

ÚJV 7969-V



ZPRÁVA O POKROCÍCH '86

Únor 1987

Zpracoval kolektiv pracovníků ÚJV
Redakce: Ing. S. Havelka, CSc.

ÚJV 7969-V



ZPRÁVA O POKROCÍCH '86

Únor 1987

Zpracoval kolektiv pracovníků ÚJV
Redakce: Ing. S. Havelka, CSc.

DC: 621.039:061.6

A b s t r a k t

Ve Zprávě jsou shrnuty nejzávažnější vědecké, vědecko-technické a částečně i ekonomické výsledky, dosažené v roce 1986 Ústavem jaderného výzkumu v Řeži.

A b s t r a c t

In the Report are presented the most important scientific results as well as production and economic issues of NER Řež for the year 1986.

	Str.
ÚVODEM	3
1. VÝZKUMNĚ-VÝVOJOVÉ PRÁCE	5
1.1. Jaderná energetika	5
1.1.1. Jaderná bezpečnost	5
1.1.2. Reaktorová fyzika	16
1.1.3. Reaktorové materiály	22
1.1.4. Reaktorová technika	26
1.1.5. Chemie palivového cyklu	35
1.1.6. Normalizace	40
1.2. Využití ionizujícího záření	41
1.2.1. Radiační technologie	41
1.2.2. Radiofarmaceutické preparáty	43
1.2.3. Neutronová aktivační analýza a neutronografie	45
1.3. Radiační bezpečnost	47
1.4. Vědeckoorganizační práce	48
2. VÝROBA A SLUŽBY	53
2.1. Výroba radiofarmak	53
2.2. Výroba polovodičových detektorů ionizujícího záření	54
2.3. Služby Ústřední kontrolní laboratoře	55
2.4. Ozařovací služby	57
2.5. Výpočetní služby	58
2.6. Informační služby	61
3. SOCIÁLNÍ PROGRAM	63
3.1. Zvyšování kvalifikace	63
3.2. Péče o bydlení a závodní stravování	64
3.3. Péče o zdraví, pracovní prostředí a rekreaci	64
4. ORGANIZAČNÍ STRUKTURA A EKONOMICKE VÍGLEDKY	67



Ing. Vasil Krett, Ph.D.

ředitel ÚJV

Uplynulý rok byl pro ústav rokem velkého pracovního vypětí, zvláště ve vědeckoorganizační práci. Nejen že šlo o první rok osmé pětiletky, což samo o sobě přineslo značný nápor na činnost spojenou s koordinací řady státních a resortních úkolů, které ústav koordinuje a řeší. Šlo rovněž o rok, v němž proběhl XVII. sjezd KSČ, jehož jednání položilo kategorický důraz na urychlení rozvoje národního hospodářství cestou vědeckotechnického pokroku, intenzifikace a racionalizace.

Je jasné, že pro náš ústav, který se svými více než 1000 pracovníky, z nichž třetina má vysokoškolské vzdělání a přibližně 10 % vědeckou hodnost kandidáta či doktora věd, patří k největším centrálně řízeným organizacím československé výzkumně-vývojové základny, vyplynula ze sjezdových jednání řada závažných úkolů pro zlepšení práce. Věnovali jsme proto mimořádnou pozornost rozpracování závěrů XVII. sjezdu KSČ, jakož i krajské a okresní konference KSČ na naše podmínky. Výsledkem byla nejen soustava přesně termínovaných konkrétních krátkodobých i dlouhodobých úkolů, zaměřených na racionalizaci a intenzifikaci práce ústavu, ale i aktualizace dlouhodobého programu hospodárnosti. Posledně jmenovaný byl rozpracován na základě programu hospodárnosti našeho nadřízeného orgánu - Československé komise pro atomovou energii.

Dalším závažným momentem, který zasáhl hluboce do vědeckoorganizační práce i do odborné náplně ústavu, bylo schválení Komplexního programu vědeckotechnického pokroku zemí RVHP do roku 2000 a postupné zapojování našeho ústavu do prací na úkolech jeho 3. prioritního směru "Urychlený rozvoj jaderné energetiky". Schválení Komplexního programu předznamenává kvalitativní zvrat v metodice vědeckotechnické i hospodářské spolupráce zemí RVHP. Komplexní program se totiž vyznačuje třemi základními rysy:

- určením jeho pěti prioritních směrů byla poprvé v praxi vědeckotechnické spolupráce zemí RVHP uplatněna metoda hlavního člárka, která by měla vést k postupné koncentraci sil na vybrané směry;
- byl vytýčen předevšetím řešit jednotlivé úkoly Komplexního programu v celém rozsahu inovačního cyklu výzkum-vývoj-výroba-spotřeba; poprvé má tedy být ve vybraných směrech spojena vědeckotechnická spolupráce bezprostředně se spoluprací výrobní;
- spolupráce má probíhat na základě smluvně a kontraktně zajištěných přímých kontaktů mezi organizacemi, zodpovědnými v jednotlivých zemích RVHP za řešení příslušných hlavních úkolů.

Jak významně zasáhly práce na rozpracování Komplexního programu do činnosti ústavu, vyplývá z prostého faktu, že v současné době již většina výzkumných kapacit, vyčleněných v ÚJV na řešení úkolů z oblasti jaderné energetiky, pracuje na úkolech Komplexního programu. Zúčastňujeme se řešení 9 ze 17 hlavních úkolů 3. prioritního směru, pro tři z těchto 9 úkolů dokonce ve funkci čl. hlavní organizace. Ústav již iniciativně navázal přímé kontakty se největšími hlavními organizacemi a přilapěl výrazně k rozpracování podrobných pracovních plánů. V pokročilém stadiu zřizování je rovněž mezinárodní pracoviště, využívající lehkovodního experimentálního reaktoru LR-0, umístěného v našem ústavu.

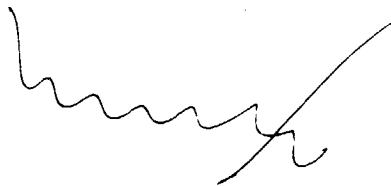
Kromě uvedených dvou mimořádně závažných úkolů - plnění závěrů XVII. sjezdu KSČ, rozpracovaných na podmínky ústavu a zapojení se do řešení úkolů 3. prioritního směru Komplexního programu, musel ústav kvalitně plnit i běžné úkoly uložené mu statutem a specifickými

pověřeními ČSKAE - např. pověřením funkcí vedoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje s meziodvětvovou působností, funkcí oborového informačního střediska apod. Tyto úkoly lze rozčlenit do tří základních oblastí:

- řešení úkolů rozvoje vědy a techniky a vědeckoorganizační činnost,
- výroba a servis,
- plnění sociálního programu.

S uspokojením mohu konstatovat, že ve všech těchto třech oblastech dosáhl ústav v roce 1986 dobrých výsledků. Zvláště potěšitelné je, že byly splněny všechny plánované realizační výstupy řešených úkolů rozvoje vědy a techniky a že byl překročen plánovaný objem výroby a servisních prací. Svou roli v tomto úspěchu sehrála i dobrá spolupráce s naším nadřízeným orgánem - ČSKAE. Ta přirozeně především určuje celkové zaměření práce ústavu a jeho dlouhodobou koncepci rozvoje. Kromě tohoto strategického řízení věnovala však komise prostřednictvím svých specialistů značnou pozornost i bezprostřední kontrole a řízení výzkumně-vývojových prací, prováděných v ÚJV, případně ústavem koordinovaných, s cílem zaměřit tyto práce na nejzávažnější aktuální i perspektivní úkoly aplikace jaderné energie v čs. národním hospodářství. Neformální pomoc pracovníků komise pomohla vyřešit řadu vzniklých problémů.

Uplynulý rok 1986 hodnotíme tedy jako úspěšný, jako rok, kdy se nám podařilo zajistit dobrý nástup do 8. PLP, zajistit dobrou rozpracovanost pětiletkových plánů. Za splnění úkolů roku 1986 bych chtěl především poděkovat všem těm pracovníkům ústavu, kteří svou angažovanou, poctivou prací a iniciativou pomáhali vedení ústavu překonávat všechny překážky a obtíže. Především oni se zasloužili o již zmíněný dobrý nástup do 8. pětiletky. Při uplatnění nových přístupů, nového myšlení si však musíme současně uvědomit, že to, co dnes hodnotíme jako dobré, nebude již zítra stačit. Abychom mohli kvalitně splnit i ostatní roky pětiletky, musíme se snažit překonávat i ty jevy, které dnes uvádíme jako objektivní potíže plnění úkolů. Jsem přesvědčen, že při efektivním využití iniciativy našich pracovníků, se to podaří.



1. VÝZKUMNĚ-VÝVOJOVÉ PRÁCE



Ing. Miloslav Hron, CSc.
náměstek ředitele pro výzkum

V roce 1986 věnoval ústav na aktuální i perspektivní úkoly z oblasti jaderné energetiky více než 77 % svých výzkumných kapacit, zbytek byl určen na aktuální úkoly z oblasti jaderné techniky. V rámci vědeckotechnického obsahu státního cílového programu 01 "Rozvoj výstavby jaderné energetiky do roku 2000" koordinoval a řešil 5 státních úkolů a na řešení dalších tří státních úkolů se podílel. Řešil dále 2 resortní úkoly RVT a 1 úkol resortní standardizace z této oblasti. Převažující část těchto úkolů byla zároveň součástí 3. prioritního směru Komplexního programu vědeckotechnického pokroku zemí RVHP do roku 2000 "Urychlený rozvoj jaderné energetiky". ÚJV se zúčastňoval na řešení 9 ze 17 hlavních úkolů tohoto prioritního směru, přičemž pro 3 hlavní úkoly byl pověřen funkcí hlavní československé organizace (zacházení s radioaktivními odpady, zpracování normativně technické dokumentace v oblasti jaderné energetiky a vývoj vysokoteplotních víceúčelových jaderných energetických zařízení). V rámci KP VTP řešil ústav i další významné úkoly - problematiku jaderné bezpeč-

nosti, vývoj diagnostických systémů pro průběžné sledování stavu jednotlivých komponent budovaných jaderných elektráren s reaktory typu VVER, vývoj metod umožňujících atestaci materiálů tlakových nádob a práce na problematice rychlých reaktorů.

V rámci státního vědeckotechnického programu P 15 "Radionuklidy a jaderná přístrojová technika" koordinoval a řešil ÚJV 2 státní a 3 resortní úkoly. V rámci těchto úkolů se vyvíjely nové radiační technologie, radiofarmaceutické preparáty, detektory ionizujícího záření a analytické postupy. V návaznosti na výsledky těchto úkolů plánuje ÚJV v období 8. PLP růst výroby radiofarmak o 65 % a detektorů o 15 %, přičemž bude zaváděna výroba nových radiofarmak a detektorů vyšší kvality. Do závěrečné fáze se dostal ÚSF "Radiofarmaka", který byl dne 4.12.1986 ukončen závěrečným oponentním řízením. Jak ukázala závěrečná oponentura, byl úkol splněn jak po věcné, tak i po finanční stránce.

Uspokojivé bylo plnění realizačních výstupů, předepsaných rozpisem plánu. V roce 1986 bylo sledováno 9 realizačních výstupů, z toho 5 hmotné povahy. Všechny výstupy hmotné povahy byly splněny, z toho provoz smyčky RCS-3 na 120 % a izolace drahých kovů z odpadu dokonce na více než 160 % (izolováno bylo přes 52 kg Pa a Pt v hodnotě cca 13 mil. Kčs).

Značnou pozornost věnoval ústav i vědeckoorganizační činnosti. Ta vycházela především z plnění funkce vedoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje a meziodvětvovou působností v oblasti jaderné energie a techniky a byla zaměřena zejména na zpracování koncepčních studií, na plnění vědeckoorganizačních úkolů v oblasti mnohostranné mezinárodní spolupráce, na koordinaci státních úkolů RVT a úkolů státní standardizace a na rozsáhlou vědeckotechnickou a popularizační informační činnost.

1.1. J a d e r n á e n e r g e t i k a

Hlavním programem ÚJV zůstával i nadále aplikovaný výzkum v oblasti jaderné energetiky. Hlavní směry výzkumu byly určovány potřebami výstavby jaderné energetiky a rozvoje jaderné-energetického strojírenství ČSSR. v rámci 3. prioritního směru Komplexního programu zemí RVHP. Řada dosažených výsledků již našla své uplatnění ve výrobě a v provozu čs. jaderných elektráren.

1.1.1. Jaderná bezpečnost

Výzkumné práce v oboru bezpečnosti jaderných zařízení s lehkovodními reaktory byly zaměřeny na analýzy provozovaných a budovaných jaderných elektráren s reaktory typu VVER zejména s ohledem na potřeby státního dozoru nad jadernou bezpečností. Předmětem studií byly neutronické vlastnosti aktivní zóny, termomechanické analýzy chování palivových článků, spolehlivostní analýzy, havarijní analýzy a vliv jaderného zařízení na okolí. Rovněž byla zabezpečována standardizace výpočtových programů.

V části věnované zkoumání neutronických vlastností aktivní zóny byly práce zaměřeny na rozvíjení problematiky výpočtů aktivních zón reaktorů VVER-1000 a nestandardních palivových vsázek reaktorů VVER-440. Pro výpočty parametrů aktivních zón reaktoru VVER-1000 je určen komplexní makrokód BIPRGN, založený na zpřesněném modelu s výchozím dvougrupovým přiblížením, který je vyvíjen v ÚJV na základě sovětského kódu BIPRG. K rozšíření informací o aktivní zóně byla odladěna větev počítající koeficienty reaktivity poruchovou teorií a vypracována procedura výpočtu přechodových procesů vyvolaných změnou výkonu reaktoru. To bylo využito k výpočtu průběhu přechodových procesů pro některé skokové změny výkonu reaktoru VVER-1000 JE Temelín. Program BIPRGN lze použít i pro výpočty aktivních zón reaktorů VVER-440, což bylo využito při jeho ladění na základě srovnávání s výpočetními výsledky výpočtů programu BIPR-5/EC. Vstupní data pro makrovýpočty jsou charakterizovány mnoha proměnnými parametry. K získání koeficientů aproximací na parametrech stavu aktivní zóny je určen program ADAGIO/1/, k výpočtu vstupních dat z koeficientů aproximací program LARGO /2/, výpočetní možnosti těchto programů byly rozšířeny. Soubor programů umožňuje získat z knihoven typu MAGRU koeficienty aproximací až na 7 parametrech stavu (vyhoření, spektrální index, teplota moderátoru, teplota paliva, koncentrace kyseliny borité, hustota a tlak moderátoru) a následný výpočet melogrupových dat pro aktivní zóny. Pro doplňování knihoven melogrupových dat, případně i tvorbu, byl převzat a osvojen program UNIRASOS, který je určen k výpočtům neutronických charakteristik a změn izotopického složení paliva. Kromě testovacích výpočtů bylo provedeno srovnání základních jednogrupových parametrů palivových kezet VVER-440 z knihovny MAGRU s daty používanými pro program BIPR 5. K ověření přesnosti výpočtu neutronických vlastností slouží program MOCA, který řeší transportní rovnici metodou Monte-Carlo. Byla vypracována verze, zaměřená na zvýšení přesnosti pro vybrané prostorové oblasti a energetické grupy.

Pro termomechanické analýzy chování palivových článků v provozních stavech pokračovalo ověřování výpočtového programu PIN pomocí experimentů se zkrácenými palivovými články v reaktoru MR v Moskvě. S experimenty byl porovnán časový průběh tlaku uvnitř článků a prodloužení sloupce paliva a pokrytí palivového článku /3/. Programem pro dvourozměrné deformační výpočty založeným na metodě konečných elementů byla analyzována interakce vyosené tebletky s pokrytím palivového článku a navržen aproximační vztah k zabudování do integrálního programu /4/, obr. 1. Pro dvourozměrné pevnostně-deformační výpočty palivových článků s uvažováním creepu a plasticity byl upraven převzatý výpočtový program AXIDEP. Pro výpočty termomechanického chování palivových článků v havarijních stavech byly navrženy mechanické stavové rovnice materiálu pokrytí (Zr1Nb) ve tvaru:

$$\dot{\epsilon} = A(T) \cdot \sinh [B(T) \cdot (\sigma - \sigma_0)]$$

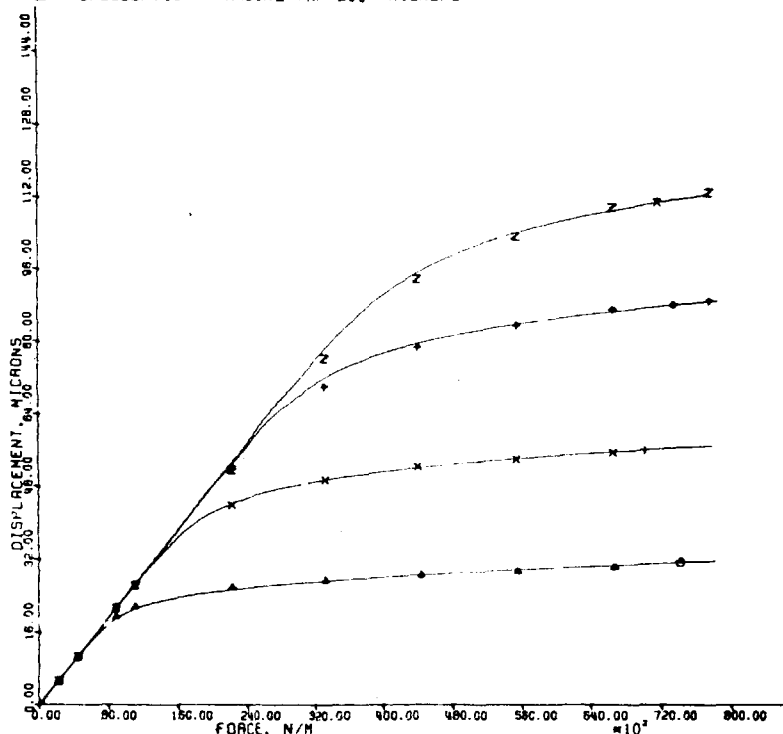
$$\dot{\sigma}_0 = \dot{\epsilon} \cdot [\sigma_{0,00}(T) - \sigma_0] / \bar{\epsilon}(\dot{\epsilon}, T), \quad \text{kde}$$

$\dot{\epsilon}$ [s^{-1}]	.....	rychlost plastické deformace,
σ [Pa]	.....	aplikované napětí,
σ_0 [Pa]	.....	zpětné napětí,
$\dot{\sigma}_0$ [Pa]	.....	rychlost změny zpětného napětí, T [K]..... teplota a
A(T), B(T), $\bar{\epsilon}(\dot{\epsilon}, T)$	.....	experimentálně stanovené parametry.

Parametry A, B, $\bar{\epsilon}$ byly stanoveny na základě creepových a tahových zkoušek. Platnost rovnice je omezena na teploty v rozmezí 550-900°C a rychlosti deformace 10^{-6} - 10^{-1} s⁻¹. Jako příklad je na obr. 2 uvedeno porovnání diagramu creepové zkoušky s výpočtem provedeným pomocí mechanické stavové rovnice /5/. Integrovaným programem FRAS byl proveden výpočet chování pali-
 vového článku reaktoru VVER-440 během LOCA havárie včetně termohydrauliky subkanálu (obr.3).

PELLET - CLADDING DISPLACEMENT

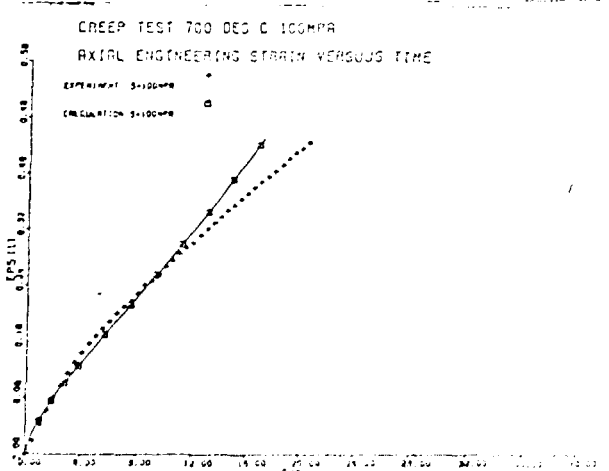
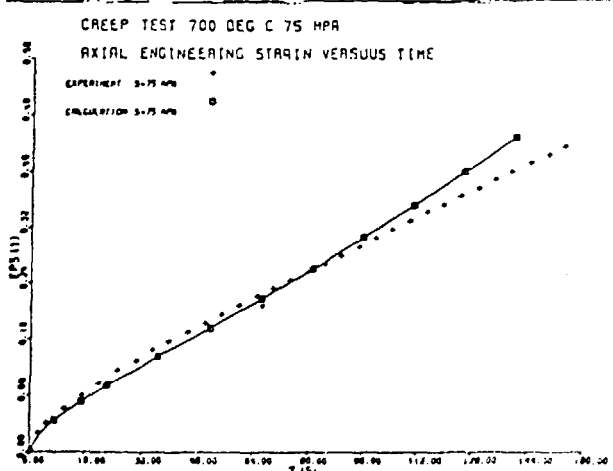
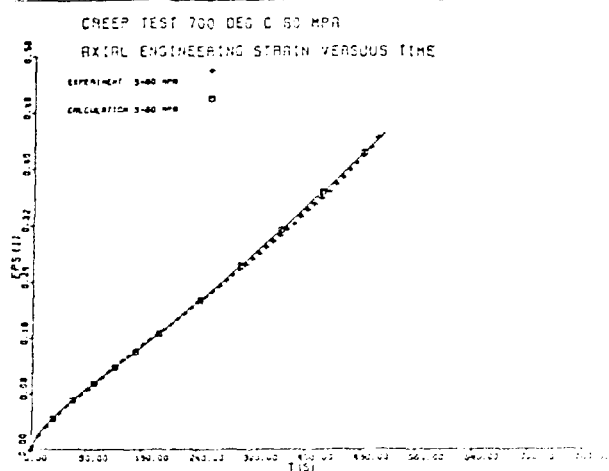
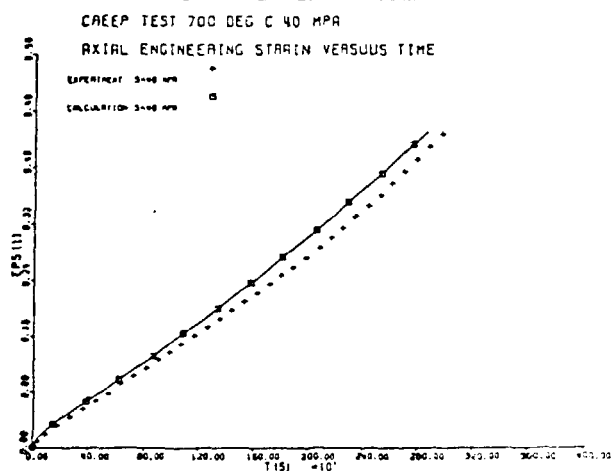
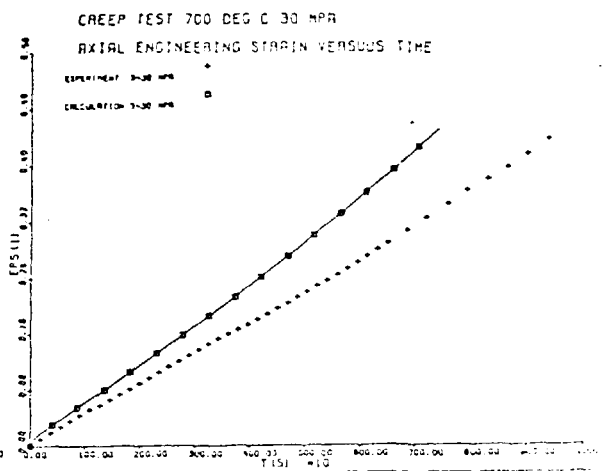
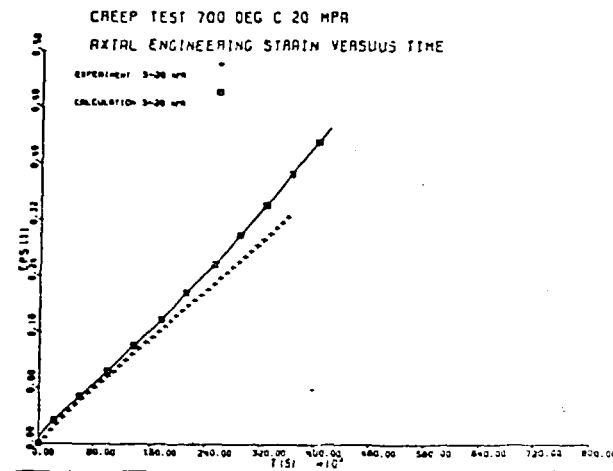
- APPROX. CURVE - RADIAL GAP 45 MICRONS
- ▲ CALCULATION - RADIAL GAP 45 MICRONS
- + APPROX. CURVE - RADIAL GAP 90 MICRONS
- × CALCULATION - RADIAL GAP 90 MICRONS
- ◇ APPROX. CURVE - RADIAL GAP 150 MICRONS
- ◆ CALCULATION - RADIAL GAP 150 MICRONS
- ✦ APPROX. CURVE - RADIAL GAP 200 MICRONS
- ✧ CALCULATION - RADIAL GAP 200 MICRONS



Obr. 1

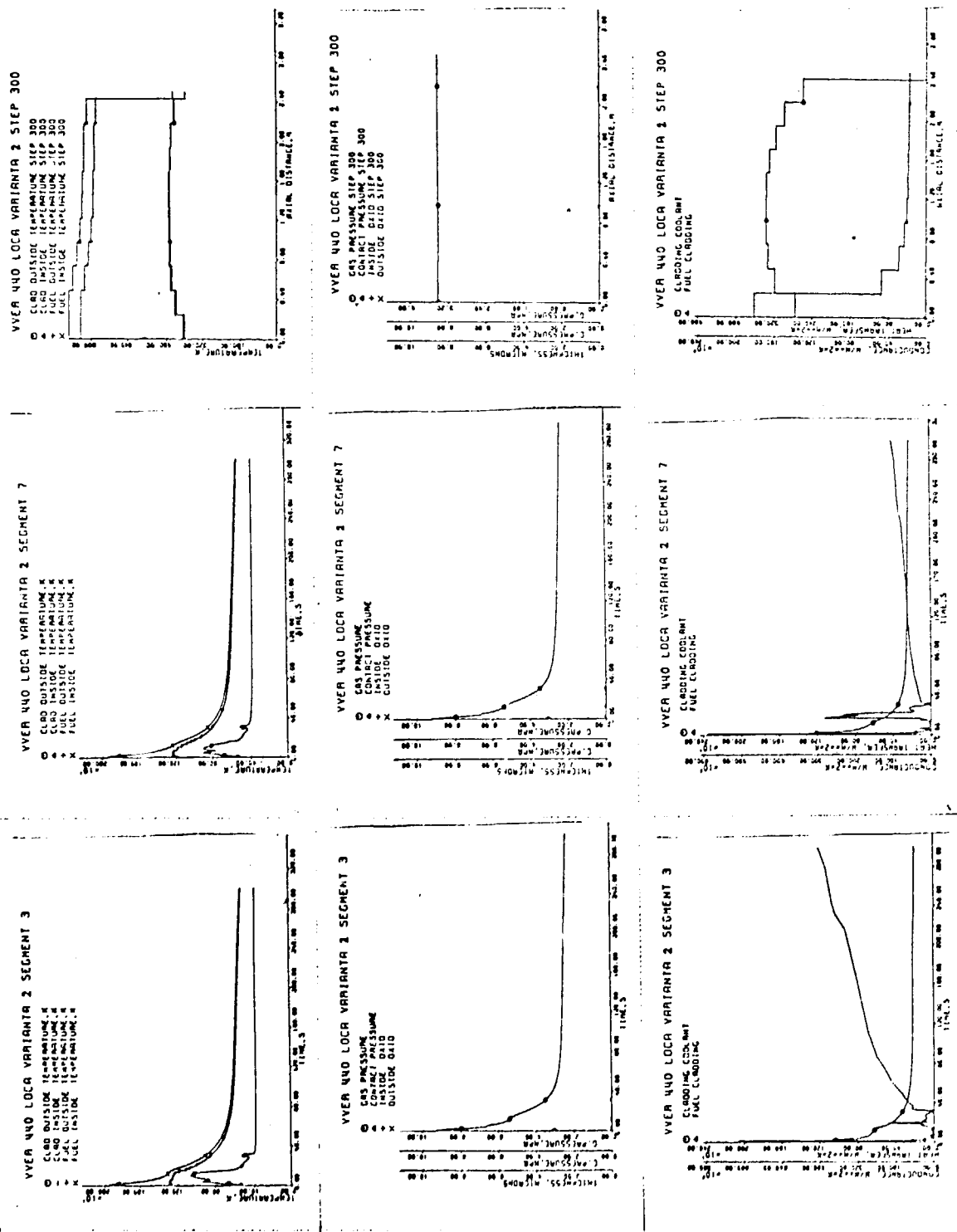
Aproximační křivky závislosti posunutí a síly F pro varianty kontaktu vyosené tablety s povlakem. Pro srovnání jsou vyneseny i vypočtené hodnoty.

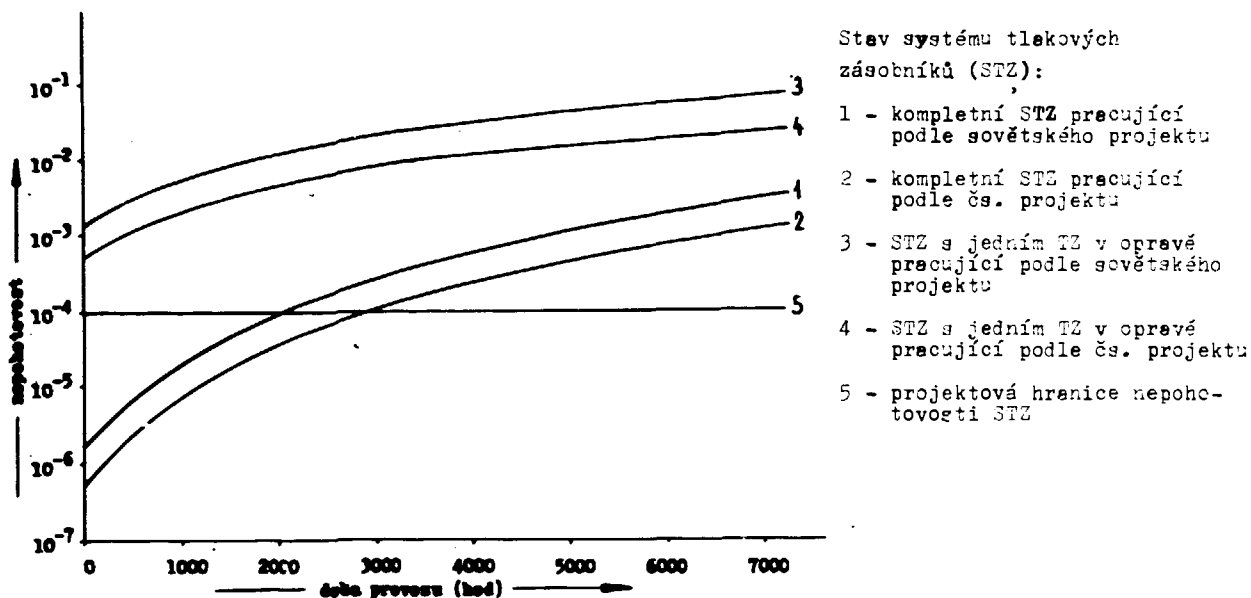
Výzkumné práce v oblasti spolehlivostních analýz byly v hlavní míře soustředěny na plnění kontraktu MAAE. Výzkum sledoval důležitost nezávislých a závislých lidských chyb pro systémovou spolehlivost a bezpečnost jaderné elektrárny /6/. V této souvislosti byl proveden výběr dvou bezpečnostních systémů jaderné elektrárny s reaktorem VVER-440 a provedená spolehlivostní analýza zahrnuje vliv lidského činitele a vliv neurčitostí. Byl sestaven stručný popis konstrukce a funkce systémů účastnících se lokalizace maximální projektové havárie jaderné elektrárny Mochovce. Pro výběr systémů bylo využito postupů pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti. Dále byly určeny možné sekvence událostí následující po maximální projektové havárii a oceněn možný vliv lidského faktoru na jednotlivé bezpečnostní systémy. Pro analýzu byl zvolen pasivní systém havarijního chlazení JE Mochovce, jako představitel systémů s malým množstvím možných lidských interakcí, a nízkotlaký systém havarijního chlazení těžce JE, jako představitel systémů s větším množstvím možných lidských vlivů. Pro pasivní systém byly sestaveny, kvantifikovány a vyhodnoceny stromy poruch a získané výsledky podrobeny diskuzi /7/. Výsledky demonstrovaly význam volby požadavku projektu na činnost tohoto systému a ukázaly, že provozování systému při opravování jednoho tlakového zásobníku silně zvyšuje jeho nepohotovost (obr. 4).



Obr. 2 Porovnání výpočtu a experimentu pro creepové zkoušky
 provedené při teplotě 700°C

Obr. 3 Termomechanický výpočet chování palivového článku reaktoru VVER-440 (LOCA-havárie), provedený programem BRAS včetně termohydraulického výpočtu unikání.



