

A Bataapáti NRHT hulladék átvételi rendszere, és ennek alkalmazása egy jellemző hulladéktípusra

Nős Bálint¹, Ormai Péter¹, Fritz András¹, Bérci Károly², Feil Ferenc³

¹RHK Kft. 7031 Paks Pf.:12, +36-75-519-535, +36-75-519-589

²ETV Erőterv Zrt.

³Paksi Atomerőmű Zrt.

A hulladék átvételi követelmények (HÁK) meghatározása a radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére szolgáló létesítmények biztonságának eléréséhez alapvető fontosságú. A nemzetközi ajánlásokkal összhangban a hazai hatályos szabályozás, a 47/2003 (VIII. 8.) ESzCsM rendelet előírja, hogy a hulladéktároló üzemeltetőjének ki kell dolgoznia a hulladék átvételi követelményrendszert, melyet a területileg illetékes Sugáregészségügyi Decentrum (SD) hagy jóvá.

A fentiekkel összhangban az RHK Kft. a Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló (NRHT) létesítési engedélyezési fázisában benyújtotta a HÁK-ot tartalmazó dokumentumot, melyet az ÁNTSZ Dél-dunántúli Regionális Intézete (a területileg illetékes SD) a kiadott létesítési engedélyében jóváhagyott. A hulladékok átvételére szolgáló követelményrendszert a legfrissebb biztonsági értékelés megállapításai alapján rendszeresen felül kell vizsgálni, legutóbb ezt az RHK Kft. az NRHT üzembe helyezési engedélyezése során végezte el.

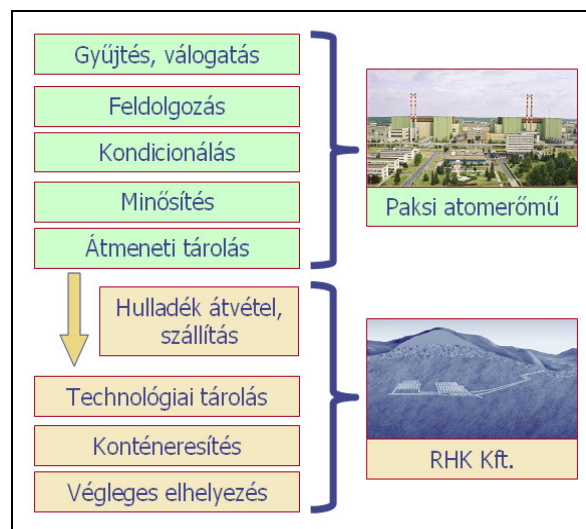
A HÁK jóváhagyása után megtörtént a követelmények ellenőrzési rendszerének kialakítása. Az RHK Kft. hulladéktípus specifikus ellenőrzési rendszert dolgozott ki, melynek legfontosabb elemei az alábbiak: az adott hulladék típusra alkalmazható követelmények meghatározása, a követelmények teljesítésének hulladéktermelő által történő igazolása, az RHK Kft. független ellenőrzési rendszere. A 200 l-es hordóba tömörített vegyes szilárd hulladékok típusára a fent ismertetett rendszer már bevezetésre került, írásunkban ezt tárgyaljuk részleteiben.

A hulladék átvételi követelmények

A nemzetközi ajánlások és a hazai hatályos szabályozás (47/2003.(VIII.8.) ESzCsM rendelet) a radioaktív hulladékok átmeneti tárolásához és végleges elhelyezéséhez igénylik a hulladék átvételi követelmények (HÁK) olyan rögzítését, amely figyelembe veszi az üzemviteli és a lezárást követő fázis környezet- és sugárbiztonságának kérdéseit, valamint a szállítást és a tároló műszaki kialakításának szempontjait is. [1]

A hulladék átvételi követelmények származtatása

Fontos, hogy a HÁK szerepét az egész radioaktív hulladék-kezelési folyamaton belül elhelyezzük. A paksi atomerőműben keletkező kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok életútját és az egyes szereplők feladatait az 1. ábra mutatja be. A paksi atomerőmű, mint hulladéktermelő végzi a hulladék gyűjtését, válogatását, feldolgozását (térfogatcsökkentés), kondicionálását (szükség szerint), minősítését és átmeneti tárolását. Az átvétel után az RHK Kft. végzi a hulladék szállítást a Bataapáti Nemzeti Radioaktív Hulladék-tárolóba (NRHT), ott pedig a technológiai tárolását, konténeresítését (szükség szerint) és végleges elhelyezését. A hulladék átvételi követelményrendszert az átvételre kerülő hulladékokra kell érvényesíteni annak ismeretében, hogy Bataapátiban lehetőség van másodlagos csomagolás (konténer) alkalmazására.



