

**8. melléklet**  
**Összefoglalás**

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. Bevezetés .....</b>	<b>1</b>
1.1. Alapadatok .....	1
1.2. Az üzemidő hosszabbítás lehetősége .....	1
1.3. A környezeti hatásvizsgálat és a vizsgált tevékenység specialitásai.....	3
1.4. Az üzemidő hosszabbítás nélküli állapot főbb jellemzői, az elmaradás következményei.....	5
1.5. Az atomenergia hasznosítás tendenciái a világban .....	6
<b>2. Az atomerőmű jellemzői és az üzemidő hosszabbításhoz szükséges beavatkozások ...</b>	<b>7</b>
2.1. Az atomerőmű elhelyezkedése és környezete .....	7
2.2. A meghatározó létesítmények és berendezések .....	7
2.2.1. <i>Az atomerőmű létesítményei</i> .....	7
2.2.2. <i>Termelő folyamat technológiai berendezései</i> .....	10
2.2.3. <i>Termelő folyamatot segítő tevékenységek létesítményei, berendezései</i> .....	14
2.2.4. <i>Kapcsolódó, kiegészítő tevékenységek és létesítményeik</i> .....	18
2.3. Az üzemi nukleáris kibocsátás- és környezetellenőrző tevékenység .....	19
2.4. Az üzemidő hosszabbítása megvalósítása.....	22
<b>3. A környezet jelenlegi állapota .....</b>	<b>23</b>
3.1. A környezet radioaktivitásának jellemzése .....	24
3.1.1. <i>Az alapszint felmérés</i> .....	24
3.1.2. <i>Az üzemelés közben végzett mérések</i> .....	24
3.2. Hagyományos környezetállapot jellemzők .....	27
3.2.1. <i>Levegőminőség</i> .....	27
3.2.2. <i>Klimatikus viszonyok</i> .....	28
3.2.3. <i>Felszíni vizek</i> .....	29
3.2.4. <i>Geológiai, hidrogeológiai viszonyok</i> .....	31
3.2.5. <i>A Paksi Atomerőmű környezetének élővilága</i> .....	32
3.2.6. <i>Hulladékok keletkezése és ártalmatlanítása</i> .....	32
3.2.7. <i>A Paksi Atomerőmű környezeti zajhelyzete</i> .....	33
3.2.8. <i>Települési környezet</i> .....	34
3.2.9. <i>Táj- és területfelhasználás</i> .....	35
<b>4. A várható környezeti állapot, az állapotváltozások becslése.....</b>	<b>35</b>
4.1. Radiológiai hatások.....	36
4.2. Hagyományos környezet állapotjellemzőkben várható változások .....	37
4.2.1. <i>Az üzemidő hosszabbítás előkészítése</i> .....	37
4.2.2. <i>A meghosszabbított üzemidejű erőmű működése</i> .....	39
4.3. Üzemzavarok hatásai.....	44
4.4. A leszerelés .....	44
4.5. Országhatáron átnyúló hatások .....	45

## 1. Bevezetés

A Paksi Atomerőmű Rt. stratégiai céljai között szerepel jelenleg üzemelő atomerőművi blokkjainak az előzetesen tervezett üzemidőn (azaz 30 éven) túli üzemeltetése. **Jelen összefoglaló a Paksi Atomerőmű üzemidő hosszabbításához készült előzetes környezeti tanulmány műszaki összefoglalója.** Az előzetes környezeti tanulmányt a Paksi Atomerőmű Rt. megbízásából az ETV-ERŐTERV Rt. (1094. Budapest, Angyal u. 1-3.) és az ÖKO Rt. (1013. Budapest, Attila u. 16.) készítette alvállalkozók bevonásával.

### 1.1. Alapadatok

A Paksi Atomerőmű tervezésének előkészítése az 1960-as években kezdődött meg. A telephely kiválasztásához a paksi telepítési hely megfelelőségét számos szempontból, köztük környezetvédelmi szempontokból is vizsgálták. A telephely kiválasztását elsődlegesen a kiválasztott terület országon belüli elhelyezkedése, a népsűrűség, a mérnökgeológiai viszonyok, a közlekedési és hűtővízellátási lehetőségek befolyásolták. A négy helyszín (Bogyiszló, Dusnok, Paks és Solt) közül az **atomerőmű** végül **Paks település közigazgatási területén**, a településtől dél-délkeletre, a Duna partján, a 8802 és 8803<sup>1</sup> helyrajzi számú, mintegy 585 ha kiterjedésű területen **létesült**.

Az erőmű beindításától, azaz 1983-tól 1991 végéig az erőművet a Paksi Atomerőmű Vállalat üzemeltette. 1991. december 31-én, zártkörű alapítással, a korábbi vállalat jogutódjaként alakult meg a Paksi Atomerőmű Részvénytársaság. Jelenleg a részvénytársaság majdnem 100%-ban a Magyar Villamos Művek Rt. tulajdona<sup>2</sup>. Az atomerőmű funkciójában, műszaki állapotában és jellemzőiben a részvénytársasággá alakulás következtében változás nem következett be.

**Az atomerőmű 4 db nyomottvizes, vízűtésű, vízmoderátoros, VVER 440/V-213 típusú nukleáris energetikai reaktorral került megvalósításra.** A reaktorblokkok reaktorpáronként ikerépítésű épületben helyezkednek el. Az 1. és 2. reaktorblokkot 1982-ben illetve 1984-ben, a 3. és 4. blokkot 1986-87-ben helyezték üzembe. Ezekkel együtt történt meg a 8 db, egyenként 220 MW-os gőzturbina létesítése, és üzembe helyezése is.

Jelenleg a blokkok közül 3 tartósan üzemel. A 2003. április 10-én a 2. blokk 1. aknájában bekövetkezett üzemanyag-sérüléssel járó esemény miatt a 2. blokk jelenleg áll. Az üzemzavar következményeinek felszámolását, a blokk újraindítását a jogszabályoknak megfelelően, az érintett hatóságokkal egyeztetett módon külön eljárásban végzi el a Paksi Atomerőmű Rt.

### 1.2. Az üzemidő hosszabbítás lehetősége

Az üzemidő hosszabbítás olyan stratégiai elhatározás, amely az erőmű fő komponenseinek tervezési-gyártási sajátosságaira, a főberendezések és a teljes konstrukció jelentős műszaki méretezési tartalékaira, valamint a rendszeres műszaki felülvizsgálatok jó tapasztalataira épít.

<sup>1</sup> A 8803/2. helyrajzi számú 13,8 ha-os ingatlanrészt 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 Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolójának megvalósítása céljából.

<sup>2</sup> Az Állami Privatizációs és Vagyonkezelő Rt. (ÁPV Rt.) tulajdonában 1 aranyrészvény van, minimális részvény-csomaggal rendelkezik még néhány önkormányzat is.

**A folyamatos karbantartás, az időszakos rekonstrukciók és felújítások** révén az erőmű műszaki-biztonsági állapotát a Paksi Atomerőmű Rt. képes volt napjainkig szinten tartani sőt fejleszteni, ezen program folytatása **jelenti az üzemidő hosszabbítás alapját** is.

Az atomerőműveknél a nukleáris biztonsági szabályozás központi kérdése az, hogy a funkcióképesség az öregedési folyamatok ellenére minden időpontban megfeleljen az igen szigorú, hazai és nemzetközi előírásokban is rögzített követelményeknek. Ezért az erőművet nukleáris biztonság szempontjából meghatározott időszakonként felül kell vizsgálni. Legutóbb az ún. Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatok során, 1997-1999-ben is igazolni kellett, hogy az öregedési folyamatok ellenére az erőművi berendezések az elvárt szinten működőképeseek. Erre való felkészülésként **a Paksi Atomerőműben a szisztematikus öregedés-kezelési tevékenység már mintegy nyolc éve az alaptevékenység részét képezi.** Ez tulajdonképpen az atomerőműben a kezdetektől folyó rendszeres ellenőrzési tevékenységek (reaktortartály-anyag ridegedés ellenőrzése, eróziós-korróziós jelenségek monitorozása, műszaki felülvizsgálatok gyakorlata) kiteljesedését jelenti.

Az Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat során megtörtént a kritikus berendezések öregedési folyamatainak feltárása, az állapotváltozás nyomon követésének és a lehetséges korrekciós intézkedéseknek meghatározása. A kritikus berendezések öregedés-kezelésén, monitorozásán túl az atomerőműben természetesen minden szakterületen folyik a szerkezetek, berendezések és komponensek állapotának folyamatos felügyelete. A nagyszámú (ámbár cserélhető) rendszerlemek megkövetelt műszaki szintje ugyanis csak így biztosítható.

Az üzemidő hosszabbítás elengedhetetlen feltétele az atomerőmű biztonsága. **Az átfogó biztonságnövelő program megvalósítása 2003-ban befejeződött a Paksi Atomerőműben, amelynek eredményeként az erőmű biztonsága megfelel a fejlett országokban üzemeltetett, hasonló korú atomerőművi blokkokkal szemben támasztott követelménynek.** Az atomerőmű biztonságát a hazai követelményeknek és a nemzetközi elvárásoknak megfelelő szinten tartják. A műszaki biztonság azonban nem jellemezhető állandó, ún. statikus paraméterekkel. Az új felismerések és tapasztalatok új követelményeket határoznak meg, amelyekre meg kell találni a megfelelő válaszokat. Az erőmű megkövetelt állapotának fenntartásánál pl. új elemként kell számolni a karbantartás hatékonyságának biztonsági- és teljesítmény kritériumok szerinti értékelésével, és az erre irányuló hatósági felügyelet bevezetésével.

A tervezett üzemidő hosszabbítás lehetőségét vizsgálva a PA Rt. felmérte az elvégzendő ismeretszerzési, engedélyezési és műszaki feladatokat, és **első lépésként egy megvalósíthatósági tanulmányt készített.** A megvalósíthatósági vizsgálat felölelte az atomerőművek üzemidő hosszabbításával kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, különösen az Amerikai Egyesült Államokban felhalmozódott ismeretek feldolgozását, a Paksi Atomerőmű műszaki állapotának felmérését, az üzemidő hosszabbításhoz szükséges műszaki, biztonsági intézkedések és azok költségeinek megállapítását.

A megvalósíthatósági tanulmány szerint **a tervezett üzemidő hosszabbítás a passzív, hosszú élettartamú, nem cserélhető rendszerlemek funkcióképességének megőrzésén nyugszik.** A többi rendszerlem elvárt műszaki állapota karbantartással, felújítással, cserével biztosítható, biztonsági funkcióik próbákkal ellenőrizhetők.

### 1.3. A környezeti hatásvizsgálat és a vizsgált tevékenység specialitásai

**A környezet védelmének általános szabályairól szóló, 1995 évi LIII. törvény 67. §-a** a kedvezőtlen környezeti hatások megelőzése érdekében **”a környezetre jelentős mértékben hatást gyakorló tevékenységek megkezdése előtt környezeti hatásvizsgálat”** elvégzését írja elő. A környezeti hatásvizsgálat eljárásának módját, valamint az ennek eredményeit bemutató környezeti hatástanulmányokkal kapcsolatos követelményeket jelenleg a környezeti hatásvizsgálatokról szóló 20/2001. (II.14.) sz., a környezeti hatásvizsgálatokról szóló Kormány-rendelet tartalmazza. A környezetvédelmi hatásvizsgálatok a jogszabályok szerint nemcsak új létesítményekre, hanem meglévőkben történő, a jogszabályokban meghatározott változtatásokra, módosításokra is vonatkoznak. **Jelen esetben a módosítást a korábban meghatározott és engedélyezett üzemelési időtartam meghosszabbítása jelenti.**

Jelen tevékenység hatásvizsgálati szempontból legfontosabb **specialitása az, hogy egy már működő létesítmény kerül az eljárás alá.** Ráadásul a tervezett üzemidő hosszabbítási tevékenység nem igényel nagyobb mértékű átalakítást, átépítést, technológiamódosítást, vagy egyéb jelentős beavatkozást a működő erőműben. E tevékenység leginkább a meglévő erőművi berendezések felülvizsgálatát, ellenőrzését, az elöregedő alkatrészek szükség szerinti cseréjét, felújítását igényli. Éppen ezért az erőműhöz kapcsolódó jelenlegi környezeti hatások, hatásfolyamatok lesznek a későbbiekben is meghatározóak. Ez egyben azt is jelenti, hogy **az erőmű jelenlegi környezeti hatásainak elfogadhatósága a döntő a későbbi tevékenység megítélése szempontjából is.** Ezért az előzetes környezeti tanulmány hangsúlyát a jelen állapot bemutatására, a jelenlegi környezeti hatások értékelésére kell tenni.

A jelen állapot vizsgálatán és értékelésén túl a tervezett üzemidő hosszabbítás egyrészt igényli annak a vizsgálatát, hogy milyen környezeti hatásokkal jár magának a technológiai rendszernek a felülvizsgálata, korszerűsítése, átalakítása. Másrészt önállóan kell vizsgálni, hogy a tovább üzemeltetett erőmű összeadódó környezeti hatásai a várható 20 éves élettartam növekmény miatt hogyan változnak. (Lásd pl. hulladékkeletkezés.)

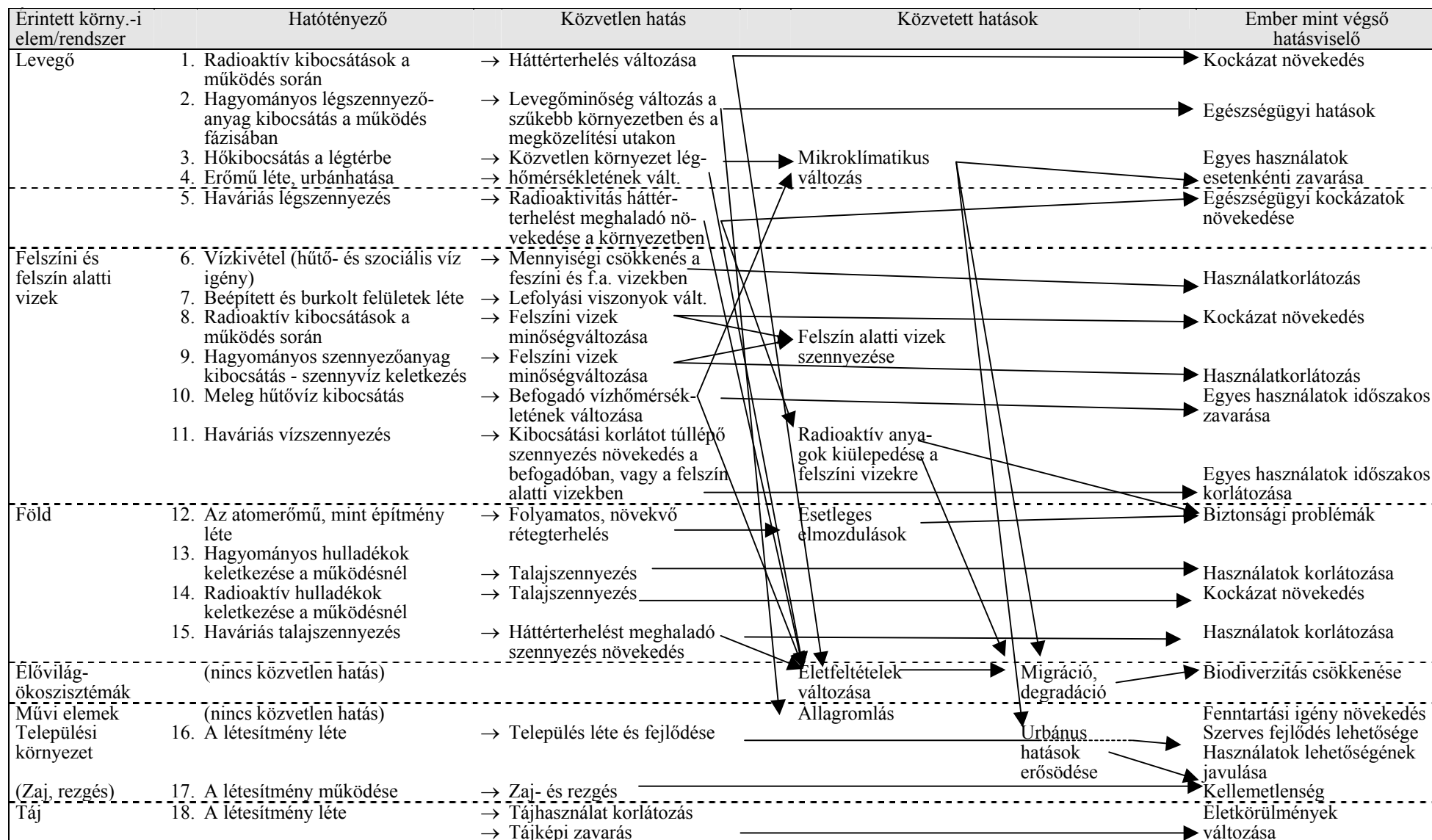
**A környezeti hatásvizsgálatok alapvető célja a tervezett tevékenység következtében a környezet egyes elemeiben/rendszereiben beálló változások előrebecslése, és minősítése a végső hatásviselőkben beálló változások alapján.** A hatástanulmányoknál a legfontosabb a „hatótényező → közvetlen hatások → közvetett hatások, azaz a hatásfolyamatok → közvetlen és közvetetten érintettek, azaz hatásviselők → végső hatásviselők” logikai lánc végiggondolása. A hatástanulmány becsléseinek elvégzéséhez elsőként meg kell határozni a tervezett tevékenység **hatótényezőit** és az ezekből elinduló **hatásfolyamatokat.** (Lásd 1. ábra.)

Ezek ismeretében előzetesen meghatározható a tevékenységgel érintett terület, az ún. hatásterület. Áttekintve a várható – kibocsátásokhoz kötődő, valamint az elemenkénti – hatásterületeket jelen munka a következő térségekre terjed ki:

- **Biztonsági övezet:** Ez jogszabályban rögzített terület<sup>3</sup>, melynek határát az atomerőműtől számított kb. 2,7-3 km-es sugarú kör. A normál üzemi kibocsátások gyakorlatilag ezen belül maradnak.

<sup>3</sup> Az atomerőmű biztonsági övezete a 4/1983. (III. 30.) IpM számú – az atomerőmű biztonsági övezetéről – rendelet alapján lett kijelölve. E rendelet szerint az atomerőmű biztonsági övezetének terjedelme az atomerőmű főépületeitől (reaktor épületeitől) minden irányban vízszintesen mért, legfeljebb három kilométer, valamint annak felszín alatti része és a felette levő légtér.

1. ábra: Az atomerőmű működésének környezeti hatásfolyamatai



- **Szűkebb környezet:** Ez az a térség, ameddig a hagyományos szennyezőanyag kibocsátások, valamint a környezeti igénybevételek és terhelések maximális esetben terjedhetnek. Ez az erőmű kb. 5-8 km-es körzete. Ehhez a térséghez hozzáadódik a hőterhelés következtében a Duna Paks alatti max. néhány 10 km-es szakasza, ill. a szállítási útvonalak. (Utóbbi elsősorban Paksig.)
- **Tágabb környezet:** Ez a becslések szerint az a terület, ameddig a radiológiai hatások üzemzavar esetén kimutatható kollektív dóziszemelkedést okozhatnak, illetve ahol akkumulálódásra esetlegesen számítani lehet. (Ez a max. 30 km-es körzet.)

A vizsgált terület hármasság tagolását a munka során végig figyelembe vettük. A **biztonsági övezeten** belül a jelen állapot részletes feltárással került. Bár e területnek nem része Paks város egésze, ezt is kiemelt figyelemmel vizsgáltuk. A **szűkebb környezetben** minden környezeti elem és rendszer a saját hatásterületén belül került még mindig részletes bemutatásra. A **tágabb környezetben** az egyes környezeti elemek kiemelkedő értékeit, és veszélyeztető tényezőit tártuk fel az előzőeknél kisebb részletességgel.

#### 1.4. Az üzemidő hosszabbítás nélküli állapot főbb jellemzői, az elmaradás következményei

A Paksi Atomerőmű blokkjainak tervezett üzemidő hosszabbítása elmaradása esetén az **üzemeltetési engedélyek lejártakor a blokkokat le kell állítani**, az üzemanyag kötegeket ki kell rakni a pihentető medencébe, és meg kell kezdeni az aktív rendszerekben lévő közegek feldolgozását. A kiégett üzemanyagot a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába (KKÁT) csak 3 éves pihentetési idő elteltével lehet átszállítani. Ez azt jelenti, hogy az 1987-es beüzemeléssel, 30 éves élettartammal számolva csak 2020 után lehet a létesítményt átadni az Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Társaságnak (RHK Kht.), aki a leszerelésről – jogszabályi alapon – kell, hogy gondoskodjon. Az átadás-átvétel feltételeinek rögzítése eddig meg kell, hogy történjen.

**Az atomerőművek leszerelése önállóan környezeti hatásvizsgálat-köteles tevékenység.** Tehát csak a leszerelésre vonatkozó környezetvédelmi engedély kiadását (ezen keresztül a környezeti feltételek kidolgozását) követően kezdődhetnek meg a tényleges munkák. Jelenlegi elképzelések szerint egy vagy kétlépcsős leszerelési változatok közül kell majd választani. A **leszerelés** leggyorsabb egylépcsős változata esetén a munkák kb. 15-17 évig tartanak. Ez a tevékenység **volumenében** – és valószínűleg környezeti terheléseiben is – **összemérhető az erőmű építésével**. Kétlépcsős leszerelési változatnál a kezdeti 10-12 éves első szakaszt 30-100 év "pihentetési" periódus követi, hogy az erőmű üzeme közben felaktiválódott komponensek sugárzási szintje jelentősen csökkenjen.

