

9. A felhagyás környezeti következményei (Az atomerőmű leszerelése)

TARTALOMJEGYZÉK

9. A FELHAGYÁS KÖRNYEZETI KÖVETKEZMÉNYEI (AZ ATOMERŐMŰ LESZERELÉSE).....	1
9.1. Bevezetés	1
9.2. Az atomerőmű leszerelésének kiválasztott változatai és jellemzésük.....	2
9.2.1. Azonnali leszerelés.....	2
9.2.2. Halasztott leszerelés, reaktor védett megőrzésével	3
9.2.3. Halasztott leszerelés, a teljes primerkör védett megőrzésével	5
9.3. A leszerelési tervek kiinduló feltételei	6
9.4. A leszerelési munka szervezése és módszerei.....	7
9.4.1. A leszerelt anyagok osztályozása aktivitásuk szerint.....	8
9.4.2. Lebontás	9
9.5. A leszerelés környezeti hatásai.....	9

9. A FELHAGYÁS KÖRNYEZETI KÖVETKEZMÉNYEI (AZ ATOMERŐMŰ LESZERELÉSE)

9.1. Bevezetés

A Paksi Atomerőművet 1982-87 között helyezték üzembe 4 db VVER 440/213 blokk indításával. Az atomerőmű üzemeltetési időszaka – üzemidő hosszabbítás nélkül – 2012-17 között lejár. Ekkor a négy blokkot leállítják, majd azok a hatósági és helyi igényeknek megfelelően felhagyásra (leszerelésre) kerülnek.

A leszerelés megoldása többféle változatban képzelhető el, a létesítmények azonnali és halasztott leszerelését is beleértve. A változatok időtartamban, ütemezésben és költségigényben térnek el egymástól. Természetesen az, hogy közel 10-30 év múlva melyik változat fog megvalósulni, az ma még nem dönthető el, hiszen addig mind a kapcsolódó gazdaságpolitikai megfontolások, mind a leszerelési technológiák jelentősen változhatnak. Ez azonban nem kérdőjelezi meg jelen előzetes környezeti tanulmány elkészítését, mert a 20/2001. Korm. rendelet alapján ez a tevékenység önállóan is környezeti hatásvizsgálat köteles.

A jelenlegi atomerőmű leszerelésével kapcsolatban az rögzíthető, hogy a célkitűzés mindenképp a blokkok leszerelése és a telephely oly mértékű „megtisztítása”, ami a további felhasználását lehetővé teszi. A telephely további – más vagy hasonló célú – felhasználása kérdésében kell a helyi és regionális szempontokat majd külön mérlegelni.

A lebontást tulajdonképpen fordított építési tevékenységnek tekintjük, így az is elmondható, hogy a hatótényezők és a hatásfolyamatok jellege nagyrészt megegyezik az építési tevékenységnél felsoroltakkal. A lényegi eltérést a hulladékok jóval nagyobb mennyisége és a radioaktívan szennyezett hulladékok ártalmatlanításával kapcsolatos teendők megjelenése adja.

Jelen fejezet végén összefoglaló értékelő táblázatot nem készítettünk, mivel az értékelés a mindenkori technológia szoros függvénye. Ezt pedig 10-30 éves időtartamra előrejelezni felelőtlennek lenne, erre a leszerelésre amúgy is kötelező hatásvizsgálat elkészítésekor kerülhet majd sor [3].

A leszerelésről készített tanulmányok és az előzetes leszerelési terv kidolgozásánál a következő alapvető szempontokat vizsgálták:

- A kiindulási körülmények és feltételezések meghatározása,
- Az atomerőmű várható végleges leállítási állapotának meghatározása az üzemeltetés leállítása után,
- Az atomerőmű alapvető leszerelési változatának kiválasztása,
- A várható leszerelési műveletek “forgatókönyvének” meghatározása az egyes figyelembe vett változatokra,
- A leszerelési műveletek részletes felosztása egyes résztvékenységekre, a kiválasztott forgatókönyvnek megfelelően.
- Az egyes résztvékenységek elemzése és kiértékelése, az alábbi jellemző paraméterek szerint:
 - időtartam,
 - munkaigény (munkaerő-órában kifejezve),

- technikai eszköz igény,
 - a keletkező radioaktív hulladékok mennyisége,
 - a keletkező nem-radioaktív hulladékok mennyisége,
 - a személyzet kollektív dózisterhelése,
 - várható környezeti hatások,
 - költségek.
- A jellemző paraméterek összegezése az egyes leszerelési változatokra,
 - A kiválasztott leszerelési változatok összehasonlítása a jellemző paraméterek és egyéb kritériumok alapján,
 - Javaslat az alkalmazandó leszerelési változatra [2].

A Paksi Atomerőmű leszerelésének lebonyolításáért – a jelenlegi jogszabályok alapján – a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Társaság felel.