1. ábra: Az atomerőművi eredetű kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok kezelése

A HÁK származtatásánál figyelembe kell venni a hazai hatályos jogszabályokat, a hulladéktároló engedélyezésében részt vevő hatóságok előírásait, a biztonsági értékelés megállapításait és a nemzetközi szabványokat, ajánlásokat. A kritériumokat később, az újabb biztonsági értékelések alapján rendszeresen felül kell vizsgálni. A Bataapáti NRHT első HÁK dokumentációja 2006-ban készült el, amelynek

pontosítása a 2007-es létesítési engedélyezés alapját képezte. Az üzembe helyezési engedélyezés során az azt megalapozó biztonsági elemzés bázisán 2008-ban a dokumentum ismét felülvizsgálatra került [1].

A hulladék átvételi követelmények felépítése

A HÁK tartalmaz kizáró feltételeket, valamint a hulladékformára, az aktivitás tartalomra és a csomagolásra vonatkozó követelményeket. Az alábbiakban mindegyikre bemutatunk néhány példát.

Kizáró feltétel például, hogy a hőfejlődés mértéke nem haladhatja meg a 2 kW/m^3 értéket, ami alapján a hulladék már nagy aktivitásúnak minősülne. Kizáró feltételek találhatók továbbá a toxikus-, ill. veszélyes anyag tartalomra vonatkozóan is.

A hulladékformára vonatkozó előírások közül a teljesség igénye nélkül megemlíthetők a nyomószilárdságra és kioldódási sebességre vonatkozó követelmények – melyek csak a kondicionált (azaz végleges elhelyezésre kész) hulladékokra alkalmazandók –, valamint a szabad víztartalomra, a hulladékban lévő kelát- és komplexképző anyagok mennyiségére, maximális üregtérfogatra vonatkozó korlátok.

A tárolóba összesen elhelyezhető – elsősorban a hosszabb felezési idejű izotópokra vonatkozóan – ún. telephelyi aktivitás korlátok izotóponkénti meghatározása a tároló lezárását követő fázis biztonsági értékelés normál fejlődéstörténeti forgatókönyve alapján lehetséges. Az üzemviteli fázis üzemzavar elemzése (tűzeset forgatókönyvek), valamint a szándékolatlan emberi behatolás (a tárolóba a lezárást követően történő befűrés, és ezt követő fűrómag vizsgálat) forgatókönyvének elemzése nyújt lehetőséget az egyes hulladék csomagokra vonatkozó izotóponkénti aktivitás koncentráció korlátok meghatározására.

A végleges hulladék csomaggal kapcsolatban kritériumok vonatkoznak többek között a nem fixált felületi szennyezettségre, a felületi dózisteljesítményre és a maximális tömegre.

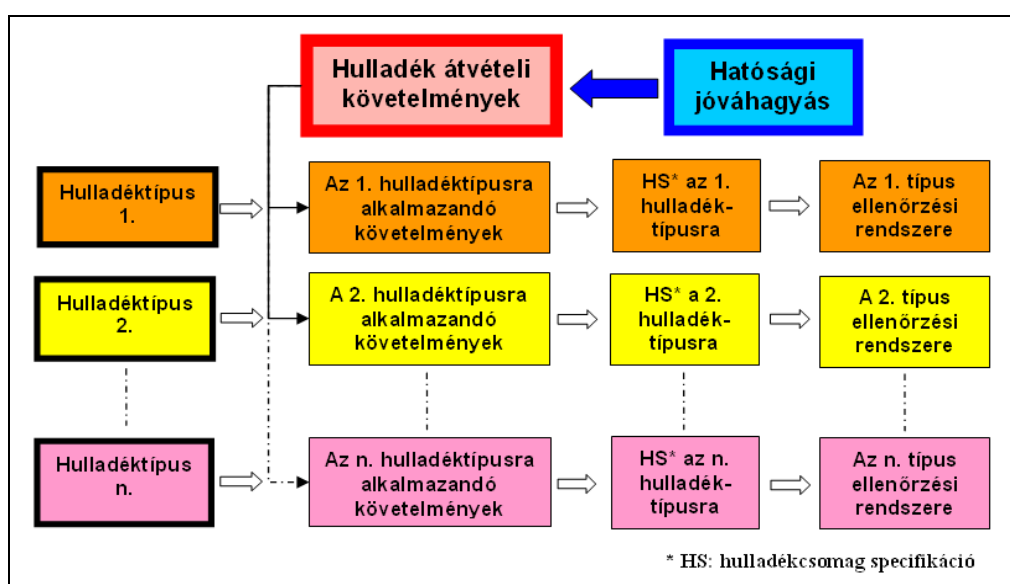
A radioaktív hulladékok átvételének koncepciója

