

A VUJE a.s. cég által végzett dekontaminálási tevékenységek a 2. blokki 1. sz. akna sérült fűtőanyagtól történt mentesítése során

*Baradlai Pál¹, Tilky Péter¹, Mészáros Béláné¹,
Schunk János¹, Zuzana Malá², Jan Bolcha²*

¹Paksi Atomerőmű Zrt. 7031 Paks, Pf. 71., tel.: (75)505 713, fax: (75) 508 756

²VUJE a. s., Okružna 5, 918 64 Trnava, Slovak Republic, tel.: + 421 33 599 11 11, fax: + 421 33 599 12 00

A 2003. áprilisában történt üzemzavar elhárítása során a sérült fűtőelemek (SF) eltávolítását több fázisból álló dekontaminálási tevékenység kísérte. Ezek közül négy feladatot a szlovák VUJE a.s. cég végzett el. Az előző évi konferencián az elsőről, az 1. sz. akna falának dekontaminálásáról a sérült üzemanyag eltávolítása előtt, már beszámoltunk. Jelen cikkünkben a sérült üzemanyag eltávolítását követően végzett dekontaminálási munkákat ismertetjük, nevezetesen a tisztítótartálynak, az akna hűtőkörének és magának az aknának a dekontaminálását.

A 2. blokki 1. sz. akna üzemi állapotának visszaállítása

Miután a 2. blokki 1. sz. aknából az orosz TVEL cég által vezetett konzorcium személyzete eltávolította a sérült üzemanyagot, az akna üzemi állapotának visszaállítására került sor. Ezen munkák során először a tisztítótartályt kellett dekontaminálni, majd eltávolítani az aknából. A tisztítótartály eltávolítása után az úgynevezett univerzális fészket emelték ki, hogy a fészek alatti terület is ellenőrizhető legyen. Miután deklarálták az 1. sz. akna üzemanyag mentességét, az aknában lévő közeget leürítették és 14,5 g/dm³-es bórsavval töltötték fel a hűtőkör kivezető nyílásának szintjéig. A hűtőkört a 4. VT segítségével tisztították meg a lerakódott szennyeződések-től. Az utolsó lépésben az 1. sz. akna falának dekontaminálására került sor.

A tisztítótartály dekontaminálása

A tisztítótartály dekontaminálására 2007. február 28. – március 6. közötti időszakban került sor. Ekkorra a tisztítótartályból teljes mértékben eltávolították a sérült üzemanyagot, melyet vizuális (kamerás) ellenőrzéssel igazoltak. A tisztítótartály belsejét az AP_Citroxnak nevezett (első lépés: 10 g/dm³ nátrium-hidroxid és 5 g/dm³ kálium-permanganát, második lépés: 10 g/dm³ citromsav és 10 g/dm³ oxálsav, valamint vizes öblítések) kémiai eljárással dekontaminálták. Ezt a módszert az erőműben alapvetően magnetit borított felületek dekontaminálására alkalmazzák. Ebben az esetben magnetit nem volt jelen, de a

szlovák partner bohunicei tapasztalatai alapján jól alkalmazható alfa-sugárzókkal szennyezett korrózióálló acélfelületek dekontaminálására is. A tisztítótartály belsejét két ciklusban dekontaminálták. A tisztítótartály külső felületének dekontaminálására mozgókatódos elektrokémiai eljárást alkalmaztak. Ez hatásosabb, mint a belső felületeknél használt vegyszeres eljárás, de ott ez fizikailag nem volt megvalósítható. Elektrolitként 3 % oxálsav, 2 % kénsav és 2 % foszforsav keverékét használták [1].

