

História prevádzky a vyradovania jadrového zariadenia A1

(Dokončenie z minulého čísla.)

Príprava projektu vyradovania JE A1 – uvedenia JE A1 do radiačne bezpečného stavu (1995 – 1998)

Na začiatku prípravy projektu vyradovania jadrovej elektrárne (JE) A1 sa v priestoroch jadrového zariadenia stále nachádzali významné zdroje ionizujúceho žiarenia, vrátane vyhorelého jadrového paliva, značné množstvo kvapalných rádioaktívnych odpadov (RAO) z prevádzky, ako aj z dekontaminačných činností a pevných RAO z demontážnych prác. Tieto odpady predstavovali riziká nielen pre životné prostredie, ale i pre činnosti vyradovania JE A1, ktoré sa mali začať v roku 1999.

Minimalizovanie rizík

Na elimináciu uvedených rizík bol navrhnutý projekt uvedenia JE A1 do radiačne bezpečného stavu. Pôvodne zahŕňal obdobie rokov 1995 – 2007, ale koncom roku 1997 bol projekt vecne, termínovo a finančne prehodnotený. V zmysle vtedy platného atómového zákona č. 130/1998 bol premenovaný na I. etapu vyradovania JE A1 s časovým trvaním 1999 – 2008. Jeho cieľom bolo dosiahnuť taký bezpečnostný stav na konci I. etapy, ktorý by podstatným spôsobom znížil, alebo úplne odstránil uvedené riziká, najmä v ich väzbe na životné prostredie. V rámci tejto časovej etapy sa do roku 2000 podarilo riziká minimalizovať.

Vyhoreté jadrové palivo

Vyhoreté palivo tvorilo najvýznamnejšiu zložku (asi 3/4) inventára rádioaktivity v JE A1. Ako palivo pre JE A1 bol použitý prírodný kovový urán. Poškodením pokrytia palivových článkov došlo ku korózii kovového uránu. Koróziou napadnutý povrch vyhoretých palivových článkov sa môže vznietiť, ak sa nachádza v plynnom prostredí obsahujúcom kyslík (takéto riziko sa nevyskytuje pri palivách na báze oxidov, ako je to v prípade reaktorov VVER). Preto bolo vyhoreté jadrové palivo skladované v kvapalnom prostredí.

Vyhoreté palivo po úprave bolo odvezené do Ruskej federácie, posledný transport sa uskutočnil v roku 1999. Odvozom paliva sa zásadným spôsobom znížil inventár rádioaktivity v JE A1 (približne o 3/4 z pôvodnej úrovne) a boli definitívne eliminované všetky riziká vyplývajúce z jeho prítomnosti v JE.

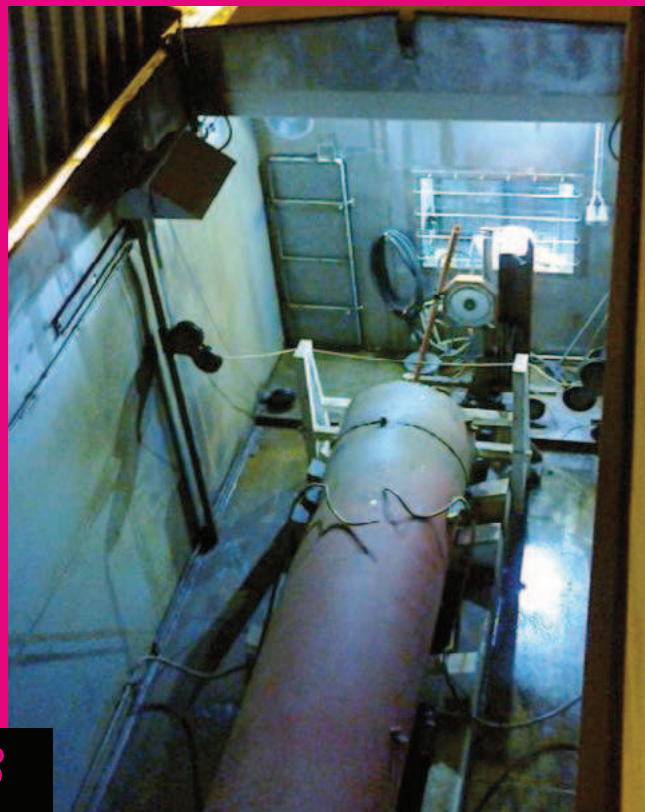
Kvapalné RAO a spôsob ich skladovania

Kvapalné odpady boli skladované v pôvodných zariadeniach. Ich dlhodobú prevádzku ohrozovala korózia, ale hlavne nespĺňali základnú bezpečnostnú požiadavku na skladovanie kvapalných RAO, ktorá vyžaduje zariadenia s dvojitou bariérou. Základné riziká takého spôsobu skladovania spočívajú v možnosti porušenia bariér skladovacích zariadení. Keďže nebola k dispozícii ďalšia záchytná bariéra, došlo by k úniku