A leszerelést követően – várhatóan – külön engedélyezési eljárással lehet a területet korlátozásoktól mentes, vagy korlátozott célú hasznosításra átadni. A teljes folyamat ideje alatt a telephely őrzéséről, az alkalmazott létesítmények és technológiák karbantartásáról gondoskodni kell. Kezdetben ez a kötelezettség az erőmű tulajdonosát, majd az RHK Kht.-t terheli.

Az atomerőmű leállása után jelentkező (blokkonként hazánk teljes energiaigényének közel 10 %-a) **energiahiányt** csak az atomerőműhöz viszonyítva drágábban termelő, **hagyományos erőművekkel lehet pótolni, vagy magát a villamos energiát kell importálni. Földgáz-felhasználás esetén a villamosenergia-termelés széndioxid kibocsátása 2020-ig közel megkétszereződne a maihoz viszonyítva.** A villamosenergia-import hosszú távon biztosan

drága, és nyilvánvalóan az import-függőséget növelő megoldás lenne. Ezeket a stratégiai szempontból kedvezőtlen változásokat a Paksi Atomerőmű Rt. piaci pozíciónak megtartásával, a blokkok teljesítményének növelésével, az üzemidő meghosszabbításával lehet ellensúlyozni.

### 1.5. Az atomenergia hasznosítás tendenciái a világban

A XX. század végén a világon 436 erőművi reaktor működött, amelyek a világon termelt villamos teljesítmény 17%-át biztosították. A nyolcvanas-kilencvenes években a nukleáris energia ipar világszerte mélypontra jutott, új blokkokat csak az ázsiai térségben létesítettek. A közelmúltban azonban a nukleáris energia értékelése és perspektívái pozitív irányban változik. Ennek fő okai a következők:

- Egyre inkább teret nyer az a felismerés, hogy az atomenergia alkalmazása nélkül a fejlett világ nem tudja biztosítani magának azt a stratégiai függetlenséget és ellátás-stabilitást, ami biztonsági és gazdasági okokból nélkülözhetetlen, és kompenzálja a kőolaj- és földgáz importtól való függőséget. (Stratégiai megfontolás.)
- Felismerték azt is, hogy a világ energia-fogyasztása, következésképp az ebből fakadó környezetterhelés annak ellenére növekedni fog, hogy a felhasználás hatékonyságát és a megújuló energia-források kihasználását a fejlett világ kiemelten preferálja. Ez a felismerés az atomenergetikát előbb-utóbb a fenntartható fejlődés koncepciójával összhangban lévőnek minősíti át, ahogy annak első jelei már a 2002. évi Johannesburgi Konferencián felismerhetők voltak. (Környezetvédelmi megfontolás.)
- A liberalizált piacokon a meglévő atomerőművek megtartották pozícióikat, bár a verseny egyes országokban kemény feltételeket diktál az iparágak. (Piaci megfontolás.)

**Döntő fordulat a nukleáris energetika helyének, szerepének és perspektívájának megítélése terén, hogy az USA új energiapolitikájának meghirdetésével állt elő.** Amerikában ugyanis a jövőben komoly szerepet szánnak az atomenergiának. **Várható, hogy az USA-ban csaknem minden atomerőmű üzemeltetési engedélyét 40 évről 60 évre hosszabbítják meg.** 2004 januárig 23 blokk engedélyét kiadták, 17 blokk engedélyezési eljárása folyik, és kb. 27 blokk engedélyezési eljárása várható a közeljövőben. Teljesítménynövelés is folyik, csak 2001-ben 12 blokkon engedélyeztek ilyen beavatkozást.

Vannak országok az USA mellett, amelyekben a nukleáris energetika az elmúlt két évtizedben is megőrizte szerepét, mint Japán, Kína, Dél-Korea, de ezek energiapolitikájának kihatása az EU-t és hazánkat is befolyásoló világtendenciákra jóval kisebb, mint az USA-é. Európában is elkezdődött ez a folyamat, lásd pl. Kolai VVER 440-es blokk. Finnországban pedig új nukleáris blokk létesítése elfogadott, az előkészítés, a típuskiválasztás parlamenti jóváhagyással folyik.

A nukleáris energetika újjáélesztése a blokkok üzemeltetési engedélyének megújításával, az üzemidő kiterjesztésével, illetve a blokk-teljesítmény növelésével történik világszerte. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség 2002. november 4-8. között Budapesten tartott konferenciájának egyértelmű tanulsága, hogy Németország<sup>4</sup> kivételével gyakorlatilag minden ország a nukleáris kapacitása továbbüzemeltetése mellett döntött. Ugyanis ez a meglévő eszközök hatékony kihasználásának optimális módja, hiszen a már jó ideje működő

<sup>4</sup> A svédországi és a belga politikai döntések megvalósítása nem egyértelmű.



atomerőműveket alig, vagy egyáltalán nem terhelik a beruházási költségek, a teljes üzemi költség alacsony, az üzemanyag pedig nem domináns költségtényező.

## **2. Az atomerőmű jellemzői és az üzemidő hosszabbításhoz szükséges beavatkozások**

### **2.1. Az atomerőmű elhelyezkedése és környezete**

Az atomerőmű telephelye Tolna megyében, Budapesttől körülbelül 118 km-re délre, a déli ország határtól északra pedig mintegy 75 km-re található. 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 létesítmény tágabb környezetében, 30 km-en belül a lakosság jelentős része 5 városban él. A 2001-es népszámlálásra épülő Statisztikai Hivatali adatok alapján 2001. január 31-én Pakson 20.859, Tolnán 12.116, Szekszárdon 36.233, Dunaföldváron 9.149, Kalocsán 18.793, Kecelen<sup>5</sup> 9.166, valamint Kiskőrösön<sup>5</sup> 15.393 fő lakott. A szűkebb környezetben, tehát 8 km-es sugarú körön belül Paks mellett Dunaszentgyörgyön 2.634-en, Uszódon 1.087-en, Dunaszentbenedeken 948-an és Foktón 1.717-en éltek. A telephely közvetlen környezetében a 3 km sugarú körön belül csak Csámpa (137 fő) található.

Az atomerőmű szűkebb térségében a mezőgazdasági területhasznosítás az erőmű létesítése előtt is meghatározó volt, és az úrfelvételek tanúsága szerint jelenleg is az összterület mintegy 60 %-át teszi ki. A tájszerkezetből kiemelendő még az erdő (valamivel 10 % felett), a vízfelület (5 % körül) és a beépített terület (közel 4 %) aránya, megjelenése. Az iparterületek – az atomerőmű viszonylag kiterjedt telephelye ellenére is csak – az összterület alig több mint fél százalékát teszik ki.

**Az atomerőmű a magyar gazdaság országos léptékű, egyedi jelentőségű szereplője.** Ennek megfelelően a települést érintő döntések is az erőműhöz kapcsolódó érdekrendszeren alapultak. Ma Paks tehát az Atomerőmű városa, és nem fordítva („Atomváros”). Az atomerőmű léte Paks város fejlődését alapvetően meghatározta (és további sorsát is meghatározza). Ennek következtében a város társadalmi-gazdasági jellemzői, infrastrukturális fejlettsége, településkörnyezeti minősége a közvetlen környezetből, a megyéből és a hasonló nagyságú hazai települések közül is kiemelkedik.

### **2.2. A meghatározó létesítmények és berendezések**

#### **2.2.1. Az atomerőmű létesítményei**

Az atomerőmű főbb létesítményeit, feladatukat, kialakításukat és a 30 éves működéshez ill. az üzemidő hosszabbításhoz szükséges beavatkozásokat a 1. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázatban nem szerepelnek a telephelyen található irodák, raktárak és más épületek, mivel ezek a tevékenység szempontjából nem meghatározó jelentőségűek. A telephely közvetlen szomszédjában található Kiegészített Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT) pedig mind tulajdoni mind üzemeltetési szempontból önálló tevékenységet folytat, a létesítmény nem része az atomerőműnek.

<sup>5</sup> A vizsgált térség közvetlen közelében, de a 30 km-es távolságon kívül található, mintegy 31 km-re keletre.

1. táblázat: Az erőmű főbb létesítményei

megnevezése	feladata	A létesítmény	
		kialakítása	szükséges beavatkozások
<b>Üzemi főépületek</b>	A technológia központja, magába foglalja a reaktort, a primer és szekunder kört, és az ezekhez tartozó létesítményeket, berendezéseket. Az épületnek teherviselő, biológiai védelmi és határoló funkciói egyaránt vannak.	Kialakítása speciális, robusztus, hiszen az erőmű életciklusa alatt bármikor fellépő esetleges legnagyobb igénybevételt (pl. földrengés) is kellő biztonsággal el kell viselnie. Az építmény normál vasbeton alaplemezt, közbenső födémekeket és falakat, előre gyártott vasbeton födémtartókat és paneleket, acélcélszaluzatban elhelyezkedő nehézadalékos, sugárvédő betont, kéregzsarus vasbeton részeket, szénacél vázszerkezetű részeket, szénacél, illetve saválló acél padló és falburkolatokat, műanyag bázisú dekontaminálható bevonatokat, korrózióálló acélból és gumiból álló dilatációs szerkezetet, műanyag vízszigetelő lemezeket és különböző festékbevonatokat tartalmaz.	30 év: dekontaminálható bevonatok, szénacél és hermetikus burkolatok javítása, tető-szigetelések állapotfelmérése, szükség esetén javítása, homlokzat-rekonstrukció, dilatációs elemek javítása, süllyedésmérések végzése, repedések rendszeres vizsgálata 50 év az előzőek szükség szerint ismétlődnek, más kiugróan magas költségek nem várhatók
<b>Segédépületek</b>	A víztisztító berendezésekben és az ellen-örzött zóna területén keletkező radioaktív szennyezett hulladékok tárolóinak elhelyezésére, valamint a hulladékok kezelésével kapcsolatos technológiai rendszerek befogadására szolgál.	Vasbeton szerkezetű alépítményből és acélszerkezetű kezelőcsarnokból álló épületek, amelyek hiddal és alagúttal csatlakoznak az üzemi főépületekhez.	30 év: süllyedésmérések, dekontaminálható bevonatok kisebb mechanikai sérüléseinek foltszerű javítása, tető-szigetelés, üvegfelületek, homlokzat állapotfelmérése, szükséges javítása 50 év az előzőek szükség szerint ismétlődnek, más kiugróan magas költségek nem várhatók
<b>Dízelgenerátor épület</b>	Feladatuk az erőmű biztonsági villamos betáplálásának biztosítására szolgáló dízelgenerátorok befogadása.	A dízelgenerátor állomások hat, egymástól tűzgátló fallal elválasztott, azonos elrendezésű, kétszintes épületrészből állnak. Előregyártott vasbeton vázszerkezetű, monolit vasbeton és B30 téglafalazatú épületek.	30 év: tető szigetelésére, az acél-szerkezetek és a homlokzatok javítása 50 év: az előzőek szükség szerint ismétlődnek, más kiugróan magas költségek nem várhatók
<b>Egészségügyi-laboratóriumi épület</b>	A két üzemi főépület között elhelyezkedő épület, kétszintes, zárt, acélszerkezetű hidain bonyolódik az öltözők és a munka-helyek közötti személyforgalom valamint a mosodák, a laboratóriumok könnyű teherforgalma. Az összetett rendeltetésű létesítmény „zsilip” szerepét tölti be az ellenörzött zóna és az üzemi terület között.	Hegesztett, merev acélvázzal készült, vasbeton szerkezetű épület. A belső határolás vasbetonból, téglából, illetve szerelt acél-alumínium kombinált üvegfalakkal készült. Az üzemvitel jellegének a szokványos szempontokon kívül radioaktív sugárzás elleni, biológiai védelmi, tűzállósági, dekontaminálhatósági szempontjai is vannak.	a szükséges rekonstrukciós munkák már megtörténtek, újabb felújítás szükségessége elképzelhető

1. táblázat: Az erőmű főbb létesítményei (folytatás)

megnevezése	feladata	A létesítmény	
		kialakítása	szükséges beavatkozások
<b>Vegyí és pótvíz előkészítő</b>	Az erőmű üzemeltetéséhez szükséges sótalanvíz, valamint a primer és szekunderkörü vegyszerszükségletét biztosító technológiai- és kiszolgáló rendszereinek elhelyezésére szolgál.	A vegyi 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.	30 év: vegyszerálló burkolatok rekonstrukciója 50 év felújítás, vegyszerálló burkolatok karbantartása lehet szükséges
<b>Szellőző-kémény</b>	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.	a szükséges rekonstrukciós munkák már megtörténtek 50 év: felújító festés
<b>Víz kivételi mű</b>	Hűtővíz kivétel a feladata. Részai: hidegvíz-csatorna, szivattyútelep, szűrőház, vízvezénylő	Vasbeton szerkezet, vízzáró kivitel	vízszivárgások miatt vízzáró réteg felhordása, az épületek rekonstrukciója, a csatorna mederkotrása, mely szükség szerint ismétlendő a + 20 évben is
<b>Szinttartó bukó</b>	Feladata a külső hűtővízforgalom gravitációs úton történő működéséhez szükséges vízszint biztosítása, valamint a melegvíz-visszakeverés lehetőségének biztosítása a hidegvíz csatornába.	Vasbeton szerkezetű műtárgy	30 év: talajstabilizálás, dilatációs szerkezet javítása, acél-szerkezetek korrózióvédő festés 50 év: az előzőek szükség szerint ismétlődnek
<b>Melegvíz-csatorna</b>	Az erőmű üzemeltetése során felmelegedett technológiai hűtővíz elvezetése a befogadóba.	A melegvíz kivezetést 16 m <sup>2</sup> szelvényű, részben ikerszelvényvel megépített, zártszelvényű (de nyitott vízfelszínű) vasbeton csatorna „bukóműtárggyal	30 év: nagyjavítás szükséges 50 év: újabb nagyjavítás ill. kiegészítő műtárgy építése elképzelhető, hogy szükséges
<b>Hidrogén-fejlesztő</b>	Feladata a generátorok hűtésére szolgáló hidrogén előállítás.	Az épület 6x12 m-es pillér osztású, rövid főtartós, kétszintes ipari vasbeton csarnokszerkezet.	30 év. rekonstrukció, amely tetőszigetelést is tartalmaz 50 év. szükség szerint a rekonsrtr. ismétlendő
<b>Hidrogén-nitrogén tartálypark</b>	Feladata hidrogéngáz és a nitrogéngáz tárolása cseppfolyós és légnemű állapotban.	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 védelmét a tárolótartályok meghibásodása esetén vasbeton falak biztosítják.	csak normál karbantartás szükséges

### 2.2.2. Termelő folyamat technológiai berendezései

A **technológiai berendezések** közül mind a működés, mind az üzemidő hosszabbítás szempontjából meghatározó a **reaktor és a primerkör**, ezért erről részletesebben szólunk.

A Paksi Atomerőmű négy reaktorblokkjának alapvető műszaki paramétereit a 2. táblázat foglalja össze.

**2. táblázat: A Paksi Atomerőmű reaktorblokkjainak fő paramétereit**

Reaktor típus	nyomottvízes, vízhűtésű, vízmoderátorú energetikai reaktor, típusszám: V-213
A reaktor hőteljesítménye	1375 MW
A blokk villamos teljesítménye <sup>6</sup>	2x220 MW
Primerköri hurkok száma reaktoronként	6
A primerkör össztérfogata	237 m <sup>3</sup>
Primerkör nyomása	123 bar
Turbinák száma reaktoronként	2
Szekunderkör nyomása	46 bar
Hőhordozó átlaghőmérséklet	282 ± 2 °C

#### Reaktor

A jelenleg üzemelő 4 reaktorblokk szovjet tervezésű nyomott vizes VVER-440 típusú, 213-as modell. **A nyomott vizes technológiát használó reaktortípusok a világon ma a legelterjedtebbek.** Ezeknél hűtővíz a reaktort is magába foglaló zárt (primer) körben kering, közvetlen kapcsolata a külvilággal nincs. A primerköri hűtővizet a gőzfejlesztőkhöz vezetik, ahol a hőenergiát a gőzfejlesztők szekunder oldaláról a szekunderköri hűtővíz vezeti el. A szekunder körben a víz felforr és a keletkező telített gőz működteti a turbinákat. A primerkörhöz hasonlóan, a szekunder kör is zárt. Benne a hűtővíz a hőenergia mechanikus energiává való átalakításával hűl le, a maradék hő pedig a kondenzátorok folyóvíz oldali melegítésével adja le, melyeket a Duna vizével hűtenek. A hűtővizet visszavezetik a Dunába. (Lásd 2. ábra.)

A Paksi Atomerőmű két ikerblokkos kiépítésű. Az épületek 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 csatlakoznak. A hermetikus tér nyomásálló teret jelent, amely kiállja az üzemzavari hő- és nyomásterhelést.

<sup>6</sup> Ez a tervezési paraméter. A villamos teljesítmény jelenleg összesen a négy blokkra 1866 MW. A PA Rt. már kezdeményezte a blokkok teljesítménynövelésének engedélyezését, aminek teljeskörű lezárása után az erőmű teljesítménye várhatóan 4x500 MWe lesz.



A nyugati reaktorokhoz hasonlóan a **Paksi Atomerőmű biztonsági rendszerei is a "mélységi védelem" alapelvét követik, azaz a környezet és a nukleáris fűtőelemek között számos védelmi vonal húzódik.** Ezeken a passzív védelmeken kívül aktív védelmi rendszerek is vannak. Üzemzavarok alatt és után számos rendszer szolgálja a reaktor hűtését. Áramkiesés esetén tartalék dízel-generátorok lépnek működésbe, melyek a biztonsági energia ellátást szolgáltatják.

A négy reaktorhoz egy közös turbinaház tartozik, reaktoronként kettő, összesen 8 turbinával. A főtranszformátorokat a turbinaépület mellett, attól biztonságos távolságban helyezték el. Így pl. tűz esetén a transzformátortér és a turbinaház nem veszélyeztetik egymást. **Üzemszerű működtetés és karbantartás alatt infrastrukturális szempontból a Paksi Atomerőmű teljesen független minden külső szolgáltatástól.**

A Paksi Atomerőmű négy reaktorblokkjának egyenkénti villamos teljesítménye az eredeti tervek szerint 440 MW, összesen 1760 MW volt. Az erőmű összteljesítménye jelenleg 1866 MW, melyet az eredetileg üzembe helyezett blokkok módosításával fokozatosan értek el. **Az atomerőmű négy blokkja Magyarország villamos energia szükségletének mintegy 40 %-át biztosítja.**

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. Az erőművi reaktortechnológiában, berendezésekben, műveleti egységekben alapvetőnek minősíthető változások nem voltak. Az eddig elvégzett 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, nagynyomású 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.

**A reaktor karbantartása a Nukleáris Biztonsági Szabályzatokban előírtak szerint történik, és ezt az OAH NBI jóváhagyja és folyamatosan ellenőrzi. Minden negyedik évben a reaktorokat hosszabb időre leállítják.**

A Paksi VVER/213 típusú reaktortartályok esetében a domináns öregedési folyamat a tartály anyag neutron besugárzás okozta elridegedés. A tartályok blokkonként eltérőek, és eltérő feltételek mellett valósítható meg az üzemidejük meghosszabbítása. **A 3-4. blokkok a reaktortartályok beavatkozás nélkül 50 évig üzemben tarthatók. A 2. blokki reaktortartály üzemidejének meghosszabbításához csak az üzemzavari zónahűtési tartályok felfűtésére van szükség,** ez tulajdonképpen az üzemeltetési mód megváltoztatását jelenti. Erre kipróbált és nem költséges műszaki megoldások léteznek. **Az 1. blokki reaktortartálynál az 50 éves üzemidő esetén – az üzemzavari zónahűtési tartályok felfűtésén túl – ~50%-os eséllyel kell az aktív zóna magasságában lévő hegesztési varrat ridegtörési hőmérsékletének csökkentésére hőkezelést alkalmazni. A hőkezelés a VVER erőművek gyakorlatában (Finnországban, Szlovákiában) sikerrel alkalmazott eljárás.**

## Primerkör

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, egy gőzfejlesztő berendezés és két főelzáró tolózár, valamint a berendezéseket összekötő, rozsdamentes acélból készült 500 mm átmérőjű csővezeték tartozik. A gőzfejlesztők vízszintes elrendezésű, felfüggesztett, hengeres hőcserélők, amelyek a primerköri hűtőközegtől a szekunderköri hűtőközégbe 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 paksi gőzfejlesztők esetén** számolni kell a hőátadó csövek feszültségkorróziójával. Ha az időközben bevezetett, a gőzfejlesztők szekunder oldali védelmét szolgáló beavatkozásokat is figyelembe vesszük, akkor **nagy biztonsággal kizárhatjuk a paksi blokkok 50 éves üzemideje esetén a gőzfejlesztők cseréjét**. A szekunder oldali lokális korróziós folyamatokat azonban a megváltozott vízüzem esetén is kontrollálni kell, minimalizálni kell az eróziótermékek gőzfejlesztőbe való behordását, pl. a nagynyomású előmelegítők cseréjénél a szerkezeti anyagok helyes megválasztásával.