Az univerzális fészek dekontaminálása

Az univerzális fészket már korábban (közvetlenül a tisztítótartály dekontaminálása után) kiemelték, de dekontaminálására 2007. április 3–4. közötti időszakban került csak sor. A dekontaminálás célja az alfa-sugárzók eltávolítása a fészek felületéről, illetve a dózisterhelés szempontjából megfelelő munkakörülmények kialakítása a fészek 1. sz. aknába történő visszaszerelése során. A dekontaminálást a tisztítótartály külső felületénél alkalmazott mozgókatódos elektrokémiai módszerrel végezték. Az univerzális fészek az akna alján elhelyezett tartószerkezet, melyre normál körülmények között az üzemanyag szállító konténeret helyezik. Ezen foglalt helyet a tisztítótartály is.

Az 1. sz. akna hűtőkörének dekontaminálása

A következő lépés az 1. sz. akna hűtőkörének dekontaminálása volt, melyre a 2007. április 5–9. közötti időszakban került sor. Az 1. sz. aknából eltávolították az előző tevékenységek során elszennyeződött közeget. Az aknát az akna hűtőkörének kivezető nyílásai fölötti szintre

töltötték az üzemi bórsav koncentrációnak megfelelő (14,5 g/dm³-es) bórsavoldattal. Erre azért volt szükség, mert az amúgy üzemi útvonalakban, víz használata esetén egyes csőszakaszokban vízdugó alakulhatna ki. Ez a vízdugó a csőszakasz reaktor irányába történő használata során bekerülhetne a reaktorba, ami nukleáris biztonsági szempontból megengedhetetlen. A cirkulátort több napon keresztül végezték és folyamatosan mérték a keringtetett közeg aktivitás koncentrációját, illetve az A242-es helyiség dózisviszonyait. Ebben a helyiségben található a hűtőkör hőcserélője, a szivattyúi és fontosabb armatúrái. A keringtetést több alkalommal leállították, és a 20TG01W001 hőcserélőbe (ez volt használatban az elhárítás során) sűrített levegőt vezetve felkeverték az ott lerakódott szennyeződést [2].

Az 1. sz. akna falának dekontaminálása

Az 1. sz. akna üzemi állapotának visszaállítását célzó munkálatok utolsó dekontaminációs lépése az aknafal tisztítása volt, mely tevékenységre 2007. április 10-18. közötti időszakban került sor. Először az aknában lévő kiszögelések (zsilip, TV akna), illetve az akna aljának dekontaminálását végezték el a már korábban említett AP-Citrox kémiai eljárás felhasználásával. A vegyszeres kezelést a Kärcher HDS1195 nagynyomású mosóberendezés alkalmazásával, a személyszállító kosárból, két ciklusban hajtották végre a VUJE a.s. cég szakemberei. Ezután

következett az akna falának dekontaminálása mozgókátódos elektrokémiai eljárással, amit egy erre a célra kifejlesztett berendezéssel, a MADES-440 manipulátorral (2. ábra) valósítottak meg [2].

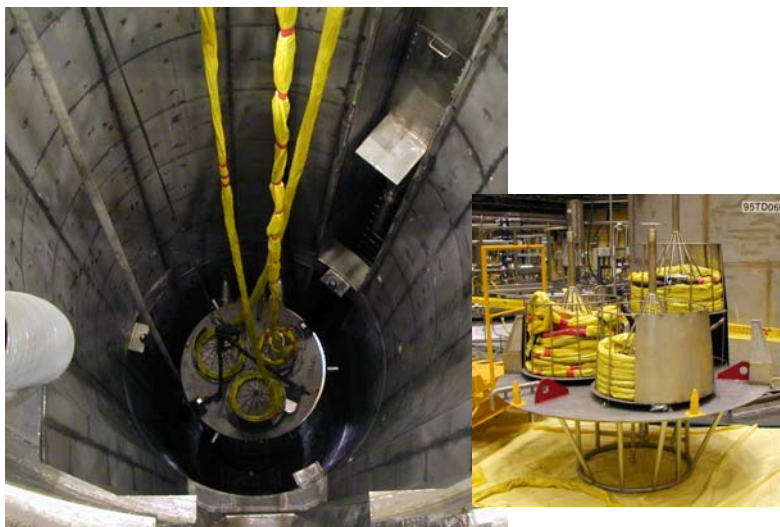
A dekontaminálás berendezései

A Dekoz-EPR berendezés

A Dekoz-EPR berendezés egy hagyományos kialakítású, kézi mozgókátódos dekontamináló eszköz. Egy teleszkópos rúdra szerelt elektrokémiai fejből és egy ellátó egységből áll, ami biztosítja az elektrolittal és egyenárammal történő megtáplálást.