kvapalných RAO do okolitých stavebných priestorov a k ich významnej kontaminácii. Prvým dôsledkom by bolo zvýšenie úrovne ionizujúceho žiarenia v kontaminovaných priestoroch, ktoré by mohlo obmedziť, prípadne vylúčiť vstup personálu do týchto priestorov. Riešenie dekontaminácie by si vyžadovalo použitie časovo a finančne veľmi náročných technologických postupov. Tento fakt dokumentuje aj reálna skúsenosť z dekontaminácie reaktorovej sály z dôvodu úniku chrompiku zo zariadenia na úpravu paliva v roku 1991. Druhým závažným rizikom mohlo byť preniknutie kvapalných RAO za hranicu stavebných bariér, čím by vzniklo riziko znehodnotenia podzemných vôd.

V rámci riešenia spracovania kvapalných RAO z priestorov hlavného výrobného bloku boli dokončené a vybudované nové technologické linky na spracovanie kvapalných a pevných RAO. Technologický rozsah týchto liniek zahŕňa aj finálnu úpravu RAO do vláknobetónových kontajnerov. Spravidzované bolo tiež povrchové úložisko rádioaktívnych odpadov v Mochovciach (RÚ RAO). Tým bol uzatvorený úplný reťazec technologických predpokladov na spracovanie, úpravu, transport a finálne uloženie stredne aktívnych a nízko aktívnych RAO. Pre bezpečné skladovanie kvapalných RAO (chrompik a dowtherm), ktoré čakajú na svoje spracovanie, boli vybudované štyri dvojplášťové veľkokapacitné nádrže (MSN, NPN 1-3 s objemom každej nádrže 20 až 25 m³). Časť chrompiku s najvyššou aktivitou, ktorý sa zhromaždil pri úprave vyhorelého paliva na transport, bola preskladnená do jednej z týchto nádrží (MSN). Časť chrompiku, pôvodne skladovaného v krátkodobom sklade 1 a 2, už bola spracovaná na vitrifikačnej linke.

Fragmentácia tienenia zavážacieho stroja na mobilnom fragmentačnom zariadení





Veľkokapacitná dekontaminačná linka kovových rádioaktívnych odpadov

Kvapalné RAO v podzemných skladovacích zariadeniach

Samostatnou kategóriou boli kvapalné RAO skladované v podzemných jednobariérových železobetónových nádržiach. Pri poruche tejto bariéry skladovacieho zariadenia môže dôjsť k úniku rádioaktívnych látok do životného prostredia. Pevné RAO skladované v podzemných železobetónových šachtách boli v predošlých obdobiach zaplavené povrchovou vodou. Z týchto vôd sa po kontakte s pevnými RAO v šachtách stali kvapalné RAO. Ukázalo sa, že samotná monolitná železobetónová konštrukcia šacht je netesná a došlo k prieniku takto vytvorených kvapalných RAO do podzemných vôd. Na riešenie problematiky kvapalných RAO, skladovaných vo vonkajších objektoch JE A1, boli navrhnuté a vyrobené zariadenia na vyberanie obsahu podzemných skladovacích nádrží v blízkosti čistiacej stanice odpadových vôd. Pomocou nich sa diaľkovo riadila homogenizácia obsahu nádrží vrátane jeho prečerpania. Obsah z netesných nádrží sa prečerpával do nových nádrží, odkiaľ sa postupne odoberal na spracovanie. Toto spracovávanie pokračuje po preskladnení do nových nádrží nielen počas II. etapy vyradovania, ale čiastočne je plánované aj v nasledujúcich etapách.

Pevné RAO v priestoroch JE A1

V rôznych priestoroch JE A1 sa nachádzali nespracované pevné RAO z prevádzky elektrárne alebo z demontážnych prác. Pri tomto spôsobe skladovania bolo riziko zaplavenia odpadov vodou, ktorá by unikla z rozvodných systémov vody pri ich poruchách.

