

Potreba výstavby školského jadrového reaktora na Slovensku

J. Haščík, V. Slugeň, R. Hince: The need for a training reactor in Slovakia, Život. Prostr., Vol. 29, No. 2, 98–100.

Present experimental equipment of nuclear research and school working-places in Slovakia do not represent world technology standards or the importance of nuclear energy for our country. This paper describes the past and the present situations in the field of training reactor construction and explains the need for such an equipment in Slovakia.

The natural sources of energy in Slovakia are limited. There are practically no sources of gas, oil and black coal and there are only a few limited sources of low quality lignite, with deep seams and the associated high costs with mining. The exploitation of the hydro-potential of the Slovak Republic is relatively high. Therefore, a decision to develop nuclear power in our country at the end of the 1950's was made. Today's 4 units of VVER-440 reactor produce 53 % of all electricity in Slovakia. The total amount of electricity generated by those units up to the end of 1993 was 133 TWh.

The bulk of the Slovak Electric Power System is created by NPP V-1 and V-2 located at Jaslovské Bohunice. A total of 4 units were commissioned in 1979, 1980, 1984 and 1985. The next 4 units of VVER-440 are being built at Mochovce.

Experimental equipment such as an experimental reactor in the field of nuclear energy was concentrated within the Czechoslovak Republic in Prague, Řež at Prague and Pilsen for a total 4 training and experimental reactors. After the separation of the Czech and Slovak Republics in January 1993, no experimental basis and equipment were left in Slovakia.

The article also lists our previous activities concerning the attempt to build a training reactor in Slovakia. The last step is connected with a reconstruction of Critical set SUR-100 delivered from Germany. This equipment could partially compensate the training reactor in the education process.

Využitie školských a experimentálnych reaktorov vo svete

Slovensko je do značnej miery odkázané na výrobu elektrickej energie v jadrových elektrárnach, dnes sa viac ako 50 % vyrába týmto spôsobom. Po rozdelení ČSFR však všetky experimentálne a školské jadrové zariadenia ostali na území ČR.

Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (MAAE) so sídlom vo Viedni v súčasnosti registruje 563 experimentálnych jadrových reaktorov. K tomu však treba pripočítať i tie, ktoré boli postavené v USA a bývalom ZSSR v 40. a začiatkom 50. rokov. Z celkového počtu je v súčasnosti v prevádzke 343, vo výstavbe 13 a plánuje sa s výstavbou 15

reaktorov. Na ilustráciu uvádzame prehľad prevádzkových experimentálnych a školských reaktorov v krajinách susediacich so Slovenskom (tab. 1).

S výnimkou Rakúska, ktoré má okrem toho aj špecifický prístup k jadrovej technike a energetike, patrili ostatné susedné krajiny k bývalému RVHP. Výskum v tejto strategicky dôležitej a finančne náročnej oblasti bol do značnej miery centralizovaný v bývalom ZSSR. Dôkazom toho je aj jediný a vo všetkých krajinách bývalej východnej Európy využívaný typ reaktora VVER-440, resp. VVER-1000. Túto skutočnosť treba brať do úvahy pri porovnávaní nízkeho počtu experimentálnych a školských reaktorov v krajinách RVHP s vyspelými krajinami Európy.

Tab. 1. Prehľad prevádzkových experimentálnych a školských reaktorov v krajinách susediacich so SR

Česká republika				
Lokalita	Názov	Výkon	Rok dosiah. kritickosti	Druh zariadenia
Řež u Prahy	VVRS	2 MW	1957	experimentálne
	rekonštr. na LWR-15	15 MW	1990	experimentálne
Řež u Prahy	LR-0	5 kW	1982	experimentálne
Plzeň	ŠR-O mimo prevádzky	5 kW	1971	školské a experimentálne
Praha	VR-1	10 kW	1990	školské
Poľsko				
Swierk	EWA	10 kW	1958	experimentálne
Swierk	AGATA	100 W	1973	experimentálne
Swierk	MARIA po rekonštrukcii	30 MW	1974	experimentálne
Ukrajina				
Kyjev	WWR-M	10 MW	1960	experimentálne
Maďarsko				
Budapešť	NUCL TR	100 kW	1971	školské
Budapešť	WWR-SZM	5 MW	1959	experimentálne
	po rekonštrukcii	20 MW	1992	experimentálne
Budapešť	ZR-6M mimo prevádzky	0 kW	1962	experimentálne
Rakúsko				
Seibersdorf	ASTRA	10 MW	1960	experimentálne
Wien	TRIGA II	250 kW	1962	školské
Graz	SAR	10 kW	1965	školské

