

ČESKÁ REPUBLIKA
STÁTNÍ ÚSTAV RADIAČNÍ OCHRANY

**NATIONAL RADIATION PROTECTION INSTITUTE
STAATLICHES INSTITUT FÜR STRAHLENSCHUTZ
INSTITUT NATIONAL DE RADIOPROTECTION**



**Výroční zpráva
za rok 2001**



Státní ústav radiační ochrany, Šrobárova 48, 100 00 Praha 10

tel: (+420 2) 67311239

fax: (+420 2) 67311410

e-mail: suro@suro.cz

www.suro.cz

Funkce SÚRO

Státní ústav radiační ochrany je organizační složkou státu zřízenou rozhodnutím předsedy Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) ze dne 26.5.1995 s účinností od 1.7.1995. Obsah činnosti je podrobně upraven statutem z 15.11.1995. Základní funkcí ústavu je zajištění odborné, metodické, vzdělávací, informační a výzkumné činnosti související s výkonem státní správy v ochraně před ionizujícím zářením na území České republiky. V roce 2001 se ústav významně podílel na zabezpečení těchto činností:

- Funkce stálé a pohotovostní složky zajišťující významnou část provozu radiační monitorovací sítě ČR v normálním i havarijním režimu.
- Ochrana obyvatelstva sledováním a usměrňováním expozice z ozáření od přírodních zdrojů (vč. zajištění radonového programu).
- Ochrana obyvatelstva před ozářením z umělých radionuklidů (zejména v souvislosti s jadernou energetikou).
- Hodnocení a usměrňování lékařských expozic v oblasti radiodiagnostiky a radioterapie.
- Výzkumu v oblasti radiační ochrany.

Ústav plnil i další úkoly, průběžně ukládané zřizovatelem.

Uspořádání ústavu

Centrum ústavu sídlí v Praze 10 - Vinohrady, Šrobárova 48 v areálu Státního zdravotního ústavu.

Součástí ústavu jsou dvě pobočky : v Hradci Králové – Pileticích a v Ostravě, které se specializují (pobočka v Hradci Králové na problematiku radonu a přírodních radionuklidů v prostředí, pobočka v Ostravě na radiodiagnostiku).

V roce 2001 měl ústav 107 pracovníků.

Neinvestiční výdaje ústavu byly 39 162 tisíc Kč, kapitálové výdaje 6 366 tisíc Kč.

Vnitřní členění ústavu je z hlediska hlavních činností uspořádáno do tří odborů:

1. **Odbor monitorování** se zabývá především problematikou umělých radionuklidů v prostředí v souvislosti s jaderně energetickými zařízeními (JEZ), dále problematikou vnitřní kontaminace. Odbor se významně podílí na zajištění provozu radiační monitorovací sítě České republiky.
2. **Odbor dozimetrie** pokrývá především problematiku tzv. lékařské expozice v oblasti radiodiagnostiky a radioterapie, zajišťuje činnost RTG laboratoře, laboratoře termoluminiscenční dozimetrie (TLD) a další speciální laboratorní i terénní měření dozimetrických veličin vč. zajištění základního přístrojového servisu pro ústav.
3. **Odbor usměrňování expozice** se zabývá především expozicí obyvatelstva přírodnímu záření, zejména problematikou radonu a dalších přírodních radionuklidů, dále epidemiologickými studii plicní rakoviny ve vztahu k radonu.

Podrobnější přehled o činnosti ústavu

1. Funkce stálé a pohotovostní složky zajišťující významnou část provozu radiační monitorovací sítě ČR v normálním i havarijním režimu.

Ústav se podílel na zabezpečení činnosti radiační monitorovací sítě (RMS) v obou režimech:

- normálním režimu, který je zaměřen na
 - o monitorování aktuální radiační situace vč.následků předchozích událostí na území ČR (spad ze zkoušek jaderných zbraní v atmosféře, havárie JE Černobyl),
 - o včasné zjištění radiační havárie,
- havarijním režimu zaměřeném na hodnocení následků havárie a získávání podkladů pro přijímání opatření na ochranu obyvatelstva.

