



**MVM PAKS II. ZRT.**

**ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK LÉTESÍTÉSE  
A PAKSI TELEPHELYEN**

***KÖRNYEZETI HATÁSTANULMÁNY***

**MVM Paks II. Zrt szerződésszám: 4000018343**

**MVM ERBE Zrt szerződésszám: 13A380069000**



## AZ ENGEDÉLYKÉRŐ ADATAI

Az Engedélykérő megnevezése:	MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság
Az Engedélykérő hivatalos rövidítése:	MVM Paks II. Zrt.
Az Engedélykérő székhelye:	7030 Paks, Gagarin u. 1-3. 302/B
Az Engedélykérő cégjegyzék száma:	17-10-001282
Az Engedélykérő adószáma:	24086954-2-17
Az Engedélykérő statisztikai számjele:	24086954-4222-114-17
Az Engedélykérő vezetője:	Nagy Sándor - vezérigazgató
Az Engedélykérő kapcsolattartója:	Puskás László - engedélyezési és nukleáris biztonsági osztályvezető
Az Engedélykérő kapcsolattartójának elérhetősége:	+36 75 503 730

## A TERVEZETT TEVÉKENYSÉG ADATAI

A tervezett atomerőmű megnevezése:	Paks II. Atomerőmű
A tervezett atomerőmű rövid neve:	Paks II.
A tervezett tevékenység:	kettő, III.+ generációs, nyomottvizes atomerőművi blokk létesítése és üzemeltetése
A tervezett tevékenység célja:	közcélú villamosenergia-termelés
A tervezett atomerőmű bruttó villamos teljesítménye:	blokkonként maximum 1 200 MW <sub>e</sub>
A tervezett atomerőmű bruttó termikus teljesítménye:	blokkonként maximum 3 200 MW <sub>th</sub>
A tervezett atomerőmű telepítési területe:	a Paksi Atomerőmű telephelye
Az új blokkok kereskedelmi üzemének tervezett kezdete:	2025 - Paks II. Atomerőmű 1. blokk, 2030 - Paks II. Atomerőmű 2. blokk
Az új blokkok tervezett élettartama:	legalább 60 év

## A TERVEZETT TELEPÍTÉSI TERÜLET ADATAI

A tervezett telepítési terület helyrajzi száma:	Paks 8803/15
A tervezett telepítési terület tulajdonosa:	MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

## A KÖRNYEZETI HATÁSTANULMÁNY KÉSZÍTŐINEK (TERVEZŐK) ADATAI

A tervezett atomerőművi blokkok környezeti hatástanulmányát az MVM ERBE Zrt. állította össze.

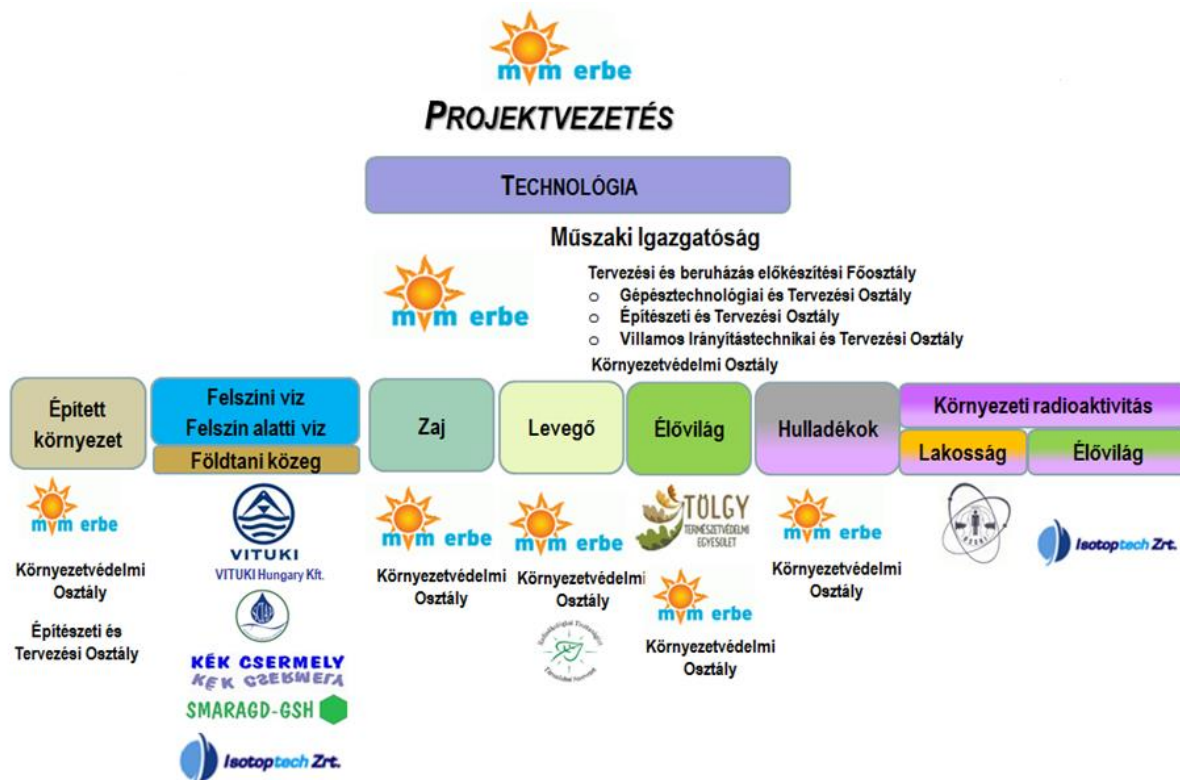
Tervező megnevezése:	MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság
Tervező hivatalos rövidítése:	MVM ERBE Zrt.
Tervező székhelye:	1117 Budapest Budafoki út 95.
Tervező cégjegyzék száma:	01-10-045821
Tervező vezetője:	Dohán Farkas - vezérigazgató

A tervezett atomerőművi blokkok környezeti hatásvizsgálatának és az engedélyeztetésnek a műszaki feltételrendszerét a legnagyobb környezeti terhelést okozó maximális környezeti kibocsátások értékeit alapul véve kidolgozott műszaki alapadatok és műszaki megoldások adják, amik a blokkok szállítójának előzetes adatszolgáltatásain, már épülő erőművek publikált adatain, illetve nyilvános adatbázisok és prezentációk, valamint már megvalósult hasonló blokkok referenciaadatain alapulnak. A telepítési helyszínrajzon az épületek és építmények elhelyezése technológiai megfontolások alapján, a lehető legnagyobb helyigényű technológiai egységek figyelembe vételével történt. A műszaki alapadatokat az MVM ERBE Zrt. (ERBE) dolgozta ki.

Atomerőmű környezeti hatásvizsgálata igen sok szakterületet felölelő, rendkívül összetett feladat, amelynek végrehajtásához széles szakmai együttműködés szükséges.

Ennek érdekében az ERBE szakmailag elismert, megfelelő referenciákkal rendelkező, minősített szakmai alvállalkozókat vont be a környezeti hatásvizsgálati program kidolgozásába és a környezeti hatástanulmány összeállításába.

A szakterületenként együttműködő szakmai szervezetek rendszere az alábbiak szerint alakult.



A tervezett atomerőművi blokkok környezeti hatásvizsgálatának kidolgozásában és a hatástanulmány összeállításában az egyes szakmai szervezetek részéről közreműködő szakértők az alábbiak voltak:



## **MVM ERBE Zrt.**

### **Műszaki Igazgatóság**

- **Környezetvédelmi Osztály**
  - Rudi Zsuzsanna – osztályvezető*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 13-8475*  
*Szakértői engedélyek:*  
*SzKV-1.1; SzKV-1.2; SzKV-1.3, SzKV-1.4 (érvényesség: határozatlan ideig)*
  - Fehér Zsófia – környezetvédelmi szakértő*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 13-11655*  
*KB-T; SzKV-1.1; SzKV-1.2; SzKV-1.3 (2018.11.29.)*  
*SzKV-1.4 (2018.03.27.)*  
*Sz-010/2010: SzTjV, SzTV (visszavonásig)*
  - Tóth Benedek – környezetvédelmi szakértő*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 13-14747*  
*SzKV-1.1; SzKV-1.2; SzKV-1.3 (2018.03.28.)*
  - Pintér Dávid – környezetvédelmi szakértő*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 07-51764*  
*SzKV-1.1; SzKV-1.2; SzKV-1.3 (határozatlan ideig)*
- **Tervezési és beruházás előkészítési Főosztály**
  - Kovács Gábor – főosztályvezető*
  - Gépészmérnöki és Tervezési Osztály**
    - Kottner György – osztályvezető*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-63942*  
*ME-ENI, BB*
    - Tajti Tivadar – gépész vezető szakértő*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-64755*  
*SzÉM 6 (2017.08.01); NSZ-4.2; NSZ-10.1.*
    - Solcz Attila – gépész vezető szakértő*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-13485*  
*GP-T*
    - Tóth Attila – gépész szakértő*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-10925, 01-50634*  
*MV-ÉG; ME-G; TÉ; G; NSZ-4.3; ME-EN; ME-EN-VE*
    - Kiss Gábor Péter – gépész szakértő*
    - Hunyadi Mátyás – gépész szakértő*
    - Pintér Mátyás – gépész szakértő*
  - Villamos Irányítástechnikai és Tervezési Osztály**
    - Kökény László – osztályvezető helyettes*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-8103, 01-64952*  
*SzÉM 6, NSZ-8.1, EN-HÓ, EN-VI, EN-ME (érvényesség: 2015. 02. 16.)*
    - Lengyel Gábor – villamos vezető szakértő*
  - Építészeti és Tervezési Osztály**
    - Ligeti Szilvia – építészeti és engedélyeztetési szakértő*  
*Építész Kamarai nyilvántartási szám: É 01-4151*
    - Lepp-Gazdag Attila - tartószerkezeti szakértő, nukleáris szakértő*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 13-12800, 13-50657*  
*NSz 7; T, ME-É, ME-M, TÉ*
    - Sárosi Zita – építész szakértő*  
*Építész Kamarai nyilvántartási szám: É 01-1827*
- **Atomerőművi Főmérnökség**
  - Gépészmérnöki Osztály**
    - Müller Zója – gépész vezető szakértő*  
*Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 13-63726*  
*NSz 4.2, NSz 5.1, NSz 5.2, NSz 6*  
*OSSKI-2012-Á-3377-09*

	<p><b>VITUKI Hungary Kft.</b> Szél Sándor – ügyvezető, okl. építőmérnök, tudományos főmunkatárs Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-11986 VZ-TEL, VZ-TER, VZ-VKG, KB-T (2017.02.09.), SZÉM3, NSz 7. (2017.04.10.) SzVV-3.1, SzVV-3.2, SzVV-3.3, SzVV-3.4, SzVV-3.5, SzVV-3.6, SzVV-3.7, SzVV-3.9, SzVV-3.10, SzKV-1.1; SzKV-1.2; SzKV-1.3; SzKV-1.4 (2017.02.09.) dr. Zsuffa István – PhD, okl. építőmérnök, tudományos tanácsadó dr. Galambos István – PhD, okl. építőmérnök, tudományos főmunkatárs Kránitz Gábor, okl. építőmérnök, tudományos munkatárs Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-15089 VZ-TEL, VZ-TER, VZ-VKG, KB-T (2019.02.11.) Liczkó Béla, okl. építőmérnök, tudományos főmunkatárs Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-9488 VZ-Sz, SzVV-3.1, SzVV-3.5 (2016.03.31.) Szalavári Károly – okl. gépészmérnök, tudományos munkatárs</p>
	<p><b>Isotoptech Zrt.</b> Veres Mihály – elnök, vezérigazgató Mérnök Kamarai regisztrációs száma: 09-51745 NSz 10.1, NSz 10.2, NSz 10.3, NSz 11 Hajnal Andor – tudományos munkatárs dr. Dezső Zoltán – tudományos főmunkatárs, dr. univ. fizika Czébely Andrea – tudományos munkatárs Mérnök Kamarai regisztrációs száma: 09-1118 SzKV-1.3 (2018.07.25.) dr. Rinyu László – műszaki igazgató, PhD fizika Orsovszki Gergely – tudományos munkatárs Bihari Árpád – tudományos munkatárs Janovics Róbert – tudományos munkatárs dr. Futó István – minőség- és környezetirányítási vezető</p>
	<p><b>Kék Csermely Kft</b> Maján György – ügyvezető Mérnök Kamarai regisztrációs száma: 01-3036 SzKV-1.1; SzKV-1.3; VZ-T (2018.08.22.) Nagy Péter – ügyvezető Gulyás Pál - Biológiai tudományok kandidátusa</p>
	<p><b>Smaragd GSH Kft.</b> Gondár Károly – ügyvezető Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 13-8288 VZ-T, SzKV-1.1; SzKV-1.3, SzVV-3.1, SzVV-3.9, SzVV-3.10 (2019.02.24.) Gondárné Sóregi Katalin – ügyvezető helyettes Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 13-8286 VZ-T, SzKV-1.1; SzKV-1.3, SzVV-3.1, SzVV-3.9, SzVV-3.10 (2019.02.24.) Kun Éva – projektmérnök Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 01-10911 VZ-T, SzKV-1.3, SzVV-3.9, SzVV-3.10 (2019.02.24.) Weiser László – projektmérnök Könczöl Nádorné – térinformatikus</p>

	<p><b>SCIAP Kutatás-Fejlesztési és Tanácsadó Kft</b></p> <p>Halasi-Kovács Béla – ügyvezető, természetvédelmi szakértő Sz-002/2013 SZTV élővilágvédelem</p> <p>Németh József – hidrobiológus dr Borics Gábor - ökológus dr. Lukács Balázs András – természetvédelmi szakértő Sz-029/2008: SzTjV, SzTV (2013.07.02., hosszabbítás folyamatban)</p> <p>dr. Deák Csaba – ökológus</p>
	<p><b>Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Sugáregészségügyi Főosztály Fülöp Nándor – főosztályvezető</li><li>○ Atomerőműi-, Munkahelyi- és Orvosi Sugárvédelmi, Sugárbiztonsági Osztály Juhász László – osztályvezető Salik Ádám – kutató Lajos Máté – kutató Motoc Anna Mária – kutató</li><li>○ Lakossági és Környezeti Sugáregészségügyi Osztály Szabó Gyula – osztályvezető Homoki Zsolt – kutató Kövendiné Kónyi Júlia – kutató<ul style="list-style-type: none"><li>• Környezeti Modellezési és Dozimetriai Csoport Glavatszkih Nándor- csoportvezető, főtanácsos</li></ul></li><li>○ Sejt- és Immun-Sugarbiológiai Osztály Dr. Lumniczky Katalin – osztályvezető</li></ul>
	<p><b>Tölgy Természetvédelmi Egyesület</b></p> <p>dr. Bakonyi Gábor Élővilágvédelem szakértői engedélyének száma: Sz-018/2013: SzTV</p> <p>dr. Oertel Nándor – Sz-023/2013: SzTV</p> <p>dr. Nosek János</p> <p>dr. Szövényi Zsolt Gergely – Sz-015/2013: SzTV</p> <p>Kovács Tibor – Sz-014/2013: SzTV</p> <p>Peregovits László – Sz-024/2013: SzTV</p> <p>Szabóki Csaba</p> <p>dr. Hornung Erzsébet – Sz-011/2013: SzTV</p> <p>Fülöp Dávid – Sz-068/2013: SzTV</p> <p>dr. Erős Tibor – Sz-022/2013: SzTV</p> <p>Sály Péter</p> <p>Dr. Kiss István – Sz-006/2013: SzTV</p> <p>Dr. Mátrai Norbert – Sz-017/2013: SzTV</p> <p>Dr. Altbäcker Vilmos</p>
	<p><b>Radioökológiai Tisztaságért Társadalmi Szervezet</b></p> <p>Kovács Tibor Reg. szám: 19/1005 SzKV-1.1; SzKV-1.2; SzKV-1.3 (2019.05.20.)</p> <p>Mészáros Róbert Kamarai nyilvántartási szám: 01-15261</p> <p>Lagzi István</p>
	<p>Nényei Árpád dr. Mérnök Kamarai nyilvántartási szám: 17-0651 N-S-1, N-S-2 17085/2011/EFIK</p>





## A KHT TARTALMI FELÉPÍTÉSÉNEK KONCEPCIÓJA

A paksi telephelyen építendő Paks II. Atomerőmű létesítését megelőzően lefolytatandó környezeti hatásvizsgálat célja a tervezett atomerőművi technológia által a környezet egyes elemeire és rendszereire gyakorolt környezeti hatások azonosítása és értékelése a tervezési terület alapállapotának, terhelhetőségének függvényében.

Az előzetes konzultációs dokumentáció az öt potenciális blokk típust vizsgálta. A Paksi Atomerőmű területére kijelölt illetékes környezetvédelmi hatóság, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi Felügyelőség (DdKTF) e dokumentáció alapján adta ki 8588-32/2012 számú véleményét.

2014. január 14-én a Magyar Kormány megállapodott az Oroszországi Föderáció Kormányával a két ország között évtizedekkel korábban megkötött nukleáris együttműködési szerződés felújításáról. A két kormány megállapodását az Országgyűlés a Magyarország Kormánya és az Oroszországi Föderáció Kormánya közötti nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről szóló Egyezmény kihirdetéséről szóló **2014. évi II. törvény**ben fogadta el. A megállapodás alapján a Paksi Atomerőmű területén az Orosz Illetékes Hatóság fővállalkozásában további két új, 1 200 MW teljesítményű blokk épül.

A Paks II. környezeti hatásvizsgálat elvégzését bemutató és összegző környezeti hatástanulmány (KHT) az Előzetes konzultációs dokumentációban (EKD) számításba vett változatok közül tehát a megvalósításra kiválasztott orosz atomerőművi technológiát, valamint fő kapcsolatait, a hűtővíz kivételt és a felmelegedett melegvizet Dunába bocsátását, valamint az erőműben megtermelt villamosenergia kiszállítását biztosító blokkvezetéket vizsgálta a jelentős környezeti hatások megítélhetősége szempontjából, az EKD-ra kiadott véleményben foglaltakat is figyelembe véve.

A környezeti hatástanulmány a tervezett blokkok telepítésével kapcsolatos gazdasági, vagy pénzügyi kérdéseket nem vizsgálta.

Egy beruházás környezeti hatásait vizsgálhatjuk annak időbeli lefolyása, vagyis a létesítés – üzemelés – felhagyás sorrendjében, vagy az egyes környezeti elemek és rendszerek szempontjából.

A Paks II. környezeti hatástanulmánya ez utóbbi szerint épül fel, az egyes környezeti elemek, illetve rendszerek szempontjából vizsgálja meg, hogy a beruházás különböző időszakában jelentkező hatótényezők milyen hatásfolyamatokat, hatásokat okoznak és azoknak milyen a területi kiterjedése, azaz a hatásterülete.

A környezeti hatástanulmány tartalmi felépítéséhez a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet 6. és 7., valamint 10. számú mellékleteiben lévő általános leírások adnak alapot.

Paks II. környezeti hatástanulmánya bemutatja, illetve vizsgálja az alábbi témaköröket:

- ❖ a tervezett atomerőművi beruházás részletes ismertetése, a technológiai alapadatok bemutatása,
  - a tevékenység volumene,
  - a telepítés és a működés megkezdésének várható időpontja és időtartama,
  - a tervezett technológia megvalósításának leírása,
  - a tevékenység megvalósításához szükséges létesítmények felsorolása és helye,
  - a vízellátás biztosítása,
  - a megvalósítás során keletkező hulladék- és szennyvízkezelés,
  - az anyagfelhasználás főbb mutatói,
  - a tevékenységhez szükséges teher- és személyszállítás nagyságrendje,
  - a tevékenység megvalósításához szükséges kapcsolódó műveletek
  - egyéb kapcsolódó műveletek;
- ❖ a kiválasztott telepítési terület, valamint közvetlen és tágabb környezetének bemutatása, a tevékenység helye és területigénye, a telepítési helyszínrajz bemutatása
- ❖ a korábban vizsgált, számításba vett változatok ismertetése
- ❖ a környezet egyes elemeire és rendszereire az erőművi technológia által gyakorolt környezeti hatások megadása, kiszámítása,
- ❖ a tervezett beruházás hatásterületeinek lehatárolása,

❖ országhatáron átnyúló hatások bemutatása.

Mindezek alapján a Paks II. Környezeti hatástanulmány felépítése az alábbi fő fejezetekre tagolódik:

- 1 A tervezett fejlesztés alapinformációi
- 2 A tervezett fejlesztéssel összefüggő prognózisok és stratégiák
- 3 A nukleáris energetika általános bemutatása
- 4 A tervezett telepítési terület bemutatása
- 5 Az új atomerőművi blokkok lehetséges kondenzátor hűtési módjai
- 6 A paksi telephelyre tervezett Paks II. Atomerőmű jellemzői, alapadatai
- 7 Hálózati csatlakozás a magyar villamosenergia-rendszerhez
- 8 Paks II. potenciális hatótényezői és potenciális hatásmátrixai
- 9 Társadalmi-gazdasági hatások
- 10 Paks 30 km sugarú környezetének éghajlati jellemzése
- 11 A Duna medermorfológiájának és a Duna hőterhelésének modellezése
- 12 A Duna és egyéb felszíni vizek vízminőségének vizsgálata a Víz Keretirányelv szerint
- 13 Földtani közeg és felszín alatti víz a telephelyen és közvetlen környezetében
- 14 Földtani közeg és felszín alatti vizek a Paks alatti Duna-völgyben
- 15 Zaj és rezgés
- 16 Környezeti levegő
- 17 Nem radioaktív hulladékok
- 18 Élővilág, ökoszisztéma
- 19 Radioaktív hulladékok és kiégett kazetták
- 20 Környezeti radioaktivitás - a telephely környezetében élő lakosság sugárterhelése
- 21 Az élővilág sugárterhelése a telephely környezetében
- 22 Összefoglaló hatásmátrixok és összesített hatásterületek

**A Paks II. KHT egyes fejezeteinek tartalmi részletezettsége**

**1 A tervezett fejlesztés alap információi**

E fejezet a tervezett beruházást előkészítő tevékenységek, a tervezett új atomerőművi blokkok általános engedélyeztetését és környezetvédelmi engedélyeztetésének helyzetét mutatja be.

**2. A tervezett fejlesztéssel összefüggő prognózisok és stratégiák**

Itt tekintjük át a magyarországi villamosenergia-felhasználásra vonatkozó előrejelzéseket, a Nemzeti Energiastratégia 2030, a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiák, valamint a Nemzeti Környezetvédelmi Program fő megállapításait.

**3. A nukleáris energetika általános bemutatása**

E fejezetben általánosan áttekintjük a világban lévő nukleáris villamosenergia-termelés jelenlegi helyzetét, a nyomottvizes (PWR) reaktorokkal üzemelő blokkokat, a III+ generációs PWR blokk típus előnyei a többi típussal szemben, az atomenergia-felhasználás nemzetközi szervezeteit, felügyeletét, a nukleáris biztonság alapelveit és a különböző eseményeket.

**4. A tervezett telepítési terület bemutatása**

Itt mutatjuk be a tervezett telepítési terület elhelyezkedését, a tulajdonviszonyokat, a telepítési terület infrastrukturális kapcsolatait, a Paksi Atomerőművet és kapcsolódó létesítményeit, a Paksi Atomerőmű környezetében lévő monitoring rendszereket, és összefoglaljuk a paksi telephely adottságait, jellemzőit.

**5. Az új atomerőművi blokkok lehetséges kondenzátor hűtési módjai**

E fejezet tartalmazza a villamosenergia termelésére szolgáló kondenzációs erőművek hűtési igényeinek, a lehetséges forrásoknak, a vízi környezet hőterhelésére vonatkozó jogszabályi kereteknek, valamint a határértékeknek az általános ismertetését. Ezek után pedig a paksi telephelyen számításba vehető és vizsgált hűtési módokat.

## 6. A paksi telephelyre tervezett Paks II. Atomerőmű jellemzői, alapadatai

Ebben a fejezetben mutatjuk be részletesen a paksi telephelyre tervezett orosz VVER blokkok jellemzőit, üzemanyagát, a primerkört, a szekunderkört, a tervezett hűtési rendszereket, a segédrendszereket, segédlétesítményeket, az irányítástechnikát, a távközlést, a villamos rendszereket, az építészeti megoldásokat, a telepítési helyszínrajzot, a fizikai védelmet és a nukleáris biztonság jellemzőit. E fejezet végén összefoglaljuk Paks II. létesítésének, üzemeltetésének és felhagyásának jellemzőit.

## 7. Hálózati csatlakozás a magyar villamosenergia-rendszerhez

E fejezet tartalmazza az új blokkok illeszthetőségét a magyar villamosenergia-rendszerhez, a létesítendő új 400 / 120 kV-os Paks II. Alállomás telepítési helyét, valamint a 400 kV-os blokkvezeték és a 120 kV-os távvezeték nyomvonalát és paramétereit.

## 8. Paks II. potenciális hatótényezői és potenciális hatásmátrixai

Ebben a fejezetben foglaljuk össze a potenciális hatótényezőket, az általuk kiváltott hatásfolyamatokat, hatásokat és a potenciális hatásviselőket. Mindezeket potenciális hatásmátrixba rendeztük.

## 9. Társadalmi-gazdasági hatások

Ebben a fejezetben mutatjuk be a vizsgált 30 km sugarú terület urbanisztikai, vidékfejlesztési és területrendezési vizsgálatát, jellemezzük a térség gazdaságát, szállítási útvonalait, területhasználatát – területszerkezetét, a területfejlesztési koncepciókat, programokat, valamint bemutatjuk és jellemezzük a térségben élő népesség mutatószámait, várható változásait. Rövid összefoglalót adunk a paksi fejlesztés térségi hatásairól.

## 10. Paks 30 km sugarú környezetének éghajlati jellemzése

E fejezet tartalmazza a természeti környezet jellemzőinek bemutatását, Paks 30 km sugarú környezetének éghajlati elemzését, valamint a térség klímamodellezésének eredményeit.

## 11. A Duna medermorfológiájának és a Duna hőterhelésének modellezése

Paks II. környezeti hatásvizsgálatának keretében végzett dunai modell vizsgálatok célja az volt, hogy meghatározza és értékelje a legkedvezőtlenebbnek ítélt extrém és szélsőséges körülmények előfordulása esetén a Paksi Atomerőmű területének érintettségét, a különböző hidrológiai események hatására kialakuló dunai morfológiaváltozásokat, a klímaváltozást modellező forgatókönyvek alapján meghatározza a fejlesztéssel összefüggésben a mértékadó állapotokat, valamint megvizsgálja a Dunába visszavezetett, felmelegedett hűtővíz dunai hőcsóvjának jellemző paramétereit.

## 12. A Duna és egyéb felszíni vizek vízminőségének vizsgálata a Víz Keretirányelv szerint

Itt elemezzük igen részletesen a Duna jellemző fizikai-kémiai paraméterek, a dunai élővilág (fitoplankton, fitobenton, makrofita, makrozoobenton, hal közösségek) jellemzőit, értékeljük a Paksi Atomerőmű telephelye feletti és alatti Duna szakaszok állapotát, valamint a modellezési eredmények alapján a mértékadó helyzetekre meghatározott paraméterek alapján a dunai jellemzők, kiemelten a vízi életközösségek várható változását. Javaslatot tettünk a környezetellenőrző monitorozó rendszer kialakítására és üzemeltetésére is.

## 13. Földtani közeg és felszín alatti víz a telephelyen és közvetlen környezetében

E fejezetben először térben lehatároljuk a vizsgált területet, jellemezzük a földtani közeg és a felszín alatti víz alapállapota a telephelyen és közvetlen környezetében, majd vizsgáljuk és értékeljük Paks II. létesítésének, üzemelésének és felhagyásának hatásait a telephely alatti földtani közegre és a felszín alatti vizekre. Ismertetjük a felszín alatti víz monitoring rendszerére tett javaslatot.

## 14. Földtani közeg és felszín alatti vizek a Paks alatti Duna-völgyben

Ebben a fejezetben lehatároljuk a vizsgált területet, ismertetjük alapállapotát, majd bemutatjuk a Duna-völgy felszín alatti vizeire gyakorolt közvetett hatások becslésének módszerét, Paks II. üzemelésének közvetett úton terjedő hőhatásának értékelését,

## 15. Zaj és rezgés

Ebben a fejezetben mutatjuk be a vizsgált terület zaj- és rezgés alapállapota alapján a Paks II. létesítésének és működésének zajhatását, a zajcsökkentés lehetőségeit, valamint a javasolt környezeti zaj monitoring rendszert.

A DdKTF részére elektronikusan csatoljuk a mérésekkel kapcsolatos részletes adatokat, számításokat, valamint a környezeti hatásvizsgálat során a zajmodellezésekkel lehatárolt hatásterületek adatait.

PaksII\_KHT\_Zaj\_mellekletek könyvtár Zaj\_rezges\_alapmeresek alkönyvtára tartalmazza a 2012. és 2014. évi alapállapot mérések részletes adatait, a KHV\_zajhatasteruletek alkönyvtár pedig a lehatárolt hatásterületek grafikus megjelenítését, valamint az érintett területek helyrajzi számaikat tartalmazza.

## 16. Környezeti levegő

*Ebben a fejezetben mutatjuk be a vizsgált terület levegőminőségét, valamint a Paks II. létesítése és működése során kibocsátott nem radioaktív légszennyező anyagok hatását a levegő minőségére, valamint a javasolt környezeti levegő monitoring rendszert.*

## 17. Nem radioaktív hulladékok

*Ez a fejezet vizsgálja a Paks II. létesítése, üzemelése, felhagyása időszakában keletkező hulladékok keletkezésével, kezelésével kapcsolatos kérdéseket.*

## 18. Élővilág, ökoszisztéma

*Ebben a fejezetben ismertetjük a Paksi Atomerőmű környezetének minta értékű biomonitoring vizsgálatait, a terület alapállapotának jellemzését és ezek alapján Paks II. létesítésének, üzemelésének hatását az élővilágra, a Tolnai-Duna (HUDD20023) érintett részének Natura 2000 hatásbecslését.*

## 19. Radioaktív hulladékok és kiégett kazetták

*Ez a fejezet vizsgálja a Paks II. üzemelése, felhagyása időszakában keletkező radioaktív hulladékok, valamint kiégett fűtőelem-kazetták kezelésével kapcsolatos kérdéseket.*

## 20. Környezeti radioaktivitás - a telephely környezetében élő lakosság sugárterhelése

*Ez a fejezet tartalmazza a vizsgált 30 km sugarú terület jelenlegi környezeti radioaktivitásának bemutatását, a vizsgált 30 km sugarú környezetben élő lakosság egészségügyi állapotának jellemzését, a telephely 30 km-es környezetében élő lakosság jelenlegi sugárterhelését. Az sugárvédelmi előírások alapján modellezi és értékeli Paks II. létesítésének, üzemelésének hatását a telephely környezetében élő lakosság sugárterhelésére.*

## 21. Az élővilág sugárterhelése a telephely környezetében

*E fejezetben mutatjuk be az élővilág sugárterhelésének korlátozására vonatkozó nemzetközi ajánlások alapján az élővilág jelenlegi és várható sugárterhelését a telephely környezetében.*

## 22. Összefoglaló hatásmátrixok és összesített hatásterületek

*E fejezetben összegezzük a Paks II környezeti hatásvizsgálatának eredményeit, a létesítéséhez és működtetéséhez kapcsolódó közvetlen hatótényezők által kiváltott hatásfolyamatok meghatározásának összefoglaló hatásmátrixát, valamint az összesített hatásterületeket.*

# A KHT ÖSSZESÍTETT TARTALOMJEGYZÉKE

## 1 A tervezett fejlesztés alapinformációi

- 1.1 A tervezett beruházást előkészítő tevékenységek
- 1.2 A tervezett atomerőmű engedélyeztetésének általános bemutatása
- 1.3 A tervezett új atomerőművi blokkok környezetvédelmi engedélyeztetésének helyzete

## 2. A tervezett fejlesztéssel összefüggő prognózisok és stratégiák

- 2.1 A magyarországi villamosenergia-felhasználás előrejelzése
- 2.2 Nemzeti Energiastratégia 2030
- 2.3 Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiák
- 2.4 Nemzeti Környezetvédelmi Program

## 3. A nukleáris energetika általános bemutatása

- 3.1 Nukleáris villamosenergia-termelés a világban
- 3.2 A nyomottvízes (PWR) reaktorokkal üzemelő blokkok általános bemutatása
- 3.3 A III+ generációs PWR blokk típus előnyei a többi típussal szemben
- 3.4 Az atomenergia-felhasználás nemzetközi szervezetei, felügyelete
- 3.5 Nukleáris biztonság
- 3.6 Nemzetközi Nukleáris Eseményskála

## 4. A tervezett telepítési terület bemutatása

- 4.1 A tervezett telepítési terület elhelyezkedése, tulajdonviszonyok
- 4.2 A telepítési terület infrastrukturális kapcsolatai
- 4.3 A Paksi Atomerőmű és kapcsolódó létesítményei
- 4.4 Monitoring rendszerek a Paksi Atomerőmű környezetében
- 4.5 A paksi telephely adottságainak, jellemzőinek összefoglalása

## 5. Az új atomerőművi blokkok lehetséges kondenzátor hűtési módjai

- 5.1 Villamosenergia termelésére szolgáló kondenzációs erőművek hűtési igényei, lehetőségei
- 5.2 A vízi környezet hőterhelésére vonatkozó jogszabályi keretek, határértékek
- 5.3 A paksi telephelyen számításba vehető hűtési módok

## 6. A paksi telephelyre tervezett Paks II. Atomerőmű jellemzői, alapadatai

- 6.1 Az orosz VVER blokkok fejlődése
- 6.2 A paksi telephelyre tervezett orosz blokkok jellemzői
- 6.3 Üzemanyag
- 6.4 Primerkör
- 6.5 Szekunderkör
- 6.6 Hűtési rendszerek
- 6.7 Segédrendszerek, segédlétesítmények
- 6.8 Irányítástechnika
- 6.9 Távközlés
- 6.10 Villamos rendszerek
- 6.11 Építészeti
- 6.12 Fizikai védelem
- 6.13 Nukleáris biztonság
- 6.14 Paks II. létesítésének jellemzői
- 6.15 Paks II. üzemeltetésének jellemzői
- 6.16 Az új atomerőművi blokkok felhagyása

## 7. Hálózati csatlakozás a magyar villamosenergia-rendszerhez

- 7.1 Az új blokkok illeszthetősége a magyar villamosenergia-rendszerhez
- 7.2 Az új 400 / 120 kV-os Paks II. Alállomás telepítési helye
- 7.3 A 400 kV-os blokkvezeték és a 120 kV-os távvezeték

## 8. Paks II. potenciális hatótényezők és hatásmátrixai

- 8.1 Potenciális hatótényezők
- 8.2 Potenciális hatásviselők
- 8.3 Potenciális hatásmátrix

## **9. Társadalmi-gazdasági hatások**

- 9.1 A vizsgált 30 km sugarú terület urbanisztikai, vidékfejlesztési és területrendezési vizsgálata
- 9.2 A vizsgált 30 km sugarú térség gazdasági jellemzése
- 9.3 A vizsgált 30 km sugarú térség szállítási útvonalai
- 9.4 A vizsgált 30 km sugarú térség területhasználata – területszerkezete
- 9.5 Területfejlesztési koncepciók, programok
- 9.6 A vizsgált 30 km sugarú térségben élő népesség jellemzése
- 9.7 A paksi fejlesztés hatásai

## **10. Paks 30 km sugarú környezetének éghajlati jellemzése**

- 10.1 A természeti környezet jellemzőinek bemutatása
- 10.2 Paks 30 km sugarú környezetének éghajlati elemzése
- 10.3 Mikro- és mezoklíma a tervezett telephely környezetében
- 10.4 Klímodellelezés

## **11. A Duna medermorfológiájának és a Duna hőterhelésének modellezése**

- 11.1 Jogszabályi háttér
- 11.2 A Duna általános vízrajzi jellemzői
- 11.3 A modellezett állapotok, az alkalmazott modellek
- 11.4 A dunai modellezések szempontjából mértékadó üzemi állapotok és időpontok
- 11.5 A modellterületek lehatárolása az alkalmazott modellek megnevezésével
- 11.6 A mértékadó terhelési állapotok vizsgálatának módszertana, a modellek bearányosítása
- 11.7 A Duna vizsgált szakaszának alapállapota
- 11.8 Paks II. létesítésének hatása a Dunára
- 11.9 Paks II. üzemelésének hatásai a Dunára
- 11.10 Paks II. felhagyásakor várható hatások a Dunára
- 11.11 Irodalomjegyzék

## **12. A Duna és egyéb felszíni vizek vízminőségének vizsgálata a Víz Keretirányelv szerint**

- 12.1 Jogszabályi háttér, határértékek, vizsgálati elemek, módszer
- 12.2 A vizsgált Duna szakasz (Dunaföldvár-Baja)
- 12.3 A vizsgált Duna szakasz (1560.6 fkm-1481.5 fkm) alapállapota
- 12.4 A közeli egyéb felszíni víztestek alapállapota
- 12.5 Paks II. létesítésének hatása a Dunára
- 12.6 Paks II. üzemelésének hatásai a Dunára
- 12.7 Paks II. felhagyásának várható hatásai a Dunára
- 12.8 Környezetellenőrző monitorozó rendszer
- 12.9 Irodalomjegyzék

## **13. Földtani közeg és felszín alatti víz a telephelyen és közvetlen környezetében**

- 13.1 Jogszabályi háttér – Területi besorolás, határértékek
- 13.2 A vizsgált terület horizontális és vertikális lehatárolása
- 13.3 A vizsgált felszín alatti vízi környezet általános jellemzői
- 13.4 A földtani közeg és a felszín alatti víz alapállapota a telephelyen és közvetlen környezetében
- 13.5 Paks II. létesítésének hatása a telephely alatti földtani közegre és a felszín alatti vizekre
- 13.6 Paks II. üzemelésének hatásai a telephely földtani közegére és felszín alatti vizeire
- 13.7 Paks II. felhagyásának hatásai a telephely alatti földtani közegre és a felszín alatti vizekre
- 13.8 Irodalomjegyzék

## **14. Földtani közeg és felszín alatti vizek a Paks alatti Duna-völgyben**

- 14.1 Jogszabályi háttér – Területi besorolás, határértékek
- 14.2 A vizsgálati terület környezeti alapállapotjának ismertetése
- 14.3 Paks II. felszín alatti vízre gyakorolt közvetett hatása becslésének módszere
- 14.4 Paks II. üzemelésének közvetett úton terjedő hőhatása
- 14.5 Paks II. építések és felhagyásakor várható közvetett hatások
- 14.6 Paks II. közvetett hatása a felszín alatti vizekre üzemzavarok, balesetek, haváriák esetén
- 14.7 Környezetellenőrző monitoring rendszer
- 14.8 Irodalomjegyzék

## 15. Zaj és rezgés

- 15.1 Jogszabályi háttér – Területi besorolás, határértékek
- 15.2 Zaj- és rezgésterhelés alapállapot mérések
- 15.3 A környezeti zajhatások modellezésének bemutatása, kiindulási kritériumok
- 15.4 Paks II. létesítésének környezeti zajhatása
- 15.5 Paks II. üzemelésének környezeti zajhatása
- 15.6 Paks II. felhagyásának környezeti zajhatása
- 15.7 Paks II. Környezeti zaj monitoring rendszer
- 15.8 Zajcsökkentés lehetőségei
- 15.9 Paks II. Környezeti rezgés monitoring rendszer
- 15.10 Rezgéscsökkentés lehetőségei

A DdKTF részére elektronikusan csatoljuk a mérésekkel kapcsolatos részletes adatokat, számításokat, valamint a környezeti hatásvizsgálat során a zajmodellezésekkel lehatárolt hatásterületek adatait.

*PaksII\_KHT\_Zaj\_mellekletek* könyvtár *Zaj\_rezges\_alapmeresek* alkönyvtára a 2012. és 2014. évi alapállapot mérések részletes adatait, a *KHV\_zajhatasteruletek* alkönyvtár pedig a lehatárolt hatásterületek grafikus megjelenítését, valamint az érintett területek helyrajzi számait tartalmazza.

## 16. Környezeti levegő

- 16.1 Jogszabályi háttér – Területi besorolás, határértékek
- 16.2 A vizsgált terület levegőminősége
- 16.3 A nem radioaktív légszennyező anyagok terjedésének modellezése
- 16.4 Paks II. létesítéskor kibocsátott nem radioaktív légszennyező anyagok hatása a levegő minőségére
- 16.5 Paks II. üzemelése során kibocsátott nem radioaktív légszennyező anyagok hatása a levegő minőségére
- 16.6 Paks II. felhagyásának hatása a levegő minőségére

## 17. Nem radioaktív hulladékok

- 17.1 Jogszabályi háttér
- 17.2 A hulladék gyűjtés, tárolás, szállítás és kezelés általános jellemzői
- 17.3 Paks II. létesítésének hatása
- 17.4 Paks II. üzemelésének várható hatása
- 17.5 Paks II. felhagyásának hatása
- 17.6 Haváriák, balesetek

## 18. Élővilág, ökoszisztéma

- 18.1 Jogszabályi háttér
- 18.2 Vizsgálati területek lehatárolása
- 18.3 A Paksi Atomerőmű környezetének minta értékű biomonitoring vizsgálatai – a terület alapállapotának jellemzése
- 18.4 Paks II létesítésének hatása az élővilágra
- 18.5 Paks II. üzemelésének hatása az élővilágra
- 18.6 Paks II felhagyásának hatása az élővilágra
- 18.7 A Tolnai-Duna (HUDD20023) érintett részének Natura 2000 hatásbecslése

## 19. Radioaktív hulladékok és kiégett kazetták

- 19.1 Jogszabályi háttér
- 19.2 A radioaktív hulladékokra és kiégett fűtőelem-kazettákra vonatkozó törvényi szabályok
- 19.3 Radioaktív hulladékok kezelése
- 19.4 Kiégett fűtőelem-kazetták kezelése
- 19.5 Atomerőművi blokkok leszerelése
- 19.6 Alapállapot bemutatása
- 19.7 Paks II. létesítésének hatása
- 19.8 Paks II. üzemelésének hatása
- 19.9 Paks II. felhagyásának hatása

## 20. Környezeti radioaktivitás - a telephely környezetében élő lakosság sugárterhelése

- 20.1 Jogszabályi háttér, határértékek
- 20.2 A vizsgált 30 km sugarú terület jelenlegi környezeti radioaktivitása
- 20.3 A vizsgált 30 km sugarú környezetben élő lakosság egészségügyi állapota
- 20.4 A telephely 30 km-es környezetében élő lakosság jelenlegi sugárterhelése
- 20.5 Paks II. létesítésének hatása a telephely környezetében élő lakosság sugárterhelésére
- 20.6 Paks II. üzemelésének hatása a telephely környezetében élő lakosság sugárterhelésére
- 20.7 Paks II. felhagyásának hatása a telephely környezetében élő népesség sugárterhelésére

## **21. Az élővilág sugárterhelése a telephely környezetében**

- 21.1 Nemzetközi ajánlások az élővilág sugárterhelésének korlátozására
- 21.2 Az élővilág jelenlegi sugárterhelése a telephely környezetében
- 21.3 Paks II. létesítésének hatása az élővilág sugárterhelésére a telephely környezetében
- 21.4 Paks II. üzemelésének hatása az élővilág sugárterhelésére a telephely környezetében
- 21.5 Paks II. felhagyásának hatása az élővilág sugárterhelésére a telephely környezetében

## **22. Összefoglaló hatásmátrixok és összesített hatásterületek**

- 22.1 Összefoglaló hatásmátrix
- 22.2 Összesített hatásterületek



# ***KÖRNYEZETI HATÁSTANULMÁNY***

## ***I. KÖTET***



# TARTALOMJEGYZÉK

<b>1</b>	<b>A TERVEZETT FEJLESZTÉS ALAPINFORMÁCIÓI .....</b>	<b>29</b>
<b>1.1</b>	<b>A tervezett beruházást előkészítő tevékenységek.....</b>	<b>29</b>
1.1.1	Teller projekt.....	29
1.1.2	Lévai projekt.....	29
1.1.3	MVM PAKS II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt - Projektársaság .....	30
1.1.4	Szabályozási támogatások .....	30
1.1.5	Az építendő blokkok kiválasztása.....	30
1.1.5.1	A magyar - orosz kormányközi egyezmény.....	30
1.1.5.2	2014. évi II. törvény .....	30
<b>1.2</b>	<b>A tervezett atomerőművi blokkok engedélyeztetésének általános bemutatása .....</b>	<b>32</b>
<b>1.3</b>	<b>A tervezett új atomerőművi blokkok környezetvédelmi engedélyeztetésének helyzete .....</b>	<b>35</b>
1.3.1	A potenciális 5 blokk típusra vonatkozó Előzetes konzultációs dokumentáció (EKD) .....	35
1.3.2	Paks II. Atomerőmű Környezeti hatástanulmánya (KHT) .....	38
1.3.2.1	Alapállapot vizsgálatok .....	38
1.3.2.2	A környezeti hatásvizsgálat műszaki feltételrendszere és telepítési helyszínrajza .....	41
1.3.2.3	Környezeti hatásvizsgálat (KHV) - Környezeti hatástanulmány (KHT).....	41
1.3.3	Paks II. Atomerőmű környezetvédelmi engedélyeztetését megelőző hatósági egyeztetések .....	43
<b>1.4</b>	<b>Irodalomjegyzék.....</b>	<b>43</b>
<b>2</b>	<b>A TERVEZETT FEJLESZTÉSSEL ÖSSZEFÜGGŐ PROGNÓZISOK ÉS STRATÉGIÁK .....</b>	<b>45</b>
<b>2.1</b>	<b>A magyarországi villamosenergia-felhasználás előrejelzése .....</b>	<b>45</b>
2.1.1	A hazai villamosenergia-igény prognózisa 2030-ig.....	45
<b>2.2</b>	<b>Nemzeti Energiastratégia 2030 .....</b>	<b>47</b>
<b>2.3</b>	<b>Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiák.....</b>	<b>48</b>
2.3.1	Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, 2008–2025.....	48
2.3.2	Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, 2014-2025.....	48
2.3.3	Hazai Dekarbonizációs Útiterv.....	49
2.3.3.1	Elméleti szélsőségek forgatókönyvei.....	49
2.3.3.2	A Nemzeti Energiastratégia atom-szén-zöld forgatókönyve.....	51
<b>2.4</b>	<b>Nemzeti Környezetvédelmi Program.....</b>	<b>52</b>
<b>2.5</b>	<b>Irodalomjegyzék.....</b>	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>A NUKLEÁRIS ENERGETIKA ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Nukleáris villamosenergia-termelés a világban .....</b>	<b>53</b>
3.1.1	Üzemelő atomerőművek.....	54
3.1.2	Folyamatban lévő létesítések .....	54
<b>3.2</b>	<b>A nyomottvízes (PWR) reaktorokkal üzemelő blokkok általános bemutatása.....</b>	<b>54</b>
3.2.1	Az energiatermelés folyamata a PWR reaktorral üzemelő blokkokban .....	54
3.2.1.1	Üzemanyag .....	55
3.2.1.2	Primerkör.....	55
3.2.1.3	Szekunderkör .....	57
3.2.2	A PWR blokk típus jellemző létesítményei .....	57
3.2.2.1	Főépületi létesítmények.....	57
3.2.2.2	Kapcsolódó létesítmények.....	58
<b>3.3</b>	<b>Az atomenergia-felhasználás nemzetközi szervezetei, felügyelete .....</b>	<b>59</b>
3.3.1	Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ).....	59
3.3.2	Európai Atomenergia Közösség (Euratom) .....	59
3.3.3	Nukleáris Energia Ügynökség (NEA).....	59

3.3.4	Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ICRP) .....	60
3.3.5	Atomerőmű Üzemeltetők Világszövetsége (WANO).....	60
3.3.6	Európai nukleáris energiatermelők szervezete (EUR).....	60
3.3.7	Nyugat-Európai Nukleáris Hatóságok Szövetsége (WENRA) .....	60
<b>3.4</b>	<b>Nukleáris biztonság</b> .....	<b>61</b>
3.4.1	Nukleáris biztonsági alapelvek .....	61
3.4.2	Nukleáris biztonsági követelmények.....	66
3.4.3	Atomerőművi üzemi állapotok - különböző szervezetek besorolásai .....	68
3.4.3.1	Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) .....	68
3.4.3.2	Európai Nukleáris Energiatermelők Szervezete (EUR) .....	68
3.4.3.3	Normál üzem .....	70
3.4.3.4	Tervezési alapba tartozó események.....	70
3.4.3.5	Tervezési alapot meghaladó események .....	70
3.4.3.5.1	<i>Orosz blokkok</i> .....	71
<b>3.5</b>	<b>Nemzetközi Nukleáris Eseményskála</b> .....	<b>71</b>
<b>3.6</b>	<b>Irodalomjegyzék</b> .....	<b>75</b>
<b>4</b>	<b>A TERVEZETT TELEPÍTÉSI TERÜLET BEMUTATÁSA</b> .....	<b>77</b>
<b>4.1</b>	<b>A tervezett telepítési terület elhelyezkedése, tulajdonviszonyok</b> .....	<b>77</b>
4.1.1	A Paksi Atomerőmű telephelye.....	77
4.1.2	A Paksi Atomerőmű területe az ingatlan-nyilvántartás szerint.....	78
4.1.3	Paks II. telepítési területe a Paksi Atomerőmű telephelyén belül .....	79
<b>4.2</b>	<b>A telepítési terület infrastrukturális kapcsolatai [4-4]</b> .....	<b>80</b>
4.2.1	Közlekedési kapcsolatok, megközelíthetőség .....	80
4.2.1.1	Közúti kapcsolatok.....	80
4.2.1.2	Vasúti kapcsolatok.....	81
4.2.1.3	Víziúti - hajózási kapcsolatok.....	81
4.2.2	Vízellátás és szennyvíz elhelyezés .....	81
4.2.3	Villamosenergia-hálózati kapcsolatok.....	81
<b>4.3</b>	<b>A Paksi Atomerőmű és kapcsolódó létesítményei</b> .....	<b>82</b>
4.3.1	Paksi Atomerőmű .....	83
4.3.1.1	A Paksi Atomerőmű biztonsági övezete .....	85
4.3.2	400 KV-os alállomás .....	86
4.3.3	Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT).....	86
4.3.3.1	A KKÁT biztonsági övezete .....	87
<b>4.4</b>	<b>Monitoring rendszerek a Paksi Atomerőmű környezetében</b> .....	<b>88</b>
4.4.1	Hagyományos környezetállapot jellemzők ellenőrzése .....	88
4.4.1.1	Szennyvíz-, használtvíz kibocsátás ellenőrzése .....	88
4.4.1.2	Talajvíz monitoring .....	88
4.4.1.3	Duna hőterhelése .....	88
4.4.2	Üzemi Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (ÜKSER).....	89
4.4.2.1	Radioaktív kibocsátások és ellenőrzésük .....	91
4.4.2.1.1	<i>Légnemű kibocsátások</i> .....	91
4.4.2.1.2	<i>Folyékony kibocsátások</i> .....	92
4.4.2.2	A környezet állapotának ellenőrzése .....	92
4.4.2.2.1	<i>Távérőrendszerek</i> .....	93
4.4.2.2.2	<i>Mintavételes-, laboratóriumi vizsgálatok</i> .....	94
4.4.2.2.3	<i>A talajvíz tríciumaktivitás-koncentrációjának vizsgálata</i> .....	94
4.4.2.3	A lakosság többlet sugárterhelése .....	94
4.4.3	Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER) .....	95
4.4.4	Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) [4-14] .....	96
<b>4.5</b>	<b>A paksi telephely adottságainak, jellemzőinek összefoglalása</b> .....	<b>98</b>
<b>4.6</b>	<b>Irodalomjegyzék</b> .....	<b>99</b>

<b>5</b>	<b>AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK LEHETSÉGES KONDENZÁTOR HŰTÉSI MÓDJAI</b>	<b>101</b>
5.1	Villamosenergia-termelésére szolgáló kondenzációs erőművek hűtési igényei, lehetőségei	101
5.2	A vízi környezet hőterhelésére vonatkozó jogszabályi keretek, határértékek	102
5.2.1	Vízi környezet hőterhelésére vonatkozó általános szabályozás	102
5.2.1.1	Európai Unió	102
5.2.1.2	Magyarország	102
5.2.2	Atomerőművek hőterhelésére vonatkozó szabályozás	103
5.2.2.1	Európai Unió tagországai	103
5.2.2.2	Magyarország	103
5.3	A paksi telephelyen számításba vehető hűtési módok	104
5.3.1	Frissvizes hűtés	104
5.3.1.1	Hűtővíz ellátás változatai	104
5.3.1.1.1	Kétlépcsős hűtővíz ellátás Duna-parti vízkivételi művel	105
5.3.1.1.2	Hűtővíz ellátás öblözeti vízkivételi művel	106
5.3.1.1.3	Értékelés	106
5.3.1.2	A felmelegedett hűtővíz elvezetésének és Dunába való bevezetésének változatai	107
5.3.1.2.1	Melegvíz bevezetés a meglévő energiatörő műtárgyon és az új melegvíz-csatornából kiágazó déli oldalcsatornán keresztül	107
5.3.1.2.2	Melegvíz bevezetés a meglévő energiatörő műtárgyon és a melegvíz-csatornából történő északi kiágazáson keresztül	108
5.3.1.2.3	Értékelés	109
5.3.1.3	A felmelegedett hűtővíz bebocsátása a nyári időszakban	109
5.3.1.3.1	A blokk villamos teljesítményének korlátozása	109
5.3.1.3.2	Hideg hűtővíz bekeverés	109
5.3.1.3.3	Kiegészítő hűtés alkalmazása	109
5.3.1.3.4	Értékelés	110
5.3.2	Hűtőtornyos hűtési rendszer	110
5.3.2.1	Hűtőtornyos hűtési alternatívák vizsgálata	110
5.3.2.1.1	Hulladék hő kibocsátás	111
5.3.2.1.2	Főbb zajforrások és azok sajátosságai	111
5.3.2.1.3	A vizsgált hűtési megoldások tájképvédelmi elemzése	111
5.3.3	A lehetséges hűtési rendszerek költség-haszon elemzése	113
5.3.3.1	A frissvizes és hűtőtornyos hűtési módok költség-haszon elemzése	113
5.3.3.2	A felmelegedett hűtővíz nyári időszakban történő bebocsátására vonatkozó költség-hatékonyság elemzés	114
5.3.3.2.1	Frissvizes hűtés a blokkok villamos teljesítményének korlátozásával	114
5.3.3.2.2	Frissvizes hűtés hideg hűtővíz bekeveréssel	115
5.3.3.2.3	Frissvizes hűtés kiegészítő hűtéssel	115
5.3.4	Értékelés	115
5.4	Irodalomjegyzék	116
<b>6</b>	<b>A PAKSI TELEPHELYRE TERVEZETT PAKS II. ATOMERŐMŰ JELLEMZŐI, ALAPADATAI</b>	<b>117</b>
6.1	Az orosz VVER blokkok fejlődése	117
6.2	A paksi telephelyre tervezett orosz blokkok jellemzői	120
6.2.1	Főbb technikai paraméterek	120
6.2.2	Biztonsági célok és tervezési megoldások	121
6.3	Üzemanyag	121
6.4	Primerkör	122
6.5	Szekunderkör	123
6.6	Hűtési rendszerek	124
6.6.1	Duna-víz kivétel	124
6.6.2	Kondenzátor hűtővíz-rendszer	125
6.6.3	Technológiai (szekunder körű) hűtővíz-rendszer [6-9]	125
6.6.4	Biztonsági hűtővíz-rendszer [6-9]	126

6.6.5	Hűtővíz-rendszerek vízi létesítményei .....	127
6.6.5.1	Meglévő, bővített hidegvíz-csatorna .....	128
6.6.5.2	Víz kivételi mű .....	130
6.6.5.3	Hűtővíz vezetékek .....	130
6.6.5.4	Turbina kondenzátorok és hűtési rendszer hőcserélők .....	130
6.6.5.5	Melegvíz zárt csatornák .....	130
6.6.5.6	Csatornahíd .....	131
6.6.5.7	Szinttartó bukó .....	133
6.6.5.8	Új nyíltfelszínű, trapéz szelvényű csatorna .....	134
6.6.5.9	Meglévő, bővített melegvíz-csatorna .....	134
6.6.5.10	Meglévő energiatörő műtárgy második bevezetési ponttal .....	136
6.6.5.11	Rekuperációs vízerőmű .....	136
<b>6.7</b>	<b>Segédrendszerek, segédlétesítmények .....</b>	<b>137</b>
6.7.1	Sótalanvíz .....	137
6.7.2	Technológiai hulladékvíz [6-9] .....	138
6.7.2.1	Primerköri radioaktív hulladékvíz kezelő rendszer .....	138
6.7.2.2	Turbina gépház hulladékvíz kezelő rendszer .....	138
6.7.2.2.1	Zárt kondenzátumgyűjtő-rendszer .....	138
6.7.2.2.2	Csurgalékvizgyűjtő-rendszer .....	138
6.7.2.2.3	Ipari hulladékvíz-rendszer .....	139
6.7.2.2.4	Turbina gépház hulladékvíz mennyiségei .....	139
6.7.3	Biztonsági hűtőcellák hulladékvíze .....	139
6.7.4	Ivóvíz - kommunális szennyvíz .....	140
6.7.5	Csapadékvíz .....	141
6.7.6	Tűzvíz .....	141
6.7.7	Vegyszerlefejtés és tárolás .....	141
6.7.8	Dízelgenerátorok .....	142
6.7.9	Segédkazán .....	142
6.7.10	Épületgépészet .....	142
6.7.11	Sűrített levegő rendszer .....	143
6.7.12	Táv hő rendszer .....	143
<b>6.8</b>	<b>Irányítástechnika .....</b>	<b>144</b>
<b>6.9</b>	<b>Távközlés .....</b>	<b>144</b>
<b>6.10</b>	<b>Villamos rendszerek .....</b>	<b>145</b>
<b>6.11</b>	<b>Építészet .....</b>	<b>146</b>
6.11.1	Szeizmicitás .....	146
6.11.2	A telepítési terület sekélyföldtani jellemzése .....	148
6.11.3	A tervezett blokkok alapozási szintjei .....	159
6.11.4	Elrendezés – telepítési helyszínrajz .....	159
6.11.5	Paks II. épületeinek, építményeinek jellemzői .....	162
6.11.6	Paks II. látványtervei .....	168
<b>6.12</b>	<b>Fizikai védelem .....</b>	<b>172</b>
<b>6.13</b>	<b>Az egyes üzemállapotokhoz tartozó elfogadási kritériumok .....</b>	<b>172</b>
6.13.1	Normál üzem .....	172
6.13.2	Tervezési alapba tartozó események .....	172
6.13.3	Érvényes nemzetközi és magyar előírások tervezési alapot meghaladó eseményekre .....	173
6.13.4	Blokkok üzemállapotai és azok mértékadó eseményei .....	175
6.13.5	Az orosz blokkok PSA eredményeire vonatkozó követelmények .....	175
<b>6.14</b>	<b>Paks II. létesítésének jellemzői .....</b>	<b>177</b>
6.14.1	Paks II. és a kapcsolódó létesítmények létesítési területei .....	177
6.14.2	Paks II. létesítésének tervezett fázisai .....	177
6.14.3	Paks II. létesítésének tervezett ütemterve .....	178
6.14.4	A létesítési időszak humán erőforrás igénye .....	178

<b>6.15</b>	<b>Paks II. üzemeltetésének jellemzői.....</b>	<b>179</b>
6.15.1	Paks II. üzemeltetésének tervezett ütemterve .....	179
6.15.2	Az új atomerőművi blokkok üzemeltetésének humán erőforrás igénye .....	180
6.15.3	Az új atomerőművi blokkok üzemviteli jellemzői .....	180
6.15.3.1	Szabályozhatóság, rendelkezésre állás, karbantartás .....	180
6.15.3.2	Az új atomerőművi blokkok éves energetikai adatai.....	180
6.15.4	Az új atomerőművi blokkok éves anyag és energiamérlege .....	181
<b>6.16</b>	<b>Az új atomerőművi blokkok felhagyása.....</b>	<b>182</b>
6.16.1	A Paksi Atomerőmű leszerelésére és felhagyására vonatkozó információk.....	182
6.16.2	Az új atomerőművi blokkok leszereléskor követendő leszerelési stratégia.....	183
6.16.3	A leszerelési tevékenység finanszírozása, költségei .....	184
<b>6.17</b>	<b>Irodalomjegyzék.....</b>	<b>184</b>
<b>7</b>	<b>HÁLÓZATI CSATLAKOZÁS A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZERHEZ [7-1], [7-2] .....</b>	<b>187</b>
<b>7.1</b>	<b>Az új blokkok illeszthetősége a magyar villamosenergia-rendszerhez .....</b>	<b>187</b>
<b>7.2</b>	<b>Az új 400 / 120 kV-os Paks II. Alállomás telepítési helye .....</b>	<b>187</b>
<b>7.3</b>	<b>A 400 kV-os blokkvezeték és a 120 kV-os távvezeték .....</b>	<b>188</b>
7.3.1	A vezetékek nyomvonalának tervezési szempontjai.....	188
7.3.2	400 kV-os blokkvezetékek .....	189
7.3.3	120 kV-os távvezeték .....	194
7.3.4	Együttes biztonsági övezet .....	195
7.3.5	A távvezeték építése .....	195
<b>7.4</b>	<b>Irodalomjegyzék.....</b>	<b>197</b>
<b>8</b>	<b>PAKS II. POTENCIÁLIS HATÓTÉNYEZŐI, HATÁSVISELŐI ÉS POTENCIÁLIS HATÁSMÁTRIXAI .....</b>	<b>199</b>
<b>8.1</b>	<b>Potenciális hatótényezők.....</b>	<b>199</b>
8.1.1	Az új atomerőművi blokkok létesítésének - építésének potenciális hatótényezői.....	200
8.1.1.1	Normál működés .....	200
8.1.1.1.1	A legjellemzőbb hatótényező-csoportok.....	200
8.1.1.1.2	Környezeti elemek igénybevétele.....	200
8.1.1.1.3	Szennyező anyag kibocsátások forrásai a létesítés időszakában .....	201
8.1.1.1.4	Hulladék keletkezésének forrásai a létesítés időszakában .....	202
8.1.1.2	Üzemzavarok, haváriák .....	202
8.1.1.2.1	A legjellemzőbb hatótényező-csoportok üzemzavarok, haváriák esetén .....	202
8.1.1.2.2	Szennyezőanyag kibocsátások forrásai üzemzavarok, haváriák esetén .....	202
8.1.1.2.3	Hulladékok keletkezésének forrásai üzemzavarok, haváriák esetén .....	203
8.1.2	Az új atomerőművi blokkok üzemelésének potenciális hatótényezői.....	203
8.1.2.1	Normál üzemi állapot.....	203
8.1.2.1.1	A legjellemzőbb hatótényező-csoportok.....	203
8.1.2.1.2	Környezeti elemek igénybevétele normál üzemelés esetén .....	203
8.1.2.1.3	Szennyezőanyag kibocsátások forrásai normál üzemelés esetén .....	204
8.1.2.1.4	Hulladékok keletkezésének forrásai normál üzemelés esetén.....	204
8.1.2.1.5	Kiegészítő fűtőelem-kazetták keletkezésének forrásai normál üzemelés esetén.....	205
8.1.2.2	Normál üzemtől eltérő üzemállapotok .....	205
8.1.2.2.1	A legjellemzőbb hatótényező-csoportok normál üzemtől eltérő üzemállapotokban.....	205
8.1.2.2.2	Szennyezőanyag kibocsátások forrásai normál üzemtől eltérő üzemállapotok esetén .....	205
8.1.2.2.3	Hulladékok keletkezésének forrásai normál üzemeléstől eltérő esetekben .....	206
8.1.2.3	Környezeti kibocsátások az üzemelés időszakában .....	207
8.1.3	Az új atomerőművi blokkok felhagyásának – leszerelésének hatótényezői.....	207
8.1.4	Környezeti kibocsátások és hulladék mennyiségek.....	207
8.1.5	Hatásviselők .....	207
<b>8.2</b>	<b>Potenciális hatásmátrixok .....</b>	<b>208</b>
<b>8.3</b>	<b>Irodalomjegyzék.....</b>	<b>211</b>

## ÁBRAJEGYZÉK

1.2-1. ábra: Atomerőmű engedélyeztetésének folyamata .....	34
1.3.1-1. ábra: Vizsgálati területek az EKD-ban (10 km, 30 km) [1-1].....	35
1.3.2-1. ábra: A KHV-ban vizsgált különböző területek [1-2], [1-3].....	42
2.1.1-1. ábra: A nettó villamosenergia-fogyasztás várható alakulása 2030-ig [2-1] .....	45
2.1.1-2. ábra: A szükséges új villamosenergia-termelő kapacitás mértéke [2-2].....	46
2.3.3-1. ábra: Az egyes elméleti szélsőségek kibocsátási forgatókönyvei szerinti ÜHG kibocsátások [2-4].....	51
2.3.3-2. ábra: A Nemzeti Energiestratégia különböző forgatókönyvein alapuló ÜHG kibocsátások [2-4].....	52
3.1-1. ábra: A világon található atomerőművek területi elhelyezkedése [3-1] .....	53
3.1-2. ábra: Az Európában található atomerőművek területi elhelyezkedése [3-2] .....	53
3.2.1-1. ábra: A PWR reaktor általános, vázlatos felépítése [3-5].....	55
3.2.1-2. ábra: Atomreaktor áttekintő ábra [3-6].....	56
3.2.1-3. ábra: Nukleáris sziget elvi elrendezése [3-6].....	56
3.2.1-4. ábra: Gőzturbina-egység látványterve [3-6] .....	57
3.4.1-1. ábra: Mérnöki gátak atomerőművi blokkoknál [3-6].....	63
3.4.1-2. ábra: Kettősfalú konténment metszete [3-6].....	63
3.4.1-3. ábra: A védelmi gátak, a mélységi védelmi szintek és a beavatkozások hierarchiája [3-14] .....	65
3.5-1. ábra: Nemzetközi Nukleáris és Radiológiai Esemény Skála (INES) .....	72
4.1.1-1. ábra: A paksi telephely átnézeti térképe [4-1] .....	77
4.1.2-1. ábra: A Paksi Atomerőmű területének 2012. nov. 22-i hiteles térképmásolata (Körzeti Földhivatal Paks) [4-2].....	78
4.1.3-1. ábra: A paksi telephely a tervezett új atomerőmű helyének megjelölésével .....	79
4.1.3-2. ábra: A tervezett blokkok helye [4-3].....	80
4.2.3-1. ábra: A Paksi Atomerőmű és kapcsolódó létesítményei a paksi telephelyen [4-6] .....	82
4.3.1-1. ábra: A Paksi Atomerőmű villamos energia termelése, 1983-2013.....	83
4.3.1-2. ábra: A Paksi Atomerőmű K-Ny irányú keresztmetszete [4-7] .....	83
4.3.1-3. ábra: A Paksi Atomerőmű ikerblokkjainak látképe [4-8] .....	84
4.3.1-4. ábra: A Paksi Atomerőmű biztonsági övezete [4-6].....	85
4.3.3-1. ábra: Paksi Atomerőmű KKÁT [4-6] .....	86
4.3.3-2. ábra: A KKÁT metszete [4-6].....	87
4.3.3-3. ábra: A KKÁT biztonsági övezete [4-6].....	87
4.4.2-1. ábra: A Paksi Atomerőmű sugárvédelmi kibocsátás- és környezetellenőrző monitoring rendszerének területi elhelyezkedése [4-10] .....	89
4.4.2-2. ábra: A Paksi Atomerőmű kétszintű sugárvédelmi kibocsátás- és környezetellenőrző monitoring rendszer felépítése [4-11].....	90
4.4.2-3. ábra: A környezet állapotát ellenőrző „A” és „G” típusú távmérő állomások a Paksi Atomerőmű környezetében [4-12] .....	93
4.4.3-1. ábra: Hatósági mérőpontok a Paksi Atomerőmű 30 km sugarú környezetében [4-13] .....	95
4.4.4-1. ábra: A gamma dózisteljesítmények országos átlagainak, max és min értékeinek változása 2012-ben [4-15].....	97
4.4.4-2. ábra: A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző állomásain mért napi dózisteljesítményei 2012-ben [4-12] .....	98
5.3.1-1. ábra: Kétlépcsős frissvízhűtő hűtőrendszer – helyszínrajz [5-3], [5-4] .....	105
5.3.1-2. ábra: Öblözeti hűtővíz ellátás, vízkivétel a meglévő hidegvíz csatornából - helyszínrajz.....	106
5.3.1-3. ábra: Melegvíz visszavezetés a meglévő melegvíz-csatornát használva, a bevezetésnél elkeveredést javító új műtárggyal – helyszínrajz .....	108
5.3.2-1. ábra: Természetes huzatú nedves hűtőtorny, 100 m-re korlátozott magassággal - látványterv (madártávlat és oldalnézet).....	112
5.3.2-2. ábra: Természetes huzatú nedves hűtőtorny ventilátoros rásegítéssel - látványterv (madártávlat és oldalnézet) .....	112
5.3.2-3. ábra: Hibrid hűtőtorny ventilátoros rásegítéssel változat - látványterv (madártávlat és oldalnézet).....	112
6.1-1. ábra: Az orosz VVER blokkok evolúciója [6-1] .....	117
6.1-2. ábra: Építés alatt lévő és tervezett orosz VVER blokkok [6-1].....	118
6.1-3. ábra: VVER-1200 típusú blokk sematikus ábrája [6-3].....	119
6.1-4. ábra: A VVER-1200 blokk hosszmetzete [6-3] .....	120



6.6.5-1. ábra: A meglévő hidegvíz-csatorna bővítés jellemző keresztmetszelve [6-7], [6-8] .....	129
6.6.5-2. ábra: Csatornahíd nézete [6-7], [6-8] .....	132
6.6.5-3. ábra Csatornahíd keresztmetszete [6-7] .....	133
6.6.5-4. ábra: Meglévő melegvíz-csatorna bővítés jellemző keresztmetszelve [6-7], [6-8].....	135
6.6.5-5. ábra: Meglévő energiatörő műtárgy és a második, új bevezetési pont helyszínrajza .....	136
6.7.4-1. ábra: A Csámpai vízműtelep elhelyezkedése .....	140
6.7.4-2. ábra: A Paksi Atomerőmű szennyvíztelep elhelyezkedése .....	140
6.10-1. ábra: Egy blokkra elképzelt erőműi villamos rendszerséma a főbb berendezésekkel .....	145
6.11.1-1. ábra: A Magyarország és szűkebb környezetében kipattanó földrengések epicentrumai (2005-ig) [6-4] .....	147
6.11.1-2. ábra: Szeizmikus zónatérkép MSz EN 1998-1 (EUROCODE 8) Nemzeti melléklet [6-14] .....	147
6.11.2-1. ábra: Áttekintő földtani szelvény a bővítési területen keresztül [6-15].....	149
6.11.2-2. ábra: A tervezett erőművi terület földtani szelvényeinek nyomvonalai [6-15].....	150
6.11.2-3. ábra: A tervezett erőművi terület 1-1 földtani szelvénye [6-15] .....	151
6.11.2-4. ábra: A tervezett erőművi terület 2-2 földtani szelvénye [6-15] .....	152
6.11.2-5. ábra: A tervezett erőművi terület 3-3 földtani szelvénye [6-15] .....	153
6.11.2-6. ábra: A tervezett erőművi terület 4-4 földtani szelvénye [6-15] .....	154
6.11.2-7. ábra: A tervezett erőművi terület 5-5 földtani szelvénye [6-15] .....	155
6.11.2-8. ábra: A tervezett erőművi terület 6-6 földtani szelvénye [6-15] .....	156
6.11.2-9. ábra: A tervezett erőművi terület 7-7 földtani szelvénye [6-15] .....	157
6.11.2-10. ábra: A tervezett erőművi terület 8-8 földtani szelvénye [6-15] .....	158
6.11.4-1. ábra: Paks II. telepítési helyszínrajza – Áttekintő térkép a Paksi Atomerőmű területével együtt .....	160
6.11.4-2. ábra: Paks II. telepítési helyszínrajza – Áttekintő térkép .....	161
6.11.5-1. ábra: Paks II. épületeinek, építményeinek elhelyezkedése a telepítési helyszínrajzon .....	162
6.11.6-1. ábra: Látványtervek nézőpontjai.....	168
6.11.6-2. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték madártávlatból – DNy .....	169
6.11.6-3. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték látványterve szemmagasságból - DNy .....	169
6.11.6-4. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték madártávlatból - ÉNy .....	170
6.11.6-5. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték szemmagasságból - ÉNy.....	170
6.11.6-6. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték madártávlatból - ÉK .....	171
6.11.6-7. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték látványterve szemmagasságból – ÉK .....	171
6.14.4-1. ábra: A számítások során figyelembe vett telephelyi munkaerő terhelési diagram [6-10], [6-18], [6-19] .....	179
7.3.2-1. ábra: A blokkvezetékek nyomvonala a Paks II. Atomerőmű és a Paks II. Alállomás (2. telephely) között .....	190
7.3.2-2. ábra: Jelmagyarázat a V-01195 ERBE rajzszerű blokkvezetékek nyomvonala rajzhoz.....	191
7.3.2-3. ábra: Martonvásár-Győr 400 kV-os szabadvezeték FENYŐ típusú oszlopokkal .....	192
7.3.2-4. ábra: Pécs-Országghatár 400 kV-os szabadvezeték FENYŐ típusú oszlopokkal, vezetékfolyosó .....	192
7.3.2-5. ábra: Blokkvezetékek javasolt nyomvonala az erőmű területén.....	194
7.3.5-1. ábra: Martonvásár-Győr 400 kV-os szabadvezeték, oszlopszerelés területigénye.....	197

## TÁBLÁZATJEGYZÉK

1.3.1-1. táblázat: Az EKD-ra észrevételt adó közigazgatási szervek .....	36
1.3.1-2. táblázat: A nemzetközi eljárás során megkeresett országok .....	37
1.3.1-3. táblázat: A nemzetközi eljárás során feltett kérdések témakörei .....	37
1.3.2-1. táblázat: Az alapállapotú vizsgálati területek és kiterjedésük .....	39
1.3.2-2. táblázat: A KHV során vizsgált területek és kiterjedésük .....	42
2.1.1-1. táblázat: Az összes megmaradó erőmű várható beépített villamos kapacitása a jövőben [2-2] .....	46
2.2-1. táblázat: Vizsgált forgatókönyvek a Nemzeti Energiastratégiában .....	47
2.3.3-1. táblázat: A villamosenergia-termelés szerkezete az egyes elméleti szélsőségek kibocsátási forgatókönyvei szerint [2-4] .....	50
3.1.1-1. táblázat: A ma üzemelő reaktorok típusonkénti megoszlása [3-3] .....	54
3.1.2-1. táblázat: Az építés alatt lévő reaktorok típusonkénti megoszlása [3-4] .....	54
3.4.1-1. táblázat: A mélységi védelem öt, egymásra épülő szintje .....	61
3.4.3-1. táblázat: A NAÜ javaslata az egyes létesítmény-üzemállapotokra [3-18] .....	68
3.4.3-2. táblázat: Az üzemállapotok EUR szerinti besorolása [3-19] .....	68
3.4.3-3. táblázat: Az üzemállapotok magyarországi, jelenleg (2014. október 20.) hatályos NBSz szerinti besorolása .....	69
3.4.3-4. táblázat: Az üzemállapotok NBSz és EUR szerinti összehasonlítása .....	69
3.4.3-5. táblázat: Az egyes üzemállapotok előfordulási gyakoriság szerinti besorolása, új blokkokra .....	69
3.5-1. táblázat: Nukleáris események minősítésének általános kritériuma [3-21] .....	73
3.5-2. táblázat: Nukleáris létesítmények eseményeinek minősítésére alkalmazott INES kritériumokat illusztráló példák [3-21] .....	74
4.4.2-1. táblázat: A Paksi Atomerőmű légnemű kibocsátásai – 2013 [4-12] .....	91
4.4.2-2. táblázat: A Paksi Atomerőmű folyékony kibocsátásai – 2013 [4-12] .....	92
4.4.2-3. táblázat: A Paksi Atomerőmű telephelyére vonatkozó dózismegszorítás kihasználás – 2013 [4-12] .....	94
5.1-1. táblázat: A ma üzemelő atomerőművek hűtési rendszereinek megoszlása [5-1] .....	101
5.2.1-1. táblázat: A halas vizek vízszennyezettségi határértékei .....	102
5.3.2-1. táblázat: A nedves hűtőtornyos hűtési rendszerek műszaki adatai .....	110
5.3.3-1. táblázat: Frissvizes hűtés összehasonlító elemzése .....	113
5.3.3-2. táblázat: Frissvizes hűtés teljesítménykorlátozással .....	114
5.3.3-3. táblázat: Frissvizes hűtés hidegvíz bekeveréssel elemzés .....	115
5.3.3-4. táblázat: Frissvizes hűtés kiegészítő hűtéssel elemzés .....	115
6.1-1. táblázat: Építés alatt lévő orosz blokkok [6-2] .....	118
6.1-2. táblázat: Tervezés szakaszban levő projektek [6-2] .....	118
6.2.1-1. táblázat: A VVER-1200 blokk típus fontosabb műszaki jellemzői [6-4], [6-5], [6-6] .....	120
6.2.2-1. táblázat: A cél eléréséhez alkalmazott tervezési megoldások vagy következménycsökkentő eljárások [6-4], [6-5] .....	121
6.3-1. táblázat: Friss és kiégett üzemanyag készlet tömegek [6-5] .....	122
6.4-1. táblázat: A primerköri főberendezések adatai [6-5] .....	122
6.5-1. táblázat: A szekunderköri főberendezések adatai [6-5] .....	123
6.6.1-1. táblázat: Dunából kiemelt vízmennyiségek a biztonsági hűtővíz-rendszer hűtőtornyos üzemmódja esetén .....	124
6.6.1-2. táblázat: Dunából kiemelt vízmennyiségek a biztonsági hűtővíz-rendszer frissvíz hűtésű üzemmódja esetén .....	125
6.6.2-1. táblázat: Kondenzátor hűtővíz-rendszer mennyiségek .....	125
6.6.3-1. táblázat: Technológiai hűtővíz mennyiségek .....	126
6.6.4-1. táblázat: Biztonsági hűtővíz mennyiségek .....	126
6.6.4-2. táblázat: Biztonsági hűtővíz póthűtővíz mennyiségek biztonsági hűtőtornyok esetén .....	126
6.6.4-3. táblázat: Biztonsági hűtővíz mennyiségek frissvíz hűtés esetén .....	127
6.6.5-1. táblázat: A hidegvíz-csatorna bővítés peremfeltételei [6-7] .....	128
6.6.5-2. táblázat: A Paksi Atomerőmű és a Paks II. Atomerőmű üzemelése során előforduló hűtővíz térfogatáramok .....	128
6.6.5-3. táblázat: A hidegvíz-csatorna bővítése [6-7] .....	128
6.6.5-4. táblázat: A melegvíz-csatorna bővítés peremfeltételei [6-7] .....	134
6.6.5-5. táblázat: A melegvíz-csatorna bővítése [6-7] .....	134

6.7.1-1. táblázat: Pótvíz előkészítő normál üzemi vízmérlege.....	137
6.7.2-1. táblázat: Primerköri mérlegben felüli technológiai hulladékvizek mennyisége .....	138
6.7.2-2. táblázat: Turbina gépház folyékony hulladék mennyisége .....	139
6.7.3-1. táblázat: Biztonsági hűtőcellák maximális hulladékvíz mennyisége leiszapolásból .....	139
6.7.7-1. táblázat: Vegyszer tárolás az üzemelés időszakában.....	142
6.13.1-1. táblázat: Elfogadási kritériumok – normál üzem [6-16].....	172
6.13.2-1. táblázat: Elfogadási kritériumok – tervezési alapba tartozó események [6-16].....	172
6.13.3-1. táblázat: Érvényes nemzetközi és magyar előírások tervezési alapot meghaladó eseményekre.....	174
6.13.4-1. táblázat: A blokkok egyes üzemállapotai és mértékadó eseményei [6-17].....	175
6.14.3-1. táblázat: Paks II. blokkjainak létesítési ütemterve .....	178
6.15.1-1. táblázat: Paks II. blokkjainak üzemelési ütemterve .....	179
6.15.1-2. táblázat: Paks II. blokkjainak üzemeltetési periódusai, együttes üzemelése a Paksi Atomerőmű meglévő blokkjaival.....	179
6.15.3-1. táblázat: Éves energetikai adatok.....	180
6.15.4-1. táblázat: Paks II. üzemeltetésének anyag- és energia mérlege .....	181
6.16.1-1. táblázat: A Paksi Atomerőmű 1-4. blokkok üzemideje [6-21].....	182
7.3.2-1. táblázat: Villamos térerősség és mágneses indukció megengedett értékei .....	192
7.3.2-2. táblázat: Villamos térerősség és mágneses indukció mért értékei.....	193
8.1.2-1. táblázat: A blokkok egyes üzemállapotai és mértékadó eseményei [8-1].....	206
8.2-1. táblázat: Összefoglaló hatásmátrix, a hatótényezők jellegének és a hatásviselőknek az azonosítása .....	209
8.2-2. táblázat: Összefoglaló hatásmátrix, hagyományos és radiológiai hatások azonosítása .....	210

## RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

Rövid név	Teljes név
ÁNTSz OTH	Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Országos Tisztifőorvosi Hivatal
ATWS	Anticipated Transients Without Scram (Szabályozórúd működés nélküli reaktivitás tranziensek)
BM	Belügyminisztérium
BME	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
CCS	Carbon Capture and Storage (Szén-dioxid leválasztás és tárolás)
CFR	Code of Federal Regulations (Amerikai szabályozás)
DBC	Design Basis Conditions (Tervezési Alap)
DBT	Design Basis Threat (Tervezési alapfenyegetettség) (az állam által meghatározott olyan szintű fenyegetettség, amely ellen a hatékony fizikai védelmet az atomerőmű alkalmazójának kell biztosítani)
DdKTF	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi Felügyelőség
DdKTfVf	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség
DDNPI	Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság
DEC	Design Extension Conditions (A tervezésen túli üzemállapotok)
DECC	Department of Energy and Climate Change - Egyesült Királyság Energia- és Klímaügyi Minisztériuma
EGK	Európai Gazdasági Közösség
EKD	Előzetes konzultációs dokumentum
ENSZ	Egyesült Nemzetek Szervezete (United Nations - UN)
ERBE	MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM ERBE Zrt.
ESzCsM	Egészségügyi-, Szociális és Családügyi Minisztérium
EUR	European Utility Requirements (európai üzemeltetői előírások)
Euratom	European Atomic Energy Community (Európai Atomenergia Közösség)
EüM	Egészségügyi Minisztérium
fkm	folyamkilométer
FKSZ	Fő keringtető szivattyú
GCR	Gas-Cooled, Graphite-Moderated Reactor (Gázhűtésű, grafitmoderálású reaktor)
GM	Gazdasági Minisztérium
HDU	Hazai Dekarbonizációs Útiter
HÉSZ	Helyi Építési Szabályzat
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning – fűtés, szellőzés, légkondicionálás
IBSS	International Basic Safety Standards - Nemzetközi Biztonsági Előírások
ICRP	International Commission on Radiological Protection - Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság
IKIM	Ipari és Kereskedelmi Minisztérium
IM	Ipari Minisztérium

INES	International Nuclear Event Scale (Nemzetközi Nukleáris Eseményskála)
IRG	Inert radioaktív gáz
IRM	Igazságügyi és Rendészeti Minisztérium
KHEM	Közlekedési, Hírközlési és Energiaügyi Miniszter
KHV - KHT	Környezeti hatásvizsgálat - Környezeti hatástanulmány
KHVM	Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium
KKÁT	Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója
KöM	Környezetvédelmi Minisztérium
KPM	Közlekedési és Postaügyi Minisztérium
KSH NKI	Központi Statisztikai Hivatal Népeségtudományi Kutató Intézet
KvVM	Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium
LKV	Legkisebb vízszint
LOCA	Loss of Coolant Accident (Teljes hűtőközegvesztéssel járó baleset)
LOOP	Loss of Offsite Power (külső villamos energia betáplálás megszakadása)
LWGR	Light-Water-Cooled, Graphite-Moderated Reactor (Könnyűvízhűtésű, grafitmoderálású reaktor)
MAVIR	Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság
MBFH	Magyar Bányászati és Földtani Hivatal
MEKH	Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal
MIR	Modernised International Reactor (Modernizált nemzetközi reaktor)
MKEH	Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal
MKM	Művelődési és Közoktatási Minisztérium
MVM Zrt.	MVM Magyar Villamos Művek Zártkörűen Működő Részvénytársaság
MVM Paks II. Zrt.	MVM Paks II. Atomerőmű fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság
NAU	Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (International Atomic Energy Agency - IAEA)
NBSz	Nukleáris Biztonsági Szabályzatok
NCsT	Nemzeti Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv
NÉS	Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia
NÉS-2	Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia
NFM	Nemzeti Fejlesztési Minisztérium
NM	Népjelölti Minisztérium
OA/NBI	Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatóság
OGy	Országgyűlés
OMSz	Országos Meteorológiai Szolgálat
ORFK	Országos Rendőr-főkapitányság
OSSKI	Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet
OTrT	Országos Területrendezési Terv
ÖTM	Önkormányzati és Területfejlesztési Minisztérium
Paksi Atomerőmű	MVM Paksi Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság; MVM Paksi Atomerőmű Zrt.
Paks II.	Paks II. Atomerőmű - a paksi telephelyen tervezett atomerőművi blokkok
PHWR	Pressurized Heavy-Water-Moderated and Cooled Reactor - Nyomottvízes, nehézvízhűtésű és moderálású reaktor
PSA	Probabilistic Safety Assessment - valószínűségi biztonsági jelentés
PWR	Pressurized Light-Water-Moderated and Cooled Reactor - Nyomottvízes, könnyűvízhűtésű és moderálású reaktor
reaktorév	Egy (db) reaktor egy éves üzeme felel meg egy reaktorévnek, vagyis a napjainkban üzemelő mintegy 440 db reaktor egy évnyi, egyidejű üzeme 440 reaktorévet jelent (egy naptári év alatt)
RHK Kft.	Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - erősségek, gyengeségek, lehetőségek, veszélyek
TIR	Természetvédelmi Információs Rendszer
TRU	transzurán elem (rendszáma 92-nél (az Urán rendszámánál) nagyobb)
ÜHG	Üvegházhatású gázok
VÁTI	VÁTI Magyar Regionális Fejlesztési és Urbanisztikai Nonprofit Kft
VBJ	Végleges Biztonsági Jelentés
VER	Magyar villamosenergia-rendszer
VO	vízrajzi osztály
VVER	Vodo-Vodyanoi Energetichesky Reactor - Vízhűtésű és moderálású energetikai reaktor
WANO	World Association of Nuclear Operators - Nukleáris Operátorok Világszervezete
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association - Nyugat-Európai Nukleáris Szabályozók Szövetsége
ZÜHR	zóna üzemzavari hűtőrendszerek

# 1 A TERVEZETT FEJLESZTÉS ALAPINFORMÁCIÓI

A hazai villamosenergia-rendszer forrásoldali kapacitásának túlnyomó részét alkotó nagyerőművek életkora közelít a tervezési élettartamuk végéhez, vagy esetenként már meg is haladta azt. A várható forrásoldali kapacitáshiány részbeni kezelésére, és a meglévő atomerőművi blokkok tervezett élettartamára tekintettel új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése kezdődött meg.

Az előkészítés alatt álló beruházás célja, hogy közcélú villamosenergia-termelés érdekében két, egyenként bruttó 1 200 MW<sub>e</sub> villamos teljesítményű, korszerű, III+ generációs, nyomottvizes, legalább 60 év várható élettartamú atomerőművi blokk létesüljön a Paksi Atomerőmű mellett, a **Nemzeti Energiastratégiában szereplő ütemezésnek megfelelően**, 2025 és 2030 évekre tervezett kereskedelmi üzem kezdettel, hosszú távon fenntartva ezzel az atomenergia forrás oldali – 40 % körüli – részarányát a villamosenergia-termelésben.

A tervezett beruházást az alábbi főbb elemek alkotják:

- az erőművi technológia,
- az erőművi hűtővízrendszer,
- csatlakozás a magyar villamosenergia-rendszerhez.

## 1.1 A TERVEZETT BERUHÁZÁST ELŐKÉSZÍTŐ TEVÉKENYSÉGEK

### 1.1.1 TELLER PROJEKT

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. § (2) bekezdése szerint új nukleáris létesítmény létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulása szükséges. A 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról szóló 40/2008. (IV. 17.) OGY határozat 12. f pontja felkérte a Kormányt, hogy "kezdje meg az új atomerőművi kapacitásokra vonatkozó döntés-előkészítő munkát. A szakmai, környezetvédelmi és társadalmi megalapozást követően a beruházás szükségességére, feltételeire, az erőmű típusára és telepítésére vonatkozó javaslatait kellő időben terjessze az Országgyűlés elé".

Az MVM Zrt. által létrehozott Teller Projekt műszaki, gazdasági, kereskedelmi, jogi és társadalmi szempontok elemzésével szakértői vizsgálatokat végzett. Megtörtént a megvalósítás lehetőségeinek vizsgálata, az előzetes környezeti értékelés elkészítése, valamint a kiégett fűtőelemek és radioaktív hulladékok elhelyezésének vizsgálata. Ezen feladatok eredményei három döntés-előkészítő dokumentumban összegződtek, melyekben megállapítják, hogy a legcélszerűbb választás olyan modern, nyomottvizes atomerőmű, paksi telephelyű létesítéssel, amely nem prototípus, rendelkezik már valahol engedéllyel és élettartama legalább 60 év.

A szakmai elemzésekre építve az Országgyűlés 2009. március 30-án 95,4 %-os támogatottsággal jóváhagyta a paksi telephelyen új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység megindítását.

### 1.1.2 LÉVAI PROJEKT

Az országgyűlési határozat szerinti előkészítő tevékenység végrehajtására az MVM Zrt. 2009 júniusában létrehozta a Lévai Projektet. A Lévai Projekt keretében végrehajtott főbb tevékenységek a következők voltak:

- finanszírozási lehetőségekkel kapcsolatos stratégiai elemzések, vizsgálatok készíttetése;
- szállítói tenderdokumentáció első tervezetének elkészíttetése;
- új blokkok villamosenergia-rendszerbe illeszthetőségének vizsgálata;
- hűtővíz ellátás módozatainak vizsgálata;
- előzetes konzultációs dokumentáció összeállításának indítása;
- környezetvédelmi hatástanulmány összeállításához szükséges vizsgálatok indítása;
- telephely engedélykérelem összeállításának előkészítése;
- munkaerő igény felmérése;
- potenciális hazai beszállítók és térségi vállalkozások felmérése.

### 1.1.3 MVM PAKS II. ATOMERŐMŰ FEJLESZTŐ ZRT - PROJEKTTÁRSASÁG

Az új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítésére az MVM Csoport 2012. július 26-án megalapította az MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaságot (MVM Paks II. Zrt.).

A projekttársaság legfontosabb feladatai közé tartozik a majdani létesítés kereteinek meghatározása, a finanszírozás részleteinek kidolgozása valamint a szükséges műszaki feltételek rögzítése (hűtési lehetőségek, környezeti hatások). A projektmunka fontos elemét képezi a környezetvédelmi, telephely, vízjogi és létesítési engedélyek megszerzése. A projekttársaság foglalkozik a jogharmonizációs kérdésekkel, valamint a regionális gazdasági és társadalmi hatások vizsgálatával is. Különösen fontos feladat továbbá, hogy az új atomerőművi blokkok létesítése során Magyarország a lehető legnagyobb mértékben kiaknázza a projekt nemzetgazdaságot élénkítő hatásait.

### 1.1.4 SZABÁLYOZÁSI TÁMOGATÁSOK

Az előzőekben vázolt előkészítő tevékenységek eredményeként a hazai szabályozási rendszerben több, az új atomerőművi blokkok létesítését támogató elem is megjelent.

Az Országgyűlés 2011. október 3-án elfogadta a következő két évtized fejlesztési-, üzemeltetési irányait meghatározó, 2050-ig kitekintő **Nemzeti Energiastratégiát**, melynek értelmében az állam - távlati, gazdasági és környezetvédelmi céljai megvalósítását elősegítendő - hosszú távon meg kívánja tartani az atomenergia jelenlegi, mintegy 40 %-os részarányát a hazai villamosenergia-termelésben.

A Kormány a magyar atomenergetika elkövetkező harmincéves kiegyensúlyozott fejlődésének biztosítása érdekében a 1195/2012. (VI. 18.) Korm. határozattal létrehozta a nukleáris energia hazai alkalmazásával, annak fejlesztésével kapcsolatos stratégiai kérdéseket vizsgáló **Nukleáris Energia Kormánybizottságot**, amelynek elnöke a Miniszterelnök.

A Kormány – figyelemmel a nukleáris energiának a hazai energiaellátásban és az ellátásbiztonság garantálásában betöltött stratégiai szerepére, valamint az Országgyűlés által elfogadott Nemzeti Energiastratégiában foglaltakra – a Paksi Atomerőmű telephelyén létesítendő új atomerőművi blokkok megvalósítását a 1196/2012. (VI. 18.) Korm. határozattal a **nemzetgazdaság szempontjából kiemelt fontosságú és az energiaellátás biztonsága szempontjából alapvetően szükséges** beruházásnak nyilvánította.

### 1.1.5 AZ ÉPÍTENDŐ BLOKKOK KIVÁLASZTÁSA

#### 1.1.5.1 A magyar - orosz kormányközi egyezmény

2014. január 14-én a Magyar Kormány megállapodott az Oroszországi Föderáció Kormányával a két ország között évtizedekkel korábban megkötött nukleáris együttműködési szerződés felújításáról. A megállapodás alapján a Paksi Atomerőmű területén az Orosz Illetékes Hatóság fővállalkozásában további két új, 1 200 MW teljesítményű blokk épül, amelyhez a Magyar Kormány államközi hitelt kap Oroszországtól.

#### 1.1.5.2 2014. évi II. törvény

Az Országgyűlés a két kormány megállapodását a 2014. február 6-i ülésnapján, a Magyarország Kormánya és az Oroszországi Föderáció Kormánya közötti nukleáris energia békés célú felhasználása terén folytatandó együttműködésről szóló Egyezmény kihirdetéséről szóló **2014. évi II. törvényben** fogadta el. A törvény ide vonatkozó részei az alábbiak.

##### **1. cikk - Az együttműködés tárgya**

A Felek együttműködnek a Magyarország területén lévő Paksi Atomerőmű teljesítményének fenntartásában és fejlesztésében, beleértve két új blokk tervezését, megépítését, üzembe helyezését és üzemen kívül helyezését, VVER (vízhűtéses, vízmoderátoros) típusú reaktoral, mindkét blokkra vonatkozóan legalább 1 000 MW beépített kapacitással, amint arról jelen Egyezmény a későbbiekben rendelkezik, a jövőben leállításra kerülő 1–4. blokk teljesítményének kiváltására.