9.2. Az atomerőmű leszerelésének kiválasztott változatai és jellemzésük

Az erőművi blokkok leállításának végső fázisa a kiégett üzemanyagelemek eltávolítása a blokkból és átszállítása a KKÁT-ba, ez minimum 3-5 évig tart. A radioaktív szennyezett közegek és üzemi radioaktív hulladékok feldolgozásáról és kezeléséről az atomerőmű gondoskodik. Ez a leszerelés kiindulási állapota.

A Paksi Atomerőműre megadott változatok kiválasztása az alábbi indokok figyelembevételével történt:

- A jövőben megvalósításra kerülő változatot, mint a legkedvezőbbet kell kiválasztani néhány lehetséges leszerelési változat közül.
- Az egyes összehasonlítandó változatoknak olyan mértékben kell különbözniük egymástól, hogy meg lehessen becsülni az egyes művelet és leszerelési idők hatását a leszerelés jellemző adataira, mint amilyen a költségigény, a műszaki szolgáltatások, biztonsági szempontok, a szükséges végleges tároló létesítmények és azok típusai.
- A kiválasztott változatok különböznek egymástól a megvalósítási időben, a keletkezett radioaktív hulladékok mennyiségében és a szükséges műszaki és pénzügyi eszközökben. Ez lehetővé teszi, hogy a későbbiekben az adott feltételeket (műszaki, pénzügyi, biztonsági) legjobban megközelítő változatot lehessen kiválasztani további kiviteli tervezésre [2].

A jelenleg rendelkezésre álló – koncepcionális – leszerelési terveket az RHK Kht. által készített 2002-es tanulmány tartalmazza. A tanulmányban 3 változat került elemzésre:

1. Azonnali leszerelés.
2. Halasztott leszerelés, a reaktor védett megőrzésével.
3. Halasztott leszerelés, a teljes primerkör védett megőrzésével.

9.2.1. Azonnali leszerelés

A változat fő jellemzője a berendezések azonnali és folyamatos leszerelése, az épületek lebontása és a telephely fokozatos átadása további hasznosításra. A reaktor végleges leállítása után az üzemeltetés befejeződik, sor kerül a folyékony üzemi radioaktív hulladékok maradékának feldolgozására, a későbbiekben felhasználni nem kívánt épületek lebontásra kerülnek. A sorrend a következő: a technológiai berendezések dekontaminálása a leszerelés

előtt a helyi munkavégzés feltételeinek megteremtéséért és a leszerelt egységek további dekontaminálása az újrahasznosíthatóság érdekében, a keletkező radioaktív hulladékok feldolgozása. Ezt az épületek felületeinek dekontaminálása, majd lebontása követi, a hermetikus térben is. Ebben a forgatókönyvben a leszerelés folyamatos. Ez a változat a reaktor végleges leállítása után, az üzemeltetés befejezésekor kezdődik és befejezésekor a telephelyet korlátlan felhasználásra adják át [1].

A leszerelés időtartama: 2013-2040, azaz 28 év.

Az 1. változat az alábbi tevékenységekkel jellemezhető:

- a.) Az üzemeltetés befejezése a reaktor végleges leállítása után:
 - a kiégett üzemanyagelemek eltávolítása a reaktorból a pihentető medencébe,
 - az üzemi radioaktív hulladékok egy részének feldolgozása,
 - a primerkör egészének dekontaminálása.
- b.) I. leszerelési fázis:
 - az üzemi közegek eltávolítása,
 - a maradék üzemi radioaktív hulladék feldolgozása,
 - a szükségtelen inaktív berendezések és rendszerek leszerelése,
 - a dekontaminálásból származó radioaktív hulladékok és az inaktív hulladékok feldolgozása.
- c.) II. leszerelési fázis:
 - dekontaminálás a leszerelés előtt,
 - az aktív berendezések és a fennmaradó üzemelő rendszerek fokozatos leszerelése,
 - dekontaminálás a leszerelés után,
 - az üres épületek lebontása,
 - a dekontaminálás, leszerelés és lebontás során keletkező aktív és inaktív hulladékok feldolgozása,
 - a telephely végleges ellenőrzése, megtisztítása és a terep rendezése.
- d.) Végső állapot:
 - a telephely átadása korlátozott vagy korlátozásoktól mentes felhasználásra.

9.2.2. Halasztott leszerelés, reaktor védett megőrzésével

A 2. változat alapvető jellemzője a reaktor védett megőrzése a reaktoraknában. A kiégett üzemanyagelemeket eltávolították a blokkból, az üzemi radioaktív hulladékokat feldolgozták és a primerkör egészét dekontaminálják.