Miután rendelkezésre állnak a hatóság által jóváhagyott hulladék átvételi követelmények, az átvétel és a HÁK-nak való megfelelés bizonyítása és ellenőrzése a 2. ábrán bemutatott folyamat szerint zajlik [2].

A hulladéktermelő – paksi atomerőmű – bejelenti az RHK Kft. számára, hogy egy adott hulladéktípust (pl. tömörített vegyes szilárd hulladék) át akar adni végleges elhelyezésre. A bejelentéssel egyidejűleg röviden összefoglalja a végleges hulladék csomag előállításának lépéseit. Az RHK Kft. ennek alapján a HÁK teljes kritérium listájából kiindulva megvizsgálja, hogy az adott hulladéktípus átvehetőségének eldöntéséhez elegendő paramétert tartalmaz-e, illetve, hogy alkalmazható-e minden paraméter az adott hulladéktípusra. (Meg kell jegyeznünk, hogy egy új hulladéktípus átvétele mindenképpen üzemeltetési engedély módosítást, és azt megalapozó új biztonsági értékelést követel meg, mely alapján megtörténik a HÁK felülvizsgálata is.)

Amikor az RHK Kft. összeállítja egy adott hulladéktípusra alkalmazandó kritériumokat, akkor ez alapján a paksi atomerőmű elkészíti a hulladéksomag specifikációt (HS). Ez tartalmazza az összes olyan adminisztratív intézkedést, folyamatellenőrzési lépést, minőségbiztosítási tevékenységet, illetve utólagos ellenőrzést, amellyel a paksi atomerőmű igazolja, hogy az általa előállított végtermék megfelel az adott hulladéktípusra alkalmazandó követelményeknek. A hulladéksomag specifikációt a szükséges egyeztetések után az RHK Kft. fogadja el.

A hulladéksomag előállításának teljes körű ismerete alapján az RHK Kft. kidolgozza saját ellenőrzési rendszerét, amellyel megbizonyosodik a hulladéksomag specifikációban rögzítettek betartásáról. Az ellenőrzési rendszer tartalmaz dokumentáció ellenőrzést, összeméréseket, szűrőpróbaszerű telephelyi ellenőrzéseket és független méréseket is.



2. ábra: 2. ábra: A HÁK-nak való megfelelés igazolása hulladéktípusonként

A 200 l-es hordóba tömörített vegyes szilárd hulladékok átvétele

A 200 l-es hordóba tömörített vegyes szilárd hulladék az első típus, amelyre átadási szándékot jelentett be a PA Zrt. és melynek átvétele 2008. decembere óta zökkenőmentesen zajlik. Ezen hulladéktípuson belül két altípust különböztethetünk meg: zsákos gyűjtésű, döntően textil és műanyag hulladék, valamint a szétszerelt légszűrők szűrőanyagai.

A megfelelőség hulladéktermelő általi igazolása

A paksi atomerőmű elkészítette a 200 l-es hordóba tömörített vegyes szilárd hulladékok hulladékcsomag specifikációját [3], melynek legfontosabb megállapításait a HÁK szerkezetének megfelelően csoportosítva az alábbiakban foglaljuk össze.

A hulladékforma megfelelősége, tiltott anyagok hulladékba kerülésének kizárása

A veszélyes anyagok radioaktív hulladékba kerülésének elkerülése érdekében a paksi atomerőmű szelektív hulladékgyűjtést alkalmaz.