Az erőműben számos olyan technológiai rendszer van, amely biztonsági besorolása alapján a nukleáris biztonságot nem befolyásolja, ill. a termeléshez közvetlenül nem kapcsolódik, de meghibásodása esetén fennáll a környezetszennyezés lehetősége:

- 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.

A felsorolt rendszerek vegyszer és olajtartályai a területi Műszaki Biztonsági Felügyelet hatáskörébe ill. a 11/1994. (III.25.) IKM rendelet (az éghető folyadékok és olvadékok tárolótartályairól) hatálya alá tartoznak, így rendszeres felülvizsgálatuk (5 évente) történik. Ezen tartályok környezetvédelmi felülvizsgálatát 2003-ban végezte el az erőmű, amely az üzemelő tartályok megfelelő állapotát bizonyította. A földalatti olajtartályok (22 db) környezeti biztonságának növelése érdekében 2004-2007. között a tartályok duplafalúvá lesznek átalakítva.

Az állapotvizsgálatok alapján – az üzemeléshez feltétlenül szükséges – vegyszertartályok javítása, átalakítása ill. a szükséges esetben cseréje megtörtént. A nem megfelelő állapotú tartályok üzemem kívül lettek helyezve, üzembe helyezésre csak átalakításuk, javításuk ill. cseréjük után kerül sor.

Az átalakításokkal és a rendszeres felülvizsgálattal, karbantartással (szükség esetén cserével) a tartályok jó állapota az üzemidő végéig, majd hasonló módon az üzemidő hosszabbítás tartamára is biztosítható.

A felsorolt rendszerekhez tartozó csővezetékek állapotvizsgálata érdekében 2003-ban a PA Rt. elkészítette a rendszerek állapotvizsgálata végrehajtási módjára vonatkozó terveket, mely alapján – a vizsgálandó rendszerek nagy száma és terjedelme miatt – több éves állapotvizsgálati programot kíván végrehajtani. Az állapotvizsgálati program végrehajtása ill. az állapotvizsgálat alapján szükséges karbantartási javítási intézkedések a tervezett üzemidő végéig történő üzemeléshez is szükségesek.

Az állapotvizsgálat elvégzése különösen fontos olyan csővezeték rendszereknél (szakaszoknál), amelyek épületen kívül (föld alatt, vagy föld felett) helyezkednek el, így meghibásodásuk esetén a szennyező anyag (vegyszer, olaj, hulladékvíz) közvetlenül a környezetbe kerül.

A talaj, talajvíz monitoring program ill. az észlelt meghibásodások alapján egyes rendszerek (az ipari hulladékvíz szállító rendszer, savakat szállító udvartéri csővezetékek és armatúrái) esetében az állapotvizsgálat a közelmúltban végrehajtásra került

A kommunális hulladékvíz rendszer állapotának monitorozására talajvíz vizsgálati programot hajtanak végre, amely alapján kijelenthető, hogy gerincvezetékéből a talajvíz nem szennyeződött.

A zagyteri 4 db 10 000 m<sup>3</sup>-es meszes zagymedence közül 2 db felújításra, került (2002-2003). A felújítás sikeres vízzárósági próbával zárult. A üzemidő hosszabbításhoz a másik két meszes zagymedence felújítása is szükséges.

A műanyag burkolatú vegyszeres zagymedence állapotának vizsgálatát évente elvégzik. A műanyag burkolat esetleges hibái javításra kerülnek. A burkolat cseréjére – a 20 éves szavatosság lejártakor – kb. tíz év múlva szükség lesz. A vegyszeres hulladékvíz kidobó vezeték állapotának vizsgálatát (nyomáspróba) öt évente elvégzik.

Az olajos zagyteri medence – új olajleválasztó műtárgy építésével – kiváltásra és megszüntetésre kerül. A kiváltás és a medence felszámolásának vízjogi létesítési engedélyezési tervei 2004-ben benyújtásra kerülnek.

A további berendezéseket, feladatukat és a szükséges beavatkozásokat a 3. táblázatban mutatjuk be.

### ***2.2.3. Termelő folyamatot segítő tevékenységek létesítményei, berendezései***

#### **Veszélyes anyagok tárolása és kezelése**

Az atomerőműben folyó munkákhoz jelentős mennyiségben használnak különböző vegyi anyagokat (ipari gázok a technológia részeként, vegyszerek a víztisztításhoz és szennyeződésmosáshoz, zsírok-olajok a gépészeti berendezésekhez, dízel olaj a szükség áramfejlesztőkhöz, stb.). E tevékenységek a dízel gépházban, nitrogén és hidrogén üzemben, a gázpalack tárolóban, a vegyszerlefejtő üzemben és a vízelőkészítő üzemben történnek.



## 3. táblázat: Az erőmű főbb technológiai rendszerei és berendezései

A technológiai rendszer		
megnevezése	feladata	szükséges beavatkozások
<i>Primerkörhöz csatlakozó segédrendszerek</i>		
Pótvíz és bóros szabályozás rendszere	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.	csak normál karbantartás szükséges
Víz tisztító rendszerek	A primerköri technológiai berendezések biztonságos és rendeltetésszerű üzemeltetéséhez a primerköri hűtőközeget folyamatosan tisztítani kell. A primerkörhöz kapcsolódó víz tisztítási feladatokat önálló rendszerek biztosítják.	30 év: többletberuházás az 1. VT vizsgálhatóságának biztosításához, a többi VT-nél armatura és szivattyú cserék, alkatrészcserek a kondenzátornál és a gázhűtőknél 50 év: normál karbantartás, alkatrészcserek
Szervezett szivárgások rendszere	Gyűjti a primerkör üzemi szivárgásait, majd eljuttatja a pótvízrendszerbe.	szivattyúk kiváltása után normál karbantartás elegendő
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.	új szivattyúk működésbe állítása folyamatban van, ez után a normál karbantartási, állagmegóvási munkák elegendők
Pihentető medence és hűtőköre	A pihentető medence feladata a kiegészítő fűtőelem kötegek reaktorból történt kirakása után azok kb. öt évig történő tárolása. Önálló hűtőkörrel rendelkezik.	burkolat, felületvédelem felújítása szükséges, a rekonstrukció az üzemidő hosszabbítást is szolgálja, később normál karbantartás elegendő
<b>Szekunderkör</b> részei - főgőzrendszer - főkondenzátum rend. - tápvízrendszer - sótlanvízrendszer	A szekunderkör feladata, hogy biztosítsa a primerkörből történő hőelvonást a gőzfejlesztőkön keresztül, a gőzt eljuttassa a két turbogenerátorhoz és a keletkező kondenzátumot visszajuttassa a gőzfejlesztőkbe. Lehűtéskor és üzemzavari esetben biztosítja a primerkörből történő hőelvonást a gőzfejlesztőkön keresztül.	30 év: redukálók és csővezeték cserék szükségesek 50 év: főgőz rendszer armaturáinak teljes vagy részleges cseréje szükséges az üzemidő hosszabbításhoz, mely jelentős költségráfordítást igényel
<b>Hűtővízrendszerek</b> (biztonsági, technológiai és kondenzátor hűtővíz)	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.	30 év: szivattyú és armatura cserék szükség szerinti ismétléssel, valamint a biztonsági rendszernél boxon belül ausztenites csere szükséges 50 év: gépházban szakaszos állapotfüggő vezetékcseré indokolt
<b>Szellőző- és klímarendszerek</b>	Az atomerőmű épületeinek, helyiségeinek alapvető sugár-egészségügyi szellőzés-tervezési koncepciója szerint a radioaktívan nem szennyezett, illetve a potenciálisan szennyezett területek külön-külön feladata. Biztosítják a potenciálisan szennyezett területek levegőjének megfelelő elszívását és kezelését, valamint a berendezések üzemeltetéséhez és a személyzet tartózkodásához szükséges üzemi viszonyokat.	30 év: normál karbantartás 50 év: a rendszer elemek többségénél a jelenlegi karbantartási, állagmegóvási gyakorlat folytatása szükséges, a ventilátorok és hőcserélők esetén egyedi vizsgálatok döntenek esetleges cseréjükről

3. táblázat: Az erőmű főbb technológiai berendezései (folytatás)

A technológiai berendezés		
megnevezése	feladata	szükséges beavatkozások
<i>Üzemzavari rendszerek</i>		
Zóna üzemzavari hűtőrendszerek	Bóros hűtővizet szolgáltatnak a hűtőközeg-vesztéssel járó üzemzavari helyzetekben (nagy- és kisnyomású aktív és passzív rendszerből áll)	30 év: normál karbantartás 50 év: konstrukcióhibás tengelytömítések kiváltása javasolt
Gőzfejlesztők üzemzavari rendszerei, melynek része a nagynyomású levegőr.	Feladata az üzemi tápszivattyúk kisesése esetén a gőzfejlesztők vízellátásának biztosítása a gázatlanító táptartályból	30 év: normál karbantartás 50 év: a nagynyomású levegőrendszerbe korszerűbb kompresszort javasolt beépíteni, melyhez új kiegészítő elemek is tartoznak
Lokalizációs rendszerek	Az erőmű túlnyomásra méretezett helyiségrendszere, azaz kontémenkje, a primerkört magába foglaló épületszerkezet. Hűtőközeg-vesztéssel járó üzemzavarok esetén megakadályozza a radioaktív közeg kijutását a környezetbe	30 év: normál karbantartás ált. elegendő, légcspadánál szénacél helyett auszteniyes anyag alkalmazása szükséges biztonságnövelési céllal 50 év: a jelenlegi karbantartási, állagmegóvási gyakorlat folytatása szükséges
Sprinkler rendszer	A kontémenjt nyomáscsökkentő rendszerének aktív eleme, a kontémenjt nyomását meghatározott depresszióhatárok között tartja	30 év: normál karbantartás 50 év: tengelytömítések kiváltása javasolt
Villamos berendezések	A reaktorblokkhoz tartozó két turbogenerátor-transzformátor egység a 400 kV-os oldalon összefogva csatlakozik az ún. másfél megszakító kapcsolattal a 400 kV-os hálózathoz. A dízelgenerátorok a biztonsági energiaellátást biztosítják.	10 évenkénti nagyjavítás
Irányítástechnika	A biztonsági paraméterek ellenőrzésére, valamint azok biztonságos határok között tartására szolgálnak.	normál karbantartás és tervszerű fejlesztés
Üzemi kibocsátás- és környezetellenőrző rendszer	Az atomerőmű kibocsátás- és környezeti sugárvédelmi ellenőrzését látja el.	normál karbantartás és tervszerű fejlesztés
További, a termelő folyamatokat segítő, ellátó rendszerek	Veszélyes anyagok tárolása és kezelése, a radioaktív, a termelési veszélyes és nem veszélyes, valamint a kommunális hulladékkezelés történik meg e tevékenység keretében szigorú normák szerint.	normál karbantartás és tervszerű fejlesztés
Kapcsolódó tevékenységek berendezései	Vízellátás, vízelvezetés	normál karbantartás és tervszerű fejlesztés (utóbbi a szennyvíztisztítónál a szigorodó előírások betartásához lehet szükséges)

Az erőmű területén a következő veszélyes anyagokat használnak fel: acetilén, alkohol, benzin, H<sub>2</sub>, hidrazin, kénsav, sósav, nátronlúg, oxigén, gázolaj, foszforsav, ammónium-hidroxid, hidrogén-peroxid, citromsav, oxálsav, káliumpermanganát, cseppfolyós nitrogén, étkezési só, salétromsav, bórsav, vasszulfát, mézshidrát, transzformátor. Ezen anyagok tárolása, felhasználása és keletkezett hulladékaik ártalmatlanítása előírászerűen, ellenőrzött módon történik az atomerőműben. A szükséges mennyiségben tárolt anyagok, a tároló és a reaktorépületek távolságára való tekintettel az erőműre potenciálisan nem veszélyesek.

### 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 atomerőmű ellenőrzött zónáján belül minden hulladékot radioaktívnak tekintenek, amíg méréssel meg nem győződnek az ellenkezőjéről.

Az atomerőműből az előírások megszabta korlátokat betartva radioaktív izotópok kerülnek ki a környezetbe a melegvíz-csatornán és a szellőző kéményen keresztül, valamint a mentességi szinten belül lévő szilárd hulladékok kerülnek elhelyezésre. Sugárvédelmi ellenőrzés és minősítés alapján (az ún. felszabadítási eljárás során) a nem radioaktív hulladéknak minősülő hulladékok a sugárvédelmi és a környezetvédelmi hatósági engedélyeknek megfelelően kerülnek ártalmatlanításra (pl. lerakás, égetés), vagy hasznosításra.

A keletkező kis és közepes aktivitású radioaktív szilárd hulladékok feldolgozása a jelenlegi gyakorlat szerint a következő:

- Válogatás, szortírozás: A válogatóberendezéssel az összes 30 µGy/h-nál kisebb felületi dózisteljesítményű hulladékot tartalmazó zsák tartalmát átválogatják azért, hogy az 1 µGy/h felületi dózisteljesítmény alatti egyedi hulladékokat elkülönítsék a radioaktív hulladékoktól. Ezzel a szilárd radioaktív hulladékok mennyiségét mintegy 10 %-kal sikerült csökkenteni.
- Tömörítés: A tömöríthető radioaktív hulladék térfogatcsökkentése az 500 kN-os présszel történik, átlagosan 5-ös redukciós tényezővel. A keletkezett szilárd radioaktív hulladékok - az eddigi tapasztalatok alapján - 80-85%-a tömöríthető.
- Szilárdítás: A keletkezett aktív iszapokat, melyek a primerköri csurgalékvizeket gyűjtő, vegyszeresen kezelő, ülepítő, vagy átmenetileg tároló berendezésekből kerülnek ki, gyöngykovaföld 1:1 arányú hozzákeverésével szilárdítják.

A jelenlegi szilárd hulladék tároló kapacitások 6-8 évnyi hulladékképződést képesek befogadni, így bővítésük már a 30 éves üzemidő alatt is szükséges. Az erőmű jelenlegi tervei szerint a hordóelőkészítő épület átalakításával további 10-12 évre elegendő tároló kapacitást lehetne létesíteni, ezen időszakon belül a tervek szerint az RHK Kht. által megvalósítandó végleges hulladék elhelyezési létesítmény is rendelkezésre fog állni.

Az üzemeltetés során keletkező kis- és közepes aktivitású hulladékokból 1580 m<sup>3</sup>-t a Püspökszilágy mellett lévő hulladéktárolóban helyezték el 1983-1995. között. Az üzemelés alatt keletkezett további 4220 db hordó átmeneti tárolása a végleges tároló megépítéséig a tervek szerint az erőmű fő- és segédépületeiben történik.

Az atomerőmű üzemeltetése alatt keletkező **hulladékvizeket** kibocsátásuk előtt ellenőrző tartályokban gyűjtik, és a vizek kibocsátását minden esetben szigorú kémiai és radiológiai minősítés előzi meg. Az ellenőrző tartályokból kibocsátott víz kiépített vezetéseken, majd a

melegvíz-csatornán keresztül jut a Dunába. A kibocsáthatóknak minősített vizek – a vegyi szennyezés típusa szerint elkülönítve – az atomerőmű zagytéri meszes, vagy vegyszeres medencéibe kerülnek kezelésre, ill. további ellenőrzésre. A zagytéri medencékből a kibocsátási határértékek betartásával a melegvíz csatornán keresztül szintén a Dunába, mint befogadóba kerülnek a hulladékvizek.

A folyékony hulladék tároló tartálypark bővítését a PA Rt. már kezdeményezte s a segédépületek bővítése folyamatban van. Ez a bővítés (ami gyakorlatilag megduplázza a jelenlegi tároló kapacitást) a térfogatcsökkentő technológiák üzembevitelével valószínűleg elegendő a meghosszabbított üzemidőre is.

A **légnemű kibocsátásokat** kezelő rendszerek feladata az erőmű potenciálisan szennyezett helyiségeiből a szellőztető rendszerek által elszívott, illetve a technológiai lefúvatásokból származó levegő megtisztítása a környezetbe való kibocsátás előtt. A tisztítás aeroszol és jód szűrőkkel történik, majd a blokkokból 100 m, az egészségügyi-laboratóriumi épületből 30 m magas kéményen keresztül kerülnek a levegőkörnyezetbe. Légnemű kibocsátás 2001-ben, a mérések szerint a korlátozás alá eső komponensek tekintetében a korlát %-ban kifejezve nem érte el a 0,1-0,7 %-ot.

A nagyaktivitású szilárd hulladékok darabolás, szétszerelés után kerülnek elhelyezésre a visszanyerhetőséget biztosító csomagolásba. A sugárvédelmi szempontból „nagy aktivitásúnak” minősülő szilárd hulladékok tárolóját a reaktorcsarnokban át kell alakítani az üzemidő hosszabbításhoz, vagy az oda kerülő hulladékok külső (KKÁT-ba történő átszállítás) elhelyezésének engedélyét kell megszerezni.

#### **2.2.4. Kapcsolódó, kiegészítő tevékenységek és létesítményeik**

##### **Vízellátás**

Forrás oldalról az erőmű vízellátása alapvetően a Dunából, kisebb részben kutakból történik. Felhasználás szerint ipari és kommunális vizekre osztható. A szociális vízfogyasztás éves mennyisége kb. 260 000 m<sup>3</sup>, az engedélyezett felhasználás 350 000 m<sup>3</sup>. Az ivóvízellátást a Csámpai Vízmű biztosítja. A víz típusa rétegvíz. A víz kezelése vas-és mangántalanításból, valamint klórozásból áll.

Az atomerőműben egyesített ipari- és tűzvízrendszer épült ki. A tűzvíz tervezett mértékadó vízszükséglet 11,4 m<sup>3</sup>/perc, elsődleges forrása a parti szűrésű kúttelep, mely a hidegvízcsatorna É-i oldalán létesült (9 db, egyenként kb. 30 m mély). A technológiai vizeket felszíni vízből, azaz a Dunából veszik ki, a vízkivétel meghatározó eleme a hűtővízrendszerek táplálása. Az erőmű hűtővízigényét három alapvető technológiai rendszerhez kell biztosítani:

- a kondenzátorok hűtővízellátása,
- a reaktor üzemhez kapcsolódó biztonsági hűtővízellátás,
- az erőmű egyéb rendszereihez csatlakozó technológiai vízellátás.

A három rendszer közül a kondenzátorok hűtővízellátás vízigénye a meghatározó, mivel a biztonsági és az egyéb technológia hűtővízellátás nem éri el a kondenzátor hűtővízigény 5 %-át sem. A Paksi Atomerőmű a turbinák kondenzátorainak hűtésére 100-110 m<sup>3</sup>/s vizet emel ki a Dunából. A beépített szivattyúk 144 m<sup>3</sup>/s vízkitermelésre képesek. A 100-110 m<sup>3</sup>/s vízkivétel a legkisebb vízhozam kb. 12,5 %-a, s a Duna átlagos vízhozamának nem egészen 5 %-a. A hűtővíz rendszerek vízfogyasztására leköötött érték 3,1 milliárd m<sup>3</sup>/év (hatósági korlát). Az elmúlt évek tényleges vízfelhasználása azonban ez alatt maradt.

### Vízvezetés

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

A **kommunális szennyvízrendszer** a szociális létesítmények és az egészségügyi-laboratóriumi épület víztisztítóinak használatából keletkező szennyvizet gyűjti. Az épületektől rövid gravitációs vezetékekkel összegyűjtött szennyvizek gyűjtőcsatornába kötnek. Innen átemelő segítségével, nyomócsövön továbbítják a befogadó szennyvíztelepre. A szennyvíztelep az erőművi blokkoktól keletre épült meg, 2 db műtárgysorból áll. Kapacitása: 670+1200 m<sup>3</sup>/nap. Technológia a totáloxidációs, eleveniszapos teljes biológiai tisztítás. A kikerülő fölös iszap sűrítés után iszapszikkasztó ágyra kerül, víztelenítés céljából. A kiszáradt iszap a radioaktív koncentráció ellenőrzése után kerül elhelyezésre.

Az **ipari szennyvízrendszer** 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 m<sup>3</sup>/h), valamint a vízelőkészítő hulladékvizei (az előlagyító berendezés, mészreaktor, mésztejkeverők, kavicszűrők, a sótalánító berendezés, szervesanyagkötő ioncserélő, kation és anioncserélő, kevertágyas ioncserélő és a vegyszer előkészítő, tartálytúlfolyás, vegyszerlefejtés hulladékvizei, valamint a kondenzátum kezelés hulladékvizei és az egyéb hulladékvizek). Mennyiségük egyidejűséget feltételezve 500-700 m<sup>3</sup>/nap. Ezek a hulladékvizek a zagyártározóba kerülnek. A tisztított víz túlfolyón keresztül gravitációsan távozik a melegvíz csatornába.

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

### 2.3. Az üzemi nukleáris kibocsátás- és környezetellenőrző tevékenység

A Paksi Atomerőmű nukleáris környezetvédelme felöleli az erőmű radioaktív kibocsátásainak ellenőrzését; nagyságának és összetételének meghatározását, a környezet természetes és mesterséges eredetű sugárzási viszonyainak folyamatos figyelését. Ezt az ún. Környezeti Adatgyűjtő Rendszer (KAR) biztosítja, mely az atomerőmű minden üzemi állapotában (normál üzem, üzemzavar, nukleáris baleset) kellő mennyiségű és megbízhatóságú adatot kell, hogy szolgáltatson a környezeti hatások megítéléséhez, adott esetben a szükséges intézkedések meghozatalához.