Az I. fázis folyamán a továbbiakban feldolgozzák a maradék üzemi radioaktív hulladékokat, az inaktív berendezéseket szétszerelik és az épületeket lebontják, amennyiben későbbi felhasználásuk nem tervezett. A munkák sorrendje: a technológiai berendezések dekontaminálása a leszerelés előtt a helyi munkavégzés feltételeinek megteremtéséért, a technológiai berendezések leszerelése a reaktor védett megőrzésében érintett berendezések kivételével és a leszerelt egységek további dekontaminálása az újrahasznosíthatóság érdekében, a keletkező radioaktív hulladékok feldolgozása. Ezeket a tevékenységeket az épület felületek dekontaminálása és az ellenőrzött zóna lebontása követi, kivéve a reaktor

védett megőrzésében érintett részt. A reaktor védett megőrzése kielégíti a környezetvédelem és a sugárvédelem minden követelményét [1].

Ez a változat megszakítást is tartalmaz a leszerelési folyamatban. A reaktor védett megőrzésének időszakában négy független épület marad a telephely területén: a reaktoraknak a reaktorokkal, 4*80 m² alapterülettel és néhány egyéb szolgáltató épület és építmény.

A leszerelés időtartama: 2013-2105, azaz 93 év, mivel a reaktortartályt 62 évig kell pihentetni a könnyebb szétszerelhetőség és darabolás érdekében.

A 2. változat két másik védett megőrzési periódusra is ki lett dolgozva:
2013-2085, azaz 73 év, ebből 42 év a reaktortartály pihentetése,
2013-2135, azaz 123 év, ebből 92 év a reaktortartály pihentetése.

A 2. változat az alábbi tevékenységekkel jellemezhető:

- a.) Az üzemeltetés befejezése a reaktor végleges leállítása után:
 - a kiégett üzemanyagelemek eltávolítása a reaktorból a pihentető medencébe,
 - az üzemi radioaktív hulladékok részleges feldolgozása,
 - a primerkör egészének dekontaminálása.

- b.) I. leszerelési fázis:
 - az üzemi közegek eltávolítása,
 - a maradék üzemi radioaktív hulladék feldolgozása,
 - a berendezések felületének dekontaminálása,
 - a dekontaminálásból származó radioaktív hulladékok és az inaktív hulladékok feldolgozása,
 - a szükségtelen inaktív berendezések és rendszerek leszerelése,
 - a szükségtelen nem radioaktív épületek lebontása,
 - az aktív berendezések leszerelése,
 - az üres épületek lebontása,
 - a leszereléskor és lebontáskor keletkező radioaktív hulladékok feldolgozása,
 - a reaktor felkészítése a védett megőrzésre,
 - építészeti létesítmények építése a reaktor védett megőrzéséhez.

- c.) II. leszerelési fázis:
 - a reaktorok védett megőrzés alatt maradnak független épületekben. A kibocsátást visszatartó gátak fenntartása és monitorozása szükséges.

- d.) III. leszerelési fázis:
 - a reaktorok és belső részegységeik leszerelése,
 - a védett megőrzés alatt álló aktív berendezések lebontása és a reaktorakna lebontása,
 - a dekontaminálás, leszerelés és lebontás során keletkező aktív és inaktív hulladékok feldolgozása,
 - a telephely végleges ellenőrzése, megtisztítása és a terep rendezése,
 - a telephely átadása korlátozott vagy korlátozásoktól mentes felhasználásra.

9.2.3. Halasztott leszerelés, a teljes primerkör védett megőrzésével

A 3. változat alapvető jellemzője a teljes primerkör védett megőrzése. A kiégett üzemanyagelemeket eltávolították a blokkból, az üzemi radioaktív hulladékokat feldolgozták. Az I. fázisban nincs belső dekontaminálás. Az I. fázisban nem szerelnek le aktív elemeket. Feldolgozzák a maradék radioaktív hulladékokat és építészeti javításokra kerül sor (építészeti megőrzés), a gépházat leszerelik és lebontják. A létesítményeket az üzemtervnek megfelelően lezárják. Majd ezután rendszeresen ellenőrzik a környezeti terhelést. A védett megőrzési időszak letelte után a még meglévő épületeket leszerelik, a sugárzási szint figyelembevételével, amely csökken az izotópok természetes bomlása következtében. Tehát, ez a változat megszakított leszerelési folyamatnak tekinthető, melynek során a teljes primerkört lezárják és megfigyelik a meghatározott időszak alatt, majd leszerelik és a telephelyet átadják korlátlan felhasználásra [1].

A leszerelés időtartama: 2013-2104, azaz 92 év, mivel a reaktortartályt 62 évig kell pihentetni a könnyebb szétszerelhetőség és darabolás érdekében.