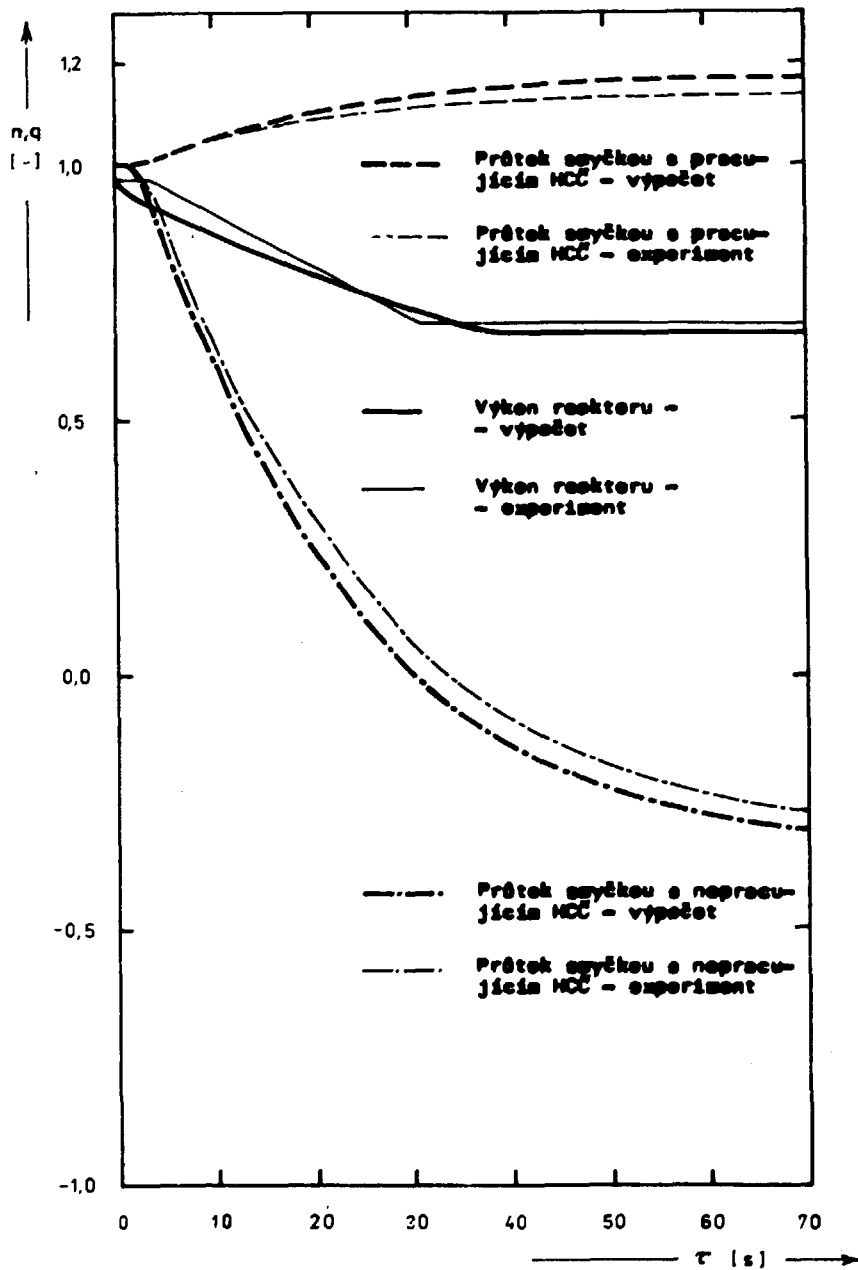


Obr. 4 Časový průběh nepohotovosti tlakových zásobníků systému havarijního chlazení JE Mochovce v závislosti na požadavcích projektu a při povolené opravě jednoho tlakového zásobníku.

Přehledně byly shrnuty metody pro analýzu nejistot a popsány metodiky pro uvážení vlivu poruch se společnou příčinou při spolehlivostní analýze systémů s použitím stromu poruch. Pro šíření neurčitosti ve stromu poruch byla shrnuta řada námětů, zkušeností a výsledků, získaných v letech 1976-1985, při aplikacích šesti analytických metod /8/. V souvislosti s analýzou nejistot byly odladěny a ověřeny zahraniční výpočtové programy RANGE a COSMOS. Mimo rámec těchto prací byl pomocí stromu poruch proveden spolehlivostní rozbor pohonu havarijní tyče v reaktoru VVER-440.

V rámci prací prováděných na havarijních analýzách jaderné elektrárny byl sovětský výpočtový program MOST7, který modeluje chování bloku jaderné elektrárny, doplněn novým modelem sekundárního okruhu a korelacemi pro výpočet kritických tepelných toků v aktivní zóně. Vzniklá verze MOST7 ČS byla odladěna a umožňuje řešit přechodové procesy vyvolané výpadkem hlavních cirkulačních čerpadel, odstavením reaktoru i poruchami v sekundárním okruhu. Součástí modelu je i popis regulátoru reaktoru a regulace tlaku v primárním i sekundárním okruhu. Výsledky získané tímto programem byly porovnány s experimenty /9/ provedenými na jaderné elektrárně V-2 pro variantu poruchy výpadku hlavních cirkulačních čerpadel, což je prezentováno na obr. 5, 6, 7.

Byl zpracován nový algoritmus iteračně numericky stabilního řešení přestupu tepla z povrchu palivových elementů do vody v přechodové oblasti přenosu tepla konvekce-vař a zbudován do programu DYNAMIKA. Pro 2. blok jaderné elektrárny V-1 se stínícími kazetami v aktivní zóně byly provedeny výpočty přechodových procesů, vyvolaných výpadky hlavních cirkulačních čerpadel. Na tomto podkladě byly nalezeny hodnoty tepelných zatížení palivových kanálů ve stacionárním stavu, které jsou vyhovující z hledisek bezpečnostních kritérií. Výpočty byly provedeny pro jednotlivé skupiny provozních režimů a naměřené průtoky chladiva primárního okruhu.



Obr. 5 Výpedek 2 ze 6 pracujicich hlavnich cirkulačních čerpadel - časové průběhy poměrného průtoku a výkonu reaktoru.

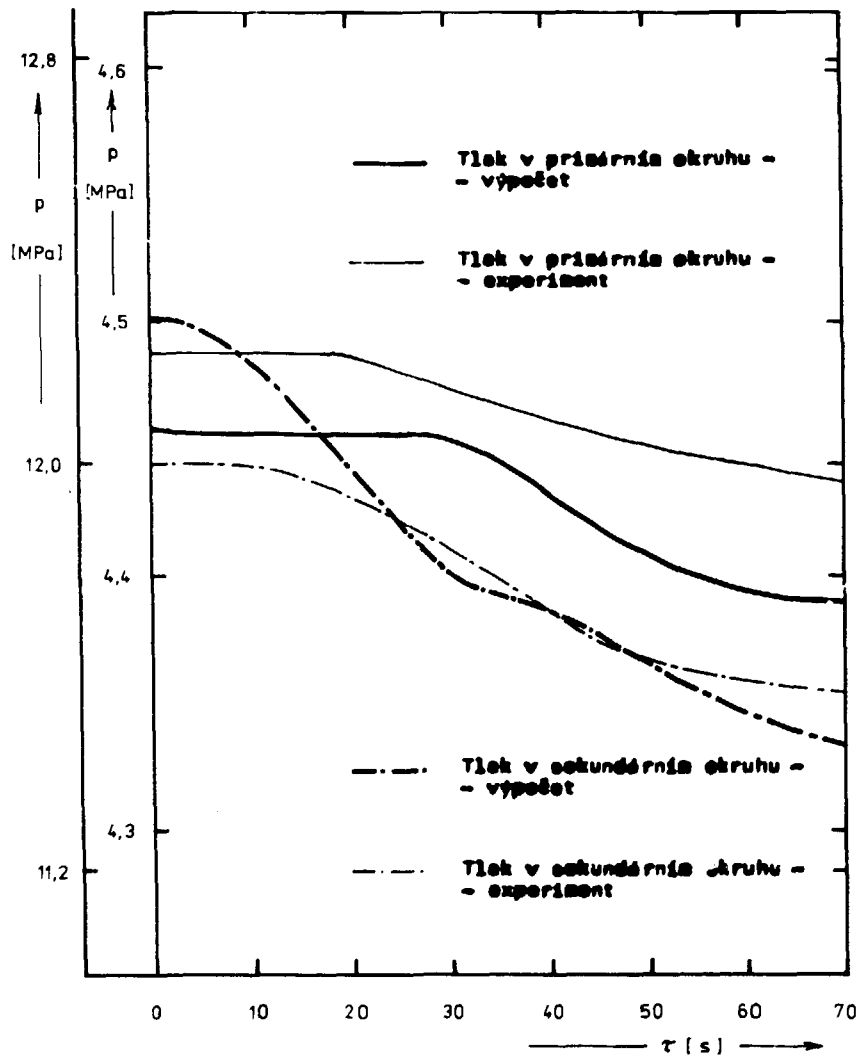
K hodnocení vlivu jaderného zařízení na okolí bylo provedeno srovnání jaderné a uhelné elektrárny o stejném výkonu situované na téže lokalitě. Byla porovnána velikost radioaktivních a chemických emisí, zábor půdy a množství vypouštěných kapalných odpadů. Srovnání vyznělo ve prospěch jaderné elektrárny /11/.

K ověřování vyvíjených modelů šíření škodlivin v atmosféře a hydrosféře byly provedeny srovnávací výpočty jednak pro hypotetickou lokalitu, jednak pro JE Dukovany. Byly počítány 4 varianty modelů šíření pro různou výšku zdroje a srážkové poměry. Získány byly hodnoty individuálních dávkových ekvivalentů vnějšího ozáření z oblaků, od látek usazených na povrchu terénu a z inhalace radioaktivních látek. Závažné je ozáření usazenými radioaktivními látkami, které představovaly více než 90 % celkové expozice.

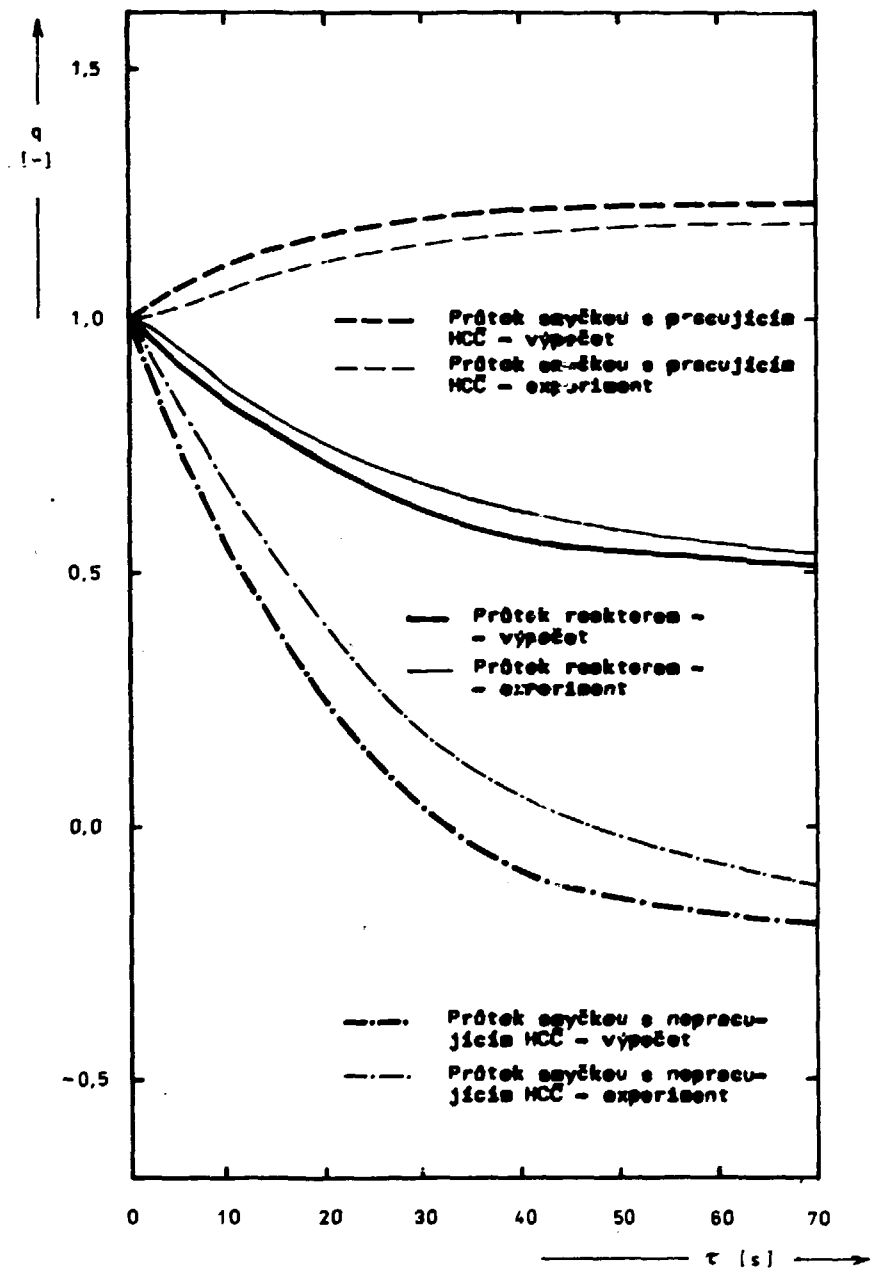
U výpočtového programu WATER /12/ byla úpravou algoritmu podstatně zkrácena doba výpočtu a zahrnut vliv sedimentů na transport aktivity a vliv jednoduchých rozpadových řad.

V rámci standardizace výpočtových programů, které jsou používány k analýze bezpečnosti jaderných elektráren, byly hodnoceny další výpočtové programy z různých organizací, řešící problematiku neutronové fyziky, termohydrauliky, chování palivových tyčí, havárií se ztrátou chladiva, dynamického zatížení, šíření radioaktivních produktů a spolehlivosti. V roce 1986 proběhlo standardizační řízení výpočtových programů:

SICHTA 83	- výpočet časové závislosti tepelného výkonu, rozložení teplot v palivovém elementu, termodynamických vlastností chladiva atd. především pro analýzu velkých havárií s únikem chladiva
CHEMLOC II	- výpočty přechodových procesů probíhajících v lehkvodných reaktorech při havárii se ztrátou chladiva po ukončení výtokové fáze
WATER	- vyhodnocování radiační situace v okolí jaderného zařízení při normálním provozu
HPINFAN	- řeší časový průběh bilance štěpných produktů v palivovém prutu, počítá bilance všech 584 nuklidů
UCELENA 2	- provádí kontrolní výpočet potrubních systémů za statických podmínek, při přechodových pracovních režimech, při seismickém působení, při cyklickém zatěžování
HPPRASKA, HPPKOFR, HPMAKOPA, HPSIKOPA	- patří do souboru programu TRABAK. Řeší bilance aktivity korozních produktů v chladivu primárního okruhu, na povrchích majících styk s chladivem a v objemu filtrů. Programem jsou vyšetřovány bilance těchto korozních produktů, pro které jsou uvedeny podklady v knihovně BIBA
HEXALOK	- výpočet lokálních neutronově-fyzikálních charakteristik palivových kazet reaktoru typu VVER.



Obr. 6 Výpadek 2 ze 6 pracujících hlavních cirkulačních čerpadel - časové průběhy tlaků v primárním a sekundárním okruhu.



Obr. 7 Výpadek 3 ze 6 pracujících hlavních cirkulačních čerpadel - časové průběhy poměrných průtoků jednotlivými smyčkami a reaktorem.

Literatura

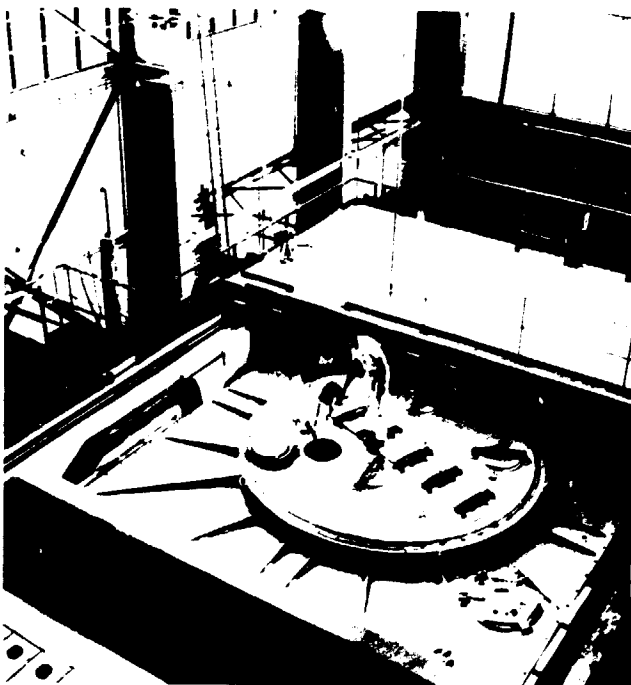
- /1/ E. Tinková: Programme ADAGIO - dlja approximaciji malogrúppovych konstant - opisenie i instrukcija po polzovaniju. Zpráva ÚJV 7644-A, 1986.
- /2/ E. Tinková: Programme LARGO - kratkoe opisenie i instrukcija po polzovaniju. Zpráva ÚJV 7643-A, 1986.
- /3/ F. Pazdera: Testování programu PIN pro termomechanické výpočty chování palivových článků lehkovodních reaktorů na experimentech provedených na reaktoru MR. Zpráva ÚJV 7892-T, 1986.
- /4/ J. Zymák: A calculation method of the elastic non-axial contact between pellet and cladding of fuel rod in PWR. Nukleon 1, 1987.
- /5/ F. Pazdera a kol.: Research of LWR Fuel Rod Behaviour under Accident Conditions. IAEA Technical Committee on Water Reactor Fuel Behaviour and Fission Product Release in Off-Normal and Accident Conditions. IAEA-TC-579/24, 1986.
- /6/ Progress Report, IAEA Contract number 4032/RD, Feb. 1986 - Aug. 1986.
- /7/ V. Hojný: Spolehlivostní analýze pasivního systému havarijního chlazení aktivní zóny reaktoru VVER-440 JE Mochovce. Zpráva ÚJV 7794-T, 1986.
- /8/ J. Holý: Analýze nejistot jako součást metod využívajících strom poruch pro spolehlivostní analýzy. Zpráva ÚJV 7633-T, 1986.
- /9/ Mysenkov A.I., J. Macek, L. Žežula: Rasčetnaja programma MOST 7 ČS i jeje ispolzovanie. Referát na seminári "Teplofyzika 86", Rostock.
- /10/ Trebichevský I.: Určení některých termohydraulických charakteristik 2. bloku jaderné elektrárny V-1 po GO 85 na základě měření. Zpráva ÚJV 7825-T, 1986.
- /11/ J. Horyna: Srovnání účinků klasických a jaderných elektráren na okolí. Zpráva ÚJV 7757-D, 1986.
- /12/ J. Horyna, I. Chytil: WATER-S: Program pro výpočet dávek obyvatelstva z vypouštěných radioaktivních látek během normálního provozu. Zpráva ÚJV 7618-D, 1986.

1.1.2. Reaktorová fyzika

Základním experimentálním zařízením, se kterým jsou spojeny prakticky všechny práce v oblasti reaktorové fyziky, je experimentální reaktor LR-0 (Obr. 8). Toto unikátní zařízení, které umožňuje modelování nejjednodušších neutronických procesů v aktivních zónách reaktorů typu VVER, pracovalo úspěšně i v roce 1986. Postupně se obnovovalo a zlepšovalo technické zabezpečení vlastního zařízení i jeho experimentální vybavení.

Experimentální vybavení LR-0 je založeno na vybavení modulárního systému SAMM. Pro značnou část experimentů se využívají nestandardní (komerčně nedodávané) sestavy, hardwarově i softwarově vyrobené a zpracované na úseku reaktorové fyziky. Kromě toho se používá řídicích počítačů, které však doplňují. To zvažování všech variant náhrady se uvažuje o zakoupení osobních počítačů typu IBM v souladu s jednotnou koncepcí vypracovanou pro VV.

Pro zvýšení bezpečnosti a provozuschopnosti reaktoru LR-0 byla navázána spolupráce s Chemoprojektem Praha na vypracování projektu úprav technologických okruhů moderátoru a tlakového vzduchu. Cílem je zjednodušit a zmodernizovat technologické zařízení, zvýšit možnost zálohování některých uzlů a zkrátit dobu přípravy moderátoru. Připravovalo se rovněž nahrazení všech hladinměřů principiálně odlišnými čidly bez mechanických dílů, které umožní značnou prostorovou úsporu uvnitř nádoby reaktoru a snížení poruchovosti dosud velmi složitých a citlivých zařízení. Cílem je přesnost měření a kontrolovatelnost stavu včetně možnosti výstupu údajů hladinměřů na počítač pro další zpracování v informačním systému reaktoru /1/.



Obr. 8 Celkový pohled na víko reaktoru LR-0.

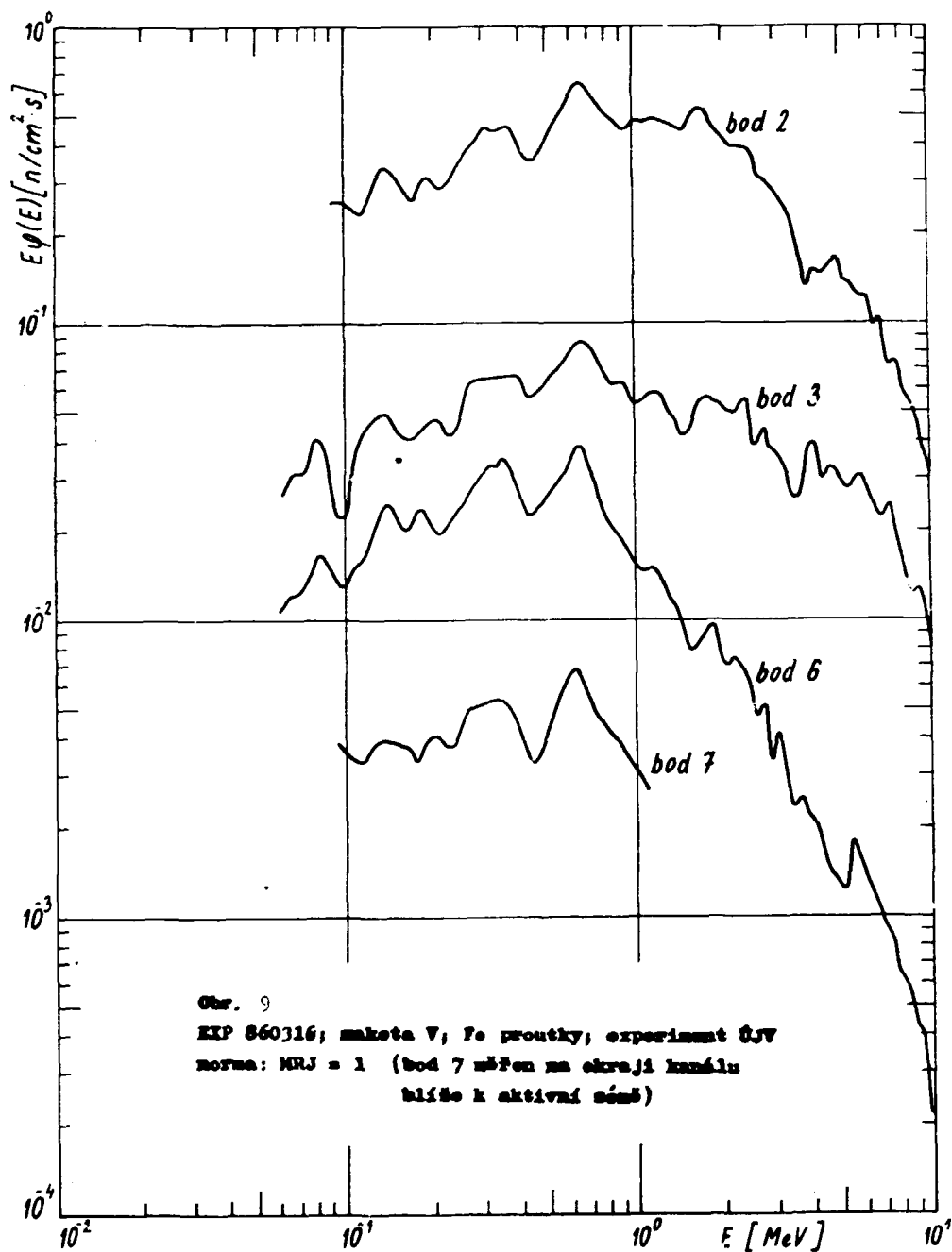
Ke zjištění účinnosti těchto opatření byly provedeny experimenty s různými variantami sestavy okraje aktivní zóny. Měřil se rovněž model blízký současné závěze 1. bloku V-2. Uspěšněli se experiment s homogenizovanou stínicí kazetou (záměna reálných ocelových tyčí proutkovou strukturou /3,4,5/. Zároveň proběhly i některé metodické práce: příprava na měření s modelem VVER-1000 (zakázka ZES Škoda) a úpravu ke zdokonalení teoretického popisu rozložení hustoty neutronů na okraji aktivní zóny /6/. Na rozhraníh železo-voda byla provedena speciální měření rozložení hustoty rychlých a rezonančních neutronů v hraničních oblastech /7/.

V průběhu roku byly rovněž řešeny konstrukční a montážní problémy spojené s přípravou experimentů. Šlo zejména o úpravu palivových sestavů v experimentu s maketou VVER-440, rozebírání palivových kazet LR-0/1000 s rozšířených z IAN L.V. Kurišatova, vývoj a výroba speciálních nevariálních orgánů pro experiment s modelem skladu vyhořelého paliva VVER-440 atp.

Výzkumný program prací nevezoval jednak na práce započaté v období minulé pětiletky, jednak byly zahájeny práce na nových tématech. Jsou to zejména: zpravení radiční zátěže tlakových nádob VVER, těsné sklady vyhořelého paliva a měření prostorově závislé kinetiky aktivních zón typu VVER-1000.

Na základě požadavku ZES Škoda se uskutečnilo měření prostorové energetického rozložení hustoty toku neutronů v blízkosti modelu tlakové nádoby (TN) reaktoru VVER-440 /2/. Stav ocelí TN si vynutil technická opatření ke snížení radiční zátěže TN - umístění stínících ocelových kazet v místech na okraji aktivní zóny.

Metodou diferenciální spektrometrie byla určena spektra neutronů ve vybraných místech modelu III (obr. 4) /A/. Bod 2 odpovídá místu svědečných vzorků (za šachtou reaktoru), bod 3 je před tlakovou nádobou, bod 6 za III, bod 7 v kanálu ionizačních komor. Informace o hustotě štěpení v aktivní zóně sloužily jako vstupní údaj do jednorozměrného programu ANISN a dvourozměrného DOT pro výpočtové řešení transportu neutronů vně aktivní zóny. S naměřených spekter, resp. spočítaných grupových hustot toků neutronů byly určovány integrální hustoty neutronových toků nad zvolenými hranicemi. Tabulka 1 uvádí poměry integrálních hustot s energií nad 1,1 MeV změřených v bodech 2,3,6.



Tabulka 1

Poměry integrálních hustot neutronových toků s energií nad 1,1 MeV změřených v bodech 2,3,6

	Bod	Tyčová varianta	Proutková varianta
Výpočet	2/3	9,77	8,44
	3/6	7,84	7,1
	2/6	76,5	66,8
Experiment	2/3	9,06	7,2
	3/6	7,79	7,7
	2/6	70,5	56,4

Zeslabení získaná výpočtem i měřením na reaktoru LR-0 vykazují dobrou shodu.

tačnost, že ke stanovení nerovnoměrnosti produkce energie v kazetách VVER stačí aktivní zóna sestavená ze sedmi palivových kazet. To v budoucnu umožní značně snížit finanční náklady na realizaci experimentů s perspektivním palivem typu VVER. S použitím absorpčních panelů z materiálu Al-E, vyvinutých ve VÚK Panenské Břežany, byl modelován absorpční povlak pro těsné skladování paliva a ověřovány neutronické charakteristiky aktivní zóny s těmito absorbatory.

V roce 1986 proběhla první etapa měření prostorově závislé kinetiky aktivních zón typu VVER-1000, která byla připravena ve spolupráci se ZfK Rossendorf. Měření se provádělo na aktivní zóně sestavené z 31 standardních palivových kazet typu VVER-1000 (1x4,4 x 6x3 x 24x2 % obohacení U-235). Při experimentech se měřilo časově-prostorové rozložení hustoty neutronového toku v aktivní zóně a v reflektoru vyvolané časově proměnnou zápornou reaktivitou. Porucha reaktivity byla zaváděna pohybem experimentálního klastru v pozici č. 1 (centrální klastr) nebo v pozici č. 59 (vnější klastr). Pro zajištění axiální symetrie a snížení vlivu změny hladiny moderátoru při pohybu klastru bylo použito uspořádání aktivní zóny, které bylo kritické při tloušťce cca 10 cm vrchního reflektoru. Kritický stav byl dosahován změnou koncentrace kyseliny borité a částečným zasunutím experimentálních klastrů (viz tabulka 2).

Tabulka 2

Výsledky základních kritických experimentů

H_k (mm)	430,0	494,0	721,4	1037,8	1243,6	800,0	1305,4	1304,9
Zasunutí EK1	400	400	400	600	556	0	570	600
Zasunutí EK59	0	0	0	0	0	0	0	740
$C_{H_3BO_3}$ (g/l)	3,8	4,09	5,17	6,09	6,09	6,11	6,14	6,14

H_k - kritická výška, EK - experimentální klastr

Úprava signálů detektorů hustoty neutronového toku byla zajišťována modulárními jednotkami Tesla HR 1000 s úpravami provedenými v ZfK Rossendorf a v ÚJV, které snižují vliv poruch šířených elektrickou sítí. Systém měření neutronů byl 20-ti kanálový skládající se z 15 vnitrozónových detektorů MÉR umístěných v centrální trubce palivové kazety, 4 detektorů R 1000 umístěných v suchých kanálech v reflektoru a 1 detektorem MÉR, používaného jako de-

Pro výzkum problematiky těsných skladů bylo na reaktoru LR-0 provedeno měření celkem 13 variant zóny typu VVER-440 (19 kazet o obohacení 3,6 % U-235) při změně rozteče mříže kazet od 147 mm do 195 mm. K experimentům byla využita nosná deska umožňující spojitou změnu rozteče mříže palivových kazet. Cílem bylo ověřit metodiku vyhodnocení experimentů pro těsné sklady paliva VVER a získat základní výsledky pro tzv. čisté konfigurace kazetových struktur VVER, tj. konfigurace kazet bez přídavných absorpčních materiálů /3,10/.

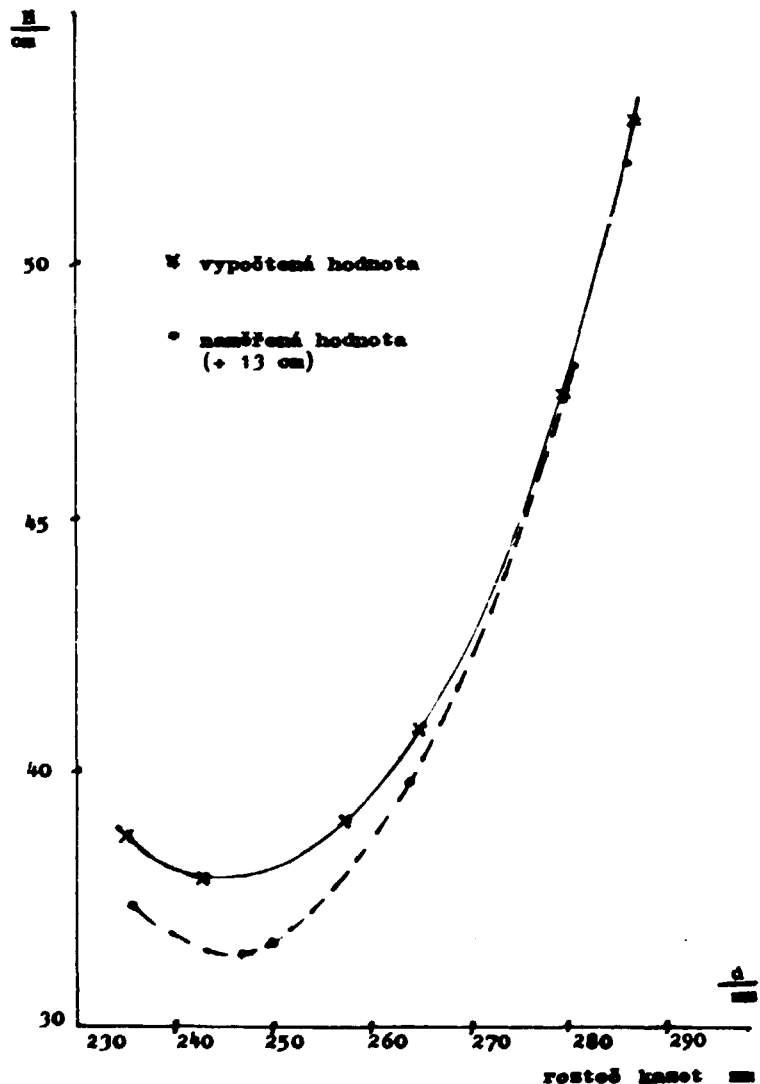
Výsledky experimentů potvrdily, že připravená metodika interpretace je správná. Novým poznatkem je rovněž sku-

tektor poruch při zpracování signálů. Měření časového rozložení hustoty toku neutronů bylo založeno na vzorkování signálů čtyřřádkem CAMAC. K automatizaci časové úlohy sběru dat a řízení pohybu experimentálního kladru byl použit řídicí počítač PDP 11/04 se zásuvkami datových souborů na průběžné disky. Tento systém umožňuje ve 20-ti kanálovém systému minimální vzorkovací interval 0,1 sek. Technické a programové vybavení měření a systém sběru dat a řízení pohybu kladru pracovalo po celou dobu měření spolehlivě a bez poruch. Předběžné zpracování dat pomocí inverzní kinetiky ukázalo v okolí pohybujícího se kladru odchylku od bodového chování, která je vyvolaná depresí hustoty toku. V tomto případě dochází k nadhodnocení reaktivity větší hodnotě z bodového modelu. Experimentální program byl doprovázen a podporován řadou teoretických výpočtů; značná část výsledků roku 1986 je zaměřena na srovnání teoretických a experimentálních výsledků a zdokonalení teoretického popisu.