A ZDT-30-as berendezés

A ZDT-30-as berendezés a 1. ábrán látható. Ez a berendezés szolgált a tisztítótartály belső felületének vegyszeres dekontaminálására. Felépítését tekintve két nagyobb egységből állt. Az aknába egy a tisztítótartály fedelére is szolgáló egység került beemelésre. Erre szerelték a szórófejet, a tisztítótartály belsejének világítását, a megfigyelő kamerát, a tisztítótartály ürítő membránszivattyút, és a vezetékek felcsévélését szolgáló dobokat. A kiszolgáló egység a pódiumon került elhelyezésre. Ez tartalmazta a vegyszerkeverő tartályt, valamint a „fedélen” lévő eszközök vezérlő egységeit.



1. ábra: A ZDT-30-as dekontamináló berendezés

A MADES-440-es berendezés

A MADES-440-es berendezés a 2. ábrán látható. Ez a berendezés szolgált az 1. sz. akna falának elektrokémiai dekontaminálására. Felépítését tekintve két nagyobb egységből állt. Az aknába egy toronyra szerelt forgó egység került beemelésre. Erre a forgó egységre szerelték az elektrokémiai, valamint a vizes mosáshoz használt nagynyomású szórófejeket. A kiszolgáló egység a

pódiumon került elhelyezésre. Ennek egyik része egy állványzatra szerelt csörlómű volt, mely az aknában mozgatta a toronyt a forgó egységgel. A kiszolgáló egység másik része biztosította az elektrolittal és egyenárammal történő megtáplálást, valamint a számítógépes vezérlést. Ugyancsak itt kapott helyet az elektrokémiai és nagynyomású szórófejek kiszolgálását lehetővé tevő, az 1. sz. akna fölé tolható járdá is.