A 3. változat az alábbi tevékenységekkel jellemezhető:

- a.) Az üzemeltetés befejezése a reaktor végleges leállítása után:
 - a kiégett üzemanyagelemek eltávolítása a reaktorból a pihentető medencébe,
 - az üzemi radioaktív hulladékok egy részének feldolgozása.
- b.) I. leszerelési fázis:
 - az üzemi közegek eltávolítása,
 - a maradék üzemi radioaktív hulladék feldolgozása,
 - a szükségtelen inaktív és hasznosítható berendezések leszerelése,
 - a szükségtelen nem radioaktív épületek lebontása,
 - a továbbiakban felhasználásra kerülő berendezések konzerválása (szellőztetés, spec. csatorna rendszer, stb.),
 - a kibocsátást visszatartó gátak fenntartása és monitorozása,
 - a lezárt berendezések és létesítmények felügyelete.
- c.) II. leszerelési fázis:
 - az erőmű radioaktív anyagokat és berendezéseket tartalmazó részei lezárt állapotban maradnak. A kibocsátást visszatartó gátakat karban kell tartani a tartós védett megőrzés során.
- d.) III. leszerelési fázis:
 - dekontaminálás,
 - a berendezések leszerelése, beleértve a reaktort is, valamint a fennmaradó szolgáltató rendszerek fokozatos leszerelése,
 - az üres épületek lebontása,
 - a dekontaminálás és a leszerelés során keletkező radioaktív hulladékok feldolgozása,
 - az inaktív hulladékok feldolgozása,
 - a telephely végleges ellenőrzése, megtisztítása és a terep rendezése,
 - a telephely átadása korlátozott vagy korlátozásoktól mentes felhasználásra.

9.3. A leszerelési tervek kiinduló feltételei

A leszerelési tanulmány alapvető információforrását a tervezési és üzemeltetési adatok szolgáltatták. Az üzemeltetés befejezésekor érvényes feltételeket (amelyek a leszerelési folyamat kiindulási adatai) a következőkben határozták meg:

- A Paksi Atomerőmű üzemelése előreláthatólag a tervezési élettartam lejártakor, normál üzemviteli időszak után fejeződik be.
- Az erőmű mind a négy blokkja leszerelésre kerül, a leállítás sorrendje megegyezik az üzembe helyezés sorrendjével.
- A leszerelésből származó radioaktív hulladékok túlnyomó része feldolgozható lesz, a végleges forma 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.
- Mivel a leszerelt anyagokra vonatkozó felmentési szintet (a tanulmány időszakonkénti felülvizsgálatakor az érvényes jogszabályok alapján felül kell vizsgálni és szükség esetén módosítani kell a felvett értéket) a tanulmány készítése idején még nem határozták meg az alábbiakat vették figyelembe az aktív és az inaktív hulladékok mennyiségének meghatározásakor:
 - a leszerelésből származó fémek anyagok korlátlanul kibocsáthatók a következő feltételek teljesülése esetén:
 - felületi béta, gamma szennyeződés $< 0,4 \text{ Bq/cm}^2$,
 - felületi alfa szennyeződés $< 0,04 \text{ Bq/cm}^2$,
 - béta és gamma aktivitáskoncentráció $< 100 \text{ Bq/kg}$,
 - a lebontásból származó nem fém hulladékok korlátozás nélküli felhasználásra átadhatók, ha béta és gamma aktivitáskoncentrációjuk nem haladja meg a 100 Bq/kg értéket.

A tanulmány elkövetkezendő időszakonkénti felülvizsgálatánál a már azóta életbe lépett felszabadítási szintekre vonatkozó előírást kell figyelembe venni és ez alapján kell meghatározni az aktív és inaktív hulladékok mennyiségét.

- A dekontaminálás értékelésénél a felhasznált anyagok térfogatának, a keletkező hulladékok volumenének és a szükséges munkaerő-ráfordítás (munkaerő-óra) értékének meghatározása szakértői értékelésen/becslésen alapult. Ebben természetesen figyelembe kell venni a megadott dekontaminálási tényező eléréséhez szükséges dekontaminációs ciklusok számát is.
- A Paksi Atomerőmű leszerelési folyamatának általános elemzése folyamán értékelni kell az üzemidő 20 évvel történő meghosszabbításának lehetséges hatásait (a tervezett 30 éves üzemidőhöz viszonyítva). Várhatóan a technológiai berendezések belső szennyezettségi szintje – a hosszabb felhalmozódási időszak miatt – növekedni fog, ami figyelembe véve a spektrum öregedését is a hosszabb élettartamú komponensek jelentősebb mennyiségét jelenti a leszerelési hulladékokban.

Minden objektum (épületek, létesítmények) beleértve az egészségügyi épületet is, a leszerelési folyamat tárgyát képezi [2].