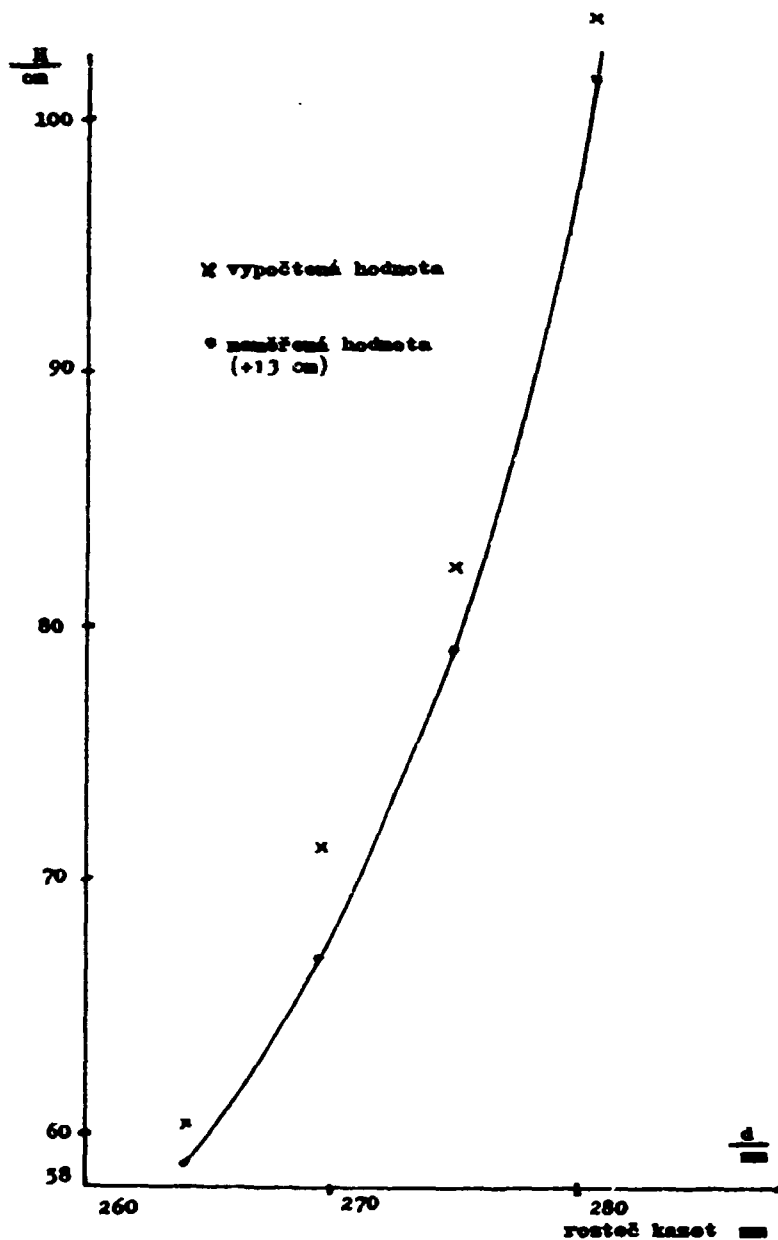
V rámci přípravy mnogogrupových dat pro reaktorové výpočty byly pomocí programu PEDROFF nepočteny 26-grupové konstanty typu BKA5 a 43-grupové konstanty v oblasti termalizace /11/ pro užívané reaktorové materiály a jednotlivé izotopy gadolinia na základě dat z ENDF/B-IV a ENDF-78. Porovnáním s publikovanými údaji byly vybrány soubory konstant pro výpočet buněk s palivem obsahujícím gadolinium jako vyhořívající absorbátor /12/.

V oblasti mikrovýpočtů byl odlehčen program COFROB pro výpočet rozložení hustoty neutronového toku metodou pravděpodobnosti prvních srážek (P_{1j}). Program umožnil optimalizovat rozdělení buněk na oblasti pro řešení metodou hraničních proudů, což je zvláště důležité u superbuněk s výraznými nehomogenitami. Současně se ukázalo, že užití metody hraničních proudů znamená velikou úsporu výpočetního času. Poměr výpočetních časů je nepřímo úměrný čtverci počtu oblastí. Pro vyhodnocení experimentů na LR-0 byly nepočteny sady konstant umožňující studium vlivu distančních měřítek na grupové konstanty. Podobně byly spočteny konstanty pro palivo s příměsí gadolinia. Pro testování kódů užívaných v ÚJV byl převzat kód UNIRASOS a provedeny testovací výpočty /13/.

V oblasti kazetových výpočtů byla testována použitelnost difuzního kódu BŘETISLAV pomocí transportního kódu MOCA /14/. Kritičnost se počítá s chybou menší 0,6 %, rozdíly v tocích uprostřed kazety činí až 10 %. V oblasti knihoven konstant pro makrokódy byly předány kódy ADAGIO a BARFO do společné knihovny MDK v Sofii /15/. V oblasti makrovýpočtů pokračovaly práce na vývoji hrubosíťového difuzního kódu s jedním bodem na kazetu. Práce na vývoji kódu BŘETISLAV byly zakončeny vydáním manuálu /16/.



Obr. 10 Závislost extrapolované kritické výšky H na rosteči kazet d pro AZ LR-0 tvořenou 7 kazetami typu VVER 1000 s obsahem 4,4% bez obálky



Obr. 11 Závislost extrapolované kritické výšky H na rosteži kaset d pro AZ LR-0 tvořenou 7 kasetami typu VVER 1000 s obohacením 4,4% s ocelovými obálkami

Pro experimenty na LR-0 byla provedena řada podpůrných a vyhodnocovacích výpočtů. Pro experimenty pro projekt těsného skladu vyhořelého paliva byly provedeny výpočty kritičnosti /17/ a srovnány s experimenty (obr. 10,11). Byly zahájeny práce k vysvětlení existujících rozdílů.

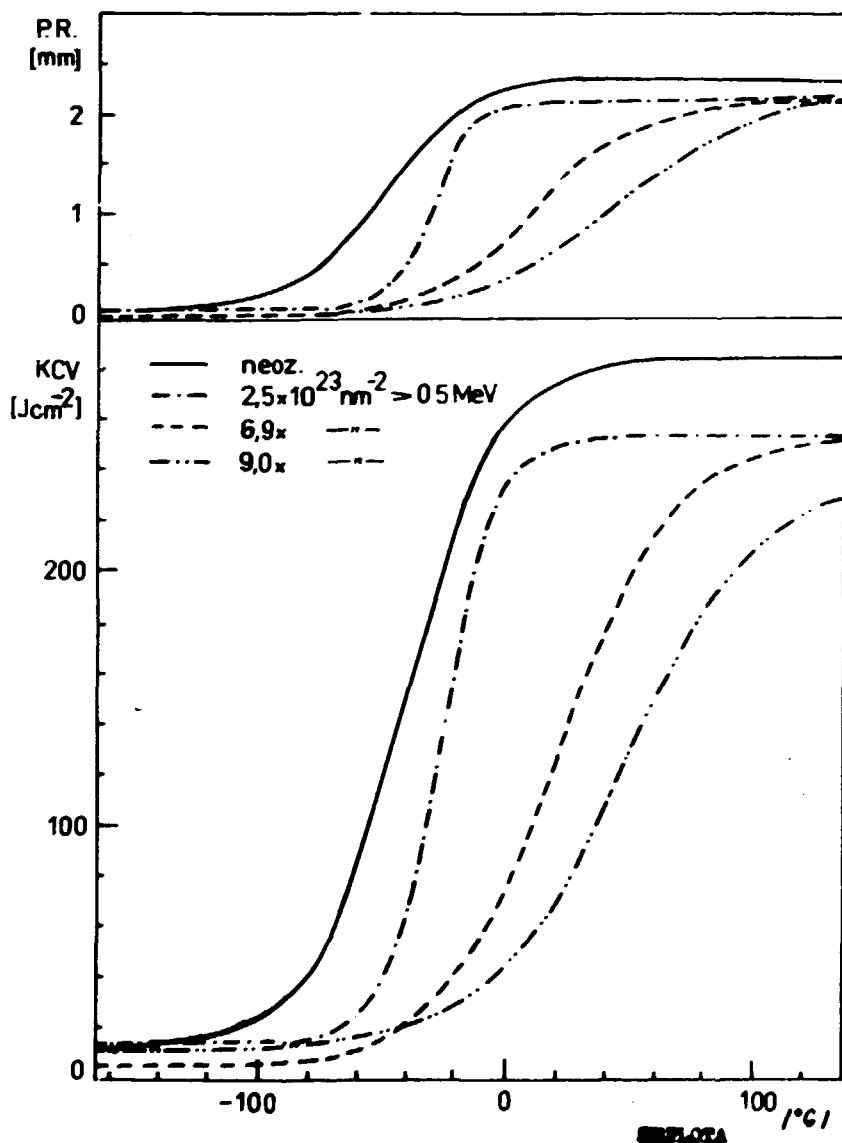
V oblasti fitování teorie s experimentu pokračovaly práce studující tento problém z obecného hlediska, které mají poskytnout korigované hodnoty parametrů v rovnicích, popisujících neutronové pole /18/. Studoval se také vliv malých změn parametrů na stabilitu hustoty toku v reaktoru.

Literatura

- /1/ L. Kult, M. Vitek, Q. Sochor: Měření výšky hladiny moderátoru tenzometrickým čidlem. Zpráva ÚJV 7854-T,A, 1986.
- /2/ B. Ošmera, J. Retaš, Č. Svoboda, F. Hudec, M. Marek, V. Rypar, J. Racek, Z. Turzík, J. Hádek, B. Janský, J. Čermák, M. Holmer, P. Mařík, J. Hogel, P. Vychytil, V. Krýsl, M. Lehmar (Škoda), E. Brodtkin, S. Zerickij, A. Morjakov, A. Chrustalev (IAE), M. Lukjanov, V. Cofin (OKB Hidropress): Rasčetno-eksperimentalnyje issledovanija charektistik polja nejtronov v makete aktivnoj zony, radiacionnoj zaščity i korpusa VVER-440 na stende LR-0. Pervyj etap. Tom I, Tom II. Zpráva ÚJV 7797-R, 1986.
- /3/ O. Hrazdil, P. Hudec: Rozložení štěpného výkonu v aktivní zóně reaktoru při modelovém experimentu. Etapa III. ÚJV 7794 R,T, 1986.
- /4/ O. Hrazdil, P. Hudec: Rozložení štěpného výkonu v aktivní zóně reaktoru při modelovém experimentu. Etapa IV. Zpráva ÚJV 7789-R,T, 1986.
- /5/ J. Burian, M. Ambler, M. Marek, B. Janský, J. Racek, Z. Turzík: Měření spekter neutronů na modelu VVER-440. III. a IV. etapa. Zpráva ÚJV 7875-R,T, 1986.
- /6/ B. Ošmera, Č. Svoboda, S. Zerickij, A. Morjakov, I. Šuvaleva: Modelové experimenty pro zpřesnění radiační zátěže tlakových nádob reaktoru VVER. Aktivní zóna modelového experimentu VVER-1000. Popis parametrů. Limity a podmínky provozu.
- /7/ J. Burian, J. Retaš, B. Janský, M. Marek: Změna spektra neutronů na rozhraní železovodíkové prostředí. Zpráva ÚJV 7624-R,T, 1986.
- /8/ J. Burian, J. Retaš, B. Janský, M. Marek, J. Racek, Z. Turzík: Spektra neutronů v modelu VVER-440. V. etapa, experimentální a výpočtové řešení. Bude publikováno.
- /9/ J. Broulík, J. Bárdoš, O. Hrazdil, J. Mikuš, P. Hudec, P. Krýl, Č. Svoboda, V. Rypar, V.K. Obuchov: Predveritelnyje rezultaty etaps I. eksperimentov na reaktore LR-0 po "teplym" chraniliščem kasset VVER-1000. Zpráva ÚJV 7680-R,T, 1986.
- /10/ J. Bárdoš, J. Broulík: Experimenty dlja opredelenija podkritičnosti uplotněnnoho chranilišča kasset VVER, Sympozium MDK, Rostock, NDR, ÚJV 7845-R, 1986.
- /11/ A. Holubář: THERM/E4 - knihovna účinných průřezů pro výpočty termalizace neutronů. Zpráva ÚJV 7844-R, 1986.
- /12/ A. Holubář: Vyšlezeníje i predveritelnyj analiz gruppovych sečenij dlja gadolinija i jeho izotopov. Zpráva ÚJV 7762-R, 1986.
- /13/ E. Tinková, I. Tinka: Porovnání základních jednogrupcových parametrů palivových kazet VVER-440 z programu Unirasos s hodnotami z knihovny MAGRU a s daty pro BIPR-R. Zpráva ÚJV 7772-R,A, 1986.
- /14/ E. Kyncl: Numerické výpočty úlohy na kritičnost pro několik případů soustavy palivových kazet s obálkami. ÚJV 7779-R, 1986.
- /15/ E. Tinková: Program ADABIO - dlja aproksimacii malogruppovych konstant - opisenije i instrukcija po polžovaniju. Zpráva ÚJV 7644-A, 1986.
- /16/ V. Lelek: Setočnaje programme BŘETISLAV dlja rasčeta reaktora v geksegonalnoj geometrii. Zpráva ÚJV 7791-R,A, 1986.
- /17/ L. Marková: Výpočty některých konfigurací AZ LR-0 s kazetami typu VVER-440. Zpráva ÚJV 7823-R, 1986.
- /18/ V. Lelek: Korrekcijs koeficientov prevnenij reaktora na osnove dannych eksperimentov (formulirovka problem i organizacii robot). Zpráva ÚJV 7743-R, 1986.

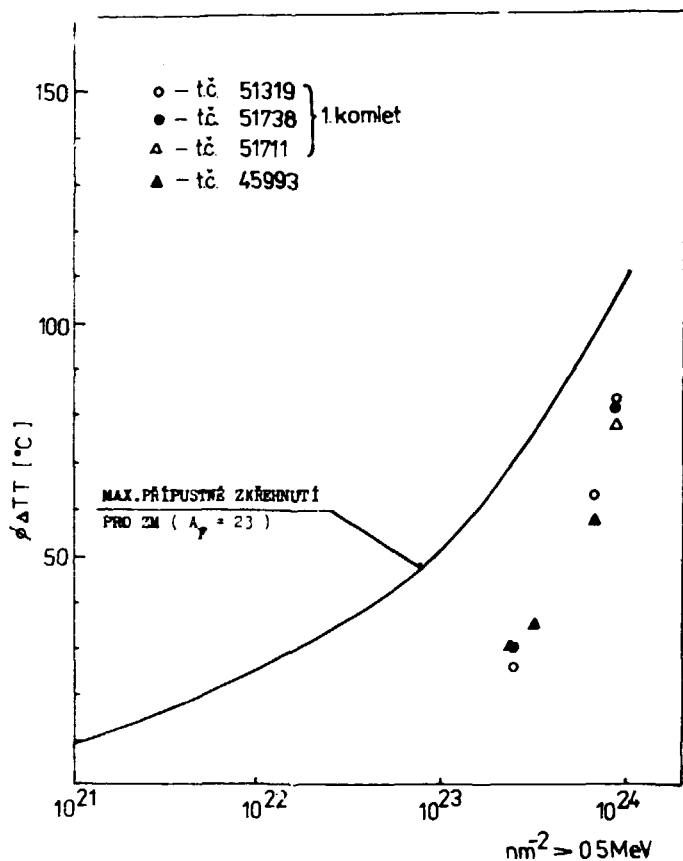
1.1.3. Reaktorové materiály

Z hlediska výrobce reaktorových tlakových nádob k.p. ZES Škoda je velice důležitá znát radiační odolnost ocelí používaných pro výrobu reaktorových tlakových nádob (RTN) - atestační program. V roce 1986 byla ověřována radiační odolnost základního materiálu (ZM) tří prstenců 1. kompletu tlakové nádoby reaktoru VVER-1000 po ozáření při teplotě 200°C třemi rozdílnými neutronovými fluencemi s $E > 0,5$ MeV: $2,5 \cdot 10^{23}$; $6,9 \cdot 10^{23}$ a $9,0 \cdot 10^{23} \text{ n} \cdot \text{m}^{-2}$. Experimentálně změřené přechodové křivky vrubové houževnatosti a příčného rozšíření nezářené a ozářené tvavby č. 51319 o hmotnosti 135 tun pro stanovení velikosti radiačního zkrácení jsou uvedeny na obr. 12. Radiační zkrácení ZM všech použitých tvaveb bylo vždy nižší než přípustější sovětské předpisy (obr. 13). To platí i po ozáření $9,0 \cdot 10^{23} \text{ n} \cdot \text{m}^{-2}$, které je vyšší než je projektová fluence na vnitřní stěně reaktorové nádoby na konci životnosti ($6,5 \cdot 10^{23} \text{ n} \cdot \text{m}^{-2}$, $E > 0,5$ MeV). Hodnoty max. vrubové houževnatosti (max. KCV - upper shelf) se v nejhorším případě, tj. po max. použité expozici, snížila o 15 %, tzn. nikdy neklesla pod $230 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$ (obr. 12). Tužnost A_5 neklesla po téže expozici pod 15 % a kontrakce byla pod 69 %. To svědčí o dobré přetvárné schopnosti této nezářené i ozářené oceli, která v běžném provozu může uplatnit při vyšších lokálních napětích v některých místech nádoby pro odlehčení těchto špičkových napětí.



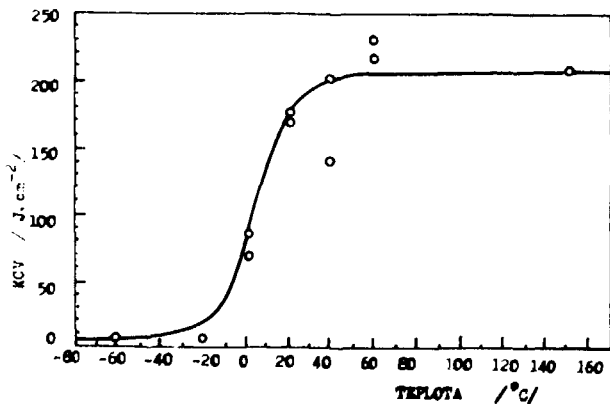
Obr. 12

Přechodové křivky vrubové houževnatosti a příčného rozšíření nezářené a ozářené tvavby č. 51319.

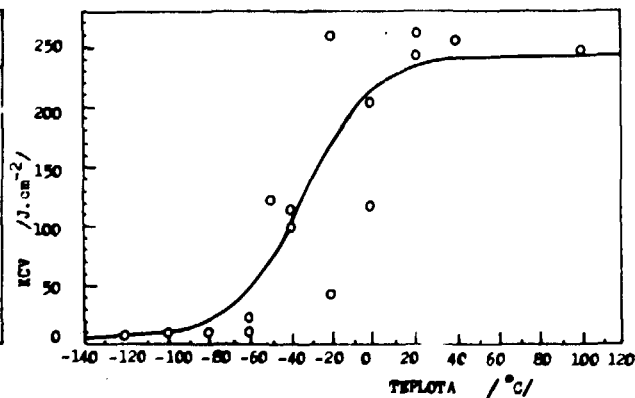


Obr. 13 Porovnání experimentálně naměřeného a maximálně přípustného radiačního zkřehnutí oceli 1. kompletu a tavby č. 45993.

reaktoru je stejný jak pro základní materiál, tak pro svařový kov a činí méně než 10 K. Pokles horní meze vrubové houževnatosti ve stavu po ozáření je cca 15 %. Tyto výsledky jsou ve velmi dobré shodě s projektovými parametry.



Obr. 14 Teplotní závislost vrubové houževnatosti neozařených svědečných těles 3. bloku reaktoru BMO - základní materiál.

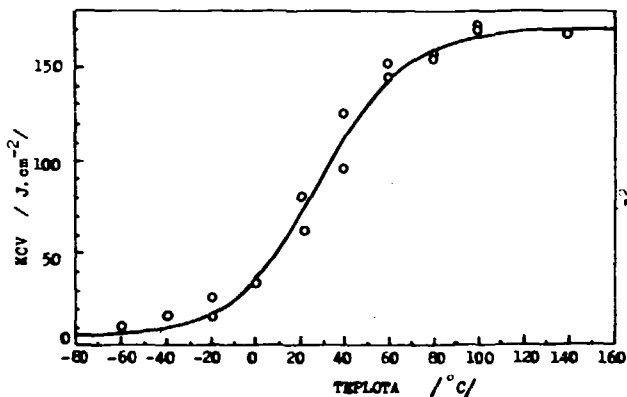


Obr. 15 Teplotní závislost vrubové houževnatosti svědečných těles 3. bloku reaktoru BMO po prvním roce provozu - základní materiál.

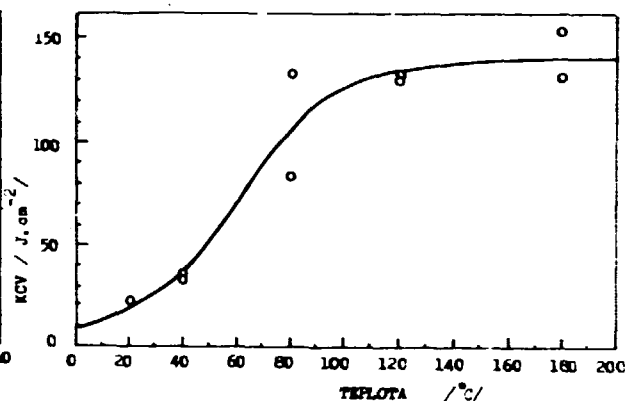
Experimentální měření ozařovací teploty zkušebních tyčí během ozařování v sondě pomocí termočlánků ukázala, že jejich teplota je zpravidla nižší než měřená teplota nosiče v sondě. Proto jsou naměřené výsledky radiačního zkřehnutí do jisté míry konzervativní. Další experimentální měření ozařovací teploty zkušebních tyčí upřesní míru konzervatismu, která se uplatňuje při stanovení radiační odolnosti zkoumaných ocelí.

Pro bezpečné provozování našich jaderných elektráren a pro stanovení zbytkové životnosti provozované RTM je důležitá znalost stavu radiační odolnosti materiálu RTM - svědečný program. Velká pozornost byla věnována zpřesnění metod hodnocení teploty ozařování /2,3/. Metodika stanovení vrubové houževnatosti byla ověřována i na mezinárodní úrovni srovnávacím experimentem laboratoří JE Fuka - MMR /4/.

V průběhu zkušebního provozu polohorké metalurgické linky (IML) byla vyhodnocena neozařená zkušební tělesa 3. bloku JE Bohunice a 1. bloku JE Dukovany a ozářená svědečná tělesa 3. bloku JE Bohunice. Předběžné výsledky (obr. 14-17) ukazují, že posuv kritické teploty vrubové houževnatosti T_{50} po jednom roce provozu



Obr. 16 Teplotní závislost vrubové houževnatosti nezářených svědečných těles 3. bloku reaktoru EBC - svarový kov.



Obr. 17 Teplotní závislost vrubové houževnatosti svědečných těles 3. bloku reaktoru EBC po prvním roce provozu - svarový kov.

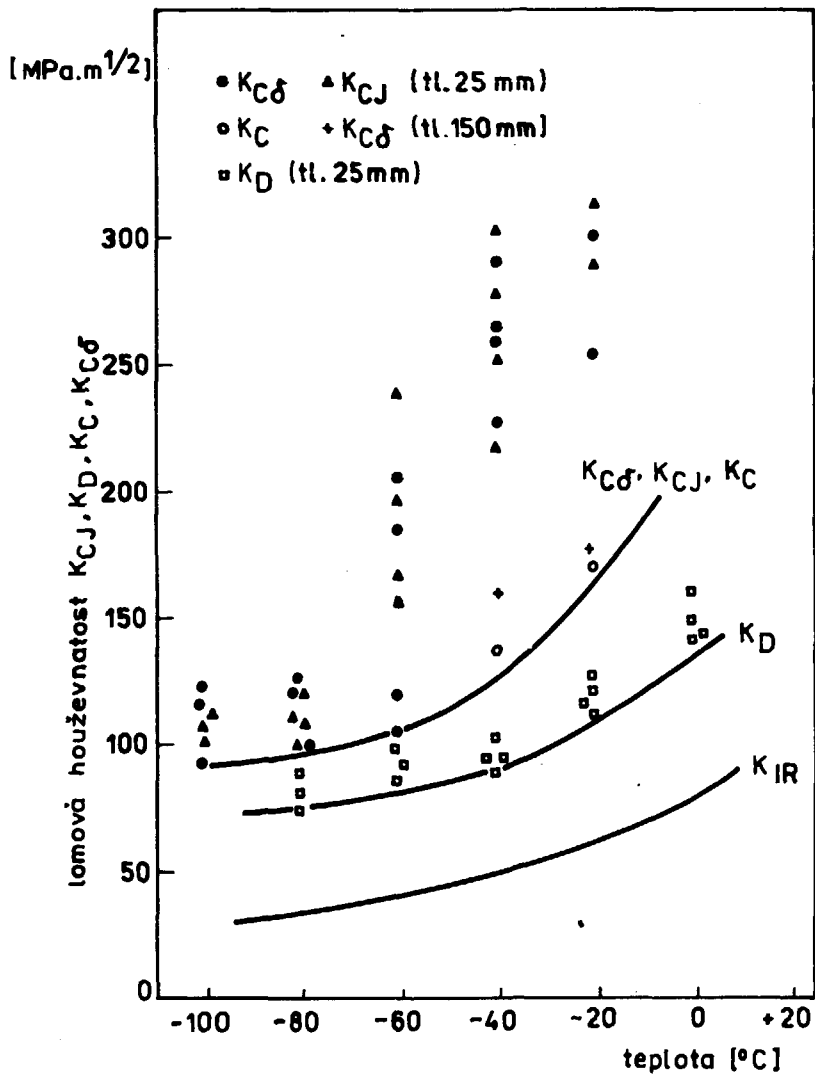
Bylo zahájeno experimentální hodnocení 1. série ozářených svědečných těles JE Dukovany. Do ÚJV byly přepraveny a k vyhodnocování jsou připraveny svědečná tělesa 4. bloku JE Bohunice a druhá série svědečných těles 3. bloku JE Bohunice.

Závažným problémem z hlediska prodloužení životnosti používané RTM je regenerační žíhání na zotavení mechanických vlastností. Byl zjištěn podstatný rozdíl v citlivosti k radiačnímu zkřehnutí u dnešních ocelí pro reaktorové tlakové nádoby oproti dříve vyrobeným ocelím. Pro ocele RTM I. generace nebyly limitovány některé škodlivé prvky jako měď apod. Možným způsobem zvýšení životnosti RTM, kromě úpravy provozního režimu, je regenerační žíhání RTM lehkovodního reaktoru. Provozní teplota těchto reaktorů je cca 300°C, což vyžaduje stanovení optimálních žíhacích podmínek pro použitou ocel, ze které je RTM vyrobena, včetně řešení problému suterodního kovu a tepelně ovlivněné zóny. Během regeneračního žíhání u netronky exponované oceli RTM probíhají rozdílné zotavovací procesy v různých teplotním rozsahu. Stupeň regenerace v oceli, svarovém kovu a tepelně ovlivněné zóně je ovlivněn podobně jako radiační zkřehnutí, jak chemickým složením a mikrostrukturou použité oceli, tak neutronovou fluencí a ozařovací teplotou. Byl shrnut současný světový stav této problematiky. Experimentální práce jsou plánovány od roku 1987.

Dále byly v rámci hodnocení provozní spolehlivosti a cyklické životnosti komponent primárního okruhu jaderných elektráren VVER-440 experimentálně vyšetřovány křehkolomové a únavové charakteristiky neozářených ocelí 15CH2MFA a 10GN2MFA. Úřčení lomové houževnatosti se provádělo zkouškou v tříbodovém ohybu na tělesech 100-200x350x1250 mm odebraných z výrobků o síle stěny 100-200 mm. U oceli 15CH2MFA byla stanovena při pokojové teplotě vrubová houževnatost v rozmezí 280-295 J.cm⁻² a teplota RT_{NDT} (podle normy ASTM) -30°C. Odpovídající hodnoty pro ocel 10GN2MFA ležely v rozmezí 230-270 J.cm⁻² a -60 až -70°C. Hodnocení lomové houževnatosti se provádělo na podmínkách statického (K_{IC}) a dynamického zatěžování (K_{ID}). Získané teplotní závislosti pro ocel 15CH2MFA jsou uvedeny na obr. 16. Dále je na tomto obrázku uvedena teplotní závislost standardních hodnot lomové houževnatosti K_{IR} podle ASTM. Bylo prokázáno, že všechny naměřené hodnoty leží dostatečně vysoko nad křivkou teplotní závislosti referenční lomové houževnatosti v rozsahu zkušebních teplot -100 až -20°C. Na obrázku jsou zároveň znázorněny navržené obalové křivky pro minimální naměřené hodnoty lomové houževnatosti. Stanovení cyklické životnosti oceli 10GN2MFA a 15CH2MFA se provádělo na základě stanovení rychlosti šíření trhlin na tělesech tloušťky 100-150 mm s jednostranným vrubem při R=0,08 a frekvenci zatěžování 10 Hz. Byly určeny materiálově závislé konstanty C₀ a m z Paris-Érdoğanovy rovnice

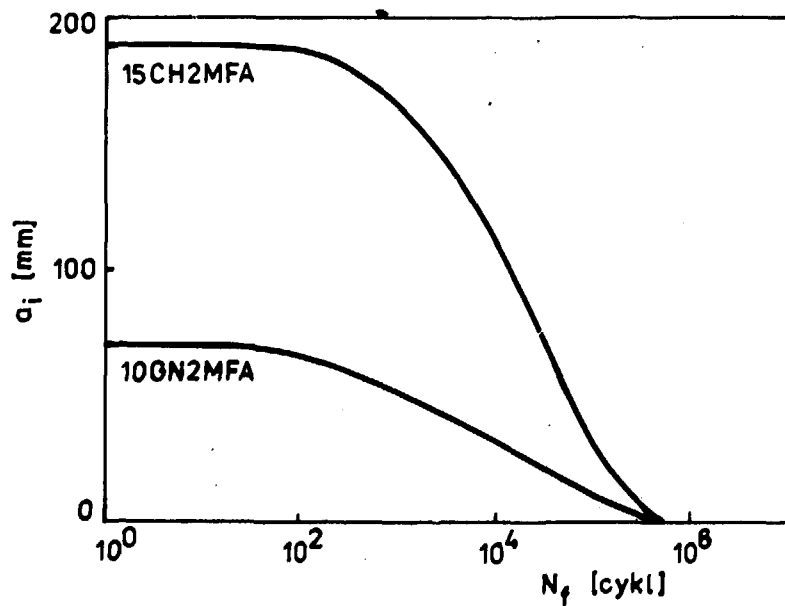
$$\frac{da}{dn} = C_0 (\Delta K)^m,$$

kde $\frac{da}{dn}$ je rychlost šíření únavové trhliny, ΔK je rozkmit amplitudy faktoru intenzity napětí.



Obr. 18

Teplotní závislost
 lomové houževnatosti
 oceli 15CH2MFA.



Obr. 19

Vztah mezi velikostí trhliny
 a_i a cyklickou životností
 hypotetické tlakové nádoby.

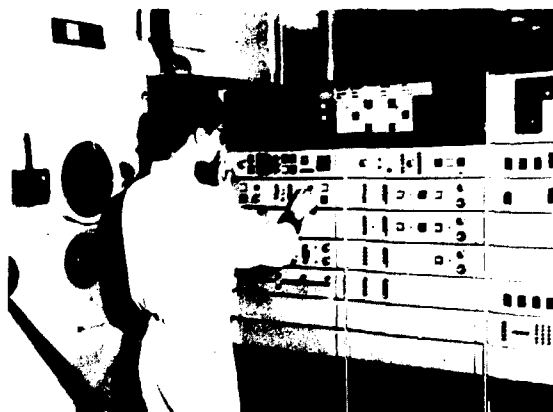
Zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tab. 3. Na základě hodnot C_0 , m a lomové houževnatosti byla vypočítána cyklická životnost N_f tlakové silnostěnné nádoby s hypotetickou eliptickou vadou o hloubce a_i ($a_i/2c = 0,1$) namáhané cyklickým zatížením $\Delta \sigma$. Cyklická životnost N_f byla vyjádřena počtem cyklů do porušení při růstu trhliny z počáteční (a_i) do kritické (a_c) velikosti. Výsledky jsou shrnuty na obr. 19 jako závislost $a_i = f(N_f)$ pro obě studované oceli.

