

2. Az atomerőmű telephelye és az energiatermelés technológiája

TARTALOMJEGYZÉK

2. AZ ATOMERŐMŰ TELEPHELYE ÉS AZ ENERGIATERMELÉS TECHNOLÓGIÁJA	1
2.1. Az atomerőmű telephelye	1
2.1.1. A telephely és közvetlen környezetének legfontosabb jellemzői.....	1
2.1.2. A telephely környezetének területhasznosítása.....	5
2.1.2.1. <i>A területhasznosítás változásai</i>	<i>5</i>
2.1.2.2. <i>A tágabb környezet jogszabályi védelmet élvező objektumai.....</i>	<i>8</i>
2.1.3. A telephely választás szempontjai.....	10
2.1.4. A telephely kialakítása, telekkönyvi adatai.....	11
2.1.5. Az atomerőmű biztonsági övezete	13
2.1.6. Az atomerőmű létesítése és legfontosabb jellemzői	14
2.1.7. Paks város és az atomerőmű kapcsolata.....	18
2.2. Az energiatermelés létesítményei és technológiai folyamata.....	19
2.2.1. Az energiatermelés létesítményei.....	19
2.2.2. Az energiatermelés technológiai jellemzői	22
2.2.2.1. <i>A nukleáris energiatermelés folyamata, technológiai berendezései</i>	<i>23</i>
2.2.2.2. <i>A technológiai berendezések színtentartása, az atomerőmű és a blokkok jelenlegi állapota.....</i>	<i>33</i>
2.2.2.3. <i>Az üzemanyag.....</i>	<i>35</i>
2.2.2.4. <i>Radioaktív hulladékok keletkezése és tárolása.....</i>	<i>36</i>
2.2.3. Kapcsolódó tevékenységek és létesítményeik.....	47
2.2.3.1. <i>Vízellátás</i>	<i>47</i>
2.2.3.2. <i>Vízvezetés</i>	<i>50</i>
2.2.3.3. <i>Veszélyes anyagok és tárolásuk</i>	<i>51</i>
2.2.3.4. <i>Más kapcsolódó tevékenységek, technológiai rendszerek.....</i>	<i>54</i>
2.2.4. A telephely infrastrukturális kapcsolatai.....	55
2.3. Kibocsátás- és környezetellenőrző rendszerek	56
2.3.1. Radioaktív kibocsátások ellenőrző rendszere	56
2.3.2. Hagyományos kibocsátások ellenőrzése	64
2.3.3. Telephely-jellemzési program.....	65
2.3.3.1. <i>A felszíni vizek állapota.....</i>	<i>66</i>
2.3.3.2. <i>Felszíni és felszín alatti vizek hasznosítási lehetőségei, a dunai vízgazdálkodási tevékenység jellemzése.....</i>	<i>67</i>
2.3.3.3. <i>A Duna medre és a partfal állapota (hidrometriai mérések).....</i>	<i>68</i>
2.3.3.4. <i>Lokális klíma az atomerőmű környezetében és a hatásai által érintett területeken</i>	<i>69</i>
2.3.3.5. <i>Az atomerőmű környezetének területhasználati – területszerkezeti jellemzése</i>	<i>69</i>
2.3.3.6. <i>Minta értékű biomonitoring vizsgálatok</i>	<i>70</i>
2.3.3.7. <i>A Paksi atomerőmű környezetében élők egészségi állapotának vizsgálata.....</i>	<i>70</i>
2.3.3.8. <i>A környezeti sugárzás jelenlegi szintjének meghatározása a vizsgálati területen.....</i>	<i>71</i>
2.3.3.9. <i>Az élővilág sugárterhelésének meghatározása</i>	<i>71</i>
2.3.3.10. <i>Vizek tríciumtartalma.....</i>	<i>72</i>

2. AZ ATOMERŐMŰ TELEPHELYE ÉS AZ ENERGIATERMELÉS TECHNOLÓGIÁJA

2.1. Az atomerőmű telephelye

2.1.1. A telephely és közvetlen környezetének legfontosabb jellemzői

A paksi telephely Tolna megyében található, Budapesttől körülbelül 118 km-re délre és a déli ország határtól észak felé 75 km-re. Az atomerőmű telephelye Paks város középpontjától 5 km-re délre, a Dunától 1 km-re nyugatra és a 6. sz. főközlekedési úttól 1,5 km-re keletre helyezkedik el. A déli országhatár atomerőműtől a Dunán folyásirányban 94 km-re található (erőmű 1527 fkm, határ 1433 fkm). Az atomerőmű elhelyezkedését és közvetlen környékének jellegzetességeit a 2.1. ábra mutatja. Az ábrán is látható, hogy a létesítmény tágabb környezetét (30 km sugarú területet) a Duna két felé osztja. A nyugati fele a Dunántúlon, a keleti fele a Duna-Tisza közén helyezkedik el [2].

A telephely környezetében élő népesség

A létesítmény tágabb környezetében¹ (30 km-en belül) a lakosság jelentős része 5 városban él (2.1. táblázat). A 2001-es népszámlálásra épülő Statisztikai Hivatali adatok alapján 2001. január 31-én a környező városok lakosainak száma a következő volt:

2.1. táblázat: A lakónépesség száma az atomerőmű tágabb környezetében lévő városokban (2001. január 31.)

	Távolság a létesítménytől	Lakosok száma
Paks	~ 5 km északra	20.859
Tolna	~ 17 km délre	12.116
Szekszárd	~ 26 km dél-nyugatra	36.233
Dunaföldvár	~ 26 km északra	9.149
Kalocsa	~ 10,5 km keletre	18.793
Kecel*	~ 31 km keletre	9.166
Kiskőrös*	~ 31 km északkeletre	15.393

*A vizsgált térség közvetlen közelében, de a 30 km-es távolságon kívül található

A telephely közvetlen környezetében (8 km-en belül) található településeket és lakosaik számát a 2.2. táblázat mutatja.

2.2. táblázat: A lakónépesség száma az atomerőmű közvetlen környezetében lévő településeken

	Távolság a létesítménytől	Lakosok száma
Tolna megye		
Paks*	5 km északra	20.859
Dunaszentgyörgy	4,9 km dél-nyugatra	2.634
Bács-Kiskun megye		
Uszód	4 km keletre	1.087
Dunaszentbenedek	4,2 km észak-keletre	948
Foktő	6,7 km dél-keletre	1.717

* A paksi lakosok számába beleértendő a közigazgatásilag Paks városhoz tartozó Dunakömlőd lélekszáma.

¹ A vizsgált területet az 1.3.3.2. pont szerinti tagolásban jellemezzük.

A telephely biztonsági övezetén, azaz a 3 km sugarú körön belül, Csámpán 137 fő lakik [2].

Paks város fejlődésének legfontosabb vonásai

A település társadalmi összetételét, gazdaságának jellemzőit a mezőgazdasági természetesen (elsősorban szántóföldi művelésen és szőlőtermesztésen kívül) kívül évszázadokon át a céhes- és kisipar, a kereskedelem és a hajózás határozta meg. Paksot elkerülték a kapitalista fejlődés jellegzetes vonásai, az iparosítás folyamata. A XX. század elejétől csak két ipari üzem a téglagyár és a konzervgyár működött itt. Utóbbi a mezőgazdaság által előállított, magas színvonalú termékek feldolgozója volt. 1950-ben elkészült a 6-os számú főút paksi (elkerülő) szakasza, mely jelentős környezeti terheléstől mentesítette a központi lakóterületet.

Paks nagyközség az '50-es és '60-as években a vidéki Magyarország csendes hétköznapjait élte. Ipari üzemek hiányában kevés volt a munkahely, így közel 1000 ember ingázott naponta a munkahelye és a település között. A település lélekszáma folyamatosan fogyott, a korfa az elöregedés jeleit mutatta. Ebben igen jelentős változás történt a '70-es évek közepén, amikor megkezdődtek az erőmű előkészítő munkálatai. A lakónépesség az első rövid időszakban stagnált, majd számottevő növekedés indult meg, melynek következtében tíz év alatt a lélekszám közel megduplázódott. Változott a korosztályi összetétel is, hiszen mind az építőmunkások, mind az atomerőmű üzemeltetői elsősorban a fiatalabb korosztályokból kerültek ki.

A lélekszám növekedés és az infrastrukturális fejlődés eredményeként 1979-től Paks ismét városi rangot kapott.

A Városépítési Tudományos és Tervező Intézet (VÁTI) 1970-es években végzett felmérést Paks környékén a lakosság eloszlásával, a népességszám változásával kapcsolatban [1]. Megállapították, hogy az érintett terület településeinek zöme csökkenő lakosság számú, és a 2010-ig történő előrejelzési időszakra a tendencia részleges fennmaradásával lehet számolni (lásd 2.3. táblázat). Becsléseik szerint jelentősebb növekedési pólusok a Duna mentén, ott is elsősorban Paks, Kalocsa és Szekszárd térségében, másodlagosan (kisebb nagyságrendben) Dunaföldvár-Solt és környezetében alakulhatnak ki.

2.3. táblázat: A lakosság tényleges és előrejelzett száma

Település	Tényadat				Prognózis		Tényadat
	1980	1990	1992	1993	2000	2010	2001
Szekszárd	34.592	36.857	37.294	37.406	38.574	40.561	36.233
Paks	19.514	20.274	20.810	21.022	22.070	23.586	20.859
Kalocsa	18.613	18.350	18.148	18.209	17.944	17.714	18.793
Dunaföldvár	9.331	8.551	8.271	8.150	7.684	7.210	9.149
Tolna	9.889	12.082	11.910	11.862	11.444	11.156	12.116

forrás: VÁTI

A prognózis adatait összehasonlítva az utolsó oszlopban szereplő 2001-es népszámlálási adatokkal látható, hogy a VÁTI előrejelzései nem váltak be. Sőt az előrejelzés minden esetben ellenkező előjelű volt, mint a valóság, azaz ahol a népességszám csökkenését jelezték ott gyarapodás volt tapasztalható és ellenkezőleg.

2.1. ábra A telephely és környezete (M=1 : 100 000)

A város állandó népessége már az atomerőmű építése és beüzemelése időszakában, 1970-1985 között 36 %-kal, lakónépessége 84 %-kal növekedett. Ugyanezen időszakban a város lakásállománya megkétszereződött (3.199-ről 6.400-ra növekedett), a közüzemi vízhálózatba kapcsolt lakások aránya 27 %-ról 67 %-ra, a szennyvízelvezető csatornába bekapcsolt lakásoké a hálózat és a tisztítómű kiépítése következtében 43 %-ra emelkedett.

Az atomerőmű működésének megindulása, a városban a fiatal korosztályok megtelepedése következtében a településen jelentősen megnőtt gyermekek száma is. Ezt jól mutatja a bölcsődei férőhelyek-szám 181 %-kal, az óvodai férőhelyek 141 %-kal, az általános iskolai osztálytermek száma 66 %-kal történő növekedése. Az alapszolgáltatások is fejlődtek, erre példa a kiskereskedelem bolti alapterületének 106 %-kal, a vendéglátó hálózatnak 328 %-kal való emelkedése. Ezek az igen magas fejlődési arányok elsősorban az atomerőmű létesítésével hozhatók összefüggésbe, bár ebben az időszakban sok más helyen is jelentős növekedésnek lehetünk tanúi a gazdasági növekedést követő általános városfejlesztés következtében.

A rendszerváltást követően a privatizáció, valamint a magyar mezőgazdaság és élelmiszeripar visszaesése a város környékén folyó mezőgazdasági termelést is erősen átstrukturálta. Az új tulajdonviszonyok kialakulását követően a kilencvenes évek végére a környéken jelentősen csökkent a nagytáblás, és nőtt a kistáblás mezőgazdasági termelés aránya. (Ezzel párhuzamosan az élelmiszeripar is sorvadt, a paksi konzervgyár bezárt.)

Paks város közelmúltjában jelentős fejlesztésként jelentkezik a Paksi Ipari park kialakítása és a Paks Duna-part rendezése. A fejlesztéseket a Paksi Önkormányzat a 12/1997 számú, és a 24/1997 számú rendeleteiben fogadta el. Az ipari park strukturális funkcióit a rendelet az alábbiak szerint fogadta el:

- intézményi struktúra;
- szolgáltató ipari tevékenység;
- termelő ipari tevékenység;
- raktározási és csomagoló ipari tevékenység.

A Duna-part rendezés funkciói az alábbiak:

- idegenforgalmi központ;
- vendéglátó és szolgáltató létesítmények;
- vízi rendezvények számára fenntartott közcélú zöld terület;
- sport terület;
- kemping- és üdülő tábor;
- vízi-sport és vízi-turizmus központja, valamint kikötője.

Ezek a fejlesztések jelenleg is folyamatban vannak a városban

A vízparti üdülési adottságok szempontjából a Duna-menti térségeknek általában kiemelt jelentőségük van. Az ország összes vízparti üdülési lehetőségéből (kb. 1,6 millió fő) a magyar Duna-mente mintegy 600 ezer fővel (37 %), ebből a vizsgálati területre eső Duna-szakasz 60-70 ezer fővel részesedik.

2.1.2. A telephely környezetének területhasznosítása

2.1.2.1. A területhasznosítás változásai

A telephely választásban a befogadó térség területhasználati viszonyai, a térség ebből adódó érzékenysége mindig kiemelten fontos tényező. Ezért a következőkben röviden felidézzük, hogy az erőmű környezetében a létesítés előtt, az építkezések és az üzemelés beindítása idején milyen területhasználatok folytak. Ez az állapotot csak a fő folyamatok áttekintésével hasonlítjuk össze napjaink területhasznosításával, a jelenlegi helyzetről ugyanis úrfelvételek összehasonlító elemzésével az 5.4.10.1 pontban adunk részletes értékelését.

Az atomerőmű létesítése előtti állapot

A telephely területe és az azt befogadó térség az atomerőmű létesítése előtt Magyarország alig iparosított régiói közé tartozott. A Paksi Atomerőmű szűkebb és tágabb környezetében az erőművön kívül jelenleg sincs számottevő ipar. Csekély a kisipar is, mely elsősorban a városokba koncentrálódnak.

A régió földrajzi és topográfiai jellemzői, a Duna, mint meghatározó felszíni vízfolyás jelenléte és a talajtani, hidrológiai-hidrogeológiai feltételek az ország ezen területét az értékesebb mezőgazdasági körzetek közé sorolják. Jellemző a mezőgazdaság és az állattenyésztés, kisebb mértékben a halgazdaság és a gyümölcsstermesztés.

Az erőmű létesítése előtt készült földhasználati értékelésből kiderül, hogy a biztonsági övezetben (3 km) és a tágabb (30 km) környezetben egyaránt a mezőgazdaság az uralkodó, jellemző még az erdő- és halgazdálkodási tevékenység is. Ezt mutatják az 1974. évi földhasználati tényadatok, melyeket a 2.4. táblázatban foglaltunk össze.

2.4. táblázat: 1974. évi földhasználati adatok

A földhasználat jellege	A terület-felhasználás aránya [%]	
	Közvetlen környezet	Tágabb környezet
Szántó	70	68
Gyümölcsös, szőlő	3	6
Rét, legelő	15	15
Mezőgazdasági összesen	88	89
Erdő	5	7
Egyéb	7	4

A Paksi Atomerőmű által igénybe vett területre az erőmű telepítése előtti időszakban ezek a tevékenységek voltak a jellemzőek, így a beruházás ebben a környezetben zöldmezős (greenfield) volt. A területen a létesítést megelőzően ipari, szolgáltatóipari és település-üzemeltetési tevékenységek, azokra jellemző szennyezőforrások, általuk okozott környezeti szennyeződések nem voltak.

Az erőmű telephelyén és annak közvetlen környezetében a szántóföldeken elsősorban gabonanövényeket, szemes- és zöldsztakarmányt termeltek. A termelt szőlő a vizsgált területről további feldolgozásra került, a terület takarmányhozama pedig az állatállomány etetésére.

Az állattartás jelentősége e területen már a létesítés során sem volt jelentős, sőt az akkori közép- és hosszútávú tervek előirányozták az adott területen az állattartás megszüntetését.

Az üzemterület, felvonulás, művelés alól kivett terület nagysága a létesítés időszakában 388 ha volt. Ebből, mintegy 70 ha-i területet foglalt el az anyag nyerőhely, ahonnan az üzemterület feltöltéséhez emeltek ki földet.

Az erőmű üzembe helyezése utáni állapot

Az 1980-as évek végén, amikor már az atomerőmű mind a négy blokkja működött a földhasználatok felmérését megismételte a Budapesti Növény- és Talajvédelmi Szolgálat. Az atomerőmű tágabb (30 km-es) körzetére, mintegy 282.600 hektárra kiterjedő vizsgálatok a földhasználatra vonatkozóan a korábbiakhoz hasonló eredményre jutottak. A felmért térségben:

- a mezőgazdasági területek aránya továbbra is 88 %;
- nem változott az erdők területe, mely továbbra is 7 %;
- a gyepterületek (rét, legelő) aránya minimálisan nőtt (16,3 %), míg a gyümölcs-, szőlőültetvény viszont kismértékben csökkent (5,3 %).

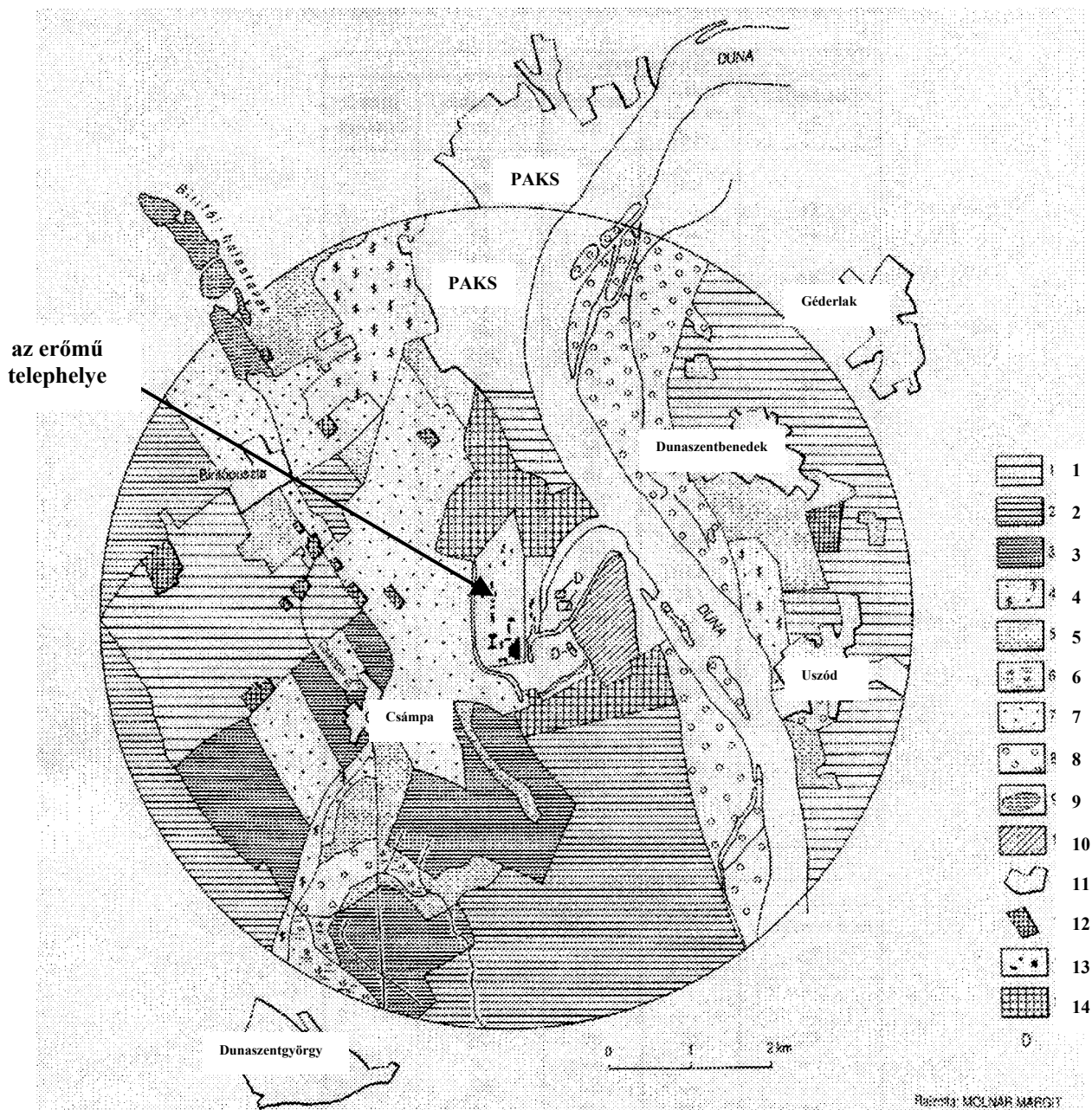
A mezőgazdasági üzemekben ebben az időszakban is kiemelkedő helyet foglal el – mind a területi volument, mind pedig a terméseredményeket illetően – a szántóföldi növénytermesztés, amely a mezőgazdasági terület 76,8 %-t tesz ki.

A '90-es évek közepén a földhasználat változását 1:25 000 méretarányú topográfiai térképek összehasonlító elemzése alapján is felmérték. Az összehasonlítás az erőmű létesítésekor és a '90-es évek közepén felismerhető állapotokat vizsgálta. A '90-es évek közepén készült (így nem túl jó minőségű) földhasznosítási térképet mutatunk be a 2.2. ábrán.

Erre az időszakra a telephely környezetének területfelhasználása némileg módosult. Az általános folyamatok az alábbi megállapításokkal jellemezhetők:

- Paks beépített területe D-i irányba bővült, a beépítettség erősödött. A település déli részén a falusias és a kisvárosi jellegű beépítés vegyesen volt (és van) jelen.
- Az ipari övezet kiterjedése az erőmű előtti helyzethez viszonyítva jelentősen nőtt, ami mezőgazdasági területek rovására történt. Az ipari övezet beépítettsége azonban az erőmű létesítése idején rögzítettekhez képest lényegesen nem változott, inkább az ún. építésre váró terület kiterjedése nőtt. Ezek az ipari területek már akkor is (és jórészt most is) parlagon álltak. A parlagon hagyott területek következtében kiterjedt a gyom vegetáció, és vele az allergén pollenszám. (Ezt az egészségügyi adatok is visszajelzik, az elmúlt időszakban nőtt az allergiás megbetegedések száma.)
- Az erdős terület a korábbiakhoz képest meghatározóbb tájelemmé vált. Az erdők kiterjedése a gyeperő, a szántó és a szőlő rovására nőtt, ma már egységes övezetet alkotnak. A Duna bal partján lévő ártéri erdőterület lényegesen nem bővült, de zártsága megmaradt a tulajdonviszonyok változása után is.
- A nagyüzemek átalakulása következtében az állattartás jelentősen visszaesett (sertés), vagy megszűnt (szarvasmarha), ezért a mezőgazdasági telepek egy része hasznosítatlan, környezetük leromlott.

2.2. ábra: A földhasznosítás szerkezete az erőmű 5 km-es körzetében



A földhasznosítás szerkezete az erőmű 5 km-es körzetében

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 szántó 29 ak. felett | 8 nedves ártéri erdő |
| 2 szántó 28,9 – 24,1 ak között | 9 halastó |
| 3 szántó 24 ak alatt | 10 halastó ipari övezetben |
| 4 zártkert (szőlő, gyümölcs, szántó) | 11 művelés alól kivett terület belterületen |
| 5 rét, legelő | 12 művelés alól kivett terület külterületen |
| 6 rét, nádassal | 13 művelés alól kivett terület zárt ipari terület |
| 7 száraz lombos erdő | 14 művelés alól kivett terület ipari zónán belül |

- A mezőgazdasági terület több mint 70 %-a szántó, amelynek legjobb termőképességű területei az Uszód-Dunaszentbenedek térségben találhatóak, de hasonló a volt ÁG biritópusztai területe is. A volt paksi MgTsz szántóinak termőképessége közel azonos a dunántúli átlaggal A szántóhasznosítás intenzitása folyamatosan csökkent, dominált a búza, kukorica és napraforgó. A korábbi szalastakarmány termesztés vagy szántóföldi zöldfélék termesztése szinte eltűnt.
- A tulajdonviszonyok átalakulása következtében a zártkerti összefüggő terület alakult ki a körzet ÉNy-i részén. A korábbi szőlőtermelés ebbe a „zártkerti” formába szorult vissza.
- A gyepgazdálkodás gyenge színvonalú, csak az Uszód-Dunaszentbenedek település közeli területeken van egyéni kezelésben rét-legelő.

A '80-as és '90-es évek közepi összehasonlítás megállapításait megerősítette a telephely-jellemzési program keretében készült űrfelvétel kiértékelés. A 1977. május 30-án készült "Kozmosz" és a 2002. június 30-án készült "Landsat" űrfelvétel alapján a PA Rt. telephelye környezetének területhasználatában az alábbi változások ítélték a legfontosabbak:

- a) a jellemzően nagyüzemi művelésre utaló nagytáblás szántók az alföldön megszűntek, ez a tendencia a Dunától nyugatra eső területeken gyengébben jelentkezett;
- b) Paks város belterületének jelentősen növekedett a déli és észak-nyugati irányban,
- c) a jelentős földmunkák nyomai már a 77-es felvételen láthatók, illetve ugyanazon helyen az üzemelő telephely 2002-ben.

(A kiértékelés részleteit lásd 5.4.10.1. pontban.)

2.1.2.2. A tágabb környezet jogszabályi védelmet élvező objektumai

A területhasznosítás mellett a terület érzékenysége, veszélyeztetettsége is befolyásolja az ipari telephelyek kiválasztását. Talán a legjelentősebb érzékenységi tényező, melyet az ipari telephelyeknek el kell kerülniük a védelem, elsősorban is természetvédelem alatt álló objektumok. Ezért fontosnak tartjuk már itt felsorolni ezeket. Az objektumok részletes ismertetését az 5. fejezet tartalmazza.

A térségben számos országos jelentőségű védett természeti terület található a Duna-Dráva Nemzeti Park és a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságainak kezelésében. Ezeket nagyrészt már az 1. blokk üzembehelyezése után nyilvánították védetté [2].

A Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatósághoz tartozó területek az atomerőmű 30-km-es körzetén belül:

- Bogyiszlói orchideás erdő TT (250/TT/92)
- Szakadati legelő TT
- Dél-Mezőföld Tájvédelmi Körzet

A Dél-Mezőföld Tájvédelmi Körzet területe magában foglalja az alábbi országos jelentőségű természetvédelmi területeket:

- Bikácsi Ökörhegy TT (199/TT/87)
- Bölszei tátorjános TT (203/TT/88)
- Kistápei láprét TT (200/TT/87)
- Németkér-Látóhegy TT (197/TT/87)
- Szedresi tarka sáfrányos TT (198/TT/87)

Védelemre tervezett területek² az atomerőmű 30 km-es körzetén belül:

- Kis- és Nagyszékelyi dombság TT
- Szekszárd-Geresdi dombság TK
- Bogyiszlói tölgyes legelő TT
- Sióagárdi fátyolos nősziroms TT
- Mőzsi gémtelep és Kapszeg-tó TT
- Paks Imsósi-erdő TT
- Dél-Mezőföld TK bővítése (Bölcskei nősziroms rét TT)
- Dunaszentgyörgyi láperdő TT

A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságához tartozó területek az atomerőmű 30-km-es körzetén belül:

- Miklapusza – nemzeti parki törzsterület (22/1996. (X.9.) KTM rendelet)
- Császártöltési Vörös Mocsár TT (219/TT/90)
- Hajósi kaszálók és löszpartok TT (229/TT/90)
- Szelidi tó TT (123/TT/76)
- Érsekhalmi Hét-völgy TT
- Hajósi Homokpusza TT

Megjegyezzük, hogy a tágabb környezet déli részén jogszabályban nem védett, de vadászat szempontjából jelentős „Nemzeti értékű nagyvadállomány” található, így pl. gím- és dámszarvas, őz, fácán.

Védelemre tervezett területek az atomerőmű 30 km-es körzetén belül:

- A Kiskunsági Nemzeti Park az atomerőmű 30 km-es körzetén belül egy tájvédelmi körzet kialakítását tervezi (várhatóan Órjegi TK vagy Vörös-mocsár TK néven – ez még nem eldöntött). A művelési ágak kiterjedésére vonatkozó adatok még nem állnak rendelkezésre.
- A védelemre tervezett területek között szerepelnek NATURA 2000 területek (különleges madárvédelmi területek = SPA és különleges természetmegőrzési területek = SAC, SCI), ezek kijelölése folyamatban van.

Az országos jelentőségű védett természeti területek mellett számos más, a telephely választás szempontjából kisebb jelentőségű védett objektum is található az erőmű környezetében. Ezek közül a térség helyi jelentőségű védett természeti értékeit az 5.4.5.1. pontban soroljuk fel.

A 2.5. táblázat tartalmazza a tágabb térség településeihez tartozó műemlékeket, műemlék jellegű értékeket, műemléki jelentőségű területeket, műemléki körzetek számadatait. A Paks település műemlékeit és védelemre tervezett objektumait a 4.3.6.2. pontban szerepeltetjük.

A helyi védelem alatt álló természetvédelmi területek és a történelmi emlékek a telephelyek kiválasztását kevésbé befolyásolják, hiszen általában pontszerűek és a többségük a települések belterületén található.

² A védelemre tervezett területek listáját az illetékes Duna-Dráva, illetve Kiskunsági Nemzeti Park adatszolgáltatása alapján állítottuk össze.

