

Jadrová energetika a životné prostredie

Prvú kontrolovanú jadrovú reakciu uskutočnil Enrico Fermi 2. 12. 1942 v jadrovom reaktore v Chicagu v USA. Prvú jadrovú elektrárňu uviedli do prevádzky 27. 6. 1954 v Obminsku pri Moskve. V päťdesiatych rokoch potom postupne spustili jadrové elektrárne aj v USA, Veľkej Británii a Francúzsku. Od tej doby sa jadrové elektrárne rozvíjali závažným tempom čo do počtu, výkonu a typu.

V 70-tych rokoch sa prudké tempo ich rozvoja značne spomalilo, hlavne pre rast investičných nákladov, odpor časti obyvateľstva vyvolaný nedostatočnou informovanosťou a strachom pred vplyvom žiarenia. V ďalších rokoch mali na tom značný podiel taktiež nehody v elektrárni Three Mile Island v USA a v Černobyle v ZSSR.

Rozvoj a využívanie jadrovej energetiky v ČSFR sa datuje od r. 1961, keď sa začala výstavba prvej jadrovej elektrárne v Jaslovských Bohuniciach. Prečo práve na Slovensku? V tom čase malo Slovensko značný deficit elektrickej energie, ktorú potreboval rozvíjajúci sa priemysel po druhej svetovej vojne. Prvá elektrárň bola síce prototypová, ale s nezanedbateľným výkonom 150 MW. Mala ťažkovodný reaktor chladený oxidom uhličitým a palivom bol prírodný urán. Už počas výstavby, na ktorej sa podieľali české aj slovenské podniky, vyskytlo sa nemalo problémov a pokračovali aj počas jej prevádzky od konca r. 1972 do r. 1977. Vtedy tu vznikla havária, po ktorej už prevádzku neobnovili — vzhľadom na celkový zlý technický stav elektrárne a vysoké náklady na likvidáciu následkov havárie a obnovu prevádzky.

V r. 1972 sa začala výstavba dvoch blokov sovietskeho typu VVER 440 v tej istej lokalite. Obidva bloky s reaktorom typového označenia V-230 uviedli do prevádzky v rokoch 1978 a 1980. Sú to bloky, o ktorých sa v minulom roku tak vášnivo diskutovalo v súvislosti s ich zníženou bezpečnosťou a ktoré posudzovalo 5 skupín expertov. Výsledky ich hodnotenia posudzovala vláda ČSFR a rozhodla o ďalšej prevádzke do r. 1995, ak sa postupne splní 81 opatrení, s možnosťou prevádzky aj po r. 1995 pri zvýšení ich bezpečnosti na súčasnú európsku úroveň.

V Jaslovských Bohuniciach sú v prevádzke ešte ďalšie 2 bloky s rovnakým výkonom (reaktor typu V-213), ale tieto už spĺňajú požiadavky jadrovej bezpečnosti európskeho štandardu.

Vzhľadom na ďalšie potreby elektrickej energie pre Slovensko je vo výstavbe nová jadrová elektrárň so štyrmi blokmi V-213 v Mochovciach. Tieto bloky budú vybavené automatizovaným systémom riadenia výrobného procesu od firmy Siemens a prvý z nich majú uviesť do prevádzky r. 1993.

Vplyv jadrovej elektrárne na okolie

Ak si uvedomíme, že nijaký technologický proces nie je bezodpadový, potom musíme predpokladať, že ani výroba elektriny z jadra nie je bez odpadu, ktorý za určitých okolností môže ovplyvniť životné prostredie.

Pri prevádzke a údržbe jadrových elektrární vznikajú kvapalné, plyné a tuhé rádioaktívne odpady. Projektové riešenie elektrárne

a technológia sú navrhnuté a realizované tak, aby takmer všetky odpady ostali v elektrárni a neznečisťovali životné prostredie. Malá časť odpadov sa uvoľňuje do životného prostredia, na čo sú stanovené našimi dozornými orgánmi v súlade s medzinárodnými odporúčaniami prísne limity zohľadňujúce ochranu obyvateľstva. Počas normálnej prevádzky JE V-1 a V-2 v Jaslovských Bohuniciach sa nedosiahli stanovené limity ročných výpustí a plyné výpuste dosahujú 0,1 až 1 % týchto limitov, kvapalné výpuste desiatky % stanovených limitov.