## 5. cikk - Az Orosz Fél kötelezettségei

- (1) a Paksi Atomerőmű teljesítményének fenntartására és fejlesztésére vonatkozó megvalósíthatósági tanulmány kidolgozása, és helyszíni szemle lefolytatása;
- (2) az erőmű fő- és kisegítő létesítményeire vonatkozó tervezési és technikai dokumentáció elkészítése számítógépes tervezőprogram (CAD) és dokumentációs eszközök segítségével, valamint a tervezési dokumentáció és a valós beépítés közti változtatások kezelése;
- (3) az erőmű biztonsági jelentésének elkészítése az Oroszországi Föderáció és Magyarország jogrendjében és a NAÜ ajánlásaiban foglalt biztonsági követelmények, valamint az erőmű környezetvédelmi hatástanulmányának figyelembe vételével;
- (4) építő-szerelő munkálatok kivitelezése az erőmű létesítményeiben;
- (5) helyszíni tervezői ellenőrzés és az erőműépítés követelményeinek felügyelete az erőmű építésének minden szakaszában;
- (6) minőségbiztosítási program kidolgozása az erőmű építkezés minden szakaszára;
- (7) a nukleáris sziget számára szükséges főbb berendezések, valamint műszaki, elektromos, irányítástechnikai rendszerek, műszerek, készülékek, eszközök és anyagok biztosítása az erőmű blokkjainak üzembe helyezéséhez szükséges mennyiségben, a szükséges ütemezésben és biztonsági osztályba sorolás szerint;
- (8) technikai karbantartási szolgáltatások nyújtása a leszállított berendezésekhez, beleértve a konzultációkat, pótalkatrészek szállítását, a berendezések állagmegőrzési és tárolási technológiájának ismertetését;
- (9) segítségnyújtás az erőmű javítási munkálatainak megszervezésében;
- (10) próbaüzem, a beüzemelési munkálatok megszervezése és kivitelezése, az új erőmű blokkok üzembe helyezése;
- (11) mérnöki és konzultációs szolgáltatás nyújtása a fizikai védelemre vonatkozó programok és intézkedések kidolgozásában;
- (12) segítségnyújtás a Magyar illetékes Hatóság és/vagy a Magyar Kijelölt Szervezet részére a jelen Egyezmény alapján megvalósítandó projektekhez szükséges különleges engedélyek (licenszek) megszerzéséhez, beleértve a szükséges információk és dokumentáció átadását, és a szükséges módosításokat a szabályozó hatóságok által támasztott követelményeknek való megfelelés érdekében;
- (13) az atomerőmű személyzete és a Magyar Fél szakemberei számára képzések, átképzések, és továbbképzések szervezése;
- (14) segítségnyújtás az atomenergetikai ágazat tudományos, műszaki és technológiai fejlesztési programjának kidolgozásában, ideértve az atomenergia elemeinek lokalizálását, a nukleáris- és sugárbiztonságot az oroszországi tapasztalatok és a megfelelő fejlett technológiák alkalmazásával;
- (15) az üzemeltetési, technikai karbantartási és javítási dokumentáció összeállítása;
- (16) műszaki segítségnyújtás a Magyar Kijelölt Szervezet számára a Paksi Atomerőmű 1–4. blokkjainak üzemeltetésében, modernizációjában és rekonstrukciójában, valamint a Paksi Atomerőmű blokkjainak üzemén kívül helyezésében tervezett üzemidejük lejártaival;
- (17) a Felek részvétele a Paksi Atomerőmű működtetésével kapcsolatos alkalmazások és létesítmények alapvető tudományos támogatását célzó alaputatásban és fejlesztésben;
- (18) a Felek részvétele a magyar és orosz diákok és/vagy tudósok képzésében a Paksi Atomerőmű működtetéséhez kapcsolódóan az atomenergia békés felhasználására vonatkozó műszaki-technikai kérdésekben;
- (19) a nukleáris fűtőanyag-ellátás biztosítása és a használt üzemanyag kezelése (beleértve az újrafeldolgozást is) és a nukleáris hulladék kezelése a jelen Egyezmény 7. cikkelyében rögzítettek alapján.

## 6. cikk - A Magyar Fél kötelezettségei

- (1) a Paksi Atomerőmű új blokkjainak tervezéséhez és megépítéséhez szükséges pontos kiinduló adatok átadása;
- (2) a Paksi Atomerőmű új blokkjaihoz szükséges építési terület átadása az Orosz Kijelölt Szervezetnek, belépés biztosítása a területre az Orosz Kijelölt Szervezet és az Alvállalkozók személyzete számára;
- (3) a Paksi Atomerőmű fejlesztésére vonatkozó tervdokumentáció benyújtása állami szakértői vizsgálatra, az ezeket követő szakvélemények beszerzése;
- (4) a jelen Egyezményben foglalt projekt megvalósításához szükséges, a magyar és az Európai Unió jogrendnek megfelelő speciális engedélyek beszerzése;
- (5) segítségnyújtás az Orosz illetékes Hatóság és/vagy az Orosz Kijelölt Szervezet és/vagy az Alvállalkozók részére a Megvalósítási Megállapodásokban rögzített kötelezettségeik teljesítéséhez szükséges magyarországi speciális engedélyek (licenszek) beszerzésében;
- (6) a tervdokumentáció saját részének elkészítése az Orosz Kijelölt Szervezettel egyeztetett témákban és időkeretekben;
- (7) részvétel a Paksi Atomerőmű biztonsági jelentésének és a környezetvédelmi hatástanulmányának az elkészítésében az Orosz Kijelölt Szervezet segítségével;
- (8) a műszaki dokumentáció kidolgozása és a berendezések legyártása, a Megvalósítási Megállapodások szerint;
- (9) a berendezések elemeinek és anyagoknak a szállítása a Megvalósítási Megállapodások és az abban szereplő műszaki specifikáció szerint;
- (10) a berendezések alkatrészeinek, gyorsan kopó részeinek, javítóeszközöknek legyártása és szállítása a Megvalósítási Megállapodások és az azok által meghatározott műszaki dokumentáció szerint;
- (11) a berendezések, a készülékek, az eszközök és az anyagok ellenőrzése és átvétele a Megvalósítási Megállapodások szerint;

- (12) az infrastrukturális létesítmények tervezése és megépítése a Paksi Atomerőmű területén, beleértve a víz- és elektromos áramellátást, az odavezető utakat, valamint a kisegítő létesítményeket, a Megvalósítási Megállapodások szerint;
- (13) víz- és áramellátás biztosítása az infrastruktúra létesítményei számára a Paksi Atomerőműre vonatkozó Projektek megvalósításának minden szakaszában;
- (14) a Magyar Kijelölt Szervezet által végrehajtandó minőségbiztosítási programok elkészítése és koordinációja az Orosz Kijelölt Szervezettel a Paksi Atomerőműre vonatkozó projekt megvalósításának minden szakaszában;
- (15) annak biztosítása, hogy az Orosz Kijelölt Szervezet és az Alvállalkozók javára eljáró személyek a magyar szabályozások alapján tartózkodhassanak és dolgozhassanak Magyarországon a munkavégzésükhöz szükséges időszakban;
- (16) a jelen Egyezményben foglalt projektek megvalósításához szükséges berendezések, anyagok, munkák és szolgáltatások importengedélyeinek beszerzése, valamint az áruk vámkezelésének megszervezése a kialakított eljárásrend szerint;
- (17) a jelen Egyezmény szerinti projektek megvalósításához szükséges kiképzett személyzet biztosítása;
- (18) részvétel a beüzemelést megelőző munkálatokban és a Paksi Atomerőmű új blokkjainak üzembe helyezésében, a Megvalósítási Megállapodások szerint;
- (19) a Magyarország területén gyártott berendezések előállításával és szállításával kapcsolatos munkálatok koordinálása; (az illetékes Hatóságok megegyeznek a berendezések listájáról, és azok gyártási és szállítási feltételeiről);
- (20) a Paksi Atomerőmű új blokkjai építési területének fizikai védelméhez szükséges biztonsági intézkedések kidolgozása és végrehajtása;
- (21) a Paksi Atomerőmű területén elhelyezett berendezések, eszközök és anyagok biztonsági védelme;
- (22) a jelen Egyezményben foglalt projektek megvalósításához szükséges összes munka, szállítás és szolgáltatás folyamatos és szükséges mértékű finanszírozása;
- (23) egyeztetés az Orosz Féllel a Paksi Atomerőmű számára szükséges munkaerő képzéséről és átképzéséről;
- (24) a Felek részvétele a Paksi Atomerőmű működtetésével kapcsolatos alkalmazások és létesítmények alapvető tudományos támogatását célzó alaputatásban és fejlesztésben;
- (25) a Felek részvétele a magyar és orosz diákok és/vagy tudósok képzésében a Paksi Atomerőmű működtetéséhez kapcsolódóan az atomenergia békés felhasználására vonatkozó műszaki-technikai kérdésekről.

## **7. cikk - Fűtőanyag ellátás és a használt fűtőanyag kezelése**

1. A Felek biztosítják, hogy Meghatalmazott Szervezeteik megállapodást (szerződést) kötnek a Paksi Erőmű új blokkjainak nukleáris fűtőanyag ellátására, kész fűtőelem-kazetta formájában a kezdeti feltöltéshez és a további újratöltésekhez szükséges mennyiségben, valamint szabályozó rudak rendelkezésre bocsátására az üzemeltetéséhez szükséges mennyiségben. Az ellátási kötelezettség legalább 20 (húsz) évig áll fenn, a meghosszabbítás lehetőségével.
2. A Felek biztosítják, hogy Meghatalmazott Szervezeteik megállapodást (szerződést) kötnek a Megvalósítási Megállapodás alapján (összes alkotóelemükkel együtt) átadott használt fűtőelem-kazetták kezeléséről. Kezelés alatt az értendő, hogy a használt fűtőelem-kazettákat az Oroszországi Föderáció területére szállítják ideiglenes technológiai tárolás vagy technológiai tárolás és reprocesszálás céljából. A használt fűtőelem-kazettákat, vagy reprocesszálás esetén a nukleáris hulladékot Oroszországi Föderáció területén tárolják ugyanannyi időn keresztül, amely időtartamot a 7. cikk 1. bekezdésében említett megállapodás (szerződés) előír a nukleáris fűtőanyag ellátásra, ezt követően visszaszállítják Magyarországra.

## **1.2 A TERVEZETT ATOMERŐMŰVI BLOKKOK ENGEDÉLYEZTETÉSÉNEK ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA**

Az új atomerőművi blokkok engedélyeztetése az alábbi fő témakörök köré csoportosítható:

1. Sugárvédelem
2. Környezetvédelem
3. Vízjog
4. Nukleáris biztonság
5. Energetika
6. Műszaki felügyelet
7. Építészet
8. További engedélyeztetések és eljárások

A tervezett atomerőmű teljes engedélyeztetése több ezer engedély beszerzését jelenti, melyek közül csak a főbb engedélyek felsorolása szerepel az alábbiakban.



**Sugárvédelem** - Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) Országos Tisztifőorvosi Hivatal (OTH)

Dózismegszorítási engedély

**Környezetvédelem** – Dél-dunántúli Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség (DdKTF)

Környezetvédelmi engedély

**Vízjog** –Fejér Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság

Elvi vízjogi engedély

Vízjogi létesítési engedély

Vízjogi üzemeltetési engedély

**Nukleáris biztonság** – Országos Atomenergia Hivatal

Telephely vizsgálati és értékelési engedély

Telephely engedély

Létesítési engedély

Építési engedély

Építmények, épületszerkezetek használatbavételi engedélye

Rendszer szintű engedélyek

Gyártási engedély

Beszerzés engedély

Szerelési engedély

Típus engedély

Üzembe helyezési engedély

Üzemeltetési engedély

**Energetika**

**Erőmű-** Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal

A villamosenergia-rendszer üzemét lényegesen befolyásoló erőmű elvi engedélye

Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) létesítési engedélye

MEKH erőmű villamosenergia-termelésére vonatkozó működési engedélye

**Hálózati csatlakozás** (távvezetékek) - Baranya Megyei Kormányhivatal Pécsi Mérésügyi és Műszaki Biztonsági Hatóság

Előmunkálati engedély

Vezetékjogi engedély

Üzemeltetési engedély

**Műszaki felügyelet** - Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal

Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal (MKEH) hatáskörébe tartozó építési engedélyek

A létesítési ciklus alatt beszerzendő MKEH engedélyek (pl. nyomástartó berendezésekre, távhővezetékekre, veszélyes anyag tárolókra)

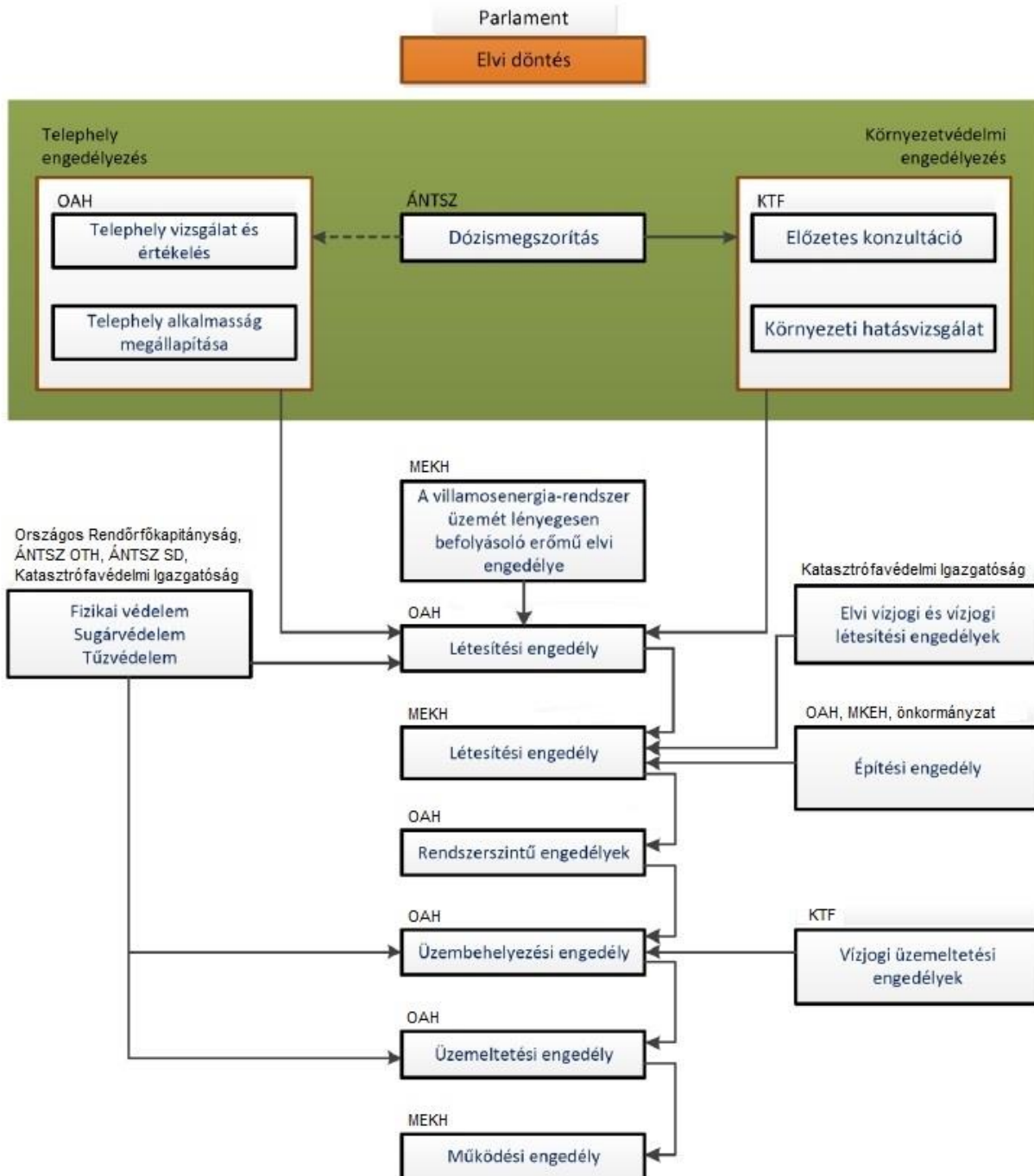
MKEH hatáskörébe tartozó használatbavételi engedélyek

**Építészet**- Helyi önkormányzat

Helyi önkormányzat hatáskörébe tartozó építési engedélyek

### További engedélyeztetések és eljárások

- Fizikai védelem
- EURATOM 37. cikkelye szerinti eljárás
- EURATOM 41. cikkelye szerinti eljárás



1.2-1. ábra: Atomerőmű engedélyeztetésének folyamata

### 1.3 A TERVEZETT ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK KÖRNYEZETVÉDELMI ENGEDÉLYEZTETÉSÉNEK HELYZETE

A környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény 66. § (1) bekezdése szerint a környezeti hatásvizsgálat-köteles tevékenység csak a területileg illetékes környezetvédelmi felügyelőség által kiadott és jogerőre emelkedett környezetvédelmi engedély birtokában kezdhető meg.

A környezeti hatásvizsgálat köteles tevékenységeket a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet 1. melléklete részletezi, ennek 31. pontjában található az atomerőmű, méretmegkötés nélkül.

A megvalósítandó két, egyenként bruttó 1 200 MW<sub>e</sub> villamos összteljesítményű atomerőművi blokkok létesítésének előfeltétele tehát a 314/2005. (XII.25.) Kormányrendelet szerinti környezeti hatásvizsgálat elvégzése, az eredmények környezeti hatástanulmányban történő összefoglalása, ezek alapján a környezetvédelmi engedélyeztetési eljárás lefolytatása, s e folyamat végeredményeként a környezetvédelmi engedély megszerzése

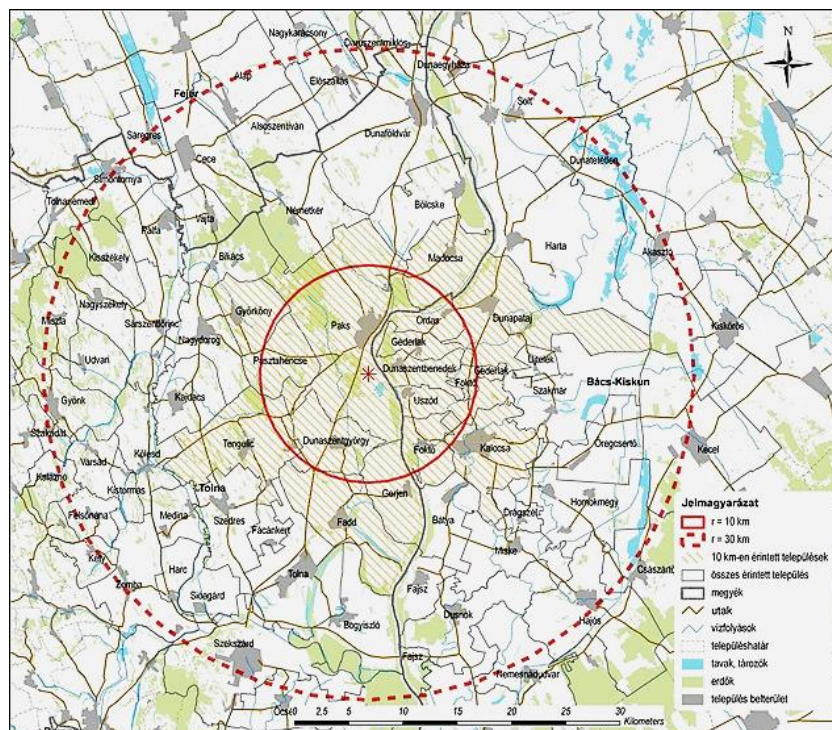
A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok környezetvédelmi engedélyeztetése során az engedélyező hatóság, mint a Paksi Atomerőmű területére kijelölt illetékes, a Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi Felügyelőség (továbbiakban: DdKTF).

#### 1.3.1 A POTENCIÁLIS 5 BLOKKTÍPUSRA VONATKOZÓ ELŐZETES KONZULTÁCIÓS DOKUMENTÁCIÓ (EKD)

A tervezett új blokkok környezetvédelmi engedélyeztetése 2012. november 10-én megkezdődött a PÖRYR ERŐTERV Energetikai Tervező és Vállalkozó Zrt. által összeállított, "MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése" című, 6F111121 munkaszámú Előzetes konzultációs dokumentáció [1-1]<sup>1</sup> beadásával.

Az EKD a paksi telephelyre potenciálisan telepíthető 5 blokk típus adatai alapján készült el.

Az EKD-ban 10 km és 30 km sugarú területek vizsgálata folyt.



1.3.1-1. ábra: Vizsgálási területek az EKD-ban (10 km, 30 km) [1-1]

<sup>1</sup> Az EKD letölthető az MVM Paks II. Zrt honlapjáról:  
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-HUN.pdf>  
<http://www.mvmpaks2.hu/hu/Dokumentumtarolo/EKD-ENG.pdf>

A Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (DdKTVF) által lefolytatott eljárás során az alábbi közigazgatási szervek adták meg észrevételeiket:

Közigazgatási szerv	iktatószáma
Tolna Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Szakigazgatási Szerve	XVII-R-084/01550-2/2012
Tolna Megyei Kormányhivatal Hatósági Főosztály Kulturális Örökségvédelmi Osztály Szekszárd	II-P-18/184-2/2012
Tolna Megyei Kormányhivatal Növény és Talajvédelmi Igazgatósága	26.2/1271-2/2012
Baranya Megyei Kormányhivatal Erdészeti Igazgatósága	II-G-033/8061/1/2012
Baranya Megyei Kormányhivatal Építésügyi Hivatal Állami Főépítész	II-D-15/157-2/2012
Pécsi Bányakapitányság	PBK/3519-2/2012
Pusztahencse - Györköny Körjegyzője	629/2012
Dunaszentgyörgy - Németskér - Gerjen Körjegyzője	625-5/2012
Bölcske Község Jegyzője	1985-2/2012
Zomba, Harc és Medina Községek Körjegyzőség Medinai Kirendeltsége	819-2/2012
Kalocsa Város Jegyzője	8350-1/2012/H

1.3.1-1. táblázat: Az EKD-ra észrevételt adó közigazgatási szervek

A Vélemény kiadásáig nem tett észrevételt:

Tolna Megyei Kormányhivatal Paksi Körzeti Földhivatala  
Országos Atomenergia Hivatal  
Paks Város Címzetes Jegyzője  
Nagydorog, Bikács, Sárszentlőrinc Községek Körjegyzője  
Kölesd, Kistormás, Kajdacs Községek Körjegyzője  
Foktő és Dunaszentbenedek Községek Körjegyzősége  
Géderlak, Ordas és Uszód Községek Körjegyzősége  
Harta és Dunatetőn Községek Körjegyzősége  
Homokmégy és Öregcsertő Községek Körjegyzősége  
Szakmár és Újtelek Községek Körjegyzősége  
Miske és Drágszél Községek Körjegyzősége  
Sióagárd és Fácánkert Községek Körjegyzősége  
Bogyiszló, Tengelic, Szedres, Fadd, Pálfa, Madocsa, Dusnok, Dunapataj, Bática, Fajsza, Vajta, Tolna, Cece, Dunaföldvár, Előszállás Község Jegyzője

A DdKTVF jogsegély kérelemmel kereste meg a Nemzeti Közlekedési Hatóság Útügyi, Vasúti és Hajózási Hivatalát hatásköri érintettség miatt, a Közép-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőséget illetékességi területe érintettsége miatt vélemény kérés céljából, a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóságot pedig nyilatkozattétel céljából. Az érintett szervezetek a Vélemény kiadásáig észrevételt, nyilatkozatot nem adtak.

### Nyilvánosság

Az eljárás során az Energiaklub Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ Egyesület kérte ügyféli jogállásának elismerését és ez alapján az EKD-ba való betekintési és véleményezési lehetőséget. Az egyesület alapszabályában foglaltak alapján a DdKTVF elfogadta az ügyféli jogállást és a konzultációs kérelem elektronikus változatát az Egyesület rendelkezésére bocsátotta. Az EKD-val kapcsolatban a Vélemény kiadásáig az Energiaklub nem nyilvánított véleményt.

Az előzetes konzultációval kapcsolatban az eljárás alatt sem a DdKTVF-hez, sem az érintett települések jegyzőihöz nem érkezett észrevétel a nyilvánosság részéről.

A DdKTVF mindezek figyelembe vételével adta ki 8588-32/2012 iktatószámú Véleményét 2012. december 21-én, melyben rögzíti az alábbiakat:

- a tervezett atomerőmű létesítése környezeti hatásvizsgálat köteles tevékenység
- a tervezett beruházással kapcsolatban az előzetes konzultáció során a rendelkezésre álló információk alapján környezetvédelmi engedélyezést **kizáró ok** - a DdKTVF részéről - **nem merült fel**
- a környezeti hatástanulmányt a 314/2005. (XII.) Korm. rendelet 6. és 7. számú melléklete, valamint a DdKTVF részletesen megadott tartalmi követelményeinek megfelelően kell elkészíteni
- a környezeti hatástanulmány szakterületi részeit szakértői jogosultsággal rendelkező szakértő készítheti el.

A DdKTVF felhívta a figyelmet arra, hogy a Véleményben foglaltak saját álláspontját tartalmazzák, amelytől az eljárásba bevont közigazgatási szervek észrevételei eltérhetnek.

## Nemzetközi eljárás

Atomerőmű létesítése az országhatáron áterjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló, Espoo-ban (Finnország), 1991. február 26. napján aláírt egyezmény kihirdetéséről szóló 148/1999. (X. 13.) Korm. rendelet, illetve az Európai Közösség 97/11/EK, 2003/35/EK és 2009/31/EK számú tanácsi irányelvvel módosított, az egyes köz- és magánprojektek környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatáról szóló 85/337/EGK számú irányelv hatálya alá tartozik.

A nemzetközi - Espoo-i - eljárás kezdeményezése érdekében a DdKTVF megküldte az EKD-t és annak idegen nyelvű változatait a Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) Környezetmegőrzési Főosztályának, aki 30 országot értesített az eljárásról. A megkeresett országokat és azoknak az eljárással kapcsolatos álláspontját összegzi az alábbi táblázat:

Értesített potenciális részes fél	Részvétel	Nyilatkozat a részvételi szándékról	Észrevétel
<b>Ausztria</b>	Igen	részt kíván venni	küldött észrevételt
Belgium	n/a		
Bulgária	n/a		
Ciprus	Nem	nem kíván részt venni	
<b>Csehország</b>	Igen	részt kíván venni	küldött észrevételt
Dánia	n/a		
Észtország	Nem	nem kíván részt venni	
Finnország	n/a		
Franciaország	n/a		
<b>Görögország</b>	Igen	részt kíván venni	küldött észrevételt
Hollandia	n/a		
<b>Horvátország</b>	Igen	részt kíván venni	küldött észrevételt
Írország	n/a		
Lengyelország	Nem	nem kíván részt venni	
Lettország	n/a		
Litvánia	n/a		
Luxemburg	n/a		
<b>Málta</b>	Igen	részt kíván venni	küldött észrevételt
<b>Németország</b>	Igen	részt kíván venni	küldött észrevételt
Olaszország	n/a		
Portugália	n/a		
<b>Románia</b>	Igen	részt kíván venni	küldött észrevételt
Spanyolország	Nem	nem kíván részt venni	
Svájc	n/a		
Svédország	n/a		
Szerbia	n/a		
<b>Szlovákia</b>	Igen	részt kíván venni	küldött észrevételt
<b>Szlovénia</b>	Igen	részt kíván venni	nem küldött észrevételt
Egyesült Királyság	n/a		
<b>Ukrajna</b>	Igen	részt kíván venni	nem küldött észrevételt

1.3.1-2. táblázat: A nemzetközi eljárás során megkeresett országok

A többi országból együttesen megközelítőleg 15 ezer levél érkezett, az ezekben feltett kérdések és észrevételek 10 főbb témakör köré csoportosultak:

	Témakörök
1	Energiastratégiához kapcsolódó észrevételek
2	Súlyos balesetekre, üzemzavarokra vonatkozó észrevételek
3	Nukleáris biztonságra vonatkozó kérdések
4	Atomkár felelősséghez kapcsolódó észrevételek
5	A teljes üzemanyagciklus környezeti hatásainak bemutatása
6	Radioaktív hulladékok kezelésére vonatkozó észrevételek
7	Két erőmű együttes hatásai, illetve a létesítendő új erőmű hatása a régre
8	A környezeti hatásvizsgálati tanulmány tartalmára vonatkozó észrevételek
9	Gazdasági megfontolások
10	Egyéb témakörök észrevételei

1.3.1-3. táblázat: A nemzetközi eljárás során feltett kérdések témakörei

Az egyes kérdés-csoportokra írt válaszok a Nemzetközi fejezetben találhatóak.

## 1.3.2 PAKS II. ATOMERŐMŰ KÖRNYEZETI HATÁSTANULMÁNYA (KHT)

A paksi telephelyen építendő Paks II Atomerőmű létesítését megelőzően lefolytatandó környezeti hatásvizsgálat (KHV) célja a tervezett atomerőművi technológia által a környezet egyes elemeire és rendszereire gyakorolt környezeti hatások azonosítása és értékelése a tervezési terület alapállapotának, terhelhetőségének függvényében.

Amennyiben e feltételrendszerben elvégzett hatásvizsgálat nem állapít meg a környezeti elemek, illetve rendszerek bármelyike esetében a jogszabályi környezet, valamint szakmai álláspontok alapján megengedhetetlen mértékű igénybevételt, illetve terhelést, akkor a *tervezett 2 x 1 200 MW teljesítményű blokk telepítése és üzemeltetése – környezetvédelmi szempontból – megvalósulhat.*

### 1.3.2.1 Alapállapot vizsgálatok

A környezeti hatásvizsgálatot (KHV) megalapozandó, 2012. március 1-jétől kezdődően a környezet jelenlegi állapotának felmérése és ez alapján az alapállapot jellemzése, értékelése céljából, a tervezett atomerőművi blokkok telepítési területén, valamint az előzetesen becsült hatásterületek alapján kijelölt vizsgálati területeken az alábbi témakörökre vonatkozóan történtek vizsgálatok és elemzések:

- I. **Telephely jellemzése**
- II. **Időjárási jellemzők**
  - a) Meteorológia
  - b) Mikro- és mezoklíma a telephely környezetében
- III. **Földtani közeg, felszín alatti és felszíni vízi környezet jellemzése**
  - a) Földtani közeg bemutatása és jellemzése
  - b) Felszín alatti vízi környezet bemutatása és jellemzése
  - c) Telephely hidrológiai jellemzése
  - d) Duna és egyéb felszíni vizek állapota
  - e) Duna medrének és partfalának állapota
- IV. **Környezeti radioaktivitás általános jellemzése**
- V. **Zaj- és rezgésterhelés felmérése**
- VI. **Levegőminőség felmérése**
- VII. **Élővilág állapotának jellemzése**
  - a) Élővilág sugárterhelésének jellemzése (kivéve a humán sugárterhelést)
  - b) Minta értékű biomonitring vizsgálatok végrehajtása
- VIII. **Lakosság állapotának jellemzése**
  - a) Lakosság sugárterhelésének meghatározása
  - b) A telephely környezetében élők egészségügyi állapotának meghatározása

A környezeti hatásvizsgálatokat megalapozó alapállapot mérések, vizsgálatok, elemzések 2012-ben befejeződtek, így ezek záró dátuma egységesen 2012. Ettől a meteorológiai elemzésekhez felhasznált adatok záró dátuma tér el, az 2010.

A 2012-es év rendkívül száraz volt. A biomonitring vizsgálatok eredményei tükrözték a vizsgálati év szélsőséges aszályosságát. Annak érdekében, hogy az élővilág alapállapota ne csak ilyen rendkívül száraz időjárási feltételek mellett kerüljön rögzítésre, célszerű volt a biomonitring vizsgálatok 2013. évi elvégzése is. Ezen ok miatt a dunai nagyvízi mérések elvégzése is 2013-ban történt meg.

Mindazon esetekben, ahol ezt követően, 2013-ban is voltak helyszíni vizsgálatok vagy az elemzések később készültek (a dunai nagyvízi mérések, a talajvíz figyelő kutak adatainak elemzése), ott az egyes szakterületeknél jelenítjük meg az adatok záró dátumát.

## Vizsgálati területek

A 2012-2013-ban folytatott alapállapotú vizsgálatok során az új blokkok telepítési helyének meghatározott terület középpontjától mért 30 km-es sugarú körrel lehatárolt területet vettük fel a telephely környezetének általános vizsgálati területéül.

Az egyes szakterületi vizsgálatok többsége e területrészen belül folyt. Ettől alapvetően a Duna vizsgálati területei tértek el, az egyes témakörök különböző mértékben, egyes esetekben a teljes magyarországi Duna szakasz is vizsgálat alá került.

A feltételezett hatásterület a 10 km sugarú körön belül várható, a részletesebb vizsgálatok is e területen belül folytak. E megfontolás alapján, a Dunán kívüli Natura 2000 területek alapállapotának vizsgálata is e területrészen történt meg.

A feltételezett közvetlen hatásterületen, a 3 km sugarú körben végeztük a részletes biomonitoring vizsgálatokat és a vegetáció térképezését is.

A levegő szennyezettségi állapotának egy évig tartó felmérése is a várható közvetlen hatásterületen zajlott, a védendő pontok elhelyezkedéséhez igazodottan. A zaj- és rezgésmérések is e területeken történtek.

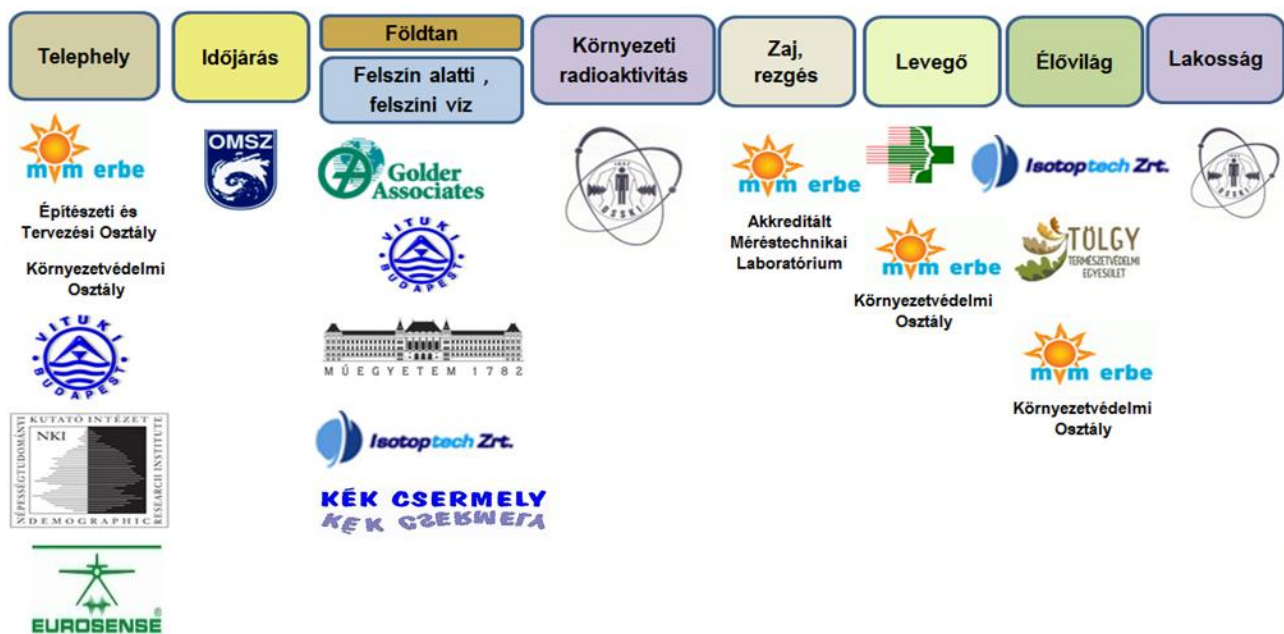
A tervezett telepítési területen és közvetlen környezetében folytak a terület jellemzőinek meghatározását célzó terepi vizsgálatok, a földtani közeg és a felszín alatti víz jellemzése.

A különböző vizsgálati területek:

	Általános jellemzés vizsgálati területe	A becsült hatásterületek legnagyobb kiterjedése	
		közvetett hatások területe	közvetlen hatások területe
Terület lehatárolás	r = 30 km	r = 10 km	r = 3 km
Terület kiterjedése	2 826 km <sup>2</sup>	314 km <sup>2</sup>	28,3 km <sup>2</sup>

1.3.2-1. táblázat: Az alapállapotú vizsgálati területek és kiterjedésük

A környezeti hatásvizsgálatot megalapozó szakterületi vizsgálati és értékelési programok kidolgozásában és végrehajtásában közreműködő szakmai szervezetek az alábbiak voltak.



	<p><i>MVM ERBE Zrt.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Környezetvédelmi Osztály</li> <li>○ Akkreditált Méréstechnikai Laboratórium</li> </ul>
	<p><i>EUROSENSE Légi Térképészeti Kft.</i></p>
	<p><i>Központi Statisztikai Hivatal Népeségtudományi Kutató Intézet</i></p>
	<p><i>Országos Meteorológiai Szolgálat</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Éghajlati Osztály</li> <li>○ Megfigyelési Főosztály</li> <li>○ Földfelszíni Megfigyelések Osztálya</li> <li>○ Módszerfejlesztési Osztály</li> </ul>
	<p><i>Golder Associates (Magyarország) Zrt.</i></p>
	<p><i>VITUKI Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Nonprofit Kft.</i></p>
	<p><i>VITUKI Hungary Kft.</i></p>
	<p><i>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék</li> </ul>
	<p><i>Isotoptech Zrt.</i></p>
	<p><i>Kék Csermely Kft</i></p>
	<p><i>SCIAP Kutatás-Fejlesztési és Tanácsadó Kft</i></p>
	<p><i>Országos „Frédéric Joliot-Curie” Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sugáregészségügyi Főosztály I.</li> <li>○ Munkahelyi Sugáregészségügyi Osztály</li> <li>○ Lakossági Környezetegészségügyi Osztály</li> <li>○ Sejt- és Immun-Sugárbiológiai Osztály</li> </ul>
	<p><i>Országos Környezetegészségügyi Intézet</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Környezetegészségügyi Főosztály <ul style="list-style-type: none"> <li>● Levegőhigiénés Osztály</li> </ul> </li> </ul>
	<p><i>Tölgy Természetvédelmi Egyesület</i></p>



### 1.3.2.2 A környezeti hatásvizsgálat műszaki feltételrendszere és telepítési helyszínrajza

A 2014. január 14-én megkötött magyar - orosz kormányközi egyezmény eldöntötte, hogy a Paksi Atomerőmű területén két új, 1 200 MW teljesítményű orosz blokk fog épülni VVER-1200-as reaktorral.

Paks II. Atomerőmű környezeti hatásainak megállapítását lehetővé tevő, a jelen tervezési fázishoz illeszkedő részletezettségű műszaki feltételrendszerét és a telepítési helyszínrajzot a blokkok szállítójának előzetes adatszolgáltatásán, már épülő erőművek publikált adatain, nyilvános adatbázisok, előadások, illetve már megvalósult blokkok referenciaadatain alapulva, a legnagyobb környezeti terhelést okozó maximális környezeti kibocsátások értékeit alapul véve az MVM ERBE Zrt. dolgozta ki, illetve tervezte meg, figyelembe véve a már üzemelő Paksi Atomerőmű adatait is.

A telepítési helyszínrajzon az épületek és építmények elhelyezése technológiai megfontolások alapján, az ismert, lehető legnagyobb helyigényű technológiai egységek figyelembe vételével történt. Az épületek jellemzőinek leírása is a szállítói adatszolgáltatásban található adatok felhasználásával, valamint a meglévő atomerőmű szerkezeteiből kiindulva történt.

Hűtési módként - az EKD-ban bemutatottal megegyezően - a frissvízhűtés alkalmazása került részletes elemzések alá. Az EKD-ban bemutatotthoz képest megváltozott a dunai vízkivétel helye, valamint a felmelegedett hűtővíz Dunába bocsátásának a helye és módja.

A feltételezett alapozási technológia meghatározásához az elmúlt években elvégzett környezetvédelmi célú fúrások rétegsorai jelentették a kiinduló adatokat, a várható alapozási mélységek becslése ezen adatok figyelembe vételével történt. A későbbiekben az építési helyszínen elhelyezett valamennyi épületet és építményt tűzvédelmi és földrengésállósági szempontból méretezni kell, ezeken felül az egyes épületeknél még egyéb, speciális méretezési szempontokat is figyelembe kell venni, úgymint repülőgép becsapódás hatásait minimalizáló méretezés, sugárvédelmi, zaj- és rezgésvédelmi méretezés, a földtani közeg és a felszín alatti víz védelmét szolgáló kármentő létesítése.

A földtani kutatási program során végzett fúrások, illetve különböző földtani vizsgálatok eredményei, valamint a konkrét talajmechanikai elemzések ismeretében készül majd az építési engedélyeztetési dokumentáció, amelyben az épületek és építmények statikai és építészeti tervezése is zajlik majd.

A fentiek alapján a későbbi munkafázisokban funkcionális, épületfizikai, épületszerkezeti, földrengésállósági, tűzvédelmi megfontolások, valamint a blokkok szállítójának egyéb, jelenleg még nem ismert megfontolásai miatt az elrendezésben és a méreteken változások lehetségesek.

A beszállítások szükséges volumenét a műszaki megoldások és alapadatok, valamint a KHV elvégzéséhez készített telepítési helyszínrajz alapján határoztuk meg. A beszállítások iránya jelenleg még nem ismert, a konkrét organizációs terv a kiviteli tervezés során készül majd, a beszállítások iránya, nagysága, a területen belüli mozgások jellemzői e tervezési fázisban konkretizálódnak majd. A KHV során a számításokat mindegyik számba jöhető útvonalra elkészítettük, a jogszabályilag előírt 25 km sugarú körre vonatkozóan.

Paks II. leállításának, felhagyásának, továbbá leszerelésének folyamata és körülményei – a blokkok tervezett minimum 60 éves élettartamát figyelembe véve – jelenleg nem határozhatók meg.

### 1.3.2.3 Környezeti hatásvizsgálat (KHV) - Környezeti hatástanulmány (KHT)

*A Paks II. Atomerőmű környezeti hatásvizsgálat több hónapos folyamata a 2014. márciusi műszaki feltételrendszer és telepítési helyszínrajz alapján zajlott.*

A Paks II. környezeti hatásvizsgálatának elvégzését bemutató és összegző környezeti hatástanulmány (KHT) az Előzetes konzultációs dokumentációban (EKD) számításba vett változatok közül egyet, a megvalósításra kiválasztott orosz atomerőművi technológiát, valamint fő kapcsolatait, a hűtővíz kivételt és a felmelegedett melegvíz Dunába bocsátását, valamint az erőműben megtermelt villamos energia kiszállítását biztosító blokkvezetéket vizsgálta a jelentős környezeti hatások megítélhetősége szempontjából, az EKD-ra kiadott véleményben foglaltakat is figyelembe véve.

A környezeti hatástanulmány a tervezett blokkok telepítésével kapcsolatos gazdasági, vagy pénzügyi kérdéseket nem vizsgálta.

A KHT tartalmi felépítéséhez a 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet 6. és 7. számú mellékleteiben lévő általános leírások adtak alapot.

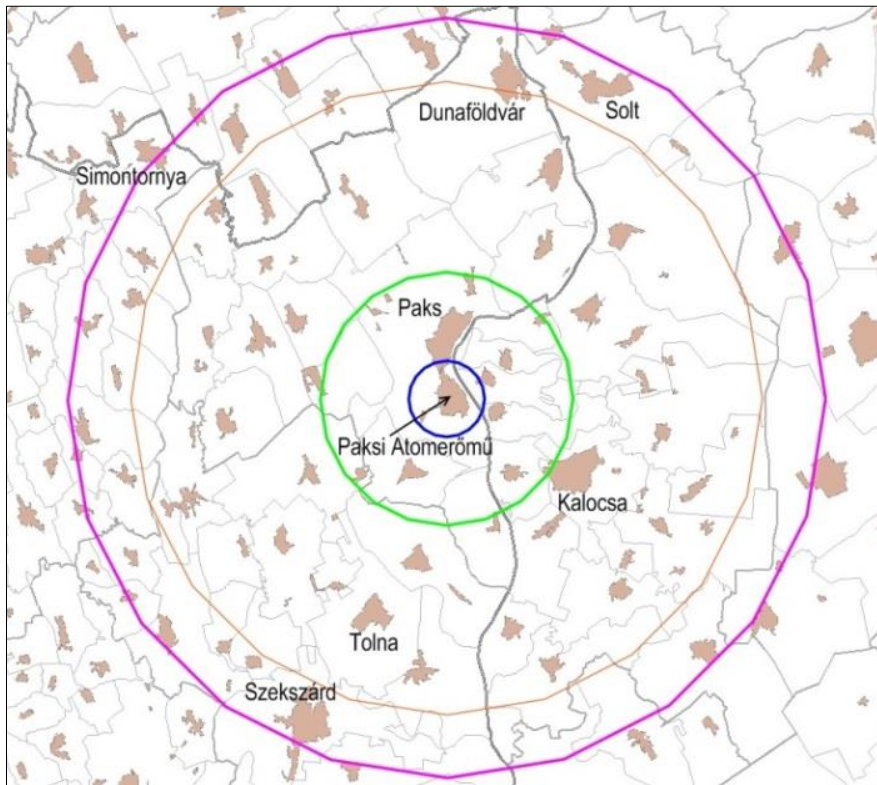
6. számú -A környezeti hatástanulmány általános tartalmi követelményei

7. számú - A hatásterület meghatározása a környezeti hatástanulmány készítésekor

A KHV elvégzése és az eredmények alapján a KHT összeállítása az egyes környezeti elemek, illetve rendszerek számára a legnagyobb környezeti terhelést jelentő paraméterekre vonatkozóan történt - a paksi telephely adott környezeti alapállapotának figyelembe vételével.

A Környezeti hatásvizsgálat készítésének célja a környezet egyes elemeire és rendszereire az erőművi technológia által gyakorolt környezeti hatások azonosítása és értékelése a tervezési terület alapállapotának, terhelhetőségének függvényében, a tervezett beruházás hatásterületeinek meghatározásával.

Amennyiben e feltételrendszerben elvégzett hatásvizsgálat nem állapít meg a környezeti elemek, illetve rendszerek bármelyike esetében a jogszabályi környezet, valamint szakmai álláspontok alapján megengedhetetlen mértékű igénybevételt, illetve terhelést, akkor a tervezett 2 x 1 200 MW teljesítményű blokk telepítése és üzemeltetése – környezetvédelmi szempontból – megvalósulhat.



kék kör: a közvetlen hatások becsült területe,  
zöld kör: a közvetett hatások becsült területe,  
püspökfala kör: általános jellemzés vizsgálati területe,  
narancssárga kör: a beszállítások hatásának a jogszabályi kötelezettségből adódóan – a 25 km sugarú vizsgálati területe

1.3.2-1. ábra: A KHV-ban vizsgált különböző területek [1-2], [1-3]

### A KHV során vizsgált területek

	Általános jellemzés	Beszállítások	A becsült hatásterületek legnagyobb kiterjedése	
	vizsgálati területe		közvetett hatások területe	közvetlen hatások területe
Terület lehatárolás	r = 30 km	r = 25 km	r = 10 km	r = 3 km
Terület kiterjedése	2 826 km <sup>2</sup>	-	314 km <sup>2</sup>	28,3 km <sup>2</sup>

1.3.2-2. táblázat: A KHV során vizsgált területek és kiterjedésük

### 1.3.3 PAKS II. ATOMERŐMŰ KÖRNYEZETVÉDELMI ENGEDÉLYEZTETÉSÉT MEGELŐZŐ HATÓSÁGI EGYEZTETÉSEK

Az EKD Véleményben (DdKTVF: 8588-32/2012) megfogalmazottak, valamint a hatásvizsgálat tartalmi részletezettségének tisztázása, egyeztetése érdekében 2014. január 28-án folyt szakmai konzultáció a Dél-dunántúli Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőséggel (DDKTF).

A konzultáció főbb konklúziói:

- ❖ A KHT kidolgozása 2 x 1 200 MW teljesítményre készül, konkrét blokk típus megjelölése nélkül, a legkedvezőtlenebb környezeti hatások figyelembe vételével.
- ❖ A felszíni vízzel kapcsolatban az EKD-ra kiadott határozat a következőként fogalmaz:  
*„A hűtővíz biztosíthatóságának legkedvezőtlenebb állapotára ne a közepes kisvízhozamokat (átlagos legkisebb vízhozam), hanem az előforduló legkisebb vízhozamokat vegyék figyelembe.”*  
Az elmúlt évekre rendelkezésre álló adatsorok elemzése alapján azonban nyilvánvalóvá vált, hogy a legmagasabb dunai víz hőmérséklet és a legkisebb vízhozam jellemzően nem esik egybe, ezért a KHT elkészítése során a valóság és a tapasztalatok által igazolható, életszerű körülmények vizsgálata szükséges.
- ❖ A Duna hőterhelésének modellezése során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendeletben foglaltak a mérvadóak.
- ❖ A hűtővíz visszavezetés nyomvonalának megváltozása miatt a korábban érinteni tervezett Natura 2000 területek kikerültek a beruházás terjedelméből, aminek következtében nem indokolt önálló Natura 2000 hatástanulmány elkészítése. Az érintett Natura 2000 terület vizsgálata a készülő KHT egyik fejezete lesz, az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területekről szóló 275/2004 (X. 8.) Korm. rendelet tartalmi követelményeinek eleget téve.
- ❖ Az egyéb, önálló környezetvédelmi engedélyezési eljárásra kötelezett beruházások a KHT-ban csak megemlítésre kerülnek, hasonlóan az új M6 leosztó, a kikötő és az utak is, hatásaikat értékelni nem kell.

## 1.4 IRODALOMJEGYZÉK

- [1-1] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése - Előzetes Konzultációs Dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV Zrt. 2011.01.31.
- [1-2] [http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR\\_GIS/teirgis\\_corine2006/MapServer/WMS/Server](http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_corine2006/MapServer/WMS/Server)
- [1-3] [http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR\\_GIS/teirgis\\_kozigazgatas/MapServer/WMS/Server](http://gis.teir.hu/arcgis/services/TeIR_GIS/teirgis_kozigazgatas/MapServer/WMS/Server)



## 2 A TERVEZETT FEJLESZTÉSSEL ÖSSZEFÜGGŐ PROGNÓZISOK ÉS STRATÉGIÁK

### 2.1 A MAGYARORSZÁGI VILLAMOSENERGIA-FELHASZNÁLÁS ELŐREJELZÉSE

Magyarországon a villamosenergia-rendszer távlati alakulásának előrejelzése a rendszerirányító – Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság (MAVIR Zrt.) – egyik fontos, rögzített feladata. A rendszerirányítónak fel kell mérnie a villamosenergia-felhasználás várható jövőbeni nagyságát, emellett köteles figyelemmel kísérni a rendszerszintű energiamérleg, az erőművi teljesítőképesség, a közcélú villamos hálózat és a fogyasztás változását is.

#### 2.1.1 A HAZAI VILLAMOSENERGIA-IGÉNY PROGNÓZISA 2030-IG

A fogyasztói igények előrejelzése és a hazai villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú kapacitásfejlesztésének bemutatása 2012-től önálló tanulmány, amely az elmúlt évek villamosenergia-felhasználási és rendszerterhelési adatainak vizsgálatán, valamint a gazdaságkutató intézetek gazdasági növekedésre jelzett prognózisain alapul. A rövidtávú, 2018-ig terjedő időszakra vonatkozó prognózis a MAVIR rövid- és középtávú előrejelzéseire, a 2030-ig terjedő időszak pedig a Nemzeti Energiestratégia 2030 dokumentum prognózisaira épül.

A MAVIR által 2013-ban készített fogyasztói igény előrejelzés 2030-ig terjedő vizsgálata három forgatókönyvet tartalmaz, amit a 2.1.1-1. ábra: mutat szemléletesen.



2.1.1-1. ábra: A nettó villamosenergia-fogyasztás várható alakulása 2030-ig [2-1]

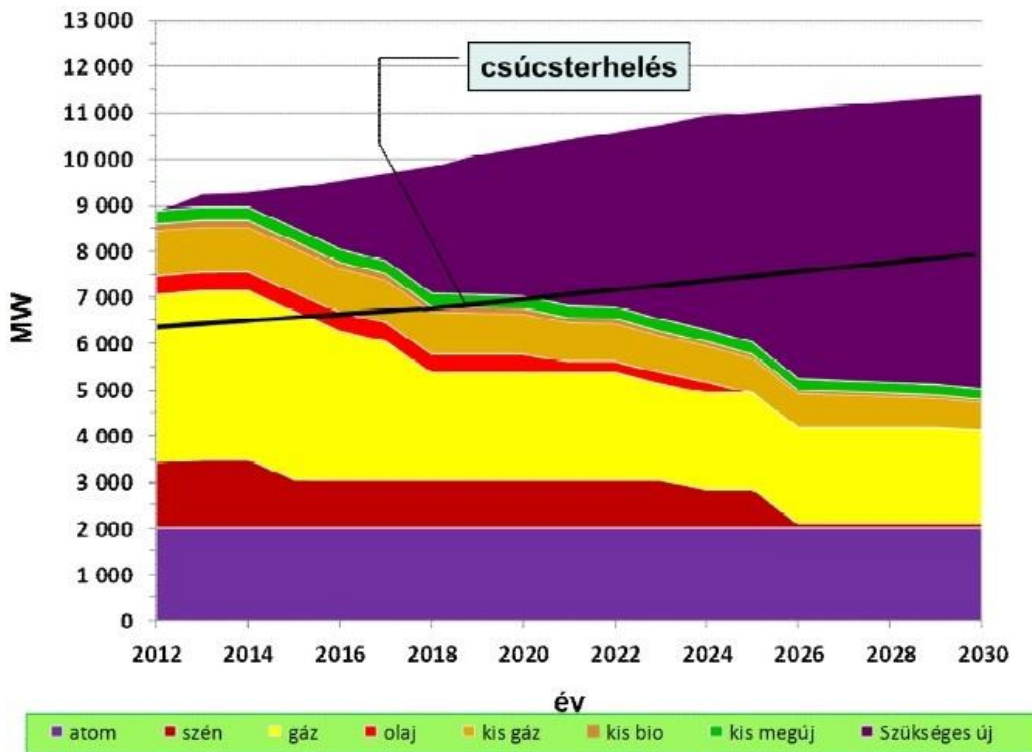
A stratégiai célokkal összhangban álló **alapváltozat** (az ábrán zöld színnel jelzett) a 2014 utáni időszakra a nettó villamosenergia-fogyasztásra 1,5 % / év átlagos növekedési ütemmel számol, majd a 2020-as évektől ez az ütem kis mértékben csökken. Az alapváltozat mellett alternatívaként szerepel egy **magasabb igénynövekedési változat** (kék színnel jelzett), amely 2014 és 2020 között 1,4-1,7 % / év igénynövekedési ütemet prognosztizál, ami 2030-ig 1,4 % / évre mérséklődik. Az alapváltozathoz képest **alacsonyabb igénynövekedési változat** (piros színnel jelzett) 2014 és 2020 között 1 % / év, majd 2030-ig fokozatosan 0,8 % / évre csökkenő igénynövekedést vesz figyelembe.

A nettó villamosenergia-fogyasztás (alapváltozat szerint) 2020-ra várt értéke kb. 40 TW<sub>h</sub>, 2030-ra pedig elérheti a kb. 44 TW<sub>h</sub>-t.

Az összes villamosenergia-felhasználás (a hazai erőművek önfogyasztását és a hálózati veszteséget is tartalmazva) 2020-ban elérheti a 47,6 TW<sub>h</sub>, 2030-ra pedig – az alapváltozat szerint – az 54,7 TW<sub>h</sub>-t.

A rendszerterhelések közül forrásoldali kapacitásfejlesztési szempontokból kiemelt jelentősége van a csúcsterhelésnek.

A MAVIR előrejelzése alapján a csúcsterhelés növekményt és a rendszerszinten szükséges tartalék kapacitást is figyelembe véve, a 2.1.1-2. ábra: szemlélteti a várható új villamosenergia-termelő kapacitás igényt.



2.1.1-2. ábra: A szükséges új villamosenergia-termelő kapacitás mértéke [2-2]

Az előrejelzés alapján a nagyerművek 2013. évi beépített kapacitása kb. 3 500 MW-tal fog csökkenni 2030-ra (2.1.1-1. táblázat). Ezt a drasztikus csökkenést a hazai erőműpark elöregedése miatti leállások, selejtezések okozzák. Ez azt jelenti, hogy elsősorban a leállított erőművek pótlási igénye sürget új létesítést, és csak másodsorban a fogyasztás növekedése.

	Beépített villamos kapacitás				
	Év:	2013	2018	2023	2030
Nagyerművek	MW	7 621	5 712	5 542	4 111
Kiserőművek	MW	1 458	1 299	1 144	1 009
Összes meglévő erőmű	MW	9 079	7 011	6 686	5 120

2.1.1-1. táblázat: Az összes megmaradó erőmű várható beépített villamos kapacitása a jövőben [2-2]

Az előre jelzett kapacitáshiány (2030-ban közel 6 500 MW) megújuló energiaforrásokkal és kiserőművekkel csak részben fedezhető, mivel a kedvező adottságú telepítési környezetekben e lehetőségek kiaknázása már megtörtént, így a jövőben várhatóan csak a jelenlegieknél kedvezőtlenebb feltételekkel létesíthetők, amelyek versenyképessége kétséges.

Az import kapacitás bővítésével sem lehetséges a teljes szükséglet fedezése, elsősorban az energiaellátás biztonságának szempontjából, másodsorban műszakilag kérdéses ilyen mértékű határkeresztező kapacitás kiépítésének lehetősége, továbbá az import lehetőségek gyakorlati rendelkezésre állása is kérdéses, mivel azok a regionális erőműfejlesztésektől és az aktuális piaci viszonyoktól függenek.

Ilyen nagyságrendű kapacitás hiányt nagy egységteljesítményű, új építésű erőművekkel célszerű csökkenteni. A hiányzó források egy részének pótlására előnyös megoldást jelent egy új atomerőmű építése, hiszen az atomerőművi villamosenergia-termelés gazdaságilag hatékony, hosszútávon alkalmazható, biztonságos áramellátást tesz lehetővé, üzemanyaga több forrásból stabilan, kiszámítható áron beszerezhető.

## 2.2 NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA 2030

Az Országgyűlés által 2011 őszén elfogadott Nemzeti Energiastratégia (77/2011. (X. 14) OGY határozat a Nemzeti Energiastratégia) fő célkitűzése a „függetlenedés az energiatüggőségtől”.

A 77/2011. (X. 14) OGY határozat 1. mellékleteként jelent meg a Nemzeti Energiastratégia 2030 című dokumentum, ami 2030-ig tartalmaz javaslatokat a magyar energiaszektor szereplői és a döntéshozók számára, 2050-ig pedig hosszabb távú perspektívába helyezi a 2030-ig javasolt intézkedéseket.

Az Energiastratégia célja Magyarország mindenkor biztonságos energiaellátásának garantálása, a hazai gazdaság versenyképességének, növekedésének fenntartható fokozása, oly módon, ami figyelembe veszi a környezeti fenntarthatóságot, a szolgáltatások elérhetőségét és a fogyasztók széles köre által megfizethető árakat.

Az energetikai struktúraváltás során megvalósítandó célként az alábbiakat jelöli meg:

- (i) a teljes ellátási és fogyasztási láncot átfogó energiahatékonysági intézkedéseket;
- (ii) az alacsony CO<sub>2</sub>-intenzitású villamosenergia-termelés arányának növelését;
- (iii) a megújuló és alternatív hőtermelés elterjesztését;
- (iv) az alacsony CO<sub>2</sub>-kibocsátású közlekedési módok részesedésének növelését.

Ezek elérésének útját az alábbi feladatok teljesülésével látja megvalósíthatónak:

- ❖ az energiatakarékosság és energiahatékonyság fokozása,
- ❖ a megújuló energia felhasználása a lehető legmagasabb arányban,
- ❖ a biztonságos atomenergia és az erre épülő közlekedési elektrifikáció,
- ❖ a közép-európai vezetékhálózat integrálása és a szükséges határkeresztesztő kapacitások kiépítése,
- ❖ a hazai szén- és lignitvagon környezetbarát módon való felhasználása a villamosenergia-termelésben

A Nemzeti Energiastratégia által vizsgált forgatókönyvek:

Forgatókönyv megnevezése	Feltételezések 2050-ig			
	Új alaperőművek		Megújuló villamos energia részaránya	
	Nukleáris	Szén	2030	2050
atom - zöld	2000 MW	0 MW	15 %	20 %
anti atom - zöld	0 MW	0 MW	15 %	20 %
atom - zöld (+)	2000 MW	0 MW	20 %	35 %
atom (+) - zöld	4000 MW	0 MW	15 %	20 %
atom - szén - zöld	2000 MW	440 MW	15 %	20 %
anti atom – zöld (+)	0 MW	0 MW	20 %	35 %

2.2-1. táblázat: Vizsgált forgatókönyvek a Nemzeti Energiastratégiában

A versenyképes, biztonságos és fenntartható energiaszektor megteremtése érdekében a villamosenergia-termelés területén - a vizsgált lehetséges forgatókönyvek elemzése alapján – az ún. **atom, szén, zöld forgatókönyv** megvalósítását preferálja, amelynek elemei a következők:

- az atomenergia hosszú távú fenntartása az energiamixben,
- a szén alapú energiatermelés szinten tartása két okból:
  - (i) energetikai krízishelyzetben (pl. földgáz árrobbanás, nukleáris üzemzavar) az egyedüli gyorsan mozgósítható belső tartalék,
  - (ii) az értékes szakmai kultúra végleges elvesztésének megelőzése a fentiek miatt és a jövőbeni nagyobb arányú felhasználás lehetőségének fenntartása érdekében, aminek feltétele a fenntarthatósági- és ÜHG kibocsátás vállalási kritériumoknak való megfelelés (a széndioxid leválasztási és tárolási, valamint tiszta szén technológiák teljes körű alkalmazása);
- a megújuló energia szempontjából a Nemzeti Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terv (NCsT) 2020 utáni lineáris meghosszabbítása azzal, hogy az NCsT teljesítésnek, a gazdaság teherbíró-képességének, valamint a rendszerszabályozhatóság és a technológia fejlesztések függvényében a kitűzött arány növelésére kell törekedni.

A Nemzeti Energiastratégiában megfogalmazott különböző forgatókönyvek gazdasági hatáselemzése (A Nemzeti Energiastratégia 2030 gazdasági hatáselemzése, Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont, 2011) vizsgálta a hazai energiaszektor dekarbonizációjának technológiai lehetőségeit.

Az elemzés legfontosabb végkövetkeztetései:

- ✓ A hazai áramszektor dekarbonizációja nagyon magas tőkeigényű (ugyanakkor alacsony működtetési költségű) termelőegységeket (nukleáris, megújuló), valamint a szén-dioxid-leválasztás és -tárolás tömeges alkalmazását igényli.
- ✓ A széndioxid leválasztási és tárolási technológia fejlesztése kritikus tényező a zéró kibocsátású energiaszektor eléréséhez, hosszú távon nem csak a széntüzelésű, hanem a földgázbázisú erőművek esetében is vizsgálandó az alkalmazása.
- ✓ A Paksi Atomerőmű bővítésének megvalósulása esetén 2030 után két vizsgált forgatókönyv – erőteljes megújuló energiafejlesztés – zöld (+) forgatókönyv – illetve újabb atomerőmű építése – atom (+) forgatókönyv – is teljesítheti a közel 100 %-os kibocsátás-csökkentést.

## 2.3 NEMZETI ÉGHAJLATVÁLTOZÁSI STRATÉGIÁK

Az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó nemzetközi kötelezettségeket az 1992-ben aláírt ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak 1997-ben elfogadott és 2005-ben hatályba lépett Kiotói Jegyzőkönyve határozza meg. A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS) elkészítését az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről szóló 2007. évi LX. tv. (V. 28.) 3. § rendelkezése írja elő.

### 2.3.1 NEMZETI ÉGHAJLATVÁLTOZÁSI STRATÉGIA, 2008–2025

A hazai klímapolitika stratégiai kereteit a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégiához illeszkedő Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS) adta meg. A NÉS a 2008–2025 időszakra vonatkozóan fogalmazott meg irányokat és célokat.

A NÉS legfőbb megállapítása: *„Az éghajlatváltozás a magyar társadalmat, nemzetgazdaságot fenyegető, cselekvésre kényszerítő kockázat. A sokoldalú elemzések alapján az elkövetkező évtizedekben várhatóan jelentős mértékben megváltozó hőmérséklet- és csapadékviszonyok, az évszakok lehetséges eltolódása, egyes szélsőséges időjárási jelenségek erősödése és gyakoriságuk növekedése veszélyezteti természeti értékeinket, vizeinket, az élővilágot, erdőinket, a mezőgazdasági terméshozamokat, építményeinket, lakókörnyezetünket, a lakosság egészségét és életminőségét egyaránt.”* [2-3]

A NÉS tudományos megalapozását a magyarországi éghajlatváltozást vizsgáló "VAHAVA2 (VÁltozás – HATás – VÁlaszok) néven ismert kutatási projekt adta.

### 2.3.2 MÁSODIK NEMZETI ÉGHAJLATVÁLTOZÁSI STRATÉGIA, 2014-2025

Az éghajlat jövőbeni alakulásának modellezését – az elmúlt 30 év tudományos erőfeszítései ellenére – jelentős bizonytalanságok terhelik. A hatások az egyes térségekben nem egyszerre és nem azonos módon jelentkeznek, a feltételezett tendenciaszerű változások felismerését nehezíti az éghajlat nagyfokú természetes változékonysága is.

A VAHAVA projekt rávilágított arra, hogy Magyarország éghajlati sérülékenysége európai léptékben is jelentős. A Kárpát-medence a nedves óceáni, a száraz kontinentális és – a nyáron száraz, télen nedves – mediterrán éghajlati régiók határán helyezkedik el. E határzónában az éghajlati övek kisebb mértékű tartós eltolódása a hőmérséklet és a csapadék évi járásának jelentős – de csak nagy bizonytalansággal becsülhető – módosulását vonhatja maga után. Az elmúlt 10-15 évben végzett nemzetközi és hazai kutatások alapján hazánk térségében az üvegházhatás erősödésével a következő évtizedekben a feltételezett globális felmelegedésnél nagyobb mértékű hőmérséklet-emelkedés várható. Éghajlatunkra egyúttal jellemző lesz a szélsőséges vízjárás; akár egyazon évben számíthatunk súlyos aszályra és

<sup>2</sup> VAHAVA2 (VÁltozás-HATás-VÁlaszadás) projekt: A globális klímaváltozás hazai hatásai és az arra adandó válaszok. Magyar Tudományos Akadémia, 2003-2006



pusztító árvízre. A tenyészidőszak valószínűleg forróbb és szárazabb lesz, amit a felhőzet csökkenése miatt jelentkező párologtató képesség-növekedés is súlyosbít.

A területi és ágazati tervezések – függetlenül attól, hogy az emberi tevékenységre visszavezethető éghajlatváltozással, vagy természetes eredetű éghajlat-ingadozással állunk szemben – figyelembe kell, hogy vegyék a változó klíma által meghatározott feltételrendszert.

Mind a valószínűsíthető kiváltó okok (azaz az üvegházhatású gázok kibocsátása), mind a valószínűsíthető hatások (módosuló klíma), mind a társadalmi-gazdasági és természeti következmények átlépik az országhatárokat, így e komplex problémakör csak megfelelő nemzetközi együttműködéssel kezelhető eredményesen. Az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó nemzetközi kötelezettségeket az 1992-ben aláírt ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak 1997-ben elfogadott és 2005-ben hatályba lépett Kiotói Jegyzőkönyve határozza meg. Az eddigi erőfeszítések megalapozták a klímapolitikai együttműködést, de gyakorlatilag alig mérsékeltek a globális éghajlatváltozás növekvő kockázatát. [2-4]

Az Európai Unió a klímaváltozás problémáját kiemelten kezeli, amit jelez az Európai Éghajlatváltozási Program, az üvegházhatású gázok kibocsátás-kereskedelmének közösségi szabályozása, az EU Kibocsátás-kereskedelmi Rendszere, a 2013-tól bevezetett erőfeszítés-megosztási rendszer, továbbá az egyre gyarapodó klímavédelmi jogszabályok és erősödő intézményesülési folyamatok. E nemzetközi dokumentumok jelölik ki a hazai klímastratégia, valamint az érintett ágazati stratégiák legfőbb alapfeladatait.

Az Országgyűlés 2012 decemberében módosította az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye és annak Kiotói Jegyzőkönyve végrehajtási keretrendszeréről szóló 2007. évi LX. törvényt.

A Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-2) a 2014-2025 időszakra készült, kitekintéssel 2050-re. A Stratégia cselekvési irányait három időtávra határozták meg:

- *rövidtáv: a 2014-2017. időszakra előírányzott konkrét feladatok,*
- *középtáv: 2018-2025. időszakra előírányzott, stratégiai szintű cselekvési irányok,*
- *hosszútáv: 2025. évet követő, 2050-ig kitekintő időszak beavatkozási lehetőségei.*

### 2.3.3 HAZAI DEKARBONIZÁCIÓS ÚTITERV

A NÉS-2 magába foglalja az üvegházhatású gázok kibocsátás-csökkentésének céljait, prioritásait és cselekvési irányait tartalmazó Hazai Dekarbonizációs Útitervet (HDÚ), amely 2050-ig jelöli ki cselekvési irányokat. A NÉS-2 dekarbonizációs jövőképe szerint Magyarország a gazdasági versenyképesség és növekedés, a társadalmi jólét biztosítása és a szegénység elleni küzdelem, valamint az éghajlatvédelem szempontjait egyaránt figyelembevevő pályán fokozatosan áttér az alacsony szén-dioxid kibocsátású gazdaságra.

#### 2.3.3.1 Elméleti szélsőségek forgatókönyvei

Az egyes szektorok jövőbeni kibocsátási forgatókönyveinek vizsgálatára az Egyesült Királyság Energia- és Klímaügyi Minisztériuma (DECC, Department of Energy and Climate Change) által kifejlesztett Karbon kalkulátor<sup>3</sup> alkalmazták. A Karbon kalkulátor magyarországi adaptációja brit-magyar kétoldalú együttműködés égisze alatt történt, az Egyesült Királyság Energia- és Klímaügyi Minisztériuma, a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet és az Egyesült Királyság magyarországi Nagykövetsége részvételével. A modell fejlesztése egy többkörös, sok száz szakértőt magába foglaló párbeszéd keretében zajlott, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium – a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet Nemzeti Alkalmazkodási Központjának közreműködésével – 2012 nyarán egy nyílt HDÚ tervezési folyamatot indított el. Ennek érdekében az energiatermelés, az épületenergetika, az ipar, a közlekedés és a mezőgazdaság szakterületein – közel 150 szakértő részvételével – öt munkacsoport alakult. A munkacsoportok tevékenységébe a kormányzati szervek, szakmai szövetségek, felsőoktatási intézmények, szakmai civil szervezetek, valamint szakmai háttérintézmények szakértői kapcsolódtak be.

A villamosenergia-termelés ÜHG kibocsátása jövőbeni alakulásának becsléséhez a Karbon kalkulátorral végzett számítások két forgatókönyvet vizsgáltak.

<sup>3</sup> Az Egyesült Királyság Energia- és Klímaügyi Minisztériuma (DECC, Department of Energy and Climate Change) által kifejlesztett Karbon kalkulátor nemzetközileg elfogadott eszköz, segítségével rugalmas módon modellezhető egy-egy kibocsátó ágazat, illetve a kibocsátásért felelős valamennyi ágazat ÜHG-kibocsátása

A nevesített forgatókönyvek a kibocsátási trendek szélső értékeit képviselik (minimum-maximum forgatókönyvek), azaz **a forgatókönyvek elméleti kibocsátás-csökkentési potenciálokat jelölnek ki.**

- ❖ Minimum ÜHG kibocsátású forgatókönyv = ÜHG kibocsátás legnagyobb mértékű csökkentését tartalmazó forgatókönyv (min. kibocsátás - max. csökkenés)
- ❖ Maximum ÜHG kibocsátású forgatókönyv = ÜHG kibocsátás legkisebb mértékű csökkentését tartalmazó forgatókönyv (max. kibocsátás - min. csökkenés)

A villamosenergia-termelés ÜHG kibocsátását meghatározó tényezők:

- a villamosenergia-termelés szerkezete
- a felhasznált villamos energia mennyisége
- az export-import mérlege

Az ÜHG kibocsátás csökkentésének szempontjából meghatározó **villamosenergia-termelési módok:**

- megújulók
- atomenergia
- széndioxid leválasztási és tárolási technológia alkalmazása

A minimum ÜHG kibocsátási pálya alapvetően a Nemzeti Energiastratégia zöld (+) és atom(+) forgatókönyveit tartalmazza, CCS tekintetében pedig 2030-tól folyamatos növekedést feltételez, 2050-re összesen 1 600 MW széndioxid leválasztási és tárolási kapacitás kiépülésével, amiből 500 MW szén-, a többi földgázalapú (100 MW demonstrációs, 1000 MW termelő kapacitás). A maximum ÜHG- forgatókönyv csak egy 100 MW-os földgáz alapú demonstrációs létesítménnyel számol 2050-ig.

A **villamosenergia-igények** nemzetgazdasági szintű változását a minimum ÜHG kibocsátású forgatókönyv esetében a legalacsonyabb értéken vették fel, nem számoltak egyéb szektorok (közlekedés, ipar) jelentős elektrifikációjával, míg a maximum pálya esetében figyelembe vették az elektrifikációt.

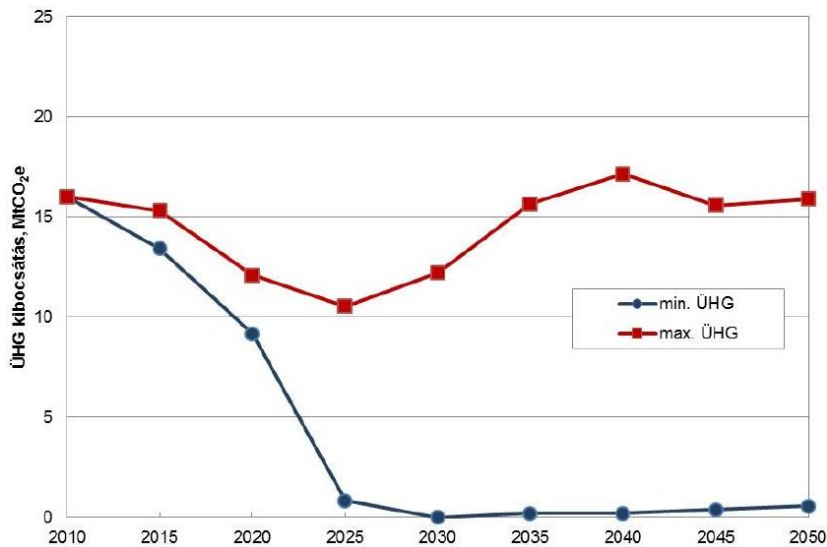
Az **import** villamos energia mennyiség esetén a minimum ÜHG kibocsátású forgatókönyv esetében a jelenleg megfigyelhető folyamatoknak megfelelően tovább növekszik az import, míg a maximum ÜHG kibocsátású pálya esetében nincs import, ebből a szempontból tehát megvalósul az energiafüggetlenség.

Az alapfeltevések összegzésének eredményét tartalmazza a következő táblázat.

Forgatókönyv	2010	Minimum ÜHG kibocsátás		Maximum ÜHG kibocsátás	
		2030	2050	2030	2050
		GW			
Biomassza	0,37	1,4	2,0	0,8	1,2
Szén, CCS	0	0	0,5	0	0
Földgáz, CCS	0	0	1,1	0	0
Szén, CCS nélkül	1,5	0	0	0	0
Atomerőmű	2	4	4	2	0
Szélenergia	0,33	1,2	4,0	1,0	1,4
Vízenergia	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
Geotermikus	0	0,22	0,77	0,08	0,14
Napenergia	0	0,73	4,70	0,23	0,38
Földgáz	4,6	0	0	10,2	13,2
Kőolaj	0,4	0	0	0	0
Import (TWh)	5,2	7,0	9,0	0	0

2.3.3-1. táblázat: A villamosenergia-termelés szerkezete az egyes elméleti szélsőségek kibocsátási forgatókönyvei szerint [2-4]

A fenti tényezők figyelembe vételével számított ÜHG kibocsátási forgatókönyvek kibocsátási tendenciáinak grafikus megjelenítését az alábbi 2.3.3-1. ábra mutatja.



2.3.3-1. ábra: Az egyes elméleti szélsőségek kibocsátási forgatókönyvei szerinti ÜHG kibocsátások [2-4]

### A NÉS-2 főbb megállapításai

A minimum ÜHG kibocsátási forgatókönyv esetében már *rövidtávon* meredeken csökken a kibocsátás, elsősorban a megújuló arány és az import növekedése miatt.

**Meghatározó lépés lehet középtávon a Paksi Atomerőmű bővítése**, amely 2020-30 között jelentős kibocsátás-csökkenést eredményez. Az ideiglenesen egymás mellett futó régi és új paksi atomerőmű blokkok (valamint a tovább növekvő megújuló és import arány) miatt már 2030-ra elérhető a zéró kibocsátás. Új atomerőmű nélkül a maximum forgatókönyvben kibocsátás-növekedés történik.

A forgatókönyv elméleti jellegét mutatja, hogy ilyen összetétel gazdaságilag nem reális. A megvalósuló, de „túlméretezett” teljes dekarbonizáció a minimum forgatókönyv esetében több tényezőre vezethető vissza:

- új 2000 MW atomerőmű belépése,
- széndioxid leválasztási és tárolási technológia alkalmazása,
- megújulók további, erőteljes térnyerése,
- (import).

A NÉS-2 megállapítja, hogy a minimum ÜHG kibocsátású forgatókönyv eredményei és következtetései energiapolitikai és biztonsági kockázatokat rejtenek magukban, mivel azok egy technológia használatára és importra építenek. Az import növelése az ÜHG kibocsátás csökkenését eredményezi ugyan, de energiapolitikai kockázatot hordoz.

A maximum ÜHG kibocsátási pálya esetében a három villamosenergia-termelési technológia közül kettő, az atomenergia és a széndioxid leválasztási és tárolási technológia alkalmazása teljesen hiányzik, valamint a megújuló energia részaránya is jelentősen alacsonyabb. Ez a termelési szerkezet hosszú távon csak a kibocsátások szinten tartásához elegendő.

Az eredmények és energiapolitikai megfontolások alapján a tanulmány megállapítja, hogy **a magyar villamosenergia-termelés dekarbonizációja nem oldható meg egyetlen technológia segítségével, sokféle technológiát alkalmazó villamosenergia-termelési szerkezet szükséges.** [2-4]

### 2.3.3.2 A Nemzeti Energiastratégia atom-szén-zöld forgatókönyve

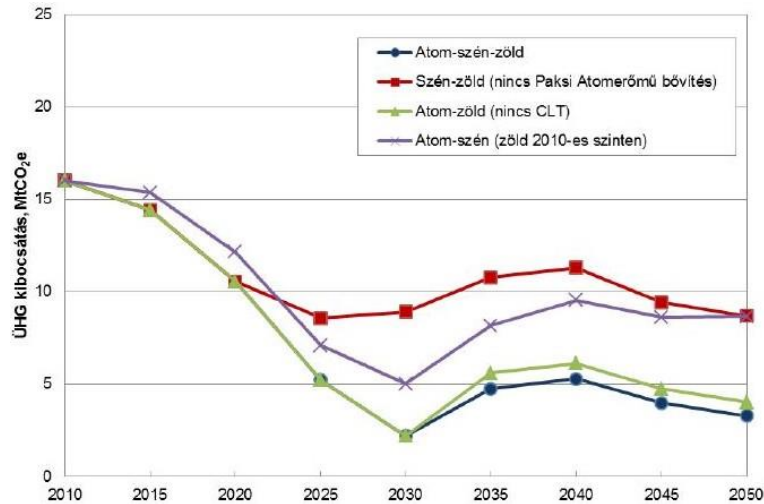
A NÉS-2 értékelése szerint: *"a Nemzeti Energiastratégia az egyedüli szakpolitikai stratégia, amely a megvalósítandó energetikai jövőképet a dekarbonizáció szempontjából is vizsgálja."*

A NÉS-2 megállapítása szerint a Nemzeti Energiastratégiában kijelölt villamosenergia-termelési szerkezet, az „atom-szén-zöld” forgatókönyv 2050-re közelítőleg 70 %-os kibocsátás-csökkentést eredményez (2.3.3-2. ábra).

A széndioxid leválasztási és tárolási technológiával felszerelt új, modern szénerőmű elhagyása a termelési kapacitások közül kismértékben növeli a kibocsátásokat. A két forgatókönyv 2030-tól válik szét, mutatva, hogy a szénerőmű 2030 után lépett volna be a termelésbe. A megújuló kapacitások nagyságának befagyasztása a 2010-es szinten, illetve

atomerőmű nélkül gyakorlatilag a 70 %-os csökkentési lehetőség megkezdődik. A megújuló energia kapacitások hiányában jól kivehető az atomerőmű bővítés hatása és a régi és új egységek párhuzamos üzeme 2030-ban, majd a kibocsátás növekedése a régi blokkok kivezetésével.

**A dokumentum megállapítja, hogy az atomenergia hosszú távú fenntartása a magyarországi energetikában a dekarbonizáció egyik alapeleme.**



2.3.3-2. ábra: A Nemzeti Energiastratégia különböző forgatókönyvein alapuló ÜHG kibocsátások [2-4]

## 2.4 NEMZETI KÖRNYEZETVÉDELMI PROGRAM

A környezetvédelmi tervezés alapja a Nemzeti Környezetvédelmi Program. A jelenleg érvényes, az Országgyűlés által 2009-ben elfogadott, a 2009-2014 közötti időszakra szóló Nemzeti Környezetvédelmi Program (96/2009. (XII. 9.) OGY határozat a Nemzeti Környezetvédelmi Programról) a környezet alapállapotának bemutatását, az elérni kívánt célokat, azok megvalósításának sorrendjét, határidejét és eszközeit tartalmazza.

A Nemzeti Környezetvédelmi Programot hatévente felül kell vizsgálni. A Negyedik Környezetvédelmi Program kidolgozása 2012-ben elkezdődött. A 2009-2014 közötti időszakra vonatkozó Harmadik Program felülvizsgálata szerint Magyarországon csökkent az üvegházhatású gázok kibocsátása, a keletkezett hulladék mennyisége és a vízfelhasználás is. Az erdőterület 20 %-ra növekedett, az élőhelyek azonban tovább darabolódtak és a talaj degradáció is folytatódott.

A következő hat évre szóló program célja a fenntartható fejlődéshez szükséges környezeti feltételek biztosítása lesz. A Nemzeti Környezetvédelmi Program része a Nemzeti Természetvédelmi Alapterv is. A társadalmi vita lezárultát követő módosítások átvezetése után az Országgyűlés fogadja majd el a programot.

Az érvényes Nemzeti Környezetvédelmi Programmal összhangban kell majd elkészíteni a regionális, a megyei, illetve a települési önkormányzati programokat. Ezek fő témakörei a következők: a környezet állapota, tisztasága, az ivóvízellátás, az energiagazdálkodás, a zöldterület-gazdálkodás, a csapadékvíz-elvezetés, a kommunális szennyvíz- és hulladékkezelés, a lakossági és közszolgáltatási eredetű zaj-, rezgés- és légszennyezés elleni védelem, továbbá a helyi közlekedés szervezése, valamint a feltételezhető rendkívüli környezet veszélyeztetés elhárításának kérdései.

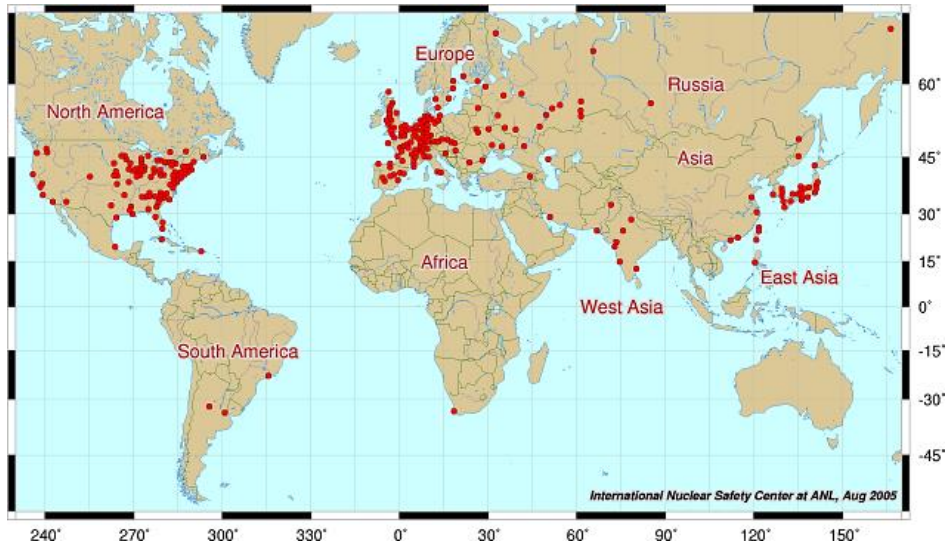
## 2.5 IRODALOMJEGYZÉK

- [2-1] A Magyar Villamosenergia-rendszer fogyasztói igényeinek előrejelzése 2013. MAVIR RTO - 6 -MAVIR-RTO-DOK-0009-00-2013-09-30
- [2-2] A Magyar Villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásfejlesztése, 2013., MAVIR
- [2-3] Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2025
- [2-4] Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2014-2025 kitekintéssel 2050-re, Hazai Dekarbonizációs Útiterv; Nemzeti Alkalmazkodási Stratégia; „Partnerség az éghajlatért” Szemléletformálási Terv; szakpolitikai vitaanyag 2013. szeptember

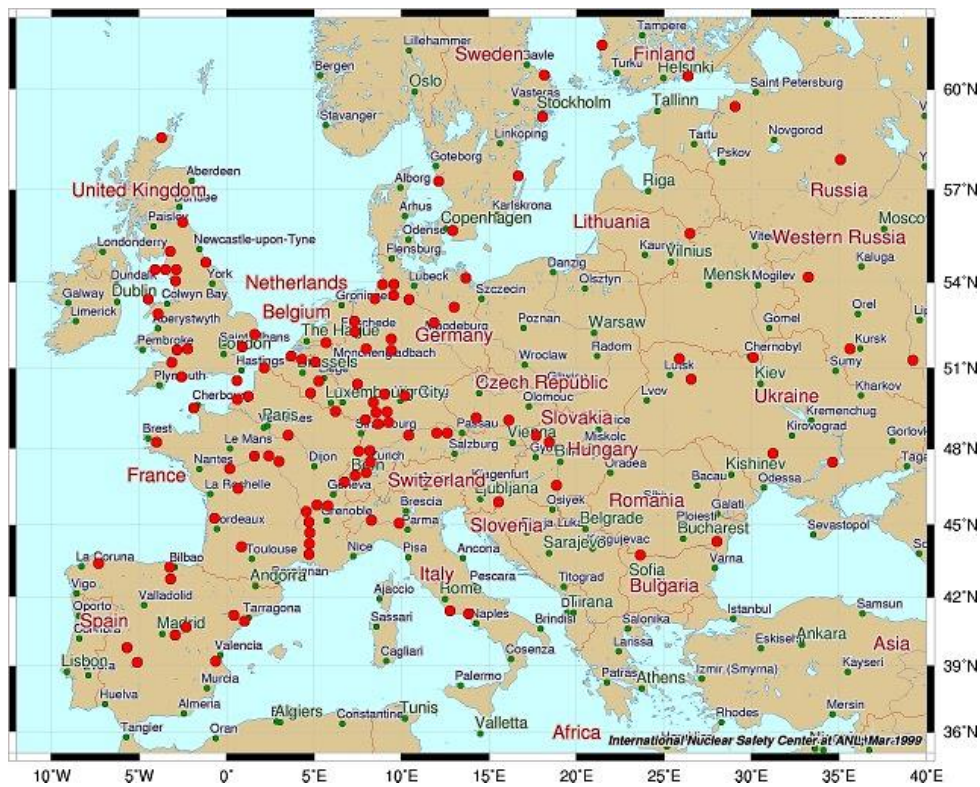
### 3 A NUKLEÁRIS ENERGETIKA ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA

#### 3.1 NUKLEÁRIS VILLAGENERGIA-TERMELÉS A VILÁGBAN

A világ villamosenergia-termelése 2012-ben összesen 22 668 TWh volt, amiből a nukleáris termelés 2 461 TWh-t tett ki, azaz a megtermelt villamos energia 10,9%-a atomerőművekből származott (Forrás: IEA: Key World Energy Statistics 2014). Az atomerőművek jellemzően a magasabb fejlettségű országokban töltenek be jelentősebb szerepet a villamosenergia-rendszerben, azaz Európában, Észak-Amerikában és Japánban koncentrálódnak.



3.1-1. ábra: A világon található atomerőművek területi elhelyezkedése [3-1]



3.1-2. ábra: Az Európában található atomerőművek területi elhelyezkedése [3-2]

### 3.1.1 ÜZEMELŐ ATOMERŐMŰVEK

A jelenleg üzemelő 434 db atomerőművi blokk többsége (62,2 %) a nyomottvízes (PWR) atomerőművek közé tartozik.

Reaktor típus		Reaktorok száma	Kiadható villamos összteljesítmény [MW]
PWR	Nyomottvízes, könnyűvízhűtésű és moderálású reaktor	270	249 621
BWR	Forralóvízes, könnyűvízhűtésű és moderálású reaktor	84	78 122
PHWR	Nyomottvízes, nehézvízhűtésű és moderálású reaktor	48	23 961
LWGR	Könnyűvízhűtésű, grafitmoderálású reaktor	15	10 219
GCR	Gázhűtésű, grafitmoderálású reaktor	15	8 040
FBR	Gyors tenyésztőreaktor	2	580
Összesen		434	370 543

3.1.1-1. táblázat: A ma üzemelő reaktorok típusonkénti megoszlása [3-3]

### 3.1.2 FOLYAMATBAN LÉVŐ LÉTESÍTÉSEK

Az építések során is a nyomottvízes reaktorok dominanciája figyelhető meg (82,6 %).

Reaktor típus		Reaktorok száma	Tervezett kiadható villamos összteljesítmény [MW]
PWR	Nyomottvízes, könnyűvízhűtésű és moderálású reaktor	57	57 275
PHWR	Nyomottvízes, nehézvízhűtésű és moderálású reaktor	5	3 212
BWR	Forralóvízes, könnyűvízhűtésű és moderálású reaktor	4	5 250
FBR	Gyors tenyésztőreaktor	2	1 259
HTGC	Gázhűtésű, grafitmoderálású reaktor	1	200
Összesen		69	67 196

3.1.2-1. táblázat: Az építés alatt lévő reaktorok típusonkénti megoszlása [3-4]

## 3.2 A NYOMOTTVIZES (PWR) REAKTOROKKAL ÜZEMELŐ BLOKKOK ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA

### 3.2.1 AZ ENERGIATERMELÉS FOLYAMATA A PWR REAKTORRAL ÜZEMELŐ BLOKKOKBAN

Az atomerőművi energiatermelés alapja az atommagok hasadásán alapuló, szabályozott és önfenntartó láncreakció. A láncreakcióban keletkező felszabaduló energiát hűtőközzel elvezetik és villamosenergia-termelésre használják fel.

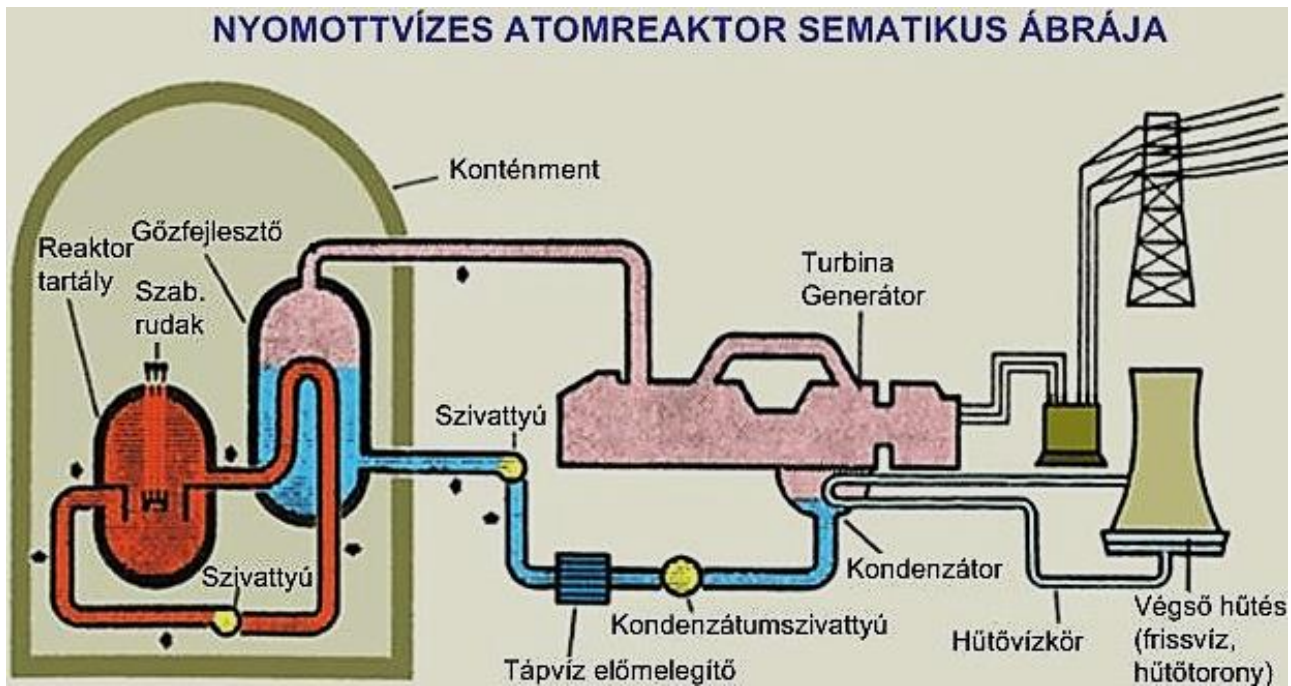
A nyomottvízes atomerőművek két zárt körből állnak, primerkörből és szekunderkörből.

A **primerkör** része a nyomottvízes, könnyűvízhűtésű és moderálású atomreaktor, a keringetőhurkok (fővízkör), a főkeringető szivattyúk, a gőzfejlesztők hőátadó csövei és a térfogatkompenzátor. A reaktortartály hengeres, félgömb alakú fenékkal és félgömb alakú, leszerelhető fedéllel ellátott nyomástartó tartály, amely az aktív zónát tartalmazza. Ezekon kívül a nukleáris gőzfejlesztő berendezéshez, azaz a reaktorhoz számos technológiai segédrendszer is tartozik, melyek biztonsági feladatokat látnak el, javítják az erőmű hatásfokát, folyamatosan tisztítják a vízköröket.

