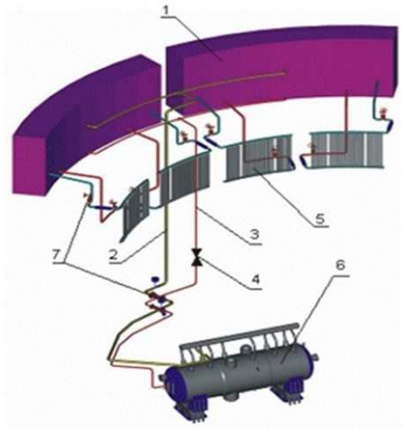
A VVER-1200 biztonsága
Fukushimai tapasztalatok

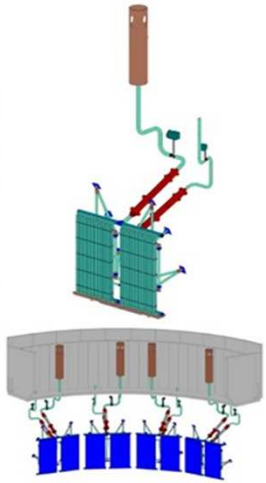
Mi történt Fukushimában?

- Külső villamos betáplálás elvesztése a földrengés miatt
- Teljes feszültségvesztés (SBO) és végső hőnyelő vesztés (LUHS) az elárasztás következtében

Tervezési megoldások a VVER-1200-nél

- Külső veszélyek elleni védelem
- Fizikailag szeparált dízelgenerátorok
- Passzív primerköri hőelvonó rendszer és passzív konténment hűtés





A VVER-1200 biztonsága
Fukushimai tapasztalatok

Mi történt Fukushimában?

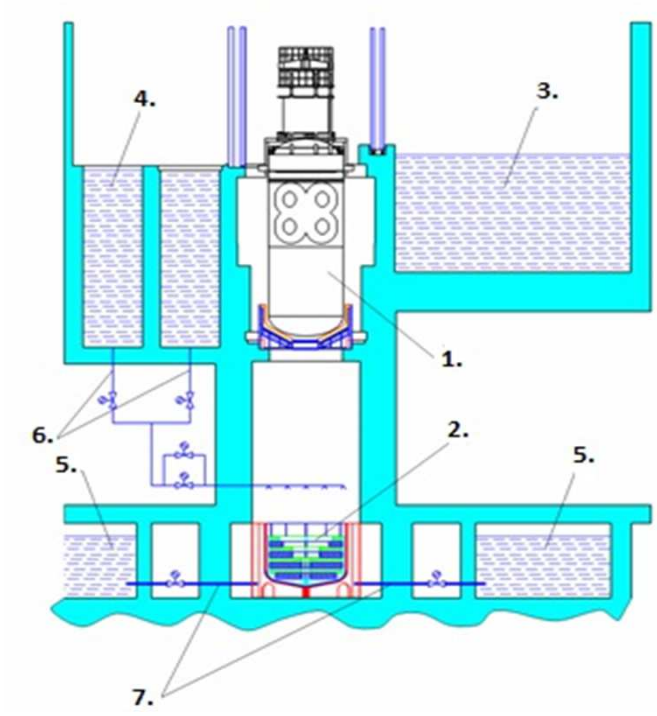
- Zónaolvadás a hűtés megszűnése miatt
- Konténment-épületek sérülése hidrogénrobbanás illetve túlnyomódás miatt

Tervezési megoldások a VVER-1200-nél

- Zónaolvadás megelőzése a passzív rendszerekkel
- Zónaolvadás esetén olvadék kezelése olvadékcsapdával
- Súlyosbaleseti monitorozó rendszerek
- Passzív H-rekombinátorok
- Passzív konténment hűtés

V491 biztonsági rendszerek

- Zónaolvadék-csapda
- Teljes zóna befogadása, kórium lokalizáció
- Tianwan, Kudankulam erőművekben már telepítve
- 150 t tömeg, 6 m magasság
- Al2O3-Fe2O3 keverék olvadó töltet (200 t)
- Dupla falú csapda
- Külső hűtés a ZÜHR tartályokból és befecskendezés a karbantartó medencéből (passzív)
- Kísérleti és numerikus megalapozás