V uvedené oblasti zajišťoval zejména:

- zpracování monitorovacích plánů a metodik měření, vč.metodického vedení jednotlivých složek RMS,
- měření, zpracování a vyhodnocení dat z RMS a to konkrétně
 - o zajištění centrální databáze RMS ,
 - o v rámci SVZ : sběr, zpracování, ověřování kvality a hodnocení dat z měřících míst (SVZ - 58 měřících míst) ,
 - o v rámci TLD sítě: měření TL dozimetrů a zpracování naměřených dat
 - celé teritoriální sítě ČR (184 měřících míst),
 - lokálních sítí v okolí JE Temelín a Dukovany (21 měřících míst),
 - o v rámci měření vzorků ŽP : zpracování a vyhodnocení dat ze sítě laboratoří začleněných do RMS, sítě MMKO a z mobilních skupin (vč.SÚRO)
 - měření vybraných položek monitor.plánu za celou ČR,
 - plnění monitorovacího plánu dvou regionů (Praha, StČ region),
 - výpomoc RC SÚJB při měření ,
 - o provedení speciálních, jinde nedostupných měření vč.sledování vnitřní kontaminace obyvatelstva.

Pracovníci ústavu se podíleli na přípravě vyhlášky o RMS, činnosti odborné komise SÚJB pro výpočty šíření radioaktivních produktů a akreditaci programů používaných pro bezpečnostní zprávu JE, dále posouzení katalogu opatření při havárii, a dalších úkolů popsanych dále v textu.

Ústavu poskytoval odborníky radiační ochrany pro činnost v krizovém štábu SÚJB při činnosti KKC v oblasti havarijní připravenosti.

Ústav zpracoval podrobnou roční „**Zprávu o radiační situaci na území ČR**“, která byla publikována v BJE a v samostatné publikaci.

Součástí havarijní připravenosti ústavu byla i nadále **špičkově vybavená MOBILNÍ SKUPINA**, určená k provádění terénních měření a analýz radiálních událostí vč. leteckého monitorování. Tato skupina metodicky vedla mobilní skupiny RMS (RC SÚJB) a organizovala jejich cvičení. Vedle mobilní skupiny SÚRO v Praze se i pracovníci pobočky SÚRO v Ostravě pravidelně účastní výjezdů k záchytům zářičů na severní Moravě.

Mobilní skupina SÚRO Praha provedla v roce 2001 tyto výjezdy:

- Hostivař (29.3.), několikadenní měření v tavném kovošrotu, ve vagónu se našlo velké množství volně ložených tištěných desek s elektrosoučástkami, identifikován skleněný váleček s ^{226}Ra .
- MAPE (20.4.), měření okolo závodu a odkališť za asistence některých dalších skupin včetně mobilní skupiny z Rakouska
- Letecký průzkum Jeseníky
- Aktivace sítě (22.5.)
- Letecký průzkum Jeseníky II (7.6.)
- Cvičení MS Jeseníky (19.6 – 22.6.)
- Klinika nemocí z povolání (18.7.) pacient zkontaminovaný ^{241}Am , měření pokoje
- Měření na údajné skládce komunálního odpadu (24.8.), součást Mape-Mydlovary
- Kovošrot Hostivař (19.10.) kontaminovaný balík ^{226}Ra .