A fővízkör a reaktor aktív zónájában felszabaduló hőt felveszi, elszállítja, és a gőzfejlesztőkben átadja a szekunderkörnek. A gőzfejlesztő fő funkciója, hogy a reaktorban termelő, primerkörü hőhordozó által közvetített hő felhasználásával a turbinák meghajtására alkalmas paraméterű gőzt állítson elő. E berendezés a hermetikus térben, a konténmentben elhelyezett hengeres, függőleges vagy vízszintes elrendezésű tartály, hőcserélő csövekkel, beépített gőzszeparátorral.

A **szekunderkör**nek alapvetően a gőzfejlesztők tápvízoldali részét, a főgőzrendszer, a turbina nagy- és kisnyomású elemei, a kondenzátor és a tápvízrendszer a részei. A szekunderkör feladata a gőzfejlesztőben termelt gőz energiájának átalakítása forgómozgássá, ami biztosítja a generátor meghajtását.

A munkát végzett „fáradt” gőzt a kondenzátorban vízzé alakítják vissza (kondenzálják) a végső hőelnyelő – mely lehet tengervíz, folyóvíz vagy hűtőtornyos hűtésnél a levegő – alkalmazásával.



3.2.1-1. ábra: A PWR reaktor általános, vázlatos felépítése [3-5]

### 3.2.1.1 Üzemanyag

A nukleáris üzemanyag az úgynevezett. aktív zónában<sup>4</sup> van elhelyezve.

A természetben előforduló uránt jellemzően két izotóp alkotja, az alacsony energiájú (ún. termikus) neutronok hatására hasadó <sup>235</sup>U (a természetes uránban ez az izotóp 0,72 %-ban fordul elő), illetve a nagyenergiájú (ún. gyors) neutronok hatására hasadó <sup>238</sup>U izotóp (ennek aránya a természetes uránban 99,275 %). Az önfenntartó láncreakció tisztán <sup>238</sup>U üzemanyagból álló reaktorban nem hozható létre.

A PWR blokkok alapvetően dúsított urán alapú üzemanyagot (UO<sub>2</sub>) hasznosítanak, amely a Paksi Atomerőműben jelenleg is használt típus. Előállítását a nyers urán feldolgozásával és dúsításával történik.

### 3.2.1.2 Primerkör

A primerkör feladata a reaktor aktív zónájában a szabályozott nukleáris láncreakció során keletkező hőmennyiség felvétele és átadása a szekunderköri víznek, és a gőzfejlesztőkben annak elgőzölögtetésével a turbinák üzemeléséhez szükséges száraz telített gőz előállítását. A primerkör a radioaktív anyagokkal közvetlenül érintkező berendezéseket foglalja magában, azaz a PWR reaktorok esetén a reaktortartályt, benne az aktív zónával, a keringtető szivattyúkat, a gőzfejlesztőt, az ezeket összekötő csővezetékeket és a szükséges segédberendezéseket tartalmazza.

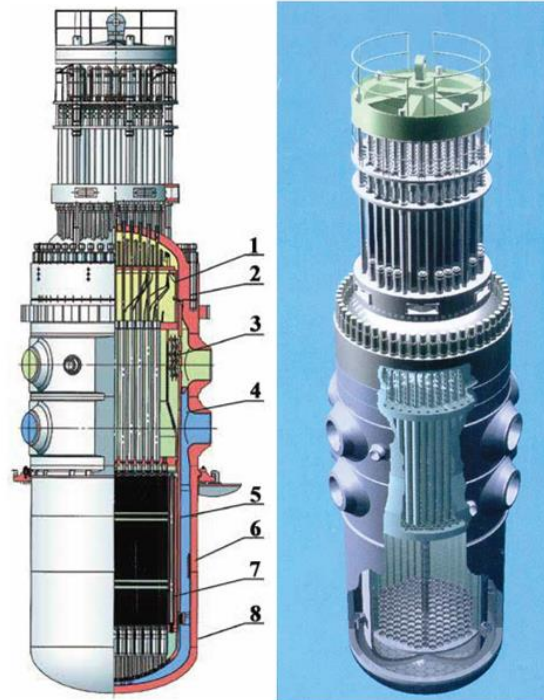
A reaktor aktív zónájában a hőtermelés több folyamat eredménye:

- a hasadványok<sup>5</sup> kezdeti nagy mozgási energiájukat a közvetlen környezetükben ütközések során elvesztik, a mozgási energiájuk jelentős része hőenergiává alakul,
- a hasadás során keletkező többféle sugárzás elnyelődik és energiája részben hővé alakul,
- a hasadványok radioaktív bomlás során hőt termelnek.

<sup>4</sup> Az a hely, ahol az üzemanyag hasadásához, az energiatermeléshez minden szükséges feltétel adott

<sup>5</sup> Amikor egy neutron a <sup>235</sup>U magjának ütközik, két kisebb magra hasítja azt (az ilyen hasadványok közül az egyik jellemzően könnyebb, míg a másik nehezebb).

Eközben több szabad neutron is keletkezik (hasadási neutronok). A hasadványok, mint pl. a <sup>144</sup>Ba és a <sup>89</sup>Kr, igen nagy sebességgel rendelkeznek keletkezésük pillanatában, mozgási energiájukat azonban gyorsan átadják közvetlen környezetüknek, felmelegítve azt. A hasadásban felszabaduló energia 80 %-át a hasadványok viszik el. A hasadványok radioaktívak és gyorsan bomlanak.

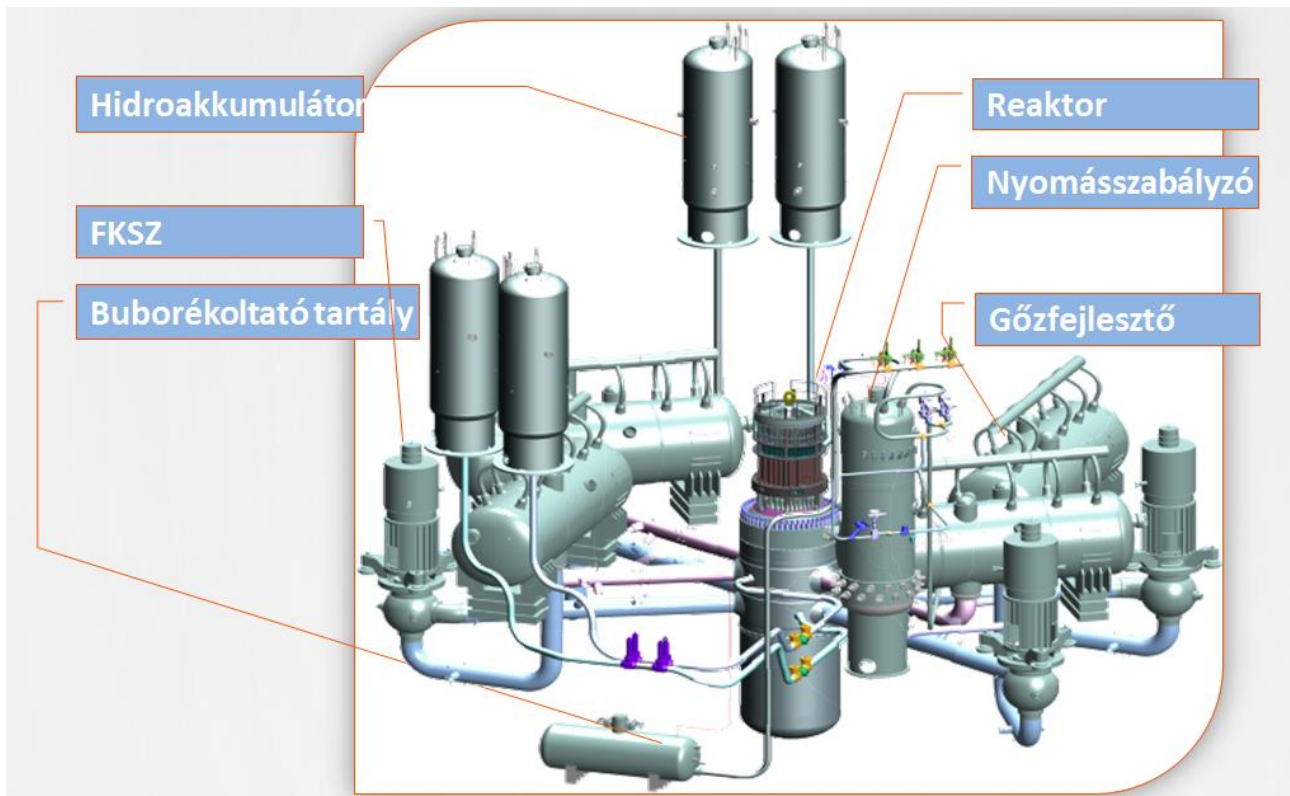


Számolás:

1. Mérőműszerek;
2. Felsőblokk;
3. Perforáció, kilépő csomák;
4. Belépő csomák;
5. Reaktor akna;
6. Mintafűzér;
7. Reaktorzóna;
8. Reaktortartály

3.2.1-2. ábra: Atomreaktor áttekintő ábra [3-6]

A nyomottvizes reaktorok esetében a primerkörben túlnyomást tartanak fent, annak érdekében, hogy a hűtőközeg hőmérsékletét jelentősen meg lehessen növelni a közeg fázisváltozása nélkül.



3.2.1-3. ábra: Nukleáris sziget elvi elrendezése [3-6]



### 3.2.1.3 Szekunderkör

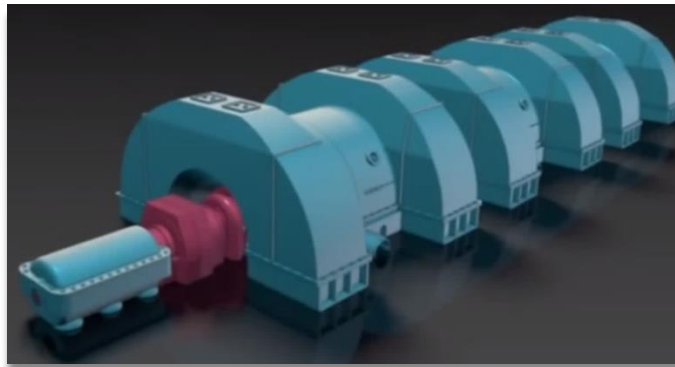
A szekunderkörben történik a reaktorban megtermelt hő átalakítása mozgási, majd villamos energiává.

A szekunderkör az erőmű azon berendezéseit foglalja magában, amelyek az energiaátalakításban, az energia továbbításában részt vesznek, de nem kerülnek kapcsolatba radioaktív anyagokkal.

A két kör határa, azaz a primerkör a szekunderkörtől hermetikusan elkülönül, ami a sugárbiztonság fontos eleme.

A primerköri hőhordozó a gőzfejlesztő csőterében (fűtőcsövekben) áramlik, a gőz fejlesztése a köpenytérben megy végbe a szekunder oldalon, így a primerkör-szekunderkör határán található gőzfejlesztőben a hőmennyiség egy része átadódik a szekunderköri munkaközegnek, aminek hatására a szekunderköri közeg elgőzölög. A gőz a turbinában expandál, azaz a gőz belső energiája (hőmérséklete, nyomása, mozgási energiája) csökken, miközben a turbinát megforgatja. A turbina forgási energiáját egy (esetlegesen kuplungolható) tengellyel továbbítják a generátorra, ahol a gerjesztett forgórész elektromos áramot indukál az állórészben, aminek hatására az háromfázisú elektromos áramot állít elő. A generátor által előállított villamos energiát az erőművi transzformátorok alakítják át a kapcsolódó villamos hálózattal megegyező feszültségszintre.

A turbinából kilépő gőz a kondenzátorra jut, ahol külső forrásból származó hűtőközeggel újra cseppfolyós halmazállapotúvá alakítják. A keletkezett kondenzátumot keringtető szivattyúk segítségével visszajuttatják az elgőzölögés helyére. A gőzfejlesztő másik oldalán a lehűlt primerköri közeg is keringtető szivattyúk által kerül újra a reaktortartályba, ahol a zónán áthaladva ismételtelen felmelegszik.



3.2.1-4. ábra: Gőzturbina-egység látványterve [3-6]

## 3.2.2 A PWR BLOKKTÍPUS JELLEMZŐ LÉTESÍTMÉNYEI

### 3.2.2.1 Főépületi létesítmények

#### NUKLEÁRIS SZIGET

**Konténment:** A biztonságos üzemeltetés érdekében a primerköri rendszerek jellemzően (pl. EPR-1600 és VVER-1200 típusoknál) kettősfalú konténmentben vannak elhelyezve. A belső konténment feladata a tervezésnél figyelembe vett lehetséges üzemzavarok során kiszabaduló radioaktív anyagok visszatartása, valamint a felszabaduló hő elvezetése.

A belső konténmentet egy külső, vasbetonból készült árnyékoló épület veszi körbe, ami a külső hatásokkal szemben (pl. jelentős földrengés, repülőgép becsapódás, árvíz) biztosít fokozott védeltséget.

**Biztonsági rendszerek épületei:** a többszörös redundancia miatt az atomerőművekben több biztonsági (pl. üzemzavari zónahűtő) rendszer van, melyek közül egyetlen rendszer megfelelő működése is elegendő egy üzemzavar kezeléséhez. A megfelelő térbeli elválasztás miatt ezeket általában különálló épületekben, épületrészekben helyezik el.

**Segédépület:** itt található a primerkörhöz tartozó segédrendszerek.

**Nukleáris karbantartási létesítmény:** A primerkörhöz kapcsolódó karbantartási munkák, valamint a dekontaminálás elvégzésére szolgáló létesítmény.

**Hulladékkezelés épülete:** itt történik a blokk üzemeltetése során keletkező folyékony és szilárd radioaktív hulladékok kezelése.

**Üzemanyag épület:** a friss és a kiegészített nukleáris üzemanyag kezelésére és tárolására szolgál.

#### TURBINA SZIGET

**Turbina gépház:** A turbina gépházban található az a szekunderköri berendezések, melyek a primerkörből a gőzfejlesztő által átadott hőt átalakítják mechanikai, majd villamos energiává, illetve a turbinából kilépő gőzt lekondenzálják, majd visszajuttatják a gőzfejlesztőbe.

**Vízkezelő üzem:** a primer és szekunder kör által igényelt, megfelelő minőségű és mennyiségű pótvíz előállítására szolgál.

**Villamos kapcsolóhelyiség:** Villamos kapcsolóberendezések, irányítástechnikai berendezések, hírközlési eszközök elhelyezését biztosító épület.

**Transzformátor tér:** Blokk transzformátorok és egyéb erőművi transzformátorok kültéri elhelyezésére szolgál.

### 3.2.2.2 Kapcsolódó létesítmények

- ✓ *Kiegészített kazetták átmeneti tárolója:* az atomerőmű üzemeltetése során keletkező kiegészített üzemanyag (az esetleges további feldolgozás vagy a feldolgozás nélküli végleges elhelyezést megelőző) átmeneti tárolására szolgál.
- ✓ *Dízelgenerátorok:* az üzemzavari váltóáramú villamos betáplálást biztosító dízelgenerátorok a (megfelelő fizikai szétválasztás miatt különálló épületben találhatóak).
- ✓ *Egészségügyi létesítmény:* az egészségügyi központot, a primerköri beléptető rendszert, valamint a primerköri munkavégzéshez szükséges irodákat tartalmazó létesítmény.
- ✓ *Vízkezelési mű:* az erőmű számára szükséges ipari vizet szolgáltatja. A Dunából kiemelt vízmennyiség legnagyobb hányadát a kondenzátor hűtővíz teszi ki.
- ✓ *Vegyszer raktár:* az üzemeléshez szükséges vegyszereket tartalmazó épület.
- ✓ *Ipari gázok tárolóépülete:* az üzemeléshez szükséges gázokat tartalmazó épület.
- ✓ *Karbantartási létesítmény:* A szekunderkörhöz kapcsolódó karbantartási munkák elvégzésére szolgáló létesítmények.
- ✓ *Tűzvédelmi létesítmények:* az erőmű területén belül elhelyezkedő, kihelyezett tűzoltósági épületet, valamint a tűzvíz és a tűzvédelmi rendszert foglalja magába.
- ✓ *Villamos alállomás:* a generátorok által megtermelt villamos energia országos alaphálózatba jutását biztosítja.
- ✓ *Hulladék tároló:* az atomerőműben keletkező, nem radioaktív hulladékok tárolására szolgál.
- ✓ *Óvóhelyek:* rendkívüli esetekben az üzemeltető és a veszélyelhárításban résztvevő személyzet védelmét látja el.
- ✓ *Védett vezetési pont (tartálékkal):* rendeltetése, hogy veszélyhelyzetek esetén a felszámolást irányító személyek munkavégzési feltételeit, valamint a baleset-elhárításban résztvevő személyzet védelmét biztosítsa.
- ✓ *Környezeti monitoring rendszerek:* magában foglalja a környezeti minták vételének és mérésének rendszerét.
- ✓ *Infrastruktúrák:* az erőműhöz vezető bekötő utak, vasúti sínek, az erőmű ivóvíz, szennyvíz igényeit kiszolgáló vezetékek, stb. tartoznak ide.
- ✓ *Fizikai védelem rendszerei:* portaépületek, beléptető rendszerek, kerítés, stb.

### 3.3 AZ ATOMENERGIA-FELHASZNÁLÁS NEMZETKÖZI SZERVEZETEI, FELÜGYELETE

#### 3.3.1 NEMZETKÖZI ATOMENERGIA ÜGYNÖKSÉG (NAÜ)

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökséget (NAÜ) 1957. július 29-én alapították, az atomenergia békés célú felhasználásának elősegítésére, emellett a nukleáris üzemanyag katonai célú felhasználásának ellenőrzésére, illetve megakadályozására.

A NAÜ az ENSZ szakosított intézménye, nem tartozik más szervezet közvetlen ellenőrzése alá, az ENSZ Közgyűlésnek és a Biztonsági Tanácsnak tesz jelentést.

Napjainkban a NAÜ az atomenergia békés célú felhasználás tudományos és technikai együttműködésének nemzetközi fórumaként szolgál. A NAÜ által ösztönzött programok a békés célú alkalmazást, illetve a biztonságot növelő kutatásokat (pl. sugárvédelem, anyagkutatás) segítik elő. A NAÜ nukleáris és sugárvédelmi ajánlásokat tesz. [3-7]

Kiadványai többek között:

*Biztonsági Szabványok (Safety Standards),  
Biztonsági Útmutatók (Safety Guides),  
Biztonsági Ajánlások (Safety Recommendations),  
Biztonsági Követelmények (Safety Requirements).*

#### 3.3.2 EURÓPAI ATOMENERGIA KÖZÖSSÉG (EURATOM)

Az Európai Atomenergia Közösséget (Euratom) 1958-ban alapították az Európai Gazdasági Közösséget (EGK) létrehozó Római Szerződéssel párhuzamosan. A Szerződés aláírói megállapodtak az atomenergia békés célú felhasználásában és az atomenergia-ipar fejlesztésében való együttműködésben. Mindez az atomenergia területén való kutatások összehangolását, a biztonsági szabályok közös megalkotását, a közös piac létrehozását jelentette az atomenergia felhasználását érintő összes területen – beleértve a tőke és a szakemberek szabad mozgását. [3-8]

#### 3.3.3 NUKLEÁRIS ENERGIA ÜGYNÖKSÉG (NEA)

Az Európai Nukleáris Energia Ügynökséget (ENEA) 1958-ban hozták létre a II. világháborút követő európai gazdasági fellendülés rohamosan növekvő energiaigényének a nukleáris energia felhasználásával történő kielégítése érdekében. Neve 1972-ben Nukleáris Energia Ügynökségre (NEA) változott, az Európán kívüli tagság növekvő számára tekintettel. A Nukleáris Energia Ügynökség (NEA) az iparosodott országok kormányközi szervezetének, a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezetnek (OECD) specializálódott ügynöksége.

A NEA jelenleg 31, európai, észak-amerikai és ázsiai ország tagjaiból áll. A NEA tagországok a világ telepített nukleáris kapacitásának mintegy 90%-át teszik ki. A tagországokban termelt villamos energia mintegy egyötödét nukleáris energiatermeléssel állítják elő.

A NEA szorosan együttműködik a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel (NAÜ) és az Európai Bizottság Környezetvédelmi Igazgatóságával. [3-9]

A NEA munkaterületei:

*Nukleáris biztonság és szabályozás  
Nukleáris energia fejlesztése  
Radioaktív hulladék kezelése  
Sugárvédelem és a lakossági egészsége  
Nukleáris jog és felelősség  
Nukleáris tudomány  
Adatbank  
Információ és tájékoztatás*

### 3.3.4 NEMZETKÖZI SUGÁRVÉDELMI BIZOTTSÁG (ICRP)

1928-as alapítása óta a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ICRP) célja az ionizáló sugárzással kapcsolatban a rák és más betegségek, hatások megelőzése, valamint a környezet védelme.

Az ICRP egy független, nemzetközi szervezet, több mint kétszáz önkéntes tagja van, hat kontinens harminc országából. Ezek a tagok képviselik a sugárvédelem vezető tudósait és döntéshozóit.

Az ICRP dolgozta ki a sugárvédelmi normák, jogszabályok, irányelvek, programok és a gyakorlatok közös alapját jelentő, világszerte használt nemzetközi sugárvédelmi rendszert.

Az ICRP által kidolgozott nemzetközi sugárvédelmi rendszer a következő elveken alapszik:

- (i) *a sugárterhelések és azok hatásai a tudomány jelenlegi állása szerint*
- (ii) *értékelések.*  
*Az értékelések a sugárvédelmi rendszer alkalmazása során szerzett tapasztalatokat, valamint a társadalmi elvárásokat is figyelembe veszik.*

Az ICRP nyomon követi a sugárvédelemben végbemenő fejlődést, ajánlásokat dolgoz ki a sugárvédelem alapelveire és a sugárbiztonság szabályaira vonatkozóan. [3-10]

### 3.3.5 ATOMERŐMŰ ÜZEMELTETŐK VILÁGSZÖVETSÉGE (WANO)

Az Atomerőmű Üzemeltetők Világszövetsége (WANO) az összes olyan vállalatot és országot magában foglaló világszervezet, amelyek kereskedelmi atomerőművet üzemeltetnek.

Londonban alapították 1989-ben, területi központjai találhatóak Moszkvában, Atlantában, Tokióban és Párizsban.

A szervezet tagjainak a lehető legmagasabb szintű biztonsági és megbízhatósági lehetőségek elérését segíti elő. Az alapítók felismerték, hogy a nukleáris ipar erőssége olyan, amilyen a leggyengébb tagja, ezért segíti a tagokat. A szervezet non-profit.

A WANO közvetlenül a tagokkal dolgozik, de nem szabályzó szerv, nem ad tanácsokat a reaktortípus kiválasztásához. A biztonság megteremtése az elsődleges szempontjuk, a WANO segíti az üzemeltetők hatásos kommunikációját, és az információ szabad, nyílt megosztását. [3-11]

### 3.3.6 EURÓPAI NUKLEÁRIS ENERGIATERMELŐK SZERVEZETE (EUR)

Európában a könnyűvízes reaktorral szerelt erőművek fejlesztése és tervezése korábban nemzeti alapokon nyugodott, bizonyos nemzetközi együttműködéssel kiegészülve. 1992-ben 5 európai nukleáris energiatermelő (német termelők, spanyol termelők, Tractebel, EDF and British Energy / Nuclear Electric) szervezetbe tömörült és létrehozta az EUR szervezetet, amely folyamatosan bővül, napjainkban a szervezetnek 17 tagja van.

Az EUR elsődleges célja az európai könnyűvízes reaktorok fejlesztésére vonatkozó egységes feltételrendszerek, előírások lefektetése, a vonatkozó nemzetközi szabályzatokkal, szabványokkal való harmonizáció elősegítése, a nukleáris biztonság, illetve az egységes európai villamosenergia-piac igényeinek biztosítása. [3-12]

### 3.3.7 NYUGAT-EURÓPAI NUKLEÁRIS HATÓSÁGOK SZÖVETSÉGE (WENRA)

A Nyugat-európai Nukleáris Hatóságok Szövetségét (WENRA) 1999 februárjában alapították az Európai Unió nukleáris energiát használó országai és Svájc. Alapításának két fő oka volt:

- ❖ az Európai Unió bővítési kritériumai között kiemelt szerepet kapott a nukleáris biztonság,
- ❖ a NAÜ biztonsági előírásainak, a nukleáris biztonságról szóló egyezménynek országokénti, egymástól független értelmezései.

A WENRA fő célja a nukleáris biztonság egységes európai szempontrendszer szerinti értelmezése, valamint a tagjelölt országokban a nukleáris biztonság független felülvizsgálata. A reaktorbiztonság területén 18 témakörben összesen 218 ajánlás (referenciaszint), a leszerelés és a hulladék-területen 81+77 ajánlás készült. [3-13]

### 3.4 NUKLEÁRIS BIZTONSÁG

**Új atomerőművi blokkok tervezése, építése és üzemeltetése során elsődleges, mindent megelőző szempont a nukleáris biztonság megteremtése.**

#### 3.4.1 NUKLEÁRIS BIZTONSÁGI ALAPELVEK

A nukleáris biztonság az atomenergetika megítélésének kulcskérdése.

Az atomreaktorok három alapvető biztonsági feltételt kell teljesítsenek:

- I. Minden körülmény között biztosítani kell, hogy a reaktorban folyó nukleáris láncreakció rendellenesség bekövetkeztekor leálljon.
- II. Leállított láncreakció esetén is biztosítani kell a fűtőelemek tartós és biztonságos hűtését.
- III. Meg kell akadályozni, hogy a megengedettnél több radioaktív anyag kerüljön a környezetbe.

Az atomerőmű biztonságának megteremtését a mélységi védelem elvének alkalmazása szolgálja, ami az üzemzavarok megelőzésére helyezi a hangsúlyt.

A mélységi védelem alapelveit és öt szintjének követelményeit a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség dolgozta ki. A nemzeti nukleáris biztonsági hatóságok igyekeznek ezeknek az elveknek saját szabályozásukban a lehető legnagyobb mértékben érvényt szerezni. A mélységi védelem alkalmazására minden létesítményben a sajátosságok figyelembe vételével kerül sor.

A mélységi védelem alapvető céljai:

- ❖ konzervatív tervezéssel a balesetek kialakulásának megelőzése,
- ❖ folyamatos monitorozással a normál üzemtől való eltérés megelőzése,
- ❖ normál üzemtől való eltérés esetén a súlyosbodás megakadályozása, a következmények enyhítése *beépített védelmi eszközökkel*,
- ❖ tervezési alapot meghaladó esemény megtörténte esetén legyenek megfelelő eszközök és meghatározott intézkedések a következmények csökkentésére.

*Az atomerőmű biztonságát tervezési megoldások, valamint üzemeltetési előírások komplex rendszere garantálja.*

A mélységi védelem öt, egymásra épülő szintbe rendezi a biztonsági vonatkozású eseményeket, berendezéseket és eljárásokat. Mindegyik szint alkalmazásának az a legfőbb célja, hogy megakadályozza a következő szint elérését.

Szint	Cél	Megvalósítás
I. szint	A normál üzemi állapottól való eltérés megakadályozása	Jó minőségű, konzervatív tervezés
II. szint	A nem normális állapot észlelése és a rendellenes működés megakadályozása	Ellenőrző és szabályozó rendszerek megfelelő működése
III. szint	A tervezés alapját képező üzemzavarok kezelése	Biztonsági rendszerek és eljárások
IV. szint	Súlyos balesetek kezelése, a súlyosság mérséklése, a következmények enyhítése	Kiegészítő eszközök, mérések, intézkedések, balesetkezelési útmutatók
V. szint	A létesítményen kívüli radioaktív kibocsátás következményeinek enyhítése	Balesetelhárítási intézkedési tervek

3.4.1-1. táblázat: A mélységi védelem öt, egymásra épülő szintje

- ✓ Az I. szint a tervezésre vonatkozik, az erőművet konzervatíván, működési és biztonsági tartalékokkal kell megtervezni, olyan megoldásokat kell alkalmazni, amelyek az emberi hibák lehetőségét a legkisebbre korlátozzák (automatizálás, áttekinthető kezelés). Meg kell határozni mindazon külső eseményeket, amelyek mellett az atomerőmű működőképes marad (földrengés, extrém időjárás, stb.).
- ✓ A II. szint jellemzője, hogy legyenek meg azok az eszközök és eljárások, amelyekkel az erőművet a tervezett működési határokon belül lehet tartani, hogy a biztonsági korlátok átlépése ne történjen meg. Ide

tartoznak az állandó mérések (nyomás, hőmérséklet, forgalom stb.), az időszakos tesztek és próbák, a karbantartások és az állapotellenőrzések.

- ✓ A III. szinthez tartoznak azok a rendszerek és intézkedések, amelyek a tervezés során feltételezett üzemzavarok (tervezési üzemzavarok) esetén a biztonsági funkciók teljesítését garantálják. A leggondosabb tervezés, kivitelezés és üzemeltetés mellett sem lehet kizárni a meghibásodások lehetőségét (pl. belső anyaghiba, természeti katasztrófa). Ez a láncreakció automatikus leállítását, a fűtőanyag hűtésének biztosítását, a radioaktív anyagok kibocsátásának megengedett szint alatt tartását jelenti és ezek kezelésére a biztonsági rendszereket fel kell készíteni.
- ✓ A IV. szint olyan, rendkívül kis valószínűségű eseményt tételez fel, amely meghaladja a tervezési üzemzavarokat. Ennél az eseménynél a biztonsági rendszerek már nem tudják teljes mértékben ellátni feladatukat, és előfordulhat zónaolvadás, illetve radioaktív anyagkibocsátás. A kis valószínűség ellenére a lehetséges következmények súlyossága indokolja, hogy az erőmű rendelkezzen olyan eszközökkel, amelyek az ilyen balesetek lefolyását késleltetik, következményeit mérséklik, és időt adnak egyéb intézkedésekre (pl. pótlólagos eszközök helyszínre szállítása, lakossági elzárkóztatás vagy kitelepítés).
- ✓ Az V. szint akkor lép érvénybe, ha már az első négy szint áthágása megtörtént. Ez jelentős mennyiségű radioaktív anyag környezetbe kerülését jelenti, amely már az erre a célra kidolgozott vészhelyzeti terveknek megfelelő hatásági intézkedéseket von maga után.

## **A TERVEZÉS ALAPELVEI**

- ❖ Telephely-kiválasztás szempontjai
- ❖ Az üzemeltetés potenciális veszélyeinek felmérése
- ❖ A tervezési alap meghatározása, eseményeinek elemzése

Alapvető követelmények:

- Szubkritikus állapotba hozhatóság
- Remanens hő elszállítása
- Radioaktív kibocsátás határértékek alatt tartása
- ❖ A tervezésen túli üzemzavarok valószínűsége kicsi legyen
- ❖ A sugárterhelés ésszerűen elérhető legalacsonyabb szintű legyen

## **MÉRNÖKI GÁTAK RENDSZERE**

A radioaktív szennyezők környezetbe jutásának blokkolására, illetve csökkentésére szolgál a **mérnöki gátak rendszere**. Az egymást követő gátak a megelőző gátakon esetleg túljutó radioaktív anyagok továbbterjedésének megakadályozására szolgálnak. A négy fizikai gát:

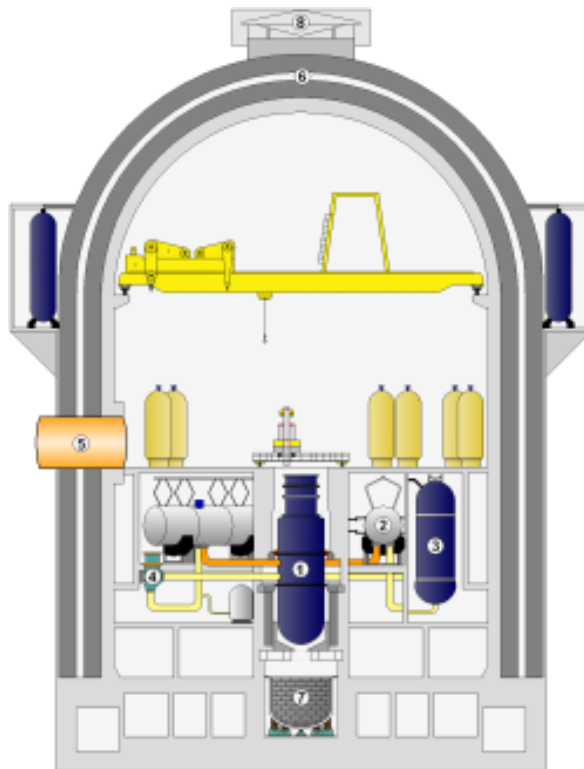
1. az üzemanyag mátrix (UO<sub>2</sub>),
2. az üzemanyag burkolat (a fűtőelem légmentesen záró burkolata),
3. a primer kör nyomáshatára (a reaktortartály és egyéb primerköri rendszerek),
4. a biztonsági védőköpeny, az ún. konténment (hermetikusan záró, általában kettősfalú).



3.4.1-1. ábra: Mérnöki gátak atomerőművi blokkoknál [3-6]

### **KETTŐSFALÚ KONTÉNMENT**

A mélységi védelem kiemelten fontos része a konténment, mivel ez az utolsó gát az atomerőmű belső terében lévő radioaktív anyagok és a környezet között.



3.4.1-2. ábra: Kettősfalú konténment metszete [3-6]

A reaktorban lévő fűtőanyag tartós és biztonságos hűtését minden körülmény között biztosítani kell. Egy esetleges csőtörés esetén a hűtésről az üzemzavari hűtőrendszer gondoskodik, passzív vagy aktív módon. Nyomás csökkenése esetén egy passzív hűtőrendszer juttat vizet a reaktorba, ami a szivattyúk indulásáig biztosítja a hűtést. Az aktív üzemzavari hűtőrendszer egy nagynyomású és egy kisnyomású részből áll, az elgőzölgő víz pótlására számos nagy térfogatú tartályban tárolnak tartalék hűtővizet.

A legtöbb biztonsági rendszer működéséhez villamos energiára van szükség. Ezeknek a rendszereknek áramkimaradás idején is működőképesnek kell maradniuk. Erre szolgálnak az üzemzavari dízelgenerátorok, amelyek szükség esetén automatikusan elindulnak és az atomerőművi biztonság szempontjából fontos fogyasztók számára biztosítanak folyamatos áramellátást.

A súlyos balesetek során esetleg megolvadt zóna kezelésére az egyik elterjedt konstrukció a „zónaolvadék csapda” („core catcher”) alkalmazása, amikor a reaktortartály alatti beton átolvadását úgy akadályozzák meg, hogy az olvadék szétterülését elősegítő helyiségeket alakítanak ki az akna alján, vagy olyan anyagokat helyeznek el a tartály alatt, amelyeken nem hatol át a zónaolvadék.

A konténment megerősítése, a szerkezet integritásának hosszú távú fenntartása kiemelt fontosságú. A konténment épségét védik a hipotetikus súlyos baleseti folyamatok során keletkező – a konténment levegőjével elkeveredve bizonyos koncentráció elérésekor robbanóképes – hidrogéngáz kezelésére alkalmazott eljárások is. A passzív eljárásban katalitikus rekombinátorokkal folyamatosan vízgőzzé alakítják a légtérbe jutó hidrogént, az aktív eljárásban pedig „hidrogéngyújtókat” alkalmaznak, melyek a konténmentben felgyülemlt hidrogéngázt még jóval a veszélyes koncentráció elérése előtt szándékosan begyűjtik, ezzel biztosítva, hogy az sehol ne érje el a robbanásveszélyes koncentrációt.

A mai előírások a legtöbb országban megkövetelik, hogy a konténment ellenálljon egy nagy utasszállító repülőgép becsapódásának is.

Az atomerőmű biztonságának legfontosabb garanciája az ún. **belső biztonság**. A reaktorban bizonyos baleseti szituációkban olyan belső fizikai, hőtechnikai folyamatok és gátak működnek, amelyek fékezik, végül leállítják a kedvezőtlen irányú változásokat. E belső biztonság **a biztonsági, védelmi eszközök üzemképességétől függetlenül mindig érvényesül**. A reaktor eme tulajdonsága típusjellemző. Ebbe a típusba tartoznak a világon ma leginkább elterjedt nyomottvízes reaktorok. Ilyen típusúak a Paksi Atomerőmű VVER-440 típusjelű reaktorai is. (A volt Szovjetunióban kifejlesztett és épített másik típus, az RBMK típus, nem rendelkezik a belső (inherens) biztonság valamennyi feltételével. Ebbe a típusba tartoznak a csernobili atomerőmű reaktorai is, ahol 1986. április 26-án baleset következett be. Bizonyítást nyert, hogy e baleset egyik alapvető oka volt a belső (inherens) biztonság hiánya. Ezért mondhatjuk, hogy a csernobili atomerőmű katasztrófájából nem lehet következtetni a többi reaktortípus biztonságának a hiányára. Az inherens biztonság hiánya miatt a csernobilihez hasonló típusú reaktorok üzemeltetését biztonsági okokból kifolyólag a világon szinte mindenhol megszüntették.)

Az atomerőmű baleset elleni biztonságának másik fontos garanciája az ún. **külső biztonsági eszközök** alkalmazása, amelyek a belső biztonság mellett védenek a különböző baleseti szituációk kialakulása, illetve továbbfejlődése ellen. E külső biztonsági eszközökön belül egyre nagyobb szerepet kapnak az ún. **passzív védelmi rendszerek**, amelyek külső energiabetáplálástól függetlenül működnek.

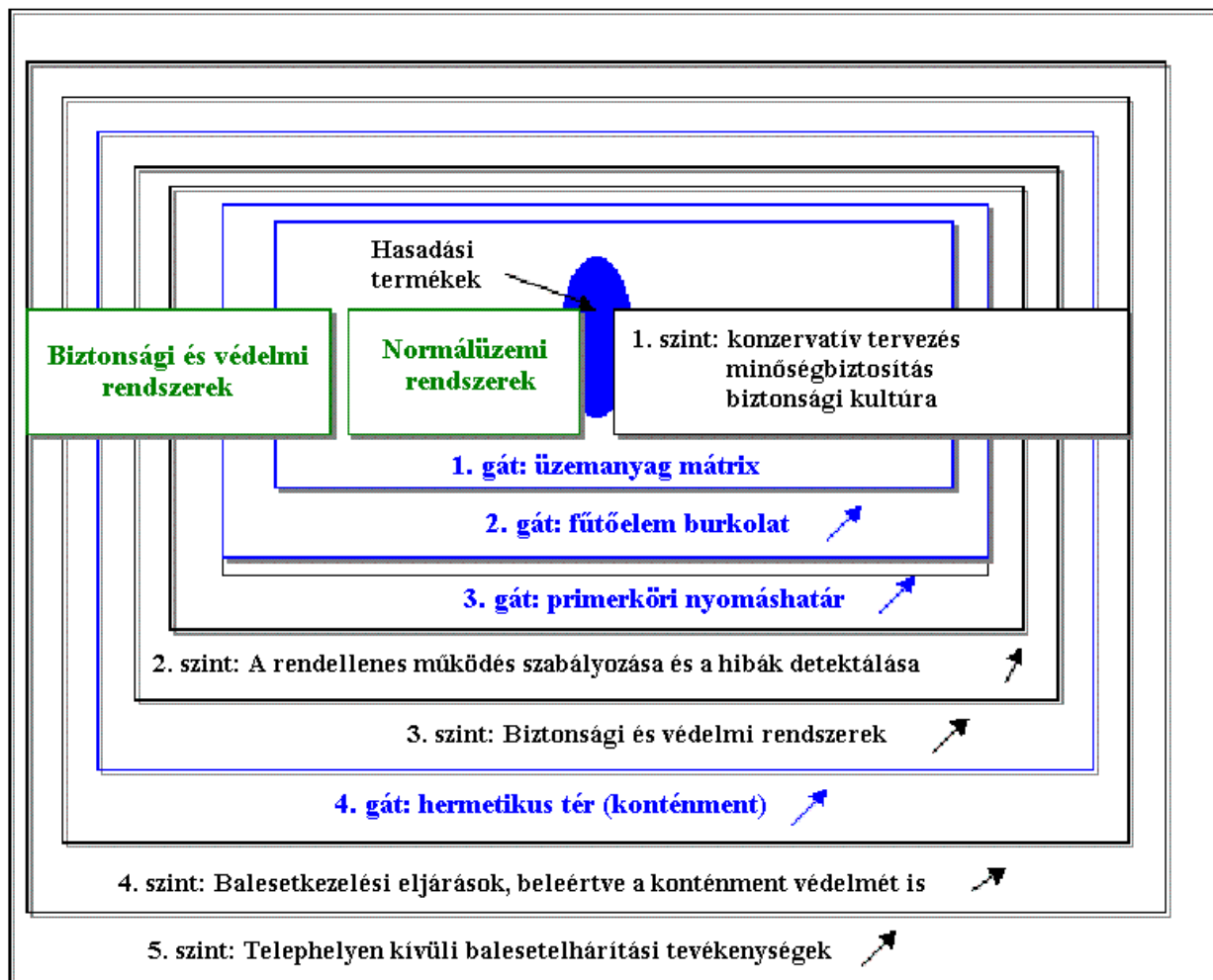
Az előzőek eredménye, hogy ma már olyan atomerőművek építhetők, amelyekben a környezetre is ható súlyos balesetek valószínűsége kisebb, mint  $10^{-6}$  /reaktorév. A potenciális veszélyesség realizálódásának valószínűségét olyan alacsonyan kell tartani, amennyire csak lehetséges, az ALARA (As Low as Reasonably Achievable) elv alapján az ésszerűen megvalósítható biztonságot kell garantálni.

A mélységi védelem alapvető célja, hogy a fizikai gátak integritását automatikus vagy kézi működtetésű biztonsági és védelmi rendszerek segítségével fenntartsa az épségüket veszélyeztető belső és külső események bekövetkezésekor.



## BIZTONSÁGI ÉS VÉDELMI RENDSZEREK HIERARCHIÁJA

A mélységi védelem új blokkokra érvényes öt szintjét, a négy fizikai gátat, továbbá az automatikus és kézi beavatkozások viszonyát illusztrálja a 3.4.1-3. ábra.



3.4.1-3. ábra: A védelmi gátak, a mélységi védelmi szintek és a beavatkozások hierarchiája [3-14]

Az új blokkoknál már a tervezési alap részeként kezelnek olyan üzemzavarokat, amelyeket a mai reaktoroknál „tervezésen túli” kategóriába soroltak (ilyenek pl. a többszörös meghibásodások). Emiatt a ma üzemelő és az új reaktoroknál a „tervezésen túli üzemzavarok” osztály tartalma eltérő. A mai reaktoroknál a mélységi védelem a nukleáris üzemanyaggal főleg azokban az üzemállapotokban foglalkozik, amikor az üzemanyag a reaktorban van. Az új blokkoknál a terjedelemben beletartozik a nukleáris üzemanyag összes lehetséges állapota (pl. azok a helyzetek is, amikor az üzemanyag kazettákat a pihentető medencében tárolják).

A III<sup>+</sup> generációs típusok fejlesztése során az egyik fontos cél a hipotetikus súlyos balesetek megelőzése és a rendkívül kis valószínűséggel bekövetkező súlyos balesetek következményeinek csökkentése volt. Az alkalmazott tervezési és technológiai megoldások biztosítják, hogy még súlyos balesetek során se kerülhessenek radioaktív anyagok a környezetbe, így a III<sup>+</sup> generációs blokkok még súlyos balesetek bekövetkezése esetén sem gyakorolnak számottevő hatást a lakosságra és az erőmű környezetére.

## STRESSZTESZT

A japán fukushimai atomerőműben a földrengés és a példátlan erejű szökőár miatt bekövetkezett balesetet követően az Európai Tanács 2011 márciusában célzott biztonsági felülvizsgálatot kezdeményezett az Európai Unió valamennyi atomerőművében. A felülvizsgálat során értékelték az atomerőművek biztonságát és a szélsőséges természeti hatásokkal - árvíz, földrengés, extrém időjárás - szembeni ellenálló képességét. A megadott szempontok szerint az

atomerőművek üzemeltetői önértékelést hajtottak végre, amelyet benyújtottak saját országaik nukleáris biztonsági hatóságainak ellenőrzésre. A nemzeti hatóságok ország jelentéseket készítettek, amelyeket nemzetközi szakértői csoportok értékelték, több esetben helyszíni konzultációkat is folytatva.

Azon uniós tagállamok mellett, amelyekben működnek atomerőművek, a vizsgálatokban még részt vett Litvánia, Ukrajna és Svájc. A 17 országra kiterjedő ellenőrzés végül azzal a következtetéssel zárult, hogy az európai atomerőművek megfelelő biztonsági tartalékokkal rendelkeznek, nem találtak olyan hiányosságot egyetlen atomerőműben sem, amely alapján azt le kellett volna állítani. Az Európai Bizottság jelentése ugyanakkor számos ajánlást is megfogalmazott a biztonságnövelés terén, amelyek végrehajtására a tagállamok programokat dolgoznak ki.

A Paksi Atomerőműre vonatkozóan az Európai Unió célzott biztonsági felülvizsgálata egyértelműen pozitív eredménnyel zárult. A jelentés számos területen emelt ki követésre érdemes jó gyakorlatot. Kritikus vagy kiemelő hiányosságot nem tártak fel, és az ajánlások egy része már folyamatban lévő fejlesztésekre vonatkozott.

A Paksi Atomerőmű a stresszteszt ajánlásai alapján biztonságnövelő programot dolgozott ki, amelynek végrehajtásáról időszakos beszámoló készül. Hasonló programokat hajtanak végre az EU többi atomerőművében, s a beszámolókat a tervek szerint EU-szinten összesítik és értékelik majd. [3-15], [3-16], [3-17]

## **BIZTONSÁGI ELEMZÉSEK**

A nukleáris biztonsági engedélyeztetés szempontjából alapvető jelentősége van a *determinisztikus és valószínűségi* módszereket is alkalmazó **biztonsági elemzéseknek** és az ezek alapján készített **biztonsági jelentésnek**.

Egy atomerőművi üzemzavar legsúlyosabb következménye a környezet radioaktív anyaggal való elszennyeződése, ami leginkább az aktív zóna jelentős károsodása – esetleg megolvadása – nyomán következhet be, ha a szennyeződéseket a konténment nem tartja vissza. Ezért a **valószínűségi biztonsági elemzések** (*Probabilistic Safety Analysis – PSA*): mindenekelőtt a **zónasérülés** valószínűségét elemzik. Ehhez a determinisztikus elemzések segítségével végig kell vizsgálni az összes olyan elképzelhető eseményláncot, amelyek zónasérüléshez vezethetnek, és egyenként ki kell számítani azok valószínűségét. Ezek összege jellemzi az atomerőmű biztonságát. Ez az analízis egyben felfedi az atomerőmű biztonság szempontjából gyenge pontjait is. Ezek eredményeként szülehetnek meg a biztonságot javító eszközök és berendezések. A biztonsági elemzéseknek több szintje van.

A valószínűségi biztonsági elemzések célja az 1. szintű (zónasérüléssel járó) és a 2. szintű (nagy radioaktív kibocsátással járó) események várható gyakoriságának számítása. Az építendő új blokkokra előírt követelményeket a 6.13.5. fejezet tartalmazza.

### **3.4.2 NUKLEÁRIS BIZTONSÁGI KÖVETELMÉNYEK**

Az 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról (2014.VII.16-án hatályos állapot) 2. §

*”29. nukleáris biztonság: „megfelelő üzemeltetési feltételek megvalósítása, balesetek megelőzése, illetve a balesetek következményeinek enyhítése a nukleáris létesítmény életciklusának valamennyi fázisában, amelyek eredményeként megvalósul a munkavállalóknak és a lakosságnak a nukleáris létesítmények ionizáló sugárzásából származó veszéllyel szembeni védelme.”*

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (Atv.) rögzíti az atomenergia békés célú alkalmazásának általános követelményeit, meghatározza az atomenergia alkalmazásában résztvevők jogosultságait és kötelezettségeit.

Az Atv. végrehajtására vonatkozó jogszabályok a nukleáris biztonsággal kapcsolatos kérdéseket, a nukleáris biztonsági engedélyezést az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) hatáskörébe utalják.

Az atomerőművi technológia létesítésének engedélyeztetése során kiemelt figyelmet kap annak vizsgálata, hogy a létesítendő atomerőmű megfelel-e a nukleáris biztonsági előírásoknak.

Az atomerőműveket úgy tervezik, a technikai berendezéseket és a biztonsági rendszereket úgy alakítják ki, hogy még baleset bekövetkezése esetén is a lehető legnagyobb mértékben garantálható legyen az erőmű környezetének biztonsága. A biztonságos üzemelés folyamatos felülvizsgálata és a biztonság növelését szolgáló intézkedések kidolgozása alapvető követelmény az üzemeltetők felé. A felügyeletet gyakorló hatóság csak akkor engedélyezi egy reaktor elindítását, üzemét, vagy a reaktor különböző berendezéseinek végrehajtandó műveleteket, ha bizonyított, hogy a reaktorok biztonságos üzeme garantálható.

A telephely földtani és nukleáris biztonsági szempontú megfelelőségét az OAH által a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII.11.) Kormányrendelet mellékleteit képező Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSz) alapján lefolytatandó telephely engedélyezési eljárásban kell igazolni.

Az OAH a telephely alkalmasságát, a telephellyel összefüggő földtani alapadatok megfelelőségét igen részletes vizsgálatok eredményeinek ismeretében ítéli meg. A telephelyvizsgálat programjának kidolgozása a legújabb nemzetközi elvárások (post-fukushima) figyelembe vételével történt. A telephelyvizsgálat programját független felülvizsgálat keretében a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) szakértői értékelték.

A paksi telephelyen létesítendő blokkoknak a hatályos jogszabályoknak megfelelően nagy, civil repülőgép becsapódása ellen védettnek kell lenniük. A blokkok berendezéseire és épületeire nagyon szigorú minőségirányítási kritériumok vonatkoznak. A blokkok szállítója az European Utility Requirements (EUR) követelmény teljesítését vállalta, így a létesítés során olyan építészeti és egyéb műszaki megoldásokat alkalmaz, amelyek biztosítják a létesítmény védelmét repülőgép rázuhanás esetén is.

Az atomerőmű nukleáris biztonságot befolyásoló (ABOS besorolású) építményeire, épületszerkezeteire, rendszereire és rendszerlemeire építmény-, illetve rendszerszintű engedélyeket kell beszerezni.

### **Mélységben tagolt védelem**

A mélységben tagolt védelem a 118/211 (VII.11.) kormányrendelet 7. § (1) szerint:

(1) A nukleáris létesítményben a mélységben tagolt védelem alkalmazásával meg kell akadályozni a radioaktív anyag vagy sugárzás környezetbe kerülését, és biztosítani kell, hogy a meghibásodások vagy azok kombinációja eredményeként jelentős sugárkárosodással járó balesetek csak kellően alacsony valószínűséggel következhessek be.

(2) A mélységben tagolt védelem biztosítja

- a) a lehetséges emberi hibák vagy műszaki meghibásodások ellensúlyozását;
- b) az egymásba ágyazott gátak hatékonyságának megőrzését; valamint
- c) a lakosság és a környezet védelmét abban az esetben, ha a gátak hatékonysága csökkenne.

(3) A mélységben tagolt védelem 5 szintje:

- a) a normál üzemi feltételektől való eltérések és a hibás működések megelőzése;
- b) a normálistól eltérő üzemi körülmények észlelése és annak megakadályozása, hogy a várható üzemi események tervezési üzemzavarokká váljanak;
- c) a tervezési alapba tartozó üzemzavarok megtervezett módon való kezelése;
- d) a tervezésen túli üzemzavari és baleseti folyamatok megállítás és a következmények enyhítése;
- e) radioaktív anyagok jelentős kibocsátása esetén a radiológiai következmények enyhítése.

(4) A nukleáris létesítmény mélységben tagolt védelmének legfontosabb összetevői:

- a) kellő biztonsági tartalékokat alkalmazó tervezési megoldások (beleértve a megfelelő telephely kiválasztást, diverzitást és redundanciát, valamint kipróbált, nagy megbízhatóságú technológiák és anyagok alkalmazását), magas színvonalú létesítés és üzemeltetés;
- b) szabályozó, korlátozó és védelmi rendszerek és vizsgálati-monitorozási megoldások, valamint az üzemeltetést szabályozó dokumentumok alkalmazása;
- c) a tervezési alapba tartozó események kezelését biztosító biztonsági rendszerek, üzemzavar-elhárítási utasítások és képzések;
- d) kiegészítő intézkedések, eszközök és balesetkezelési útmutatók alkalmazása, továbbá gyakorlatok szervezése; valamint
- e) felkészülés a telephelyen belüli és kívüli balesetelhárítási tevékenységek végrehajtására.

(5) A mélységben tagolt védelem fenntartása érdekében az engedélyes a 2. mellékletben meghatározott szabályok szerint hatékony irányítási rendszert működtet, vezetősége szilárdan elkötelezett a nukleáris biztonságért és az erős biztonsági kultúra fenntartásáért.

A Magyarországon telepítendő nukleáris létesítmények biztonsági követelményeit alapvetően a magyarországi jogszabályok határozzák meg. Mindazonáltal a releváns nemzetközi biztonsági előírások, a NAÜ biztonsági előírásai, az amerikai ASME szabványsorozat, valamint az EUR ajánlások figyelembe vétele is ajánlott, annak érdekében, hogy az egyes országokban létesülő, eltérő típusú reaktorok nukleáris biztonsági megfelelősége azonos szintű legyen.

A megépítendő blokk típussal szemben elvárt követelmény, hogy a blokk típus különböző tervezési üzemzavarok esetére érvényes kibocsátási ajánlásainak a létesítést megelőzően lefolytatott engedélyeztetési eljárás során meg kell felelniük az engedélyeztetéskor aktuálisan érvényben levő hazai és nemzetközi előírásoknak.

### 3.4.3 ATOMERŐMŰVI ÜZEMÁLLAPOTOK - KÜLÖNBÖZŐ SZERVEZETEK BESOROLÁSAI

A NAÜ, majd az EUR javaslatait követően az OAH által kidolgozott, magyarországi jogszabályi környezet által megfogalmazott javaslatokat mutatjuk be.

#### 3.4.3.1 Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ)

A **NAÜ** "Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements (SSR-2/1)" dokumentumának 4. fejezetében (Principal Technical Requirements) a 9. pontja alatt az alábbiakat találjuk:

*Azoknak az egységeknek, amelyek egy nukleáris üzem biztonságához elengedhetetlenek / fontosak, olyanoknak kell lenniük, amiket már egy, a tervezettel megegyező alkalmazás során kipróbáltak, ha nem ilyenek, akkor minősített és letesztelt magas minőségű technológiájúnak kell lenniük.*

Az 5. fejezet (General Plant Design) az erőmű üzemállapotaira vonatkozóan a következő javaslattal él:

Üzemelési állapot		Baleseti események	
Normál üzem	Várható üzemi események	Tervezési alapba tartozó események	Tervezési alapot meghaladó események

3.4.3-1. táblázat: A NAÜ javaslata az egyes létesítmény-üzemállapotokra [3-18]

#### 3.4.3.2 Európai Nukleáris Energiatermelők Szervezete (EUR)

Az **EUR** az atomerőművi blokkok üzemeltetése során az alábbi üzemállapotokat különíti el. [3-19] [3-20]

Tervezési alapba tartozó események				Tervezési alapot meghaladó események	
Design Basis Condition (DBC)				Design Extension Condition (DEC)	
Üzemelési állapot /Tervezési alap		Tervezési üzemzavarok			
Normál üzem	Üzemzavar	Kis gyakoriságú tervezési üzemzavar	Nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavar	Komplex folyamatok	Súlyos balesetek
<b>DBC1</b>	<b>DBC2</b>	<b>DBC3</b>	<b>DBC4</b>	<b>DEC1</b>	<b>DEC2</b>

3.4.3-2. táblázat: Az üzemállapotok EUR szerinti besorolása [3-19]

#### Tervezési alapba tartozó események - Design Basis Conditions (DBC)

##### DBC1 – Normál üzem

Normál üzemi állapotok:

- Üzemfenntartás, változó teljesítményszinteken.
- Leállás:
  - Meleg leállás
  - Üzemanyag kezeléshez/átrakáshoz leállás
  - Üzemfenntartás, működés közbeni ellenőrzés, alkatrész csere/javítás/kezelés miatti leállás.
- Átmeneti állapotok (különböző teljesítményszintek közötti átmenet szakasza, ide értve az egyes leállások elérésének idejét is)

##### DBC2 – Üzemzavar

A DBC2 körülményei megegyeznek azon kezdeti hibákkal és berendezés hibákkal, amely események bekövetkezési gyakorisága nagyobb, mint  $10^{-2}$ /reaktorév.

##### DBC3 – Kis gyakoriságú tervezési üzemzavar

A DBC3 események várható bekövetkezési valószínűsége  $10^{-2}$  -  $10^{-4}$ /reaktorév közötti értékkel jellemezhető. Az erőmű képes visszatérni a normál üzemi állapotra, a szükséges ellenőrzések, javítások és minősítések elvégzését követően.

##### DBC4 – Nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavar

A DBC4 események nem várt események az erőmű üzemideje során, viszont a következményeik még kezelhetőek. Gyakoriságuk  $10^{-4}$  -  $10^{-6}$ /reaktorév közötti.

## Tervezési alapot meghaladó események - Design Extension Conditions (DEC)

### DEC1 - Komplex folyamatok

A DEC esemény az aktív zónában és a pihentető medencében található üzemanyag olvadásával nem járó esemény, a radioaktív kibocsátás a balesetekre előírt kibocsátási határértékeken belül marad.

### DEC2 - Súlyos balesetek

A DEC2 események az üzemanyag jelentős olvadásával járó események, baleseti határértékeket túllépő kibocsátásra vezető folyamatok.

A hazai besorolás, az **NBSz** (118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 10. melléklet, 163. Üzemállapot) az alábbiak szerint definiálja az új atomerőművi blokkok egyes üzemállapotait:

Tervezési alap (TA)				Tervezési alap kiterjesztése (TAK)	
Normál üzemi állapot	Tervezési alapba tartozó események*			Tervezési alapot meghaladó események*	
	Tervezési üzemzavarok				
Normál üzem	Várható üzemi események	Kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	Nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	Tervezésen túli üzemzavarok**	Súlyos balesetek
TA1	TA2	TA3	TA4	TAK1	TAK2

Az NBSz közeljövőben várható módosítása várhatóan az alábbi változásokat hozza:

\* Az „események” kifejezés a módosítás után: „üzemállapotok”

\*\* A „Tervezésen túli üzemzavarok” várható megnevezése: „Komplex üzemzavarok” lesz.

3.4.3-3. táblázat: Az üzemállapotok magyarországi, jelenleg (2014. október 20.) hatályos NBSz szerinti besorolása

Az NBSz által az egyes üzemállapotokra alkalmazott rövidítéseket és a vonatkozó, illetve megfelelő EUR rövidítéseket a 3.4.3-4. táblázatban mutatjuk be egységes formában:

Tervezési alap (TA)				Tervezési alap kiterjesztése (TAK)	
Normál üzemi állapot	Tervezési alapba tartozó események			Tervezési alapot meghaladó események	
	Tervezési üzemzavarok				
Normál üzem	Várható üzemi események	Kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	Nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	Tervezésen túli üzemzavarok	Súlyos balesetek
TA1	TA2	TA3	TA4	TAK1	TAK2
Design Basis Condition (DBC)				Design Extension Condition (DEC)	
DBC1	DBC2	DBC3	DBC4	DEC1	DEC2

3.4.3-4. táblázat: Az üzemállapotok NBSz és EUR szerinti összehasonlítása

### Az egyes üzemállapotok előfordulási gyakoriság szerinti besorolása

A 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet az egyes üzemállapotokhoz előfordulási gyakoriságokat rendel, a 3.4.3-5. táblázat szerint.

Üzemállapot	Megnevezés	Gyakoriság (f [1/év])
TA1	normál üzem	1
TA2	várható üzemi események	$1 > f > 10^{-2}$
TA3	kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$
TA4	nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$

Az NBSz várható módosítása után a táblázat fejlécében a „Gyakoriság” helyett „Esemény gyakoriság” fog szerepelni.

3.4.3-5. táblázat: Az egyes üzemállapotok előfordulási gyakoriság szerinti besorolása, új blokkokra

### 3.4.3.3 Normál üzem

A normál üzemállapotot a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 10. melléklete (Nukleáris Biztonsági Szabályzatok) az alábbiak szerint határozza meg.

#### 121. Normál üzem

*"A nukleáris létesítménynek a nukleáris biztonsági hatóság által jóváhagyott Üzemeltetési Feltételek és Korlátok betartása melletti üzemeltetése, beleértve atomreaktor és atomerőmű esetén a **terhelésváltoztatást**, a **leállást**, az **indítást**, a **fűtőelemcserét**, a **karbantartást**, a **próbákat** és **egyéb tervezett műveleteket**."*

### 3.4.3.4 Tervezési alapba tartozó események

A tervezési alapba tartozó események meghatározásai a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 10. melléklete (Nukleáris Biztonsági Szabályzatok) szerint az alábbiak:

#### 179. Várható üzemi esemény

*"A tervezési alapon feltételezett kezdeti esemény által kiváltott és az egyszeres meghibásodás elve szerint elemzett, továbbá ezen elemzések által lefedett olyan folyamat, amely jelentős eséllyel megvalósul az atomerőmű üzemideje során."*

(Megjegyzés:

az NBSZ várható módosításában az „atomerőmű” helyett „nukleáris létesítmény” szerepel.)

A tervezési alapba tartozó üzemállapotok másik csoportja, a tervezési üzemzavarok. Célszerű rögzíteni a tervezési üzemzavar fogalmát, a bele tartozó események, körülmények halmazát.

#### 159. Tervezési üzemzavar

*"A tervezési alapon feltételezett kezdeti esemény által kiváltott és az egyszeres meghibásodás elve szerint elemzett, valamint ezen elemzések által lefedett az atomerőmű üzemideje során csekély valószínűséggel előforduló folyamat, amely csak a tervekben meghatározott jellegű és mértékű fűtőelem károsodást eredményez."*

Megjegyzés:

a várható NBSZ módosításban az „atomerőmű” helyett „nukleáris létesítmény”, a „folyamat” helyett pedig „üzemállapot” szerepel.

A 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 3. mellékletében (Atomerőművek tervezési követelményei), az "Általános tervezési követelmények" fejezetben belül, többek között a 3.2.2.3100. és 3.2.2.3300. előírásai figyelembe veendőek.

Megjegyzés:

A 3.2.2.3100. pont tartalmát az NBSZ várható módosításával jelentős tartalmi változás éri.

Az NBSZ előírása a tervezési alapba tartozó, normál üzemtől eltérő üzemállapotokra vonatkozóan:

3.2.2.3700. Tervezési megoldásokkal biztosítani kell, hogy az atomerőművi blokk a TA2 - TA4 üzemállapotokat követően az ésszerűen elérhető legrövidebb idő alatt ellenőrzött állapotba, majd biztonságos leállított állapotba kerüljön. Az ellenőrzött állapot elérését legkésőbb 24 órán belül, a biztonságos leállított állapot elérését legkésőbb 72 órán belül biztosítani kell.

### 3.4.3.5 Tervezési alapot meghaladó események

A 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 10. mellékletének vonatkozó meghatározásai az alábbiak:

#### 155. Tervezésen túli üzemzavar

*A várható üzemi események és a tervezési üzemzavarok körén kívül eső folyamat, amely nem zárható ki ugyan, de több, egymástól független hiba következményeként állhat csak elő, és amely a tervezési alapba tartozó folyamatoknál súlyosabb következményekkel járhat, olvadással nem járó zónasérülést okozhat.*

Megjegyzés:

az NBSZ várható módosítása után az alábbi pont lép a „Tervezésen túli üzemzavar” helyébe:

##### 94/A. Komplex üzemzavar (TAK1)

Új atomerőművi blokk esetén a várható üzemi események és a tervezési üzemzavarok körén kívül eső üzemállapot, amely több egymástól független hiba következményeként állhat csak elő, és amely a tervezési alapba tartozó üzemállapotoknál súlyosabb következményekkel járhat, olvadással nem járó fűtőelem-sérülést okozhat. Meglévő nukleáris létesítmény esetén a tervezésen túli üzemzavarnak felel meg.

### 145. Súlyos baleset (TAK2)

A reaktorzóna jelentős károsodásával, zónaolvadással együtt járó, a tervezési üzemzavaroknál, valamint a tervezésen túli üzemzavaroknál súlyosabb külső hatásokkal járó baleseti állapot.

Megjegyzés:

Az NBSz várható módosítását követően e definíció helyébe az alábbi mondat lép:

Atomerőművi blokk esetén üzemanyag jelentős károsodásával együtt járó, a tervezési üzemzavaroknál (TA4), valamint a tervezésen túli üzemzavaroknál (TAK1) súlyosabb telephelyen kívüli hatásokkal járó üzemállapot."

A 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 3. mellékletében, az "Általános tervezési követelmények" cím alatti 3.2.2.3900. pont sorolja fel, hogy a tervezési alap kiterjesztésénél legalább milyen körülményeket kell figyelembe venni. A 3.2.2.4000. pont szerint új atomerőművi blokk esetén a tervezési alap kiterjesztésénél figyelembe vett TAK1 üzemállapotot követően biztosítani kell az ellenőrzött állapot elérését 24 órán belül, a biztonságos leállított állapot elérését legkésőbb 72 órán belül.

Megjegyzés:

a módosuló NBSz-ben az „új atomerőművi blokk esetén” rész törlésre kerül.

Előzőeken kívül a 3.2.4.0800. pont alapján: új atomerőművi blokk esetén a nagy kibocsátással járó eseményláncok minden kiinduló üzemállapotra és hatásra összegzett gyakorisága – kivéve a szabotázs esetét – nem haladhatja meg a  $10^{-6}/\text{év}$  értéket. A követelmények teljesülését 2. szintű valószínűségi alapú biztonsági elemzésekkel kell igazolni.

#### 3.4.3.5.1 Orosz blokkok

Az Orosz Föderációban az atomenergia békés célú, biztonságos alkalmazására vonatkozó legmagasabb szintű szabályozást az 1995. évi (11.21.) 170-FZ „Az Atomenergia használata”, valamint az atomerőművi berendezések minőségbiztosítására vonatkozó legmagasabb szabályozást a 2002. évi (12.07.) 184 FZ „A műszaki szabály” megnevezésű törvények tartalmazzák.

Az orosz blokkok tervezése az Orosz Szövetségi Atomenergetikai és Sugárvédelmi Felügyeleti Hatóság (GOSZATOMNADZOR) által kiadott háromszintű hierarchikus struktúrát alkotó normatív dokumentumok szerint történik. Ezek közül a legfontosabb normatív dokumentumok a következők:

- ❖ a NP-001-97 (PNAE G-01-011-97) „Atomerőművek biztonsági minősítésére vonatkozó általános rendelkezések”,
- ❖ a NP 006-98 „Atomerőművi VVER nyomott vizes reaktorok biztonsági követelmények komplett dokumentáció összetételének követelményei”,
- ❖ a NP-10-98 „Atomerőművi lokalizációs rendszerek kiépítésének és üzemeltetésének szabályzata”,
- ❖ a NP-031-01 „Földrengésálló atomerőművek - tervezési előírások és normák”,
- ❖ a NP-032-01 „Atomerőművek elhelyezése. Általános biztonsági kritériumok és követelmények.”

Az EUR önálló kötetben foglalja össze az orosz blokkok specifikációját: European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), Volume 3, AES 92 Subset, Chapter 1, AES 92 Plant Description, Part 2, General Safety Design Basis, Revision A, June 2006 Appendix A.

## 3.5 NEMZETKÖZI NUKLEÁRIS ESEMÉNYSKÁLA

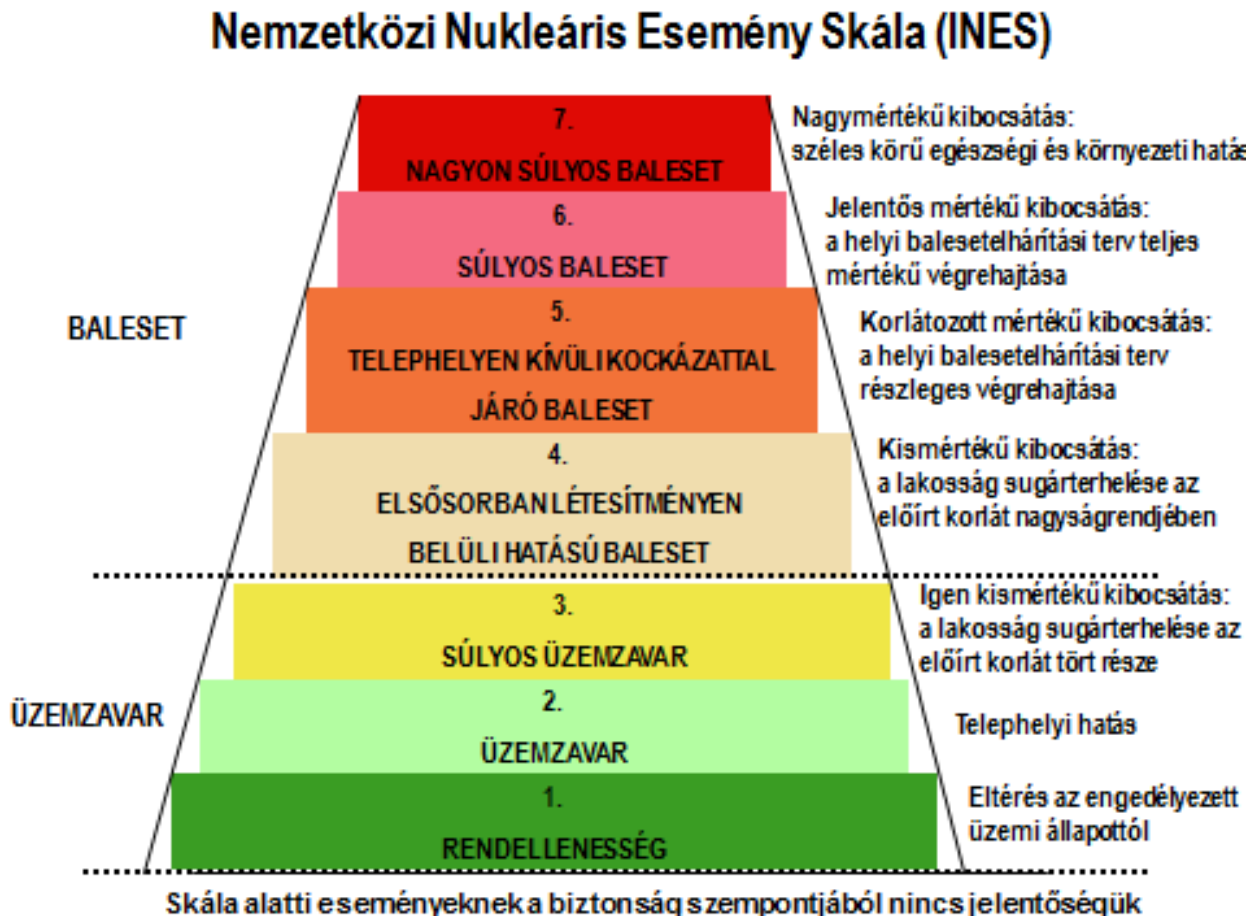
A nukleáris eseményekkel kapcsolatos tájékoztatás elősegítésére, a lakosság, a társadalmi, politikai szervezetek, a média megfelelő szintű informálására, tájékoztatására az OECD Nukleáris Energia Ügynöksége (NEA), valamint a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) kidolgozta a nukleáris események besorolására szolgáló Nemzetközi Nukleáris és Radiológiai Esemény Skálát (INES).

Az INES skála célja, hogy összehasonlítható módon lehessen a lakosságot értesíteni, illetve tájékoztatni az atomerőművekben vagy más nukleáris létesítményekben bekövetkező események, üzemzavarok és balesetek minőségéről, biztonsági jelentőségéről.

Az INES skála az eseményeket egy hét fokozatból álló skála egyes szintjei szerint sorolja be.

A normál üzemi állapottól eltérő eseményeket az INES-skála 1-7. szintje jelöli, az üzemzavaroknál három, a baleseteknél pedig négy szintet különböztet meg.

A Nemzetközi Nukleáris és Radiológiai Esemény Skálát a 3.5-1. ábra mutatja.



3.5-1. ábra: Nemzetközi Nukleáris és Radiológiai Esemény Skála (INES)

Az 1986-ban, a csernobili atomerőműben bekövetkezett baleset az INES skálán 7-es szintű esemény. A balesetnek kiterjedt egészségügyi és környezeti hatásai voltak. Az INES minősítési kritériumok kialakításakor az egyik legfontosabb megfontolás az volt, hogy a kevésbé súlyos és kevésbé kiterjedt hatásokkal járó eseményeket világosan meg lehessen különböztetni ettől a nagyon súlyos balesettől. Így az 1979-ben, a Three Mile Island (TMI) atomerőműben bekövetkezett balesetet INES 5-ös szintre minősítették.

A skála bármely szintjéhez tartozó eseményt jelenteni kell az Országos Atomenergia Hivatalnak (OAH) és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) bécsi központjának, valamint más, a helyi és nemzetközi egyezmények által megjelölt szervezeteknek, az egyes fokozatokra előírt időtartamon belül.

Az egyes események besorolását hazánkban a Paksi Atomerőmű operatív műszaki személyzete végzi az OAH 1.48. sz. útmutatójának megfelelően, illetve a Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSZ) alapján, amelyet egyeztet az OAH-val. A skálán belüli eseményekről a Paksi Atomerőmű Tájékoztató és Látogató Központja rövid, közérthető közleményt fogalmaz meg, amelyet eljuttat a Magyar Távirati Irodának.

A nukleáris létesítményekhez köthető egyes, az NBSz 10. melléklet 163. pontja alapján besorolt események INES skála szerinti megfeleltetése összetett szempontrendszer mentén zajlik.

A 3.5-1. táblázat mutatja a Nukleáris események minősítésének általános kritériumait, a 3.5-2. táblázat pedig a nukleáris létesítmények eseményeinek minősítésére alkalmazott INES kritériumokat illusztráló példákat jelenít meg.



Leírás és INES szint	Emberek és környezet	Létesítményi mérnöki gátak és sugárvédelmi korlátok	Mélységben tagolt védelem
<b>Nagyon súlyos baleset INES 7</b>	Radioaktív anyag kiterjedt egészségügyi és környezeti hatásokkal járó jelentős kibocsátása, amely szükségessé teszi tervezett és kiterjedt óvintézkedések bevezetését.		
<b>Súlyos baleset INES 6</b>	Radioaktív anyag jelentős kibocsátása, ami valószínűleg szükségessé teszi a tervezett óvintézkedések bevezetését.		
<b>Kiterjedtebb következményekkel járó baleset INES 5</b>	Radioaktív anyag korlátozott kibocsátása, ami valószínűleg szükségessé teszi egyes tervezett óvintézkedések bevezetését.  Számos sugárzás miatti haláleset.	Reaktor zóna súlyos sérülése. Nagy mennyiségű radioaktív anyag kibocsátása a létesítményen belül, amely a lakosság (egy vagy több tagjának) besugárzásával járhat. Ilyen esemény következhet be jelentős kritikussági baleset vagy tűz esetén.	
<b>Helyi következményekkel járó baleset INES 4</b>	Radioaktív anyag kismértékű kibocsátása, ami valószínűleg nem teszi szükségessé a helyi élelmiszerkorlátozásokon túli óvintézkedések bevezetését. Legalább egy haláleset a sugárzás miatt.	A zóna leltár több mint 0,1%-ának kibocsátásával járó üzemanyag-olvadás vagy üzemanyag-sérülés. Jelentősebb mennyiségű radioaktív anyag kibocsátása a létesítményen belül, amely a lakosság (egy vagy több tagjának) besugárzásával járhat.	
<b>Súlyos üzemzavar INES 3</b>	A munkavállalókra vonatkozó hatósági éves dóziskorlát tízszeresét meghaladó besugárzás. A sugárzás nem halálos determinisztikus egészségügyi hatást (pl. égések) válthat ki.	1 Sv/h-nál nagyobb dózisteljesítmény üzemi területen belül. Olyan terület jelentős mértékű elszennyeződése, amellyel a tervezés során nem számoltak, és amely kis valószínűséggel okozza a lakosság többlet sugárterhelését.	Majdnem-baleset egy atomerőműben, a biztonsági szint jelentősen lecsökkent. Elvesztett vagy elloptott nagyaktivitású zárt sugárforrás. Nagyaktivitású zárt sugárforrás téves helyre szállítása, ahol nincs megfelelő sugárvédelmi belső szabályozás a sugárforrás kezelésére.
<b>Üzemzavar INES 2</b>	A lakosság egy tagjának 10 mSv feletti besugárzása.  Egy munkavállaló besugárzása a hatósági éves dóziskorlátok felett.	Egy üzemi területen a sugárzási szint több mint 50 mSv/h. Olyan létesítményen belüli terület jelentős szennyeződése, amellyel a tervezés során nem számoltak.	A biztonsági szintek jelentős sérülése tényleges következmények nélkül. Nagy aktivitású, zárt, gazdátlan sugárforrás vagy eszköz megtalálása; a biztonságot szavatoló megoldások sértetlenek. Nagy aktivitású, zárt sugárforrás nem megfelelő csomagolása.
<b>Rendellenesség INES 1</b>			A lakosság egy tagjának a hatósági dóziskorlátok feletti besugárzása. Biztonsági rendszerelemek kisebb meghibásodása, de a mélységben tagolt védelem nagyrészt sértetlen. Alacsony aktivitású elvesztett vagy elloptott sugárforrás, vagy eszköz.
<b>Nincs biztonsági jelentősége (Skála alatti/INES 0)</b>			

3.5-1. táblázat: Nukleáris események minősítésének általános kritériuma [3-21]

Leírás és INES szint	Emberek és környezet	Radiológiai gátak és sugárvédelmi korlátok	Mélységben tagolt védelem
<b>Nagyon súlyos baleset 7. szint</b>	Csernobil, 1986. Kiterjedt egészségügyi és környezeti hatások. A zónaleltár jelentős részének környezeti kibocsátása.		
<b>Súlyos baleset 6. szint</b>	Kysthym, Oroszország, 1957. Radioaktív anyagok jelentős kibocsátása a környezetbe egy nagy aktivitású hulladék tartály felrobbanását követően.		
<b>Kiterjedtebb következményekkel járó baleset 5. szint</b>	Windscale Pile, UK, 1957. Radioaktív anyag kibocsátása a környezetbe a reaktor zóna kigyulladását követően.	Three Mile Island, USA, 1979. Reaktorzóna súlyos károsodása.	
<b>Helyi következményekkel járó baleset 4. szint</b>	Tokaimura, Japán, 1999. Munkavállalók halálos besugárzása a nukleáris létesítményben bekövetkezett kritikussági esemény után.	Saint Laurent des Eaux, Franciaország, 1980. A reaktor egyik fűtőelem csatornájának megolvadása, telephelyen kívüli kibocsátás nélkül.	
<b>Súlyos üzemzavar 3. szint</b>	Nem volt rá példa.	Sellafield, US, 2005. Nagy mennyiségű radioaktív anyag kikerülése és létesítményen belül tartása.	Vandellós, Spanyolország, 1989. Tűz miatti majdnem baleset, amely a biztonsági rendszer elvesztését okozta az atomerőműben.
<b>Üzemzavar 2. szint</b>	Atucha, Argentína, 2005. Egy dolgozó éves dóziskorlátán felüli besugárzása egy energetikai reaktorban.	Cadarache, Franciaország, 1993. Radioaktív szennyeződés ennek kezelésére nem tervezett területre jutása.	Forsmark, Svédország, 2006. Leromlott biztonsági funkciók, az üzemzavari áramellátó rendszer közös okú meghibásodásával az atomerőműben.
<b>Rendellenesség 1. szint</b>			Üzemeltetési korlátok sérülése egy nukleáris létesítményben.

3.5-2. táblázat: Nukleáris létesítmények eseményeinek minősítésére alkalmazott INES kritériumokat illusztráló példák [3-21]

A 3.5-1. táblázat és a 3.5-2. táblázat nem tartalmazza a 2003. április 10-én, a Paksi Atomerőmű 2-es blokkjában történt, 3 szintű súlyos üzemzavar, valamint a 2011. március 11-én, a japán Fukushima Dai-ichi Atomerőmű 1., 2. és 3. blokkjában történtek során létrejött, 7. szintű, nagyon súlyos baleset fokozatú eseményeket.

### 3.6 IRODALOMJEGYZÉK

- [3-1] <http://nuclearinfo.net/Nuclearpower/CurrentReactors>
- [3-2] [http://theresilientearth.com/files/images/european\\_nuc\\_plants.jpg](http://theresilientearth.com/files/images/european_nuc_plants.jpg)
- [3-3] <http://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByType.aspx>
- [3-4] <http://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/UnderConstructionReactorsByType.aspx>
- [3-5] [http://www.animatedsoftware.com/hotwords/nuclear\\_reactor/nuclear\\_reactor.htm](http://www.animatedsoftware.com/hotwords/nuclear_reactor/nuclear_reactor.htm)
- [3-6] Nagy Sándor, Nukleáris kapacitás fenntartás, Engedélyezési feladatok, Budapest, 2014.04.23.
- [3-7] <http://www.iaea.org/About>
- [3-8] <http://www.euratom.org>
- [3-9] <http://www.oecd-nea.org>
- [3-10] <http://www.icrp.org>
- [3-11] <http://www.wano.info>
- [3-12] <http://www.europeanutilityrequirements.org>
- [3-13] <http://www.wenra.org>
- [3-14] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2011.04.15.
- [3-15] dr. Czibolya László, Magyar Atomfórum Egyesület, Paksi Atomerőmű III. Az atomerőmű biztonsága, 2013.
- [3-16] dr. Gadó János, A biztonság fogalma és mérhetősége
- [3-17] dr. Lux Iván, Országos Atomenergia Hivatal, Az atomenergia-felhasználás szabályozásának jogi rendszere
- [3-18] Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements (No. SSR-2/1), 2012.02.14. IAEA
- [3-19] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants (EUR), April 2001
- [3-20] Normal, transient and accidental operational modes: control and protection functions identification, CIRTEN, 2012.10.31.
- [3-21] Országos Atomenergia Hivatal 1.48. sz. útmutató Útmutató az INES besorolás elvégzéséhez nukleáris és radiológiai események kapcsán Verzió száma: 2. 2013. április



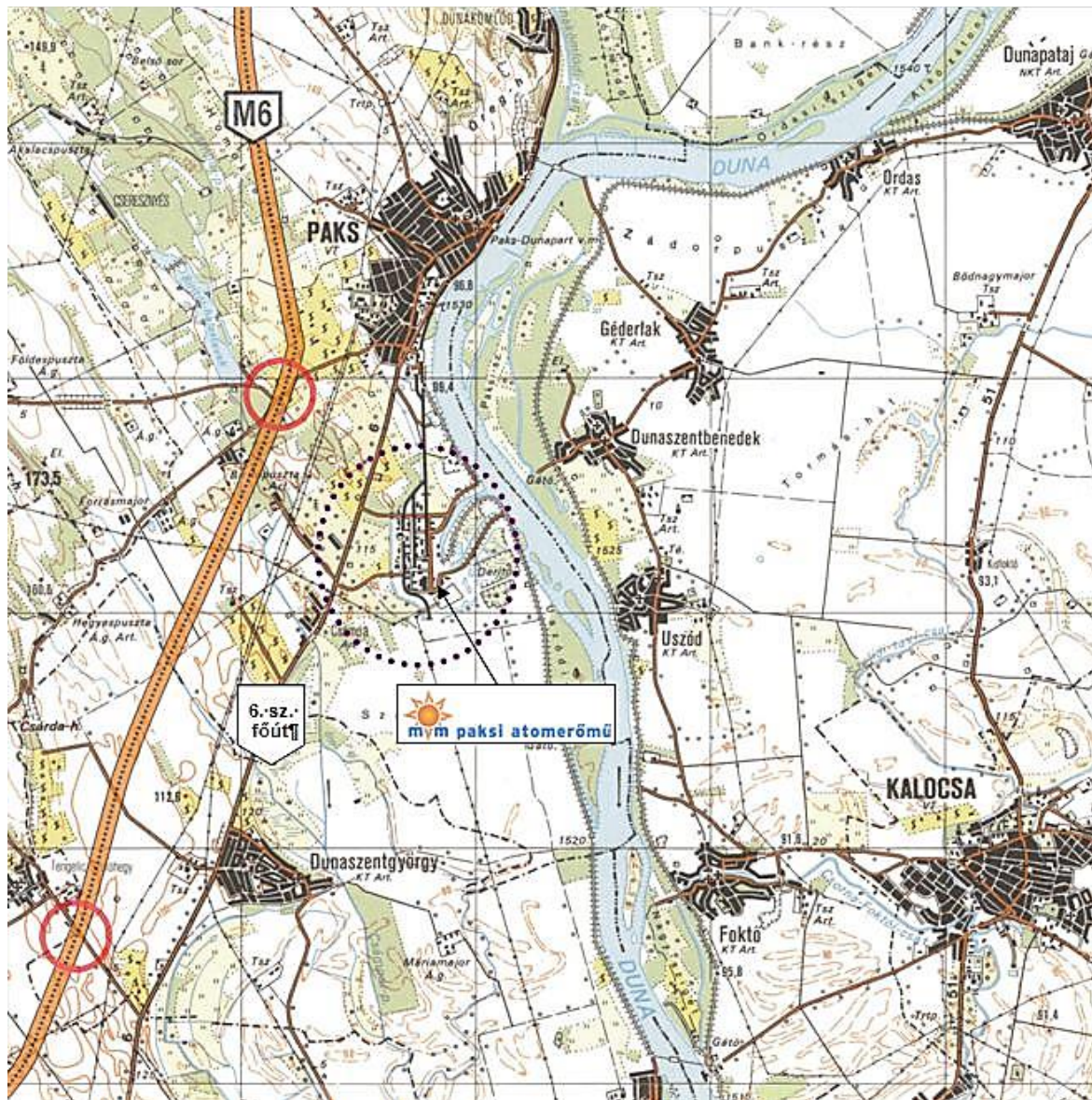
## 4 A TERVEZETT TELEPÍTÉSI TERÜLET BEMUTATÁSA

### 4.1 A TERVEZETT TELEPÍTÉSI TERÜLET ELHELYEZKEDÉSE, TULAJDONVISZONYOK

#### 4.1.1 A PAKSI ATOMERŐMŰ TELEPHELYE

A Paksi Atomerőmű telephelye Tolna megyében, Budapesttől déli irányban 118 km-re helyezkedik el.

A telephely Paks város középpontjától 5 km-re délre, a Dunától 1 km-re nyugatra és a 6. számú főközlekedési úttól 1,5 km-re keletre helyezkedik el. A telephely és közvetlen környezetének helyzetét a 4.1.1-1. ábra mutatja.



4.1.1-1. ábra: A paksi telephely átnézeti térképe [4-1]

A telephelytől a déli országhatár légvonalban 75 km-re található.

A Paksi Atomerőmű mintegy 5,5 km<sup>2</sup>-nyi telephelye mind a funkció, mind az őrzésvédelem szempontjából két részre tagolható:

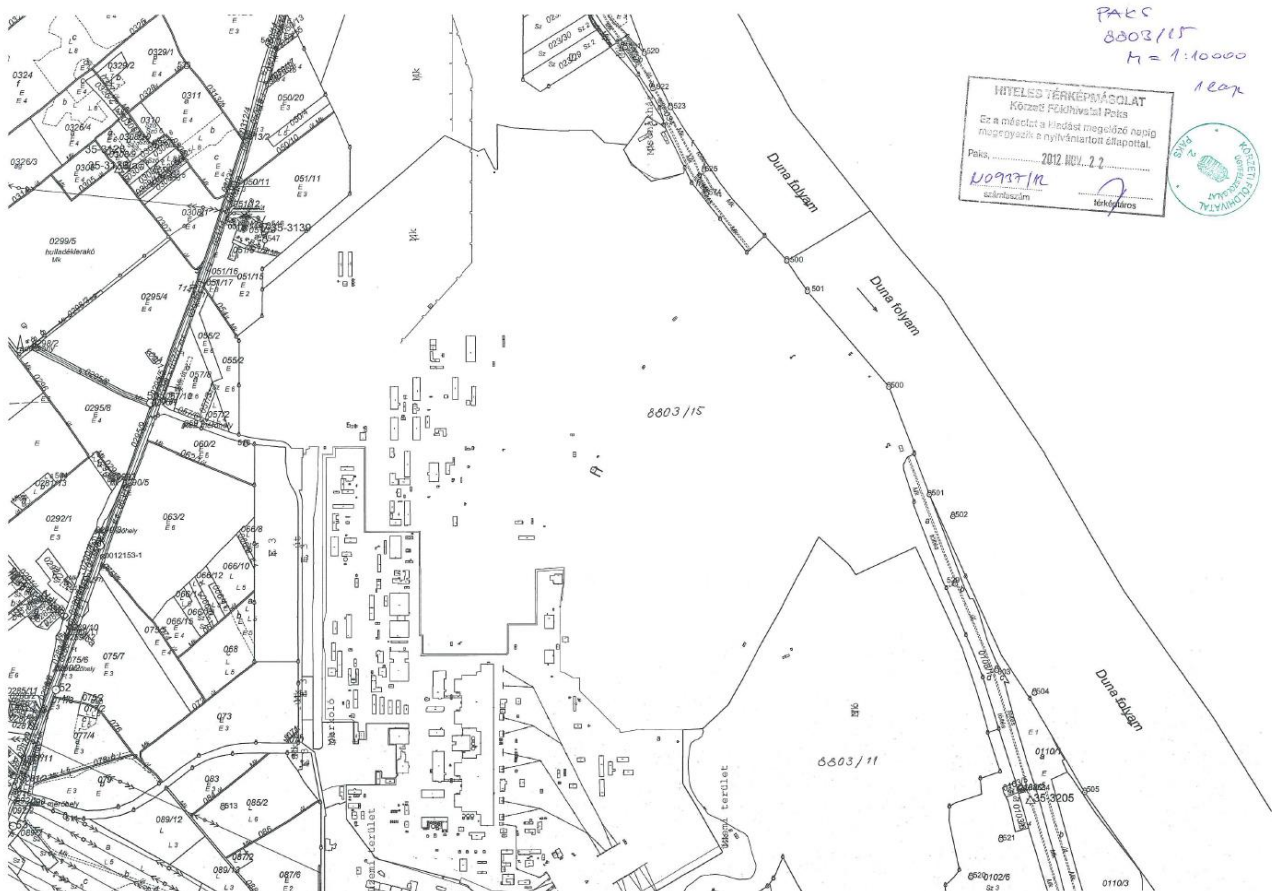
**A Paksi Atomerőmű üzemi területén** helyezkedik el a meglévő erőmű négy blokkja, a hozzá kapcsolódó vízkivételi mű, melegvíz-csatorna, valamint ezek kiszolgálásához a segédberendezések, rendszerek; iroda, karbantartó és raktárépületek.

A Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.) tulajdonában lévő Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT) az üzemterülethez csatlakozik.

**A Paksi Atomerőmű beruházási területén** találhatóak az erőmű működéséhez szükséges külső intézmények, vállalatok karbantartó műhelyei, raktárai és irodaépületei.

#### 4.1.2 A PAKSI ATOMERŐMŰ TERÜLETE AZ INGATLAN-NYILVÁNTARTÁS SZERINT

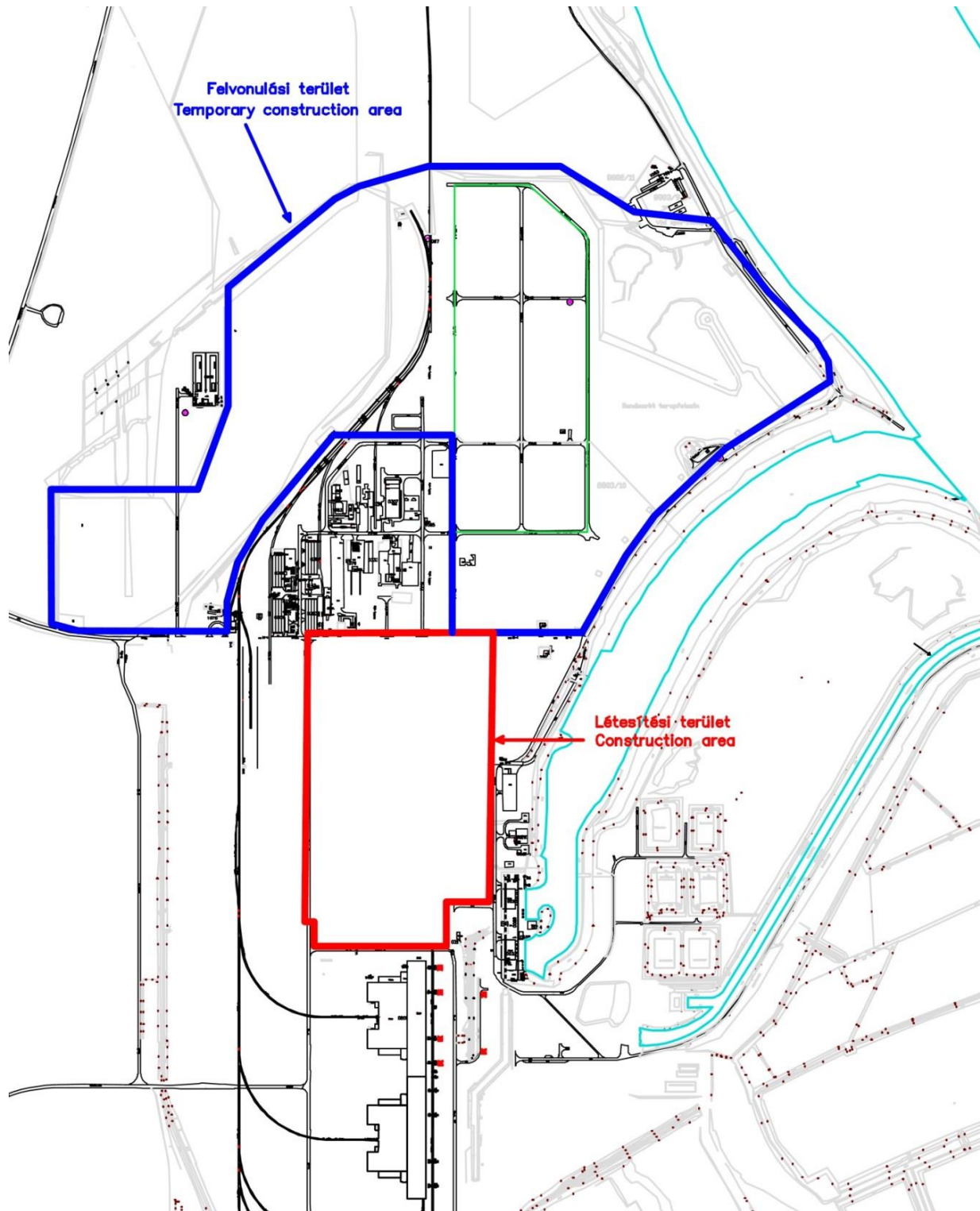
A Paksi Közveti Földhivatal 2012. november 22-i keltezésű, M=1:10 000 méretarányú, hiteles adatokat tartalmazó térkép kivágata szerint (4.1.2-1. ábra) a Paksi Atomerőmű egy közös, a 8803/15 helyrajzi szám alatt szerepel.