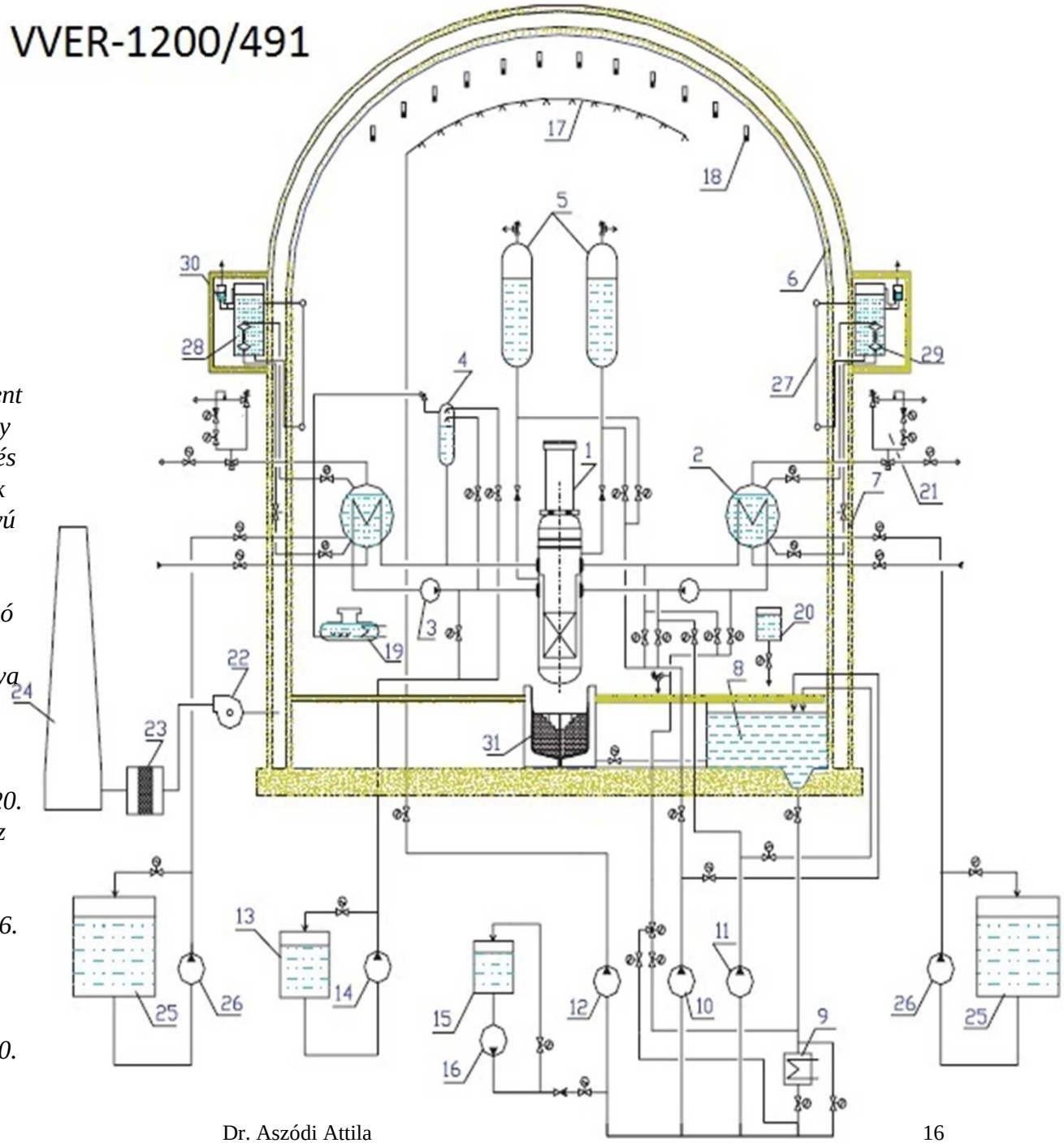


Zónaolvadékcsapda

1. Reaktor 2. Zónaolvadék csapda 3. Pihentető medence 4. Karbantartó medence 5. ZÜHR táptartály 6. Elárasztó vezetékek – olvadék felszínére befecskendezés 7. Csapda hőcserélő tápcsövei 8. Gőzelszívás

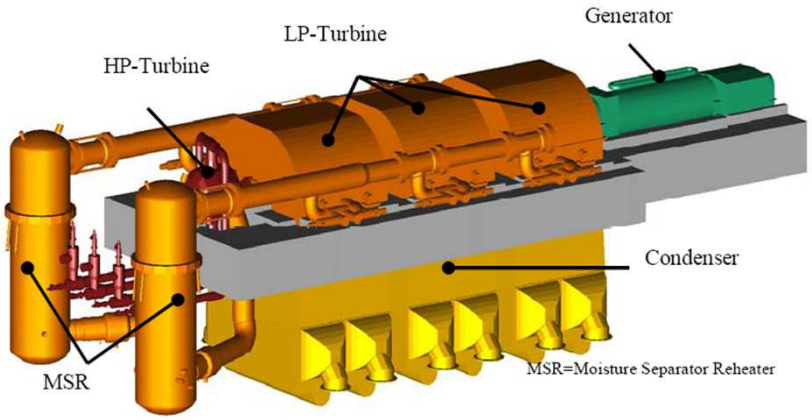
V491 biztonsági rendszerek

1. Reaktor 2. Gőzfejlesztő 3. FKSZ 4. Térfogatkompenzátor 5. Hidroakkumulátorok 6. Belső konténment fal 7. Külső konténment fal 8. Alacsony koncentrációjú bórsav tartály (ZÜHR és zsomp közös táptartály) 9. Hőcserélők 10. Kisnyomású befecskendező szivattyú 11. Nagynyomású befecskendező szivattyú 12. Sprinkler szivattyúja 13. Magas konc. bórsav tartály (vészbórozó rendszer) 14. Üzemzavari bórsav szivattyú 15. Vegyi reagensek táptartálya 16. Vegyi reagensek szivattyúja 17. Sprinkler befecskendezés 18. Passzív hidrogén rekombinátor 19. Térfogatkompenzátor, lefúvató tartály 20. Üzemzavari vegyszertartály 21. Főgőz lefúvató rendszer 22. Köpenytéri ventillátor 23. Szűrő 24. Szellőztető kémény 25. Ioncserélt víz táptartálya 26. Üzemzavari tápszivattyú 27. Passzív remanens hőelvonó rendszer kondenzátora 28. Passzív RHR hőcserélője 29. RHR GF hőcserélője 30. Vízdugó 31. Zónaolvadék csapda



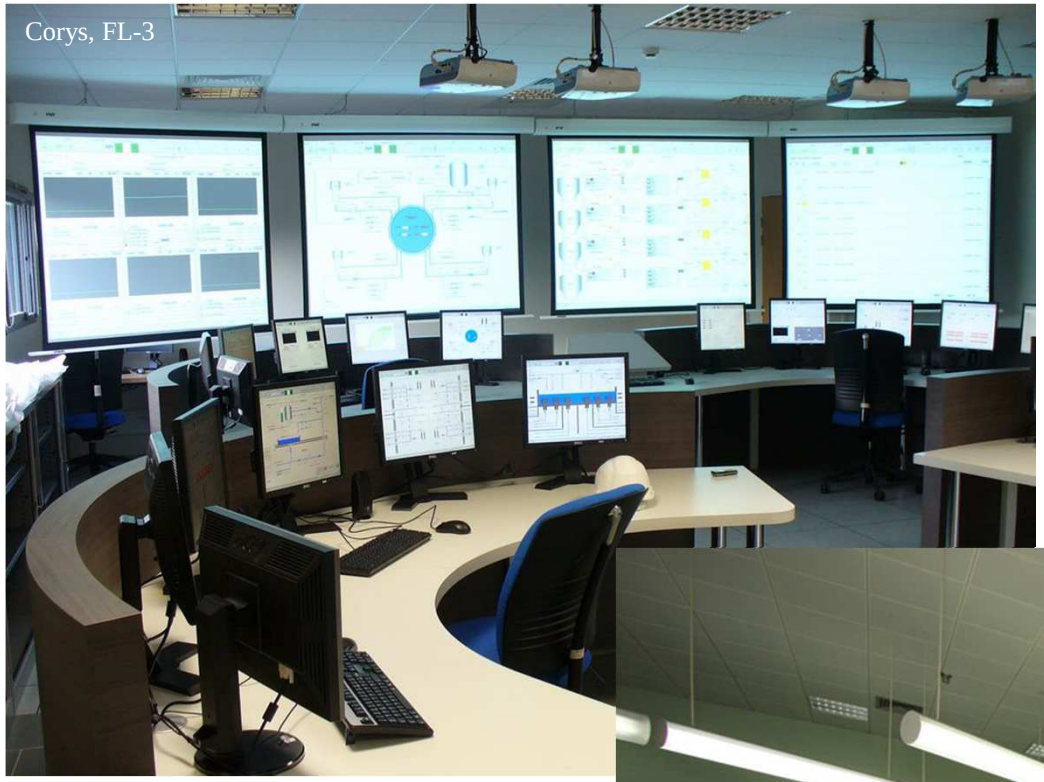
Nyitott kérdések – turbógenerátor

- Turbógenerátor gépcsoport beszállítója?
- Mindenképpen 1500 rpm turbina
- Reális európai lehetőségek:
  - Alstom Arabelle turbina
  - Siemens SST5-9000 turbina