Mimořádná akce Mobilní skupiny SÚRO

V lednu a únoru 2001 se dva pracovníci Mobilní skupiny SÚRO podíleli na činnosti speciálního monitorovacího týmu coby posila složky pro radiometrická měření. **Úkolem celého týmu bylo provést radiální průzkum v prostorech působnosti českého armádního kontingentu dislokovaného v rámci sil KFOR a SFOR v Kosovu a v Bosně a Hercegovině.** Cílem bylo zjistit, zda nejsou příslušníci jednotek ohroženi případnou kontaminací ochuzeným uranem z použité munice a v případě existence tohoto ohrožení posoudit jeho stupeň. Z rozboru fyzikálních vlastností elementů uranové a aktiniové řady vyplývá, že nabídka přímých detekčních možností rozlišení izotopů uranu přírodního původu a přídatku uranu ochuzeného je při možnostech měřicí techniky použitelné v daném prostředí a za velmi těžkých podmínek (obrázky), velmi omezená. Za těchto podmínek a vzhledem k velmi nepočetnému personálnímu zastoupení, časovému omezení a limitovanému vybavení měřicími prostředky se pracovní tým musel zaměřit především na podchycení základních níže popsanych radiohygienických vlivů.



Kosovo, leden 2001



Bosna a Hercegovina, únor 2001

Předpokládané druhy ohrožení a použité způsoby jejich měření

Ohrožení osob možnou kontaminací vlivem přítomnosti ochuzeného uranu představují následující expoziční cesty:

- zevní ozáření zářením gama;
- vnitřní kontaminace, tj. příjem ochuzeného uranu vdechnutím, požitím nebo průnikem přes zranění, kdy se může projevit jak jeho radiační, tak chemická toxicita;
- povrchová kontaminace osob po jejich kontaktu se zamořenými plochami.

Zevní ozáření osob bylo zjišťováno přímým měřením dávkového příkonu. Možnost kontaminace inhalační cestou byla zjišťována odběrem vzorků aerosolů ze vzduchu. Kontrola možného příjmu požitím byla zajištěna odběrem vzorků vody a základních potravin s následnou laboratorní identifikací v nich přítomných radionuklidů a stanovením jejich aktivit. Možnost povrchové kontaminace osob byla zjišťována přímým měřením plošné aktivity povrchově uložených radionuklidů detekcí záření alfa a beta. Byly též provedeny odběry vzorků půdy pro laboratorní zpracování v SÚRO. V místech lokálních měření dávkového příkonu (DP) byla uskutečněna orientační spektrometrická identifikace radionuklidů podílejících se na DP.

Uskutečněná měření

a) Dávkový příkon (DP)

Měření dávkových příkonů bylo prováděno především v prostorech soustředění armádních sil v Kosovu na základnách Šajkovac a Sekirača, v Bosně a Hercegovině na základnách Bosanska Krupa a Donja Ljubija, dále na osách automobilních a pěších přesunů používaných při plnění hlídkových úkolů. Monitorování se uskutečňovalo měřeními v automobilech i za chůze.

b) Aerosoly

Vzorkování atmosférického aerosolu bylo prováděno prosáváním vzduchu přes filtrační materiál s použitím odběrového zařízení

c) Půdy

Vzorkování se dělo na vytypovaných nebo zajímavých místech (např. krátery po výbuších).

d) Ostatní vzorky

Byly odebrány i další typy vzorků např. vody a potravin pocházejících z místních zdrojů.

Všechny odebrané vzorky byly laboratorně zpracovány v SÚRO pomocí spektrometrických analýz.

Interpretace získaných výsledků

Z přímých i laboratorních měření vyplývá, že nebyly zjištěny měřitelné aktivity ochuzeného uranu v oblasti působnosti příslušníků Armády České republiky v rámci mise KFOR v Kosovu a SFOR v Bosně a Hercegovině. Veškeré údaje o dávkových příkonech, o zastoupení zjištěných radionuklidů a jejich aktivitách jsou zcela běžné, v přírodě typické a jsou převážně dány z podílu přírodních radionuklidů, zejména přírodního uranu a jeho produktů přeměny, s nepatrným příspěvkem umělých radionuklidů ze spadu po zkouškách jaderných zbraní a z havárie jaderného reaktoru v Černobyli.