2.5. táblázat: Történelmi emlékek

Történelmi emlékhelyek a tágabb környezetben				
Településnév	M	MJ	MK	MJT
TOLNA megye				
Szekszárd	5	30		
BÁCS-KISKUN megye				
Dunapataj	3	4	+	
Hajós	2	28	+	
Kalocsa	10	9		+
FEJÉR megye				
Vajta	1	2		

Jelölések: M - műemlék, MJ - műemlék jellegű, MK - műemléki környezet, MJT - műemléki jelentőségű terület

2.1.3. A telephely választás szempontjai

Az atomerőmű telephely kiválasztási munkái KGST tanulmány alapján kezdődtek meg. Összesen 18 telephelyváltozat általános elemzése történt meg, az alábbi jellemzők szerint:

- üzemi terület elhelyezése,
- népsűrűség, kisajátítások,
- mérnökgeológiai viszonyok,
- tereprendezés - feltöltés
- közlekedés, út- és vasútbekötés
- vízrajz, belvízhelyzet, partvédelem,
- hűtővízellátás
- villamos hálózati csatlakozás,
- lakótelep elhelyezés lehetősége.

Az általános vizsgálatokat értékelő tanulmány zsűrizése, és a szovjet szakértőkkel történt 1966-os konzultáció után négyre csökkent a szóba jöhető telephelyek száma. Ezek a következők voltak: Bogyiszló, Dusnok, Paks és Solt. A solti variáció katonai szempontok miatt esett ki a részletes vizsgálat alól.

Paks és Bogyiszló egységes szempontok szerinti vizsgálatát követően foglaltak állást Paks (pontosabban egy Paks és Dunaszentgyörgy közötti terület) mellett 1967. áprilisában. A telephely kiválasztását a döntés időszakában a következő előnyök határozták meg:

- a telephely környezete síkvidéki jellegű, a talajjellemzők a feltöltési és alapozási munkákat könnyen elvégezhetővé teszi,
- a területen a terepszint speciális kialakítása miatt az árvíz- és belvízvédelem biztosított,
- a Duna átlagos vízhozama 2500 m³/s (a minimális 750 m³/s értéknek csupán 15-20 %-át használja fel az erőmű hűtési célokra),
- a meteorológiai jellemzők kedvezőek,
- az erőmű 30 km-es körzetében a népsűrűség az országos átlagnál kisebb,
- kedvező a telephely elhelyezkedése, javíthatja a déli országrész villamosenergia-ellátását, valamint a teljesítmény országrészek közötti elosztását,
- a telephely gazdaságosan csatlakoztatható az országos villamos távvezeték hálózathoz,
- az építési anyagok és a nagyberendezések egy része vízi úton szállítható,

- könnyen biztosítható az üzemi terület csatlakoztatása a közúti és vasúti fővonalakhoz,
- Paks település – természeti és infrastrukturális adottságai miatt – jó lehetőséget biztosít az üzemeltetők elhelyezésére,
- a beruházás előnyös a mezőgazdasági jellegű Tolna megye további ipari fejlődése szempontjából.

2.1.4. A telephely kialakítása, telekkönyvi adatai

A Paksi Atomerőmű Vállalat 1991. december 31-én megszűnt, jogutódjaként 1992. január 1-én zártkörű alapítással létrejött Paksi Atomerőmű Részvénytársaság, melynek alapítókéje az alapításkor 126 milliárd 598 millió 800 ezer forint volt. Jelenleg a részvénytársaság majdnem 100%-ban a Magyar Villamos Művek Rt. tulajdona. Az Állami Privatizációs és Vagyonkezelő Rt. (ÁPV Rt.) tulajdonában 1 aranyrészvény van, minimális részvény-csomaggal rendelkezik még néhány önkormányzat (köztük a Paks önkormányzata) is.

A Paksi Atomerőmű telephelye a vizsgált területen jelenleg mintegy 5,8 km²-nyi területet fed le. A telephely két részre tagolható a funkció és az őrzésvédelem szempontjából:

1. A Paksi Atomerőmű **üzemi területe**:

Az erőmű négy blokkja, a hozzá kapcsolódó turbinagépház, vízkivételi mű valamint ezek kiszolgálásához a segédberendezések, rendszerek; iroda, karbantartó és raktárépületek. Az RHK Kht. tulajdonában lévő KKÁT az üzemterülettel szomszédos telephelyre települt, bizonyos szolgáltatásokat az erőmű rendszerei biztosítják.

2. A Paksi Atomerőmű **beruházási területe**:

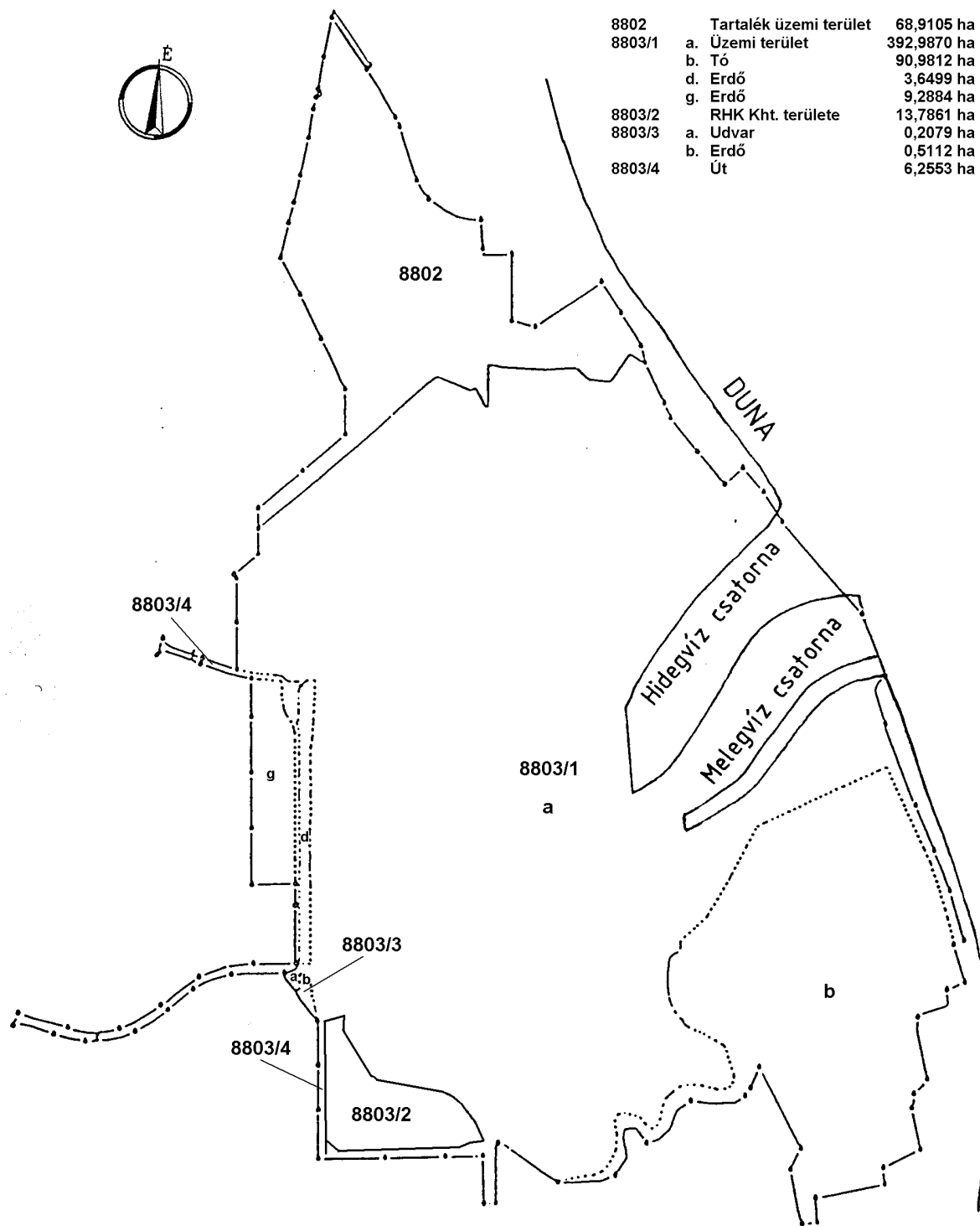
Itt található az erőmű működéséhez szükséges külső intézmények, vállalatok karbantartó műhelyei, raktárai és irodaépületei, valamint a Karbantartó Gyakorló Központ.

Az üzemi terület kerítésén kívül található a veszélyes és ipari hulladék üzemi gyűjtőhely a zagyatárolók, valamint a hideg- és melegvíz csatorna. A Paksi Atomerőmű közvetlen környezetét a 2.1. ábra, helyszínrajzát pedig az 1. melléklet mutatja be.

Az erőmű területén külső cégek, vállalatok is működnek. Ezek az erőmű számára építési, karbantartási, kertészeti és takarítási szolgáltatásokat nyújtanak. A PA Rt. valamennyi vállalattal ún. bérleti és szolgáltatási szerződést köt. Ezen szerződésben a bérlő kötelezi magát, hogy a bérleményekre vonatkozó tűz-, munka-, környezetvédelmi, hulladékkezelési és más hatósági előírásokat betartja, s az ezzel kapcsolatosan okozott károkat viseli. A szerződés kimondja továbbá, hogy a PA Rt. mint a terület tulajdonosa a bérlő tevékenységét környezetvédelmi szempontból ellenőrizheti és jogsértő tevékenységének megszüntetésére felszólíthatja.

A 2.3. ábra ábrázolja az erőmű külső telekhatárát és az azon belül elkülöníthető területeket. A szorosan vett üzemszén kívül a tartalék üzemi térség, a horgasztó, a megközelítési útvonalak és az erdők külső területeknek tekinthetők. Ezek nagyság szerinti megoszlását a 2.6. táblázat mutatja.

2.3. ábra: Az erőmű telekhatára és a belső területek megoszlása



2.6. táblázat: A PA Rt. tulajdonában lévő terület a földhivatali nyilvántartás szerint

Helyrajzi Szám	Megnevezés	Terület [ha]
8802	Tartalék üzemi terület	68,9105
8803/1		496,9065
	a. Üzemi terület	392,9870
	b. Tó	90,9812
	d. Erdő	3,6499
	g. Erdő	9,2884
8803/3		0,7191
	a. Udvar	0,2079
	b. Erdő	0,5112
8803/4	saját használatú út	6,2553
Terület összesen:		572,7914

A 8803/2. helyrajzi számú 13 ha 7861 m² terület nagyságú, kivett művelési ágú ingatlan a Paksi Atomerőmű Rt. a 2000. december 11-én megkötött adásvételi szerződéssel átruházta a Magyar Állam javára, képviselője a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Társaság. A Paksi Körzeti Földhivatal a tulajdonjog átruházását átvezette az ingatlan nyilvántartáson a 39089/2000.12.28. sz. egyszerűsített határozatával.

A 8803/2/A. helyrajzi számú 812 m² terület nagyságú ingatlan a 2001. november 29-én a Paksi Atomerőmű Rt. és az RHK Kht. között megkötött adásvételi szerződéssel került a Magyar Állam tulajdonába. Az ingatlan tulajdonjoga változását a Paksi Körzeti Földhivatal a 30676/2002.01.29. sz. egyszerűsített határozatával jegyezte be.

2.1.5. Az atomerőmű biztonsági övezete

A telephely környezetében folyó tevékenységeket befolyásolják a biztonsági övezetre vonatkozó szabályozások, ezért erről itt külön szükséges szólni.

Az atomerőmű biztonsági övezetét a 4/1983. (III. 30.) IpM számú, „az atomerőmű biztonsági övezetéről” szóló rendelet (továbbiakban 4/1983. IpM rendelet) alapján jelölték ki. E szerint az atomerőmű biztonsági övezete az atomerőmű főépületeitől (reaktor épületeitől) minden irányban vízszintesen mért, legfeljebb három kilométerre terjed ki, valamint részét képezi annak felszín alatti része és a felette levő légtér. A határokat az Állami Energetikai és Energiabiztonságtechnikai Felügyelet határozta meg az Állami Közegészségügyi és Járványügyi Főfelügyelőséggel egyetértésben.

A biztonsági övezetbe eső ingatlanok nyilvántartási adatait a 4/1983. IpM rendelet melléklete tartalmazza. A 4/1983. IpM rendelet 1997-ben hatályát veszítette, jelenleg „a nukleáris létesítmény és a radioaktív hulladék tároló biztonsági övezetének határai”-t a 213/1997. (XII. 1.) Kormány rendelet (továbbiakban 213/1997. Korm. rendelet) szerint kell meghatározni. Mivel a 213/1997. Korm. rendelet visszamenőleges hatállyal nem rendelkezik, és nem rendel el a jelenleg működő létesítmények biztonsági övezetének felülvizsgálatát, ezért az erőmű esetében a 4/1983. IpM rendelet területi meghatározása jelenleg is mértékadó. A Paksi Atomerőmű Rt. jelenleg vizsgálja az ellentmondás feloldását.

A 213/1997. Korm. rendelet szerint a biztonsági övezet maximális méretei a legkülső technológiai védelmet jelentő fal síkjától számítottan:

- a) atomerőmű esetében a felszínen a létesítmény körül háromezer méter, a létesítmény felett kétezerháromszáz méter,
- b) felszíni és felszín alatti radioaktív hulladék tároló esetében a felszínen a létesítmény körül ötszáz méter, a létesítmény felett kétezer-háromszáz méter.

A biztonsági övezet minimuma a fent írt mérethatárokon belül az a terület, amelynek határán a folyamatosan ott tartózkodó személyt a létesítmény szabályszerű működése során a környezetbe kibocsátott vagy kikerülő radioaktív anyagok sugárzása révén még a legkedvezőtlenebb körülmények között sem érheti nagyobb sugárterhelés 100 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ -nél.

A 213/1997 (XII. 1.) Kormány rendelet 4. § szerint:

(1) A biztonsági övezetben tilos:

- a) a nukleáris létesítményhez, illetve radioaktív hulladék tárolóhoz tartozó létesítmények kivételével, az emberek huzamosabb tartózkodására szolgáló létesítmény (lakó-, üdülőtelepek, gyermek- és egészségügyi létesítmények, sportpálya, játszótér, gyakorló- vagy lőtér, tábor, camping, vásártér) létesítése,
- b) a létesítmény biztonságát kedvezőtlenül befolyásoló tevékenységek (robbantás, légi közlekedés, ipari tevékenység) végzése,
- c) a korlátozások meghatározásánál figyelembe vett környezeti körülmények kedvezőtlen megváltoztatása (domborzat, úthálózat).

(2) A biztonsági övezetben az (1) bekezdésben fel nem sorolt, tilalom alá nem eső tevékenységek engedélyezése során az adott engedélyezésben illetékes államigazgatási szervnek ki kell kérnie OAH NBI, valamint az ÁNTSZ OTH hozzájárulását, a kiadott engedélyről tájékoztatnia kell a létesítmény üzemeltetőjét.

2.1.6. Az atomerőmű létesítése és legfontosabb jellemzői

Az erőmű létesítése évszámok tükrében

A Paksi Atomerőmű építésének fontosabb időpontjai a következők voltak:

- 1966: Magyar-Szovjet államközi egyezmény született az atomerőmű létesítéséről;
- 1967: Megtörtént a telephely kiválasztása, elkezdődött az előkészítés, tervezés;
- 1968: A Szovjetunióban elkészültek a műszaki tervek;
- 1969: Tereprendezési munkák kezdődtek a területen;
- 1970: A kormány - a szénhidrogén program megvalósítása miatt - az építkezés elhalasztását határozta el;
- 1974: Többszöri országgyűlési és miniszteri konzultációk után döntés született az építkezés folytatásáról, elkészültek az 1-2. számú blokk új műszaki tervei, megkezdődött az I. kiépítés, az üzemi főépület földkiemelési munkálatai;
- 1975: Az 1970-ben módosított államközi egyezmény ismételt módosítását határozták el, kialakították az építendő négy blokk üzembe helyezési ütemét;
- 1976: Megalakul a Paksi Atomerőmű Vállalat;
- 1982: Megtörtént az 1. blokk üzembe helyezése;
- 1983: A II. kiépítés üzemi főépület földkiemelési munkái is elkezdődtek;
- 1984: Megtörtént a 2. blokk üzembe helyezése;
- 1986: Megtörtént a 3. blokk üzembe helyezése;
- 1987: Megtörtént a 4. blokk üzembe helyezése;
- 1991: Megalakult a Paksi Atomerőmű Részvénytársaság.

A reaktor blokkok építésének és üzembe helyezésének legfontosabb dátumait a 2.7. táblázat ismerteti.

2.7. táblázat: Az erőmű blokkok fontosabb dátumai

Blokk	Építés kezdete	Első kritikus állapot	Üzemeltetési engedély érvényessége
1.	1974. 08.	1982. 12. 14.	2012. 12. 14.
2.	1974. 08.	1984. 08. 26.	2014. 08. 26.
3.	1979. 10.	1986. 09. 15.	2016. 09. 15.
4.	1979. 10.	1987. 08. 09.	2017. 08. 09.

Az erőmű legfontosabb technológiai jellemzői

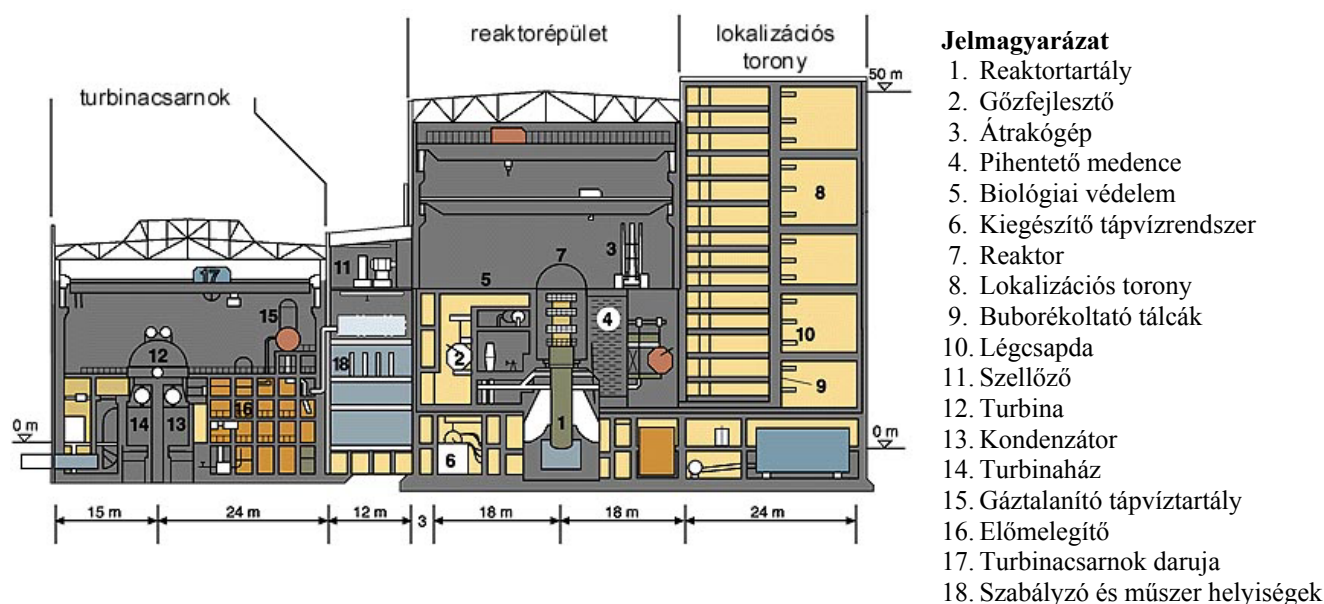
A jelenleg üzemelő 4 blokk szovjet tervezésű nyomott vizes VVER-440 típusú, 213-as modell. A nyomott vizes technológiát használó reaktortípusok a világon ma a legelterjedtebbek. Ezeknél a hőhordozó a reaktor zárt (primer) körében kering, közvetlen kapcsolata a külvilággal nincs. A hőhordozót a gőzfejlesztőkhöz vezetik, ahol a hőt a gőzfejlesztők szekunder oldaláról a tápvíz vezeti el. A szekunder körben a tápvíz felforr és a keletkező telített gőz működteti a turbinákat. A primerkörhöz hasonlóan, a szekunder kör is zárt. A szekunder hűtővíz a hő mechanikus energiává való átalakításával hűl le, a maradék hőt pedig a kondenzátorok folyóvíz oldali melegítésével adja le, melyet a Duna vizével hűtenek le. A hűtővizet visszavezetik a Dunába. Mivel a szekunder kör is zárt rendszert alkot, nincs közvetlen kapcsolata a külső környezettel.

A Paksi Atomerőmű két ikerblokkos kiépítésű. A reaktorépületek felső része szokványos ipari épület, általános gépészeti berendezésekkel. Az épület alsó részében van elhelyezve a reaktor a primerkörrel és a gőzfejlesztőkkel. A reaktort sugárvédelmi árnyékolás veszi körül. A reaktorépület alsó része elkülönített, zárt teret képez reaktoronként. Az elkülönített épületrészek (ún. hermetikus terek) a reaktorok saját üzemzavari-, és lokalizációs rendszereihez vannak csatlakoztatva. A hermetikus tér nyomásálló teret jelent, amely kiállja az üzemzavari hő- és nyomásterhelést.

A nyugati reaktorokhoz hasonlóan a Paksi Atomerőmű biztonsági rendszerei is a "mélységi védelem" alapelvét követik, azaz a környezet és a nukleáris fűtőelemek között több kibocsátást akadályozó rendszer (védelmi vonal) húzódik. Ezekben a passzív védelmeken kívül aktív védelmi rendszerek is vannak. Üzemzavarok alatt és után megfelelően méretezett rendszerek rendszer szolgálják a reaktor hűtését. Áramkiesés esetén tartalék dízel-generátorok lépnek működésbe. Az üzemi főépület metszetét az üzemzavar lokalizációs helyiség rendszer jelölésével a 2.4. ábra mutatja.

Mind a négy reaktorhoz egy közös turbinaház tartozik, amely a reaktorépületek közvetlen szomszédságában helyezkedik el. Minden reaktorhoz két turbina tartozik, tehát összesen 8 turbina van. A főtranszformátorokat közvetlen a turbinaépület mellett helyezték el, azonban a kapcsolótér a turbinaépülettől biztonságos távolságban van kialakítva. Így pl. tűz esetén a kapcsolótér és a turbinaház nem fenyegetik egymást. Üzemszerű működtetés és karbantartás alatt infrastrukturális szempontból a Paksi Atomerőmű teljesen független minden külső szolgáltatástól.

2.4. ábra: A technológia központja: a reaktorépület és a turbinacsarnok



Az atomerőmű 4 db VVER-440, V-213 típusú reaktorral működő blokkja Magyarország villamos energia szükségletének mintegy 40 %-át biztosítja. Magyarország villamosenergia-termelését és annak megoszlását a 2.8. táblázat mutatja.

2.8. táblázat: Hazánk villamosenergia-termelése a 90-es évek második felében

Import	2195 GWh
Hazai termelés	34787 GWh (100%)
Paksi Atomerőmű Rt.	40.8%
Olaj, Gáz	29.8%
Szén	27.2%
Egyéb	2.2%

Az erőmű fejlesztésének lépései

A hatásfok növelése érdekében az 1. blokkon még 1989-ben megtörtént a turbinák kisnyomású fokozatának cseréje. (A nagyobb átmérőjű végfokozattal rendelkező kisnyomású turbina beépítése 10 MW-os teljesítménynövelést eredményezett. A többi három blokkon már ilyen turbinák létesültek eredetileg.)

A közelmúltban befejeződött turbinakondenzátor rekonstrukció a magas pH-jú szekunderkörü vízüzem bevezetésével lehetővé tette a gőzfejlesztők üzemeltetési feltételeinek élettartam kímélő javítását, s egyben blokkonként 2-3 MW növekményt eredményező hatásfokjavulást hozott.

2003-ban befejeződött az erőmű mind a nyolc turbinájára kiterjedő modernizálási program, aminek befejeztével az erőmű blokkjainak nominális teljesítménye 472 MW lesz. Ezzel az eredetihez képest több mint 4%-kal nő a blokkok villamos teljesítménye a reaktorok változatlan hő teljesítménye mellett, és csökken a környezetet érő hő terhelés.

A Paksi Atomerőmű négy reaktorblokkjának egyenkénti villamos teljesítménye az eredeti tervek szerint 440 MW volt. Az erőmű összesített villamos teljesítménye így 1760 MW-ra adódott. A jelenlegi állapot szerint az 1-es blokk 467 MW, a 2-es blokk 468 MW, a 3-as blokk 460 MW, míg a negyedik 471 MW villamos teljesítményű, amit az eredetileg üzembe helyezett blokkok módosításával fokozatosan értek el. Az erőmű összteljesítménye jelenleg 1866 MW.

A Paksi Atomerőmű elsőként elégítette ki a volt keleti tömb atomerőművei közül a legkorszerűbb előírásrendszereket. A paksi reaktorblokkok a nukleáris biztonság szempontjából továbbra is megfelelnek a szigorú nemzetközi elvárásoknak, de az idő haladtával – mint bárhol máshol a világon – tervszerűen, folyamatosan végre kell hajtani az újonnan kidolgozott biztonságnövelő intézkedéseket. Ilyen hat éves projekt fejeződött 2002-ben az atomerőműben.

A biztonság növelésének egyik eszköze az üzemeltetők folyamatos továbbképzése. Ennek lehetősége a közös magyar- finn fejlesztésű blokk-szimulátoron adott. A NAÜ támogatásával létesült Karbantartási Gyakorló Központban az oktatási környezetet nem a szokásos makett berendezésekkel alakították ki. Az atomreaktor, a gőzfejlesztő, a keringtető szivattyúk, a tolózárak és az egyéb segédberendezések mind eredeti gyári szállítású egységek, amelyeket más, üzembe nem helyezett atomerőművekből szerzett be, vagy saját forrásból biztosított az erőmű.

Az erőművi reaktortechnológiában, berendezésekben, műveleti egységekben alapvetőnek minősíthető változások nem voltak. A rekonstrukciók közül a fontosabbak:

- a komplex irányítástechnikai rekonstrukció keretében elvégezték a reaktorvédelmi rendszer felújítását és korszerűsítését,
- a szekunderkörü erózió- és korrózióvédelem javítása érdekében berendezés- cserékre (kondenzátor, nagy nyomású előmelegítő) került sor, a stabil (pH=9,8) vízüzem-beállítás érdekében,
- a földrengés-állósági normák szigorítása miatt a reaktor leállításában és lehűtésében érintett technológiai rendszereket megerősítették,
- segédépületeket összekötő nem járható vasbeton csőhid létesült a radioaktív folyékony hulladékok szállítására,
- építészeti szerkezetek megerősítése a földrengéssel szembeni biztonság növelése céljából,
- szilárd radioaktív hulladéktároló átalakítása.

A felsoroltak mellett sor került a létesítmények építészeti jellegű földrengés megerősítésére, valamint a radioaktív hulladékkezelési technológiák (ultraszűrő rendszerek, 1. sz. segédépület átmeneti hulladéktárolója, folyékony hulladék feldolgozás) fejlesztésére is.

A karbantartást az atomerőmű saját alkalmazottai és minősített alvállalkozói végzik. Az atomerőmű karbantartása az OAH NBI által jóváhagyott rendben történik.

A Paksi Atomerőmű környezetvédelme mind a nukleáris, mind a hagyományos környezetvédelmi szakágba tartozó feladatokra kiterjed. A nukleáris kibocsátások ellenőrzése az erőmű beindítása óta az erőmű radioaktív kibocsátásainak ellenőrzését, nagyságának, összetételének meghatározását, a környezet természetes és mesterséges eredetű sugárzási viszonyainak folyamatos figyelését célozza. A mérések minden környezeti közegre, valamint növényzet, hal, tej mintavételre kiterjednek. A hagyományos környezetvédelem az erőmű

létesítése óta a talaj- és talajvíz szennyezettséget ellenőrzi. A többi környezeti elemnél az erőmű létesítését megelőző bázisadat felvételek után rendszeres vizsgálatok a telephely jellemzési program, 2001-es elindításától folynak. A telephely-jellemzési program a radiológiai monitorozást is kiegészítette.

2.1.7. Paks város és az atomerőmű kapcsolata

Az atomerőmű Paks közigazgatási területén történő felépítése meghatározta a település fejlődését a 70-es évek végétől, a 80-as évek elejétől kezdve.

A település korábbi fejlődéséről a következők mondhatók el:

- A település virágkorát 1820-as – 1830-as évektől élte, melyet számos műemlék, ill. műemlék jellegű épület tanúsít. A Dunával akkor még szerves egységben élő települést élénk kereskedelmi élet jellemezte, amely talán a XX. század fordulóján érte el csúcspontját és egészen a második világháborúig tartott. Ezt a pezsgő települési életet mutatják a városközpont kereskedőházai, az egykori szálloda és a vendéglők, a pincesorok, a forgalmas révet és a kikötőben sorakozó csónakokat bemutató leírások is.
- A második világháború a város életében jelentős hanyatlást okozott. Gyakorlatilag teljesen elpusztult az a zsidó-polgárréteg, akik megalapozták a város kereskedelmi jellegét. Ettől függetlenül is Paks népessége már az I. világháborútól csökkent. Ezek a tényezők Paks település további fejlődését jelentősen meggátolták, sőt lassú sorvadás figyelhető meg. (Ennek ismérvei többek között a további népesség csökkenés, a korosztályi összetétel romlása, a gazdasági jellemzők kedvezőtlen változása, mint azt már a 2.1.1. pontnál jeleztük.)
- Ezt a lassú sorvadást állította meg a 70-es évek elejétől felgyorsult erőmű tervezési folyamat. A fejlődés azonban nem volt igazán szerves fejlődésnek tekinthető, hiszen a település lakói "fölött" létesült egy lakótelep, új lakók jöttek dolgozni az építkezésre, majd az erőmű működtetésére. Ez a jelentős változás, a település jellegének szinte teljes átalakulása természetesen "az eredeti településnek" előnyöket és hátrányokat egyaránt hozott. (A csendes, vidéki település mindenképpen pezsgővé, "zajossá" vált.)