4.1.2-1. ábra: A Paksi Atomerőmű területének 2012. nov. 22-i hiteles térképmásolata (Közveti Földhivatal Paks) [4-2]

### 4.1.3 PAKS II. TELEPÍTÉSI TERÜLETE A PAKSI ÁTOMERŐMŰ TELEPHELYÉN BELÜL

Az új atomerőműi blokkok elhelyezésére a jelenlegi blokkoktól északra fekvő, területek vehetők figyelembe, a piros vonallal körbehatárolt terület az új blokkok üzemi területként, a kék vonallal szegélyezett terület pedig felvonulási területként.



Jelmagyarázat  
Piros vonal: üzemi terület  
Kék vonal: felvonulási terület

4.1.3-1. ábra: A paksi telephely a tervezett új atomerőmű helyének megjelölésével

A teljes terület 105,8 ha, amelyből a mintegy 29,5 hektárnyi részt foglalnak majd el az üzemi létesítmények és 76,3 hektárnyi a felvonulási terület. Az üzemi területen kapnak helyet az erőművi blokkok, a kiszolgáló segédberendezések, rendszerek és egyéb épületek, a felvonulási terület az építkezéshez biztosít megfelelő területet a kivitelezés fázisában.



4.1.3-2. ábra: A tervezett blokkok helye [4-3]

## 4.2 A TELEPÍTÉSI TERÜLET INFRASTRUKTURÁLIS KAPCSOLATAI [4-4]

### 4.2.1 KÖZLEKEDÉSI KAPCSOLATOK, MEGKÖZELÍTHETŐSÉG

A beruházás előkészítési fázisában kiemelt jelentőségű feladat a kijelölt fejlesztési terület megközelíthetőségének, ezen keresztül a nagytömegű berendezések beszállíthatóságának vizsgálata. Az új blokkok fejlesztésére kijelölt terület mind közúton, mind vasúti pályán, illetve vízi úton megközelíthető, ugyanakkor az infrastruktúra jelenlegi állapota nem, vagy csak korlátozottan teszi lehetővé a létesítési időszakhoz kötődő napi - jelentős számú - bejáráshoz szükséges forgalmat (ingázást), valamint a nagy tömegű berendezések beszállítását. A beruházással kapcsolatos egyéb fejlesztések között kiemelt jelentőséggel bír az infrastruktúra fejlesztése, amelyek időbeni megvalósítása a beruházás előkészítési fázisában tervezett.

#### 4.2.1.1 Közúti kapcsolatok

Az előző pontban bemutatott új atomerőmű felvonulási és üzemi területei közúton mind az M6-os autópálya (Paks déli lehajtó), mind pedig a 6-os számú főközlekedési útról megközelíthetők. Jelenleg az erőmű É-i, illetve D-i kapujához külön behajtó út áll rendelkezésre. A meglévő infrastruktúra fejlesztése azonban elengedhetetlen, melyre az alábbi lehetőségek kínálkoznak:



Közúti megközelítés szempontjából több változat került előzetes vizsgálatra:

- ✓ az egyik az M6-os autópálya lehajtójától új bekötőút kialakítása;
- ✓ a másik a környező települések (Tengelic, Kölesd, Nagydorog, Németkér, Bölske), illetve a 6-os számú főközlekedési út közötti úthálózat felújítása (2 x 1 normál sáv szélességűre);
- ✓ illetve a Gerjen település irányába található jelenlegi földút kiszélesítése, átalakítása.

A Gerjen - Paksi Atomerőmű útvonallal, valamint a Dunán esetlegesen kialakítandó komp/hajózárral Kalocsa és annak vonzáskörzete is bekapcsolható a létesítési időszakhoz tartozó építési munkálatokba.

#### 4.2.1.2 Vasúti kapcsolatok

Vasút tekintetében a jelenlegi nyomvonal az említett terület mellett halad el, Pusztaszabolcs irányába (Pusztaszabolcs-Dunaújváros-Paks, 79 km-hosszú, MÁV 42. számú egyvágányú, részben villamosított vasútvonala). Az eredeti vonalszakasz a Paksi Atomerőmű építéskor felújításra került, jelenleg 20 t tengelyterhelésű mozdonyok is közlekedhetnek rajta, ettől függetlenül a szakasz felújítása és / vagy új nyomvonal kiépítése szükséges.

#### 4.2.1.3 Viziúti - hajózási kapcsolatok

Vízi megközelítés tekintetében a Paksi Atomerőmű jelenleg is rendelkezik kikötővel, azonban ennek felújítása (bakdaru), esetleges kibővítése szükséges.

### 4.2.2 VÍZELLÁTÁS ÉS SZENNYVÍZ ELHELYEZÉS

Az új atomerőmű felvonulási és üzemi területei a Paksi Atomerőmű jelenlegi blokkjaitól É-i irányban helyezkednek el, a végleges közvetlen víz és szennyvízkapcsolat jelenleg nem áll rendelkezésre, kiépítése szükséges.

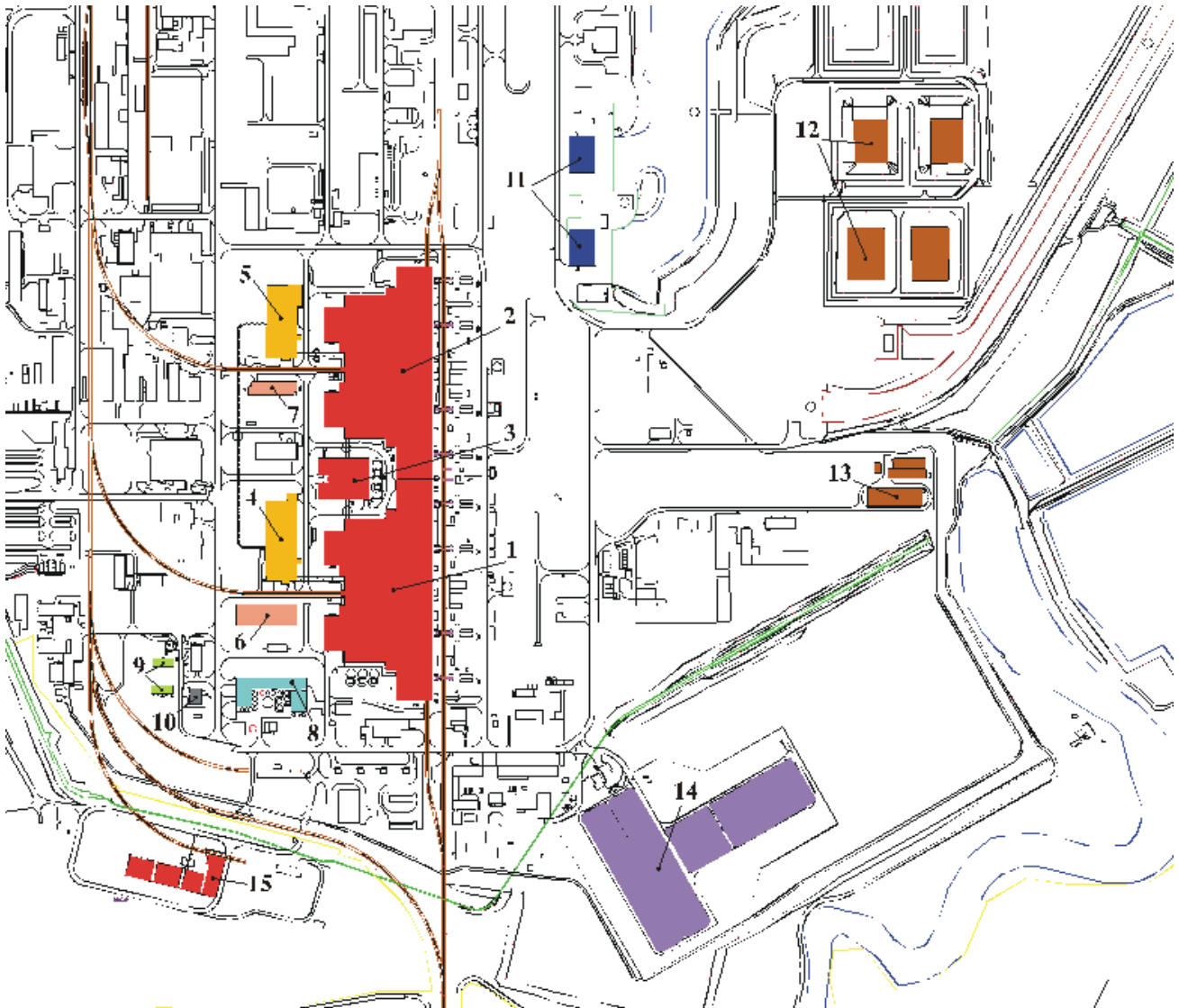
### 4.2.3 VILLAMOSENERGIA-HÁLÓZATI KAPCSOLATOK

A tervezett új atomerőművi blokkok villamos hálózati csatlakozásához egy új 400 / 120 kV-os transzformátorállomás (Paks II. Alállomás) létesítése szükséges. Az új blokkokban megtermelt villamos energia 400 kV-os légvezetéken keresztül kerül elvezetésre az új állomásba, a kettős 120 kV-os tartalék betáplálás pedig ezzel párhuzamos nyomvonalon, szabadvezetéken, majd az erőművön belüli résztől pedig kábeles nyomvonalon keresztül csatlakozna a blokkok tartalék háziüzemi transzformátoraihoz.

Annak érdekében, hogy az új atomerőművi blokkok által megtermelt villamos energiát a Paks II. Alállomáson keresztül a hálózatra ki lehessen táplálni, ki kell építeni a Paks-Albertirsa közötti kéttrendszerű távvezetékét.

Gondoskodni kell az új blokkok építése során jelentkező villamos energia szükséglet kiszolgáltatásáról is. Ez az ideiglenes, ún. felvonulási energiaigény a Paksi Atomerőmű meglévő 6 kV-os gyűrűs topológiájú, külső (Paksi Atomerőműtől független hálózatról táplált) és/vagy belső (Paksi Atomerőmű hálózatán keresztül táplált) betáplálással egyaránt rendelkező leágazásokról biztosítható kábeleken keresztül. A 6 kV-os kábeles betáplálások a felvonulási területen 6/0,4 kV-os mobil kivitelű konténerházas transzformátorállomásokhoz csatlakoznak, amelyek elosztói, illetve aleosztói hálózataról láthatók el a szükséges fogyasztók. [4-5]

### 4.3 A PAKSI ATOMERŐMŰ ÉS KAPCSOLÓDÓ LÉTESÍTMÉNYEI



Jelmagyarázat:

1. I. Üzemi főépület
2. II. Üzemi főépület
3. Egészségügyi és laborépület
4. I. Segédépület
5. II. Segédépület
6. I. Dízelgépház
7. II. Dízelgépház
8. Vegyi vízelőkészítő
9. Hidrogén - Nitrogén tartálypark
10. Hidrogén üzem
11. I. - II. Vízkivételi művek
12. Zagyártározó medencék
13. Szennyvíztisztító telep
14. Transzformátor állomás
15. Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT)

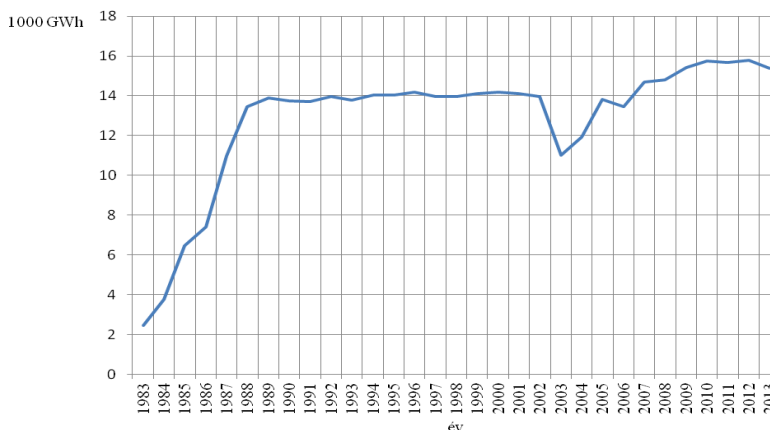
4.2.3-1. ábra: A Paksi Atomerőmű és kapcsolódó létesítményei a paksi telephelyen [4-6]

### 4.3.1 PAKSI ATOMERŐMŰ

A Paksi Atomerőmű a magyar villamosenergia-ellátás meghatározó szereplője, 4 blokkját 1982 és 1987 között, blokkonként 1 db, összesen 4 db nyomottvizes, vízhűtésű, víz moderátorú VVER-440 V-213 típusú reaktorral helyezték üzembe. A blokkok eredeti névleges villamos teljesítménye 440 MW<sub>e</sub> volt, ami a teljesítménynövelési programnak köszönhetően 500 MW<sub>e</sub>-ra nőtt, ezáltal a névleges villamos összteljesítmény 2 000 MW<sub>e</sub> lett. A blokkok egyenkénti hőteljesítménye 1 485 MW<sub>th</sub>, össz termikus teljesítménye 5 940 MW<sub>th</sub>.

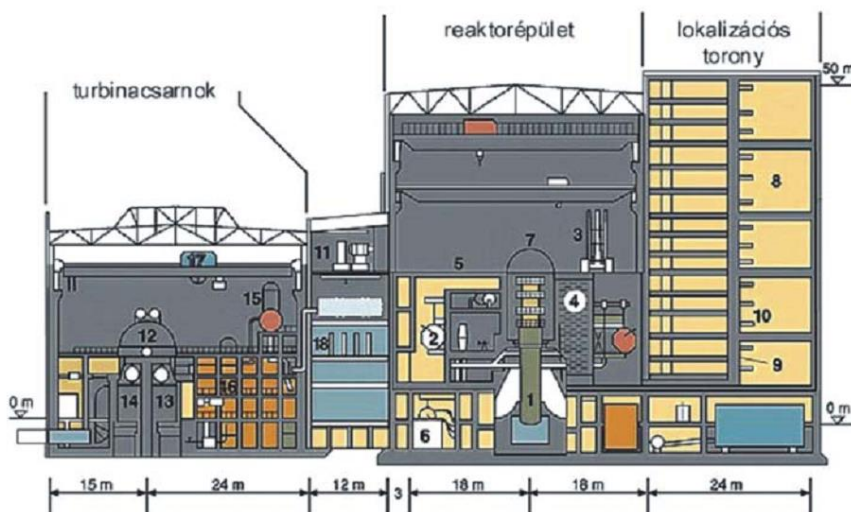
A Paksi Atomerőmű alaperőműként, lehetőség szerint egyenletes terheléssel üzemel. 2013-ban 15 369,6 GWh villamos energiát termelt, ami a hazai összes bruttó villamosenergia-termelés 50,7 %-át adta.

A Paksi Atomerőmű 1983 és 2013 közötti villamos energia termelését a 4.3.1-1. ábra mutatja.



4.3.1-1. ábra: A Paksi Atomerőmű villamos energia termelése, 1983-2013

Az atomerőművi technológia primer- és szekunderkörre osztható. A primerkörben helyezkedik el a nukleáris technológia a fővízkörrel, a hozzá kapcsolódó legfontosabb primerköri rendszerekkel, valamint az egyéb segédrendszerekkel. A primerkör fő berendezése a függőleges elhelyezkedésű, hengeres reaktortartály, amelyben az aktív zóna található. A reaktor üzemanyaga 42 tonna urán-dioxid. A nyomottvizes atomreaktor moderátora és hűtőközege egyaránt könnyűvíz (H<sub>2</sub>O). A nagy nyomású, magas hőmérsékletű primerköri víz a gőzfejlesztő hőátadó csöveiben adja át a reaktorból elszállított hőenergiát a szekunderkörnek. A szekunderkörben történik a reaktorban megtermelt hő átalakítása mechanikai, majd villamos energiává. A gőzfejlesztőkben a víz elgőzölög, majd a főgőz rendszeren keresztül a turbinákba jut. A turbinákból kilépő gőz a Duna vízzel hűtött kondenzátorok hőátadó felületein lecsapódik, majd visszajut a gőzfejlesztőkbe. A Paksi Atomerőmű a hűtővizet a Dunából vételezi, amit a felmelegedést követően a Dunába juttat vissza. A termelt villamos energiát a főtranszformátorok (blokkonként 2 db) 400 kV-os feszültségszintre transzformálják.



4.3.1-2. ábra: A Paksi Atomerőmű K-Ny irányú keresztmetszete [4-7]



4.3.1-3. ábra: A Paksi Atomerőmű ikerblokkjainak látképe [4-8]

## A fűtőelemek kezelése és tárolása

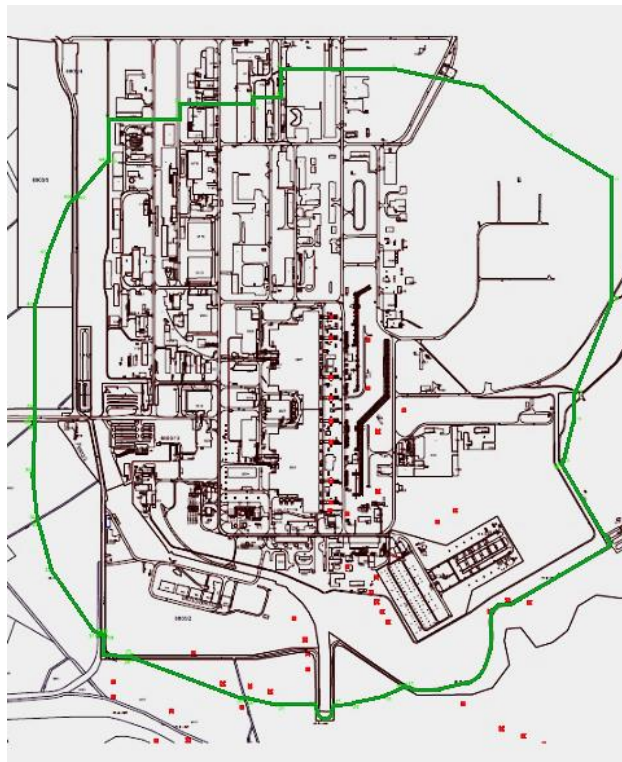
Az atomerőmű üzemanyagaként felhasznált - már besugárzott, illetve kiégett - fűtőelem kötegek, azaz a reaktorokban tovább már nem használható kazetták esetében a szubkritikus állapot fenntartása mellett egyrészt sugárvédelmi árnyékolást, másrészt a kazettákban keletkező maradványhő elvezetését is biztosítani kell, mind a kezelés, mind a tárolás során. Az erőmű üzemeltetése során keletkező kiégett fűtőelem kötegek reaktorból történt kirakása utáni, átmeneti tárolása a négy reaktor berendezés közvetlen szomszédságában lévő, önálló hűtőkörrel rendelkező pihentető medencében történik.

A pihentető medencében történő 3-5 éves tárolást követően a kiégett fűtőelem kazettákat a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába (KKÁT) szállítják, ezzel biztosítva a reaktorok folyamatos üzemeltetéséhez szükséges pihentető medence tároló kapacitást.

### 4.3.1.1 A Paksi Atomerőmű biztonsági övezete

Az atomerőmű biztonsági övezetének minimális távolsága 500 m, amely távolságot az alábbi elemektől, illetve épület szerkezetektől kiindulva számítják:

- vízkivételi művek biztonsági hűtővíz szivattyúkat tartalmazó helyiségeinek falaitól,
- biztonsági hűtővíz vezetékek csatornáinak falaitól és maguktól a vezetékektől, ahol földbe vannak fektetve,
- a turbinagépház falaitól,
- a sóltalanvíz szivattyúházak falaitól,
- a keresztirányú villamos galériák falaitól,
- a reaktorcsarnokok falaitól – beleértve a lokalizációs tornyok falait,
- a dízelgenerátorok földalatti üzemanyagtartályainak szélső pontjaitól,
- a dízelgépházak falaitól,
- a segédépületek falaitól, valamint
- a két segédépületet összekötő vasbeton csőhid falaitól.



4.3.1-4. ábra: A Paksi Atomerőmű biztonsági övezete [4-6]

### 4.3.2 400 KV-OS ALÁLLOMÁS

A Paksi Atomerőmű turbógenerátoraiban megtermelt villamos energiát a főtranszformátorok 400 kV-os feszültségszintre transzformálják. A főtranszformátorok 400 kV-os légvezetéken keresztül csatlakoznak az országos alaphálózat részét képező, a paksi telephely délkeleti részén elhelyezkedő 400 / 120 kV-os alállomásba. Az alállomásból induló 400 kV-os távvezetékek biztosítják a megtermelt villamos energia kiszállításának fő útvonalait. A 400 kV-os állomás rész két 400 / 120 / 18 kV-os, 250 / 250 / 75 MVA-es Booster típusú transzformátoron keresztül csatlakozik a 120 kV-os alállomás részhez és így az onnan kiinduló 120 kV-os távvezetékekhez.

A 400 kV-os alállomás rész tokozott kivitelű, SF6 szigetelésű, másfél-megszakító elrendezésű, míg a 120 kV-os rész hagyományos kivitelű, segédsín (2 gyűjtősín + segédsín) kialakítású alállomás.

Az alállomás MAVIR tulajdonú, belépés jelenlegi állapotban csak a Paksi Atomerőmű területéről lehetséges. [4-8], [4-6]

### 4.3.3 KIÉGETT KAZETTÁK ÁTMENETI TÁROLÓJA (KKÁT)

Az erőmű üzemeltetése során keletkező kiégett üzemanyagot az esetleges további feldolgozás vagy a feldolgozás nélküli végleges elhelyezést megelőzően átmenetileg tárolni kell. A pihentető medencében történő 3-5 éves tárolást követően a kiégett fűtőelem kazettákat a Paksi Atomerőmű mellett kialakított Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába (KKÁT) szállítják.



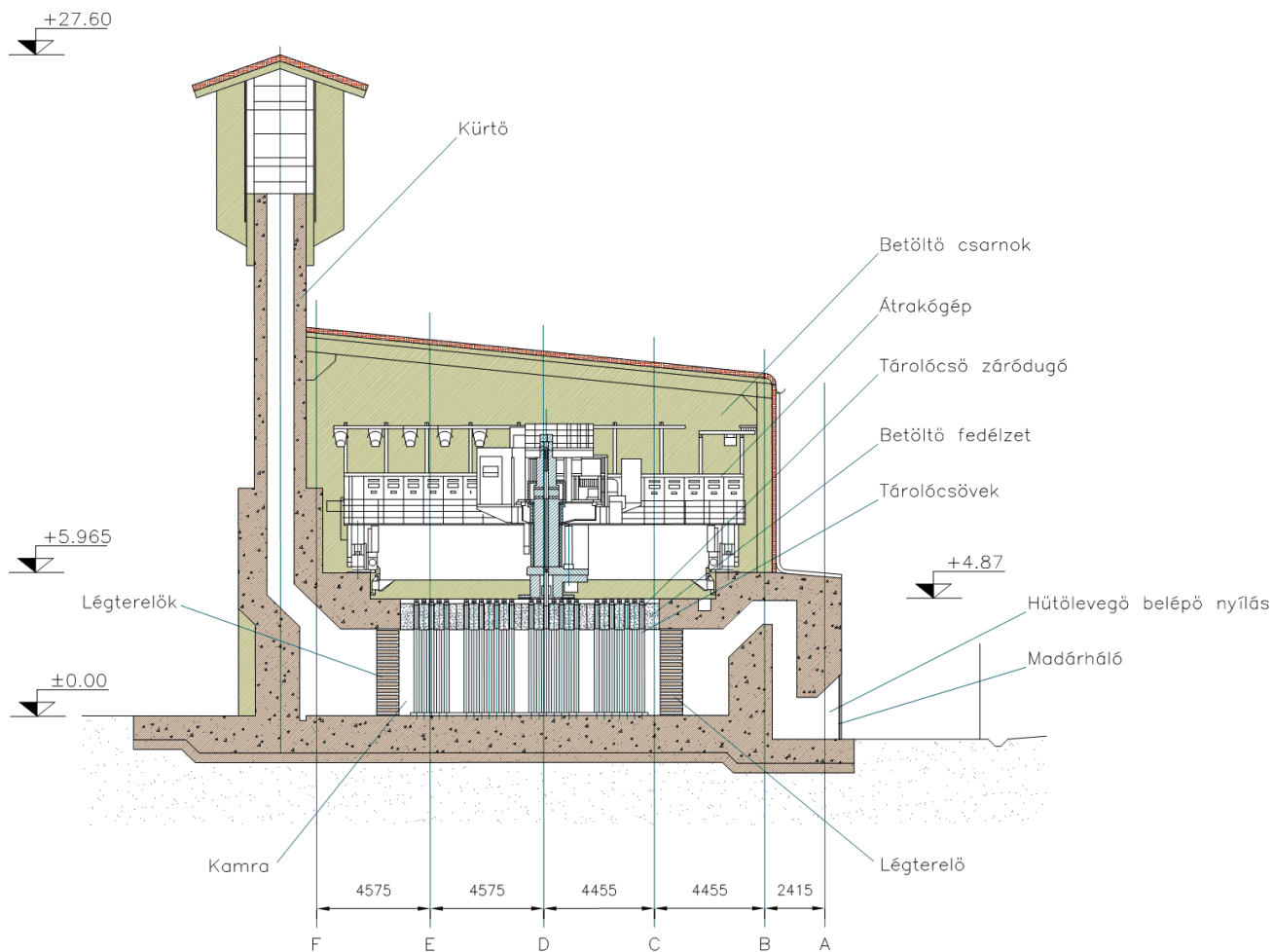
4.3.3-1. ábra: Paksi Atomerőmű KKÁT [4-6]

A KKÁT-ban a kazetták nitrogéngázzal feltöltött tároló csövekben helyezkednek el. Egy tároló csőben csak egy kazettát tárolnak. A tárolás során a szubkritikus állapot fenntartását a tárolócsövek geometriai elrendezése garantálja. A kazetták sugárvédelmi árnyékolását a tárolócsöveget körülvevő betonszerkezet, a kazetták hűtését pedig a természetes huzathatás által létrejövő levegőáram biztosítja.

A tároló létesítmény három fő részre bontható. Az egyik a fentiek szerint ismertetett tároló kamra. A következő a tároló kamrák feletti úgynevezett betöltő csarnok, ahol egy átrakógép segítségével történik a létesítménybe beszállított kazetták egyedi tároló csövekben történő elhelyezése. A létesítmény harmadik része a fogadóépület, ahol a C30-as konténerben beszállított kiégett fűtőelem kazetták tárolásra történő előkészítését végzik, illetve itt találhatóak a létesítmény üzemeltetéséhez szükséges egyéb rendszerek is. A C30-as konténerben a kazetták szállítása víz alatt történik. A kazettákat a tároló csövekben való elhelyezés előtt a konténerből való kiemelés után meg kell szárítani. A fogadó épületben így a konténer kiszolgálásához és a kazetták megszáritásához szükséges technológia rendszerek és berendezések kaptak helyet.

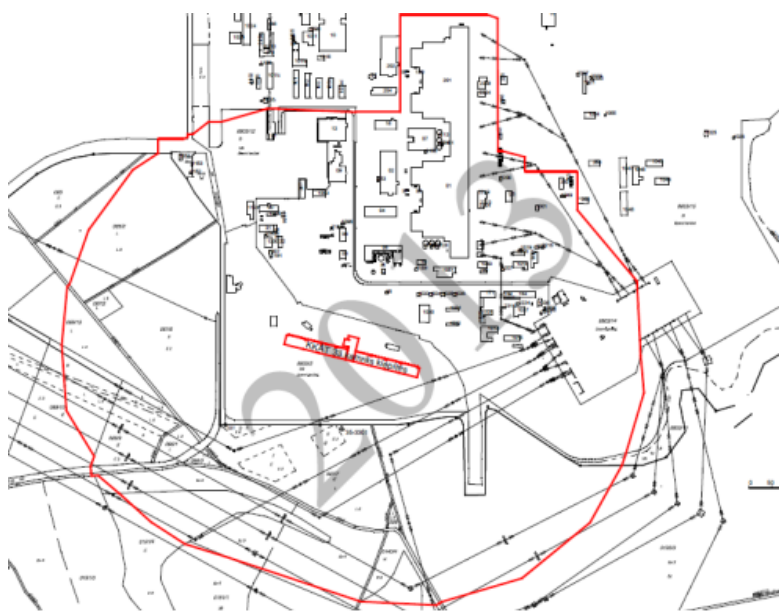
A KKÁT egy modulrendszerű átmeneti tároló, amelynek szabad tároló kapacitása a tároló modulok folyamatos bővítésével növelhető. Az 1996-ban kiadott CXVI. törvény, az Atomtörvény értelmében a kiégett fűtőelemek átmeneti tárolása a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. feladata lett. A KKÁT a Paksi Atomerőmű szomszédságában létesült, az erőmű üzemeltetőjétől független önálló nukleáris létesítmény, amely önálló Végleges Biztonsági Jelentéssel és önálló üzemeltetési engedéllyel rendelkezik.

A tároló csöveket tartalmazó és a természetes légáramot biztosító tároló kamra metszetét szemlélteti a 4.3.3-2. ábra.



4.3.3-2. ábra: A KKÁT metszete [4-6]

#### 4.3.3.1 A KKÁT biztonsági övezete



4.3.3-3. ábra: A KKÁT biztonsági övezete [4-6]

## 4.4 MONITORING RENDSZEREK A PAKSI ATOMERŐMŰ KÖRNYEZETÉBEN

A Paksi Atomerőmű, mint minden energiát termelő létesítmény, a technológiájából adódó jellemző környezeti kibocsátásait (emisszió), valamint azok környezetben történő megjelenését (immisszió) folyamatosan figyeli, monitorozza, majd éves jelentésben összefoglaló tájékoztatást ad róla, lsd. az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. környezetvédelmi jelentése 2013. évről [4-9].

### 4.4.1 HAGYOMÁNYOS KÖRNYEZETÁLLAPOT JELLEMZŐK ELLENŐRZÉSE

#### 4.4.1.1 Szennyvíz-, használtvíz kibocsátás ellenőrzése

A szennyvíz és a használtvíz kibocsátás ellenőrzése a DdKTVF által elfogadott Önellenőrzési Terv szerint történik.

##### Hőmérsékletmérés

A Duna víz hőmérséklet mérése a hidegvíz-csatorna uszadékfogó műtárgyának északi tartóoszlopán került elhelyezésre.

A felmelegedett hűtővíz (melegvíz) hőmérsékletének mérése a melegvíz-csatorna végénél, a bal parton lévő zsilip előtt történik

##### Víz mennyiség mérés

A melegvíz-csatomán és a visszakeverő csövekben kialakított ultrahangos rendszerű mennyiségmérőkkel történik.

##### Vízminőség ellenőrzése

V1 mintavételi és távmérő állomás: hidegvíz-csatorna mintázása

V2 mintavételi és távmérő állomás: melegvíz-csatorna mintázása

V4 mintavételi állomás (az energiatörő műtárgy kazettájából szivattyúzott minta): a Dunába vezetett használt víz és a tisztított szennyvizek eredőjének a mintázása, a hagyományos kibocsátási határértékek erre a pontra vonatkoznak

Bővítési terület átemelő akna: Paks városi szennyvíztisztító telepre átadott szennyvíz minősége (küszöbérték előírva)

Egyéb mintavételi helyek: kommunális szennyvíztisztító előtt és után, mészszipa medence, vegyszeres hulladékvíz medence

#### 4.4.1.2 Talajvíz monitoring

A potenciális környezetszennyező források figyelése céljából, a környezetvédelmi működési engedélyek alapján a Paksi Atomerőmű talajvíz monitoring-rendszert üzemeltet. A hagyományos kibocsátások monitoring-rendszerében az alábbi mintavételi helyeken, a következő paramétereket vizsgálják:

Üzemi veszélyes hulladék gyűjtőnél lévő figyelő kutakból: pH, összes só, összes olaj,  $KOI_{ps}$ , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni értékek,

Zagyteri figyelő kutakból: pH, vezetőképesség, összes keménység, összes sótartalom, ammónium, összes olaj,  $KOI_{ps}$ ,  $NO_3^-$ , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl értékek,

Olajtartályok mellett figyelő kutakból: pH, olajtartalom,  $NO_3^-$ , ammónium, Cl értékek,

Üzemi területen kijelölt figyelő kutakból: pH, ammónium, nitrát,  $KOI_{ps}$ .

#### 4.4.1.3 Duna hőterhelése

A Duna hőterhelési korlátjára vonatkozó előírások ellenőrzése a DdKTVF által elfogadott Önellenőrzési Terv szerint történik. Ennek előírása szerint folyamatosan mérik a kivett és visszavezetett Duna víz hőmérsékletét, valamint 25 °C feletti bejövő Duna víz esetén a melegvíz-csatorna bevezetési pontja alatti 500 m-en lévő szelvényben a Duna hőmérsékletét.



## 4.4.2 ÜZEMI KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER (ÜKSER)

A Paksi Atomerőmű környezetének ellenőrzése a környezeti minták radioaktivitásának mérésével már 1978 óta folyik, kezdve az alapszint (nullszint) felméréstől egészen a folyamatos üzemelési mérésekig.

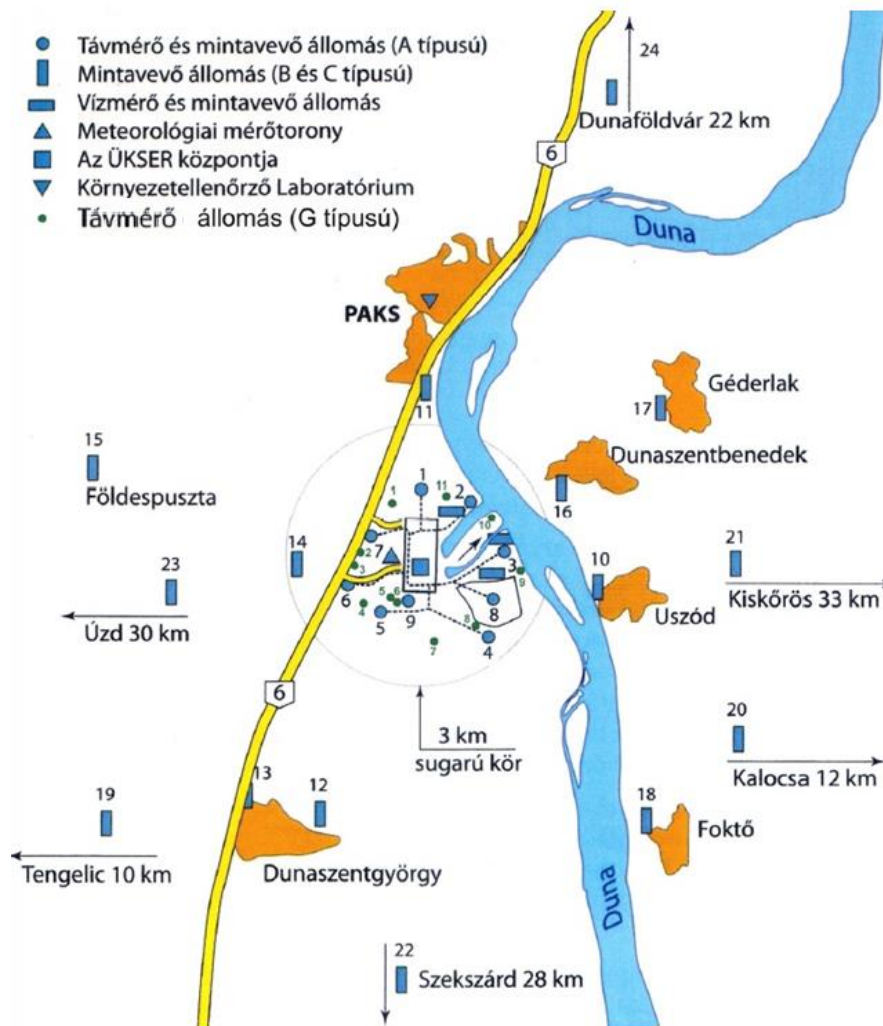
A méréseket a Paksi Atomerőmű, a hatóságok és több más intézmény is végezte és végzi ma is.

A nukleáris környezetellenőrzés alapvető feladata a radioaktív anyagok erőműből történő kibocsátásának, valamint azok környezeti megjelenésének, a környezet sugárzási szintjének vizsgálata.

A mérési kötelezettség jogszabályi hátterét az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet adja, mely szerint atomenergia alkalmazása során ellenőrizni kell a környezeti radioaktivitásnak az erőmű kibocsátásaival összefüggésben álló szintjeit, levegőben és vízben egyaránt.

A Paksi Atomerőmű környezetének folyamatos sugárvédelmi ellenőrzése az Üzemi Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (ÜKSER) feladata. A környezet sugárzási szintjének, valamint az egyes környezeti közegek mintavételezésen alapuló radioaktív koncentrációjának mérési eredményeit összefoglaló jelentést minden évben kiadják, Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben címmel.

A Paksi Atomerőmű környezetének sugárvédelmi kibocsátás- és környezetellenőrző monitoring rendszerének területi elhelyezkedését mutatja a 4.4.2-1. ábra.



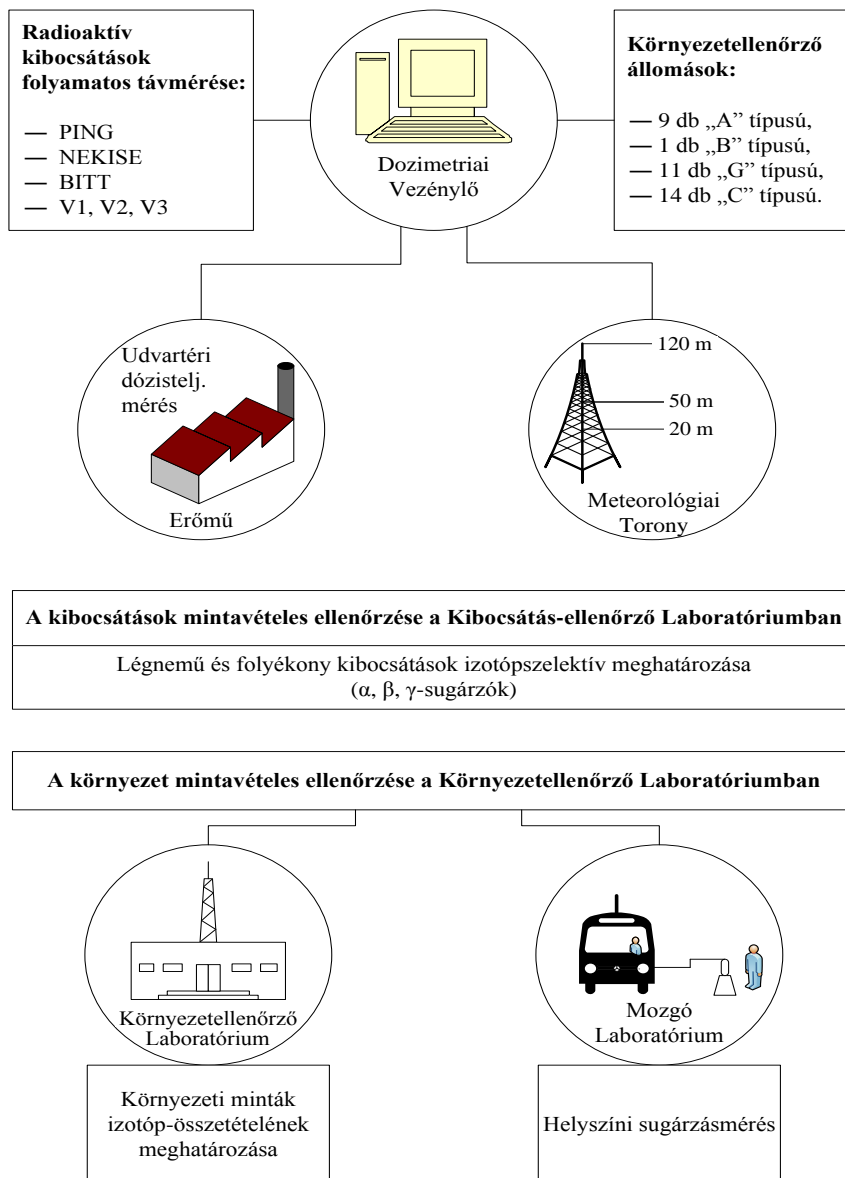
4.4.2-1. ábra: A Paksi Atomerőmű sugárvédelmi kibocsátás- és környezetellenőrző monitoring rendszerének területi elhelyezkedése [4-10]

A kibocsátásoknak és a környezet állapotának ellenőrzése kétszintű ellenőrzéssel történik:

- ❖ Folyamatos méréssel
  - Az online távmérő hálózatok folyamatosan mérik a legfontosabb radioaktív kibocsátásokat (folyékony és légnemű), valamint a környezeti sugárzási mennyiségeket.
- ❖ Mintavételezéssel
  - A Kibocsátás-ellenőrző Laboratórium a kibocsátott közegekből vett minták izotópszelektív, nagy pontosságú laboratóriumi vizsgálataival pontosítja a távmérési eredményeket.
  - A Környezetellenőrző Laboratórium a 30 km sugarú környezetből vett különböző környezeti minták izotópszelektív radioaktív koncentrációját, valamint a környezet gamma-sugárzás dózisértékét, dózisteljesítményét méri.

Mindkét laboratórium a Nemzeti Akkreditáló Testület által akkreditált.

A Paksi Atomerőmű kétszintű sugárvédelmi kibocsátás- és környezetellenőrző monitoring rendszer felépítését a 4.4.2-2. ábra mutatja.



4.4.2-2. ábra: A Paksi Atomerőmű kétszintű sugárvédelmi kibocsátás- és környezetellenőrző monitoring rendszer felépítése [4-11]

#### 4.4.2.1 Radioaktív kibocsátások és ellenőrzésük

2004-től lépett életbe a 15/2001. (VI.8.) KöM rendelet által előírt kibocsátási korlátozási rendszer, amely a Paksi Atomerőműre meghatározott dózismegszorításból (90  $\mu$ Sv/év) származtatott izotóp-specifikus kibocsátási korlátokhoz hasonlítja mind a légnemű, mind a folyékony kibocsátásokat.

*2013-ban a Paksi Atomerőmű 0,26 %-ban használta ki a kibocsátási korlátot, másképpen fogalmazva a megengedett értékek 0,26 %-át bocsátotta ki. A folyékony kibocsátási korlát kihasználása  $1,77 \cdot 10^{-3}$ , azaz 0,18 %, a légnemű kibocsátásból származó kibocsátási határérték kihasználása pedig  $7,77 \cdot 10^{-4}$ , azaz 0,08 % volt.*

*A korábbi évek kihasználása is hasonlóan alakult, 2012. évben 0,26 %, 2011-ben 0,20 %, 2010-ben 0,25 %, 2009-ben 0,22 % volt.*

##### 4.4.2.1.1 Légnemű kibocsátások

A Paksi Atomerőmű rendszereiből és épületeiből radioaktív tartalmú gázok környezetbe történő kibocsátása szűrést és ellenőrzést biztosító rendszereken keresztül történik annak érdekében, hogy a környezet és az erőmű személyzetének sugárterhelése az ésszerűen elérhető legalacsonyabb legyen.

A Paksi Atomerőmű potenciálisan szennyezett helyiségeiből történő elszívások kezelő rendszerei mellett speciális gáztisztító rendszerek és hidrogénkezelő rendszer biztosítja, hogy a környezetbe történő kibocsátások minimálisak legyenek. A gáztisztító rendszerek feladata a kis- és a nagy aktivitású gázfúvatások tisztítása. A hidrogénkezelő rendszer feladata a blokk primerköri hőhordozójából kiváló hidrogéngáz katalitikus úton történő elégetése a robbanásképes koncentráció keletkezésének megakadályozása érdekében.

A Paksi Atomerőműből három ponton, ellenőrzött módon történik a légnemű (aeroszol, gőz és gáz) radioaktív anyagok kibocsátása:

1. sz. kibocsátási hely: az 1-2 reaktorblokk szellőző kéménye
2. sz. kibocsátási hely: az egészségügyi épület szellőzőkürtője
3. sz. kibocsátási hely: a 3-4 reaktorblokk szellőző kéménye

A kéményben online mérés történik, nemesgázra gamma spektroszkópai módszerrel (NEKISE), a  $^{85}\text{Kr}$ -öt mintavételes, az aeroszolt szintén mintavételes, napi és heti mintából, a jódot mintavételes, napi-heti átlagmintából, a  $^{89,90}\text{Sr}$ , T,  $^{14}\text{C}$  szintén mintavételes mérik.

Radionuklidok	Összes kibocsátás [Bq]	Kibocsátási határérték kihasználás
Korróziós és hasadási termékek	$1,19 \cdot 10^9$	$1,93 \cdot 10^{-4}$
Radioaktív nemesgázok	$2,86 \cdot 10^{13}$	$3,46 \cdot 10^{-4}$
Radiojódok	$7,37 \cdot 10^7$	$3,29 \cdot 10^{-5}$
Trícium	$4,05 \cdot 10^{12}$	$2,34 \cdot 10^{-5}$
Radiokarbon	$6,39 \cdot 10^{11}$	$1,81 \cdot 10^{-4}$
Összes		$7,77 \cdot 10^{-4}$

4.4.2-1. táblázat: A Paksi Atomerőmű légnemű kibocsátásai – 2013 [4-12]

**2013-ban a légnemű kibocsátásból származó kibocsátási határérték kihasználása  $7,77 \cdot 10^{-4}$ , azaz 0,08 % volt.**

#### 4.4.2.1.2 Folyékony kibocsátások

Az üzemeltetés során keletkező folyékony radioaktív hulladékok a keletkezés helyét figyelembe véve az alábbiak:

- mérleg feletti vizek,
- primerköri szervezetlen szivárgások, leürítések és légtelenítések bórsavas hulladékai,
- helyiség dekontaminálások hulladékai és egyéb csurgalékvizek,
- primerköri víztisztítók regenerálási hulladékai és lazító vizei,
- primerköri víztisztítók elhasznált ioncserélő gyantái,
- berendezés dekontaminálások vegyszeres hulladékai,
- evaporátor savazó oldatok,
- primerköri laboratóriumi és mosodai hulladékvizek, szennyezett zuhanyvizek,
- szennyezett szerves oldószerek (mosóbenzin, mosóalkohol, petróleum) és olajok,
- primerköri tervezett szivárgások, és különböző primerköri szennyezett bórsavas oldatok.

A keletkező folyékony hulladékokat, sűrítményeket és az elhasznált ioncserélő gyantákat az 1-2. blokkhoz tartozó 1. sz. segédépületben, valamint a 3-4. blokkhoz tartozó 2. sz. segédépületben lévő tartályokban tárolják.

A primerköri laboratóriumi és mosodai hulladékvizek, szennyezett zuhanyvizek az egészségügyi-laborépület különböző tárolótartályaiba kerülnek.

A Paksi Atomerőműből egy ponton, ellenőrzött módon történik a folyékony radioaktív anyagok kibocsátása: az ellenőrzött tartályokból kibocsátott vizek engedélyezett kibocsátási útvonalakon, a tisztított kommunális szennyvizet és a mérlegfeletti vizeket összegyűjtő kidobó vezetéken keresztül az energiatörő műtárgy előtt csatlakoznak a melegvíz-csatornába, majd onnan a befogadó Dunába.

A 2013 évi folyékony radioaktív kibocsátások összefoglaló adatai:

Radionuklidok	Összes kibocsátás [Bq/év]	Kibocsátási határérték kihasználás
Korróziós és hasadási termékek	$2,91 \times 10^9$	$1,00 \cdot 10^{-3}$
Trícium	$2,24 \times 10^{13}$	$7,73 \cdot 10^{-4}$
Alfa-sugárzók	$1,87 \times 10^6$	$1,93 \cdot 10^{-6}$
Összes		$1,77 \cdot 10^{-3}$

4.4.2-2. táblázat: A Paksi Atomerőmű folyékony kibocsátásai – 2013 [4-12]

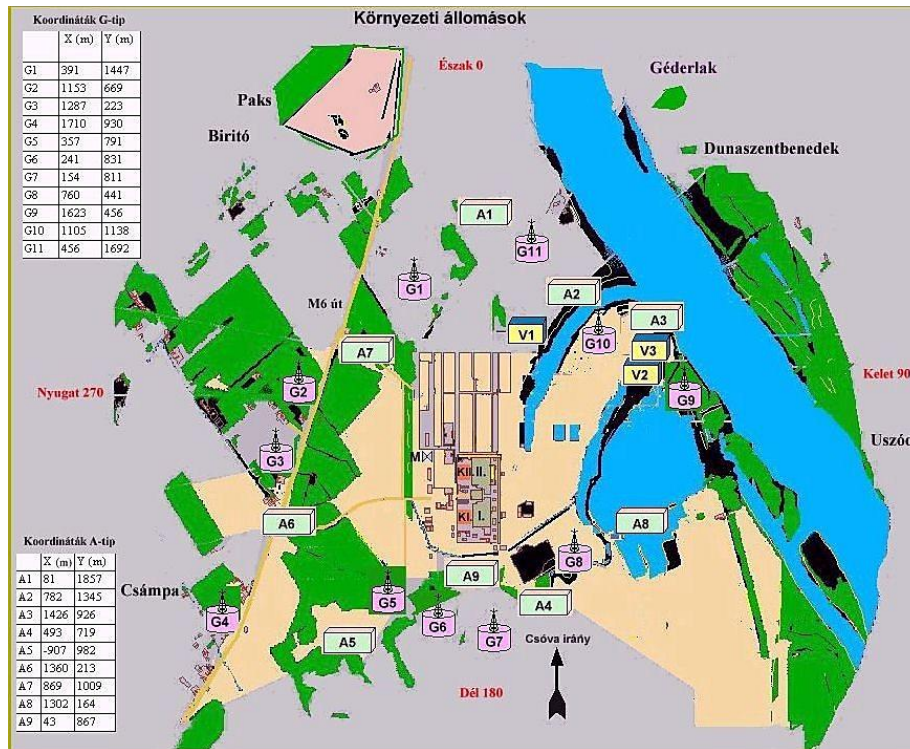
**2013-ban a folyékony kibocsátási korlát kihasználása  $1,77 \cdot 10^{-3}$ , azaz 0,18 % volt.**

#### 4.4.2.2 A környezet állapotának ellenőrzése

A környezet állapotának ellenőrzését az alábbi mérések elemzésével biztosítják:

- a levegő, a kihullás, a talaj, a talajvíz és a természetes növénytakaró (fű) radioaktív koncentrációjának mérése,
- a felszíni vizek (Duna, Halastavak, övcsatorna), víz-, iszap-, halminták aktivitásmérése,
- egyes élelmiszer-minták (tej) aktivitáskoncentrációjának mérése,
- a környezeti gamma-sugárzás dózisének, dózisteljesítményének mérése.

A Paksi Atomerőmű környezetében a környezet állapotát ellenőrző távmérő állomások elhelyezkedését a 4.4.2-3. ábra mutatja.



4.4.2-3. ábra: A környezet állapotát ellenőrző „A” és „G” típusú távmérő állomások a Paksi Atomerőmű környezetében [4-12]

#### 4.4.2.2.1 Távmérőrendszerek

**Távmérőrendszerek** a Paksi Atomerőmű 1,5 km sugarú környezetében

9 db „A” típusú mérő- és mintavevő állomás (A1-A9)

- gamma-sugárzás dózisteljesítmény mérés (on-line)
- aeroszolok összes béta-aktivitáskonzentrációjának mérése (on-line)
- radiojód elemi és szerves fázisának mérése (on-line)
- aeroszol és jód mintavétel laboratóriumi mérésekhez (hetente, havonta)
- Kihullás<sup>6</sup> (fall-out wash-out) mintavevő (havonta)
- T/<sup>14</sup>C mintavevő (T: vízpára és hidrogén), <sup>14</sup>C: CO<sub>2</sub>, illetve CO<sub>2</sub> + C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>); (havonta)

11 db „G” típusú állomás (G1-G11)

- gamma-sugárzás dózisteljesítmény mérése (on-line)

**Távmérőrendszerek** a Paksi Atomerőmű 30 km sugarú környezetében

1 db „B” típusú mérő- és mintavevő állomás (B24) - **Referencia (kontroll) állomás Dunaföldváron**

A vonatkoztatási vagy háttérszint meghatározása céljából ugyanazokat a méréseket végzik, mint az „A” típusú állomásokon.

15 db „C” típusú állomás

- termolumineszcens detektorokkal (TLD) végzett dózismérések (havonta)
- kihullás (fall-out) mintavétel és elemzés (időszakosan)

<sup>6</sup> A levegőben lévő radioaktív izotópok kihullása végbemehet száraz lerakódással (gravitációs kiülepedéssel), illetve a lehulló csapadék (eső, hó) kimosó hatása következtében. Ezeket a folyamatokat nevezzük együttesen fall out-nak (kihullásnak).

#### 4.4.2.2 Mintavételes-, laboratóriumi vizsgálatok

- vízminták a V1, V2, V3 vízmintavételei helyen (napi mintavételes összes gamma, összes béta, illetve havi-negyedéves, mintavételes, izotóp szelektív mérés)
- vízminták és iszapminták
  - Duna, Halastavak, övcsatorna, mészszip medence (negyedévente)
  - Faddi-Holt-Duna (havonta)
- talaj és fűminták a távmérő állomások környezetéből (időszakosan)
- tejminták a dunszentgyörgyi és a tengelici tehenészetektől (havonta)
- halminták a Horgásztavakból (negyedévente)

#### 4.4.2.3 A talajvíz tríciumaktivitás-koncentrációjának vizsgálata

A főépület alatti talajvíz trícium terheltségének vizsgálatára a Paksi Atomerőmű monitoring rendszert üzemeltet, az OAH HA-4797 határozatának (IBJ feladatok) 13-2. a) pontja előírását teljesítve.

A vizsgálatok alapvetően az atomerőművet körülvevő talajvíz figyelő kúthálózatra épülnek, amely hálózathoz közel 140 db kút tartozik, ebből 52 db talajvízfigyelő kutat mintázott havi, vagy éves gyakorisággal a Sugár- és Környezetvédelmi Főosztály. A minták tríciumaktivitás-koncentráció meghatározását összes-béta és gamma-spektrometriai méréssel egészítette ki, ha a tríciumaktivitás-koncentráció meghaladta az 500 Bq/dm<sup>3</sup>-t. A környezeti monitoring elemeként 25 db kútba folyamatos vízmintavevő került telepítésre, amelynek fő feladata a trícium nyomon követése mellett az esetlegesen jelenlévő egyéb radioaktív anyagok kimutatása (gamma-spektrometria 2 havi, <sup>14</sup>C 4 havi, <sup>89,90</sup>Sr 4 havi, Pu-TRU (transzurán elem) 8 havi nagytérfogatú (20 liter/hó) átlagmintából).

A talajvízben lévő tríciumból származó éves többlet sugárterhelés 0,01 nSv/év körüli, amely gyakorlatilag elhanyagolható a természetes háttérsugárzásból származó sugárterhelés mellett, ami hazánkban a világtágnál (2,4 mSv/év) kb. 20 %-kal nagyobb, átlagosan 3, helyenként 4 mSv/év.

#### 4.4.2.3 A lakosság többlet sugárterhelése

A 2013 évi kibocsátási és meteorológiai adatok alapján – normál üzemre vonatkozóan – meghatározott éves többlet lakossági sugárterhelést jellemzi az alábbi táblázat.

Dózismegszorítás	μSv/év	90
Lakossági dózis	μSv/év	4,83 10 <sup>-2</sup>
Korlát kihasználás	%	5,37 10 <sup>-2</sup>

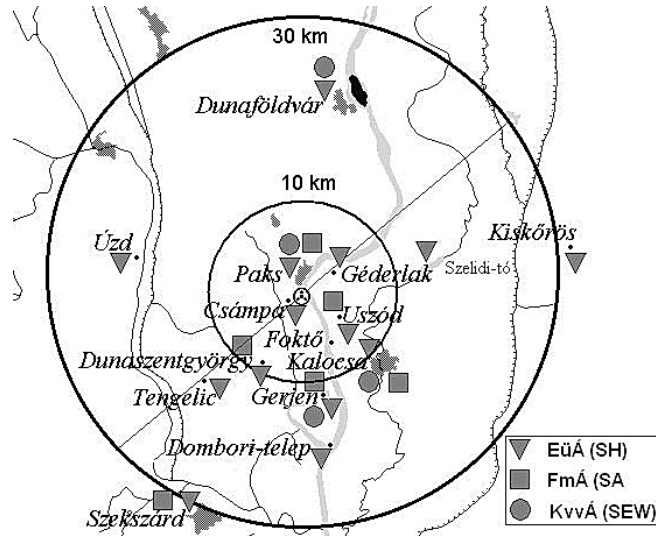
4.4.2-3. táblázat: A Paksi Atomerőmű telephelyére vonatkozó dózismegszorítás kihasználás – 2013 [4-12]

**A számítások szerint a Paksi Atomerőmű normál üzemi működéséből eredően a 2013. évi többlet lakossági sugárterhelés 48,3 nSv volt, ami a megengedett éves dózismegszorításnak, a 90 μSv-nek a 0,0537 %-a.**

Ez a sugárterhelés hozzávetőleg ½ óra szabadban tartózkodás során megkapott effektív dózissal egyenértékű, így egészségügyi kockázatot gyakorlatilag nem jelent, a lakosságot elhanyagolható mértékű többletsugárzás érte.

### 4.4.3 HATÓSÁGI KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER (HAKSER)

A Paksi Atomerőmű méréseivel párhuzamosan működik az erőmű környezetének sugárvédelmi ellenőrzését végző hatósági szervek által működtetett Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER).



Megjegyzés:  
EüÁ - egészségügyi ágazat  
FmÁ - földművelésügyi ágazat  
KvVÁ - környezetvédelmi és vízügyi ágazat

4.4.3-1. ábra: Hatósági mérőpontok a Paksi Atomerőmű 30 km sugarú környezetében [4-13]

A HAKSER tagjai az alábbi minisztériumok:

Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI) Egészségügyi Ágazata (EüÁ)  
Földművelésügyi Minisztérium (FM)  
Földművelésügyi Ágazata (FmÁ)  
Környezetvédelmi és Vízügyi Ágazata (KvVÁ)

A hatósági ellenőrzés keretében a légköri és a vízi környezeti kibocsátások ellenőrzése mellett mintavételes laboratóriumi vizsgálatok is történnek, melyek során dunai víz- és iszap-, talaj-, növény-, valamint tejmintákat elemeznek.

A környezeti sugárzás dózisteljesítménye mellett a következő hatósági aktivitásmérések történtek 2001 óta:

- légköri aeroszol,
- légköri kihullás (fall-out, dry-out),
- felszíni vizek (folyók, természetes és mesterséges tavak, csatornák),
- ivóvíz (kutak, mélységi),
- üledék (folyók, természetes és mesterséges tavak),
- talaj- és a fűminták (öntözött és nem öntözött szántó, kerti, réti és út menti),
- leveles zöldség (konyhakerti indikátornövény, nyers konyhakerti táplálék, gyümölcs),
- húsfélék (sertés, marha, juh, baromfi, vad, hal),
- nyers tej

Paks II. környezeti hatásvizsgálata során a HAKSER-ben mért adatok részletesen elemzésre kerültek a Környezeti radioaktivitás című fejezetben.

A HAKSER a Paksi Atomerőmű környezetének hatósági ellenőrzése keretében végzett tevékenységéről éves jelentéseket tesz közzé, A *hatósági környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer jelentése* címmel. Az 1999-2012. évek eredményeit tartalmazó jelentések nyilvánosak, letölthetők a HAKSER honlapjáról.

<http://www.hakser.hu/eredmenyek/eredmenyek.html>

#### 4.4.4 ORSZÁGOS KÖRNYEZETI SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZŐ RENDSZER (OKSER) [4-14]

A 275/2002. (XII.21.) Korm. rendelet értelmében az Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) alapfeladata a lakosság természetes és mesterséges eredetű sugárterhelését meghatározó környezeti sugárzási viszonyok és a környezetben mérhető radioaktív anyagkoncentrációk országos ellenőrzési eredményeinek gyűjtése.

A mérések kiterjednek a következőkre

- a környezeti sugárzás dózisteljesítményére,
- a radioaktív izotópok aktivitáskoncentrációjára,
  - a környezet elemeiben (levegő, talaj, felszíni vizek, természetes és mezőgazdasági természetű növényzet, vadon élő és haszonállatok),
  - a lakosság által fogyasztott növényi és állati eredetű élelmiszerekben és azok alapanyagaiban,
  - ivóvízben,
  - az építő- és alapanyagokban,
- a szabadban és az épületeken belül a radon és leányelemeinek aktivitás-koncentrációjára,
- az emberi szervezet belső radioaktív szennyezettségére.

Az OKSER mérései alapján további feladat

- ❖ a lakosság tájékoztatása,
- ❖ az ellenőrzési eredmények éves jelentésekben történő közzététele,
- ❖ az országos szinten gyűjtött ellenőrzési adatok előkészítése az Európai Közösségek Bizottságának tájékoztatása céljából.

Az OKSER tevékenységében különböző közigazgatási szervek és egyes speciális intézmények - röviden: az OKSER tagjai - vesznek részt. Az OKSER tevékenységét az OKSER Szakbizottsága (OKSER SZB) irányítja. Az egyes OKSER tagok saját önálló radiológiai környezetellenőrző hálózatai által végrehajtott ellenőrzési feladatok eredményeinek központi on-line gyűjtését és értékelését, valamint az OKSER hivatali szervének feladatait az OKSER Információs Központja (OKSER IK) látja el.

Az OKSER tagjai az alábbi minisztériumok, országos hatáskörű szervek és kiemelt létesítmények:

*Emberi Erőforrások Minisztériuma  
Nemzeti Fejlesztési Minisztérium  
Földművelésügyi Minisztérium  
Nemzetgazdasági Minisztérium  
Honvédelmi Minisztérium  
Magyar Tudományos Akadémia  
Országos Atomenergia Hivatal  
Polgári Nemzetbiztonsági Szolgálatok Irányításában Közreműködő Politikai Államtitkár  
MVM Paksi Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság  
Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.*

Az OKSER az alábbi - az OKSER tagjai által működtetett - radiológiai mérőlaboratóriumok, illetve monitorozó hálózatok környezetellenőrzési eredményeit használja fel az országot jellemző sugárzási helyzet elemzéséhez.

Emberi Erőforrások Minisztériuma

*Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH)*

Földművelésügyi Minisztérium

*Radiológiai Ellenőrző Hálózat (REH)*

*Országos Meteorológiai Szolgálat*

Magyar Tudományos Akadémia

*KFKI Atomenergia Kutató Intézet*

Emberi Erőforrások Minisztériuma

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nukleáris Technikai Intézet*



## Belügyminisztérium

Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Nukleáris Baleseti Információs Központ (ÖTM OKF NBIÉK)  
Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (OSJER) távmérő hálózata (TMH)

## Paksi Atomerőmű Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Üzemi Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer

## Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft.

Üzemi Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer

### A 2012. évi OKSER Jelentés következtetése

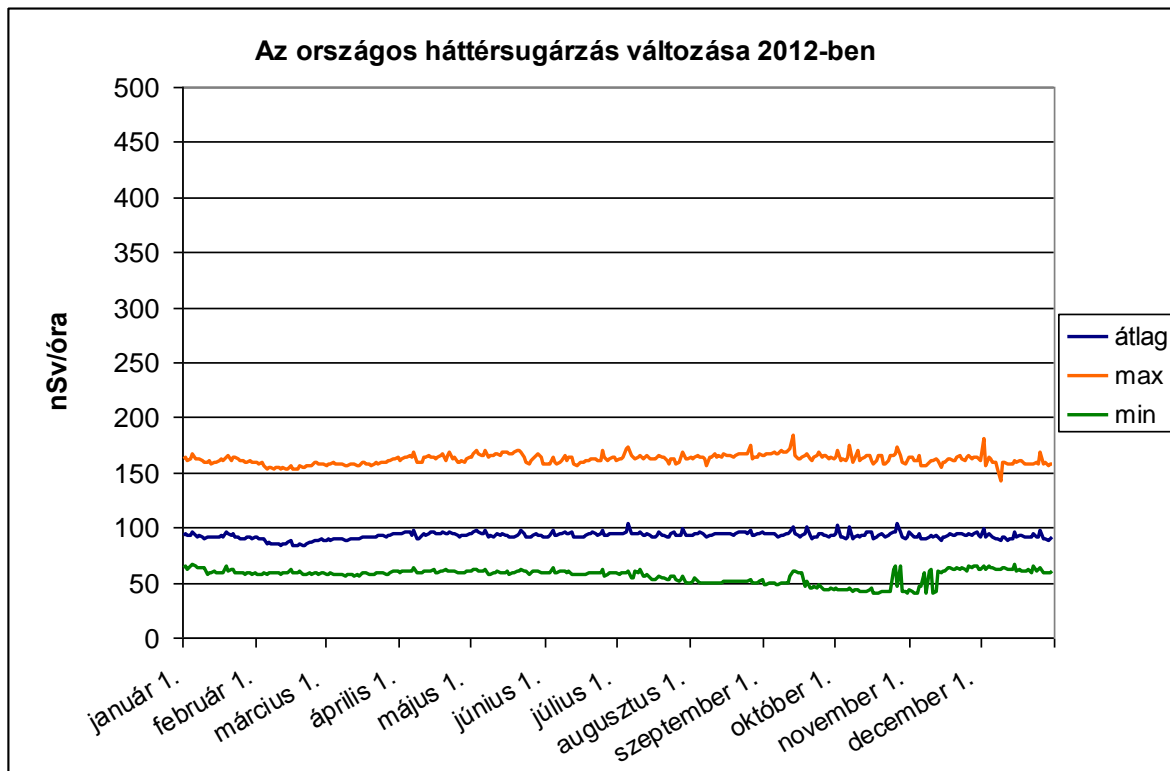
Az Országos Környezeti Sugárvédelmi ellenőrző rendszer (OKSER) 2012. évi jelentése az alábbiak szerint foglalja össze a Magyarországon mért értékeket:

„Hangsúlyozni kell, hogy míg az Európai Unió rendelete szerint {Post-Chernobyl 733/2008/EC, Council Regulation No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station (codified version); Council Regulation (EC) No 1048/2009 extends its validity until 31 March 2020 (OJ L-201 of 30/07/2008, page 1)} az élelmiszerekben a  $^{134}\text{Cs}$  és  $^{137}\text{Cs}$  radionuklidok megengedhető együttes legnagyobb szintje 600 Bq/kg (tejben, tejtermékekben és csecsemőélelmiszerben 370 Bq/kg), addig a Magyarországon kapható, feldolgozott élelmiszerekben a 2012-ben mért legnagyobb értékek is 40 Bq/kg alatt maradtak.

„Végül megemlítjük, hogy a lakosság mesterséges forrásokból származó sugárterhelése – az orvosi célú alkalmazásokon kívül – hazánkban, az utóbbi években 3-6  $\mu\text{Sv}$  közöttire becsülhető, míg a természetes eredetű sugárterhelés ennél közel három nagyságrenddel nagyobb.”

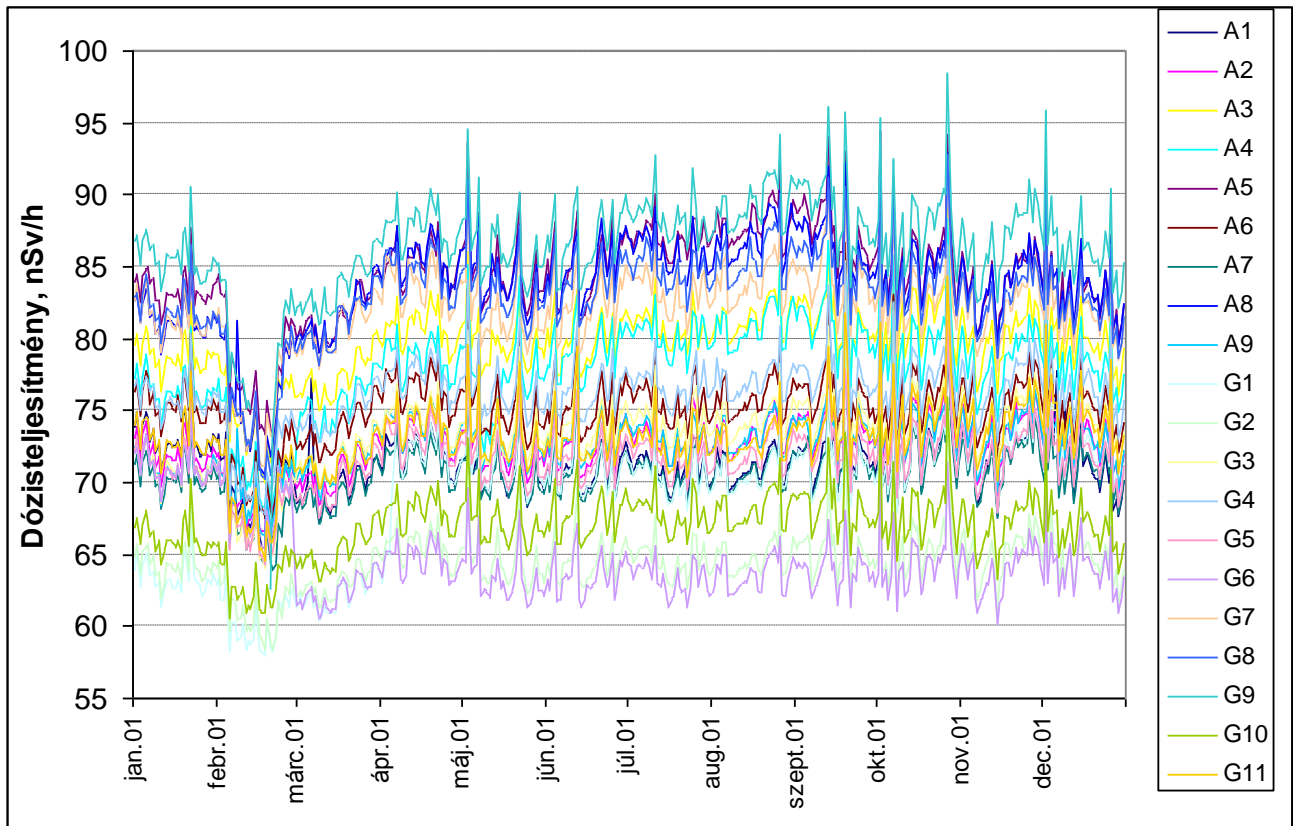
„Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy mind az országos, mind a létesítményi környezet-ellenőrzés során kapott eredmények szerint az engedélyhez kötött tevékenységeknek a környezetre, illetve lakosságra gyakorolt hatása elhanyagolható, a radioaktív izotópok koncentráció értékei több mintafajtánál is túlnyomórészt kimutatási határ alatt maradnak.”

Mindezekkel összhangban a 4.4.4-1. ábra a napi gamma dózisteljesítmények országos átlagainak, maximális és minimális értékeinek változását mutatja be az országos viszonyok jellemzése céljából.



4.4.4-1. ábra: A gamma dózisteljesítmények országos átlagainak, max és min értékeinek változása 2012-ben [4-15]

A Paksi Atomerőmű környezet-ellenőrző rendszerének részét alkotó dózisteljesítmény-mérő szondákkal, az „A” és „G” típusú környezetellenőrző állomásokon 2012-ben mért napi dózisteljesítmények szerint a Paksi Atomerőmű környezetében a környezeti dózisteljesítmény 58 és 98 nSv/h között változott, ami a hazai mért értékek alsó tartományába esik. A mért értékek időbeli változását az alábbi ábra mutatja.



4.4.4-2. ábra: A Paksi Atomerőmű környezetellenőrző állomásain mért napi dózisteljesítményei 2012-ben [4-12]

## 4.5 A PAKSI TELEPHELY ADOTTSÁGAINAK, JELLEMZŐINEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Az új atomerőművi blokkok létesítése szempontjából a paksi telephely számos, kedvező adottsággal rendelkezik:

- ✓ a paksi telephelyen már több mint 30 éve üzemel atomerőmű,
- ✓ a környező lakosság körében a Paksi Atomerőmű léte, működése elfogadott,
- ✓ az atomerőmű telephelye és környezete igen alaposan feltárt és megkutatott terület,
- ✓ az atomerőmű működésének hatásait a telephelyen és a környezetében folyamatosan üzemelő monitoring rendszerek felügyelik,
- ✓ a telephely közvetlen dunai kapcsolattal rendelkezik,
- ✓ a Duna folyam hűtővízforrásként rendelkezésre áll,
- ✓ a telephely környezetében az infrastruktúra kiépített és rendelkezésre áll,
- ✓ a telephely könnyen megközelíthető közúton és vasúton egyaránt,
- ✓ az építési anyagok és a nagyberendezések egy része a Dunán, vízi úton beszállítható,
- ✓ a területen a terepszint speciális kialakítása miatt az árvíz- és belvízvédelem biztosított,
- ✓ a meteorológiai jellemzők kedvezőek,
- ✓ az erőmű 30 km-es körzetében - Paks kivételével - a népsűrűség az országos átlagnál kisebb,

- ✓ az országos villamos távvezeték-hálózathoz kedvező feltételekkel lehet csatlakozni,
- ✓ a térségben atomerőművi gyakorlattal rendelkező képzett munkaerő biztosított,
- ✓ Paks település – természeti és infrastrukturális adottságai miatt – jó lehetőséget biztosít az építők, majd később az üzemeltetők elhelyezésére.

A telephely földtani és nukleáris biztonsági szempontú megfelelősége az Országos Atomenergia Hivatal által a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet mellékleteit képező Nukleáris Biztonsági Szabályzatok alapján lefolytatandó telephely engedélyezési eljárásban kerül részletesen értékelésre, illetve igazolásra.

## 4.6 IRODALOMJEGYZÉK

- [4-1] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2011.04.15.
- [4-2] Körzeti Földhivatal Paks 2012. nov. 22. Hiteles térképmásolat
- [4-3] <http://www.atomeromu.hu/download/1450/A%20tervezett%20blokkok%20helye.jpg>
- [4-4] Elemzés a paksi telephelyen létesítendő új atomerőmű blokkok Fővállalkozói Terjedelmen Kívüli Tételeiről, 2013, MVM ERBE Zrt.
- [4-5] Lévai Projekt, Új atomerőmű létesítése, Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány, PÖYRY ERŐTERV Zrt.
- [4-6] Paksi Atomerőmű Zrt. 1-4. blokk; Végleges Biztonsági jelentés 2013
- [4-7] Dr. Csom Gyula, Atomerőművek, Magyar Atomforum Egyesület, Budapest, 2004. június
- [4-8] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2012.10.05.
- [4-9] Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. környezetvédelmi jelentése 2013. évről
- [4-10] Kibocsátás- és környezetellenőrzés a Paksi Atomerőműben, Dr. Bujtás Tibor, Debrecen, 2009.09.04.
- [4-11] MVM Paks II. Zrt. Ranga Tibor, 2014.04.25.
- [4-12] Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben 2013-ban, (Éves jelentés), MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Biztonsági Igazgatóság Sugár- és Környezetvédelmi Főosztály, Paks, 2014. március hó)
- [4-13] A hatósági környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszer (HAKSER) 2011. évi jelentése
- [4-14] <http://www.okser.hu>
- [4-15] Az Országos Környezeti Sugárvédelmi ellenőrző rendszer (OKSER) 2012. évi Jelentése Budapest, 2013.12.27.



## 5 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK LEHETSÉGES KONDENZÁTOR HŰTÉSI MÓDJAI

### 5.1 VILAMOSENERGIA-TERMELÉSÉRE SZOLGÁLÓ KONDENZÁCIÓS ERŐMŰVEK HŰTÉSI IGÉNYEI, LEHETŐSÉGEI

A villamosenergia-termelésére szolgáló kondenzációs erőművek esetében erőműtípustól függetlenül a fizika törvénye szerint a tüzelőanyagból, atomerőmű esetében az üzemanyagból felszabadított hő azon nagy többsége, ami villamosenergia-termelésre nem hasznosítható, a természeti környezetbe, mint végső hőelnyelőbe kerül elvezetésre. Ennek oka, hogy a mindenkori környezeti hőmérséklet alá nem lehet a kondenzátort lehűteni. Ez egyben meghatározza a körfolyamat hatásfokát is.

A jelenlegi technológiai fejlettségnek megfelelő modern atomerőművek esetében a reaktorban felszabadított hő kb. 65-67 %-a végül a mindenkori környezeti hőmérsékleti szinthez közeli hőmérsékleten a környezetbe kerül elvezetésre.

Az atomerőművekben történő villamosenergia-termelés mellett a primer és a szekunder körben egyaránt keletkezik villamosenergia-termelésre nem hasznosítható hő, amelynek elvezetését a hűtési rendszerek biztosítják. Az atomerőművek primerkörében keletkező, nem hasznosítható hő elvezetésére az ún. biztonsági hűtővíz-rendszer, a szekunderkör kondenzátorában elvonandó kondenzációs hő elvezetésére a kondenzátor hűtővíz-rendszer, a szekunderköri technológiai rendszerekben keletkező hő elvezetésére pedig a technológiai hűtővíz-rendszer szolgál.

Egy atomerőműben a hűtési igényeknek több, mint 95 %-a a kondenzátor hűtéséből adódik.

Az elvezetendő hőmennyiség végső hőelnyelőjeként – a telephely adottságainak függvényében – elsődlegesen az alábbi lehetőségeket veszik figyelembe:

- nagy vízhozamú folyó;
- nagyobb tó;
- tenger.

Azokban az esetekben, amikor egy erőmű környezetében elegendő mennyiségű víz áll rendelkezésre, akkor a hűtést a nagy mennyiségben rendelkezésre álló hűtővíznek a kondenzátoron történő közvetlen átáramoltatásával ún. frissvizes hűtéssel oldják meg. A felmelegedett hűtővizet - lényegesebb mennyiségi csökkenés nélkül - visszavezetik a tengerbe vagy a folyóba.

Azokon a telephelyeken, ahol nem áll rendelkezésre megfelelő „frissvíz” forrás a hűtés céljára, ott hűtőtornyos - száraz vagy nedves - hűtési rendszereket alkalmaznak. A hűtőtornyoknál a víz recirkulál a hűtőtorny és a kondenzátor között. Ebben az esetben az elvonandó hő jelentős részét a víz párolgáshője viszi el, a fennmaradó részt a levegő hőátadással veszi fel.

A ma üzemelő atomerőművek közel ¾-e frissvizes hűtést alkalmaz, a többi hűtési rendszere hűtőtornyos.

Frissvizes hűtés			Hűtőtornyos hűtés
Tenger	Folyó	Tó	Nedves / száraz
45 %	14 %	15 %	26 %
74 %			26 %

5.1-1. táblázat: A ma üzemelő atomerőművek hűtési rendszereinek megoszlása [5-1]

A tervezett új atomerőművi blokkok főtechnológiája és a segédrendszerek, létesítmények többsége a telepítés környezetétől relatív kis mértékben függ, a hűtési rendszert azonban projekt specifikusan az adott környezet sajátosságainak figyelembevételével szükséges kiválasztani. A hűtési mód befolyásolja a tervezett új atomerőművi blokkok műszaki, gazdaságossági jellemzőit és környezetre való hatását.

## 5.2 A VÍZI KÖRNYEZET HŐTERHELÉSÉRE VONATKOZÓ JOGSZABÁLYI KERETEK, HATÁRÉRTÉKEK

A vízi környezetbe bocsátott felmelegedett víz (hőkibocsátás) a befogadó vízi élővilágára, a halakra és más vízi szervezetekre fejthet ki hatást. A vízi növény- és állatvilágra kifejtett kedvezőtlen hatások mérsékelhetők a bebocsátásra kerülő víz hőmérsékletének a kibocsátás előtti csökkentésével, illetve az elkeveredés, valamint a hőleadás növelésével. A hatások a hőkibocsátási határértékekkel és az elkeveredési zónára vonatkozó kritériumokkal szabályozhatók.

### 5.2.1 VÍZI KÖRNYEZET HŐTERHELÉSÉRE VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS SZABÁLYOZÁS

#### 5.2.1.1 Európai Unió

A hőkibocsátásra az Európai Parlament és a Tanács EC 2006/44/EK irányelv I. melléklete ad korlátokat:

- ✓ a bebocsátási ponttól az áramlás irányában (a keveredési zóna szélén) mért hőmérséklet növekedése pontyos vizek esetében 3 °C-kal lehet nagyobb a nem érintett terület hőmérsékleténél
- ✓ a bebocsátás eredményeként a hőkibocsátási ponttól az áramlás irányában (a keveredési zóna szélén) mért hőmérséklet pontyos vizek esetében nem lépheti túl a 28 °C értéket.

A bebocsátott víz befogadóban történő egyenetlen elkeveredése okán az elkeveredési zónán belül magasabb hőmérsékleti zónák is kialakulhatnak. Az elkeveredési zónát befolyásoló legfőbb tényezők: a hőmérséklet, a sebesség és a bebocsátott víz mennyisége.

#### 5.2.1.2 Magyarország

Az általános szabályokat a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól szóló 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet, valamint a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól szóló 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet határozza meg. A vízi környezet hőterhelésére vonatkozó határértéket egyedi vizsgálat alapján, a befogadó érzékenységre tekintettel kell megállapítani, figyelembe véve a befogadó terhelhetőségét, valamint a jó kémiai és ökológiai állapot megőrzését. A felszíni víz szennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól rendelkező 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet sem tartalmaz hőkibocsátásra, illetve hőterhelésre vonatkozó korlátot.

Az ivóvízkivételre használt vagy ivóvízbázisnak kijelölt felszíni víz, valamint a halak életfeltételeinek biztosítására kijelölt felszíni vizek szennyezettségi határértékeiről és azok ellenőrzéséről szóló 6/2002. (XI. 5.) KvVM rendelet 4. számú melléklet I. táblázat szerint a halas vizek szennyezettségi határértékei az alábbiak:

Minőségi jellemzők		Pisztrángos víz	Márnás víz	Dévéres víz
Hőmérséklet*	°C	18	25	30
Hőmérséklet-változás**	°C	1,5	3	5

Megjegyzés:

\* a vízszennyezettségi határértékektől való átmeneti eltérések megengedhetők. (12. § (1) bekezdés)

\*\* a hőkibocsátási ponttól az áramlás irányában (a keveredési zóna szélén) mért hőmérséklet legfeljebb a jelölt mértékben lépheti túl a nem érintett terület hőmérsékletét

5.2.1-1. táblázat: A halas vizek vízszennyezettségi határértékei

Napjainkig csak néhány felszíni víz kategorizálása történt meg, ezek a 6/2002. (XI. 5.) KvVM rendelet 7. számú mellékletében vannak felsorolva, ahol a Duna nincs megjelenítve, tehát a jogszabály szerint (2014. június 07-i állapot) nem tartozik a halas vizek közé. A Duna, illetve egyes szakaszainak különböző halas víz kategóriába sorolását ökológiai hatásvizsgálatok alapozhatják meg.

#### Engedélyezési gyakorlat

A hagyományos erőművek engedélyeztetései során a felügyelőségek meghatározzák a kivett és a visszavezetett víz hőmérséklete között megengedett különbséget ( $\Delta T_{max}$ ), a kibocsátásra kerülő víz megengedett maximális hőmérsékletét ( $T_{max}$ ), az elkeveredés utáni hőmérséklet növekményt ( $\Delta T$ ), valamint az ellenőrzés helyét.

## 5.2.2 ATOMERŐMŰVEK HŐTERHELÉSÉRE VONATKOZÓ SZABÁLYOZÁS

### 5.2.2.1 Európai Unió tagországai

Ha néhány tagállamot példaként, a teljesség igénye nélkül megvizsgálunk, a következő előírásokkal találkozhatunk.

#### Finnország

Az atomerőművek hőkibocsátására vonatkozó önálló szabályozás nincs Finnországban, a határértékeket az illetékes hatóságok szabják meg, az adott beruházás helyi sajátosságainak függvényében.

A jelenleg üzemelő két atomerőmű az Olkiluoto és a Loviisa tengervíz-hűtést alkalmaz. Olkiluoto esetében a kibocsátási határérték 30 °C (heti gördülő átlag), 500 méter távolságban a kibocsátási csatornától.

Loviisa esetében 34 °C a határérték (órai átlag) a kibocsátási pontban.

#### Németország

Németországban a kivett és a visszaadott víz közötti felmelegedés nem lehet nagyobb, mint 10 C. A kibocsátott víz max. hőmérséklete a hűtési mód függvénye, frissvízhűtésre 30 °C, nyílt rendszerű hűtőtoronyra 33 °C, zárt rendszerű hűtőtoronyra pedig 35 °C.

A kivett víz mennyisége nem haladhatja meg a legkisebb vízhozam 1/3-át.

#### Svédország

A vízhozamra, a kivehető víz mennyiségére, a hőkibocsátásra vonatkozó önálló szabályozás nincs Svédországban, a határértékeket itt is az illetékes hatóságok szabják meg, az adott beruházás helyi sajátosságainak függvényében.

Az atomerőművek által kivett víz mennyisége jellemzően maximum 200 m<sup>3</sup>/s körüli érték (telephelyenként), a megengedett hőmérséklet növekmény 10 °C. [5-2]

### 5.2.2.2 Magyarország

#### A frissvizes hűtési rendszer hőterhelésére vonatkozó jogszabály

A kiemelt létesítményekre - ezen belül az atomerőművekre - külön szabályozás, az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet vonatkozik. A felszíni vizek és víztartó képződmények hőszennyezés elleni védelme érdekében megfogalmazott előírásokat a rendelet 10. § (1) bekezdése tartalmazza.

10. § (1) Kiemelt létesítmény esetén a felszíni vizek és víztartó képződmények hőszennyezés elleni védelme érdekében

- a) a kibocsátásra kerülő és a befogadó víz hőmérséklete közötti különbség 11 °C-nál, illetve +4 °C alatti befogadó víz hőmérséklet esetén 14 °C-nál nem lehet nagyobb;
- b) a kibocsátási ponttól folyásirányban számított 500 m-en lévő szelvény bármely pontján a befogadó víz hőmérséklete nem haladhatja meg a 30 °C-ot.

A hőterhelésre vonatkozó egyéb, vízminőség-védelmi érdekből szükséges korlátozásokat a felügyelőség a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény 66. § (1) bekezdése alapján a környezethasználat engedélyezése során állapítja meg.

#### A hűtőtornyos hűtési rendszer hőterhelésére vonatkozó jogszabály

Nincs a levegő hőterhelését korlátozó jogszabály, a pára- és -lecsapódás hatásainak vizsgálatához levegőtisztaság-védelmi mérőszám vagy határérték nem ismert.

## 5.3 A PAKSI TELEPHELYEN SZÁMÍTÁSBA VEHETŐ HŰTÉSI MÓDOK

A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkoknál alkalmazható hűtési lehetőségek elemzésére külön vizsgálatok keretében került sor. A vizsgálatok célja az volt, hogy az adott körülmények, környezeti feltételek között a lehető legjobb műszaki megoldással és hatásfokkal gazdaságosan megvalósítható és üzemeltethető, a környezetvédelmi előírásoknak a tervezett üzemidő során megfelelő hűtési mód kerüljön kiválasztásra.

Az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján, a paksi telephelyen számításba vehető hűtési módok alapvetően frissvizes hűtésre és hűtőtornyos hűtésre bonthatók. A vizsgálatok részletesen elemezték a meglévő 1-4. blokkok hűtésével azonos elvű, Duna-víz felhasználásával történő **frissvizes hűtési rendszer**, illetve a Dunától érdemben független, léghűtéses módú, nedves **hűtőtornyos hűtési rendszer** megoldási lehetőségeit.

Az 5.3.1 fejezet a frissvizes hűtési rendszer, az 5.3.2 fejezet a nedves hűtőtornyos hűtési rendszer vizsgált lényegesebb megoldásait és azon belül a számításba vehető alternatívákat foglalja össze.

### 5.3.1 FRISSVIZES HŰTÉS

Frissvizes hűtés esetén – hasonlóan a Paksi Atomerőmű üzemelő négy blokkjánál jelenleg alkalmazotthoz – a Dunából kiemelt víz kondenzátoron történő átáramoltatásával vonják el a szükséges hőt. Ennél a hűtési megoldásnál a Duna-víz a vízkivételi mű szivattyúi emelik ki, majd juttatják el megfelelő szűrőkön és vezetékeken keresztül a blokk turbina gépházáig. A hűtővíz a kondenzátoron átáramlik, majd a felmelegedett hűtővíz melegvíz-csatornán és visszavezető műtárgyon keresztül visszajut a Dunába.

A frissvizes hűtési rendszerre műszaki, gazdaságossági és környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve több vizsgálat is készült. A vizsgálatok lényegében a hűtővíz Dunából történő kiemelésének, a hűtővíz blokkokhoz való eljuttatásának, majd a felmelegedett hűtővíz Dunába történő visszajuttatásának lehetőségeit, és a felmelegedett hűtővíz Dunába történő bebocsáthatóságához tartozó műszaki megoldásokat tárták fel.

#### 5.3.1.1 Hűtővíz ellátás változatai

A hűtővíz ellátás változatainak vizsgálatánál [5-5] a műszaki, a gazdaságossági és a környezetvédelmi szempontok egyaránt figyelembe vételre kerültek.

Műszaki szempontból a megfelelő hűtővíz mennyiség biztosítása a cél, a Duna sajátosságait, a különböző vízszinteket, vízhozamokat és víz hőmérsékleteket figyelembe véve. A vízkivétel lehetséges helyszíne a Duna-part vagy a Paksi Atomerőmű meglévő hidegvíz-csatornájának öblözete. Mivel a Paksi Atomerőmű telephelyét úgy választották, hogy lehetőség legyen további atomerőművi blokkok építésére, így a hűtővíz ellátás gazdaságossága szempontjából is cél, hogy a telephely adottságait és a meglévő létesítményeket a lehető legnagyobb mértékben felhasználjuk.

Környezetvédelmi szempontok miatt is célszerű a meglévő létesítmények használata, azok szükségszerű átalakításával. Annak érdekében, hogy Natura 2000-es besorolásba tartozó területeket csak kellően megalapozott esetben használjanak az új nyomvonalak és létesítések, a változatok kijelölésénél törekedni kell arra, hogy Natura 2000-es területeknek a lehető legkisebb legyen az érintettsége.

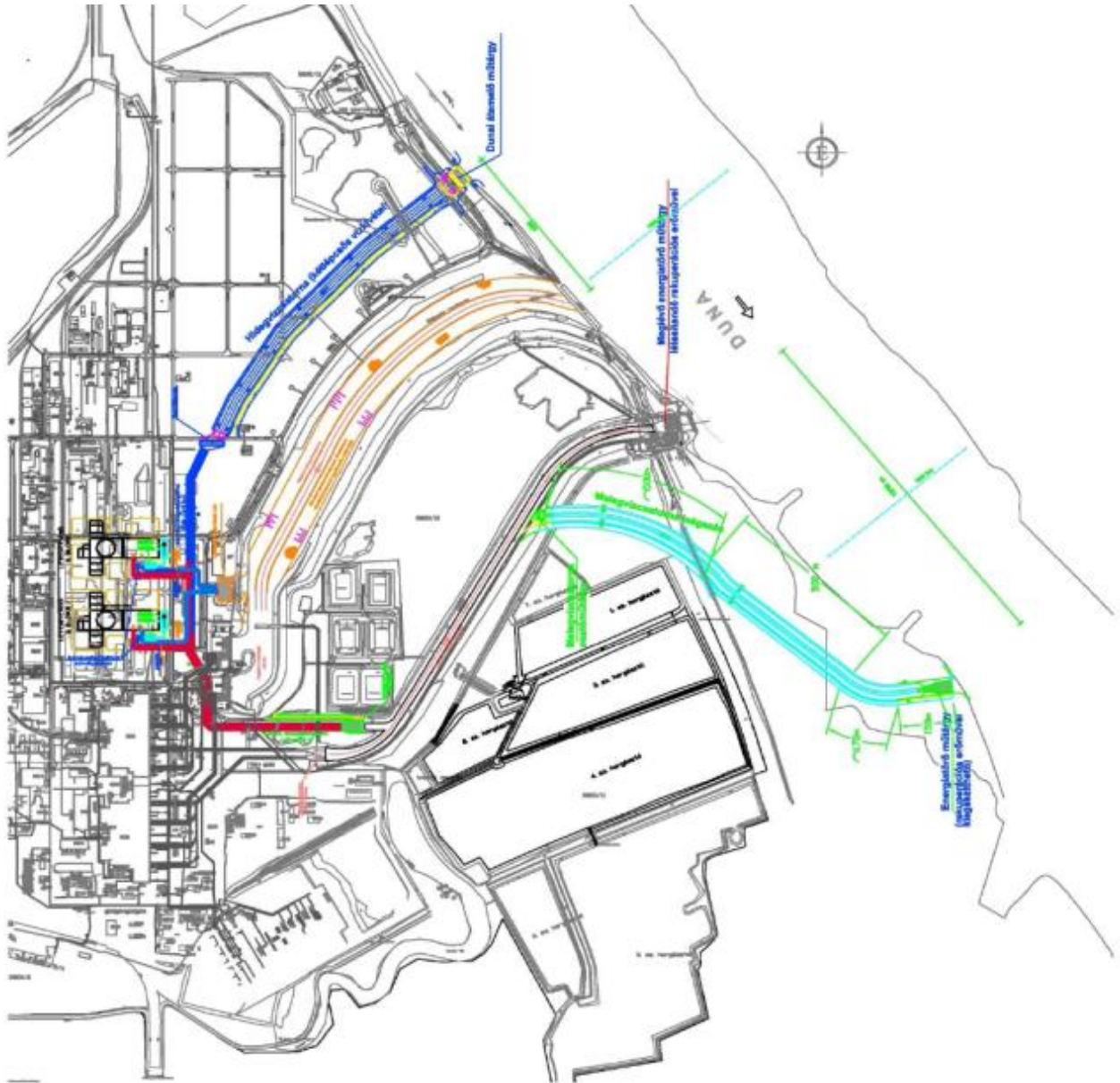
A hűtővíz kiemelésére és ellátásra vizsgált leglényegesebb változatok az alábbiak:

- Hűtővíz ellátás Duna-parti vízkivételi művel
- Hűtővíz ellátás öblözeti vízkivételi művel (kiválasztott változat)



### 5.3.1.1.1 Kétlépcsős hűtővíz ellátás Duna-parti vízkivételi művel

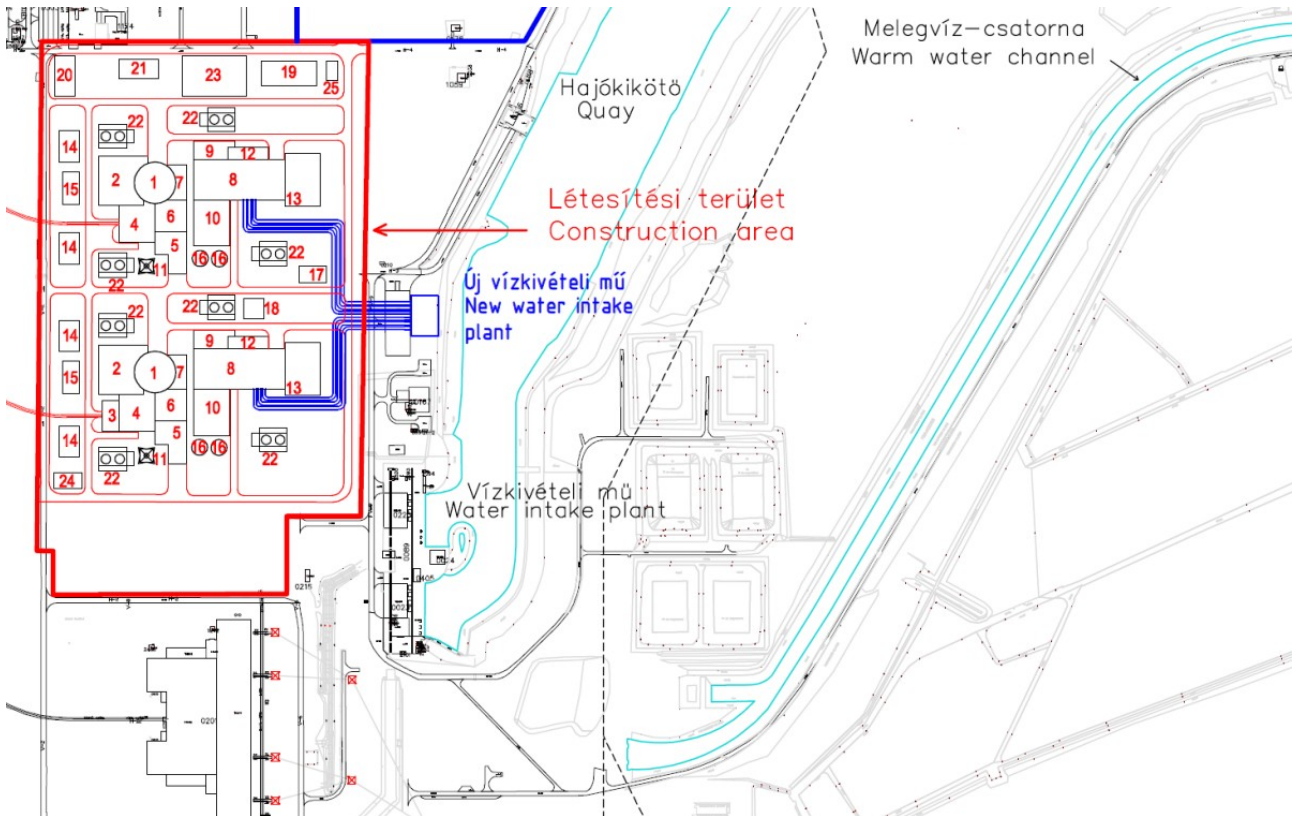
Ebben a változatban a Duna jobb partján kerülne kiépítésre a vízkivételi mű a Paksi Atomerőmű meglévő hidegvíz csatornájának torkolatától kb. 400 m-re a Duna folyásirányával szemben. A Duna-vizet a Duna partra telepített vízkivételi mű szivattyúi elemelik ki, majd szabad felszíni csatornán, szűrőkön és zárt vasbeton csatornán keresztül jut a hűtővíz a turbina gépház melletti szivattyú állomásig. Az itt elhelyezett kondenzátor hűtővíz szivattyúk áramoltatják át a hűtővizet a kondenzátoron, majd a felmelegedett hűtővíz zárt vasbeton csatornán keresztül jut el a szinttartó bukóig. A szinttartó bukó után az új blokkok felmelegedett hűtővize visszavezetésre kerül a Dunába.



