

# História prevádzky a vyradovania jadrového zariadenia A1



Jadrová elektáreň A1

(Pokračovanie z minulého čísla)

## Významné prevádzkové udalosti v JE A1 (1976 – 1977)

V priebehu prevádzky JE A1 sa stali dve významné prevádzkové udalosti, ktoré boli podľa vtedy platnej legislatívy klasifikované ako nehody.

Pri prvej udalosti došlo 5. januára 1976 k strate tesnosti reaktora a k úniku chladiaceho média oxidu uhličitého mimo reaktora v dôsledku vyrazenia čerstvého palivového článku po jeho zavezení do reaktorového kanálu H05. Prevádzková udalosť bola zvládnutá zásluhou vysokej odbornej prípravenosti personálu. V čase prevádzkovej udalosti bol reaktor v režime dochladzovania po odstavení kvôli poruche v rozvodni v Križovancoch z predchádzajúceho dňa. Príčinou vystrelenia palivového článku boli niektoré konštrukčné nedostatky systému zaistenia palivového článku v reaktore, pričom z neho unikol kontaminovaný chladiaci plyn. Oxid uhličitý, ktorý je ťažší ako vzduch, klesol do spodných častí budovy reaktora, kde sa vytvorila jeho nedýchateľná koncentrácia. Pri tejto nehode zahynuli dvaja pracovníci elektrárne, ktorí sa v čase úniku chladiča nachádzali v spodných častiach budovy a udusili sa uniknutým oxidom uhličitým. Následne boli úniky oxidu uhličitého zachytené ventilačným systémom a odvedené do ventilačného komína. Niektoré priestory a zariadenia JE A1 boli po nehode kontaminované. Táto rádioaktivita bola odstránená dekontamináciou. Prevádzková udalosť bola tiež príčinou neskoršieho zložitého radiačného stavu v JE A1 z dôvodu čiastočného porušenia pokrytia niektorých palivových článkov.

## Odstavená po druhej udalosti

Druhá vážna nehoda z 22. februára 1977 bola spôsobená chybou obslužného personálu, ktorému sa pri operácii v rámci kompletnej montáže čerstvého palivového článku roztrhlo vrečko so silikagélom. Ten slúžil ako ochrana proti vlhkosti pri jeho skladovaní, pričom časť z neho sa vysypala do vnútra palivového článku. Pracovníci montáže článok dostatočne nevyčistili a čiastočky silikagélu zostali v zmontovanej palivovej kazete. Po zavezení tejto palivovej kazety do aktívnej zóny reaktora vplyvom prítomnosti silikagélu sa znížil prietok chladiaceho plynu článkom. Prehriatie palivového článku spôsobilo jeho tepelnú deštrukciu a poškodilo rúru ťažkovodnej nádoby. Moderátor (asi 21 ton ťažkej vody) sa dostal do hlavného chladiaceho okruhu (oxid uhličitý) a poškodil pokrytie paliva.

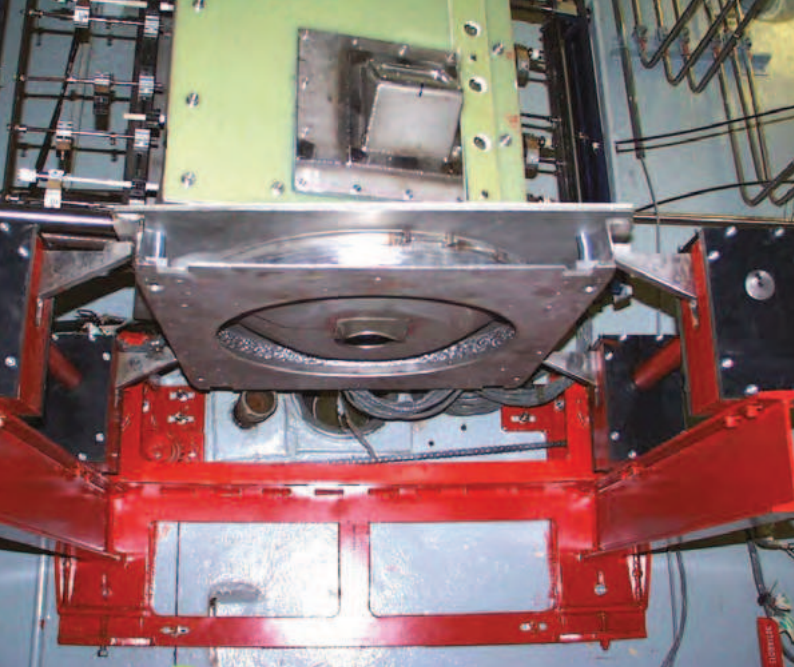
Aj druhá prevádzková udalosť bola v jej priebehu zvládnutá a nedošlo k významnému úniku rádioaktivity mimo elektrárne. Po tejto nehode zostala v zariadeniach primárneho okruhu rádioaktivita uvoľnená z poškodeného paliva, ktorá v súčasnosti predstavuje podstatnú zložku kontaminácie vnútorných povrchov zariadení primárneho okruhu a to najmä parogenerátorov. Množstvo uvoľneného pokrytia paliva je odhadnuté na 150 kg s mernou hmotnostnou aktivitou  $3,7 \cdot 10^{11}$  až  $3,7 \cdot 10^{12}$  Bq/kg a minimálne 100 kg uránu s mernou hmotnostnou aktivitou asi  $3,7 \cdot 10^{13}$  Bq/kg. Celková aktivita rádioaktívnych produktov uvoľnená do primárneho okruhu je približne  $5,5 \cdot 10^{14}$  Bq.