Az üzemi környezeti távmérő állomások mérési adatait nagy számú természetes minta (fű, talaj, tej, hal, felszíni és talajvizek stb.) laboratóriumi vizsgálatával egészítik ki. Az alkalmazott mintavételi, minta-feldolgozási és méréstechnikai módszerek lehetővé teszik rendkívül alacsony radioaktív koncentrációk meghatározását is. A környezeti elemek és élelmiszerek vizsgálatát az ÁNTSZ keretében működő Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) laboratóriumai végzik. A méréseket végző 7 labor egyike a Tolna Megyei ÁNTSZ-ben működik.

Az ellenőrzés főbb területei a következők:

- légköri és vízi kibocsátások mérése a szellőzőkéményekben, illetve a vizeket összegyűjtő tartályparkban, valamint a kifolyó csatornában;
- meteorológiai és a Dunánál hidrológiai jellemzők mérése;

- levegő, talaj, talajvíz és természetes növénytakaró (fű) radioaktív koncentrációjának mérése;
- felszíni vizek (Duna és halastavak), esővíz gyűjtő csatornák különböző mintáinak (víz, iszap, hal) aktivitásmérése;
- egyes élelmiszer-minták (tej) aktivitáskoncentrációjának mérése;
- környezeti gamma-sugárzás dózisének, dózisteljesítményének mérése.

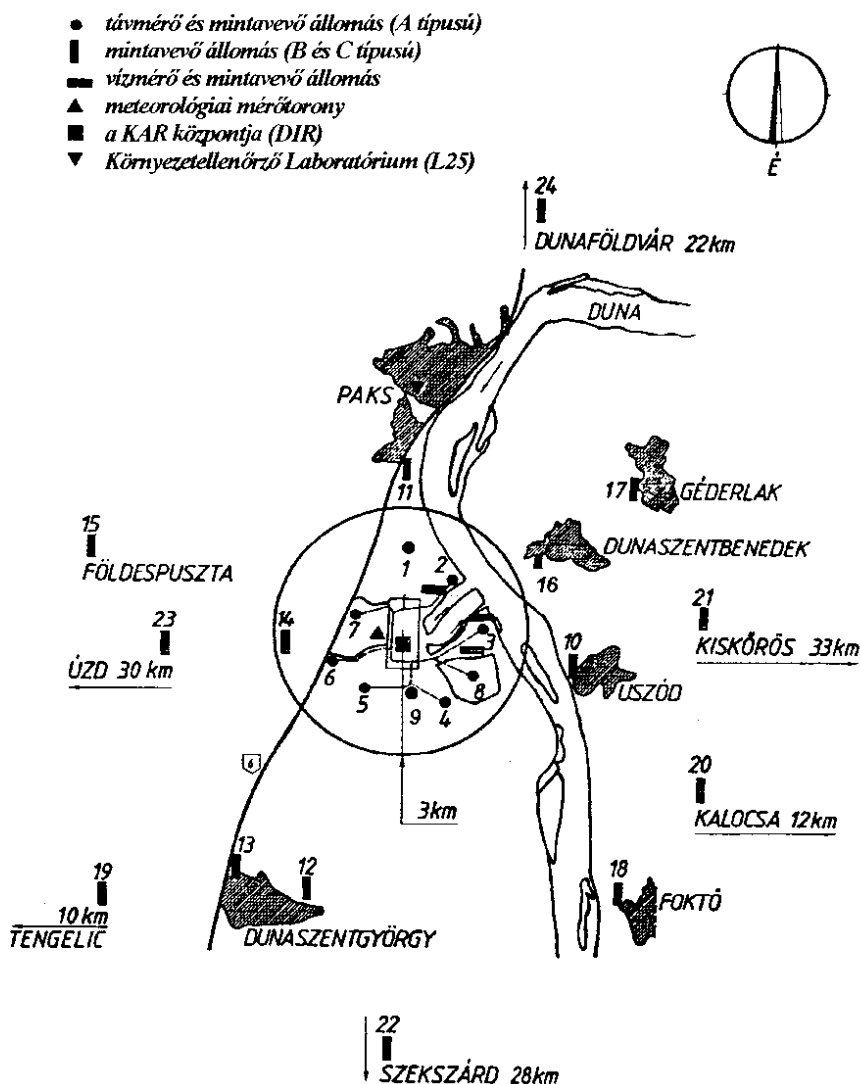
A Paksi Atomerőmű üzemi kibocsátás- és környezetellenőrző rendszere 1977-1982 között épült ki, rekonstrukciója folyamatban van. A rendszer elemeinek elhelyezkedését a 3. ábra mutatja. A mérőrendszer részei a:

- **KALINA** mérőrendszer, mely a szellőzőkéményeken keresztül kibocsátott levegőben lévő radioaktív aeroszolok összes-béta, a jódok összes-gamma, és a nemesgázok összes-béta aktivitását méri, valamint aeroszol és jód mintavételezést végez laboratóriumi vizsgálatokhoz;
- **NEKISE** mérőrendszer, mely szellőzőkéményenként a radioaktív nemesgázok aktivitás-koncentrációját méri;
- **<sup>131</sup>I távmérő**, mely kéményenként a kibocsátott levegő <sup>131</sup>I (jódizotóp) aktivitását méri;
- **Dózisteljesítmény** mérő detektorok (18 db), melyek az üzemi területen („udvartéren”) figyelik a környezeti gamma-sugárzás szintjét;
- **„A” típusú állomáshálózat** (9 db), melyek az erőműtől 1–1,5 km távolságban helyezkednek el, a környezeti gamma-sugárzás dózisteljesítményét, és egy-egy jód-távmérő detektor a <sup>131</sup>I aktivitás-koncentrációját méri;
- **Vízmérő állomások**, melyek a Dunából hűtésre kivett vizet, a felmelegedett kondenzátor hűtővizet, a mérleg feletti vizeket és a tisztított fekáliás szennyvizet kibocsátó vezeték vizét vizsgálják;
- **Meteorológiai mérőtorony** különböző szintjein (2, 20, 50 és 120 m-en) 11 nagy megbízhatóságú érzékelő összesen 18 mért, illetve képezett mennyiséget szolgáltat folyamatosan;
- **Dozimetriai Információs Rendszer (DIR):** a felsorolt távmérő állomások mérési eredményeit rögzíti;
- **Laboratóriumi vizsgálatok** feladata az előre meghatározott helyeken, meghatározott gyakorisággal, előírt módon vett levegő, víz, talaj, iszap, növény, hal és tej minták megfelelő érzékenységgel végzett vizsgálata<sup>7</sup>.

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 fogja elégíteni a biztonságos üzemeléssel kapcsolatos, szabványokban rögzített szigorú követelményeket. A felújított rendszerek átadásának határideje 2004. december 31.

<sup>7</sup> A laboratóriumokban alkalmazott vizsgálati módszerek érzékenységeivel (kimutatási határával) kapcsolatban érdemes megemlíteni, hogy azok messzemenően kielégítik a 15/2001. (VI. 6.) KöM rendeletben előírt követelményeket.

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



Az erőmű üzemi kibocsátás- és környezetellenőrző tevékenységét az elsőfokú környezetvédelmi hatóság (ADUKÖFE) heti gyakorisággal ellenőrzi. A laboratóriumok mérési eredményeikről Havi Jelentést készítenek, amelyet rendszeresen megküldenek az érintett hatóságoknak, a hatóságok által létrehozott és üzemeltetett Hatósági Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer Adatfeldolgozó és Értékelő Központjába (HAKSER AFÉK), valamint a felügyeleti szerveknek. Az erőmű Sugárvédelmi Osztálya minden évben jelentést készít, amely részletesen tartalmazza a kibocsátás- és környezetellenőrzés eredményeit.

A mérési eredményeket értékelve megállapítható, hogy mind a légnemű, mind a folyékony kibocsátások a szigorú hatósági korlátokat messze betartva kedvezően alacsony szinten maradtak. Az adatokat külföldi összehasonlításban is vizsgálva kitűnik, hogy a kibocsátások nem érik el az azonos típusú erőművekben az egységnyi megtermelt energiára vetített nemzetközi adatok átlagát.

A mérések 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.

#### 2.4. Az üzemidő hosszabbítása megvalósítása

Az atomerőműben történt műszaki állapotfelmérés tapasztalatai alapján megállapítható, hogy

- A Paksi Atomerőmű 50 éves üzemen tartásának műszaki vagy biztonsági akadálya nincs;
- Az atomerőmű ellenőrzési, karbantartási, rendszeres felújítási gyakorlata a legtöbb rendszer, berendezés esetében lehetővé teszi az üzemidő hosszabbítást kiugró költség nélkül;
- A berendezések, rendszerek kis hányadánál szükség lesz rekonstrukcióra, komolyabb beruházásra, mivel az öregedés okozta hatások javításának lehetősége korlátozott, vagy jelentős erkölcsi avulással kell számolni;
- Egyes berendezések, rendszerek esetén kapacitásbővítésre lehet szükség (pl. hulladéktárolás).

A szükséges beavatkozásokat az 1. és 3. táblázatok utolsó oszlopaiban, illetve a legfontosabb, és ezért kiemelendő reaktor, illetve gőzfejlesztők vonatkozásában a 2.2.2. pont alatt röviden összefoglaltuk. A következőkben az üzemidő hosszabbításhoz szükséges legnagyobb volumenű munkákat és okait soroljuk fel:

- **Reaktortartály:** hidroakkumulátor csere, 1. és 2. blokk ZÜHR vizeinek hőmérséklet növelése (üzemmenet módosítása), egyéb üzemi módosítások, 1. bloknál az 5/6-os varrat hőkezelése;
- **Reaktortartály felső blokk** csonkjainál a fáradásos repedések, feszültségkorrózió miatti fedélcseré szükséges (nagyjavítás, anyagvizsgálati fejlesztés, stb.);
- **Térfogatkompensátor** csere, ill. kiugró mértékű felújítás/anyagvizsgálati fejlesztés a csonk környezetek fáradásos károsodása, feszültségkorróziója miatt;
- Reaktoron belüli berendezésekből a **közbenső rúdkészlet** csere (mind a 4 blokkra);
- **Szabályozó rúdhajtások** élettartamára vonatkozóan a tudatos készletgazdálkodás nélkülözhetetlen;
- **Főkeringtető szivattyúk** forgórészeinek (járókerék) cseréje feszültségkorrózió miatt. (A várható cseréket a tartalékkészlet biztosítja);
- **Főelzáró tolózár** csere a tartalék terhére – az öntvényház termikus ridegedése és feszültségkorrózió miatt;
- **Dízel generátor motoroknál** cserét nem kell feltételezni, de a főjavítások 10 évenként szükségesek;
- **Főgőz rendszeri Rockwell és egyéb armatúrákat** fokozott működtetés miatti elhasználódások, illetve gyártási hibák miatt cserélni kell;
- **Nagynyomású előmelegítőket** ausztenites csövezéssel, szénacél házzal kell cserélni. (Ennek oka, a fokozódó tápvízoldali eróziós károsodás és az esetleges 10%-os teljesítménynövelés üzembiztonsága);
- **Átrakógépeknél** ismételt irányítástechnikai nagyfelújítás (erkölcsi avulás miatt) szükséges;
- **Villamos és irányítástechnikai kábelek** minősítési hiányosságok miatti cserét igényelnek;
- **Nyomástávadók** cseréjét szintén a minősítési hiányosságok indokolják;



- **Lehívó rendszer** cseréje az erkölcsi avulás miatt szükséges;
- **Kontaktmanométerek** kiváltása erkölcsi avulás miatt;
- **Blokkszámítógép**, ellenőrző rendszerek cseréje erkölcsi avulás miatt.

Az élettartam-gazdálkodás alapvető módszere a berendezések, szerkezetek állapotának folyamatos nyomon-követése (monitorozása) és a karbantartások, berendezés-cserék, felújítások ütemezett – a megnövekedő üzemeltetési időt is figyelembe vevő – elvégzése. Ez a tevékenység nem jelent jelentősen más célú, és mennyiségű anyagfelhasználást, mint ami a jelenlegi karbantartási gyakorlatban észlelhető. Tipikus a gumitömítések, tömszelencék, szivattyúk, armatúrák cseréje vagy felújítása. Építészeti szerkezeteknél a burkolat-felújítások, homlokzati vagy földemrekonstrukciók a jellemzők, külön ki kell emelni a szigetelő burkolatok cseréjét vagy lokális javítását. A villamos és irányítástechnikai területen a kábelezés cseréje, vagy az erkölcsileg avult szabályozó, mérő rendszerek átalakítása várható.

Ha szükség lesz valamelyik reaktor hőkezelésére, azt a helyszínen – indukciós hevítést alkalmazva – fogják elvégezni, mely nem jár többlet anyagfelhasználással, vagy kibocsátással. Főberendezés csere esetén sem várható kibocsátás-növekedés, mivel a fémanyag újrafelhasználását lehetővé tevő dekontaminálás hulladékvizeit az erőművi tisztító rendszerek fogják feldolgozni. Így viszont a több tíz tonnás hulladék-keletkezés is elkerülhető.

A gépészeti átalakítások eddig is folyamatosan folytak, többek közt a biztonságnövelő intézkedések keretében. Építészeti rekonstrukciók (pl. a pihentető medence burkolat javítása, az épületek földrengés-állóságának növelése) eddigi tapasztalatai is rendelkezésünkre állnak. Irányítástechnikai feladat volt a reaktor védelmi rendszer rekonstrukciója, vagy a sugárvédelmi ellenőrző rendszer korszerűsítése.

Az erőmű állapotának felmérése tehát azt mutatta, hogy a megfelelő biztonság fenntartása szempontjából figyelembe veendő közel 500 szerkezet, rendszer és berendezés jelentős része az ellenőrzések, normál karbantartások vagy részleges-teljes rekonstrukciók segítségével megfelel az 50 éves élettartam-elvárásnak. Így **a tervezett üzemidő hosszabbításhoz a jelenlegi karbantartási, felújítási tevékenység folytatásával kell számolnunk.**

Ez azt is jelenti, hogy a Paksi Atomerőműben a kilencvenes évek eleje óta folyó biztonságnövelő és szeizmikus megerősítési munkák éves munkavolumenét, a szükséges létszámot és hulladékképződés mennyiségét a tudatos élettartam gazdálkodás, és az ahhoz szükséges felújítások, berendezés cserék számottevően nem fogják meghaladni.

Az atomerőmű üzemeltetése nem függetleníthető a kiegészített üzemanyag és a radioaktív hulladék problémájától. A kiegészített üzemanyag átmeneti tárolása a telephelyen lévő tárolóban 50 évre megoldott, s a meghosszabbított üzemidőre is a tároló bővítése megoldható, a végleges elhelyezés stratégiája már kialakult, a konkrét megoldások az üzemidő meghosszabbításig várhatóan kialakulnak. A kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésére szolgáló tároló létesítésének előkészítése már elindult.

### **3. A környezet jelenlegi állapota**

A környezeti állapot leírása jelen esetben többszintű. Vizsgálni kell az atomerőmű létesítése előtti környezet állapotot (mint összehasonlítási alapot), a jelenlegi állapotot, és annak kialakulásában az erőmű szerepét, valamint a meghosszabbított üzemidejű erőmű működése

alatt várható környezet állapotot. (Ez utóbbi a felismerhető tendenciák szerinti előrebecslést igényel.) A bevezetőben már említettük, hogy vizsgált tevékenységünk esetében a legfontosabb a jelen állapot ismerete, hiszen annak elfogadhatósága jelentősen befolyásolja az üzemidő meghosszabbítás elfogadhatóságát is.

### 3.1. A környezet radioaktivitásának jellemzése

#### 3.1.1. Az alapszint felmérés

Az atomerőmű környezetében 1981-82-ben végezték el az alapszint felmérést, elsősorban a mesterséges eredetű, s az atomerőműből is kibocsátásra kerülő radionuklidokra vonatkozóan. A vizsgálatok kiterjedtek a levegőre, a kihullásra, a talajra, a talajvízre, a Duna vízre és üledékre, a növényzetre, halra és tej mintára, valamint a dózisteljesítmény mérésére. A talaj és fű mintavétel, valamint a dózismérés az ekkor már részben kiépített környezetellenőrző állomás-hálózat tagjain történt, a talajvíz mintázására az üzemi területen került sor, míg más minták (tej, hal, dunai üledék) az erőmű körüli 30 km-es körzeten belülről származtak. A vizsgálat módszere nagyrészt azonos volt a majdan üzemelő erőmű környezetellenőrzésével, hogy az adatok összehasonlíthatók legyenek. Az eredmények közül kiemelendő, hogy:

- A talaj természetes radionuklid tartalma megfelelt a talajtípusnak, azaz az erőmű környékén gyakori homoktalajban kisebbek, a humusz talajban nagyobbak voltak az értékek. (Homoktalaj: U-sor és Th-sor 10-15 Bq/kg,  $^{40}\text{K}$  250-300 Bq/kg száraz anyagra vonatkoztatva, humuszos talajban kb. másfélszer nagyobb értékek.)
- Az előbbi jól követi a környezeti gamma-sugárzás dózisteljesítménye: a homoktalaj felett  $60 \pm 7$ , az összes állomáson  $67 \pm 8$  nGy/h az átlagos alapszinti dózisteljesítmény.
- Az 1963 előtti – globális – kihullásból mára a  $^{90}\text{Sr}$  és a  $^{137}\text{Cs}$  maradt meg a talaj, növény és a vízi eredetű mintákban területileg változó eloszlásban. A Duna  $^3\text{H}$  aktivitáskoncentrációja, illetve a levegő  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  és  $^{85}\text{Kr}$  aktivitáskoncentrációja közel azonosnak tekinthető az ország különböző pontjain.

#### 3.1.2. Az üzemelés közben végzett mérések

Az atomerőmű működésének környezeti hatásai a légtérbe és a Dunába történő radioaktív szennyezett kibocsátások. A kibocsátható radionuklidok mennyiségét igen szigorú hatósági korlátok szabályozzák, melyek betartását az üzem és a hatóságok többszörösen ellenőrzik.

A hatósági kibocsátási korlátozás alá eső radioaktív izotópok mérése alapján tehető legfontosabb megállapítás az, hogy az atomerőmű a 2002. évvel bezárólag minden vonatkozásban betartotta a hatósági korlátokat, a folyékony kibocsátással távozó  $^3\text{H}$  mennyiségén kívül igen nagy tartalékkal. A kiváltó okok mélyebb magyarázatát mellőzve, néhány jellemző tendenciára érdemes a figyelmet felhívni:

- A radioaktív nemesgázok összes kibocsátása a 90-es évek közepétől a felére-harmadára esett vissza az előző időszakhoz képest;
- Az aeroszolok és a radiojódok kibocsátása a légtérbe csaknem mindig a hatósági korlát 0,1% alatt volt, és a kivételek esetekben sem sokkal haladta azt meg (a hatósági korlát 0,18%-a volt a maximum 1997-ben);
- A  $^{90}\text{Sr}$  légnemű kibocsátásában – egyébként kicsiny értékek mellett – fluktuációk figyelhetők meg;

- A hulladékvizekkel történő  $^3\text{H}$  kibocsátásban enyhe emelkedés látható. A 90-es évek elejéig a kibocsátás a korlát 50%-a körül ingadozott, az ez utáni időszakban 60-70% között volt.

Az egységnyi villamosenergia termelésre vonatkozó paksi adatokat összehasonlítva a hasonló típusú külföldi erőművek kibocsátásának átlagával korábban az volt tapasztalható, hogy a paksiak lényegesen kisebbek a megelőző időszak nemzetközi átlagánál. A Paksi Atomerőmű kibocsátásai az utóbbi években sem romlottak, de a világ átlag javulásával, napjainkban a külföldi erőművek kibocsátási átlagai ezt a hátrányt behozták illetve egyes paraméterek tekintetében a világszerte jobb, mint a Paksi Atomerőmű egységnyi villamosenergia termelésre vonatkoztatott kibocsátása.

A hulladékvizekkel alfa-sugárzó izotóp az erőműből nem bocsátható ki, amelyet a tartályvizek mintáinak összes-alfa mérésével kell igazolni, a hatóság által előírt  $0,01 \text{ Bq/dm}^3$  kimutatási határ mellett. Az erőmű alfa-spektrometriát is alkalmaz, ezzel bizonyítva, hogy az erőmű ez ideig alfa-sugárzó radionuklidot a hulladékvizekkel nem bocsátott ki a Dunába.

A kibocsátásokról környezeti közegenként az alábbiak mondhatók el:

#### Földfelszíni levegő, kihullás

- Az első évtizedben elsősorban a radioezüst volt kimutatható, de míg akkor a minták 10-40%-ában, a 90-es évek végére már csak néhány esetben volt kimutatható. Az aeroszol mintákban  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  mellett olykor megjelent néhány korróziós termék ( $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ) is, jellemzően ezred, illetve század  $\text{mBq/m}^3$  nagyságrendben. Az utóbbi években jobbra a  $^{60}\text{Co}$  jelentkezett (legfeljebb 10-20 eset évente).
- Erőműtől származó radiojódot – a 2003. április 10-11-i súlyos üzemzavar során és után történt kibocsátástól eltekintve – sem az aeroszol, sem az elemi jódszűrő mintákon  $10^{-6}$ , illetve  $10^{-5} \text{ Bq/m}^3$  kimutatási határ mellett egyetlen esetben sem lehetett észlelni.
- A Paksi Atomerőműből a légtérbe kibocsátott radionuklidok közül leginkább az  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ -et lehetett mérni, de az éves esetszám nem haladta meg a 10%-ot. Az utóbbi években inkább már a  $^{60}\text{Co}$  volt jelen, de az esetszám 10 alatt maradt. Még ritkábban néhány egyéb erőművi eredetű radionuklidot ( $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  stb.) is ki lehetett mutatni. A mért értékek általában a kimutatási határ közelében voltak és az egészségügyi határértéket meg sem közelítik.

