SEA/EIA 2010
Donovaly 25. - 26. máj 2010

Hodnotenie vplyvu jadrových zariadení na životné prostredie

Jozef Morávek

Anotácia
Predkladaný príspevok je venovaný špecifike posudzovania vplyvov jadrových zariadení na ŽP - teda rádiologickým vplyvom vyplývajúcim z umiestnenia a z prevádzky takýchto zariadení v konkrétnych lokalitách na území SR. Je poukázané na možnosti prieniku ionizujúceho žiarenia a rádioaktívnych látok z jadrových zariadení do okolitého ŽP a riziko ožiarenia, ktoré z toho vyplýva pre okolité obyvateľstvo. Taktiež sú uvedené výsledky hodnotenia radiačnej situácie v okolí JZ na území SR.

Abstract
Presented paper deals with specific aspects of environment impact assessment, that is radiological impact, resulting from these facilities localisations and operations at particular sites on territory of Slovak Republic. The possibility of penetration of ionising radiation and radioactive substances from nuclear facilities into the environment and risk of public exposure that follows is pointed out. The results of radiation situation assessment in the nuclear facilities' neighbourhood on Slovak Republic territory are also presented.

Úvod

Problematikou posudzovania vplyvov jadrových zariadení (JZ) na životné prostredie (ŽP) sa vo VUJE, a.s. Trnava zaoberáme od nadobudnutia účinnosti prvého zákona v danej oblasti (zákon č.127/1994 Z. z.). Špecifické pre túto činnosť bolo, že podľa tohto zákona sa posudzovali hlavne zmeny a dodatočné činnosti a stavby, nakoľko všetky „veľké“ JZ na Slovensku boli už v tej dobe vybudované alebo sa začali budovať. Lokality v ktorých boli tieto JZ vybudované boli posudzované v zmysle iných predpisov platných v danej dobe pre projektovanie. Napriek tomu komplexné hodnotenie vplyvov sa vykonávalo, nakoľko každé posudzovanie vychádza z hodnotenia súčasného (východzieho) stavu a pre tento bolo potrebné posúdiť vplyv existujúcich JZ na okolité ŽP. Napriek tomu, že posudzované boli pomerne „bezproblémové“ činnosti ako „Transport rádioaktívnych odpadov (RAO) z miesta ich skladovania do Centra pre spracovanie RAO“ – Bohunické spracovateľské centrum (BSC) a stavby ako Seizmické zodolnenie Medziskladu vyhoreného paliva (MSVP), samotné posudzovanie nebolo bezproblémové. Vyžadovalo si to neprimerane podrobný a rozsiahly výklad o technológii JE, kde tieto RAO vznikajú a ako vznikajú a jednak o technológiách a prostriedkoch na ich spracovanie i keď sa často investičný zámer týchto JZ priamo netýkal. Na druhej strane nebolo jednoduché písať podrobne a zoširoka o vplyvoch na ŽP posudzovaných činností, keď tieto vplyvy sú minimálne až zanedbateľné oproti vplyvom (i keď predovšetkým potenciálnym) hlavných JZ v lokalitách. Naviac väčšina realizovaných činností mala za cieľ zvýšiť radiačnú bezpečnosť a teda znížiť existujúce riziko nepriaznivých dopadov na okolie.
Poznatky a skúsenosti z posudzovania vplyvov na ŽP činností a stavieb, ktoré boli realizované v súvislosti s existenciou JZ v lokalitách Bohunice a Mochovce sú uvedené v Spravodajcovi SEA/EIA, ktorý v týchto dňoch bol uverejnený na Internete [1]. Tento príspevok sa zaoberá spôsobmi získavania informácií o stave radiačnej situácie (RS) v ŽP v okolí JZ a hodnotením rádiologického vplyvu JZ na okolité obyvateľstvo.

Hodnotenie radiačnej situácie v okolí prevádzkovaných JZ

Údaje potrebné pre hodnotenie vplyvu JZ na ŽP sú získavané predovšetkým samotnými prevádzkovateľmi JZ či už v lokalite Jaslovské Bohunice alebo v lokalite Mochovce. Je to jedna z ich povinností. V uvedených lokalitách sú JZ prevádzkované dvomi právnickými subjektami - Slovenské elektrárne a.s. Bratislava a Jadrová a vyraďovacia spoločnosť, a.s. Bratislava. Tieto JZ sú rozdelené medzi prevádzkovateľov (ak sa to tak dá povedať) podľa toho či slúžia k produkcii energie, alebo patria skôr medzi zariadenia ktoré je potrebné bezpečne odstaviť a vysporiadať sa s rádioaktivitou, ktorá po ukončení ich prevádzky v nich zostala. Teda JE, kde sa vyrába elektrická energia sú prevádzkované Slovenskými elektrárňami (SE) a ostatné JZ sú prevádzkované Jadrovou a vyraďovacou spoločnosťou (JAVYS). Konkrétne rozdelenie JZ medzi uvedené subjekty je nasledovné:

Prevádzkovateľ	Lokalita Bohunice	Lokalita Mochovce
SE, a.s. Bratislava	JE V-2 (EBO 3,4) – v prevádzke	JE EMO 1,2 - v prevádzke JE EMO3,4 - vo výstavbe
JAVYS, a.s. Bratislava	JE A-1 - II. etapa vyraďovania JE V-1 - príprava na vyraďovanie MSVP - v prevádzke BSC - a iné technológie na úpravu a spracovanie RAO uložiteľných na RÚ RAO	FS KRAO - objektovo je súčasťou EMO 1,2 RÚ RAO - samostatný areál, vzdialený cca 1,5 km od EMO slúži na konečné uloženie RAO

Základom pre hodnotenie vplyvu JZ na okolité ŽP je monitorovanie výpustí rádioaktívnych látok (RAL) do okolitej atmosféry a hydrosféry. Monitorujú sa jednotlivé skupiny rádionuklidov (RN) podľa toho aké sú ich špecifiká pri migrácii v jednotlivých zložkách ŽP a ako sa podieľajú na radiačnom ožiarení okolitého obyvateľstva. Podľa toho sa vo ventilačnom komíne monitoruje plynná zložka - rádioaktívne vzácne plyny (RVP), aerosóly (s dôrazom na dlhodobé RN) a samostatne sa monitoruje ^{131}I a ^{90}Sr. V kvapalných výpustiach sa monitoruje ^{3}H a korózne a štiepne produkty. Pre uvedené skupiny RAL v plynných a kvapalných výpustiach sú stanovené dozornými orgánmi limitné hodnoty - autorizované limity, ktoré nemôžu byť prekročené. Tieto autorizované limity sú stanovené s ohľadom na špecifiká konkrétnych lokalít tak, aby u obyvateľstva v okolí neboli prekročené tzv. „medzné dávky“, ktoré sú stanovené ako istý podiel z limitov radiačného ožiarenia pre jednotlivcov z obyvateľstva. Legislatívne [2] sú limity Efektívnej dávky (E) pre jednotlivcov z obyvateľstva stanovené ako 1 mSv/rok a medzná dávka ako 0,250 mSv/rok. Tieto limitné hodnoty sú menšie ako je ožiarenie obyvateľstva z prírodných zdrojov a kozmického žiarenia - tzv. radiačné pozadie, ktoré v našich podmienkach sa pohybuje v rozmedzí od 1 mSv/rok po 2,5 mSv/rok (v závislosti od nadmorskej výšky a geologického podložia). Namerané hodnoty aktivity vypúšťaných RAL z jednotlivých JZ v obidvoch lokalitách dosahujú menej ako 1 % z autorizovaných limitov. Z výsledkov monitorovania výpustí a z ich porovnania s autorizovanými limitmi je možné urobiť nasledovné závery:

1. RVP (uvoľňované sú iba z prevádzkovaných JE) sú pre jednotlivé JE v obidvoch lokalitách porovnateľné (porovnateľné sú i limity). Keďže merané hodnoty vzácnych plynov sú často pod detekčným limitom monitorovacieho zariadenia, evidované hodnoty aktivity vypustených vzácnych plynov sú nadhodnocované a navzájom sa len malo líšia. Napriek tomu výpuste nedosahujú ani 1 % z limitov, čo platí pre obidve lokality.