Vplyvom nasledujúceho dochladzovania a zmien v technologickej schéme elektrárne postupne prenikali rádioaktívne látky z primárneho do sekundárneho okruhu a následne až do chladiacich veží. Prijatými technologickými opatreniami sa znížil prenik na minimum a zabezpečilo sa maximálne riedenie vody v odpadovom kanáli. Zmeny v schéme ťažkovodných okruhov zabránili ďalšiemu uvoľňovaniu trícia do odpadových vôd. Prevádzková udalosť bola neskôr zaradená do štvrtého stupňa (havária obmedzená na jadrové zariadenie) podľa osemstupňovej medzinárodnej stupnice INES. Po druhej prevádzkovej nehode bola elektráreň JE A1 odstavená kvôli vysokým nákladom na jej opätovné uvedenie do prevádzky, ale najmä z dôvodu orientácie československého jadrového priemyslu na tlakovodné reaktory typu VVER.

Príčinou týchto dvoch prevádzkových udalostí boli niektoré konštrukčné nedostatky, a tiež zlyhanie ľudského faktora. No správne rozhodovanie personálu po vzniku udalostí a jeho vysoká odborná prípravenosť zamedzili ich ďalšiemu rozvoju a nežiaducemu ovplyvneniu obyvateľstva i okolitého životného prostredia. Okolie bolo ovplyvnené až neskôr v súvislosti s prácami na odstraňovaní následkov druhej prevádzkovej udalosti a vyplývalo z dobového prístupu k ochrane životného

Reaktorová sála so zavážacím strojom





Vitrifikačná pec linky na spracovanie chrompiku

prostredia v druhej polovici 70. rokov 20. storočia sprevádzaného tiež niektorými politickými faktormi (utajovanie skutočností, vylúčenie verejnosti z procesu rozhodovania a pod.).

### Ukončovanie prevádzky JE A1 (1977 – 1994)

Po analýze situácie a možností opätovného uvedenia do prevádzky bola v roku 1979 na základe uznesenia vlády ČSSR č. 135/1979 elektrárň A1 definitívne odstavená. Následne sa rozhodlo o vykonaní dekontaminácie niektorých zariadení. Medzi najvýznamnejšie patrila dekontaminácia dvoch parogenerátorov v roku 1979. Z tejto dekontaminácie pochádzala aj podstatná časť kvapalných rádioaktívnych odpadov, skladovaných v podzemných skladovacích nádržiach. Boli vykonané čiastočné demontáže niektorých zariadení. Nekontaminovaný demontovaný materiál bol vyvezený mimo areál, kontaminovaný materiál bol uskladnený v príslušných skladovacích priestoroch JE A1 podľa úrovne kontaminácie. V čase rozhodnutia o definitívnom odstavení elektrárne A1 z prevádzky vo svete ešte neboli dostatočné skúsenosti s bezpečným zvládnutím procesu vyradovania. V roku 1979 neexistovala ani v Československu potrebná legislatíva stanovujúca podmienky na vyradovanie jadrových zariadení a neboli vytvorené ani technické podmienky na realizáciu takýchto činností. Preto bolo okrem potrebných legislatívnych a administratívnych podmienok a personálneho zabezpečenia činností nutné vyvinúť a vybudovať špecifické technológie a zariadenia na spracovanie a úpravu rádioaktívnych odpadov vrátane vybudovania úložiska na ich finálne uloženie.