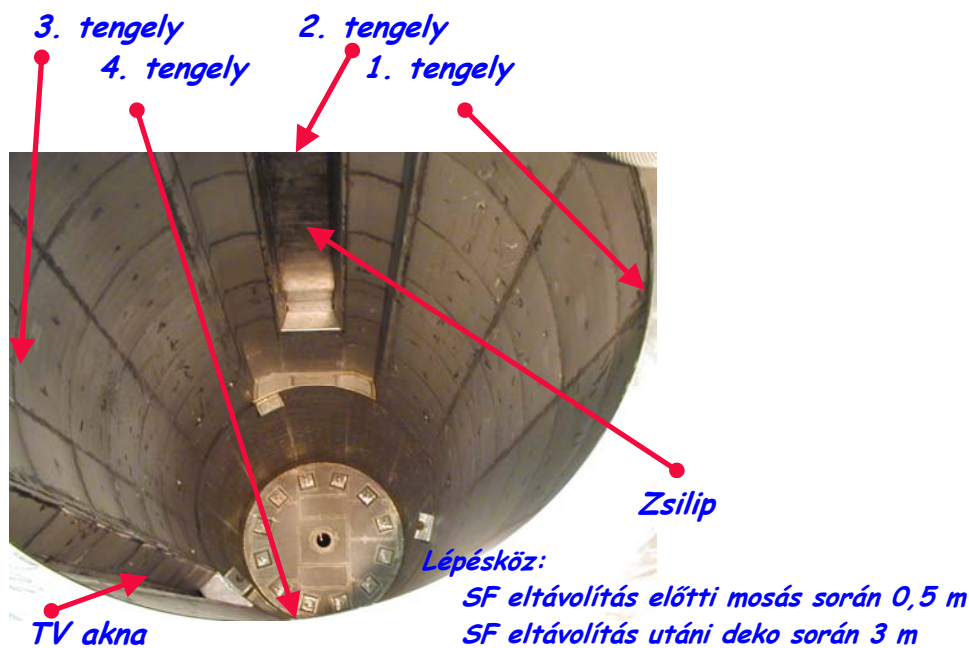


2. ábra: A MADES-440-es dekontamináló berendezés

A dekontaminálás hatásosságának vizsgálata mérésekkel

A különböző dekontaminálási tevékenységek hatásosságát az erőműben használatos dozimetriai mérésekkel,

dózteljesítmény és felületi szennyezettség mérések, követték nyomon és értékelték. Az ellenőrző méréseket mérési program alapján végezték, melyben meghatározták a mintavételi helyeket. A 3. ábra az 1. sz. aknára vonatkozó dózteljesítmény mérési helyeket mutatja [3].



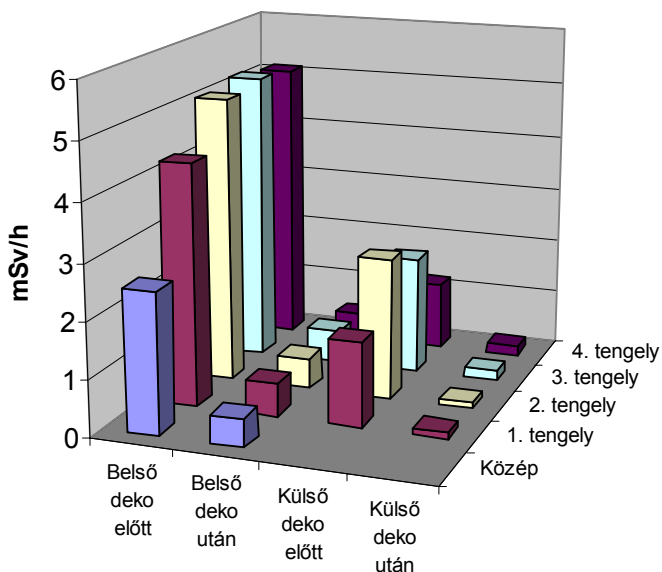
3. ábra: Dózteljesítmény mérési helyek az 1. sz. aknában

A következő fejezetekben a dekontaminálási tevékenységekhez kapcsolódó dozimetriai méréseket mutatjuk be.

A tisztítótartály dekontaminálása

A 4. ábra a tisztítótartály dekontaminálásához tartozó dózteljesítmény értékeket foglalja össze. A mérések a tisztítótartály középmagasságában a tartály középvonalában, valamint a palást külső, illetve belső

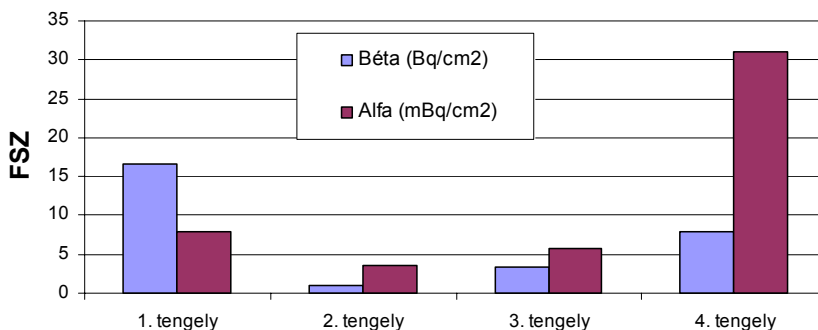
felületétől 10 cm-re a négy reaktortengely irányában készültek a dekontaminálás előtt és után. Ezek a reaktor tengelyvonalához képest 90 fokban elhelyezkedő irányok, pl. a 2. blokk esetén az 1. tengely az 1. blokk irányába mutat, míg esetünkben például a 4. tengely az 1. sz. akna zsilippel szembeni oldalát jelenti, mint ahogy az a 3. ábrán látható. A számolt dekontaminációs faktorok a belső felületnél 9-nek, míg a külsejénél átlagosan 14-nek adódtak, ami az elektrokémiai módszer jobb hatásfokát mutatja.