5.3.1-1. ábra: Kétlépcsős frissvízhűtéses hűtőrendszer – helyszínrajz [5-3], [5-4]

### 5.3.1.1.2 Hűtővíz ellátás öblözeti vízkivételi művel

Ebben a változatban a Paksi Atomerőmű meglévő hidegvíz csatornája mellett, a meglévő vízkivételi műtől északra, kb. 150 m-re helyezkedik el az új öblözeti vízkivételi mű. A hidegvíz-csatornát a Paksi Atomerőmű és a Paks II. Atomerőmű blokkjai közösen használják. A megfelelő mennyiségű hűtővíz hidegvíz csatornán történő bevezetéséhez és a Duna folyamatos medermélyülése miatt a hidegvíz-csatorna bővítésére van szükség. A Duna-víz a vízkivételi műig a meglévő, megfelelően bővített, nyílt felszínű, földmedrű, részben kőszórással kialakított hidegvíz csatornán jut el a meglévő és az új vízkivételi műig. Az új atomerőművi blokkok hűtővíz ellátását biztosító új vízkivételi mű szivattyútelepe innen juttatja el a hűtővizet csővezetéken keresztül az új atomerőmű blokkok kondenzátoraihoz.



5.3.1-2. ábra: Öblözeti hűtővíz ellátás, vízkivétel a meglévő hidegvíz csatornából - helyszínrajz

A vizsgált hűtővíz ellátás változatok közül az utóbbi, az öblözeti hűtővíz ellátás alapvetően abban különbözik a kétlépcsős frissvízhűtéses hűtőrendszerrel, hogy e változatnál a meglévő hidegvíz-csatorna a Paksi Atomerőművel közös létesítmény. A hidegvíz-csatorna megfelelő bővítésével biztosítható a szükséges mennyiségű hűtővíz a Paksi Atomerőmű üzemelő blokkjai és Paks II. tervezett új blokkjai számára egyaránt.

### 5.3.1.1.3 Értékelés

Az öblözeti hűtővíz ellátás mind az építés, mind az üzemeltetés szempontjából kedvezőbb, mint a kétlépcsős frissvízhűtéses hűtőrendszer.

Környezetvédelmi szempontból a legkisebb önfogyasztású, legkisebb kieső villamos energiát eredményező változat a legkedvezőbb, hiszen minden önfogyasztásként elvesző villamos energiát valamilyen más erőműben kell megtermelni. A számításba vett változatok közül az öblözeti hűtővíz ellátás a kedvezőbb.

Természeti hatások szempontjából a kétlépcsős hűtővíz ellátás esetén a Duna-parti vízkivétel miatt egy keskeny sávban Natura 2000 besorolású terület érintett, ami az öblözeti hűtővíz ellátással szemben további hátrányt jelent.

Az elvégzett vizsgálatok alapján műszaki, gazdaságossági, környezetvédelmi és természetvédelmi szempontokat szem előtt tartva az öblözeti hűtővíz kiemelés és hűtővíz ellátás került kiválasztásra.

### 5.3.1.2 A felmelegedett hűtővíz elvezetésének és Dunába való bevezetésének változatai

A felmelegedett hűtővíznek (továbbiakban: melegvíz) a blokkoktól a szinttartó bukóig, majd onnan a Dunáig történő elvezetése, aztán a Dunába történő bevezetési lehetőségeinek elemzése és az egyes változatok összehasonlítása során kiemelt szempont volt a Paksi Atomerőmű üzemelő blokkjai biztonsági rendszereinek az elkerülése.

A melegvíznek a szinttartó bukótól a Dunáig történő elvezetése kapcsán a meglévő melegvíz-csatorna alkalmazása is vizsgálat alá került. Ennek eredménye alapján célszerű a meglévő melegvíz-csatorna felhasználása.

A melegvíz Dunába történő bevezetésére vizsgált lényegesebb változatok az alábbiak:

- Duna bal parti bevezetés,
- Duna hajózási úton túli bevezetés a mederfenék szinten,
- Duna jobb parti bevezetés (kiválasztott változat).

A Duna bal parti bevezetése a kedvezőtlen elkeveredési viszonyok és a többi változathoz képest jelentős beruházási költség miatt a jelenleg ismert feltételek mellett elvetésre került.

A Duna hajózási útján túli bevezetés megvalósítható, az itteni melegvíz bevezetés esetén kedvezőek az elkeveredési viszonyok, de a hajózási úton túli bevezetés néhány jelentős műszaki megoldást igényel és költséges a Duna medermélyülését kezelő műtárgy kialakítása. A jelenleg ismert feltételek mellett a hajózási úton túli bevezetés a Duna jobb parti bevezetése mellett csak kiegészítő megoldásként merülhet fel.

A melegvíz Dunába történő jobb parti bevezetésére számításba vehető és részletesen vizsgált változatok közül a lényegesebbek a következők:

- ✓ bevezetés a meglévő energiatörő műtárgyon és az új déli oldalcsatornán keresztül,
- ✓ bevezetés a meglévő energiatörő műtárgyon, valamint a melegvíz-csatornából történő északi kiágazással, új dunai bevezető műtárgyon keresztül (kiválasztott változat)

#### 5.3.1.2.1 Melegvíz bevezetés a meglévő energiatörő műtárgyon és az új melegvíz-csatornából kiágazó déli oldalcsatornán keresztül

Az új atomerőművi blokkok melegvizének a meglévő melegvíz-csatornán lévő energiatörő műtárgyon és a melegvíz-csatornából kiágazó új déli oldalcsatornán történő bevezetésére részletes vizsgálatok történtek. A meglévő melegvíz-csatorna torkolatánál és attól a Duna folyásirányában kb. 1 000 m-rel délebbre történő bevezetését az 5.3.1-1. ábra jobb oldali része mutatja. Ez a második bevezetési pont lehetőséget adna arra, hogy a melegvíz a Dunában jobban elkeveredjen és lehűljön.

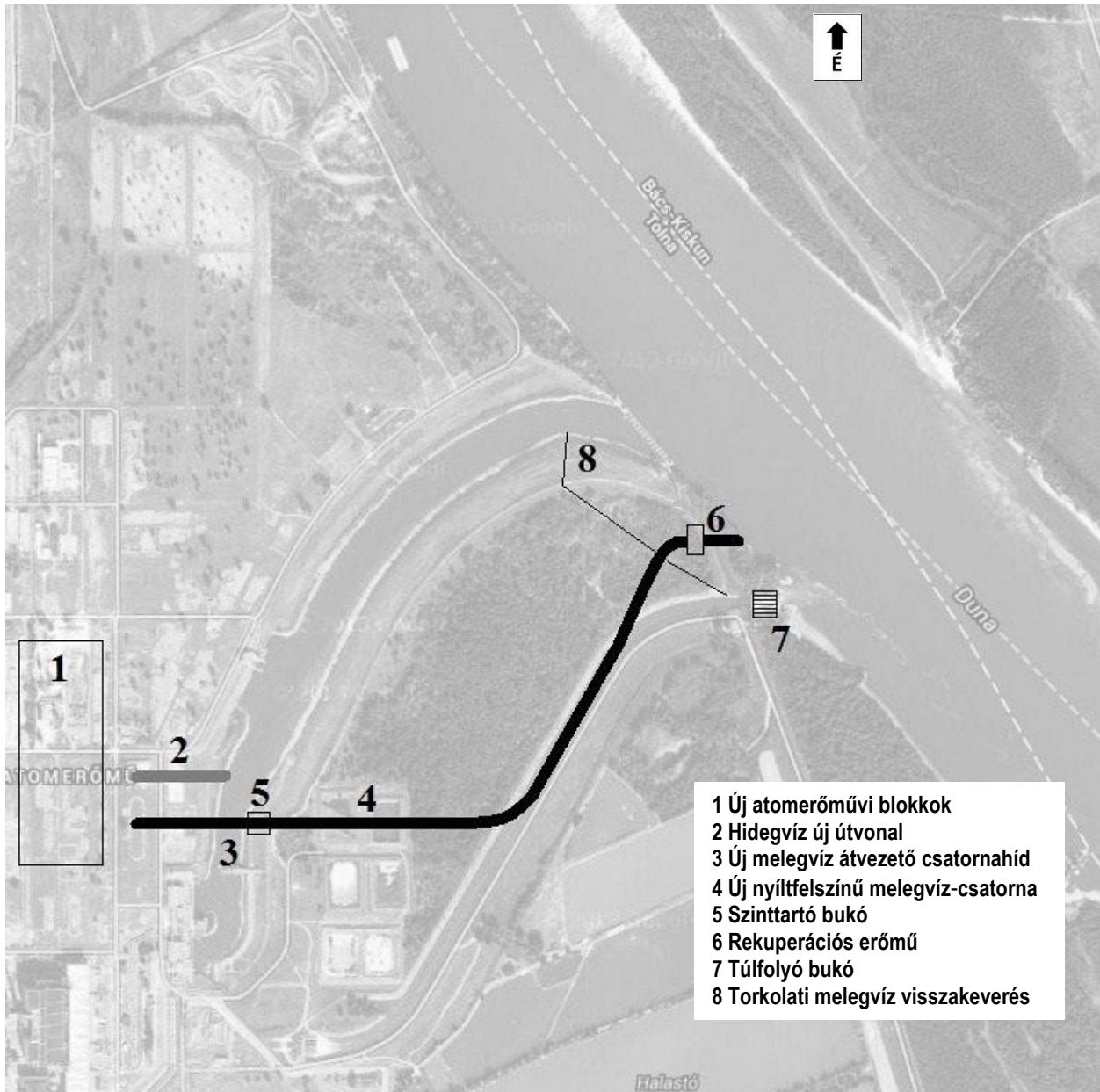
Az elkeveredés vizsgálat azonban megállapította, hogy az oldalcsatornával történő kb. 1 000 m-rel délebbi bevezetés kedvezőtlenebb elkeveredési viszonyokat teremt, mint a „kvázi egy pontú” bevezetés. Ennek legfőbb oka a Duna sodorvonalának jobb parttól a bal part irányába való távolodásában van, amely a jelenlegi bevezetési helytől a Duna folyásirányában 1 000 m-rel lejjebbi bevezetés esetében elégtelen elkeveredést eredményezne.

A jelenlegi melegvíz-csatorna torkolatától a Duna folyásirányában tovább távolodva, a Duna fokozatosan sekélyebb a jobb part mentén, a melegvíz-csatorna torkolatától fokozatosan távolodó bevezetés pedig egyre nagyobb Natura 2000 területet érintene.

A környezetvédelmi és természetvédelmi szempontokat is figyelembe vevő vizsgálatok tehát megállapították, hogy a Natura 2000 területen húzódó oldalcsatornával történő bevezetés egyáltalán nem segíti elő az 5.2.2.2 fejezetben bemutatott környezetvédelmi előírások betartását.

### 5.3.1.2.2 Melegvíz bevezetés a meglévő energiatörő műtárgyon és a melegvíz-csatornából történő északi kiágazáson keresztül

A meglévő és az új atomerőművi blokkok melegvizének a melegvíz-csatorna torkolatánál lévő energiatörő műtárgyon és a melegvíz csatornából kiágazó északi csatornán létesítendő új műtárgyon keresztül történő bevezetésével (5.3.1-3. ábra) minimalizálható a Natura 2000 területek érintettsége, ugyanakkor egy megfelelően kialakított új műtárggyal javíthatók az elkeveredési viszonyok. Ebben az új műtárggyban elhelyezhető a rekuperációs vízerőmű is, amely a vizsgálatok szerint tovább javítja a bebocsátott melegvíz Dunában történő elkeveredését.



5.3.1-3. ábra: Melegvíz visszavezetés a meglévő melegvíz-csatornát használva, a bevezetésnél elkeveredést javító új műtárggyal – helyszínrajz

### 5.3.1.2.3 **Értékelés**

Az új atomerőművi blokkok melegvizének a Dunába történő bevezetésére mind építés, mind üzemeltetés szempontjából a meglévő melegvíz-csatornából történő északi kiágazás kedvezőbb, mint a déli oldalcsatornával történő bevezetés.

Környezetvédelmi szempontból a bevezetett melegvíz jobb dunai elkeveredését biztosító változat a kedvezőbb. Ebből a szempontból az északi kiágazás lényegesen jobb, mert ezen a szakaszon jobbak az elkeveredési feltételek.

Természeti hatások szempontjából szintén az északi kiágazás kedvezőbb, mert csak egy keskeny sávban van Natura 2000 besorolású terület érintettség, ami a déli oldalcsatornával szemben számottevő előnyt jelent.

Az elvégzett vizsgálatok alapján műszaki, gazdaságossági, környezetvédelmi és természetvédelmi szempontokat szem előtt tartva a melegvíz Dunába történő bevezetésére a meglévő melegvíz-csatornából történő északi kiágazás került kiválasztásra.

Ezzel a meglévő hidegvíz-csatorna és a meglévő melegvíz-csatorna által közrezárt területen kialakított északi kiágazással, és egy új melegvíz bevezető műtárgy (pl. rekuperációs erőmű) alkalmazásával javítható a bebocsátott melegvíz Dunában történő elkeveredése, a Natura 2000 területek érintettségének minimalizálása mellett.

### 5.3.1.3 **A felmelegedett hűtővíz bebocsátása a nyári időszakban**

Nyáron, amikor a Duna-víz hőmérséklete meghaladja a 25 °C-ot és ez egybeesik a közepes dunai vízhozam alatti vízhozammal, a melegvíz bevezetést követő 500 m-es dunai szelvényre előírt  $T_{\max}=30$  °C hőmérsékleti korlát betartásához kiegészítő megoldás alkalmazása válhat szükségessé, különös tekintettel a klímaváltozás következtében időben növekvő Duna-víz háttérhőmérsékletére.

A környezetvédelmi előírások betartása érdekében megvizsgált lehetőségek a következők voltak:

- ❖ A blokk villamos teljesítményének korlátozása,
- ❖ Hideg hűtővíz bekeverése,
- ❖ Kiegészítő hűtés alkalmazása.

Az elemzések alapja a melegvíz bevezetést követő 500 m-es dunai szelvényig történő (alapvetően az elkeveredésből származó) 3 °C-os hűlés, amely így a bebocsátási pontnál 33 °C-os melegvíz hőmérsékleti maximumot enged meg.

#### 5.3.1.3.1 **A blokk villamos teljesítményének korlátozása**

Ennek a megoldásnak az alkalmazása esetén a felmelegedett hűtővíz megengedhető maximális hőmérsékletének tartása az atomerőművi blokk villamos teljesítményének korlátozásával történik. A villamos teljesítmény csökkentésével a kondenzátorban elvonandó hő mennyisége is csökken, ezáltal - azonos hűtővíz tömegáram esetén - csökken a hűtővíz felmelegedésének mértéke.

#### 5.3.1.3.2 **Hideg hűtővíz bekeverés**

Ennél a hűtési alternatívánál a felmelegedett hűtővíz megengedhető maximális hőmérsékletének tartása a hidegvíz csatornából a melegvíz-csatornába, a turbina kondenzátorokat megkerülő többlet Duna-víz bekeveréssel történik. A hidegvíz bekeveréshez szükséges többlet hűtővizet a vízkivételi műben elhelyezett többlet szivattyú biztosítja, ami a jelenleg üzemelő blokkok leállítása után a meglévő vízkivételi mű szivattyúival is helyettesíthető. A kondenzátorban felmelegedett hűtővíz és a szükséges mértékben bekevert hidegvíz a meglévő melegvíz-csatornán, és a Dunába történő bevezetési helyen elkeveredést javító, megfelelően kialakított műtárgyon keresztül jut vissza a Dunába.

#### 5.3.1.3.3 **Kiegészítő hűtés alkalmazása**

Kiegészítő hűtés alkalmazásakor a felmelegedett hűtővíz megengedhető maximális hőmérsékletének tartása a turbina kondenzátorokat elhagyó felmelegedett hűtővíz mesterséges huzatú cellás hűtőtornyon történő teljesáramú hűtésével történik. A kiegészítő hűtőn átáramoltatott mennyiség optimalizálható. A kondenzátoron átáramoltatott és a kiegészítő hűtőn lehűtött hűtővíz a meglévő melegvíz csatornán, és az elkeveredést javító megfelelően kialakított műtárgyon keresztül jut vissza a Dunába.

### 5.3.1.3.4 Értékelés

Mindegyik vizsgált kiegészítő megoldás alkalmas arra, hogy a Dunába visszajuttatott felmelegedett hűtővíz hőmérsékletét a kívánt 33 °C alatt lehessen tartani.

Paks II. visszaterhelésének korlátozó tényezője a blokkok minimálisan megengedhető részterhelése, a hidegvíz bekeverésnek a Duna minimális vízhozama mellett a Paksi Atomerőmű és Paks II. együttes hűtővíz kiemelése, a közös műtárgyak bővíthetősége, az utóhűtésnek pedig a zaj lehet a korlátja. Az alapfeltételezések mellett azonban a korlátozó tényezők műszakilag egyik változatot sem lehetetlenítik el.

A vizsgálatok azt mutatják, hogy a vázolt három megoldás műszaki, gazdaságossági és környezetvédelmi szempontokat egyaránt figyelembe véve különböző előnyöket hordoz, de a jelenlegi ismeretek szerint a blokk villamos teljesítményének átmeneti csökkentése az optimális megoldás, mind az élettartam költség számítások eredményei alapján, mind környezetvédelmi szempontból, mivel nem jelent többlet környezeti kibocsátást, sem többlet területhasználatot.

## 5.3.2 HŰTŐTORNYOS HŰTÉSI RENDSZER

A létesítendő új blokkokhoz az erőmű meglévő hidegvíz-csatornájának közelében telepített nedves hűtőtornyos hűtőrendszer alkalmazása esetén a hőkibocsátás döntően a légkörbe történik. A Dunából kiemelt, majd vegyszeres kezeléssel átesett vízzel csak a párolgási, cseppelragadási és leiszapolási veszteségek pótlását kell biztosítani. A nedves hűtőtornyos hűtési rendszer esetén a gőzturbina felületi kondenzátorán keresztül átvezetett hűtővizet visszavezetik a hűtőtornyba és a vízelosztó-esőztető rendszer segítségével oszlatják el egyenletesen a hűtőbetéteken. A hűtőbetéten kialakult vízfilm visszahűl, a vízfilmről a hűtőbetéten ellenáramban átáramló környezeti levegőbe történő párolgás hatására. A nedves hűtőbetéten való átáramlás során fellépő cseppelragadás drasztikus csökkentéséhez a korszerű nedves hűtőrendszerek mindegyikében a hűtőbetétek, illetve fűvőkák fölött elhelyezkedő cseppelválasztót alkalmaznak. A lehűtött hűtővíz a hűtőbetétről visszakerül a hűtővíz medencébe, ahonnan keringtető szivattyúk juttatják vissza a kondenzátorokhoz. A bepárlódás következtében a hűtővíz sótartalma növekszik. Ezért, a túlzott betöményedés elkerülése érdekében a hűtővíz egy részét leiszapolják, és kezelt friss vízzel pótolják. Ugyancsak pótolni kell a cseppelragadás miatt keletkező vízvesztéseket is. A nedvesített felületek sólerakódása és az algásodás elkerülése érdekében a hűtőrendszerben használt hűtővizet vegyszeres kezelésnek vetik alá, valamint az algásodás elkerülése és a kagylók megtelepedésének megakadályozása érdekében biocidokat adagolnak a hűtővízhez.

### 5.3.2.1 Hűtőtornyos hűtési alternatívák vizsgálata

A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkoknál alkalmazható hűtőtornyos hűtési lehetőségek elemzésére külön vizsgálatok készültek [5-4], [5-6], [5-7]. Az alternatívák műszaki, gazdaságossági, környezetvédelmi és társadalmi elfogadottság szempontjai szerint kerültek részletes vizsgálat alá. A vizsgálatok során a hűtőtornyos hűtési rendszereken belül az alábbi műszaki alternatívák kerültek részletesen elemzésre:

- Természetes huzatú nedves hűtőtorny (~186 m magas),
- Természetes huzatú nedves hűtőtornyos hűtés 100 m-re korlátozott hűtőtorny magassággal,
- Természetes huzatú nedves hűtőtornyos hűtés ventilátoros rásegítéssel,
- Hibrid (száraz/nedves) hűtőtornyos hűtés.

A vizsgált alternatívák legfontosabb műszaki jellemzőit az 5.3.2-1. táblázat foglalja össze 2 x 1 200 MW<sub>e</sub> teljesítményre.

2x1200 MW villamos teljesítményű blokkra	Természetes huzatú	Természetes huzatú korlátozott magassággal	Természetes huzatú ventilátoros rásegítéssel	Hibrid (száraz / nedves) hűtőtornyos hűtés
Hűtőtorny darabszám [db]	2x1	2x5	2x1	2x1
Hűtőtorny magassága [m]	186	100	70	60
Hűtőtorny alap átmérője [m]	136,5	88	150	160
Hűtőtorny torok átmérője [m]	77,5	60	95	74
Hűtőtornyok nettó területfoglalása (két blokkra) [m <sup>2</sup> ]	30 000	61 000	36 000	40 000
Hűtővíz keringtetett térfogatárama [m <sup>3</sup> /h]	2 x 136 820	2 x 5 x 27 364	2 x 136 820	2 x 136 820
Póthűtővíz [m <sup>3</sup> /h]	~ 2 x 2 900	~ 2 x 2 900	~ 2 x 2 900	~ 2 x 2 600

5.3.2-1. táblázat: A nedves hűtőtornyos hűtési rendszerek műszaki adatai

### 5.3.2.1.1 Hulladékhő kibocsátás

A szakirodalom alapján a hűtőtornyok hulladékhő és nedvesség kibocsátásának a légkörre gyakorolt hatása főleg lokális léptékben valószínűsíthető, bizonyos időjárási helyzetekben fokozódhat egyes időjárási jelenségek előfordulási valószínűsége (relatív nedvesség növekedés, látástávolság csökkenés, köd, szemerkélő eső, jegesedés, zúzvara), hatással lehetnek a felhő és csapadékképződésre (pl. havazásra), módosíthatják a záporok kialakulásának helyét és a csapadék kihullásának idejét. Hosszabb távon valamelyest befolyásolhatják a kibocsátó környezetének mikroklímáját. A jelenlegi ismereteink szerint a hűtőtornyoknak nincs globális hatása.

Az ipari terület környezetében telepített véderdő és a nagyobb biológiai aktivitású zöldfelület részben kompenzálja a hősziget hatást. Ezek a megoldások nemcsak klimatikus szempontból javasolhatók, hanem más környezeti terhelések (levegőszennyezés, zaj) csökkentésére és a látványhatások részleges kitakarására is alkalmasak. Téli helyzetekben a preventív szórás és a figyelmeztető meteorológiai előrejelzések operatív felhasználása csökkentheti a fokozott jegesedéssel járó károkat.

A hűtőtornyos hűtési rendszerek hulladékvíz kibocsátása a hűtőtorny medencéjének folyamatos leiszapolásából, valamint a póthűtővíz előkészítési technológiák hulladékvizéből származhat. A kibocsátott hulladékvizek tartalmazzák a hűtőtornyos hűtési rendszerben keringtetett hűtővíz kezeléséhez szükséges vegyszerek sóit, illetve a póthűtővíz készítéshez használt vegyszereket és regenerátumokat.

### 5.3.2.1.2 Főbb zajforrások és azok sajátosságai

#### *Párolgató betétekről lehulló víz zaja*

A nedves hűtőtornyok sajátos zajforrása a párolgató betétekről a hűtőtorny medencéjébe lehulló víz csobogása. Ennek eredő zajszintje elérheti a 90-92 dB(A)-t a hűtőtornytól 1 m távolságra, így a zajvédelmi előírások függvényében zajcsillapítás alkalmazása szükséges. A 85 dB(A) hangnyomásszint eléréséhez zajvédő fal alkalmazása elegendő.

#### *Ventilátorok zajkibocsátása*

A mesterséges huzatú megoldások esetében a lehulló víz generálta zajon felül, a hűtőtorny kialakításától függően a ventilátorok és az azokat hajtó villamos motorok is fokozhatják a hűtőtorny zajkibocsátását. Ezen hűtőtorny típusok hangnyomásszintjének 85 dB(A) csökkentéséhez kulisszás zajcsillapítókat kell beépíteni a ventilátorok légbeszívásához, amely egyben a lehulló víz zajkibocsátását is tompítja. Ezen megoldások hátránya, hogy aerodinamikai ellenállásuk növeli a ventilátorok teljesítmény igényét.

#### *Szivattyúk zajkibocsátása*

A hűtési rendszernél alkalmazott szivattyúk zajkibocsátása az iparágban szokásos mértékű, azaz jellemzően nem haladja meg a 85 dB(A) hangnyomásszintet, ennél fogva speciális zajcsillapító intézkedések nem szükségesek.

### 5.3.2.1.3 A vizsgált hűtési megoldások tájképvédelmi elemzése

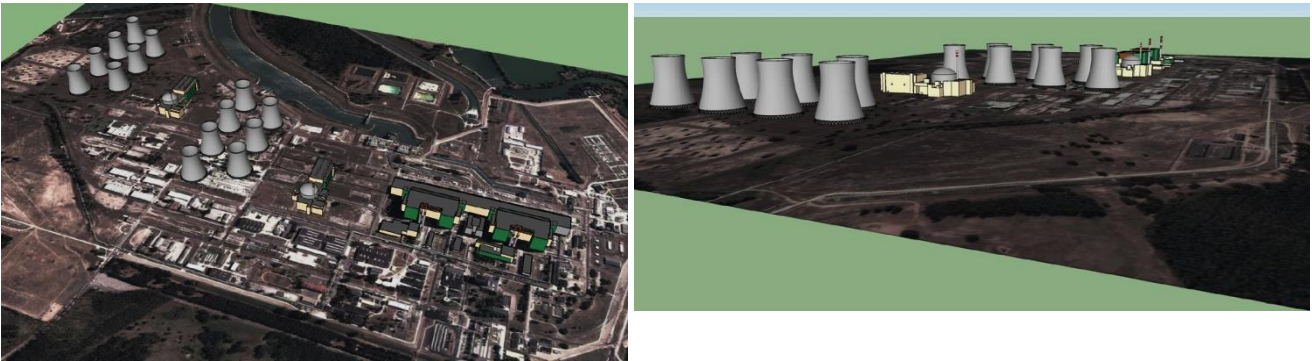
A vizsgált hűtési megoldások tájképvédelmi elemzése és tájképbe illeszthetőségének vizsgálata 2012. első félévében, az akkor vizsgált legkedvezőtlenebb esetre, a 2 x 1 600 MW-ra történt meg. Ennek megállapításai érvényesek a jelenleg vizsgált 2 x 1 200 MW esetében is, annyi eltéréssel, hogy 2 x 1 600 MW-hoz 2x7 db, 2 x 1 200 MW esetén pedig 2 x 5 db természetes huzatú nedves hűtőtorny telepítésére volna szükség.

#### *Természetes huzatú nedves hűtőtornyos hűtés*

A tájképre gyakorolt hatások tekintetében, valamint a tájba illesztés szempontjából a 2 db 186 m magas természetes huzatú nedves hűtőtorny a tájképre gyakorolt jelentős hatás miatt rendkívül aggályos, ami elmondható a 100 m magasságúra korlátozott természetes huzatú nedves hűtőtornyos hűtési változatról is.

A természetes huzatú nedves hűtőtorny tájba illesztése gyakorlatilag nem oldható meg, látványhatása a legerőteljesebb, sem hazai, sem európai példát ilyen mennyiségű és méretű építményre nem találtunk.

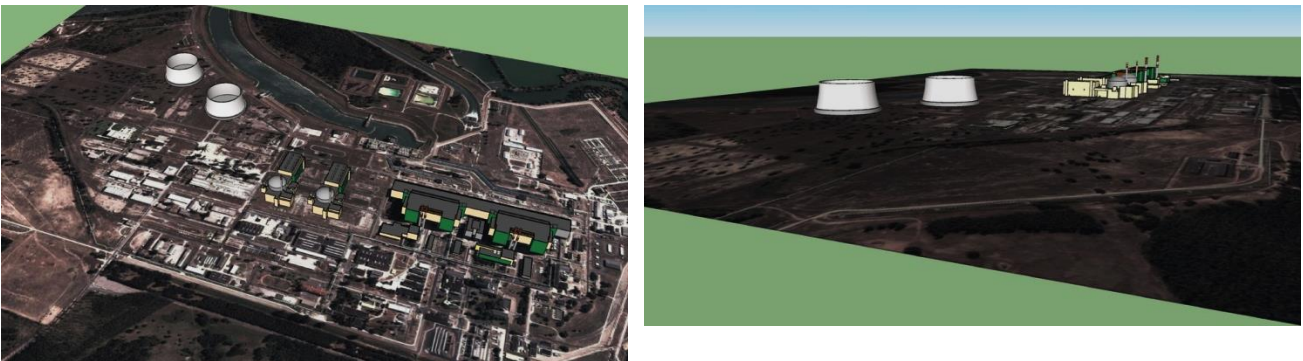
*Természetes huzatú nedves hűtőtornyos hűtés, 100 m-re korlátozott hűtőtornyos magassággal*



5.3.2-1. ábra: Természetes huzatú nedves hűtőtornyos hűtés, 100 m-re korlátozott magassággal - látványterv (madártávlat és oldalnézet)

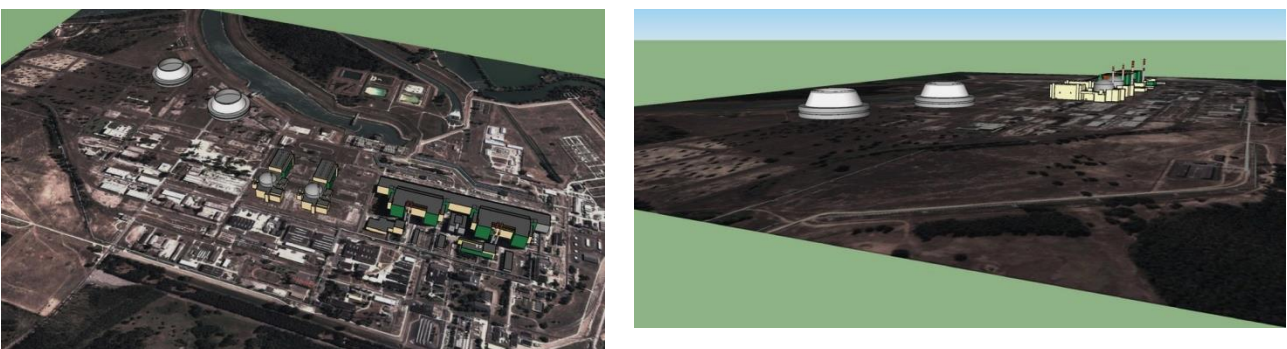
A 2-2 db természetesen huzatú nedves hűtőtornyos hűtés ventilátoros rásegítéssel és a hibrid nedves hűtőtornyos hűtés ventilátoros rásegítéssel tájba illeszthető, nem mutatnak számottevő eltérést. A némileg alacsonyabb méretű hibrid hűtőtornyos hűtés esetében a párafelhő korlátozottabb láthatósága előnyösebb, viszont nagyobb a területfoglalása.

*Természetes huzatú nedves hűtőtornyos hűtés ventilátoros rásegítéssel*



5.3.2-2. ábra: Természetes huzatú nedves hűtőtornyos hűtés ventilátoros rásegítéssel - látványterv (madártávlat és oldalnézet)

*Hibrid (száraz/nedves) hűtőtornyos hűtés*



5.3.2-3. ábra: Hibrid hűtőtornyos hűtés ventilátoros rásegítéssel változat - látványterv (madártávlat és oldalnézet)



### 5.3.3 A LEHETSÉGES HŰTÉSI RENDSZEREK KÖLTSÉG-HASZON ELEMZÉSE

Az előző fejezetekben bemutatott frissvizes és hűtőtornyos hűtések között a választást költség-haszon elemzéssel szükséges alátámasztani, melynek célja a kiválasztott legjobb környezeti megoldás alátámasztása. A költség-haszon elemzés során a társadalmi és gazdasági hasznok és költségek számbavétele történik meg. A hasznok és költségek közgazdasági módszerekkel elemezhetők, értelmezhetők, ezek alapján történhet meg az optimális döntési változat kiválasztása, amely a célt is magába foglalja.

A frissvizes hűtési megoldáson belül a felmelegedett hűtővíz bebocsátására vonatkozó optimális megoldást költség-hatékonyság elemzés alkalmazásával kell kiválasztani, mert a különböző megoldások azonos társadalmi hasznot jelentenek. A költség-hatékonyság elemzés módszerének eredményei alapján kiválasztható egy adott cél elérésére alkalmazandó legkisebb költségű megoldás.

#### 5.3.3.1 A frissvizes és hűtőtornyos hűtési módok költség-haszon elemzése

Frissvizes hűtés esetén a Dunából kiemelt víz kondenzátoron történő átáramoltatásával vonják el a szükséges hőt, míg hűtőtornyos hűtés esetén a kondenzátorban felmelegedett hűtővizet visszavezetik a hűtőtornyhoz és fűvókák segítségével oszlatják el egyenletesen a nedves hűtőbetéteken. Ezt követően a kialakult vízfilm visszahűl a hűtőbetéten ellenáramban átáramló környezeti levegő hatására.

A két változat beruházási és üzemeltetési (működési) költségei becsülhetők, viszont a társadalmi-gazdasági és környezeti hatások becslése nehézkes, a haszon nehezen számszerűsíthető. Ezért mindkét változatnál olyan műszaki megoldások kerültek kiválasztásra, amelyekkel lehetőleg azonos mértékűek a kockázatok és egyaránt betarthatók a hatályos környezetvédelmi előírások. Bár a környezeti hatások eltérő jellegűek, de jelenlegi ismeretek szerint a társadalmi hatások egyezőnek vehetők. Ennek alapján hasonló kockázati szint, és betartható előírások mellett a két változat közül a legkisebb költségű megoldás kiválasztható.

A frissvizes hűtés összehasonlító elemzését tartalmazza az alábbi táblázat:

	Előnyös/hasznos tényezők	Hátrányos/költséges tényezők
Belső tényezők	<p>Erősségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A frissvizes hűtés változatok életciklus költsége alacsonyabb a hűtőtornyos változatokhoz képest (az egyes alternatívák és a diszkontráta függvényében)</li> <li>- Nincs vagy csak minimális a vegyszer szükséglet</li> <li>- A hűtőtornyos változatoknál jelentkező vegyszerköltséggel összemérhető vízkészlet járuléka az államháztartás bevétele</li> <li>- A napi hőmérsékletingadozás miatt a villamosenergia-termelés napon belül periodikus változása minimális</li> <li>- Magasabb körfolyamat hatásfok és kinyerhető villamos energia</li> <li>- A meglévő blokkokhoz hasonló technológia miatt rendelkezésre álló üzemeltetési tapasztalat</li> </ul>	<p>Gyengeségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A felmelegedett hűtővíz megengedhető maximális hőmérséklet korlát – évenkénti néhány száz órá – túllépése miatt kiegészítő megoldás, vagy beavatkozás szükséges</li> <li>- Frissvizes hűtés változatok beruházási költségével összemérhető vízkészlet járuléka</li> <li>- A vízkészlet járuléka 50%-a az építkezés alatt már évente fizetendő</li> </ul>
Külső tényezők	<p>Lehetőségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A Duna vízhőmérséklet lassú változása és szezonális jellege miatt a karbantartások ütemezhetők a teljesítménykorlátozás várható időszakára</li> <li>- A Duna vízhőmérséklet lassú változása miatt a villamos teljesítmény kiesés hosszabb távra tervezhető, mint a hűtőtornyos változatokban</li> <li>- A hűtőtornyos változatokhoz képest lényegesen magasabb társadalmi elfogadottság várható a kedvezőbb tájba illeszkedés és a párafelhő megjelenésének elmaradása miatt</li> <li>- A frissvízhűtés technológiájából adódóan elkerülhető a téli időszakban pára kibocsátásból keletkező jegesedés, amely károkat okozhat az épített környezetben és veszélyeket rejt a környezet számára</li> <li>- A hűtőtornyokhoz képest az ugyanolyan fokú földrengésállóságra való méretezése jóval alacsonyabb költséggel jár.</li> <li>- Frissvizes hűtésnél magasabb lehet a hazai beszállítás részaránya</li> </ul>	<p>Veszélyek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jogszabályi környezet változása miatt változhat a maximálisan megengedhető felmelegedett hűtővíz hőmérséklet, ebből később járulékos beruházások következhetnek</li> <li>- Vízkészlet járuléka változása jelentősen növelheti az üzemeltetési költséget</li> <li>- Duna medermélyülés előre nem prognosztizált változása hatással lehet az üzemelésre</li> </ul>

5.3.3-1. táblázat: Frissvizes hűtés összehasonlító elemzése

### 5.3.3.2 A felmelegedett hűtővíz nyári időszakban történő bebocsátására vonatkozó költség-hatékonyság elemzés

A frissvizetes hűtésen belül kiegészítő megoldások szükségesek annak érdekében, hogy a bebocsátott melegvíz elkeveredése után az 500 m-es szelvényben tartható legyen a 30°C-os hőmérséklet. A három változatban azonos a cél, azaz a Dunában történő elkeveredés utáni hőmérsékletre vonatkozó előírás betartása, ezzel azonos a Dunára való környezeti hatás. Az elkeveredésre vonatkozó 3D modellezés eredményeként a cél eléréséhez 33°C-os bebocsátási hőmérsékletre tartozó megoldások kerültek összehasonlításra. Különbség tehát a cél elérését jelentő műszaki megoldásokban van. A blokk villamos teljesítményének korlátozása, a hideg hűtővíz bekeverés és a kiegészítő hűtés alkalmazása került figyelembe vételre, ezeket az eseteket egymással hasonlítottuk össze. Először a blokkok villamos teljesítményének korlátozását, majd a hideg hűtővíz bekeverését és végül a kiegészítő hűtés alkalmazását hasonlítottuk a másik két alternatív megoldáshoz.

#### 5.3.3.2.1 Frissvizetes hűtés a blokkok villamos teljesítményének korlátozásával

A frissvizetes hűtés teljesítménykorlátozással hűtési alternatívánál a felmelegedett hűtővíz bebocsátási ponton megengedhető maximális hőmérsékletének tartása az erőművi blokkok teljesítményének korlátozásával történik.

	Előnyös/hasznos tényezők	Hátrányos/ költséges tényezők
Belső tényezők	<p>Erősségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vizsgált hűtési alternatívák közül a legalacsonyabb beruházási költségű megoldás</li> <li>- Nincs többlet területigény</li> <li>- Nincs szükség vegyszer-adagolásra</li> <li>- Nincs többlet zajhatás</li> <li>- Nincs többlet Duna-víz kiemelés</li> </ul>	<p>Gyengeségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Általában egybeesik a magas villamosenergia-igény (légkondicionálás) és teljesítménykorlátozás időszaka (magas Duna víz hőmérséklet)</li> <li>- Frissvizetes hűtés kiegészítő megoldások közül ebben a változatban függ leginkább az erőmű teljesítménye az időjárástól (Duna víz hőmérséklettől)</li> <li>- Frissvizetes hűtés kiegészítő megoldások változatok közül ebben a változatban legnagyobb a kieső villamos energia</li> <li>- Számottevően alacsonyabb bebocsátási hőmérséklet nem érhető el a megoldás önálló alkalmazásával</li> </ul>
Külső tényezők	<p>Lehetőségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nincs új típusú környezeti hatás (az eddighez hasonló tájkép, zaj- és hőterhelés hatás lép fel az új blokkok járulékos hatásának megfelelő mértékben)</li> <li>- Legkisebb hatás az épített környezetre</li> <li>- A Duna vízhőmérséklet lassú változása és szezonális jellege miatt a karbantartások nagymértékben ütemezhetők a teljesítménykorlátozás várható időszakára</li> </ul>	<p>Veszélyek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A kritikus időszakokban blokkonként átlagosan kb. 150-500 MW<sub>e</sub> teljesítménykorlátozás miatt kieső villamos energia</li> </ul>

5.3.3-2. táblázat: Frissvizetes hűtés teljesítménykorlátozással

### 5.3.3.2 Frissvizes hűtés hideg hűtővíz bekeveréssel

A hideg hűtővíz bekeverés hűtési alternatívánál a felmelegedett hűtővíz megengedhető maximális hőmérsékletének tartása a hidegvíz-csatornából a melegvíz-csatornába, a turbina kondenzátorokat megkerülő többlet Duna-víz bekeveréssel történik.

	Előnyös/hasznos tényezők	Hátrányos/ költséges tényezők
Belső tényezők	<p>Erősségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A kiegészítő hűtés változatok képest lényegesen kisebb területigényű</li> <li>- Frissvizes hűtés változatok közül ebben a változatban leginkább függetleníthető az erőmű teljesítménye az időjárástól (Duna vízhőmérséklettől)</li> <li>- Nincs szükség vegyszeradagolásra</li> <li>- Minimális többlet zajhatás az erőmű üzemi területén</li> </ul>	<p>Gyengeségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frissvizes hűtés változatokhoz képest többlet Duna-víz kiemelés</li> <li>- Többlet vízkivétel vízjogi engedélyezése szükséges</li> <li>- Többlet vízkészlet járulékos</li> <li>- Számottevően alacsonyabb bebocsátási hőmérséklet nem érhető el a megoldás önálló alkalmazásával</li> </ul>
Külső tényezők	<p>Lehetőségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nincs új típusú környezeti hatás (az eddighez hasonló tájkép, zaj és hőterhelés hatás lép fel az új blokkok járulékos hatásának megfelelő mértékben)</li> </ul>	<p>Veszélyek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ezt a kiegészítő megoldást önállóan alkalmazva, az üzemelő és az új blokkok összesített vízkivétele megközelítheti a 300 m<sup>3</sup>/s Duna vízhozamot</li> </ul>

5.3.3-3. táblázat: Frissvizes hűtés hidegvíz bekeveréssel elemzés

### 5.3.3.2.3 Frissvizes hűtés kiegészítő hűtéssel

Kiegészítő hűtés alkalmazásakor a felmelegedett hűtővíz megengedhető maximális hőmérsékletének tartása a turbina kondenzátorokat elhagyó felmelegedett hűtővíz mesterséges huzatú cellás hűtőtornyon történő hűtésével történik.

Frissvizes hűtés kiegészítő hűtéssel elemzés

	Előnyös/hasznos tényezők	Hátrányos/ költséges tényezők
Belső tényezők	<p>Erősségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nincs többlet Duna-víz kiemelés</li> <li>- Működése független a Duna vízszinttől</li> </ul>	<p>Gyengeségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frissvizes hűtés változatok közül a legmagasabb beruházási költségű</li> <li>- Az egyéb frissvizes hűtés változatokhoz képest időszakosan vegyszer-adagolásra (biocid) van szükség</li> <li>- Időszakosan jelentős zajhatás az erőmű üzemi területén</li> </ul>
Külső tényezők	<p>Lehetőségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rugalmasan illeszthető (bővíthető) a szigorodó bebocsátási határértékek hatálybalépése esetén is</li> <li>- Moduláris telepíthetőségének köszönhetően a klímaváltozás hatásait tetszőleges mértékben lekezeli</li> <li>- A hűtőtornyos változatokhoz képest nincs jegesedési probléma</li> </ul>	<p>Veszélyek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A frissvizes hűtés változatok közül a legjelentősebb hatás az épített környezetre</li> <li>- Valószínű látható pára kibocsátás, de mértéke kicsi, ugyanis a kiegészítő hűtés időszaka a legmelegebb időszakokra esik</li> </ul>

5.3.3-4. táblázat: Frissvizes hűtés kiegészítő hűtéssel elemzés

A fenti elemzések alapján a legkisebb élettartam költségű és legnagyobb társadalmi hasznot, legkisebb környezeti hatást jelentő változat jelenleg a blokkok villamos teljesítményének korlátozása, ezért a magvalósítás során ez kerül figyelembe vételre, azonban ez nem zárja ki a későbbiekben kiegészítő megoldások alkalmazását.

Az atomerőművi blokkok üzeme során a villamos energia ár, a Duna mindenkor maximális vízhőmérsékletének és a beruházási költségek változásának függvényében aktualizálható a költség-hatékonyság elemzés, amely alapján kiválasztható a legkedvezőbb kiegészítő megoldás.

## 5.3.4 ÉRTÉKELÉS

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy mind a nedves hűtőtornyos, mind a frissvizes hűtési rendszer megvalósítható, megfelelő műszaki megoldások alkalmazásával a jelenlegi környezetvédelmi előírások betarthatók, az egyes változatoknál figyelembe vehető kockázatok kezelhetők és az egyes megoldások gazdaságossági szempontból rangsorolhatók.

Műszaki szempontból a frissvizes hűtési rendszer alkalmazásával a tervezett új atomerőművi blokkok hatásfoka és a kinyerhető villamos energia magasabb, mint a hűtőtornyos változatban. További előnyt jelent a meglévő blokkokhoz hasonló frissvizes hűtési rendszer alkalmazása a rendelkezésre álló üzemeltetési tapasztalat miatt is.

A hűtőtornyot elhagyó pára téli időszakban történő jegesedése károkat okozhat az épített környezetben és veszélyeket rejt a környezet számára.

Kivitelezés szempontjából a frissvizes hűtési rendszer lényegében olyan műtárgyából épül fel, amelyekre van hazai építési és kivitelezési tapasztalat. Ilyen méretű nedves hűtőtornyos hűtési rendszer természetes huzatú technológiával nem létesült még Magyarországon.

Környezetvédelmi szempontból a frissvizes hűtési rendszernek nincs, vagy minimális a vegyszer felhasználása, ezzel szemben a hűtőtornyos hűtési rendszernek számottevő a vegyszerfelhasználása a póthűtővíz előállításához és a hűtési rendszerben keringtetett hűtővíz vegyszeres kondicionálásához.

Természeti hatások szempontjából a hűtőtornyos hűtési rendszer hűtőtornyainak tájképbe illeszkedése még korlátozott magassággal sem kedvezőbb a nagyobb darabszám miatt. A ventilátoros rásegítésű hűtőtornyos változatok zajterhelése, valamint beruházási és üzemeltetési költsége lényegesen magasabb.

Gazdaságossági szempontból megállapítható, hogy a hűtőtornyos hűtési rendszer teljes élettartam alatti költsége magasabb a frissvizes hűtéshez képest.

Az elvégzett vizsgálatok eredményeként – a meglévő négy blokknál jelenleg alkalmazotthoz hasonlóan – frissvizes hűtési rendszer került kiválasztásra. [5-7]

## 5.4 IRODALOMJEGYZÉK

- [5-1] IAEA Nuclear Energy Series: Efficient Water Management in Water Cooled Reactors (No. NP-T-2.6), IAEA, Bécs, 2012.
- [5-2] Development of Environmental Impact Assessment Related Requirements for NPP Projects Report of Environmental Impact Assessment Co-ordination Group of EUR, Date of issue of this report: 28/06/2011
- [5-3] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2012.10.05.
- [5-4] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. A Paksi Atomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata, Döntés előkészítő tanulmány, III. kötet, PÖYRY ERŐTERV ZRt, Budapest, 2011.05.04.
- [5-5] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőművi blokkok hűtési alternatíváinak összehasonlító vizsgálata, MVM ERBE Zrt, 2012. július.
- [5-6] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. A Paksi Atomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata, Döntés előkészítő tanulmány, I. kötet, GEA EGI Energiagazdálkodási Zrt, Budapest, 2011.05.04.
- [5-7] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőművi blokkokhoz kapcsolódó, tájképbe illeszthető hűtőtornyos hűtési alternatívák részletes vizsgálata, MVM ERBE Zrt, 2012. június

## 6 A PAKSI TELEPHELYRE TERVEZETT PAKS II. ATOMERŐMŰ JELLEMZŐI, ALAPADATAI

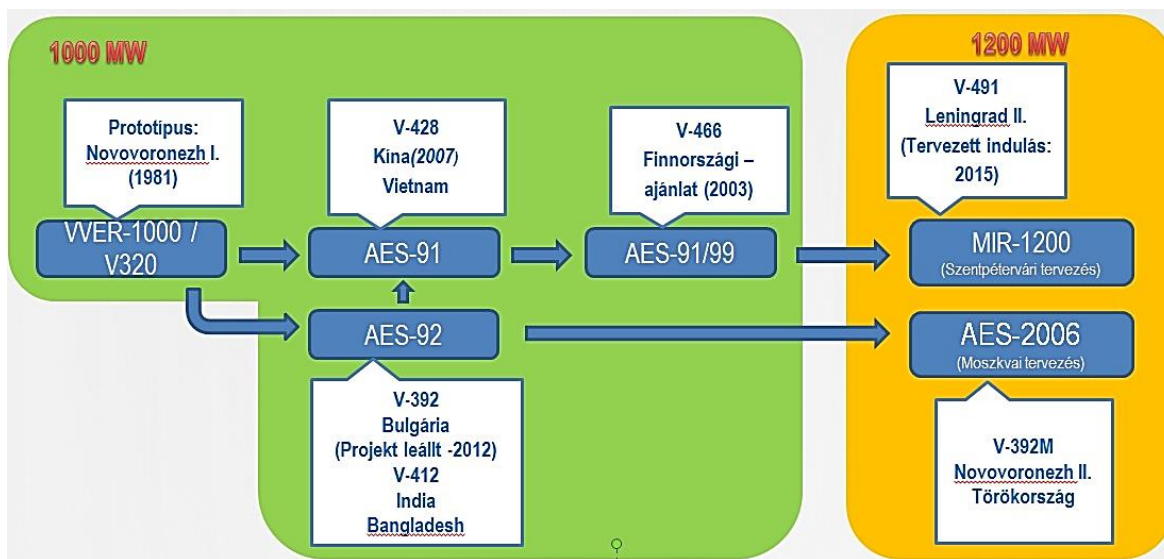
### 6.1 AZ OROSZ VVER BLOKKOK FEJLŐDÉSE

Az orosz gyártó ma elérhető III+ generációs blokk típusa a VVER-1200.

A blokk 3200 MW termikus és bruttó 1200 MW villamos teljesítményű, emellett 300 MW távhő kapacitással rendelkezik.

A VVER-1200 a VVER-1000 blokk továbbfejlesztett változata, hosszabb tervezett üzemidővel (60 év), nagyobb beépített teljesítménnyel és magasabb termikus hatásokkal.

A blokknak több változata is elérhető, a típusok közti eltérést a különböző főtervezőjük által megtervezett különböző filozófiájú biztonsági rendszerek okozzák (MIR-1200 – szentpétervári tervezés, AES-2006 – moszkvai tervezés).



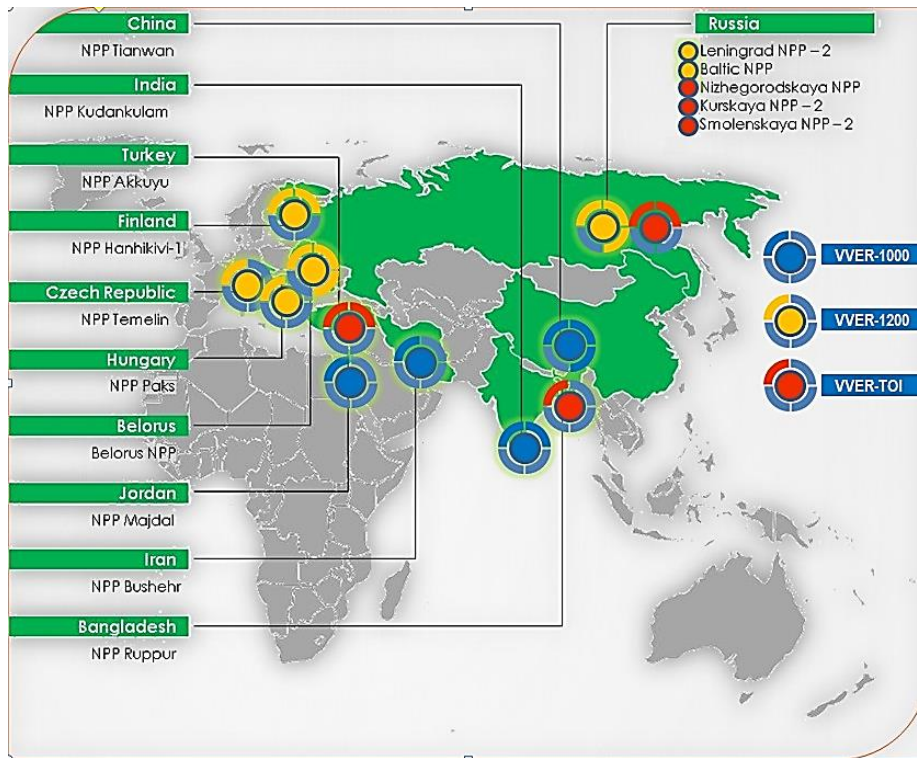
6.1-1. ábra: Az orosz VVER blokkok evolúciója [6-1]

A VVER-1200 blokkon alapvetően a gazdaságosság (egységteljesítmény, hatások) és a rendelkezésre állás javítása (pl. 92 %-os teljesítmény kihasználási tényező, 60 év üzemidő elérése) irányában történtek fejlesztések.

A biztonsági változtatások mellett megtörtént a főkeringető szivattyúk működésének javítása (az olajkenés kiiktatásával), új, kiegészítő mérget<sup>7</sup> tartalmazó üzemanyag bevezetése, a gőzfejlesztők megbízhatóságának javítása. Az újonnan épített blokkokban integrált, digitális alapú irányítástechnikát alkalmaznak. A gőzturbina normál fordulátú (3 000 1/min), de tervezik lassú fordulátú (1 500 1/min) gépek alkalmazását is.

A nemzetközileg általánosan elfogadott biztonsági normák, valamint az EUR javaslatok következetes alkalmazásával a VVER-1200-as blokkot lényegében az AP1000 és az EPR színvonalára emelték. Ezt igazolja, hogy a VVER-1200 típust az EUR szervezet minősítette és megfelelőnek találta.

<sup>7</sup> A reaktormérgek azok az elemek, amelyek elnyelik a neutronokat (ezáltal csökkentve a sokszorozási tényezőt), anélkül hogy hozzájárulnának a láncreakcióhoz.



6.1-2. ábra: Építés alatt lévő és tervezett orosz VVER blokkok [6-1]

Telephely	Reaktor típus	MW <sub>e</sub>	Állapot	Termelési üzem kezdete
Novovoronyezs II-1	VVER-1200/V-392M	1200	Építés alatt 6/08	2014
Rostov 3	VVER-1000/V-320	1100	Építés alatt 1983, újratekve 9/09	2014
Leningrad II-1	VVER-1200/V-491	1200	Építés alatt 10/08	2016
Novovoronyezs II-2	VVER-1200/V-392M	1200	Építés alatt 7/09	2015
Leningrad II-2	VVER-1200/V-491	1200	Építés alatt 4/10	2018
Baltic 1 (Kaliningrad)	VVER-1200/V-491	1194	Építés alatt 4/12, felfüggesztve 6/13-6/14	2017 (csúszás)

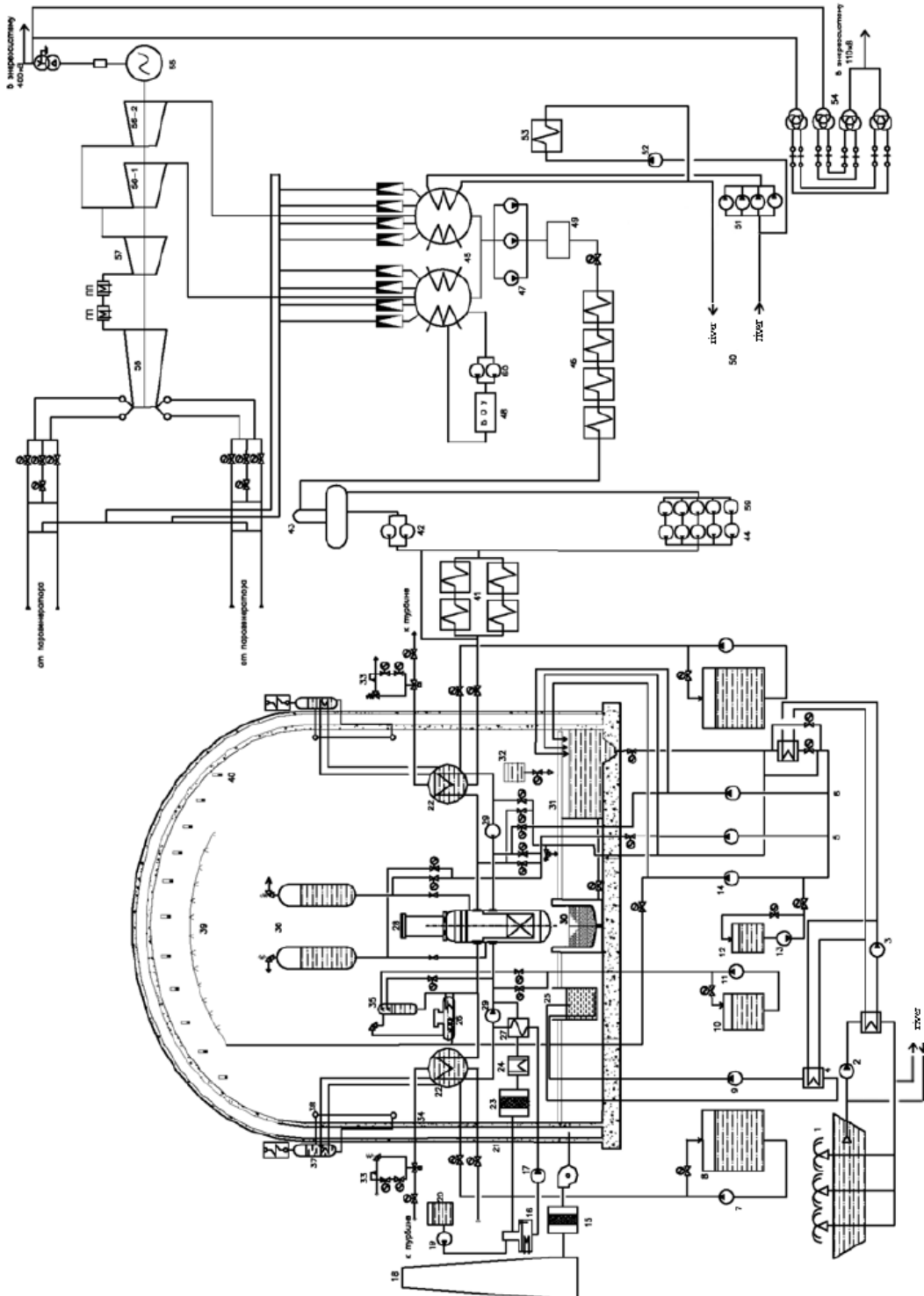
6.1-1. táblázat: Építés alatt lévő orosz blokkok [6-2]

Két-két VVER-1200 típusú blokk épül az Oroszországi Föderációban, a Leningrádi Atomerőműben (Szosznovij Bor), valamint a Novovoronyezsi Atomerőműben, üzembe állásuk 2018-2019 körül várható.

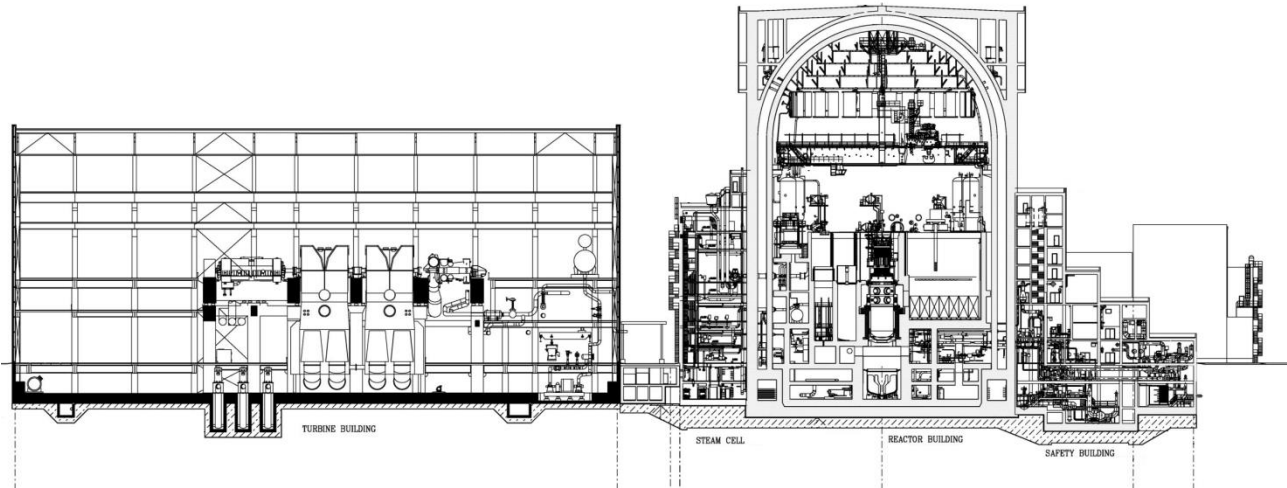
Oroszországi Föderációban a VVER-1200 blokk típussal tervezik a nukleáris kapacitás jelentős bővítését, a tervek szerint 2020-ig 20 000 MWe kapacitást (17 db blokkot) építenek.

Telephely	Reaktor típus	MW <sub>e</sub>	Állapot	Termelési üzem kezdete
Leningrad II-3	VVER-1200/V-491	1200	Tervezeten: 2015	2021
Leningrad II-4	VVER-1200/V-491	1200	Tervezeten: 2016	2022
Kursk II-1	VVER-1200/V-510	1300	Tervezeten: 2015	12/2020
Kursk II-2	VVER-1200/V-510	1300	Tervezeten: 2016	12/2021
Smolensk II-1	VVER-1200/V-510	1200	Tervezeten: 2016	2022
Smolensk II-2	VVER-1200/V-510	1200	Tervezeten: 2017	2023

6.1-2. táblázat: Tervezés szakaszban levő projektek [6-2]



6.1-3. ábra: VVER-1200 típusú blokk sematikus ábrája [6-3]



6.1-4. ábra: A VVER-1200 blokk hosszmetsete [6-3]

## 6.2 A PAKSI TELEPHELYRE TERVEZETT OROSZ BLOKKOK JELLEMZŐI

### 6.2.1 FŐBB TECHNIKAI PARAMÉTEREK

A VVER-1200-as blokkok főbb technikai paramétereit a 6.2.1-1. táblázat tartalmazza:

Reaktor hőteljesítmény	3 200 MW <sub>th</sub>
Kiadható nettó teljesítmény (függ a választott szekunderkörü technológiáktól)	1113 MW <sub>e</sub>
Üzemidő	60 év
Tervezett teljesítmény kihasználási tényező	>90 %
Tervezett főjavítás miatti éves kiesés	20 nap
Önfogyasztás	7,1 %
Felhasználható üzemanyag típusa	UO <sub>2</sub>
Üzemanyagciklus egy kazetta reaktorban eltöltött ideje	54 hónap (3 x 18 hónap)
Kampányhossz	18 hónap
Üzemanyag szükséglet	40,58 t UO <sub>2</sub> / 18 hónap
Fűtőelem szükséglet (üzemanyag + kazetta)	56,4 t / 18 hónap
Friss kazetták száma átrakáskor (egyensúlyi)	76 db
Friss kazetták átlagdúsítása	4,95% ( <sup>235</sup> U)
Átlagos kiégés az üzemanyag kazettában	47,5 MWnap / kgU
Szabályozhatóság	50 %-100 % között, évi max. 250 db
Hurkok és főkeringtető szivattyúk (FKSZ) száma	4, 4 FKSZ
Primerköri nyomás	162 bar
Reaktor belépő / kilépő hőmérséklet	298,2 / 328,9 °C
Gőzfejlesztő	4 db, vízszintes
Gőzfejlesztő kilépő nyomás	62,7 bar
Primer köri hűtőközeg össztérfogatárama	86 000 m <sup>3</sup> /h

6.2.1-1. táblázat: A VVER-1200 blokk típus fontosabb műszaki jellemzői [6-4], [6-5], [6-6]

A rendelkezésre álló információk alapján a létesülő reaktorok kampányhossza a teljesítményüzem kezdetekor 12 hónap, aztán várhatóan 18 hónap lesz, a későbbiekben pedig a megfelelően beállított tervezési és technológiai feltételek meglétekor 24 hónap is lehet. Jelen tanulmány 18 hónapos kampányhosszt vesz figyelembe.



## 6.2.2 BIZTONSÁGI CÉLOK ÉS TERVEZÉSI MEGOLDÁSOK

Elérni kívánt biztonsági cél	A cél eléréséhez alkalmazott tervezési megoldás vagy következménycsökkentő eljárás
A tervezési alap kiterjesztéséhez tartozó üzemzavarok kezelése	– Kettősfalú konténment – Lehűtőrendszer – Konténment hűtőrendszer – Hidrogén rekombinátorok – Zónafogó csapda
Korai konténment meghibásodáshoz vezető nagynyomású folyamatok megelőzése	– Nyomáscsökkentő szelepek –Hűtőrendszer
A keletkezett hidrogén kezelése	– Rekombinátorok
Zónaolvadék stabilizálása és hűtése	– Zónafogó csapda
Konténment nyomáscsökkentés	– Nagyfelületű hűtők (0–24 óra között) – Mobil berendezések (24–72 óra között)

6.2.2-1. táblázat: A cél eléréséhez alkalmazott tervezési megoldások vagy következménycsökkentő eljárások [6-4], [6-5]

A blokk nukleáris rendszerei kettősfalú konténmentben helyezkednek el. A belsőfal biztosítja a konténment hermetikus zárását, míg a külső fal a külső behatásoktól (pl. repülőgép becsapódás) védi a hermetikus teret. A konténment alsó része zónaolvadék csapdaként működik.

Az egyenként 100 %-os kapacitással rendelkező biztonsági rendszereket négy egymástól független csatornába rendezték. Mindegyik biztonsági csatorna energiabetáplálását egy-egy 7,5 MW teljesítményű dízelgenerátor biztosítja.

Üzemzavari esetekben a reaktor és a primerkör hűtését biztosító rendszerek mellett rendelkezésre áll 4 db nagynyomású hidroakkumulátor is, amelyek feladata operátori beavatkozás nélkül az aktív zóna vízzel fedett állapotban tartása nagy primerköri hőhordozó-vesztéssel járó üzemzavarok kezdeti időszakában, míg a zóna üzemzavari hűtőrendszerek (ZÜHR) aktív rendszerei el nem látják feladatukat.

## 6.3 ÜZEMANYAG

A paksi telephelyre tervezett új atomerőművi blokkok tervezett üzemanyaga dúsított urán-dioxid.

Az üzemanyag telephelyre szállítása a vonatkozó jogszabályoknak megfelelő konténerekben, alapesetben vasúton fog történni.

Az első üzemanyag töltetet a kereskedelmi üzem kezdete előtt kb. 1-1,5 évvel szállítják a telephelyre. A kiégett üzemanyag pótlásához (átrakáshoz) szükséges friss üzemanyag az üzemanyag ciklushoz és az átrakás időpontjához illetve ütemezetten, 18 hónaponként kerül beszállításra a tervezett 60 éves üzemidő alatt. Stratégiai készletként blokkonként két átrakásnak megfelelő mennyiségű friss üzemanyag kerül raktározásra a telephelyen.

A kiégett fűtőelem-kazetták a reaktorból történő eltávolítást követően a pihentető medencébe kerülnek, ahol biztosított a remanens hő eltávolítása, míg annak mértéke le nem csökken arra az értékre, hogy a fűtőelem száraz átmeneti tárolásra alkalmas legyen. A pihentető medencében a fűtőelem-kazetta maximum 10 évet tölthet el.

A pihentető medencében történő tárolást követően a kiégett fűtőelemek átmeneti tárolásra kerülnek. Erre jelenleg két lehetőség áll rendelkezésre:

- a használt fűtőelem-kazettákat az Oroszországi Föderáció területére szállítják ideiglenes technológiai tárolás vagy technológiai tárolás és reprocessálás céljából. A használt fűtőelem-kazettákat, vagy reprocessálás esetén a nukleáris hulladékot Oroszországi Föderáció területén tárolják ugyanannyi időn keresztül, amely időtartamot a 7. cikk 1. bekezdésében említett megállapodás (szerződés) előír a nukleáris fűtőanyag ellátásra (20 év), ezt követően visszaszállítják Magyarországra
- a használt fűtőelem-kazetták hazai átmeneti tárolása.

Az új blokkok tervezett üzemidejét és az államközi szerződésben rögzített időtartamokat tekintve a kiégett üzemanyag-kazetták átmeneti tárolására a **hazai átmeneti tárolást** vesszük figyelembe, a blokkok telephelyén vagy annak közvetlen szomszédságában. Az átmeneti tárolás addig tart, míg a kazetták közvetlen végleges elhelyezése, vagy a kazetták reprocessálásából származó nagy aktivitású hulladékok hazai végleges elhelyezése nem biztosított.

Az átmeneti tárolást követően a kiégett fűtőelem-kazetták közvetlen hazai végleges elhelyezésével számolunk, tekintettel a következőkre:

- az Atv. szerint a Magyarországon keletkezett hulladék külföldi végleges elhelyezése esetére előírt feltételek egyike – miszerint radioaktív hulladék-tárolójának üzemeltetését a szállítandó radioaktív hulladékokra engedélyezték, már a szállítást megelőzően is üzemeltették – jelenleg nem teljesül
- a tervezett üzemidő hossza miatt az egyéb lehetőségek hosszú távú megvalósíthatósága megkérdőjelezhető, jelentős kockázataik vannak

A fent vázolt üzemanyag beszerzési és kiégett üzemanyag elhelyezési stratégia esetén a 6.3-1. táblázat szerinti friss és kiégett üzemanyag lesz a telephelyen 1 200 MW<sub>e</sub> blokkteljesítmény esetén. A táblázatban az üzemanyag kazetták teljes tömege került feltüntetésre, a táblázat nem tartalmazza az esetleges átmeneti tárolóban raktározandó mennyiséget.

Blokkteljesítmény	1 x 1200 MW <sub>e</sub>	2 x 1200 MW <sub>e</sub>
Reaktorokban lévő üzemanyag (-kazetta), első töltet (163 db kazetta)	~120,94 t	~241,88 t
Átrakáshoz szükséges friss üzemanyag kazetta (egyensúlyi állapotban)	~56,4 t / 18 hónap	~112,8 t / 18 hónap
Stratégiai friss üzemanyag készlet (két átrakáshoz szükséges mennyiség)	~112,8 t	~225,6 t
Pihentető medencékben tárolt kiégett üzemanyag mennyiség (7 üzemanyag ciklusnyi – kb. 10 évnnyi – mennyiséget feltételezve)	~540 t	~1080 t
Maximális egyidejű friss és kiégett üzemanyag mennyiség a nukleáris szigeten belül	~ 773,74 t	~1547,48 t

6.3-1. táblázat: Friss és kiégett üzemanyag készlet tömegek [6-5]

## 6.4 PRIMERKÖR

A tervezett új atomerőművi blokkok az energiatermelés folyamata alapján alapvetően két fő részre bonthatók, a primerkörre és a szekunderkörre.

A primerkör a reaktor aktív zónájában keletkező hőt a gőzfejlesztőbe juttatja, majd a gőzfejlesztőben keletkező gőz a szekunderkör turbinájában történő átalakulás során munkát végez, ezáltal a turbinára kapcsolt generátorban villamos energia termelődik.

A primerkör az alábbi főbb berendezéseket tartalmazza:

Reaktortartály  
Gőzfejlesztő  
Keringtető szivattyúk  
Térfogatkompenzátor

Reaktor	
Reaktor névleges hőteljesítménye	3200 MW <sub>th</sub>
Primer körű hűtőközeg nyomása	16,2 MPa
Hűtőközeg belépő hőmérséklete	298,2 °C
Hűtőközeg kilépő hőmérséklete	328,9 °C,
Gőzfejlesztő	
Primer körű nyomás	17,64 MPa
Szekunder körű nyomás	7,0 MPa
Keringtető szivattyúk	
Hajtás típusa	villanymotor
Keringtető szivattyúk száma	4
Primer körű hűtőközeg összterfogatárama	86 000 m <sup>3</sup> /h

6.4-1. táblázat: A primerkörű főberendezések adatai [6-5]

## 6.5 SZEKUNDERKÖR

A szekunderkör az alábbi főbb berendezéseket tartalmazza:

### Főgőzrendszer

- Főgőzvezeték
- Gőzturbina
- Cseppleválasztó és gőztúlhevítő

### Kondenzátum / tápvíz rendszer

- Kondenzátor
- Kondenzszivattyúk
- Kisnyomású és nagynyomású előmelegítők
- Táptartály
- Tápszivattyúk

A szekunderkör feladata a reaktorban megtermelt hőenergia átalakítása mozgási, majd villamos energiává. A szekunder oldalon áramló tápvizet a gőzfejlesztők hőátadó csöveiben keringő, 300–320 °C hőmérsékletű primerkörü víz felmelegíti és felforralja.

A gőzfejlesztőből kilépő gőz a turbinára kerül, ahol mozgási energiáját kihasználva meghajtja a turbina forgórészét. A turbinában ugyanazon a tengelyen helyezkedik el a nagynyomású és a kisnyomású házak, valamint a generátor forgórésze. A nagynyomású turbinaházban a gőz hőmérséklete csökken, a gőz nedvességtartalma pedig jelentősen megnő. Emiatt a kisnyomású házba való belépés előtt a gőz ún. cseppleválasztó és gőztúlhevítő berendezésbe kerül, ahol a turbinalapátokat károsító vízcseppeket eltávolítják belőle.

A már munkát végzett (fáradt) gőz a kondenzátorba kerül, ahol több ezer vékony csőben hűtővíz áramlik. A hűtőcsöveken a gőz kb. 25 °C hőmérsékleten kondenzálódik, majd – a hatásfok javítása érdekében alkalmazott – több fokozatú előmelegítőn keresztül a tápszivattyúk visszajuttatják a gőzfejlesztőbe.

A gőzciklus hatásfoka ~37 %.

<b>Turbina</b>	
Turbina házak száma NNY/KÖNY/KNY	1/0/4
Belépő nyomás	68 bar
Belépő hőmérséklet	283,8°C
Gőz tömegáram	6464,5 t/h
Nettó villamos teljesítmény (függ a választott szekunderkörü technológiáktól)	1113 MW
Fordulatszám	3000 / perc
Frekvencia	50 Hz
<b>Kondenzátor</b>	
Kondenzátornyomás	49 mbar
Hűtővíz hőmérséklet	18°C
Hűtővíz térfogatáram	237 600 m <sup>3</sup> /h
<b>Tápvíz rendszer</b>	
Kisnyomású előmelegítő fokozatok száma	4
Nagynyomású előmelegítő fokozatok száma	2
Tápvíz hőmérséklete	227°C
<b>Tápvíz szivattyúk</b>	
Hajtás típusa	villanymotor
Tápvíz szivattyúk száma	4

Megjegyzés:  
NNY/KÖNY/KNY – nagynyomású/középnnyomású/kisnyomású

6.5-1. táblázat: A szekunderkörü főberendezések adatai [6-5]

## 6.6 HŰTÉSI RENDSZEREK

A tervezett új atomerőművi blokkok villamosenergia-termelése mellett a primer és a szekunder körben egyaránt keletkezik villamosenergia-termelésre nem hasznosítható hő. E hőmennyiség elvezetését a hűtési rendszerek biztosítják.

A tervezett új atomerőművi blokkok hűtési rendszerei három fő részre oszthatók:

- a kondenzátor hűtővíz-rendszerre,
- a technológiai hűtővíz-rendszerre,
- a biztonsági hűtővíz-rendszerre.

A kondenzátor hűtővíz-rendszer feladata az atomerőművi blokkok *szekunderkörében* elhelyezkedő *kondenzátorokból* a gőzkörfolyamat kondenzációs hőjének elvonása a felületi kondenzátorokon keresztül áramoltatott, mechanikusan szűrt Duna-vízzel.

A technológiai hűtővíz-rendszer feladata a *szekunderköri segédrendszerekben* keletkező hő elvezetése. A tervezett új atomerőművi blokkok műszaki megoldásában a technológiai hűtővíz-rendszer a zárt, közbenső hűtőkörön keresztül vonja el a turbina-generátor gépcsoport, tápszivattyú, nagyteljesítményű villamos motorok hulladék hőjét. A technológiai hűtővíz-rendszer a kondenzátor hűtővízről ágazik le a turbina gépházban, illetve a felmelegedett technológiai hűtővíz a kondenzátorban felmelegedett hűtővízzel együtt kerül elvezetésre a Dunába.

A biztonsági hűtővíz-rendszer feladata az új atomerőmű olyan *primerköri fogyasztóinak* (berendezéseinek) hűtővízzel történő ellátása, amelyek a primerkör normál üzemeltetése mellett állandó hűtést igényelnek. A biztonsági hűtővíz-rendszer feladata továbbá a blokkok primerkörének normál üzemi és üzemzavari lehűtése, majd a lehűtött primerkör mellett az üzemanyag remanens hő elvonásának biztosítása a reaktorból, az átrakó létesítményekből és a pihentető medencéből. A biztonsági hűtővíz-rendszernek két lehetséges üzemeltetési módja van. Az egyik szerint mesterséges huzatú hűtőcellákon keresztül a környezeti levegőnek adja át a hőt, míg a másik lehetséges üzemeltetési mód szerint frissvizes hűtéssel vonják el a hőt, ekkor a végső hőelnyelő a Duna. A biztonsági hűtővíz-rendszer alapvetően Dunából kiemelt frissvizes üzemeltetési módban üzemel, azonban ha a biztonsági hűtővíz-rendszer bármilyen okból (pl. szélsőséges meteorológiai körülmények, szélsőséges Duna vízszintek, vízi létesítmények biztonsági funkcióvesztést okozó sérülése) nem tudja frissvizes üzemmódban ellátni a biztonsági funkciókat, akkor a hűtőcellás üzemeltetési módra vált át. A tervezett új atomerőművi blokkok biztonsági hűtővíz-rendszere – a telephelyi adottságokat figyelembe vevő tervezés függvényében – az üzemidő jelentős részében frissvizes üzemmódban üzemel.

### 6.6.1 DUNA-VÍZ KIVÉTEL

A biztonsági hűtővíz-rendszer kétféle üzemeltetési módjától függően a Dunából kiemelt vízmennyiségek kis mértékben változnak.

A biztonsági hűtővíz-rendszer *hűtőtornyos üzemelési módja* esetén a Dunából kiemelt nyersvíz együttes (kondenzátor hűtővíz, technológiai hűtővíz és pótvíz-előkészítő) mennyiségét az alábbi táblázat mutatja.

Megnevezés	Egység	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Kondenzátor hűtővíz*	m <sup>3</sup> /s	61,5	123
Technológiai (szekunderköri) hűtővíz*	m <sup>3</sup> /s	2,6	5,2
Biztonsági (primerköri) hűtővíz**	m <sup>3</sup> /s	0	0
Pótvíz-előkészítő nyersvíz (sótalanvíz készítéshez és póthűtővíz készítéshez)**	m <sup>3</sup> /s	0,06	0,12
Összes vízkivétel a Dunából**	m <sup>3</sup> /s	64,16	128,32

Adatok forrása:

\*MVM Paks II. Zrt. adatszolgáltatása

\*\* MVM ERBE Zrt. számítás

6.6.1-1. táblázat: Dunából kiemelt vízmennyiségek a biztonsági hűtővíz-rendszer hűtőtornyos üzem módja esetén

A biztonsági hűtővíz-rendszer *frissvizes hűtésű üzemelési módja* esetén a Dunából kiemelt nyersvíz együttes (kondenzátor hűtővíz, technológiai hűtővíz, biztonsági hűtővíz és pótvíz-előkészítő) mennyiségét az alábbi táblázat mutatja.

Megnevezés	Egység	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Kondenzátor hűtővíz*	m <sup>3</sup> /s	61,5	123
Technológiai (szekunderköri) hűtővíz*	m <sup>3</sup> /s	2,6	5,2
Biztonsági (primerköri) hűtővíz*	m <sup>3</sup> /s	1,9	3,8
Pótvíz-előkészítő nyersvíz (sótalanvíz készítéshez)**	m <sup>3</sup> /s	0,01	0,02
Összes vízkivétel a Dunából**	m <sup>3</sup> /s	66,01	132,02
Éves (8760 h), maximális hűtővíz igény**	milliárd m <sup>3</sup> /év	2,08	4,16

Adatok forrása:

\*MVM Paks II. Zrt. adatszolgáltatása

\*\* MVM ERBE Zrt. számítás

6.6.1-2. táblázat Dunából kiemelt vízmennyiségek a biztonsági hűtővíz-rendszer frissvíz hűtésű üzemmódja esetén

A biztonsági hűtővíz-rendszer kétféle üzemmódjától függően a Dunából kiemelt vízmennyiségek rendre 64,15 m<sup>3</sup>/s és 66,01 m<sup>3</sup>/s egy blokk esetén, míg két blokk esetén 128,3 m<sup>3</sup>/s és 132,02 m<sup>3</sup>/s. A Duna-víz kivétel és visszavezetés által okozott hatások szempontjából a nagyobb értékek kerültek figyelembe vételre.

## 6.6.2 KONDENZÁTOR HŰTŐVÍZ-RENDSZER

A kondenzátor hűtővíz-rendszer – hasonlóan az üzemelő atomerőmű meglévő négy blokkjánál jelenleg alkalmazotthoz – a Dunából kiemelt víz kondenzátoron történő átáramoltatásával vonja el a szükséges hőt. A Duna-vizet a vízkivételi műszivattyúi emelik ki, majd juttatják el megfelelő szűrőkön és vezetéseken keresztül a blokk turbina gépházában elhelyezkedő kondenzátorokig.

A kondenzátor hűtővíz-rendszer a kondenzátorhűtéshez szükséges hűtővízzel együtt szállítja el a gépházig a technológiai hűtővízrendszer hűtéséhez szükséges hűtővizet is.

Az új atomerőművi blokkok kondenzátor hűtővíz-rendszerének megvizsgált változatai alapján műszaki, gazdaságossági környezetvédelmi és természetvédelmi szempontokat szem előtt tartva az öblözeti hűtővíz kiemelés és hűtővíz ellátás, a melegvíz elvezetésére a meglévő hidegvíz-csatorna keresztezése és a meglévő melegvíz-csatorna bővítése került kiválasztásra.

A kondenzátor számára szükséges kondenzátor hűtővíz-rendszer térfogatáram  $\Delta t = 8$  °C kondenzátori hőfoklépcső és blokkonként  $\approx 2$  075 MW<sub>th</sub> kondenzátorokban elvonandó hő mellett, egy blokk esetén, normál üzemben, várhatóan 61,5 m<sup>3</sup>/s, két blokk esetén normál üzemben, várhatóan 123 m<sup>3</sup>/s.

Blokkjelölés	Egység	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Hűtővíz térfogatáram*	m <sup>3</sup> /s	61,5	123
Hűtővíz térfogatáram**	m <sup>3</sup> /h	221 400	442 800
Hűtővíz felmelegedés a kondenzátorban*	°C	8	8
Éves (8760 h), maximális hűtővíz igény**	milliárd m <sup>3</sup> /év	1,94	3,88

Adatok forrása:

\*MVM Paks II. Zrt. adatszolgáltatása

\*\*MVM ERBE Zrt. számítás

6.6.2-1. táblázat: Kondenzátor hűtővíz-rendszer mennyiségek

## 6.6.3 TECHNOLÓGIAI (SZEKUNDER KÖRI) HŰTŐVÍZ-RENDSZER [6-9]

Az atomerőmű szekunderkörének kondenzátorhűtésen kívüli hűtési igényeit a technológiai hűtővíz-rendszer látja el. A technológiai hűtővíz-rendszerhez szükséges hűtővizet a kondenzátor hűtővíz-rendszer szállítja el a turbina gépházig, majd ott egy leágazással egy megfelelően kialakított nyomásfokozó szivattyú juttatja el a technológiai hűtővíz-rendszer fogyasztóihoz. A technológiai hűtővíz-rendszerben felmelegedett hűtővíz a kondenzátor hűtővíz-rendszernek a kondenzátor utáni melegvíz ágába kerül vissza. A technológiai hűtővíz a kondenzátor hűtővízzel együtt jut vissza a Dunába. A technológiai hűtővíz-rendszer hűtőközege Duna-víz, amelyet a kondenzátor hűtővíz-rendszerben történő szűrésén kívül további, finomabb mechanikai szűrőkön keresztül áramoltatják a hőcserélők üzembiztonságának fenntartása érdekében. A technológiai hűtővíz-rendszer hőcserélőinek hűtött közeg oldalán, a turbina gépház zárt közbenső hűtővíz-rendszerében sótanal vizet keringtetnek.

A technológiai hűtővíz-rendszer 2x100 %-os kialakítású, a rendszer legfontosabb elemeiből 2 párhuzamos egység kerül kiépítésre, megfelelő keresztkapcsolatokkal.

A technológiai hűtővíz-rendszer hűtővíz igénye egy blokk esetén normál üzemben várhatóan 9 360 m<sup>3</sup>/h, két blokk esetén normál üzemben várhatóan 18 720 m<sup>3</sup>/h. Az átmeneti üzemállapotok (pl. indulás, leállítás) technológiai hűtővíz igénye lényegesen nem tér el a normál üzemi hűtővíz igénytől. A technológiai hűtővíz mennyiségek meghatározása blokkonként ≈86,6 MW<sub>th</sub> elvonandó hőteljesítmény mellett és a kondenzátor hűtővízzel azonos, 8 °C-os felmelegedésre történt.

Blokkteljesítmény	Egység	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Normál üzemi technológiai hűtővíz térfogatáram	m <sup>3</sup> /s	2,6	5,2
Normál üzemi technológiai hűtővíz térfogatáram	m <sup>3</sup> /h	9 360	18 720
Hűtővíz felmelegedés a technológiai hűtővíz-rendszerben	°C	8	8
Éves, maximális technológiai hűtővíz igény	millió m <sup>3</sup> /év	82	164

6.6.3-1. táblázat: Technológiai hűtővíz mennyiségek

#### 6.6.4 BIZTONSÁGI HŰTŐVÍZ-RENDSZER [6-9]

Az új atomerőmű primerköri segédrendszereinek hűtését a blokkonként kiépített ún. biztonsági hűtővíz-rendszer látja el. Egy blokkhoz négy egymástól független, de teljesen azonos funkciót ellátó rendszer tartozik, amelyek közül normál üzemben egy redundáns rendszer üzemel, átmeneti üzemállapotban pedig két rendszer üzemel.

Ez a rendszer független a szekunderköri kondenzátor hűtővíz és technológiai hűtővíz-rendszerétől, közös létesítmények a hűtővíz ellátásban és elvezetésben várhatóak.

A biztonsági hűtővíz-rendszer hűtővíz igénye egy blokk esetén, normál üzemben várhatóan 6 840 m<sup>3</sup>/h, két blokk esetén 13 680 m<sup>3</sup>/h. Átmeneti üzemállapotokban (pl. indulás, leállítás) egy blokkra, várhatóan 13 680 m<sup>3</sup>/h. Mivel üzemviteli okokból nem várható, hogy két blokk egyidejűleg, átmeneti üzemállapotban lesz, ezért a két blokk egyidejű igénye a 20 520 m<sup>3</sup>/h térfogatáramot várhatóan nem haladja meg. A biztonsági hűtővíz-rendszer hűtővíz mennyiségeinek meghatározása a kondenzátor hűtővízzel azonos, 8 °C-os felmelegedésre történt.

Blokkteljesítmény	Egység	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Normál üzemi biztonsági hűtővíz térfogatáram	m <sup>3</sup> /s	1,9	3,8
Normál üzemi biztonsági hűtővíz térfogatáram	m <sup>3</sup> /h	6 840	13 680
Átmeneti üzemállapotok hűtővíz térfogatárama	m <sup>3</sup> /h	13 680	20 520
Hűtővíz felmelegedés a biztonsági hűtővíz-rendszerben	°C	8	8

6.6.4-1. táblázat: Biztonsági hűtővíz mennyiségek

##### Mesterséges huzatú hűtőcellás hűtés

A biztonsági hűtővíz-rendszer egyik lehetséges üzemeltetési módja szerint mesterséges huzatú hűtőcellákon keresztül a környezeti levegőnek adja át a hőt, a végleges hőelnyelő a levegő. Ekkor a biztonsági hűtővíz-rendszer nem Duna-víz átáramoltatásával vonja el a hőt, így elvont hő sem kerül a Dunába. Ebben az esetben a biztonsági hűtővíz-rendszer kvázi zárt rendszernek tekinthető, a hűtővíz térfogatáramot a biztonsági hűtőcellák és a biztonsági hűtővíz-rendszer hőcserélői között keringtetett hűtővíz jelenti. A rendszer induláskori feltöltése után csak a párolgási, cseppelragadási és leiszapolási vízvesztések pótlása szükséges, amit az atomerőmű pótvíz-előkészítő technológiája lát el. Az éves póthűtővíz mennyiség minimális, ugyanis a biztonsági hűtőtornyokra vonatkozóan évenként maximálisan egy hónap üzemidőt lehet feltételezni, így az ebből származó Duna-víz igény elhanyagolható az egyéb hűtési célú vízkivételhez képest.

Blokkteljesítmény	Egység	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Póthűtővíz mennyiség	m <sup>3</sup> /s	0,04	0,08
Éves, maximális póthűtővíz igény (biztonsági hűtés célú Duna-víz igény)	millió m <sup>3</sup> /év	≈0,1	≈0,2

6.6.4-2. táblázat: Biztonsági hűtővíz póthűtővíz mennyiségek biztonsági hűtőtornyok esetén

A biztonsági hűtővíz-rendszer hőjét leadó mesterséges huzatú cellás hűtőtornyok blokkonként 4x100 % kiépítettséggel rendelkezik. (A tartalék mértéke a telephelyre elvégzett biztonsági elemzések eredménye alapján véglegesíthető).

Normál üzem alatt blokkonként egy biztonsági hűtőcella üzemel, a többi tartalék, míg indulás, leállítás és a blokkok leállítás utáni lehűtésekor blokkonként két biztonsági hűtőcella üzemel.

A blokkonkénti 4 db biztonsági hűtőcella a konténment mellett helyezkedik el. A biztonsági hűtőcellák kb. 17 x 35 m alapterületűek, a hűtőcellák teljes magassága kb. 15 m, amelyből a cellák magassága kb. 13 m, a cellák fölé emelkedő kürtök magassága kb. 2 m. A hűtőcellák mellett helyezkedik el a biztonsági hűtők szivattyú telepe, amely a hűtővizet keringteteli a biztonsági rendszerek és a hűtőcella között. A biztonsági hűtőtornyok ikercellásak, minden hűtőcellában két vízelosztó rendszer és két ventilátor helyezkedik el.

A primerköri biztonsági rendszerekben felmelegedett hűtővizet bevezetik a biztonsági hűtőcellákba és fűvókák segítségével oszlatják el egyenletesen a nedves hűtőbetéteken. A hűtőbetéten kialakuló vízfilm visszahűl a hűtőbetéten ellenáramban átáramló környezeti levegő hatására. A nedves hűtőbetéten való átáramlás során fellépő cseppelragadás csökkentéséhez a hűtőbetétek, illetve fűvókák fölött elhelyezkedő cseppelválasztót alkalmaznak. A lehűtött hűtővíz a hűtőbetétről a hűtővíz medencébe kerül, majd innen a hűtővíz keringtető szivattyúk juttatják vissza a hűtővizet a primerköri biztonsági rendszerekhez. Az elpárolgott és leiszapolt vízmennyiség pótlását a póthűtővíz-rendszer biztosítja, ahol egyben a rendszer üzembiztos működéséhez szükséges vegyszer adagolása is megtörténik.