V Nemecku je v súčasnosti v prevádzke 26 školských a experimentálnych jadrových reaktorov, pričom prevádzkovaných jadrových energetických blokov je 20, ktoré sa podieľajú na výrobe elektrickej energie ca 30,1 %.

Najvýraznejší podiel jadrovej energetiky na výrobe elektrickej energie je vo Francúzsku (ca 73 %). Pracuje tu 55 blokov jadrových elektrární, na ktoré pripadá 20 školských a experimentálnych jadrových reaktorov.

Na Slovensku nie je v súčasnosti v prevádzke žiadne podobné experimentálne zariadenie.

Najintenzívnejšia výstavba školských a experimentálnych jadrových zariadení vo svete prebehla v 60. rokoch. Mnohé z nich s pôvodne plánovanou životnosťou 25-30 rokov, boli už v uplynulom období rekonštruované z dôvodov nových legislatívnych požiadaviek na zabezpečenie kvality a bezpečnej prevádzky. Ich využitie na experimentálne, resp. školské účely zostáva nezmenené. I najstaršie z týchto reaktorov boli prispôbené súčasným požiadavkám. Z toho vyplýva vysoká flexibilita využitia tohto typu zariadenia (Slugeň, Haščík, 1994).

Umiestnenie experimentálnych, resp. školských jadrových reaktorov zvyčajne nelimituje hustota osídlenia lokality. Naopak, najčastejšie bývajú nainštalované v areáloch univerzít, resp. technických vysokých škôl.

Vysoká úroveň teoretickej a odbornej prípravy je dôležitá i pre orgány kontroly a dozoru bezpečnej prevádzky jadrových elektrární. Poznatky o praktickej činnosti jadrového reaktora sú zasa dôležité i pre pracovníkov pôsobiacich vo sfére tvorby a ochrany životného prostredia.

Vzhľadom na to, že laická verejnosť je zaplavená často aj zavádzajúcimi informáciami o vplyve jadrovo-energetických zariadení na životné prostredie, považujeme za dôležité využiť školský jadrový reaktor i na osvetu.

Výučba v oblasti jadrovej fyziky a techniky

V rámci vysokoškolského štúdia vzdelávanie v oblasti jadrovej techniky a energetiky zabezpečujú tieto katedry:

- Katedra jadrovej fyziky a techniky Fakulty elektrotechniky a informatiky STU Bratislava,
- Katedra tepelnej energetiky Strojníckej fakulty STU Bratislava,
- Katedra jadrovej fyziky MFF UK Bratislava,
- Katedra jadrovej chémie PRIF UK Bratislava.

Súčasná vybavenosť týchto pracovísk experimentálnymi zariadeniami nezodpovedá však spomínaným potrebám. Vďaka aktivite a osobným kontaktom pracovníkov Katedry jadrovej fyziky a techniky FEI STU cestujú študenti tejto katedry do Budapešti a Viedne, kde absolvujú praktické cvičenia na školských jadrových reaktoroch NUCL TR (v Budapešti) a TRIGA II (vo Viedni). Je to však núdzové riešenie, ktoré svojím rozsahom nezodpovedá potrebám kvalitnej experimentálnej prípravy. Hoci sa tieto cvičenia zatiaľ darí hradiť v rámci recipročnej výmeny študentov, v budúcnosti ich, vzhľadom na zlú finančnú situáciu v rezorte školstva, nemožno garantovať. Kvalitatívnu zmenu v úrovni prípravy študentov v tejto oblasti na bratislavských vysokoškolských pracoviskách možno docieľiť jedine prostredníctvom školského jadrového reaktora.