#### Talaj- és fűminták

Talajminták vételezésére évente általában egyszer, a fűmintákéra kétszer (tavasszal és ősszel) kerül sor.

- A gamma-spektrometriai mérésekben mindkét mintafajtánál meghatározóan jelentkeznek a természetes eredetű radioaktív izotópok: a  $^{40}\text{K}$ , továbbá a talajmintákban az U-sor és a Th-sor gamma-sugárzó radionuklidjai. Az adatok függetlenek az atomerőmű kibocsátásaitól, jól illeszkednek viszont a szakirodalomban közölt értékekhez.
- A talajban a  $^{137}\text{Cs}$ -et mindig, a  $^{90}\text{Sr}$ -et gyakran ki lehetett mutatni mind a Csernobil előtti, mind az utáni időszakban. A fűmintákban ugyancsak az esetek nagy többségében mindkét radionuklid jelen volt. A csernobili kihullás az addigi, globális kihullásból származó radiocézium koncentrációt jelentősen megemelte, így a korábbi alapszinti adatokkal való összehasonlítás értelmetlenné vált. A  $^{90}\text{Sr}$ -nél – amelynek

kihullását Magyarországon a szakirodalom a  $^{137}\text{Cs}$  kihullásának tizedére becsüli – markáns emelkedés Paks környékén nem volt megfigyelhető.

- A Paksi Atomerőműből a légtérbe kibocsátott  $^{137}\text{Cs}$  és  $^{90}\text{Sr}$  szignifikánsan nem mutatható ki.
- Erőműtől származó radionuklidot –  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ -et,  $^{54}\text{Mn}$ -et,  $^{60}\text{Co}$ -at – a húsz év alatt vizsgált mintegy 800 mintából mindössze néhány alkalommal sikerült kimutatni, nagyon kicsiny – legfeljebb néhány Bq/kg – mennyiségben. Ezt az eredményt más mérési módszerekkel (gamma-spektrometriai) végzett vizsgálatok is megerősítették.

### Dunai eredetű minták

A melegvíz csatorna torkolatánál, a beömlés környékén és attól D-re, folyás-irányban az iszapban feldúsulhatnak és kumulálódhatnak az izotópok, és így a víznél lényegesen nagyobb koncentrációk jöhetnek létre, melyeket könnyebb megmérni. Ezért a laboratórium évente kétszer mintázza a beömlés környékét, attól D-re körülbelül 500 m-re egy partszakaszt, valamint – az összehasonlítás érdekében – egy É-ra eső szakaszt. (Az iszap mintavétel valamennyi környezeti mintavétel közül talán a legbizonytalanabb, ez kihat a mért eredményre.) A csernobili baleset következtében az addigi alapszinti  $^{137}\text{Cs}$  koncentráció sokszorosára nőtt, megjelent néhány más, hosszabb élettartamú radionuklid is ( $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{125}\text{Sb}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ), amelyek évekig nehezítették ezekre az izotópokra az esetleges erőművi kibocsátás járulékának meghatározását.

- Kezdetől fogva valamennyi iszapmintában ki lehetett mutatni a  $^{137}\text{Cs}$ -et, és az esetek nagyobbik részében a  $^{90}\text{Sr}$ -et. Az 1986 előtt mért értékek, valamint a radiostroncium későbbi értékei is döntően a globális kihullásból származnak, míg az 1986 utáni radiocézium nagyrészt a csernobili baleset következménye. A mérési eredményekben folyásirány szerinti tendencia nem figyelhető meg. Így erőművi járulék meghatározása nem lehetséges.
- A melegvíz csatorna torkolatánál és a délebbre eső mintavételi ponton vett iszapban néhány alkalommal 1-10 Bq/kg határok között kimutatható volt a  $^{54}\text{Mn}$ , a  $^{60}\text{Co}$  és az  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ , amelyek az erőmű folyékony kibocsátásából származtak

### A halastavak víz-, iszap és halmintái

Az erőmű környezetellenőrzése rendszeresen, negyedéves gyakorisággal mintázza az erőmű melletti és a Pakshoz közel eső halastavakat, amelyekbe részben víz utánpótlással (erőmű melletti tavak), részben a légtéren keresztül kerülhet radioaktív anyag. A mintázás kiterjed a vízre, iszapra és a halra. A mérési eredmények a következőket mutatták:

- A vízminták összes-béta aktivitáskoncentrációja a természetes felszíni vizek tartományába esik (0,1-0,5 Bq/dm<sup>3</sup>). Ugyanez mondható a tríciumra is (1-5 Bq/dm<sup>3</sup>). A mintákban erőműtől származó gamma-sugárzó radionuklidot nem lehetett kimutatni.
- Az iszap mintákban a természetes eredetű radioaktív izotópokon és egy kevés, csernobili kihullásból származó radiocéziumon kívül más radionuklid gamma-spektrometriával sem volt kimutatható. Hasonlóképpen a konyhakész állapotban elkészített és mért halhúsban, illetve belsőségben a 0,5 Bq/kg kimutatási határ feletti erőműtől származó gamma-sugárzó radionuklid nem volt.

### Talajvíz

Jelenleg több mint 40 talajvíz figyelő kútból, rendszeres havi mintázás történik.

- Az atomerőmű telephelyén, elsősorban a főépület és a segédépületek alatti és körüli talajvízben a nyolcvanas évek közepe óta a technológiai eredetű trícium jelent meg.

A talajvíz  $^3\text{H}$  aktivitáskonzentrációja a háttér érték ( $2\text{-}3\text{ Bq/dm}^3$ ) és  $3,7\text{ kBq/dm}^3$  között változott. 1993-tól intenzív nyomjelzéses vizsgálat-sorozat kezdődött a lehetséges technológiai rendellenességek, szervezetlen szivárgási, kikerülési helyek behatárolására, majd fokozatos megszüntetésére. A beavatkozások eredményeképpen az utóbbi években mért legnagyobb aktivitáskonzentráció már nem, vagy alig haladta meg az  $1\text{ kBq/dm}^3$  értéket. A talajvíz kutak trícium aktivitáskonzentrációinak összege is időben csökkenő tendenciát mutat. Mindezek alapján úgy ítélték meg, hogy tríciummal szennyezett technológiai eredetű víz bejutása a talajvízbe megszűnt.

- Az a szennyeződés, amely korábban a talajvízbe jutott elsősorban az 1. segédépület és az 1-2. blokki főépület alatt, illetve környékén helyezkedik el. A trícium szennyeződés a talajvíz mozgásával és diffúzióval fokozatosan terjedt szét és hígult, s ma mintegy „trícium-felhőt” alkot az üzemi terület alatt. A fő- és segédépületek képzeletbeli „külső” széleinél a  $^3\text{H}$  aktivitáskonzentráció esetenként  $100\text{ Bq/dm}^3$  nagyságrendű is lehet, ennél távolabb, az üzemi terület határainál azonban legfeljebb  $10\text{ Bq/dm}^3$  nagyságrendű, illetve háttér szintű.
- Az utóbbi két évben lehetővé vált az automatikus mintavevőket tartalmazó kutaknál az ioncserélő oszlopon megkötött radionuklidok nagy érzékenységgű, nuklidspecifikus vizsgálata. Ezek a mérések azt mutatták, hogy a talajvízben mesterséges eredetű gamma-sugárzó radionuklid és  $^{90}\text{Sr}$   $1\text{ mBq/dm}^3$  körüli kimutatási határ mellett,  $^{14}\text{C}$  a háttér érték felett,  $^{239,240}\text{Pu}$  és  $^{238}\text{Pu}$   $0,1\text{ mBq/dm}^3$  kimutatási határ felett nem észlelhető. A  $^{14}\text{C}$  aktivitáskonzentrációja  $260\text{-}340\text{ mg/l}$  hidrokarbonát-tartalom esetén a természetes forrásokból eredően  $7\text{-}13\text{ mBq/l}$  között változik.

### Tejminták

Az erőműtől déli irányba eső környező tehenészetektől (Dunaszentgyörgy, Gerjen) havonta váltakozva tejmintát hoznak, melyek aktivitáskonzentrációját gamma-spektrométerrel mérik meg. Ez ideig  $0,5\text{ Bq/dm}^3$  kimutatási határ mellett erőművi kibocsátásból eredő radionuklidot nem észleltek.

**Összegezve: a Paksi Atomerőmű radioaktív kibocsátása következtében kialakuló környezeti aktivitáskonzentráció mért értékei legtöbb esetben nagyságrendekkel kisebbek a természetes radionuklidok koncentrációinál, illetve a máshonnan származó mesterséges radioaktív izotópok mennyiségeinél. Azaz, az erőmű eddigi normálüzemi működése a környezeti közegek radioaktív koncentrációját érdemlegesen nem növelte meg.**

Ugyanez mondható ki a dózismérési vizsgálatok alapján is: azaz a hosszú időszakra és az erőmű kiterjedt körzetére vonatkozó dózismérési vizsgálatok szerint **a Paksi Atomerőmű eddigi 20 üzemi éve során a környezeti gamma-sugárzás szintje az erőmű működése következtében kimutatható mértékben nem növekedett.**

## 3.2. Hagyományos környezetállapot jellemzők

### 3.2.1. Levegőminőség

**Paks térsége az atomerőmű létesítése előtti időszakban is az ország viszonylag tiszta levegőjű területei közé tartozott.** A már ebben az időszakban is vizsgált hagyományos szennyezőanyagok (kén-dioxid és nitrogén-dioxid) koncentrációi a város területén mindössze

a háttérszennyezettség 2,5-4-szeresét érték el. (Számszerűen: SO<sub>2</sub> háttér ≈ 10, Paks ≈ 40 µg/m<sup>3</sup>; NO<sub>2</sub> háttér ≈ 8, Paks ≈ 20 µg/m<sup>3</sup>, ülepedő por 10 g/m<sup>2</sup>,<sub>30 nap</sub>.)

Ennek oka, hogy a környéken sem jelentős regionális, sem jelentős lokális hatású forrás nem található. A településen a gépjármű közlekedés, a vasút és a hajózás légszennyező hatása ugyancsak csekély volt. Ugyancsak nem volt jellemző az ipari források jelenléte sem. Ebben az időszakban a fő szennyező forrás a település fűtése, annak ellenére, hogy a lakosok száma a jelenleginél még jóval kevesebb volt (1970-ben 17 000, jelenleg 21 000 fő).

Az OMSz háttérszennyezettségre vonatkozó adatai szerint a **Paks környéki háttér szennyezettség az atomerőmű működése alatti időszakban is csak mérsékelt**. A jogszabályban meghatározott zónabeosztás szerint a legkevésbé terhelte területek közé tartozik, azaz SO<sub>2</sub> 50 µg/m<sup>3</sup> alatti koncentrációk, NO<sub>2</sub> 26 µg/m<sup>3</sup> alatti koncentrációk, pornál 10-14 g/m<sup>2</sup>,<sub>30 nap</sub> koncentráció jellemző. A növekedés csak nitrogén-dioxid tekintetében jelentős, mely a fő szennyezővé váló közlekedésre utal.

**A térség levegőjének mérsékelt terhelését a helyszínen, az atomerőmű közvetlen környezetében végzett vizsgálatunk is megerősítették.** A hagyományos szennyezőanyagok közül a szállópor bizonyult kritikus szennyezőanyagnak, mely azonban itt elsősorban a természetes terhelésből eredő.

**Az erőmű saját, hagyományos légszennyezőanyag kibocsátásait** (biztonsági dízelgépek, festőműhely) vizsgálva a jelenlegi állapotnál megállapíthattuk, hogy ezen szennyezőanyag kibocsátás **nem jelentős még a lokális környezetben sem.**

### 3.2.2. *Klimatikus viszonyok*

**A Paksi Atomerőmű telephelyét a síkvidéki, meleg, száraz, kontinentális klíma jellemzi,** így a léghőmérséklet és a csapadék nagymértékű ingadozása, az éghajlati elemek nagy változékonysága nem meglepő.

A telephely **az ország egyik legszárazabb vidéke,** mivel a Bakony és az Északi Középhegység csapadékarányában fekszik. **Országos átlagban a legtöbb besugárzást kapó terület határán van,** de ennek megfelelően **nagy a kisugárzási veszteség is.** Erős nappali felmelegedés és erős éjszakai lehűlés jellemzik. A telephelyen **uralkodó szélirány az észak-északnyugati.**

**Az atomerőmű létesítése és üzemelésének beindulása a mezoklimatikus viszonyokra hatással lehetett.** Itt elsősorban elméleti feltételezéseket kellett tennünk, hiszen erre célzott, az erőmű létesítése előtt végzett alapvizsgálatra támaszkodó igazoló mérésekkel nem rendelkezünk. Az atomerőmű létesítése óta folyamatosan végzett meteorológiai mérési eredmények pedig a mért paraméterekben jellegzetes változásokat nem mutattak ki.

Az elméleti hatásokat két nagy csoportba sorolhatjuk: az egyik a hőterheléshez kötődő hatáscsoport (pl. hőterhelés miatti feláramlás, felhő- és ködképződés, párakicsapódás), a másik beépített terület környezetében kialakuló urbánhatás (pl. a beépített, burkolt felületek magasabb átlaghőmérséklete, a párolgási viszonyok megváltozása). A hőterhelés mezoklimatikus hatásának kimutatására a jelenleg folyó telephely monitorozási programban öt automata mérőállomás kihelyezése történt meg. A mérési munka folyamatban van, de már a program első évében kimutatható volt a melegvízcsatorna hatása a kontroll mérőállomás

adataihoz viszonyítva főként alacsonyabb léghőmérsékletek esetén, ami nyugatias szeleknél még kifejezettebb.

### 3.2.3. Felszíni vizek

Az erőmű környezeti hatásai a Dunában a vízkivételből és a használt vizek (hagyományos és radioaktív szennyezőanyagokkal terhelt ipari víz, kommunális szennyvíz, hőterhelés) kibocsátásából adódhat. Ez mederváltozással, vízminőségi változással és az ökológiai állapot módosulásával jár.

**A telephely környezetében a Duna enyhén alsó szakasz jellegű, azaz inkább feltöltődésre hajlamos,** mint medermélyülésre, bár a hordalék lerakódás mértéke és periodikus változása függ a vízhozamtól, tehát időben is változó.

A folyó a szabályozások előtt, valószínűleg a túlszélesedés miatt, szigeteket képzett, ágakra szakadozott. A középvízi szabályozás stabilizálta a főmedret. További, a stabilizálódás irányába mutató változásokat jelentett, hogy átvágásokkal csaknem 100 km-rel rövidült meg a magyarországi folyószakasz. Mind a szűkítés okozta sebességnövekedés, mind a rövidülés miatti esésnövekedés a folyó hordalék-szállító képességének növekedésével jár, így mindkét típusú beavatkozás eredményeként medermélyülési folyamat indult el.

A Paksi Atomerőmű hűtővíz ellátására gyakorolt hatása miatt meghatározó a finom homokból és kavicsból lévő barákai gázló (1522-1521 fkm). A gázló javítása helyi duzzasztással, terelőmű, sarkantyúk építésével történik, ami a hűtővíz ellátás szempontjából is megfelelő eredményt szolgáltat. A vízkivétel folyamatosan befolyásolja a meder változását, erre az erőműnek tehát fel kell készülni, szélsőséges esetben akár a blokkok leállítását is számításba kell venni. Erre azért is szükség lehet, mert a hidegvíz csatorna feletti szakaszon 1984-hez viszonyítva a vízszintek mintegy 10-15 cm-es süllyedése figyelhető meg.

A Duna vízminősége jelenleg Paks térségében az oxigénforgalom mutatói és a szervesanyag tartalom alapján az I-II., a növényi tápanyag tartalma alapján pedig II-III. vízminőségi osztályba tartozik. **A Paksi Atomerőmű alatti mintavételi helyeken** (Fajszy, Baja, Mohács, Hercegszántó) **általában nem volt rosszabb a víz minősége,** mint a felette lévőnél (Dunaföldvár). A Paksi Atomerőmű üzembe lépése előtti (1979-1982), és utáni (1983-1990) rész-időszakokat összehasonlítva megállapíthatjuk viszont, hogy az időszakok átlagértékei romlást mutattak, a romlás a Dunaföldvár-i (Paks fölötti!) mintavételi helyen is regisztrálható, így a romlásnak nem az erőmű létesítése az oka.

**Az atomerőmű használtvíz kibocsátása** (hőterhelése és többlet szennyvíz kibocsátása) jelenleg nem változtatja meg a Duna vízminőségének osztályba sorolását. Tehát **hatására a vízminőség alapvetően nem változik.**

Az atomerőműben keletkező szennyvizek tisztítás után kerülnek a melegvíz csatornába, s onnan ellenőrzés után a Dunába. A kommunális (tisztálkodási, WC, egyéb ivóvízhasználatból, mosodából stb.) származó szennyvíz napi mennyisége ~1000-1500 m<sup>3</sup>.

A Duna vizére vonatkozó hatások az 1999-2002. között végzett helyszíni vízkémiai vizsgálataink eredményei alapján a következők:

- 1999. novemberi vízkémiai állapotfelvétel eredményei alapján a Paks-Mohács Duna-szakasz vize az oxigénforgalmi mutatók alapján I. vagy II., a Foktó-Gerjen közötti

szakaszon, valamint a Fajsz-Dombori balparti szelvényben III. osztályú volt. A növényi tápanyag tartalom mutatói közül az összes-P koncentráció alapján a Foktó-Gerjen balparti szelvény a IV. a többi mintavételi szelvény pedig a III. osztályba tartoztak. A klorofill-a tartalom alapján is III. osztályú volt a folyó vize. Az egyéb mutatók alapján a vizsgált szelvények I-II. osztályúak voltak. Az eredmények szerint az atomerőmű használtvizeinek hatása a hossz-szelvény mentén csak a vízhőmérséklet és kismértékben az oldott oxigén koncentráció (minimum) és az oxigéntelítettség (maximum) változásaiban nyilvánult meg.

- A 2001. és a 2002. évi vizsgálatok eredményei szerint és az augusztus végi mérés esetében az oxigéntelítettség, a  $BOI_5$  és TOC (I-III. osztály), a klorofill-a (IV. osztály) és a pH (II-IV. osztály) lényegesen kedvezőtlenebb eredményt adott, mint az október eleji mérés alkalmával. A nitrát-N esetében ezzel szemben éppen fordított volt a helyzet. A fentiekhez hasonló mérvű eltérés még további vízminőségi jellemzők esetén is kimutatható volt, de azoknál (általában) nem eredményezett vízminőségi osztályváltozást.

A mérések során az ún. rutin vízkémiai vizsgálatok mellett egyéb olyan mutatók vizsgálatát is elvégezték, amelyekkel az atomerőmű felmelegedett hűtővizének egyéb esetleges hatásai is kimutathatók. A szerves mikroszennyezők vizsgálati eredményei szerint a vízminták TPH (összes ásványolaj eredetű aromás szénhidrogén) analízise a Duna víz megfelelő tisztaságát mutatta. Az üledékminták TPH szennyeződése, egy kivételével (Paks melegvízcsatorna torkolata jobb part) szintén elfogadható határon belül van. Az itt vett minta szintén egyszeri szennyeződésre utal.

A Duna vizében a poliaromás szénhidrogének (PAH) és a poliklórozott bifenilek (PCB) mennyisége az átlagos Duna-szennyeződésnek megfelelő szintet mutatta. Gázolaj szennyeződés maradványok (naftalin, acenafén, antracén, fenantrén), valamint égéstermékek nyomai (fluorantén, pirén, benzantracén, krizén) kimutathatók, bár ezek kis koncentrációban vannak jelen. A mért értékek lebegő anyag függőek, hiszen a lipofil-vegyületek ezekhez kötődnek. Ezek közül a legnagyobb koncentrációban levő PAH eredményt a fluorantén, pirén adta, mely szennyezőanyagok jellemzően fűtésből és a közlekedésből származnak.

Az üledékben a szennyezés mértéke szintén az átlagos Duna-szennyezés szintjének felel meg, bár valamivel nagyobbak az értékek az átlagnál. Alkalmi olaj és háztartási szennyvízre jellemző komponensek voltak azonosíthatók a melegvízcsatorna torkolata térségében. Ezekből a mintákból pásztázó felvételt is készítettek, amivel egy metabolizált könnyű olaj frakciót (gázolaj, kerozin), kevés magasabb szénatom számú normál szénhidrogént, és fekális szteroidokat találtak.

A vizsgálatok tehát azt mutatják, hogy **az atomerőmű használtvizeinek hatása a hossz-szelvény mentén a vízhőmérséklet, az oxigénmutatók, valamint egyes mikroszennyezők, olaj, és háztartási szennyvízre jellemző komponensek tekintetében volt kimutatható.** A szennyezések azonban többnyire az **átlagos Duna-szennyeződésnek megfelelő szintet mutattak, vagy csak valamivel voltak nagyobbak az átlagértékeknél.**

Az atomerőmű hőterheléséről mérések alapján az alábbi, a melegvíz elkeveredésére vonatkozó megállapítások tehetünk:

- A hőcsóva a torkolati műtárgy közvetlen környezetében jelentős mértékben felhígul.