#### Frissvizes hűtés

A biztonsági hűtővíz-rendszer másik lehetséges üzemeltetési módja szerint a biztonsági hűtővíz-rendszer Duna-víz átáramoltatásával vonja el a hőt, így az elvont hő a melegvíz-csatornán keresztül a Dunába kerül. Ebben az esetben a biztonsági hűtővíz-rendszer nyitottnak tekinthető, a hűtővíz térfogatáramot a biztonsági hűtővíz vízkivételi művében kiemelt és a biztonsági hűtővíz-rendszer hőcserélőin keresztül átáramoltatott Duna-víz jelenti. Az éves, maximális hűtővíz igény 8760 h üzemidőre vonatkozik, ugyanis előfordulhatnak olyan üzemévek, amikor a biztonsági hűtővíz-rendszer egész évben frissvizes hűtés üzemeltetési módban üzemel.

Blokkteljesítmény	Egység	1 x 1 200 MW <sub>e</sub>	2 x 1 200 MW <sub>e</sub>
Normál üzemi biztonsági hűtővíz térfogatáram (keringtetett hűtővíz vagy Duna-víz)	m <sup>3</sup> /s	1,9	3,8
Éves, maximális biztonsági hűtővíz igény (Duna vízkivétel esetén)	millió m <sup>3</sup> /év	59,9	119,8

6.6.4-3. táblázat: Biztonsági hűtővíz mennyiségek frissvíz hűtés esetén

A hűtés módja majd a telephelyre elvégzett műszaki és biztonsági elemzések eredménye alapján véglegesíthető, szükség esetén szóróhűtős hűtővíz medencével vagy a kondenzátor hűtővíz-rendszerrel független vízkivételi műből történő hűtővíz ellátással is megvalósítható a biztonsági rendszerek hűtése.

A biztonsági hűtővíz-rendszernek teljesíteni kell a NAÜ és az NBSZ által is előírt követelményt, miszerint a normál üzemi hőelnyelés elvesztése esetén is gondoskodni kell a reaktor remanens hőjének eltávolításáról, még abban az esetben is, amennyiben ez a helyzet külső hatások (földrengés; extrém meteorológiai körülmények (extrém fagy, szélerősség, havazás, repülőgép becsapódás, tűzeset, stb.) eredményeként alakult ki.

### 6.6.5 HŰTŐVÍZ-RENDSZEREK VÍZI LÉTESÍTMÉNYEI

A tervezett új atomerőművi blokkok hűtővíz-rendszereit a következő főbb vízi létesítmények szolgálják ki:

- Meglévő, bővített hidegvíz-csatorna,
- Vízkivételi mű (hidegvíz-csatorna öblözetében),
- Hűtővíz vezetékek,
- Turbina kondenzátorok (turbina gépházban),
- Melegvíz zárt csatornák,
- Csatornahíd vasbeton csatornával,
- Szinttartó bukó,
- Új nyíltfelszínű, trapéz szelvényű csatorna,
- Meglévő, bővített melegvíz-csatorna,
- Meglévő energiatörő műtárgy, illetve második, új bevezetési pont rekuperációs vízerőművel.

### 6.6.5.1 Meglévő, bővített hidegvíz-csatorna

A meglévő hidegvíz csatornát a Paksi Atomerőmű és a Paks II. Atomerőmű blokkjai közösen használják. A megfelelő mennyiségű hűtővíz hidegvíz csatornán történő bevezetéséhez a hidegvíz-csatorna bővítésére van szükség, mintegy 1300 m hosszúságban.

A meglévő hidegvíz csatornát a Paksi Atomerőmű létesítésekor olyan módon alakították ki, hogy alkalmas legyen a Paksi Atomerőmű és az akkor tervezett 2x1000 MW-os bővítés hűtési igényeinek ellátására is, aminek alapján a hidegvíz-csatorna hűtővíz ellátó képessége 220 m<sup>3</sup>/s-ra lett kialakítva. A tervezett 2 x 1 200 MW teljesítményű blokkokhoz a hidegvíz-csatorna alkalmasságának felülvizsgálata a Duna várható medermélyülését és a Paksi Atomerőmű meglévő vízkivételi művének legkisebb vízszintekre vonatkozó korlátozásait alapul véve történt meg. A hidegvíz-csatorna szükséges bővítéséhez figyelembe vett peremfeltételeket az alábbi táblázat foglalja össze.

Megnevezés	Egység	
Összes hűtővíz mennyiség (meglévő 1-4. blokk és a tervezett két új blokk)	m <sup>3</sup> /s	≈232
Legnagyobb bevezetendő vízmennyiség időszaka	év	2030-2032
2030-ban feltételezett legkisebb Duna- vízszint (LKV <sub>2030</sub> )	mBf	83,8
Paksi Atomerőmű vízkivételi műve számára megengedett legkisebb vízszint	mBf	83,6
LKV <sub>2030</sub> esetén megengedhető vízszintesés a hidegvíz csatornán	m	0,2

6.6.5-1. táblázat: A hidegvíz-csatorna bővítés peremfeltételei [6-7]

Év	Paksi Atomerőmű				Paks II.		Összesen
	1. blokk	2. blokk	3. blokk	4. blokk	1. blokk	2. blokk	
	Hűtővíz térfogatáram [m <sup>3</sup> /s]						
- 2024	25	25	25	25	0	0	100
2025 - 2029	25	25	25	25	66	0	166
2030 - 2032	25	25	25	25	66	66	232
2032 - 2034	0	25	25	25	66	66	207
2034 - 2036	0	0	25	25	66	66	182
2036 - 2037	0	0	0	25	66	66	157
2037 - 2084	0	0	0	0	66	66	132
2085 - 2089	0	0	0	0	0	66	66

6.6.5-2. táblázat: A Paksi Atomerőmű és a Paks II. Atomerőmű üzemelése során előforduló hűtővíz térfogatáramok

Annak érdekében, hogy 2030-ban, amikor együtt üzemel a meglévő 4 db blokk és a tervezett 2 db új blokk, megfelelő mennyiségű hűtővíz (6.6.5-2. táblázat) tudjon beáramolni a hidegvíz csatornán, szükséges a hidegvíz-csatorna 6.6.5-3. táblázat szerinti bővítése.

Megnevezés	Egység	
Összes hűtővíz mennyiség (meglévő 1-4. blokk és a tervezett két új blokk)	m <sup>3</sup> /s	≈232
Bővített hidegvíz-csatorna átlagos fenékszintje	mBf	79,3
Fenékszint átlagos mélyítés	m	1,7
Fenék bővített szélessége	m	32
Csatorna módosított partfal rézsú 88 mBf alatt	-	1:4,2
2030-ban várható üzemi vízszint a legkisebb víznél	mBf	83,8

6.6.5-3. táblázat: A hidegvíz-csatorna bővítése [6-7]

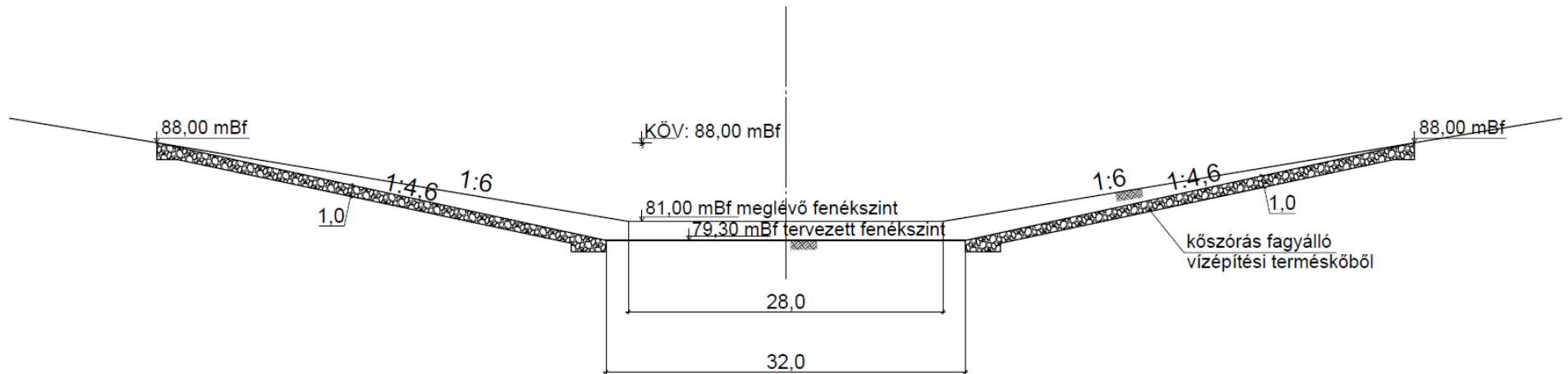
A tervezett hidegvíz-csatorna bővítés jellemző keresztmetszélyét a 6.6.5-1. ábra szemlélteti.

Mivel a 2025-ben üzembe lépő blokk számára is szükséges a hidegvíz-csatorna meder mélyítése, a partfal rézsújának módosítása és a partfal középvízszint alatti szakaszának kőszórása, ezért a 2030-ban szükséges bővített csatorna medermélységet az első blokk üzembe lépésének idejére, 2025-re történő átalakítással vettük figyelembe.

A jelenleg üzemelő atomerőművi blokkok 2032-től 2037-ig feltételezett leállításai miatt blokkonként mintegy 25 m<sup>3</sup>/s hűtővízzel kevesebbet kell a hidegvíz csatornának bevezetni a vízkivételi művekhez. A kisebb hűtővíz térfogatáramok egyre kisebb vízszintesést eredményeznek, ami a Duna legkisebb vízállásánál a legjelentősebb. A csökkenő hűtővíz térfogatáramok okozta egyre kisebb vízszintesés a hidegvíz csatornán kompenzálja a Duna medermélyülés hatását.




**MEGLÉVŐ HIDEGVÍZ CSATORNA BŐVÍTÉS**  
 minta keresztmetszelve



KÖV: középvízszint

mBf: Balti-tenger szintjéhez mért tengerszint feletti magasság

	Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen Környezeti hatástanulmány Meglévő hidegvíz csatorna bővítése		Tervezte:	Ellenőrizte:	Jóváhagyta:
			Tajti T.	Kottner Gy.	Király J.
Megrendelő azonosító: MVM Paks II. Zrt.			Dok. azonosító: 13A380069000 25 004 v0		
File: 13A380069000 25 04 v0 G-0002			Rajzszám: <b>G-0002</b>		
Dátum: 2014.11.05.			Méretarány: 1:500		
			Összeslap/lap: 1/1		

Ezen dokumentummal kapcsolatban minden jogot fenntartunk; sokszorosítani, harmadik fél számára átadni, vagy tartalmát értékesíteni írásbeli hozzájárulásunk nélkül TILOS!

Megjegyzés: A rajzon feltüntetett méretek m-ben értendők.

6.6.5-1. ábra: A meglévő hidegvíz-csatorna bővítés jellemző keresztmetszelve [6-7], [6-8]

### 6.6.5.2 Vízkivételi mű

Az elvégzett megvalósíthatósági vizsgálatok alapján az új atomerőművi blokkok új öblözeti vízkivételi művének elhelyezésére a legkedvezőbb hely a Paksi Atomerőmű meglévő hidegvíz-csatorna partján, a meglévő vízkivételi műtől északra, kb. 150 m-re lévő szabad terület.

A vízkivételi mű blokkonként 3 x 33 % vagy 4 x 25 % kialakítású kondenzátor hűtővíz szivattyút és szűrő rendszert (két blokkra 6-8 db párhuzamos rendszert) foglal magában. A vízkivételi műben gépi tisztítású gereb, szalagszűrő és megfelelően kialakított zsalutáblák helyezkednek el.

A vasbeton műtárgy külső falvastagsága kb. 1 m, mely részfalként készül el. A műtárgy belső tagolása szintén méretezett vasbeton falakkal és födémekekkel történik. A vízbeszívási oldalon található a gereb és zsalutáblák mozgatására kialakított kamrák, majd ezután következik a szivattyútér, ahol a szivattyú szerelési és karbantartási igényeitől függően több vasbeton kezelőszint is kialakítható. A zárófödemen fut a szivattyúk kiemelését lehetővé tévő bakdaru. A műtárgy méretezésekor ezt a terhet is figyelembe kell venni.

A szivattyúk egyenként kiszakaszolhatók a szivattyúk előtt elhelyezkedő gépi mozgatású zsalutáblák és a szivattyú után elhelyezkedő szerelvények segítségével.

A biztonsági hűtővíz-rendszer frissvizes hűtésű üzemeltetési módja esetén a Duna-vizet a vízkivételi mű épületében elhelyezkedő, blokkonként 4 db biztonsági hűtővíz szivattyú emeli ki. A biztonsági hűtővíz-rendszer vízkivételi műve – telephelyi adottságok figyelembe vételével történő tervezés függvényében – várhatóan az üzemidő jelentős részében üzemel.

### 6.6.5.3 Hűtővíz vezetékek

A kondenzátor hűtővíz-rendszer hűtővize (ami magába foglalja a technológiai hűtővíz-rendszer hűtővizét is) a vízkivételi mű és a turbina gépház között, földalatti csővezetéken keresztül halad kb. 300-400 m hosszú nyomvonalon. A hűtővíz vezetékek felett a földtakarás átlagosan 1,2 m. A hűtővíz-rendszeren átáramló hűtővíz mennyiséghez blokkonként 3 db 3,2 – 4 m átmérőjű csővezeték illeszkedik.

A biztonsági hűtővíz-rendszer hűtővize a kondenzátor hűtővíz-rendszerrel párhuzamosan fut a turbina gépházig, majd innen önálló nyomvonalon a biztonsági hűtővíz-rendszert magába foglaló épületig. A biztonsági hűtővíz-rendszeren átáramló hűtővíz mennyiséghez blokkonként 4 db 0,5-0,8 m átmérőjű csővezeték illeszkedik.

### 6.6.5.4 Turbina kondenzátorok és hűtési rendszer hőcserélők

A kondenzátor hűtővíz-rendszeren keresztül átáramoltatott hűtővíz a turbina kondenzátorokban elvonja a kondenzátorba lépő gőz kondenzációja során elvonandó hőt. A turbina kondenzátorban elvont hő felmelegíti a kondenzátorban lévő hűtővíz csövekben átáramoltatott hűtővizet. A hűtővíz kondenzátorban történő felmelegedése a méretezési állapotban 8 °C.

A technológiai és biztonsági hűtővíz-rendszer esetében a hőcserélőkön keresztül átáramoltatott hűtővíz elvonja a technológiai és biztonsági hűtővíz-rendszerhez kapcsolódó közbenső zárt hűtővíz-rendszertől a hűtési hőt. Az elvont hő felmelegíti a hőcserélő csövekben átáramoltatott hűtővizet (Duna-vizet). A hűtővíz felmelegedése a technológiai és biztonsági hűtővíz-rendszerben a méretezési állapotban – a kondenzátor hűtővíz-rendszerhez hasonlóan – várhatóan 8 °C.

### 6.6.5.5 Melegvíz zárt csatornák

A turbina gépházról a hidegvíz csatornáig, majd a hidegvíz-csatorna fölé épített hídon és a híd után a szinttartó bukóig vasbeton csatornán halad a felmelegedett hűtővíz kb. 500 m hosszú nyomvonalon. A felmelegedett hűtővíz magában foglalja a turbina gépházon belül becsatlakozó felmelegedett technológiai hűtővizet és a gépházon kívül becsatlakozó felmelegedett biztonsági hűtővizet (a biztonsági hűtés frissvizes hűtésű üzemeltetési módjában). A hűtővíz csatornák gépház körüli kb. 250-450 m szakasza felett a földtakarás átlagosan 1,2 m, a csatorna híd előtti kb. 50 m szakaszon a földtakarás 0,2 m. A hűtővíz-rendszeren átáramló hűtővíz mennyiséghez blokkonként 2 db 5 x 3 m szelvényű vasbeton csatorna illeszkedik.

### 6.6.5.6 Csatornahíd

A meglévő hidegvíz-csatorna felett egy megfelelően kialakított új csatornahíd vezeti át a felmelegedett hűtővizet a szinttartó bukóig. A csatorna híd előregyártott vasbeton elemekből épül, a pillérei a meglévő hidegvíz-csatorna mederben helyezkednek el. A tervezett csatornahíd nézetét a 6.6.5-2. ábra, keresztmetszetét pedig a 6.6.5-3. ábra szemlélteti.

A híd szélessége kb. 25-30 m, legnagyobb támaszköz nem haladja meg az 50 m-t.

#### *Csatornahíd pillérek*

A csatornahíd pillérei a meglévő hidegvíz-csatorna mederben helyezkednek el. A legmélyebben elhelyezkedő pillérek befoglaló mérete kb. 25 x 7 m, melyből a terepszint fölé emelkedő rész kb. 10 m.

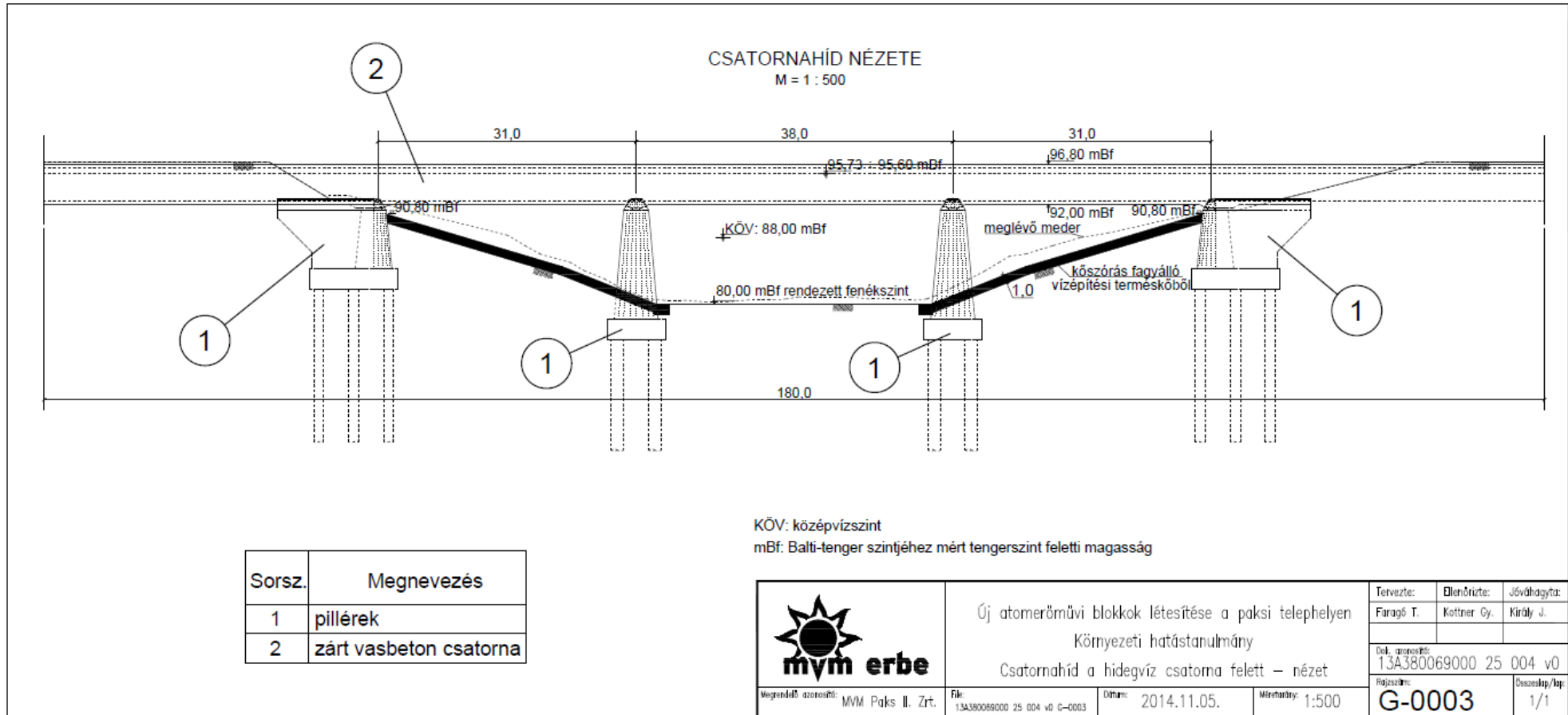
*Méretek:* 25 x 7 x 25 m

*Szerkezet:* vasbeton

*Alapozás:* vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap

*Becsült alapozási mélység:* 15-20 m közötti

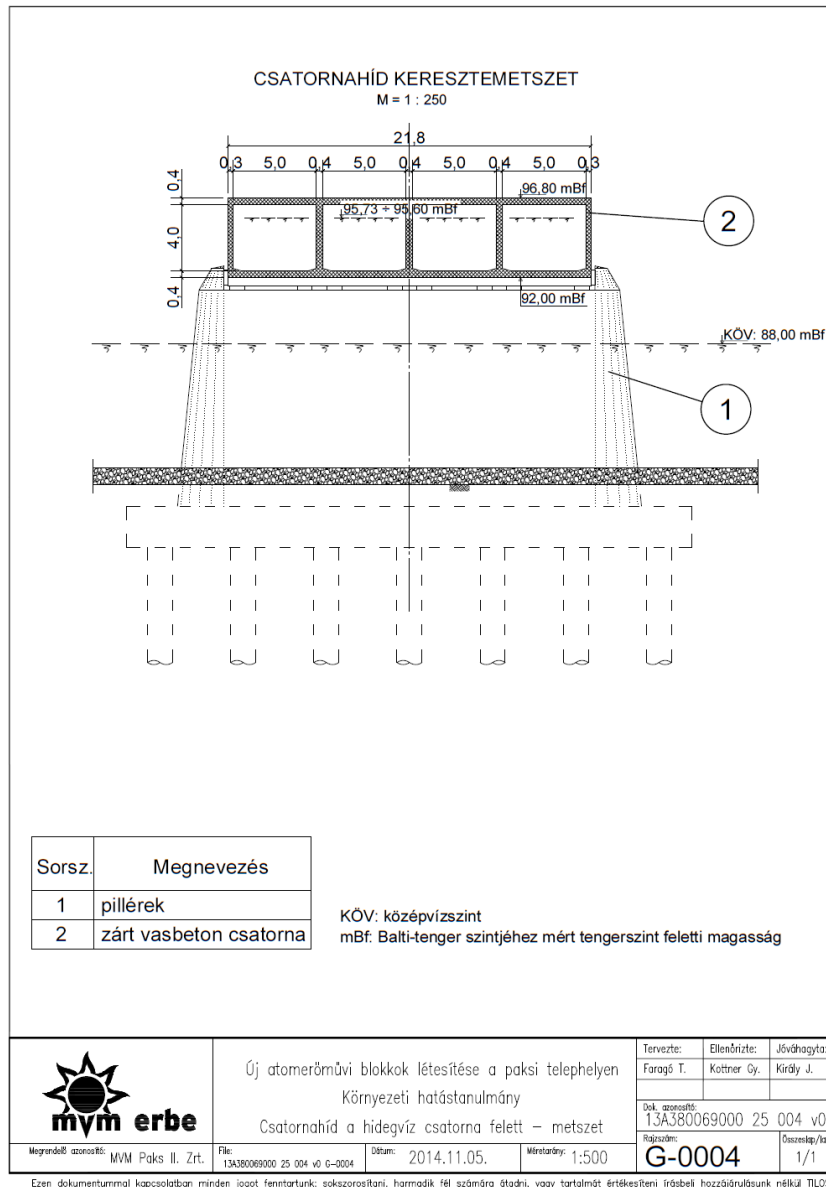
*Egyéb követelmények:* földrengésre méretezés



Ezen dokumentummal kapcsolatban minden jogot fenntartunk; sokszorosítani, harmadik fél számára átadni, vagy tartalmát értékesíteni írásbeli hozzájárulásunk nélkül TILOS!

Megjegyzés: A rajzon feltüntetett méretek m-ben értendők.  
 Forrás:

6.6.5-2. ábra: Csatornahíd nézete [6-7], [6-8]



Megjegyzés: A rajzon feltüntetett méretek m-ben értendők.

6.6.5-3. ábra Csatornahíd keresztmetszete [6-7]

### 6.6.5.7 Szinttartó bukó

A szinttartó bukó feladata a kondenzátor hűtővíz-rendszer üzembiztos működtetéséhez szükséges kondenzátor hűtővíz oldali nyomás, valamint a melegvíz-visszakeverés lehetőségének biztosítása a hidegvíz csatornába.

#### Szinttartó bukó műtárgy

A vasbeton szerkezetű műtárgy a csatornahíd után helyezkedik el, részben földbe süllyesztve. Befoglaló alaprajzi mérete kb. 26 x 46 m, magassága 8,50 m, melyből a terepszint fölé emelkedő rész csupán kb. 50 cm.

**Méretek:** 26 x 46 x 8,5 m  
**Szerkezet:** vasbeton  
**Alapozás:** vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap  
**Becsült alapozási mélység:** 8 m közötti

Alapozása 8 m mélységben lemezalapozással történik. Oldalfalai résfalazással készülnek, föld és víznyomásra méretezett vízzáró betonból.

### 6.6.5.8 Új nyíltfelszínű, trapéz szelvényű csatorna

A szinttartó bukótól a meglévő melegvíz csatornáig egy új, trapézszelvényű, nyíltfelszínű, vasbeton melegvíz-csatorna szakasz létesítése szükséges egy új nadrágidommal, amely az új blokkok melegvizét a meglévő melegvíz csatornára vezeti rá. Az új nyíltfelszínű csatornában a melegvíz gravitációsan folyik a meglévő melegvíz-csatorna felé kb. 500 m hosszú nyomvonalon. Az új nyíltfelszínű csatorna tervezett fenékszélessége 16 m, a csatorna szélessége 80 m (a korona szélessége 50 m), a rézsű meredeksége 1:2, az átlagos vízmagasság kb. 2,5-3 m.

### 6.6.5.9 Meglévő, bővített melegvíz-csatorna

Az új nadrágidom után a felmelegedett hűtővíz a meglévő melegvíz-csatorna megfelelően bővített szelvényén jut el a visszavezető műtárgyig. A felmelegedett hűtővíz a megfelelően bővített melegvíz-csatornán keresztül gravitációsan jut vissza a Dunába.

A meglévő melegvíz-csatornát a Paksi Atomerőmű létesítéskor olyan módon alakították ki, hogy alkalmas legyen a Paksi Atomerőmű és az akkor tervezett 2 x 1 000 MW-os bővítés melegvíz mennyiségének elvezetésére is. Ennek alapján a melegvíz-csatorna méretezési kapacitása 220 m<sup>3</sup>/s volt. A tervezett 2 x 1 200 MW teljesítményű blokkokhoz a melegvíz-csatorna alkalmasságának vizsgálata megtörtént, figyelembe véve a várható Duna-vízszinteket és a Paksi Atomerőmű meglévő szinttartó bukójának melegvíz-csatornában lévő legnagyobb vízszintekre vonatkozó korlátozó hatását. A melegvíz-csatorna bővítéséhez figyelembe vett peremfeltételeket a 6.6.5-4. táblázat foglalja össze.

Megnevezés	Egység	
Összes hűtővíz mennyiség (meglévő 1-4. blokk és a tervezett két új blokk)	m <sup>3</sup> /s	≈232
Legnagyobb bevezetendő vízmennyiség időszaka	év	2030-2032
Átlagos vízszintesítés a melegvíz-csatornán	m	0,6
Megengedhető maximális vízszint esetén figyelembe vett vízsebesség	m/s	1,5

6.6.5-4. táblázat: A melegvíz-csatorna bővítés peremfeltételei [6-7]

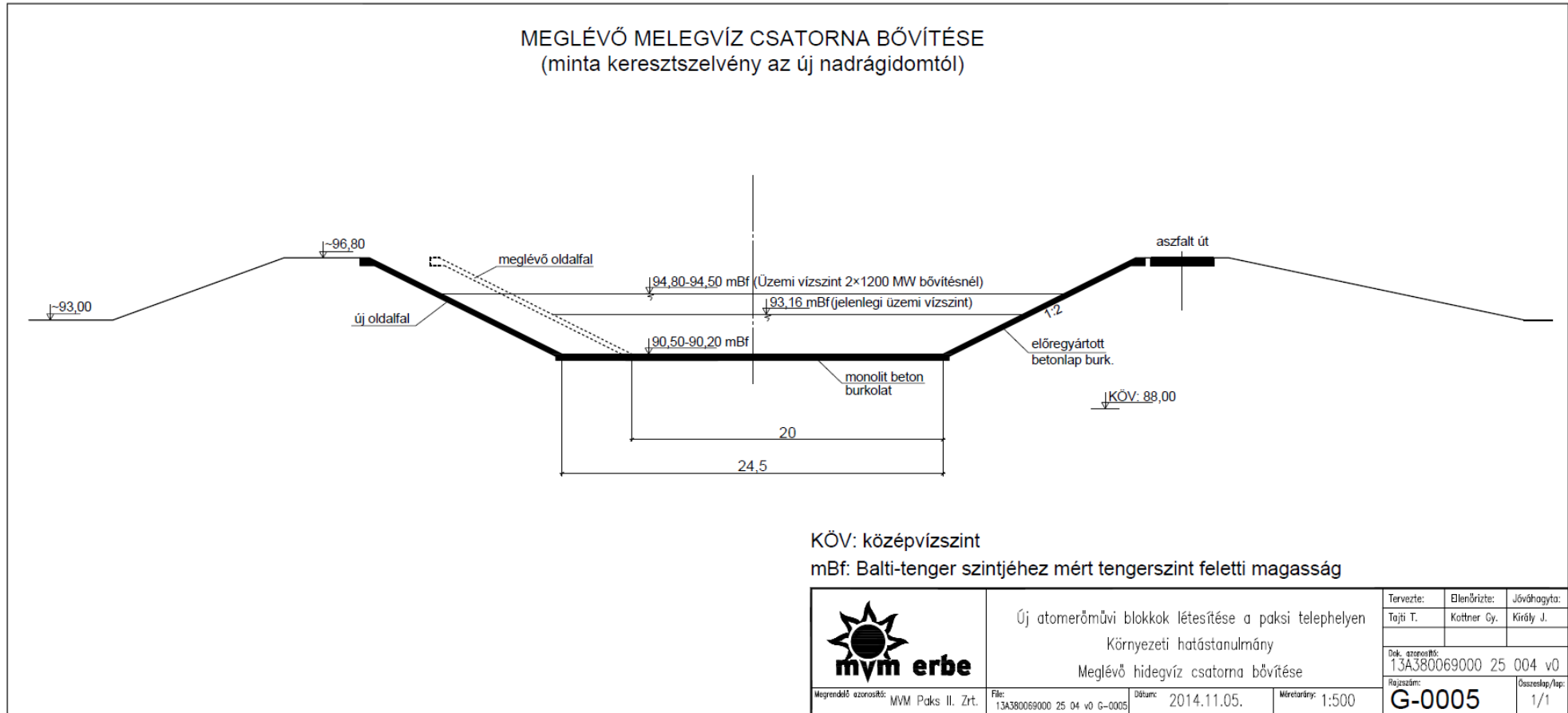
Annak érdekében, hogy 2030-ban, amikor már együtt üzemel a meglévő 4 db blokk és a tervezett 2 db új blokk, a melegvíz-csatorna el tudja majd vezetni a 6 blokk melegvizét, a melegvíz-csatorna bővítése szükséges (6.6.5-5. táblázat).

Megnevezés	Egység	
Összes hűtővíz mennyiség (meglévő 1-4. blokk és a tervezett két új blokk)	m <sup>3</sup> /s	≈232
Figyelembe vett üzemi vízszint	m	4,5
Bal oldali rézsű áthelyezése (folyásirány szerinti)	m	4,5
Fenek bővített szélessége	m	24,5

6.6.5-5. táblázat: A melegvíz-csatorna bővítése [6-7]

Mivel a 2025-ben belépő blokkok vízmennyisége jelentősen megnövelné a melegvíz-csatorna vízszintet és megnehezítené a melegvíz-csatorna bővítési munkálatok elvégzését, ezért a csatorna 2030-ban szükségessé váló bővítését az első blokk üzembe lépésének idejére, 2025-re célszerű elvégezni.

A tervezett melegvíz-csatorna bővítés jellemző keresztzelvényét a 6.6.5-4. ábra szemlélteti.



Ezen dokumentummal kapcsolatban minden jogot fenntartunk; sokszorosítani, harmadik fél számára átadni, vagy tartalmát értékesíteni írásbeli hozzájárulásunk nélkül TILOS!

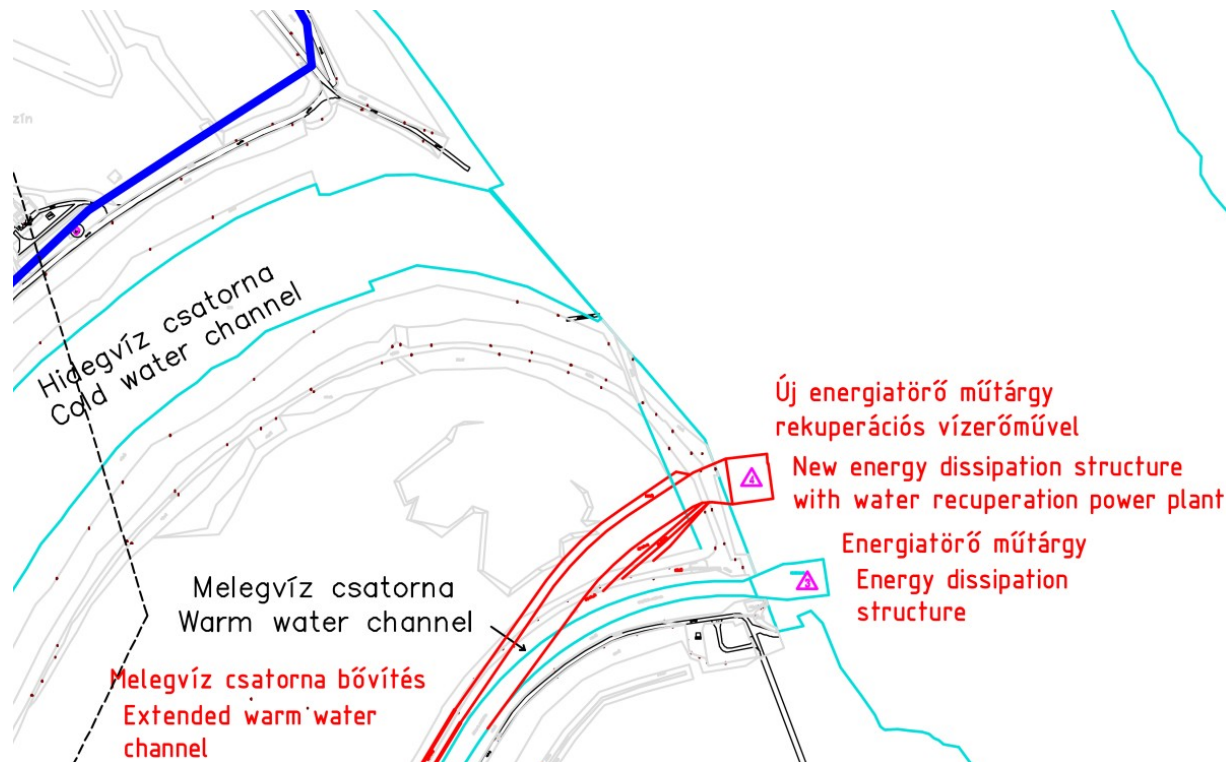
Megjegyzés:  
 A rajzon feltüntetett méretek m-ben értendők

6.6.5-4. ábra: Meglévő melegvíz-csatorna bővítés jellemző keresztmetszvénye [6-7], [6-8]

### 6.6.5.10 Meglévő energiatörő műtárgy második bevezetési ponttal

A meglévő 4 db blokk és a tervezett 2 db új blokk melegvíz mennyiségének megfelelően kialakított új energiatörő műtárggyal biztosítható a melegvíz Dunába történő bevezetése (6.6.5-5. ábra).

A második bevezetési pont kialakítása több előnnyel jár a meglévő energiatörő műtárgy bővítésével szemben. A hidegvíz-csatorna, valamint a melegvíz-csatorna torkolata által közrezárt területen történő második bevezetésnél kialakított műtárgy és az abban elhelyezett rekuperációs erőmű alkalmazásával javítható a bebocsátott melegvíz Dunában történő elkeveredése és jelentős mennyiségű villamos energia nyerhető vissza a Natura 2000 területek érintettségének minimalizálása mellett.



6.6.5-5. ábra: Meglévő energiatörő műtárgy és a második, új bevezetési pont helyszínrajza

### 6.6.5.11 Rekuperációs vízerőmű

Az atomerőműből induló melegvíz-csatorna duzzasztásával olyan mértékű esés biztosítható a melegvíz-csatorna dunai torkolatánál, ami alkalmas összesen kb. 7-8 MW névleges beépített teljesítményű vízturbinák működtetésére. A Duna vízjárását és az atomerőművi blokkok üzemét figyelembe véve az éves szinten megtermelhető villamos energia közel 35 GWh.

A rekuperációs vízerőmű felvízi oldali duzzasztott vízszintjét a melegvíz-csatorna végében beépített zárógát hozza létre, melyben a vízturbinák és a közvetlen kiszolgáló létesítményei is helyet kapnak. Ide tartoznak a víz útját meghatározó elzáró szerkezetek és a működtetésük elemei, a kiszolgáláshoz és karbantartáshoz szükséges emelő-berendezések és segédlétesítmények. A vízerőmű mellett önálló villamos épületben kapnak helyet a villamos és irányítástechnikai berendezések, a kapcsolószekrények és transzformátorok. Ide érkeznek az erőművi kapcsolatot biztosító kábelek és a termelt villamos energia kiadására szolgáló távvezetékek. Itt kapnak helyet a segédenergiát ellátó berendezések a kompresszor és olajállomás.

A rekuperációs vízerőmű rendelkezik olyan túlfolyó létesítménnyel, ami a vízturbinák kiesésekor vagy karbantartáskor az atomerőműből érkező mindenkor maximális hűtővíz mennyiséget visszahatásmentesen el tudja vezetni és biztonságosan vissza tudja juttatni a Dunába.

A vízerőmű kerítéssel körülvett önálló létesítmény, ami folyamatos kezelői jelenlétet nem igényel. A vagyonbiztonságot fizikai gát és jelzőrendszer biztosítja.



## 6.7 SEGÉDRENDSZEREK, SEGÉDLÉTESÍTMÉNYEK

### 6.7.1 SÓTALANVÍZ

A tervezett blokkok bővítésével kapcsolatban új vízelőkészítő mű létesítése tervezett 3x100 % kapacitással (azaz a névleges igényhez képesti háromszoros kapacitás kiépítésével, melyet a szükséges redundanciák biztosítása indokol). A rendszer legfontosabb elemeiből 3 párhuzamos egység kerül kiépítésre, megfelelő keresztkapcsolatokkal.

A pótvíz-előkészítés technológiai folyamata a következő részfolyamatokból áll: derítés, multimédiás szűrés, membrános sótalánítás és szükség esetén ioncserés utósótalánítás. A membrános sótalánítási eljárás három további alrészről tevődik össze, ezek az ultraszűrés, a fordított ozmózis elven működő sótalánítás és az elektro-deionizációs sótalánítás. A pótvíz-előkészítési folyamat lényege a membrános sótalánítás, amelynek fontos jellemzője, hogy a hagyományos meszes-lágyítás és ioncserés sótalánító eljáráshoz képest legalább egy nagyságrenddel kisebb a vegyszerfelhasználása, ezáltal a keletkező hulladékvizekkel kibocsátott vegyszerek mennyisége nagymértékben csökkenthető. A pótvíz-előkészítő látja el a biztonsági hűtővíz-rendszer hűtőtornyai számára szükséges póthűtővizet. A póthűtővíznek megfelelő vízminőséget a pótvíz-előkészítő közbeső folyamatából, a membrános sótalánítás folyamat után lehet kinyerni. Emiatt a pótvíz-előkészítő elő szakasza nagyobb kapacitású (póthűtővíz tárolástól és hűtőtornyok vízminőségi követelményétől függően), a finom sótalánításon csak primer és szekunderköri sótalánvíz igényeknek megfelelő vízmennyiség esik át.

A biztonsági hűtővíz-rendszer két lehetséges üzemeltetési módjától függően a pótvíz-előkészítőnek is két lehetséges üzemmódja van. Mivel a biztonsági hűtővíz-rendszer hűtőtornyos üzemeltetési módja rövid ideig áll fenn (évente néhány nap, várhatóan maximálisan egy hónap), ezért a pótvíz-előkészítő vízmérlegét a jellemző üzemmódra adjuk meg, amikor a biztonsági hűtővíz-rendszer frissvízes hűtésű és nincs szükség póthűtővízre.

A pótvíz-előkészítő nyersvíz igénye a fentiek alapján, egy blokk esetén normál üzemben várhatóan 36 m<sup>3</sup>/h, két blokk esetén normál üzemben várhatóan 72 m<sup>3</sup>/h. A tervezett két blokkra együttesen az éves nyersvíz igény várhatóan nem haladja meg a 640 ezer m<sup>3</sup>-t.

Megnevezés	Mértékegység	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Nyersvíz (Duna-víz)	m <sup>3</sup> /s	0,01	0,02
Nyersvíz (Duna-víz)	m <sup>3</sup> /h	36	72
Hulladékvíz	m <sup>3</sup> /h	12	24
Termelt sótalánvíz	m <sup>3</sup> /h	24	48

6.7.1-1. táblázat: Pótvíz előkészítő normál üzemi vízmérlege

A sótalánvíz tároló és elosztó rendszer feladata a sótalánított víz tárolása és eljuttatása a primerkör, turbina gépház és segédlétesítmények megfelelő sótalánvíz fogyasztóihoz. A pótvíz előkészítőnek és a sótalánvíz tároló létesítményeknek együttesen kell az egyidejűleg fellépő maximális sótalánvíz igényeket kielégíteni. Az új atomerőművi blokkok sótalánvíz igénye egy blokk esetén normál üzemben várhatóan 24 m<sup>3</sup>/h, két blokk esetén normál üzemben várhatóan 48 m<sup>3</sup>/h. Az átmeneti üzemiállapotokban előforduló nagyobb sótalánvíz igényeket a sótalánvíz tároló tartályból látják el. Mivel az átmeneti üzemiállapotok ideje néhány nap évente, ezért a normál üzemi sótalánvíz igény a meghatározó. A tervezett két blokkra együttesen az éves sótalánvíz igény várhatóan nem haladja meg az 420 ezer m<sup>3</sup>-t.

Az új atomerőművi blokkok közös pótvíz-előkészítőjének hulladékvize normál üzemben egy blokk esetén várhatóan 12 m<sup>3</sup>/h, két blokk esetén várhatóan 24 m<sup>3</sup>/h. A tervezett két blokkra együttesen az éves pótvíz-előkészítő hulladékvíz várhatóan nem haladja meg a 220 ezer m<sup>3</sup>-t.

A pótvíz-előkészítőben az egyes technológiai részfolyamatokban keletkező hulladékvizeket összegyűjtik és egy átmeneti hulladékvíz gyűjtő tartályban tárolják. A különböző folyamatból érkező hulladékvizeket összekeverik, és kibocsátás előtt ellenőrzik, hogy megfelel-e a kibocsátási követelményeknek. Szükség esetén vegyszeres semlegesítés történik. A hulladékvíz az erőmű technológiai hulladékvíz rendszerébe kerül elvezetésre. [6-9]

## 6.7.2 TECHNOLÓGIAI HULLADÉKVÍZ [6-9]

### 6.7.2.1 Primerköri radioaktív hulladékvíz kezelő rendszer

A primerkör hulladékvíz rendszere gyűjti, kezeli és tárolja a normál üzem során keletkező radioaktív hulladékvizeket. Ez a rendszer fogadja a turbina gépház rendszereinek esetlegesen radioaktív hulladékvizeit is (pl. gőzfejlesztő tápvíz oldali leiszapolás).

A folyékony radioaktív hulladékkezelés egyik alapvető feladata a különböző hulladékvíz fajták szelektív gyűjtése a hulladékvizek alapvető fizikai és kémiai tulajdonságai és szennyezettsége alapján. A szelektív hulladékvíz gyűjtés az aktív és az inaktív hulladékvizek elkülönítésével lényegesen csökkenti a végleges elhelyezésre kerülő különböző kategóriájú hulladékok mennyiségét. A radioaktív vizek legnagyobb része a szükséges tisztítási műveletek után visszakerül a primerkör megfelelő technológiai folyamatába. A technológiai folyamatba vissza nem vezethető radioaktív hulladékvizek egy tisztító technológiai soron haladnak keresztül, aminek végeredményeként az elkülönített aktív szennyezőket besűrítik, és megfelelő formában tárolják. A radioaktív hulladékvíz kezelése és ártalmatlanítása után kapott tisztított és ellenőrzött radionuklid koncentrációjú hulladékvíz a primerköri hulladékvíz rendszerből az ellenőrző tartály után egy ellenőrzött kidobó vezetéken keresztül jut a melegvíz-csatornába.

A radioaktív hulladékvíz rendszer várható maximális napi és éves átlagos tisztított hulladékvíz kibocsátását a 6.7.2-1. táblázat mutatja. A radioaktív hulladékvíz rendszer hulladékvize megfelel az erőműre előírt hulladékvíz kibocsátási követelményeknek.

Megnevezés	Mértékegység	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Normál üzemben	m <sup>3</sup> /h	5	10
Éves hulladékvíz mennyiség	ezer m <sup>3</sup> /év	44	88

6.7.2-1. táblázat: Primerköri mérlegen felüli technológiai hulladékvizek mennyisége

### 6.7.2.2 Turbina gépház hulladékvíz kezelő rendszer

A turbina gépház hulladékvíz kezelő rendszere gyűjti és dolgozza fel a turbina gépház és segédlétesítmények hulladékvizét. Ez a rendszer kizárólag a nem radioaktív hulladékvizeket kezeli.

A turbina gépház hulladékvíz kezelő rendszer három fő alrendszerre bontható:

- zárt kondenzátumgyűjtő-rendszer,
- csurgalékvízgyűjtő-rendszer,
- ipari hulladékvíz-rendszer.

A folyékony hulladékkezelés egyik alapvető feladata a különböző hulladékvíz fajták szelektív gyűjtése a hulladékvizek alapvető fizikai és kémiai tulajdonságai és szennyezettsége alapján.

#### 6.7.2.2.1 Zárt kondenzátumgyűjtő-rendszer

A zárt kondenzátumgyűjtő-rendszer fogadja a turbina gépház ürítéseit és összegyűjtött tiszta kondenzátumait, amelyek visszajuttathatók a tápvízrendszerbe. A zárt kondenzátumgyűjtő-rendszer az összegyűjtött vizeket megfelelő vízminőség esetén a turbina gépház kondenzátum tároló és pótvíz betápláló rendszerébe juttatja.

Amennyiben a zárt kondenzátumgyűjtő-rendszerben összegyűjtött víz minősége nem megfelelő a tápvíz rendszerbe visszajuttatáshoz, akkor ez az összegyűjtött víz a technológiai hulladékvíz rendszerbe kerül át.

#### 6.7.2.2.2 Csurgalékvízgyűjtő-rendszer

A csurgalékvízgyűjtő-rendszer fogadja a turbina gépház szabad elfolyású tölcéses ürítő gerincekből, a rendszerek és berendezések padlóvíz csatornába történő ürítéséből összegyűjtött vizeket. Az ebben a rendszerben összegyűjtött vizek minősége nem megfelelő a tápvíz rendszerbe történő visszajuttatáshoz.

A csurgalékvízgyűjtő-rendszer az összegyűjtött vizeket megfelelő vízminőség esetén a melegvíz-csatornába, a felszíni vizekbe bocsátáshoz nem megfelelő minőség esetén az ipari hulladékvíz rendszerbe juttatja.

### 6.7.2.2.3 Ipari hulladékvíz-rendszer

Az ipari hulladékvíz-rendszer fogadja azokat a hulladékvizeket, amelyek potenciálisan olajjal szennyeződhetnek vagy vegyszert tartalmaznak. Az ipari hulladékvíz-rendszeren belül külön alrendszer gyűjti a potenciálisan olajjal szennyezett és külön alrendszer a vegyszeres vizeket. Az olajos hulladékvíz-rendszer gyűjti a hulladékvizeket minden olyan helyről, ahol a hulladékvíz olajjal szennyeződhet.

Az olajos hulladékvíz gyűjtő rendszer elkülönített a kondenzátum, a csurgalékvíz- és az udvartéri csapadékvíz- (esővíz) gyűjtő rendszertől. Az olajos hulladékvizeket egy külön tartály fogadja, majd egy olaj leválasztón keresztül egy üleptető tartályba kerülnek át. Az ipari hulladékvíz-rendszer az üleptető tartályból a vizeket megfelelő vízminőség esetén a melegvíz-csatornába vezeti.

A vegyszeres vizeket, úgymint a vízelőkészítő tisztító és öblítő vizeit, a víztisztító rendszerek gyanta regenerálásából származó vizeket a vegyszeres hulladékvíz-rendszer egy semlegesítő tartályba vezeti, ahol megfelelő kezelés után a vízminőségi jellemzők beállíthatók a kibocsátási értékeknek megfelelően. Az ipari hulladékvíz rendszer a semlegesítő tartályból a vizeket megfelelő vízminőség esetén a melegvíz-csatornába vezeti.

### 6.7.2.2.4 Turbina gépház hulladékvíz mennyiségei

A turbina gépház zárt kondenzátumgyűjtő-rendszer hulladékvize normál üzemben visszakerül a tápvízrendszerbe, nem jelenik meg hulladékvízként.

A csurgalékvízgyűjtő-rendszer és ipari hulladékvíz rendszer hulladékvize megfelelő tisztítás, semlegesítés vagy olajmentesítés után kerül ki hulladékvízként. A 6.7.2-2. táblázat mutatja a hulladékvizek mennyiségét normál üzemi és éves szinten.

Megnevezés	Mértékegység	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Normál üzemben	m <sup>3</sup> /h	20	40
Éves hulladékvíz mennyiség	ezer m <sup>3</sup> /év	175	350

6.7.2-2. táblázat: Turbina gépház folyékony hulladék mennyisége

A tervezett két blokkra együttesen a turbina gépház és segédlétesítmények éves hulladékvíz mennyisége várhatóan nem haladja meg a 350 ezer m<sup>3</sup>-t. A hulladékvíz-rendszer által gyűjtött hulladékvizeket megfelelő ellenőrzés és a kibocsátási határértékek teljesülése után az erőmű turbina gépház hulladékvíz rendszere a melegvíz-csatornába juttatja.

## 6.7.3 BIZTONSÁGI HŰTŐCELLÁK HULLADÉKVIZE

A biztonsági hűtővíz-rendszer hűtőcellás üzemeltetési módja esetén a hőleadás során, a hűtőcellában történő párolgás és a hűtőcellába a levegővel bejutó szennyeződések miatt a hűtővíz-rendszer folyamatos leiszapolás szükséges a hűtővíz betöményedése és a hűtővíz szennyezőanyag koncentrációjának szinten tartása miatt. A biztonsági hűtőcella üzeme esetén szükséges leiszapolásból származó hulladékvíz a felmelegedett kondenzátor hűtővízzel együtt a melegvíz elvezető csatornákon keresztül a Dunába kerül. Mennyisége több nagyságrenddel kisebb, mint a kondenzátor hűtővíz.

A biztonsági hűtővíz-rendszer hűtőtornyos üzemeltetési módja esetén keletkező hulladékvíz a hűtőcella leiszapolásából származik. A leiszapolat víz lényegében a pótvíz-előkészítőben részben sótalánított víz hűtőcellában történő párolgás miatti betöményedésével adódik. A 6.7.3-1. táblázat mutatja a hűtőcellák hulladékvíz mennyiségét órás és éves szinten várható felbontásban az üzemeltetésre tett feltételezések mellett.

Megnevezés	Mértékegység	1x1 200 MW	2x1 200 MW
Biztonsági hűtőcella hulladékvíz leiszapolásból	m <sup>3</sup> /h	36	72
Éves maximális hulladékvíz mennyiség (max. 1 hónap üzemidővel)	ezer m <sup>3</sup> /év	26	52

6.7.3-1. táblázat: Biztonsági hűtőcellák maximális hulladékvíz mennyisége leiszapolásból

A tervezett két blokkra együttesen a biztonsági hűtővíz-rendszer hűtőtornyos üzemeltetési módjából származó éves hulladékvíz mennyisége várhatóan nem haladja meg az 52 ezer m<sup>3</sup>-t. A keletkező hulladékvizeket megfelelő ellenőrzés és a kibocsátási határértékek teljesülése után az erőmű hulladékvíz rendszere a melegvíz-csatornába juttatja.

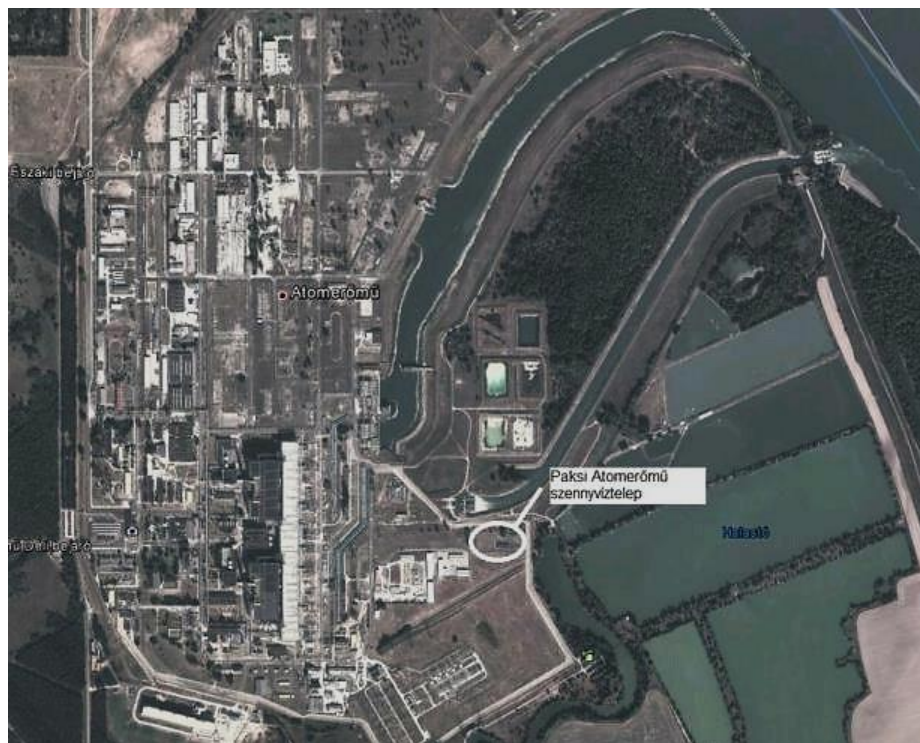
## 6.7.4 IVÓVÍZ - KOMMUNÁLIS SZENNYVÍZ

A vizsgálatok alapján az új erőmű ivóvíz-ellátásának kiépítésére műszaki és gazdasági szempontból is a Csámpai vízmű és segédrendszerei, a kommunális szennyvíz-elvezetéssel kapcsolatban pedig a Paksi Atomerőmű területén üzemelő szennyvízkezelő műtárgy és segédrendszerei adódtak a optimális megoldásnak.

A szükséges maximális ivóvíz-mennyiség az első blokk megkezdett üzemelési és a második blokk ezzel egyidejű létesítési időszakában jelentkezik, amelynek maximális mennyisége 646 m<sup>3</sup>/nap, a keletkező maximális szennyvíz mennyiség ennek a 95 %-a, azaz 614 m<sup>3</sup>/nap. [6-10]



6.7.4-1. ábra: A csámpai vízműtelep elhelyezkedése



6.7.4-2. ábra: A Paksi Atomerőmű szennyvíztelep elhelyezkedése

### 6.7.5 CSAPADÉKVÍZ

Az új atomerőművi blokkok udvarteréről és tetőkről lefolyó csapadékvizek, valamint az egyéb területekről összegyűjtött, nem szennyezett felszíni vizek közvetlenül a melegvíz-csatornába kerülnek.

Az üzemi területen tiszta, valamint potenciálisan olajjal szennyezett csapadékvíz hálózatot különböztetünk meg. Tekintettel arra, hogy a csapadékvíz befogadóba kerül elvezetésre, ezért a vízügyi hatósági előírásoknak megfelelő kezelés történik.

A potenciálisan olajjal szennyezett csapadékvizek összegyűjtése érdekében megfelelő méretű olajfogók kerülnek kialakításra a felszíni parkoló területeken. A transzformátor alapok megfelelő esővíz tároló kapacitású aknákkal, olajszivárgás esetére olajfogó rendszerrel lesznek kiépítve. Az olajtartály környezetéből összegyűjtött csapadékvíz szintén olajfogón keresztül kerül elvezetésre. Az olajtól megtisztított csapadékvizek a tiszta csapadékvízzel együtt kerülnek elvezetésre. [6-9]

### 6.7.6 TŰZIVÍZ

Az új atomerőművi blokkok egy közös tűzivíz hálózattal rendelkeznek, amely az új blokkok nyersvíz rendszeréről kapja a víz utánpótlást. A nyersvíz rendszertől a maximálisan 380 m<sup>3</sup>/h nyersvíz csővezetéken jut el a tűzivíz rendszer medencéjéhez. A tűzivíz ellátó rendszer a későbbiekben elkészülő tűzvédelmi tervnek megfelelően lesz kialakítva.

A tűzivíz rendszer alternatív megtáplálása a meglévő atomerőmű parti szűrésű ipari vízművből is történhet. A meglévő blokkok leállítását követően a parti szűrésű kúttelep és az új atomerőművi blokkok közvetlen betáplálása - szükség esetén - megmarad, a csatlakozási pontok a meglévő erőművel megszüntetésre kerülnek.

A tűzivíz rendszer megfelelő megtáplálását a tűzivíz szivattyútelep biztosítja a tűzivíz medencéből.

A tűzivíz hálózat megfelelő nyomású vízmennyiség igényét a tűzivíz szivattyútelepen elhelyezett normál és a nyomástartást biztosító „jockey” szivattyúk biztosítják. A szivattyúk 100% tartalékkal rendelkeznek. A normál szivattyú villamos hajtású, a tartalék dízel motoros. A nyomástartó szivattyúk villamos hajtásúak. A villamos hajtású szivattyúk villamos betáplálása többszörös biztonsággal megoldott.

Az új atomerőművi blokkok tűzivíz csőhálózata kiterjed az új blokkok teljes létesítési területére. Feladata, hogy biztosítsa a szükséges oltóvizet az épületeken belüli falis és a kültéri földfeletti tűzcsapok, valamint a szórt vizes és a habbal oltó rendszerek számára. [6-9]

### 6.7.7 VEGYSZERLEFEJTÉS ÉS TÁROLÁS

A tervezett új atomerőmű saját vegyszerlefejtő és tároló állomással rendelkezik. A vízelőkészítő épületben, külön helyiségben kialakított vegyszerlefejtő és tároló állomás fogadja, lefejtja, tárolja és kezeli az erőmű által felhasznált összes vegyszert. A vegyszerekből - az erőmű normál üzemi állapotára vonatkozó vegyszerfelhasználást alapul véve - legalább 30 napra elegendő mennyiség tárolása szükséges.

A vegyszerlefejtő állomás fogadja a közúton vagy vasúton érkező tömény vegyszereket és megfelelő tárolótartályokba juttatja el. A lefejtő állomás úgy lesz kialakítva, hogy a vegyszerek lefejtésénél ne lehessen vegyszerszivárgás, elfolyás. Annak érdekében, hogy vegyszerek ne kerülhessenek ki a környezetbe megfelelő kármentő medencék lesznek kialakítva. Megfelelő műszaki megoldás biztosítja azt is, hogy a vegyszerek gőzei ne tudjanak kijutni a környezetbe.

A vegyszertároló épületben, a vegyszertartályok körül vegyszergyűjtő medencék és padló összefolyók lesznek kialakítva annak érdekében, hogy az esetlegesen elfolyó vegyszereket a vegyszeres hulladékvizek kezelőjébe el lehessen juttatni semlegesítésre. A vegyszertároló tartályoknál megfelelő vegyszertovábbító szivattyúk lesznek telepítve. A nem folyékony halmazállapotú vegyszerek szállításához megfelelő pneumatikus rendszer lesz kialakítva, vagy a tárolt vegyszer kiszertelt mennyiségének targoncával vagy emelővel való eljuttatása lesz megoldva.

Megnevezés	Tárolt mennyiség
<b>Hidrazin és ammónia tároló</b>	
Ammónium-hidroxid	1 m <sup>3</sup>
Hidrazin	3 t
<b>Hidrogén tároló</b>	13 m <sup>3</sup>
<b>Vegyszer raktár</b>	
Salétromsav	4 m <sup>3</sup>
Kénsav	7 m <sup>3</sup>
<b>Vízkezelő üzem</b>	
Sósav	53 m <sup>3</sup>
Nátrium-hidroxid <sup>3</sup>	40 m <sup>3</sup>
<b>Bórsav tárolás</b>	2 x 3 t

6.7.7-1. táblázat: Vegyszer tárolás az üzemelés időszakában

## 6.7.8 DÍZELGENERÁTOROK

A biztonsági rendszerek üzemzavari villamos energia betáplálását 4 db, egységenként ~7,5 MW<sub>e</sub> teljesítményű dízelgenerátor biztosítja blokkonként, az egységenként bevitt tüzelőhő 18,75 MW<sub>th</sub>. A dízelgenerátorok bármelyike képes biztosítani a szükséges villamos energia betáplálást egy esetleges vészleálláshoz. A biztonságos leállítás érdekében blokkonként 168 órás folyamatos dízelgenerátor üzemet kell biztosítani. Az így szükséges tároló kapacitás összesen (42 MJ/kg fűtőérték; 0,83 kg/l fajsúly és 40 % hatásfok mellett) ~325 m<sup>3</sup> 1 dízelgenerátor üzeméhez. A biztonságos üzemanyag ellátás redundanciájának biztosítása érdekében azonban minden dízelgenerátor egység külön-külön üzemanyag tartállyal fog rendelkezni, melyek egyenként biztosítják a 168 órás üzemhez szükséges dízel üzemanyag mennyiséget. Ennek megfelelően 8 x 325 m<sup>3</sup> (azaz összesen 2600 m<sup>3</sup>) dízel üzemanyag tárolásához megfelelő kapacitás fog létesülni a dízelgenerátorok épületeiben.

A dízelgenerátorok - normál üzemi körülmények között - tervezetten csak tesztüzemben működnek, egységenként havonta átlagosan 8 órát, külön-külön, az éves tesztüzem ideje max. 8x8x12, azaz 768 óra

## 6.7.9 SEGÉDKAZÁN

A létesítés során valamint az üzemeltetési időszakban a blokk indításának meggyorsításához szükséges gőzigények biztosítására 2 db, egyenként 15 MW teljesítményű villamos segéd gőzkazán kerül telepítésre. A kazánok a 10 kV-os villamos hálózatról lesznek megtáplálva és 46 t/h 12 bar / 192°C-os gőzt tudnak biztosítani együttesen. [6-11]

## 6.7.10 ÉPÜLETGÉPÉSZET

Az atomerőművi szellőző rendszerek biztosítják a radioaktív anyagok létesítményen belüli elterjedésének megakadályozását vagy csökkentését, a személyzet és/vagy a berendezések számára szükséges, a minősített állapot fenntartását szolgáló klimatikus viszonyokat.

A radioaktív anyagok elterjedését korlátozó szellőző rendszerek jellemzői és feladatai:

- a szabadba történő légnemű radioaktív kibocsátási pontok számának minimalizálása,
- a légnemű radioaktív kibocsátások integrált ellenőrizhetősége,
- a konténmentben a levegő nyomásának légköri alatt tartása,
- az adott helyiségben a légcseré mértéke arányos a levegővel mozgó radioaktív anyagok koncentrációjának mértékével,
- a légáramlatok iránya a kevésbé szennyezett helyekről a szennyezettebb helyek felé irányuljon,
- a konténment levegőjének keringtetése a hidrogénszabályozó rendszer (hidrogén rekombinátor) hatékonyságának növelése érdekében.

A szellőző rendszerek a fentiekén túl az alábbi általános követelményeknek felelnek meg:

- külső hatások (külső tűz vagy robbanás) és klimatikus viszonyok (extrém szélsőségek, hó, magas páratartalom) vagy szennyeződések általi eltömődés, vegyi anyagok bejutása kockázatának figyelembe vétele,
- szükség esetén alkalmasak a tűz miatt keletkező füst eltávolítására, a normál levegő viszonyok helyreállítására, ugyanakkor megakadályozzák a tüzek, füst, szennyezett levegő, radioaktív szennyeződések szellőző rendszereken keresztüli tovaterjedését,
- megfelelő mértékű szellőzést biztosítanak olyan területeken, ahol valamilyen berendezés található, továbbá elfogadható hőmérsékletet tartanak fenn ezen berendezések működtetéséhez, valamint egyéb más helyiségekben, ahol személyzet dolgozik, vagy villamos berendezés található.
- az összes tervezési állapotban, a Vezénylőben túlnyomást biztosítanak annak érdekében, hogy a külső szennyezett levegő behatolását meggátolják a telephely elszennyeződése esetén.

A turbinaépület HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning – fűtés, szellőzés, légkondicionálás) rendszerei biztosítják a vegyi gőzök eltávolítását a vegyszertárolóból, illetve laborokból, továbbá eltávolítják a gyúlékony olajpárát a kenőolajraktárból.

A nem biztonsági funkciókat ellátó dieselgenerátorok épületeiben a HVAC rendszerek megelőzik az éghető gázok veszélyes koncentrációjának kialakulását.

A légkezelő berendezések, radiátoros rendszerek és fan-coil hálózatok fűtővízzel történő megtáplálása a forró-, illetve meleg vizes hálózatokról történik.

A központi hűtöttvíz rendszer a biztonsági kockázatot nem jelentő területeket (elektromos helyiségek-, turbinacsarnok-, irodák szellőző rendszerei) ellátja hűtött vízzel.

### 6.7.11 SŰRÍTETT LEVEGŐ RENDSZER

A primerköri és szekunderköri sűrített levegő igényt kompresszorállomások és légszárító berendezések szolgáltatják. Általában, blokkonként két-két sűrített levegő ellátó állomás szolgálja ki a primerkört, és a szekunderkört.

### 6.7.12 TÁVHŐ RENDSZER

Paks városának fűtése jelenleg a 2-3-4 blokkok turbina megcsapolásairól, fűtési hőcserélőkkel 130 / 70 °C hőfoklépcsővel került megoldásra.

A Paksi Atomerőmű jelenleg üzemelő városfűtési rendszerének feladata:

- a lakótelepen elhelyezett hőközpontok hőcserélőinek primer oldali forróvízellátása, ezzel a lakótelep fűtésének biztosítása;
- Paks város használati melegvíz ellátása, illetve az erőművi fűtési rendszer megtáplálása.

A városfűtési csúcsigények kb. 30 MW<sub>th</sub>-ra tehetők, a jelenlegi rendszer túlméretezett, bizonyos tartalékkal rendelkezik. A rendszer az 2-3-4 blokkokról, mindkét turbina megcsapolásáról, minden blokk esetében alaphőcserélő, csúcs hőcserélő beépítésével üzemeltethető. A csúcs hőcserélők után található a szuper csúcs hőcserélő (előremenő hőmérséklet 150 °C növelhető).

A városfűtési rendszer hálózat jelleggel került kiépítésre, előremenő és visszatérő gerincvezetékekkel (névleges előremenő / visszatérő hőmérséklet: 130 / 70 °C, tartós hideg esetén 150 / 70 °C), melyekhez hőcserélők és szivattyúk kapcsolódnak a leválasztásukat lehetővé tévő armatúrákkal.

A városfűtési rendszer három fő egysége:

- Hőközpontok (hőcserélők);
- Keringtetési rendszer;
- Pótvíz rendszer.

Az új blokkok létesítésével a városfűtési rendszer kiépítése a jelenleg üzemelő rendszerrel egyenértékűre tervezett, azaz az újonnan telepítésre kerülő turbinák megcsapolásairól a gőz egy közös osztóra kerülne, majd az osztó után

kerülnének telepítésre a hőcserélők a hőigények alapján kb. 30 MW teljesítmény figyelembe vétele mellett. A komplett rendszer hőcserélők, keringtetés, osztlók egy különálló épületrészben (épületben) kerülhetnek elhelyezésre. [6-12]

## 6.8 IRÁNYÍTÁSTECHNIKA

Az irányítástechnikai rendszer feladata az erőmű energiatermelési folyamatainak biztonságos és megbízható irányítása. A rendszer felépítése hagyományosan az alábbi hierarchia szintekkel jellemezhető

- 0. szint *terepi eszközök szintje (érzékelők, távadók, beavatkozó és végrehajtó eszközök)*
- 1. szint *rendszer automatizálás szintje (folyamatirányító berendezés, speciális vezérlő berendezések)*
- 2. szint *rendszer felügyeleti szint (diagnosztikai és monitoring rendszerek)*
- 3. szint *felső szintű irányítás (ember-gép kapcsolat, külső kommunikáció, adatfeldolgozás, archiválás)*

Az adott szintek a technológiai folyamatokhoz, illetve azok struktúrájához illeszkedve további csoportokra, illetve rétegekre tagozódhatnak.

A rendszer biztonságos irányítása, azaz a meghibásodás, üzemzavar, illetve baleseti valószínűség elfogadható szintre történő csökkentése, valamint az erőmű rendelkezésre állásának növelése érdekében a technológiai, illetve energiatermelési folyamatok ellenőrzése, irányítása, védelme többszörösen redundáns és diverz elvű műszaki megoldásokra épül. Ez az irányítástechnika minden szintjén érvényesül.

Az erőmű működéséhez szükséges, de a természeti környezet, illetve a lakosság számára terhelést, illetve kockázatot jelentő folyamatok, berendezések folyamatos ellenőrzését a technológiai folyamatok irányításától független monitoring eszközök és rendszerek biztosítják.

A különböző biztonsági osztályokba sorolt rendszerek, valamint az erőmű és a külvilág közötti kommunikáció területén az ellenséges, nem kívánt és szándékolatlan beavatkozások, számítógépes kártevők behatolásának elkerülése érdekében az adat- és információ átvitel a komputer biztonság adott kapcsolatra alkalmas eszközeivel biztosított.

Az erőmű bármely technológiai rendszerében, annak irányítása során mért jellemzők, üzemviteli események, beavatkozások, küldött vagy kapott adatok az informatikai rendszerben rendszerezetten, azonosítható módon archiválásra kerülnek és szükség esetén visszaolvashatók és elemezhetőek.

Az irányítástechnikai rendszer a technológiai, illetve energiatermelési folyamatokat teljes körűen felügyeli, automatikusan irányítja, rendellenes jelenségekről jelzést generál, illetve a redundáns megoldások révén kezeli. A folyamatok mindenkori állapotáról, eseményekről az irányítási hierarchia legfelső szintjén lévő üzemeltető személyzet a vezénylői berendezéseken keresztül van informálva, szükség esetén intézkedik.

## 6.9 TÁVKÖZLÉS

A távközlési és informatikai rendszer feladata, hogy az erőmű telephelyén belüli és a telephelyen kívüli beszéd- és adatkommunikációt az erőmű más technológiai rendszereihez illeszkedő rendelkezésre állással, és minőségben biztosítsa.

A távközlési és informatikai rendszer kialakításánál a tervezési időszakban már atomerőművi felhasználásra ellenőrzött referenciával rendelkező, legmodernebb technológia kerül alkalmazásra.

Telephelyen kívüli távközlési és informatikai rendszer: A nyilvános távközlési és informatikai rendszerekhez való csatlakozás alapvetően optikai és mikrohullámú kapcsolatokon biztosítható. Biztonsági rendszerként létesítésre kerül rézalapú és URH kapcsolat.

Telephelyen belüli távközlési és informatikai rendszer: Az erőmű operatív üzeméhez szükséges rendszer vagy rendszerek a technológiai rendszerhez illetően létesülnek.

Az erőmű adminisztratív, irodatechnikai igényeit kiszolgáló rendszerek elkülönülnek a technológiai rendszerekétől alacsonyabb rendelkezésre állási jellemzőikkel.

Az alkalmazott passzív és aktív eszközök, valamint azok üzemeltetésének környezetre gyakorolt hatása csekély, amely nem különbözik bármely más ipari, vagy polgári célt szolgáló távközlési és informatikai rendszer hatásától. [6-4]



## 6.10 VILLAMOS RENDSZEREK

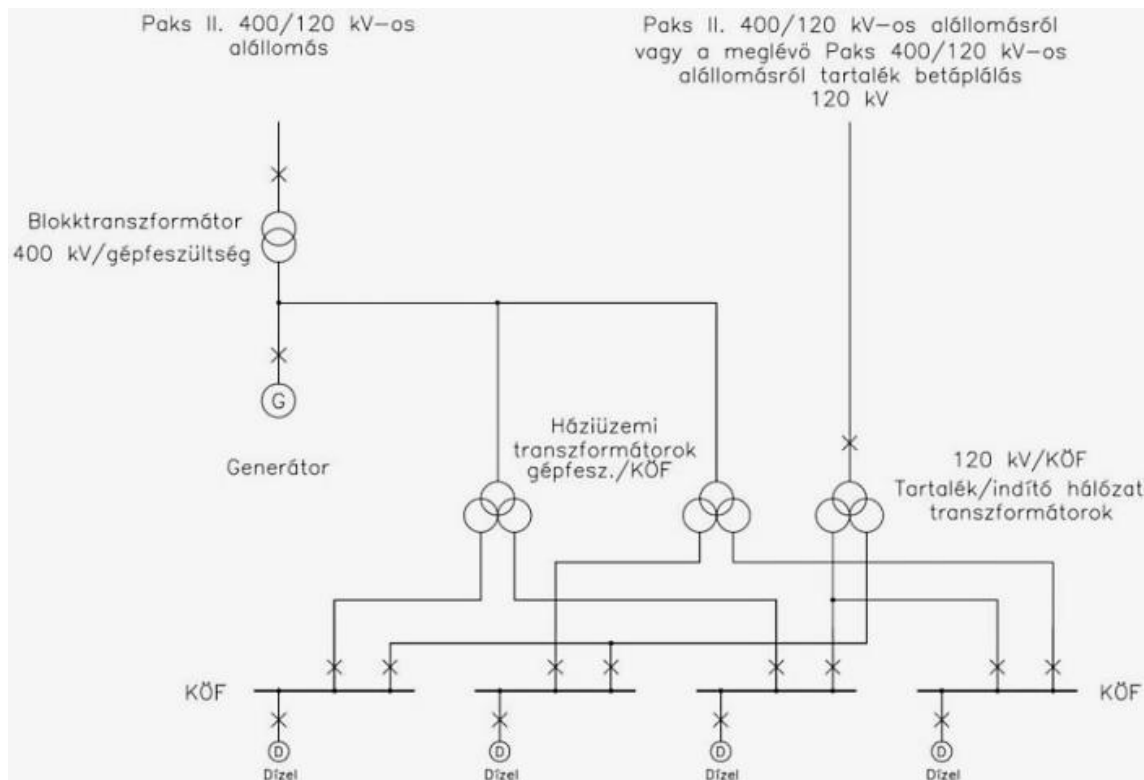
Az eddigi elképzelések és vizsgálatok alapján az új blokkok erőmű oldali villamosenergia-rendszere az alábbiak szerint épül ki:

Az adott blokkhoz tartozó generátor által megtermelt villamos energia a hozzá csatlakozó blokktranszformátoron és a 400 kV-os blokkvezetéken keresztül kerül kitáplálásra az újonnan létesítendő Paks II. Alállomásba, így csatlakoztatva az erőművi blokkot a közcélú magyar villamosenergia-rendszerhez.

A generátor és a blokktranszformátor középfeszültségű tokozott sínjéről csatlakozik le a két egymás tartalékát is képező háziüzemi transzformátor. Ezen keresztül vannak megtáplálva azok a technológiai fogyasztók, amelyek a Paks II. Atomerőmű zavartalan működéséhez szükségesek. A normál háziüzemi villamosenergia-ellátáson kívül tartalék villamosenergia-ellátó rendszer is létesül, amelynek részeit képezik a tartalék hálózati (háziüzemi / indító) transzformátor (a külső villamosenergia-ellátást biztosítja) és a szünetmentes áramellátást biztosító dízel generátoros áramellátó berendezések.

Megjegyezzük, hogy az új blokkok szabadtéri transzformátorterének közelében biztonsági hűtőtornyok létesülnek. Ezen hűtőtornyokból származó nedves, párás környezeti terheléssel a szabadtéri kapcsolóberendezések kiválasztása során figyelemmel kell lenni.

A jelenlegi elképzelések figyelembevételével és a potenciális beszállítók által vázolt villamos rendszerek alapján az alábbi villamos hálózatot tartjuk elképzelhetőnek egy blokkra nézve:



6.10-1. ábra: Egy blokkra elképzelt erőműi villamos rendszerséma a főbb berendezésekkel

Az 1200 MW / blokk teljesítmény esetében a blokktranszformátor (más néven főtranszformátor) három darab azonos műszaki paraméterekkel rendelkező egyfázisú transzformátorral lesz megvalósítva.

Az erőműi villamos rendszert a környezeti terhelések szempontjából a három darab egyfázisú főtranszformátor, a két darab háromfázisú háziüzemi transzformátor és az egy darab háromfázisú tartalék hálózati/indító transzformátor alkotja blokkonként. [6-4], [6-13]

Az előzőekben felsorolt berendezések főbb jellemzői:

### Főtranszformátor

*Hatásos teljesítmény: min. 1 200/3 MW (~1 500/3 MVA)*

*Mennyisége: 3 db egyfázisú*

*Olajmennyisége: ~ 90 tonna / egyfázisú transzformátor; ~270 tonna / 3 db egyfázisú transzformátor*

*Maximális zajterhelés: ~75 dB / transzformátor*

### Normál háziüzemi transzformátor

*Hatásos teljesítmény: ~70 MW (~90 MVA)*

*Mennyiség: min. 2 db*

*Olajmennyisége: ~33 tonna / transzformátor; ~66 tonna / 2 db*

*Maximális zajterhelés: ~70 dB / transzformátor*

### Tartalék hálózati / indító transzformátor

*Célszerűen javasolt legalább egy, a normál háziüzemi transzformátorral azonos teljesítményű transzformátorral számolni blokkonként.*

*Hatásos teljesítmény: ~70 MW (~90 MVA)*

*Mennyiség: 1 db*

*Olajmennyisége: ~33 tonna*

*Maximális zajterhelés: ~70 dB*

A felsorolt fő-, háziüzemi és tartalék transzformátorok becsült olajmennyisége összesen: ~370 tonna / blokk

### A 2×1 200 MW-os blokk villamos berendezéseiben felhasznált összes olajmennyiség az alábbi:

*Főtranszformátorok olajmennyisége: ~540 tonna*

*Normál háziüzemi transzformátorok olajmennyisége: ~132 tonna*

*Tartalék háziüzemi transzformátorok olajmennyisége: ~66 tonna*

A transzformátorok alatt kármentők kerülnek kialakításra, az esetleges olajszennyezés megakadályozására.

## 6.11 ÉPÍTÉSZET

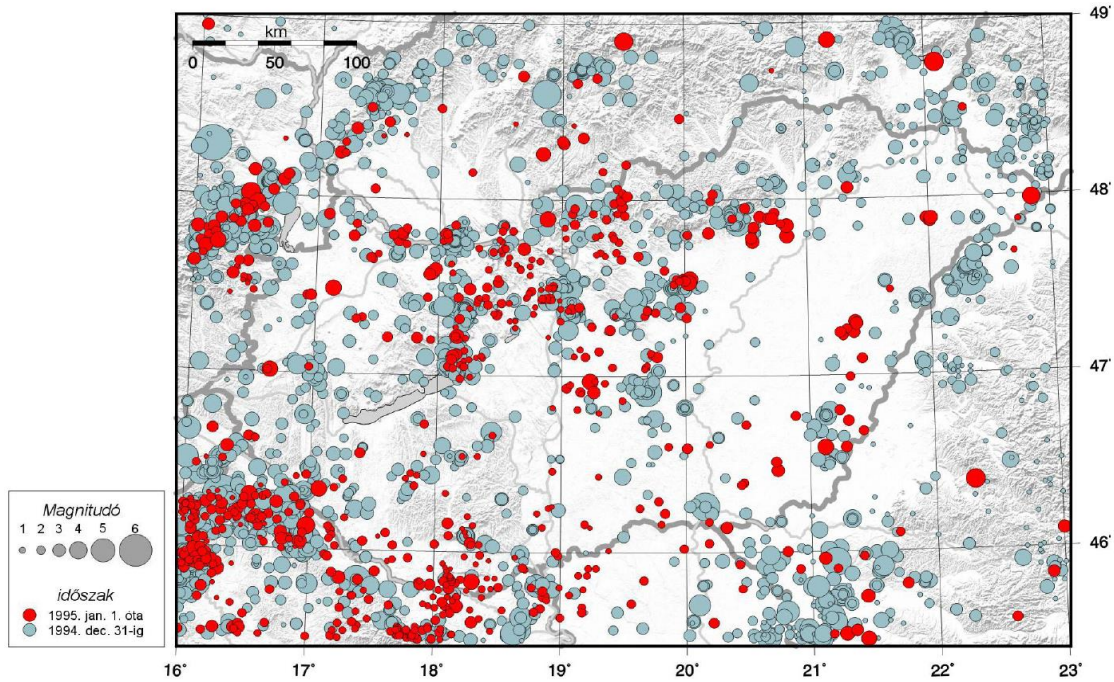
### 6.11.1 SZEIZMICITÁS

A telephely szeizmicitása volt az 1986–1996 közötti időszak egyik legtöbbet kutatott, az erőmű biztonságát befolyásoló telephelyi jellemző. A nemzetközi ajánlások szerint, külföldi felügyelettel folyó vizsgálatok alapján meghatározták a 10 000 éves visszatérési periódusú földrengés vízszintes és függőleges gyorsulás-komponenseit. Megállapították, hogy a 10 000 éves visszatérési periódusú mértékadó földrengés okozta maximális szabadfelszíni vízszintes gyorsulás értéke 0,25 g, míg a függőleges komponensé 0,20 g.

A legújabb vizsgálatok alapján a nukleáris biztonság szempontjából fontos építmények esetén a 100 000 éves visszatérési periódusú mértékadó földrengés értékeit is figyelembe kell venni a tervezés során. A tervezéshez szükséges kiindulási adatokat a tervezési alapan szükséges rögzíteni.

A Paksi Atomerőmű tágabb környezetében – a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) ajánlásának megfelelően – 1995-ben mikroszeizmikus megfigyelő hálózat épült ki. Jelenleg 8 db korszerű, digitális mérőállomás üzemel az erőmű kb. 100 km-es sugarú környezetében. 1995–2005 között a hálózat összesen 708 földrengést regisztrált. A rengések eloszlása meglehetősen diffúz, a hipocentrumok – néhány kivételtől eltekintve – nehezen köthetők ismert törésvonalakhoz.

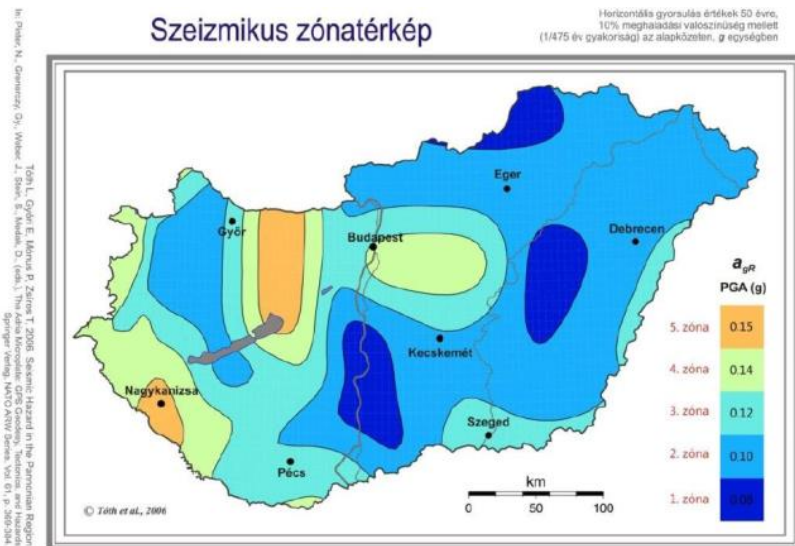
A vizsgált területre eső földrengés epicentrumok területi eloszlása mutatja, hogy a történelmi rengések alapján kijelölhető aktív területek gyakorlatilag egybeesnek a mai epicentrumokkal. A Paksi Atomerőmű telephelyének környezetében a megfigyelések alapján nem látható változás a szeizmicitás szintjében, az továbbra is alacsonynak mondható.



6.11.1-1. ábra: A Magyarország és szűkebb környezetében kipattanó földrengések epicentrumai (2005-ig) [6-4]

A mértékadó földrengés meghatározásán túl az 1986–1996 között folyó földtani kutatás fontos eredménye volt az utóbbi 100 000 évben aktív, felszínre kifutó vetődés lehetőségének kizárása, továbbá a telephely geotechnikai vizsgálatai alapján a talajfolyósodás lehetőségének és a talaj stabilitásának értékelése. A vizsgálatok szerint talajfolyósodásra a 10–20 m mélység közötti rétegek hajlamosak lehetnek, a nukleáris biztonság szempontjából fontos építmények esetén az alapozási mód meghatározásánál ezt figyelembe kell venni.

A nem biztonsági rendszer részét képező épületek esetén a tervezésekhez általános alapadatot az MSz EN 1998-1 (EUROCODE 8) Nemzeti mellékletében lévő Szeizmikus zónatérkép és egyéb ide vonatkozó adatok adnak.



6.11.1-2. ábra: Szeizmikus zónatérkép MSz EN 1998-1 (EUROCODE 8) Nemzeti melléklet [6-14]

## 6.11.2 A TELEPÍTÉSI TERÜLET SEKÉLYFÖLDTANI JELLEMZÉSE

*A Paksi Atomerőmű megépülése előtt az eredeti terepfelszín magassága 91–97 mBf között változott, felszíne igen tagolt volt, K-felé a Duna irányába lejtett.*

*A Paksi Atomerőmű vizsgált területén a felszínt ma mindenütt feltöltés borítja, amely nagyobb részben természetes anyagú, a hidegvíz-csatorna kiásott medréből származik. Anyaga többnyire közép-, illetve finomszemű homok, de gyakran iszap és agyag közbetelepülések is előfordulnak. A feltöltött réteg vastagsága az eredeti terep felszínétől függően 1,6–6,2 m között változik. A feltöltéshez egyes helyeken a felszín közelében több-kevesebb építési törmelék, betontörmelék és salak is keveredik.*

*A feltöltés alatt általában humuszos termőtalaj réteg következik, amely max. 1,5 méter vastagságú, de lokálisan akár hiányozhat is.*

*A holocén humuszos rétegek alatt egyrészt eolikus (szél fújta) homokos üledékek (óholocén futóhomok), másrészt felső-pleisztocén korú, közép- és finomszemű homok, valamint kőzetliszt rétegek váltakozásából álló ártéri folyóvízi összletek települnek. A zömmel kvarc anyagú futóhomok színe vörössárga, okkersárga. Maximális vastagsága néhány méter.*

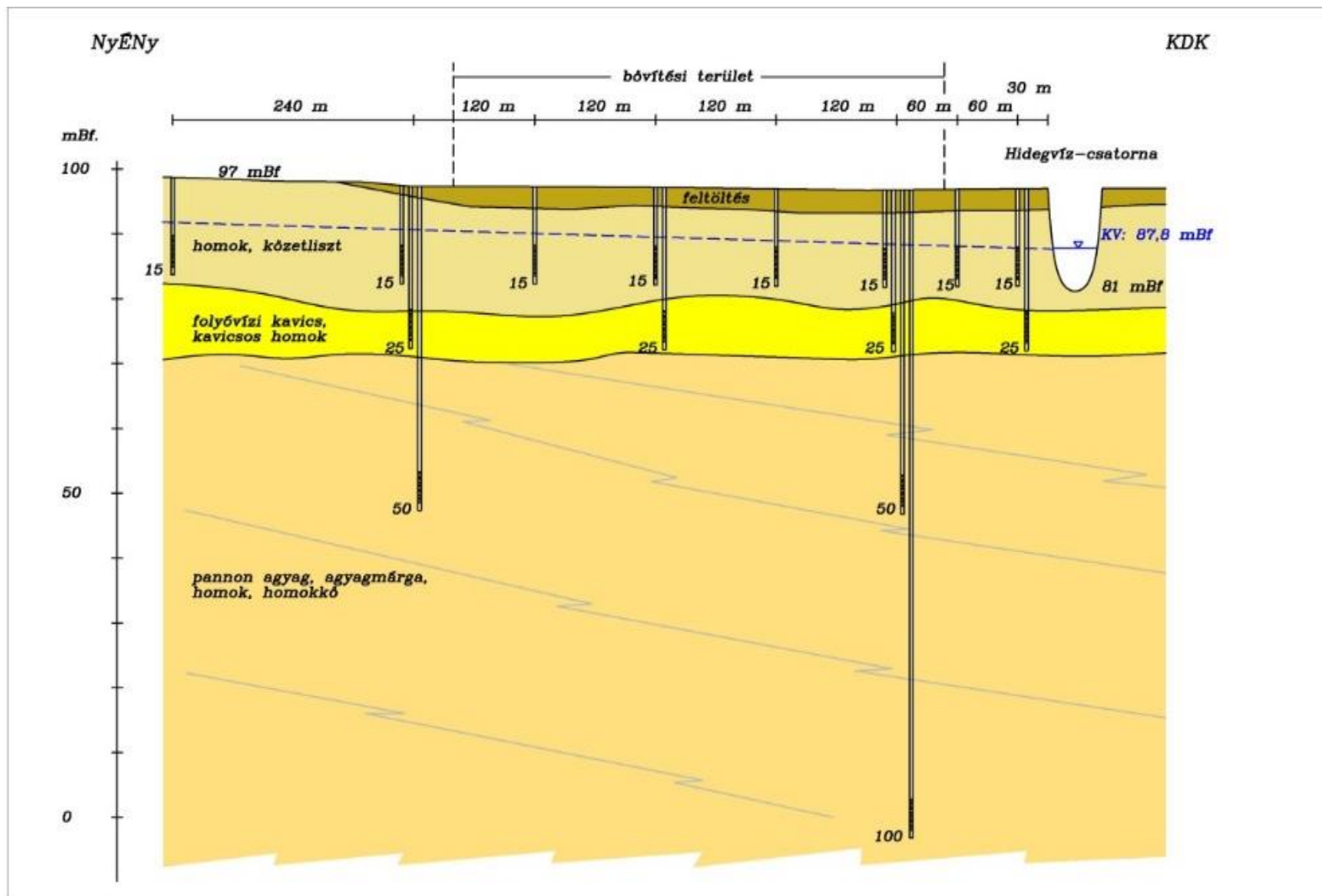
*A futóhomok alatt árvízi elöntésekből származó, jól osztályozott ártéri finom-, illetve közepszemű homok található. Anyagát nagyrészt kvarc és kvarcit szemcsék alkotják, kevesebb földpát, karbonát (mészke), csillám és nehézasványok mellett. Ez a homokrég azonban nem egységes, lokálisan finomszemcsés közbetelepülések (iszapos finomhomok, iszap, agyag, szerves rétegek) tagolják. A 8–10 méteres mélységközben gyakran megjelenik az aprókavics, itt jellemzőek a kagylóhéj töredékek.*

*Az ártéri fáciesű képződmények alatt, hozzávetőlegesen 15–18 m-től kb. 25 m-ig, felső-pleisztocén korú folyóvízi mederüledékek (kavics, kavicsos homok) települnek eróziós diszkordanciával, a pelitek, homokok és homokkövek sűrű váltakozásával jellemezhető felső-pannon folyóvízi törmelékes összletre.*

*A fiatal negyedidőszaki földtani képződmények alatt mindenütt felső-pannon korú, finomabb szemcsézettű törmelékes üledékek alkotják a tervezési terület alapkőzetét. Az üledéksor változatos kifejlődésű, a szemcseeloszlást tekintve uralkodnak az ártéri pelites képződmények (agyag, iszap, kőzetliszt és ezek keverékei), az egykori folyómedreket homokok, a lefűződött morotvákat magas szervesanyag-tartalmú pelitek, esetleg lignit tölthetik ki. A képződmények színe változatos: barnássárga, okkersárga, szürkésárga, szürke, zöldesszürke lehet.*

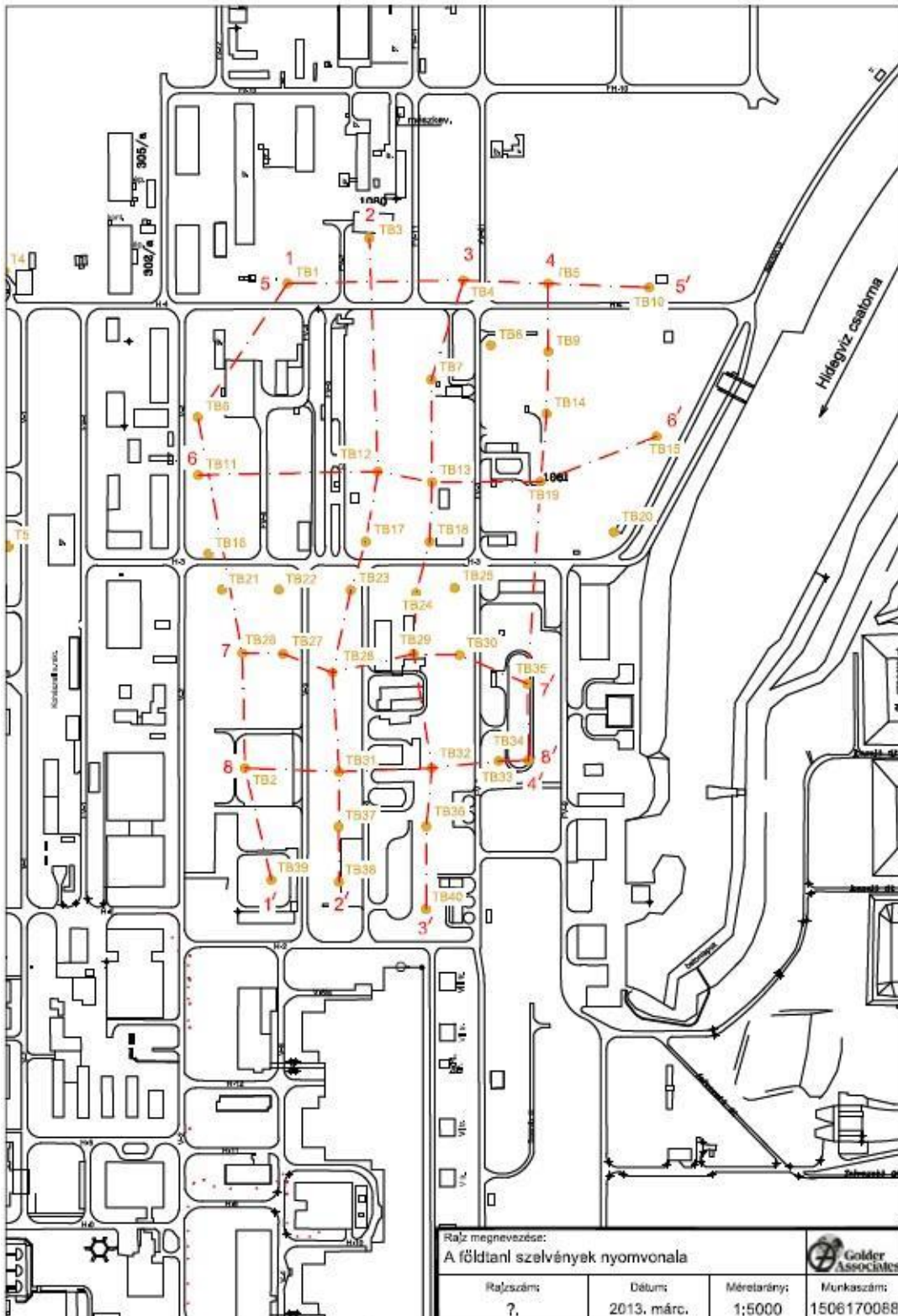
*A Pannonformáció erózióval letarolt tetőszintje – hullámos felületet alkotva – 21–28 méteres mélységben (= 69–73 mBf) húzódik a tervezési területen. [6-15]*

*Az alábbi ábra a terület NyÉNy–KDK irányú földtani szelvényét mutatja be (6.11.2-1. ábra).*



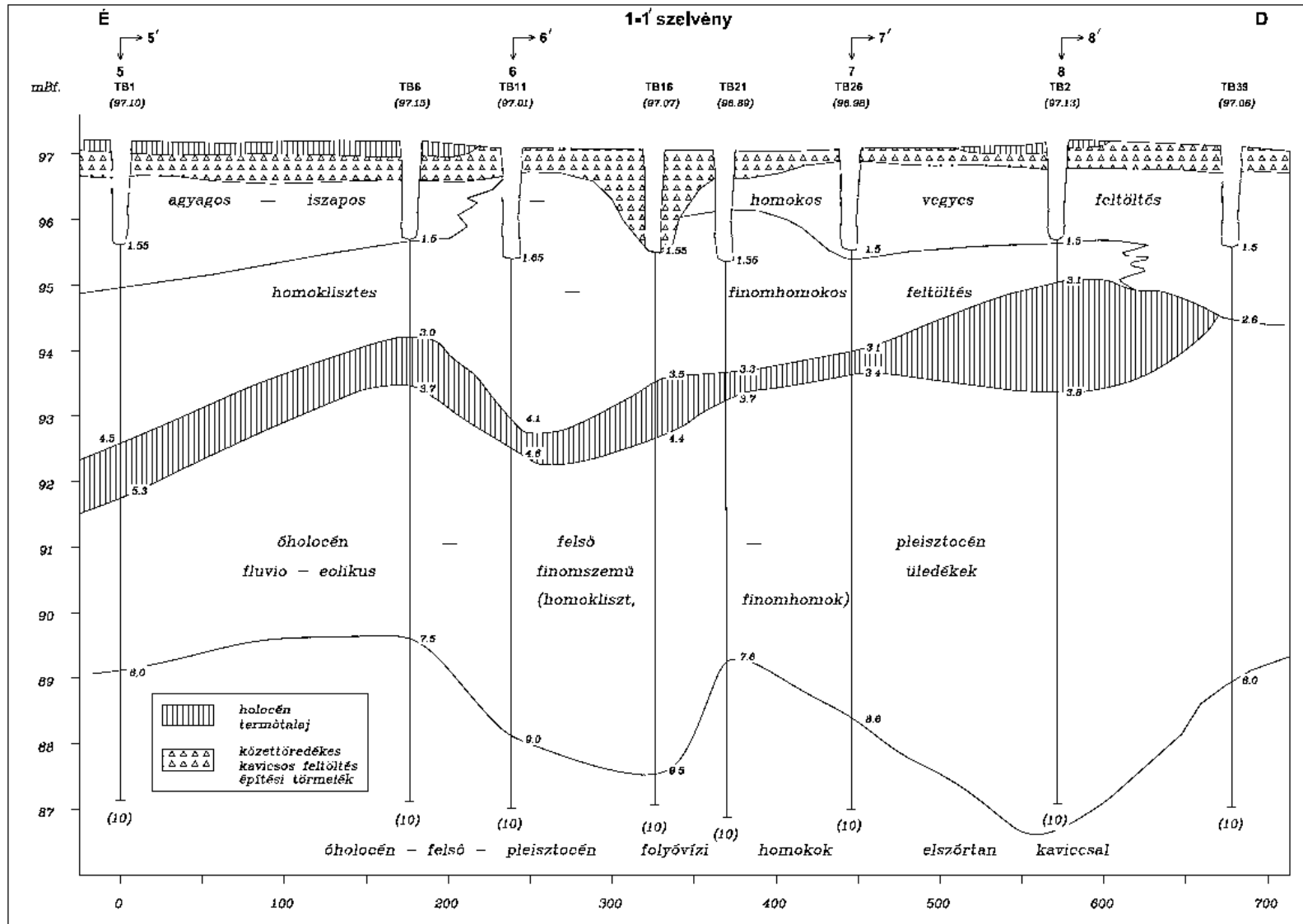
6.11.2-1. ábra: Áttekintő földtani szelvény a bővítési területen keresztül [6-15]

A tervezett üzemi terület részletes talajszerkezetéről képet kapunk a 2012. évi vizsgálatok során, 10 méteres mélységig mélyített fúrások (6.11.2-2. ábra) alapján szerkesztett szelvények (6.11.2-3. ábra -6.11.2-10. ábra) alapján.