Tabulka 3

Ocel	C_0	m
15CH2MFA	$1,20 \cdot 10^{-12}$	3,1
10GN2MFA	$8,7 \cdot 10^{-13}$ až $4,7 \cdot 10^{-11}$	3,6 až 2,3

Velká pozornost byla též věnována vývoji metodik a budování laboratoří. Vývoj metodik pro zkoušky lomové houževnatosti ocelí reaktorových tlakových nádob byl zaměřen na hodnocení odolnosti materiálů proti vzniku a šíření trhlin při statickém zatěžování na základě stanovení lomové houževnatosti K_{IC} při elastickém a J-integrálu při elasticko-plastickém chování materiálu. Pro stanovení J-integrálu se vychází ze závislosti $J - a$, kde a vyjadřuje přírůstek délky trhliny. Byly vytypovány metody využívající přímého měření délky trhliny a metody spočívající v určení změny některých fyzikálních a mechanických vlastností materiálů se změnou délky trhliny /5/.

Na základě koledečního řízení byla ke dni 16.12. 1985 uvedena do zkušebního provozu polhorká metalurgická linka (obr. 20). V první etapě provozu byla ověřována a zdokonalována činnost technologického vybavení a ověřována funkce zařízení s neozářenými zkušebními tělesy. Mezi nejdůležitější problémy, které bylo nutno vyřešit, patřilo:



Obr. 20 Část operátorovny PML

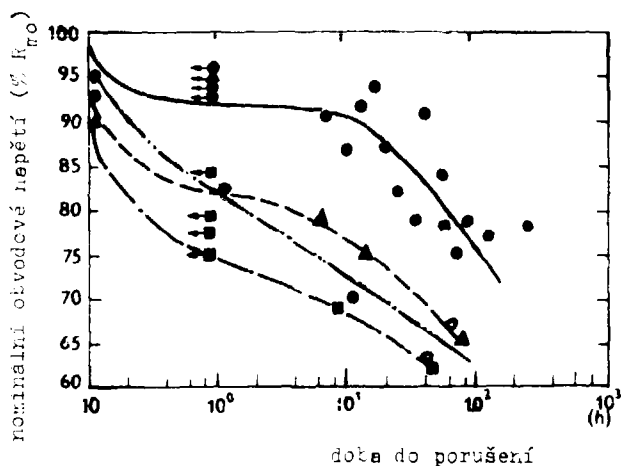
- 1) Zvýšení těsnosti polohorkých komor na tlakovou úroveň, která by umožnila dosáhnout vzduchotechnických parametrů požadovaných pro práci s radioaktivními tělesy.
- 2) Zlepšení funkce dopravníku tak, aby byl zajištěn jeho trvalý provoz bez zvýšených nároků na radiační zátěž pracovníků údržby.
- 3) Zdokonalení stínění včetně jeho ověření izotopem ^{60}Co .

Po opětovném komisionálním ověření všech bezpečnostních parametrů bylo k 8.7. 1986 vydáno povolení k podmíněnému aktivnímu provozu. V průběhu podmíněného aktivního provozu byla v PML zpracovávána zkušební tělesa 1. série

3. bloku JE Bohunice. Na základě zkušeností z podmíněného aktivního provozu a dílčích úprav technologického vybavení a provozního řádu PML, bylo k 31.10. 1986 požádáno o povolení trvalého aktivního provozu od 1.1. 1986. Souhlas ČSKAE byl vydán dne 31.10. 1986.

V oblasti výzkumu provozních vlastností palivových elementů VVER pokračovaly experimentální a teoreticko-analytické práce zaměřené na určení hodnoty skoku lineárního výkonového zatížení kritické pro porušení hermetičnosti povlaku palivových elementů (ΔN_c) /6,7/.

Cílem experimentálního studie korozního praskání pod napětím materiálů Zr1Nb a zircaloy-4 ve dvou strukturálních stavech bylo získání podrobných informací, umožňujících stanovit rozhodující charakteristiky a vybrat vhodný způsob určení ΔN_c pro palivové elementy VVER s povlakem Zr1Nb. Byla provedena série zkoušek trubkových vzorků při teplotě 583 K vnitřním přetlakem argonu a přísadou jódu. K tomuto účelu bylo vyvinuto zařízení s hydraulickým tlakovým násobičem a zásobníkem plynu, které umožňuje udržovat konstantní tlak ve vzorku a přesně indikovat hodnotu vnitřního tlaku a tím stanovit dobu do porušení. Byly analyzovány závislosti doby do porušení a obvodové deformace na napětí a byl kvalitativně posuzován charakter lomu. Porovnání doby do porušení pro shodná poměrná nominální obvodová napětí (vztažená k hodnotám pevnosti při krátkodobé zkoušce v inertním prostředí) je na obr. 21.



Obr. 11 Porovnání doby do porušení vzorků s jódem pro shodná poměrná napětí

- Zr1Nb, ▲ Zry-4-10,75 (853 K/2h)
- Zr1Nb, ■ Zry-4-10,75 (773 K/2h)

Výsledky dosažené při vývoji termometrických detektorů byly hodnoceny vedle vlastní termometrie také z hlediska fundamentálních fyzikálně-chemických poznatků vzhledem k tomu, že vliv reaktorového pole na transformace iontových solí nebyl dosud ve světě studován. Byla prokázána relativní stabilita procesu tání a významný vliv míry přehřátí nad bod tání na strukturu teveniny /1,10/.

Byly vypracovány podklady pro poloprovodní zpracování domácích zdrojů zirkonia pro výrobu zirkonu ($ZrO_2 \cdot SiO_2$) a pevného elektrolytu ($0,85 ZrO_2 \cdot 0,15 CaO$) a navržen technologický postup /11/. Výzkum v oblasti nestechiometrických oxidů, zejména pevných elektrolytů, ale také oxidu uranu, byl shrnut do přehledného reportu /12/ s cílem lepšího zpřístupnění a zejména využití pro řešení otázek stability paliva při vyhoření v reaktoru, při kterém vznikají některé monourany III skupiny /13,14/.

Literatura

- /1/ M. Vecek: Radiační odolnost základního materiálu ocelí prvního kompletu tlakové nádoby reaktoru VVER-1000. Zpráva ÚJV 7718-M, 1986.
- /2/ V. Voneček, J. Špalová: Stanovení ozařovací teploty svědčících těles RTM. Zpráva ÚJV 7724-M, 1986.
- /3/ J. Hrubý, V. Voneček: Teplotní detektory v radiačních experimentech. Zpráva ÚJV 7806-M, 1986.
- /4/ F. Páv: Udarnejší vřazková štěli korpusu reaktora VVER-1000 - srovnatelný experiment. Zpráva ÚJV 7826-M, 1986.
- /5/ R. Havel: Problematika experimentálního stanovení lomové houževnatosti pomocí J-intenzit. Zpráva ÚJV 7877-M, 1986.
- /6/ V. Krett, J. Novák, F. Pazdera: Research of LWR fuel and cladding alloys under operational and accident conditions. Internat. Symp. on Improvements in Water Reactor Fuel Technology and Utilization, Stockholm, Sweden, 15-19 Sept. 1986, IAEA-SM-288/21.

Stanovení ΔN_C je založeno na využití korelace obvodové deformace do porušení při zkoušce vnitřním přetlakem v inertním prostředí a hodnot ΔN_C . Využití této korelace bylo zdůvodněno rozborem vlastních experimentálních výsledků i publikovaných údajů. V rámci tohoto rozboru byl studován, mimo jiné, vztah lokalizovaného zaškrcování tenkých desek a transkrystalického korozního praskání /3/. Bylo zjištěno, že mechanické charakteristiky, na jejichž základě se odvozuje ΔN_C , řídí proces porušování hermetičnosti povlakových trubek i v složitých podmínkách nehomogenního namáhání a za spolupůsobení "chemické" iniciace porušení.

Hodnota ΔN_C je z hlediska současného přístupu jednou ze základních hodnot pro stanovení provozních limitů - slouží k posouzení pravděpodobnosti porušení hermetičnosti povlaku palivových elementů při různých modifikacích provozu paliva. Bylo ukázáno, jakým způsobem se ΔN_C uplatňuje při zvyšování středního výkonového zatížení paliva, při zvyšování úrovně vyhoření a při zavedení režimu s proměnným výkonovým zatížením.

- /7/ J. Novák, V. Hamouz, E. Kadeřábek, K. Kloc: Stanovení kritické hodnoty skoku lineárního výkonového zatížení palivových elementů VVER a způsob jejího využití. Zpráva ÚJV 7884-M, 1986.
- /8/ J. Novák: Příspěvek k analýze lokalizovaného zaškrcování tenkých desek a anizotropními mechanickými vlastnostmi. Strojnický časopis ČSAV a SAV, bude publikováno.
- /9/ J. Rosenkranz, D. Jakeš: Kalibrace teplotních snímačů v jaderném reaktoru. Sborník konference "Metrologie teploty 1986", Hradec Králové, 1986.
- /10/ D. Jakeš, J. Rosenkranz: Phase transition of ionic salts in nuclear reactor radiation field. Radiation physics and chemistry (v tisku).
- /11/ D. Jakeš, E. Kadeřábek, M. Týmpl: Příprava výroby zirkoničité keramiky. Zpráva ÚJV 7765-CH,M, 1986.
- /12/ D. Jakeš, J. Rosenkranz: Studies in solid state ionics. Report ÚJV 7857-M, 1986.
- /13/ D. Jakeš: Termická charakterizace nestoichiometrických oxidů a podobných sloučenin, jejich aplikace pro skladování a konverzi energie. Sborník konference o termické analýze, Písek, 1986.
- /14/ D. Jakeš, J. Rosenkranz: Non - stoichiometry of magnesium monouranate. Sborník International Symp. "Solid state chemistry", Karlovy Vary, 1986.

1.1.4. Reaktorová technika

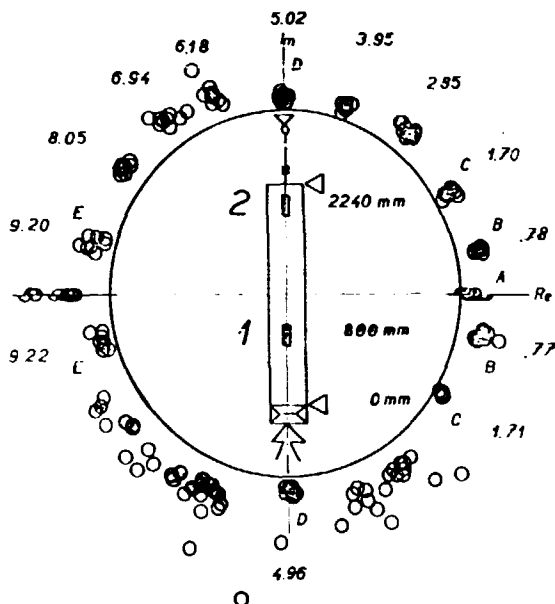
Experimentální a výpočtový výzkum v oboru reaktorové techniky je soustředěn na řešení aktuálních a perspektivních potřeb československé jaderné energetiky. Perspektivní úkoly jsou spojeny s vývojem a osvojením rychlých energetických reaktorů v rámci mezinárodní spolupráce zemí RVHP i dvoustranné spolupráce se SSSR. Aktuální potřeby vyplývají z výstavby a provozu jaderných elektráren typu VVER v čs. elektrizační soustavě a rozvojových úkolů čs. jaderné-energetického strojírenství.

V rámci účasti ÚJV na řešení současných potřeb provozu jaderných elektráren VVER-440 se vyvíjí diagnostické metody a expertní systémy, které umožní obsluhu jaderných elektráren rychlou orientací v procesech probíhajících v reaktoru.

Na základě experimentálního výzkumu s diagnostickými palivovými kezetemi v reaktoru VVER-70 jaderné elektrárny Rheinsberg, byla vyvinuta metodika pro rozpoznávání anomálních fluktuací s využitím vlastností autoregresních modelů šumových signálů. Byl navržen třístupňový algoritmus pro zpracování šumových signálů, algoritmus pro identifikaci stavu diagnostikovaného systému a koncepční přístup k uplnění metod šumové analýzy v systémech provozních diagnostik jaderné elektrárny /1/. Vlastností autoregresních modelů bylo použito k identifikaci a interpretaci fluktuací neutronového šumu ze dvou samonapájecích detektorů experimentální palivové kezety /2/. Během postupného snižování průtoku chladiva v rozsahu od 100 % do 25 % jmenovité hodnoty byl identifikován autoregresní model 21. řádu (obr. 22).

Z dosažených výsledků byly vyvozeny následující závěry:

- kladné reálné kořeny (A) přispívají 50 až 90 % do celkového výkonu fluktuací neutronového šumu;
- pokles průtoku chladiva v modelu způsobuje změny v poloze reálných kořenů, přibližují se k jednotkové kružnici;



Obr. 22

Řešení charakteristické rovnice autoregresivního modelu.

V horní polovině jsou zobrazeny kořeny modelu signálu detektoru 2, ve spodní polovině jsou zobrazeny kořeny modelu signálu detektoru 1.

- pokles průtoku chladiva v modelu způsobuje zvětšení výkonu fluktuací reálných pólů a téměř vždy pokles výkonu fluktuací komplexně sdružených pólů;
- vlastní frekvence mechanických vibrací (C,D) palivové kazety jsou velmi málo závislé na průtoku chladiva;
- vlastní frekvence hydrodynamických oscilací chladiva (B) se zvětšuje se zvětšováním průtoku chladiva;
- vlastní frekvence stojatých (tlakových) vln (E) klesají s poklesem průtoku chladiva;
- normalizované tlumení stojatých vln klesá s poklesem průtoku chladiva.

Dosažené výsledky na JE Rheinsberg /3/ přispěly významně k vysvětlení globálních a lokálních efektů ve fluktuacích neutronového a teplotního šumu při různých režimech varu chladiva. Harmonická a stochastická oscilace průtoku chladiva v palivové kazetě a vlivy působení lokálního objemového varu, zvýraznily jeho zpětnosezbní vlivy. V experimentu s nestacionárním režimem se vystřídaly všechny dosud analyzované fáze procesu varu chladiva. Takže v průběhu jednoho experimentu bylo dosaženo stejných podmínek pro všechny fáze procesu.

V rámci energetického spouštění 2. bloku jaderné elektrárny Dukovany byla provedena měření a analýza neutronových a teplotních fluktuací v reaktoru VVER-440 na výkonových hladinách 75, 90 a 100 %. Cílem bylo zjištění výkonu fluktuací a koherence mezi fluktuacemi výstupní teploty chladiva a neutronovým šumem ve frekvenčním pásmu do 10 Hz /4/.

Z dosažených výsledků vyplývají následující závěry:

- střední kvadratický výkon fluktuací neutronového šumu je v rozsahu od 0,04 do 0,08 W vzhledem ke střední hodnotě;
- středně kvadratický výkon teplotních fluktuací je v rozsahu od 0,03 do 0,06 K;
- střední hodnota koherence fluktuací neutronových šumů dosahuje průměrné hodnoty 0,1;
- střední hodnota koherence neutronového a teplotního šumu je velmi malá, dosahuje průměrné hodnoty 0,024;
- bylo zjištěno užitečné frekvenční pásmo neutronových fluktuací do 2 Hz a u teplotních fluktuací do 1 Hz;
- z důvodu velkých časových konstant teplotních měřících systémů nelze využít koherenční závislost mezi neutronovým a teplotním šumem k diagnostikování hydrodynamických a termodynamických anomálií reaktoru;

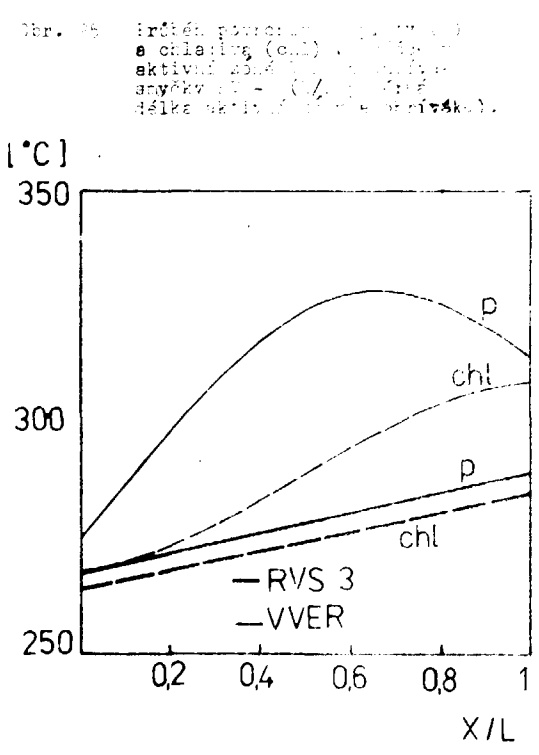
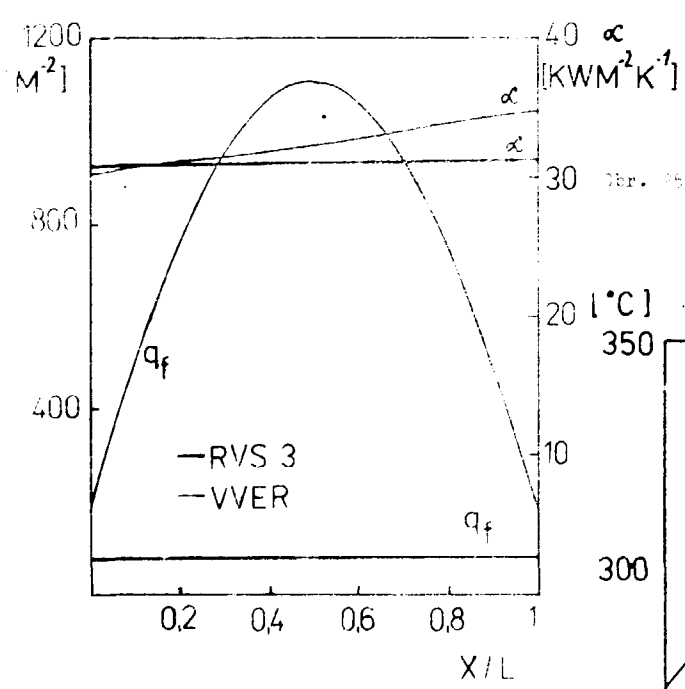
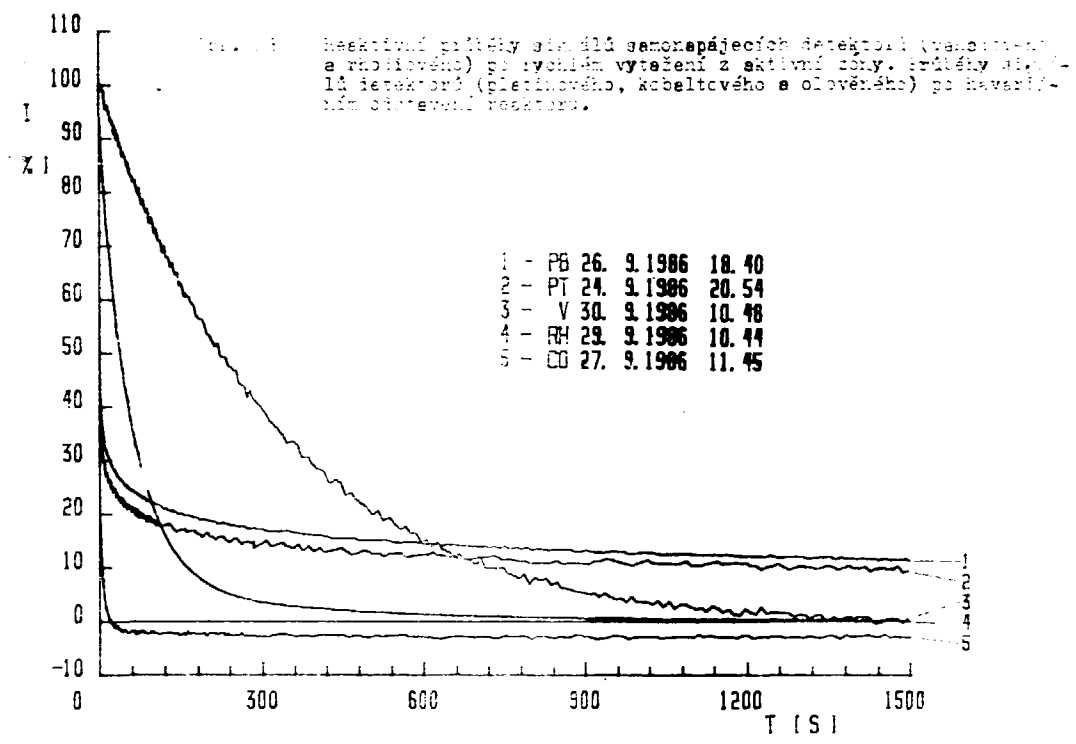
- hydrodynamické oscilace primárního okruhu byly zjištěny na frekvenci 0,625 Hz s výraznou koherencí mezi neutronovými a teplotními fluktuacemi.

Ze účelem diagnostikování měřících kanálů v systému vnitroreaktorové kontroly, byl proveden teoretický rozbor fluktuací na měřícím kanálu. Dále byl proveden rozbor experimentálně zjištěných hodnot středně kvadratických odchylek korelačních koeficientů a koherencí na vybraných kanálech analógové a číslově měřených na vstupu a výstupu systému /5/.

V oblasti vývoje expertních systémů byly rozpracovány problémy orientované báze znalostí. Jako základní je zpracovávána báze znalostí pro verifikaci údajů systému vnitroreaktorové kontroly. V rámci její tvorby byla navržena metodika pro kontrolu neutronových a teplotních čidel SVRK /6/. Pro rychlou orientaci obsluhy reaktoru ve zpracovávaných údajích byl připraven software pro grafický displej EL77. Toto umožňuje sledovat obrazové informace o průběhu parametrů čidel neutronového toku v reálném čase /7/. Vzhledem k velké poruchovosti systému vnitroreaktorové kontroly byly rovněž připraveny alternativní návrhy pro zálohování systému Hindukuš /8/. V rámci přípravy báze znalostí pro diagnostiku vnitroreaktorové vestavby, byla realizována měření při spouštění 2. a 3. bloku JE Lukovany. Při němž byly prověřovány optoelektronické moduly pro srímání údajů vnějších ionizačních komor reaktoru. Pro energetický reaktor byly zpracovány podmínky dynamického chování palivových souborů a konstrukčních částí reaktoru z hlediska jejich diagnostikování. Pro zpřesnění zbytkové životnosti primárního okruhu byly předány k.p. Sigma Modřany výsledky umožňující zpracovávat technologické parametry z provozu JE pro odhad čerpání zbytkové životnosti potrubních systémů /9,10/. Byly zpracovány základní verze báze znalostí pro dochlazování reaktoru přirozenou cirkulací a pro sledování poruch parogenerátoru.

Na reaktoru VVR-S byl proveden kalibrační experiment čidel vnitroreaktorového měření, kterého se také zúčastnili pracovníci ZES Škoda, k.p., IAE Kurchatova, SSSR, IAP Konsentorf, NDR, IEA Swierk, PLR. Měření bylo provedeno jak se standardními čidly užívajícími na jaderných reaktorech VVER a výzkumných reaktorech, tak i s čidly perspektivními. Tato čidla byla vybavena samospájecími detektory firmy SOBER SSSR a vanadovým emitorem a typy a emitorem rhodiovým, rhodiovými detektory vyrobenými v IAP určenými pro diagnostickou kazetu RK-3 a rhodiovými detektory VEB Walzwerk Regstedt, užívajícími v předchozích diagnostických kazetách. Dále byla čidla vybavena platínovými, kobaltovými a olověnými detektory vyrobenými BSK Rossendorf, platínovými a kobaltovými detektory firmy SOBER Francie a reaktorovými kalorimetry ŠKODA s tělisky vyrobenými z grafitu, hliníku, oceli, wolframu, olova a ^{238}Pu . Jednotlivými detektory byl změřen profil radiačního pole po výšce aktivní zóny v ozeřovací kanálu /1/ reaktoru VVR-S. U samospájecích detektorů byly změřeny přechodové charakteristiky po rychlém vytažení detektoru z aktivní zóny a v případě havarijního odstavení reaktoru. Na obr. 23 jsou znázorněny typické relativní průběhy signálů samospájecích detektorů (vanadového a rhodiového) po rychlém vytažení z aktivní zóny a průběhy signálů (platínového, kobaltového a olověného) detektoru po havarijním odstavení reaktoru. Aktivační měření bylo provedeno multikomponentními aktivačními detektory vyvinutými v ČSSR a v NDR v konfiguraci "mokrá" a "suchý" ozeřovací kanál.

Pro výzkum procesů přenosu hmoty v primárním okruhu tlakovodního reaktoru byla na reaktorové vodní smyčce RVS-3 realizována řada experimentů s cílem ověřit, jak je smyčka schopna modelovat teplotní, hydrodynamické a radiační charakteristiky primárního okruhu jaderné elektrárny VVER-440. Bylo dosaženo významného pokroku v experimentálních možnostech ÚJV a v organizaci souběžných experimentů pro tlakovodní reaktory. Na obr. 24 a 25 je uvedeno srovnání průběhů a tepelných toků, součinitele přestupu tepla a průběhu teplot pokrytí paliva a chladiva pro ohřívák smyčky ve srovnání s průběhy v aktivní zóně reaktoru 440 MW. S vybraným režimem smyčky, kdy je dosaženo maximálního teplotního spádu $\Delta T_{\text{max}} = 100^\circ\text{C}$, byl realizován první nepřetržitý 27denní provoz. Ke stanovení vlivu vodního režimu na proces přenosu hmoty byla s pracovištěm NDR KKW "Bruno Lebachner" uzavřena dvoustranná kooperační smlouva. Na smyčce RVS-3 probíhala souběžně řada experimentů z oblasti koroze materiálů. Byly realizovány zkoušky vlivu vodního prostředí na citlivost parogenerátorových trubek ke korozi praskání. Vzorok trubek byly zatíženy konstantním mechanickým namáháním.

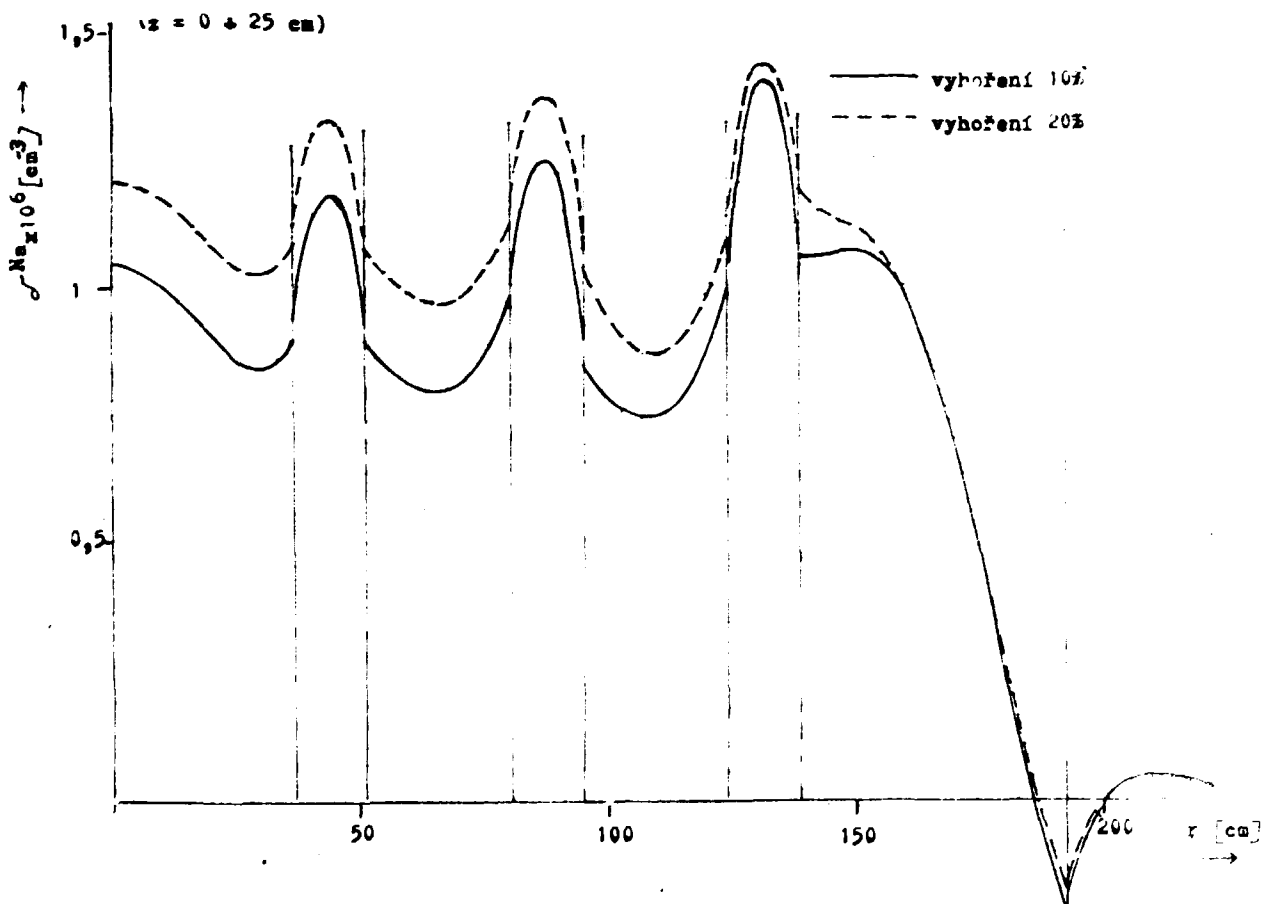


Průběh poměru α a chládku (chl) v závislosti na aktivní zóně (VVER a RVS 3) a poměru q_f (W/m²) v závislosti na poměru X/L v aktivní zóně a průřezu.

Pro BES Škoda byly provedeny zkoušky a dlouhodobé měření korozních dějů v reaktoru, určených pro reaktor 1000 MW.

V dubnu 1985 byl ukončen čtyřletý výzkumný kontrakt na téma "In-pile experiments in water chemistry and corrosion", který byl řešen na fyzikální ústav AVČR /14/. Účelem tohoto kontraktu bylo provést řadu experimentů ke stabilizaci vlivu vysokoteplotní vody na chování korozních produktů ve směšce BN-1.

Výpočty rychlých energetických reaktorů se soustředily na detailní propočty jednotlivých variant (z hlediska nejkratší doby odvojení) heterogenních aktivací ^{235}U pro reaktor typu BN-1600 s palivem kyslíčnick-kov. Kovový ochuzený uran se používá jako aktivní materiál ve všech vnitřních i vnějších plodivých oblastech reaktoru. Párem byl kladen důraz na závislost sodíkového dutinového koeficientu a Dopplerova teplotního koeficientu reaktivity. Klíčové bezpečnostní parametry byly spočteny pro reaktor s vyhořením 10 % těžkých izotopů i pro hluboké vyhoření 20 % těžkých izotopů /14/. Dvůh vyhoření způsobilo srovnatelné hodnoty sodíkového dutinového koeficientu asi o 15 % a na druhé straně nezávisle dopplerova hodnota Dopplerova koeficientu asi o 5 %. Prostorová závislost změny reaktivity způsobené odstraněním jader sodíku z reaktoru je znázorněna na obr. 26. Reaktor s vyšším vyhořením paliva vykazuje tedy nepříznivější ukazatele z hlediska bezpečnosti ve srovnání s reaktorem s běžným vyhořením 10 %. Porovnání těchto výsledků spočtených s účinnými průřezy z knihovny ENAB-78 s výsledky výpočtu sodíkového dutinového koeficientu pomocí starší knihovny ENAB-70 prokázalo vysokou citlivost tohoto parametru na zvoleném systému konstant. Použití novější knihovny účinných průřezů dalo větší hodnoty kladného dutinového koeficientu při dříve používaném systému jaderných dat.



Obr. 26 Radiální průběh změny reaktivity vyvolané odstraněním ^{235}U jader sodíku z reaktoru (veličina δk).

Výsledky analýz reaktorů s heterogenní aktivní zónou a kovovým plodivým materiálem v mezikruhovém uspořádání prováděné v uplynulých několika letech, byly shrnuty a zobecněny /13/ a představují část ÚJV na čs.-sovětských pracích na vývoji perspektivního rychlého reaktoru s kovovým materiálem v zóně. V programu automatické optimalizace byly upřesněny teplotnické vlastnosti materiálů, používaných při optimalizaci velkého rychlého energetického reaktoru s karbidovým palivem. Metodické práce a vývoj efektivních výpočtových programů se soustředil na popis reaktoru v hexagonální geometrii. Byla připravena a odeslána první verze počítačového programu pro dvourozměrnou hexagonální geometrii.

Experimentální a teoretický výzkum termohydraulických poměrů v palivových kazetách rychlých reaktorů dospěl do etapy vývojového dokončení úkolů v rámci Dílčí smlouvy mezi OKAE SSSR a ČSKAE. Na zvětšeném aerodynamickém modelu periferie kazety typu BK-600 byla provedena v r. 1986 měření turbulentní mikrostruktury proudění termoanemometrickou metodou. Z výsledků byla vyhodnocena pole zdánlivých turbulentních vazkostí v radiálním a obvodovém směru /15/. Tyto veličiny pak slouží jako vstup do výpočtových kódů pro popis proudění v kanále tvaru svazku tyčí.