### Nové technológie spracovania RAO

Postupne sa začali riešiť spôsoby spracovania rádioaktívnych odpadov, pochádzajúcich z prevádzky JE A1 a z dekontaminačných a demontážnych činností. Do uvoľnených priestorov JE A1, predovšetkým strojovne, v ktorej sa demontovali pôvodné zariadenia, bola umiestnená časť nových technologických zariadení, určených na spracovanie a úpravu odpadov (vitrifikačná linka, dekontaminačná linka, fragmentačné pracovisko). V areáli JE A1 taktiež začala výstavba dvoch nových objektov so spracovateľskými zariadeniami. Bitúmenačné linky boli uvedené do prevádzky v roku 1995 a Bohunické spracovateľské centrum je v prevádzke od roku 2001.

Dlhodobý sklad na skladovanie vyhoreného paliva sa postupne stal miestom, v ktorom sa vytvorilo množstvo kvapalných

rádioaktívnych odpadov s významnou aktivitou. Bol to dôsledok vlastností vyhoreného paliva a spôsobu manipulácie s ním. Vyhoretý palivový článok bol z reaktora prenesený zavážacím strojom (ten zabezpečoval aj jeho dochladzovanie plynom počas prevádzky do krátkodobého skladu, kde bol chladený vo vodnom roztoku dvojchrómanu draselného (chrompik). Po znížení tepelného výkonu v krátkodobom sklade bol palivový článok vložený do puzdra dlhodobého skladu, ktoré bolo umiestnené vo vodnom prostredí bazénu dlhodobého skladu. V samotnom puzdre bol ako dochladzovacie médium použitý chrompik. Po zistení, že chrompik pri postupe stanovenom v projekte stráca protikorózne vlastnosti (plnenie krátkodobého skladu plynom, zmena mocenstva chrómu) a v skutočnosti rozvíja mikrotrhliny v pokrytí palivového článku, bol chrompik v puzdrách dlhodobého skladu nahradený organickým chladivom – tzv. dowthermom.

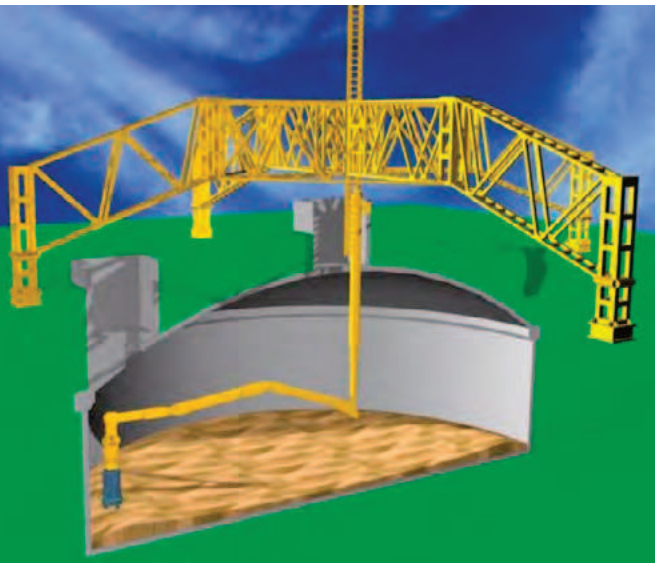
Analýzou skladovaných vyhorených palivových článkov sa zistilo, že počas prevádzky a najmä odstraňovania následkov z nehody vzniklo pomerne významné porušenie pokrytia prútikov. Tento stav spôsobilo tiež prevádzkovanie palivových článkov v reaktore na vyššiu úroveň vyhorenia, než pôvodne stanovoval projekt (vyššie tepelné namáhanie), nedostatky v technologickom postupe pri vyberaní palivových článkov z reaktora, ich dochladzovanie v zavážacom stroji a pri vkladaní do ďalších dochladzovacích zariadení.

Porušenie prvej ochrannnej bariéry (pokrytie palivového prúta zo zliatiny Mg-Be) malo za následok uvoľňovanie štiepných produktov z poškodeného paliva do chladiacich médií v dvoch krátkodobých skladoch a v puzdre dlhodobého skladu. Takto z dochladzovacích médií, ktoré mali pôvodne zostať iba mierne kontaminované, sa postupne stali kvapalnými rádioaktívnymi odpadmi s vysokou aktivitou (úroveň asi  $10^{11}$  Bq/l). Vplyvom radiačnechemických procesov v puzdre dlhodobého skladu (hydrolyza vody a výtlakové účinky vzniknutých plynov) a nedostatkov manipulačných zariadení s palivom v dlhodobom sklade, došlo k úniku týchto kontaminovaných dochladzovacích médií z puzdra dlhodobého skladu do vody bazénu dlhodobého skladu, a tým ku kontaminácii bazénovej vody (približne  $500 \text{ m}^3$ ). Na dne bazénu sa postupne chemickým zrážaním a sedimentáciou vytvorila vrstva kalu s významnou rádioaktivitou (asi  $50 \text{ m}^3$ ). Radiačná situácia v dlhodobom sklade sa zhoršovala tiež tým, že odvoz paliva na prepracovanie sa neuskutočnil v plánovaných termínoch po približne 1,5 roku skladovania v puzdrách dlhodobého skladu, ale neskôr.