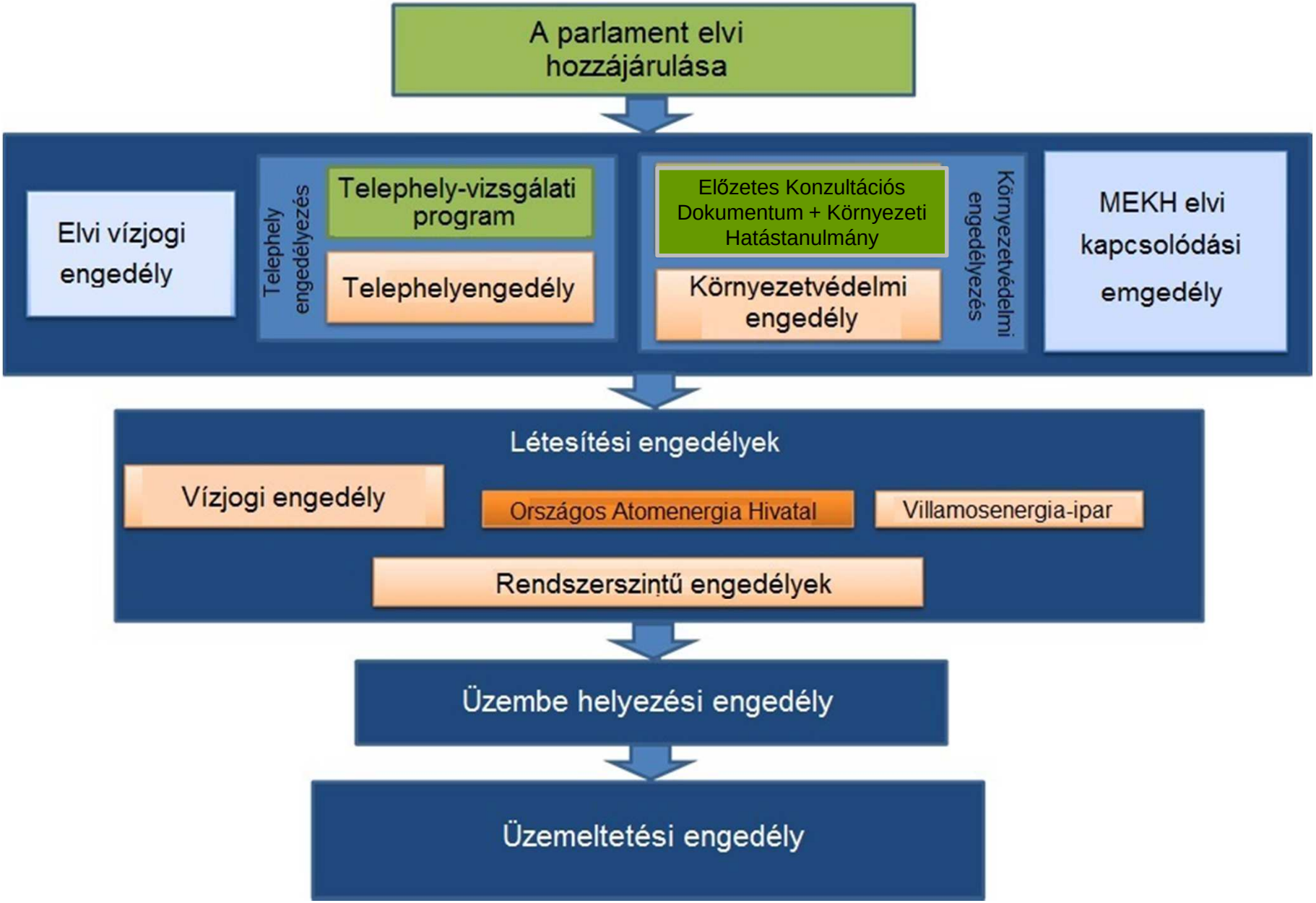
A Siemens (balra) és az Alstom (jobbra) turbinája

Nyitott kérdések - I&C, HMI


Corys, FL-3

Tianwan, Foto: AA

Az engedélyezési folyamat



Engedélyezés

Párhuzamosan zajlik a

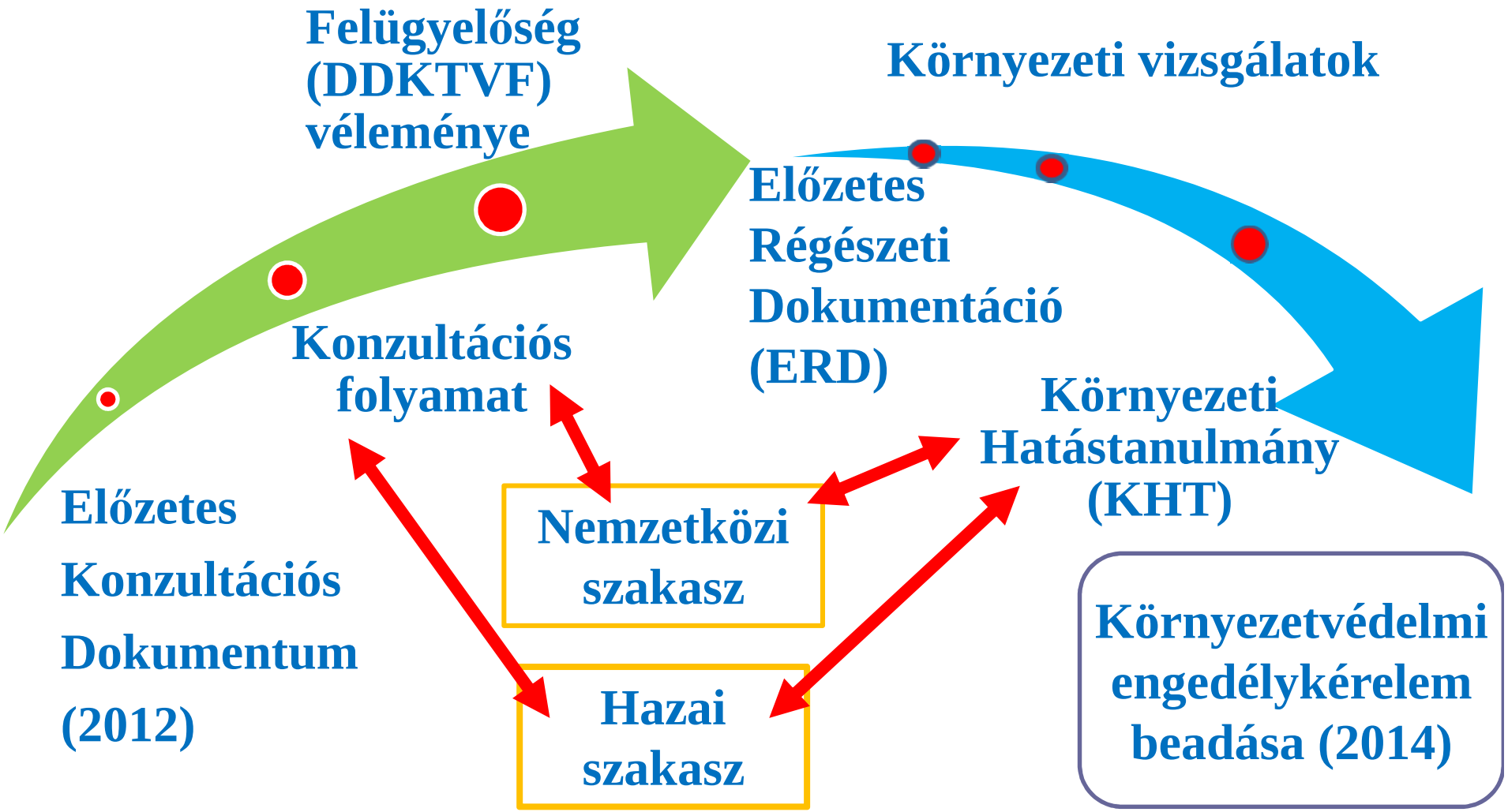
- környezetvédelmi engedélyezés,
- telephely-engedélyezés.