V posledných mesiacoch minulého roku sa objavilo v oznamovacej literatúre niekoľko správ o znečistení životného prostredia v okolí jadrovej elektrárne Jaslovské Bohunice. Prvou bola správa o zaznamenaní znečistenia spodnej vody pod elektrárnou trícium, ^{137}Cs a ^{60}Co . Druhá konštatovala rádioaktívne znečistenie odpadového kanála Manivier a vodného toku Dudváhu ^{137}Cs a ^{239}Pu . Po podrobnom preskúmaní tohto stavu možno konštatovať, že zdrojom spomínaného znečistenia je odstavená elektrárň A-1.

Kontaminácia podzemných vôd pod areálom elektrárne

Projektové riešenia bariér a ochrany podzemných vôd v JE A-1 bolo poplatné koncepcii a nereálnym predpokladom integrity navrhnutých bariér proti prieniku kvapalných médií do podlažia technologických objektov. Z doteraz známych záverov skúmania tohto problému vyplýva, že v komplexe elektrárne A-1 je z hľadiska úniku rádionuklidov do podzemia potenciálnym zdrojom hlavný výrobný blok, komplex zložísk rádioaktívnych odpadov a kanalizácia. Areál elektrárne A-1 je reálnym plošným zdrojom kontaminácie podzemia a podzemných vôd s niektorými lokálnymi maximami. Zatiaľ bol identifikovaný pravdepodobne dominantný zdroj — čistiaca stanica rádioaktívnych

vôd, kde prienik do podložja možno datovať do obdobia prevádzky elektrárne. Mechanizmus a časový priebeh úniku počas celej histórie nemožno už dnes prakticky zodpovedne stanoviť. Ďalším reálnym zdrojom je pravdepodobne kanalizácia.

Podzemné vody v prvej zvodnej vrstve (hladina vody — 19,5 m pod povrchom) sú kontaminované prienikom cez retardujúcu nadložnú geologickú štruktúru. Vo zvodnenej vrstve pod areálom elektrárne A-1 sa zistili rádionuklidy ^3H s maximálnou mernou aktivitou 24 kBq.l^{-1} , ďalej 7 Bq.l^{-1} ^{60}Co a 2 Bq.l^{-1} ^{137}Cs . Rádionuklidy ^{60}Co a ^{137}Cs sú zvodneným prostredím retardované tak, že z hľadiska kvality podzemnej vody sú zanedbateľné. Určujúcim je teda trícium, ktoré sa šíri vo forme tríciovej vody — HTO. ^{90}Sr sa v podzemných vodách nezistilo. Úzko lokálne maximum aktivity ^3H sa čerpaním r. 1989 zlikvidovalo a v súčasnosti sú určujúce aktivity na úrovni $1\text{--}5 \text{ kBq.l}^{-1}$. Predpoklad šírenia na väčšie vzdialenosti má len ^3H a to približne v JV smere, čo je predpokladaný regionálny smer prúdenia podzemnej vody.

Úroveň hydrogeologickej preskúmanosti areálu elektrárne a jej okolia je pre potreby kvalitného monitoringu a modelovania šírenia kontaminácie nedostatočná.

Kontaminácia rieky Dudváh a kanálu Manivier

Sedimenty dna rieky Dudváh a kanálu Manivier boli kontaminované ^{137}Cs až do úrovne niekoľko tisíc Bq.kg^{-1} . V súčasnosti je kontaminácia zvrátených sedimentov pevného dna na úrovni 400 až 1000 Bq na kg sušiny. To bol dôvod nielen na podrobné monitorovanie hydrosféry a potravinového reťazca (ročne až 4000 vzoriek), ale viedol i k prísrnemu zákazu kúpania v Manivieri.

Do Dudváhu s nadlepšovaným prietokom (1 až $2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) z vodnej nádrže Slňava sa od spustenia elektrárne A-1 vypúšťajú nízkoaktívne

odpadové vody zo systému technologickej očisty vôd elektrární A-1 a V-1. Vody sa z elektrární odvádzajú vydláždeným prírodným odpadným kanálom Manivier (prietok $0,3$ až $0,5 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$). Časť rádionuklidov z vody sa prirodzeným spôsobom koncentruje do dnových sedimentov, kde sa zadržiava približne pol roka.