9.4. A leszerelési munka szervezése és módszerei

Az inaktív berendezések leszerelése a karbantartási és javítási munkáknál szokásos műszaki eszközökkel és munkaműveletekkel történik: mechanikai szerelés (darabolás), oxigén-acetilén vágás, plazmavágás, hidraulikus vágás, stb. Hasonló eszközök kerülnek felhasználásra az aktív berendezések leszerelésénél, amennyiben a szennyezett berendezés felületén a dózisteljesítmény értéke lehetővé teszi ilyen jellegű műveletek elvégzését. A 2 mGy/h feletti dózisteljesítménnyel jellemezhető területek leszerelése folyamán korlátozott hozzáféréssel és speciális leszerelési eszközök és manipulátorok alkalmazásával kell számolni.

A berendezések, csővezetékek, stb. leszerelési elvei:

- a technológiai berendezések leszerelése csavarkulcsokkal, hidraulikus ollókkal, mechanikai darabolással, (forgófürészes és keretfürészes), plazmavágóval (rozsdamentes acél), oxigén-acetilén vágással (szénacél) kerül végrehajtásra. Speciális módszereket alkalmaznak abban az esetben, ha a leszerelés helyszínén a határértéket meghaladó dózisteljesítmények mérhetők (manipulátorok), vagy ahol nagy a radioaktív aeroszol képződés veszélye (víz alatti vágás),
- a villamos- és irányítástechnikai berendezések szétszerelése a technológiai berendezésekkel egy időben történik,
- a szellőző rendszerek leszerelésére – amennyiben a leszerelés alatt üzemelnek – a leszerelési munkák befejező fázisában kerül sor,
- a hermetikus ajtók, kapuk, építészeti acélszerkezetek (járdák, létrák, daru futópályák, stb.), az átvezetések és a spec. csatorna rendszer beépített részeinek leszerelését az épület lebontásának megkezdése előtt végzi el az épületszerkezetet is bontó alvállalkozó.

A leszerelési munkák elvégzésének menete:

a.) előkészületek

Az adott helyiségben vagy területen munkaterületet kell biztosítani az alábbiakhoz:

- a rendelkezésre álló terület és a berendezések ellenőrzése,
- dozimetriai ellenőrzés, öltöző és egészségügyi zszip biztosítása, a sugárzási helyzet meghatározása,
- védőfelszerelések biztosítása, használatuk módjának meghatározása, kiegészítő biológiai védelmek létesítése,
- a szükséges építészeti átalakítások elvégzése, szerelőnyílások lefedése, árnyékolások,
- a leszerelendő berendezések lekötése a villamos hálózatról.

b.) a munkahely felszerelése

Az adott helyiségben vagy területen munkaterületet felszereléséhez az alábbiakat kell biztosítani:

- világítás, helyi elszívó berendezés, villamosenergia ellátás biztosítása,
- a felszerelések műszaki állapotának ellenőrzése, provizóriumok felállítása,
- állványok és pódiumok felállítása, leszerelési szerszámok, célszerszámok és segédeszközök beszállítása és előkészítése,
- a munkák adott helyszínén a sugárzási helyzet ellenőrző mérése, esetleg dekontaminálás.

c.) fő műveletek

A hőszigetelés eltávolítása a berendezésekről és a csövekről:

- burkolólemezek és a szigetelőanyag eltávolítása,
- kiszállítás a helyiségből,
- a sugárzási helyzet ellenőrző mérése, szükség esetén dekontaminálás.

A leszerelendő berendezések és csővezetékek biztosítása

- a leszerelendő berendezések, csövek és szerelvények megtámasztása, felfüggesztése vagy biztosításának más módja,
- a meglévő felfüggesztések és egyéb biztosító szerkezetek leszerelése és eltávolítása a helyiségből,
- elszívó berendezés beszerelése.

A berendezések, csőszerelvények leszerelése és a leszerelt anyagok kezelése

- berendezések és csövek szétszerelése,
- a nyitott csővégek és csonkok dugózása,
- a leszerelt darabok kiszállítása a helyiségből,
- dozimetriai ellenőrzés, osztályozás a hulladék neve és szennyezettsége szerint,
- a darabok elhelyezése a szállító berendezésen (szabadon, műanyag zsákban, hordóban vagy konténerben, stb.), és kiszállításuk az épületből,
- a sugárzási helyzet ellenőrző mérése a leszerelés folyamán és után.

d.) befejező munkák

A munkahely megszüntetése, a szétszerelő berendezések és szerszámok eltávolítása a alábbiak:

- a használt szerszámok és segédeszközök elszállítása a helyiségből vagy a munkaterületről (esetleges dekontaminálásuk után),
- az ideiglenes világítás, villamosenergia ellátás, elszívóberendezés, sűrített levegő hálózat, stb. eltávolítása,
- az állványok leszerelése,
- a helyiség kitakarítása és a sugárzási helyzet ellenőrzése, szükség esetén dekontaminálás.

A fent említett eljárások az aktivitással szennyezett helyiségekre vonatkoznak, más esetekben a mérések nem szükségesek [2].