- A hőcsóva gyors elkeveredésében a betorkolást követő sarkantyúnál és keresztgátnál fellépő jelentős sebességnövekedés, irányváltás és az ehhez kapcsolódó turbulens jelenségek játszanak alapvető szerepet.
- A hőcsóva mindig a jobb parthoz simulva vonul le és behatol a zátonyok közötti vízterületekre is.
- A hőcsóva elkeveredése döntő mértékben a beömléstől számított 4-5 km között megtörténik.
- A melegvíz csóva terjedésének alsó határa jelentősen függ a Duna-víz hőmérsékletétől, a teljes elkeveredési hossz a Duna-víz átlaghőmérsékletének növekedésével csökken.

A hőterhelés megengedhető mértékét hatósági korlátok ( $T_{\max}$  és  $\Delta T$ ) szabályozzák. Ezek betartásával a vízi élővilág károsodása elkerülhető. Az erőmű alvizén a megnövekedett víz hőmérséklet lokálisan meggyorsítja a folyóban történő szervesanyag lebomlását, ami oxigénfogyasztással, oxigén elvonással jár. Ezt azonban a folyó hidraulikai, elkeveredési viszonyai, valamint a jellemzően magas oldott oxigéntartalma ellensúlyozni képes.

A melegvíz beömlésének hatására a Dunában található összes biomasza is magasabb, mint a felsőbb szelvényekben. E folyószakasz vízi élővilága az egyik leggazdagabb faji összetételű a térségben. A magasabb hőmérséklet hatására a halállomány egyedsűrűsége is meghaladhatja az átlagos értékeket (különösen a téli hónapokban).

#### 3.2.4. *Geológiai, hidrogeológiai viszonyok*

A telephely **szeizmicitása** volt az elmúlt évtized egyik legtöbbet kutatott és az atomerőmű telepítése, létesítése óta alapjaiban átértékelt, az erőmű biztonságát befolyásoló telephelyi jellemző. A mértékadó földrengés meghatározásán túl a közelmúlt **kutatásainak legfontosabb eredménye volt** felszínre kifutó elvetődés lehetőségének kizárása és **a telephely alkalmasságának igazolása**. (A mértékadó földrengés okozta maximális szabadfelszíni vízszintes gyorsulás értéke 0,25 g, míg a függőleges komponensé 0,2 g.)

A telephelyen a humuszos felső réteg alatt mintegy 25-30 m vastag pleisztocén rétegegyüttes található, melynek felső része árvízi elöntésből származó finomabb szerkezetű, jól osztályozott homok. Alsó része homokos kavics, kavicsos, kavicsszórványos homok. A 74-82 mBf szintig az ártéri szintet alkotó változatos színű homokréteget tártak fel, mely szemcsemérete alapján finom- és közepes homok. A homokba közbetelepülve nagy kiterjedésben észleltek szerves, szerves-nyomos és puha rétegeket.

A fúrás alapján a szemcseösszetétel térben erősen változik, a kavicsstartalom erős szórást mutat. A 30-50 m mélységű fúrások egyértelműen tisztázták a pannon rétegegyüttes felszínének helyzetét, mely a terepszint alatt 21-28 m mélységek között, 69-73 mBf szinten van. Finom rétegzettség, a különféle kifejlődésű rétegek gyors váltakozása jellemző a tavi üledékképződési körülményeknek megfelelően. Közvetlenül a telephelyen a löszfrakció jelenlétéről nincs tudomásunk.

Talajfolyósodásra csak a 10-20 m mélység közötti réteg hajlamos. A főépület 130 kPa talpnyomása kismértékben módosítja a talajfolyósodási potenciált. Sekély alapozás sérülésével nem kell számolni, ha a megfolyó réteg felett megfelelő vastagságú stabil fedőréteg van. Így **a főépület alatt globális talajfolyósodással –  $10^{-4}$  éves valószínűséget véve – nem kell számítani.**

Az atomerőműben a talajok és talajvizek állapotának nyomonkövetésére talaj, talajvíz ellenőrző rendszert építettek ki. **Az eddigi működés során többször észleltek talajszennyeződést.** 1996 előtt két esetben tártak fel szennyezettséget a zagyter (pH, oldott anyag, keménység, olaj), ill. az átmeneti veszélyes és ipari hulladéktároló (pH, oldott anyag, olaj, fémek) környezetében. A mentesítés mindkét esetben megtörtént. 1996-tól a telephelyen környezeti kárfelmérés, ill. több környezeti felülvizsgálat került elvégzésre. **Az erőmű a felismert és felmért szennyezéseket elhárította,** az okokat feltárta és a tapasztalatokat a rekonstrukciónál figyelembe vette.

### ***3.2.5. A Paksi Atomerőmű környezetének élővilága***

A Paksi Atomerőmű, mint kiterjedt telephellyel rendelkező ipari létesítmény viszonylag nagy teret kíván. Létrejötte jelentősen átalakította a szűkebb környéket, így természetesen befolyással volt/van annak élővilágára is. Az erőműnek köszönhető Paks jelentős várossá fejlődése, a lakótelep felépülése is, tehát ilyen módon a tájatalakító befolyás jelen esetben még kiterjedtebb. Az építkezés megkezdése előtt mind a telephelyen, mind a lakótelep helyén nem természetes vegetáció, hanem nagyrészt szántó és szőlőültetvény volt.

Az atomerőmű környezetében a jelentős antropogén befolyás ellenére maradtak értékes természetközeli foltok nyílt homoki gyepek; másodlagosan kialakult termőhelyen megjelenő pionír és lápréti növényzet; mocsári, lápréti, ligeti növényzet (Régi- és Új-Brinyó), égeres láp-mocsár erdő, a Dunaszentgyörgyi fás legelő, a paksi dunai ártér. Ezeken a területeken kutatásaink számos védett növényfajt tártak fel. Ezeken az állatvilág is valamivel értékesebb.

A rontott területek – részben bizonyítottan, részben valószínűsíthetően – még hordozzák az egykori alföldi sztyepfaunára jellemző homokpusztai és löszpusztagyepi állatfajok bizonyos hányadát. Főként a nagyobb tűrőképességű, az élőhelyek zavarását elviselni képes fajok tudták átvészelni élőhelyeik rohamos beszűkülését

### ***3.2.6. Hulladékok keletkezése és ártalmatlanítása***

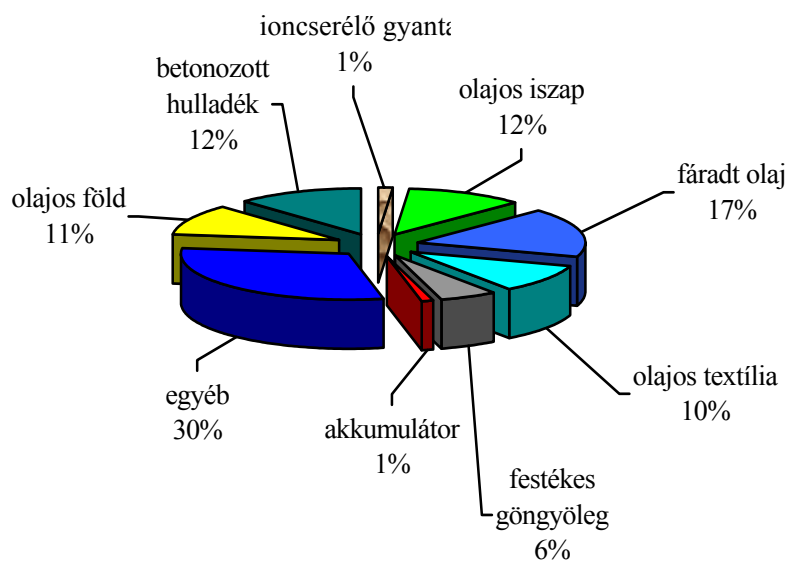
Az atomerőműben nemcsak radioaktív, hanem hagyományos szilárd és folyékony hulladékok is keletkeznek. A szilárd hulladékok közül mind a veszélyes, mind a termelési nem veszélyes (ipari), mind a kommunális hulladék megjelenése jellemző.

Az erőmű üzemi hulladékgyűjtőhelyeit, a hulladékok gyűjtésének, kezelésének, átmeneti tárolásának és ártalmatlanításnak rendszerét kiépítette, a hulladékgyűjtés és ártalmatlanítás a jogszabályokban meghatározott módon működik. A hulladékgazdálkodás tervszerűen, előregondolt módon történik, elsődleges cél a hulladékok újrahasznosításra történő átadása. Az ipari hulladékoknak pl. több mint 90 %-a újrahasznosításra kerül.

2002. évben a Paksi Atomerőmű tevékenysége során összesen 1 437 000 kg nem veszélyes ipari hulladék, és 332 642 kg veszélyes hulladék keletkezett. Veszélyes hulladékokkal kapcsolatos rendkívüli környezetszennyezés az üzemelés alatt nem fordult elő. A veszélyes hulladékok megoszlásának 2002. évi arányát mutatja a 4. ábra.

A keletkező kommunális hulladék becsült mennyisége 5000 m<sup>3</sup>/év (tömörítetlen hulladék). Ezt Paks Városi Kommunális Hulladéklerakó fogadja, ugyanúgy, mint a területen végzett építési munkák során keletkezett talajt, ill. építési törmeléket.

#### 4. ábra: A legnagyobb mennyiségben előforduló veszélyes hulladékok 2002-ben



A kommunális folyékony hulladékokat az erőmű saját 670+1200 m<sup>3</sup>/nap kapacitású, totáloxidációs, eleveniszapos szennyvíztisztító telepe fogadja. A tisztított szennyvizek befogadója a Duna (melegvízcsatornán keresztül). A mérések és vizsgálatok szerint a szennyvizek koncentrációi a nyers, befolyó szennyvízben kisebbek, mint a felszíni vízbe bocsátható határértékek. A sűrített iszapot az iszapvezetéken keresztül viszik a kb. 1200 m<sup>2</sup> felületű iszapágyra további víztelenítés céljából. A kommunális szennyvíziszap 1998-ban a 102/1996. (VII.12) Korm. rendelet alapján minősítésre került. Az 50/69/1998. sz. környezetvédelmi miniszteri határozat alapján szennyvíziszap veszélyes hulladéknak minősül.

Az erőműben az alábbi nem radioaktívan szennyezett hulladékvizek keletkeznek:

- slopvizek,
- vízelőkészítő hulladékvizei,
- technológiai olajos hulladékvizek,
- időszakos mosóvizek.

Az ipari hulladékvizek végső befogadója a Duna. A melegvíz csatorna vízminőségét a környezetvédelmi felügyelőség rendszeresen ellenőrzi határérték túllépés egyetlen esetben sem fordult elő.

#### 3.2.7. A Paksi Atomerőmű környezeti zajhelyzete

Az erőmű lakott területtől távol, sík területen, a Dunától kb. 1 km-re nyugati irányban, mintegy 573 ha nagyságú területen helyezkedik el. Az erőműhöz legközelebbi település, Paks 3 km távolságban, Dunaszentbenedek a Duna túlsó partján 3,5 km-re, Uszód 4 km-re található. Az erőmű a kb. 1,5 km-re lévő 6. sz. főközlekedési útról bekötőúton közelíthető meg. A főút és az erőmű közötti sávot részben erdő foglalja el.

Az erőmű 1 km-es körzetében tanya, vagy egyéb állandó lakóhely nem található. A telephelyet mezőgazdasági területek (szántó, gyümölcsös, szőlő, mező, legelő) és erdő veszi körül, így a **közvetlen hatásterületen zajterheléssel jelenleg nem kell számolni.**

A közvetett hatásterületen a dolgozók szállításából származó és az erőműhöz irányuló egyéb forgalmat kell figyelembe venni. Ennek egy része a 6.sz. főközlekedési úton, más része Paks területének egy részén áthaladó útszakaszokon bonyolódik. Az ebből származó többlet zajterhelés elhanyagolható.

**Az erőmű üzemelésétől származó zaj a telephelyen kívüli zaj ellen védendő létesítményeknél (azok nagy távolsága miatt) sehol sem haladja meg a vonatkozó határértékeket.**

### **3.2.8. Települési környezet**

A XIX. századtól kezdve **Paks kisvárosként** (időnként környezete egyik legnagyobb lélekszámú városaként), mégpedig **többfunkciós** (mezőgazdasági, kisipari, kereskedelmi, szolgáltató) **mezővárosként illeszkedett be a magyar település állományba**, s Tolna megye, valamint a határos területek települési szövetébe.

A szerves fejlődés és többfunkciós jelleg bázisán alakította Paks **kistérségi kapcsolatait** a szűkebb értelemben vett térség városaival. Dunaföldvár felé az együttműködés és verseny erős kölcsönhatása jelent meg, Szekszárd felé a megyei igazgatási, szolgáltatási kapcsolat, részben adminisztratív függés révén kapcsolódott, Kalocsa felé pedig a táji munkamegosztás eltérése alapján viszonylag gyenge kapcsolatokat épített ki.

Paks **nagytérségi kapcsolatainak** alakulására történetileg Budapest viszonylagos közelsége és nagypiaci jellege nyomta rá a bélyegét. A fővárossal rendkívül szoros gazdasági, mezőgazdasági áruellátói kapcsolatokat alakított ki a város. A fővárossal ápolta szoros kapcsolatait miatt – mint ahogy az egész Duna-mente – Paks viszonylag korán modernizálódott nagyon sok szempontból.

**Az atomerőmű telepítésével** (melyben meghatározó szerepet játszott a Duna, mint hűtővíz-bázis, szállítási útvonal, valamint azon biztonságpolitikai szempont, hogy Paks a magyarországi észak-déli Duna szakaszt tekintve az ország közepén helyezkedik el) **Paks** rövid idő alatt népességszámát tekintve jelentősen megnövekedett, de egyben meghatározóan **egyfunkciós várossá alakult**.

Paks város helyzete így a hasonló nagyságrendű városokhoz képest igen speciális. Egyrészt élvezte annak előnyeit, és egyben szenvedte annak hátrányait, hogy egy nagyvállalat határozza meg a város gazdaságát és foglalkoztatását. Másrészt a meghatározó nagyvállalat sem egy átlagos gazdasági szereplő, hanem több szempontból is országosan egyedülálló, így kiemelt bánásmódban részesül és mindenkor kiemelt figyelmet kap politikai szinten is. A város és a Paksi Atomerőmű Rt. (PA Rt.) fejlesztése évtizedek óta szorosan összefonódott. Az elmúlt évtizedekben számos paksi fejlesztés „kapcsolódó beruházásként”, vagy a PA Rt. jelentős támogatásával valósult meg.

A gazdaságfejlődésre az atomerőmű léte jelentősen rányomta a bélyegét, az egyoldalúság még az utóbbi években is fokozódott. Az ipar szinte minden szereplője az erőműhöz közvetlenül vagy közvetve kapcsolódik. Ugyanakkor a település élhetősége, infrastrukturális és gazdasági fejlettsége jelentősen meghaladja mind a közvetlen környezetet, mind a hasonló nagyságú magyar városok jellemzőit.

Az erőmű építésének következményeként Paks településszerkezete, arculata is jelentős mértékben megváltozott. A település jelentőségét, városi rangját hangsúlyozó, modern városközpont épült. Amikorra ugyanis megszületett a politikai döntés az erőmű építéséről, akkorra már szerencsére némi múlt iránti tisztelet is megjelent a fejlesztésben, így az „óváros” megmenekült. Lényegében megfigyelhető a középkori utcahálózat, amely alig sérült, ennek érdekessége, hogy egyetlen lakóház sem maradt fönt ebből a korból, de a város szerkezete mégis megmaradt. A fejlesztés érintetlen területeken ment végbe, tehát az óváros mellett egy új, megjelenésében is mai város épült fel. Az erőmű dolgozói számára létrehozott lakótelep löszplatóra épült. Irányultsága déli, azaz az atomerőmű felé tekintő. A lakótelep felszereltsége, építészeti és zöldfelületi kialakítása általában felülmúlja az ezen időszakban másutt épült lakótelepek átlagos színvonalát, felszereltségük 70%-ban megfelel a kor követelményeinek.

### 3.2.9. Táj- és területfelhasználás

A területhasználat, tájszerkezet legfontosabb jellemzői következőkben foglalható röviden össze:

- Mind a tájhasználatban, tájszerkezetben, mind a tájképben meghatározó a Duna melletti, közel síkvidéki elhelyezkedés és a mezőgazdasági, azon belül is a **nagytablás művelés**. Így Paks település környékét a természettájak, az erőmű megjelenése óta a termelőtájak közé sorolhatjuk.
- Jelentős kiterjedésű területhasználati forma még a **lombhullató erdő** (10 % felett), valamint a **legelő** és a **természetes gyepek** (6 % felett) is. Az erdőfoltok egyrészt a Duna mellett húzódnak, másrészt mozaikosan gyepekkel keverve a dombhátakon jelennek meg.
- Az előzőekhez hasonlóan viszonylag kiterjedt a **folyók, csatornák** területe (6 % körül), valamint a **lakóterület** (4 % körül) is.
- A **többi területhasználati forma** 1 % körüli vagy az alatti kiterjedésű, tehát a tájhasználatban és tájképben nem meghatározó. Ugyanakkor elmondható, hogy ezekből a kisebb foltokból viszonylag sok van tehát a terület tagoltnak, változatosnak tekinthető.

Az atomerőmű létesítését követően a kiterjedt ipartelep léte mind a tájszerkezetet, mind a tájképet jelentősen befolyásolta. Azóta viszont az atomerőmű léte miatti tájszerkezeti változások nem vagy csak alig voltak. Jelentős táji viszont a rendszerváltás után a mezőgazdasági nagytablák arányának visszaszorulása, a kistáblák előretörése.

## 4. A várható környezeti állapot, az állapotváltozások becslése

A 2. pontnál leírtak szerint **az atomerőmű üzemideje megfelelő öregedés-kezelési eljárások alkalmazásával meghosszabbítható, és az ehhez szükséges tevékenységek** (azaz a 2004-2012-ig elvégzendő beavatkozások) **túlnyomó többségét már a 30 éves biztonságos üzemelés miatt is szükséges elvégezni**. Azaz a beavatkozások – alig néhány kivétellel – az egyébként is tervbe vett karbantartási és rekonstrukciós tevékenységek részeként elvégezhetők.

**A 30 éves eredeti élettartam biztosításához szükséges tevékenységek jelen tanulmánynak nem képezik tárgyát.** Mint alapállapot azonban figyelembe veendő, azaz éppen az öregedési folyamat, az ezt akadályozó, vagy éppen megszüntető korábban már elvégzett, vagy

a későbbiekben még elvégzendő beavatkozások fogják a működést, és így ennek környezeti következményeit megalapozni. Fontos áttekinteni, hogy a 2012. végéig elvégzendő tevékenységek hatására az atomerőmű műszaki-biztonsági jellemzői a jelenlegihez képest megváltoznak-e. Erre a válasz az, hogy gyakorlatilag nem vagy alig lesznek (lehetnek) változások, sőt számos esetben a technika, technológia fejlődésével a jelenleginél korszerűbb berendezések, alkatrészek alkalmazhatók. Tehát összességében 2012-ben akár egy mainál jobb állapotú erőmű működésével számolhatunk. Az erőmű jó állapotát az időszakos biztonsági felülvizsgálatok (10 évenként) és az üzemidő hosszabbítás nukleáris biztonsági engedélyezésének feltételrendszere is garantálni fogja.

A 30 éves biztonságos üzemeltetéshez szükséges minimális karbantartási munkákhoz képest az üzemidő hosszabbítás feltételezése tehát csak azzal a hatással jár, hogy korszerűbb, jobb, hosszabb élettartamú, drágább anyagokat, megoldásokat, berendezéseket használnak fel, mint azt tennék az üzemidő hosszabbítás nélküli esetben. Ez egyben azt is jelenti, hogy sem az üzemidő növelés előkészítése, sem a már meghosszabbított üzemidejű erőmű működése alatt nem kell a jelenlegitől eltérő hatótényezőkkel, hatásfolyamatokkal számolnunk. A várható hatások viszonylag nagy pontossággal becsülhetők, nagyságrendileg megegyeznek a jelenlegiekkel. Így **a hatásterület környezetállapotában számottevő változásokkal nem kell számolni sem 2012-ig, sem az után**, ha erőművön kívüli források a térségben nem jelennek meg.