A jellemző változások röviden a következők:

- 1960-1980 között a város lakosságának száma megkétszereződött.
- Az építési időszakban az állandó lakosok mellett mintegy 30-32 % ideiglenes lakossal is számolni kellett. (És ennek csak egy része a közvetlenül az építési területen dolgozó.)
- Az összetételbeli változás a működés időszakára is tovább húzódott. Innentől kezdve azonban a szakképzett fiatal munkaerő megjelenése (és elvárásai) határozta meg a további változásokat.
- A kiépített új lakóteleppel a település lakásszáma is megkétszereződött. Ez azonban egy viszonylag lokális területen belül, nem a településen elosztva jelentkezett. Ez a szolgáltatási igényre jelentősen rányomta a bélyegét.
- A fiatal lakosság bevándorlása a 80-as évek közepétől kiugró gyermekszámot eredményezett. Ez várhatóan 2005-2010 körül újabb demográfiai hullámban fog tetőzni. Ez jelen vizsgálat szempontjából is fontos körülmény.
- Az első időszakban a szolgáltatások, ellátások nem követték a jelentősen megnövekedett igényeket. (Lásd pl. kereskedelem, alsófokú oktatási-nevelési intézmények.)

Ebből a felsorolásból is látható, hogy a település utolsó 30 évének fejlődése elválaszthatatlan az atomerőműtől. **A Paksi Atomerőmű a város életének fejlődésében folyamatosan szerepet vállalt.** A város lakosságának nagy része közvetlenül - illetve közvetetten, de - kötődik az erőműhöz.

2.2. Az energiatermelés létesítményei és technológiai folyamata

2.2.1. Az energiatermelés létesítményei

Az atomerőmű kialakítását és elrendezését tekintve a következő főbb építészeti szerkezeteket kell megkülönböztetni [3]:

- Üzemi főépületek (0001, 0201);
- Segédépületek (0002, 0202);
- Dízelgenerátor épületek (0004, 0204);
- Egészségügyi és laboratóriumi épület (0007);
- Vegyi és pótvíz előkészítő (0008);
- Vízkivételi mű, vízvezénylő (0023, 0223);
- Szinttartó bukó (1130);
- Melegvíz csatorna (1158);
- Szellőzőkémény (0100, 0200);
- Hidrogénüzem (0005);
- Hidrogén-, nitrogén-tartálypark (027H, 027N);
- Hűtőgépház (0018);
- Kompresszor telep (1097);
- Technológiai szivattyú gépház (0023,0223).

A felsorolásban nem szerepelnek a telephelyen található irodák, raktárak és más épületek, valamint a KKÁT. Az épületek elrendezését a kódszámaikkal a 2.5. ábra szemlélteti.

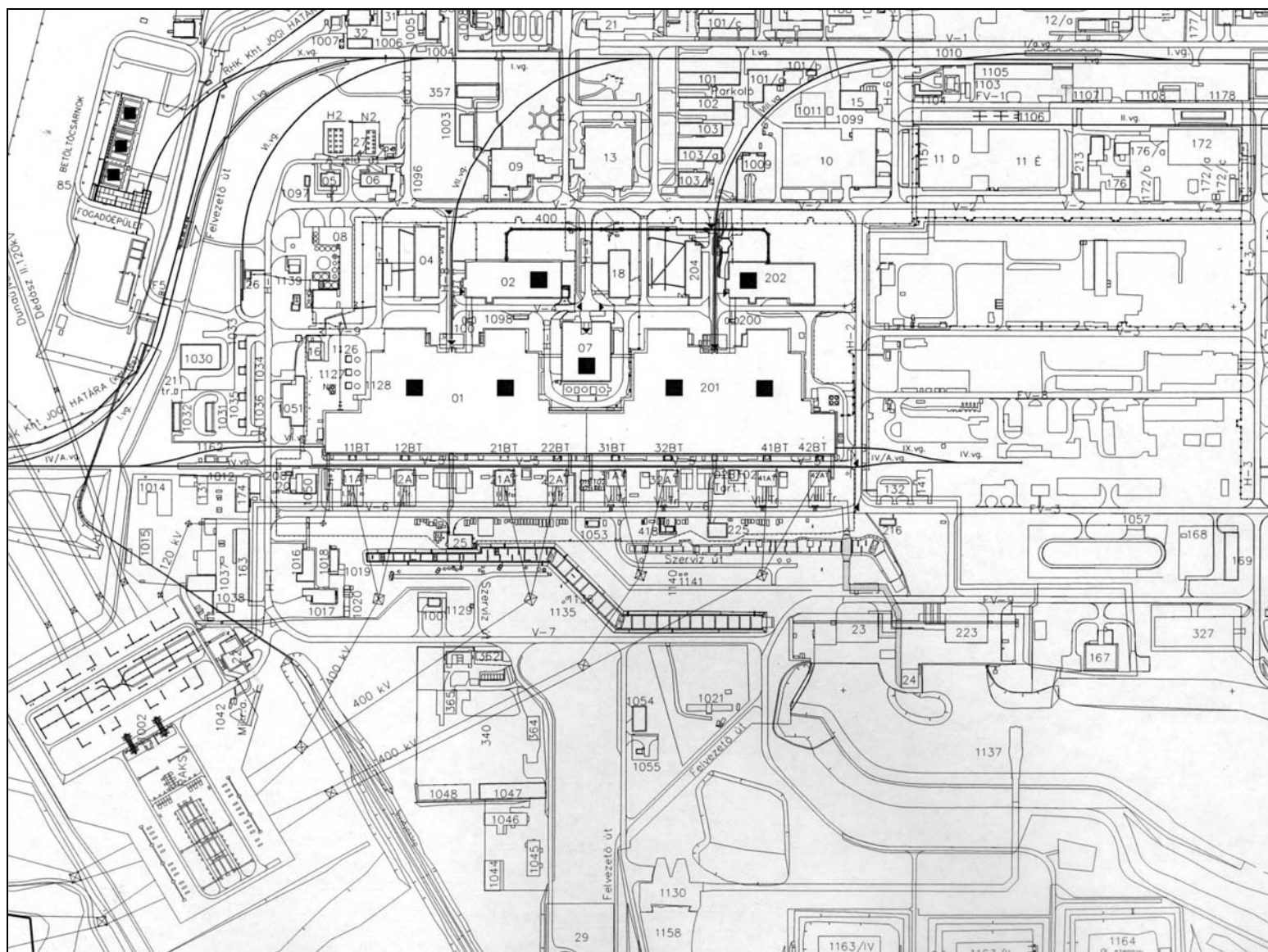
Az üzemi főépület

Az üzemi főépület az energiatermelés központja, a benne található négy blokk egységes egészet képez. Az épület a tervezés szempontjából két-két blokkból álló – lényegileg azonos – egységre tagozódik. Az üzemi főépület a technológiának megfelelően a primer- és szekunderkört magába foglaló részekre, illetve villamos kapcsolóházakra tagozódik.

Az épület részei:

- Primerkör (reaktor épület):
 - boxi részek, hermetikus tér,
 - központi rész,
 - reaktor csarnok,
 - elszívó és recirkulációs szellőzőközpontok,
 - lokalizációs tornyok
- Szekunder kör:
 - hossz- és keresztirányú kapcsolóházak,
 - B-V lépcsőházak,
 - gépház.

2.5. ábra: Az erőmű üzemi épületeinek elhelyezkedése



A segédépületek

Kiépítésenként egy-egy segédépület szolgál a víztisztító berendezésekben és az ellenőrzött zóna területén keletkezett radioaktívan szennyezett folyékony és szilárd hulladékok tárolóinak elhelyezésére, valamint a hulladékok kezelésével kapcsolatos technológiai rendszerek befogadására. Az I. kiépítéshez tartozó 0002 kódszámú segédépület eredeti műszaki tervek alapján, míg a II. kiépítéshez tartozó 0202 kódszámú segédépület már magyar tervek alapján készült. A segédépületek a főépületekhez híddal és alagúttal csatlakoznak, s egymással is össze vannak kötve egy csőhíddal, amely a folyékony hulladékok transzportálására szolgál.

Dízelgenerátor épületek

A 2 dízelgenerátor épületben 6-6 dízelgenerátor gépegység került elhelyezésre, amely az atomerőmű biztonsági villamos betáplálás forrását képezi. A kiépítésenként létesített dízelgenerátorok hat-hat egymástól tűzgátló fallal elválasztott, azonos elrendezésű épületrészből állnak.

Egészségügyi és laboratóriumi épület

Az épület az 1-4 blokk kiszolgálására épült. A két üzemi főépület között helyezkedik el, azokkal É-i és D-i irányban egy-egy kétszintes közlekedőhíddal összekötve. A kétszintes, zárt, acélszerkezetű hidakon bonyolódik az öltözők és a főépületben levő munkahelyek közötti személyforgalom valamint a mosodák, a laboratóriumok könnyű teherforgalma. Az összetett rendeltetésű létesítmény tulajdonképpen a „zsilip” szerepét tölti be az ellenőrzött zóna és az üzemi terület között.

Az épület ellenőrzött zónájában található a primerkörü öltözők, mosdók, zuhanyzók, mosodák, a Dozimetriai Szolgálat, az 1-4 blokkhoz tartozó sugárvédelmi ellenőrzőrendszer vezénylői, a radiokémiai-, a sugárvédelmi-, az anyag-vizsgáló metrológiai laboratóriumok. A ellenőrzött zónához tartozik a műszerhitelesítő laboratórium, izotóptároló, a szennyezett vizek tároló- és kezelő-berendezése és ezek vezénylője, valamint a primerkörü büfé.

Az egészségügyi épület szabad zónájában található az irányítástechnikai-, a villamos-, a személyi dozimetriai laboratórium, a szekunderkörü öltözők, a mosoda, az erőmű közös irányító központja, a 6/0,4 KV-os transzformátorok és elosztók, az épületgépészeti berendezések és ezek vezénylője.

Vegyí vízelőkészítő

Az épület az erőmű 1-4. blokkjának üzemeltetéséhez szükséges sótalánvíz előállítására, valamint a primer és szekunderkörü vegyszerszükségletét biztosító technológiai- és kiszolgáló rendszereinek elhelyezésére szolgál. A vegyí vízelőkészítő "U" alaprajzú, három fő csarnokból álló, előregyártott vasbeton vázszerkezetű épület. A három csarnokból kettő egyszintes, egy csarnok részben háromszintes, alápincézett. Az udvartéren technológiai külső tartálypark létesült. A technológiai csatlakozások csőhídon, vasbeton technológiai csatornákon keresztül történnek.

Blokk szellőzőkémények

A szellőzőkémények feladata az erőmű primerkörü helyiségeiből a szellőző rendszerek által továbbított szűrt levegő kibocsátása. Az 1-2., illetve a 3-4. blokk kiszolgálására 1-1 db 100 m magasságú, vasbeton szerkezetű, iker szellőzőkémény épült. Mindkét kémény kétsőves, természetes huzatú ikerkémény.

Víz kivételi mű

Az erőmű hűtővízellátását biztosító vízkivételi mű három egységre tagozódik. Az 1-2. valamint a 3-4. blokkokhoz önálló vízkivételi művek tartoznak. A két vízkivételi műhöz egy közös vezénylő épület létesült, amely a vízkivételi művek villamos berendezéseinek működtetési, ellenőrzési és szabályozási feladatait ellátó berendezések részére épült. A hidegvíz-csatorna végén létesült két szivattyútelep emeli ki az igényelt kondenzátor hűtővíz mennyiségét a szivattyúüzem nyomóoldalán lévő nyersvíz medencébe továbbítják.

A szűrt nyersvíz medencékkel egybeépített szűrőházban helyezkednek el a gépészeti berendezések, valamint a nyers és a szűrt víz tároló medencék.

Szinttartó bukó

A szinttartó bukó feladata a hűtővíz forgalom gravitációs úton történő működéséhez szükséges vízszint biztosítása, valamint a melegvíz-visszakeverés lehetőségének biztosítása a hidegvíz csatornába. A vasbeton szerkezetű műtárgy a melegvíz-csatorna zártszelvényű vasbeton szakasza és a nyíltszelvényű földmedrű szakasza között helyezkedik el.

Melegvíz csatorna

A melegvíz csatorna feladata az erőmű üzemeltetése során keletkezett melegvíz elvezetése a befogadóba. A melegvíz kivezetést 16 m² szelvényű, részben ikerszelvényű megépített, zártszelvényű (de nyitott vízfelszínű) vasbeton csatorna „bukóműtárggyal” és az ehhez csatlakozó földmedrű, nyíltszelvényű csatorna biztosítja. A melegvíz csatorna surrantó és energiatörő vasbeton műtárggyal csatlakozik a Dunához. A melegvíz csatorna torkolata előtt csatlakozik ki a hidegvízcsatorna jégmentesítését és havária vízpótlását biztosító torkolati visszakeverő rendszer.

Hidrogénfejlesztő épület

A hidrogénfejlesztő épület feladata a generátorok hűtésére szolgáló hidrogén előállítás technológiai és kiszolgáló rendszereinek elhelyezése. Az épület 6x12 m-es pillér osztású, rövid főtartós, kétszintes ipari vasbeton csarnokszerkezet.

Hidrogén-nitrogén tartálypark

A tartálypark feladata a hidrogénfejlesztő épületben előállított, a generátor hűtésére szolgáló hidrogéngáz, valamint a tartálykocsin érkező, a generátor vészhelyzeti leürítésére, a hidrogénüzem öblítésére, illetve a primerköri technológia vizeknek a rendszerből való kiszorítására, a mérőrendszerek kiszolgálására szolgáló nitrogéngáz tárolása cseppfolyós és légnemű állapotban.

A 15 db gáz állapotú hidrogént, illetve a 10 db gáz állapotú, valamint 4 db cseppfolyós halmazállapotú nitrogént tároló tartályok alapja vasbeton szerkezetű pilléralap. A telephelyi technológiai létesítmények és irodák védelmét a tárolótartályok meghibásodása esetére vasbeton falak biztosítják.

2.2.2. Az energiatermelés technológiai jellemzői

A Paksi Atomerőmű Rt. villamosenergia-termelése 1996-ban 14,1805 TWh, 1998-ban 13,949 TWh, 2001-ben 13,29 TWh, 2003-ban (a 2. blokki üzemzavar hatására csak) 11,013 TWh volt. Ezek a termelési értékek a hazai bázis kb. 40 %-át jelentik.

2.2.2.1. A nukleáris energiatermelés folyamata, technológiai berendezései

A paksi VVER-440/V-213 típusú reaktorblokkok nyomott víz hűtésű, könnyűvíz moderátorú, termikus reaktorral üzemelő, telített gőzkörfolyamatú erőművi rendszerek. Az egyes reaktorblokkok két körös kialakításúak, ennek megfelelően radioaktív primerkörből és nem radioaktív szekunder körből állnak. A primer és szekunder körök legfontosabb berendezéseinek elvi kapcsolási sémáját a 2.6. ábra szemlélteti.

a.) A primerkör kialakítása és berendezései

A 123 bar üzemi nyomású primerkör egy 1375 MW hőteljesítményű tartály típusú reaktorból és hat párhuzamosan kapcsolt hurokból áll. Minden egyes hurokhoz egy főkeringtető szivattyú (FKSZ), egy gőzfejlesztő berendezés (GF) és két főelzáró tolózár (FET), valamint a berendezéseket összekötő, rozsdamentes acélból készült 500 mm átmérőjű csővezeték tartozik. A hurkok között eltérés csak a hurkok ki nem zárható részéhez csatlakozó rendszerekben illetve a csatlakozás módjában van.

A gőzfejlesztők vízszintes elrendezésű, felfüggesztett, hengeres hőcserélők, amelyek a primerköri hűtőközezből a szekunderköri hűtőközegbe történő hőátadással biztosítják a szekunderoldali száraz telített gőz előállítását.

A primerköri nyomás- és térfogatváltozások kiegyenlítése céljából a reaktor hűtőrendszere térfogatkiegyenlítőt tartalmaz, amely az egyik hurok melegágának ki nem zárható részéhez kapcsolódik.

A reaktorberendezés feladata az aktív zónában történő hőtermelés, a termelt hő megbízható, az üzemanyag sérülését kizáró átadása a hurkokban keringtetett hőhordozó felé, valamint a szerkezeti elemek megfelelő elhelyezése, rögzítése, és a sugárvédelem biztosítása. A reaktorberendezést a 2.7. ábra szemlélteti.

A V-213 típusú reaktor a következő szerkezeti egységekből áll:

- reaktortartály;
- reaktortartályon belüli berendezések;
- aktív zóna;
- felső blokk a szabályozási és biztonságvédelmi rendszer (SZBV) hajtásaival;
- a reaktor főosztósík tömítőelemei.

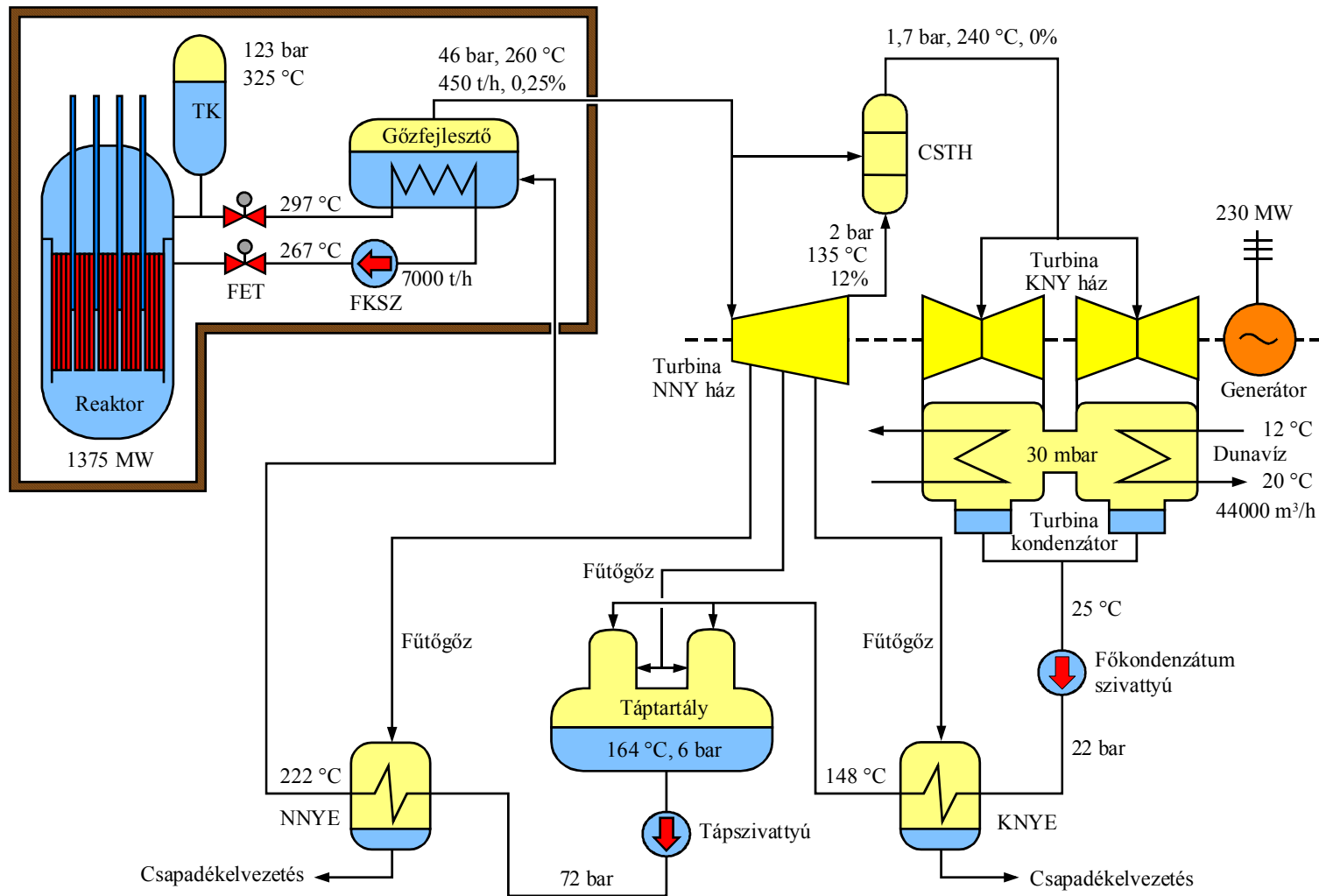
Reaktortartály

A reaktortartály a reaktoron belüli berendezések és az aktív zóna elhelyezésére szolgál. A reaktortartály függőleges elhelyezésű, hengeres edény elliptikus fedéllel és fenékkal. A tartály gyengén ötvözött szénacélból készült, a korrózió csökkentése érdekében belső felületét rozsdamentes acél bevonattal (plattírozás) látták el.

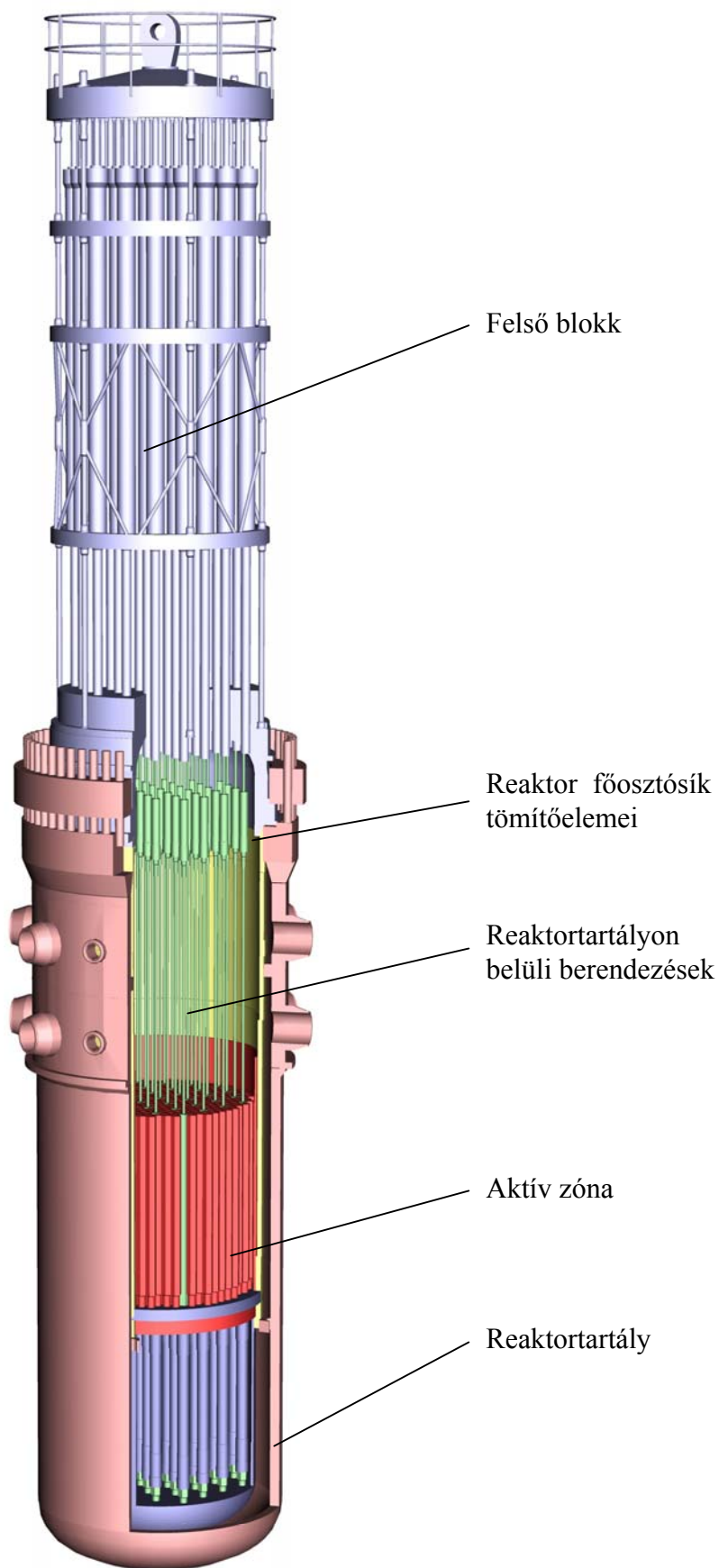
A reaktortartály ovális fenékrészén alul nincs egyetlen áttörés, kivezetés sem. Felül vannak a szabályozó köteg hajtások, ugyancsak a reaktortartály fedelén keresztül jutnak ki a neutron és hőmérsékleti mérések jelei is.

A reaktortartály a betonakna tartógyűrűjére a felső részén kiképzett peremmel támaszkodik. A perem felett található a csonkzóna, ahová a hat hurok 500 mm átmérőjű keringtető vezetékai, valamint a zóna üzemzavari hűtőrendszer hidroakkumulátorainak 250 mm átmérőjű vezetékai kapcsolódnak.

2.6. ábra: A primer és szekunder körök legfontosabb berendezéseinek elvi kapcsolási sémája



2.7. ábra: A reaktor



A reaktortartályon belüli berendezések

A reaktortartályon belüli berendezések – akna, az aknafenék, a kiemelhető kosár, a védőcsövek blokkja és a közbenső rúd – az aktív zóna reaktortartályban való rögzítésére és a hőhordozó reaktoron belüli áramlásának irányítására szolgálnak.

Az aktív zóna

Az aktív zóna a reaktor azon része, ahol a szabályozott nukleáris láncreakció révén nagymennyiségű hőenergia szabadul fel. A zóna összesen 349 hatszögű hasáb formájú fűtőelem kötegből (kazettából) áll, amelyből 312 fix helyzetű fűtőelem köteg és 37 mozgatható szabályozó és biztonságvédelmi (SZBV) rúd. A zóna ekvivalens átmérője 2,66 m, magassága 2,5 m. A fűtőelem kötegeket alul a kosárfenék, felül a védőcsőblokk alsó lemeze rögzíti. Az aktív zóna teteje 1 méterrel alacsonyabban van a reaktor hidegági csomkjainak alsó szintjénél.

Az aktív zóna 36 fűtőelem kötegeinek központi csövében 7-7 db, az energiakiválással arányos áramjelű detektorral mérhető a lokális neutronfluxus, illetve 210 köteg felett hőelemekkel mérhető a kilépő víz hőmérséklete.

A felső blokk

A felső blokk (2) zárja le a reaktort. A felső blokkon helyezkednek el a reaktor szabályozó és biztonságvédelmi rendszer hajtásai, a tartályon belüli mérőrendszer mérőkábeleik és csatlakozói, a mérőkábelek kivezetése, tömítése és a védőcsövek. A felső blokk akadályozza meg a reaktorakna felfelé történő elmozdulását.

A reaktor főosztósík tömítőelemei

A reaktor főosztósík tömítőelemeinek feladata a reaktortartály és a felső blokk közötti tömítés biztosítása. A reaktortartály főosztósík tömítőelemei az alábbiak: tőcsavarok tartozékokkal, leszorító-gyűrű tartozékokkal, tömítőgyűrű tartozékokkal, anyák, alsó és felső csavaralátétek.

b.) A primerkörhöz csatlakozó segédrendszerek**A pótvíz és bóros szabályozás rendszere**

A rendszer feladata a primerköri szervezett és szervezetlen szivárgások pótlása, a primerköri vízüzem egyensúlyának biztosítása, a lassú reaktivitás-változások kompenzálása bórsavoldat kivonással. Üzemzavari esetekben a reaktorvédelmi működés részeként bórsavat juttat a primerkörbe, biztosítva a megfelelő szubkritikusságot. A pótvíz és bóros szabályozás rendszere két azonos felépítésű, de alapvetően nem azonos funkciójú párhuzamos ágból áll. Az egyik a pótvíz, a másik a bóros szabályozás ága. Mind a két ág az előtét- és pótvízszivattyúk közös szívókollektorához kapcsolódik.

Víz tisztító rendszerek

A primerköri technológiai berendezések biztonságos és rendeltetésszerű üzemeltetésének fontos tényezője a primerköri hűtőközeg tisztasága, amit folyamatos víztisztítással érnek el. A primerkörhöz kapcsolódó víztisztítási feladatokat 1-től 6-ig terjedő számozással jelölt, önálló rendszerek biztosítják. A rendszerek számozásának sorrendjében az egyes rendszerek a következő feladatokat látják el:

- A primerköri hőhordozó részarámban történő tisztítása.
- A primerköri szervezett szivárgások és leürítésekből származó vizek tisztítása és tárolása.
- A primerköri padlívizek tisztítása.

- A pihentető és átrakó medence, az üzemzavari bórsav tartályok és a buborékoltató kondenzátorok bóroldatának tisztítása.
- A gőzfejlesztők szekunder oldali leiszapolásának tisztítása.
- A tömény bóroldat visszanyerése az indításkor és a bóros szabályozáskor leengedett hőhordozóból.

Radioaktív hulladékkezelő rendszer

A radioaktív hulladékok jelenleg létező és megvalósítás alatt lévő tároló és feldolgozó rendszerei az alábbi komponenseket tartalmazzák: a segédépületben lévő folyékony hulladéktároló tartálypark, az 1. segédépületben és a főépület egyes részein kialakított szilárd hulladék tárolók, a szilárd hulladékok válogatására és minősítésére kiépített rendszerek, a hulladéktömörítő prés és a folyékony hulladékok térfogatcsökkentő feldolgozására szolgáló kezelési technológiák (ultraszűrő, Balduf-szűrők, bórsav kivonás, Cs-szelektív szűrés, Co-szelektív szűrés és komplex-bontó). A folyékony és nedves szilárd hulladékok megszilárdítására szolgáló MOWA berendezés (mobil cementezésű).