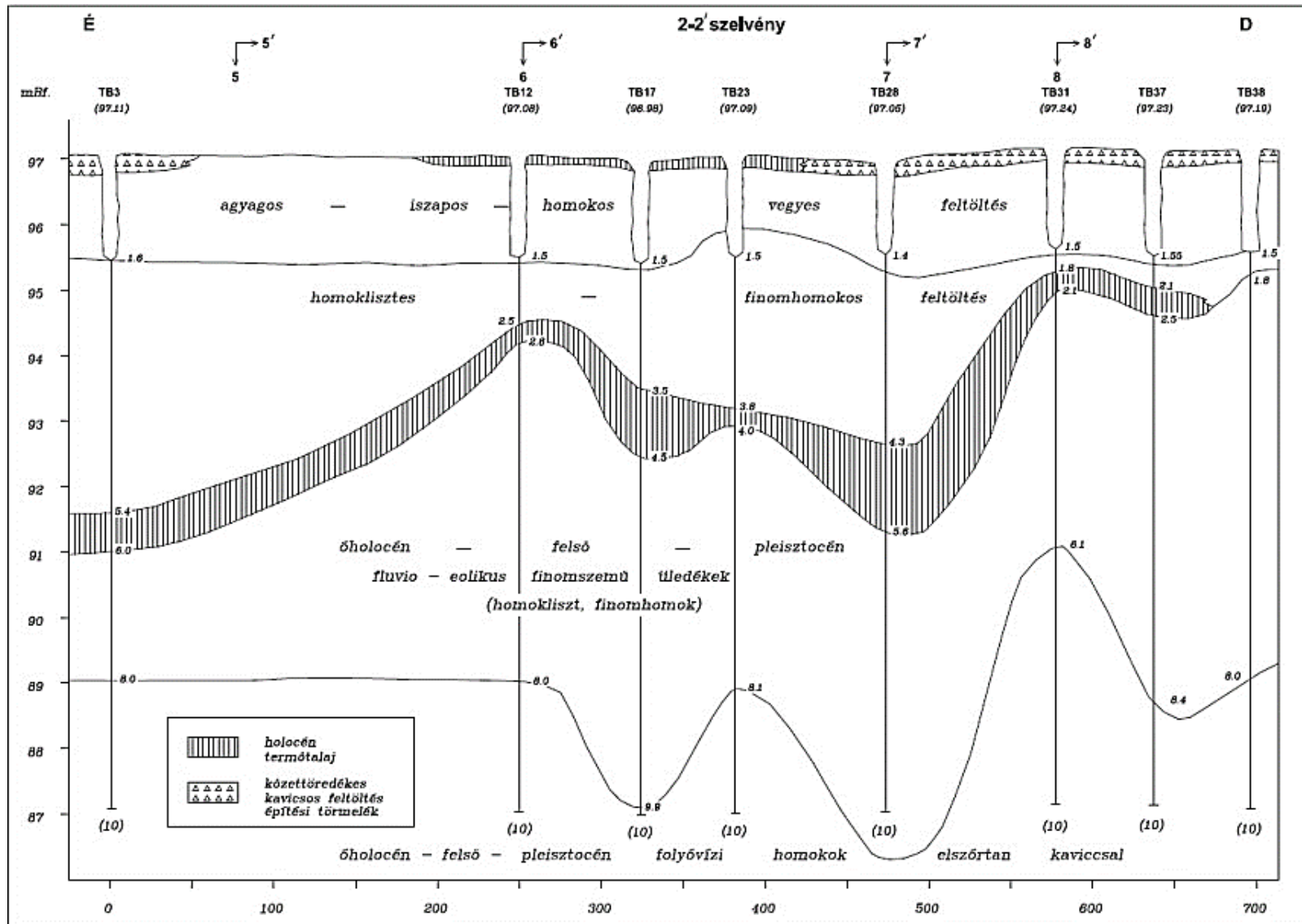


6.11.2-2. ábra: A tervezett erőművi terület földtani szelvényeinek nyomvonalai [6-15]

Az egyes szelvények a következő képeken láthatók.

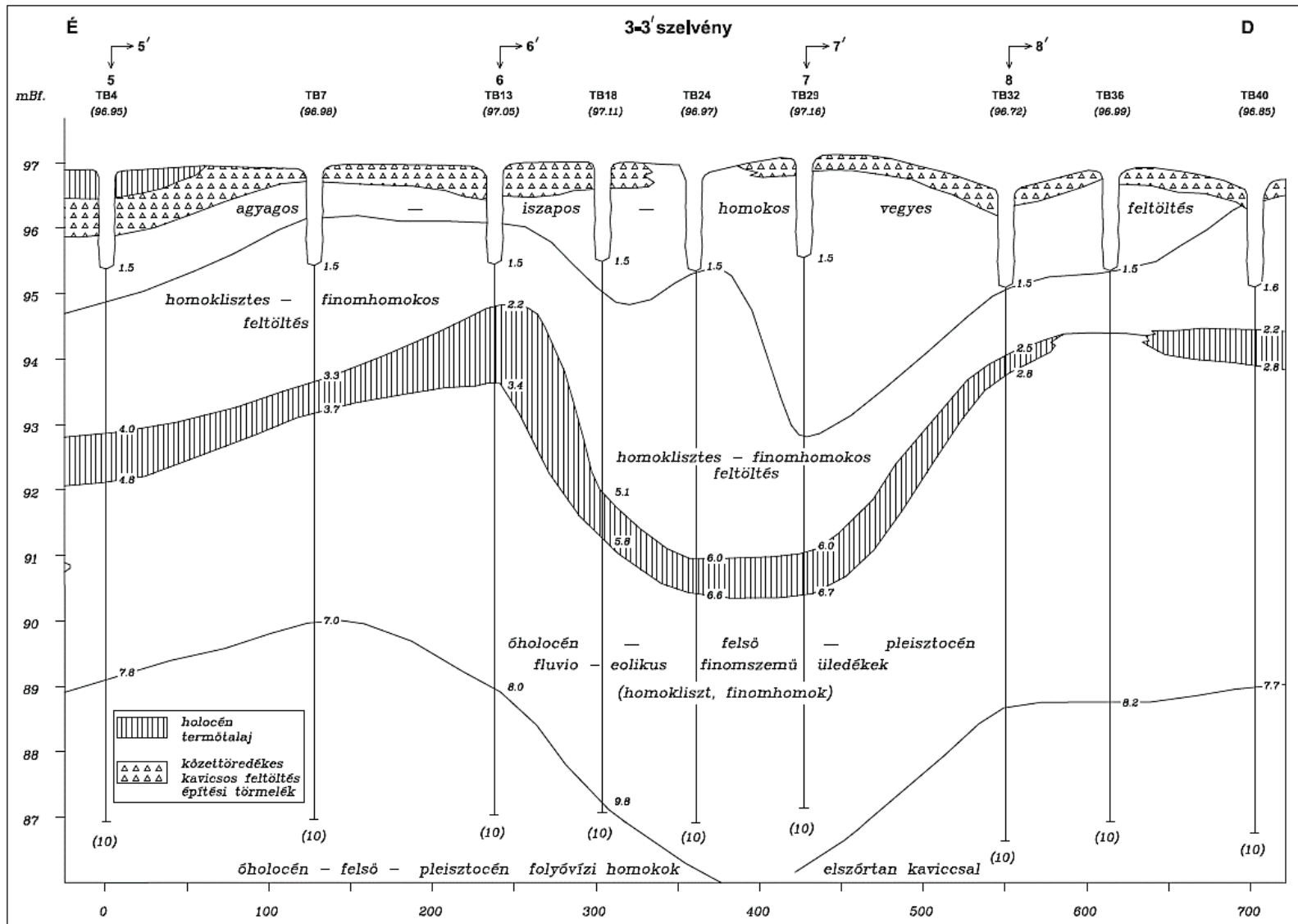


6.11.2-3. ábra: A tervezett erőművi terület 1-1 földtani szelvénye [6-15]

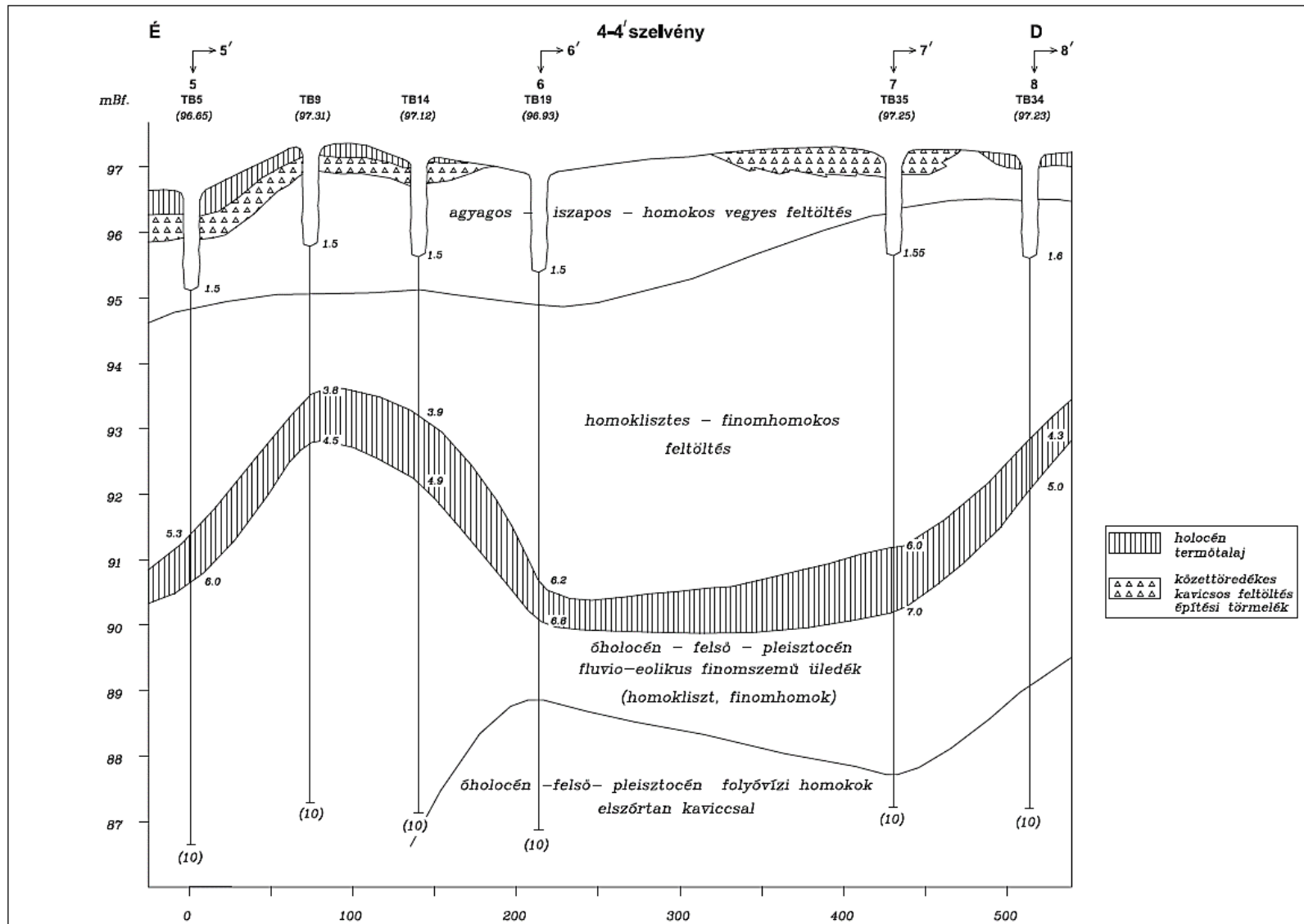


6.11.2-4. ábra: A tervezett erőművi terület 2-2 földtani szelvénye [6-15]

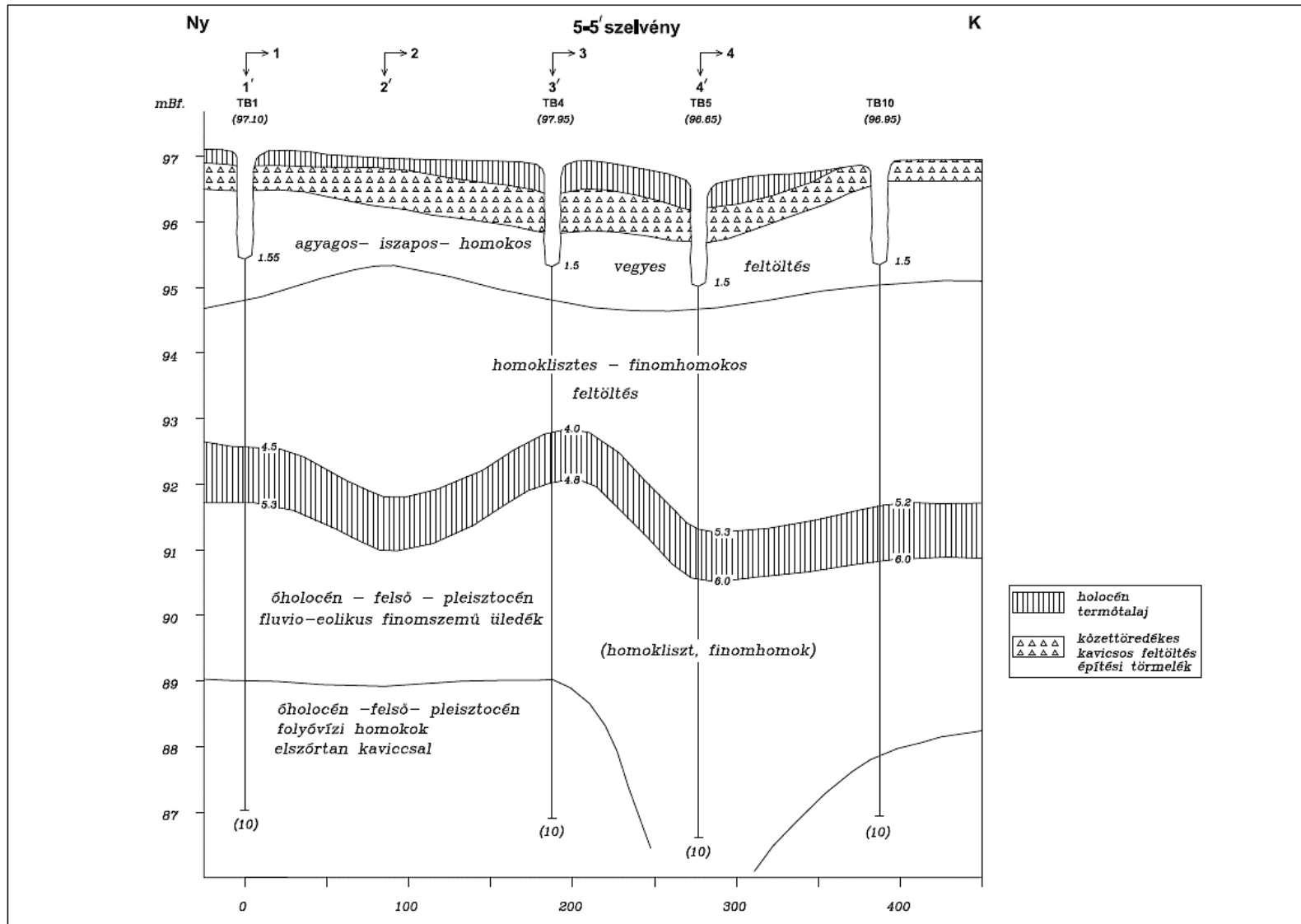




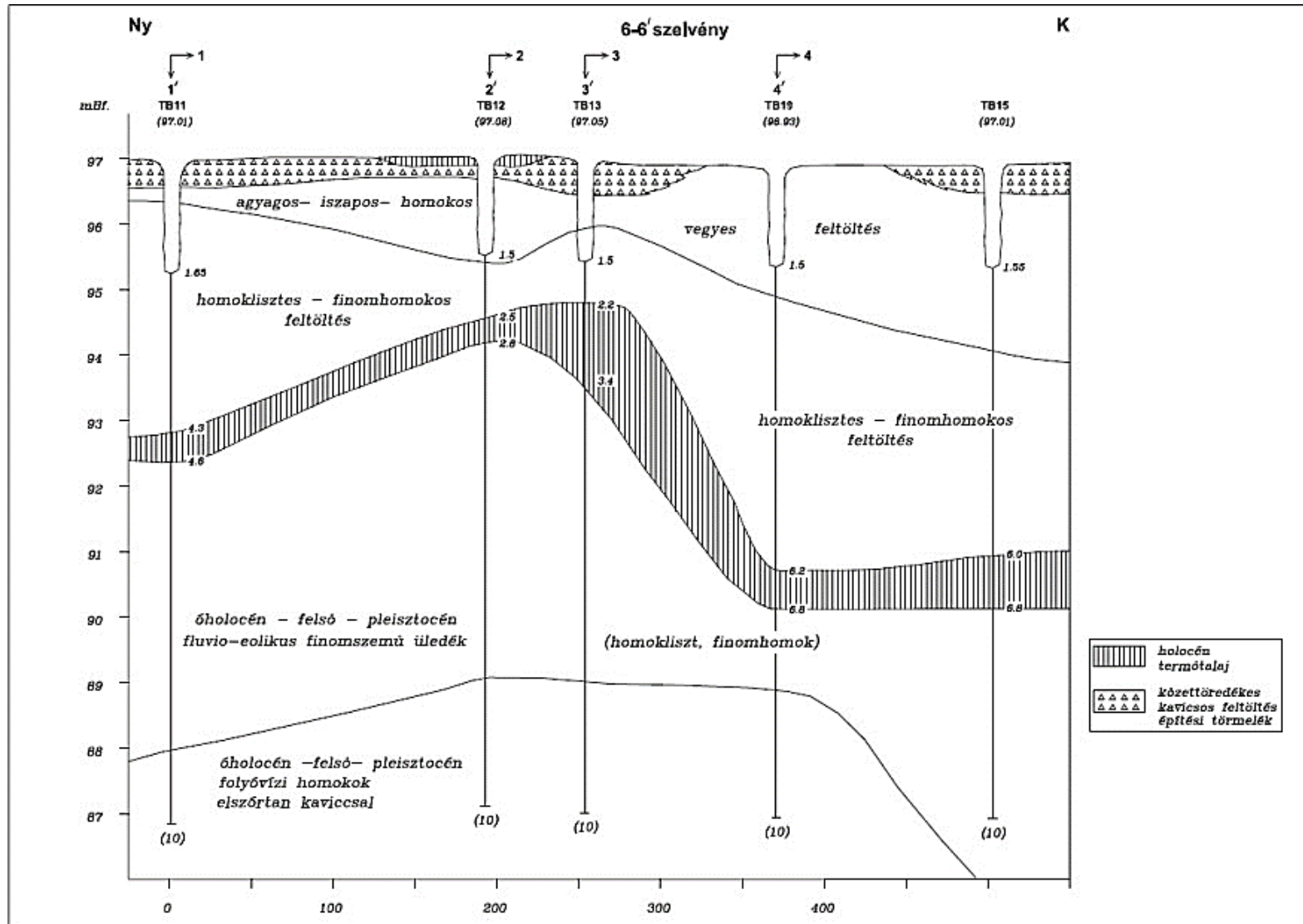
6.11.2-5. ábra: A tervezett erőművi terület 3-3 földtani szelvénye [6-15]



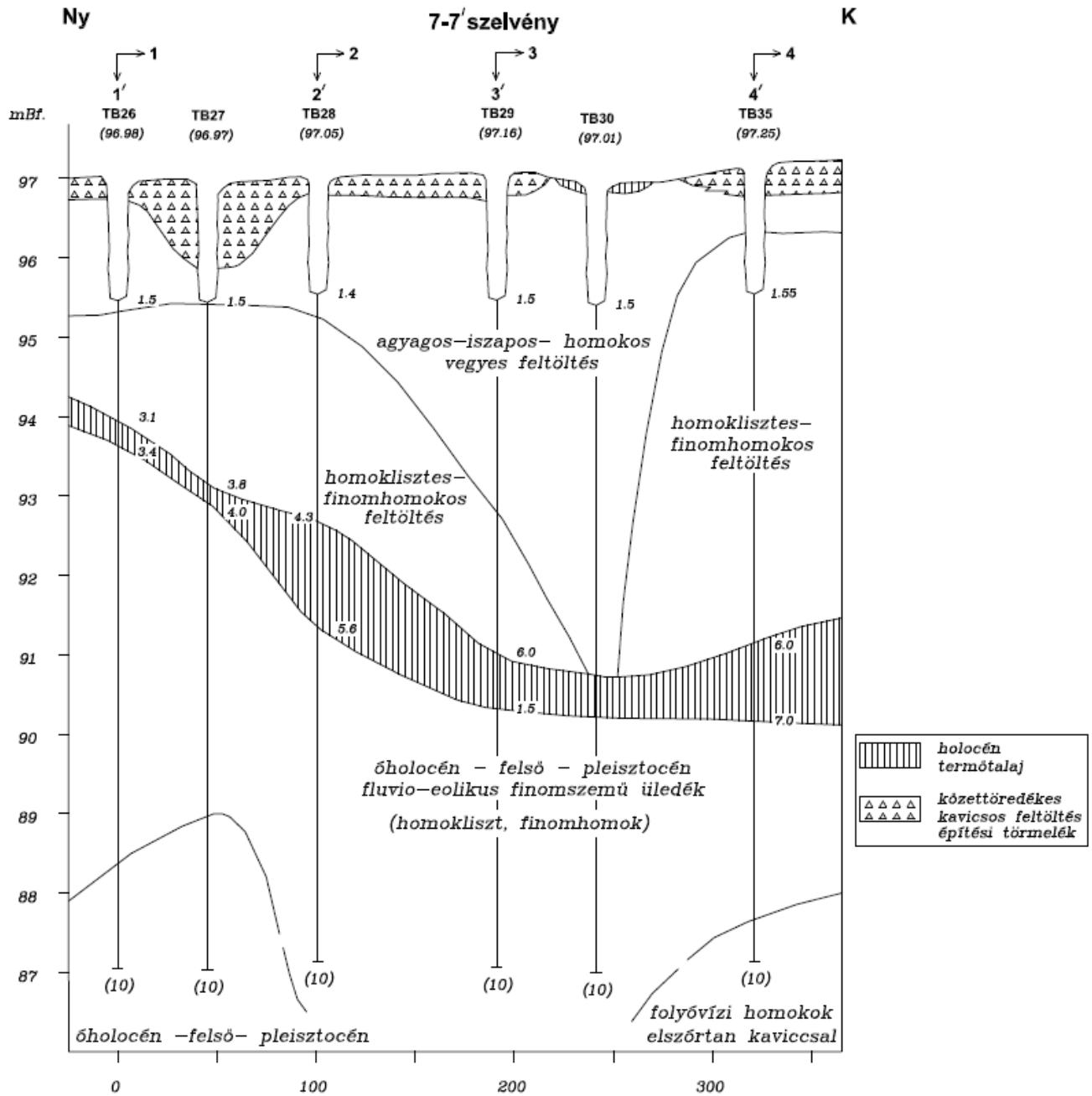
6.11.2-6. ábra: A tervezett erőművi terület 4-4 földtani szelvénye [6-15]



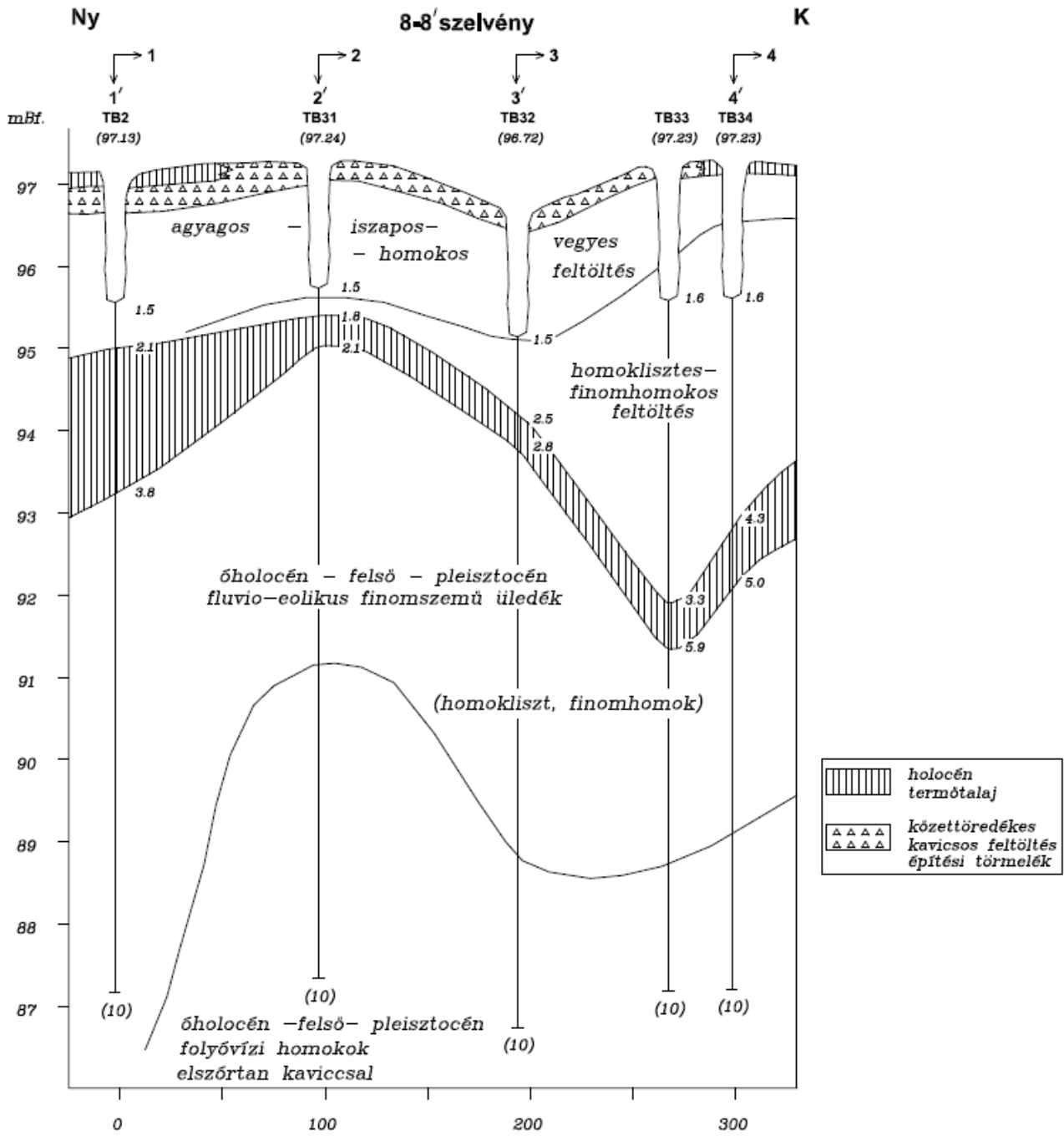
6.11.2-7. ábra: A tervezett erőművi terület 5-5 földtani szelvénye [6-15]



6.11.2-8. ábra: A tervezett erőművi terület 6-6 földtani szelvénye [6-15]



6.11.2-9. ábra: A tervezett erőművi terület 7-7 földtani szelvénye [6-15]



6.11.2-10. ábra: A tervezett erőművi terület 8-8 földtani szelvénye [6-15]

Összefoglalva a beruházási területen – de a Paksi Atomerőmű más területein is – a felszíntől számított 10 méteres mélységig, legfelül antropogén feltöltést, ennek fekéjében lokálisan óholocén futóhomokot és legalul felső-pleisztocén korú ártéri finom-, illetve középszemű homokot találunk.

### 6.11.3 A TERVEZETT BLOKKOK ALAPOZÁSI SZINTJEI

A feltárt rétegsorból látható, hogy a vizsgálati területen 10 méter mélységig általában finomszemű, kis kohéziójú, laza törmelékes üledékek alkotják a földtani közeget. A finomabb szemcsés üledékek általában változó konzisztenciájú, kis plaszticitású kompresszibilis, kis teherbírású rétegek.

Alattuk, a homokos ártéri képződmény közepesen tömör, alapozásra alkalmas, teherbírása megfelelő, szemcseeloszlása miatt azonban erózióra érzékeny és dinamikus hatásokra (pl. földrengések) víz alatt folyósodásra hajlamos.

Az iszapos, agyagos lencsék felett a lefelé szivárgó csapadékvíz megrekedve ún. függővíz lencsékét hozhat létre. A függővizek szintje átlagos talajvízálláskor mindig magasabban van a talajvízszintnél.

A létesítendő Paks II. Atomerőmű általános  $\pm 0,00$  szintjét 97 mBf szinten vettük fel.

A feltételezett kiinduló alapadatok figyelembevételével a becsült alapozási mélységek a következők:

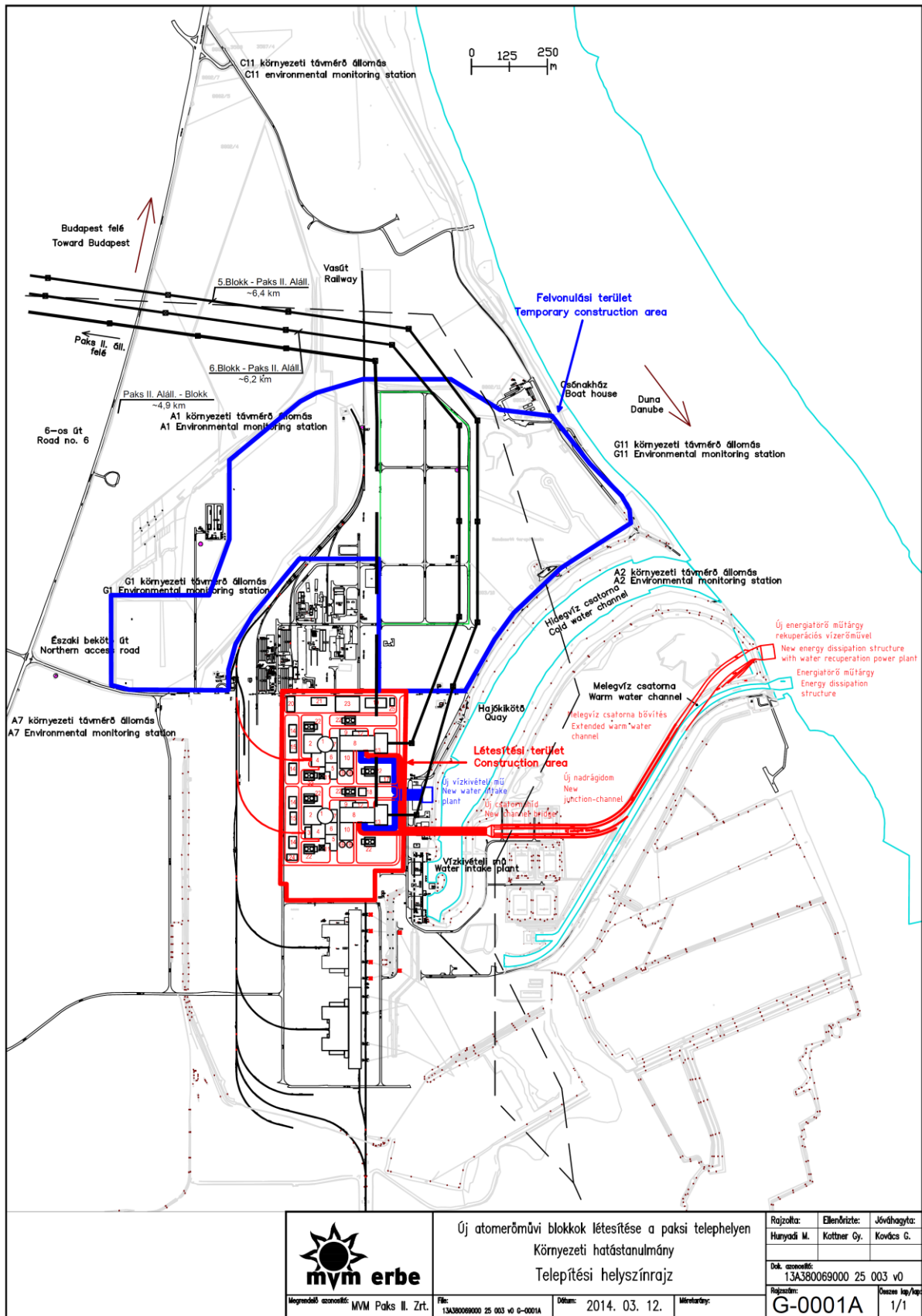
- ❖ Reaktor épületegyüttes (nukleáris sziget), turbina épület, dízel generátorok és egyéb, a biztonsági rendszer részét képező épületek  
Becsült alapozási mélységük - a technológia helyigényéből, illetve a turbógépcsoport jelentős dinamikus terheiből adódóan - 14-20 m-en várható. Ezekben a helyeken vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalapot feltételezünk.
- ❖ Egyéb, a biztonsági rendszer részét nem képező épületek  
Az egyéb különálló, jelentős dinamikus igénybevételt okozó technológiai berendezéseket nem tartalmazó épületek esetében mélyített síkalapot, vagy részleges talajcserére épült lemezalapot feltételezünk. A becsült alapozási mélységek 2-6 m közöttiek.

### 6.11.4 ELRENDEZÉS – TELEPÍTÉSI HELYSZÍNRAJZ

A telepítési helyszínrajz az alábbi szempontok figyelembe vételével került kialakításra:

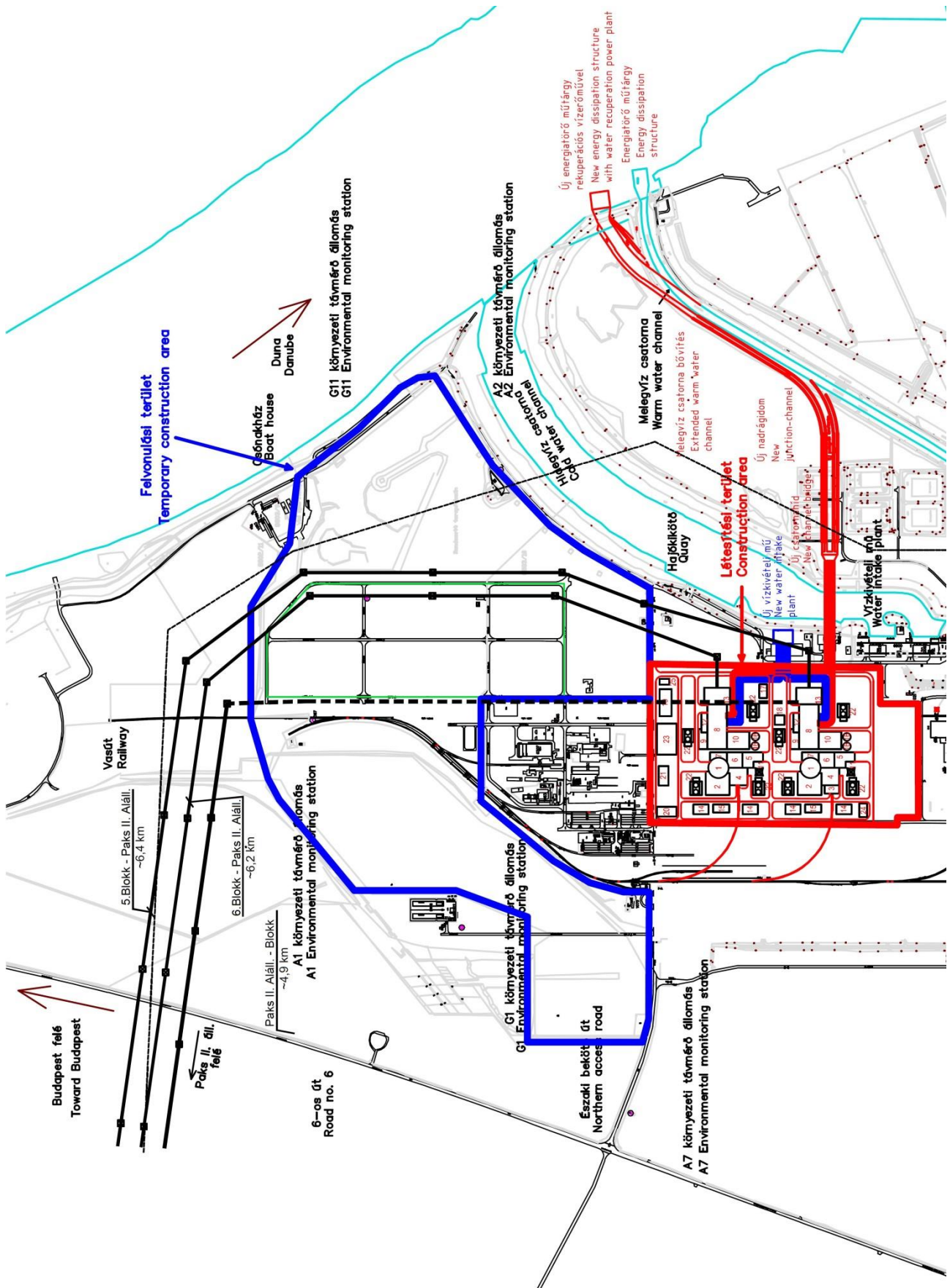
- az üzemi terület részére kijelölt építési területen belüli elhelyezés
  - a Paksi Atomerőműtől minimum 100 m távolság legyen, az alábbi fő célok érdekében:
    - az új blokkok az építés során körbejárhatóak, amely megkönnyíti a beszállítások szervezését
    - az alapozási munkagödör kialakítása egyszerűbb,
    - a munkagödör víztelenítési hatásterülete kisebb mértékben hat vissza az üzemelő blokkokra
    - a meglévő blokkok leállítása utáni munkák kevésbé hatnak az új blokkokra
- épületek egymástól való távolsága tűzvédelmi szempontból megfelelő legyen
- szállítói adatszolgáltatásokban fellelhető méretek közül a mértékadó a legnagyobb alapterületű épület
- beszállítási útvonalak
- épületek megközelíthetősége
- technológiai sorrend

A környezeti hatásvizsgálathoz készült telepítési helyszínrajzon (6.11.4-1. ábra és 6.11.4-2. ábra) az épületek és építmények elhelyezése a lehető legnagyobb helyigényű technológiai egységek figyelembe vételével történt. A későbbi munkafázisokban funkcionális, épületfizikai, épületszerkezeti, földrengésállósági, tűzvédelmi megfontolások miatt az elrendezésben és a méretekben változások lehetségesek.



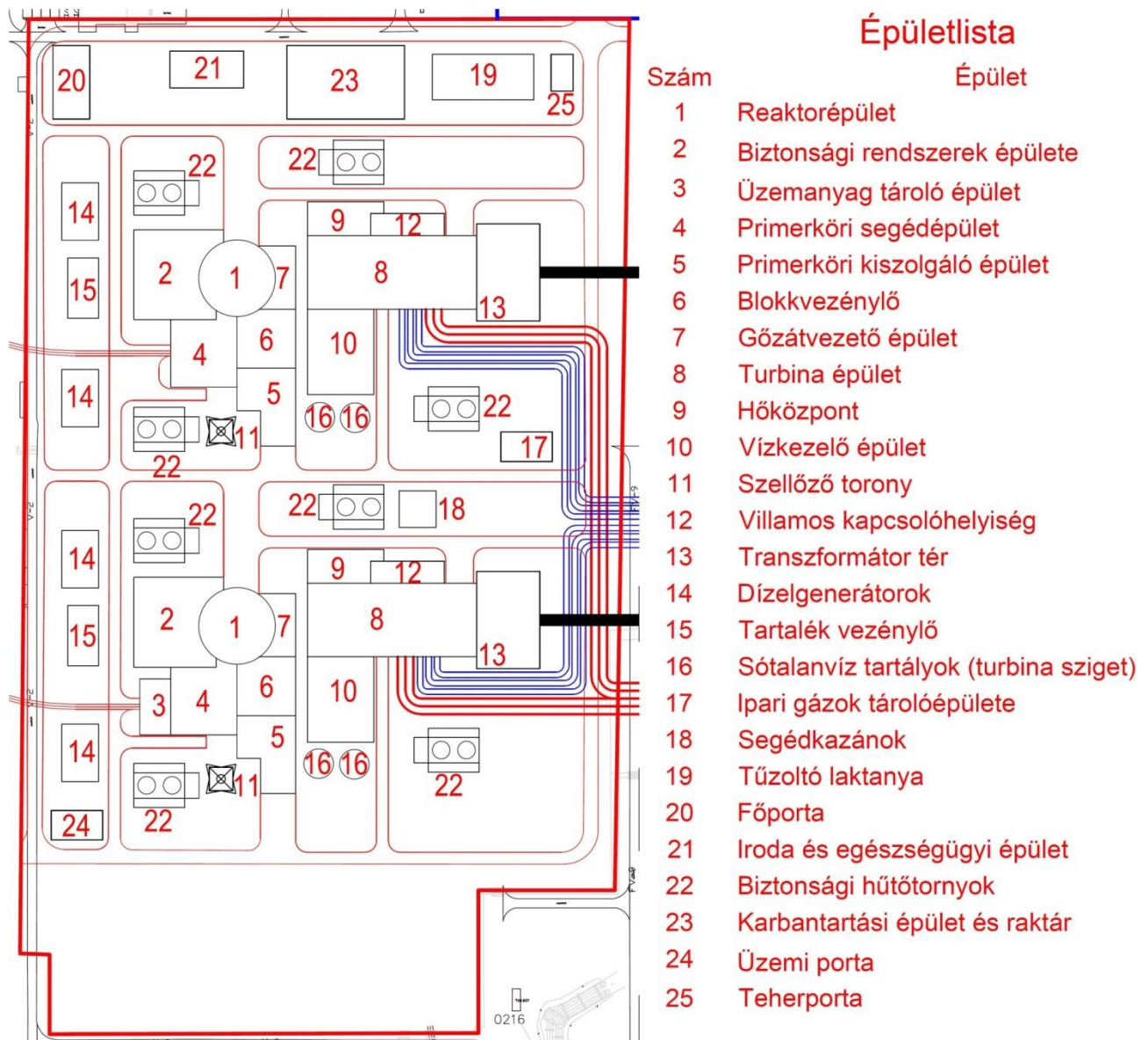
6.11.4-1. ábra: Paks II. telepítési helyszínrajza – Áttekintő térkép a Paksi Atomerőmű területével együtt





6.11.4-2. ábra: Paks II. telepítési helyszínrajza – Áttekintő térkép

### 6.11.5 PAKS II. ÉPÜLETEINEK, ÉPÍTMÉNYEINEK JELLEMZŐI



6.11.5-1. ábra: Paks II. épületeinek, építményeinek elhelyezkedése a telepítési helyszínrajzon

Paks II. épületeinek és építményeinek alábbi jellemzése a környezeti hatásvizsgálat alapadatainak meghatározásához szükséges részletességűek, döntően a szállítói adatszolgáltatásokban található adatokon alapulnak. Ahol nem találtunk adatot, ott a meglévő atomerőmű szerkezeteiből indultunk ki. Az építési helyszínen elhelyezett valamennyi épület és építmény *tűzvédelmi* és *földrengésállósági* szempontból *méretezett* kell legyen. Az ezeken felüli különleges méretezési szempontokat az egyes épületeknél külön feltüntettük. Az épületek megnevezése, valamint a számozás sorrendje megegyezik a telepítési helyszínrajzon feltüntetett számozással és megnevezéssel.

### 1. Reaktor épület

Ebben az épületben található a primerköri rendszerek, berendezések.

Az épület túlnyomásra méretezett, hermetikus kialakítású, amely megakadályozza, illetve korlátozza a radioaktív anyagok környezetbe jutását.

Méreték:	Ø52 m x 71,4 m
Falszerkezet:	kétrétegű (héjú) vasbeton szerkezet, belső oldal acéllemezzel burkolva
Födémszerkezet:	kétrétegű (héjú) vasbeton kupolaszerkezet, belső oldal acéllemezzel burkolva
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti
Egyéb követelmények:	repülőgép becsapódás elleni méretezés, sugárvédelmi méretezés, zaj- és rezgésvédelmi méretezés

### 2. Biztonsági rendszerek épülete

A többszörös redundancia miatt az atomerőművekben több biztonsági rendszer is található, melyek közül egyetlen rendszer megfelelő működése is elegendő az üzemzavar kezeléséhez.

Méreték:	61 x 61 x 17,9 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti
Egyéb követelmények:	sugárvédelmi méretezés, zaj- és rezgésvédelmi méretezés

### 3. Üzemanyag tároló épület

A friss és a kiegészített nukleáris üzemanyag tárolására szolgál.

Méreték:	38 x 21 x 17,9 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti
Egyéb követelmények:	sugárvédelmi méretezés

### 4. Primerköri segédépület

Ebben az épületben található a primerkörhöz tartozó segédrendszerek, a primerkör szellőztetését biztosító berendezések, valamint a folyékony radioaktív anyagok tárolása is itt történik.

Méreték:	46 x 45 x 28,2 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti
Egyéb követelmények:	sugárvédelmi méretezés, zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 5. Primerköri kiszolgáló épület

A primerkörhöz kapcsolódó karbantartási munkák, a dekontaminálás elvégzésére, a primerkörben használt öltözetek tisztítására, valamint a primerköri beléptetésre szolgáló épület.

Méreték:	53 x 40 x 26,2 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti
Egyéb követelmények:	sugárvédelmi méretezés, zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 6. Blokkvezénylő

Az erőmű normál üzemi és baleset alatti irányításához szükséges berendezéseket tartalmazó épület.

Méreték:	40 x 40 x 36 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti
Egyéb követelmények:	sugárvédelmi méretezés, zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 7. Gőzátvezető épület

Az elgőzölögtető túlnyomás elleni védelmét szolgáló rendszer biztonsági épülete.

Méreték:	43 x 25 x 27,3 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti
Egyéb követelmények:	sugárvédelmi méretezés, zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 8. Turbina épület

A turbinát és a generátort, valamint a kapcsolódó segédrendszereket magába foglaló épület.

Méreték:	115 x 50 x 33,3 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 9. Hőközpont

Távhőszolgáltatási hőközpontot tartalmazó épület.

Méreték:	23 x 52 x 25 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 10. Vízkezelő épület

A primer és szekunder kör által igényelt, megfelelő minőségű és mennyiségű pótvíz előállítására szolgál.

Méretek:	45 x 58 x 12 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés, kármentő medence

#### 11. Szellőző kémény

A kémények feladata a radioaktív anyagokat tartalmazó levegő a földtől 100 m magasságban történő kibocsátása. Ezáltal az esetlegesen távozó radioaktív kibocsátások nagyobb légtérben elosztva kisebb lokális környezeti hatást eredményeznek.

Méretek:	20 x 20 x 100 m
Kilépési átmérő:	2,3 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	nincs
Alapozás:	mélyalapozás
Becsült alapozási mélység:	14-20 m közötti

#### 12. Villamos kapcsolóhelyiség

Villamos kapcsolóberendezések, irányítástechnikai berendezések, hírközlési eszközök elhelyezését biztosító épület.

Méretek:	50 x 15 x 12 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás lemezalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 13. Transzformátor tér

Blokk transzformátorok és egyéb erőművi transzformátorok kültéri elhelyezése.

Méretek:	66 x 43 m
Falszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	falak síkalapozás sávalap, gépek lemezalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés, kármentő medence

#### 14. Dízel generátorok

Üzemzavar esetén a primerkörü váltóáramú villamos betáplálás biztosítására szolgálnak.

Méretek:	39 x 25 x 15 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés, kármentő medence

#### 15. Tartalék vezénylő

A blokkvezénylő meghibásodása esetén az erőmű normál üzemi és baleset alatti irányítására szolgáló épület.

Méreték:	41 x 21 x 15 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14 m közötti
Egyéb követelmények:	sugárvédelmi méretezés, zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 16. Sótalanvíz tartályok (turbina sziget)

A zavartalan pótvíz ellátást biztosítják a turbina sziget számára a vízkezelő üzem meghibásodása, vagy egyéb üzemzavar esetén.

Méreték:	Ø20 x 15,5 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás lemezalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti

#### 17. Ipari gázok tárolóépülete

Az üzemeléshez szükséges hidrogén (generátor hűtőkör), nitrogén és egyéb gázok tárolására szolgál.

Méreték:	20 x 35 x 12 m
Falszerkezet:	falazott és vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti
Egyéb követelmények:	robbanásra méretezett

#### 18. Segédkazánok

Az erőmű indulásához szükséges gőzt állítják elő.

Méreték:	25 x 25 x 15 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás lemezalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### 19. Tűzoltó laktanya

Az erőmű területén belül elhelyezkedő, kihelyezett tűzoltósági épület.

Méreték:	31 x 69 x 13 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti

## 20. Főporta

Az erőmű területére történő beléptetést biztosítja.

Méreték:	25 x 50 x 12 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti

## 21. Iroda és egészségügyi épület

Általános irodai funkciók biztosítása, egészségügyi központ.

Méreték:	50 x 25 x 12 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti

## 22. Biztonsági hűtőtornyok

A primerkör biztonsági hűtésére szolgáló hűtőtornyok.

Méreték:	44,25 x 30 x 15 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	14 m közötti
Egyéb követelmények:	kármentő medence

## 23. Karbantartási épület és raktár

A szekunderkörhöz kapcsolódó karbantartási munkák elvégzésére szolgáló épület.

Méreték:	50 x 80 x 12 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti

## 24. Üzemi porta

Az erőmű területére történő beléptetést biztosítja.

Méreték:	35 x 20 x 5 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti

## 25. Teherporta

Az erőmű területére történő beléptetést biztosítja.

Méreték:	25 x 15 x 5 m
Falszerkezet:	falazott
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	síkalapozás sávalap
Becsült alapozási mélység:	2-6 m közötti

## Vizkivételi mű épülete

A vízkivételi mű a Paksi Atomerőmű meglévő hidegvíz-csatorna partján, a meglévő vízkivételi műtől északra, kb. 150 m-re lévő szabad területen létesül. A kondenzátor hűtővíz-rendszer szivattyúi ebben a vízkivételi műben helyezkednek el. A vízkivételi mű befoglaló mérete kb. 50 x 34 m, melyből a terepszint fölé emelkedő rész csupán 5-6 m.

Méreték (Sz x H x M):	50 x 34 x 30 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	25-30 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés

#### Rekuperációs vízerőmű épülete

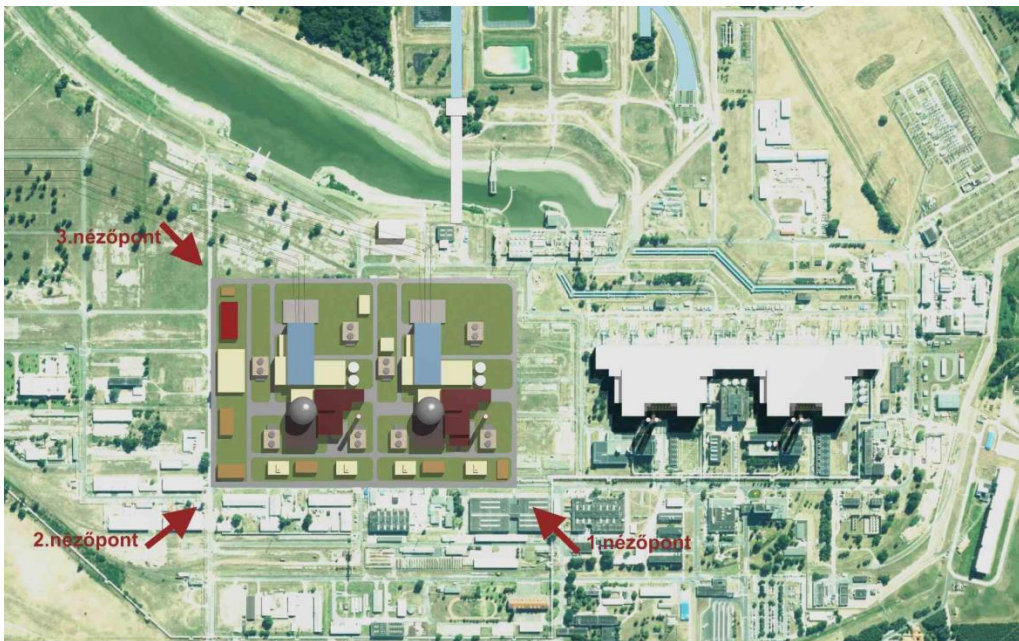
A rekuperációs vízerőmű a melegvíz-csatorna dunai torkolatánál, a Duna parton létesül. A zárógát, benne a vízturbinákkal, az alvízi energiatörővel és a bekötőcsatornával kb. 35-45 m széles, a melegvíz-csatornával közel azonos méretű és összesen 50-60 m hosszú műtárgy.

Méreték (Sz x H x M):	60 x 45 x 25 m
Falszerkezet:	vasbeton
Födémszerkezet:	vasbeton
Alapozás:	vasbeton cölöpökre támaszkodó lemezalap
Becsült alapozási mélység:	20-25 m közötti
Egyéb követelmények:	zaj- és rezgésvédelmi méretezés

### 6.11.6 PAKS II. LÁTVÁNYTERVEI

Paks II. épület-tömbjeinek, valamint a kicsatlakozó 400 kV-os vezetéknek a látványát madártávlatból, illetve szemmagasságból jelenítettük meg az alábbi 3 nézőpontból:

1. nézőpont: A telephelytől DNy-i irányból, megközelítőleg a Paksi Atomerőmű és Paks II. közötti részről nézve
2. nézőpont: A telephelytől ÉNy-i irányból, a felvonulási terület sarkából nézve
3. nézőpont: A telephelytől ÉK-i irányból, a hidegvíz-csatorna vonalából nézve



6.11.6-1. ábra: Látványtervek nézőpontjai



## 1. NÉZŐPONT

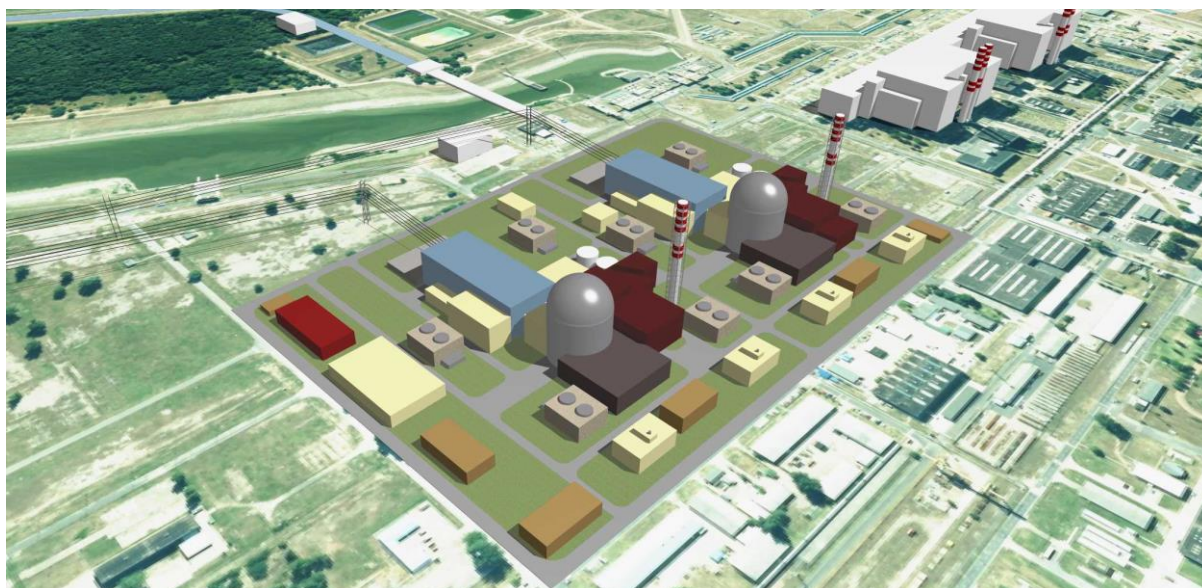


6.11.6-2. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték madártávlatból – DNy

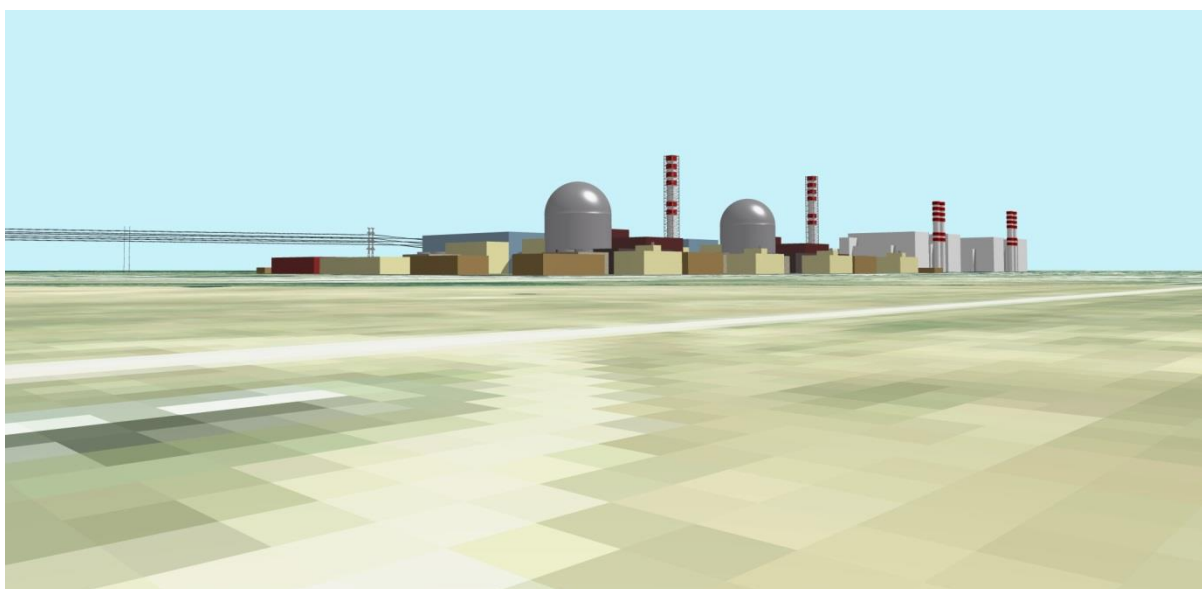


6.11.6-3. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték látványterve szemmagasságból - DNy

## 2. NÉZŐPONT



6.11.6-4. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték madártávlatból - ÉNy

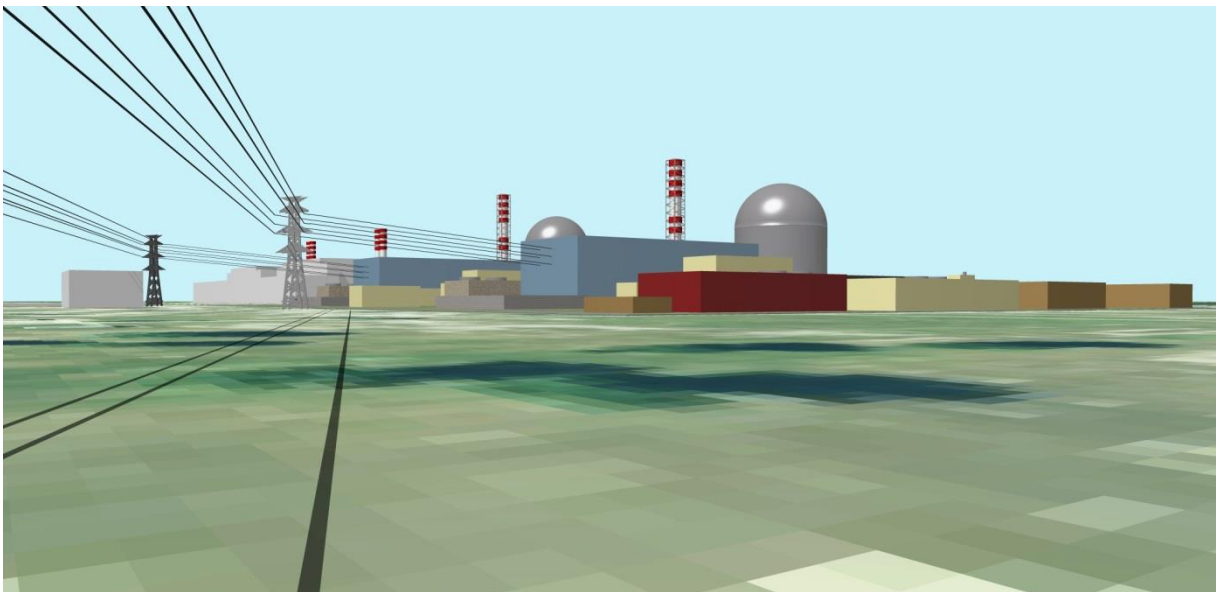


6.11.6-5. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték szemmagasságból - ÉNy

### 3. NÉZŐPONT



6.11.6-6. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték madártávlatból - ÉK



6.11.6-7. ábra: A tervezett blokkok és a 400 kV-os vezeték látványterve szemmagasságból – ÉK

## 6.12 FIZIKAI VÉDELEM

Az új atomerőmű blokkok létesítéséhez a jogszabályban, valamint a tervezési alapfenyegetettség határozatban foglaltaknak megfelelő fizikai védelmi rendszereket kell kialakítani a mélységben tagolt védelem elve alapján. Az egyes rendszerelemek darabszámát, védelmi képességét, műszaki paramétereit az előzetesen elkészített fizikai védelmi koncepcióterv, az adott zónára vonatkozó előírások, a DBT (Design Basis Threat – (Tervezési alapfenyegetettség) az állam által meghatározott olyan szintű fenyegetettség, amely ellen a hatékony fizikai védelmet az atomenergia alkalmazójának kell biztosítani) határozat, valamint a fizikai védelmi tervben foglaltak határozzák meg. A fizikai védelmi koncepcióterv része lehet a fizikai védelmi tervnek.

A fizikai védelmi rendszer főbb lehetséges rendszerelemei (teljesség igénye nélkül):

- Passzív mechanikai gátak;
- Aktív mozgatható mechanikai gátak és hozzájuk tartozó záruk;
- Behatolás- és támadásjelző rendszer;
- Videó megfigyelő és kiértékelő rendszer;
- Beléptető rendszer;
- Őrségközpont;
- Integrált vagyónvédelmi központ.

A fizikai védelmi rendszerek függetlenek a létesítmény nukleáris biztonság és sugárvédelem szempontjából fontos rendszereitől, rendszerelemitől. A nukleáris biztonsági rendszerelemek a funkciójuk ellátására teljes mértékben képesek a fizikai védelem üzemeltetése és üzemzavara esetén is. A fizikai védelem rendszerelemei nem gyakorolnak hatást a nukleáris biztonság és sugárvédelem szempontjából fontos rendszerelemekre (visszahatás-mentesség). Az előbbieket miatt a fizikai védelmi rendszereknek csatlakozási pontja a nukleáris létesítményekhez kizárólag a fővállalkozói terjedelemben lévő építmények passzív mechanikai gátjainak, illetve az aktív mozgatható mechanikai gátak és hozzájuk tartozó záruk vonatkozó részei.

## 6.13 AZ EGYES ÜZEMÁLLAPOTOKHOZ TARTOZÓ ELFOGADÁSI KRITÉRIUMOK

A 3.4 fejezetben bemutatott általános biztonsági követelményekkel összhangban bemutatásra kerülnek az egyes üzemállapotokhoz tartozó elfogadási kritériumok.

### 6.13.1 NORMÁL ÜZEM

Üzemállapot	Megnevezés	Gyakoriság f [1/év]	Lakosságot érő többlet sugárterhelés	
			Kritérium	VVER-1200 Prognózis
TA1	Normál üzem	1	20 $\mu$ Sv/év	< 2 $\mu$ Sv/év

6.13.1-1. táblázat: Elfogadási kritériumok – normál üzem [6-16]

### 6.13.2 TERVEZÉSI ALAPBA TARTOZÓ ESEMÉNYEK

Üzemállapot	Megnevezés	Gyakoriság f [1/év]	Lakosságot érő többlet sugárterhelés	
			Kritérium	VVER-1200 Prognózis
TA2	Várható üzemi események	$f \geq 10^{-2}$	100 $\mu$ Sv/év	< 60 $\mu$ Sv/év*
TA3	Kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	$10^{-2} > f \geq 10^{-4}$	1 mSv/esemény	< 1 $\mu$ Sv/esemény
TA4	Nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	$10^{-4} > f \geq 10^{-6}$	5 mSv/esemény	< 3,4 mSv/esemény

Az NBSz szerint a lakossági dózis a dózismegszorítás értékét (90  $\mu$ Sv) nem haladhatja meg, amely kisebb, mint a táblázatbeli kritérium (100  $\mu$ Sv), de nagyobb, mint a prognosztizált érték (60  $\mu$ Sv).

6.13.2-1. táblázat: Elfogadási kritériumok – tervezési alapba tartozó események [6-16]

### 6.13.3 ÉRVÉNYES NEMZETKÖZI ÉS MAGYAR ELŐÍRÁSOK TERVEZÉSI ALAPOT MEGHALADÓ ESEMÉNYEKRE

ÉRVÉNYES NEMZETKÖZI ÉS MAGYAR ELŐÍRÁSOK (AZ NBSZ 2014.OKTÓBER 20-AI ÁLLAPOTA SZERINT)		
<p>European Utility Requirement (EUR) Volume 2 - GENERIC NUCLEAR ISLAND REQUIREMENTS Chapter 1 - SAFETY REQUIREMENTS</p>	<p><u>3. melléklet a 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelethez</u> <b>Nukleáris Biztonsági Szabályzatok</b> 3. kötet: Atomerőművek tervezési követelményei</p>	<p>16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról</p>
<p>2.5.1 Off-site release Targets for Severe Accidents 2.5.2 Off-site release Targets for Complex Sequences Appendix B 1. Criteria for Limited Impact for DEC</p>	<p>3.2.4.0700 Új atomerőművi blokk esetén a korlátozott környezeti hatás kritérium teljesítéséhez a TAK1 üzemállapotot eredményező eseményre és új atomerőművi blokk esetén a 3.2.2.4100. pont előírásainak figyelembevételével a TAK2 üzemállapotot eredményező eseményekre bizonyítani kell, hogy</p>	<p><b>Veszélyhelyzeti sugárterhelésre vonatkozó beavatkozási szintek</b> <i>Beavatkozási szint:</i> Az elkerülhető egyenérték dózissnak vagy effektív dózissnak az az értéke, amely elérésekor a beavatkozási intézkedéseket számításba kell venni. Az elkerülhető dózis vagy származtatott érték kizárólag arra a besugárzási útvonalra vagy útvonalakra vonatkozik, amelyre, vagy amelyekre az intézkedés irányul.</p>
<p><b>no Emergency Protection Action beyond 800 m from the reactor during releases from the containment</b> <i>Emergency Protection Action:</i> Actions involving public evacuation, based on projected doses up to 7 days, which may be implemented during the emergency phase of an accident, e. g. during the period in which significant releases may occur. This period is generally shorter than 7 days.</p>	<p>a) az atomreakortól vett 800 m távolságon túl nincs szükség korai veszélyhelyzeti intézkedésekre, azaz nincs szükség a lakosság sürgős kimenekítésére;</p>	<p><b>Elzárkóztatás:</b> 10 mSv effektív dózis 2 napnál nem hosszabb időszak alatt <b>Kimenekítés:</b> 50 mSv effektív dózis 1 hétnél nem hosszabb időszak alatt <b>Jód profilaxis:</b> 100 mGy lekötött elnyelt dózis a pajzsmirigyben</p>
<p><b>no Delayed Action at any time beyond about 3 km from the reactor</b> <i>Delayed Action:</i> Actions involving public temporary relocation, based on projected doses up to 30 days caused by ground shine and aerosol resuspension, which may be implemented after the practical end of the releases phase of an accident.</p>	<p>b) az atomreakortól vett 3 km távolságon túl nincs szükség semmilyen átmeneti intézkedésre, azaz nincs szükség a lakosság ideiglenes áttelepítésére;</p>	<p><b>Ideiglenes áttelepítés:</b> 30 mSv/hónap effektív dózis (megszüntetés 10 mSv/hónap effektív dózis)</p>
<p><b>no Long Term Action at any distance beyond 800 m from the reactor</b> <i>Long Term Action:</i> Actions involving public permanent resettlement, based on projected doses up to 50 years caused by ground shine and aerosol resuspension. Doses due to ingestion are not considered in this definition.</p>	<p>c) az atomreakortól vett 800 m távolságon túl nincs szükség semmilyen késői védőintézkedésre, azaz nincs szükség a lakosság végleges áttelepítésére;</p>	<p><b>Végleges kitelepítés:</b> &gt;1 Sv/ élettartam effektív dózis</p>

<p><b>limited economic impact:</b> restrictions on the consumption of foodstuff and crops shall be limited in terms of timescale and ground area</p>	<p>d) az atomerőmű területén kívül csak korlátozott mértékű gazdasági hatások lehetnek.</p>	
<p><b>Appendix B 2.</b> Release Targets for Design Basis Category 3 and 4 Conditions</p> <p>(1) no action beyond 800 m</p> <p>(2) limited economic impact</p>	<p><b>3.2.4.0100.</b> A TA2-4 üzemiállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatokra bizonyítani kell, hogy a lakosság vonatkoztatási csoportjának dózisa nem haladja meg:</p> <p>a) Új atomerőművi blokk esetén:</p> <p>aa) TA2 üzemiállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatnál a dózismegszorítás értékét, (90<math>\mu</math>Sv/év)</p> <p>ab) TA3 üzemiállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatnál az 1 mSv/esemény értéket, és</p> <p>ac) TA4 üzemiállapotot eredményező kezdeti eseményből kiinduló folyamatnál az 5 mSv/esemény értéket.</p>	<p><b><u>2. számú melléklet a 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelethez</u></b></p> <p><b><u>I. Dóziskorlátok, radon-koncentrációk munkavállalókra vonatkozó cselekvési szintjei</u></b></p> <p>4.2. A lakosság tagjainak mesterséges forrásokból származó, külső és belső sugárterhelésének összege - az orvosi diagnosztikai és terápiás beavatkozással, a nem foglalkozásszerű betegápolással, az orvosi kutatásban való önkéntes részvétellel járó sugárterhelésen kívül - nem haladhatja meg az évi <b>1 mSv effektív dóziskorlátot</b>.</p> <p><b>Különleges körülmények mellett, egyedi évre vonatkozóan, az OTH ennél nagyobb effektív dóziskorlátot is engedélyezhet, feltéve, hogy a megnevezett évtől kezdődő 5 egymást követő év folyamán az átlagos egyéni sugárterhelés nem haladja meg az évi 1 mSv effektív dózist.</b></p> <p>Tekintet nélkül az effektív dózisa megszabott fenti korlátra, a szemlencsére vonatkozó évi egyenérték dóziskorlát 15 mSv. A bőrre - bármely 1 cm<sup>2</sup> területre átlagolva -, továbbá a végtagokra vonatkozó évi egyenérték dóziskorlát 50 mSv.</p>

6.13.3-1. táblázat: Érvényes nemzetközi és magyar előírások tervezési alapot meghaladó eseményekre

### 6.13.4 BLOKKOK ÜZEMÁLLAPOTAI ÉS AZOK MÉRTÉKADÓ ESEMÉNYEI

A tervezett VVER-1200-as blokkok minden egyes üzemállapotához meghatározhatók azok az események, amelyek az adott üzemállapoton belül a legnagyobb környezeti kibocsátással járnak. A 6.13.4 1. táblázat a 3.5.3 fejezetben meghatározott üzemállapotok szerint felsorolja az előzetes orosz adatszolgáltatás alapján a tervezett blokkok mértékadó üzemzavari eseményeit. Ezeket a burkoló eseteket véglegesen majd a részletes műszaki terv alapján lehet felülvizsgálni.

Üzemállapot	Megnevezés	Mértékadó esemény
TA1 – DBC1	normál üzem	Normál üzemben nincs mértékadó üzemzavari esemény.
TA2 – DBC2	várható üzemi események	Gőzfejlesztő biztonsági szelepeknek, ürítő szelepeknek vagy a turbina megkerülő vezeték szelepeknek szándékolatlan nyitása és ezekből következő olyan hibák, amelyek a szelepek elzárását megakadályozzák
TA3 – DBC3	kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	100 mm-nél kisebb egyenértékű átmérőjű primerköri csővezetékek repedéséből vagy töréséből eredő kismértékű hűtőközeg elfolyás
TA4 – DBC4	nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	100 mm-nél nagyobb egyenértékű átmérőjű primerköri csővezetékek repedéséből vagy töréséből eredő nagymértékű hűtőközeg elfolyás, beleértve a fővízkör csővezetékeinek repedéséből vagy töréséből származó hűtőközeg elfolyást
TAK1 – DEC1	Tervezésen túli üzemzavarok	Blokkok segédrendszereinek nem biztonsági villamosenergia-ellátó rendszerének teljes feszültség vesztese
TAK2 – DEC2	Súlyos balesetek	Nagy vagy kis nyomású zóna-üzemzavari hűtőrendszer aktív részének meghibásodásával együtt bekövetkező nagymértékű hűtőközeg vesztes

6.13.4-1. táblázat: A blokkok egyes üzemállapotai és mértékadó eseményei [6-17]

### 6.13.5 AZ OROSZ BLOKKOK PSA EREDMÉNYEIRE VONATKOZÓ KÖVETELMÉNYEK

A 118/2011. (VII. 11.) Korm. rendelet 3. mellékletében (Atomerőművek tervezési követelményei), az "Általános tervezési követelmények" fejezetben belül, többek között a következők találhatóak:

*3.2.3.1600. Az atomerőművi blokk tervéhez 1. és 2. szintű valószínűségi biztonsági elemzést kell kidolgozni, amely figyelembe vesz minden lehetséges üzemállapotot, rendszerkonfigurációt és valamennyi feltételezett kezdeti eseményt, amelyre más módszerrel nem bizonyítható, hogy a kockázathoz adott járuléka elhanyagolható.*

*3.2.3.1700. A valószínűségi biztonsági elemzésben figyelembe kell venni a lényeges funkcionális, területi, a rendszerelemek fizikai elhelyezkedéseit alapul vevő, az üzemeltetésből, karbantartásból és egyéb közös okú meghibásodásból fakadó függőségeket, így különösen a repülő tárgyak, folyadék- és gőzsugár hatásait, a belső tüzet és elárasztást, valamint a környező ipari létesítmények üzemzavarait és emberi tevékenységek hatásait. A szélsőséges időjárási körülményeket és a szeizmikus eseményeket is értékelni kell.*

A valószínűségi biztonsági elemzésben a szóba jöhető üzemzavarok, mint kezdeti események következményeinek vizsgálata a kezdeti eseményen túli további – akár a kezdeti esemény hatására, akár attól függetlenül fellépő – berendezés-meghibásodások és emberi hibák számbavételével, komplex módon történik. E vizsgálat az 1. szintű valószínűségi elemzés esetében a zónasérüléshez, a 2. szintű elemzés esetében a súlyos baleseti nagy radioaktivitás-kibocsátáshoz vezető eseménysorok azonosításával és gyakoriságuk meghatározásával végződik. Ily módon ezen elemzések magukban foglalják a tervezési üzemzavarok teljes spektrumát, továbbá a tervezésen túli üzemzavari folyamatokat, utóbbiakba egyaránt beleértve a komplex folyamatokat és a súlyos baleseteket.

A teljes körű 1. és 2. szintű PSA keretében

- meghatározásra kerül a zóna-, illetve fűtőelem-sérülés (1. szint), a nagy radioaktivitás-kibocsátás (2. szint) és a maradványhő végső hőelnyelőbe való elvitele elvesztésének éves átlagos valószínűsége, valamint üzemállapotonkénti valószínűsége,
- figyelembe veszik az erőmű minden lehetséges üzemállapotát, rendszereinek lehetséges konfigurációit, és a szóba jöhető radioaktivitás-kibocsátási forrásokat (beleértve a pihentető medencét is),
- részletes elemzést végeznek valamennyi kezdeti eseményre, amelyre nem bizonyítható, hogy a kockázathoz való hozzájárulása elhanyagolható mértékű.

A PSA kezdeti eseményei között a technológiai eredetű (belső) kezdeti események, továbbá a belső és külső veszélyek (belső tűz és elárasztás, külső emberi- és természeti hatások, földrengés) következményeit is vizsgálják. A vizsgált események közül az igazoltan elhanyagolható gyakoriságúakat vagy következményűeket kiszűrik a részletes hatásvizsgálatból. Szűrőskor valószínűségi és/vagy determinisztikus módszereket és kritériumokat alkalmaznak.

Az elemzések során végül meghatározásra kerül az atomerőmű jelentette teljes kockázat és annak összetevői. A kapott eredmények értékelésének célja a PSA eredmények elfogadási kritériumai teljesülésének igazolása, az atomerőmű terve kiegyensúlyozottságának, egyenszilárdságának bemutatása, illetve a tervezési alap kiterjesztése megfelelésének megítélése. A PSA az atomerőmű tervezési folyamatának szerves részét képezi, az atomerőmű tervezési fázisában úgy ütemezik, és olyan részletességgel végzik el, hogy az – a determinisztikus elemzésekkel együtt – felhasználható legyen kockázatszempontrú döntésekhez, a terv módosításához és más PSA alkalmazásokhoz. Ezen alkalmazások körébe tartozik többek között a rendszerek és rendszerelemek biztonsági osztályba sorolása, a súlyos balesetkezelési utasítások, a karbantartások tervezése és optimalizálása, az üzemeltetési korlátok, a tesztek és próbák ütemezése, stb. A PSA eredmények elfogadási kritériumai teljesülését a karbantartások, tesztek és ellenőrzések rendszer- és rendszerelem-megbízhatóságra gyakorolt hatásának figyelembevételével igazolják.

Az NBSz **várható módosításakor** hatályba lépő verzió, új atomerőmű blokkokra az alábbi kvantitatív követelményeket fogalmazza meg, amelyek teljesülését a szállítónak valószínűségi biztonsági elemzésekkel igazolnia kell:

3a.2.1.1300.	Biztosítani kell a maradványhő végső hőelnyelőbe való elvitelét úgy, hogy a hőelviteli funkció elvesztésének gyakorisága kisebb legyen, mint $10^{-7}/\text{év}$ .
3a.2.2.0400.	Valószínűségi biztonsági elemzésekkel kell igazolni minden tervezési alapba tartozó üzemmazarra, hogy egy adott kezdeti esemény gyakoriságának és az adott kezdeti esemény okozta tranziens során a TA4 üzemmállapotokra vonatkozó elfogadási kritériumok teljesítéséhez szükséges bármely biztonsági funkció elmaradása valószínűségének szorzata nem haladja meg a $10^{-6}/\text{év}$ értéket.
3a.2.2.5100.	A feltételezett kezdeti események köréből kiszűrhető: <ul style="list-style-type: none"> <li>• a rendszerek, rendszerelemek meghibásodása vagy emberi hiba, vagy mindkettő következtében bekövetkező belső kezdeti esemény, ha a gyakorisága kisebb, mint <math>10^{-6}/\text{év}</math>;</li> <li>• a telephelyre jellemző külső emberi tevékenységből származó olyan esemény, amelynek gyakorisága <math>10^{-7}/\text{évnél}</math> kisebb, vagy ha a veszélyeztető tényező olyan távolságban van, hogy igazolható az, hogy az atomerőművi blokkra az várhatóan nem gyakorol hatást; valamint</li> <li>• a <math>10^{-5}/\text{évnél}</math> kisebb gyakorisággal ismétlődő természeti eredetű külső hatás által keltett minden kezdeti esemény.</li> </ul>
3a.2.2.7300.	Legalább az alábbi eseményeket tervezési megoldásokkal vagy preventív baleset-kezelési képességek kialakításával gyakorlatilag ki kell zárni, azaz bizonyítani kell, hogy bekövetkezésük fizikailag lehetetlen, vagy a bekövetkezési gyakorisága nagy biztonsággal kisebb, mint $10^{-7}/\text{év}$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>• reaktortartály törése,</li> <li>• prompt kritikussággal járó reaktivitás balesetek, beleértve a heterogén bórhiágulási eseteket is,</li> <li>• minden olyan rövid- és hosszútávon jelentkező terhelés, ami veszélyeztetheti a konténment integritását, így különösképpen nehéz teher leejtése, gőz- és hidrogénrobbanás, üzemanyag-olvadék kölcsönhatása beton teherhordó szerkezetekkel és konténment túlnyomódás,</li> <li>• hűtés elvesztése a besugárzott fűtőelem tárolása során, ami fűtőelem-sérüléshez vezethet, valamint</li> <li>• hűtőközeg-vesztés nyitott konténment mellett, ami a zóna szárazra kerülését okozhatja.</li> </ul>
3a.2.3.1800.	Az atomerőművi blokk tervéhez, beleértve az üzemanyag tároló és kezelő rendszereket is, 1. és 2. szintű valószínűségi biztonsági elemzést kell kidolgozni, amely kiterjed minden lehetséges üzemmállapotra, rendszerkonfigurációra és valamennyi feltételezett kezdeti eseményre, amelyre más módszerrel nem bizonyítható, hogy a kockázathoz adott járuléka elhanyagolható.
3a.2.3.1900.	A valószínűségi biztonsági elemzésben figyelembe kell venni a lényeges funkcionális, területi, a rendszerelemek fizikai elhelyezkedéseit alapul vevő, az üzemeltetésből, karbantartásból és egyéb közös okú meghibásodásból fakadó függőségeket, így különösen a repülő tárgyak, folyadék- és gőzsugár hatásait, a belső tüzet és elárasztást, valamint a környező ipari létesítmények üzemmazarait és emberi tevékenységek hatásait. A külső természeti eredetű veszélyeztető tényezők által kiváltott eseményeket is értékelni kell.
3a.2.4.0600.	Valamennyi feltételezett kezdeti eseményből kiinduló eseményláncra – a szabotázst kivéve – a zóna részleges vagy teljes megolvadásával járó esetek összegzett gyakorisága nem haladja meg a $10^{-5}/\text{év}$ értéket.
3a.2.4.0800.	A nagy vagy korai kibocsátással járó eseményeket gyakorlatilag ki kell zárni. A nagy vagy korai kibocsátással járó eseményláncok minden kiinduló üzemmállapotra és hatásra összegzett gyakorisága - kivéve a szabotázst esetét - nem haladhatja meg a $10^{-6}/\text{év}$ értéket. A követelmények teljesülését 2. szintű valószínűségi biztonsági elemzésekkel kell igazolni.



## 6.14 PAKS II. LÉTESÍTÉSÉNEK JELLEMZŐI

### 6.14.1 PAKS II. ÉS A KAPCSOLÓDÓ LÉTESÍTMÉNYEK LÉTESÍTÉSI TERÜLETEI

Az új atomerőművi blokkok létesítése során az erőmű technológiai részének, valamint a működéshez szükséges kapcsolódó létesítményeknek a kiépítése az alábbi területek érintettségét okozza majd:

#### Paks II. Atomerőmű

Az Erőmű építésének kiszolgáló területe: *felvonulási terület*

Az új atomerőművi blokkok építési területe: *üzemi terület*

#### Kapcsolódó létesítmények

A frissvíz kivétele a Dunából: *hidegvíz-csatorna, vízkivételi mű területe*

A felmelegedett hűtővíz elvezetése: *melegvíz-csatorna, hidegvíz- és a melegvíz-csatorna által közrezárt "sziget", rekuperációs erőmű területe*

#### Blokkvezetékek és távvezetékek:

*Az új alállomásig tartó 400 kV-os blokkvezeték és 120 kV-os távvezeték nyomvonala*

### 6.14.2 PAKS II. LÉTESÍTÉSÉNEK TERVEZETT FÁZISAI

Az új atomerőművi blokkok létesítésének folyamata az alábbi főbb lépésekből áll, amelyek a szükséges és hatályos létesítési és építési engedélyek birtokában kezdhetők meg:

#### ❖ Az építést megelőző tevékenységek

(a terület előkészítés, a felvonulás, az építéshez kötődő egyéb feltételek megteremtése)

- A felvonulási terület előkészítése, területrendezés
- A telepítési területen lévő épületek, építmények, térburkolatok bontása
- A telepítési területen lévő vonalas létesítmények kiváltása / bontása
- A telepítési területről a növényzet eltávolítása / áttelepítése
- A feltalaj letermelése / elkülönített deponálása
- Az infrastruktúra kiépítése
- Az építők részére az irodák, szociális blokkok kialakítása

#### ❖ Építési-szerelési tevékenységek

- Építési munkagödör kialakítása
- Résfal és/vagy szádfal telepítése
- Alapozás
- Munkagödör víztelenítése a cölöpözési / alapozási munkák talajvízszint fölé emelkedéséig
- A reaktor épületegyüttes (nukleáris sziget) és a hozzá csatlakozó turbina épület építése
- A technológiai berendezéseket nem tartalmazó, különálló épületek építése
- Vízkivételi mű építése
- Kapcsolódó létesítmények építése
- Hidegvíz és melegvíz-csatorna felbővítése
- Új melegvíz-csatorna leágazás kialakítása
- Rekuperációs erőmű építése
- Hűtőcellák építése
- Blokkvezetékek építése
- Távvezetékek építése
- Technológiai szerelések
- Az erőművi terület tereprendezése

- ❖ Az üzemelést megelőző folyamatok
  - Üzembe helyezések
  - Üzemi próbák
    - Berendezések (biztonsági, nem-biztonsági) egyedi próbái
    - Technológiai (biztonsági, nem biztonsági) rendszerek üzemi (komplex) próbája
  - Első töltet behelyezése / tesztek
  - Blokki üzemi próbák
  - Párhuzamos kapcsolás
  - Próbaüzem
  - Garanciális mérések

A külön engedélyeztetés alá tartozó kapcsolódó létesítmények (új villamos alállomás, kiegészítő átmeneti tárolója) a blokkok létesítésének ütemtervéhez igazodva fognak megvalósulni.

### 6.14.3 PAKS II. LÉTESÍTÉSÉNEK TERVEZETT ÜTEMTERVE

A létesítés fázisainak várható időpontjait a 6.14.3-1. táblázat tartalmazza, feltételezve az engedélyeztetés zökkenőmentes lefutását, valamint azt, hogy a két blokk létesítése között 5 év telik el:

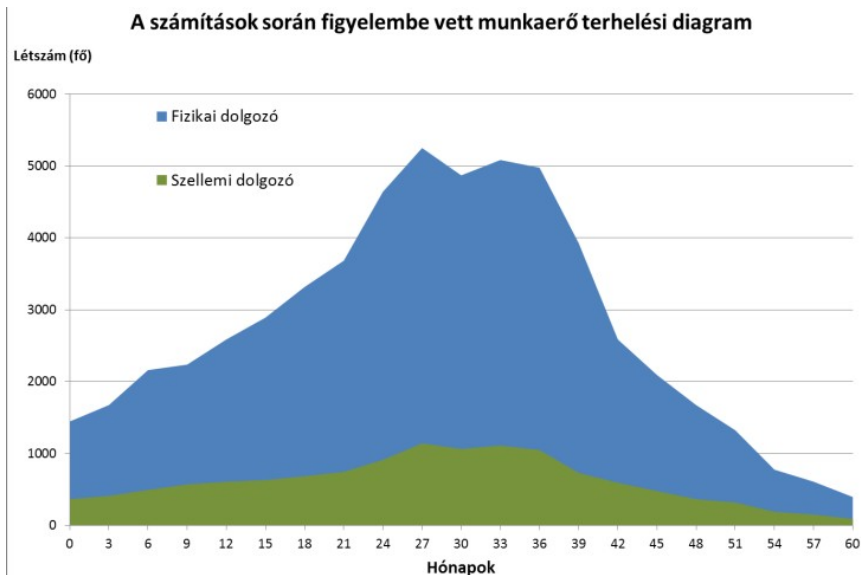
Tevékenység	Paks II.	
	1. blokk	2. blokk
Környezetvédelmi engedélyeztetés elindítása	2014	
Bontási munkálatok a létesítés területén	2017-2022	
Engedélyeztetési és kiviteli tervek elkészítése	2018-2019	
Tereprendezés	2018-2019	
A létesítés megkezdéséhez szükséges engedélyek megszerzése	2018-2020	
Létesítés megkezdése	2020	2025
Alapozás	2020-2021	2025-2026
Szerkezetépítés, szerelés	2022-2023	2027-2028
Próbák, üzembe helyezés	2024	2029
Első töltet behelyezése	2024	2029
Első párhuzamos kapcsolás	2024	2029
Próbaüzem kezdete	2025	2030
Kereskedelmi üzem kezdete	2025	2030

6.14.3-1. táblázat: Paks II. blokkjainak létesítési ütemterve

### 6.14.4 A LÉTESÍTÉSI IDŐSZAK HUMÁN ERŐFORRÁS IGÉNYE

Az új blokkok létesítési időszakokra vonatkozó létszámbecslésének, valamint az építési időszakhoz tartozó létszám időbeli eloszlásának alapjául a témakörben készült korábbi elemzések szolgáltak, amelyek csúcsideszakban 1 700-7 000 fővel is számoltak. Egy blokk létesítésének időigénye 5 évre tehető, a második blokk létesítésének kezdő időpontja 5 év eltolódással került figyelembe vételre. A létesítés időszakára 1 blokk létesítése esetén (a technológiai szállító előadásai alapján) maximálisan 5 250 főt vettünk figyelembe.

A munkaerő időbeli eloszlása tekintetében a PÖYRY ERŐTERV szerinti eloszlást vettük alapul, így a 6.14.4-1. ábra szerinti munkaerő terhelési diagram adódott:



6.14.4-1. ábra: A számítások során figyelembe vett telephelyi munkaerő terhelési diagram [6-10], [6-18], [6-19]

## 6.15 PAKS II. ÜZEMELTETÉSÉNEK JELLEMZŐI

### 6.15.1 PAKS II. ÜZEMELTETÉSÉNEK TERVEZETT ÜTEMTERVE

Paks II. 1. blokk kereskedelmi üzemének kezdete 2025, a 2. blokk üzemének kezdete pedig 2030.

A tervezett atomerőművi blokkok tervezett üzemideje 60 év.