A PA Zrt. évek óta alvállalkozók bevonásával a hulladékos hordókból gáz-mintavételt és elemzést végez. A zárt fémhordókban elhelyezett tömörített radioaktív hulladékokban gáz képződhet radiolízissel, a radioaktív bomlás során termelődő hő hatására, a tárolt szerves anyagok biodegradációja révén, valamint korrózió következtében. Az elemzésekből becsülni lehet a képződő gázok mennyiségét, igazolni lehet, hogy nem alakul ki robbanóképes gázelegy a hordókban és következtetni lehet bizonyos tiltott anyagok jelenlétére (hiányára) is.

A PA Zrt. minden 100. hulladékos zsákot tömörítés előtt átvizsgál. Ezzel a módszerrel szűrőpróbaszerűen ellenőrzi a hulladék gyűjtési szabályok betartását és igazolni tudja például a szabad víztartalom korlátát és bizonyos anyagok hulladékba kerülésének tiltására vonatkozó előírások betartását.

A laza, puha hulladékot tartalmazó zsákokat az 500 kN-os radioaktív hulladék-tömörítő préssel kell tömöríteni. A tömörítési folyamatot a PA Zrt. belső eljárásrendjében szabályozza, minőségbiztosítási célból a prés üzemeltetését a műszaknaplóban dokumentálják.

A hulladék csomagolás megfelelősége

A szilárd hulladékok, beleértve az aeroszol-szűrőket is, egységesen speciális (belül műanyag bevonattal ellátott) 200 l-es (213 l névleges űrtartalmú) 1,2 mm falvastagságú fémhordókba (ø560x880 mm) kerülnek. A hordókat hengerelt (MSZ EN 10130-98 szabványnak megfelelő minőségű) acéllemezből készítik, a Pacsai Fémhordógyártó Kft. gyártási tervdokumentációja szerint.

Az alkalmazott hordók megfelelőség vizsgálatához az alábbi tesztek hajtották végre:

- ejtési vizsgálat 1,8 m magasból, ferdén peremezésre, illetve a palást varrat mentén,
- halmazolási vizsgálat (3 m magasán) maximális terheléssel (500 kg).

A vizsgálatok alapján megállapították, hogy a 200 literes hordók, a hulladékkezelés (tömörítés) után olyan csomagolást biztosítanak, amely megfelel a szilárd radioaktív

anyagok szállítására vonatkozó előírásban (ADR) szereplő 1A2 típus követelményeinek.

A gyártó minden hordószállítmányhoz minőségi tanúsítványt készít. A PA Zrt. a hordók gyári átvétele során a vonatkozó belső eljárásrendje szerint ellenőrzéseket, méréseket, szemrevételezési vizsgálatokat végez.

A hulladék minősítése, izotóponkénti aktivitás tartalom meghatározása

A hordók aktivitás tartalmának meghatározása érdekében a PA Zrt. először elvégzi a hordók szegmentált gamma-spektrometriai (SGS) mérését, melynek segítségével meghatározható a hordóban lévő gamma-sugárzó izotópok aktivitás tartalma. A nehezen mérhető (döntően alfa-, béta- és Röntgensugárzó) nuklidok aktivitás tartalmát az úgynevezett „scaling factor”-ok (SF) segítségével számítják ki. A módszer lényege, hogy a folyékony hulladékokból vett mintákban meghatározzák mind a nehezen mérhető, mind a könnyen mérhető ún. kulcsnuklidok (^{60}Co , ^{137}Cs) aktivitás koncentrációit. Ezután az összetartozó nehezen mérhető nuklid – kulcsnuklid párok (melyek között az (1) összefüggést tételezzük fel) logaritmusos aktivitás koncentrációira történő egyenes illesztéssel határozzák meg a SF-okat (a (2) összefüggés alapján).

$$C_{\text{NMN}} = b * (C_{\text{KN}})^m \quad (1)$$

ahol:

C_{NMN} : a nehezen mérhető nuklidok aktivitáskonzentrációja [Bq/l],

C_{KN} : a kulcs nuklidok aktivitáskonzentrációja [Bq/l],

m, b : paraméterek (scaling factorok).