A szervezett szivárgások rendszere

A szervezett szivárgások rendszere gyűjti a primerkör üzemi szivárgásait (az FKSZ-ek szivárgásait, a pótvízszivattyúk nyomásmentes szivárgásait, a nagynyomású és a kisnyomású zóna üzemzavari hűtőrendszer gyorszároinak esetleges szivárgásait, a főelzáró tolózár tömszelence szivárgásait és a buborékoltató tartály ürítéseit), majd eljuttatja a pótvízrendszerbe.

Közbenső hűtőkörök

A primerköri főberendezések egyes elemei folyamatos hűtést igényelnek. Mivel ezek a berendezések a primerköri vízzel közvetlenül érintkeznek, a hűtést biztosító környezeti hűtővíz és a hűtendő berendezés közé egy zárt rendszerű közbenső hűtőkört iktattak. A zárt körben lévő sótalánvíz radioaktivitását folyamatosan ellenőrzik.

Közbenső hűtőkörrel rendelkezik:

- a szabályozó és biztonságvédelmi rudak hajtásai;
- a főkeringtető szivattyúk;
- a zóna üzemzavari hűtő szivattyúi.

A pihentető medence és hűtőköre

A pihentető medence feladata a kiégett fűtőelem kötegek reaktorból történt kirakása után azok kb. öt évig történő tárolása. A pihentető medencét átrakócsatorna köti össze a reaktorakna felső részével, az átrakómedencével. A pihentető medence alján helyezkedik el az üzemszerű tárolást biztosító sűrített rácsosztású kiégett fűtőelem tároló állványzat, amely a kiégett fűtőelem kötegek, a szabályozó rudak fűtőelem kötegei, a szabályozó rudak elnyelő részei, valamint (hermetikus tokokban) a gáztömörtelen fűtőelem kötegek tárolására szolgál.

A tároló állványon elhelyezett kazetták szubkritikusságát a fűtőelem kötegeket körülvevő hatszögletű, természetes bórt tartalmazó elnyelőcsövek biztosítják. A pihentető medencében a sűrített rácsosztású tároló felett minimálisan 3 m-es vízréteget biztosítanak. A pihentető medence önálló hűtőkörrel rendelkezik, amely a kiégett fűtőelem kötegek maradványhőjének elvonását biztosítja.

c.) A szekunderkör

A szekunderkör feladata, hogy biztosítsa a primerkörből történő hőelvonást a gőzfejlesztőkön keresztül, a gőzfejlesztőkben előállított 46 bar-os száraz telített gőzt eljuttassa a két turbógépcsoporthoz és a keletkező kondenzátumot visszajuttassa a gőzfejlesztőkbe. Lehűtéskor és üzemzavari esetben biztosítja a primerkörből történő hőelvonást a gőzfejlesztőkön keresztül.

A szekunder oldali hőelviteli funkciót teljesítő rendszereket három fő rendszerre lehet osztani: a főgőzrendszerre, a főkondenzátum rendszerre és a tápvízrendszerre.

A főgőzrendszer

A rendszer feladata a gőzfejlesztő készülékekben előállított gőz továbbítása a turbógépcsoporthoz, a turbinák meghajtására. A hat gőzfejlesztőben keletkező gőz gőzfejlesztőnként külön gőzvezetéken keresztül jut el a főgőzgyűjtőbe. Minden egyes főgőzvezetéken biztonsági szelepek, gyorsműködésű pneumatikus szakaszoló tololózár és főgőztololózár került beépítésre.

Az egyes főgőzgyűjtő-felekből a következő berendezések ágaznak le, és az alábbi feladatokat látják el:

- Atmoszférába redukáló: feladata az, hogy a főgőzrendszerben a nyomásemelkedést megakadályozza. A főgőz gyűjtővezetékhez kizárhatatlanul csatlakozik.
- Kondenzátorba redukáló: feladata az, hogy a frissgőznyomás növekedése esetén lehetőséget adjon a főgőzgyűjtő kondenzátorba való lefűvadására a gyorsredukálón keresztül.
- 7 bar-os és 5 bar-os redukáló: a háziüzemi gőzrendszer technológiai gőzzel történő ellátását biztosítja.
- Lehűtő rendszer redukálója: a blokk lehűtésének gőz-vizes fázisában működik.

A főkondenzátum rendszer

A rendszer feladata a turbinák által elhasznált, kondenzálódott gőzből kondenzátum előgáztalanítása, előmelegítése és a tápvíz rendszer forrás oldali táplálása. Az egy blokkhoz tartozó két turbinához egy-egy, azonos felépítésű főkondenzátum rendszer tartozik. A két főkondenzátum rendszer a következő főbb berendezéseket tartalmazza: két kondenzátor, három főkondenzátum szivattyú, egy kondenzátum tisztító rendszer és öt kisnyomású előmelegítő. A kondenzátorok zsompjaiból a főkondenzátum egy közös szívóvezetéken a három főkondenzátum szivattyúba jut, amiből kettő üzemi és egy tartalék. A szivattyúk a kondenzátumot először a teljesáramú víztisztítóba szállítják. A víztisztító után a kondenzátum részben áthalad a gőzsugár légszivattyúk hűtőin és a tömszelence zárógőz kondenzátoron.

A tápvízrendszer

A rendszer feladata a gőztermeléshez szükséges tápvíz gáztalanítása, előmelegítése és forrás oldali táplálása. A tápvízrendszer két gáztalanító táptartályból, öt tápszivattyúból, hat nagynyomású előmelegítőből és hat gőzfejlesztő szintszabályozó szelepcsoportból, illetve az azokat összekötő vezetékekből és armatúrákból áll blokkonként.

A sóatlanvíz rendszer

A sóatlanvíz rendszer biztosítja a szekunderköri hűtőközeg veszteségek pótlását. A sóatlanvíz rendszer ikerblokkonként három 1000 m³-es tartályból, három szivattyúból, illetve az ezeket

és a szekunderkörü fogyasztókat összekötő armatúrákból és vezetékekből áll. A tartályok töltése a vízelőkészítőből történik.

d.) Hűtővízrendszerek

Az erőmű számos rendszerének és berendezésének működtetése megfelelő hűtővíz ellátást igényel. A kiszolgáló rendszerek biztonsági filozófiájához igazodva a rendszer három egymástól független, azonos funkciójú alrendszerből áll:

- biztonsági hűtővíz rendszer,
- technológiai hűtővíz rendszer,
- kondenzátor hűtővízrendszer.

Mindhárom rendszer hűtővízigényét, más-más technológia követelménynek megfelelően, de végső soron a Dunából elégítik ki. A szükséges vízmennyiségek kivételét az 1-2. illetve a 3-4. blokkhoz tartozó vízkivételi művek biztosítják.

A biztonsági hűtővízrendszer feladata olyan berendezések ellátása hűtővízzel, amelyek a blokk normál üzeménél biztonságos, állandó hűtést igényelnek, illetve a blokk normál, valamint üzemzavari lehűtését szolgálják. Figyelembe véve, hogy a zóna üzemzavari hűtőrendszer, az erőmű biztonsági filozófiájának megfelelően három független rendszerből áll, a függetlenség elvének megőrzése céljából a biztonsági hűtővízrendszer is három független ágból épül fel. A biztonsági hűtővízrendszert a vízkivételi műben elhelyezett hűtővíz szivattyúk látják el vízzel.

A kondenzátor hűtővíz rendszer szolgáltatja a turbinákban munkát végzett gőz csapadékká történő átalakításához (kondenzációjához), valamint a turbina és a generátor egyes segédrendszereinek működéséhez szükséges hűtővizet.

A kondenzátor hűtővíz-szivattyúk által szállított víz a nyersvízmedencébe jut, a további szakaszon gravitációsan áramlik keresztül. A nyersvízmedencéből a víz négy dobszűrőn halad át. A szűrt víz a dobszűrőkről a szűrtvízmedencébe, majd innen (blokkonként egy-egy) gerincvezetékbe jut. A gerincvezetéseken egyenként négy lecsatlakozás található a turbinák kondenzátoraihoz. A két gerincvezetékéről egy-egy leágazáson keresztül jut el a víz a technológiai szivattyúházba. A felmelegedett hűtővíz a kondenzátorból a zártszelvényű vasbeton csatornába kerül, majd a melegvíz csatornán és a szinttartó bukón át a Dunába jut.

e.) A szellőző- és klímarendszerek

Az atomerőmű épületeinek, helyiségeinek alapvető sugár-egészségügyi szellőzés-tervezési koncepciója szerint a radioaktívan nem szennyezett, illetve a potenciálisan szennyezett területek szellőztetése külön van választva. A potenciálisan szennyezett területeket, két részre lehet osztani:

- a túlnyomásra méretezett hermetikus helyiségek rendszere
- túlnyomásra nem méretezett egyéb helyiségek rendszere a főépületben, a segédépületben, illetve az egészségügyi épületben.

A szellőző- és klíma rendszerek feladata, hogy biztosítsák a potenciálisan szennyezett területek levegőjének megfelelő elszívását és kezelését, valamint a berendezések üzemeltetéséhez és a személyzet tartózkodásához szükséges üzemi viszonyokat.

f.) Üzemzavari rendszerek

Az atomerőmű üzemzavari rendszereit úgy alakították ki, hogy azok megfeleljenek a biztonsági követelményeknek, azaz a normál üzemviteli berendezések bármilyen meghibásodásakor biztosítaniuk kell az aktív zóna biztonságos állapotba hozását és meg kell tudniuk akadályozni a radioaktív anyagok környezetbe való kikerülését. Emiatt a biztonság szempontjából fontos védelmi rendszereket általában 3-szoros redundanciával (tartalékolással) tervezték meg.

A zóna üzemzavari hűtőrendszerek

A zóna üzemzavari hűtőrendszerek (ZÜHR) szolgáltatják a bóros hűtővizet a hűtőközeg-vesztéssel járó üzemzavari helyzetekben. A reaktor aktív zónájának üzemzavari hűtőrendszerei funkcionális rendeltetésűeknek és működési elvüknek megfelelően három csoportot alkotnak. Ezek a következők:

- nagynyomású aktív rendszer;
- kisnyomású aktív rendszer;
- passzív rendszer.

A passzív rendszer négy egymástól független tartályból (hidroakkumulátor) áll, amelyekben egyenként 40 m^3 12 g/kg bórsav-koncentrációjú vizet tárolnak. A hidroakkumulátorok 58 bar -os nyomását nitrogénpárna biztosítja. Mindegyik tartály külön-külön csővezetéken keresztül csatlakozik a reaktortartályhoz.

A nagy- és kisnyomású aktív rendszer három-három egymással párhuzamosan kapcsolt rendszerből épül fel. Mindegyik rendszer a megfelelő szivattyúból és a hozzá tartozó tartályból áll. Az egyes nagynyomású rendszerek a szívókollektorokon keresztül kapcsolódnak a megfelelő kisnyomású rendszerhez. A nagynyomású zóna üzemzavari hűtőrendszer tartályának kiürülése esetén az adott ág automatikusan átkapcsol a megfelelő kisnyomású zóna üzemzavari hűtőrendszeri tartályra.

Ha a kisnyomású zóna üzemzavari hűtőrendszeri tartálya is kiürül, mind a nagynyomású, mind a kisnyomású rendszer reteszelés hatására átkapcsol recirkulációs üzemmódra, a zsompra. Ebben az esetben a két rendszer nemcsak hűtővizet ad be a primerkörbe, hanem a biztonsági hűtővízzel hűtött zsomphűtőn keresztül hőt is távolít el a hermetikus térből.

A passzív és aktív rendszerek a megfelelő technológiai jelek hatására lépnek üzembe. A rendszerek villamos betáplálást a biztonsági rendszerről kapnak.

A nagynyomású zóna üzemzavari hűtőrendszer 40 g/kg koncentrációjú bórsavoldatot tartalmazó tartályból, a kisnyomású zóna üzemzavari hűtőrendszer 12 g/kg koncentrációjú bórsavoldatot tartalmazó tartályból fecskendez be hűtővizet.

A gőzfejlesztők üzemzavari rendszerei

A gőzfejlesztők megbízható vízellátása céljából üzemzavari, valamint kiegészítő üzemzavari tápszivattyú rendszerek állnak rendelkezésre.

Az üzemzavari tápvízrendszer feladata, hogy az üzemi tápszivattyúk kis esése esetén, a gőzfejlesztők vízellátását biztosítsa a gáztalanító táptartályból.

A kiegészítő üzemzavari tápvízrendszer a gőzfejlesztők vízutánpótlását biztosítja a sóatlanvíz tartályokból a tápvízellátásban bekövetkező olyan nagymértékű üzemzavar esetén, amelyek során a gőzfejlesztőket a kiszáradás veszélye fenyegeti. Egy blokkhoz két kiegészítő üzemzavari tápszivattyú tartozik.

A gőzfejlesztők üzemzavari rendszereihez tartozik a nagynyomású levegőrendszer, amely 47-52 bar nyomású levegőt biztosít az üzemzavari és hermetizáló pneumatikus armatúrák, a pneumatikus gyorsműködésű tolózárok működtetéséhez, valamint nyitó és záró levegőt biztosít a gőzfejlesztők biztonsági szelepeihez.

A nagynyomású levegőrendszert négy blokkra közös kompresszortelep látja el. A rendszer három független ágból áll, összekötésük csak az egyik rendszer meghibásodása esetén engedélyezett. Mind a három ághoz egy-egy 15 m³-es légtartály tartozik blokkonként.

g.) Lokalizációs rendszerek

Az erőmű túlnyomásra méretezett helyiségrendszere, azaz konténmentje, a primerkört magába foglaló épületszerkezet. Feladata, hogy a hűtőközeg-vesztéssel járó üzemzavarok esetén megakadályozza a radioaktív közeg kijutását a környezetbe. Az épületszerkezetet a maximális tervezési üzemzavar esetén fellépő legfeljebb 0,247 MPa nyomásnak megfelelően méretezték.

A konténmentet passzív és három aktív nyomáscsökkentő rendszerrel látták el. A hermetikusság biztosítása érdekében külső és belső acélburkolattal rendelkezik és a falakon átmenő csővezetékeken a fal mindkét oldalán lokalizáló armatúrák vannak, a falátvezetések szivárgásmentes kialakításúak.

A lokalizációs torony

A lokalizációs rendszer a konténment nyomáscsökkentő rendszerének passzív eleme, részegységeit a lokalizációs torony foglalja magába. A lokalizációs torony két fő részből áll, a buborékoltató kondenzátorból és a légsapdákából.

A buborékoltató kondenzátor tizenkét tálcából áll. A tálcák normál állapotban 12 g/kg koncentrációjú bórsavoldattal vannak feltöltve. Minden tálcához két sorba kötött visszacsapó szelep csatlakozik, amelyek a négy légsapdával kötik össze a tálcák légterét. Mindegyik légsapdához három tálca kapcsolódik.

Csőtöréses üzemzavar esetén a buborékoltató kondenzátor tálcáiban levő vízrétegen átbuborékolva a gőz lekondenzál, a levegő a nyomáskülönbség hatására a légsapdába kerül. Ez a folyamat addig tart, amíg a vízzár előtti és utáni tér nyomáskülönbsége meghaladja a tálcákon levő vízréteg hidrosztatikai nyomását.

A nyomás kiegyenlítődésekor befejeződik a buborékoltatás. A berendezések és a falak felületén történő kondenzáció és a sprinkler rendszer működése miatti nyomáscsökkenés következtében a levegő a tálcákról visszanyomja a vizet, ami a lokalizációs toronyba permeteződik, és ennek hatására tovább csökkenti a konténment nyomását.

A sprinkler rendszer

A sprinkler rendszer a konténment nyomáscsökkentő rendszerének aktív eleme. A sprinkler rendszer három egymástól független részrendszerből áll, amelyek egyenként más-más

helyiségben helyezkednek el. Az egyes részrendszereket úgy méretezték, hogy üzemzavar esetén a szükséges feladatokat egy is el tudja látni.

Mindhárom sprinkler szivattyú a szívóoldalon a kisnyomású ZÜHR megfelelő 12 g/kg koncentrációjú bórsavoldatot tartalmazó tartályához csatlakozik. A tartály leürülése után a zsompról üzemel tovább. Ekkor a szivattyú szívóágában levő biztonsági hűtővízzel hűtött hőcserélővel történik a zsomból szívott víz hűtése, így a hőelvitel a biztonsági hűtővízrendszeren keresztül valósul meg. A sprinkler rendszer szakaszos működésű, a konténment nyomását meghatározott depresszióhatárok között tartja.

h.) Villamos berendezések

Az erőműben fejlesztett villamosenergia a 400 kV-os és a 120 kV-os nagyfeszültségű rendszeren jut el a fogyasztókhoz. A reaktorblokkhoz tartozó két turbogenerátor-transzformátor egység a 400 kV-os oldalon összefogva csatlakozik az ún. másfél megszakítóval a 400 kV-os hálózathoz. A 400 kV-os gyűjtősínek 400/132/18 kV áttételű booster transzformátorokkal csatlakoznak a 120 kV-os hálózathoz. A blokk indítása és tartalék energiaellátása egy 120/6 kV-os transzformátorról történik.

Minden egyes turbogenerátor-transzformátor egységhez tartozik egy három tekercselésű segédüzemi transzformátor, melynek 6 kV-os oldalai a biztonság szempontjából nem fontos 6 kV-os fogyasztókat táplálják.

A reaktor szabályozó és védelmi rendszer energiaellátása két speciális 6 kV-ról táplált transzformátorral egyenirányítókkal, kismegszakítókkal, egyedi átalakítókkal van megoldva. A rendszer kiegészül egy egyenáramú sínrel, akkumulátorteleppel, mely rövid idejű tartalékul szolgál. A 6/0,4 kV-os transzformátorok több sínszakaszt táplálnak, melyek ellátják a technológiai fogyasztók motorjait, valamint az elosztó hálózatot, amelyhez kisebb motorok és armatúra hajtások csatlakoznak. A 0,4 kV-os sínszakaszok tartalék ellátására külön transzformátorok és sínszakaszok szolgálnak.

A biztonsági energiaellátás

Az előzőekben vázolt 6 kV-os üzemi sínszakaszokhoz két, sorba kötött megszakítóval csatlakoznak a biztonsági 6 kV-os sínszakaszok. Ezek energiaellátása normál üzemben a blokk segédüzemi transzformátorról történik. Bizonyos technológiai üzemzavarok vagy a biztonsági sínszakasz feszültségletörése bontja a sínbontó megszakítókat, lekapcsolja a kijelölt fogyasztókat, és egy automatika indítja a sínszakaszhoz csatlakozó dízelgenerátort. A két főépület mellett egy-egy dízelgenerátor állomáson, blokkonként három darab, önálló boxban elhelyezett, egymástól minden tekintetben független, automatikus dízelgenerátor helyezkedik el.

A technológia igényei szerint automatikusan indulnak a megfelelő fogyasztók, melyek egy része közvetlen 6 kV-ról, más része 0,4 kV-ról van táplálva.

A biztonsági rendszerekről táplálják a zóna üzemzavari hűtőrendszer, a bórbeáramló rendszerek, a szellőző és klíma rendszerek, az üzemzavari tápvíz és a biztonsági hűtővíz rendszer motoros fogyasztóit és tolozárait és egyéb fontos fogyasztókat.

Ilyen rendszerből három készlet épült ki, egymástól fizikailag és galvanikusan szétválasztva. Az ide csatlakozó fogyasztók az indító jel beérkezésétől számítva 2 percen belül lépcsőzetesen energiaellátást kapnak.

A szünetmentes energiaellátás

Az energiaellátásban kimaradást nem tűrő fogyasztók - kisebb motorok, csővezetéki armatúrák, irányítástechnikai eszközök - energiaellátására az ún. szünetmentes rendszer szolgál.

A szünetmentes 0,4 kV főelosztót gyorsműködésű tirisztoros megszakítón keresztül táplálják. Üzemzavar esetén az egyenáramú rendszer táplálja a szünetmentes váltakozó áramú sínszakaszt mindaddig, míg a dízelgenerátorral előállított feszültség nem éri el a normál paramétereit, a két különböző feszültség között egy reverzibilis motor-generátor teremt kapcsolatot. Az akkumulátorok kapacitása négyórás üzemet biztosít.

i.) Irányítástechnika

A reaktorblokk kiterjedt irányítástechnikai rendszere aktív (a folyamatokat és azok elágazásait befolyásoló), valamint passzív (a folyamatokról és azok paramétereiről, az azokat befolyásoló berendezések állapotairól és eseményeiről információt adó) rendszerek strukturált együttesét tartalmazza.

Az irányítástechnikai rendszerek a paraméterek ellenőrzésére, valamint azok biztonságos határok között tartására szolgálnak. Az atomerőmű normál működése során az erőmű paramétereit a szabályozó körök, a vezérlő körök valamint operátori kezdeményezésű vezénylői parancsok tartják az előre meghatározott és kívánatos határok között.

Ellenőrző rendszerek végzik a mért adatok, valamint a hajtások működési feltételeinek és állapotjeleinek folyamatos és szükség szerinti lekérdezését, az adatok feldolgozását, megjelenítését.

2.2.2.2. *A technológiai berendezések szintentartása, az atomerőmű és a blokkok jelenlegi állapota*

Az atomerőművi blokkok alaperőműként működnek, termelésüket – leállást eredményező üzemzavarokat kivéve – csak az éves üzemanyag átrakásokkor és a karbantartásokkor (főjavításokkor) szükséges leállások korlátozzák. Az átrakások során a reaktorok üzemanyagkötegeinek kb. 1/3-át cserélik frissekre. A leállási-karbantartási üzemszünetek maximuma – a tervezett tevékenység esetén – a 60-70 napot nem haladja meg.

1996-tól a korábbi két főjavítási típus (normál és nagy) helyett három típust alkalmaznak. A rövid főjavításokra minden blokkon kétévenként kerül sor. A nagy főjavítások során kerülnek elvégzésre a nagy volumenű biztonságnövelő, rekonstrukciós és egyéb átalakítási munkák is. Annak érdekében, hogy a kisebb volumenű, de időigényük miatt a rövid főjavítások alatt nem elvégezhető átalakítások megvalósításával ne kelljen megvárni a hosszú főjavításokat, két rövid főjavítás között egy 25 nap időtartamú közepes főjavításra kerül sor. A rövid főjavítás célja a szükséges üzemanyag töltet cseréje, valamint a kötelező és szükséges karbantartás elvégzése. Így a főjavítástípusok négyéves ismétlődési ciklusán belül a főjavítástípusok blokkonként hosszú-rövid-közepes-rövid sorrendben kerülnek sorra.

Az erőmű jelenlegi karbantartási rendje, a vonatkozó NBSz előírások alapján, a berendezések által megvalósított biztonsági funkciók függvényében differenciált követelményekhez igazodik. Ezen belül is az üzemidő hosszabbítás szempontjából kritikus szerepet betöltő szerkezetek, rendszerek és berendezések kapcsán egyedi öregedéskezelési program valósul meg.

Az atomerőművi blokkok jelenlegi állapotát a létesítéskori jellemzők, az üzemeltetési időszak alatti terhelések és események, valamint az eddig elvégzett karbantartások-felújítások határozzák meg. Az eddigi üzemidő alatt megvalósult átalakítások (nem a teljesség igényével) :

- Kiegészítő üzemzavari tápvízrendszer átalakítása (KÜTR)
- Kisnyomású zóna üzemzavari hűtőrendszer (ZÜHR) tartályok leürülés utáni visszatöltődésének megakadályozása
- Box zsomp (hermetikus téri padló-összefolyók) védelme eldugulás ellen új típusú szűrők beépítésével
- Robbanásveszélyes hidrogén koncentráció megakadályozása a hermetikus térben tervezési üzemzavarok esetén blokkonként 16 db katalitikus elven működő Siemens gyártmányú hidrogén rekombinátor felszerelésével
- Üzemzavari gázeltávolító rendszer kiépítése
- Akkumulátor telepek cseréje (a csere az erőmű minden blokkjának 3-3 db biztonsági rendszerét, 1-1 db erőművi közös és 1-1 db szabályzórúd hajtáshoz tartozó akkumulátortelepét érinti, összesen 20 db-ot)
- Üzemirányítási Rendszer Irányítástechnikai Korszerűsítése (ÜRIK)
- Erősáramú hermetikus kábelátvezetők cseréje
- Turbógenerátor gerjesztőrendszer rekonstrukció
- Túlfeszültség levezetők cseréje
- Turbinaszabályozó egységek rekonstrukciója
- Blokkszámítógépek bővíthető funkciójú rekonstrukciója
- Reaktorvédelmi rendszer rekonstrukciója
- Vasúti vegyszerlefejtő rekonstrukciója
- Kis- és közepes aktivitású szilárd hulladék átmeneti tárolójának átalakítása
- Radioaktív hulladékkezelési technológia fejlesztése (üzemi ultraszűrő rendszer, segédépületeket összekötő nem járható vasbeton csőhíd a radioaktív hulladékok transzportálására, 1. sz. segédépület átmeneti tároló)
- Dízel generátor szabályozó és vezérlő rendszer cseréje

A nemzetközi gyakorlat nyomán 1997-ben a 108/1997 Korm. rendelet 12 éves időszakonként elvégzendő, átfogó nukleáris biztonságtechnikai felülvizsgálatot (IBF) írt elő, amely zárásaként a blokkok üzemeltetési engedélyét meg kell újítani [7].

Az IBF végső következtetése az volt, hogy az érintett blokkok jó műszaki állapotban vannak, biztonságos működtetésükhöz a szervezeti, emberi feltételek adottak, a csatlakozó tevékenységek kellően szervezettek és szabályozottak az ütemezett jobbító intézkedések végrehajtása mellett a hatóság megadhatja engedélyét a blokkok további 12 éves tartós üzemeltetésére.

Jelenleg a blokkok közül 3 tartósan üzemel. A 2003. április 10-én a 2. blokk 1. aknájában bekövetkezett üzemanyag-sérüléssel járó esemény miatt a blokk lehűtött állapotban van, nem üzemel. A 2. blokk technológiai rendszereit tekintve energetikailag ép állapotban van,

használatát a kiszolgáláshoz szükséges 1. akna foglaltsága akadályozza. Az üzemzavar következményeinek felszámolását és a blokk újraindítását az érintett hatóságokkal egyeztetett módon – külön eljárásokban – kívánja a PA Rt. elvégezni.

2.2.2.3. Az üzemanyag

A VVER-440 erőművekben alacsony dúsítású keramikus urándioxid üzemanyagot használnak. Az évenkénti üzemanyag utántöltés alapvetően 3,6 % dúsítású, a megfelelő zóna-összetétel biztosításához részben 2,4 %-os kötegeket is felhasználtak. Az üzemanyag töltetet 7,55 mm átmérőjű és 10 mm magasságú tabletták alkotják, amelyek közepén 1,6 mm-es furat található. Az üzemanyag sűrűsége 10,6 g/cm³. A tablettákat 9,1 mm külső átmérőjű csőbe töltik. A cső anyaga 1 % nióbbiumot tartalmazó cirkóniumötvözet, a csőfal vastagsága 0,63 mm. Eredetileg az üzemanyag kazetták 3 éves használatát irányozták elő, később áttértek 4 éves felhasználásukra. 2000-től kezdődően elsőként a 3.-as blokkon, ezt követően a 4-es majd az 1. blokkon blokkon a Paksi Atomerőmű megkezdte az átlagosan 3.82 % (3,3%, 3,6%, 4,0%) dúsítású ún. profilírozott orosz üzemanyag-kazetták alkalmazását. A változtatás célja az évenként betöltött friss üzemanyag átlagdúsításának növelése révén csökkenteni a felhasznált friss kazetták, egyszersmind a kirakott kiégett kazetták darabszámát.

A nukleáris fűtőelemek ciklusának jelenlegi és jövőbeni helyzete

Oroszországból engedélyezett útvonalon vasúton, érkeznek a nukleáris fűtőelemek. A friss elemeket az üzem friss fűtőelem-tárolóban helyezik el.

Orosz cégek végzik a fűtőelemek dokumentációját, ellenőrzését és minőségbiztosítását. Az atomerőműben a friss kazetta méretét ellenőrzik ugyan, de annak uránium tartalmát nem, mivel az orosz dokumentumok ezt tartalmazzák. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) a beérkező fűtőelemek 1 %-át méri és ellenőrzi.

Az atomerőműbe érkező friss fűtőelemek semmilyen speciális kezelést nem igényelnek tárolás és a reaktor épületébe való szállítás előtt. A fűtőelemeket a reaktor épületének csarnoksíntjére emelik és az átrakó medencébe helyezik el a reaktorba való behelyezés előtt.

Az atomerőmű négy blokkjának friss üzemanyag igénye 400-460 köteg/év. A telephelyen tárolt friss üzemanyag-tartalékolás mértékét rendelet írja elő (általában kétéves mennyiséggel számolhatunk). A Paksi Atomerőmű létesítésével kapcsolatos magyar-szovjet megállapodásban a szállító kötelezettséget vállalt az üzemidő alatti friss üzemanyag ellátásra.

A Paksi Atomerőmű Műszaki Tervének elfogadásakor érvényes előírászat szerint az erőmű pihentető medencéiben tárolt kiégett üzemanyag-kazettákat 3 éves pihentetés után a Szovjetunió térítésmentesen visszafogadja. Az előírászat szerint a kiégett üzemanyagot újra feldolgozzák (reprocessálás), de a feldolgozás minden végterméke a Szovjetunióban marad. Világviszonylatban is egyedülálló visszaszállítási szolgáltatás igénybevétele egyben azt is jelentette, hogy Magyarország a nukleáris üzemanyagciklus zárása (back end) tekintetében a zárt üzemanyagciklus opcióját alkalmazta egy különleges háttérrel ellátással.