A 60 éves üzemidő meghaladására napjainkban is alkalmazott gyakorlat alapján megvalósítható eljárás – a vonatkozó feltételek teljesülése esetén – az üzemidő hosszabbítás. Az új blokkok esetében a tervezett 60 éves üzemidő így, nagyságrendileg akár 100 évre is nőhet, üzemidő hosszabbítással.

A nukleáris energiatermelés napjainkban bevett gyakorlata, hogy mind a hőfejlesztéshez, mind a villamos energia előállításához tartozó alrendszer, technológiai elemek cseréje az üzemidő során jellemzően legalább egyszer megtörténik. Ez alól kivétel a reaktortartály. A jelen KHV által vizsgálat alá vont, engedélyeztetésre kerülő új atomerőművi blokkok üzemi és kiszolgáló épületei, berendezései a reaktorok és kapcsolódó biztonsági rendszereik 60 évesre tervezett üzemidejét hivatottak kiszolgálni.

Feltételezhetően Paks II. 1. és 2. blokkok üzemidő hosszabbítási eljárás, illetve folyamat alá fognak esni, azonban jelen tanulmányban annak hatásait nem vesszük figyelembe.

Tevékenység	Paks II.	
	1. blokk	2. blokk
Kereskedelmi üzem kezdete	2025	2030
60 éves üzemidő vége	2085	2090

6.15.1-1. táblázat: Paks II. blokkjainak üzemelési ütemterve

### Üzemeltetési periódusok

Tevékenység	Idő intervallum
A Paksi Atomerőmű 1-4 blokkok és Paks II. 1. blokk együttes üzeme	2025-2030
A Paksi Atomerőmű 1-4 blokkok és Paks II. 1-2 blokkok együttes üzeme	2030-2032
A Paksi Atomerőmű 1-4 blokkok meghosszabbított üzemidejének végét elérő 1-4 blokkok végleges leállítása	2032-2037
A Paksi Atomerőmű 1-4 blokkok leállítását követően Paks II. 1. és 2. blokk önálló, együttes üzeme	2037-2085
Paks II. 1. blokk üzemidejének lejárt	2085
Paks II. 1. blokk leállítását követően Paks II. 2. blokk önálló üzemelése	2085-2090
Paks II. 2. blokk üzemidejének lejárt	2090

6.15.1-2. táblázat: Paks II. blokkjainak üzemeltetési periódusai, együttes üzemelése a Paksi Atomerőmű meglévő blokkjaival

## 6.15.2 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK ÜZEMELTETÉSÉNEK HUMÁN ERŐFORRÁS IGÉNYE

Az ERBE elemzése alapján 1 blokk üzeme esetén 600 állományban lévő alkalmazottal lehet számolni, ami 400 fő törzsidőszakos és 200 fő műszakos dolgozóból áll. A 200 fő műszakosból, 5 műszakot feltételezve, napi 3 műszakos munkavégzés mellett 120 fő/nap adódik a törzsidőszakosokon felül, így a telephelyen napi 520 fő jelenlétével lehet számolni.

A 2. blokk üzembe lépésétől a két blokk üzemeltetéséhez 800 állományban lévő alkalmazottra lesz szükség, amiből 300 fő műszakosként, 500 fő pedig nappali 'törzsidőszakos' munkavégzés szerint. A 300 fő műszakosból, 5 műszakot feltételezve, napi 3 műszakos munkavégzés mellett 180 fő/nap adódik a törzsidőszakosokon felül, így a telephelyen napi 680 fő jelenlétével lehet számolni.

Az üzemeltetői létszámba a karbantartási feladatokat végzők nem lettek beszámolva, tekintettel a jelenlegi gyakorlatra, miszerint e feladatok jelentős hányada kiszervezésre kerül.

Az atomerőmű szállító által közzétett adatok alapján egy-egy blokk 10 évenkénti várható nagyjavításainak addicionális létszámigénye kb. 1 000 fő, ami 200 fő nappali törzsidős 800 fő műszakos dolgozót tartalmaz. 5 műszakot feltételezve, napi 3 műszakos munkavégzés mellett 480 fő/nap adódik a törzsidőszakosokon felül, így a karbantartási időszak alatt a telephelyen napi 680 fő jelenlétével lehet számolni az üzemeltetői létszámon felül. [6-10], [6-18], [6-19]

## 6.15.3 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK ÜZEMVITELI JELLEMZŐI

### 6.15.3.1 Szabályozhatóság, rendelkezésre állás, karbantartás

Az új atomerőművi blokkok villamos teljesítménye 50-100 % között szabályozható, terheléskövető és sziget üzemmódban is képes lesz üzemelni. A blokkok terhelésváltozási sebessége le-fel tartományban is 5 % / perc (60 MW / perc). Az új atomerőművi blokkok várható éves rendelkezésre állása >90 % lesz, beleszámítva az éves kis karbantartásokat és a kiegészítő üzemanyagok átrakási idejét is. Nagy karbantartás 10 évente várható, ami kb. 1 hónapot vesz igénybe. Az éves karbantartások várható idő igénye 20 naptári nap (üzemanyag átrakás és kisjavítások), míg a nagy leállások várható ideje 30 naptári nap (szekunderkörü és primerkörü nagykarbantartások).

### 6.15.3.2 Az új atomerőművi blokkok éves energetikai adatai

Megnevezés	Mértékegység	Érték/blokk
Csúcs kihasználtsági óraszám	h/év	8 147
Beépített villamos teljesítmény (bruttó)	MW	1 200
Önfogyasztás	MW	87
Blokkonként megtermelt villamos energia	GWh/év	9 776
Blokkonként kiadott villamos energia	GWh/év	9 068

6.15.3-1. táblázat: Éves energetikai adatok

#### 6.15.4 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK ÉVES ANYAG ÉS ENERGIAMÉRLEGE

Az éves anyag és energiamérleg a technikai üzemkészségnek megfelelő éves üzemidő (8 147 óra) és teljes terhelés figyelembevételével került meghatározásra 2 x 1200 MW<sub>e</sub> blokkra. A kiválasztásra kerülő főberendezések függvényében a táblázatban feltüntetett értékek változhatnak.

Megnevezés	Mértékegység	Érték
Éves bruttó villamosenergia-termelés	GWh/év	19 552
Villamos önfogyasztás	GWh/év	1 418
Éves nettó villamosenergia-termelés	GWh/év	18 136
Üzemanyag szükséglet	t/18 hónap	64,6
Fűtőelem szükséglet (üzemanyag + kazetta)	t/18 hónap	96
Stratégiai üzemanyag-töltet	t	225,6
<i>Olaj felhasználások</i>		
Gőzturbinák olajtöltete	m <sup>3</sup>	~240
Transzformátorok olaj töltete	t	~804
Főtranszformátorok olajmennyisége	t	~540
Normál háziüzemi transzformátorok olajmennyisége	t	~132
Tartalék háziüzemi transzformátorok olajmennyisége	t	~66
Kenő- és hidraulika olajok	t/év	20
Dízelgenerátorok	m <sup>3</sup> /168 óra	2600
Generátor hidrogénhűtés	m <sup>3</sup>	8
Kenőzsír	kg/év	~280
<i>Vízigény</i>		
<i>Technológiai vízigények</i>		
Kondenzátor hűtővíz (technológiai hűtővizet is magában foglalja)	millió m <sup>3</sup> /év	≈3 900
Sótalanvíz	ezer m <sup>3</sup>	640
<i>Kommunális célú vízigények</i>		
maximális igények idején (első blokk üzemel, második blokk létesül)	m <sup>3</sup> /év	235 790
<i>Vegyszerfelhasználás</i>		
Sósav (33% HCl)	m <sup>3</sup> /év	640
Nátrium-hidroxid (100% NaOH)	m <sup>3</sup> /év	480
Ammónium-hidroxid	m <sup>3</sup>	15
Hidrazin	t	32
Salétromsav	m <sup>3</sup>	51
Kénsav	m <sup>3</sup>	80
Bórsav	t	62
Vízelőkészítő egyéb vegyszerei (klór eltávolítás vegyszere, lerakódásgátló, tisztítás vegyszerei)	t/év	25
<i>Technológiai hulladékvizek</i>		
Vízelőkészítő hulladékvize	ezer m <sup>3</sup> /év	200
Primerkörü mérlegen felüli technológiai hulladékvíz	ezer m <sup>3</sup> /év	88
Turbina gépház és segédlétesítmények folyékony hulladékvíz	ezer m <sup>3</sup> /év	350
Kommunális szennyvíz	m <sup>3</sup> /év	24 012
maximális keletkezés idején (első blokk üzemel, második blokk létesül)	m <sup>3</sup> /év	224 110
<i>Hulladékok</i>		
<i>Radioaktív hulladékok</i>		
Kis aktivitású radioaktív hulladék	m <sup>3</sup> /év	140
Közepes aktivitású radioaktív hulladék	m <sup>3</sup> /év	22
Nagy aktivitású radioaktív hulladék	m <sup>3</sup> /év	1,0
Nagyméretű, nem kezelhető (karbantartás/javítás során képződő) radioaktív hulladék	m <sup>3</sup> /év	10
<i>Hagyományos, nem radioaktív hulladékok</i>		
Nem veszélyes hulladék	t/év	800
Veszélyes hulladék	t/év	100

6.15.4-1. táblázat: Paks II. üzemeltetésének anyag- és energia mérlege

## 6.16 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK FELHAGYÁSA

### 6.16.1 A PAKSI ATOMERŐMŰ LESZERELÉSÉRE ÉS FELHAGYÁSÁRA VONATKOZÓ INFORMÁCIÓK

A Paksi Atomerőmű üzemidejének végén - a felhagyás és leszerelés megkezdése előtt - a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII.25.) Korm. rendelet és az MVM Paks Atomerőmű Zrt. üzemidő-hosszabbítás K6K8324/06 iktatószámú környezetvédelmi engedély (DdKTVF, Pécs) 6.5. pontjának előírásai értelmében környezeti hatásvizsgálati eljárást szükséges lefolytatni, amit majd a jövőben az aktuális állapotra, az aktuális jogszabályi környezet figyelembevételével kell elvégezni. [6-20]

A Paksi Atomerőmű 1. blokkja a tervezett 30 éves üzemelési időtartam lejártát követően megkapta az engedélyt a 20 évvel meghosszabbított üzemidőben való működésre, a 2-4. blokkok üzemidő-hosszabbításának engedélyeztetése pedig folyamatban van. Az atomerőmű blokkjainak üzemidejét az alábbi táblázat foglalja össze.

MVM Paks Atomerőmű Zrt.	Üzembe helyezés időpontja	30 éves üzemidő vége (üzemidő hosszabbítás kezdete)	50 éves üzemidő vége (üzemidő hosszabbítás vége)
1. blokk	1982.	2012.	2032.
2. blokk	1984.	2014.*	2034.
3. blokk	1986.	2016.	2036.
4. blokk	1987.	2017.	2037.

Megjegyzés:

\* Az üzemidő-hosszabbítás engedélyeztetése folyamatban van.

6.16.1-1. táblázat: A Paksi Atomerőmű 1-4. blokkok üzemideje [6-21]

Az üzemidő-hosszabbítással megnövelt élettartamú 1-4. blokkok leszerelésének lehetséges változatai:

- *Azonnali leszerelés*
- **Halasztott leszerelés a reaktor védett megőrzésével**
- *Halasztott leszerelés, a teljes primerkör védett megőrzésével*

A választott leszerelési stratégia a „halasztott leszerelés, a teljes primerkör 20 éves védett megőrzésével”. [6-20]

A leszerelés folyamata az alábbi tevékenységekkel jellemezhető:

I. leszerelési fázis:

- az üzemi radioaktív hulladékok feldolgozása és tárolóba történő elszállítása;
- a kiegészítő kazetták átszállítása a KKÁT-ba;
- az üzemi közegek eltávolítása;
- a szükségtelen inaktív és hasznosítható berendezések leszerelése;
- a szükségtelen inaktív épületek lebontása;
- a továbbiakban felhasználásra kerülő berendezések konzerválása (szellőztetés, spec. csatornarendszer, stb.);
- a kibocsátást megakadályozó gátak fenntartása és monitorozása;
- a lezárt épületek és létesítmények felügyelete.

II. leszerelési fázis:

- az erőmű radioaktív anyagokat és berendezéseket tartalmazó részei lezárt állapotban maradnak;
- a kibocsátást megakadályozó gátak karbantartása a tartós védett megőrzés során.

III. leszerelési fázis:

- dekontaminálás;
- a berendezések - beleértve a reaktor - valamint a fennmaradó szolgáltató rendszerek fokozatos leszerelése,
- az üres épületek lebontása;
- a dekontaminálás és a leszerelés során keletkező radioaktív hulladékok feldolgozása;
- az inaktív hulladékok feldolgozása;

- a telephely végleges ellenőrzése, megtisztítása és a terep rendezése;
- Végleges leszerelési jelentés elkészítése;
- hatósági felügyelet megszüntetése;
- a telephely átadása további felhasználásra.

## 6.16.2 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK LESZERELÉSEKOR KÖVETENDŐ LESZERELÉSI STRATÉGIA

Jelen KHT-ban Paks II. felhagyására az azonnali leszerelési opciót vesszük figyelembe, tekintettel a nemzetközi tendenciákra és a következő szempontokra:

- a jelenlegi jogszabályi előírások biztosítják, hogy a leszerelés költségei az üzemidő végére rendelkezésre fognak állni
- a leszerelés során keletkező radioaktív hulladékok végleges elhelyezésének biztosítása a rendelkezésre álló időtávon megoldható
- nem kell számolni a leszereléshez szükséges ismeretanyag elvesztésével.

Egy nukleáris létesítmény – így az atomerőmű – leszerelésének folyamata hosszú és komplex tevékenység. A munkálatokat az alábbi részekre oszthatjuk:

A majdani leszerelés előkészítése. Ebbe soroljuk az Előzetes leszerelési terv (ELT) elkészítését, a leszerelési stratégia kialakítását (telephelyi és létesítmény szinten), ELT rendszeres felülvizsgálatait (beleértve a hatósági tevékenységeket is), a leszerelési adatbázis létrehozását, folyamatos karbantartását (beleértve a sugárvédelmi vonatkozású felmérések elvégzését, az erőmű kiviteli és megvalósulási terveinek folyamatos követését és a veszélyes anyagok nyomon követését is) és az üzemeltetési hulladékok folyamatos feldolgozását.

A majdani leszerelés környezeti hatásvizsgálatának elvégzése és az engedélyeztetési eljárás lefolytatása.

A tényleges leszerelési tevékenység közvetlen adminisztratív és műszaki előkészítése, beleértve a leszerelés biztonsági jelentésének elkészítését, a leszerelés irányító szervezetének létrehozását, a létszám leépítésének megtervezését, a végleges leállítási engedélykérelmet megalapozó dokumentáció elkészítését és az ezzel kapcsolatos hatósági eljárást. A műszaki előkészítés körébe soroljuk a reaktorblokk leállítását megelőző néhány éves (átmeneti) időszak kifejezetten műszaki jellegű tevékenységeit.

A tényleges leszerelési tevékenység előkészítése, ami a blokk leállításával indul. Ide soroljuk a Leszerelési terv véglegesítését, beleértve az ezt megalapozó sugárvédelmi vonatkozású felmérés elvégzését és a vonatkozó hatósági eljárást is, ami alapot ad az engedélyesi jogkör esetleges átadására. Ezt követik a tényleges leszerelési tevékenységek körében a sugárvédelmi vonatkozású és hagyományos környezeti hatásokkal is járó munkák. Ebben a körben olyan műveletek és tevékenységek elvégzése szükséges, mint a dekontaminálás, leszerelés és a radioaktív anyagok, hulladékok, komponensek eltávolítása, az épületszerkezetek lebontása, valamint a keletkező inaktív és radioaktív hulladékok kezelése. Ezen munkák elvégzése ad lehetőséget a létesítmények, vagy különálló épületek hatósági felügyeletének megszüntetésére, valamint a dekontaminálási tevékenységek következtében már inaktív létesítmények vagy épületek hagyományos építőipari eszközökkel történő lebontására. A tényleges leszerelési tevékenységek utolsó lépései közé tartozik a telephely végső sugárvédelmi ellenőrzése, a Végleges leszerelési jelentés elkészítése, valamint a telephely hatósági felügyeletének megszüntetése.

A tényleges leszerelési feladatok aktuálisan érvényes köre, azok megtervezése és részletes kidolgozása mindig telephely- és létesítmény-specifikus, és jelentős mértékben függ a létesítmény leszerelésére kiválasztott stratégiától.

Egy nukleáris létesítmény leszerelési stratégiájának kiválasztásakor, illetve – a lehetséges változatokat is figyelembe véve – annak kialakításakor egy sor tényezőre kell tekintettel lenni, alapvetően az alábbiak szerint:

- radioaktív hulladékkezeléssel kapcsolatos nemzeti projektek sajátosságai (hulladékáramok, tárolók, időzítések),
- nemzeti leszerelési politika,
- a leszerelésre kerülő létesítmény sajátosságai,
- biztonsági és egészségügyi előírások,
- környezetvédelmi előírások,
- a telephely további felhasználására vonatkozó követelmények,
- politikai, gazdasági, szociális hatások és a lakossági elfogadás követelményének figyelembevétele,

- a technológia rendelkezésre állásának követelménye, a leszerelés megvalósíthatósága,
- a leszerelési eljárás költségei, a rendelkezésre álló erőforrások figyelembevétele,
- a leszerelési folyamat kockázatainak figyelembevétele.

A fenti tényezőket egymáshoz viszonyítva, súlyozottan, de a relatív egyensúly kialakítására törekedve kell elemezni és figyelembe venni.

A blokkok leállítását követően ténylegesen alkalmazásra kerülő leszerelési stratégia meghatározására a későbbiekben, jóval tágabb horizontú, részletes elemzések alapján kerül majd sor. A majdan kiválasztásra kerülő leállítási stratégia optimalizálására a Tanács 2011/70/Euratom Irányelve szerint a nemzeti program kialakításának keretei között kell majd sort keríteni. [6-22]

A felhagyás és leszerelés engedélyeztetését - minimálisan 60 év múlva, legkésőbb 2180 körül – le kell majd folytatni az aktuális állapotra, az aktuális jogszabályi környezet figyelembe vételével.

A majdani hulladéktároló létesítmények készenlétét feltételezhetjük a Bábaapátiban létesülő Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló (NRHT) létesítmény megfelelő bővítésével, ahogy azt a *Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. tizenegyedik közép- és hosszú távú terve a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapból finanszírozandó tevékenységekre* című dokumentumban olvashatjuk:

*„...a létesítmény tervezését, méretezését, megvalósításának és üzemeltetésének időbeli ütemezését hozzá kell igazítani a Paksi Atomerőmű követelményeihez, és figyelembe kell venni tervezési szinten a bővíthetőséget is.” A nagy aktivitású és/vagy hosszú élettartamú radioaktív hulladékok átmeneti tárolását az új blokkok technológiai rendszereiben meg lehet oldani a leszerelési munkák megkezdéséig. Amennyiben az újonnan létesülő blokkokhoz is készül kiégett üzemanyag átmeneti tároló létesítmény, úgy az kiszolgálja az új blokkok teljes üzemidejét és az esetlegesen felmerülő pihentetési idő igényt, amíg a blokkokon a leszerelés zajlik. A leszerelési folyamat finanszírozásához a szükséges pénzeszközök rendelkezésre állását hazánkban törvény írja elő (az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 62. §-ának (1) bekezdése), így annak rendelkezésre állása a törvény erejével biztosítottnak tételezhető fel. [6-23]*

### 6.16.3 A LESZERELÉSI TEVÉKENYSÉG FINANSZÍROZÁSA, KÖLTSÉGEI

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény (Atomtörvény) 62. § (1) bekezdése szerint a nukleáris létesítmények leszerelésének költségeit elkülönített állami pénzalapként a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap (KNPA) finanszírozza.

A Központi Nukleáris Pénzügyi Alapot kezelő szerv a kijelölt miniszter által vezetett minisztérium.

Az új blokkok megvalósítása során fel kell készülni a KNPA olyan átalakítására, amely lehetővé teszi egyebek között az új blokkok leszerelésének törvény szerinti finanszírozását.

A leszerelés költségeit az ismeretek mai szintjén csak becsülni lehet. A beszállítói előrejelzések alapján az a prognózis emelhető ki, hogy az új típusú reaktorok leszerelése vélhetően egyszerűbb lesz és a leszereléskor kevesebb hulladék keletkezik, mint amit a ma használatos energetikai reaktorok leszereléskor előre lehet jelezni. [6-23]

## 6.17 IRODALOMJEGYZÉK

- [6-1] Nagy Sándor, Nukleáris kapacitás fenntartás, Engedélyezési feladatok, Budapest, 2014.04.23.
- [6-2] <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Russia--Nuclear-Power>
- [6-3] VVER-1200 blokk-séma (02-01-01; Fig. 1.1 - Principle process diagram of the power unit)
- [6-4] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2012.10.05.
- [6-5] MIR.1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, Report, 2010. А.Н.Обысова
- [6-6] MVM Paks II. Zrt.
- [6-7] Kondenzátor hűtővíz kiemelési és visszavezetési módozatok vizsgálata a tervezett új atomerőművi blokkok vonatkozásában, MVM ERBE Zrt. 2014.
- [6-8] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Végleges Biztonsági Jelentés 2013. 2. fejezet, A telephely leírása, Paksi Atomerőmű Zrt. 2013. (Méretezési Duna vízszintek)



- [6-9] A paksi telephelyen létesítendő új atomerőműi blokkok tervezett Duna-víz használatának elvi vízjogi engedélyezési dokumentációja, MVM ERBE Zrt.
- [6-10] Döntés előkészítő elemzés a paksi telephelyen létesítendő új atomerőmű blokkok ivóvíz-betáplálása, illetve szennyvíz-elvezetése témakörökben, MVM ERBE Zrt. 2013.
- [6-11] Elpanneteknik references, Finland's Olkiluoto 3 Nuclear plant
- [6-12] ERBE Fővállalkozói Terjedelmen Kívüli Tételek elemzése, 2013.
- [6-13] Lévai Projekt, Új atomerőmű létesítése, Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány, PÖYRY ERŐTERV Zrt.
- [6-14] MSz EN 1998-1 (EUROCODE 8) Nemzeti melléklet
- [6-15] A környezeti hatástanulmány összeállítását megalapozó szakterületi vizsgálati és értékelési programok kidolgozása és végrehajtása, MVM ERBE Zrt. 2012.
- [6-16] MIR-1200 Preliminary data and information for safety and environmental licensing, report, 2010. 09. 29., A.H.Обысова
- [6-17] Data for NPP environmental impact analysis (AES-2006 with VVER-1200), Rusatom Overseas JSC, 2014.09.23.
- [6-18] Elemzés az új atomerőmű blokkok munkaerőigényének meghatározásához, MVM ERBE Zrt. 2013.
- [6-19] MVM Zrt Új atomerőművi blokkok létesítése – A beruházási, az üzembe helyezési és az üzemeltetési munkaerőigény felmérése 1/2. Kötet, PÖYRY ERŐTERV Zrt. 2012. Január
- [6-20] A Paksi Atomerőmű üzemidő hosszabbítása, Környezeti hatástanulmány, ETV-ERŐTERV Rt., 2006.02.20.
- [6-21] MVM Paksi Atomerőmű Zrt. üzemidő-hosszabbítás K6K8324/06 iktatószámú környezetvédelmi engedély, 2006.10.25. Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (DdKTVF, Pécs)
- [6-22] Irányelvek; A Tanács 2011/70/Euratom Irányelve, EU, 2011.07.19.
- [6-23] A Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. tizenegyedik közép- és hosszú távú terve a Központi Nukleáris Pénzügyi Alapból finanszírozandó tevékenységekre, RHK Kft., 2011. augusztus



## 7 HÁLÓZATI CSATLAKOZÁS A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZERHEZ [7-1], [7-2]

A következőkben ismertetjük azon villamos eredetű feladatokat, hálózatfejlesztési igényeket, amelyek a jelenlegi vizsgálati tervekre alapozva feltétlenül kapcsolódnak, és így szükségesek a Paks II. Atomerőmű létesítéséhez. Ezek együttes környezetre gyakorolt hatásai a létesülő atomerőmű teljes környezeti hatásaihoz képest elenyészőek. Megjegyezzük, hogy a jelen fejezetben leírtakhoz képest a későbbi vizsgálatoktól és döntésektől függően az állomás elhelyezése, kialakítása, a távvezetékek nyomvonala, oszlopainak kialakítása változhat.

### 7.1 AZ ÚJ BLOKKOK ILLESZTHETŐSÉGE A MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZERHEZ

A Paksi Atomerőmű jelenleg üzemelő blokkjai a MAVIR ZRt, mint átviteli hálózati engedélyes tulajdonában lévő 400 / 120 kV-os alállomás 400 kV-os kapcsolóberendezésén keresztül fognak csatlakozni a magyar villamosenergia-rendszerhez.

A Paks II. Atomerőmű létesítés előkészítéséhez kapcsolódóan, a Lévai projekt keretében a szükséges villamos hálózatfejlesztések előzetes vizsgálatát a PÖYRY ERŐTERV Zrt. által készített „530303A 00031 ERA final” MVM azonosítóval ellátott döntés-előkészítő megvalósíthatósági tanulmány vizsgálta. A döntés-előkészítő megvalósíthatósági tanulmány az állomási telephelyeket és a szükséges távvezeték átalakításokat több változatban vizsgálta. Jelen dokumentációban leírtak a korábbi vizsgálatokon alapulnak, az időközben felmerült, az atomerőmű területét érintő új szempontok figyelembevételével.

Előzetes hálózatszámítások készültek annak vizsgálatára, hogy 1 200 MW nettó teljesítményű blokknagyságok mellett normál üzemi és üzemzavari állapotokban milyen feltételekkel szállítható ki a megtermelt teljesítmény. Az új atomerőművi blokkok villamosenergia-rendszerbe történő integrálása csak új hálózati kapcsolatok létesítésével oldható meg.

Az eredmények az alábbi fejlesztések szükségességét igazolták:

Az új blokkok villamos hálózati csatlakozásához szükséges egy új 400 / 120 kV-os alállomás létesítése (Paks II. Alállomás).

A kétszeres hiányállapotra vonatkozó vizsgálatok eredménye és az új Atomerőmű tartalék ellátása miatt indokolt egy harmadik 400 / 120 kV-os transzformátor beépítése a térségben.

A kétrendszerű Paks-Albertirsa távvezeték megépítése a bővítés alapvető és elengedhetetlen feltétele.

A villamosenergia-rendszer megfelelő stabilitásának biztosítása megköveteli, hogy a rendszerbe épített legnagyobb egységteljesítményű betáplálás nem tervezett módon történő kiesése esetén, annak teljesítményigényét rövid időn belül pótolni lehessen a hálózat számára. Ennek biztosításáért hazánkban a MAVIR Zrt, mint rendszerirányító felel. Az új blokkok egységteljesítménye 1 200 MW körül feltételezhető, amely a teljes magyar villamosenergia-rendszerben a legnagyobb lesz. A Paks II. Atomerőmű első új blokkjának üzembe lépéséig biztosítani kell az új blokk teljesítményének megfelelő kapacitású tercier tartalékot. Ezt az igényt nemzetközi megállapodás alapján import villamosenergia-átviteli útvonalon történő vételezéssel és / vagy új tercier tartalékot képező hazai gyorsindítású erőművi kapacitáslétesítéssel kell majd kielégíteni.

A vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy fenti fejlesztésekkel és bővítésekkel az új blokkok által termelt teljesítmény biztonságosan becsatlakoztathatóvá és üzemeltethetővé válik a Magyar Villamosenergia-rendszerben. [7-1]

### 7.2 AZ ÚJ 400 / 120 kV-OS PAKS II. ALÁLLOMÁS TELEPÍTÉSI HELYE

A MAVIR típusállomások telepítési kritériumai, a MAVIR átviteli hálózati állomással szemben támasztott speciális célok és követelmények, valamint a Paks II. Atomerőmű hálózati csatlakozása egyedi szempontjainak figyelembevételével több lehetséges helyszín lett meghatározva a Paks II. Alállomás számára. A megvalósíthatóság és a biztonságos villamosenergia-ellátás szempontjából legoptimálisabb telephelynek az északnyugati irányba haladó távvezeték-nyomvonalak mentén, a Paksról Nagydorog, illetve Kölesd felé vezető utak közötti térségben – a Kölesdi út 400 kV-os

vezeték keresztezésénél – található telephely bizonyult, amely az új blokkok tervezett helyétől mintegy 6 km-re, a 6233 út 2 km szelvényének közelében, az út északi oldalán, a meglévő vezetékfolyosó közvetlen közelében található.

A kapott adatszolgáltatások alapján ezt a telephelyet tekintettük kiindulási alapnak, megjegyezzük azonban, hogy a Paks II. Alállomás végleges helyének kijelölése a MAVIR ZRt. mint leendő Paks II. Alállomás tulajdonos hatáskörébe tartozik, amelyről ismereteink szerint még nem született végleges állásfoglalás.

A Paks II. Alállomás a hazai gyakorlatnak megfelelően MAVIR 400 / 120 kV-os típusállomás lesz, amely másfél megszakító kialakításban, légszigetelésű kapcsoló berendezésekkel valósul meg. Végkiépítésben, a hosszanti sínbontó beépítésén túlmenően maximálisan 4 normál és 2 dupla széles 400 kV-os mezősor kiépítésére lesz szükség.

A Paks II. Alállomás és a kapcsolódó távvezetékek (a blokkvezetékek kivételével) az átviteli hálózati engedélyes (MAVIR ZRt.) tulajdonába kerülnek, és a közcélú hálózat részét képezik majd. Az állomás helyének kiválasztásán túl a csatlakozási pont kijelölése is az átviteli hálózati engedélyes feladata. Előzetes hálózatvizsgálatok alapján az új állomás hálózati kapcsolatait az alábbiak szerint kell kialakítani:

- Az új 400 kV-os Paks-Albertirsa távvezeték egyik rendszerét az erőművet keleti irányból kerülő nyomvonalon az új állomásba kell kötni, a másik rendszert a meglévő állomásba kell csatlakoztatni. A két állomás között a kétrendszerű oszlopsor fennmaradó rendszerén a két állomást összekötő 120 kV-os kuplungvezeték kell létesíteni.
- Az új blokkoktól az új állomásig 400 kV-os blokkvezetéseket kell létesíteni egymástól független oszlopsoron történő nyomvonalvezetéssel.
- A jelenleg üzemelő 400 kV-os Martonvásár irányú távvezetéseket az új állomási telephely közelében fel kell hasítani, és az új állomásba be kell forgatni.
- Az előző beforgatással a két paksi állomás közötti második kuplungvezeték kialakul.
- A jelenleg üzemelő 400 kV-os Litér és Toponár irányú távvezetéseket az új állomási telephely közelében az új állomásba át kell forgatni.
- Az előző átforgatással a Litér és Toponár irányú távvezetékek fennmaradó szakasza üzemen kívüli tartalék lesz.
- Amennyiben a fent említett vizsgálatok további távvezetési kapcsolat létesítését indokolják, az új távvezeték az új állomásba kell csatlakoztatni.
- Az új blokkok telepítése és a Paks II. Alállomás létesítése miatt a meglévő állomási 120 kV-os távvezetékek rendezésére is szükség van.

Az új blokkok szükség szerinti indításához és tartalék hálózati (háziüzemi) ellátásának biztosításához blokkonként 1-1 db 120 kV-os betáplálást kell kiépíteni a meglévő állomás és az új blokkok között, vagy az új állomás és az új blokkok között. A tervezett telephelyen történő új állomás létesítése esetén a hálózati kapcsolatot távvezeték és kábel szakasz kombinációjával célszerű megvalósítani úgy, hogy az erőmű területén kívül távvezeték, míg az erőmű területén belül végig földkábel létesül. Teljesítmény igény előreláthatólag, blokkonként kb. 90 MVA, amelyet blokkonként egy vagy kettő egyenként legalább 90 MVA teljesítményű 120 kV/középfeszültségű transzformátor fogad.

## **7.3 A 400 kV-OS BLOKKVEZETÉK ÉS A 120 kV-OS TÁVVEZETÉK**

Hazánkban az átviteli hálózat 400 kV-os feszültségű távvezetékeinek mindegyike szabadvezetékes kialakítású.

### **7.3.1 A VEZETÉKEK NYOMVONALÁNAK TERVEZÉSI SZEMPONTJAI**

A nagyfeszültségű vezeték létesítésének általános műszaki és gazdasági szempontjai mellett a vezeték nyomvonalának tervezése során figyelembe veendő főbb szempontok az alábbiak.

#### *Műszaki szempontok*

- a vezeték külön oszlopsoron, kellő biztonsági távolságban, egymást nem keresztezve legyenek,
- a blokkvezeték és a távvezeték nyomvonala az atomerőmű helyszíni kivitelezési munkálatait, a hajókikötőből történő beszállítást és a felvonulási területek használatát a legkevésbé zavarja,
- az M6 autópálya keresztezése merőlegesen történjen,
- a meglévő és a tervezett létesítményekhez illeszkedjen,

- A Paks II. - Albertirsa távvezeték kiépítésének lehetősége továbbra is biztosított maradjon a Paksi Atomerőmű és a Duna közötti területen.

#### *Épített környezet és természeti területek védelme szempontjai*

- lakott területek elkerülése,
- természetvédelmi oltalom alatt álló területet ne érintsen,
- környezeti hatások minimalizálása,
- védett természeti területek elkerülése,
- meglévő létesítmények elkerülése,
- jövőbeni fejlesztések ideiglenes és végleges létesítményeinek elkerülése

A beépítési környezet, valamint a műszaki, gazdasági és környezetvédelmi szempontok az erőműhöz közvetlenül kapcsolódó vezetékek kialakítását a következők szerint teszik lehetővé:

- a 400 kV-os blokkvezetékek szabadvezetékes kialakításúak lesznek,
- a tartalék ellátást biztosító 120 kV-os vezeték erőmű telephelyen belüli szakasza földkábel, azon kívül szabadvezetékes kialakítású lesz.

### **7.3.2 400 KV-OS BLOKKVEZETÉKEK**

A Paks II. Atomerőmű blokkjaiban megtermelt villamos energiát 400 kV feszültségű blokkvezetékek (termelői vezetékek) fogják kiszállítani a létesítendő Paks II. Alállomásba, amely ponton keresztül az új atomerőművi blokkok csatlakoznak az országos villamos alaphálózathoz.

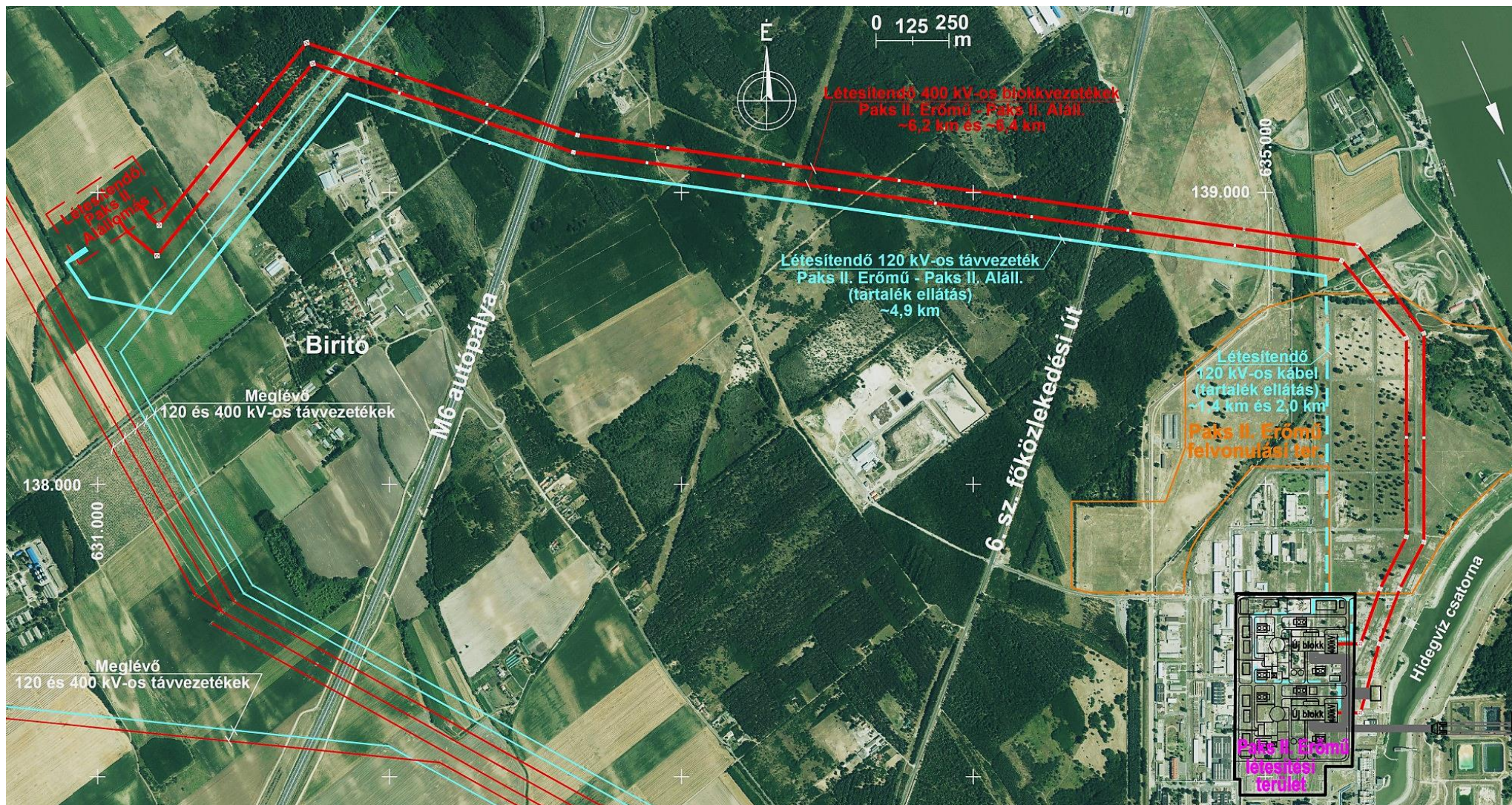
Beépítési helyüket tekintve a blokkvezetékek a blokktranszformátor és a villamos energiát fogadó állomásban kijelölt mező között létesülnek. A blokkvezetékek kiinduló pontja a blokkok üzemi létesítményi területén elhelyezésre kerülő "Transzformátor tér" 400 kV-os állomások vezetékindító portál szerkezete, végpontja a Paks II. Alállomásban létesítendő vezetékfogadó mező portál tartószerkezet.

A blokkvezetékek nyomvonalát a 7.3.2-1. ábra, a hozzá tartozó jelkulcsot a 7.3.2-2. ábra mutatja.

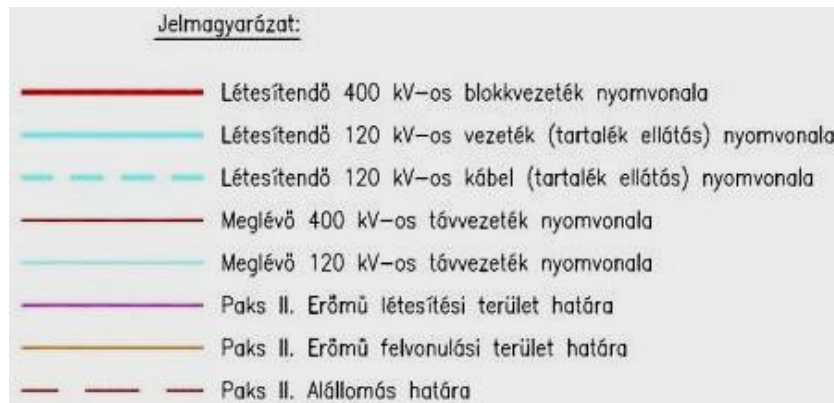
Az erőműi transzformátor tértől keleti irányba indulva kicsatlakozó blokkvezetékek az első oszlop után északi irányba fordulva haladnak tovább a Duna felől határoló út mellett, azzal párhuzamosan. A két blokkvezeték a felvonulási területet érintve párhuzamosan halad kb. 1,5 km hosszúságban, majd nyugati irányba fordulva az erőműi területet megkerülve haladnak tovább Paks II. Alállomás irányába. A blokkvezetékek továbbra is párhuzamosan haladva, a lakott és beépített területeket elkerülve észak-keleti irányból csatlakoznak Paks II. Alállomáshoz. A blokkvezetékek nyomvonala keresztes vasúti pályatesteket, a 6. sz. főközlekedési utat, az M6 autópályát, és a 6233 sz. közlekedési utat.

Az első ütemben kiépülő blokkhoz tartozó blokkvezeték az előkészített felvonulási területet teljes egészében elkerüli, biztosítva a terület korlátozás nélküli használatát ebben az időszakban. A második ütemben kiépülő blokkhoz tartozó blokkvezeték az előkészített felvonulási terület keleti részét érinti kis mértékben.

A két új atomerőművi blokkban megtermelt villamos energia blokkonként külön oszlopsoron létesített távvezetéken kerül kiszállításra a Paks II. Alállomásba. A külön oszlopsor alkalmazása az üzemviteli biztonságot növeli, amelynek kialakítását a távvezetékes viszonylatban rövid nyomvonalhossz támogatja.



7.3.2-1. ábra: A blokkvezetékek nyomvonala a Paks II. Atomerőmű és a Paks II. Alállomás (2. telephely) között.



7.3.2-2. ábra: Jelmagyarázat a V-01195 ERBE rajszámú blokkvezetékek nyomvonala rajzhoz

## Nyomvonalhosszak

Paks II. Erőmű és Paks II. Alállomás közötti 400 kV-os blokkvezetékek: ~6,4 km és ~6,2 km

## A blokkvezetékek főbb műszaki jellemzői

Oszloptípus:	FENYŐ
Fázisvezető:	2×500 / 65 ACSR (blokkonként)
Rendszerek száma:	kettő, párhuzamosan kapcsolva (blokkonként)
Oszlopok száma:	tartó: 12 db és 11 db, összesen 23 db (vonal, sarok, vég) feszítő: 8 db és 9 db, összesen 17 db
Oszlopok területfoglalása:	tartó: 40 m <sup>2</sup> / db feszítő: 142-229 m <sup>2</sup> / db (funkciótól függően)
Oszlopok anyaga:	acél, duplex felületvédelemmel
Alapozás anyaga:	vasalt beton
Szigetelők anyaga:	üveg vagy kompozit (műanyag)
Biztonsági övezet szélessége:	34,4-34,4 m a nyomvonal tengelyétől mindkét irányba, együttesen 68,8 m szélességű sáv (blokkvezetékenként)

Két párhuzamosan haladó blokkvezeték esetén a biztonsági övezet teljes szélessége 128,8 m.

Későbbi vizsgálatoktól és döntéstől függően az új atomerőművi blokkok biztonság növelése érdekében a blokkvezetékek műszaki kialakítása, oszloptípusa még változhat. [7-1]

## Tájképi megjelenés

A tárgyi távvezeték közel sík területen fog haladni. A nyomvonal az erőművi telephelyen kívül főként mezőgazdasági művelés alatt álló és erdő területeken halad keresztül. A szabadvezeték környezetbe illeszkedését elősegítő, illetve a környezet zavarását csökkentő, a korábbi szabadvezeték építéseknél már bevált módszereket a létesítendő vezetéknek is alkalmazni kívánjuk szükség és lehetőség szerint (pl.: párhuzamos nyomvonalak, az oszlopok zöld színűre festése; az oszlopokon madárfészkelő helyek telepítése, vezeték madarak számára történő észrevehetőségét növelő eszközök telepítése).

A Paks II-höz csatlakozó vezeték tervezett oszloptípusaival Magyarországon már épült hálózat, amelynek megvalósult állapotáról készültek a következő fényképfelvételek:



7.3.2-3. ábra: Martonvásár-Győr 400 kV-os szabadvezeték FENYŐ típusú oszlopokkal



7.3.2-4. ábra: Pécs-Országhatár 400 kV-os szabadvezeték FENYŐ típusú oszlopokkal, vezetékfolyosó

### A távvezeték üzemelésének hatásai

#### A villamos és mágneses térerősség

A nagyfeszültségű távvezeték közelében elektromágneses tér jön létre. Az élettani hatások szempontjából figyelembe veendő villamos térerősség és mágneses indukció határértékeit az ENSZ Egészségügyi Világszervezet (WHO) keretében működő Nemzetközi Sugárvédelmi Egyesülés (IRPA) határozta meg. A hazai előírások (MSZ 151-1-2000/15.6.3.) összhangban vannak a nemzetközi szervezet világszerte elfogadott ajánlásaival.

Tartózkodási idő a távvezeték alatt	Villamos térerősség E (kV/m)	Mágneses indukció B ( $\mu$ T)
néhány óra naponta	10	1000
korlátlan	5	100

7.3.2-1. táblázat: Villamos térerősség és mágneses indukció megengedett értékei



A meglévő nagyfeszültségű távvezetékek környezetében a villamos térerősség és mágneses indukció jellemző értékei:

	A hazai 120-750 kV-os hálózat alatt 1,8 m magasságban mért értékek	
	villamos térerősség [kV/m]	mágneses indukció [μT]
a szabadvezetékek alatt	2-17*	10-37
a biztonsági övezet szélén	0,2-1,1	1-9

\* megjegyzés:

A 10 kV/m-nél nagyobb érték csak a 750 kV-os távvezeték vezetője alatt fordul elő.

7.3.2-2. táblázat: Villamos térerősség és mágneses indukció mért értékei

A távvezetékek kivitelezési tervezése során a vezeték föld feletti magasság megválasztásával biztosítható, hogy a legkedvezőtlenebb körülmények között mért villamos és mágneses térerősség értékek alatta legyenek a WHO ajánlásban rögzített értékeknek. Megismételjük, hogy a tárgyi szabadvezetékek nyomvonala a lakott területeket elkerüli.

Az eddigi kutatási eredmények szerint a szabadvezetékek környezetében a villamos és mágneses térerősségnek kimutatható egészségkárosító hatása nincs.

#### *Koronasugárzás (ionizáló hatások, rádiófrekvenciás hatások, sugárzási veszteség)*

A környezet számára az egyik leginkább észrevehető, érzékelhető szabadvezeteki jelenség a koronakisülés (koronasugárzás). Ez főleg nedves, ködös időben észlelhető, ha az áramvezető sodrony felületén kialakuló inhomogén villamos erőtér meghaladja a 30 kV/cm határértéket. Ekkor a vezető körüli levegő ionizálódik és kisülés, sugárzás indul meg, amelyet a sötétben látható fényjelenség és pattogó zaj kísér.

A koronasugárzásnak az alábbi közvetlen környezeti hatásai lehetnek:

- sercegő, pattogó zaj hallható a nagy helyi térerősség ionizáló hatása miatt,
- nagyfrekvenciájú elektromágneses hullámok keletkeznek, amelyek a vezeték közelében rádió, TV vételi zavarokat okozhatnak,
- veszteség keletkezik a távvezetéken a koronasugárzás következtében.

#### *Ionizáló hatások*

A szabadvezetéken főleg 400 kV felett a koronakisülés hatására elsősorban ózon (O<sub>3</sub>) és nitrogénoxid (NO<sub>x</sub>) képződik, amely a mérhetőség határa alatt van, minden egyéb más forráshoz képest elhanyagolható.

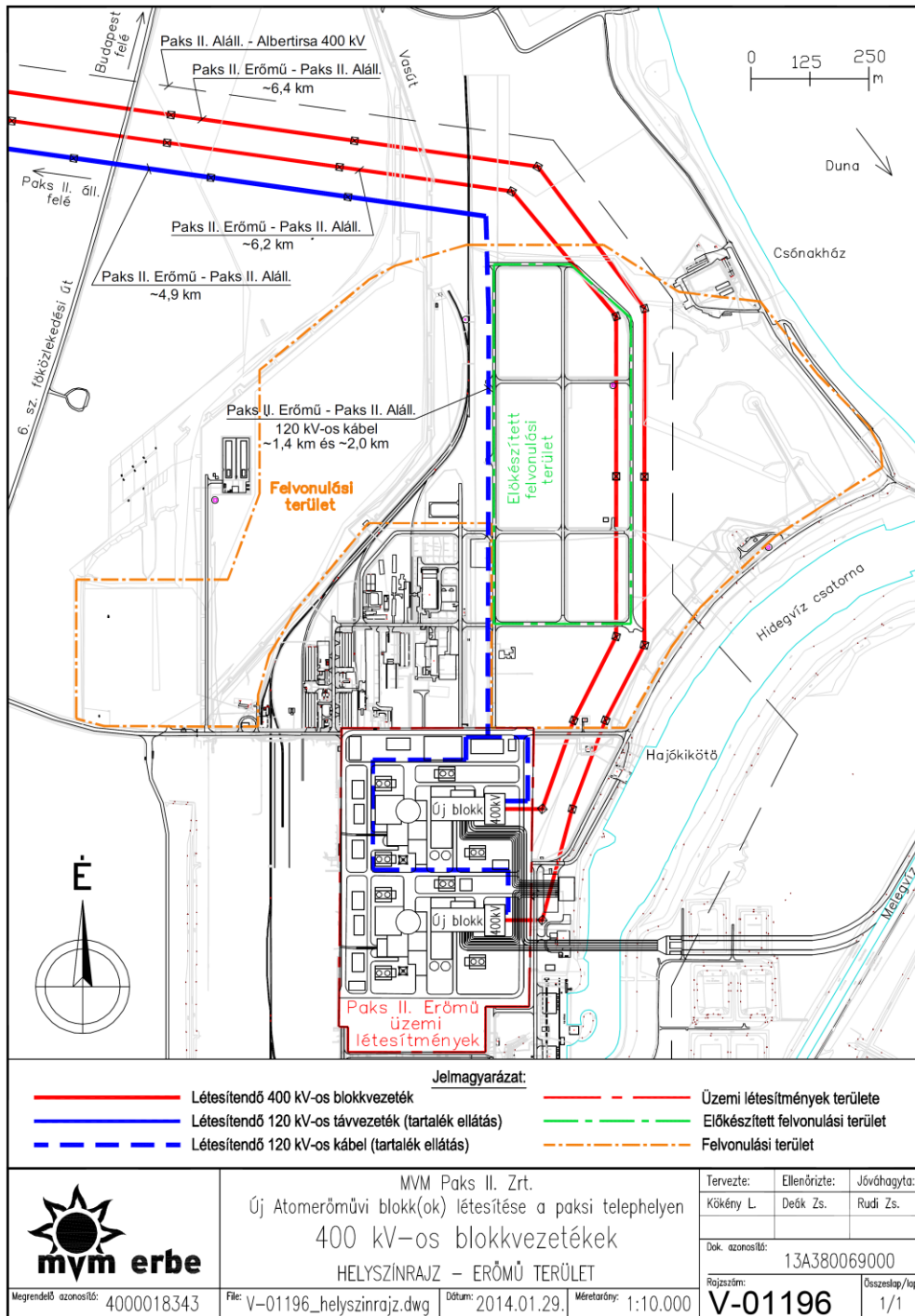
#### *Zajhatások*

Korábbi mérési eredmények alapján a 400 kV-os távvezetékek közvetlen közelében mérhető zajkibocsátás 30-35 dB között van. A tartalék ellátást biztosító 120 kV-os távvezetékek esetén a zajkibocsátás elhanyagolható mértékű lesz.

#### **Karbantartás**

A megépült távvezetékek üzemeltetési utasítása szerint időszakos karbantartási munkálatok elvégzésére van szükség. A karbantartási munkálatok végzése során elsősorban a meglévő úthálózatot használják megközelítésre, a biztonsági övezetben történő közlekedés minimalizálása mellett. A karbantartási munkálatokat az üzemeltető a legmegfelelőbb időpont és technológia megválasztásával a környezet minél kisebb mértékű zavarása mellett végzi el.

A nyomvonal erőművi területen haladó 1,5 km-es szakaszára vonatkozóan több nyomvonalváltozatot vizsgáltunk az erőmű építéséhez kijelölt, előkészített felvonulási terület kikerülése érdekében. A nyomvonalvizsgálat eredményeként a 7.3.2-5. ábra szerinti nyomvonalat javasoljuk kialakítani.



7.3.2-5. ábra: Blokkvezetékek javasolt nyomvonala az erőmű területén

### 7.3.3 120 kV-OS TÁVVEZETÉK

A létesítendő 120 kV-os távvezetékek feladata a Paks II. Atomerőmű tartalék villamos energia ellátása a létesítendő Paks II. Alállomásból.

A távvezeték kiinduló pontja az újonnan létesítendő Paks II. Alállomás 120 kV-os állomásrész vezetékindító portál szerkezete, végpontja a blokkok üzemi létesítményi területén elhelyezésre kerülő 120 kV-os állomásrész vezetékfogadó portál szerkezete.

A Paks II. Alállomásból DNY-i irányba indulva csatlakoznak ki a távvezetékek, majd az első oszlop után DK-i irányba fordulva haladnak tovább. A meglévő, állomás közelében lévő 120 kV-os távvezetékhez érve a létesítendő távvezeték

azokkal (és a blokkvezetékekkel) párhuzamosan észak-keleti irányba halad tovább. A távvezeték innentől a blokkvezetékek nyomvonalát követve éri el az Atomerőmű területét.

A felvonulási terület előtt a szabadvezeték szakasz véget ér, és az utolsó oszloptól blokkonként egy-egy 120 kV-os kábelrendszer csatlakozik az erőműi transzformátorokhoz az előkészített felvonulási területet nyugati irányból megkerülve, így biztosítva a terület korlátozás nélküli használatát.

## Nyomvonalhosszak

*Paks II. Erőmű és Paks II. Alállomás közötti 120 kV-os távvezeték:*

- szabadvezeték szakasz: ~4,9 km
- kábel szakasz: ~1,4 km és ~2,0 km

## A 120 kV-os távvezeték szabadvezeték szakaszának főbb műszaki jellemzői

<i>Oszloptípus:</i>	<i>SZIGETVÁR</i>
<i>Fázisvezető:</i>	<i>2×3×250 / 40 ACSR</i>
<i>Rendszerek száma:</i>	<i>kettő</i>
<i>Oszlopok száma:</i>	<i>tartó: 13 db</i> <i>(vonal, sarok, vég) feszítő: 6 db</i>
<i>Oszlopok területfoglalása:</i>	<i>tartó: 14 m<sup>2</sup> / db</i> <i>feszítő: 23 m<sup>2</sup> / db</i>
<i>Oszlopok anyaga:</i>	<i>acél, duplex felületvédelemmel</i>
<i>Alapozás anyaga:</i>	<i>vasalt beton</i>
<i>Szigetelők anyaga:</i>	<i>üveg vagy kompozit (műanyag)</i>
<i>Biztonsági övezet szélessége:</i>	<i>15,6-15,6 m a nyomvonal tengelyétől mindkét irányba, együttesen 31,2 m szélességű sáv</i>

Későbbi vizsgálatoktól és döntéstől függően az új atomerőművi blokkok biztonság növelése érdekében a tartalék ellátást biztosító 120 kV-os vezeték blokkonként külön oszlopsoron történő vezetése is szükségessé válhat. Ezzel együtt a távvezetékek oszloptípusa és darabszáma is változhat.

Forrás: Lévai Projekt, Új atomerőmű létesítése, Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány, PÖYRY ERŐTERV Zrt. [7-1]

### 7.3.4 EGYÜTTES BIZTONSÁGI ÖVEZET

A két 400 kV-os blokkvezeték és a tartalék ellátást biztosító 120 kV-os távvezeték párhuzamos haladása esetén a biztonsági övezet figyelembe veendő teljes szélessége 170 m.

### 7.3.5 A TÁVVEZETÉK ÉPÍTÉSE

A távvezeték-építés főbb fázisai az alábbiak:

- építés előkészítés, nyomvonalkitűzés
- alapozás
- az oszlopok és szigetelőláncok szerelése
- oszlopállítás
- vezetékhúzás és besabályozás

#### Építés előkészítés, nyomvonalkitűzés

A kivitelezési munkálatok megkezdése előtt az ahhoz szükséges engedélyeket a kivitelező beszerzi. Az engedéllyel rendelkező kivitelezési terv alapján az oszlopok helyeit koordináta jegyzék alapján kitűzik. A kitűzött oszlop helyeket, illetve a nyomvonalat megközelítő útvonalakat organizációs bejárás keretében határozzák meg.

## Alapozás

A feszítő oszlopokhoz jóval nagyobb alaptestek készülnek, mint a tartó oszlopokhoz.

Az alapozások beásási mélysége jelentősen függ a talaj szerkezetétől és teherbírásától. Az alaptestek tervezése a kijelölt oszlophelyeken elvégzett talajmechanikai vizsgálatok eredményeinek figyelembevételével történik. Az alapozások beásási mélysége általában 2,5-4,0 m között változik. Ennél mélyebb alapozási sík csak gyenge teherbírású talajviszonyok esetén fordul elő.

Az alaptest építéséhez szükséges gépi földkitermelés után a gödör alján szerelő betonlemez készül, amelyre kerül a vaslemezekből készülő zsaluzat. A vasalás elkészítése után a szükséges betonmennyiséget a kijelölt útvonalakon mixerkocsikkal szállítják a helyszínre. A bedolgozott betont géppel tömörítik. A betonalap az oszloplábaknál kb. 0,5 m-rel a terepszint fölé emelkedik. A beton megszilárdulása után a zsaluzatot eltávolítják, majd a földet a rekultivációs tervben rögzítetteknek megfelelően visszatöltik a beton köré. A vissza nem töltött, rekultivációra nem használható földet elszállítják.

## Oszlopok és szigetelőláncok szerelése

Az alaptestek teljes megszilárdulása kb. két hét, amely idő alatt megtörténik az oszlopok előregyártott elemeinek helyszínre szállítása. Az előregyártott oszloprészek tüzihorganyzott acélból készülnek és festéssel vannak ellátva (duplex felületvédelem). A festék színe környezetbe illő zöld. Egy oszlop helyszíni összeszerelése kb. 1-2 napot vesz igénybe.

A szigetelőláncok és szerelvényeinek szerelése szintén az oszlophelyen történik. A szigetelők oszlopra történő felszerelése általában az oszlopállítás előtt megtörténik, de a művelet utána is történhet.

## Oszlopállítás

Az összeszerelt oszlopok állítását kétféle módon végzik:

- Földön összeszerelik és egy darabban daru segítségével állítják fel. Ezt a módszert elsősorban tartóoszlopok esetén alkalmazzák.
- Több darabból daru segítségével állítják össze az oszlophelyen: első fázisban az alsó oszloprészt szerelik össze vagy a földön vagy az oszlophelyen, majd erre emelik rá a felső részt, illetve részeket. Ezt a módszert elsősorban feszítőoszlopok esetén alkalmazzák.

Az oszlopállítás fél-egy napot vesz igénybe oszloponként.

## Vezetékhúzás és beszabályozás

A kábeldobra csévélt vezetősodronyok szintén az oszlop kijelölt szerelési helyén kerülnek elhelyezésre. A nyomvonal mentén elhelyezett feszítő oszlopok a távvezeték szakaszok feszítő közeinek határai. A feszítőközők két végpontján a vezetékek kihúzásához és beszabályozásához speciális munkagépekre van szükség. A vezeték szerelését az időjárási körülményeknek megfelelően időzítik. Esős idő esetén a vezeték szerelését lehetőleg elhalasszák az érintett területek minél kisebb mértékű igénybevétele érdekében. A vezeték húzása során a keresztezett utak forgalmát folyamatosan fenntartják.

## Területigény

A távvezeték építéséhez a nyomvonal mentén végig általában egy kb. 3-5 m szélességű építési sávra van szükség. Nincs szükség ilyen sávra azokban az oszlopközökben, ahol az oszlophelyek meglévő utakról megközelíthetők. Az így megközelíthető oszlopok között csak a vezetékszerelés idején várható csekély gépjármű közlekedés. A kivitelezési munkálatokkal igénybe vett termőföldek esetén a rekultivációs munkálatokat megalapozó talajtani szakvélemény készül, amely alapján a termőföldek időleges más célú hasznosítása az illetékes földhivatalban engedélyeztetésre kerül.

Az oszlopok föld feletti befoglaló mérete függ attól, hogy tartó-, vagy feszítő oszlop kerül beépítésre, de függ az oszlopokra kerülő vezetők keresztmetszetétől és számától is.

Az építés területigényénél az oszlopok helyszíni összeszereléséhez és állításához szükséges területnagyságokat is figyelembe kell venni, amely oszloptípustól és beépítési helytől függően az alábbi:

400 kV-os oszlopok esetén: kb. 60x40 m

120 kV-os oszlopok esetén kb. 40x40 m

Ezek a területsávok termőföld esetén a művelés alól időlegesen kivonásra kerülnek.

A következő fénykép egy korábban végzett távvezeték kivitelezés oszlopszerelését mutatja.



7.3.5-1. ábra: Martonvásár-Győr 400 kV-os szabadvezeték, oszlopszerelés területigénye

#### A munkafolyamatok időbeni ütemezése

A Paks II-höz kapcsolódó három távvezeték (oszlopsor) építhető egyszerre, de akár ütemezve is. Ütemezett építés esetén először az 1. blokkhoz tartozó 400 kV-os és a 120 kV-os távvezetékét kell megépíteni, majd később megépíthető a 2. blokkhoz tartozó 400 kV-os vezeték.

Építési munkák időszükséglete:

Tereprendezés, földmunka: 2 munkanap/km

Alapozás: 2 hét/km

Oszlopszerelés, állítás: 1 hét/km

Vezetékszerelés: 1-3 hét/km

Az említett munkafolyamatok részben párhuzamosan folynak, ezért a becsült kivitelezési idő kb. 8-10 hónap. Ütemezett építés esetén a létesítési időszükséglet ettől lényegesen hosszabb is lehet. Ez alatt az idő alatt a környezet zavarása nem a teljes vezeték hosszokon történik egyidejűleg. A munkagépek a munkaterületen csak a feltétlenül szükséges időt töltik, egyik oszlophelyről a másikra mennek. Az építés során gépi és kézi (emberi) munkavégzés is történik a szerelési technológiának megfelelően.

## 7.4 IRODALOMJEGYZÉK

[7-1] Lévai Projekt, Új atomerőmű létesítése, Döntés-előkészítő Megvalósíthatósági Tanulmány, PÖYRY ERŐTERV Zrt.

[7-2] MVM Magyar Villamos Művek Zrt. Új atomerőművi blokkok létesítése, Előzetes konzultációs dokumentáció, PÖYRY ERŐTERV, 2012.10.05.



## 8 PAKS II. POTENCIÁLIS HATÓTÉNYEZŐI, HATÁSVISELŐI ÉS POTENCIÁLIS HATÁSMÁTRIXAI

### 8.1 POTENCIÁLIS HATÓTÉNYEZŐK

A környezeti hatásvizsgálat elvégzésének első lépése a nukleáris energiatermelés feltételeinek megteremtéséhez és a működtetéséhez kapcsolódó, az előzőekben részletezett technológiai paraméterekből adódó potenciális hatótényezőknek a meghatározása.

Minden potenciális hatótényezővel foglalkozunk, amely racionális módon felmerülhet a Paks II. beruházással kapcsolatosan. Az értékelés során térünk ki arra, hogy a potenciális hatótényezőnek lesz-e tényleges hatása bármely hatásviselőre, tehát tényleges hatótényező vagy sem.

A tervezett atomerőművi blokkokhoz kapcsolódó hatótényezőket 3 fő tematika köré csoportosítva vettük számba: a területi érintettség, az időrendiség, valamint a jellemző hatótényező-csoportok szerint.

Az új atomerőművi blokkok létesítése, valamint üzemeltetése az alábbi **területek** igénybevételével jár:

#### Paks II. Atomerőmű

- Az új atomerőművi blokkok üzemi területe
- A felvonulási terület

#### Paks II. Atomerőmű kapcsolódó létesítményei

- A hidegvíz-csatorna
- A melegvíz-csatorna
- A hidegvíz- és a melegvíz-csatorna által közrezárt "sziget" területei
- A rekuperációs vízerőmű területe

#### Blokkvezetékek és távvezetékek

- Az új alállomásig tartó 400 kV-os blokkvezetési és 120 kV-os távvezetési nyomvonal

#### Szállítási útvonalak

- A be- és kiszállítással érintett útvonalak

Az új atomerőművi blokkoknak és kapcsolódó létesítményeinek hatótényezőit **időrendi** sorrend szerint - létesítés-építés /szerelés, üzemeltetés, valamint felhagyás - szerint csoportosítva vizsgáljuk, az igénybe veendő területek számba vétele alapján:

**Létesítés-építés / szerelés:** Az építést megelőző tevékenységeken túl a tényleges építés mintegy 5 éves periódusa, ami 2 blokk esetében egymást részben követő 2 ciklus, összesen 10 év.

**Üzemeltetés:** A tervezett atomerőművi blokk tervezési üzemideje 60 év, amely a létesítés ütemezését, valamint a jelenleg működő 4 blokk üzemidő hosszabbítási eljárását figyelembe véve több szakaszra osztható

- A Paksi Atomerőmű 1-4 blokkok és Paks II. 1. blokk együttes üzeme 2025-2030 között
- A Paksi Atomerőmű 1-4 blokkok és Paks II. 1-2 blokkok együttes üzeme 2030-2032 között
- A Paksi Atomerőmű 1-4 blokkok leállítását követően Paks II. 1. és 2. blokk önálló, együttes üzeme 2037-2085
- Paks II. 1. blokk üzemidejének lejártát és leállítását követően Paks II. 2. blokk önálló üzemelése 2085-2090
- Paks II. 2. blokk üzemidejének lejártja 2090

**Felhagyás:** Az üzemidő végén előbb a Paks II. 1. majd a 2. blokk leállítása (e tevékenység a 314/2005. Korm. rendelet 1. mellékletének 31. pontja alapján önmagában is környezeti hatásvizsgálat-köteles tevékenység)

Az egyes szakaszokat a legjellemzőbb **hatótényező-csoportok** szerint csoportosítva vizsgáljuk. A létesítmény jellegére tekintettel az egyes hatótényezők közül az emissziókat és a hulladékokat hagyományos, nem radioaktív kibocsátású, valamint radioaktív kibocsátású csoportokra osztottuk.

- ❖ **környezeti elemek igénybevétele**
- ❖ **szennyezőanyag kibocsátások**
  - *hagyományos, nem radioaktív szennyezőanyag kibocsátások*
  - *radioaktív kibocsátások*
- ❖ **hulladékok**
  - *hagyományos, nem radioaktív hulladékok keletkezése és kezelése*
  - *radioaktív hulladékok keletkezése és kezelése*
- ❖ **kiégett fűtőelem-kazetták**
  - *reaktorzónából kiemelt fűtőelem-kazetták kezelése, tárolása*

A vizsgálatokat mind normál működésre, mind üzemzavarokra, haváriákra, illetve tervezési alapba tartozó eseményekre is elvégeztük.

## 8.1.1 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK LÉTESÍTÉSÉNEK - ÉPÍTÉSÉNEK POTENCIÁLIS HATÓTÉNYEZŐI

### 8.1.1.1 Normál működés

#### 8.1.1.1.1 A legjellemzőbb hatótényező-csoportok

- ❖ **környezeti elemek igénybevétele**
  - területfoglalások
  - termőtalaj/feltalaj letermelése, deponálása
  - vízigények biztosítása
- ❖ **szennyezőanyag kibocsátások**
  - radioaktív kibocsátással nem járó, hagyományos szennyezőanyag kibocsátások
  - radioaktív kibocsátások
- ❖ **hulladékok**
  - hagyományos, nem radioaktív hulladékok keletkezése és kezelése

#### 8.1.1.1.2 Környezeti elemek igénybevétele

##### **Területfoglalások** (felvonulási és üzemi terület, sziget, blokkvezeték és távvezeték)

A felvonulási terület nagysága: 976 114 m<sup>2</sup>

Az üzemi terület nagysága: 270 330 m<sup>2</sup>

A szigeten igénybe veendő terület (melegvíz-csatorna két szakasza + rekuperációs erőmű) nagysága: 22 521 m<sup>2</sup>  
(21 512 + 830 + 179)

A két 400 kV-os blokkvezeték és a tartalék ellátást biztosító 120 kV-os távvezeték együttes biztonsági övezete: 833 000 m<sup>2</sup>  
(4 900m x 170 m)

A két 400 kV-os blokkvezeték és a tartalék ellátást biztosító 120 kV-os távvezeték oszlophelyeinek területe: 4 031 m<sup>2</sup>

(400 kV 23 db x 40 m<sup>2</sup>/db = 920 m<sup>2</sup> + 17 db x 229 m<sup>2</sup>/db = 3 893 m<sup>2</sup>

120 kV 13 db x 14 m<sup>2</sup>/db = 182 m<sup>2</sup> + 6 db x 23 m<sup>2</sup>/db = 138 m<sup>2</sup>)

##### **Termőtalaj/feltalaj letermelése, deponálása** (felvonulási és üzemi terület, sziget, blokkvezeték és távvezeték)

Az üzemi területen: 54 066 m<sup>3</sup> (270 330 m<sup>2</sup> x 0,2 m feltalaj)

A felvonulási területen: 60 000 m<sup>3</sup> (300 000 m<sup>2</sup> x 0,2 m feltalaj)

A szigeten: 4 504 m<sup>3</sup> (22 521 m<sup>2</sup> x 0,2 m humusz)

A blokkvezeték és a távvezeték oszlophelyeinek területén: 806 m<sup>3</sup> (4 031 m<sup>2</sup> x 0,2 m feltalaj)



## Ivóvíz biztosítása a Csámpai vízműből

Ivóvíz igények maximuma: 646 m<sup>3</sup>/nap

## Létesítés- építés során jelentkező vízigény biztosítása

### 8.1.1.1.3 Szennyező anyag kibocsátások forrásai a létesítés időszakában

#### Hagyományos, nem radioaktív szennyezőanyag kibocsátások forrásai

##### Felvonulási terület

*Felvonulási területről növényzet eltávolítása / áttelepítése  
Feltalaj letermelése, deponálása  
Alapozások*

##### Erőmű üzemi területe

*Erőmű üzemi területén lévő építmények, térburkolatok és vonalas létesítmények bontása / kiváltása  
Telepítési területről növényzet eltávolítása / áttelepítése  
Termőtalaj / feltalaj letermelése, deponálása  
Munkagödör kialakítása  
Munkagödör víztelenítése  
Alapozások  
Nukleáris sziget építése  
Épületek, építmények építése  
Technológiai szerelések  
Tereprendezési munkák*

##### Hidegvíz-csatorna és környezete

*Termőtalaj/feltalaj letermelése, deponálása  
A hidegvíz-csatorna szelvény bővítése  
Munkagödör víztelenítéséből származó talajvíz kibocsátás*

##### Melegvíz-csatorna és környezete

*Termőtalaj/feltalaj letermelése, deponálása  
Melegvíz-csatorna szelvény bővítése  
Tisztított kommunális szennyvíz bevezetése a melegvíz-csatornába*

##### A hidegvíz- és a melegvíz-csatorna által közrezárt "sziget" területe

*Az új melegvíz-csatorna létesítési területéről a növényzet eltávolítása / áttelepítése  
Termőtalaj letermelése, deponálása  
Az új melegvíz-csatorna szelvény és a melegvíz-csatorna új szakaszán a meder kialakítása  
Rekuperációs erőmű telepítési területéről a növényzet eltávolítása / áttelepítése  
Termőtalaj letermelése, deponálása  
A rekuperációs vízerőmű munkagödrének kialakítása  
Alapozás  
Szerkezetépítés  
Technológiai szerelés*

##### Az új alállomásig tartó 400 kV-os blokkvezetési és 120 kV-os távvezetési nyomvonal

*Távvezeték oszlopok helyén a növényzet eltávolítása  
Termőtalaj letermelése, deponálása  
Alapozás  
Távvezeték oszlopok állítása  
Vezetékszerelés*

##### Szállítási útvonalak

*Építési anyagok, technológiai berendezések beszállítása  
Humán erőforrás szállítása  
Hulladékszállítás (nem radioaktív hulladék)*

## Radioaktív szennyezőanyag kibocsátások forrásai

Erőmű üzemi területe

*Radiográfias vizsgálatok*

### 8.1.1.1.4 Hulladék keletkezésének forrásai a létesítés időszakában

## Hagyományos, nem radioaktív hulladékok keletkezése

Felvonulási terület

*Alapozások*

Paks II üzemi területe

*Erőmű üzemi területén lévő építmények, térburkolatok és vonalas létesítmények bontása / kiváltása  
Munkagödör kialakítása  
Alapozások  
Nukleáris sziget építése  
Épületek, építmények építése  
Technológiai szerelések*

Hidegvíz-csatorna és környezete

*Hidegvíz-csatorna szelvény bővítése*

Melegvíz-csatorna és környezete

*Melegvíz-csatorna szelvény bővítése*

„A hidegvíz- és a melegvíz-csatorna által közrezárt "sziget" területe

*Az új melegvíz-csatorna szelvény és a melegvíz-csatorna új szakaszán a meder kialakítása  
A rekuperációs vízerőmű munkagödrének kialakítása  
Alapozás  
Szerkezetépítés  
Technológiai szerelés*

Az új alállomásig tartó 400 kV-os blokkvezetési és 120 kV-os távvezetési nyomvonal

*Alapozás  
Távvezeték oszlopok állítása  
Vezetékszerelés*

## Radioaktív hulladékok keletkezése

A létesítés során radioaktív hulladék nem keletkezik.

### 8.1.1.2 Üzemzavarok, haváriák

#### 8.1.1.2.1 A legjellemzőbb hatótényező-csoportok üzemzavarok, haváriák esetén

- ❖ szennyezőanyag kibocsátások
  - *radioaktív kibocsátással nem járó, hagyományos szennyezőanyag kibocsátások*
- ❖ hulladékok
  - *hagyományos, nem radioaktív hulladékok keletkezése*

#### 8.1.1.2.2 Szennyezőanyag kibocsátások forrásai üzemzavarok, haváriák esetén

*Dízelolaj tartály sérülése  
Kommunális szennyvíztisztító havária jellegű működési hibája*

*A munkagépek üzemeltetése és tárolása közben gépolajok és üzemanyag elcsöpögése; valamint a munkagépek meghibásodásakor gépolajok és üzemanyag elfolyása  
Hulladékok gyűjtése, mozgatása, tárolása, szállítása közben előforduló üzemzavarok, balesetek*

#### 8.1.1.2.3 Hulladékok keletkezésének forrásai üzemzavarok, haváriák esetén

Üzemzavarok, haváriák kárelhárítása

### 8.1.2 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK ÜZEMELÉSÉNEK POTENCIÁLIS HATÓTÉNYEZŐI

Paks II. üzemelésének hatótényezőit is radioaktív kibocsátással nem járó, hagyományos, valamint radioaktív kibocsátással járó kategóriák szerint csoportosítottuk.

Az üzemelést alapvetően az alábbiak szerinti két fő csoportra bontottuk:

- ❖ Normál üzemi állapot
  - *Hagyományos, nem radioaktív szennyezőanyag kibocsátások*
  - *Radioaktív kibocsátások*
- ❖ Normál üzemtől eltérő üzemállapotok
  - *Hagyományos, nem radioaktív szennyezőanyag kibocsátásokkal járó üzemzavarok, haváriák,*
  - *Radioaktív kibocsátással járó, tervezési alapba tartozó események*

#### 8.1.2.1 Normál üzemi állapot

##### 8.1.2.1.1 A legjellemzőbb hatótényező-csoportok

- ❖ környezeti elemek igénybevétele
  - területfoglalások
  - hűtővíz kivétel és egyéb technológiai vízigény biztosítása
- ❖ szennyezőanyag kibocsátások
  - *radioaktív kibocsátással nem járó, hagyományos szennyezőanyag kibocsátások*
  - *radioaktív kibocsátások*
- ❖ hulladékok
  - hagyományos, nem radioaktív hulladékok keletkezése és kezelése
  - radioaktív hulladékok keletkezése és kezelése
- ❖ kiégett fűtőelem-kazetták

##### 8.1.2.1.2 Környezeti elemek igénybevétele normál üzemelés esetén

**Területfoglalások** (üzemi terület, sziget, blokkvezeték és távvezeték)

*Paks II. üzemi területének végleges területfoglalása, mélyalapok*

*Az üzemi terület nagysága: 270 330 m<sup>2</sup>*

*A melegvíz-csatorna végleges területfoglalása*

*A szigeten igénybe veendő terület (melegvíz-csatorna két szakasza + rekuperációs erőmű) nagysága: 22 521 m<sup>2</sup>  
(21 512 + 830 + 179)*

*Az új alállomásig tartó 400 kV-os blokkvezeték és 120 kV-os távvezeték végleges területfoglalása*

*A 400 kV-os blokkvezetékek és a 120 kV-os távvezeték együttes biztonsági övezete: 833 000 m<sup>2</sup>*

*A 400 kV-os blokkvezetékek és a 120 kV-os távvezeték oszlophelyeinek területe: 4 031 m<sup>2</sup>*

#### **Technológiai vízigények biztosítására vízkivétel a Dunából**

Technológiai vízigények (kondenzátor hűtővíz, biztonsági hűtővíz, segédhűtés, egyéb technológiai víz) maximuma: 132 m<sup>3</sup>/ó

## Ivóvíz biztosítása a Csámpai vízműből

Ivóvíz igények: 70 m<sup>3</sup>/nap (Csúcs igény 10 évenkénti nagy-karbantartás idején 100 m<sup>3</sup>/nap)

### 8.1.2.1.3 Szennyezőanyag kibocsátások forrásai normál üzemelés esetén

#### A radioaktív kibocsátással nem járó, hagyományos környezeti kibocsátások forrásai

Erőmű üzemi területe

*Paks II. Atomerőmű üzemeltetése, karbantartása  
Dízelgenerátorok üzeméből adódó légszennyező anyag és zaj kibocsátás*

Új melegvíz-csatorna, végén a rekuperációs erőmű

*Felmelegedett hűtővíz bevezetése a Dunába  
Technológiai vízelőkészítések hulladékvizének kibocsátása  
Tisztított kommunális szennyvíz bevezetése a melegvíz-csatornába  
Csapadékvíz elvezetés  
Rekuperációs erőmű üzemeltetése és karbantartása*

Az új alállomásig tartó 400 kV-os blokkvezetési és 120 kV-os távvezetési nyomvonal

*Az új 400 kV-os blokkvezeték és 120 kV-os távvezeték üzemeltetése  
A nyomvonal biztonsági sávjában a fás szárúak eltávolítása, kaszálás*

Szállítási útvonalak

*Üzemeltető személyzet szállítása  
Üzemeltetéshez kapcsolódó segédanyagok, eszközök, gépek, berendezések időszakos beszállítása  
Hulladékszállítás (nem radioaktív hulladék)*

#### Radioaktív kibocsátások forrásai normál üzemelés esetén

*Paks II. Atomerőmű üzemeltetése  
Szilárd és szilárdított radioaktív hulladékok átmeneti tárolása a telephelyen*

Az erőmű a tervezett új blokkok normál üzeme során két útvonalon bocsát ki szennyezőanyagot a környezetbe. Mind a folyékony, mind a légnemű kibocsátások ellenőrzött módon kerülnek ki a környezetbe.

A légtérbe két kibocsátási ponton, ellenőrzött módon kerülnek izotópok. A légnemű kibocsátások forrása a szellőző kémény, valamint a turbinacsarnok.

A blokkok technológiai vízkezelése hulladékvíz keletkezésével jár, amelyet tartályokban gyűjtenek, majd ellenőrzött módon a melegvíz-csatornába engednek, ahonnan pedig a Dunába jut.

### 8.1.2.1.4 Hulladékok keletkezésének forrásai normál üzemelés esetén

#### Hagyományos, nem radioaktív hulladékok keletkezése

Erőmű üzemi területe

*Paks II. Atomerőmű üzemeltetése, karbantartása  
A meglévő kommunális szennyvíztisztító üzemeltetése*

Új melegvíz-csatorna, végén a rekuperációs erőmű

*Rekuperációs erőmű üzemeltetése és karbantartása*

Az új alállomásig tartó 400 kV-os blokkvezetési és 120 kV-os távvezetési nyomvonal

*Az új 400 kV-os blokkvezeték és 120 kV-os távvezeték karbantartása*

## Radioaktív hulladékok keletkezése és kezelése

Erőmű üzemi területe

*Paks II. Atomerőmű üzemeltetése, karbantartása*

A keletkező kis- és közepes aktivitású szilárd és szilárdított radioaktív hulladék, kezelése során egységes hordótérfogatú csomagolásba kerül, majd minősítést követően dől el az átmeneti és végleges tárolási helyre való szállítás ideje és módja.

A normál üzem során képződő nagy aktivitású radioaktív hulladékok a létesítmény üzemidejének végéig a telephelyen maradnak, megfelelő fizikai és biológiai védelemmel ellátva.

### 8.1.2.1.5 Kiegészítő fűtőelem-kazetták keletkezésének forrásai normál üzemelés esetén

Erőmű üzemi területe

*Paks II. Atomerőmű üzemeltetése  
Kiegészítő fűtőelem-kazetták átmeneti tárolása a telephelyen*

Szállítási útvonalak

*Kiegészítő fűtőelem-kazetták szállítása*

Az üzemanyag-kazetták átrakásakor kiemelt, kiegészítő fűtőelem-kazettákat, a kiemelést és pihentetést követően a telephelyen kialakított tárolótéren több (akár az üzemidőt meghaladó) évtizedig tárolják, ezután kerülnek, a telephelyen kívüli, végleges tároló helyre.

### 8.1.2.2 Normál üzemtől eltérő üzemállapotok

#### 8.1.2.2.1 A legjellemzőbb hatótényező-csoportok normál üzemtől eltérő üzemállapotokban

- ❖ szennyezőanyag kibocsátások
  - radioaktív kibocsátással nem járó, hagyományos szennyezőanyag kibocsátások
  - radioaktív kibocsátások
- ❖ hulladékok
  - hagyományos, nem radioaktív hulladékok keletkezése
  - radioaktív hulladékok keletkezése és kezelése
- ❖ kiegészítő fűtőelem-kazetták

#### 8.1.2.2.2 Szennyezőanyag kibocsátások forrásai normál üzemtől eltérő üzemállapotok esetén

**A radioaktív kibocsátással nem járó, hagyományos környezeti kibocsátások forrásai üzemzavarok, haváriák esetén**

Az atomerőmű üzemeltetése közben a segédrendszerekben, berendezésekben, technológiákban alkalmazott veszélyes anyagok, meghibásodások okozhatnak nem radioaktív környezeti kibocsátással járó üzemzavart.

*Turbina olajrendszer meghibásodása  
Transzformátor meghibásodása  
Dízelolaj-, kenőolaj tartály, illetve csővezetékeik meghibásodása  
Segédüzemi olajrendszer meghibásodása  
Vegyszertartályok, lefejtő, illetve csővezetékek meghibásodása  
Ipari hulladékvíz tartály és vezeték meghibásodása  
Kommunális szennyvízvezeték sérülése  
Ipari hulladékvíz tisztító rendszer nem megfelelő működése következtében tisztítatlan hulladékvíz befogadóba kerülése  
Kommunális szennyvíztisztító rendszer nem megfelelő működése, tisztítatlan szennyvíz befogadóba kerülése  
Külső villamosenergia-ellátás kiesése esetén dízelgenerátorok működése*

Távvezetékek nyomvonala mentén erdőtüz  
Hulladékok gyűjtése, mozgatása, tárolása, szállítása közben előforduló üzemzavarok, balesetek  
Telephelyre történő veszélyes anyag beszállítások során bekövetkező baleset miatt veszélyes anyagok kiömlése, kiszóródása

### Radioaktív kibocsátások forrásai tervezési alapba tartozó események során

Tervezési alapba tartozó események bekövetkezése (konténment ép marad)  
Összegzett radiológiai hatás (TA4)

Az NBSz-ben leírtak szerint a tervezési alapba tartozó események az alábbiak:

- Várható üzemi események (TA2)
- Kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok (TA3)
- Nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok (TA4)

A tervezett VVER-1200-as blokkok minden egyes üzemállapotához meghatározhatók azok az események, amelyek az adott üzemállapoton belül a legnagyobb környezeti kibocsátással járnak. Az előzetes orosz adatszolgáltatás alapján a tervezett blokkok mértékadó üzemzavari eseményeit a 6.13.4 fejezet mutatja be.

A 118/2011. (VII.11) Korm. rendelettel kihirdetett Nukleáris Biztonsági Szabályzat 3.2.2.3300. pontja alapján új atomerőművi blokk esetén a feltételezett kezdeti események köréből kiszűrhető a rendszerek, rendszerelemek meghibásodása, vagy emberi hiba, vagy mindkettő következtében fellépő belső kezdeti esemény, ha gyakorisága kisebb, mint  $10^{-6}$ /év.

A tervezési alapba tartozó események közül a nagyon kis gyakoriságú TA4 tervezési üzemzavart vesszük figyelembe az üzemzavari hatások és hatásterületek meghatározásakor az NBSz 3. melléklet 3.2.2.0200 és a 10. melléklet 163. pont alapján (Tervezési Alap 4: Tervezési alapba tartozó események, nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok:  $10^{-4} > f > 10^{-6}$  [1/év]).

A tervezési üzemzavari események vizsgálatához az előzetes orosz adatszolgáltatásban lévő DBC4 (Design Basis Category 4 Conditions) burkoló esetre megadott adatokat használtuk.

Az előzetes orosz adatszolgáltatás alapján az egyes üzemállapotokhoz tartozó, a környezeti kibocsátások szempontjából legnagyobb terhelést jelentő mértékadó eseményeket foglalja össze a 8.1.2-1. táblázat.

Megnevezés	Üzemállapot	Mértékadó esemény
várható üzemi események	TA2 – DBC2	Gőzfejlesztő biztonsági szelepeinek, ürítő szelepeinek vagy a turbina megkerülő vezeték szelepeinek szándékolatlan nyitása és ezekből következő olyan hibák, amelyek a szelepek elzárását megakadályozzák
kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	TA3 – DBC3	100 mm-nél kisebb egyenértékű átmérőjű primerköri csővezetékek repedéséből vagy töréséből eredő kismértékű hűtőközeg elfolyás
nagyon kis gyakoriságú tervezési üzemzavarok	TA4 – DBC4	100 mm-nél nagyobb egyenértékű átmérőjű primerköri csővezetékek repedéséből vagy töréséből eredő nagymértékű hűtőközeg elfolyás, beleértve a fővízkör csővezetékének repedéséből vagy töréséből származó hűtőközeg elfolyást

8.1.2-1. táblázat: A blokkok egyes üzemállapotai és mértékadó eseményei [8-1]

#### 8.1.2.2.3 Hulladékok keletkezésének forrásai normál üzemeléstől eltérő esetekben

##### A nem radioaktív hulladékok keletkezésének forrásai üzemzavarok, haváriák esetén

Üzemzavarok, haváriák kárelhárítása

##### A radioaktív hulladékok keletkezésének forrásai tervezési alapba tartozó események során

Tervezési alapba tartozó események bekövetkezésekor és a helyreállítás során keletkező sérült és szennyezett eszközök és berendezések (konténment ép marad)  
Radioaktív hulladékok szállítása során bekövetkező baleset

### 8.1.2.3 Környezeti kibocsátások az üzemelés időszakában

A várható kibocsátások értékeit, a különböző modell-vizsgálatok végrehajtásához szükséges alapadatokat a kibocsátások különböző időintervallumokra vonatkozó izotópleltárával együtt az egyes szakterületi fejezetek tartalmazzák részleteiben.

### 8.1.3 AZ ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK FELHAGYÁSÁNAK – LESZERELÉSÉNEK HATÓTÉNYEZŐI

Amennyire az új atomerőművi blokkok létesítése és üzemeltetése során szóba jöhető hatótényezők felsorolása bizonyos mértékig becslésen alapul, úgy a tervezett blokkok felhagyásának (leállításának), továbbá leszerelésének hatótényezői még nagyobb bizonytalansággal írhatók körül.

A tervezett létesítmény főbb rendszereivel kapcsolatban, a mai ismereteinknek megfelelő megállapítások tehetők. A szóban forgó leszerelés, figyelembe véve a technológia fejlődését, időben annyira távoli esemény, hogy annak bemutatása jelenleg csak nagy bizonytalansággal lehetséges. [8-2]

#### A felhagyás legjellemzőbb hatótényező-csoportjai

- leszerelés szállítási igénye, és annak környezeti hatásai (leszerelés módjától, mértékétől függ)
- hulladékszállítás (nem radioaktív hulladék)
- hagyományos kibocsátások
- radioaktív kibocsátások (leszerelés technológiai megoldásától függ)

Szennyezőanyag kibocsátások főbb forrásai:

*Radioaktív és nem radioaktív rendszerek, vezetékek leürítése  
Épületek, építmények bontása, ideiglenes depó kialakítása  
Radioaktív és veszélyes hulladékok előkészítése kiszállításra  
Radioaktív és veszélyes hulladékok elszállítása kezelőhöz vagy tároló helyre  
Az ellenőrzött zónában keletkező nem radioaktív hulladékok hatósági felügyelet alól való felszabadítása  
Bontott elemek, berendezések kiszállítása  
Ki nem szállított eszközök, berendezések, rendszerek kezelése, elhelyezése  
Bontás során feltörő talajvíz felszíni vízbe történő kivezetése  
A kommunális szennyvíztisztító üzemeltetése  
Környezeti kibocsátások és hulladék mennyiségek*

### 8.1.4 KÖRNYEZETI KIBOCSÁTÁSOK ÉS HULLADÉK MENNYISÉGEK

A fentebb részletezett technológiai paraméterek alapján meghatározott várható kibocsátások értékeit, a különböző modell-vizsgálatok végrehajtásához szükséges alapadatokat, valamint a keletkező hulladékok mennyiségeit az egyes szakterületi fejezetek tartalmazzák részleteiben.

### 8.1.5 HATÁSVISELŐK

A környezeti hatásvizsgálat elvégzésének második lépése a Paks II. létesítéséhez és működtetéséhez kapcsolódó hatótényezők által kiváltott hatásfolyamatok becslése, meghatározása, érintve a létesítés, az üzemeltetés és a felhagyás időszakaihoz kapcsolódó eseményeket. A becsült hatásfolyamatok alapján meghatározható a **környezeti elemek és rendszerek azon köre, ahol** a hatótényezők által kiváltott hatásfolyamatok (környezet igénybevétele, környezet terhelése) **közvetlen-,** valamint **közvetett hatásokat válthatnak ki.**

Az új atomerőművi blokkok létesítése, üzemeltetése és felhagyása során a következő környezeti elemek és rendszerek veendő figyelembe, mint hatásviselők:

*Felszíni víz - Duna*  
*Földtani közeg, felszíni alatti víz (telephely, Duna-völgy)*  
*Levegő*  
*Települési környezet (zaj, radioaktív kibocsátások, hulladékok)*  
*Élővilág-ökoszisztéma*  
*Mesterséges környezet, művi elemek*  
*Lakosság (hagyományos és radioaktív kibocsátások)*

## **8.2 POTENCIÁLIS HATÁSMÁTRIXOK**

A környezeti hatásvizsgálat elvégzésének második lépése a Paks II. létesítéséhez, üzemeltetéséhez és felhagyásához kapcsolódó potenciális hatótényezők által kiváltott potenciális hatásfolyamatok becslése, meghatározása. A hatótényezőket és a hatásviselőket a tervezett tevékenység telepítése, működése, felhagyása, illetve mind a három fázisban az esetleg előforduló, normál működéstől eltérő esetekre (üzemzavarok, haváriák, valamint tervezési alaphoz tartozó események) is azonosítottuk. A potenciális hatótényezők hatásainak becslését hatásmatrixban is összefoglaltuk.

A részletes kifejtések az egyes szakterületi fejezetekben találhatóak.



Hatótényezők	Hatásviselők								
	Környezeti elemek/rendszerek								
	Felszíni víz	Földtani közeg, felszíni alatti víz		Levegő	Települési környezet	Élővilág-ökoszisztéma	Kulturális örökség	Lakosság	Épített környezet
	Duna	Telephely	Duna-völgy						
<b>Telepítés</b>									
Épületek bontása	-	I	-	T	T	T	-	I, T	I, T
Területfoglalás	I	I	-	T	I	T	-		I
Szállítás	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Létesítmény építése	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Technológia telepítése	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Kapcsolódó tevékenységek	I	I	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Üzemzavar, havária	T	T	-	T	T	T	T	T	T
<b>Működés</b>									
Technológia	T	I	T	T	I, T	T	-	T	I, T
Kapcsolódó tevékenységek	-	-	-	T	I, T	T	-	T	I, T
Szállítás	-	-	-	T	I, T	T	T	T	I, T
Üzemzavar, havária	T	T	-	T	T	T	T	T	T
<b>Felhagyás</b>									
Technológia bontása	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Épületek bontása	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Szállítás	-	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Kapcsolódó tevékenységek	T	T	-	T	I, T	T	-	T	T
Területrendezés	-	T	-	T	I	T	-	T	I
Üzemzavar, havária	T	T	-	T	T	T	T	T	T

Jelmagyarázat:  
I – környezet igénybevétele  
T – környezet terhelése

8.2-1. táblázat: Összefoglaló hatásmátrix, a hatótényezők jellegének és a hatásviselőknek az azonosítása

Hatótényezők	Hatásviselők								
	Környezeti elemek/rendszerek								
	Felszíni víz	Földtani közeg, felszíni alatti víz		Levegő	Települési környezet	Élővilág-ökoszisztéma	Kulturális örökség	Lakosság	Épített környezet
	Duna	Telephely	Duna-völgy						
<b>Telepítés</b>									
Épületek bontása	-	I	-	H	H	H	-	H, I	H, I
Területfoglalás	I	I	-	H	I	H	-		I
Szállítás	-	-	-	H	I, H	H	H	H	I, H
Létesítmény építése	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Technológia telepítése	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Kapcsolódó tevékenységek	I	I	-	H	I, H	H	-	H	I, H
Üzemzavar, havária (H)	H	H	-	H	H	H	H	H	H
<b>Működés</b>									
Technológia	H+R	I	H	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	I, H+R
Kapcsolódó tevékenységek	-	-	-	H	I, H	H	-	H+R	I, H
Szállítás	-	-	-	H	I, H+R	H+R	H	H+R	I, H+R
Üzemzavar, havária (H) Tervezési alapba tartozó események (R)	H+R	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H	H+R	H+R
<b>Felhagyás</b>									
Technológia bontása	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Épületek bontása	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Szállítás	-	H+R	-	H+R	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Kapcsolódó tevékenységek	H	H+R	-	H	I, H+R	H+R	-	H+R	H+R
Területrendezés	-	H	-	H+R	I	H+R	-	H+R	-
Üzemzavar, havária (H) Tervezési alapba tartozó események (R)	H	H+R	-	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R	H+R

Jelmagyarázat:

H – hagyományos környezeti hatások  
R – radiológiai hatások

8.2-2. táblázat: Összefoglaló hatásmátrix, hagyományos és radiológiai hatások azonosítása

### **8.3 IRODALOMJEGYZÉK**

- [8-1] Data for NPP environmental impact analysis (AES-2006 with VVER-1200), Rusatom Overseas JSC, 2014.09.23.
- [8-2] ETV-ERŐTERV Rt.: A Paksi Atomerőmű üzemidő hosszabbítása, Környezeti hatástanulmány, 2006.01.23.