A fenti egyenlet logaritmusát véve, lineáris összefüggés az eredmény:

$$\log(C_{\text{NMN}}) = \log(b) + m * \log(C_{\text{KN}}) \quad (2)$$

Mivel a vegyes anyag összetételű szilárd hulladékokból – azok jelentős inhomogenitása miatt – gyakorlatilag lehetetlen reprezentatív mintát venni, továbbá a nagyon kis aktivitáskonzentrációk miatt a legtöbb nehezen mérhető radioizotóp esetében a minták elemzése kimutatási határ alatti vagy ahhoz közeli aktivitás tartalmat adna, ezért a szilárd hulladékokra is – konzervatíván – a bepárlási maradékokra kapott SF-kat alkalmazzuk. Ez a fajta megközelítés a nemzetközi gyakorlatban is elfogadott.

Az SGS berendezéssel történő minősítés után így a SF-ok ismeretében meghatározható a hordóban lévő összes, a tárolás szempontjából lényeges izotóp aktivitása. A fentiekén túl megméri minden hordó felületi dózisteljesítményét, valamint nem fixált felületi szennyezettségét is.

A PA Zrt. biztosítja, hogy a műszerek hitelesítettek és kalibráltak legyenek (megfelelő kalibráló forrásokkal), valamint, hogy a SF-ok meghatározásához kellő számú szisztematikus mintavétel eredményeként képződő (NMN/KN) adatpár álljon rendelkezésre.

Az RHK Kft. ellenőrzési rendszere

Az RHK Kft. által kidolgozott ellenőrzési rendszer a hulladék átvétele szempontjából három részre osztható: az átvételt

megelőzően, az átvételkor és az átvételt követően megvalósuló ellenőrzés [4,5].

Ellenőrzés az átvétel előtt

Az RHK Kft. által a hulladék átvétele előtt végrehajtott ellenőrzésnek a célja megbizonyosodni arról, hogy a PA Zrt. betartja a hulladéksomag specifikációban – és az abban hivatkozott belső eljárásrendekben – rögzített előírásokat. Az ellenőrzés kiterjedhet a hulladék szelektív gyűjtésére, a tömörítés megfelelőségének ellenőrzésére, a hulladék minősítésére (pl.: műszerek hitelesítése, kalibrálása) vagy a SF-ok meghatározására.

Ellenőrzés az átvételkor

A hulladék átvétele a paksi atomerőműben történik. Az átvételkor megvalósuló ellenőrzést alapvetően az alábbi vizsgálatok, mérések alkotják:

- maximális felületi dózisteljesítmény meghatározása,
- alfa- és béta-gamma felületi szennyezettség meghatározása dózisminta-vétellel,
- vizuális vizsgálat (a hordók festésének épsége, deformáltság, rozsdásodás ellenőrzése).

Fontos megemlíteni, hogy az RHK Kft. a hordók adatait a PA Zrt-től elektronikusan veszi át. Az átvétel az RHK nyilvántartó rendszerének paksi modulja segítségével valósul meg, melyben minden határértékkel rendelkező paraméter (pl.: felületi szennyezettség, dózisteljesítmény, izotóponkénti aktivitás tartalom) vonatkozásában vizsgáljuk a megfelelést. Átvételkor minden hordó egyedi vonalkódos azonosítót kap, amely alapján a hordót jellemző összes lényeges információ a nyilvántartó rendszerből lekérdezhető.

A hulladék szállítása az RHK Kft. feladata, ezért az ADR-nek és a szállítási engedélynek való megfelelés ellenőrzése is az átvételkor történik.

Utólagos ellenőrzés az NRHT-ban

A Bataapáti NRHT-ba már beszállított hulladék csomagokon az RHK Kft. szűrőpróba szerű ellenőrzések végrehajtását tervezi a végleges elhelyezést megelőzően. Ennek érdekében az RHK Kft. egy szegmentált gamma-szkennert (SGS) és egy röntgen átvilágító beszerzését irányozta elő, melyek segítségével ellenőrizni lehet a hordók gamma-sugárzó izotóp tartalma mellett az üregtérfogatra és a szabad víztartalomra vonatkozó korlátok betartását is.