Pokračovaly teplotnické experimenty na sodíkových stendeck, jejichž výsledkem bylo ocenění vlivu přítomnosti částečné blokáže průtočného průřezu na teplotní pole v elektricky vyhřívaných modelech palivových kazet typu BK-600 (viz obr. 27).

V r. 1987 byla zpracována společná zpráva FBE-ÚJV v oblasti teplotních režimů palivových článků včetně faktorů přehřátí /17/.

Provoz komplexu SMT-1 v letošním roce byl uskutečněn ve čtyřech týdenních kampaních, celkem po dobu 480 hodin, v režimu teplot 150-300°C. Byly prověřeny zdokonalené programy pro řízení rozehrěvu, sběru a zpracování dat a pokračovaly funkční zkoušky. Hodnocení pokroku v sodíkové technologii bylo pozitivní. Byly zahájeny práce na návrhu experimentálního úseku (vydáno technické zadání k výrobě) pro zkoušky sodíkových armatur na komplexu SMT-1.

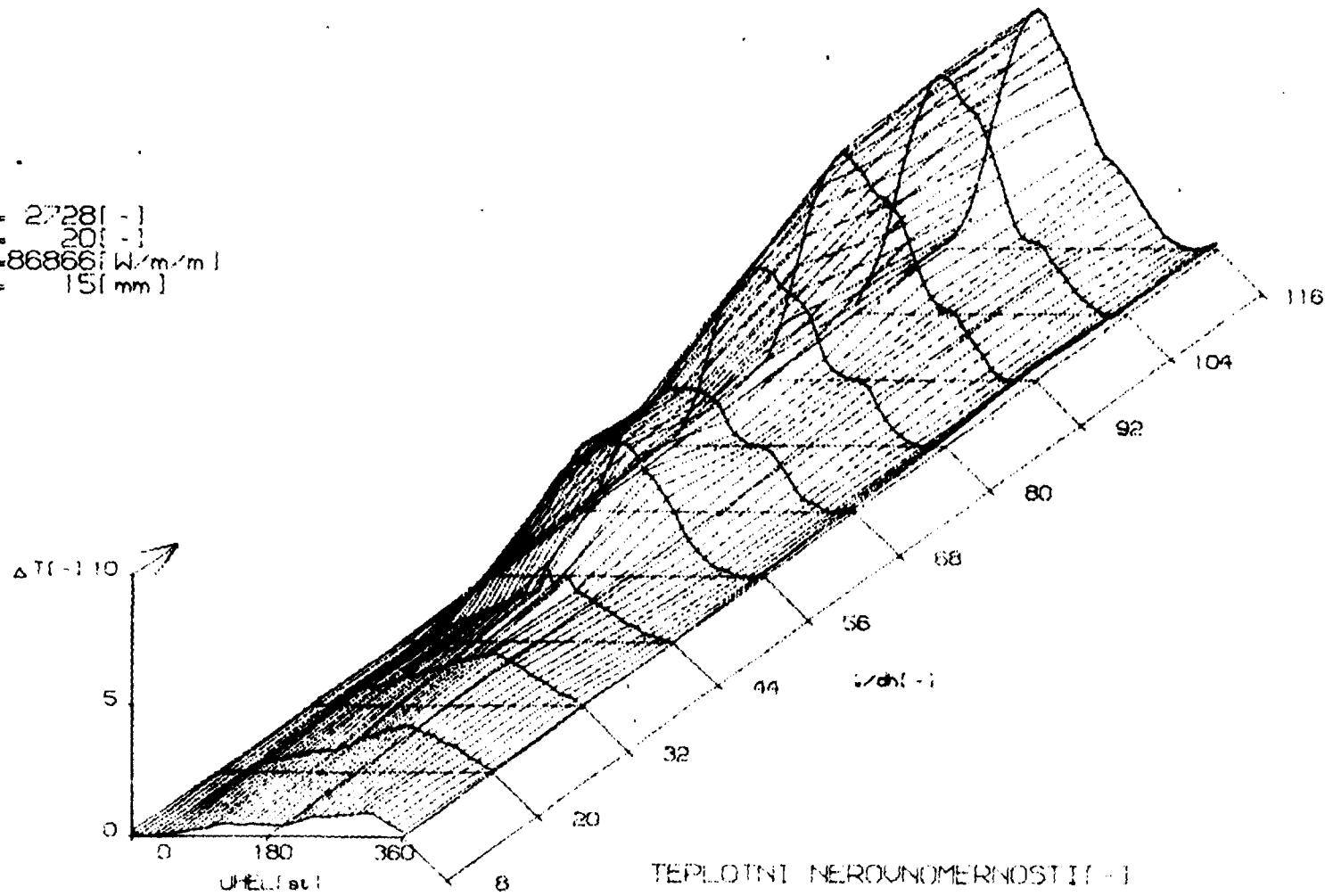
Výsledky spolupráce s FBE Štánek v rámci Dílčí smlouvy byly shrnuty do rozsáhlé publikace, věnované společně vyvíjeným metodám a programům pro termohydraulické výpočty palivových kazet rychlých reaktorů /16/.

Literatura

- /1/ J. Vavřín: Algoritmizace měření a zpracovávání neutronových šumů v diagnostice reaktoru. Automatizace, 9, 5, s. 130-34, 1986.
- /2/ J. Vavřín: Identification of Anomaly Noise Fluctuations in Pressurized-Water Reactor Using Autoregressive Models. Preprint referátu na 4th International Symposium on Technical Diagnostics, 13-15.10.1986, Koperi-Dubrovnik, Jugoslávie. Zpráva ÚJV 7719-T, 1986.
- /3/ J. Vavřín: Výzkum vibrací vnitroreaktorových částí a varu chladiva v reaktoru SVRK metodami šumové analýzy signálů (v ruštině). Preprint ÚJV 7867-T, 1986.
- /4/ J. Vavřín: Šumová analýza neutronových a teplotních fluktuací v systému vnitroreaktorové kontroly. Zpráva ÚJV 7800-T, 1986.
- /5/ J. Vavřín, J. Hejchrt: Fluktuační signálů měřicích kanálů na systému vnitroreaktorové kontroly neutronového toku. Zpráva ÚJV 7866-T, 1986.
- /6/ O. Erben, V. Pišer, K. Hořínek, V. Miškel, J. Rygl, Č. Svoboda, I. Váša, K. Vitázek: Návrh metodiky pro kontrolu čidel a tres SVRK. Zpráva ÚJV, v tisku.
- /7/ V. Miškel, J. Rygl: Grafický displej EP77A - úvodní software pro práci v reálném čase a studie zobrazovací možnosti. Zpráva ÚJV 7905-A, 1986.
- /8/ K. Hořínek, J. Rygl, I. Váša: Návrh variantního řešení expertního systému a technickými prostředky pro zálohování SVRK. Zpráva ÚJV 7868-R,T, 1986.

$R = 2,728 [-]$
 $h = 20 [-]$
 $Q = 86866 [W/m^2]$
 $t = 15 [mm]$

34



Obr. 27 Vliv částečné blokáže průřezného průřezu modelu palivové kazety na teplotní pole boční tyče rychlého reaktoru typu BN-600.
 Nerovnoměrnost teplotního pole $T = \frac{t - t_{min}}{q} \lambda_f$ vyvolaná hermetickou blokáží relativní velikosti $\beta = \frac{F_b}{F_c} = 0,158$. Blokáž umístěná v periferní oblasti kazety ve vzdálenosti $l/d_c = 0,56$.

- /10/ B. Jirsa: Metodika pro statistické zpracování provozního histogramu tlaků a teplot hlavního cirkulačního okruhu. Správa ÚJV 7818-1, 1986.
- /10/ B. Jirsa, V. Červenka: Popis programů pro statistické zpracování tlakových a teplotních pulsací v primárním okruhu jaderného reaktoru typu V-313. Správa ÚJV 7816-A, 1986.
- /11/ J. Mysela, K. Jindřich, V. Masariš, B. Friš, V. Chotivka, H. Hamerská, R. Věslák, J. Šrben: In-pile loop Experiments in Water Chemistry and Corrosion, Report ÚJV 7700-1, 1986.
- /12/ B. Kujal: Koeficienty reaktivity heterogenního rychlého energetického reaktoru s vysokým vyhořením paliva. Správa ÚJV 7906-R, 1, 1986.
- /13/ B. Kujal, B. Kujal: Resúme výsledkového fyzikálních charakteristik kolobratnej heterogénnej aktívnej zóny oxidno-metalického typu. Rozgovor štét. Správa ÚJV 7900-1, 1986.
- /14/ J. Kujal: Utilization of metallic breeding material for a reactor with heterogeneous core and high burnup. NSKleon 4/86, 3.
- /15/ J. Hejna, J. Schmid, J. Červenka: Statistické charakteristiky turbulentního tečení v periférii kasset bystrovo reaktora bez vytěsňtelej. Správa ÚJV 7933-1, 1986.
- /16/ P. Kantiš a kol., A.V. Žukov a kol. (PEI): Metody i programy teplogidravličeskogo resšota sborok tvelov bystrych reaktorov. Správa ÚJV 7934-1, 1986.
- /17/ A.V. Žukov a kol. (PEI), V. Šulc a kol. (ÚJV): Teplofyzičeskije obosnovanije temperatur režimov VVS bystrych reaktorov s učetom faktorov přeregrevu (tēperaturnyje polja, faktory přeregrevu). PEI-1778, Štinsk 1986.

1.1.5. Chemie palivového cyklu

Výzkumné a vývojové práce v oboru chemie palivového cyklu navazovaly na výsledky, dosažené v minulé pětiletce s akcentem na urychlení vývoje zařízení v provozním režimu. Na společné potřeby čs. jaderné energetiky odpovídají práce prováděné při čištění chladiva a radioaktivních vod a při solidifikaci radioaktivních odpadů. V rámci dvoustanné čs.-sovětské dohody se pak řešily problémy s poněkud vzdálenější perspektivou využití, tj. jednak separace některých biotoxických radionuklidů z odpadních roztoků po přepracování jaderného paliva, jednak fluoridová technologie regenerace vyhořelého paliva z rychlých reaktorů. Do studie technologie dospěl také vývoj metody pro izolaci třech kovů z nekovových odpadů v oblasti nejaderných aplikací fluoridové technologie.

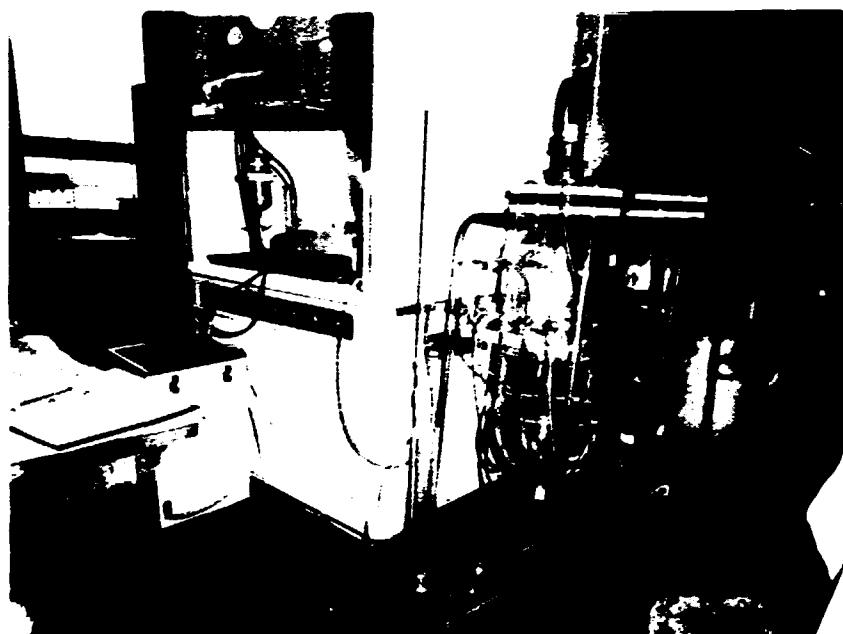
V oblasti čištění chladiv a radioaktivních odpadů byla studována náhrata nových ionexů v čistících stanicích jaderných elektráren, vyvíjeno zařízení pro čištění odpadních vod s vysokým obsahem tenziidů, navrženy a vyzkoušeny nové dekontaminační a prací prostředky pro použití v jaderných elektrárnách a vypracován způsob odstraňování především radiocezií z chladiva bazénu, v němž je skladováno vyhořelé jaderné palivo.

Výměnná kapacita československého organického kationu Ostion KSN, který byl nasazen v technologickém celku 11.06 jaderné elektrárny V-1, klesla po více než 1000 hodinách činnosti pouze o necelých 10 %, takže předpokládá se, že ionexové lože bude spolehlivě pracovat nejméně po dobu tří let, je reálný /1/.

Zařízení pro kontinuální čištění kontaminovaných odpadních vod s vysokým obsahem tenziidů /2/, navržené pro provozní soubor PS-61 jaderné elektrárny v Mochovicích, bylo již započteno do výrobního programu finálního dodavatele. Podobné zařízení navrhl generální projektant pro jadernou elektrárnu v Temelíně. Prostředek k praní kontaminovaných oděvů Alfa-DEB, vyvíjený ve Výzkumném ústavu tukového průmyslu v Rokovnicích, se již zkouší v provozních podmínkách. Ve speciálních prádelnách v jaderných elektrárnách v Šest. Pohonicích a v Rokovnicích se zavádí nový prostředek se sníženou pěnovitostí značky Alfa-DEB, který umožňuje zhušťovat vzniká-

ující kapalně odpařují v odpařkách bez tvorby pěny. Pro deaktivaci kontaminovaných podlahových krytín, přetlakových oděvů a mastných povrchů plechů z nerezavějící oceli, byly vyvinuty Výzkumným ústavem tukového průmyslu ve spolupráci s ÚJV dekontaminační pěny, saponáty a mýdla. S podnětem pracovníků ÚJV zaslali pracovníci Výzkumného ústavu tukového průmyslu do jaderné elektrárny v Černobylu jednu tunu speciálního dekontaminačního mýdla, které se již osvědčilo na několika československých pracovištích.

Podle požadavků z provozu jaderné elektrárny V-1 byl vypracován způsob odstraňování radiocesia a dalších radionuklidů z chladiva bazénu transportu a skladování jaderného paliva. Před katexový a anexový filtr v technologickém celku BTC 11,04 se zařadí filtr o objemu 1,31 až 0,2 m³, umístěný v přenosném krytu s olověným a betonovým stíněním a plněný granulovaným syntetickým mordenitem. Zachytí-li sorbent tolik radionuklidů, že expoziční rychlost na povrchu krytu překročí povolenou úroveň, vyplaví se náplň do sběrné nádrže nasycených iontů nebo se filtr od čističí stanice odpojí a i s krytem se přepraví do úložiště. Dostředivá schopnost a mechanická a chemická stálost granulovaného mordenitu byly nejdříve ověřeny dlouhodobým pokusem v aparatuře znázorněné na obr. 28 s použitím modelového roztoku při 20 až 30 °C a rychlosti průtoku 14-18 objemů lože za hodinu /3/.



Obr. 28

Zařízení pro čtvrtprovozní zkoušky kolony plněné syntetickým mordenitem.

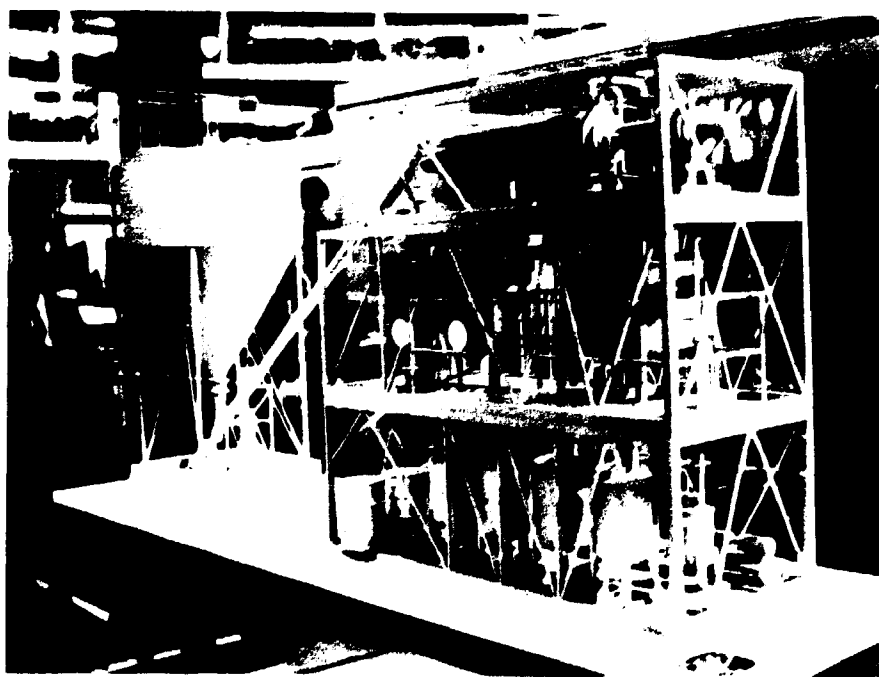
V průběhu zařízení proběhly poloprovozní zkoušky čištění reálného chladiva bazénu transportu a skladování paliva v jaderné elektrárně V-1. Syntetický mordenit zachycoval účinně kromě radiocesia, tj. nuklidů ¹³⁴Cs a ¹³⁷Cs (asi 96 %) i 75 % nuklidu ¹¹⁰Ag, 77 % nuklidu ¹³⁷Sr, průměrně asi 70 % a asi 40 % radiokobaltu (⁵⁸Co a ⁶⁰Co). Z mordenitového lože se částečně vyluhují křemičitaný; po průchodu 13 až 16,7 m³ chladiva zařízením se obsah ¹³⁷Cs ustálil na hodnotě 0,4 g.m⁻³. Proto se nyní zdokonaluje způsob přípravy mordenitu a cílem úpravy vyluhovatelnosti křemičitanu.

Ve dvoustranné so.-sovětské spolupráci bylo v Radiovém institutu V.G. Chlopine v Leninradě konstruováno vyřicetiatupňové extrakční zařízení k izolaci radionuklidů ze skupiny lanthanoidů z odpařných roztoků po přepracování jaderného paliva procesem Purex. Po předchozí separaci cesia, stroncia a baria extrakcí dikarbolidem kobaltitým a úpravě složení vodné fáze se stejným činidlem vyextrahují i trojmocné lanthanoidy a aktinoidy. K extrakční izolaci Cr, Sr, Ba, Ce(III) a Eu v analytické praxi, bylo nalezeno selektivní činidlo obsahující anion $[(C_2H_5)_3N_3]_2[Co_2(C_2H_5)_4]^{2-}$, které je vedlejším produktem syntézy dikarbolidu.

V oblasti solidifikace radioaktivních odpadů úspěšně navázali pracovníci ÚJV v obou hlavních směrech - vývoji mobilní kalcinační a cementační jednotky a vývoji procesu VICHR - na významné výsledky, dosažené v předchozích letech, zejména v roce 1985 /4/.

Na rok 1986 bylo plánováno přemístění cementačních modulů linky MESA 1 z EBO do EDU, doplnění o kalcinační modul a zprovoznění takto zkompletované linky. Po havárii v JE Černobyl však byla linka MESA 1 v ověřeném dvoumodulovém uspořádání (pro přímou cementaci kapalných radioaktivních odpadů) nabídnuta jako pomoc při likvidaci následků havárie. Nabídka byla přijata a usnesením předsednictva vlády ČSSR č. 109/86 předána do SSSR. Do SSSR byla vyslána skupina pracovníků ÚJV, která tam řídila montáž linky, vypracovala technologický postup pro cementaci kapalných radioaktivních koncentrátů z provozu JE Černobyl a zkušela obsluhu. Třetí kalcinační modul, který zůstal v ČSSR, byl po úpravách kalcinátoru, provedených v KSB na základě zkoušek v ÚJV /4/, instalován v JE Dukovany. Zároveň byla realizována taková opatření, aby byl schopen samostatného provozu. Bylo vyvinuto, v dílnách ÚJV vyrobeno a v JE Dukovany instalováno a funkčně ověřeno přídatné zařízení pro cementaci kalcinátu, produkovaného třetím modulem. Tím bylo umožněno jak pokračování experimentálního programu, tak podle potřeby i zneškodňování odpadů z provozu EDU. Citovaným usnesením PV ČSSR bylo uloženo Královopolským strojírnám Brno, aby do poloviny roku 1987 vyrobila nové díly linky MESA 1 jako náhradu za části, předané JE Černobyl. Pro zajištění tohoto úkolu byla vytvořena společná pracovní skupina ÚJV a KSB. Mobilní kalcinační a cementační jednotky ÚJV byly zařazeny do standardního výrobního programu KSB a jejich model byl úspěšně vystaven na veletrzích v Brně a Düsseldorfu (obr. 29). Přes mimořádné zatížení uvedenými úkoly byla ve spolupráci s VÚJE Jaslovské Bohunice a VÚCHZ Brno zahájena i příprava poloprovozního ověření technologie bitumenace kalcinátu, určené pro elektrárnu Temelín.

Významných pokroků bylo dosaženo i ve druhém hlavním směru - vývoji procesu vitrifikace vysoce radioaktivních kapalných odpadů z dlouhodobého skladu vyhořelého paliva JE A-1 (proces VICHR). Na základě pokračujících poloprovozních experimentů na zařízení EXTAZA /4/ byla zdokonalena technologie v mnoha směrech (snížení úletů z tavicího zařízení, další omezení koroze zařízení, optimalizace složení fixačního média atd.). Do značné míry byl zvládnut i problém, který se nečekaně objevil - tvorba plynného vodíku v průběhu procesu.



Obr. 29 Model linky MESA 1, vystavený výrobcem (KSB) na veletrhu v Brně a Düsseldorfu.

Pokročily práce na konstrukčním řešení víka pece, umožňujícím mj. dálkovou demontáž; ze speciální slitiny byly vyrobeny odlitky tělesa pece. Do výroby byla dána již první varianta provozní tavíci jednotky, pro kterou byl získán již i napájecí zdroj - středofrekvenční měnič kmitočtu. Velká pozornost byla věnována některým problémům technologické realizace, které představují v podobných procesech neobvyklá řešení. Kromě již uvedených komplikací s úlety a vývojem plynu šlo zejména o problém transportu a dávkování suspenzí a kaší s mimořádně složitými reologickými vlastnostmi. Paralelně byly sledovány parametry vzniklých solidifikovaných produktů z hlediska záruk kvality, nutné pro zajištění dlouhodobého bezpečného uložení. Jde zejména o sledování časové závislosti hydrolytické odolnosti, kde probíhá těsná spolupráce s pracovištěm VŠMT a stanovení strukturálních charakteristik vzniklých produktů.

Značná pozornost byla věnována i legislativnímu zajištění přepravy RAO z jaderných elektráren na uložení a ekonomice této přepravy. Byly vypracovány podklady pro vydání přepravního řádu, který bude mít dvě části - legislativní část a provozní předpisy. Předpokládá se, že uložení bude institucí zodpovědnou za organizaci přepravy RAO. Pro přepravu RAO z JE na uložení byly určeny optimální počty dopravních a přepravních prostředků /5/. Při výpočtu ekonomické efektivity kombinované silniční a železniční dopravy byla vypočtena složka nákladů připadající na silniční dopravu /5/. Byl navržen způsob manipulace a skladování pevných a zpevněných odpadů v jaderné elektrárně Jas. Bohunice před zprovozněním uložení /6/ a optimální varianta manipulace a skladování RAO v jaderné elektrárně Temelín /7/.

V oblasti vývoje fluoridové technologie přepracování vyhořelého paliva z rychlých reaktorů pokračovaly práce v rámci dvoustranné čs.-sovětské spolupráce na realizaci poloprovozní technologické linky FREGAT-2. Zařízení aparátů uranové větve této linky byly smontovány v horkých komorách Ústavu atomových reaktorů (NIJAR) v Dimitrovgradu v SSSR. Československými a sovětskými specialisty zde byly provedeny oživovací práce celého zařízení včetně měřících a regulačních okruhů (obr. 30). Koncem roku byla technologická linka připravena k zahájení zkušebního provozu s neozářeným palivem. V ÚJV byly souběžně s těmito pracemi prováděny nutné ověřovací zkoušky vybraných aparátů a zařízení linky /8/. Byly uskutečněny technologické zkoušky rektifikace směsí UF_6 s MoF_6 a IF_5 a zkoušky sorpce těkavých fluoridů na NaF . V prostředí F_2 a UF_6 byly vyzkoušeny nové typy průtokoměrů a speciálních armatur fluoridové technologie.

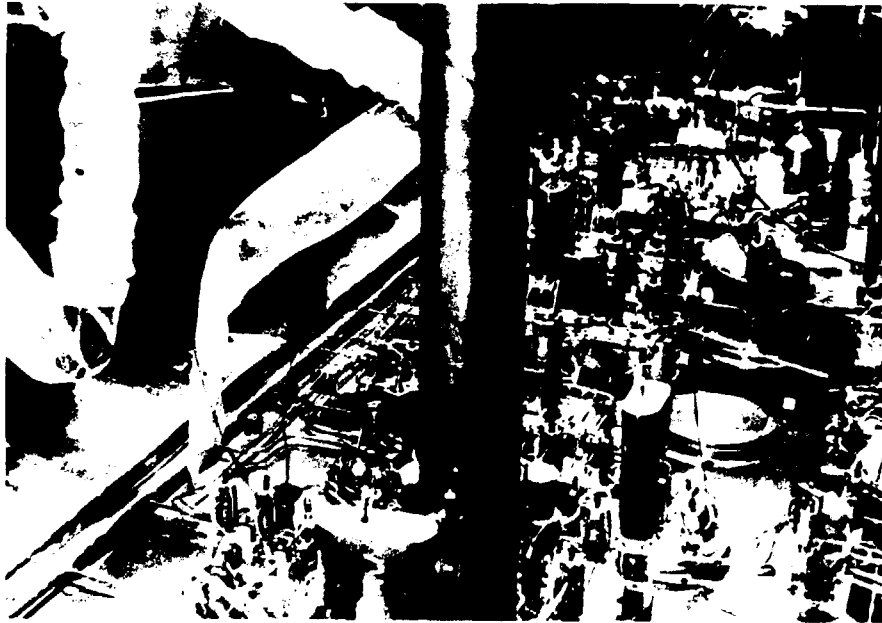
V oblasti nejaderných aplikací fluoridové technologie se uskutečnilv funkční zkoušky aparátů a pomocných okruhů na vybudované technologické lince EVA určené k izolaci drahých kovů z nekovových odpadů /9/. Koncem roku byl na této lince zahájen zkušební provoz s dvěma typy odpadů. Plánovaná kapacita linky EVA činí 20 t zpracovaného odpadního materiálu za rok. Po ukončení zkušebního provozu bude technologie předána n.p. Safina Jesenice. V návaznosti na vybudovanou linku EVA byla zahájena výstavba poloprovozní denitrační a redukční linky, která bude sloužit k finálnímu zpracování roztoků drahých kovů.

V rámci příprav na zkušební provoz vybudované technologie byly ve větším laboratorním měřítku zpracovány nekovové odpady obsahující Pt, Pd, Rh a Au.

V oblasti vývoje postupů přípravy speciálních anorganických fluoridů pro implantaci v mikroelektronice byly připraveny AgF_3 , BF_3 a PF_3 . Pokračovaly výzkumné práce na hydrolytickém štěpení celulózy bezvodým fluorovodíkem za účelem získávání cukru a rovněž práce v oblasti vývoje přípravy fluoridu grafitu.

Literatura

- /1/ M. Marhol, J. Alexová: Provozní zkoušky čs. ionexu v jaderné elektrárně. Zpráva ÚJV v tisku.
- /2/ J. Gála, Z. Dřízal: Podklady pro zpracování provozních předpisů čistících stanic vod z aktivních prádelen jaderných elektráren. Zpráva ÚJV č. 590, 1985.



Obr. 30 Pohled na linku FREGAT-2 v horké komoře v NIIAR
v době montáže.

- /3/ P. Vaňura, P. Frenst: Zpráva o výsledku poloprovozních zkoušek přečišťování chladivě bazénu skladování vyhořelých palivových článků na kolonách se syntetickým zeolitem. Zpráva ÚJV 7786-CH, 1986.
- /4/ Zpráva o pokrocích '85, str. 32. Zpráva ÚJV 7639-V, 1986.
- /5/ A. Macháčková: Studie otázek dopravy RAO z JE na uložistiště. Zpráva ÚSMD V-26-86, 1986.
- /6/ E. Jeřábek a kol.: Ideové řešení komplexního pojetí manipulace a skladování RAO v JE. Zpráva IMADOS 2.5.1, 2.5.2 a 2.5.3, 1986.
- /7/ E. Jeřábek a kol.: Návrh optimální varianty manipulace a skladování pevných RAO v JE Temelín. Zpráva IMADOS 2.3, 1986.
- /8/ P. Nový a kol.: Laboratorní zkoušky vybraných zařízení linky FREGAT. Zpráva ÚJV 7951-CH,T, 1986.
- /9/ I. Peka a kol.: Poloprovozní linka EVA na izolaci drahých kovů z nekovových odpadů. Nukleon 3/1987.

1.1.6. Normalizace

V rámci Mezinárodního hospodářského sdružení Interatomenergo bylo během roku vypracováno a schváleno celkem 5 normativně technických dokumentů:

a) normy z oblasti předpisů pro kontrolu sverových spojů a návarů:

- normy pro hodnocení jakosti
- měření a vnější kontrola
- metody a rozsah destruktivní kontroly
- kontrola radiografickou metodou;

b) norma z oblasti předpisů pro svařování a navařování:

- základní typy sverových spojů.

Program tvorby normativní dokumentace obsahuje celkem 221 témat, které zahrnují problematiku projektování, výstavby, montáže a provozu jaderných elektráren. Rovněž se dořešila otázka platnosti a závaznosti normativních dokumentů na mezinárodní úrovni v rámci Československa. Původně uvedený postup, kdy konečným schvalujícím orgánem byla Generální rada MHS Interatomenergo, vyvolával potíže ve většině členských států právě z hlediska zajištění závaznosti a platnosti. 11. zasedání Meziresortní komise pro provádění celkové koordinace spolupráce zainteresovaných členských států RVHP a SFRJ při realizaci Dohody o mnohostranné mezinárodní specializaci a kooperaci výroby a vzájemných dodávkách zařízení pro jaderné elektrárny přijalo rozhodnutí o platnosti a závaznosti normativně technických dokumentů v mezinárodním měřítku.

MVK schválila celkem 40 dokumentů. V Československu vyřešilo tuto problematiku usnesení PV ČSSR č. 158 z 12. září 1985.

1.2. Využití ionizujícího záření

1.2.1. Radiační technologie

Výzkum v oblasti radiačních technologií zahrnoval modifikace polymerních systémů, sterilizaci substrátů pro použití v zemědělství, ošetření potravin a zemědělských produktů a čištění odpadních vod. Vedle toho byl zajišťován vyhledávací výzkum v nových perspektivních oblastech a byly řešeny vybrané radiačně chemické problémy související s provozem jaderných elektráren typu VVER /1/.

Výzkum radiačního síťování plastů byl zaměřen na hledání vhodných směsí na bázi domácího polyetylenu a PVC pro použití v kabelářském průmyslu jako náhrada izolací, dovážených z devizových oblastí. Cílem řešení je zavedení výroby vodičů s tenkou vrstvou radiačně síťované izolace z plastů domácí proveniencce s tepelnou odolností v rozsahu 105 - 155°C v závodě Kabelo Vrchlabí. Na urychlovači elektronů byl zjišťován vliv tloušťky izolační směsi polyetylenu s různými příměsemi a frakcionace dávky záření na účinnost síťování /2/. Byly provedeny zkoušky základních vlastností vzorků kabelů s izolací ze zesítěného polyetylenu a vydán návrh technických podmínek pro kabely se zvýšenou tepelnou odolností. Při ověřování radiační síťovatelnosti polyvinylidenfluoridu (PVDF) byla sledována tažnost ozářených vzorků při různých teplotách a vliv tepelného šoku na zvýšení tažnosti, vliv příměsí na stupeň zesíťení PVDF a závislost barevných změn na absorbované dávce záření. Ve spolupráci s VÚKI Bratislava probíhal vývoj radiačně síťovaných směsí na bázi polyvinylchloridu. Bylo sledováno radiační vytvrzování epoxiakrylátových laků v přítomnosti vzduchu, vyroben a vyzkoušen reaktor ke sledování degradace teflonu zářením urychlených elektronů.

Pro optimalizaci radiačního síťování se řeší otázky dozimetrie elektronového svazku, kde byla stanovena absorbovaná dávka záření v modelovém uspořádání, imitujícím vodič s hliníkovým a měděným jádrem a izolací z polyetylenu. Výsledky měření byly srovnány s výsledky výpočtů, provedených na základě experimentálně stanovené hloubkové distribuce dávky pro kolmý dopad svazku elektronů /3/. Pro možnost studia radiačně chemických procesů v radiačně síťovaných polymerech, byla vypracována a zavedena metodika elektronové paramagnetické rezonance /4/. Při přípravě výstavby experimentální linky v závodě Kabelo Vrchlabí byly předány Kovoprojektě Praha podklady pro zpracování projektové dokumentace a zahájeno nabídkové řízení pro dovoz urychlovače elektronů ILU-8 a misičního zařízení Busa.