Lze konstatovat, že příslušníci české mise KFOR A SFOR nebyli a nejsou ohroženi radioaktivním působením ochuzeného uranu. To potvrzují i šetření prováděná stanovováním aktivity uranu v moči příslušníků AČR vrátivších se z těchto misí. Měření prováděná u vybrané skupiny a srovnávaná s kontrolní skupinou v průběhu roku 2001 neprokázala zvýšení aktivity uranu u vyšetřované skupiny vojáků.

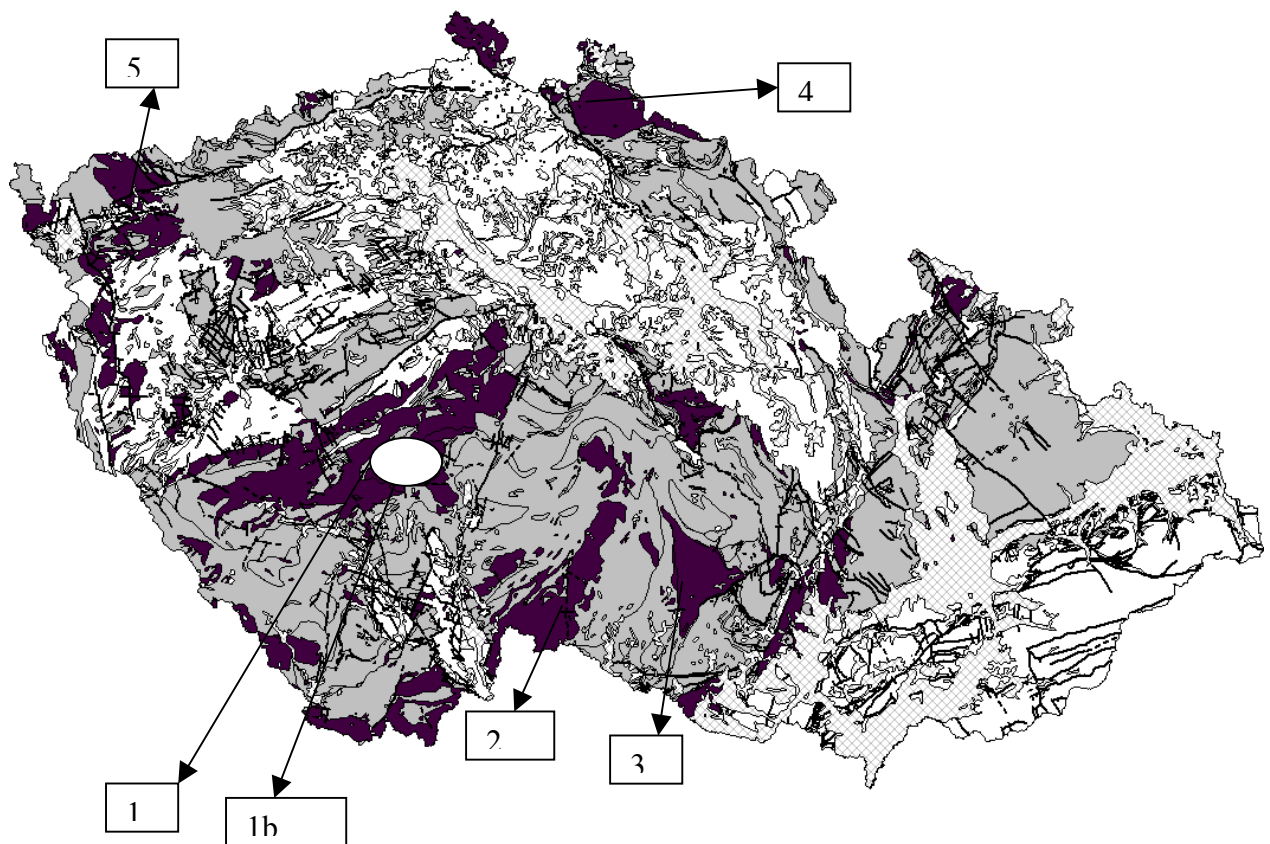
Podrobné údaje o působení průzkumné skupiny byly prezentovány ve zprávě pro Generální štáb AČR a stručně uvedeny v rámci Dnů radiační ochrany 2001.