4. ábra: A tisztítótartály középmagasságában mért dózisteljesítmény értékek

Az 5. ábra a tisztítótartály dekontaminálásához tartozó felületi szennyezettség (FSZ, Bq/cm²) értékeket foglalja össze. A mintavétel helye a tisztítótartály középmagasságában a palást külső felülete a négy reaktortengely irányában. A dekontaminálás előtt nem történt mintavétel. A mért értékek teljesítik az A315-ös

helyiségre vonatkozó szennyezettségi előírásokat (5 Bq/cm² alfa, 50 Bq/cm² béta sugárzókra), sőt nagyrészt alatta vannak az ellenőrzési szintnek is (25 Bq/cm² béta sugárzókra) [4].



Nem fixált béta szennyezettség: 1-16 Bq/cm²

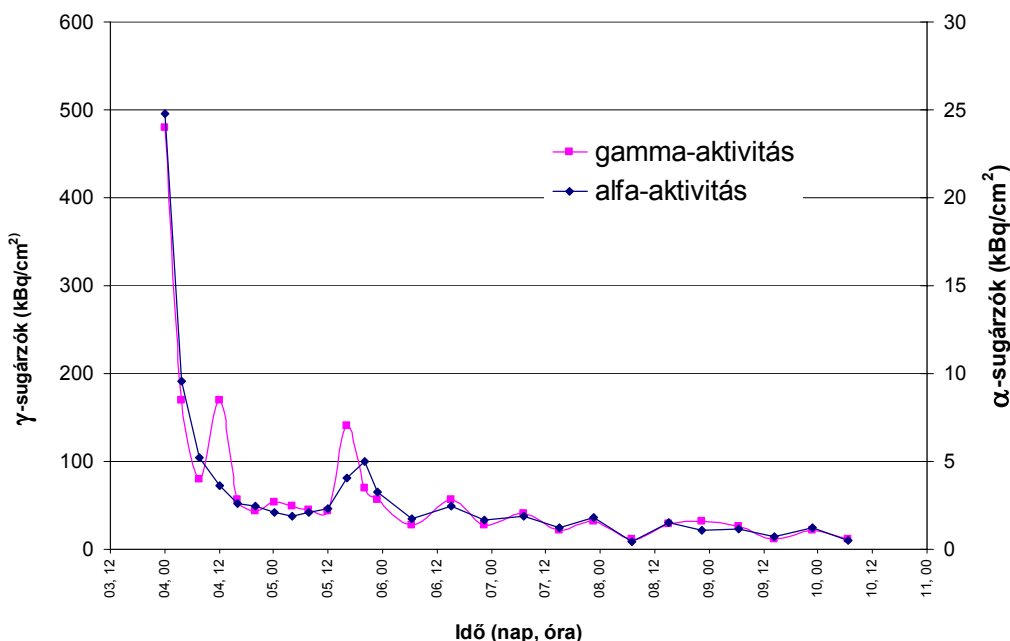
Nem fixált alfa szennyezők: 3-34 mBq/cm²

5. ábra: A tisztítótartály középmagasságában mért felületi szennyezettség értékek

Az 1. sz. akna hűtőkörének dekontaminálása

A 6. ábra az 1. sz. akna hűtőkörének bórsavas keringtetéssel végzett dekontaminálása során a közegből vett mintából meghatározott aktivitás koncentrációkat mutatja. Az ábrán

feltüntetettük az alfa és a béta-sugárzókra vonatkozó adatokat is. A két kiugró csúcs mutatja a „levegős bolygatás” időpontját. A tisztítási eljárás végére a közegben a kezdeti aktivitás 2-3 %-a volt mérhető [5].