Pedagogické využitie školského jadrového reaktora tvorí podstatnú časť jeho možného využitia. Podľa profilu štúdia možno ho rozdeliť na dve oblasti:

- *Študijné zamerania na prevádzku jadrových elektrární.* Sú to hlavne cvičenia z predmetov Reaktorová fyzika, Jadrová a neutrónová fyzika, Fyzika tuhých látok, Detekcia a dozimetria žiarenia, Kontrola a riadenie jadrových reaktorov a podobne.

● *Študijné zameranie na využívanie reaktora ako zdroja žiarenia.* Reaktor sa bude využívať na praktické cvičenia v predmetoch Jadrová chémia, Jadrová a neutrónová fyzika, Fyzika tuhých látok, Detekcia žiarenia, Jadrovo-fyzikálne metódy, Radiačná biofyzika, Radiačná ekológia, Radiačná chémia, Fyzika polymérov a podobne.

Okrem tohto využitia považujeme za dôležité začleniť školský jadrový reaktor aj do prípravy ďalších odborníkov v rezorte palív a energetiky. Prispieje ku skvalitneniu všeobecnej teoretickej prípravy prevádzkového a riadiaceho personálu v jadrových elektrárnach, čo potvrdzujú i bohaté skúsenosti z Maďarska.

Inštaláciu školského jadrového reaktora na Fakulte elektrotechniky a informatiky STU by sa vytvorili možnosti kvalitnejšej prípravy i pre študentov ďalších odborov tejto fakulty, napríklad Automatizovaných systémov riadenia, Informatiky a výpočtovej techniky, Telekomunikácií, Meracej techniky a pod.

Doterajšie snahy o vybudovanie ŠJR na Slovensku

Pri tvorbe výchovno-vzdelávacej a vedeckovýskumnej koncepcie v odbore jadrová technika na Slovensku už akademik Ilkovič r. 1962 prvýkrát uvažoval o školskom jadrovom reaktore. Pracovisko malo mať celoslovenskú pôsobnosť a malo tvoriť experimentálnu základňu pre celú oblasť jadrovej techniky. Keďže výskumné i pedagogické kapacity v tejto oblasti boli v tom období sústredené v Bratislave a Jaslovských Bohuniciach, uvažovalo sa o výstavbe školského jadrového reaktora v Bratislave. V druhej polovici 60. rokov sa mal v rámci výstavby PRIF UK v Mlynskej doline vybudovať aj školský jadrový reaktor v špeciálnom rádioizotopovom pavilóne. Pracovisko mala spoločne využívať vtedajšia SVŠT i UK. Tento zámer sa však nerealizoval pre nedostatok finančných prostriedkov.

Druhý raz sa o budovaní školského jadrového zariadenia v Bratislave uvažovalo r. 1967 v Čs. komisii pre atómovú energiu (dnes Úrad jadrového dozoru SR). Motivovala ho potreba materiálového výskumu pre rozvíjajúcu sa jadrovú energetiku. Uvažovalo sa o lokalite Trnávka, kde mala SVŠT vyčlenené pozemky na výstavbu svojich laboratórií. Tento reaktor mal mať výkon 30 MW. Zmeny v politickej orientácii v Československu po r. 1968, ako aj budovanie závislosti ČSSR od surovín i technológií zo ZSSR spôsobili, že sa odstúpilo od tohto zámeru.

Tretí pokus vybudovať ŠJR na Slovensku stroskotal r. 1972 pre nedostatok finančných prostriedkov na realizáciu stavebnej časti reaktora, pričom 10 mil. Kčs na dodávku technologických zariadení už bolo zabezpečených z prostriedkov ČSKAE.

V období 1973-1979 boli pripravené dve štúdie na výstavbu školského jadrového reaktora a bol už vydaný i stavebný zámer na jeho výstavbu v Bratislave. Jedna zo štúdií počítala s dodávkou od nás, druhá z Maďarska.