2. Ochrana obyvatelstva sledováním a usměrňováním expozice z ozáření od přírodních zdrojů vč. zajištění radonového programu.

Ústav vycházel ze sledování nejnovějších dokumentů mezinárodních institucí (výbor OSN pro účinky záření UNSCEAR, doporučení ICRP, doporučení EU, apod.) týkající se oblasti přírodního ozáření, prováděl měření a analýzy a připravoval podklady pro posouzení této expozice v České republice a pro předání údajů uvedeným mezinárodním organizacím. Zejména zajišťoval tyto činnosti:

- systematické sledování jednotlivých složek přírodního ozáření (radon, zevní ozáření gama, půdy, vody, potravní řetězce apod.) za účelem zjištění celostátních reprezentativních ukazatelů,
- vyhledávání oblastí s „vyšší úrovní přírodního pozadí“ v ČR a sledování složek ozáření obyvatelstva v těchto oblastech s případnými návrhy jeho usměrnění ,
- vedení a udržování databáze údajů o přírodním ozáření (databázi obsahu přírodních radionuklidů ve vodách, stavebních materiálech),
- statistické zpracování údajů příp. i přímé sledování obsahu přírodních radionuklidů ve vybraných komoditách (voda dodávaná do veřejných vodovodů, staveb.materiály),
- sledování problematiky ozáření pracovníků a obyvatelstva v souvislosti s materiály „NORM“ a „TENORM“,
- sledování prováděných opatření ke snížení přírodního ozáření vč. analýzy jejich účinnosti.

Získané výsledky byly v součinnosti s SÚJB zpracovány a předány v listopadu 2001 výboru OSN pro účinky záření (UNSCEAR) na základě jeho žádosti o aktuální data pro přípravu nové souhrnné publikace. Byla analyzována jednak celostátní data, (celková průměrná roční efektivní dávka od přírodní expozice v České republice je na základě dosud získaných dat odhadnuta na 3,8 mSv, s rozpětím 1,5 – 450 mSv), dále podle požadavků UNSCEAR byla analyzována data pro oblasti s vysokým přírodním pozadím („high background areas“). Ty byly předběžně vymezeny na základě geologické prognózy a na základě výsledků měření radonu v bytech (viz obrázek). Uvedeným oblastem bude věnována pozornost v dalších letech, zejména v rámci dalšího výzkumu.



Obr. – dosud vymezené oblasti s vyšším přírodním pozadím (tmavě)
 („High Background Areas“)

1. středočeský pluton 1b) centrální část
2. Moldanubian pluton
3. Třebíčský masiv
4. Krkonošsko - jizerský pluton
5. Karlovarský Pluton

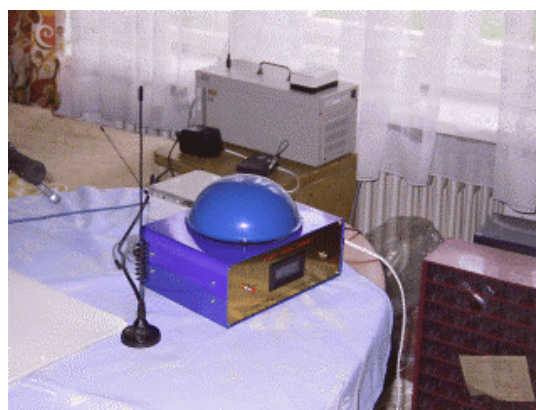
V uvedené oblasti přírodního ozáření a přírodních zdrojů ústav prováděl některá speciální, jinde nedostupná měření (např. laboratorní testování protiradonových bariér ve spolupráci s ČVUT Praha, speciální rozbory vod pro RC SÚJB, rozbory půd vč. emanace atd.).