Časť priestorov A1, ktoré sa uvoľnili po demontáži nepotrebných zariadení najmä v objektoch medzistrojovne v hlavnom výrobnom bloku, bola upravená pre potreby skladovania nespracovaných RAO, napr. kovový odpad z demontáží technologických systémov a spracovaných rádioaktívnych odpadov rôzneho druhu.

Kontaminácia reaktorovej sály a ďalších priestorov

Reaktorová sála bola čiastočne kontaminovaná uniknutým chrompikom pri prevádzkovej udalosti v roku 1991 počas prípravy paliva na transport. Kontaminácia obmedzovala alebo vylučovala prítomnosť personálu v týchto miestach, čo znamenalo významné obmedzenie činností v reaktorovej sále, najmä prác súvisiacich s prípravou paliva na odvoz. Súčasne spôsobila kontamináciu aj ďalších priestorov JE A1.

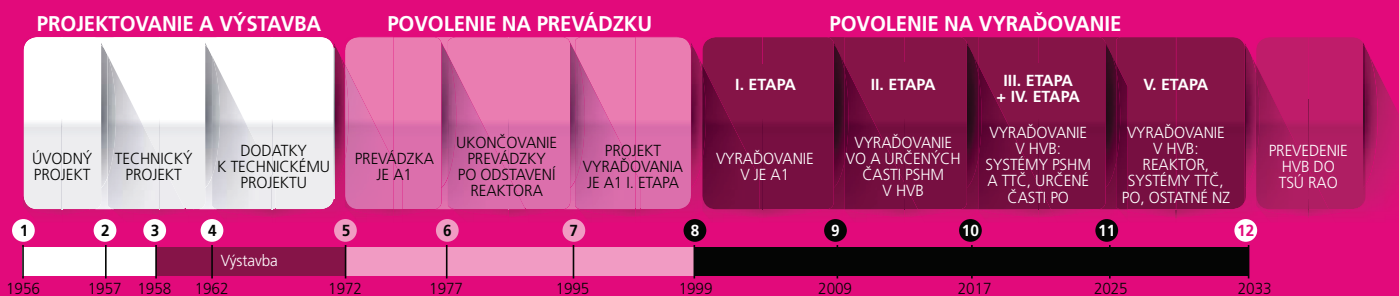
Ďalšie realizované činnosti sa týkali dekontaminácie vybraných neprevádzkovaných technologických systémov a stavebných konštrukcií, fixácie rádioaktívnych materiálov kontaminovaných po vytečení chrompiku počas prípravy vyhorelého jadrového paliva na transport do Ruskej federácie, demontáže nepotrebných zariadení. Zároveň sa čiastočne zlepšila aj radiačná situácia v reaktorovej sále.

Vyradovanie JE A1 (1999 – 2016)

V priebehu projektovania, výstavby, prevádzky, ako aj ukončovania prevádzky JE A1 neexistovali žiadne predbežné plány vyradovania. Prvá ucelená dokumentácia bola vypracovaná až v roku 1992. Uznesením vlády SR č. 227/1992 bola prijatá koncepcia a harmonogram vyradovania JE A1 z prevádzky. Uzneseniami vlády SR č. 266/1993, č. 524/1993, č. 877/1994 a č. 649/1995 bol tento harmonogram vrátane komplexného postupu odsúhlasovaný.

Jednotlivé etapy vyradovania sú založené na koncepcii tzv. Kontinuálneho variantu vyradovania JE A1, ktorá bola podrobne zostavená v rámci vypracovania Zámeru v zmysle zákona č. 127/1994 Z.z. pre vyradovanie JE A1 po ukončení I. etapy a Správy o hodnotení vplyvov na životné prostredie v zmysle zákona č. 127/1994 Z.z. pre vyradovanie JE A1 po ukončení I. etapy s odporúčaním v Záverečnom stanovisku č. 5936/2002 – 1.12. Kontinuálny variant predpokladá postupné vyradenie pôvodných neprevádzkovaných zariadení JE A1 a odstránenie dôsledkov prevádzky JE A1. Po vykonaní týchto činností bude časť objektov JE A1 postupne prevedená do objektivej sústavy Technológie spracovania a úpravy RAO (TSÚ RAO), kde bude naďalej využívaná pre činnosti súvisiace s vyradovaním ďalších jadrových zariadení v lokalite, s nakladaním s RAO z vyradovania a z prevádzky jadrových zariadení v lokalitách Jaslovské Bohunice a Mochovce. V súlade s uvedenými skutočnosťami bolo vyradovanie JE A1 rozdelené do piatich, po sebe idúcich etáp s časovým harmonogramom do roku 2033.