Összesen mintegy 6500 engedély!

Tianwan atomerőmű, Kína, 2015. március
Fotó: Aszódi A.

- Telephely-vizsgálati és értékelési engedély
- Környezetvédelmi engedély
- Telephelyengedély
- Létesítési engedély (OAH, MEKH)
- Építési engedélyek
- Gyártási és beszerzési engedélyek
- Szerelési engedélyek
- Üzembe helyezési engedély
- Üzemeltetési engedély
- Végleges leállítási engedély
- Leszerelési engedély

Környezetvédelmi engedélyezés - áttekintés



Környezeti hatástanulmány (KHT)

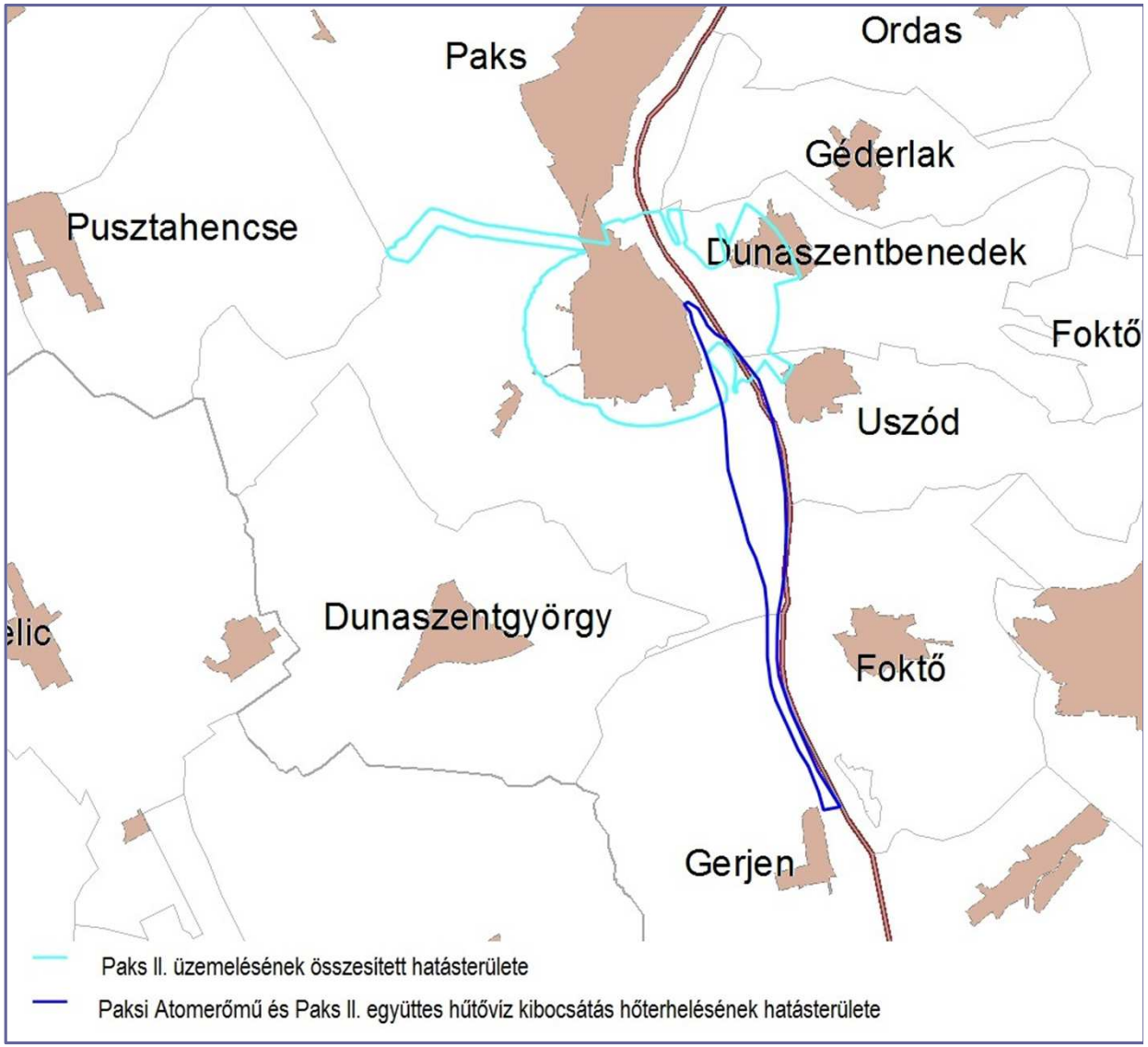
- Az előzetes konzultációs dokumentációt (EKD) 2012. végén benyújtották a hatóságnak
- KHT beadva 2014.12.19.
- A teljes KHT elérhető Paks2 honlapján: mvmpaks2.hu
- Milyen környezeti hatások várhatóak az új blokkoktól?
  - Az építés során: zajterhelés, levegőszennyezés, rezgések
  - Üzemelés során: hőterhelés normál üzemi radioaktív kibocsátás (üzemzavari, baleseti kibocsátást is vizsgálni kell)
- Jelenleg az eljárás nemzetközi szakasza zajlik

KHT fő részei:
- a beruházás alapinformációi (telephely, hűtés, műszaki jellemzők stb.);
- az új blokkok környezeti hatásai;
- a Duna hőterhelésének és vízminőségének vizsgálata;
- földtani vizsgálat;
- levegő vizsgálatok;
- zaj-, és rezgésterhelés vizsgálatok;
- radioaktív hulladékok vizsgálata;
- az élővilág és az ökoszisztéma vizsgálata;
- környezeti sugárzások, a lakosság sugárterhelésének vizsgálata;
- a beruházás társadalmi-gazdasági hatásainak vizsgálata.