9.4.1. A leszerelt anyagok osztályozása aktivitásuk szerint

A leszerelt anyagok osztályozása aktivitásuk szerint a következők :

- radioaktívan nem szennyezett anyagok, melyek korlátozás nélkül felhasználhatók a környezetben,
- alacsony szennyezettségű anyagok – a szennyeződés könnyűszerrel eltávolítható,
- anyagok nagy részükben eltávolítható fizikai vagy kémiai eszközökkel,
- a neutronok által felaktivált anyagok, amelyek dekontaminálása nem lehetséges és amelyek egészét radioaktívnak kell tekinteni.

Az olyan területeken, ahol a dózisteljesítmény 0,2 mGy/h érték feletti, a tevékenységek elvégzésére manipulátorokat és automatákat kell alkalmazni.

9.4.2. Lebontás

A lebontás többnyire a -1,00 m szintig történik. Az előirányozott bontási műveletek és műszaki eszközök a bontási műveletekben alkalmazott korszerű ismereteken alapulnak.

A lebontandó radioaktívan szennyezett épületeken a alábbi tevékenységeket kell elvégezni:

- az épületfelületek mechanikai dekontaminálása, azaz a kb. 2 cm szennyezett réteg lecsiszolása,
- spec. csatornákat tartalmazó betonrétegek kivágása,
- esetleges szennyeződések tartalmazó betonrészek és átvezetések kivágása,
- épületek lebontása,
- az újrahasznosításra alkalmas bontási törmeléket átmeneti tárolóba, majd az újrahasznosítóba szállítják,
- az újrahasznosításra nem alkalmas törmelékeket a kommunális szeméttelrepre szállítják,
- a másodlagos nyersanyag jellegű anyagokat további feldolgozásra szállítják.

Az épületek lebontása radioaktívan nem szennyezett anyagok épületek lebontását jelenti. Az épületeket bontás előtt lekapcsolják minden hálózatról.

Valamennyi lebontásra kijelölt inaktív épületnél a részleges lebontás módszerét alkalmazzák, ami azt jelenti, hogy az épületek földalatti részét -1,00 m szintig bontják le, a földalatti objektumokhoz (csatornák) hasonlóan. Az egyes épületek lebontása során keletkezett anyagok a következőképpen osztályozhatók:

- korlátozás nélkül felhasználható anyagok,
- anyagok ellenőrzött használatra,
- a talajban maradó anyagok.

9.5. A leszerelés környezeti hatásai

Az előzőekből is láthatóan a leszerelés időszakában dominálnak az építőipari bontási-leszerelési munkák.

A bontási-leszerelési munkák kiterjednek az inaktív berendezésekre, építményekre, épületekre; megfelelő dekontaminálási műveletek elvégzése után a radioaktívan szennyezettekre is. Lebontásra kerülnek a vízepítési műtárgyak, medencék, vonalas létesítmények; a vízszintészlelő és mintavételi kutakat eltömedékelik, a csatornákat feltöltik. Ezután következhet a tereprendezés, már a rekultivációs szakaszban. Az előzetes ismertetésnek megfelelően a leszerelésre vagy egyetlen szakaszban, vagy megszakításokkal kerül sor, így a munkák időtartama a néhány évtizedtől száz évig is terjedhet.

A leszereléssel foglalkozó létszám alapvetően függ a telephelyen dolgozó személyzet számától, ami a 600 főtől a kb. 2000 főre becsült maximumig terjedhet. A Paksi Atomerőmű blokkjainak leszerelési tervei alapján a fenti létszámadatokhoz tartozó leszerelési időtartamok 5-20 év között változnak, amennyiben több szakaszos leszerelés esetén a pihentetési időszakokat nem vesszük figyelembe. A leszereléssel foglalkozó munkaerő telephelyi tartózkodásából eredő járulékos hatásként a vízfelhasználás, szennyvíz kibocsátás és kommunális hulladékképződés említendő, de az építési fázissal összevetve (ahol a vonatkozó létszámadatok sokkal magasabbak) ezek környezeti hatásai elhanyagolhatók lesznek.

A leszerelési folyamat során jelentős hatásként említhetjük a hulladékképződést. Alapvető célkitűzés, hogy a keletkező hulladékmennyiségek a lehető legkisebbek legyenek, mind összvolumenüket, mind egy-egy fajtájukat tekintve. A leszerelés során számolnunk kell nagy mennyiségű ipari hulladék keletkezésével. Inaktív ipari hulladékként alapvetően a fémek és az építőanyagok törmelékei jelentkeznek. Mindkét fajtánál törekedni kell az újrafelhasználásra, a fémhulladékok beolvasztásával (kohászati üzemeknek történő eladással) illetve az építési törmelékek útépítési vagy tereprendezési célú hasznosításával.