Pro zkvalitnění měření zřídil specializovanou laboratoř pro přírodní radionuklidy v Hradci Králové, během roku 2001 byly připravovány podklady pro její akreditaci. Laboratoř provedla v rámci tohoto úkolu přes 900 analýz, především vody (přes 500 rozborů) a stavebních materiálů (přes 300 rozborů).

Samostatným dílčím úkolem ústavu v oblasti přírodního ozáření bylo zajištění stanovených úkolů tzv. „**Radonového programu**“ České republiky. V jeho rámci plnil ústav úkoly stanovené příkazem předsedkyně SÚJB, a to zejména

- ve spolupráci s dalšími složkami státu zabezpečoval rozsáhlý celostátní program vyhledávání budov s vyšším obsahem radonu vč. distribuce detektorů na okresní úřady a zpět, v roce 2001 bylo podle harmonogramu průzkumu dohodnutém s okresními úřady rozmístěno celkem 17 665 detektorů. Z předchozího období bylo změřeno nově celkem 11546 budov,
- vedl databázi těchto měření, zajišťoval tisk individuálních dopisů s výsledky a jejich hromadné rozeslání,
- prováděl školení pracovníků okresních úřadů a poskytoval průběžné konzultace, vydal dvě čísla Rn bulletinu pro státní správu a obce s vysokým Rn rizikem,
- prováděl kontrolu efektivnosti provedených protiradonových opatření (jednak korespondenční měření, jednak v případě podezřelých výsledků prováděl kontrolní měření na místě prostřednictvím radonové mobilní diagnostické skupiny),
- prováděl výzkum popsany dále.

Mobilní skupina pro radonovou diagnostiku je postupně vybavována moderními měřícími přístroji. V návaznosti na výsledky získané v rámci institucionálního výzkumu vyvíjí metodiky, které umožňují objektivizovat obsah radonu v budovách a účinnost a efektivitu provedených protiradonových opatření. (Na obrázcích ukázky z radonové diagnostiky - měření tlakových diferencí na úrovni jednotek Pa, a nasazení monitoru radonu s bezdrátovou komunikací pro simultánní měření.



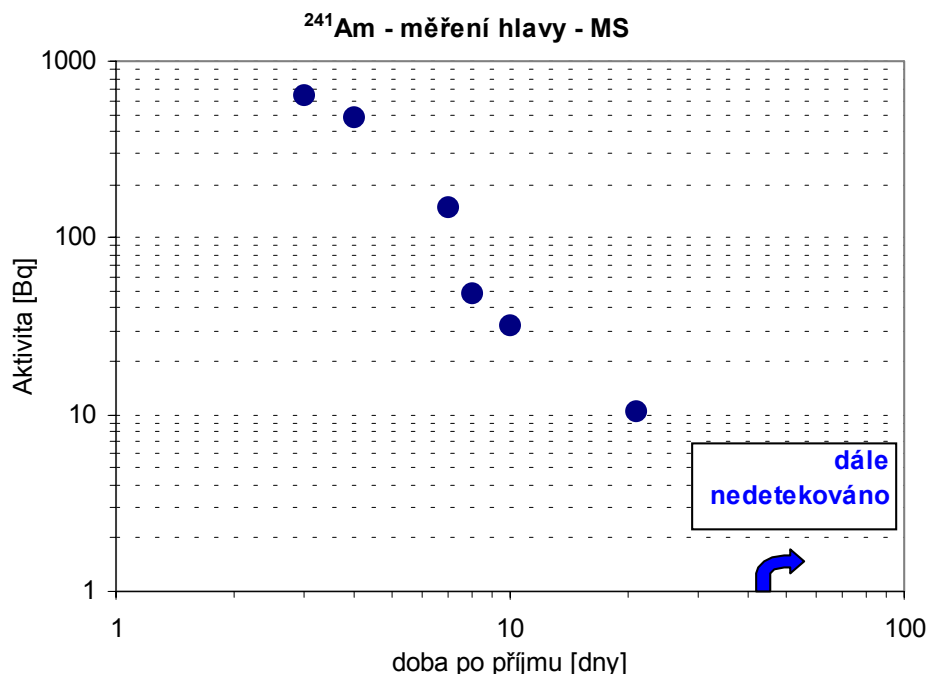
Ústav, v úzké spolupráci s SÚJB, zpracoval zprávu o plnění Radonového programu.