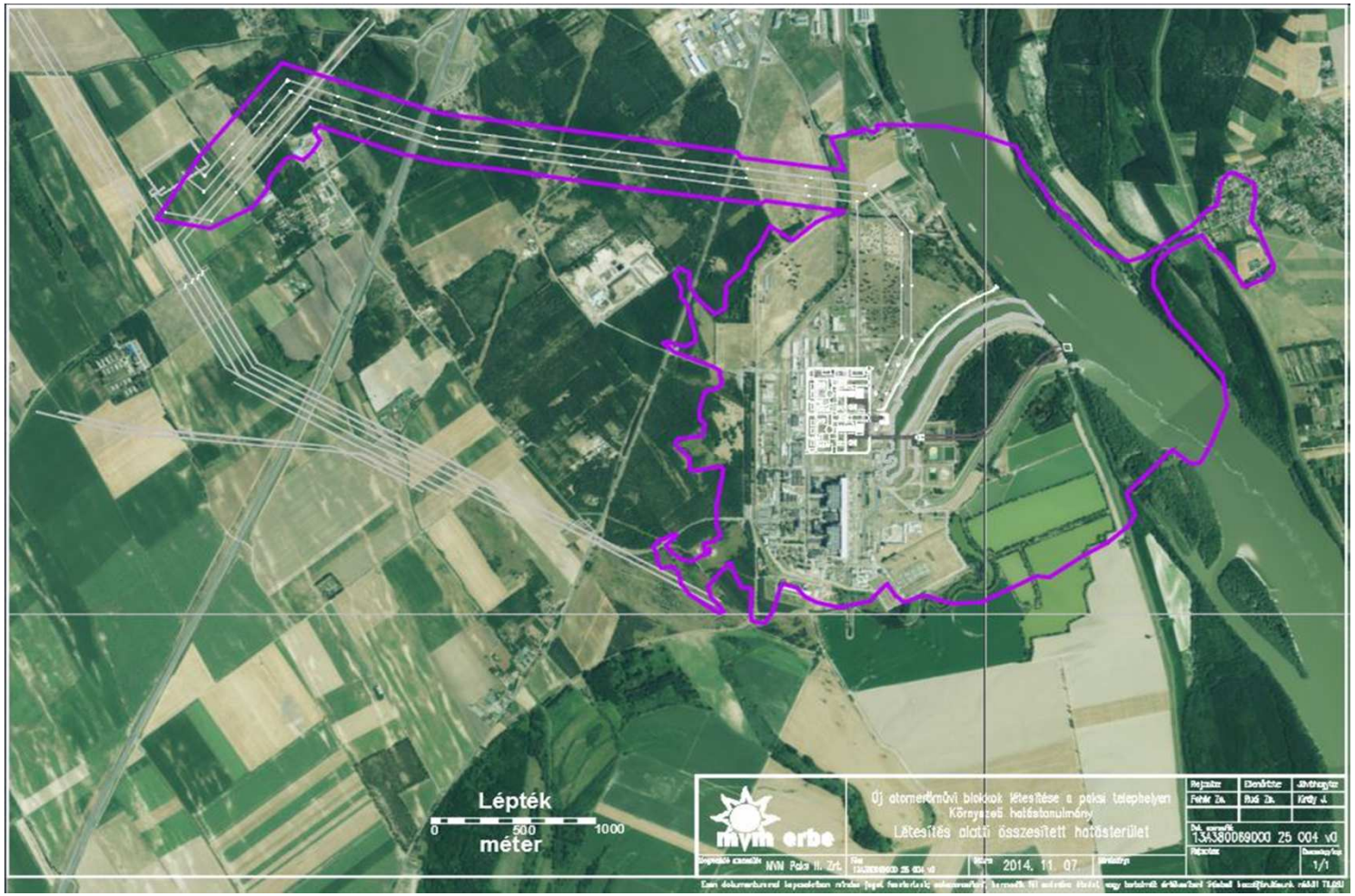
A KHT vizsgálatok terjedelme

A környezeti hatástanulmány a beruházás összes fázisának környezeti hatását vizsgálta :

- Létesítés
- Üzemelés
- Leszerelés



Paks II **létesítésének** összesített hatásterülete



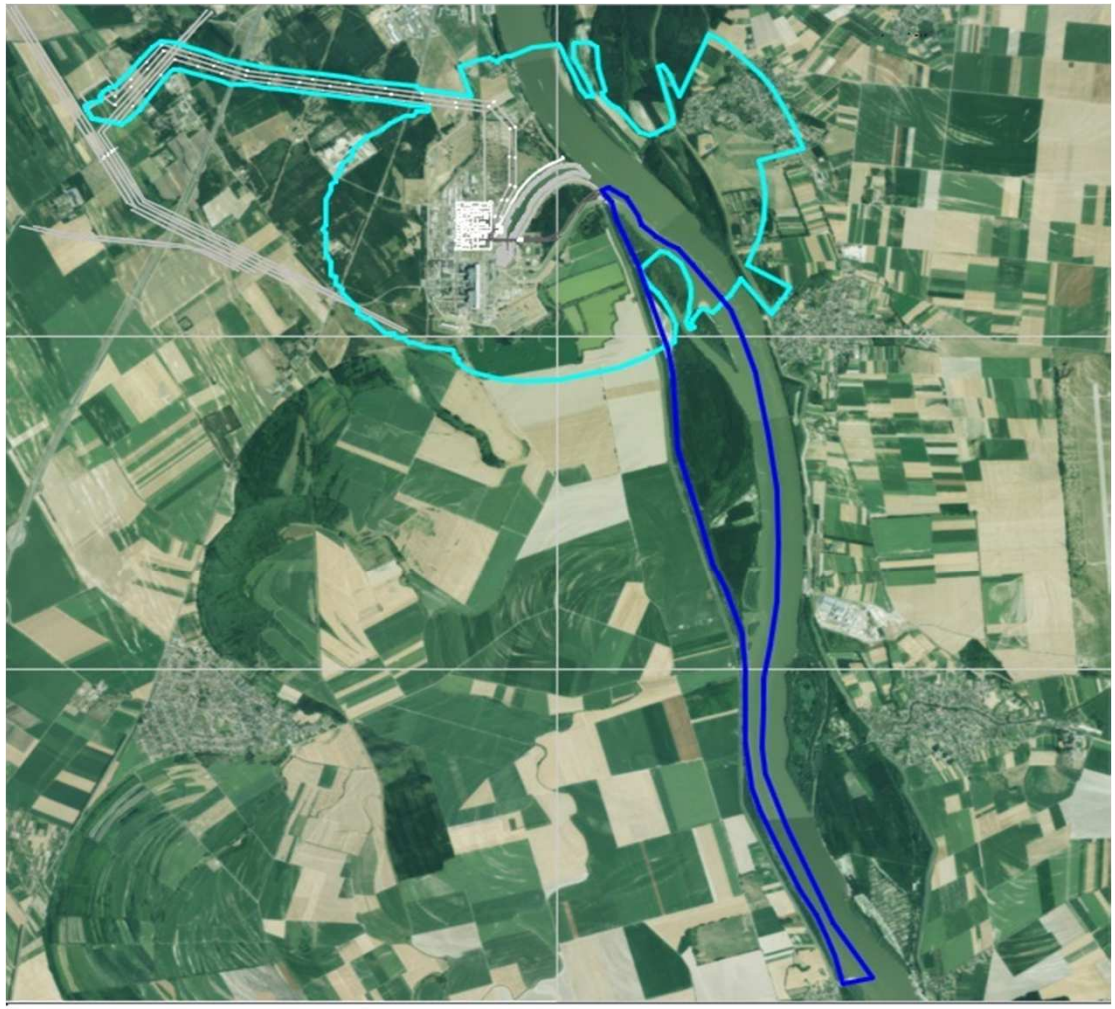
Fő hatások:

- Terület-foglalások;
- Por;
- Zaj;
- Növényzet eltávolítása;
- Munkagödör kialakítása;
- Építkezés.