Výstavba, prevádzka a vyradovanie JE A1



Skratky:

VO - vonkajšie objekty (aktívne aj neaktívne)
HVB - hlavný výrobný blok
PSHM - pomocné systémy hospodárstva médií (najmä hospodárstvo D₂O a CO₂)
TTČ - transportno-technologická časť (vrátane zariadení na manipuláciu s palivom)

PO - primárny okruh (hlavné časti: primárne potrubia, sekčné armatúry, turbokompresory, parogenerátory)
NZ - nepotrebné zariadenia (nepotrebné pri preradení HVB do TSÚ RAO)
TSÚ RAO - technológie spracovania a úpravy RAO



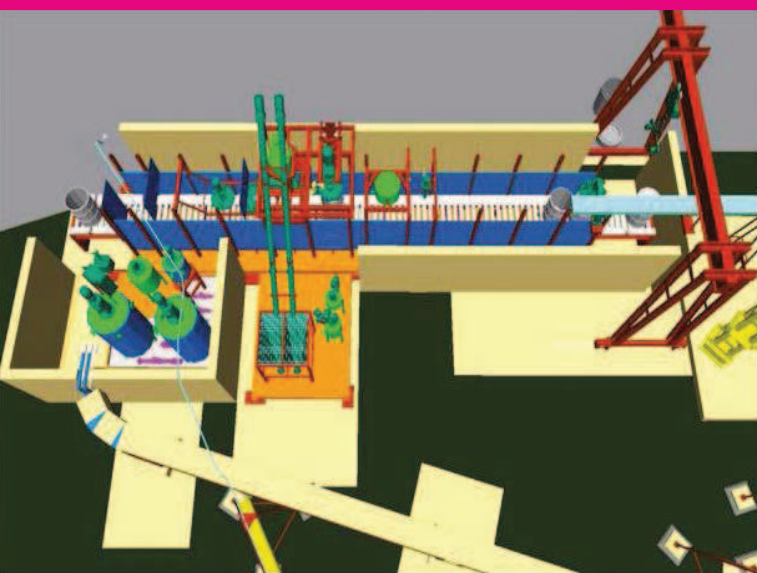
Vyraďovanie neprevádzkovaných skladovacích nádrží čistiacej stanice odpadových vôd

I. etapa vyradovania JE A1 (1999 – 2008)

Cieľ: uvedenie JE A1 do radiačne bezpečného stavu.

Predpokladaný stav na konci I. etapy bol charakterizovaný nasledovne:

- vyhoreté palivo používané v reaktore JE A1 bude vyvezené mimo územia SR,
- kvapalné RAO s výraznými objemovými aktivitami budú spracované alebo bezpečne preskladnené,
- ostatné kvapalné, vlhké (kaly, sorbenty) a pevné RAO budú upravené do formy vhodnej na konečné uloženie (do vhodnej matrice) a uložené v RÚ RAO, alebo v prípade nemožnosti ich uloženia bezpečne skladované,
- určené nádrže budú vyprázdnené a dekontaminované,
- bazén dlhodobého skladu používaný ako sklad častí puzdier dlhodobého skladu, puzdra dlhodobého skladu obsahujúce dowtherm, kaly dowthermu, špecifické RAO a zostatkový objem chladiacej vody s obsahom kalových fáz, určené priestory a zariadenia budú dekontaminované,
- zdroje potenciálneho ohrozenia životného prostredia budú definitívne odstránené, neprevádzkované technologické zariadenia a stavebné konštrukcie budú uvedené do takého stavu, aby do realizácie nasledujúceho stupňa vyradovania nedošlo k nekontrolovateľnému úniku aktivity do okolia.



Model zariadenia na fixáciu kalov

Na dosiahnutie stavu na konci I. etapy vyradovania tak, ako bol definovaný v rozhodnutí ÚJD SR, sa riešila problematika dlhodobého skladu, spracovania kvapalných a pevných RAO vo vonkajších objektoch, kontaminovaných podzemných vôd a vyradovanie technologických zariadení v rámci hlavného výrobného bloku.

V rokoch 2004 – 2005 sa zrealizoval projekt PHARE Dekontaminácia primárneho okruhu JE zameraný v úvodnej časti na rozšírený monitoring reaktora a ťažkovodného a plynového okruhu. Jeho cieľom bolo pripraviť budúce projekty na dekontamináciu a likvidáciu zariadenia primárneho okruhu a tiež na revíziu priority budúcich prác na základe monitoringu.