3. Ochrana obyvatelstva a pracovníků před ozářením z umělých radionuklidů, zejména v souvislosti s jadernou energetikou

Případ vnitřní kontaminace skupiny pracovníků americiem 241.

V létě r. 2001 byl SÚRO požádán Ústavem pro jaderný výzkum v Řeži o pomoc při řešení podezření na vnitřní kontaminaci ^{241}Am , k níž mohlo dojít při likvidaci hermetických rukavicových skříní, v nichž byl po více než 20 let zpracováván práškový AmO_2 . Z oxidu americia byly pomocí práškové metalurgie vyráběny zdroje do ionizačních hlásičů požárů. Signalizace o uvolnění radionuklidu do pracovního prostředí z místnosti, kde byly skříně fragmentovány, pocházela z filtru z měřicího zařízení ovzduší. Dalšími alarmujícími příznaky bylo nalezení zvýšené aktivity ^{241}Am na respirátorech několika pracovníků, v jednom případě to bylo až několik tisíc Bq. V SÚRO bylo ihned zahájeno celotělové měření a pracovníci s podezřením na vnitřní kontaminaci byli vyzváni k úplnému sběru exkret. První celotělová měření a měření ^{241}Am v kostře prostřednictvím měření hlavy a kolena ukazovala na relativně vysokou vnitřní kontaminaci. S uvážením doby příjmu pak byly příjmy ^{241}Am a z toho plynoucí úvazky efektivní dávky odhadnuty u některých osob až na jednotky Sv. Tyto odhady bylo možné postupně upřesňovat s použitím výsledků měření exkret a též s opakováním měření in vivo. Ukázalo se, že v některých případech bylo měření in vivo značně ovlivněno těžko odstranitelnou kontaminací povrchu těla a vlasů – tak na obr. 1 je uveden průběh měření aktivity na hlavě jednoho z pracovníků (hodnocení je provedeno s kalibrací pro lebku). V případě, že by šlo o vnitřní kontaminaci, aktivita v kostře by mírně narůstala. Tady se však postupně zmenšovala a přetrvávala až 20 dní po události.

Obr.1 Časový průběh měřené aktivity ^{241}Am v hlavě jedné z vnitřně kontaminovaných osob