Az építés környezeti hatásai

Tianwan, Kína, 2015. március
(Fotó: Aszódi Attila)

Paks II **üzemelésének** összesített hatásterülete



Paks II. üzemelésének összesített hatásterülete

Paksi Atomerőmű és Paks II. együttes hűtővíz kibocsátás hőterhelésének hatásterülete

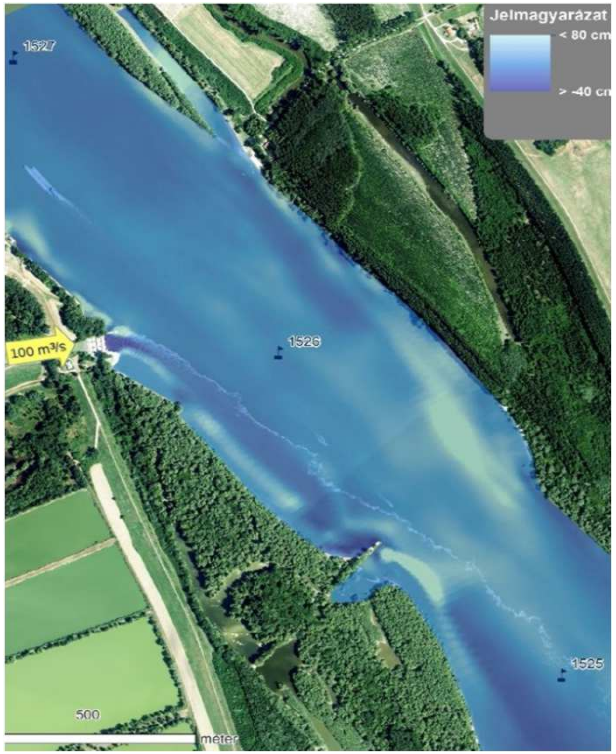
Fő hatások:

- Hőcsóva hatásai;
- Biztonsági hűtés;
- Dízel generátorok próbái (~10 óra/hónap);
- Szelep próbák, szelep működések.

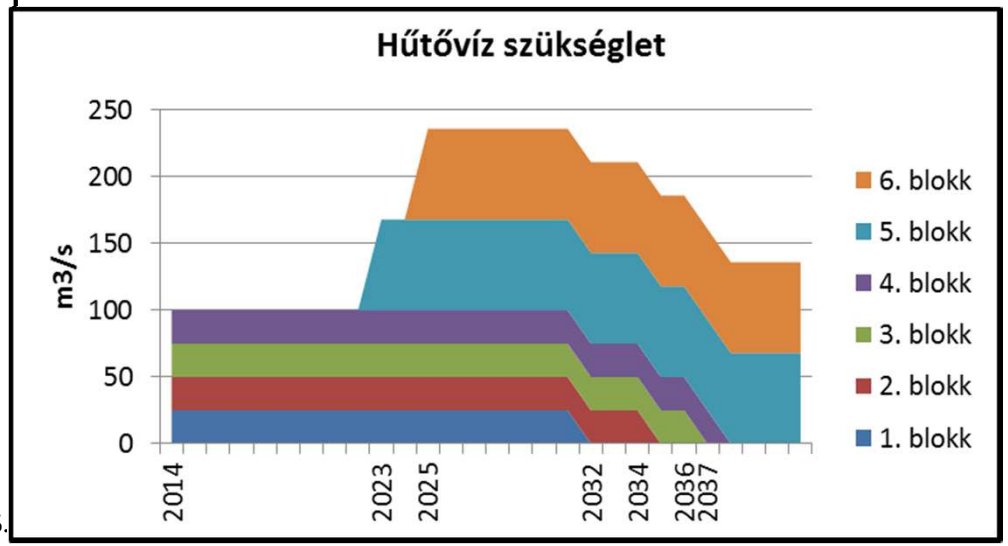
Az új blokkok hatása a Dunára

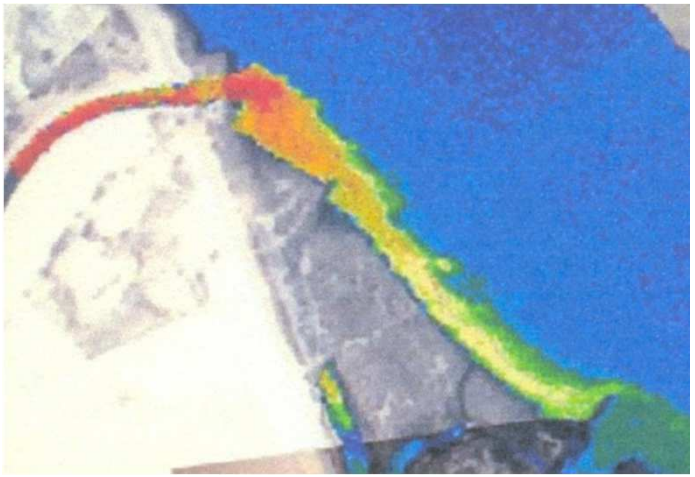
Az új blokkok üzemelésének környezeti hatásai

- Vízkivételi mű: áramlási térre dunai mederre gyakorolt közvetlen hatása nincs
- A legjelentősebb hatás a Duna hőterhelése, de a határértékeknek megfelel
- Az új blokkok hatása nem okoz változást a vizek minőségi állapotában és nem okoz kárt sem a természetes rendszerekben, sem a vízkitermelésre használt rétegekben
- Nem radioaktív hulladékok: csekély mennyiségű ipari hulladék keletkezése várható