A Paksi Atomerőmű üzembe helyezése következtében megkezdődött a nukleáris üzemanyag kiégetése. A kiégett üzemanyag-kazetták ezt követően átkerültek a reaktorokból a reaktorok melletti pihentető medencékbe.

Az erőmű első blokkjának üzembe helyezését követően a visszaszállítási feltételeket a Szovjetunió egyoldalúan módosította. Ezek szerint a szükséges pihentetési időt öt évre emelték és a visszaszállítás fogadásáért, mint szolgáltatásért, egyre növekvő árat kértek.

A Paksi Atomerőmű Rt. annak érdekében, hogy az új feltételeknek eleget tegyen, a pihentető medencék tárolókapacitását megkétszerezte a rácsosztás sűrítésével, és a visszaszállítást pedig magánjogi szerződések keretében bonyolította. 1989-1998 között 2331 db kiegészített üzemanyagköteg került vissza Szovjetunióba (később Oroszországba).

A visszaszállítás első éveiben az Európában, illetve a Szovjetunióban bekövetkezett politikai és gazdasági változások miatt felmerült, hogy a kiegészített kazetták visszaszállításának gyakorlata a fenti feltételek fenntartásával nem folytatható sokáig. Döntés született arról, az OAB 1991. szeptemberi ülését követően, hogy a Szovjetunióba történő kiegészített üzemanyag visszaszállítás lehetőségének megtartása mellett valóságos hazai alternatívát kell előkészíteni.

A funkció teljesítésére a GEC Alstom MVDS (Modular Vault Dry Storage: moduláris, aknás száraz tároló) típusa került kiválasztásra (1992) és megvalósításra. A KKÁT üzembe helyezése megtörtént, feltöltése még 1997-ben megkezdődött. A KKÁT első három modulját 1999 végére kiegészített üzemanyaggal feltöltötték, és megépítették a következő négy modult. Az új kamrák feltöltése 2000. februárjában elkezdődött, az RHK Kht. pedig átvette a létesítmény engedélyesi szerepkörét. 2002 végére felépült a harmadik fázis, azaz a 11. modul, és ezzel befejeződött az eddig engedélyezett rész építése. A további 22 modulra szóló bővítéseket külön engedélyeztetni kell.

A kiegészített fűtőelemeket a reaktorépület pihentető medencéjében tárolják és minimum 3 éves tárolás után átszállítják a KKÁT-ba.

A KKÁT-ban a kiegészített fűtőelemek átmeneti tárolása 50 évre tervezett, így végső kezelésük tekintetében elegendő időtartalék áll rendelkezésre egy átfogó felkészülési terv a cikluszárási döntés megalapozására. A program további előkészítése RHK Kht. feladata.

2.2.2.4. Radioaktív hulladékok keletkezése és tárolása

Az atomerőmű normál üzemeltetése során (teljesítmény üzem, karbantartás) szükségszerűen keletkeznek radioaktív hulladékok, azaz olyan radioaktív izotópokat tartalmazó anyagok, amelyek további felhasználásra nem alkalmasak. Az üzemeltetés során keletkeznek hagyományos hulladékok (ipar, veszélyes, nem veszélyes, kommunális) is. Ezen hulladékok minőségi, mennyiségi jellemzőit az 5.4.6. pont ismerteti részletesen. Az atomerőmű ellenőrzött zónáján belül minden hulladékot radioaktívnak tekintenek, amíg méréssel meg nem bizonyosodnak az ellenkezőjéről [4].

Az atomerőművek üzemelése során radioaktív anyagokkal különböző mértékben szennyezett szilárd hulladékok keletkeznek. Az ellenőrzött zónában képződő radioaktívan szennyezett szilárd hulladékok, , illetve kontaminálódott berendezések, eszközök, műszerek, szerszámok stb. nem radioaktív hulladékká történő nyilvánítására belső szabályozás vonatkozik.

A korábbi sugárvédelmi minősítési gyakorlat kizárólag a hulladékok, illetve a hulladék göngyölegek felszínétől 10 cm-re mérhető felületi dózisteljesítmény mérésén alapult. Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet rögzíti a hulladékok újrafelhasználásából, újrahasznosításából

vagy nem-radioaktív hulladékként való kezeléséből származó egyéni évi sugárterhelés mértékét. A rendeletnek megfelelő hulladékminősítéshez az erőmű készített egy megalapozó dokumentációt, melyben bemutatta az alkalmazni kívánt új sugárvédelmi minősítési gyakorlatát, az alkalmazandó mérőrendszert, és meghatározott három felszabadítási gyakorlatot. Az Országos Atomenergia Hivatal Nukleáris Biztonsági Igazgatósága, mint engedélyező hatóság, a benyújtott dokumentációk alapján, határozatában üzemeltetési engedélyt adott az ellenőrzött zónában keletkezett hulladékok, anyagok és tárgyak felszabadításához szükséges mérőberendezésekre vonatkozóan. Ugyanezen engedélyezési eljárás keretében, az ÁNTSZ OTH, mint a felszabadítási gyakorlatot engedélyező hatóság hozzájárult az atomerőmű ellenőrzött zónájából történő hulladékok adott körének sugárvédelmi minősítést követő kiszállításához.

A jelenlegi felszabadítási gyakorlatot megalapozó dokumentáció alapján, a 16/2000 (VI. 8.) EüM rendelet vonatkozó előírásait szem előtt tartva, az ÁNTSZ OTH három különböző felszabadítási eljárás gyakorlatát engedélyezte az ellenőrzött zónából történő kiszállításokra vonatkozóan:

- A kismértékben radioaktív anyagot a felületükön tartalmazó, közvetlen újrahasználatra kerülő tárgyak feltétel nélküli felszabadítását,
- A kismértékben radioaktív anyagot tartalmazó hulladékok feltétel nélküli felszabadítását,
- A kismértékben radioaktív anyagot tartalmazó, a paksi kommunális hulladéklerakóba kerülő hulladékok feltételes felszabadítását.

A továbbiakban a szilárd és folyékony radioaktív hulladékok kezelésének és tárolásának eredeti tervezett állapotát és az üzemeltetés során 2002.12.31-ig megvalósult változtatásokat ismertetjük.

Jelenleg hazánkban a radioaktív hulladékok osztályozását a radioaktív hulladékok átmeneti tárolásának és végleges elhelyezésének egyes kérdéseiről, valamint az ipari tevékenységek során bedúsuló, a természetben előforduló radioaktív anyagok sugár-egészségügyi kérdéseiről szóló 47/2003. ESZCSM rendelet írja elő. Ez az osztályozás a hulladékelhelyezési követelmények alapján készült és összhangban van a nemzetközi ajánlásokkal (NAÜ, EU). E szerint:

- radioaktív hulladéknak kell tekinteni mindazokat a radioaktív izotópokat tartalmazó anyagokat, amelyek aktivitástartalma a környezetben 10 $\mu\text{Sv}/\text{év}$ nagyságrendet meghaladó dózist okoz (nem adhatók felszabadítási eljárásba),
- kis és közepes aktivitású hulladékoknak tekintjük a felszabadítási szintet meghaladó aktivitástartalmú hulladékokat, ezen belül a kis aktivitású hulladékcsomagok kezeléséhez nem kell sugárvédelem, illetve amihez már sugárvédelemre van szükség az közepes aktivitásúnak minősül. A kis és közepes aktivitású hulladék „élettartamát” tekintve rövid és hosszú életűnek minősülhet. A rövid élettartamú hulladékban a meghatározó izotópok felezési ideje a 30 évet nem haladhatja meg. A rövid élettartamú hulladékban a hosszú felezési idejű alfa sugárzók mennyisége átlagosan nem lehet 400 Bq/g-nál nagyobb,
- nagy aktivitású hulladéknak minősül az a hulladék, amelynek a hőfejlesztése a $2 \text{ kW}/\text{m}^3$ értéket eléri vagy meghaladja.

Ettől eltérő, alapvetően sugárvédelmi szempontokra épülő szabályozást tartalmaz a jelenleg felülvizsgálat alatt lévő MSZ 14344/1-89 szabvány.

Szilárd radioaktív hulladékok kezelése és tárolása

Az atomerőmű üzemeltetése során keletkező radioaktív hulladékok főbb forrásai a következők:

- elhasználódott és felaktiválódott, vagy felületileg szennyezett berendezések, csővezetékek, szerelvények, hőszigetelések, stb.
- átalakításokból származó építési anyagok (betontörmelék, faanyag stb.)
- karbantartó műhelyekben képződő fémhulladékok, forgácsok, elhasználódott szerszámok,
- karbantartás és üzemeltetés során keletkező puha hulladékok (ruhák, egyéni védőfelszerelések, törlőrongyok, fóliák stb.)
- reaktorból kivett komponensek (szabályozó kazetták abszorbensei, közbenső rudak, hőelemek stb.)

A szilárd hulladékok gyűjtése 50 l-es műanyag zsákokban és 200 l-es fémhordókban történik.

Az MSZ 14344/1 szerinti nagyaktivitású szilárd hulladékok darabolás, szétszerelés után kerülnek elhelyezésre visszanyerhetőséget biztosító csomagolásban a reaktorcsarnokban lévő tárolókatukba.

A kis és közepes aktivitású szilárd hulladékok éves mennyiségeit és a tárolásra került hordók számát a 2.9. táblázat tartalmazza.

2.9. táblázat: Kis- és közepes aktivitású szilárd hulladékok mennyiségei 1983-2002 között

Év	Hulladék mennyiség feldolgozás előtt [m ³]	Hulladék mennyiség feldolgozás után [m ³]	200 l-es hordók száma [db]
1983	14,2	14,2	71
1984	65,9	65,9	330
1985	154,0	161,8*	809
1986	174,8	178,2*	891
1987	275,4	292,8*	1464
1988	218,8	95,6	478
1989	287,8	92,5	463
1990	279,3	103,1	516
1991	343,6	94,1	471
1992	349,3	85,6	428
1993	429,5	111	555
1994	433,7	95,4	477
1995	402,1	110,6	553
1996	497,5	116,9	585
1997	510,4	118,6	599
1998	579,4	135,4	677
1999	554,8	102,0	510
2000	633,6	128,8	644
2001	749,1	220,4	1103
2002	604,1	132,0	660

* növekedés az iszapok gyöngykovafölddel történő felítás miatt

Az aktív iszapokból az elmúlt időszakban 4-5 m³ keletkezik évente, a négy blokkon elsősorban olyan tartályok szerkezeti vizsgálatánál, amelyekben a primerköri csurgalékvizeket gyűjtik, vegyszeresen kezelik, ülepítik, vagy átmenetileg tárolják (ezek az iszapok nem a folyékony radioaktív hulladékot tároló tartályokból kerülnek ki). Az erőmű üzemeltetése során 1983-2002. között összesen 80,3 m³ iszap keletkezett.

A szilárd hulladékok, beleértve az aeroszolszűrőket és a szilárdított iszapokat is, egységesen speciális (belül műanyag bevonattal ellátott) 200 l-es 1,2 mm falvastagságú fémhordókba (Ø560 * 850 mm) kerülnek.

A táblázat adataiból megállapítható, hogy átlagosan évente 580-660 hordó hulladék keletkezik, s a maximális értékek 1400-1600 hordó szám körül voltak.

A tárolásra kerülő hordók 15 %-a izotóp-szelektív minősítésre kerül. A két minősítés felhasználásával a hordók azonosítása történik a nyilvántartása. A hordós tárolásból 1580 m³-t a Püspökszilágyi RHFT-ben helyeztek el 1983-95 között.

Kis- és közepes aktivitású szilárd hulladékok átmeneti tárolása az erőmű ellenőrzött zónájában

Az üzemelés alatt keletkezett további 4220 db hordó átmeneti tárolása a végleges tároló megépítéséig az erőmű fő- és segédépületeiben történik, amelyeknek teljes tároló kapacitása 7663 hordó.

Az MSZ 14341/1-89 szerint sugárvédelmi szempontból nagyaktivitású szilárd radioaktív hulladékok átmeneti tárolása az atomerőmű területén

A nagy aktivitású szilárd hulladékok tárolására 1114 db tároló kutakat terveztek. A kutakban lévő hulladékok végleges elhelyezéséről az erőmű leszerelésekor kell gondoskodni.

Tárolt mennyiség:

Az I. és II. kiépítésen összesen 1114 db kút, azaz 222,8 m³ tároló kapacitás áll rendelkezésre (2.10. táblázat).

2.10. táblázat: Tárolókutak kapacitása és a tárolt mennyiségek (2002.)

Kiépítés	Kapacitás (m ³)	Tárolt mennyiség (m ³)
I.	111,4	35,9
II.	111,4	25,4

Folyékony radioaktív hulladékok kezelése és tárolása

A szovjet műszaki tervben az alábbi folyékony radioaktív hulladékvizek keletkezését vették figyelembe (keletkezési helyük szerint):

- primer köri szervezetlen szivárgások, leürítések és légtelenítések bórsavas hulladékvizei,
- helyiség dekontaminálások hulladékai és egyéb csurgalékvizek,
- primer köri víztisztítók regenerálási hulladékai és lazító vizei,
- primer köri víztisztítók elhasznált ioncserélő gyantái,
- berendezés dekontaminálások vegyszeres hulladékai,

- evaporátor savazó oldatok,
- primer körü laboratóriumi és mosodai hulladékok, szennyezett zuhanyvizek,
- szennyezett olajok.

Az atomerőmű üzemeltetése során a tervezett forrásokon kívül az alábbiak többlet források jelentkeztek:

- elszennyeződött szerves oldószerek (mosóbenzin, mosóalkohol, petróleum),
- opálössá vált primer körü bórsavas oldatok,
- gőzfejlesztő elszennyeződött tisztító oldatai,
- ülepitő tartályok alján lévő iszapok, szintén iszapként kezelik a sűrítmény tartályok alján lévő folyékony radioaktív hulladékot.

A vizesaknában lévő ülepitő tároló tartályokban lévő hulladékvizeket a segédépületi ülepitő tartályba szivattyúzzák, ahol tovább ülepitik. Az ülepitett víz további tartályokba kerül.

Az előzőekben felsorolt hulladékvizek gyűjtést, ülepitést, átmeneti tárolást és előkezelést követően bepárlásra kerülnek.

A segédépületi gyantatároló tartályokba szállított mosató és lazító vizeket, valamint a gyanta transzport során ide kerülő elhasznált ioncserélő gyantákat a tartályokban ülepitik. Az ülepitett víz tartályokba kerül.

Az egészségügyi –labor épületben gyűjtött és nem kibocsátható hulladékvizeket az 1. sz. segédépületi ülepitő tartályba szivattyúzzák, ahol megfelelő ülepités után tároló tartályba kerül.

A megfelelően előkezelt, kb. 3-5 g/l-es sótartalmú hulladékvizeket a bepárlóban besűrítik. A bepárlók desztillátuma a kondenzáltatás és mechanikus szűrőkön történő átvezetés után, megfelelő radiokémiai ellenőrzést követően közvetlenül kerül az ellenőrző tartályokba, vagy ha az ellenőrzés során radioaktív szennyezettség mutatható ki, akkor kation és anioncserélőkön keresztül vezetik az ellenőrző tartályokba. A tisztított kondenzátum kémiai és radiokémiai ellenőrzés után vagy mérlegen felüli vízként kerül kibocsátásra, vagy az erőmű háziüzemi tiszta kondenzátum ellátására szolgáló tartályokba kerül, amennyiben az előírt normáknak megfelel. Ha a kondenzátum nem felel meg az előírt normáknak, akkor a csurgalékvíz tartályokba kerül újrafeldolgozásra.

Az előzőekben ismertetett kezelési technológiák mellett az üzemeltetés során keletkező radioaktív hulladék mennyiségének csökkentése érdekében új kezelési módok bevezetésére is sor került. A folyékony radioaktív hulladékkezelési technológia alapvetően továbbra is a korábban ismertetett technológiára alapul, ill. azt kiegészíti az alábbi módon:

- az erőmű üzemeltetése során elszennyeződött bórsavas oldatok ultraszűrővel történő tisztítása, (kis ill. nagy teljesítményű ultraszűrő technológia),
- a két segédépületben lévő tartálypark összekötésével lehetővé vált a tartályok jobb kihasználása, (a két segédépületi tartályparkot összekötő csőhid technológia),
- az üzemeltetés alatt keletkező nem tervezett hulladékvizek (gőzfejlesztő tisztítás EDTA tartalmú aktív hulladékvizek) feldolgozása (EDTA bontó berendezés),
- evaporátor savazó oldatokat szeparált gyűjtése.

A segédépületi hulladéktároló tartályokban lévő bepárlási maradékok oldatok további térfogatcsökkentő feldolgozására egy finn cég technológiai eljárása került kiválasztásra.

A technológia kialakítása során a cél az volt, hogy a folyékony radioaktív hulladékokban lévő inaktív alkotóelemek leválasztásra kerüljenek a radioizotópoktól. A megmaradó inaktív oldatot amennyiben az megfelel a kibocsátási normáknak a melegvíz csatornába lehet kibocsátani, mint mérlegen felüli vizet.

Az új folyékony radioaktív hulladékvíz feldolgozó technológia az alábbi alrendszerekből áll:

- a bórsav-visszanyerő rendszer,
- az ultraszűrő rendszer,
- a cézium eltávolító rendszer,
- Co eltávolító rendszer.

A térfogatcsökkentés eredményeképpen a 30 évre tervezett üzemidőszak alatt képződő a műszaki tervek során 20 000 m³-re becsült mennyiségű, véglegesen elhelyezendő hulladék térfogata kb. a felére csökkenthető.

A segédépületi átmeneti folyékony radioaktív hulladéktároló tartályokban az alábbi hulladékok gyűjtését végzik:

- bepárlási maradék,
- evaporátor savazó oldatok,
- kis- és nagyaktivitású elhasznált primerkörü ioncserélő gyanták.

Az 1 sz. segédépületben 5 db 550 m³ névleges térfogatú sűrítmény tároló tartály, 2 db 490 m³ névleges térfogatú elhasznált gyanta tároló tartály, 1 db 550 m³ névleges térfogatú üzemzavari tartály és 1 db 24 m³ névleges térfogatú szennyezett olaj tartály került beépítésre.

A 2. sz. segédépületben 4 db 381 m³ névleges térfogatú sűrítmény tároló, 3 db 381 m³ névleges térfogatú elhasznált gyanta tároló tartály, 1 db 381 m³ névleges térfogatú üzemzavari tartály és 1 db 24 m³ névleges térfogatú szennyezett olaj tartály került beépítésre.

A segédépületek hulladéktároló tartályaiban 2003. januárjában tárolt folyadékok fajtáit és mennyiségeit tartalmazzák az 2.11. – 2.13. táblázatok. (A folyékony hulladékokat tároló tartályok kapacitása 5-10 %-al nagyobb a névleges térfogatnál.)

2.11. táblázat: Az 1. sz. segédépületi hulladéktároló tartályokban tárolt hulladékfajták és mennyiségeik

Alfanumerikus jel	Funkció	Térfogat m ³
01TW10B001	sűrítmény	500
01TW20B001	gyanta és transzportvíz	500
01TW30B001	sűrítmény	260
01TW30B002	sűrítmény	580
01TW30B003	sűrítmény	580
01TW30B004	bórsav manipulációs tartály	0
01TW30B005	sűrítmény	580
01TW15B001	üzemzavari	0
01TW55B001	szennyezett olaj	0

2.12. táblázat: A 2. sz. segédépületi hulladéktároló tartályokban tárolt hulladékfajták és mennyiségeik

Alfanumerikus jel	Funkció	Térfogat m ³
02TW10B001	gyanta és transzportvíz	385
02TW10B002	sűrítmény	370
02TW10B003	bórsav manipulációs tartály	0
02TW30B001	sűrítmény	400
02TW30B002	sűrítmény	400
02TW30B003	sűrítmény	400
02TW30B004	evaporátor savazó oldat	230
02TW15B001	üzemzavari	0
02TW55B001	szennyezett olaj	0

A II. kiépítésen töltés alatt lévő 02TW10B001 jelű tartály megtelt, de 2002. januárjában 100 m³ sűrítményt áttároltak a 01TW30B001 jelű tartályba a segédépületeket összekötő csőhídon keresztül.

2.13. táblázat: A bepárlási maradékok mennyiségei éves bontásban

Év	I. kiépítés m ³ /év	II. kiépítés m ³ /év	Összesen m ³ /év
1985	183	-	183
1986	184	-	184
1987	183	139	322
1988	122	131	253
1989	107	107	214
1990	105	80	185
1991	120	100	220
1992	124	88	212
1993	114	116	230
1994	112	158	270
1995	122	85	207
1996	118	91	209
1997	160	115	275
1998	110	105	215
1999	140	115	255
2000	120	90	210
2001	100	65	165
2002	140	120	260

*I. kiépítés: 1. és 2. blokk, II. kiépítés: 3. és 4. blokk

Üzemeltetés során összesen 4069 m³ bepárlási maradék keletkezett, amelyből 2364 m³ az I. kiépítésen, míg 1705 m³-t a II. kiépítésen tárolnak.

Az üzemeltetés során keletkező kimerült ioncserélő gyanták mennyisége a két segédépületben összesen 75,6 m³, tárolásuk kiépítésenként 1-1 hulladéktároló tartályban történik.

Az üzemeltetés során keletkező evaporátor savazó oldatok mennyisége 230 m³ tárolás a II. kiépítés hulladéktároló tartályában történik.

A folyékony radioaktív hulladékok fajtánkénti tárolókapacitásait, a jelenleg tárolt mennyiségeket és az üzemeltetés során (1985-2002) átlagosan képződött éves mennyiségeit a 2.14. táblázat mutatja.

2.14. táblázat: Folyékony radioaktív hulladékok mennyiségei

	Éves átlagos keletkezés, [m ³]	Jelenleg tárolt mennyiség, [m ³]	Teljes tárolókapacitás, [m ³]
Gyanta	4-5	76	1000
Bepárlási maradék	240-260	4070	5700
Egyéb folyékony hulladék	15-30	230	1000

A fenti adatokból látható, hogy a jelenleg rendelkezésre álló tárolókapacitást már a közeli jövőben bővíteni kell. A tartálypark bővítést a PA Rt. kezdeményezte, engedélyeztetése és létesítése folyamatban van.

Radioaktív hulladékok végleges elhelyezése

A Paksi Atomerőmű Műszaki tervében leírt koncepció szerint az erőmű üzemidejére a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolását az erőmű segédépületében irányozták elő. Hangsúlyozni kell azonban a tárolás ideiglenes jellegét, mivel a hulladékok végleges elhelyezése az erőmű területén műszaki és biztonsági szempontokat figyelembe véve kizárt.

Természetes elképzelésként adódott, hogy a Paksi Atomerőmű üzemeltetése és lebontása következtében keletkező hulladékot Püspökszilágyon lenne célszerű véglegesen elhelyezni, hiszen itt működött az ország egyetlen kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék elhelyezésére kijelölt létesítménye.

Miután a püspökszilágyi létesítmény oly mértékű bővítése, ami az atomerőmű teljes igényét kielégítené lehetetlen, 1993-tól újtárra indult a Tárcaközi Célprojekt (később Nemzeti projekt), melynek célkitűzése az erőművi eredetű kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésének megoldása lett. Ennek keretében megkezdődött a telephely-kiválasztás előkészítése. Szakirodalmi adatok alapján az ország teljes területét áttekintették, majd az ígéretes térségekben – ahol azt a lakosság is támogatta – előzetes helyszíni kutatásokat végeztek a felszíni és felszín alatti elhelyezésre alkalmas földtani objektumok azonosítása érdekében.

1996-ban a földtani, műszaki biztonsági és gazdasági vizsgálatok záródokumentuma Üveghuta térségében javasolt további vizsgálatokat a felszín alatti, gránitban történő elhelyezésre, tartalékban tartva felszíni tároló létesítésére alkalmasnak látszó telephelyeket. Kedvezőnek minősül ez a terület abból a szempontból is, hogy az atomerőműtől nem messze,

a Duna ugyanazon partján helyezkedik el. Így az OAB egyetértésével az a döntés született, hogy a részletesebb kutatások 1997-ben Üveghuta térségében kezdődjenek meg.

1998 végén, az 1997-1998-ban végzett földtudományi munkákról szóló kutatási zárójelentésben a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) javaslatot tett arra, hogy az üveghutai kutatási területen kezdődjenek meg az engedélyezést és létesítést megalapozó részletes geológiai és telephely-jellemzési munkák. A kutatási zárójelentést a programot felügyelő szakértők elfogadásra javasolták.

A program ezen a ponton szakmai és politikai viták középpontjába került. Ezért az OAH kezdeményezésére a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség szakértői felülvizsgálták a program keretében elvégzett tevékenységeket, és az eddigi eredményekkel egyetértve a kutatások folytatását javasolták.

A Magyar geológiai Szolgálat szintén szakvéleményezte az elvégzett kutatásokat, és azzal egyetértett. A kutatási eredményekre támaszkodó biztonsági elemzések igazolták, hogy a területen a tároló biztonságosan üzemeltethető.

Fentiek alapján a nukleáris pénzalapot felügyelő miniszter 2001 májusában aláírta a négyéves kutatási tervet. A kutatásokra vonatkozó szerződések előkészítése közbeszerzési eljárás keretében folytatódott. 2001. decemberében a kutatási program végrehajtására megalakult a Bátatom Kft. hazai intézetek (ETV-ERŐTERV Rt. Mecsekérc Környezetvédelmi Rt., Golder Associates Hungary Kft.) összefogásával, és a MÁFI, mint alvállalkozó támogatásával. A 2002. év során a Bátatom Kft. a kutatáshoz szükséges előkészítési munkákkal párhuzamosan összeállította a földtani kutatási tervet. Az engedélyezett terv alapján a fúrások mélyültek, kutatóárok és vízmérő műtárgyak készültek, valamint megkezdődött a kutatási eredmények kiértékelése is. Elkészült bátaapáti területrendezési terve és megkezdődött az Előzetes Környezeti Hatástanulmányhoz szükséges előkészítő tevékenység.

Folyékony hulladékvizek kibocsátása

Az atomerőmű üzemeltetése alatt képződő mérleg feletti és hulladékvizeket kibocsátásuk előtt ellenőrző tartályokban gyűjtik. A vizek kibocsátását minden esetben szigorú kémiai és radiológiai minősítés előzi meg. A jelenlegi gyakorlat szerint az ellenőrző tartályokból vett minták összes-béta mérése – figyelembe véve a folyadék pH értékét is – alapján döntenek a vizek kibocsáthatóságáról, majd ezt követően a minták heti, havi és negyedéves archiválása után készített átlagminták feldolgozásával és laboratóriumi mérésével határozzák meg az izotópszelektív, pontos kibocsátásokat. Az ellenőrző tartályokból kibocsátott víz kiépített vezetékeken, majd a melegvíz-csatornán keresztül az erőmű kibocsátási rendjének előírásai szerint jut a Dunába. Az atomerőmű vízkibocsátási rendjében meghatározott két kibocsátási útvonalra telepített egy-egy vízmérő állomás (V2 és V3) biztosítja az atomerőműből kibocsátott víz – beleértve a turbinák kondenzátorainak hűtővizét – aktivitás-koncentrációjának ellenőrzését közvetlenül a Dunába történő bevezetés előtt. A kibocsáthatónak minősített vizek – a vegyi szennyezés típusa szerint elkülönítve – az atomerőmű zagyteri meszes, vagy vegyszeres medencéibe kerülnek kezelésre, ill. további ellenőrzésre. A zagyteri medencékből a kibocsátási határértékek betartásával a melegvíz csatornán keresztül szintén a Dunába, mint befogadóba kerülnek a hulladékvizek.

A tartálmérések alapján elfogadott vízi környezeti kibocsátások mértékét 2002-ben a 2.15. táblázat tartalmazza.

2.15. táblázat: 2002. évi folyékony kibocsátások

Komponensek	Éves kibocsátás	Éves kibocsátási korlát blokkonként	Korlát kihasználás [%]
hasadási és korróziós termékek	1,25 GBq	3,7 GBq	8,5
trícium	21,9 TBq	7,5 TBq	73
Sr-90	1,9 MBq	37 MBq	1,3
összes-alfa	*	**	-

* Bár néhány mintában kimutatási határ feletti összes-alfa aktivitás-koncentrációt mért az üzem, azonban a hatóság által jóváhagyott üzemi alfa-spektrometriai eredmények azt mutatták, hogy ez nem atomerőművi eredetű, hanem természetes alfa-sugárzó izotópoktól származott.

** A hatósági engedély (20199/1989. sz. Vízjogi üzemeltetési engedély. KDT KÖVIZIG, Székesfehérvár) megfogalmazása szerint az érték "0" kibocsátásnak minősül ("0" kibocsátás: 0,011 Bq/l alatti összes-alfa aktivitás-koncentráció az ellenőrző tartályokban)

Légnemű közegek kezelése és kibocsátása

A levegőkörnyezeti kibocsátásokat kezelő szellőző-, hidrogénégető- és gáztisztító rendszerek az eredeti tervek alapján épültek fel és üzemelnek.