II. etapa vyradovania JE A1 (2009 – 2016)

Cieľ: odstránenie environmentálnej záťaže z vonkajších objektov.

Vyraďovanie je realizované v rámci vlastných výkonov spoločnosti JAVYS, a. s., a prostredníctvom generálneho zhotoviteľa. Projekt je rozdelený do štyroch základných skupín úloh:

- Vyraďovanie neprevádzkovaných zariadení a objektov
- Nakladanie s RAO
- Nakladanie s kontaminovanými zeminami
- Technická podpora a ochrana životného prostredia

Na vonkajších objektoch JE A1 sa činnosti vyradovania týkajú monitorovania, sanácie a triedenia kontaminovaných zemín, likvidácie technologických zariadení, solidifikácie kalov a spracovania kontaminovaných vôd nachádzajúcich sa vo vonkajších nádržiach, dekontaminácie a likvidácie vyprázdnených vonkajších nádrží a stavebných častí, monitorovania a sanačného čerpania podzemných a priesakových vôd.

V hlavnom výrobnom bloku sú činnosti zamerané najmä na vyradovanie dlhodobého skladu na skladovanie vyhorelého jadrového paliva z JE A1 v oblasti preskladnenia kalov z dlhodobého skladu do nových preskladňovacích nádrží a likvidácie horných častí puzdier zo skladovania nemanipulovateľného vyhorelého jadrového paliva, likvidáciu zavážacích strojov pre jadrové palivo reaktora JE A1, technologických častí ťažkovodného hospodárstva a chladenia primárneho a sekundárneho okruhu, stanice izotopického čistenia ťažkej vody a stanice odstraňovania organických nečistôt ťažkej vody, technologickej časti olejového hospodárstva a ostatných súvisiacich častí uvedených technológií vrátane nakladania s RAO.

Jednou z najdôležitejších ukončených činností II. etapy vyradovania JE A1 bolo preskladňovanie kalov do doby ich spracovania z pôvodného dlhodobého skladu na vyhoreté jadrové palivo z JE A1 do nových nádrží. Taktiež sa zrealizovalo vyradovanie technologickej časti olejového hospodárstva, stanice izotopického čistenia D_2O , stanice odstraňovania organických nečistôt D_2O , technologickej časti v objekte plynového hospodárstva vrátane odstránenia plynojemov a vybudovania centrálného manipulačného miesta pre veľmi nízko aktívne odpady, vyradenie prevažnej časti vonkajších nádrží, vrátane odstránenia ich stavebnej časti v zmysle požiadaviek definovaných v Pláne II. etapy vyradovania JE A1 a dozorných orgánov, vyradenie úložiska nízko aktívnych zemín vrátane systému chladenia sekundárneho okruhu. V súčasnosti je v etape finalizácie likvidácia zostávajúcich technologických zariadení a systémov zaradených do II. etapy vyradovania JE A1. Realizuje sa tiež rozsiahly projekt výstavby úložiska veľmi nízko aktívneho odpadu v priestore Republikového úložiska RAO v Mochovciach, v rozsahu výstavby jeho 1. modulu, určeného na ukladanie veľmi nízko aktívnych odpadov



Zavážacie stroje v reaktorovej sále pred vyradovaním

z vyradovania JE A1. Na základe dosiahnutých výsledkov a vytvorených podmienok na ukončenie plánovaných činností II. etapy vyradovania JE A1 sú vytvorené všetky predpoklady na jej ukončenie v roku 2016 a kontinuálne pokračovanie ďalších dvoch etáp vyradovania JE A1.

Vyradovanie JE A1 v III. a IV. etape (2017 – 2025)