Byla ověřena možnost radiační sterilizace nosného substrátu k přípravě oškovací látky Rhizobin pro motýlokvěte rostliny. Pomocí radiační technologie bylo připraveno 500 kg Rhizobinu pro vojtěšku, jetel, hrách, bob, soju a fazole a zajištěny polní experimenty v šesti šlechtitelských stanicích ČSSR. Výsledky těchto prací ukazují na vyšší kvalitu preparátu a výrazně delší dobu jeho skladovatelnosti. Průběžně se sleduje titer Rhizobinů v preparátu během jeho skladování a kontaminace rašeliny v závislosti na vlhkosti a dávce ionizujícího záření.

Ve výzkumu radiačního ošetřování potravin byly ozářeny čtyři druhy rýže, které byly senzorycky a barevně hodnoceny v závislosti na době skladování s uspokojivými výsledky. Systematicky se pokračuje ve studiu vlivu ionizujícího záření na potlačení populace škůdců rýže v závislosti na její vlhkosti a čistotě. Ověřují se možnosti radiačního ošetření vybraných druhů koření a potravin.

V rámci sledování radiačně chemické problematiky jaderně energetického komplexu pokračovalo studium stability vodných roztoků, navržených pro zachyt tekavých chemických forem jódu, v modelu sprchovacího zařízení. Rozklad sinitanu, účinné složky sprchovacího roztoku, prakticky nezávisí na dávkovém příkonu. Při použitých teplotách (20-60°C) se na celkovém úbytku koncentrace hydrazinu podílí jeho oxidace kyslíkem ze vzduchu, rozklad teplem a radiolýza. Obs.roztoky účinně reagují s molekulárním jódem. Sprchový roztok se

sirnetanem se pro záchyt těžkých chemických forem jódu při havárii jeví jako vhodnější pro svou vyšší stabilitu při ozařování a rychlejší reakci s metyljodidem /5/. V modelových produktech fixace koncentráту solí v bitumenu A-80 byla sledována tvorba plynů, úbytek kyslíku, změny hustoty a objemu při působení záření gama. Byla vypracována výrobní dokumentace pro vodičoměr ke kontinuálnímu sledování koncentrace vodíku v chladiči primárního okruhu jaderných elektráren typu VVER-440 a přístroj byl ověřován v provozních podmínkách jaderné elektrárny V-2 v Jaslovských Bohunicích.

Činnost konzultačního střediska pro aplikace ionizujícího záření spočívala jednak v poskytování konzultací, expertíz a ozařovacího servisu, jednak v řešení vlastních vědeckých problémů. Vedle pravidelného zajišťování radiační sterilizace zdravotnického materiálu pro zdravotnická zařízení, prováděly se četné další ozařovací experimenty na kobaltovém ozařovači a urychlovači elektronů, spojené s expertizní činností, např. radiační stabilita různých materiálů pro JE, radiostimulace klíčení semen, ničení plevelů a hub v lesních substrátech, sterilizace škrobu pro farmaceutické účely, radiační servení ukládaných ověšků, radiační petrifikace dřevěných plastik a hliněné pečeti, sterilizace ocetnaté rašeliny substrátu, radiační úprava diod výroby ČKD, radiační úpravy textilií, radiační hygienizace kalů, radiační desinfekce potravin atd. Pro kontrolu ozařovacího servisu na kobaltových ozařovačích byla zavedena do rutinního provozu svědečná dozimetrie na bázi alaninu vyhodnocovaná na EPR spektrometru /6/.

Jako samostatný výzkumný úkol je řešen vývoj mobilního ozařovače pro radiační ošetření předmětů v památkové péči. Byla dokončena koncepce ozařovacího procesu, jako plně automatizovaného a programově řízeného. Pro výpočet parametrů ozařování byl vypracován výpočetní program. Ve spolupráci s ÚJV Zbraslav byl zkonstruován a ze značné části vyroben ozařovací kontejner /7/.

Ve výzkumu radiační hygienizace kalů z čistíček odpadních vod byly nalezeny podmínky radiačního ošetření zajišťující mikrobiologickou nezávadnost kalů. Byl vypracován a schválen návrh technologického řešení formovacího stroje k úpravě odvodňovaných kalů pro ozařování na urychlovači elektronů typu ELV-2. Ukončené dvouleté polní pokusy prokázaly vyšší účinnosti brambor a ječmene při hnojení ozářenými kaly ve srovnání s hnojením chlévkovou mrvou. Byly předány podklady Hydroprojektu pro projektovou studii radiační hygienizace kalů /8/.

Pracovníci ÚJV se významně podíleli na organizačním zajištění konference International Meeting on Radiation Chemistry and Processing - Brdička Days '86 v dubnu v Mariánských Lázních, pořádané odbornou skupinou jaderné chemie Čs. společností chemické ve spolupráci s dalšími organizacemi. Zúčastnilo se jí 119 specialistů, z toho 56 ze zahraničí. Bylo předneseno 34 přednášek a prezentováno 40 vývěskových sdělení, z oblasti radiační chemie bylo prezentováno celkem 8 příspěvků.

Literatura

- /1/ B. Bertoníček, J. Teplý: Radiačně chemický výzkum v ÚJV Řež, Radioizotopy 27, 30, 1986.
- /2/ A. Vokál, P. Černoch, K. Vacek, J. Klier: Vodič izolovaný radiačně zesíleným polyetylenem. Referát na 6. symposiu o radiační chemii, 21.-26.9. 1986, MLR.
- /3/ I. Janovský: Stanovení dávky vodiče při ozařování urychlovači elektronů. Zpráva ÚJV 7751-CH, 1986.
- /4/ J. Burda, K. Vacek: Studium volných radikálů vznikajících v polyetylenu účinkem ionizujícího záření pomocí EPR. Zpráva ÚJV 7820-CH, 1986.
- /5/ A. Hábbersbergerová, I. Janovský, R. Pejšša: Radiační stabilita roztoků pro záchyt těžkých chemických forem jódu. Zpráva ÚJV 7783-D, CH, 1986.
- /6/ K. Vacek, J. Burda, A. Pondělíček, J. Váňa: Stanovení, kontrola a garantování dávek záření gama v rotačním ozařovači, III ÚJV 11/86.
- /7/ J. Teplý, Č. Franěk: Zařízení k radiačnímu ošetření předmětů gama-zářením. EV 2016/86, ZH-ÚJV 33/86.
- /8/ K. Vacek, P. Pastuszek, J. Sedláček: Radiation Processing Applications in the Czechosl. Water Treatment Technologies, Brdička Days '86. Mar. Lázně 21-25.4. 1986.

1. ... radiofarmaceutické preparáty

Výzkum radio nuklidických a radiofarmaceutických preparátů je trvale naměřen na vývoj metod přípravy nejdůležitějších diagnostických přípravků používaných v nukleární medicíně. V současnosti se jedná především o preparáty značené cyklotronovými radionuklidy a přípravu radionuklidů na reaktoru; dále o kity vhodné pro značení tímto radionuklidů a radioaktivní preparáty značené radionuklidu jodu.

V oblasti radiofarmak značených cyklotronovými radionuklidů byly jako hlavní úkol řešeny otázky spojené se zavedením rutinní výroby injekce chloridu thalioho - ^{201}Tl /1/. Byla navržena a realizována aparatura pro jeho výrobu, provedeno preklinické zkoušení a po jeho úspěšném dokončení bylo v závěru roku zahájeno i jeho klinické zkoušení. První dobavy tohoto přípravku na pracoviště nukleární medicíny nejen umožnily lékařským pracovištím rozšířit diagnostiku srdečních onemocnění, ale ČSSR se tím zařadila mezi několik málo zemí, které byly schopny vyvinout technologii výroby ^{201}Tl až do stáje rutinních dobávek. S cílem dalšího pokroku v oblasti cyklotronových radiofarmak byly zpracovány rozsáhlé studie o možnostech přípravy ^{188}Au generátorem /2/ a přípravy ^{111}In . Pokračovaly rovněž práce na selektivní výrobě cytronanu galioho - ^{67}Ga /3/ a přípravě komplexů ^{67}Ga s cílem rozšíření možností využití tohoto radionuklidu /4/.

V problematice reaktorových radionuklidů byly středem pozornosti otázky získávání $^{99\text{m}}\text{Tc}$ a přípravy kitů pro značení tímto radionuklidem /5/. Byl ukončen vývoj generátoru technecia - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ z molybdenu - ^{99}Mo o nízké měrné radioaktivitě a zařízení dále upravované podle připomínek a požadavků našich i zahraničních pracovišť. Generátor tohoto typu představuje jedno z mála zařízení, které umožňuje získávat nevyznamenější radionuklidů z hlediska nukleární medicíny i na malých výzkumných reaktorech a je proto o něj zájem i v dalších zemích. Technecium - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ je používáno v nukleární medicíně ve formě celé řady sloučenin. Pro jejich přípravu na pracovištích nukleární medicíny se v rozsáhlé míře používají soupravy (kity), které obsahují všechny nezbytné potřeby pro značení, usnadňují a urychlují práci radiofarmaceutů a zajišťují vysokou kvalitu získaného přípravku. Základní podmínkou pro jejich sestavení je možnost lyofilizace poloproduktů, které jsou složkami kitů. Po získání lyofilizačního zařízení byla proto klaví pozornost věnována výzkumné laboratoři lyofilizace. Byla provedena rekonstrukce vhodné místnosti, napojení lyofilizačního zařízení a proběhl i pokusný provoz. Technika lyofilizace byla ověřována na pokusných šaržích preparátů triacetyl kyseliny a triacetil II, v nichž se předpokládá co nejrychlejší zahájení výroby.

V oblasti vývoje radiofarmak značených radionuklidu jodu, pokračoval vývoj metod přípravy bromsulfofthaleinu - ^{131}I . Byla navržena, sestavena a oázkoušena výrobní aparatura, provedeno preklinické zkoušení a koncem roku zahájeno i klinické zkoušení tohoto přípravku. V rámci vývoje nejnovějších radiofarmak byla značná pozornost věnována výzkumné metodě získávání ^{125}I z cyklotronových terčíků a značení dalších organických látek tímto radionuklidem /6/. Byly studovány možnosti přípravy jodem značených mastných kyselin pro diagnostiku srdečních chorob, joanfetaminu pro diagnostiku onemocnění mozku s 4-joanantipyrinu /7/. S celou řadou jodem značených mastných kyselin byla po experimentech na zvířatech vyvárána 18-1-oktadekenová kyselina, a tím bylo prováděno ověřování diagnostických možností na klinice /8/. Jako výhledový preparát byla rovněž připravována značená acetyltyrosyl-p-aminobenzoová kyselina a chování jejích derivátů ověřováno na zvířatech.

V rámci spolupráce se zahraničními partnery byla realizována výměna zkušeností a vývojem radiofarmaceutických preparátů i prováděny některé studie spojené s ověřováním našich preparátů na zahraničních pracovištích /9/. S cílem kvalitní výroby nových preparátů jak v oblasti nukleární medicíny, tak radiofarmacie, probíhale spolupráce na vydání celostátních učebnic z oboru /10,11/ i přímá výuka na Farmaceutické fakultě v Brně a v Ústředí Králové a praktické činnosti ve farmaceutických ústavcích /1-14/.

Literatura

- /1/ P. Kopecký, J. Cífka, K. Zdražil, B. Kopecká, P. Švihla: Vvedeníje proizvodstva injekcií chloridu thalija - ^{201}Tl . Symposium RVHP o radiofarmaceutických preparátech, Obninsk, prosinec 1986.
- /2/ F. Budský, V. Hušák, J. Prokop: Generátor $^{195\text{m}}\text{Hg}$ - $^{195\text{m}}\text{Au}$ a jeho použití v nukleární medicíně. Jaderná energie 32, 81-84, 1986.
- /3/ P. Kopecký, J. Cífka, S. Němec, Z. Štraйт: Vvedeníje proizvodstva injekcií citrátu galija - ^{67}Ga . Symposium RVHP o radiofarmaceutických preparátech, Obninsk, 1986.
- /4/ T. Leonovičová, B. Angelis, J. Cífka: Poiski novych komplexov galija - 67 dlja vozmožnogo rozšírenija oblasti ego ispolzovenija. Symposium RVHP o radiofarmaceutických preparátech, Obninsk, 1986.
- /5/ J. Prokop, F. Budský: Opit ispolzovenija ekstrakcionogo sposobe polučeníja $^{99\text{m}}\text{Tc}$ v ČSSR. Symposium RVHP o radiofarmaceutických preparátech, Obninsk, 1986.
- /6/ P. Hradilek, L. Kronrád, E. Perezslényiová, K. Kapička, M. Bečicová: Preparaty mečenyje radionuklidami joda. Symposium RVHP o radiofarmaceutických preparátech, Obninsk 1986.
- /7/ E. Perezslényiová, P. Hradilek: Příprave 4-jodentipyrinu- ^{123}I . II. sjezd Československé společnosti nukleární medicíny a radiační hygieny, Bratislava, 28.-31.10. 1986.
- /8/ J. Kesselický, A. Riedel, M. Konopková, P. Hradilek, L. Kronrád, J. Kidlery: The possibility of use of hexa-, hepta-, and octadecanoic acid labelled by ^{123}I for evaluation of myocardial disorders. Předneseno na VIII. mezinárodním symposiu nukleární medicíny, Karlovy Vary, 2.-5.6. 1986.
- /9/ K. Kapička, H.E. Schmidt: An improved method to estimate the specific activity of carrier - free radioactive NaI solutions, J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters 104, 319-328, 1986.
- /10/ Z. Dienstbier, L. Kronrád, J. Komárek, O. Charemza: 2. Radiofarmaka, kapitola do monografie Diagnostika metodami nukleární medicíny, 1986.
- /11/ J. Květina, L. Kronrád, M. Lázníček: 7. Hromadně vyráběná radiofarmaka, kapitola do vysokoškolských učebnic, Radiofarmacie, 1986.
- /12/ M. Lázníček, J. Květina, P. Hradilek, L. Kronrád, K. Kapička: Comparison of the biological behaviour of ortho- and meta-iodohippurate, zasláno do Folia Pharmaceutica.
- /13/ P. Komárek, K. Svoboda, M. Hradil: Vývoj radiofarmacie ve zdravotnických zařízeních v ČSSR, zasláno do Čs. farmacie.
- /14/ P. Komárek, K. Svoboda, M. Hradil: Výzkum ve zdravotnických zařízeních a výchova pracovníků v radiofarmacii, zasláno do Čs. farmacie.

1.2.3. Neutronová aktivační analýza a neutronografie

Metoda neutronové aktivační analýzy (NAA) je v nové pětiletce rozvíjena hlavně pro potřeby lékařského a biochemického výzkumu, kontrolu pracovního a životního prostředí, testování homogenity a atestační analýzy referenčních materiálů. Tyto práce jsou v souladu se světovými trendy, požadavky československých institucí a zaměřením ostatních československých pracovišť v této oblasti.

Pro biochemický výzkum a pracovní lékařství byly zdokonaleny radiochemické separační postupy pro stanovení esenciálních a toxických stopových prvků a ve spolupráci hlavně s Institutem hygieny a epidemiologie byly využity ke studiu distribuce těchto prvků v tkáních experimentálních zvířat /1/, v lidských tkáních u profesionálně neexponované populace a ke stanovení v biologických referenčních materiálech /2/. V rámci mezinárodního výzkumného programu MAAB byl studován vliv kontaminace pracovního prostředí toxickými prvky na jejich obsah v tkáních profesionálně exponovaných osob a jejich zdraví /3/. Pokračovala též spolupráce s Makromolekulárním ústavem ČSAV v Praze při použití NAA pro výzkum dalších Ft-cytostatických preparátů. Nově byl vypracován velmi rychlý radiochemický separační postup pro stanovení vanadu v biologických materiálech.

V oblasti kontroly životního prostředí bylo rozvíjeno spektrometrické měření záření gama při vysokých četnostech impulzů s použitím systému ND 683 /4/. Nový gama-spektrometrický analyzátor umožňuje progresivnější a kvalitnější měření všech typů vzorků, tedy i vzorků emise a uhlí při kontrole čistoty ovzduší. Podstatné zlepšení proti dřívějšímu měřicímu systému představují kvalitnější HEGe detektory a programy pro vyhodnocování spekter včetně řešení multipletů a konečného výpočtu výsledku /5/. Nové postupy jsou aplikovány na vzorky emise a uhlí dodávaných Výzkumným ústavem vzduchotechniky v Praze. V současné době se sleduje především proces zachycování jednotlivých škodlivin v různých stupních odlučování a tepelných elektrárn /6,7/. Další oblastí aplikace je instrumentální neutronová aktivační analýza (INAA) aerosolů, kde byly práce pro Český hydrometeorologický ústav zaměřeny na ověřování kvality výsledků INAA i na možnosti využití INAA pro analýzu srážek. V tomto případě se osvědčuje postup INAA s krátkodobou aktivací, umožňující označování vzorků srážek v reaktoru v kapalném stavu. Ve vzorcích srážek lze takto stanovit prvky V, Al, Ca, S, I, Br, Cl a KBr.

Důležitá použití nechází NAA při přípravě referenčních materiálů (RM) chemického složení /8/. Pozornost byla věnována jak teoretickým otázkám testování homogenity RM /9/, tak praktickému ověřování homogenity RM, pro kontrolu životního prostředí ve spolupráci s Ústavem radioekologie a využití jaderné techniky v Košicích /10/. Atestační analýzy RM různých typů (geologické, biologické) byly provedeny pro celou řadu národních a mezinárodních organizací, hlavně pro MAAB Vídeň.

Byly započaty práce na vývoji nejprogresivnější varianty NAA - komparátorové a absolutní metodě NAA. V první fázi byly hodnoceny a ověřovány postupy pro absolutní účinnostní kalibraci polovodičových detektorů.

Vypracované metodické postupy NAA a gama-spektrometrických měření byly použity k seriováním analýzám pro ústavní a mimoústavní zadavatele.

V neutronové radiografii pokračovalo zdokonalování metodiky kvantitativní neutronografie. V této souvislosti došlo k vytvoření metody neutronové transmisní analýzy, jako způsobu analýzy těch parametrů a vlastností látek, které souvisejí s neutronovou transmitivitou. Takto specifikované metody bylo s úspěchem využito při hodnocení výsledků řady různých technologií boroření ocelových a hliníkových plechů pro účely stavby těsných skládů vyhořelého paliva. Neutronová transmisní analýza a neutronografie umožňuje jak zobrazení relativních nehomogenit rozložení bóru, tak nedestruktivní kvantitativní stanovení jeho obsahu.

V oboru aplikací ve stavebnickém výzkumu a stavební výrobě se poděilo v rámci státního úkolu resortu stavebnictví "Technické prostředky a metody k ověřování jakostních parametrů" zřídit dílčí úkol "Metodika a technika neutronové transmisní analýzy vlhkosti", který plně zabezpečuje rozvoj metody a aplikace do konce roku 1988.

Literature

- /1/ B. Bíbr, Z. Deyl, J. Lener, J. Kučera, M. Šimková: The mechanism of action of molybdenum and tungsten upon collagen structure in vivo. *Physiologia bohemoslovaca*, v tisku.
- /2/ J. Kučera, L. Soukal, J. Faltejsek: Low level determination of manganese in biological reference materials by neutron activation analysis, *J. Radioanal. Nucl. Chem.* v tisku.
- /3/ J. Kučera, L. Soukal, V. Senft, F. Hůzl: Determination of cadmium and zinc in biological and environmental samples by neutron activation analysis in relation to industrial pollutions, IAEA Research Coordination Meeting of the Programme on Application of Nuclear - Related Techniques in Occupational Health, Copenhagen, June 1986.
- /4/ I. Obrusník, Z. Horák: Spektrometrie záření gama při vysokých četnostech impulzů. Konference IAA-86, Klučenice 4.-8.5.1986.
- /5/ J. Faltejsek, Z. Horák, J. Kučera, I. Obrusník: Optimalizace programového vybavení gama-spektrometrického systému ND 683, Konference IAA-86, Klučenice 4.-8.5.1986.
- /6/ B. Stárková, J. Blažek, I. Obrusník: Morfologie a složení popílků ze spalování uhlí a mazutu. *Ochrana ovzduší* 18, s. 92, 1986.
- /7/ B. Stárková, J. Blažek, I. Obrusník: Morfologie a stopové prvky v tuhých emisích. IV. Celostátní konference Ochrana čistoty ovzduší, Brno, 16.-17.10. 1986.
- /8/ J. Kučera: Použití NAA při přípravě referenčních materiálů. Seminář "Použití referenčních materiálů ve spektrochemické analýze", Teplice nad Metují 29.9.-3.10. 1986.
- /9/ J. Kučera, K. Bičvářský: Výběr postupů a analytů pro testování homogenity disperzních referenčních materiálů. Seminář "Použití referenčních materiálů ve spektrochemické analýze", Teplice nad Metují 29.9.-3.10.1986.
- /10/ J. Kučera, L. Soukal, J. Faltejsek: Testy homogenity referenčních materiálů ocelářského úletu OK a elektrárenského popílku ECO metodou IAA. Zpráva ÚJV 7652-CH, 1986.

1.3. Radiační bezpečnost

Výsledky monitorování osob a pracovního prostředí v ÚJV se v celém průběhu roku 1986 ukázaly jako velmi dobré, neboť s výjimkou několika drobných odchylek od standardních radiačních situací nedošlo k žádnému překročení zákonných limitů ani odvozených hodnot pro skópní úroveň. Rovněž měření vnitřních kontaminací prokázalo, že nebyla překročena v žádném případě jedna setina nejvyšších přípustných ročních limitů příjmů radioaktivních látek. V osobní dozimetrii byl navíc zaveden systém termoluminiscenční dozimetrie na bázi aluminofosfátových skel pro rutinní monitorování, který by měl zpřesnit dosud dosahované výsledky metodou filmové dozimetrie a v budoucnu by měl plně nahradit stávající systém. Kromě toho se pro potřeby čs. jaderného programu prováděly práce na vyhodnocovacím zařízení, při nichž byly vývojově vyřešeny základní elektronické části přístroje, včetně napojení řídicího počítače pro regulaci ohřevu v rámci integrovaného vyhodnocovacího cyklu.

Radiačně bezpečnostní aspekty rekonstrukce reaktoru LVR-15 byly uplatněny při projektu nového stacionárního dozimetrického systému a při posuzování technologických postupů aktivní demontáže. V rámci rekonstrukce a modernizace objektu pro dekontaminaci a likvidaci odpadů v ÚJV byla vypracována koncepce /1/, která bude představovat základ pro projekční, konstrukční a montážní práce, související s uvedeným záměrem.

Zanedbatelný vliv ÚJV na okolí byl prokazován kontinuálním měřením vypouštěných exhalací, jakož i analýzami vzorků okolního životního prostředí. Tento monitorovací program byl od počátku května 1986 podstatně rozšířen, a to v souvislosti se zapojením úseku radiační bezpečnosti od celostátní monitorovací sítě po havárii jaderné elektrárny Černobyl. Výsledky měření a analýz vzorků ovzduší, povrchových vod i jednotlivých komponent potravinových řetězců, které v okolí ÚJV řež nepřekročily v průměru jednu desetinu až jednu pětinu zákonem stanovených limitů pro expozici obyvatelstva /2/, byly dávány k dispozici hygienickým orgánům pověřeným celostátní koordinací v této oblasti.

Výzkumné práce, zaměřené na sledování vlivu jaderných zařízení na životní prostředí, se koncentrovaly především na modely pro šíření radioaktivních látek podzemními vodami /3/. Modely byly použity při zpracování bezpečnostní dokumentace regionálních úložišť, ale i prozatímních skladů radiačních odpadů na jaderných elektrárnách. Dosavadní výsledky analýz v úvehu přicházejících poruch na úložištích byly přehledně zpracovány a z nich vyplývající důsledky zevrubně zhodnoceny /4/. Otázky migrace radionuklidů ve vodonosných formacích pak byly předmětem podrobnější studie zpracovávané v rámci kontraktu MAAE /5/.

V dalších pracích v této oblasti byla věnována pozornost porovnání vlivu uhelných a jaderných elektráren na životní prostředí, zejména z hlediska radioaktivních i chemických emisí, záboru půdy, množství vypouštěných kapalných odpadů a vlivu vlečky z chladicích věží na okolí /6/; srovnání vyznělo jednoznačně ve prospěch jaderných elektráren. Pro účely standardizace výpočtových programů byly provedeny úpravy algoritmu programu WATER /7/, což vedlo k podstatnému zkrácení doby výpočtu, přestože program byl rozšířen o hodnocení vlivu sedimentů na transport radionuklidů. Zahájeny byly práce na zdrojovém členu dispersních rovnic /8/, které umožnily ověřit vyvíjený model šíření radionuklidů v atmosféře pro různé výšky zdroje a rozdílné srážkové poměry, jednak na hypotetické lokalitě, jednak na konkrétní lokalitě jaderné elektrárny Dukovany /9/.

Studium kavernového způsobu ukládání pro odpady z čs. jaderného programu se dostalo z úvodní, koncepční fáze do pokročilejšího stadia. Na lokalitě jaderné elektrárny Temelín byly zahájeny vrtné práce s cílem posoudit vhodnost lokality, především pak geologické struktury podložných formací, pro uvažovaný záměr.

Práce na kritériích přijatelnosti radioaktivních odpadů ke konečnému uložení byly završeny předložením návrhu včetně podrobného zdůvodnění doporučených limitů a podmínek /10/. Vycházelo se ze základního radiohygienického kritéria, založeného na nepřekročení sekundárního limitu individuálního dávkového ekvivalentu ve výši 10 μ Sv/rok, plynoucího z trvalého

bložení radioaktivních odpadů na regionálních úrovních. Tato práce představuje výsledky interakcí bložených odpadů s ocelovými materiály, především vliv stlačovací síly a teploty na odolnost ocelových obalů /11/.

Pro likvidaci velmi nízké aktivních odpadů forma jeřicha byla vypracována a ke byly vpracovány základní principy a neuvěřitelně stabilní konstrukce vypracována /12/, která byla použita pro modelový případ bložení materiálu vysoce aktivního - konstrukce reaktoru VUB-1 /13/.

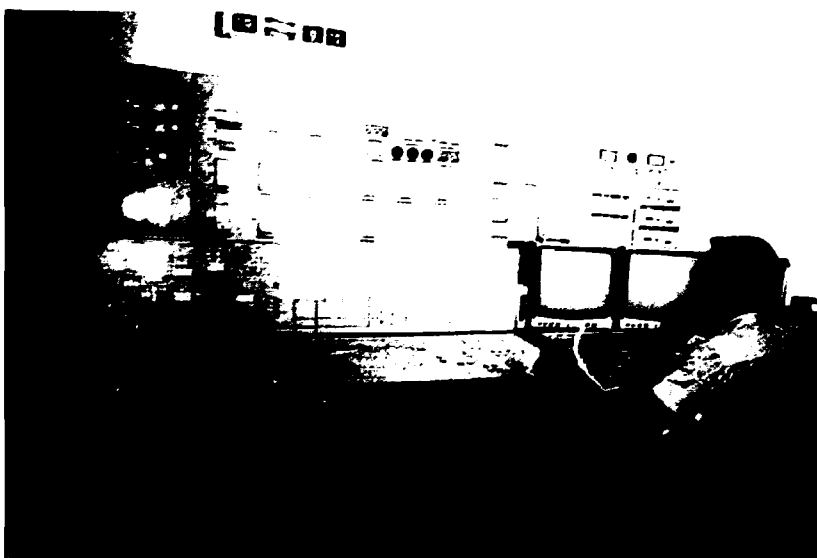
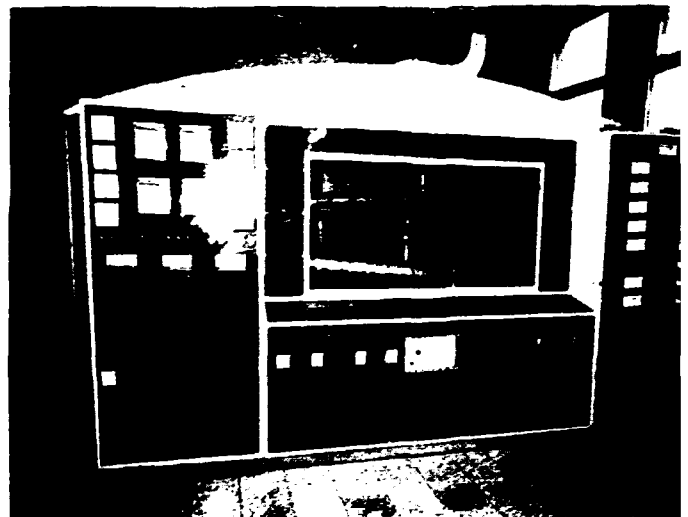
Literatura

- /1/ P. Růžička, V. Veselý, Z. Dlouhý: Koncepte přeškrutky při relokaci odpadů. Ústav Řeš. Úprava ÚV 7447-3H, 1986.
- /2/ Z. Dlouhý: Předběžná informace o radioaktivní situaci v okolí reaktorů v rámci území v okolí JE Černobyl, 1986.
- /3/ J. Koc: Využití citlivostní analýzy k objektivizaci procesu bezpečnosti v rámci povrchového úložiště radioaktivních odpadů. Vlastní práce divergentní práce, 1986.
- /4/ Z. Dlouhý: Safety Aspects of Radioactive Waste Disposal in Czechoslovakia. Proceedings on the Siting, Design and Construction of Underground Repositories for Radioactive Wastes, Hannover, 3-7 March 1986, IAEA-SM-289/11.
- /5/ Z. Dlouhý, J. Horyna: Migration and Biological Transfer of the Immobilized Radionuclides in Land Burial. Progress Report, IAEA Research Contract No. 4124/86, Úprava ÚV 7447-3H, 1986.
- /6/ J. Horyna: Srovnání účinků klasických a moderních elektrárn. Úprava ÚV 7447-3H, 1986.
- /7/ J. Horyna, I. Štyril: SAMBA-1 - program pro výpočet účinné koncentrace radioaktivních látek na normálního provozu. Úprava ÚV 7447-3H, 1986.
- /8/ V. Šraier: Kritický reaktor podkladí pro radionuclidní strukturu. Ústav Řeš. Úprava ÚV 7447-3H, 1986.
- /9/ J. Horyna: Hodnocení radioaktivní situace v okolí reaktorů a úložišť radioaktivních látek. Úprava ÚV 7447-3H, 1986.
- /10/ E. Nechmilner, Z. Dlouhý: Návrh kritérií přijatelnosti radioaktivních odpadů v rámci úložiště. Úprava ÚV 7447-3H, 1986.
- /11/ E. Nechmilner: Evaluation of Waste Burial at the level of waste disposal. Progress Report, IAEA Research Contract No. 4124/86.
- /12/ Z. Dlouhý: Základy pro likvidaci velmi nízké aktivních odpadů formou jeřicha. Ústav Řeš. Úprava ÚV 7447-3H, 1986.
- /13/ P. Kotera: Biologické a kvantitativní problémy v likvidaci odpadů. Ústav Řeš. Úprava ÚV 7447-3H, 1986.