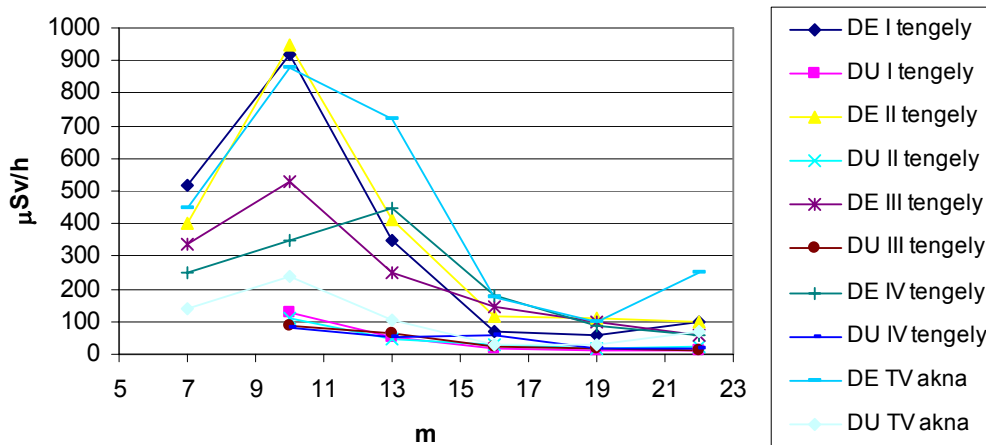


6. ábra: A bórsavas közeg aktivitás koncentrációi

Az 1. sz. akna felületeinek dekontaminálása

A 7. ábra az 1. sz. akna dekontaminálásához tartozó dózisteljesítmény értékeket foglalja össze. A mérések az aknapalást felületétől 10 cm-re a négy reaktortengely irányában készültek a dekontaminálás előtt és után. Az

abszcisszán szereplő méterben megadott adatok, paksi szokások szerint, a talajszinthez képesti magasságokat jelentik. Az 1. sz. akna alja 6 m-en van. Az aknafalon mért legnagyobb értékek 100 $\mu\text{Sv/h}$ körül voltak. A számolt dekontaminációs faktorok értéke 4 és 9 között változott, ami azt jelenti, hogy a kezdeti érték 10-20 %-a volt mérhető [5].

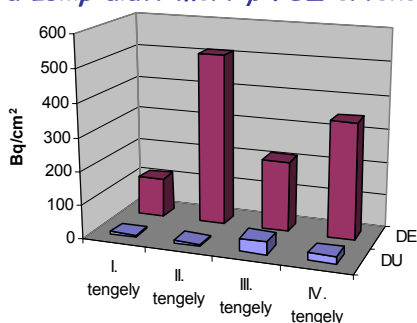


7. ábra: Az 1. sz. akna fala mentén mért dózisteljesítmény értékek

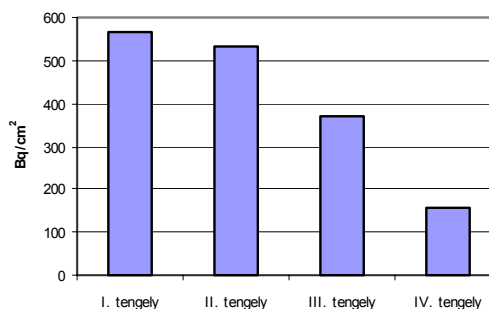
A 8-as és a 9-es ábra az 1. sz. akna dekontaminálásához tartozó β -, illetve α -sugárzóktól származó felületi szennyezettség értékeket foglalja össze. A mintákat az aknapalást felületéről a zsilip alatt 1 méterre, valamint az aknaféken rendre a négy reaktortengely irányában vették a dekontaminálás előtt és után. Az akna aljáról csak a dekontaminálás után vettek mintát. Az akna palástján a dekontaminálás

után a mért β -értékek 6 és 40 Bq/cm^2 , míg az α -értékek 4 és 22 mBq/cm^2 között mozogtak, ami megfelel az aknára vonatkozó feljegyzési szintnek, illetve a kitűzött célnak. Ez különösen igaz az α -sugárzókra. A mért értékekből számolt dekontaminációs faktorok átlaga β -sugárzókra 32-nek adódott, ami jónak mondható. Az aknafékre vonatkozóan nem volt kitézve jósági kritérium [5].