Počas meraní na brehoch Dudváhu sa zistilo, že medzi obcami Bučany a Trakovica je úsek kontaminovaný rádioaktívnymi látkami v podstatne vyššej miere, ako je to v iných častiach toku.

Kontaminácia niektorých miest pobrežia rieky Dudváh rádioaktívnymi látkami predstavuje potenciálny, síce malý, avšak neodôvodnený zdroj ožiarenia obyvateľstva.

V rámci výskumných prác sa v EBO (Atómové elektrárne Bohunice) v súčasnosti posudzuje rozsah a závažnosť tejto dlhodobej kontaminácie. K dispozícii sú už niektoré predbežné výsledky, týkajúce sa $2,5 \text{ km}$ úseku Dudváhu Trakovice — Bučany, kde sa na r. 1991 plánovala rekonštrukcia vodného toku. Tieto výsledky možno stručne zhrnúť nasledovne:

- potvrdila sa zvýšená kontaminácia brehov ^{137}Cs , ktorá je až na jeden asi 100 m úsek v Bučanoch lokalizovaná na vodorovných výstupkoch brehu (pozdĺžne lávky). V Bučanoch je na mieste bývalého staveniska prečerpávacej stanice kontaminovaná ornica (na ploche asi $100 \times 20 \text{ m}$);
- zvýšené merné aktivity ^{137}Cs v zemine siahajú do hĺbky asi 15 cm a ich hodnoty sa menia od 3 do 15 kBq.kg^{-1} . Do nižšej, 15 až 30 cm vrstvy časom preniklo asi 10% celkovej aktivity ^{137}Cs ($0,3$ až $1,5 \text{ kBq.kg}^{-1}$). Celkovú aktivitu na $2,5 \text{ km}$ úseku možno stanoviť $7,2.10^9 \text{ Bq}$;
- aktivita ^{237}Pu v nepohyblivých sedimentoch na tomto úseku bola maximálne 23 Bq.kg^{-1} ;

- podrobnejší prieskum výskytu rádionuklidov a radiačne — bezpečnostná analýza ukazuje, že kritickým (dominantným) rádionuklidom je ^{137}Cs .

Rádiologické následky prevádzky JE A-1 na obyvateľstvo

Problematikou hodnotenia radiačných odpadov prevádzky elektrárne A-1 na obyvateľstvo sa systematicky zaoberal Výskumný ústav jadrových elektrární. Rádiologické následky prevádzky v okolí elektrární sa určovali stanovením individuálneho dávkového ekvivalentu (IDE) pre kritickú skupinu obyvateľstva v okolí Jaslovských Bohuníc. IDE sa vypočítali na základe údajov o aktivite vypustených rádionuklidov do atmosféry a hydrosféry s použitím matematických modelov šírenia rádionuklidov od zdroja k človeku.

Za kritickú skupinu obyvateľstva s najvyššími hodnotami IDE sa najčastejšie považuje obec Žlkovec, $3\text{--}5 \text{ km}$ juhovýchodne od Jaslovských Bohuníc. Kritickou vekovou skupinou sú kojenci. Maximálne riziko pre jednotlivca z kritickej skupiny neprevýšilo v rokoch 1985—1989 hodnotu $1,2.10^{-7}$. Najrizikovejší spôsob ohrozenia je kontaminácia zo závlah ovplyvnených výpusťami do Manivieru. Kritickým rádionuklidom je trícium.

Riziko výpustí do atmosféry je zanedbateľné v porovnaní s rizikom spôsobeným výpusťami kvapalných odpadov do systému Manivier-Dudváh-Váh. Kvapalné výpuste predstavujú približne 95% z celkovej radiačnej záťaže vrátane plyných výpustí elektrární V-1 a V-2.

Celkové ohrozenie zdravotného stavu obyvateľstva v okolí komplexu elektrární Jaslovské Bohunice do vzdialenosti 100 km je veľmi nízke až prakticky zanedbateľné.

František Parimucha