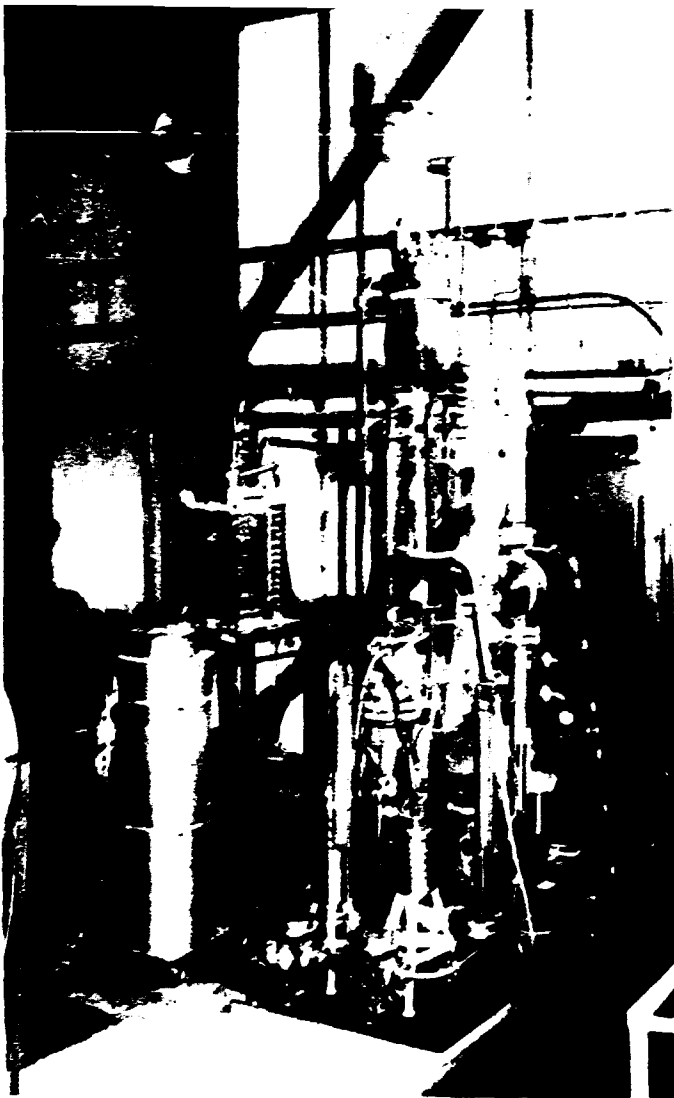


Polohorká metalur-
gická linka (PML)
k výzkumu mechanic-
kých vlastností kon-
strukčních reaktoro-
vých materiálů

Sodíková měřicí trať - SMT



Velín reaktorové vod-
ní smyčky - RVS-3



**EXTÁZA - zařízení pro vývoj vitrifikace
vysokoaktivních odpadů**

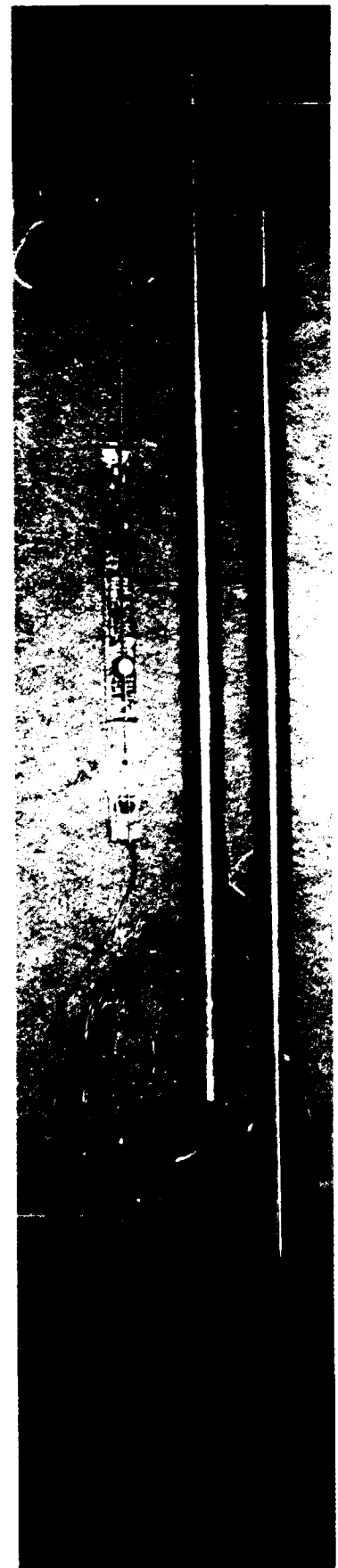


**Linka pro získávání drahých
kovů z nekovových odpadů
- EVA**

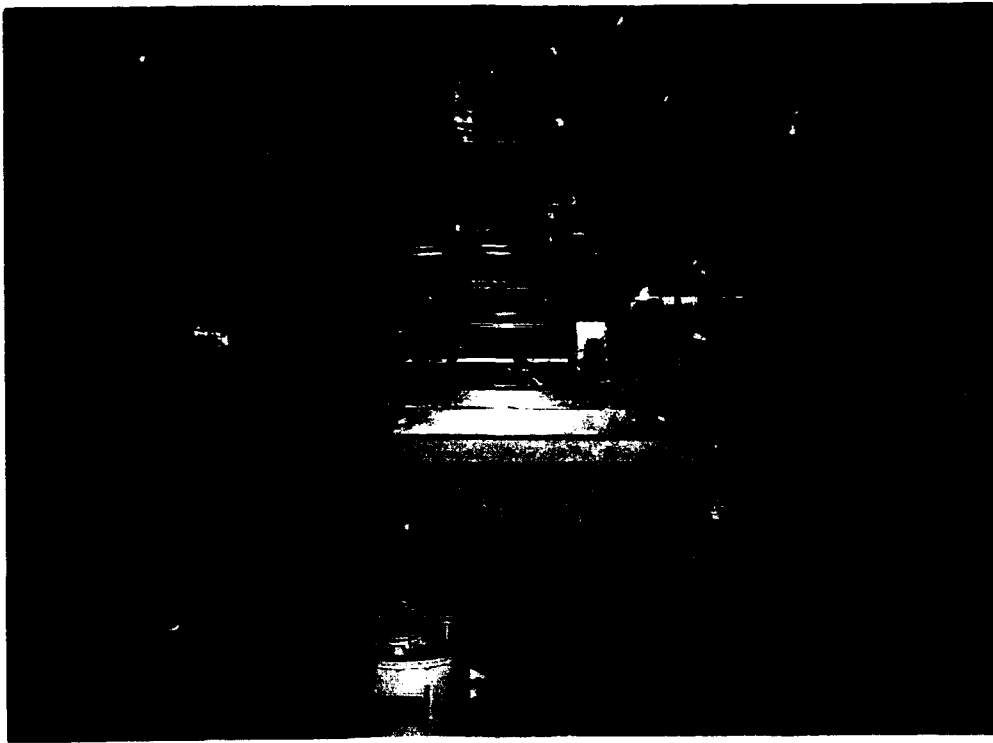


Řádkovací elektronový mikroskop a mikroanalýzátor

Balení radiofarmak pro lékařské účely



Geosonda s polovodičovým detektorem ke stanovení obsahu prvků ve stěně geologického vrtu



**KALCINÁTOR - zařízení pro zpracování
kapalných radioaktivních odpadů**



**Celkový pohled na experimentální reaktor
VVR-S**

1.4. V ě d e c k o o r g a n i z a č n í p r á c e

V roce 1986 zpracovali pracovníci ÚJV řadu kritických konceptních studií pro vnitro-ústavní potřebu, pro potřebu ČSKAE a k zajištění funkce vedoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje (VP VTR). Do potřebné hloubky byla rozpracována náplň účasti ÚJV na 3. prioritním směru "Urychlený rozvoj jaderné energetiky" Komplexního programu vědeckotechnického pokroku země RVHP. Byla vydána studie o palivu s vyhořívajícím gadoliniovým absorbatorem /1/, dvě studie o inovacích energetických reaktorů ve světové jaderné energetice /2,3/ a studie o světovém stavu vývoje víceúčelového reaktoru /4/.

Významnou složkou vědeckoorganizační práce ÚJV byla i v roce 1986 rozsáhlá koordináční činnost. Te musela v loňském roce zvládnout kromě běžných povinností ještě dva mimořádné závažné úkoly: zajistit intenzifikaci prací na řešení úkolů RVT a efektivně začlenit řešitelské kapacity ústavu do prací na 3. prioritním směru Komplexního programu vědeckotechnického pokroku země RVHP do roku 2000. Ústav zajišťoval koordinaci 7 státních úkolů RVT a řešil 7 úkolů resortních. S cílem zvládnout komplexně značný rozsah koordináčních prací a zvýšit operativnost řízení úkolů, byl v roce 1986 upraven systém koordinace jak státních, tak i resortních úkolů. Objektivnosti výkonu funkce koordináčního pracoviště i nedáve přispívala zasedání koordináčních komisí, která se však konala pouze dvakrát ročně a to v 1. a 3. čtvrtletí. V prvním čtvrtletí byl program zasedání koordináčních komisí úkolů, přecházejících ze 7. pětiletky, věnován plnění plánu výzkumu v roce 1985 a výzkumného plánu na rok 1986. Z minulé pětiletky přešlo do roku 1986 řešení 3 úkolů státního plánu:

A 01-159-804 "Bezpečnost jaderných elektráren s lehkvodními reaktory",

A 01-159-805 "Výzkumná reaktorová základna",

P 15-159-809 "Výzkum, vývoj a výroba radioaktivních preparátů pro humánní medicínu"
(Tento úkol byl v loňském roce úspěšně ukončen závěrečnou oponenturou).

Koordináční komise nově vzniklých úkolů probíraly na svém ustavujícím jarním zasedání kromě informací o plánu na rok 1986 a jeho zajištění, rovněž výsledky vstupního oponentního řízení. V roce 1986 bylo zahájeno řešení 4 úkolů státního plánu:

A 01-159-809 "Vybrané komponenty a problémy osvojení rychlých reaktorů",

A 01-159-812 "Minimalizace tvorby, zpracování a trvalé uložení radioaktivních odpadů",

A 01-159-813 "Metody diagnostiky a hodnocení spolehlivosti jaderné energetických zařízení",

P 15-159-811 "Využití ionizujícího záření v kabelářství".

V roce 1986 bylo úspěšně zahájeno i řešení 7 resortních úkolů. Ve 3. čtvrtletí projednávaly koordináční komise plnění plánu v prvním pololetí, výhled plnění na druhé pololetí a přípravu výzkumného plánu na rok 1987. Koordináční komise se vyjadřovaly nejen k aktuálním otázkám průběhu řešení úkolu, ale sledovaly také rovnoměrnost čerpání finančních prostředků.

Aby bylo možno projednávat obecné metodické i věcné problémy, vznikající v průběhu koordinace úkolů a přesahující rámec jednotlivých koordináčních komisí, byl ustaven nový poradní orgán ředitele ÚJV - Rada koordináčních komisí, která jednala rovněž dvakrát ročně.

I v roce 1986 byl ÚJV pověřen plněním řady vědecko-organizačních úkolů v oblasti mezinárodní spolupráce. Velmi důležitým momentem v této oblasti bylo přijetí Komplexního programu vědecko-technického pokroku členských států RVHP do roku 2000. Účast ÚJV na řešení a realizaci tohoto programu je výlučně zaměřena na řešení jeho 3. prioritního směru "Urychlený rozvoj jaderné energetiky". Ze 17 hlavních úkolů tohoto prioritního směru je ústav, podle usnesení vlády ČSSR, zodpovědný v rámci ČSSR za rozpracování a řešení čtyř hlavních úkolů:

1) "Vývoj technologií a technických prostředků pro zpracování a ukládání radioaktivních odpadů" (3.1.8).

2) "Vývoj vysokoteplotních jaderně-energetických zařízení víceúčelového využití (3.3.2).

3) "Vypracování jednotného souboru normativně-technické dokumentace v oblasti jaderné energetiky" (3.4.3).

4) Společně s ÚHI za řešení hlavního úkolu "Provedení souboru opatření ke zvýšení bezpečnosti JE s využitím zkušeností z jejich provozu" (3.4.1).

Kromě uvedených hlavních úkolů se ústav účastní a je zainteresován v řešení dalších tří hlavních úkolů, koordinovaných v rámci ČSSR jinými organizacemi:

1) "Zvýšení efektivity využívání jaderného paliva" (3.1.1).

2) "Zdokonalení reaktorového zařízení VVER. Vývoj systémů diagnostiky a kontroly stavu kovu reaktorového zařízení"(3.1.2).

3) "Vytvoření a zavedení efektivních a spolehlivých ASŘ RF a souvisejících technických prostředků" (3.1.3).

Při zpracování podrobných programů jednotlivých hlavních úkolů, jež se ústav aktivně zúčastnil, jakož i při určování závazků ústavu na jejich řešení, se vycházelo z cílů a záměrů schválených úkolů RVT. Plnění závazků je zajištěno v rámci příslušných částí ÚJV SCP 01. Hlavní úkoly, za které je ÚJV v rámci ČSSR zodpovědný, jsou zajišťovány v rámci státních úkolů RVT A 01-159-812 "Minimalizace tvorby, zpracování a trvalé uložení radioaktivních odpadů z jaderných elektráren typu VVER" a A 01-159-804 "Bezpečnost jaderných elektráren s lehkovodními reaktory", resortního úkolu RS-1 "Resortní standardizace" a ústavního úkolu č. 191 "Zajištění funkce vedoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje". Ústav již iniciativně navázal přímé kontakty se sovětskými hlavními organizacemi, v pokročilém stavu přípravy je rovněž zřízení mezinárodního pracoviště v ústavu, využívajícího lehkovodního experimentálního reaktoru LR-0. ÚJV také výrazně přispěl k rozpracování podrobných pracovních plánů jednotlivých hlavních úkolů. V případě hlavního úkolu 3.1.3 byl postup a iniciativa delegace a projednávání podrobného programu prací velmi kladně hodnocen Sekretariátem ÚHV. Podrobné programy jednotlivých hlavních úkolů byly v konečné podobě uchváleny na 1. a 2. zasedání Stálé komise.

Velmi aktivně se ústav účastnil práce Stálé komise RVHI pro spolupráci v oblasti efektivního využití atomové energie a jejích pracovních orgánů. Pracovníci ústavu zde pracovali jako členové sekce č. 1 pro reaktorovou vědu a techniku, jako členové Vědecko-technické rady ÚHV-1 (Rychlé energetické reaktory) a VTR-3 (Jaderná bezpečnost), předsedali Vědecko-technické radě pro zpracování a zneškodňování radioaktivních produktů a zúčastňovali se vlastní práce Stálé komise. Velmi rozsáhlá byla spolupráce v rámci dočasného kolektivu pro fyziku lehkovodních reaktorů. Ústav rovněž plnil funkci normalizačního střediska v rámci Mezinárodního kooperáckého sdružení Interatomenergo. Dobré výsledky činnosti odborníků ústavu v pracovních orgánech RVHI se promítají do dalšího zkvalitnění mezinárodní dělby práce při řešení úkolů a mají tedy značný význam i pro vlastní práci ústavu.

Rozsáhlá byla dvoustranná vědeckotechnická spolupráce se zeměmi RVHS, zvláště se USA. V rámci této spolupráce pokračovaly práce v oblasti bezpečnosti, kde byly projednány výsledky heuristických analýz, odsouhlasen program prací na léta 1986-1990, projednána modernizace analyzátionárních variant programů pro výpočet palivových článků VVER a projednána spolupráce v oblasti pravděpodobnostního vyhodnocování bezpečnosti JE. V oblasti rychlých reaktorů byl zpracován pracovní plán spolupráce na léta 1986-1990 a projednány výsledky řešení tématu "Teplofyzika a hydrodynamika aktivních zón rychlých reaktorů". V oblasti využití reaktorů LR-0 byla provedena závěrečná redakce zprávy o 1. etapě měření radiální zátěže reaktorových tlakových nádob VVER-440. V oblasti radiochemie byly úspěšně provedeny první dvě etapy uponěkání prací linky FREGAT. Významnou, z hlediska reprezentace ÚJV, byla práce, která byla předáním cementační jednotky MEGA-1 pro solidifikaci koncentrátů KVA, vznikající při likvidaci následků havárie na JE Černobyl. Zařízení bylo v ústavu na částečně specializovaném ústavu vyzkoušeno.

Poměrně rozsáhlá spolupráce s ústavy v NDR probíhala na základě dohody o VTS mezi ČSKAE a MKE NDR a mezústavními dohodami s ZfK Rossendorf a ZfI Lipsko. Spolupráce je zaměřena na oblasti výpočtových metod diagnostiky, havarijní a spolehlivostní analýzy, korozní odolnost reaktorových materiálů, radiačních technologií a analytických metod jaderných materiálů. Velmi významnou, zejména pro oblast výroby radiofarmak, je dohoda o recipročních ozařovacích pracích mezi ZfK Rossendorf a ÚJV Řež, která byla průběžně realizována. Byla uzavřena dvoustranná koordinační smlouva mezi KKW "Bruno Leuschner", NDR a ÚJV, pro společné využití reaktorové vodní smyčky k výzkumu transportu aktivit v primárním okruhu.

Pokud jde o ostatní země RVHP, má v poslední době vzestupnou tendenci spolupráce s NDR. Je zaměřena na problematiku vodních režimů, přístrojů jaderné techniky, experimentální reaktory a na využití ionizujícího záření.

Rozsáhlá byla rovněž spolupráce ústavu s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii ve Vídni (MAAE). Významným úspěchem ve spolupráci s MAAE bylo ukončení společného kontraktu mezi MAAE a ÚJV s ZfK Rossendorf na zavedení výroby radiofarmak v Bangladéši. V této oblasti též ÚJV poskytuje pomoc rozvojovým zemím expertní činností (Thajsko). Pokračovalo řešení pěti výzkumných kontraktů s MAAE a byl uzavřen další kontrakt na pravděpodobnostní vyhodnocení bezpečnosti výzkumných reaktorů. Pracovníci ÚJV se účastňovali zasedání řešitelů výzkumných kontraktů, přednášek MAAE. Řešil se kontrakt v rámci činnosti Ústřední kontrolní laboratoře v mezinárodní síti zárukových laboratoří. ÚKL se zúčastnila srovnávacího experimentu MAAE pro analýzy mg vzorků plutonia. Řada pracovníků se účastnila činnosti pracovních orgánů MAAE, zejména v oblasti zajišťování jakosti zařízení a spolehlivosti konstrukčních materiálů. Značným přínosem byla dlouhodobá stipendia a výcvikové kurzy MAAE, umožňující mladým perspektivním pracovníkům ústavu získat zkušenosti na zahraničních špičkových pracovištích.

Jako vedoucí pracoviště vědeckotechnického rozvoje rozvíjí ústav vědecko-popularizační činnost. Každoročně zpracovává komise ÚJV pro technicko-ekonomickou propagandu plán činnosti, který schvaluje porada vedení ústavu. I letos byla část akcí zařazena současně do resortního plánu technicko-ekonomické propagandy ČSKAE. Přehled vědecko-popularizačních akcí, které byly pracovníky ÚJV uskutečněny v r. 1986, je uveden v tab. 4. Tabulka je dokladem toho, že ÚJV má velký posíl na popularizaci vědecké problematiky mírového využívání jaderné energie.

Tabulka 4

Vědecko-popularizační činnost pracovníků ÚJV v r. 1986

Druh činnosti	Počet akcí	
	plán	plnění
Publikace v popularizačních časopisech a denním tisku	7	11
Rozhlasové a televizní pořady	4	10
Tiskové besedy	2	2
Výstavy (a)	1	1
Osvětová činnost a exkurze (b)	15	34
Krátké filmy (c)	1	1
Různé (d)	1	3

Poznámky: (a) Účast a spolupráce na mezinárodním chemickém veletrhu "Incheba 86"

(b) Zahrnuty exkurze na pracovištích ÚJV, jichž se zúčastnilo 29 skupin, z toho 8 zahraničních. Uskutečnily se 3 besedy s novými pracovníky ÚJV,

1 beseda se studenty ČVUT a 1 besedu uspořádali pracovníci ÚJV ve SZTŠ v Březnici. Účastníků bylo 650, z toho 72 cizinci.

(c) Spolupráce na televizním filmu "Radioční technologie".

(d) Zahrnuje:

- setkání Družba v PLR, jehož se zúčastnili členové SSM ÚJV a během setkání vystoupili v polském rozhlese a televizi;
- celostátní aktiv k zabezpečení podílu SSM na jaderném programu, jenž byl organizačně zajišťován SSM ÚJV (prosinec 1986);
- střecko-hospodářské symposium "Uplatnění výsledků výzkumné-vývojových prací v národním hospodářství" (únor 1986) pořádané pod záštitou tajemníka Středočeského KV KSČ.

Literatura

- /1/ L. Jakešová, S. Havelka: Palivo pro lehkvodní reaktory s gadoliniovým vyhořívajícím absorbtorem. Zpráva ÚJV 7834-M, 1986.
- /2/ V. Bertošek, M. Pašek: Inovace energetických reaktorů ve světové jaderné energetice. Zpráva ÚJV 7763-R.
- /3/ V. Bertošek, M. Pašek: Pokročilé energetické reaktory ve světové jaderné energetice. Zpráva ÚJV 7822-R.
- /4/ M. Pašek: Víceúčelový vysokoteplotní reaktor ve světové jaderné energetice. Zpráva ÚJV 7804-R,T.



Ing. Josef Novák, CSc.
technický náměstek

Jako každoročně, tak i v roce 1986 využíval Ústav jaderného výzkumu svá špičková experimentální zařízení pro poskytování servisu mimoústavním zájemcům (ozařování na reaktoru VVR-S a na kobaltovém zdroji, výpočetní práce, analytický servis). Náročné úkoly plnili pracovníci ústavu i v oblasti realizace některých vybraných výsledků vlastní vývojové činnosti (výroba radiofarmak a polovodičových detektorů ionizujícího záření). Šlo vesměs o výrobky, které přinášely natolik značný přínos, že z celospolečenského hlediska bylo jednoznačně účelné rozvíjet jejich výrobu i ve výzkumné organizaci.

Část těchto výrobních a servisních prací (výroba radiofarmak a polovodičových detektorů, analytický servis a ozařování na kobaltovém zdroji) byla plněna v útvech náměstka pro výzkum, ostatní v útvech technického náměstka.

2.1. Výroba radiofarmak

Pro výrobu radiofarmak byla využívána unikátní experimentální zařízení, umístěná v areálu ÚJV jako jaderný reaktor VVR-S, cyklotron U-120 M a radiochemické stíněné laboratoře. Ve srovnání s předchozím rokem došlo opět k významnému nárůstu spotřeby radiofarmak, kterou se podařilo s úspěchem pokrýt. Přehled množství preparátů, dodaných v průběhu uplynulých tří let, je uveden v tab. 4.

Tabulka 5

Výroba radiofarmak v ÚJV v tis. Kčs

Preparát	1984	1985	1986
o-jodhippuran ^{131}I	4683	4950	5200
o-jodhippuran ^{125}I	125	80	50
bengálská červen ^{131}I	732	550	615
technecisten $^{99\text{m}}\text{Tc}$	2738	2750	3500
generátor $^{113\text{m}}\text{In}$	506	260	200
molybden ^{99}Mo	427	540	470
m-jodhippuran ^{131}I	20	20	7
citrát galie ^{67}Ga	1008	2180	2800
ostatní	165	300	800
C e l k e m	10404	11550	13642

... dále v tabulce o dokumentaci změny namaru produkce radiofarmak. S cílem zrychlení dalšího růstu produkce v ÚV. byl zpracován návrh na výstavbu průmyslného cyklotronu, který by dovedl podstatně rozšířit sortiment cyklotronových radiofarmak a zjednodušit výkerný export těchto preparátů do dalších zemí a zároveň na výstavbu pevného radiofarmak, umožňující zavedení výroky dalších preparátů /1./.. V ohledem na rostoucí poptávky ÚV. na kvalitní produkce pro zdravotnické potřeby, byla velká pozornost věnována i průběhu průmyslné výroby praxe, která má zajišťovat především vysokou kvalitu výroby a klesající náklady na kontaminace.

Kromě rutinní výroby radiofarmak byly v zanedlejší míře zajišťovány i dávky speciálních preparátů podle požadavků spotřebitelů. Tyto dávky jsou realizovány pro bezpečení dalšího lékařského výzkumu, umožňují pracovištím ověřovat nové řízení technické postupy, zajišťovat vyhledávací výzkum a ve svých konečných štádiích mohou vést k vývoji nové generace radiofarmak /2/. Přehled preparátů dodaných touto formou je uveden v tabulce.

Tabulka 4

Přehled preparátů dodaných na lékařská pracoviště formou servisu

Preparát	Počet dávek
joddeoxyuridin - ^{131}I	1
ATPA - ^{131}I	1
kys. p-jodifenylacetová - ^{131}I	1
kys. p-jodhippurová - ^{131}I	1
kys. w-jodoktadekanová - ^{131}I	1
kys. p-jodkyselová - ^{131}I	1
kys. w-jodkyselová - ^{131}I	1
kys. w-jodfenylacetová - ^{131}I	1
kys. o-jodkyselová - ^{131}I	1
kys. w-jodhexadekanová - ^{131}I	1
kys. w-jodheptadekanová - ^{131}I	1
kys. w-jodpentadecanová - ^{131}I	1
kys. jodfenylhexadekanová - ^{131}I	1

Příkladem toho, kdy jediná forma servisu vešla k rozhodnějším zavedení preparátů do rutinní praxe je joddeoxyuridin - ^{131}I , který v loňském roce byl dodán lékařským pracovištím v tis. Kčs. Obdobně tomu patří také u kys. w-jodhexadekanová - ^{131}I .

Literatura

- /1/ P. Budský, J. Šifka, L. Kopecký: Dobrá zpráva vývoje a práce cyklotronových radiofarmak a výhledy do roku 1960. Studie 1 2/66, ÚV Praha - Bratislava, 1966.
- /2/ M. Hron, L. Kronrád, E. Svoboda, E. Belicher: Radiopharmaceuticals in Technological Progress of the Institute of Nuclear Research, Year in the field of Radiochemical and Irradiation Technology, 1967, ÚV Řež, 1967.
- /3/ P. Hradilek, E. Herezaléyiová, M. Kronrád, E. Šavlická: Splněná přání lékařů. Rostoucí poptávka po radiofarmakach. ÚV Praha - Bratislava, 1967, ÚV Řež, 1967.

1.1. Výroba polovodišových detektorů ionizačního záření

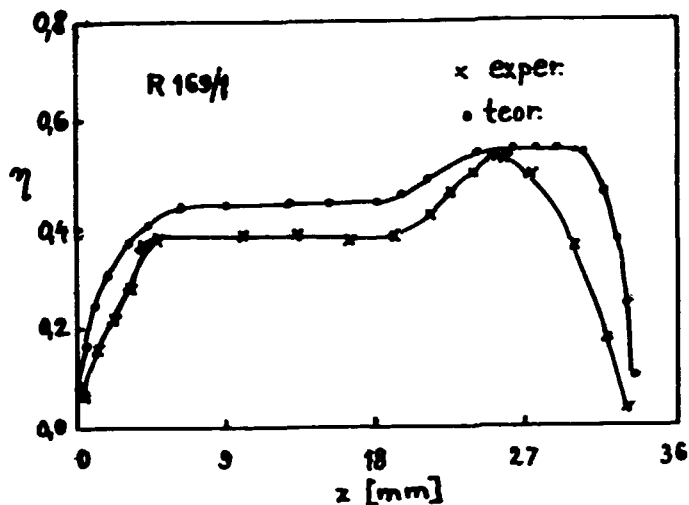
V oblasti výzkumu pokračovaly práce na přípravě vysoce čistého oxidu germaničitého a germaniového odpař jako výchozí suroviny pro tažení monokrystalů s koncentrací nečistot 10^{13} cm⁻³. Vlastnosti dokonalějších analytických metod umožnilo měřit na vzorcích připraveného kysličníku extrémně nízké koncentrace těžkých kovů (méně než 50 ppb), což je na úrovni dosažené u předních světových výrobců. Dále byly připraveny série monokrystalů čistého germania p a n typu, u kterých se konštruační koncentrace nečistot pohybovala v rozmezí 10^{13} - 10^{16} cm⁻³. Připravené vzorky však obsahovaly tzv. "tepelné" nečistoty. Proto byly zahájeny série experimentálních prací s měřeními těchto materiálů za definovaných podmínek.



obr. 11. Speciální systémy

Byly připraveny také implementované planární detektory, některé ve zvláštní úpravě (obr. 11) podle požadavků germaničitého zákazníka. Pokračovaly technologické operace na přípravě studiového Ge/Li detektoru a koaxiálního detektoru z velmi čistého germania. Je rozpracována metoda určování nehomogenity elektricky aktivních příměsí měřením fotovoltaického jevu. Účinnostní profily detektorů byly stanoveny skenováním, výsledky byly srovnávány s teoretickými výpočty, založenými na metodě Monte Carlo (obr. 32). Tak bylo možné určit lokality neúspěšných silných Ge/Li detektorů.

Práce na kompaktním systému Ge/Li koaxiálního detektoru se zabudovaným předzesilovačem (typ. systém in-line) byly zaměřeny na vývoj záložního předzesilovače. Kryostat pro tento systém byl vyvíjen oddělenou strojírní konstrukce ze spolupráce řešitelského kolektivu OFD. K napájení automatického měření některých fyzikálních veličin (např. Hallova koeficientu) byl upraven mikropočítač ILLIAC, doplněn měřícími a prepínacími elektronickými obvody a navržen základní řídicí program.



Obr. 32 Účinnostní profily Ge/Li detektoru

Mimo plán byly připraveny 2 standardní systémy; jeden s detektorem z velmi čistého germania s rozlišením 200 eV ke stanovení čistoty farmaceutických preparátů, druhý pro měření teploty plazmatu (obr. 31 vpravo) v zařízení TOKAMAK ve FÚ ČSAV. Ve spolupráci s ústavem VNIIRT Moskva byl dokončen vývoj polního rtg analyzátoru a zahájeno ověřování jeho dlouhodobé stability.

V roce 1986 bylo přes stále se zhoršující stav fyzicky a morálně zastaralého zařízení REDMET, jež je intenzivně používáno 15 let, splněna výroba Ge/Li detektorů na 105 %. Většina vyrobených detektorů byla prostřednictvím PZO KOVO vyvezena do zahraničí.

2.3. Služby Ústřední kontrolní laboratoře

V rámci plnění kontraktu s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii ve Vídni se prováděly analýzy vstupních roztoků ozářeného paliva pro přepracování. V jednotlivých vzorcích se stanovoval obsah a izotopové složení uranu a plutonia. Ústřední kontrolní laboratoř se též podílela na mezinárodním experimentu MAAE pro vypracování metodiky ke stanovení mg množství plutonia v suchých vzorcích inspekčních materiálů. Mezi 5 vybranými laboratořemi dosáhla ÚKL nejlepších výsledků a jediná splnila požadovaná kritéria na kvalitu a dobu trvání analýzy. Průměrné odchylky od referenčních hodnot činily 0,07 % při obsahu plutonia 4,2 mg /1/.

Prostřednictvím MAAE se ÚKL dále zúčastnila dalších 3 mezinárodních srovnávacích experimentů "Analytical Quality Control Service" při analýzách jezerního sedimentu, rybího masa a U_3O_8 na obsah stopových prvků. Metodou atomové absorpce byly stanovovány: Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Ce, Mg, Cd a další elementy. Kvalitou svých výsledků se laboratoř absorpční spektrometrie zařadila mezi prvních 10 z 50 laboratoří světa, které se zúčastnily experimentu.

V ÚJV proběhly s kladným výsledkem 3 inspekce MAAE, jejichž přípravu zajišťovala ÚKL.

V rámci spolupráce mezi laboratořemi zemí RVHP byla experimentálně dokončena 4. etapa experimentu SROK (SROK-4), jejímž cílem bylo stanovení americia v ozářeném palivu alfa-spektrometrickou metodou izotopového zředění. Získané výsledky se zpracovávají do závěrečné zprávy a výsledky srovnání alfa a hmotnostní spektrometrie byly publikovány /2/. Úspěšně se rozvíjela dvoustanná spolupráce s laboratoří partnerského ústavu ZfK v Rossendorfu v oblasti analýzy jaderných materiálů a kontroly radiofarmak. V oblasti analýzy cyklotronových radiofarmak úspěšně pokračovala spolupráce s Ústavem jaderné fyziky v Krakově.

Pro potřeby kontroly technologických postupů, které se zabývají zpracováním radioaktivních průdelenských vod, byly prováděny servisní analýzy na obsah složek v odpadních roztocích.

Pro potřeby geologického průmyslu a geologických ústavů (Geologický průmysl Ostrava, Ústí
 Brno, Ústí Dolní Rožínka) se analyzovaly série geologických vzorků a určovalo se jejich stáří
 metodou Rb-Sr a U-Pb a Sm-Nd. Pro ÚJV se stanovoval obsah a izotopové složení uranu ve vzorcích
 různých uranových sloučenin. Pro mimostátní zákazníky se dále prováděly servisní analýzy od-
 pašných roztoků a pro výzkum sdělovací techniky dále analýzy různých feritových materiálů a
 kyslíčnická ková, ve kterých se stanovovaly hlavní složky a nečistoty. Většina těchto prací se
 zajišťovala formou hospodářských smluv. Jejich finanční přínos činil cca 1 200 tis. Kčs.

Byl stanoven obsah ^{235}U v souboru palivových článků reaktoru LR-0 relativní gama-spektro-
 metrickou metodou s cílem ověřit homogenitu a platnost certifikátů palivových článků /3/.

Pro ÚSKAS se prováděly analýzy různých jaderných materiálů (UO_2 , slitiny, roztoky ura-
 nylitrátů) na obsah a izotopové složení uranu. Pro analýzu obohacených Al-U slitin byla vy-
 pracována nová metoda /4/.

Literature

- /1/ F. Sus, J. Krtíl, V. Kuvík, J. Moravec: A Method for the Determination of mg Amounts of Pu in Dry Samples. J. of Radioanal. Nucl. Chem., Articles, v tisku.
- /2/ F. Sus, J. Moravec, J. Krtíl: Comparison of Alpha-Spectrometric and Mass-Spectrometric Determinations of Pu Using IDA. International Symposium on Nuclear Material Safeguards, Vídeň, listopad 1986.
- /3/ F. Pacák: Ověření správnosti stanovení obsahu ^{235}U v palivových článcích reaktoru LR-0. Zpráva ÚJV 7895-M, 1986.
- /4/ J. Krtíl, F. Sus, V. Kuvík, E. Klosová: A method for the Determination of the uranium in U-Al alloys. J. Radioanal. Nucl. Chem., Letters - v tisku.