A légnemű radioaktív anyagok forrásai az alábbiak:

- A légnemű radioaktív anyagok elsődleges forrása a primerköri hőhordozó, melynek aktivitás-koncentrációja és a szellőztetett terekbe kikerülő mennyisége, izotóp-összetétele és a szellőztetés határozza meg a helyiség levegőjének szennyezettségét.
- A légnemű radioaktív anyagok forrását képezik:
 - A reaktorüzemben a túlnyomásra méretezett hermetikus téren belül a primerköri hőhordozó szervezett és szervezetlen szivárgásaiból származó radioaktív szennyezők.
 - Az ellenőrzött zóna helyiségeiben a levegő környezeti kibocsátások forrásai lehetnek a primerköri hőhordozó szivárgásai, az evaporátorok rendszerének szivárgásai, a szennyezett kondenzátum tartályok vizének szivárgásai, a pihentető medencék vizének szivárgásai, a főépületi expressz laborokban végzett vízminta vizsgálatok.
 - A hidrogénégetőből kilépő radioaktív gázelegy.
 - A hőhordozóban oldott állapotban maradt radioaktív gázok a szennyezett kondenzátum tartályokban is kiválnak.
 - A segédépületben a víztisztító rendszerek és folyékony radioaktív hulladék tároló rendszerek szivárgásai és túlfolyásai,
 - Az egészségügyi épületben a fémtechnológiai és vízkémiai forró fülke komplexumban a forró fülkesor folyosóján lévő vegyifülkében, a primerköri vízminták elemzésére szolgáló ICP emissziós spektrométerben, a kémiai mérések vegyifülkéiben, a dozimetriai előkészítés vegyifülkéiben.

Légnemű radioaktív anyagok kezelése

A légnemű kibocsátásokat kezelő rendszerek feladata az erőmű potenciálisan szennyezett helyiségeiből a szellőztető rendszerek által elszívott, illetve a technológiai lefűvátásokból

származó levegő megtisztítása a környezetbe való kibocsátás előtt. Ezeknek a feladatoknak ellátására szolgálnak az erőmű normál üzeme alatt:

- a reaktor normál üzeme alatt hermetikus tér elszívó rendszerek szűrőberendezései (aeroszol és jód szűrők),
- reaktorüzemnek azokat a helyiségeit, melyekben gáznemű radioaktív szennyezettség potenciálisan előfordulhat, szellőztetik a két reaktorblokkra közös elszívó szellőztető rendszerekben lévő szűrőberendezések (aeroszol szűrők),
- a reaktorüzemi expressz laboratóriumok szellőztetését és a vegyifülke elszívását biztosító elszívó rendszerek szűrőberendezései (aeroszol szűrők),
- a segédépület szilárd és folyékony radioaktív hulladéktárolóiból elszívórendszerben lévő szűrőberendezések (aeroszol szűrők)
- a reaktorblokkban üzemelő recirkulációs rendszerek szűrőberendezések (aeroszol és jód szűrők),
- A főépületi gázlefuvatásokat tisztító speciális gáztisztítók szűrői (zeolit, adszorpciós szén és jódszűrők),
- A fő- és segédépületi kis aktivitású gázlefuvatásokat tisztító segédépület speciális gáztisztítók szűrői (aeroszol és jódszűrők),
- A reaktor üzemzavarai esetén, amikor a túlnyomásra méretezett hermetikus térbe a szervezett szivárgásokat meghaladó mennyiségben kerül a primer hűtőközeg, a levegő tisztítása céljából a recirkulációs rendszereken kívül a karbantartási elszívó rendszerek s szűrőberendezései (aeroszol és jód szűrők), az elszívó rendszerek alapfeladata az átrakás és a karbantartási munkák végzésének idején a normál üzemviszonyok fenntartása a túlnyomásra méretezett hermetikus helyiségekben,
- Az egészségügyi épület potenciálisan radioaktív szennyezett levegőt szállító szellőztető rendszerek berendezései.

Az erőmű üzemelése során három helyről történik radioaktív izotópokat tartalmazó levegő kibocsátása.

Az 1-2. blokk szellőzőkéménye

Az 1-2. blokk szellőzőkéményének magassága az egészségügyi zónában megengedett talajmenti radioizotóp koncentráció figyelembevételével 100 m. A kémény ikerkéményként létesült, melyben két betétcső van. A két betétcső keresztmetszete a kilépésnél $10,2 \text{ m}^2$, a tervezett minimális kilépési sebesség 15 m/s .

A szellőzőkéményen keresztül távozik az 1-2 blokk és az 1. sz. segédépület szellőztető levegője. A környezetbe kibocsátott teljes légmennyiség kb. $567.000 \text{ m}^3/\text{h}$ a blokkok normál üzemállapotában és kb. $686.000 \text{ m}^3/\text{h}$ az egyik blokk karbantartásának idején. A teljes légmennyiségből kb. $142.000 \text{ m}^3/\text{h}$ az elszívórendszerek gáztisztítóin megszárt levegő, a fennmaradó mennyiség inaktív levegő.

Az egészségügyi épület szellőző kürtője

Az egészségügyi épület szellőző kürtője az épület tetején létesült, a kürtő teteje a talajszint felett 30 m magasságban van. A kürtő keresztmetszete $14,0 \text{ m}^2$, a tervezett kilépési sebesség $3,2 \text{ m/s}$.

A kürtőn keresztül távozik a környezetbe az egészségügyi épület helyiségeiből elszívott levegő. A teljes légmennyiség kb. $164.000 \text{ m}^3/\text{h}$, ebből $4500 \text{ m}^3/\text{h}$ a radiokémiai labor vegyifülkéinek elszívott levegője, kb. $3400 \text{ m}^3/\text{h}$ a forró fülkesorból elszívott levegő, $5000 \text{ m}^3/\text{h}$ az egyéb, szűrés után kibocsátott levegő.

A 3-4. blokk szellőzőkéme nye

A 3-4. blokk szellőzőkéme nye azonos az 1-2. blokk szellőzőkéme nyével. Ezen keresztül távozik a 3-4. blokk reaktorház és a 2. sz. segédépület szellőztető levegője. A környezetbe kibocsátott teljes levegőmennyiség kb. 570.000 m³/h, a blokkok normál üzemállapotában és 690.000 m³/h az egyik blokk karbantartásának idején. A teljes légmennyiségből kb. 134.000 m³/h az elszívó rendszerek gáztisztítóin megszűrt levegő, fennmaradó mennyiség szűrés nélküli levegő.

A légkörbe kibocsátott radioaktív izotópok mennyiségének jellemzésre a 2.16. táblázatban ismertetjük a HAKSER jelentésben lévő értékeket.

2.16. táblázat: A hatóság által elfogadott 2002. évi légköri kibocsátások és a korlát %-ában kifejezett értékei a korlátozás alá eső komponensekre

Korlátozás alá eső komponensek	1-2. blokk [MBq/év]	3-4. blokk [MBq/év]	Összesen	
			[MBq/év]	[%]
⁸⁹ Sr + ⁹⁰ Sr	0,070	0,027	0,097	0,25
Radioaktív jódiszotópok, ¹³¹ I egyenérték	37,6	48,2	85,8	< 0,1
Radioaktív aeroszolok *	198	28,2	227	< 0,1
Radioaktív nemesgázok *	3,3·10 ⁷	2,3·10 ⁷	5,6·10 ⁷	0,43

* összes-béta aktivitás, aeroszol méréseknél ⁹⁰Sr+⁹⁰Y, nemesgázoknál ¹³³Xe hitelesítő forrással kalibrálva

2.2.3. Kapcsolódó tevékenységek és létesítményeik

2.2.3.1. Vízellátás

A Paksi Atomerőmű vízrendszerét vízforrás és funkció szerint is két fő csoportba sorolhatjuk. Vízforrás oldalról a Duna, ill. kutak vize biztosítja a vízellátást. A felhasználás szerint kommunális és ipari célokra szolgál.

a.) Ivóvízellátás

Kizárólag kommunális célokat lát el – az épületek szociális berendezéseit. Az éves fogyasztás kb. 260 000 m³, az engedélyezett felhasználás 350 000 m³/év.

Az atomerőmű ivóvíz ellátását a Csámpai Vízmű biztosítja. A víz kitermelésére a Csámpa I. és Csámpa II. területen 7, valamint további 2, összesen 9 db mélyfúrású kút épült ki. Ebből jelenleg 6 kút üzemel, 2 eltömedékelt, 1 megfigyelő kútként funkcionál. Mélységük 76-154 m, a kitermelhető vízhozam 200-1200 l/perc között változik.

A víz típusa rétegvíz. A víz kezelése vas-és mangántalanításból, valamint klórozásból áll.

b.) Használati víz

Az atomerőműben egyesített ipari- és tűzivízrendszer épült ki.

Tűzivíz ellátás

A tűzivíz tervezett mértékadó vízmennyisége 11,4 m³/perc, amely a következők szerint tevődik össze:

- üzemi főépület vízigénye 10,2 m³/perc;
- legnagyobb udvartéri kábelalagút oltóhabképzés 0,4 m³/perc;
- turbinagépházi olajtűz oltóhabképzés vízigénye 0,8 m³/perc.

A tűzivízrendszer elsődleges vízforrása a parti szűrésű kúttelep. A kútsor a hidegvízcsatorna É-i oldalán, 1986-88-ban épült, 9 db nagy, ill. közepes átmérőjű, kb. 30 m mély kúttal. A kúttelep 8 bar indulónyomáson 13 m³/perc vizet szolgáltat.

A tűzivízrendszer másodlagos, automatikus tartalék betáplálási forrása a I. technológiai szivattyú házban elhelyezett tűzivíz szivattyú telep. A szivattyútelep vízbázisa az 1-2. blokkok kondenzátor hűtővízrendszere, azaz a használt melegvíz elvezető csatorna.

A dízel tűzivíz szivattyútelep a parti szűrésű kúttelepre és a tűzivíz szivattyúház kiesése esetén a biztonsági hűtővíz rendszer visszatérő melegágára csatlakozik. Vízbázisa a 3-4. blokk kondenzátor hűtővízrendszerének gravitációs melegvíz elvezető vasbeton csatornája.

A kazánházi szivattyútelep tartalékként funkcionál. Vízbázisa a 177/A jelű épület mellett lévő 600 m³-es víztároló medence, feltöltése a tűzivízhálózatról történik. A tűzoltókocsik feltöltéséhez 6 db tűzcsap áll rendelkezésre.

A 12 bar-os tűzivíz szivattyútelep feladata elsősorban a turbinacsarnok tűzvédelme – a tűzivízzel való oltást és a nagynyomású habvízágyúk vízellátását biztosítja. Vízbázisa a 3. blokki melegvízcsatorna.

c.) Technológiai vízellátás

A technológiai víz hűtővíz és pótvíz előkészítés céljára a kondenzátor hűtővíz rendszerről a technológiai hűtővíz rendszeren keresztül kerül kivételre. A hűtővíz a vízkivételi műben történő előkészítés, finomszűrés és nyomásemelés után kerül a fogyasztókhoz. A megfelelő pótvíz előállítását a vízelőkészítő rendszer biztosítja.

A dunavíz vízkivételi műhöz vezetését, ill. a Dunába visszavezetését a következő létesítmények biztosítják:

- hidegvíz csatorna;
- vízkivételi mű sloprendszere;
- melegvíz csatorna;
- szinttartó bukó;
- melegvíz csatorna és torkolati energiatörő műtárgy.

A hidegvíz csatorna a Dunát a vízkivételi művekkel összekötő nyílt felszínű, földmedrű, részben burkolt csatorna. Feladata – a Duna mindenkori vízállásától függetlenül – az atomerőmű hűtővíz igényének kielégítése, és a hajózás biztosítása a hidegvíz csatornában létesített nehéz kikötőhöz.

Mindkét oldalán árvízvédelmi töltés húzódik. A hidegvíz csatornán

- uszadékfogó műtárgy;
- havaria elhárítás visszakeverő rendszer;
- nehéz kikötő;
- melegvíz visszakeverő műtárgy található.

A felmelegedett hűtővizeket (kondenzátor, biztonsági, technológiai) és a csapadékvizeket is a zártszelvényű vasbeton melegvíz csatornába vezetik. A melegvíz csatornák a szinttartó bukóhoz vezetik a vizet. Kondenzátor hűtővíz oldalról blokkonként független melegvíz csatornák létesültek.

A szinttartó bukótól a Dunába történő melegvíz elvezetés burkolt medrű, 20 m fenékszélességű, 1:2 rézsúhajlású nyílt-felszínű csatornán történik. A melegvíz Dunába történő bevezetésénél energiatörő műtárgy létesült.

A vízkivételi mű építményei és gépi berendezései együttesen biztosítják feladatának maradéktalan ellátását. Az I-es ütem vízkivételi műve csak az 1-2. blokk, míg a II-es ütem csak a 3-4. blokk hűtővíz rendszereinek szolgáltat hűtővizet.

A technológiai hűtővíz rendszer feladata:

- az erőmű normál fogyasztóinak ellátása a kondenzátor hűtőviznél jobb paraméterekkel rendelkező hűtővízzel;
- az erőmű sótalan víz igényét biztosító vízelőkészítő üzem "nyers", szűrt Duna-vízzel történő ellátása.

A technológiai hűtővíz rendszer vízforgalma: 7200 m³/h.

A nyersvíz a Dunából az 1-es blokkon elhelyezett nyersvízrendszeren keresztül jut el a sótalanított vízigényt biztosító üzembe. Az üzem a nyersvizet 25±5 °C-ra előmelegítve kapja 2 x DN 200 átmérőjű vezetéseken keresztül. A nyersvíz tartályból szívják a vizet a nyersvíz szivattyúk és továbbítják a meszes előlágyító reaktorba.

A meszes előlágyítás derítőlágyító- és derítőreaktorban megy végbe. Az előlágyítást mésztejjel végzik. A reaktor max. 360 m³/h nyersvíz előlágyítására alkalmas. A letisztult, derített előlágyított vizet a beépített gyűjtővályúkon keresztül a szűrőkre vezetik, gravitációs úton.

A szűrt előlágyított víz további feldolgozására, elő-sótalanítására 4 db alapsótalanító blokk áll rendelkezésre, egyenként 120 m³/h teljesítménnyel. Egy sótalanító blokk három ioncserélő tartályból áll, a kimerítési útvonal sorrendjében, szervesanyag-kötő, kationcserélő, anioncserélő, míg a finomsótalanvíz blokk kimerítése a kevertágyas szűrőkön történik.

Külön vezetékek látják el sótalanított vízzel az 1-2., blokk 3-3 db 1000 m³-es tartályát, illetve a 3-4. blokk három darab 1000 m³-es tartályát, valamint a 4x500 m³-es sótalanvíz tartályt.

2.2.3.2. *Vízvezetés*

a.) Szennyvízvezetés

Az atomerőmű elválasztó rendszerű csatornahálózata külön kommunális, és külön ipari szennyvíz hálózattal rendelkezik.

Kommunális szennyvíz

A kommunális szennyvízrendszer kizárólag a szociális berendezések használatából keletkező szennyvizet gyűjti. Az épületektől rövid gravitációs vezetékekkel összegyűjtött szennyvizet gyűjtőcsatornába kötnek. Innen átemelő segítségével, nyomócsövön továbbítják az erőmű saját szennyvíztelepére.

A szennyvíztelep az erőművi blokkoktól K-re eső területen épült meg. A totáloxidációs, eleveniszapos, 2 db tömbösített TABTA típusú műtárgysorból álló szennyvíztisztító mű az erőmű kommunális szennyvizeinek, az egészségügyi és laboratóriumi épület hulladék vizeinek, valamint időnként a TM-es mérlegen felüli vizek fogadója és tisztítója. A telep terhelése éves szinten 240-280 ezer m³. Tehát az 1870 m³/nap kapacitás jelenleg nincs kihasználva, a nyers szennyvíz mennyisége 700-1100 m³/nap között van. A telepről kikerülő fölös iszapsűrítés után iszapszikkasztó ágyra kerül. (Részletesebben lásd az 5.4.6.2.1. alfejezetben.)

A kommunális szennyvíziszap veszélyes hulladéknak lett minősítve. A kiszáradt iszap (kb. 50 %-os száraz anyag tartalom) a radioaktivitás ellenőrzése és a sugárvédelmi hatóság által az elhelyezési módra és körülményeire kiadott – a hulladék nem radioaktív hulladékként történő kezelését engedélyező - ún. felszabadítási engedély előírásai alapján veszélyes hulladék lerakóban elhelyezésre.

Ipari szennyvíz

Az ipari szennyvíz rendszer gyűjti a nem kommunális eredetű, a technológiából keletkező hulladék- és olajosvizeket. Ebbe kerülnek a vízkivételi műnél beépített szűrők visszaöblítéséből, a gereb tisztítóknál vízzel eltávolított hulladékok (kb. 1800 m³/h), valamint a vízelőkészítő hulladékviizei (az előlagyító berendezés, mészreaktor, mésztejkeverők, kavicszűrők, sótalánító berendezés, szervesanyagkötő ioncserélő, kation- és anioncserélő, kevertágyas ioncserélő és a vegyszer előkészítő, tartálytúlfolyás, vegyszerlefejtés hulladékviizei, valamint a kondenzátum kezelés hulladékviizei és az egyéb hulladékviizek).

Mennyiségük egyidejűséget feltételezve 500-700 m³/nap. Ezek a hulladékviizek a zagytározóba kerülnek. A tisztított víz túlfolyón keresztül gravitációsan távozik a melegvíz csatornába.

Technológiai olajos szennyviizek a tűzoltólaktanya gépkocsimosójánál, a dízelgépházaknál, a nagynyomású kompresszorháznál, turbinaolaj centrifugánál és a vasúti olajlefejtőnél keletkeznek, mennyiségük 235-290 m³/év, a maximális intenzitás 65 l/s.

Tisztításuk során a keletkezés helyén az olajos szennyviizeket részleges tisztítást biztosító olajfogón keresztül a 10000 m³-es olajos szennyvízmedencébe vezetik. Az olajos szennyvízmedence az eredeti tervek szerint – megfelelő vízmennyiség esetén – olajlefölözésre alkalmas. A medencébe jutó szennyviizek mennyisége a tervszerinti használatot nem tette lehetővé. A medence jelenleg szennyvíz, szennyvíziszap tárolóként funkcionál.

Az olajos medence korszerű SEPURATOR III. típusú élővízbe engedhető tisztítási határfokkal rendelkező olajtisztító műtárggyal történő kiváltásának, ill. az olajos medence felszámolásának vízjogi létesítési engedélykérelme 2004-ben benyújtásra kerül.

A szekunder körü hulladékvizek keletkezési helye a gépház. A kondenzátum hulladék- és felmosóvíz, amelyek a pincében lévő zompban gyűlnek össze. A biztonsági, ill. kondenzátor hűtővízrendszerek esetleges meghibásodásából keletkező szennyvizek. A mágnesszűrők öblítővizei a melegvízcsatornába kerülnek kibocsátásra. A teljesáramú kondenzattisztító hulladékvizei ellenőrzés után a primerköri tartályokba, vagy a meszes zagmedencékbe kerülnek. A pótvegyszer adagolás hulladékvizei és a tartály tisztítás szennyvizei gyűjtőtartályából a vízelőkészítő hulladékvíz átemelő aknájába kerülnek, majd a meszes zagmedencékbe.

Az időszakos mosóvizek a primer és szekunderköri rendszerek éves karbantartása során történő vegyszeres tisztításnál keletkeznek. Befogadjuk a vegyszeres hulladékvíz medence, majd a melegvíz csatorna.

b.) Csapadékvíz elvezetés

A csapadékvíz elvezető rendszer bekötővezetékekből, gerinccsatornákból és befogadókából álló rendszer. Feladata a burkolt és zöld felületek víztelenítése, úgymint épületek tetővizei, térburkolatok, utak, zöldterületek csapadékvizeinek elvezetése.

A csatornahálózat gravitációs csövekből is épült, és a szennyvízrendszerhez hasonlóan átemelők is vannak, esése nagyrészt 3-5 ‰. A nyomvonal mentén kb. 30-60 m-ként kör alakú tisztítóaknák épültek. Az épületek tetővíz lefolyói, valamint a burkolatok víznyelői által összegyűjtött víz kisebb csatornaágakba, majd a főgyűjtőkbe kerül. A Paksi Atomerőmű területén 5 főgyűjtő csapadékcatorna található.

A csapadékvíz csatorna rendszer befogadói az üzemterületen kívül létesültek. Ezek: az Északi övcsatorna – nyomvonala az FH jelű úttal párhuzamosan vezet. Végső befogadó a hidegvíz csatorna. Déli öv csatorna – nyomvonala a terület déli és nyugati szakaszán vezet. Egy része 0,6-1,0 m széles nyílt árok, rézsúhajlása 1:1, 1:3. További szakasza zárt. Befogadó a melegvíz csatorna.

2.2.3.3. Veszélyes anyagok és tárolásuk

A Paksi Atomerőmű telephelyén potenciálisan veszélyt jelentő hagyományos ipari létesítményeket a 2.17. táblázat adja meg. Az adott mennyiségben tárolt anyagok a távolságra való tekintettel az erőműre potenciálisan nem veszélyesek.

2.17. táblázat: A Paksi Atomerőmű telephelyén tárolt veszélyes anyagok és tárolóhelyeik

Forrás	Tartalom	Mennyiség	Távolság a blokkoktól
Nitrogénüzem	Gázhalmazállapotú nitrogén Folyékony nitrogén	60 m ³ (9 bar), 60 m ³ (140 bar) 16 m ³ (2.5 bar), 50 m ³ (9 bar)	300 m
Hidrogénüzem	Gázhalmazállapotú hidrogén	300 m ³ (9 bar)	300 m

Forrás	Tartalom	Mennyiség	Távolság a blokkoktól
Vegyszerlefejtő	Sósav Salétromsav	Kigőzölgés csak a lefejtés alatt Kigőzölgés csak a lefejtés alatt	>250 m
Vízelőkészítő üzem	Salétromsav Sósav Nátriumhidroxid Kénsav	32 m ³ (60%) 400 m ³ (32%) 300 m ³ (40%) 1 m ³ (96%)	>200 m
Gázpalacktároló	Gázhalmazállapotú hidrogén Gázhalmazállapotú acetilén Gázhalmazállapotú bután	14400 kg (50 kg-os palack) 3600 kg (50 kg-os palack) 500 kg (50 kg-os palack)	250 m

A **nitrogénüzemben** 14 MPa nyomású gáz halmazállapotú nitrogént és -196°C hőmérsékletű folyékony nitrogént tárolnak. A **hidrogénüzem** tartályai 20 m³ gázt tárolnak 0,9 MPa nyomáson.

A szekunderkörüi pótvízelőkészítő **vegyszerlefejtő állomása** a vízelőkészítővel együtt, az erőmű egyik legkorábban üzembe helyezett részegysége, 1979 óta üzemel. Ezen lefejtő rendszeren történik az erőmű folyékony halmazállapotú technológiai vegyszereinek lefejtése vasúti tartálykocsikból a tároló tartályokba. A vegyszerlefejtő üzembe helyezése óta eltelt 19 év alatt közel 30000 tonna agresszív vegyszer került lefejtésre ezen rendszer segítségével.

A **vegyszerlefejtő állomáson** és a **vízelőkészítőben** nagy tárolótartályokban koncentrált savakat tárolnak. A tárolótartályok kármentőben találhatóak, illetve a helyiségekben gyűjtőcsatornák vannak. Innen a zágytéri meszes medencébe kerülhet a kifolyó anyag. Itt a savak semlegesítődnek, nagy mennyiségű lúgkiömlés okozhat csak gondot. Erre az esetre az üzemi Vízhőszigetelési Kárelhárítási Intézkedési Terv került kidolgozásra. A kifolyásból keletkező gőzök jelentősen felhígulnak és elhanyagolható mértékűek.

A **gázpalacktárolóban** 50 kg-os hidrogén, acetilén és propán gázpalackokat tárolnak. Az atomerőműben folyó munkákhoz jelentős mennyiségben használnak különböző vegyi anyagokat (ipari gázok a technológia részeként, vegyszerek a víztisztításhoz és szennykezeléshez, zsírok-olajok a gépészeti berendezésekhez, dízel olaj a szükség áramfejlesztőkhöz, stb.). A felhasznált anyagok közül itt csak a veszélyesekkel foglalkozunk, és azok közül is csak a technológiai vonatkozásúakkal. A veszélyes anyagok 2000-2002. között felhasznált és üzemterületen tárolt mennyiségeit a 2.18. táblázatban foglaltuk össze.

2.18. táblázat: A veszélyes anyagok 2000-2002 között felhasznált és üzemterületen tárolt mennyisége

Anyag	Szállítási egység göngyöleg	Éves felhasznált mennyiség			Területen tárolt mennyiség Raktáron 2002.10.21.	Éves beszállítási gyakoriság és össz. mennyiség
		2000.	2001.	2002.		
acetilén	Palack 2 kg	10 kg	0 kg	6 kg	8 kg	Utóbbi 2 évben nem volt 11x 129,6 kg 2x 140 kg
	3,6 kg	50,4 kg	105,2 kg	129,6 kg	21,6 kg	
	10 kg	400 kg	372 kg	130 kg	140 kg	
alkohol	Hordó 200 l	610 l	942 l	707 l	278 l	4x 800 l
benzin	Tartálykocsi 33-as keverék	5035 l	10988 l	9789 l	1892 l	Utóbbi 2 évben nem volt 4x 30000 l
	95-ös	5248 l	8955 l	7187 l	8014 l	
H ₂ 160 bar	Palack 6 m ³	42 m ³	702 m ³	606 m ³	1194 m ³	4x 600 m ³
Hidrazin	Spec. konténer 1000 l	75760 l	67900 l	45590 l	7760 kg	7x 67900 l
H ₂ SO ₄ 100 %-ra átszámítva	Műa. ballon 25 kg 96%-os	50 kg	75 kg	36 kg	124 kg	1-2x 100 kg 7x 5000 kg
	92%-os	1200 kg	5000 kg	980 kg	2065 t	
HCl 33 %	Tartálykocsi tonna	381 t	435 t	247 t	58,83 t	18x 400 t
NaOH	Tartálykocsi tonna	208 t	190 t	135 t	74,23 t	7x 200 t
O ₂ 200 bar	Palack 4 m ³	112 m ³	152 m ³	152 m ³	0 m ³	10x 152 m ³ 7x 550 m ³
	10 m ³	820 m ³	730 m ³	460 m ³	140 m ³	
Gázolaj	Tartálykocsi Kis kéntartalmú Diesel	80036 l	88810 l	72000 l	967299 l	3x 75000 l 10x 80000 l
		96000 l	86525 l	52809 l	8911 l	
Foszforsav 100%	Műa. ballon 60 l	50 l	50 l	100 l	117 l	1-2x 100 l
Ammónium- hidroxid	Műa. ballon 60 l	120 l	1000 l	128 l	415 l	2x 500 l (idén nem volt beszerzés)

Anyag	Szállítási egység göngyöleg	Éves felhasznált mennyiség			Területen tárolt mennyiség Raktáron 2002.10.21.	Éves beszállítási gyakoriság és össz. mennyiség
		2000.	2001.	2002.		
Hidr. peroxid	Műa. ballon 60 l	1482 l	300 l	0 l	300 l	2x (2001-ben) 625 l
Citromsav 100 %-ra	Zsák 25 kg	3500 kg	5975 kg	1400 kg	1725 kg	7x (2001-ben) 6400 kg 1x (2002-ben) 1500 kg
Oxálsav 100 %-ra	Zsák 25 kg	2255 kg	5925 kg	1265 kg	1935 kg	7x (2001-ben) 5750kg 1x (2002-ben) 2000kg
KMnO₄	Zsák 25 kg	400 kg			1050 kg	3x (2001-ben) 2000kg 1x (2002-ben) 800kg
Cseppfolyós nitrogén	Tartálykocsi 25 m ³ , -196 °C (14 000 m ³)	562770 m ³	627030 m ³	544390m ³	27500 m ³ gázra átszámítva 1 lit.-ből 0,686 m ³	52x 650000 m ³
Étkezési só	Zsák 50 kg	72000 kg	61000 kg	35000 kg	13750 kg	3x (2001-ben) 75000 kg 1x (2002-ben) 25000 kg
Salétromsav	Tartálykocsi kg	9000 kg	13000 kg	14402 kg	28343 kg	2x 25000 kg
Bórsav	Zsák 25 kg	35900 kg	33000 kg	32356 kg	4950 kg	2x 30000 kg
Vasszulfát	Ömlesztett v. zsákos kg	22120 kg	30320 kg	15520 kg	3000 kg	6x 25000 kg
Mészhidrát	Tartálykocsi tonna	201,63 t	284,5 t	178 t	75,95 t	18x 250 t

2.2.3.4. Más kapcsolódó tevékenységek, technológiai rendszerek

Az erőműben számos olyan technológiai rendszer van, amely biztonsági besorolása alapján a nukleáris biztonságot nem befolyásolja, ill. a termeléshez közvetlenül nem kapcsolódik. Ezek a rendszerek az erőmű általános működéséhez szükségesek. A felsorolt rendszerek feladata veszélyes anyagok illetve hagyományos veszélyes hulladékok kezelése, szállítása, tárolása, így meghibásodásuk esetén fennáll a környezetszennyezés lehetősége. Ezek a következők:

- Ipari hulladékvíz gyűjtő, átemelő és elvezető rendszer;
- Ipari zagyter (mésziszap, vegyszeres és olajos medencék);
- Vegyszerlefejtő és speciális vegyszerelőkészítő;
- Vegyszerátadó és adagoló rendszerek;
- Vegyszeres hulladékvíz kidobó vezetékek;
- Turbina olajrendszer;
- Olajlefejtő állomás és vészleürítő rendszer;

- Gépházi és tápszivattyú olajrendszer;
- Biztonsági dízelgenerátorok kenőolaj, fáradtolaj és gázolaj rendszere;
- Kommunális szennyvízvezeték hálózat;
- Olajos szennyvízvezeték;
- Vegyszerraktár benzinkút.