Posledný štátom podporovaný zámer vybudovať školský jadrový reaktor na Slovensku vznikol r. 1980 ako súčasť úlohy štátneho plánu rozvoja vedy a techniky "Výskumná reaktorová základňa". V rámci tejto úlohy sa uskutočnila anketa o potrebách využitia školského jadrového reaktora medzi slovenskými vysokoškolskými a výskumnými pracoviskami, z ktorej vzišli konkrétne požia-

davky 25 budúcich užívateľských organizácií na technické riešenie a konštrukciu reaktora. Na základe týchto požiadaviek sa stanovil optimálny výkon zariadenia na 100 kW s možnosťou krátkodobého zvýšenia na 300 kW. Na výstavbu reaktora boli zabezpečené prostriedky zo štátneho rozpočtu v plnom rozsahu - 230 mil. Kčs. Vo februári 1988 bolo vydané stavebné povolenie na výstavbu školského jadrového reaktora VR-1B v zmysle schválenej projektovej dokumentácie a v máji 1989 sa začalo stavať. 6. 12. 1989 však Ministerstvo školstva SSR stavbu pozastavilo. Vzhľadom na súčasný stav financií v rezorte školstva, ako aj v celom národnom hospodárstve, dostavba nie je reálna.

V snahe o vybudovanie školského pracoviska s jadrovým zariadením prijala vtedajšia EF STU v novembri 1990 ponuku Technickej univerzity v Mníchove na bezplatný prevod Kritického súboru SUR-100 do Bratislavy (Kysel a kol., 1993). Je to jadrovo-fyzikálne zariadenie s maximálnym výkonom 0,1 W, ktoré do konca augusta 1981 prevádzkovalo laboratórium Katery dynamiky a bezpečnosti reaktorov Elektrotechnickej fakulty TU v Mníchove-Garchingu. Po zmene výskumnej orientácie katedry toto zariadenie odstavili a zakonzervovali, ako v princípe funkčné (Haščík, Slugeň, Hinca, 1992).

Pracovníci Katedry jadrovej fyziky a techniky terajšej FEI STU po splnení príslušných vývozných i dovozných predpisov previezli Kritický súbor SUR-100 do Bratislavy a v priebehu novembra 1992 ho umiestnili vo svojom rádioizotopovom laboratóriu v Mlynskej doline. Uvedenie do prevádzky bolo podmienené rekonštrukciou riadiaceho systému, rekonštrukčné práce sa však zastavili pre nedostatok finančných prostriedkov. Jadrové palivo i neutrónový zdroj ostali podľa zmluvy vo vlastníctve a správe TU Mníchov.

V januári 1993 prišla ponuka od Škody Plzeň, závodu Jaderné strojírenství, na prevod rekonštruovaného ŠR-0 za cenu demontážnych prác. Na túto ponuku sa vypracovala štúdia "Umiestnenie ŠR-0 na Slovensku", kde sa uvažovalo s 3 lokalitami:

- areál jadrovej elektrárne v Jaslovských Bohuniciach,
- areál jadrovej elektrárne v Mochovciach,
- areál STU v Mlynskej doline.

Ako optimálnu lokalitu štúdia odporúčala Bratislava. Náklady na uvedenie tohto zariadenia do prevádzky však presahovali 230 mil. Sk, preto ani táto ponuka neprichádzala do úvahy.

V lete 1994 ponúkla FTU Karlsruhe bezplatný prevod ich zariadenia SUR-100, ktoré je funkčné (presvedčili sme sa o tom osobne v novembri 1994). Ak BMFT SRN poskytne prostriedky na jeho likvidáciu, FTU Karlsruhe sa zaviazala uhradiť demontáž, transport i inštaláciu, dokonca poskytne ročnú záruku na prevádzku.

Literatúra

- Directory of Nuclear Research Reactors, 1989: IAEA, Vienna.
 Haščík, J., Slugeň, V., Hinca, R., 1992: Kritický súbor SUR-100 a jeho využitie na EF STU Bratislava. *Jaderné energie*, 38.
 Kysel, J. a kol., 1993: Umiestnenie školského reaktora ŠR-0 na Slovensku. (Výskumná správa), VUPEX Bratislava.
 Slugeň, V., Haščík, J., 1994: Príprava prevádzkového personálu v SRN pre JE. *Energetika*, 1.