### Všetko vyhoreté palivo je odvezené

V dlhodobom sklade bolo celkovo skladovaných 572 palivových článkov, z toho bolo 198 chladených chrompikom a 374 chladených dowthermom. V priebehu 80. rokov bolo odvezených 440 palivových článkov do Sovietskeho zväzu. V bazéne zostalo 132 vyhorených palivových článkov, ktoré sa pre veľké korózne poškodenie nedali vybrať z puzdier dlhodobého skladu bez ich deštrukcie.

Preto bolo vyvinuté náročné zariadenie, pomocou ktorého boli tieto palivové články upravené a vložené do nových puzdier. Takýmto spôsobom boli upravené a odvezené štyri palivové články. Transport bol v roku 1991 prerušený po prevádzkovej udalosti na tomto zariadení. Následkom nesprávneho pracovného úkonu obslužného personálu uniklo počas tejto prevádzkovej udalosti na podlahu reaktorovej sály približne  $100 \text{ dm}^3$  chrompiku s veľmi významnou úrovňou rádioaktivity. Dôsledkom tejto udalosti bola kontaminovaná podlaha reaktorovej sály v zasiahnutých miestach a kontaminácia niektorých miestností pod postihnutým miestom na reaktorovej sále



*Model zariadenia na vyberanie kalov z dna nádrží*

od +13 m až po prízemie. K ovplyvneniu životného prostredia prostredníctvom nadlimitných plynných výpustí nedošlo. V 90. rokoch bol prerušený odvoz vyhoreného paliva z JE A1 kvôli zmene politickej situácie v štátoch bývalej Rady vzájomnej hospodárskej pomoci.

Kontaminovaný chropík zostal aj v zariadeniach na dochladzovanie paliva v krátkodobom sklade a v časti zariadení na úpravu paliva. Iným zariadením, v ktorom sa postupne nahromadili vysokoaktívne odpady súvisiace s palivom, bola tzv. horúca komora. Ide o zariadenie na diaľkové prehliadanie a manipuláciu s vyhoreným palivom. V zbernej časti horúcej komory zostali rádioaktívne odpady z prehliadok a z analýz vyhoreného paliva vo forme vysokoaktívneho kalu.

Pevné rádioaktívne odpady z prevádzky a neskôr i z činnosti po skončení prevádzky boli skladované (niekedy nekoordinovane a bez príslušnej evidencie) v podzemných skladovacích

šachtách. Samotná konštrukcia objektu sa ukázala ako netesná, keďže pri veľkých dažďových zrážkach z okolitého terénu natiekla voda do niektorých šácht. Ďalšia časť neupravených pevných rádioaktívnych odpadov bola umiestnená za účelom ich dočasného skladovania do rôznych priestorov JE A1, najmä v rámci hlavného výrobného bloku.

### **Bez radiáčnej záťaže okolia**

Dôsledky prevádzky JE A1, prevádzkových udalostí, činnosti v JE v období 1977-1994 a stavu skladovacích priestorov JE A1 mali výrazný vplyv i na zariadenia a objekty JE A1, alebo na blízke okolie v areáli JE A1. Mimo areálu sa tieto dôsledky prejavili kontamináciou niektorých častí zberného kanála Manivier a riečky Dudváh. Kontamináciu spôsobilo jednak vypúšťanie vôd z odstraňovania následkov druhej prevádzkovej udalosti v roku 1977 a jednak únik trícia z netesných podzemných skladovacích šácht na skladovanie rádioaktívnych odpadov v objekte zložiska pevných odpadov, ktorý kontaminoval podzemné vody v smere prúdenia, juhovýchodným smerom od areálu JE A1. Tieto kontaminácie životného prostredia nespôsobili nadlimitnú radiačnú záťaž obyvateľstva. Prevádzková udalosť v roku 1991 pri úprave paliva, spojená s únikom kvapalných rádioaktívnych látok do reaktorovej sály a odstraňovanie následkov tejto udalosti boli lokalizované vo vnútorných priestoroch JE A1 a nemali nadlimitný radiačný vplyv na okolie.

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

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