Ezen rendszerek állapotáról és a szükséges beavatkozásokról 3.2.2. pontban szólunk.

2.2.4. A telephely infrastrukturális kapcsolatai

Távhőellátás: Paks várost (pontosabban az erőmű létesítésével összefüggően megépült DNY-i városrészt, az ún. „lakótelepet”) jelenleg a Paksi Atomerőműből indított 130/70 °C paraméterű forróvíz távfűtővezeték látja el távhővel.

Villamosenergia hálózati kapcsolatok: Az erőműben fejlesztett villamosenergia a 400 kV-os és a 120 kV-os nagyfeszültségű rendszeren jut el a fogyasztókhoz.

Közúti, vasúti és hajózási kapcsolatok: Az erőmű megközelíthetősége vasúton, közúton és a Dunán, mint nemzetközi vízi úton egyaránt jó. A vasúti szárnyvonal Budapest-Dunaújváros-Dunaföldvár-Paks útvonalon halad, végállomása Pakson van. A szárnyvonalról az erőmű telephelyének területére iparvágány vezet.

A 6. sz. országos főút kétnyomsávos, korszerűtlen, forgalom szempontjából telített, balesetveszélyes út. Az erőmű telephelyére Budapestről közelítve, Paks után két bekötőúti leágazás van (északi és déli bejáró).

A Duna a hazai és nemzetközi vízi szállítás útvonala. A belföldi és az export-import szállításon kívül jelentős a tranzitforgalom. Ehhez a forgalomsűrűséghez képest az erőművi forgalom nem számottevő. Paks térségében a Duna szakasz könnyen hajózható, lassú folyású. A hajóút kitézése jó. A hidegvíz csatornán kikötő található, melynek rendeltetése az erőműbe hajókon, uszályokon érkező nehéz berendezések fogadása.

Légi közlekedés: A paksi atomerőmű 3 km-es zónája 2400 m-es magasságig tiltott légtér, amelyen repülőgépek nem haladhatnak át.

A telephely 50 km-es körzetében nincs nyilvános, közforgalmú repülőtér. A Ferihegyi Repülőtér, mint az ország legnagyobb forgalmú légikikötője a telephelytől kb. 100 km távolságban van. Nem nyilvános repülőtér található Dunaújvárosban, Kalocsán és Ócsényben. (Ezek közül azonban a kalocsai jelenleg nem működik.)

Vízellátás és a szennyvíz elhelyezése: A létesítmény vízfelhasználása a funkció alapján két fő csoportba sorolható:

- hűtés céljára felhasznált vizek, amelyek maradéktalanul visszajutnak a befogadóba, a Dunába,
- az erőmű technológiai vízvesztéseinek pótlására szolgáló víz, tűzvíz, valamint az ivóvíz és használati víz felhasználások.

A vízrendszerek forrásai az ivóvíz esetében a csámpai kutak, az ipari- és tűzvíz rendszer esetében a partiszűrésű kúttelep a melegvíz csatornai tartalékkal. Minden további vízrendszer forrása a Duna.

Az erőmű kommunális szennyvizeinek, az egészségügyi és laboratóriumi épület hulladék vizeinek, valamint időnként a mérlegen felüli vizek fogadója és tisztítója az erőműhöz tartozó 1870 m³/nap kapacitású totáloxidációs, eleveniszapos szennyvíztisztító.

2.3. Kibocsátás- és környezetellenőrző rendszerek

Az atomerőmű környezetellenőrző tevékenysége mind a radiológiai, mind a hagyományos kibocsátások vizsgálatára kiterjed.

2.3.1. Radioaktív kibocsátások ellenőrző rendszere

Az atomerőmű kibocsátás- és környezeti sugárvédelmi ellenőrzését ellátó ún. Környezeti Adatgyűjtő Rendszernek (KAR) az a feladata, hogy az atomerőmű minden üzemállapotában (normál üzem, üzemzavar, nukleáris baleset) kellő mennyiségű és megbízhatóságú adatot szolgáltatson a környezeti hatások megítéléséhez, adott esetben a szükséges intézkedések meghozatalához.

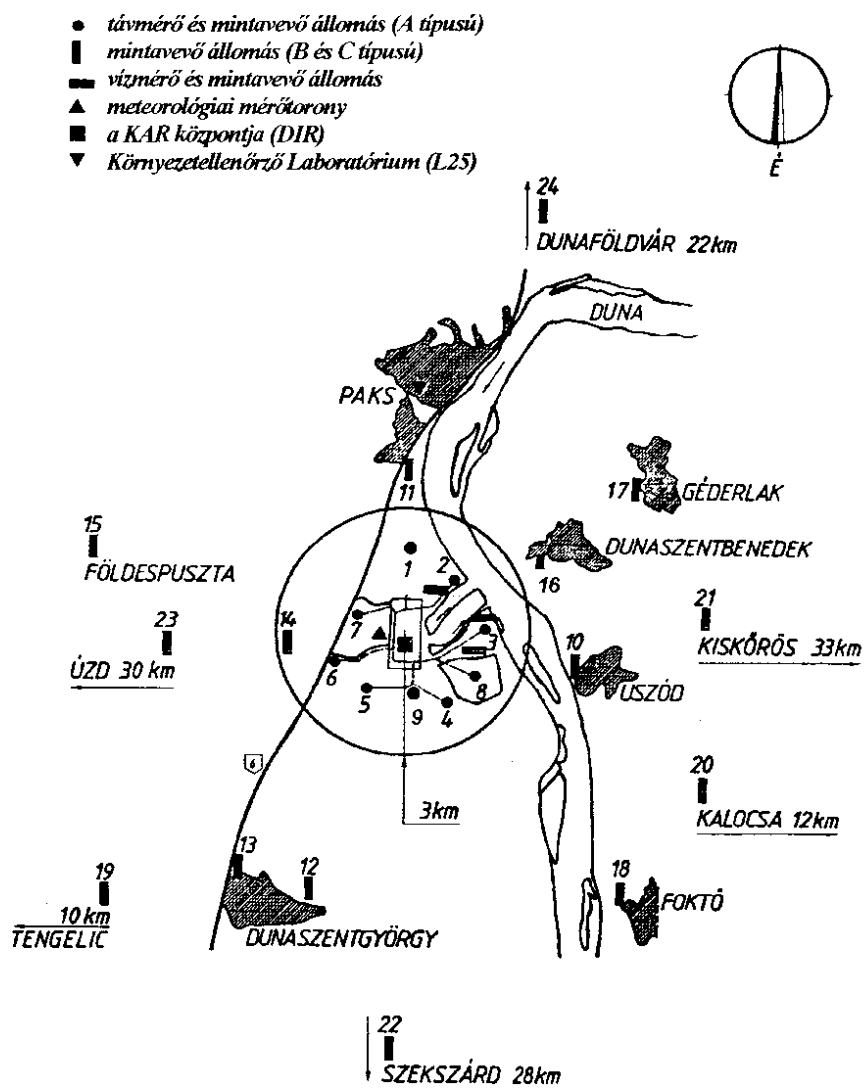
Normál üzemelés esetén a kibocsátás-ellenőrző rendszernek egyértelműen mérnie kell a hatósági kibocsátási korlát néhány százalékát. Üzemzavar esetén a tényleges kibocsátás minél pontosabb regisztrálása a cél. Nukleáris baleset során pedig rövid időn belül kell elegendő mennyiségű és megbízhatóságú adatot szolgáltatnia a baleset korai fázisában fogantatandó intézkedések megalapozásához. Ez utóbbi esetben fel kell tételezni, hogy a kibocsátás nem, vagy nem teljes egészében mérhető. Ennek következtében a forrástag a környezeti sugárzási jellemzők távmérése, valamint a meteorológiai adatok alapján számítással becsülhető. A lakossági dózisek ekkor részben a becsült forrástag, részben pedig közvetlen mérések alapján adhatók meg.

A radioaktív anyagok kibocsátásának, továbbá az atomerőmű környezetének sugárvédelmi ellenőrzése egyrészt a távmérő (telemetrikus) rendszereken, másrészt a mintavételes laboratóriumi vizsgálatokon alapul. A mintavető és mérőállomások elhelyezkedését a 2.8. ábra, a Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (HAKSER) mérési és mintavételi helyeit a 2.9. ábra mutatja.

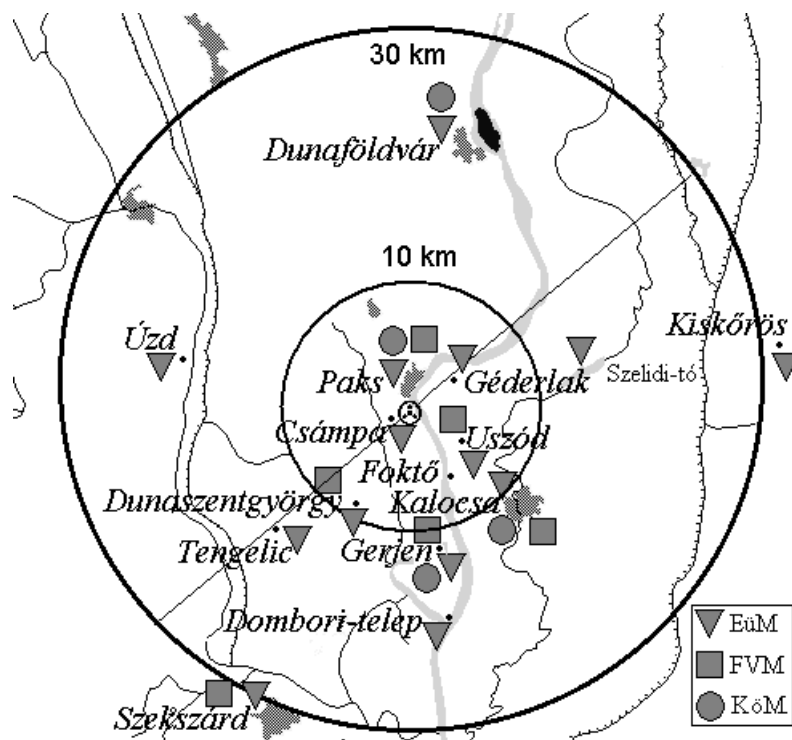
A Paksi Atomerőmű 30 km-es körzetében 25 telepített állomásról rendszeresen gyűjtik a környezeti mintákat, és évente mintegy 5000 környezeti mérést végeznek el. Az ellenőrzés főbb területei a következők:

- a légköri és a vízi kibocsátások mérése a szellőzőkéményekben, illetve a vizeket összegyűjtő tartályparkban, valamint a kifolyó csatornáknál
- a meteorológiai és a Duna hidrológiai jellemzőinek mérése
- a levegő, a kihullás, a talaj, a talajvíz és a természetes növénytakaró (fű) radioaktív koncentrációjának mérése a környezetben
- a felszíni vizek (Duna és halastavak), az esővíz gyűjtő csatornák különböző mintáinak (víz, iszap, hal) aktivitásmérése
- egyes élelmiszer-minták (tej) aktivitáskoncentrációjának mérése
- a környezeti gamma-sugárzás dózisének, dózisteljesítményének mérése

2.8. ábra: A mintavevő és mérőállomások elhelyezkedése a Paksi Atomerőmű környezetében



2.9. ábra: Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer mérési és mintavételi helyei



A mérőrendszer elemeinek feladata és legfontosabb paramétereik a 2002. évi állapotnak megfelelően az alábbiak:

Távmérő rendszerek

KALINA mérőrendszer: a szellőzőkéményeken keresztül kibocsátott levegőben lévő radioaktív aeroszolok összes-béta, a jódok összes-gamma, és a nemesgázok összes-béta aktivitását méri.

NEKISE mérőrendszer: szellőzőkéményenként a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációját méri.

^{131}I távmérő: kéményenként a kibocsátott levegő ^{131}I aktivitását méri szcintillációs detektorral.

Dózteljesítmény mérő detektorok: az üzemi területen („udvartéren”) 18 db BDMG típusú, GM-csőves szonda figyeli a környezeti gamma-sugárzás szintjét.

„A” típusú állomáshálózat: az erőműtől (1–1,5) km távolságban 9 db ún. A-típusú állomás helyezkedik el, melyeken a környezeti gamma-sugárzás dózteljesítményét egy-egy BITT-típusú mérőszonda figyeli a 30 nSv/h – 10 Sv/h mérési tartományban, valamint egy-egy jódtávmérő detektor méri a ^{131}I aktivitás-koncentráció időintegrálját az $(1-7 \times 10^6)$ Bqh/m³ határok között. Ezeken az állomásokon aeroszol, jód, fall-out, talaj és fű-mintavétel is történik laboratóriumi vizsgálatok céljából, továbbá TL-dózmérővel a környezeti sugárzás havi dózisát is mérik.

Vízmérő állomások: a Dunából hűtésre kivett vizet (V1), a felmelegedett kondenzátor hűtővizet (V2), valamint a mérleg feletti vizeket és a tisztított fekáliás szennyvizet kibocsátó vezeték vizét (V3) egy-egy vízmérő állomás ellenőrzi. Az állomásokon nagy méretű szcintillációs detektor méri egy 10 l-es mérőtérfogaton átáramló víz összes-gamma aktivitás-koncentrációját 0,6 Bq/l kimutatási határral, ezenkívül laboratóriumi vizsgálatokra folyamatos vízminta-vételezés is történik.

Meteorológiai mérőtorony: az erőmű melletti 120 m magas meteorológiai mérőtorony különböző szintjein (2, 20, 50 és 120 m-en) – az 1996-ban befejeződött rekonstrukció után – 11 nagy megbízhatóságú érzékelő összesen 18 mért, illetve képezett mennyiséget szolgáltat folyamatosan a terjedési számítások elvégzésére.

Dozimetriai Információs Rendszer (DIR): a felsorolt távmérő állomások 10 perces mérési időciklusban dolgoznak. A mérési adatokat kábelen keresztül a Dozimetriai Vezénylőkben elhelyezett számítógépek gyűjtik össze (évente mintegy 3,5 millió adatról van szó). Ezekbe a számítógépekbe futnak be a technológiai körök, illetve a helyiségek sugárzási állapotát figyelő távmérő detektorok – a SZEJVÁL sugárvédelmi ellenőrző rendszer – mérési adatai és státusz jelzései is. A DIR-hez különböző, erőművön belüli és kívüli számítógépes megjelenítő és adatfeldolgozó rendszerek csatlakoznak (PA Rt. Védett Vezetési Pont, Országos Meteorológiai Szolgálat, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság). A DIR archívumában tárolt meteorológiai, valamint a kibocsátási adatok felhasználásával mód van normálüzemi, illetve baleseti terjedési és lakossági sugárterhelési számítások (NORMDOS, illetve BALDOS) végzésére.

A légnemű kibocsátás ellenőrző rendszerei és a központi számítógépes egységek szünetmentes, a többi távmérő rendszer biztonsági energia-betáplálást kapnak az erőműből. Az „A” típusú állomásokon ezen kívül helyi szünetmentes tápegység (UPS) is biztosítja a távmérő és az adattovábbító egységek energia-ellátását.

A fentiekben ismertetett távmérő rendszerekkel kapcsolatban meg kell említeni, hogy 1998. óta folyamatban van a rendszerek rekonstrukciója (kivéve a meteorológiai mérőtoronyt). A tervezett rekonstrukció eredményeként a környezeti adatgyűjtő rendszer

- nagyobb megbízhatóságú
- szélesebb mérési tartományú
- több adatot szolgáltató
- az erőmű környezetét tekintve jóval nagyobb szögtartományt lefedő

lesz. Ki kell elégítenie a biztonságos üzemeléssel kapcsolatos, szabványokban rögzített szigorú követelményeket (I&C követelmények, földrengés-állóság stb.). A rendszerek átadásának határideje – többszöri módosítás után – 2004. december 31.

Laboratóriumi vizsgálatok

A távmérő detektorok jelzéseit a kibocsátási helyeken, valamint a környezet különböző pontjain – a környezetellenőrző állomásokon és egyéb helyeken – vett minták laboratóriumi vizsgálata egészíti ki. Ezek a vizsgálatok – szemben a távmérésekével – igen érzékenyek, és minden radionuklidra alkalmazhatók. Az erőmű egy évben mintegy 10 ezer víz- és levegőmintát elemez, és olyan radionuklidok kibocsátását is méri, amelyekre – az eddigi szabályozás szerint – hatósági előírás, illetve korlátozás nem vonatkozik (pl. ^3H -, ^{14}C -kibocsátás a légtérbe).

A 2.19. és 2.20. táblázat összefoglalja az erőmű mintavételezésen alapuló rutinszerű vizsgálati programját. Ennek, az erőmű normál üzemelése melletti ellenőrzésnek alapvető jellemzője az előre meghatározott helyeken, meghatározott gyakorisággal, előírt módon vett minták megfelelő érzékenységgel végzett vizsgálata. A laboratóriumokban alkalmazott vizsgálati módszerek érzékenysége (kimutatási határa) kielégíti a 15/2001. (VI. 6.) KöM rendeletben előírt követelményeket.

Az erőmű üzemi kibocsátás- és környezetellenőrző tevékenységét az elsőfokú Alsó Duna-völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség ellenőrzi. Az erőmű minden évben jelentést készít, amely – egyebek mellett – részletesen tartalmazza a kibocsátás- és környezetellenőrzés eredményeit. Ezt az illetékes hatóságokon kívül számos intézmény és szakember megkapja [6].

A KKÁT környezetellenőrző-rendszerét – mivel a tároló és az atomerőmű telephelye közvetlenül egymás mellett van – az atomerőmű rendszerébe integrálták. A tároló légneműkibocsátás-ellenőrzését a szellőzőrendszer kéményébe telepített izokinetikus mintavevőrendszer és folyamatos aeroszolmérő biztosítja. A laboratóriumi mérések zömét a tároló saját sugárvédelmi laboratóriumában végzik.

A radiológiai mérési eredmények értékelését részleteiben az 5.3. fejezet mutatja be. Ezt megelőzően röviden megállapítható, hogy mind a légnemű, mind a folyékony kibocsátások a szigorú hatósági korlátokat betartva kedvezően alacsony szinten maradtak az eddigi normál üzemelés során. Az adatokat külföldi összehasonlításban is vizsgálva kitűnik, hogy a kibocsátások általában nem érik el az azonos típusú erőművekben az egységnyi megtermelt energiára vetített nemzetközi adatok átlagát.

2.19. táblázat: A radioaktív anyagok kibocsátásának mintavételes sugárvédelmi ellenőrzése a Paksi Atomerőműben

Vizsgálati irány	Mérés gyakorisága	Éves mintaszám	Mintafeldolgozás	Mintaméret	Mérési módszer	Mérési idő [s]	Kimutatási határ
Folyékony kibocsátás							[Bq/dm³]
Összes-béta	napi	1 400	bepárlás	Ø = 50 mm tálka	összes-béta számlálás	3 000	3,0
Izotóp-összetétel	heti	156	besűrítés	100 cm ³ flakkon	gamma-spektrometria	50 000	0,5
Trícium	heti	156	desztilláció	20 cm ³ küvetta	folyadékszintillációs számlálás	2 000	10,0
Radiostroncium	negyedéves	12	kémiai elválasztás	20 cm ³ küvetta	folyadékszintillációs számlálás	36 000	0,01
Radiokarbon	negyedéves	24	kémiai elválasztás	20 cm ³ küvetta	folyadékszintillációs számlálás	25 000	0,05
Alfa-sugárzók	negyedéves	24	bepárlás	Ø = 150 mm tálka	alfa-számlálás	20 000	0,01
Alfa-sugárzók	negyedéves	16	elektrokémiai elválasztás	Ø = 50 mm tálka	alfa-spektrometria	50 000	0,0001
Röntgen-sugárzók	negyedéves	16	kémiai előkészítés	Ø = 50 mm tálka	röntgen-spektrometria	40 000	0,5
Légnemű kibocsátás							[Bq/m³]
Aeroszol	napi	1 460	72 órás pihentetés	Ø = 50 mm tálka	összes-béta számlálás	3 000	0,001
Aeroszol	heti	220	72 órás pihentetés	Ø = 50 mm tálka	összes-béta számlálás	3 000	0,0001
Aeroszol	napi	730	—	Ø = 50 mm tálka	gamma-spektrometria	5 000	0,01
Aeroszol	heti	220	—	Ø = 50 mm tálka	gamma-spektrometria	50 000	0,001
Radiojód	napi	730	—	Ø = 50 mm tálka	gamma-spektrometria	5 000	0,01
Radiojód	heti	220	—	Ø = 50 mm tálka	gamma-spektrometria	50 000	0,001
Radiostroncium	negyedéves	8	kémiai elválasztás	20 cm ³ küvetta	folyadékszintillációs számlálás	36 000	0,00001
Nemesgáz	napi	626	—	10 literes palack	gamma-spektrometria	5 000	500
Trícium (HTO/HT)	kétheti	110	deszorpció	20 cm ³ küvetta	folyadékszintillációs számlálás	1 800	4,5
Radiokarbon (CO ₂ /C _n H _m)	kétheti	110	kémiai elválasztás	20 cm ³ küvetta	folyadékszintillációs számlálás	1 800	0,10

2.20. táblázat: A Paksi Atomerőmű környezetének üzemi mintavételes sugárvédelmi ellenőrzésében alkalmazott vizsgálatok

Mintafajta	Mintavétel	Mérések száma évente	Feldolgozás		Mérés		Kimutatási határ
	Hely (csere) időpont		Módszer	Mintaméret, geometria	Módszer	Időtartam [s]	
Aeroszol (nagy térfogatú)	10 (A1 - A9, B24) hétfő	520	állomásonként a minták acetonos feloldása	Ø 40 x 4 mm	gamma-spektrometria	50 000	1 µBq/m ³
I szűrő (PACI szűrőanyag)	10 (A1 - A9, B24) havonta	30-120 ^a	dobozolás	50 x 50 x 30 mm	gamma-spektrometria	20 000	0,01 mBq/m ³
I szűrő patron (I-távmérő)	9 (A1 - A9) havonta	– ^a	dobozolás	Ø 60 x 25 mm	gamma-spektrometria	20 000	1 mBq/m ³
Levegő HT, HTO	5 (A1, 4, 6, 8, B24) havonta	120	deszorpció	20 cm ³ küvetta	folyadékszint. számlálás	60 000	1 mBq/m ³
Levegő CO₂, C_nH_m	5 (A1, 4, 6, 8, B24) havonta	120	kémiai elválasztás	proporcionális számlálócső	béta-számlálás	50 000	0,1 mBq/m ³
Fall-out	10 (A1 - A9, B24) havonta	120	szárazra párlás	35 x 35 x 5mm	gamma-spektrometria	50 000	0,1 Bq/(m ² xhó)
Talaj	10 (A1 - A9, B24) 0-5 és 5-10 cm évente	20	szárítás, porítás, homogenizálás radiokémiai (⁹⁰ Sr)	Marinelli (~1-2 kg) Ø 50 mm tál	gamma-spektrometria béta-számlálás	20 000 10 000	0,5 Bq/kg 0,5 Bq/kg
Fű	10 (A1 - A9, B24) II., IV. negyedév	20	szárítás, porítás, homogenizálás radiokémiai (⁹⁰ Sr)	Marinelli (~0,4 kg) Ø 50 mm tál	gamma-spektrometria béta-számlálás	80 000 10 000	0,5 Bq/kg 0,5 Bq/kg
Dózis TLD (ALNOR)	33 (A, B, C, KKÁT) havonta	400	—	Al ₂ O ₃ tablettá	TL kiértékelés	300	5 µGy/hó (5 nGy/h)
Helyszíni mérés	10 (A1 - A9, B24) évente	10 10	—	in situ (talaj) in situ (talajf)	gamma-spektrometria dózisteljesítmény	5 000 5 000	30 Bq/m ² 5 nGy/h
Helyszíni mérés	Üzemi terület (6 pont) évente kétszer	12 2	—	in situ (talaj) útvonal monitor	gamma-spektrometria dózisteljesítmény	5 000 5 000	30 Bq/m ² 10 nGy/h
Tej	1 (TSZ, Áll. gazd.) havonta	12	dobozolás	Marinelli (1,5 dm ³)	gamma-spektrometria	50 000	0,5 Bq/dm ³
Hal	1 (4 kijelölt tóból) negyedévente	4	s, pikkelyezés rs hús mérés	Marinelli (~1 kg)	gamma-spektrometria	50 000	0,5 Bq/kg

a: mintacsere rendszeresen, mérések csak rendkívüli - pl. baleset - során végezve

2.20. táblázat: A Paksi Atomerőmű környezetének üzemi mintavételes sugárvédelmi ellenőrzésében alkalmazott vizsgálatok (folytatás)

Mintafajta	Mintavétel	Mérések száma évente	Feldolgozás		Mérés		Kimutatási határ
	Hely (csere) időpont		Módszer	Mintaméret, geometria	Módszer	Időtartam [s]	
Víz (be- kifolyó)	3 (V1, V2, V3) naponta	1100	bepárlás (300 cm ³)	Ø 60 mm tál	összes-béta mérés	10 000	0,05 Bq/dm³
		36	havi átl. (15 dm ³)	30 x 30 x 5 mm	gamma-spektrometria	50 000	0,005 Bq/dm³
		36	radiokémiai (⁹⁰ Sr)	Ø 50 mm tál	béta-számlálás	50 000	0,001 Bq/dm³
		36	desztillálás (³ H)	20 cm ³ küvetta	folyadékszint. számlálás	18 000	1,0 Bq/dm³
Talajvíz	40 kút havonta	480	desztillálás (³ H)	20 cm ³ küvetta	folyadékszint. számlálás	18 000	1,0 Bq/dm³
		120	ioncserés elválasztás, reg.	Ø60 x 30 mm	gamma-spektrometria	50 000	0,005 Bq/dm³
		120	ioncserés elv., reg. (¹⁴ C)	prop. száml.	béta-számlálás	50 000	0,001 Bq/dm³
		eseti	ioncserés elv., reg. (⁹⁰ Sr)	Ø 50 mm tál	béta-számlálás	50 000	0,001 Bq/dm³
Halastavak (víz)	4 (kijelölt 4 tó) negyedévente	16	bepárlás (500 cm ³)	Ø 60 mm tál	összes-béta mérés	10 000	0,05 Bq/dm³
		16	desztillálás (³ H)	20 cm ³ küvetta	folyadékszint. számlálás	18 000	1,0 Bq/dm³
		4	éves átlag képzés (4 dm ³)	30 x 30 x 5 mm	gamma-spektrometria	50 000	0,01 Bq/dm³
Övások (víz)	4 (kijelölt pontok) negyedévente Faddi árok havonta	28	bepárlás (500 cm ³)	Ø 60 mm tál	összes-béta mérés	10 000	0,05 Bq/dm³
		28	desztillálás (³ H)	20 cm ³ küvetta	folyadékszint. számlálás	18 000	1,0 Bq/dm³
		5	éves átlag képzés (4 dm ³)	30 x 30 x 5 mm	gamma-spektrometria	50 000	0,01 Bq/dm³
Mésziszap medencék (víz)	2 negyedévente	8	bepárlás (500 cm ³)	Ø 60 mm tál	összes-béta mérés	10 000	0,05 Bq/dm³
		8	desztillálás (³ H)	20 cm ³ küvetta	folyadékszint. számlálás	18 000	1,0 Bq/dm³
		2	éves átlag képzés (4 dm ³)	30 x 30 x 5 mm	gamma-spektrometria	50 000	0,01 Bq/dm³
Duna iszap	3 (3 kijelölt pont) félévente	6	szárítás, porítás, homogenizálás,	Marinelli (~2 kg)	gamma-spektrometria	20 000	0,5 Bq/kg
		6	radiokémiai (⁹⁰ Sr)	Ø 50 mm tál	béta-számlálás	10 000	0,5 Bq/kg
Halastavak (iszap)	4 (4 kijelölt tó) évente	4	nedves homogenizálás,	Marinelli (~2 kg)	gamma-spektrometria	20 000	0,5 Bq/kg
Övások, Faddi árok (iszap)	4 (4 kijelölt pont) félévente	8	nedves homogenizálás,	Marinelli (~2 kg)	gamma-spektrometria	20 000	0,5 Bq/kg
Mésziszap	2 (2 medence) félévente	4	nedves homogenizálás	Marinelli (~2 kg)	gamma-spektrometria	20 000	0,5 Bq/kg
Fekáliás iszap	10 (szikkasztók) elszállítás előtt	eseti	dobozolás	Marinelli (~2 kg)	gamma-spektrometria	5 000	2 Bq/kg

A laboratóriumi vizsgálatoknál alkalmazott mintavételi, minta-feldolgozási és mérés technikai módszerek lehetővé teszik rendkívül alacsony radioaktív koncentrációk meghatározását. A mérések eddig igazolták, hogy a környezet sugárzási viszonyaira az atomerőmű közvetlenül mérhető hatással nem volt. Az előbbiekből következik, hogy a kibocsátásokból származó lakossági dóziszárulék kb. ezred része volt a hatósági korlátnak, és tízezred része a természetes háttérsugárzásból származó sugárterhelésnek.

Társadalmi (civil) ellenőrzés

Az erőmű és a hatóságok mérő-, ellenőrző rendszerei mellett az erőmű környezetében működik még egy különleges mérőhálózat, amely teljesen független az előzőektől. Az erőmű szűkebb környezetében lévő településeket összefogó Társadalmi Ellenőrző és Információs Társulás (TEIT) 13 helyre telepített érzékelő detektorokat, amelyeket többségükben a polgármesteri hivatalokban, vagy azok környékén helyeztek el. A detektorok havi kiértékelését a helyi polgári védelmi szolgálatok végzik. A Paksi Atomerőmű Rt. minden hónapban átadja a saját méréseinek eredményeit anélkül, hogy ismerné a települések hasonló helyen mért ellenőrzési adatait. A TEIT – előzetes egyeztetés nélkül – a helyi és a regionális újságokban közzéteszi a két méréssorozatot. Az adatok között az elmúlt évtizedben nincs jelentős eltérés, ez hitelesíti legjobban az erőmű környezetkímélő és környezetellenőrző tevékenységét.