2. Rádioaktívne aerosóly sú uvoľňované (a tiež limitované) zo všetkých JZ. Limity dlhodobých aerosólov sú pre obidve lokality porovnateľné. Podobne ako u RVP i tu reálne hodnoty výpustí sú menšie ako 1 % limitov v obidvoch lokalitách (v lokalite Bohunice 0,12 % a v lokalite Mochovce dokonca výrazne menšie - 0,005 %).
3. Rádioaktívny jód (izotop ^{131}I) – podobne ako RVP je uvoľňovaný iba z prevádzkovaných JE. Limity pre uvoľňovanie jódu nie sú rovnaké - pre lokalitu Bohunice je limit cca dvojnásobný v porovnaní s limitom pre lokalitu Mochovce (čo korešponduje s počtom prevádzkovaných blokov). Aktivita jódu uvoľnená ventilačnými komínmi z jednotlivých JZ je najvyššia u JE V-1 (2,6 % z limitu)[1], potom nasleduje JE V-2 (0,026 % z limitu) a nakoniec výrazne pod limitom je EMO 1,2 (0,0072).
4. Z výpustí do hydrosféry je najvýznamnejšie trícium a to pre všetky recipienty, ale hlavne pre Váh a Hron, nakoľko sem sú vypúšťané nadbilančné vody s obsahom trícia z jednotlivých JE. Limit pre uvoľňovanie trícia do povrchových vôd je pre lokalitu Bohunice cca 4 krát vyšší v porovnaní s limitom pre lokalitu Mochovce. To taktiež zodpovedá počtu a charakteru JZ z ktorých sa tzv. tríciová voda vypúšťa. Keďže voda s obsahom trícia sa nedá spracovávať (dekontaminovať) ale sa musí regulovane vypúšťať, sú i aktivity v porovnaní s limitmi pomerne vysoké (31,3 % v lokalite Bohunice a 80,5 % v lokalite Mochovce – spôsobené je to rozdielnymi limitmi. Výpuste trícia z jednotlivých JE sú porovnateľné (jednotky TBq ^{3}H za rok). Tieto vodné recipienty sú zaťažované i aktivitou koróznych a štiepnych produktov (KaŠP) – celkove na úrovni desiatok MBq za rok z jednotlivých JZ.

Pre monitorovanie v okolí SE-EBO a SE-EMO sú zriadené Laboratóriá radiačnej kontroly okolia (LRKO) v Trnave a v Leviciach, ktoré zabezpečujú údaje o radiačnej situácii (RS) v okolí JZ v jednej a druhej lokalite a to jednak pre SE a jednak pre JAVYS. Program monitorovania okolia je schvaľovaný orgánom hygienického dozoru. Špeciálne postavenie a úlohy má RÚ RAO Mochovce, ktorého monitorovací program okolia je zameraný na špecifiká potenciálneho uvoľnenia uložených spevnených nízko a stredne aktívnych RAO do ŽP (hlavne podzemné a povrchové vody).

Monitorovaním RS v ŽP sa z titulu svojej pôsobnosti zaoberajú i iné organizácie. Predovšetkým sú to organizácie, ktoré sú zapojené do Radiačnej monitorovacej siete SR (RMS), ktorá je ustanovená na základe § 9 Zákona č.355/2007 Z.z. [3]. RMS zabezpečuje monitorovanie RS a zber údajov na území SR za účelom vyhodnotenia ožiarenia obyvateľstva pri normálnej i havarijnej situácii. RMS má stále a pohotovostné zložky. K stálym zložkám patrí predovšetkým tzv. Teledozimetrický systém (TDS) v okolí JE a systémy kontinuálneho monitorovania iných rezortov. K pohotovostným zložkám RMS SR patria hlavne podporné laboratórne skupiny na príslušných vysokých školách, výskumných ústavoch, laboratóriá hygienickej a veterinárnej služby.