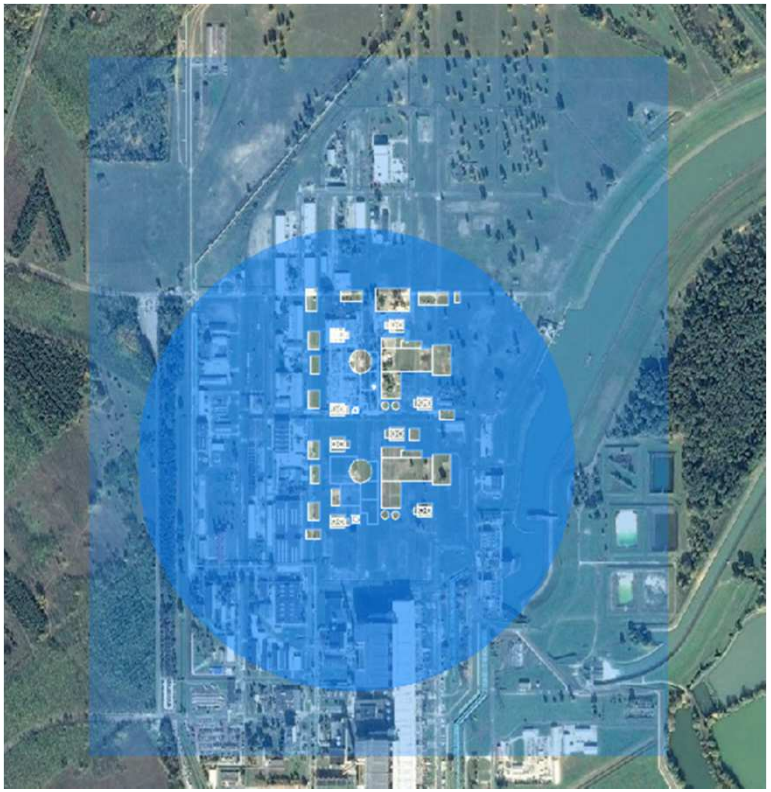


Modellvizsgálatok eredményei
A blokkok együttes üzemének hatása a Duna meder morfológiájára
Forrás: MVM ERBE





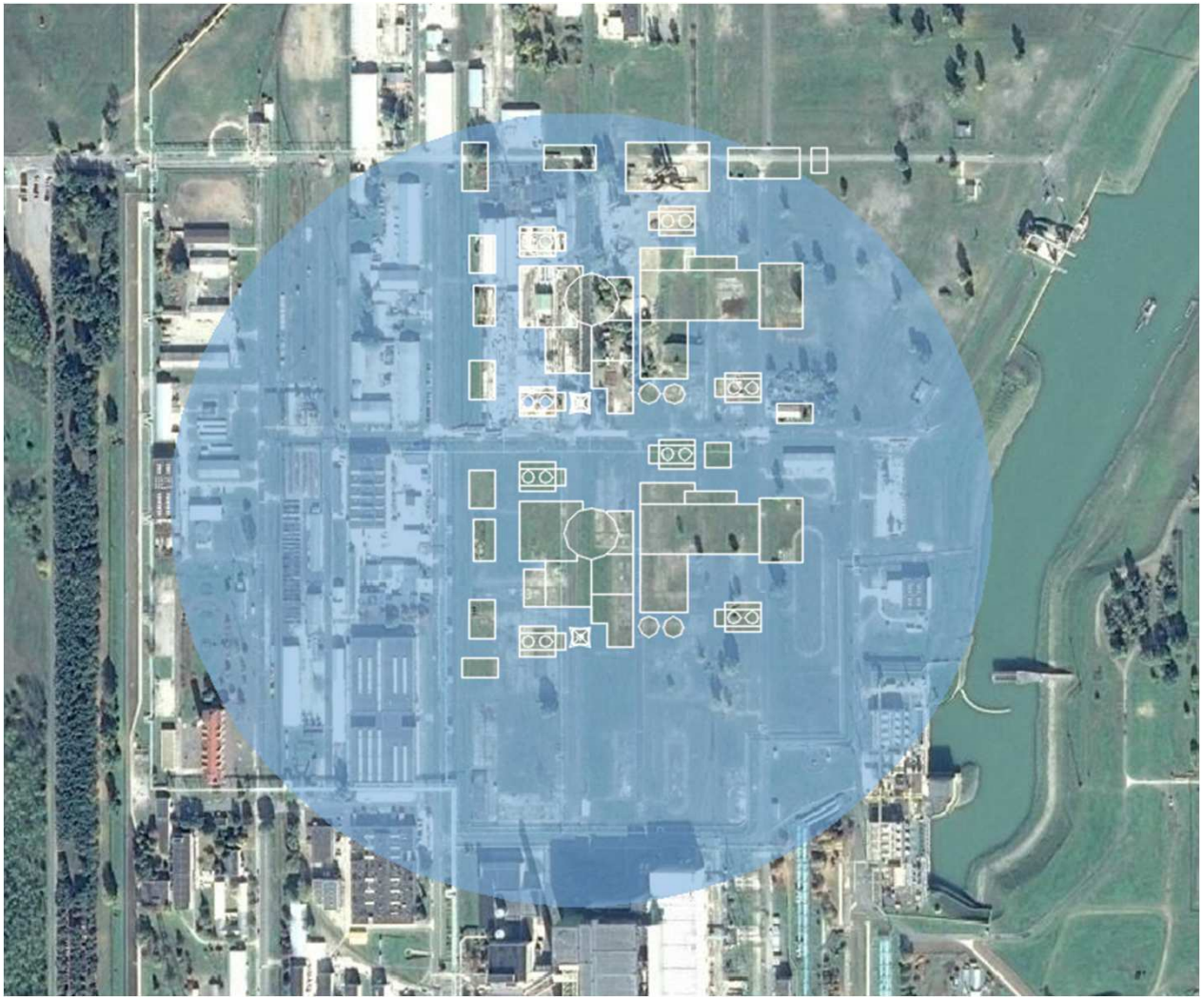
KÖRNYEZETI RADIOAKTIVITÁS - A TELEPHELY KÖRNYEZETÉBEN ÉLŐ LAKOSSÁG SUGÁRTERHELÉSE