Členenie kontinuálneho procesu vyradovania JE A1 na päť etáp bolo historicky definované v čase, keď neboli dostatočné skúsenosti a poznatky o stave havarovanej JE A1, vrátane technologických postupov vyradovania, vedúcich k dosiahnutiu vyradenia JE A1 na „zelenú líuku“. To sa neskôr ukázalo najmä z ekonomického, ale aj technického hľadiska ako nereálne a definovanie cieľa bolo zmenené na vyradenie JE A1 na „hnedú líuku“. Časové ohraničenie I., II. a V. etapy je stanovené vždy na viac ako osem až deväť rokov. Výnimku tvoria III. a IV. etapa v tom, že každá z nich je termínovo naplánovaná na obdobie štyroch rokov. Absencia skúseností z procesu vyradovania, obavy z rozsahu zrealizovaných prác v predchádzajúcich dvoch etapách, vrátane procesu nakladania s RAO, pochybnosti, či pri realizácii činností vyradovania aktívnych častí primárneho okruhu havarovanej elektrárne budú k dispozícii také postupy a zariadenia, ktoré budú môcť tento proces zvládnuť boli dôvodmi všeobecnej špecifikácie predmetu vyradovania pre III. a IV. etapu. Na základe analýzy procesu prípravy pokračovania vyradovania JE A1 po ukončení II. etapy sa vypracovali dokumenty v zmysle zákona NR SR č. 24/2006 o posudzovaní vplyvov na životné prostredie pre III. a IV. etapu spoločne. Pri identifikácii činností III. a IV. etapy vyradovania JE A1 boli definované nasledovné aktivity, ktorých realizácia sa bude prelínať cez obe etapy bez možnosti jednoznačného určenia ich rozhrania:

- vyradovanie dlhodobého skladu pre vyhoreté jadrové palivo JE A1,
- spracovanie kalov z dlhodobého skladu a puzdiel dlhodobého skladovania vyhorelého jadrového paliva,
- spracovanie média chrompik s aktivitou 10^{11} Bq/l a kvaľných RAO z vonkajších nádrží ich zložiska,
- vyradovanie navzájom úzko prepojených technologických častí, (parogenerátory a ich príslušenstvo, turbokompresory, sekčné armatúry),
- prevádzka existujúcich technologických zariadení a vývoj nových zariadení a postupov spracovania odpadov.

S procesom vyradovania JE A1 logicky súvisí aj riešenie technologických postupov a technologických zariadení v procese nakladania s RAO, čo by mohlo mať v konečnom dôsledku pri realizácii ich obstarania samostatne pre každú etapu, výrazný negatívny dopad v ekonomickej i technickej náročnosti (vykonaním bezpečnostných opatrení na uzavretie vyradovaných technológií, zmenou procesu vyradovania, strata kontinuity vo vývoji procesov a technológií v nakladaní s RAO, zmeny technologických postupov a technológií, strata odbornosti, možná strata kontinuity vyradovania, atď.).

Hlavné ciele pripravovanej III. a IV. etapy

- Znižovanie rádioaktívneho inventára v lokalite
- Znižovanie rizika uvoľnenia rádioaktívnych látok do okolišného prostredia
- Solidifikácia rádioaktívnych látok
- Bezpečné uloženie rádioaktívneho inventára
- Uvoľnenie materiálov do životného prostredia

Predmetom vyradovania JE A1 v III. a IV. etape sú činnosti v hlavnom výrobnom bloku: primárny okruh a jeho súvisiace technologické časti, technologické zariadenia používané pri príprave vyhorelého jadrového paliva na transport, parogenerátory a turbokompresory s príslušenstvom a ostatné nadväzujúce technologické zariadenia v objektoch JE A1.

V zmysle zákona NR SR č. 24/2006 prebiehal proces posudzovania vplyvov na životné prostredie a posudzovanie dokumentácie podľa čl. 37 a čl. 41 Euratom v Európskej komisii. Po vydaní stanovísk je možné prístupíť k získaniu povolenia štátnych dozorných orgánov na realizáciu III. a IV. etapy vyradovania JE A1, čím bude zabezpečená kontinuita vo vyradovaní JE A1 tak, ako je definovaná na základe stanovísk verejnosti, vyjadrených v rámci posudzovania vplyvov na životné prostredie, stanovených v Záverečnom stanovisku MŽP SR č. 5936/2002 a vládnom dokumente Stratégia záverečnej časti mierového využívania jadrovej energie ako aj v Návrhu vnútroštátnej politiky a Vnútroštátnom programe nakladania s vyhoretým jadrovým palivom a RAO v SR. Uvedené dokumenty z oblasti záverečnej časti jadrovej energetiky boli vypracované na základe požiadaviek Smernice rady č. 2011/70/EURATOM.

Ing. Miroslav Božík, PhD.,
riaditeľ divízie vyradovania A1
a nakladania s RAO a VJP

Ing. Ivan Galbička,
vedúci sekcie prípravy a realizácie vyradovania A1
Foto: archív JAVYS, a. s.

Odstraňovanie potrubí chladiacej vody