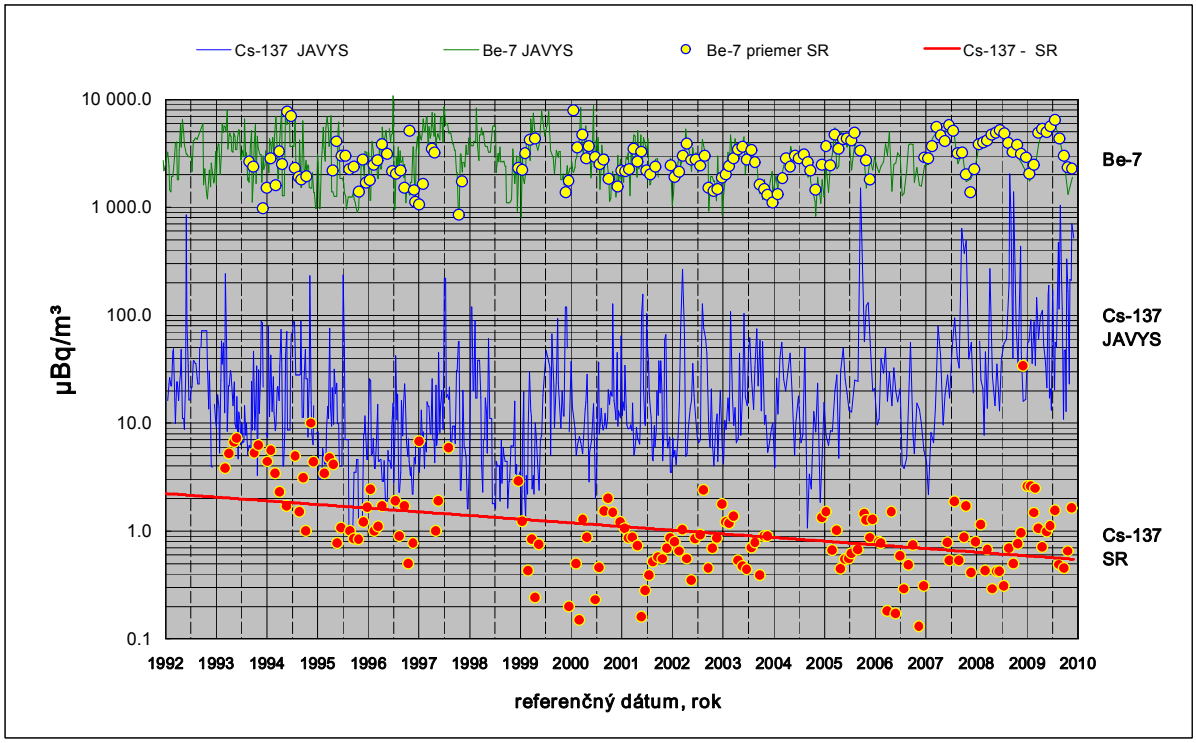
VUJE sa zaoberá monitorovaním RS v jednotlivých lokalitách s JZ a hodnotením ich vplyvu na ŽP v rámci rôznych špecializovaných úloh zameraných na túto oblasť - hlavne pre prevádzkovateľov JZ. Výsledky činnosti ústavu sú využívané pre rôzne účely, napr. pre spracovanie príslušných kapitol do bezpečnostných správ pri výstavbe a uvádzaní jednotlivých JZ do prevádzky, pre cyklické hodnotenia bezpečnosti podľa príslušných vyhlášok ÚJD SR, pre vývoj špecializovaných metód monitorovania a pod.

Aktivita umelých RN v okolí JE ale i v ŽP ako takom je veľmi nízka. Citlivými monitorovacími systémami sa dajú zaregistrovať umelé RN, ktoré pochádzajú z tzv.

[1] Toto tvrdenie platilo do roku 2008, kedy bola JE V-1 odstavená a v súčasnosti sa pripravuje na vyraďovanie

globálneho spádu. Súčasťou globálneho spádu sú i kozmogénne RN, ktoré vznikajú vo väčších výškach atmosféry v dôsledku pôsobenia kozmického žiarenia. Na Obr. 1 je znázornený časový priebeh aktivity typických predstaviteľov globálneho spadu - ^{137}Cs (umelý RN - produkt štiepenia uránu) a ^{7}Be (kozmogénny RN) za časové obdobie od roku 1992 až doteraz. v lokalite JAVYS Jaslovské Bohunice v porovnaní s priemernými hodnotami na Slovensku.

Obr. 1 Časový priebeh aktivity ^{137}Cs a ^{7}Be v aerosóloch prízemnej vrstvy atmosféry v areáli JZ JAVYS Jaslovské Bohunice a na ostatnom území SR, [µBq/m^3]



Podľa obrázku kozmogénny ^{7}Be podľa očakávania nevykazuje žiadne zmeny, okrem pravidelných ročných miním (v zime) a maxím (v lete) a to ani v čase ani podľa lokality.
Umelý RN ^{137}Cs vykazuje jednak zmeny v čase - lokalita JAVYS v Jaslovských Bohuniciach je ovplyvňovaná lokálnymi vplyvmi (vyraďovanie JE A-1, spracovanie RAO a pod.) a na ostanom území SR je jasne viditeľný pokles aktivity s polčasom cca 9,5 roka, čo je dôkazom toho, že atmosféra po havárii v Černobyle nie je významne ovplyvňovaná novým ^{137}Cs z prevádzky JE (atmosférické pokusy s jadrovými zbraňami boli ukončené v r.1963 - posledný čínsky pokus bol vykonaný v r.1981). Súčasná veľmi nízka aktivita umelých RN v ovzduší vyžaduje pri ich monitorovaní špeciálne metódy koncentrácie aerosólov v veľkého objemu vzduchu a veľmi citlivé a vysoko selektívne metódy stanovenia jednotlivých RN. Takéto metódy sa využívajú pri monitorovaní vplyvu JZ na okolité ŽP. Napriek tomu z umelých RN je gamaspektrometricky merateľný iba ^{137}Cs. Z iných umelých RN je možné stanoviť ^{3}H, ^{90}Sr, ^{14}C, ^{241}Am, ^{239,240}Pu. To sú všetko umelé RN (^{3}H a ^{14}C vznikajú i pôsobením kozmického žiarenia), ktoré sa nachádzajú v „globálnom spade“ a teda pri ich interpretácii z hľadiska vplyvu JZ na svoje okolie treba pristupovať „kvalifikovane“. Ako príklad môže poslúžiť uvedený obrázok, kde údaje o aktivite ^{137}Cs na ostatnom území SR (okrem J. Bohuníc) sú od r.2000 uvedené namerané hodnoty z lokality RÚ RAO Mochovce, ktorá sa nachádza neďaleko JE EMO (asi 1,5 km severo-západne). Tento obrázok je použitý zo Správy za Oblasť 13 „Vplyv prevádzky RÚ RAO na ŽP“ Periodického hodnotenia tohto JZ po 9 rokoch jeho prevádzky [4]. Je to