Az inaktív bontási hulladékmennyiség nagyságrendje az egymillió tonnás nagyságrendbe eshet. Beolvasztásra kerülő fémhulladék a százezer tonnás volumenben várható.

A leszerelés során az üzemeltetéstől jelentősen különböző mennyiségű veszélyes hulladék nem várható. Ezt az alkalmazott technológiák és a telephelyen dolgozó csökkentett létszám valószínűsíti. Gyűjtésükről és kezelésükről a leszereléskor érvényben levő rendeleteknek megfelelően kell gondoskodni.

A leszerelés során – az ellenőrzött zónán belül technológiai berendezések és építmények dekontaminálásából, valamint a maradó szennyezettség miatt – radioaktív hulladékok is keletkeznek. Megfelelő technológiák kiválasztása és alkalmazása esetén a vízkörnyezeti kibocsátások elkerülhetőek. A radioaktív hulladékok mennyiségére vonatkozóan csak nagyon durva becslés adható: általában az üzemviteli hulladékokkal azonos mennyiséget szoktunk feltételezni. Figyelembe véve a blokkok “csökkentett” hulladék képződését illetve a megnövekedett élettartamukat 18-20 ezer m³ kondicionált radioaktív hulladék keletkezésével kell számolnunk. Ez a mennyiség azonnali zöldmezős leszerelés esetén 15-20 év alatt, pihentetésekkel megszakított változatoknál kb. fele-fele arányban 30-70 év különbséggel jelentkezik. A leszerelési radioaktív hulladékok különböző fajtáinak keletkezési időpontja a leszerelési opció kiválasztásától függ [3].

A bontási hulladékok várható mennyisége:

550 000 m ³	beton
90 000 t	acél
10 000 t	színesfém
50 000 t	egyéb hulladék.

A hulladékok feldolgozása, szállítása és végleges elhelyezése

A radioaktív hulladékok túlnyomó része feldolgozásra kerül annak érdekében, hogy kielégítse a hulladéktárolóban való végleges elhelyezés kritériumait, a Paksi Atomerőmű normál üzemeltetése során rendszeresen alkalmazott technológiai folyamatok és létesítmények felhasználásával, továbbá a különböző radioaktív hulladék típusok kezelésének és kondicionálásának megvalósulásakor rendelkezésre álló mobil berendezések felhasználásával.

A lebontásból származó fémhulladékok osztályozása a következő kritériumok alapján történik:

- Az anyag kibocsátható a környezetbe (ún. korlátozás nélküli kibocsátás), ha:
 - felületi béta, gamma kontamináció < 0,4 Bq/cm²,
 - felületi alfa kontamináció < 0,04 Bq/cm²,
 - béta és gamma aktivitáskoncentráció < 100 Bq/kg.
- Az újraolvasztásra szánt anyag aktivitáskoncentrációja < 75 kBq/kg,
- a 75 kBq/kg és 2 MBq/kg közötti aktivitású anyagokat tömörítik,

- a 2 MBq/kg fölötti aktivitáskoncentrációjú anyagokat darabolják, 200 l-es hordókba csomagolják és cementhabarccsal rögzítik.

A bontásból származó hulladékok osztályozásánál az alábbi kritériumok vehetők figyelembe a jelenlegi nemzetközi tapasztalatok alapján:

- A 100 Bq/kg értéknél kisebb aktivitáskoncentrációjú anyagokat újrahasznosító rendszerben kezelik szabad felhasználásra.
- A 100-3000 Bq/kg aktivitáskoncentrációjú anyagok a szennyezett talajok számára kijelölt ellenőrzött lerakóhelyre kerülnek.
- A 3000 Bq/kg fölötti aktivitáskoncentrációjú anyagokat hordókba töltik, cementtel rögzítik és a hulladéktárolóba szállítják.
- A villamos készülékeket, kábeleket és egyéb anyagokat, amelyek nem az ellenőrzött zónából származnak, inaktív anyagként korlátozás nélkül lehet használni.
- Az ellenőrzött zónából származó, 0,4 Bq/cm² alatti felületi szennyezettségű villamos készülékek és kábelek teljes egészében használhatók, és a környezetbe korlátozás nélkül kikerülhetnek.
- Az ellenőrzött zónából származó 0,4 Bq/cm² feletti szennyezettségű elektromos berendezések és kábelek: a szigetelést eltávolítják és radioaktív hulladékként kezelik; a színesfém ereket, vezetőket másodlagos nyersanyagként, mindennemű korlátozás nélkül használják fel.

A radioaktív hulladékok közúton történő szállításánál az érvényes előírásokat kell figyelembe venni. A kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok felszín alatti tárolóba, a nagyaktivitású radioaktív hulladék mély geológiai tárolóba kerül végső elhelyezésre.