A történelmi hulladékok átvétele

A PA Zrt. azon radioaktív hulladékos csomagjait, melyek a HÁK kiadása előtt készültek „történelmi hulladékként”

jelöljük [5]. A PA Zrt. és az RHK Kft. között az a megállapodás született, hogy a 2007. február 1-je előtt képződött tömörített vegyes szilárd hulladékok tartoznak a történelmi hulladékok közé.

- Annak ellenőrzése és igazolása, hogy a „történelmi hulladékok” megfelelnek a HÁK-nak utólag teljes körűen csak a csomagok megbontásával és átválogatásával, és/vagy nagyon drága mérési módszert alkalmazva végezhető el. Az RHK Kft. elismerve a PA Zrt-nek azt az érvelését, hogy ez jelentős anyagi és idő ráfordítást igényelne, ésszerűnek tartott egy módosított átvételi rend kidolgozását ezen hulladéksomagok megfelelőségének igazolására, amely az alábbiakban kerül bemutatásra:
- Valamennyi „történelmi hulladékos” hordót a PA Zrt.-nek szegmentált gamma-spektrometriai méréssel minősíteni kell, valamint dózismintavételezés segítségével meg kell határozni a felületi szennyezettségét.
- A közvetlen mérési módszerek alkalmazásán túlmenően, közvetett módszerekkel (pl.: gázképződési vizsgálatok) is igazolni kell a hulladéksomagok megfelelőségét.
- Az RHK Kft. ezen hordókat a végleges elhelyezés előtt betonkonténerbe helyezi és a hordók közötti teret térkitöltő anyaggal (cementpép) kitölti. Ez a fajta „pótlólagos” mérnöki gát – ami egyébként ilyen kis aktivitású hulladékok esetében nem indokolt – kompenzálhatja – de legalábbis jelentősen csökkenti – a HÁK nem teljes körű ellenőrzéséből adódó bizonytalanságot.

Eddigi tapasztalatok és a jövő feladatai

Ez idáig (2010. augusztus) a szállítások kezdete (2008. december 2.) óta 136 szállítmány (szállítmányonként 16 hordó), azaz összesen 2176 db 200 l-es hordóba tömörített szilárd hulladékot tartalmazó csomag érkezett a Bataapáti NRHT-ba. A radioaktív hulladékok átvétele és szállítása zökkenőmentesen, a jóváhagyott gyakorlat szerint zajlik.

Az RHK Kft. az NRHT beruházásának második ütemében telepíti a TGS rendszert, mellyel megvalósítható ellenőrzési metodikát (ellenőrzés gyakorisága, összemérés a PA Zrt. SGS rendszerével, nem-megfelelések kezelése, stb.) még ki kell dolgozni. A jövő feladatai közül kiemelkedik, hogy be kell fejezni az NRHT-ban az első két tároló kamra kialakítását, amely lehetővé teszi az átvett hulladékok végleges elhelyezését. Az atomerőmű kiszállítási ütemezéséhez igazodva hulladéktípusonként ki kell dolgozni a HÁK-nak való megfelelés igazolására vonatkozó eljárásrendet a fentiekben ismertetett logikának megfelelően.

Irodalomjegyzék

- [1] Bérci K., A radioaktív hulladékok átvételi követelményeinek felülvizsgálata a paksi atomerőmű kis és közepes aktivitású hulladékaival vonatkozóan a Bataapáti Nemzeti Radioaktív Hulladék-tároló (NRHT) terve alapján (RHK-K-086A/07), 2008
- [2] Ormai P., Fritsz A., Nős B., A radioaktív hulladékok átvételének koncepciója, RHK Kft. dokumentáció, 2007
- [3] Bálint B., A paksi atomerőműben keletkező kis és közepes aktivitású hulladékok végleges elhelyezésre vonatkozó átvételi követelmények teljesülésének hulladéktermelő általi igazolása; II. kötet: A 200 l-es fémhordóba tömörített szilárd radioaktív hulladékok hulladéksomag-specifikációja, 2006
- [4] Ormai P., Fritsz A., Nős B., A hulladék átvételi követelmények teljesülésének igazolására szolgáló ellenőrzési rendszer; I. A tömörített szilárd hulladékok átvételének ellenőrzési programja, 2007
- [5] Ormai P., Fritsz A., Nős B., Radioaktív hulladékok átvétele (UT 7505-06, RHK Kft. utasítás), 2008