z toho dôvodu, že v iných lokalitách na území SR podľa údajov z RMS SR je detekčný limit použitého zariadenia väčší ako je reálna aktivita tohto RN v prízemnej vrstve atmosféry. Podľa tohto obrázku je možné konštatovať, že aktivita ^{137}Cs v ovzduší sa na území RÚ RAO nelíši od aktivity tohto RN na ostatnom území SR (okrem J. Bohuníc) a taktiež, že prevádzka JE EMO významne neovplyvňuje okolitú atmosféru (vyskytuje sa jedno mimoriadne zvýšenie aktivity ^{137}Cs koncom roku 2008). Podľa tohto obrázku je treba uviesť tiež fakt, že aktivita ^{137}Cs v ovzduší na území SR (vrátane okolia JE) je v porovnaní s aktivitou kozmogénneho ^{7}Be výrazne nižšia (100 a 1000 krát).

Záver

V referáte sú uvedené prístupy VUJE, a.s. Trnava k hodnoteniu vplyvu JZ na životné prostredie uplatňované pri posudzovaní vplyvov týchto objektov a činností v zmysle príslušného zákona o posudzovaní vplyvov. Poukázané je na rádiologické vplyvy, nakoľko tieto sú pre jadrové elektrárne (a jadrové zariadenia vôbec) charakteristické.
Na príklade aktivity ^{137}Cs je dokumentované, že JZ na Slovensku neovplyvňujú významne radiačnú situáciu v ich okolí. Merateľné sú iba RN charakterizujúce radiačné pozadie, s výnimkou niektorých zložiek životného prostredia v okolí JE A-1 (podzemné vody pod areálom a príbrežné sedimenty Dudváhu), ktorej prevádzka bola ukončená po havárii v r.1977.
Na základe toho i radiačné dávky okolitého obyvateľstva sú výrazne nižšie ako sú stanovené našou legislatívou [2]. Hodnoty tzv. efektívnych dávok kritickej skupiny obyvateľstva (skupina (obec) s maximálnou dávkou), vypočítané z reálnych výpustí rádioaktívnych látok z našich JZ dosahujú hodnôt na úrovni desatín percenta [1] oproti medznej dávke stanovenej legislatívne (0,250 mSv/rok [2]). Tieto hodnoty v porovnaní s dávkou, ktorú obdrží každý obyvateľ SR z tzv. radiačného pozadia sú cca 1000 krát nižšie. Údaje o radiačnej situácii v prevádzkových priestoroch JZ a v ich okolí a údaje o dávkach personálu i okolitého obyvateľstva sú pravidelne vyhodnocované a publikované s Správach prevádzkovateľov jednotlivých JZ, ktoré sú predkladané každoročne dozorným orgánom (ÚJD SR a ÚVZ SR). Tieto údaje sú dostupné i na Internete.

Literatúra

1. Morávek, J., 2010: Hodnotenie vplyvu Jadrových zariadení na Životné prostredie. Spravodajca SEA/EIA, 1/2010, enviroportal.sk
2. Nariadenie vlády SR č. 345/2006 Z. z. o základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením
3. Zákon č.355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia
4. Morávek, J., 2010: Vplyv prevádzky RÚ RAO na životné prostredie. Správa za oblasť 13 - životné prostredie - Periodického hodnotenia jadrovej bezpečnosti RÚ RAO Mochovce. VUJE, a.s. Trnava, október 2009

RNDr. Jozef Morávek, CSc.
VUJE, a.s. Trnava
Okružná 5, 918 64 Trnava
moravek@vuje.sk
033/5991459