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

KÖRNYEZETI RADIOAKTIVITÁS - A TELEPHELY KÖRNYEZETÉBEN ÉLŐ LAKOSSÁG SUGÁRTERHELÉSE

Tervezési üzemállapotok hatásterülete



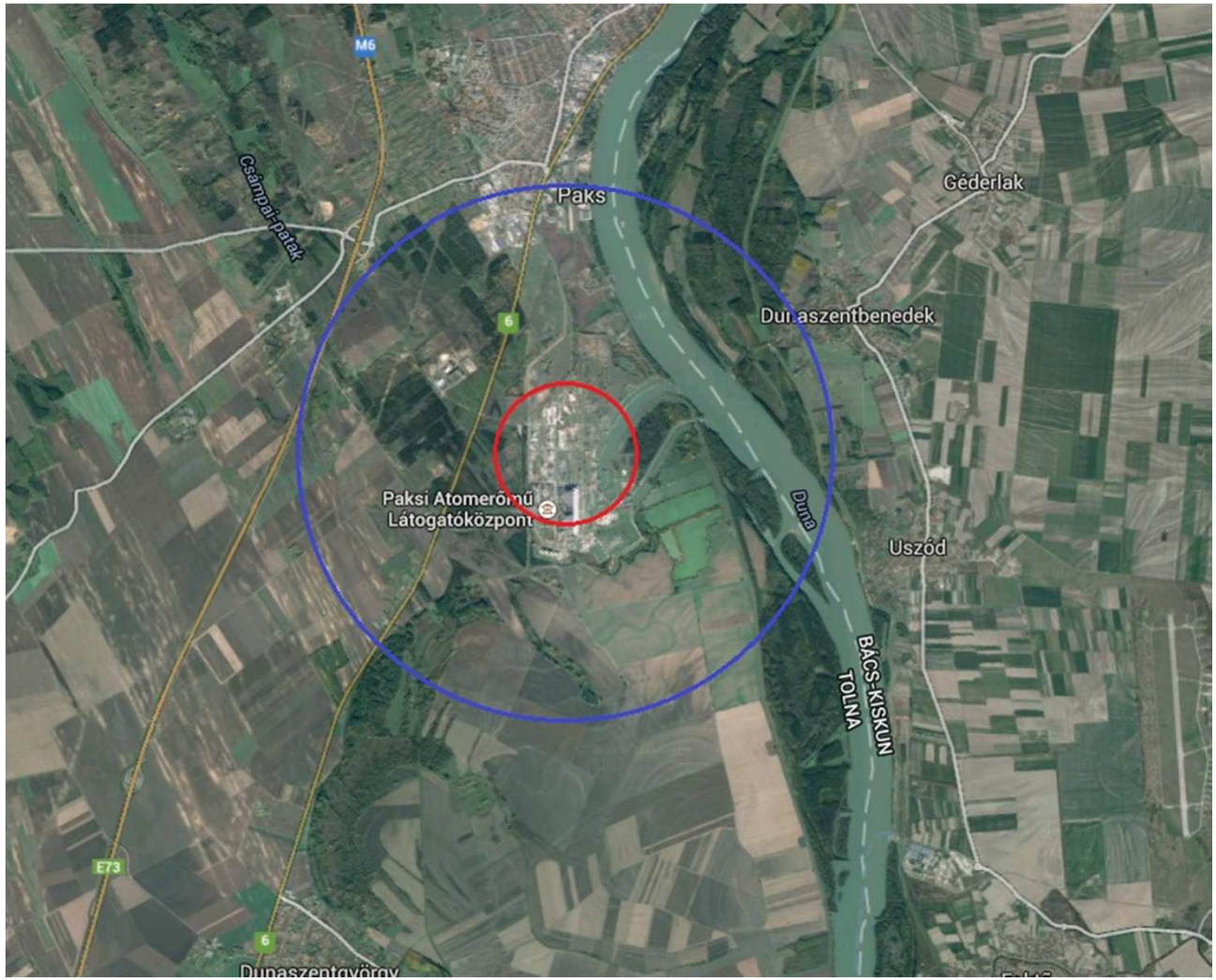
TA4

500 m hatásterület

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

KÖRNYEZETI RADIOAKTIVITÁS - A TELEPHELY KÖRNYEZETÉBEN ÉLŐ LAKOSSÁG SUGÁRTERHELÉSE

Tervezési alap kiterjesztésébe tartozó állapotok hatásterülete

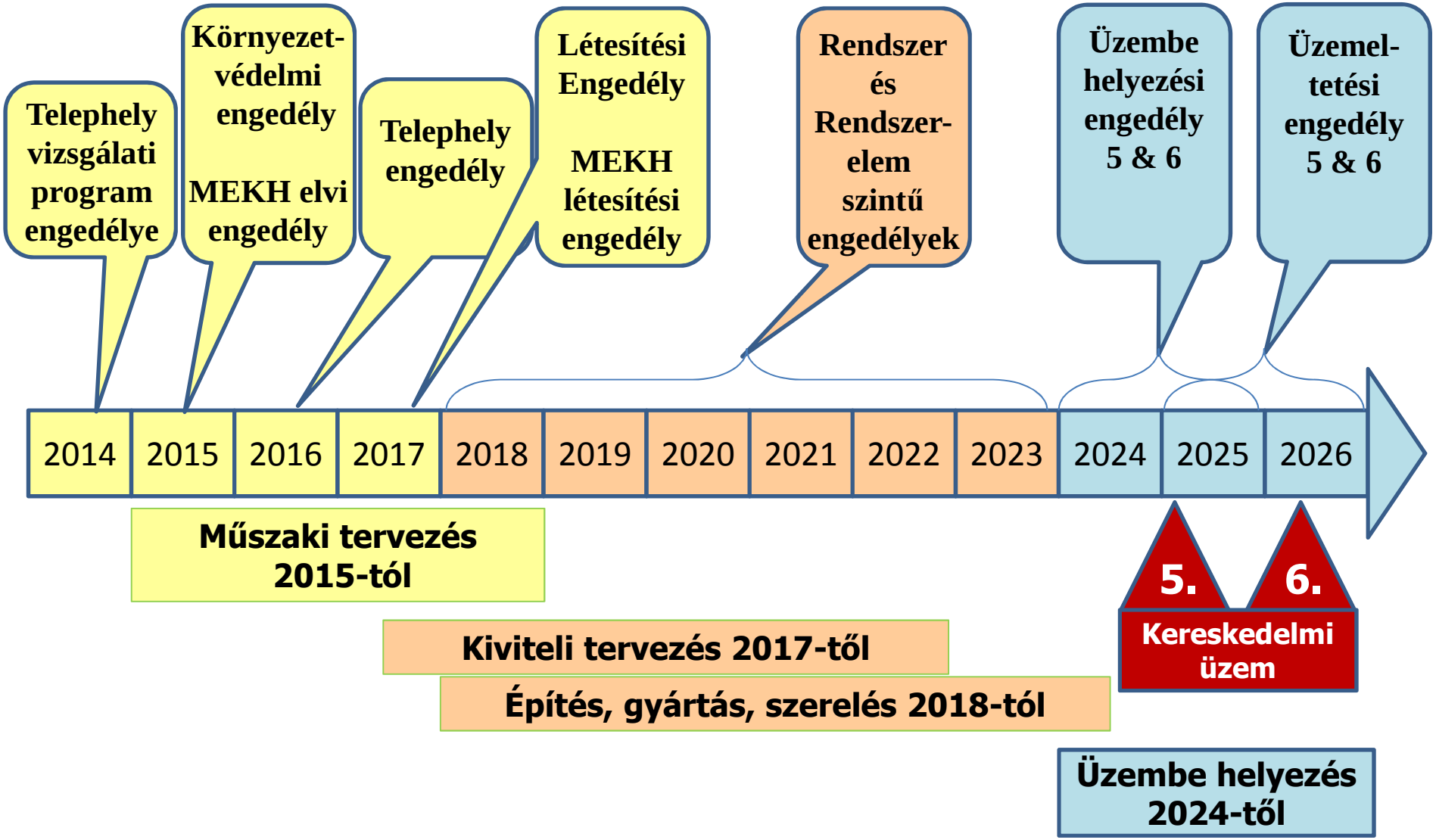


TAK1-2

(NBSZ szerint)

- **800m**-en túl nincs sürgős óvintézkedés
- (**3000m**-en túl nincs ideiglenes áttelepítés)
- **800m**-en túl nincs késői végleges áttelepítés

Tervezett ütemterv a Paks-2 projekthez



KÖSZÖNÖM FIGYELMÜKET!