*Az 1. sz. akna tengelyei mentén,
a zsilip alatt mért β FSZ értékek*

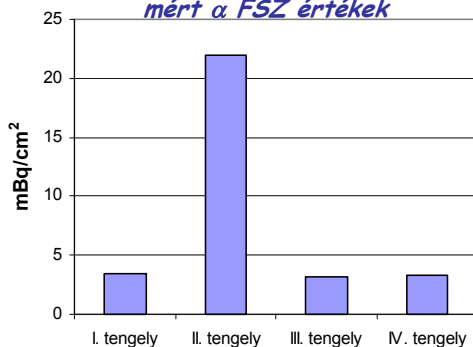


*Az 1. sz. akna tengelyei mentén,
az aknafenéken mért β FSZ értékek*

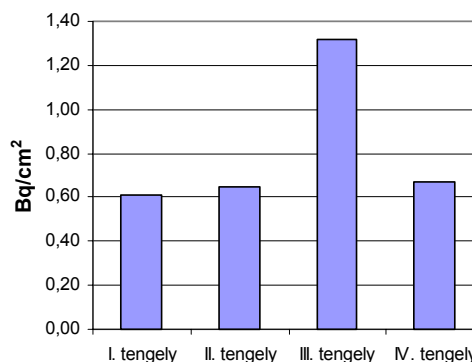


8. ábra: Az 1. sz. aknában mért β -sugárzóktól származó felületi szennyezettség értékek

*Az 1. sz. akna tengelyei mentén,
az aknafének felett 1 m magasságban
mért α FSZ értékek*



*Az 1. sz. akna tengelyei mentén,
az aknafenéken mért α FSZ értékek*



9. ábra: Az 1. sz. aknában mért α -sugárzóktól származó felületi szennyezettség értékek

Megállapítások

A dekontaminálási feladatok végrehajtását az ütemterveknek megfelelően, a tervezett (66,6 személy·mSv) kollektív dózisértékeken belül (13,7 személy·mSv) végezték el.

A tevékenységek végrehajtására a VUJE a.s. cég által egyedileg gyártott berendezések (ZDT-30, MADES-440)

különösebb üzemeltetési probléma nélkül, az előzetes elvárásoknak megfelelően működtek.

A tisztítótartály dekontaminálása során, az előzetesen kitűzött célt, az A315-ös helyiségben történő elhelyezhetőséget, maradéktalanul sikerült teljesíteni.

Az 1. sz. akna falának dekontaminálása során az α -sugárzókra 1 Bq/cm², β -sugárzókra 25 Bq/cm² felületi szennyezettség értékeket, a kitűzött célnak megfelelően, sikerült teljesíteni.

Irodalomjegyzék

- [1] Munkaprogram: A tisztítótartály dekontaminálásának, 1. sz. aknából történő kiemelésének programja, PA Zrt., 2007. (belső anyag)
- [2] Munkaprogram: Az 1. akna és a hozzá tartozó csővezetékek dekontaminálásának programja, PA Zrt., 2007. (belső anyag)
- [3] Mérési program: SVM-1/2007, Dozimetriai Ellenőrzési Program, PA Zrt., 2007. (belső anyag)
- [4] A tisztítótartály dekontaminálási és az 1. sz. aknából való kiemelési programjának kiértékelése, VUJE, 2007. (belső anyag)
- [5] Az 1. számú akna, tisztítótartály eltávolítás utáni munkaprogramja szerint végrehajtott dekontaminálás kiértékelése, VUJE, 2007. (belső anyag)