#### 4.1. Radiológiai hatások

A karbantartások, felújítások során szerzett szennyezettségi és aktivitási tapasztalatok szerint:

- A légköri kibocsátások számottevő növekedésére nem kell számítani. Figyelembe kell azonban venni, hogy a főjavítások az éves kibocsátások 40-60 %-áért felelősek. E gyakorlat további folytatására kell számítanunk;
- A vízkörnyezeti kibocsátásoknál sem kell számottevő növekményre számítanunk, mivel az ellenőrzött zónán belül keletkező hulladékvizeket az erőművi gyűjtő- és kezelő rendszer fogadja, de itt is a karbantartási időszak adja az éves kibocsátások 30-55 %-át;
- A keletkező szilárd radioaktív hulladékok mennyisége az eddigi üzemidő alatt 100-120 m<sup>3</sup> volt évente a négy bloknál, hordóba történő tömörítéssel feldolgozva. Az utóbbi években érzékelhető volt a szilárd hulladékok mennyiségének kismértékű növekedése, a 120 m<sup>3</sup>/év hulladékképződést tehát már a karbantartási tevékenységek „eredményeként” is magyarázhatjuk. Közelítőleg ezzel a kissé megnövekedett mennyiséggel érdemes számolni az elkövetkező években is;
- A folyékony radioaktív hulladékok éves keletkezésében jelentős változás a karbantartási tevékenységek miatt nem volt érzékelhető;
- A szilárd hulladékok nagyobb mértékű növekedése várható a 2. blokki üzemanyag tisztítás során bekövetkezett üzemzavar következményeinek felszámolása során, hasonlóképpen az üzemzavar következményeinek felszámolása jelentősebb többlet folyékony hulladékképződést okoz, ez a tevékenység külön engedélyezési folyamat tárgya;
- A radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére szolgáló tervezett létesítmény telephelyének elhúzódo kutatási munkái, a 2. blokkon bekövetkezett üzemzavar miatti többlet hulladékképződés és a folyékony hulladékok térfogatcsökkentő technológiájának üzembehelyezési szükségletei miatt az erőművi üzemterületi átmeneti tárolókapacitások bővítésére volt szükség. Ennek keretében a folyékony hulladékokra a segédépületi tartálpark bővítését kezdeményezte a PA Rt. A bővített

tárolókapacitás mértéke – a hulladékok térfogatcsökkentő technológiával történő feldolgozásának üzembe helyezésével – úgy lett meghatározva, hogy a meghosszabbított üzemidőhöz is elegendő legyen. A szilárd hulladékok tárolási lehetőségei is korlátozottak, kb. 6-8 évre elegendők jelenleg az atomerőműben. Emiatt a hordóba csomagolt és/vagy tömörített szilárd hulladékok tárolására egy üzemterületi átmeneti tároló épület kialakítása szerepel az atomerőmű terveiben. (Ennek engedélyezése külön eljárás tárgya lesz.) Az átmeneti tárolók bővítésének szükségessége (mely már az üzemidő hosszabbítás előtt is aktuálissá válik) a végleges elhelyezési lehetőség kiépítésének is függvénye, ami az RHK Kht. kompetenciájába tartozik. Az erőmű a radioaktív hulladékkezelési gyakorlatában továbbra is a minősítést követő mentességi eljárást kívánja alkalmazni, az így képződő ipari hulladékok megfelelő külső lerakóban történő elhelyezésével;

- A talaj-, és talajvíz jelenlegi szennyezettsége az aktivitás folyamatos bomlása miatt csökken, az élővilág és a környezetben élő lakosság sugárterhelésében az üzemidő hosszabbítás esetén sem okoz többlet terhelést;
- Az erőmű technológiai berendezéseinek öregedési folyamatai a bennük és rajtuk felhalmozódó aktivitás miatt okozhatnak többlet dózisterhelést az üzemeltetőknél, de az ellenőrzéssel, a védelmek megerősítésével, vagy dekontaminálással kezelhetők. Ez a lakosság sugárterhelésénél változást nem okozhat, hiszen a felhalmozódott aktivitás hatása a rendszereken és az atomerőmű épületein, vagy a telephelyen belül marad.

**Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a tervezett üzemidő hosszabbítás radiológiai környezeti hatásainál a jelenlegi állapothoz képest többletterheléssel nem kell számolnunk.**

## **4.2. Hagyományos környezet állapotjellemzőkben várható változások**

### **4.2.1. Az üzemidő hosszabbítás előkészítése**

Mint már említettük a 2012-ig szükséges tevékenységek, mivel a 30 éves üzemeléshez is szükségesek lennének nem részei a jelen tanulmány keretében vizsgálandó hatásoknak. Ennek ellenére elmondható, hogy a beavatkozások, öregedés kezelési tevékenység más hasonló karbantartási, rekonstrukciós tevékenységnél megszokott hatásokkal járhatnak. Azaz előfordulhat:

- levegőszennyezés (pl. felújítás, többletszállítás miatt),
- felszíni vizeket érő hatások (pl. többletvíz kivétel, vízszennyezés),
- geológiai és hidrogeológiai képződmények terhelése, igénybevétele,
- hulladékok keletkezése és kezelése (ez várhatóan ebben a fázisban az egyik lényegi környezeti folyamat lesz),
- zaj- és rezgésterhelés,
- közvetett hatások az élővilágra, az emberre és a települési környezetre.

Ezek közül jelen esetben hagyományos légszennyezés és zajterhelés, valamint hulladékkeletkezés várható elsősorban. Várhatóan utóbbi lesz a meghatározó, hiszen a telephely kiterjedése és a lakóterületek távolsága garantálja, hogy számottevő légszennyezés, vagy zajterhelés a végső hatásviselőket ne érje.

Az épületek felújításánál egy, a hagyományos építési tevékenységnél nem megszokott (nem a hagyományos környezeti szakág alá tartozó) hatásfolyamat jelentkezhet, mégpedig a

radioaktív hulladékok megjelenése. Ezek egy része várhatóan dekontaminálható és így az ipari hulladékként ártalmatlanítható, vagy esetleg újrahasznosítható.. Hasonló a helyzet a technológiai berendezések esetén is. Ezek cseréje során hagyományos környezeti hatások alig várhatók, itt is a radioaktív hulladékok mennyisége növekedhet, ám a korábban leírtak szerint a többlet nem számottevő.

Összefoglalva környezeti elemenként a következők mondhatók el a 2004-2012. közötti periodus vonatkozásában:

- **Levegőminőségben** sem az atomerőműben tervezett beavatkozások hatására, sem az erőműtől független hatások miatt **nem várható számottevő változás**. A levegőminőséget befolyásoló, a karbantartás és felújítás feladatkörébe tartozó munkák várhatóan nagyjából egyenletes eloszlásban, az eddigi felújítási gyakorlatnak megfelelő módon kerülnek elvégzésre. Többletszállítások rövidebb ciklusokban elképzelhetők, de ezek várhatóan nem befolyásolják az utak közvetlen környezetén kívüli immissziós állapotot.
- Az előkészítő munkák várhatóan sem többlet vízkivétel, sem többlet vízszennyezéssel nem járnak. Így – esetleges haváriák kivételével – a következő években **nem számíthatunk sem a felszíni, sem a felszín alatti vizek számottevő mennyiségi és/vagy minőségi változásával**.
- A geológiai képződmények terhelése két esetben változhat csak. Az egyik a talajstabilizálás, mely néhány esetben szükségessé válik, de ez esetben a környezeti következmény nem elsősorban a geológiai képződmény minőségi változása, hanem a művi elem állagának konzerválása. A másik eset a havára, amikor akár hagyományos, akár radioaktív szennyezőanyag a talajba kerül. A tervezett feladatok ennek veszélyét nem növelik, tehát **a geológiai képződményeknél sem számolhatunk a jelenlegi hatások változásával** az üzemidő hosszabbítás időszakában.
- Ebben a fázisban a legfontosabb környezeti hatásfolyamat a hulladékok képződése és kezelése. Ez a hatástípus szinte minden beavatkozásnál megjelenik. A hulladékmennyiségek jelentős, a korábbi tervekben nem szereplő megváltozásával tehát nem számolunk. Tudomásul kell azonban venni, hogy **a felgyorsuló korszerűsítés, felújítás a jelenleginél több hulladék képződésével jár. A keletkező hulladékokat tulajdonságuknak megfelelő eljárásokkal kell ártalmatlanítani**. Erre az atomerőmű minden hulladékfajta tekintetében felkészült.
- **A tervezett felújítások, karbantartások, rekonstrukciók**, mivel zajos műveleteket egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben tartalmaznak **a környezeti zajhelyzet megváltozásával nem járnak**.
- Látható, hogy a hagyományos környezeti hatások tekintetében az abiotikus környezeti elemek számottevő változásával sehol sem kell számolnunk. Ez egyben azt is jelenti, hogy a beavatkozások hatásai az élővilágra, ökoszisztémákra, az emberre, a települési környezetre és a tájra nem terjednek tovább. **A környezeti rendszereknél** tehát a jelenlegihez képest az atomerőmű üzemidő hosszabbítása következtében **semmilyen következménnyel nem kell számolni**.

Telephelyen kívülre terjedő számottevő hatással a radioaktív hulladékok végleges elhelyezésén kívül nem kell számolni ebben az időszakban.



#### 4.2.2. *A meghosszabbított üzemidejű erőmű működése*

A várható hatások és környezeti állapot környezeti elemenként a következő:

##### **Radiológiai hatások**

A radioaktív kibocsátások a jelenlegi üzemelés, az üzemidő hosszabbításáig következő időszakban, majd a meghosszabbított üzemidejű erőmű üzemelésének időszakában gyakorlatilag nem változik. Ez azt jelenti, hogy a jelen állapothoz képest a légnemű, folyékony radioaktív kibocsátások mennyisége és a kibocsátások módja számottevően nem változik. Az atomerőmű eddigi 20 éves üzemeltetése a környezeti elemekben nem okozott érzékelhető radioaktivitás-felhalmozódást. Ennek valószínűsíthető oka a kibocsátások alacsony szintje és a környezeti elemekben beálló dinamikai egyensúly. Mesterséges eredetű radioaktív izotópok alapvetően a külső mérések alapján csak nagyon ritkán, az erősen felhalmozó környezeti elemekben detektálhatók (pl. iszap vagy mederüledék a Dunában és a halastavakban).

A radioaktív hulladékok mennyisége éves viszonylatban nagyságrendileg nem változik. A hulladékok össz mennyisége természetesen az 50 éves időszak végére a 30 éves üzemeltetéshez képest megnő.

A végső hatásviselőre vonatkozó kibocsátások nem nőnek, tehát várhatóan a későbbiekben is a hatósági korlátok alatt maradnak, így a jelenlegi állapothoz képest változást nem prognosztizálunk.

##### **Levegőminőség**

A jelenlegi tiszta levegőminőség várhatóan hosszú távon is megmarad, ha a környezetbe más légszennyező forrás nem települ. Ennek oka, hogy az atomerőmű saját kibocsátásai (dízelmotorok, festőműhely), ezek működése alapvetően nem változik. A saját kibocsátások hatása a telephely határán – az alap szennyezettséget is figyelembe véve – jóval alatta maradnak a vonatkozó légszennyezettségi határértékeknek. A közlekedési kibocsátások az erőmű környezetében a természetes forgalomfejlődés hatására növekedhetnek. Az erőmű forgalma várhatóan nem változik viszont, hiszen sem az üzemeltető személyzet létszámában, sem a szállítások volumenében nem várhatók változások. Mivel azonban határértéket meghaladó koncentráció a számítások szerint jelenleg még az útpadkánál sem fordul elő, így az esetleges többletforgalom többletterhelései várhatóan legfeljebb az út lokális környezetében mutathatók ki.

Az atomerőmű környezetében a hagyományos légszennyező anyagok koncentrációjának alakulása a meghosszabbított üzemidejű erőmű működési ideje alatt várhatóan sem a jelen állapothoz képest, sem egy jövőbeli kontrollkörnyezetet feltételezve nem fog olyan változást mutatni, mely kellemetlen, zavaró hatást, vagy pláne egészségkárosodást okozhatna. A leszerelés meginduláshoz képest a továbbüzemelés légszennyezettség tekintetében kedvezőbb, hiszen a bontási tevékenység jelentős porterheléssel jár, és minél gyorsabb ez a folyamat a terhelés annál koncentráltabb. Ha a bontásnál robbantásos technológiát alkalmaznak a porterhelés mellett nagyobb távolságra ható zajterheléssel is számolni kell.

##### **Klimatikus hatások**

A mezoklíma jellemzői a jelenlegihez képest változatlanok várhatóak, hiszen sem a hőterhelésben, sem a beépítettségi viszonyokban nem várható változás az eddigiekhez képest. A leszerelés a különböző forgatókönyveknek megfelelően rövidebb vagy hosszabb távú

változásokat indukálhat a klimatikus viszonyokban is. Egy viszonylag lassú folyamat végeredménye az atomerőmű előttihez hasonló helyzet visszaállása lehet. A pontos változások attól is függenek, hogy a teljes leszerelés után milyen területhasználatok alakulhatnak ki az atomerőmű helyén. (Marad beépített ipari terület, beerdősítik, gyepesítik, vagy más hasznosítás valósul meg?) Ezt ilyen távlatokban (30-120 év) azonban még nem lehet meghatározni. Ezek a folyamatok az üzemidő meghosszabbítás esetén 20 évvel későbbre tolnának.

### **Felszíni és felszín alatti vizek: a vízkivételek hatásai**

A **vízkivételek** mennyisége, annak módja és környezeti következményei a jelen állapothoz képest nem változnak számottevően. A vízfogyasztás jelenleg a hatósági korlátok alatt van, így tartalék kapacitás is rendelkezésre áll. Leszerelés esetén a vízkivételek fokozatosan megszűnnek, ez azonban nem jár a működéshez képest jelentős környezeti előnnyel.

A felszíni vízkivételt a Duna medrének folyamatos (természetes és mesterséges eredetű) változása feltétlen befolyásolja. Az üzemvíz ellátás szempontjából tudomásul kell venni a folyómeder ciklikus emelkedését és süllyedését, a gázlok épülését és kopását is. A hidegvízcsatorna elfajulását és feliszapolódását folyamatos karbantartással meg kell előzni. A távolabbi mederszakaszokon történő beavatkozásokat folyamatosan nyomon kell követni, és továbbra is el kell érni, hogy az atomerőmű vízkivételi érdekeit figyelembe vegyék a folyószabályozási tevékenységeknél. A mederelfajulási folyamatok következményei a működést befolyásolják ugyan, de ennek következményeként működési zavarokkal és így környezeti kibocsátásokkal nem kell számolni.

### **Felszíni vizek minősége: használt vizek beengedésének következményei**

Az erőmű által felmelegített hűtővíz és szennyvíz a sok éves vízkémiai és hidrobiológiai vizsgálatok eredményei szerint számottevően nem változtatja meg a folyó vízminőségét. A vízi élővilág összetételében is csak rövid folyószakaszon elsősorban a melegvíz csatorna közvetlen térségében figyelhetők meg változások. Az atomerőmű üzemidejének a meghosszabbítását követően a felhasznált hűtővíz mennyisége nem fog változni (növekedni), ezért **2013. után sem várhatók olyan vízminőségi változások, amelyeket közvetlenül az atomerőmű használtvizének a Dunába történő bevezetése idézne elő.**

Abban az esetben, ha a blokkok üzemidejét nem hosszabbítják meg, azok fokozatosan leállnak értelemszerűen csökken a kibocsátott felmelegedett hűtővíz mennyisége, gyorsabb lesz annak elkeveredése, rövidebb folyószakaszon következik be a lehülése. Így az előzőekben említett a vízi élővilágra gyakorolt helyi hatások mértéke is mérséklődik, hosszabb távon megszűnik. (Ez természetesen a melegebb vízhez hozzászokó életközösségek újbóli átstrukturálódását idézi elő.)

Az üledékekben elvben előfordulhat a szennyezőanyagok felhalmozódása a hosszabb üzemidő miatt. Az eddigi mérések szerint – atomerőműnek tulajdonítható hagyományos szennyezések miatt – az üledékek szennyezettsége csak kis mértékben volt nagyobb a dunai átlagoknál. Az üledékben történő szennyezés felhalmozódás mértéke várhatóan a továbbiakban sem lesz terhelő mértékű az itt élő élőlények számára.

Összességében a **Duna vízminőségéből, vízhozamából, vízhőmérsékleti viszonyaiból következően a tervezett üzemidő hosszabbítás megvalósítható úgy, hogy ne ütközzön a befogadó vízminőség védelmét szolgáló korlátokba, illetve nem mondjon ellent természetvédelmi szempontoknak sem.** Várhatóan a Duna környezetében található

vízbázisok terhelése (melynek részletesebb felmérése jelenleg folyik a telephely jellemzési program keretében) sem változhat a jelenlegihez képest.

A vízminőségre és a hőterhelésre vonatkozó állításokat és feltételeket figyelembe véve, melyek szerint számottevő változások a jelenlegi helyzethez képest nem várhatók kimondható, hogy **a térség vízi élővilágának erőmű hatására történő változásával, az élőközösségek átstrukturálódásával nem kell számolni.** Az alapállapotban jelzett fajgazdagság és magas halsűrűség várhatóan fennmarad.

### **Geológiai és hidrogeológiai képződmények**

A geológiai és hidrogeológiai képződmények terhelését egyrészt a létesítmények adják, másrészt a tevékenység folyamatában jelentkező szennyezések, melyek elvben mindig meghibásodáshoz, haváriához vezethetők vissza.

A korábban ismertettekhez képest új létesítmény, vagy meglévő létesítmény bővítése, jelentős átalakítása sem az üzemidő hosszabbítás folyamatában, sem a meghosszabbított üzemidejű erőmű működése közben nem várható a Paksi Atomerőmű területén. Ez azt jelenti, hogy **a geológiai képződmények igénybevétele nem változik a következő 20 éves ciklus alatt** sem.

Az atomerőmű területén az eddigi működés alatt előfordultak **talajszennyezéssel járó folyamatok**, és természetesen ezek a későbbiekben sem zárhatók ki teljesen. Az azonban elmondható, hogy az eddigi szennyezések több esetben technológiai meghibásodásokra hívták fel a figyelmet. Az erőmű – környezetvédelmi hatósággal egyeztetett módon – a környezeti kockázatot okozó környezeti károkat felszámolta illetve a szennyezőforrást megszüntette. A kockázat értékelése alapján kárelhárítást nem igénylő esetekben a szennyezőforrásokat megszüntették és a szennyezést folyamatosan ellenőrzik. A tapasztalatokat a felújításoknál, korszerűsítéseknél eddig is, a későbbiekben is figyelembe veszik. Ugyanakkor ezek hatására bővült az üzem ellenőrző-megfigyelő hálózata is. A fentieket figyelembe véve köszönhetően az állapotellenőrzési programnak, az elhatározott és elvégzett rekonstrukcióknak, valamint a környezeti monitoring rendszer üzemeltetésének a későbbiekben sem várható az ilyen típusú meghibásodások számának, súlyosságának növekedése, sőt csökkenése is valószínűsíthető. Emellett a szennyezések észlelése is gyorsabban és pontosabban történhet mint eredeti állapotban.

### **Élővilágban, életközösségek, az értékek megőrzésének lehetősége**

Az erőmű – az élővilág szempontjából - változatlan méretekben és paraméterekkel üzemel, így az üzemidő hosszabbítás **a környező növény- és állatvilágra további számottevő hatással várhatóan nem lesz.** A terület nagy része egyébként is zavart/erősen zavart élőhelynek számít, amelynek élővilága ehhez a zavaráshoz „hozzászokott”.

A természetközeli élőhelyekfoltokra leginkább a tájidegen növényfajok terjedése jelent veszélyt, hiszen az őshonos növények visszaszorításával olyan irányba befolyásolják a terület társulásait, amely az állatvilágra nézve is kedvezőtlen. A lágyszárúak közül a selyemkóró (*Asclepias syriaca*) ad okot a legtöbb aggodalomra, mivel az utolsó természetes gyepfoltokat veszélyezteti. A környezet rendezésére, a zöldfelületek fenntartására továbbra is hangsúlyt fektetnek, és e mellé párosul a kerítésen belüli, esetleg azon kívüli védett növények populációinak megóvása is. (Erre már jó példák voltak az elmúlt években, de a további féltő odafigyelés mindenképpen szükséges.)

Mind a növény-, mind az állatvilág vonatkozásában elmondható, hogy az azonnali leszerelés a működésnél jóval kedvezőtlenebb lehet, hiszen ez esetben számos kedvezőtlen közvetett hatás (por, zaj, zavarás, stb.) érheti őket.

### **Hagyományos hulladékok keletkezése és kezelése**

Az atomerőműben a továbbüzemelés során a jelenlegivel gyakorlatilag megegyező nagyságrendben keletkeznek a különböző típusú hulladékok. A hulladékok gyűjtési rendszere és telephelyen belüli tárolási helyei kiépültek, és jelentősebb változtatások nélkül alkalmasak a jelenlegi jogszabályoknak megfelelő hulladékkezelésre. A hulladékok ártalmatlanítást az erőmű a jogszabályoknak megfelelő módon végzi, vagy végezteti el. Kiemelendő például, hogy a nem veszélyes ipari hulladékok több mint 90 %-a hasznosításra kerül.

**Gazdaságossági és környezetvédelmi szempontok alapján a meghosszabbított üzemidejű erőmű működése alatt célként lehet kijelölni a keletkező hulladékok mennyiségének csökkentését, hulladékok hasznosítási arányának továbbnövelését, a hulladékok szelektív gyűjtési rendszerének továbbfejlesztését.**

Összességében szinte a hulladékkeletkezés az egyetlen olyan hatótényező, mely esetén a többletüzemelés **halmozódó mennyiségeket** okoz. Tehát természetes, hogy az 50 éves üzemelés alatt jóval több hulladék keletkezik, mint 30 éves időtartam alatt, még akkor is, ha az éves összkibocsátást az erőmű csökkenteni tudja. Ez azt jelenti, hogy az ártalmatlanítás nagyobb odafigyelést, és előre gondolkodást kell jelentsen.