A nem szennyezett építőanyagok (beton; vasbeton) a -1,0 szint alatt nincsenek eltávolítva.

Újrahasznosítható hulladékok

A nem szennyezett hulladékok egy része a berendezések leszereléséből és az atomerőmű épület részének lebontásából fog származni.

Ezek a következők:

- a.) Újrahasznosítható fémhulladékok:
 - színesfémek (alumínium, réz), pl. ablakkeretek, külső fém falak,
 - szénacél és rozsdamentes acélok (csövek, lemezek a hőszigetelő burkolatokból, burkolatok, berendezés részek, hermetikus és sugárvédelmi ajtók, daru vezetőek és szerkezetek, szennyvíz vezetőek, acél huzalok stb.),
 - épületek acélszerkezetei.
- b.) Újrahasznosítható építőanyagok:
 - beton,
 - vasbeton,
 - előregyártott elemek,
 - falazat,
 - járulékok (lépcsőház),
 - külső falak.

- c.) Felhasználható anyagok – villamos kábelek – összegyűjtés és szállítás a hulladékgyűjtő helyre:
- villamos berendezések rézkábelei,
 - villamos berendezések alumínium kábelei.
- d.) Feltöltésre szánt egyéb és különleges anyagok:
- Egyéb hulladékok:
- fa (fa termékek),
 - üveg, üvegszál a berendezések hőszigeteléséből,
 - kerámia anyagok (villamos berendezések, épületgépészeti szerelvények stb.),
 - tetőfedések (bitumen stb.),
 - tető hőszigetelés, vízszigetelés,
 - műanyagok (polisztirol, PVC, poliakrilát, PE, polipropilén, ÖP, stb.) a padlózatokból,
 - gumi,
 - kisebb hulladékok (személyi védelmi eszközök, textil, papír),
 - egyéb válogatatlan bontási szemét,
 - villamos kábelek tűzvédő burkolatai (káros komponens nélküli anyagok),
 - nem hasznosítható több eres kábelek (gyengeáramú-, sín kábelek, jelzőberendezések stb.).

Hatótényezőként kell említenünk a leszerelési időszakban történő szállítási tevékenységet is. A szállítási szükségletek egyrészt a bontási hulladékokra, fémanyagokra, másrészt a leszerelést végző személyzetre vonatkoznak. A hulladékanyagok szállítása várhatóan az építési fázissal megegyező környezeti hatásokhoz fog vezetni, bár a szállítási tevékenység intenzitása a leszerelés hosszabb időtartama miatt kisebb.

Önálló hatótényezőként jelentkezik a leszerelési zajterhelés, mivel a bontási technikák és az alkalmazott technológiai berendezések általában jelentős zajforrások. A hatótényező értékeléséhez jelenleg nem rendelkezünk elegendő adattal, és várhatóan ez a helyzet a részletes környezeti hatásvizsgálat során sem fog változni. A leszerelési tevékenység azonban önállóan is hatásvizsgálat köteles, így a kérdés ott kezelhető. Várhatóan azonban problémát nem fog okozni, hiszen az atomerőmű biztonsági övezetében lakóterület nem települhet.

Egy atomerőmű leszerelésének gazdasági és társadalmi következményei is jelentkezni fognak. Az erőműben jelentős számú magasan képzett szakember dolgozik. Ők általában Paks városában és a környező településeken élnek. Ha megszűnik számukra és családtagjaik számára a jól fizető munkalehetőség, valószínűleg megnő az elvándorlás a térségből, bár a leszerelési tevékenységek 30-100 éve alatt a jelenlegi létszám 20-25 %-át lehet még a telephelyen foglalkoztatni.

A lakóközösségek támogatása megszűnik, ezzel a város lakói számára csökkennek a kulturális, sport stb. lehetőségek; az önkormányzat jelentős bevételtől esik el, ami természetesen kihatással van az ott lakók életére.

A leszerelés eredményeként a területhasználat a helyi és regionális megfontolásoknak megfelelően változik és a vizuális hatás megszűnik. Amennyiben a területet mező- vagy erdőgazdasági célra kívánják a leszerelés után hasznosítani, a leszerelés mint tevékenység a környezeti állapot javulását eredményezi, hiszen a terület rekultivációja bármely társadalmilag elfogadott célkitűzés alapján (pl. keményfás ártéri erdők visszatelepítésével) elvégezhető.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] A Paksi Atomerőmű előzetes leszerelési terve, DECOM Slovakia Ltd., 2002.
- [2] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Végleges Biztonsági Jelentés 18. fejezet, Az atomerőmű és blokkjai megszüntetésének előzetes terve 1. kiadás, ETV-ERŐTERV Rt., 2000.
- [3] A Paksi Atomerőmű bővítése AP 600 típusú blokk(ok)kal, Előzetes környezeti hatástanulmány, ETV-ERŐTERV Rt., 1998.