A Duna vízének ellenőrzését a Bácskány községben létrehozott „vizes labor” segítségével végzik a lakosság képviselői. A berendezés más felszíni, talaj- és csapadékvizek korrekt aktivitásmérésére is alkalmas. Ezeket az eredményeket szintén közzéteszik a sajtóban.

A lakosság közvetlen tájékoztatását szolgálják azok a sugárvédelmi megjelenítő rendszerek, amelyeket Kalocsa, Paks és Uszód legforgalmasabb helyére telepítettek. A műszer a pontos idő, a levegő hőmérséklete mellett a háttérsugárzás pillanatnyi szintjéről, illetve annak 24 órás és 1 hetes változásáról tájékoztatja az érdeklődőket. Mindez egyszerű, érthető, összehasonlítható módon, vizuális megjelenítéssel történik. Bármely hivatalos, vagy nem hivatalos nukleáris közlés esetén azonnal meg lehet győződni a környezeti állapot stabilitásáról, vagy esetleges változásáról. Gerjen, Dunaszentgyörgy és Paks településeken további környezeti sugárvédelmi ellenőrző rendszerek üzemelnek, amelyekhez pályázati úton, az országos környezetvédelmi céllalap támogatásával jutottak hozzá.

A Paksi Atomerőmű környezetében a lakosság, és az általuk választott vezetők, testületek részt vesznek a nukleáris létesítmény hatásainak ellenőrzésében. Ehhez megfelelő műszerek, korszerű technikai háttér és megfelelő információmennyiség áll rendelkezésükre.

2.3.2. Hagyományos kibocsátások ellenőrzése

A hagyományos környezetállapot jellemzők közül az üzemeltetés során a legátfogóbban a geológiai- hidrogeológiai viszonyok kerültek feltárássra és monitorozásra az atomerőmű környezetében. Számos olyan más paramétert is mér az erőmű, melyek műszaki/biztonsági szempontból fontosak, de a környezetállapot jellemzésében is szerepet kapnak. Lásd pl. vízforgalom; kibocsátott használtvizek radioaktivitása, hagyományos szennyezettsége, hőmérséklete; hagyományos légszennyezés stb. Mivel kiemelt jelentőséggel bír a vízszennyezés, ezért az alábbiakban a talaj, talajvíz állapotának ellenőrzéséről szólnunk.

Az atomerőmű területén található talaj és talajvíz állapota egyrészt az építést megelőző, nagyszámú talajmechanikai feltárás során vett mintákból, másrészt a kifejezetten a talajvíz

megfigyelésére létesített figyelőkutak vizsgálataiból ismertek. Ilyen típusú vizsgálatokat nemcsak a létesítés előtt végeztek, később, a tervezett bővítési munkálatokat megelőzően ugyancsak számos geotechnikai feltárásból származó vízminta minőségvizsgálata készült el.

A potenciális környezetszennyező források felmérése, valamint a környezetvédelmi működési engedélyek alapján az alábbi 2.21. táblázatban szereplő monitoring-rendszert üzemelteti a PA Rt. A táblázat a rendszer elemeinél a mintavételi helyeket, a mintavételi gyakoriságot és a vizsgált paramétereket is feltünteti.

2.21. táblázat: A talaj, talajvíz ellenőrző rendszere

Mintavételi hely	Kutak jele	Mintavételi gyakoriság	Vizsgált paraméterek
Üzemi Veszélyes és Ipari Hulladék Gyűjtő	KG1, KG2, KG3	negyedévenként	pH, összes só, összes olaj, KOI_{ps} , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni
Zagyteri talajvízkutak	Z1, Z2	negyedévenként	pH, vezetőképesség, összes keménység, összes sótartalom, ammónium, összes olaj, KOI_{ps} , NO_3^- , Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cl
	Z5, T65, T66, T71	negyedévenként	Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Cl
Olajtartályok mellett fűrt kutak	O1, O2	havonként	olajtartalom, NO_3^- , ammónium, Cl
	O3, O4	havonként	olajtartalom
	O5, O6, O7, O8	negyedévenként	olajtartalom
		havonként	NO_3^- , Cl^- , ammónium
Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója	KH1, KH2, KH3, KH4, KH5, KH6, KH7, KH8, KH9, KH10, M8, M9, M10, M11	évente kétszer, májusban és augusztusban	pH, vezetőképesség, KOI_{ps} , összes olajtartalom, ammónium, NO_2^- , NO_3^-
	M9	negyedévenként	ammónium, nitrát, KOI_{ps}
	M10	negyedévenként	ammónium, NO_3^- , KOI_{ps}
Kondortó és a 6-os számú halastó		évente kétszer, májusban és augusztusban	pH, vezetőképesség, KOI_{ps} , összes olaj, ammónium, NO_2^- , NO_3^-
Transzformátorok környezete	K-1 (21AT), K-2 (21AT), K-1 (II/1), K-2 (II/1)	negyedévenként	TPH, PAH
	talajminta	évente	TPH, PAH, mikrobiológia (olajbontó kapacitás)
Egyéb mintavételi helyek	T13, T15, T16, T17, T39, T53, T55, M4, M11	havonként	NO_3^- , Cl^- , ammónium
	T20/a, T24/a, M5, M6, M7	havonként	ammónium, NO_3^- , KOI_{ps}
	T7, T23	havonként	ammónium, NO_3^- , KOI_{ps} , Cl^-
	KH-2	havonként	NO_3^- , Cl^- , ammónium

2.3.3. Telephely-jellemzési program

Az atomerőmű üzemelését részben folyamatosan radiológiai mérések, részben bizonyos időszakokra korlátozódva környezeti mérések követték. 1998-tól a mérések egy része rendszeressé vált, illetve 1999-ben összeállításra került a telephely és környéke környezeti

állapotát rendszeres időközönként ellenőrizni hivatott hagyományos monitoring program szakmai tematika tervezete, mely az eddigi radiológiai és környezeti mérési programokat kiegészítette. A telephely jellemzési program kialakításának előzményei a következők voltak [5].

1997-ben az MVM Rt. kapacitásbővítésre vonatkozó tendert írt ki. A pályázat feltételei között szerepelt egy EKT elkészítése is. Ezért 1998-ban elindult egy új blokk (azaz az atomerőmű bővítésére vonatkozó) környezeti hatásvizsgálati eljárása. Az eljárás tapasztalatai alapján megállapítható volt, hogy a meglévő blokkok működése kapcsán végzett környezetvédelmi adatgyűjtés és vizsgálatok, a KKÁT engedélyezett környezeti hatástanulmányának alapinformációi sem elegendők az atomerőmű környezeti hatásainak teljeskörű bemutatásához. A hatóság a meglévő blokkok hatásainak felmérésénél, azaz a jelen állapot bemutatásánál (pl. hőterhelés, vízbázis-védelem, hulladékkezelés, stb.) is hiányosságokat talált. Az eljárás folyamán kialakult hatósági vélemények, a megfogalmazott hiánypótlási elvárások a telephely jellemzési program szakmai alapját képezték.

A telephely jellemzési program legfontosabb céljai a következők voltak:

- felszíni és felszín alatti vizek állapotának, mozgásának, minőségi jellemzőinek (köztük a hőterhelésnek) megismerése;
- az atomerőmű környezetében gyanított mikro-mezoklimatikus változások igazolása;
- humán ökológiai adottságok változásainak (pl. területhasználat-területszerkezet, környezet-egészségügy) nyomonkövetése;
- a természetes élővilág változásainak monitorozása, a változás okainak feltárása;
- radiológiai hatások bemutatása a meglévő adatok és rendszeres mintavételek, célzott vizsgálatok alapján.

A tervezett monitorozási program az érintett hatóságokkal is egyeztetésre került és 2001-től folyamatosan folyik. A vizsgálatok egy része rövidebb, túlnyomó része azonban hosszabb (2-5 éves) időszakot igényel. Ez azt is jelenti, hogy a munka egy része még folyik.

A telephely jellemzési program szakmai tematikájának főbb elemei a következők:

2.3.3.1. A felszíni vizek állapota

A munka során Dunaföldvár – Mohács szakasz törzshálózati szelvényei 1979-99. között végzett mérési eredményei feldolgozásra és kiértékelésre kerültek. Ez konkrét mérések egészítették ki. Az atomerőmű felmelegedett hűtővizének a Duna vízminőségére gyakorolt hatásával kapcsolatosan a vizsgálat tárgyát képezte a kémiai, radiokémiai, bakteriológiai, fito- és zooplankton, valamint a vízi makroszkópos állatállomány és a halfauna. A mérésekre 8 szelvényben 1999-ben, majd 2001-2003. során került sor.

A **vízkémiai vizsgálatokat** az atomerőmű feletti és alatti Duna-szakaszon, valamint a felmelegedett hűtővízben évszakonként végezték el. Az alapvető vízminőségi mutatók közül az oxigénforgalom mutatói (oldott oxigén, BOI, KOI); fő kationok és anionok, elektromos vezetőképesség; lebegőanyag- és szervesanyag-tartalom; növényi tápanyagok; a-klorofill tartalom mérésére került sor. A vízben és üledékben szerves mikroszennyezőket; a vízből illékony szerves vegyületeket határoztak meg, és az erőmű területén használt speciális kenő- és hidraulikafolyadékok mérését is elvégezték.

A **radiokémiai vizsgálatok** az ultra alacsony háttérű HPGE detektorral történő teljes gamma spektrum felvétellel történtek vízből és iszapból a Paks fölötti és alatti Duna –szakaszon évszakonként, valamint halakból, kagylókból és más, a térségben megfelelő mennyiségben gyűjthető élőlényekből (pl. csigák).

A **mikrobiológiai vizsgálatok** negyedévenként a csóvahasítás célzott vizsgálatára, a hőterhelés üledékre vonatkozó hatásának vizsgálatára, és az autochton mikroflórájára terjedtek ki.

A **fitoplankton vizsgálatok** keretében vizsgálták a felmelegedett hűtővízben a fitoplankton fajok pusztulási mértékét, faji összetételét, egyedszámát és biomassza értékét a hőcsóva mentén; mértük a fitoplankton oxigéntermelését a felmelegedett hűtővízben és a hőcsóva mentén.

A **zooplankton vizsgálatok** keretében a következő munkák kerültek elvégzésre: a zooplankton fajok pusztulási mértékének megállapítása, illetve a zooplankton faji összetételének, egyedszámának és biomassza értékének a megállapítására a hőcsóva mentén.

Ezekon kívül vizsgálatra kerültek a **vízi makroszkópos gerinctelen állományok** és a **halállomány** a Duna hossz-szelvénye mentén.

2.3.3.2. Felszíni és felszín alatti vizek hasznosítási lehetőségei, a dunai vízgazdálkodási tevékenység jellemzése

A Paksi Atomerőmű hűtővíz kibocsátása által érintett Duna szakaszon számos már üzemelő és távlati jelentőségű parti szűrős vízbázis található. Ezek védelme érdekében a Duna vízének kémiai, mikro- és mikrobiológiai jellemzőinek és azok vízbázisokra gyakorolt hatásainak megállapítására monitoring-rendszer létesült. A monitoring rendszer több éves működtetésével és az eredmények értékelésével várhatóan megállapítható, hogy a hűtővíz visszavezetésének vannak-e hatásai, esetlegesen veszélyei az érintett üzemelő és potenciális parti szűrős vízbázisokra. A monitoring rendszer kiépítésére 2001-2002-ben került sor. A 2002-es kedvezőtlen időjárás miatt a teljes rendszer csak 2003-tól alkalmas a mérések elvégzésére. tehát a mérőrendszernek legalább még 2004-ben működnie kell az első eredményértékeléshez.

A szelvények a folyóra merőlegesek, jobb- és balparti párban, de egymással nem feltétlenül szemben helyezkednek el. Egy általános kiépítésű szelvény egy vagy több mederszondából – fősodor és hőcsóva alatti, ill. partmenti elhelyezésű – és a partszegélytől kezdődően a vízbázisig húzódó észlelőkút sorból áll. A szelvények elhelyezésére a következő helyeken került sor:

- 1.sz.szelvény: A Paksi atomerőmű előtt a hatásterületre érkező víz minőségének detektálására;
- 2.sz.szelvény: A melegvíz csatorna beömlése alatt a közvetlen hatások észlelésére. Ez a szelvény kiegészül egyedi kutak megfigyelésével is;
- 3.sz.szelvény: A Kalocsa-Baráka üzemelő vízbázis térségében, annak monitorozását szolgálva;
- 4.sz.szelvény: A dombori potenciális vízbázis térségében az egyenletes információsűrűség biztosítására;

- 5.sz.szelvény: A bogyiszlói vízbázis alá, a Sió torkolathoz. Ez a szelvény a Sió-csatorna torkolat feletti és alatti vízminőség különálló felszelvénnel való észlelését valósítja meg;
- 6.sz.szelvény: A bal parti bajai vízbázis parti szűrésű rendszerének figyelésére szolgál;
- 7.sz.szelvény: Dunafalva, Dunaszekcső térségében;
- 8.sz.szelvény: A Pécs-Mohácsi Regionális vízmű felsőkandai észlelőkút sorára alapozódik.

A szondákba és a kutakba telepített, folyamatosan üzemelő műszerek rögzítik a fél cm-nél nagyobb vízszint, illetve víznyomás-változásokat. Az egyedi felműszerezésnek megfelelően, az észlelési terv alapján kell mérni a vízszintet és a hőmérsékletet, illetve leolvasni a telepített mérőműszereket.

Az üzemeltetés során (amit 2-2,5 évesre terveztek) a következő elsődleges műveletekre került sor:

- Figyelőkút észlelése, kézi méréssel;
- Figyelőkutakba beépített műszerek;
- Vízmintavétel szivattyúzással;
- Vízkémiai vizsgálat (nitrit, nitrát, ammónium, foszfát, pH, anionok, kationok, nyomelemek és KOI);
- Bakteriológiai vizsgálat (coliform, fekál coliform, Clostridium, Pseudomonas aeruginosa, 22 °C és 37 °C-on növekvő baktérium szám, ENDO szám, nitrifikáló és vas-mangán baktériumok);
- Biológiai vizsgálat (Mikroszkópos vizsgálat);
- Toxikológiai vizsgálat (Daphnia teszt);
- Radiológiai vizsgálat (trícium elemzés) értékeléssel.

2.3.3.3. A Duna medre és a partfal állapota (hidrometriai mérések)

A programcsomag feladata a zátony-, illetve gázlóképződés figyelemmel kísérése, annak előrejelzése. Ehhez első lépésként a vízszintek rögzítésére került sor 3 egymástól eltérő vízállásnál a felszínesítés töréspontjainak megállapítására alkalmas sűrűséggel meghatározott szelvényekben. A mért adatok kiegyenlítésével meghatározásra került a numerikusan modellezendő Duna-szakasz összefüggő rögzített vízszintje.

A vízszintrögzítés idején, valamint mértékadónak ítélt vízjárási helyzetekben ultrahangos berendezéssel, mozgó csónakos módszerrel vízhozam-mérések is elvégzésre kerültek. Lebegtetett hordalék és mederanyag mintákat is vettek az összes mérési függélyben, és ezeket a mintákat talajfizikai laboratóriumban elemeztették a szokásos paraméterekre. A mérési eredmények összegzését követően kerülhetett sor a modellezésre.

A feladathoz tartozó mérési program nagyobb részt 2001-2002. évek során elvégzésre került 8 szelvényben. 2003-ban a mérési eredmények összegzését követően kerülhetett sor a modellezésre. Az alkalmazott modell csomóponti, nagy felbontóképességű hidrodinamika modell, melyet a paksi Duna-szakaszra adaptáltak, kalibráltak a rendelkezésre álló adatokra támaszkodva. Modellezték az 1528 – 1523 fkm közötti Duna szakaszt és a hidegvíz csatornát, figyelembe véve a melegvíz visszavezetés hatását. Cél a kisvíz idején mutatkozó, vízkivétel okozta áramlási változások meghatározása volt, különös tekintettel a sodorvonalak és felszínesések alakulására.

Kiegészítésként műszeres hőmérsékletmérésére is sor került a Duna 1527 fkm és az 55. vízrajzi nyilvántartási szelvény egy-egy függélyében, az adatok RAM kártyára íródtak. A mérés a vízhőmérséklet növekedés értékére adott adatokat.

2.3.3.4. Lokális klíma az atomerőmű környezetében és a hatásai által érintett területeken

A lokális klíma jellemzőiként a léghőmérséklet, nedvességtartalom, a szélviszonyok, a ködképződési gyakoriság és a jegesedés szolgálhatnak. Az erőmű által okozott klímaváltozás jellemzésére 4 – a fenti jellemzőket mérő - állomás adatainak felhasználásával, valamint a mért adatsorok szakértői értékelésével kerül sor. A méréseket, ahol csak ez lehetséges célszerű már létező meteorológiai mérőhelyekhez kötni. A Paksi Meteorológiai Állomás mellett számításba vették a kalocsai helyszínt is. További két állomás telepítésére a Duna hőcsóva által érintett szakaszán, illetve a Paks feletti Dunaszakaszon került sor 2002-ben. A méréseket 2003-ban már végeztek, illetve 2004-ben továbbfolynak.

A min. 2 éves mérési periódus elvégzése után becsléssel és számítással meghatározzák a levegőbe és a vízi környezetbe jutó többlethő mennyiségét, illetve a városias környezet által okozott hő- és nedvesség kibocsátást. A paksi, kalocsai és az erőmű fölött kijelölendő meteorológiai állomásokon mért jellemzők 20-30-60 éves idősorai alapján vizsgáljuk a lokális klímát meghatározó jellemzők viselkedését és eltéréseit. Az összehasonlító értékeléssel a mikro-, mezoklímára gyakorolt hatás elemzése és értékelése már lehetővé válik, s a telepítendő többlet mérőhelyek adatai a mikroklimára gyakorolt hatás elemzését szolgálják majd. A hatáselemzés számítógépes modellezéssel kerül elvégzésre.

2.3.3.5. Az atomerőmű környezetének területhasználati – területszerkezeti jellemzése

A **területszerkezet feltárása űrfelvételek alapján** történik meg, célja az atomerőmű létesítése előtti és a jelenlegi állapot közötti változások feltárása. A változást vizsgálat a felszín borító növényzetre és a földhasználatra vonatkozik. A nagyobb felbontás és a részletesebb elemzés érdekében SPOT multispektrális ill. pankromatikus adatokat használunk. Ezen adatok felbontása 10 m, ami megfelelő részletességet biztosít a felszínborítási térkép előállítására és az észlelhető változások elemzésére. A változásokat 1979., 1986. és 1999. évi területhasználatok figyelembe vételével mutatjuk be, úgynevezett különbség-térkép előállításával.

A területszerkezet jellemzési feladatcsoporthoz került be a **légifotók elemzése** is. Az eredeti tervek szerint az erőmű telephelyéről és 3 km-es körzetéről is készült volna friss légifotó. Ez a 2001. szeptember 11-i események miatt megszigorodott légtérhasználat miatt meghiusult.

Lényegi eleme volt még a légifotózásnak az erőmű hűtővizének a Dunában történő elkeveredés-vizsgálata is. A Duna felszíni vízhőmérséklete igen jól rögzíthető termovíziós felvételezéssel. E munka során 2 alkalommal rögzítették a Duna Paks-Baja közötti (1527-1480 fkm) szakasza felszíni vízhőmérsékletét is termovíziós felvétellel. A 1524 – 1480 fkm közötti Duna szakaszon kb. 0.2 °C pontosságú hőfelvételezést végeztek. A felvételek feldolgozásával 1 : 20 000 méretarányú hőkép montázs készült. A hőkép montázs a Paks-Baja Duna szakaszon belül a hőcsóvát addig követte, ameddig hőmérséklete legalább 0.2 °C értékkel magasabb volt a környező vízfelszín hőmérsékleténél.

2.3.3.6. Minta értékű biomonitoring vizsgálatok

A programcsomag célja az atomerőmű környezetében található élővilág jellemzése, elsősorban a Duna partja mentén található élőhelyek megfigyelése volt. A biomonitorozáshoz olyan mintaélőhelyek kiválasztására került sor, amelyek vagy az általános vagy az unikális jellegüknel fogva jellemzik a térséget. Elsőként a térség florisztikai és faunisztikai jellemzése, valamint az elsősorban vizsgálandó területek és taxonok meghatározása történt meg. A biomonitorozást a Nemzeti Biodiverzitás Monitorozó Program metodikáját figyelembe végezték.

A helyi flóra és vegetáció átfogó, de beható ismeretében lehetőség nyílt arra, hogy a területen található élőhely-típusokat, azok természetesség-degradáltság fokát összehasonlítsuk az országban máshol található hasonló termőhelyekkel. Régebbi és aktuális légi, ill. műholdas felvételek birtokában lehetőség nyílt a vegetáció évtizedekkel korábbi állapotának rekonstruálására. Mindebből a vegetációs változások iránya, sebessége is nyomon követhetővé válhat. A 3 év munkájának járulékos eredménye a vizsgált területen található természetes élőhelyek és az ezeken élő értékes fajok pontos feltérképezése.

A terület zoológiai feltárását célzó munka az atomerőmű mintegy 3 km-es térsége faunájának átfogó feltárása, a gerinctelen és a gerinces faunaadatok jegyzékének elkészítése, az élőhely típusok indikálására felhasználható fajok kijelölése, a fokozottan védett, védett, veszélyeztetett fajok ill. populációk ismertetése volt. A mintaértékű biomonitorozás elsődlegesen a növényvilág által vizsgált területekre terjedt ki. A monitorozásra kijelölt taxonok az alábbi szempontok alapján kerültek kiválasztásra:

- Jelenlétük/hiányuk, állomány nagyságuk, szaporulatuk nagysága megfelelő módon jellemezze a vizsgált élőhelyeket, ezáltal lehetőség legyen azok minősítésére, osztályozására.
- Könnyen (vagy legalábbis nem túl nehezen) kutathatóak legyenek, de az eredmények mégis sok információt hordozzanak.
- Az adatfelvétel lehetőleg a terepen elvégezhető legyen, és lehetőség szerint ne járjon az állatok pusztulásával (egyes rovarfajoknál ez elkerülhetetlen lesz).
- Álljanak rendelkezésre elfogadott és a területen is kivitelezhető mintavételi módszerek.

Ezek alapján a következő állatcsoportok 2 éves monitorozását végezték el: rovarok, lepkék, szitakötők, bogarak, puhatestűek, kételtűek, hüllők, madarak, emlősök.

A monitorozás eredményeinek kiértékelése összehasonlító vizsgálatokkal (típusos élőhelyektől való eltérés, degradáltság, gyomosodás stb.) történt meg az atomerőmű hatásainak megállapítása céljából.

2.3.3.7. A Paksi atomerőmű környezetében élők egészségi állapotának vizsgálata

A környezet-egészségügyi vizsgálatok alapvető célja megállapítani, hogy az ionizáló sugárzással kapcsolatos biológiai hatások, megbetegedések, halálesetek milyen gyakorisággal fordulnak elő a hatásterületen élő népesség körében. A vizsgálatot olyan módon kell elvégezni, hogy a későbbi vizsgálatok számára jó viszonyítási alapot (alapállapotot) jelentsenek az eredmények. A területen élők egészségi állapotának feldolgozása teljes adatbázison kell, hogy történjen:

- az egyes kórképek relatív szerepe is értékelhető legyen,

- később felmerülő kérdések vizsgálatára is lehetőséget teremtsenek az eredmények,
- az esetleg azonosított problémák eredetével kapcsolatos alternatív hipotézisek tesztelésére is legyen mód.

A vizsgálat az atomerőmű körüli 20 km-es körben található településekre, mint mintaterületre terjed ki. A hatásterületen és annak településein élő populációkra vonatkozó standardizált rizikómérszámok kerülnek előállításra a halálozás, kórházi daganatos morbiditás, alapellátási morbiditás és fejlődési rendellenességek tekintetében.

A vizsgálat képet ad a hatásterületen élők egészségi állapotáról, főként az ionizáló sugárzásból származó daganatos megbetegedések tekintetében, és értékeli, hogy az erőmű viselkedik-e pontforrásként valamilyen kockázat vonatkozásban. Jelenleg a Tolna megye területére vonatkozó vizsgálat befejeződött, míg a Bács-Kiskun megye vizsgálati területére vonatkozó felmérés folyamatban van.

2.3.3.8. A környezeti sugárzás jelenlegi szintjének meghatározása a vizsgálati területen

A programcsomag célja a környezeti radiológiai jellemzők többé-kevésbé egyenletes megismerése a vizsgált 30 km-es térségben. A program végrehajtása során az üzemelő környezetellenőrző rendszer méréseit nem kívánták duplikálni, azokat a mérőhálózat részeként kezelték.

Vizsgálendő környezeti elemekként a levegő, a felszíni és felszín alatti vizek, a talaj, a vízi üledék és a bioszféra egyes komponensei szerepeltek. Mivel zavartalan háttérrel az 1-4 blokk és a KKÁT üzemeltetése miatt már nem beszélhetünk, és a környezeti jellemzők további csekély változására is számítani kell az erőmű illetve a KKÁT üzemeltetése miatt, a jelenlegi szint felvételét a program során egyetlen alkalommal végezik el. A környezeti radiológiai jellemzők közül a külső (kozmosz és terasztriális) sugárzást illetve a környezeti elemekben észlelhető radioaktív izotóp koncentrációkat kívánják mérésrel ill. mintavételt követő mérésrel tisztázni.

2.3.3.9. Az élővilág sugárterhelésének meghatározása

Az élővilág sugárterhelésének vizsgálata Magyarországon eddig nem művelt szakterület. Nemzetközi szinten is viszonylag kevés információ áll rendelkezésre, különösen ha figyelembe vesszük a vizsgálandó fajok számát és sokszínűségét. Az élővilág egyes – kiválasztott – fajainak sugárterhelését csak az ember esetében is alkalmazott számítási módszerekkel becsülhető.

A programon belül az atomerőmű környezetében előforduló ökoszisztémák egyes elemeit (a radiológiai szempontból indikátorként ill. érzékenységük alapján) ökológus és biológus szakértőkkel rangsoroltatták. Az így kialakuló egyedlistát a természetvédelmi és környezetvédelmi hatóságok képviselőivel egyeztetették és a számításokat, valamint az ehhez szükséges paraméterek meghatározását célzó méréseket, ezekre a kiválasztott egyedekre végeztették el.

Az első lépésben az atomerőmű szűkebb – 5-7 km-es környezetében – terepi bejárással felmérték az indikátor és érzékeny fajok előfordulási gyakoriságát, az adott területen kiegészítő mintavételekkel jellemezték a jelenlegi aktivitáskoncentrációkat a talajban és a növényekben. Szakértők közreműködésével a létező ismeretek bázisán 2004-ben kerül

összefoglalásra és dokumentálásra az egyszerűsített anyagcsere-jellemzők és folyamatok. Az így előálló adatbázis alapján határozzák meg a hiányzó laboratóriumi vagy terepi mérést igénylő paramétereket.

2.3.3.10. Vizek tríciumtartalma

A vizek tríciumtartalmának vizsgálata kiterjed a felszíni vizekre, talajvízre és a rétegvizekre is, de a trícium könnyen mérhető – indikátor – volta miatt több programcsomagban szerepel. A vizek tríciumtartalmának vizsgálata programcsomagot úgy állították össze, hogy a zárójelentésben valamennyi tríciumos vizsgálat egységes szerkezetű feldolgozása megtörténhessen, de ebben a programcsomagban csak a légköri terjedést követően a felszíni vizekbe kerülő trícium transzport jellemzésével foglalkoztak.

A méréseket a Szelidi tavon végezték el. Rendszeresen csapadék mintavétellel és a minták trícium tartalmának havonkénti mérésével a trícium terjedési útvonal forrástagja becsülhető. A tó vizének mintázásával a trícium koncentrációt is meg tudták határozni. A felszíni vízből történő mintavételre havi rendszerességgel került sor, s esetenként jelentősebb napi csapadéknál (> 5 mm) történik évente 4-5 alkalommal mintavétel. A feladat elvégzéséhez szükség volt csapadékmérő állomás telepítésére is. Jelen vizsgálat is 2004-ben fejeződik be.

Az eddig elvégzett mérések eredményei és értékelése az előzetes környezeti tanulmány megfelelő fejezeteibe beépült.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Lakosságeloszlás és üdülés a Paksi Atomerőmű környezetében, VÁTI 0864/74, Budapest
- [2] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Végleges Biztonsági Jelentés 2. fejezet, A telephely leírása, ETV-ERŐTERV Rt., 2003.
- [3] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Végleges Biztonsági Jelentés 1. fejezet, Bevezetés és az erőmű általános áttekintése 1. kiadás, ETV-ERŐTERV Rt., 2000.
- [4] A Paksi Atomerőmű radioaktív hulladékainak kezelése, tárolása és elhelyezése. Éves jelentések. PA Rt.
- [5] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Környezetvédelmi-, telephely- és vízjogi engedélyezési kérdésekhez kapcsolódó telephely-jellemzési program, ETV-ERŐTERV Rt., 1999.
- [6] Sugárvédelmi tevékenység a Paksi Atomerőműben 2002-ben (Összefoglaló értékelés) PA Rt. 2003. március
- [7] A Paksi Atomerőmű 1-2. blokkjának időszakos biztonságtechnikai felülvizsgálata PA Rt. 1977.