1.4. O z a r o v a c í s l o u ž b y

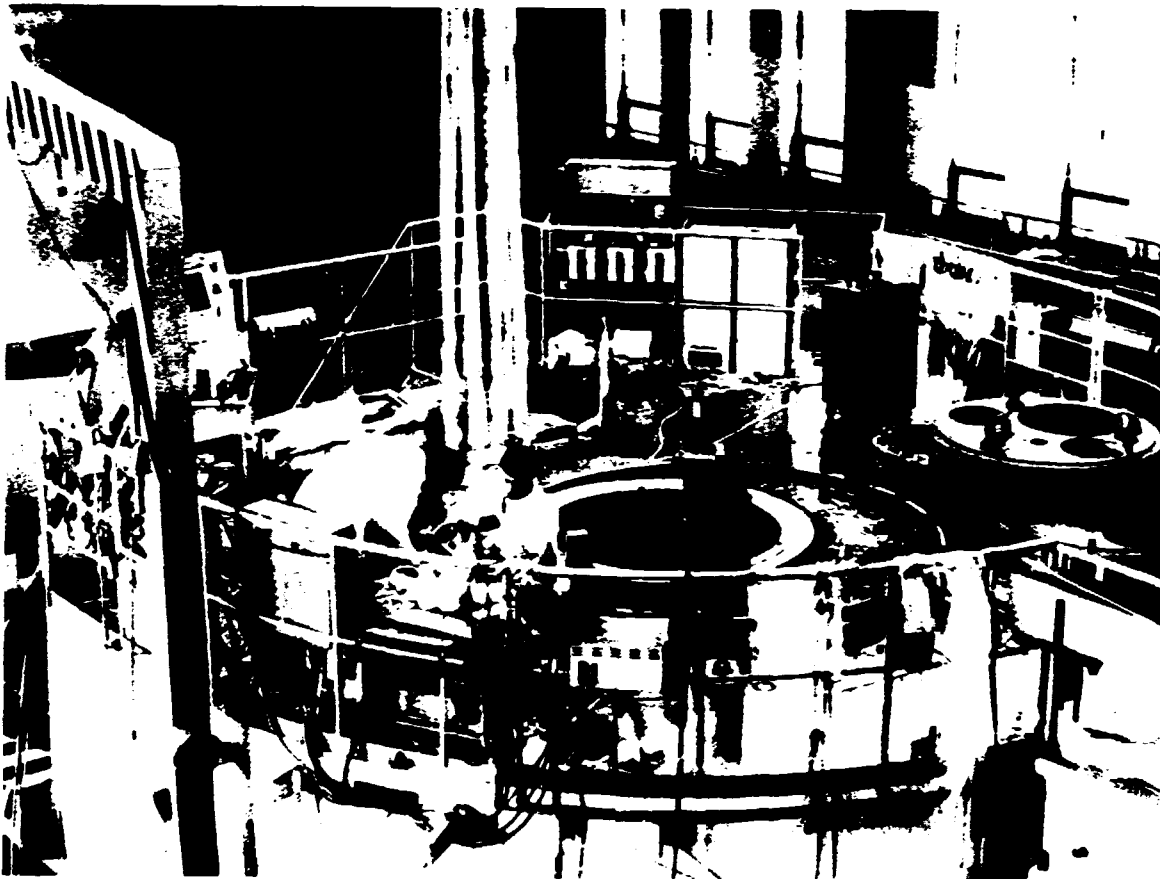
Hlavním posláním odboru výzkumného reaktoru v roce 1986, tak jako v minulých letech, ty-
 lo zabezpečení náročného programu ozařovacích experimentů na reaktoru VVR-S pro potřeby ÚJV
 a vnějších zákazníků. Kromě tohoto úkolu byly pracovníky odboru zajišťována i příprava přestav-
 by reaktoru VVR-S na reaktor LVR-15 v rámci úkolu státního plánu RVT A 01-101-808 "Výzkumné
 reaktory".

Reaktor VVR-S byl využíván pro výzkumy v oblasti jaderné energetiky a pro práce zamě-
 řené na neenergetické využití ionizujícího záření. Během roku 1986 byl reaktor provozován na
 různých výkonových úrovních celkem 33 týdnů a odpracoval 13 500 MWhod. Struktura tržeb za
 rok 1986 podle typu zákazníků je uvedena v tab. 7:

Tabelka 7
 Tržby ze ozařování na reaktoru VVR-S v r. 1986

	mil. Kčs		plnění v %
	plán	skutečnost	
ÚJV	3,133	3,306	105,5
ÚJF-ČSAV	1,1	0,973	89,0
Ostatní	1,15	1,363	118,5
C e l k e m	5,383	5,642	104,8

Plán provozu reaktorů VVR-1 byl na rok 1978 plněn v celém rozsahu. Byl překročen rozsah věcné náplně a plán práce. Je to tabulky petro, rozkošující část třech ročních experimentálních prací pro VVR, především pro rychlé a sondové experimenty. V plném rozsahu byly splněny i pokusy na oslovování pro farmaceutické potřeby, zpracování křemíkových krystalů pro elektrotechnický průmysl, oslovování pro VVR a ostatní záskony. Obr. 10 ilustruje průběh na reaktorů VVR-1 pro sondové experimenty, potřebné pro špičkově energetický provoz tlakovodních reaktorů typu VVR.



Obr. 10 Výzkumný reaktor VVR-1 v ÚV při ukládání referenční vzorky. Určené pro zpracování vzorků konstrukčních materiálů tlakovodních energetických reaktorů typu VVR.

U provozování reaktorů byly v plném rozsahu dotrované zásady jaderné bezpečnosti. Vešle plány byly prováděny servisní a revizní práce na systémech reaktorů na oslovování oslovování na systém řízení a ochrany reaktorů. Konkrétně této zásadě byla věnována při vyšetřování nových pracovišť. Během provozu nedošlo k žádným narušením, nekontrolovaným stavům reaktorů VVR-1.

Práce na rekonstrukci a modernizaci reaktorů VVR-1 na reaktorů VVR-1 se v ÚV uskutečnily na etapu "Realizace balíček technologického zařízení". V rámci této etapy byly provedeny prováděcí projekty jednotlivých dílčích provozních součástí. Provedení projektů na oslovování reaktorů VVR-1 byl rozpracován do technologických postupů demontáže jednotlivých dílů (1/17). V rámci programu realizace jakožto se kontrolovala většina prováděcích projektů. V reaktorů oslovování došlo ke zjednotnění technologie demontáže. Postupovala výroba přípravků pro demontáž reaktorů a upřesňování balíček a jednotlivých balíček. Byla posouzena hospodárská realizace na oslovování reaktorů a k.p. špičkově energetický.

V k.p. Sigma Blonouc pokračoval vývoj hlavního cirkulačního a dochlazovacího čerpadla pro reaktor LVR-15. Koncem roku 1986 se podařilo vyřešit některé technické problémy, které vznikly při výrobě spirály čerpadla a vytvořit tak podmínky pro předání čerpadla META 34 YC k potřebným zkouškám.

Během roku také pokračovaly práce na přípravě bezpečnostní dokumentace pro LVR-15. Jako součást předprůběžné bezpečnostní správy byly připravovány teplotní výpočty a jaderné fyzikální výpočty aktivní zóny. Dále bylo provedeno hodnocení radiační situace v okolí výzkumného reaktoru pro případ úniku radioaktivních látek. Současně probíhalo shromažďování požadavků pro bezpečnostní správu demontáže zařízení reaktoru VVR-S /2-4/.

Kromě rámec úkolů byly v r. 1986 zpracovány požadavky modernizace stacionárního dozimetrického systému pro projekt reaktoru LVR-15 a harmonogram realizace úprav pomocných technologických zařízení stávajícího reaktoru VVR-S.

Literatura

- /1/ Kolektiv autorů: Podatek k FF demontáže zařízení VVR-S. Zpráva ÚJV 7695-T, 1986.
- /2/ S. Červinka: Fyzikální výpočet AD LVR-15. Zpráva ÚJV 7692-R.
- /3/ S. Dušek a kol.: Preparation of the Probabilistic Risk Analysis of the Czechoslovak Research Reactor LVR-15. Zpráva ÚJV 7814-R,7, 1986.
- /4/ J. Kašper: Důležitá bezpečnostní systémy reaktoru LVR-15. Zpráva ÚJV 7841-T, 1986.

2.5. Výpočetní technika

Výpočetní techniku ÚJV lze rozdělit jednak na centrální výpočetní techniku, která je využívána prakticky všemi útvary ústavu a dále na řídicí a malou výpočetní techniku, která zahrnuje přibližně 25 minipočítačů, mikropočítačů a programovatelných kalkulátorů a která je z větší části využívána při řízení některých experimentálních zařízení anebo pro zpracování experimentálních získaných dat. Řídicí a malá výpočetní technika je v převážné míře soustředěna v útvaru náměstka pro výzkum a částečně v útvaru technického náměstka; centrální výpočetní technika je soustředěna v odboru výpočetní techniky, který spadá do působnosti technického náměstka. Hlavní úkoly odboru výpočetní techniky je možné formulovat takto:

- 1) Provádět výpočetní práce pro vlastní ústav a pro některé externí zákazníky. Jde zejména o výpočty vědecko-technického charakteru (85-90 %), v menší míře jsou zpracovávány subsystemy atd.
- 2) Poskytovat externím programátorům konzultace v oblasti programování a operačních systémů.
- 3) Vytvářet nové subsystemy ADŘ ÚJV a zajišťovat rutinní provoz již zavedených.
- 4) Zajišťovat využití, hospodárny provoz, údržbu a modernizaci instalované výpočetní techniky.

Technické vybavení OVI je následující:

- výpočetní systém EC 1040 s vnitřní pamětí 6 Mbyte, vnější diskovou pamětí 458 Mbyte a dalšími perifériemi, včetně možnosti výstupů v grafické formě. Na počítač je napojena lokální terminálová síť Mera 7300 s 10 terminály (obrazovky s klávesnicemi, matricové tiskárny); Počítač je provozován pod operačním systémem OS/MSI, terminálová síť pod komponentou T50;
- počítač HIR 4 s vnitřní pamětí 17 kilobyt, vnější diskovou pamětí 1600 kilobyt a dalšími perifériemi včetně možnosti výstupů v grafické formě. Operační systém HELP;
- záznamníky dat na pružný disk EC 811 s děrnoštítkovou a děrnopáskovou technikou.

Přehled o finančním objemu výpočetních prací, provedených v roce 1986, vyplývá z tab.8.

Tabulka 8

Finanční objem výpočetních prací, provedených v roce 1986 v OVT

		Plán	Skutečnost	
		mil. Kčs	mil. Kčs	%
ÚJV	VTV	4,275	4,911	114,9
	ASŘ	0,600	0,797	132,8
	Celkem	4,875	5,708	117,1
Externí zákezníci	ÚJP	0,875	1,261	144,1
	ostatní	0,200	0,442	221,2
	Celkem	1,075	1,703	158,4
OVT celkem		5,950	7,411	124,6

Uvedené údaje zahrnují snížení cen za jednu provozní hodinu počítačů pro vlastní ústev od 1.1. 1986 (asi o jednu třetinu, takže nyní tvoří přibližně polovinu velkoobchodní ceny). Počítač GIER byl v provozu 2 589 hodin (koeficient směnnosti 1,2) a počítač EC 1040 4 105 hodin (1,9). Překročení plánu bylo způsobeno vyššími požadavky zákazníků.

V průběhu uplynulého roku byla dokončena realizace zlepšovacího návrhu, na jehož základě byla původní vnitřní ferritová paměť počítače EC 1040 o kapacitě 1 Mbyte nahrazena polovodičovou (16 kbitové prvky K065 RU 3) a poupravách centrální jednotky a kanálů počítače byla tato polovodičová paměť rozšířena na 6 Mbyte. Vlastní návrh, výroba i oživení paměti bylo provedeno pracovníky ÚJV. O převzetí zlepšovacího návrhu projeví zájem některé instituce v ČSSR i v zahraničí. Je možné konstatovat, že rozšíření paměti zlepšilo práci i využití výpočetního systému EC 1040. Do přípravy dat byl instalován další záznamník na pružné disky EC 9112 včetně tiskacího mechanismu EC 7181.

V oblasti ASŘ ÚJV bylo v roce 1986 dokončeno zpracování subsystému účetnictví - do provozu bude uveden od 1.1. 1987. Sestává z agend finančního a provozního účetnictví, dodavatelských a odběratelských vztahů, likvidace faktur a pokladních a bankovních dokladů. Dále byl zajišťován rutinní provoz již zavedených agend a subsystémů.

V oblasti problémového programování byl pro resortní orgán zpracován soubor standardizovaných programů pro evidenci jaderných materiálů na jaderných elektrárnách v ČSSR, které mimo jiné poskytují podklady pro inspekční činnost MAAE v rámci záruk nešíření jaderných zbraní a některé další programy.

2.6. Informační služby

Odbor vědeckotechnických informací plní funkci oborového informačního střediska pro jaderný výzkum. Provádí studijní a rozborovou činnost, překladatelské služby, zajišťuje rešerše průběžné i retrospektivní, patentové rešerše, provádí klasifikaci knih a separátů podle mezinárodního desetinného třídění, eviduje veškerou publikační činnost v ÚJV a předání záznamy pro faktografický informační systém Ekonomika jaderných elektráren.

V rešeršní službě jsou převážně využívány systémy INIS, CA Search a Derwent. V roce 1986 byly rešeršní služby rozšířeny o využití databáze INSPEC. Bylo zhotoveno 72 průběžných a 84 retrospektivních rešerší v dialogovém režimu.



Obr. 34

Rešeršní služba
v dialogovém
režimu

K rychlé a operativní informovanosti vedoucích pracovníků vychází 1x za 14 dní bulletin SPIN, ve kterém je uveden přehled nejnovějších poznatků z jaderných oborů. Čtvrtletně je vydáván odborný časopis Nukleon. Pro potřeby evidence a pro dohrou orientaci veřejnosti je vydáván každoročně "Seznam publikací" pracovníků ÚJV.

Knihovna ÚJV plní funkci Základní knihovny (ZK) pro ústavy v působnosti ČSKAE. V knihovně je evidováno 63 529 knih a 39 000 separátů. Roční průměr výpůjček je 7 800. V letošním roce byla provedena velká vyřazovací akce knih a separátů s cílem aktualizovat knihovní fond. Provádí se široká mezinárodní výměna, pomocí které ÚJV získává množství cenných informačních pramenů, které jsou jinak těžko dostupné. V roce 1986 bylo objednáno 71 titulů z kapitalistických států a 200 titulů československých a ze socialistických zemí. Výměnou se získává 103 tituly.

Reprografie a fotolaboratoř zpracovává výzkumné zprávy, reporty, sborníky, referáty pro konference a semináře. Odbor zajišťuje rozmnožování tiskem na strojích Romayor, cyklostyl a xerox. V roce 1986 byla uvedena do plného provozu barevná fotolaboratoř, ve které jsou zhotovovány diapozitivy, technické a dokumentační fotografie a reportážní fotografie pro propagaci výsledků vědy a techniky ÚJV.

3. SOCIÁLNÍ PROGRAM



Ing. Vladimír Kadlec
vedoucí úseku pro kádrovou
a personální práci

Plnění sociálního programu je nedílnou složkou činnosti ústavu. Jeho úkolem je systematicky vést a rozvíjet kolektiv ústavu k cílevědomému uskutečňování vytýčených cílů v oblasti zlepšování pracovních podmínek a životního prostředí, rozvíjení pracovní iniciativy a politické aktivity pracovníků, péče o zdraví, stravování, zvyšování kvalifikace pracovníků, zlepšování podmínek ubytování, zajišťování podnikových bytů, i zajišťování rekreace zaměstnanců ústavu a jejich rodinných příslušníků

3.1. Zvyšování kvalifikace

Jedním z významných úkolů ústavu je vědecké výchovy odborných pracovníků v oborech stavba jaderných zařízení, fyzikální metalurgie materiálů, jaderná chemie, technologie jaderných paliv a jaderná a subjaderná fyzika. Rámcový plán vědecké výchovy projednává ústavní rada a schvaluje ředitel ústavu. Na začátku roku 1986 bylo do vědecké výchovy zařazeno 27 pracovníků. V průběhu roku 5 pracovníků předložilo disertační práce k obhajobě a získalo hodnost kandidáta věd. V roce 1986 započalo vědeckou výchovu dalších 8 pracovníků, takže koncem roku bylo ve vědecké výchově 30 odborníků. Ústav měl k 31. 12. 1986 celkem 102 vědecké pracovníky, z toho 5 doktorů věd.

Ke zvyšování kvalifikace svých pracovníků využívá ústav různé doškolovací možnosti. Formou postgraduálního studia si rozšiřovalo kvalifikaci 7 pracovníků. Na vysokých školách studovalo 6 pracovníků. Třem studentům na vysokých školách poskytuje ústav stipendium. Dva z nich ukončí studium v roce 1987, jeden v roce 1988. V dálkovém studiu na středních školách pokračuje 6 pracovníků, 4 studentům na středních školách poskytuje ústav stipendium. Ústav zajišťuje také výchovu svých učňů. V r. 1986 měl 3 učně ve čtyřletých oborech s maturitou. Všichni navštěvují odborné učiliště ŮKD Praha.

K přípravě odborných pracovníků využívá ústav i formu studijních pobytů. Začátkem roku 1986 bylo takto zařazeno 29 absolventů vysokých škol. 5 z nich, kteří se osvědčili po odborné i politické stránce, bylo během roku přeřazeno do trvalého pracovního poměru. Během roku 1986 bylo přijeto dalších 13 absolventů vysokých škol. Všichni pracovníci, kteří jsou zařazeni ve studijních pobytech, mají zpracovány individuální studijní plány, které jsou pravidelně kontrolovány.

Ke zvyšování odborné úrovně mladých pracovníků přispívá i půlroční adaptační proces a tříletá řízená výchova. Mladí pracovníci se tak rychle zapracují a podle plánu osobního rozvoje je usměrňován jejich odborný růst. Platové úpravy jsou během prvních 3 let po nástupu závislé na plnění plánu osobního rozvoje.

Ústav zajišťuje každoročně pro pracovníky všech profesí kurzy a školení. Školení a kursů delších než týden se v r. 1986 zúčastnilo 197 pracovníků, krátkodobých 136 pracovníků. Zahřnuty jsou zde kurzy pro udržení kvalifikace jeřábníků, elektromechaniků, bezpečnostních techniků a pod., ale i kurzy vzdělávací, týkající se řízení, využití nové techniky a pod.

Ústav soustavně podporuje rozšiřování jazykových znalostí pořádáním jazykových kursů v rámci ŮJV, závodní pobočka VTS přihlašuje pracovníky i do externích jazykových kursů. V r. 1986 se jazykových kursů zúčastnilo celkem 80 pracovníků. Z toho 5 pracovníků navštěvovalo dvouleté speciální kurzy pro experty (JASPEX), v jiných mimoústavních jazykových kurzech studovalo dalších 16 pracovníků, 29 se zúčastnilo výuky v kurzech ŮJV a 30 absolvovalo interní týdenní kurs intenzivní výuky angličtiny, pořádaný závodní pobočkou VTS v rekreačním středisku ŮJV na Sázevě.

3.2. Péče o bydlení a závodní stravování

V roce 1986 byly podle schválených pořadníků přiděleny pracovníkům ÚJV 4 náhodně uvolněné podnikové byty a 15 pracovníků podepsalo smlouvy s SBD Kolektiv o přidělení stabilizačních družstevních bytů v lokalitě Řepy II. Je sledován postup výstavby stabilizačních družstevních bytů, na které pracovníci ústavu podepsali smlouvy s SBD Kolektiv již dříve v lokalitách: Jižní Město, Demartinka, Na Břehu, Dlážděnka a Řepy II. Současně vedení ústavu jedná s SKNV Praha o příslibu přidělení stabilizačních družstevních bytů na 8. pětiletku. Jejich výstavba je plánována v lokalitách Kralupy a Libčice nad Vltavou. Prostřednictvím ČSKAE je zabezpečováno přidělení 8 bytů v Praze během 8. PLP, z čehož 2 byty mají být přiděleny již v r. 1987 nebo začátkem roku 1988.

Ústav disponuje 4 ubytovacími objekty pro svobodné (včetně mcderní ubytovny Vltava hotelového typu), kde je poskytováno ubytování pracovníkům, kteří mají vzdálené bydliště nebo obtížné dojíždění do zaměstnání.

Bezúročné návratné půjčky z Fondu kulturních a sociálních potřeb jsou využívány převážně na řešení bytové situace pracovníků. V r. 1986 bylo přiděleno 18 půjček v celkové výši 399.000,- Kčs, z toho 4 půjčky na stavbu rodinných domků, 4 půjčky na přístavbu a opravy domků, 3 půjčky na zaplacení členských podílů SBD Kolektiv. Na koupi nábytku bylo poskytnuto 7 půjček.

Trvale na dobré úrovni je závodní stravování. Ve smyslu zákonných opatření bylo z FKSP přiděleno 90.000,- Kčs na zlepšení stravy. Kapacita závodní jídelny umožňuje poskytovat obědy všem zájemcům v ústavu. Pestrou a hodnotnou stravu (2 hlavní jídla a dieta), využívá 67 % pracovníků ústavu. Závodní jídelna byla vybavena novým stolovým zařízením. Připravuje se přestavba výdejní linky, což zvýší estetickou úroveň prostředí a zejménalepší pracovní podmínky zaměstnanců v závodním stravování. V socialistické soutěži závodních jídelen, organizované OOR Praha-východ, dosahuje BSP závodní jídelny ÚJV trvale dobré hodnocení.

3.3. Péče o zdraví, pracovní prostředí a rekreaci

Lékařská péče je poskytována pracovníkům ústavu v závodním zdravotním středisku, vybudovaném v areálu ÚJV. Lékařské prohlídky pracovníků jsou prováděny při nástupu do zaměstnání i při skončení pracovního poměru. Podle plánu probíhají preventivní prohlídky všech pracovníků, zejména z rizikových pracovišť. Pravidelně měsíčně hodnotilo vedení ÚJV ve spolupráci KNP ZV ROH a se zdravotním střediskem vývoj nemocnosti pracovníků ústavu a analyzovalo příčiny onemocnění, pracovních úrazů a chorob z povolání. Mimo základního lékařského ošetření poskytuje zdravotní středisko pracovníkům též odborné vyšetření oční a gynekologické. Pokrečuje snímání kardiogramů pracovníků starších 40 let. U 679 pracovníků byly prohlídky doplněny kontrolou na celotělovém počítači radioaktivity. Speciální léčby ve státních lázních se v loňském roce účastnilo 29 pracovníků a 9 pracovníků prošlo ambulantním lázeňským léčením v Toužni. V nově vybudovaném rehabilitačním středisku použilo léčby fyzikální terapií a rehabilitačního cvičení 458 pracovníků.

Velký důraz je kladen na bezpečnost a ochranu zdraví pracovníků. Dodržování bezpečnostních předpisů je prověřováno plánovanými i namátkovými kontrolami na všech pracovištích. Pravidelně v měsíci dubnu je uskutečněna veřejná prověrka bezpečnosti práce a ochrany zdraví pracovníků. Soustavná péče vedení ústavu a odborové organizace o bezpečnost při práci se trvale projevuje v nízkém počtu pracovních úrazů.

Rekreace zaměstnanců ústavu i jejich rodinných příslušníků, byla v loňském roce na velmi dobré úrovni. V rekreačním středisku ÚJV v Jáchymově se v průběhu roku vystřídalo 1114 osob. V chatkách ÚJV na Sázevě strávilo rekreaci 71 osob a ve Strážném (chata JZD Klecany) 48 osob. V kempu AOT Petreuská Štrba se vystřídalo celkem 54 osob, v chatě Živnotanky v Horní Malé Úpě 59 rekreatantů.

Dobře byla zastoupena i zahraniční rekreace. V kempu KFMI na Malatons se na čtrnáctidenních pobytech vystřídalo 131 osob. V moře v Albaně (BLR) se rekreatovalo postupně 32 zaměstnanců a jejich rodinných příslušníků. Rekreaci v NIK strávilo celkem 85 osob. Výběrové rekreace se zúčastnilo 85 našich zaměstnanců.

Nezapomíná se ani na děti zaměstnanců. V letních pionýrských táborech se rekreatovalo 320 dětí, v zimních táborech 180 dětí. Pro bývalé zaměstnance ústavu, kteří jsou již v důchodu, byla zorganizována letní rekreace v Jáchymově.



Obr. 35
Rekreační středisko ÚJV
v Jáchymově



Obr. 36
Část stanoverého tábora
v LPT ve Zhoří

4. ORGANIZAČNÍ STRUKTURA A EKONOMICKÉ VÝSLEDKY



Ing. Pavel Kotmel
ekonomický náměstek

Rozsahu úkolů, které jsou ústavu vytýčeny, odpovídá i jeho organizační struktura (obr. 37). Hlavní výzkumná činnost, včetně realizace některých vybraných výsledků této činnosti, je soustředěna v útvaru náměstka pro výzkum.

Vzhledem k závažnosti, kterou ve výzkumných programech ústavu hraje 3. prioritní směr Komplexního programu vědeckotechnického pokroku země RVHP a vzhledem k rostoucí potřebě těsného propojení ročního a střednědobého plánování výzkumných prací a činností koncepční a prognostickou, byly v roce 1986 sloučeny referát zahraničních vztahů (podřízený přímo řediteli ÚJV) a oddělením vědeckého plánu a oddělením prognóz (podřízenými náměstkovi pro výzkum) a vytvořen jednotný odbor řízení výzkumu, podřízený náměstkovi pro výzkum.

Činnosti ekonomické a obslužné jsou podřízeny ekonomickému náměstkovi a útvaru technického náměstka nabízející činnosti technické, informační a speciální služby. Řediteli jsou přímo podřízeny útvary pro všeobecné řízení a úsek pro kádrovou a personální práci.

Závažnou úlohu v systému řízení ústavu mají poradní orgány ředitele:

- Porada vedení, jejímiž členy jsou náměstkové ředitele, vedoucí úseku pro kádrovou a personální práci, tajemník ředitele i předsedové CZV KSČ a ZV ROH. Účast posledně jmenovaných zajišťuje informovanost i spoluúčast zástupců strany i odborů na všech důležitých jednáních vedení ústavu.

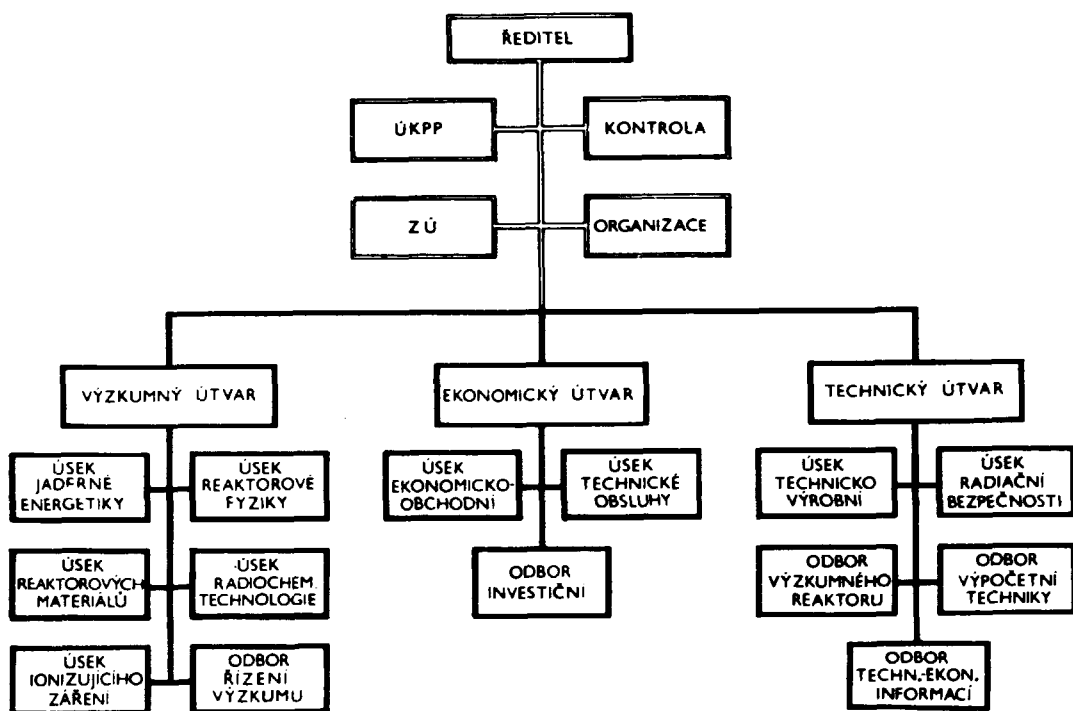
- Ústavní rada, která projednává nejzávažnější problémy řízení ústavu, vyžadující kolektivní odborné posouzení a zasedá obvykle jednou za měsíc. Kromě členů rady vedení jsou jejími členy i vedoucí úseků a odborů a vedoucí oddělení ústavní kontroly a oddělení řízení a organizace.

- Rozšířená ústavní rada, která zasedání čtvrtletně a projednává čtvrtletní i roční rozbory činnosti ústavu, roční i pětileté plány činnosti, jakož i dlouhodobé koncepce rozvoje ústavu. Rozšířená ústavní rada představuje závažný politicko-ekonomický aktiv ústavu, zajišťující efektivní účast pracujících na jeho řízení. Kromě členů ústavní rady se jejich zasedání zúčastňují i členové CZV KSČ a ZV ROH a předsedové VZO KSČ, DV ROH, výboru ČSVTÚ a výboru ÚVU.

- Vědecká rada ústavu, která zasedá jednou až dvakrát ročně. Projednává nejzávažnější otázky perspektivního charakteru, týkající se zaměření odborné činnosti ústavu, jakobto budoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje v oblasti jaderné energie a techniky a základní vědecké a technické problémy rozvoje této oblasti. Vědecká rada ústavu je vrcholným vědeckým poradním orgánem ředitele, zajišťujícím vysokou úroveň posuzování odborných problémů, řešení ústavem. Jejími členy jsou kromě pracovníků ústavu významní představitelé výzkumu i průmyslové praxe.

- Rada koordinačních komisí zasedá dvakrát ročně, vždy v 1. a 3. čtvrtletí a projednává a řeší obecné metodické a věcné problémy koordinace státních a resortních úkolů, představující rámec jednotlivých koordinačních komisí. Jejími členy jsou kromě náměstků ředitele též vedoucí výzkumných úseků, vedoucí odborů řízení výzkumu, výzkumného reaktoru, výpočetní techniky a technickoekonomických informací a koordinátoři státních úkolů RVT, koordinovaných ÚVU.

- Koordinační komise jednotlivých státních úkolů RVT, které umožňují odborné posouzení výsledků řešení jednotlivých státních úkolů a návrhů na zpřesnění ročních a prováděcích plánů. Této komisím předsedá buď ředitel nebo náměstek pro výzkum a jejími členy jsou kromě pracovníků ÚJV, odpovědných za koordinaci a řešení úkolů i zástupci spolupracujících organizací, zástupci nadřízeného orgánu a představitelé centrálních orgánů. Koordinační komise zasedají dvakrát ročně, v 1. a 3. čtvrtletí.



Obr. 37 Organizační struktura ÚJV

Ekonomika ústavu se v průběhu roku 1986 vyvíjela v souladu s plánovanými záměry, které stanovily jako prvčředou zásadu dosahovat co nejvyšších efektů s minimem vynaložených zdrojů. Nejsouhrnnějšími ukazateli vyjadřujícími stav plnění zásady maximální efektivity jsou ukazatele hospodářského výsledku a rentability. Přestože v příspěvkové formě hospodaření není vytvářen hmotně stimulační interes na plnění těchto ukazatelů, došlo k překročení zisku i nákladové rentability. Potvrzuje se, že při správném přístupu je uvedená forma hospodaření zcela vyhovující pro organizace typu ÚJV, když největší předností vysoké operativy financování absorbující zvláštní potřeby je možnost financování výzkumné činnosti.

Plánované úrovně zisku bylo dosaženo u hlavní náplně činnosti ústavu, tj. u řešení výzkumných úkolů; překročení zajistily vyšší výkony technicko-výrobní činnosti, který svým charakterem, nezátížená prvky nejistot výzkumu, umožňuje plněji uplnit racionalizační opatření.

Nezbytnost dodržování zásad hospodárnosti při veškeré činnosti byla stanovena i plněním úkolů vládního programu hospodárnosti pro 8. pětiletku, který byl rozpracován a v několika směrech rozšířen pro potřeby ústavu. To se projevilo mimo jiné, v nákladové oblasti dodržováním jak všech finančních limitů (mzdové prostředky, cestovné, pchoštění a dery) tak i naturálních limitů (spotřeba energií, pohonných hmot).

Samostatně bylo usměrňováno vynakládání režijních nákladů s cílem dosáhnout úspor oproti realizované režijní přírázce. Rozpisem úkolu do úrovně jednotlivých organizačních útvarů se podařilo přenést zodpovědnost za plnění na každého pracovníka. S uvažovaným záměrem byl úkol splněn.

Při plnění investičního plánu se projevovaly obecně známé nedostatky v dodavatelsko-odběratelských vztazích; i ze strany ústavu bude nutno těmto otázkám věnovat stále vyšší pozornost, především z hlediska kvality a závaznosti dodržování dodavatelských hospodářských smluv.

Zásadní význam byl ve smyslu závěrů XVII. sjezdu KSČ přikládán požadavkům intenzifikace, reálnosti a všestranné zabezpečení plánu. Výsledky dosažené v roce 1986 umožnily růst zisku z 11 mil. Kčs na téměř 17 mil. Kčs, především cestou zvyšování výkonů a úspor v nákladech při nezměněných, popř. snížených velkoobchodních cenách.

Celkově lze tedy rok 1986 z hlediska hospodaření charakterizovat jako úspěšný.