A szennyvíztisztító-telep gépi berendezéseinek megfelelő működése rendszeres karbantartással, ill. ütemezett cserével biztosítható. A levegőztető berendezés korszerűsítése (cseréje) öt éven belül időszerűvé válik. (Így a 2003. január 1-től érvényes kibocsátási határértékeket a tisztító biztonsággal teljesíteni fogja.) A határértékek további szigorodása esetén – mivel a szennyvíztisztító technológiája nitrogén, ill. foszfor eltávolításra nem alkalmas – a jelenlegi szennyvíztisztító technológiájának kiegészítése, esetleg új korszerűbb technológiájú szennyvíztisztító építése válhat szükségessé.

### **Zaj- és rezgésterhelés**

**Az atomerőmű területén tervezett változások várhatóan a környezeti zajhelyzetet nem fogják megváltoztatni.** Ennek oka, hogy az erőmű létesítményeinek, műszaki berendezéseinek felújítása, cseréje fokozatosan történik, és fog történni az üzemidő meghosszabbításáig, majd a meghosszabbított működés idején. A tervezett tevékenységhez nem szükséges új létesítmények építése, nem tervezik épületek bontását, építését, csak ezek normál üzemi felújítását. Az épületeken belül sem várható a szokásosnál nagyobb volumenű építési munkák. A tervezett felújításoknak, korszerűsítések jórészt épületeken belül történnek, így zajos műveleteket egyáltalán nem, vagy csak igen kis mértékben tartalmaznak, tehát összességében a zajkibocsátás számottevő növekedésével, így **a környezeti zajhelyzet változásával nem kell számolni.**

Nagy zajkibocsátással csak az erőmű vagy egyes részeinek bontása, illetve az egész létesítmény felhagyása járna. Ennek időpontja, ezzel együtt technológiája, műveletei ma még csak koncepció szinten ismertek. Az ebben a fázisban várható környezeti zajhatást viszont csak a részletes munkaterv (idő és a hozzájuk tartozó munkafázisok) ismeretében lehet majd az erre vonatkozó önálló hatástanulmány keretében becsülni. (A levegővel foglalkozó fejezetben a leszerelésnél leírtak a zajviszonyokra is igazak.)

**Az üzemidő hosszabbítás hatásai a település, a településen élők szempontjából**

Az üzemidő hosszabbítás egy lényegében a jelenlegihez hasonló, az ebben mutatkozó tendenciáknak megfelelően változó környezetállapotot jelent. A bezárás eredménye ugyanakkor meglehetősen bizonytalan hatású lehet, főleg akkor, ha településfejlődés töréseként jelenik meg a változás. Ennek kikerülésére középtávon igen kevés lehetőség mutatkozik. Egy jelentős gazdasági visszaesés egy város életében akkor jár közvetlen környezeti problémával, ha a megszűnő gazdasági egységek nem jelentettek környezeti terhelést a településnek, de jórészt ők finanszírozták a település működését.

Az atomerőművi blokkoknál – üzemidő hosszabbítás nélkül – a leszerelési fázis 2013-tól kezdődne meg, ez azonban a termelő üzem bevételeinek és az abból fizetett iparüzési adónak a fokozatos megszűnésével járna. A leszerelési tevékenység ugyan középtávon biztosítaná a munkaerő felének, kétharmadának foglalkoztatását, de ez a Paks várost érő negatív társadalmi hatásokat csökkentené, de nem szüntetné meg.

A lakosság oldaláról nézve, első közelítésben mondhatnánk azt, hogy az erőmű bezárása megkönnyebbülést jelenthet azoknak, akik valamilyen komolyabb (az üzemzavarokon túli, környezeti kikerüléssel járó) balesettől féltek. Azonban **a város lakosai jórészenek a bezárás valószínűleg nem csökkenteni, hanem növelni fogja a stressz jellegű terheléseket**, aminek a létbiztonság megszűnése az egyik legismertebb kiváltó oka. **Az üzemidő hosszabbítás bejelentését a helyiek többsége így valószínűleg nem rossz, hanem jó hírként élné meg.**

**Amennyiben a jelenlegi helyzetet a települési környezet és az erőmű kapcsolatában elfogadhatónak tartjuk, akkor ez az üzemidő hosszabbítás idejére is igaz**, azzal a feltétellel, hogy a hatótényezők lényegében változatlanok maradnak. Ennek az a feltétele, hogy az öregedést a folyamatos fenntartás, korszerűsítés és öregedés kezelés minden időpillanatban ellensúlyozni tudja. **A hosszabb üzemidő időbeli lehetőséget adhat egy a bezárásra való valós települési felkészülésre.** Erre a közeljövő bizonytalansággal nyugalmasabb gazdasági helyzete alkalmasabb lesz a jelenleginél.

Az elvégzett környezetegészségügyi vizsgálatok azt mutatták, hogy jelenleg egészségügyi szempontból jobb e településen élni, mint más hasonló településeken. (És ennek megállapításakor természetesen figyelembe vették a korosztályi eltéréseket, a város viszonylag fiatalos voltát.) A település infrastrukturális szempontból is kedvezőbb adottságokkal jellemezhető, mint a hasonló hazai városok. Ezen jellemzők várhatóan még tovább javulnak a későbbiekben, hiszen az erőműnek érdeke a megfelelő településkörnyezeti színvonal fenntartásának segítése. **A vizsgált tevékenység megvalósulásával várhatóan a következő 20 évben is jobb lesz a település élhetősége, mint hasonló nagyságú városoké.** És ez igen nagy előnyt jelent az itt élők számára.

**Táj- és területfelhasználás**

A Paksi Atomerőmű tekintetében az üzemidő meghosszabbítás táji- és területfelhasználási változásokat nem fog jelenteni. Környezetében azonban várható a területhasználat kisebb mértékű átalakulása. Paks város rendezési terve alapján az átstrukturálódás a város és az atomerőmű közötti területre koncentrálódna. E környezeti rendszer egészére is igaz, hogy lényegi változást csak a leszerelés megindulása generál.

Összesítve elmondható, hogy **a jelenlegi kibocsátásokhoz képest a meghosszabbított üzemidejű erőmű működése időszakában sem volumenben, sem erősségben, sem terhelés típusban nem várhatók lényegi, meghatározó változások.**

### 4.3. Üzemzavarok hatásai

A lakosság megítélésében az üzemzavarok környezeti következményei kapják a legnagyobb figyelmet, ezek válhatnak ki általában az atomerőművekkel szembeni félelmet. Az üzemzavarok környezeti hatásainak értékelése igen összetett, a környezeti terjedési viszonyoktól erősen függő feladat. Ezt a feladatot az atomerőműveknek számítás, becsléssel meg kell adni. A Paksi Atomerőmű Végleges Biztonsági Jelentésében vizsgálta a méretezési üzemzavarok során várható kibocsátásokat, azok bekövetkezési valószínűségét, valamint az üzemi épületekben és a környezetben várható becsült dózisoskat.

A üzemzavarok közös jellemzője a primerköri aktivitáskészlet és az üzemanyag gázterében tárolt aktivitás egy részének kikerülése az üzemi főépület helyiségeibe, majd a levegőkörnyezetbe. Ilyen esemény adódhat a hermetikus zónában történő csőtörés, a szabályozó köteg kilökődése, a gőzfejlesztő kollektor fedelének felnyílása ill. valamilyen szivárgás esetén. Ezek közül a legsúlyosabb, a méretezési állapotot is meghaladó üzemzavar a gőzfejlesztő kollektorfedél felnyílása.

A Végleges Biztonsági Jelentésben számításokkal határozták meg az üzemzavarok során az erőmű környezetében kialakuló  $^{131}\text{I}$  és  $^{137}\text{Cs}$ , valamint a nemesgázok ( $^{85}\text{Kr}$  és  $^{133}\text{Xe}$ ) koncentrációk, külső- és inhalációs dózisosk mennyiségét. A konzervatív módszereket és kiinduló adatokat alkalmazva, **az eredeti terveknek megfelelő méretezési üzemzavaroknál az elviselhető hatások is csak a biztonsági övezeten belül valószínűsíthetők csak, azon kívül semleges hatásokkal kell csak számolnunk.** A Végleges Biztonsági Jelentésben szereplő egyéb üzemzavarok legsúlyosabbika (a gőzfejlesztő kollektorfedél felnyílása) kb. 11 km-es távolságon belül vált ki még mindig „elviselhető”, a végső hatásviselők, így az emberi egészségi állapotát számottevően nem befolyásoló radiológiai hatásokat, azon túl a semleges hatásminősítés indokolt. Extrém inverziós körülmények között ez a hatásterület max. 27-28 km-ig terjedhet, de ezek az elemzési eredmények erősen konzervatívak.

A 20 éves továbbüzemelés alatt (a megfelelő karbantartási, biztonsági gyakorlat megőrzésével, fejlesztésével) nem várható az üzemzavarok gyakoriságában és nagyságrendjében változás.

### 4.4. A leszerelés

A hatástanulmányok tartalmi követelményei között szerepel a felhagyás környezeti következményeinek feltárása is. Jelen esetben azonban ez is speciális közelítést igényel, hiszen a vonatkozó, környezeti hatásvizsgálatokról szóló 20/2001. rendelet alapján Az atomerőmű leszerelése, felhagyása önállóan is környezeti hatásvizsgálat-köteles. Ezért jelen munkában csak a főbb megfontolások kerültek feltárássra.

A leszerelés megoldása többféle változatban képzelhető el a létesítmények azonnali és halasztott leszerelését is beleértve. A változatok időtartamban, ütemezésben és költség-igényben térnek el egymástól. Természetesen az, hogy közel 10-30 év múlva melyik változat fog megvalósulni az ma még nem dönthető el. Addig ugyanis mind a kapcsolódó politikai megfontolások, mind a leszerelési technológiák jelentősen változhatnak.

A jelenleg rendelkezésre álló leszerelési koncepciót a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kht. készítette 2002-ben. A tanulmányban 3 változat került elemzésre:

1. Azonnali leszerelés (28 éves periódus),

2. Halasztott leszerelés, a reaktor védett megőrzésével (73 vagy 92 éves periódus),
3. Halasztott leszerelés, a teljes primerkör védett megőrzésével (92 éves periódus).

Természetesen az üzemidő meghosszabbítással a leszerelés nem kerülhető el, csak az időpontja 20 évvel későbbre tolódik.

A leszereléssel kapcsolatban jelenleg az rögzíthető, hogy a célkitűzés a blokkok „teljeskörű” leszerelése, és a telephely oly mértékű „megtisztítása”, ami a további felhasználását különösebb korlátozások nélkül lehetővé teszi. A telephely további – más vagy hasonló célú – felhasználása kérdésében kell a helyi és regionális szempontokat majd külön mérlegelni.

A leszerelést, lebontást tulajdonképpen fordított építési tevékenységnek lehet tekinteni, így az is elmondható, hogy a hatótényezők és a hatásfolyamatok jellege nagyrészt megegyezik az építési tevékenységnél általában jellemzőkkel. (Lásd pl. magas porterhelés, szállításból adódó légszennyezés, zaj, és rezgésszint növekedés.)

A lényegi eltérést a hulladékok jóval nagyobb mennyisége és a radioaktívan szennyezett hulladékok ártalmatlanításával kapcsolatos teendők megjelenése adja. A leszerelésből származó radioaktív hulladékok túlnyomó része dekontaminálás után várhatóan feldolgozható lesz, a végleges formában pedig elhelyezhető a tervezett hulladéktárolókban. A Paksi Atomerőmű normál üzemeltetése során rendszeresen alkalmazott technológiai folyamatok és létesítmények maximális mértékben felhasználásra kerülnek a fent említett hulladékok kezelésére és kondicionálására.

#### 4.5. Országhatáron átnyúló hatások

A környezeti hatásvizsgálatokról szóló rendelet szerint a tanulmányban jelezni kell, ha a tevékenység következtében előre láthatóan országhatáron átnyúló környezeti hatások is felléphetnek. Az atomerőmű üzemidő meghosszabbítási tevékenységével kapcsolatban a következő jellemzők alapján lehet ezt megítélni.

- **Telepítési hely és a tevékenység jellege**

Az atomerőmű az ország belsejében, a határoktól jelentős távolságban található. A déli országhatártól való távolsága is megközelíti a 100 km-t. Ez azt jelenti, hogy a telepítési helyet figyelembe véve csak igen extrém esetekben képzelhető el határokon átnyúló hatás léte. Az atomenergia előállítás, mint tevékenység és az atomerőműben alkalmazott nyomottvízes technológia viszont speciális, ipari üzemeknél nem megszokott kibocsátásokkal jár, melyek normál üzemi körülmények között is feltételeznek jelentősen terjedni képes hatásokat, elsősorban a felszíni vizekkel kapcsolatosan.

- **Hatótényezők**

A meghosszabbított üzemidejű erőműnél csak a jelenlegi hatótényezők és hatásfolyamatok várhatók, új, vagy nagyságrendjében eltérő folyamattal nem kell számolni. A hatótényezők és hatásfolyamatok a tevékenység jellegéből adódóan alapvetően két csoportba sorolható: a radiológiai és a hagyományos hatások csoportjába. Ezeket a határon átnyúló szempontjából is érdemes elkülöníteni. **Normál üzemmenetben csak a felszíni vizekbe történő kibocsátások esetében lehet feltételezni országhatárokon átnyúló hatást.** (Lásd: Duna radioaktív anyagokkal történő terhelése, hőterhelése, használtvizek hagyományos szennyezése.) Méretezési

üzemzavar esetén e mellett felmerül a radioaktív légszennyezésnél is az országhatáron áterjedés lehetősége.

- **Hatásterjedés**

A hatásterjedés módja a hatásokat közvetítő közege jellemzői adják meg. A szennyezőanyagok, más terhelések mind a levegőben, mind a felszíni vizekben igen nagy távolságokra juthatnak kiülepedés, kirakódás nélkül. Így mindkét közegben gyakori, hogy a hatások akár több száz, ezer km távolságban is regisztrálhatók.

Természetesen **a kimutathatóság és a tényleges hatás nem jár egymással párhuzamosan**. Azaz ami műszerrel kimutatható az még nem feltétlen van hatással az egyes hatásviselőkre, lásd pl. a természetes háttérszennyezéseket. Ennek ellenére első lépésben **csak a kimutathatóságot vizsgálva mind a jelzett vízterhelés, mind haváriás légszennyezés határon áterjedése első közelítésben feltételezhető, így további elemzést hajtunk végre**.

- **A hatások jelentősége**

A jelentőség kérdéskörét az atomerőmű üzemidő meghosszabbításánál alapvetően befolyásolja az a tény, hogy környezeti szempontból lényegében a jelen állapot továbbélésével számolhatunk. **Az atomerőmű továbbüzemelése alatt várható környezeti állapot** (eltekintve a nem az erőművel összefüggő tendenciákat, pl. a szennyvíztisztítók számának gyarodását, a forgalom növekedését) **megegyezik a jelenlegi környezeti állapottal**. Ez azt is jelenti, hogy azok a Dunában, ill. haváriák esetén a levegőben megjelenő, és műszeresen a határ túloldalán is kimutatható állapotjellemzők további 20 évig fennmaradnak. Az eldöntendő kérdés, hogy ennek az állapotnak a fennmaradása jelentős hatás vagy sem.

A fenti állítást támasztja alá hogy, déli szomszédunk a csak normál üzemmenetben felismerhető vízszennyezésre vonatkozóan már megválaszolta azzal, hogy semmilyen problémát nem jelzett ebben a tekintetben Magyarország felé. Ennek alapján arra a következtetésre lehet jutni, hogy **a változásmentes állapotot nem lehet jelentős környezeti hatásnak tekinteni**, és akkor még nem beszéltünk arról, hogy a környezeti hatás kategóriába nem kerül be minden műszeresen kimutatható változás.

Az egyes hatásfolyamatok szerinti a következők mondhatók el a határon áterjedésről:

### **Radioaktív kibocsátások a levegőbe**

Az atomerőmű normál üzemeltetéséből néhányszor  $10^{11}$  Bq/nap levegőkörnyezeti radioaktív nemesgáz aktivitás és kb.  $5 \times 10^{11}$  Bq/nap  $^3\text{H}$  kibocsátás történik. Ez az országhatárig a legkonzervatívabb becslések szerint is  $10^6$ -szorosára hígul, így a várható koncentrációk az  $1 \text{ Bq/m}^3$  alatt lesznek. Ezt az aktivitást a jelenlegi műszeres módszerekkel ki lehet mutatni, azonban a sugáregészségügyi hatások az emberre és az élővilágra már az atomerőműtől mért 10-12 km-es távolságon belül az értékelhető és kimutatható szintek alá csökkennek, egészében semleges minőségűek a környezetben. A fentiek a  $^3\text{H}$ -ra és a nemesgázokra vonatkoznak.

A hosszabb felezési idejű, így a környezetben esetleg felhalmozódó izotóp kibocsátása  $10^4 - 10^7$  Bq/nap értékkel jellemezhető, ami a határoknál kialakuló koncentrációkat a tized  $\text{mBq/m}^3$  értéktartományban valószínűsítik, ez gyakorlatilag a kimutatási határ alatt van. A méretezési (hipotetikus) üzemzavarok során számított kibocsátások terjedése az országhatáron



kimutatható mértékű  $10^4 - 10^5$  Bq/m<sup>3</sup> radioaktív nemesgáz koncentrációkat eredményez, de ezek sugáregészségügyi hatásai még az országhatárokon belül semleges szintre csökkennek. A fentiek alapján a **radioaktív légköri kibocsátások az országhatáron kívül nem minősíthetők jelentősnek.**

### **Radioaktív kibocsátások a felszíni vizekbe**

A normál üzemeltetés során a felszíni vizekbe kevesebb, mint 1,5 GBq/év hasadási és korróziós termék-aktivitás kerül. Ez a Dunába a minimális észlelt vízhozammal számolva 50-60 mBq/m<sup>3</sup> aktivitáskoncentrációt eredményez, amit közvetlen műszeres mérésekkel nem, de radioanalitikai módszerekkel esetleg még ki lehet mutatni. A hosszabb élettartamú komponensek lebegtetett vagy görgetett üledéken való felhalmozódása észlelt jelenség (emiat néhány esetben a Paks feletti Duna szakaszon nagyobb aktivitáskoncentrációt mérnek, mint az atomerőmű alatt), de ez együtt vándorol az üledékkel, s az emberre és az élővilágra gyakorolt hatása már az atomerőmű környezetében elenyésző.

Az atomerőműből évente kb. 20 TBq <sup>3</sup>H kibocsátás történik, aminek a végső befogadója a Duna. Kisvízi körülmények között ez a kibocsátás mérhető mennyiségben jelenik meg a határszelvényben (kb. 300-600 Bq/m<sup>3</sup>), de sugáregészségügyi hatása nincs.

A nagy átmérőjű hidegági csőtöréses üzemzavar következmény felszámolása kapcsán történő vízkörnyezeti kibocsátások hatásaként a Dunában kisvíz esetén 170-200 mBq/m<sup>3</sup> hasadási és korróziós termék aktivitáskoncentráció megjelenése várható a határszelvényben, ami nagyságrendileg rendkívül közel van a normálüzemi kibocsátáshoz. A fentiek alapján **jelentősnek minősíthető határokon átterjedő radiológiai vízkörnyezeti hatás nincs.**

### **Hőkibocsátás a Dunába**

A korábbi hőterheléssel kapcsolatos becslések azt feltételezték, hogy a hőcsóva a beömléstől számítva akár 10-80 km-re is értékelhetően befolyásolja a víz hőmérsékletet. Ez feltételezte volna a 94 km-re található országhatáron a kimutathatóságot. (Bár a jelentőség így is megkérdőjelezhető lett volna, hiszen a becslések szerint a határon már 1 °C alatt lett volna a hőmérsékletnövekedés.)

A telephely monitorozási program során az elmúlt években a hőcsóva hőmérsékleti eloszlását, elkeveredését többféle módszerrel is vizsgálták. A termovíziós légifeltételek és helyszíni hőmérséklet mérések alapján megállapították, hogy a melegvízcsóva hatása a beömlés alatt kb. 30 km-rel még mérhető, de már csak minimális mértékben. Becslésünk szerint a Sió betorkolása alatt (ennek hőmérsékleti, áramlási/keveredési hatásait is figyelembe véve) várhatóan már a kimutathatósági határ alá esik. Így **a hőterhelés miatt országhatáron átterjedő jelentős hatással nem kell számolnunk.**

### **Hagyományos szennyezőanyagok kibocsátása**

Hagyományos szennyezőanyagok a Dunába egyrészt normál üzemben, másrészt haváriák esetén kerülhetnek. Hosszú időn át végzett vízminőségi mérések értékelése azt mutatja, hogy értékelhető vízminőség változás (hőterhelésen kívül) az egyes vízminőségi komponensekben az erőmű hatására nem következik be. Ugyanakkor az atomerőműnél egyszerre többféle szennyezőanyag (radioaktív szennyezés, szennyvíz, ipari vizek és hőterhelés) kerül kibocsátásra. Ezek közül a határon nagy valószínűséggel csak a radioaktív és az ipari vízszennyezés hatása mutatható ki, önmagukban nem jelentős hatással. Mivel hatásaik egymást ilyen csekély koncentrációban nem erősítik, így véleményünk szerint **a hagyományos vízszennyezésnél és hagyományos légszennyező anyagok tekintetében még üzemzavar esetén sem kell határon átterjedő hatással számolni.**