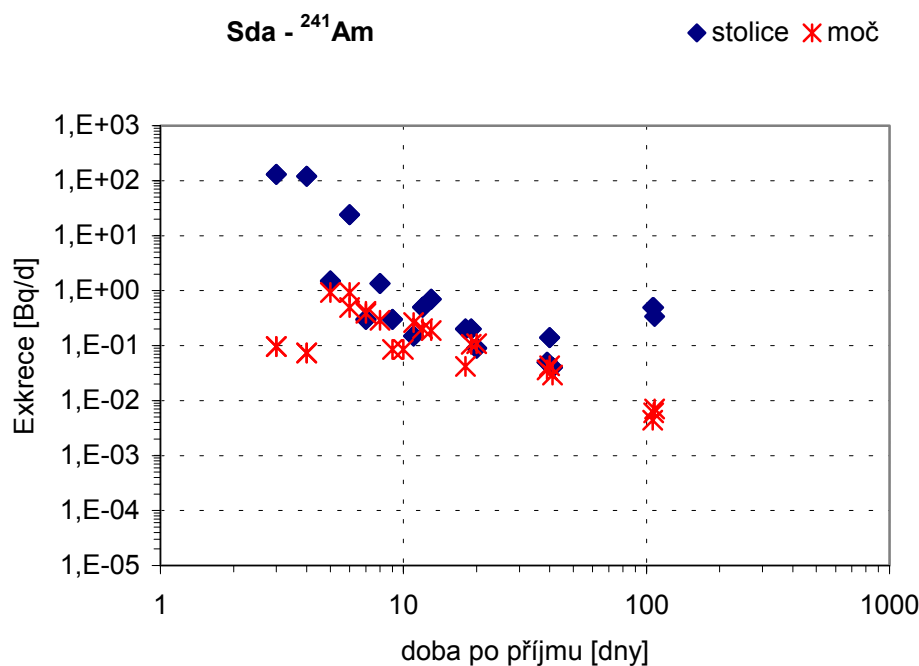


Komplikujícím problémem byl velký počet lidí, u nichž přicházela vnitřní kontaminace v úvahu a značně rozdílná anamnéza jednotlivých osob. Celkově bylo měřením in vivo vyšetřeno 25 osob (celotělové měření a speciální měření, zaměřené na stanovení aktivity v kostře). U 9 osob byla vnitřní kontaminace identifikována, tyto osoby opakovaně sbíraly exkreta a byly opakovaně měřeny na celotělovém počítací. Při volbě nejpravděpodobnějšího okamžiku příjmu se u každé osoby přihlíželo jak k pracovnímu snímku tak i k časovému průběhu aktivity ^{241}Am v těle a v exkretách. Ukázalo se, že se pracovníci se kontaminovali ještě dále po zjištění mimořádné situace na pracovišti, vzhledem k povrchové kontaminaci osob i pracoviště mohlo docházet nejen k inhalační, ale i k ingesční kontaminaci a pod.

Během následujícího půl roku byl v SÚRO změřeno celkem 95 vzorků stolic a 132 vzorků moči. Vzorky stolice byly měřeny gama spektrometrií, většinou po předchozím šetrném spálení. Vzorky moči se zpracovávaly radiochemicky a aktivita ^{241}Am byla stanovena alfa spektrometrií.

Výsledné odhady úvazku efektivní dávky tak, jak byly stanoveny na základě měření in vivo, moči a stolic, jsou v tabulce 1. Tyto dávky jsou vesměs značně nižší než počáteční odhady, které byly dělány ve všech případech konzervativně.

Obr.2 Časový průběh aktivity ^{241}Am v exkretách u jedné z vnitřně kontaminovaných osob



Na obr.2 je uveden časový průběh aktivit ^{241}Am v moči a stolici jednoho pracovníka. V moči je patrné i zvýšení vylučování ^{241}Am po intravenózní aplikaci DTPA na Klinice chorob z povolání, kde bylo hospitalizováno celkem 6 osob s vnitřní kontaminací. Tato aplikaci způsobila 2 až 13 násobné zvýšení rychlosti vylučování, celkově však se vyloučilo navíc 0,14 až 3 Bq americia 241. Při odhadovaných příjmech stovky až tisíce Bq však snížení úvazku efektivní dávky bylo málo významné.

Pro upřesnění původních odhadů se v měření in vivo i vyloučené aktivity ^{241}Am močí a stolicí nadále pokračuje. Pokrytí delšího časového období umožní posoudit, nakolik je hodnocení daných případů pomocí biokinetického modelu ICRP pro třídu M a velikost inhalovaného aerosolu $5\mu\text{m}$ (AMAD) adekvátní.

| Přehled odhadů úvazku efektivní dávky (leden 2002) | | | | | | | |
|---|-------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------|---------|------|--------------------|
| Osoba | Příjem | Datum příjmu | Odhad E(50) (mSv) | | | | |
| | | | In vivo (plíce) | In vivo (kostra) | Stolice | Moč | Nejlepší odhad |
| Sda | 2 inhal | 9.7.2001 15.10.2001 | <13 | < 27 | 41 | 65 | 50 |
| Hka | 3 inhal | 18.7.2001 20.9.2001 2.11.2001 | 130 | Posit. values | 130* | 123* | 130 |
| Zil | 1 inhal | 18.7.2001 | < 16 | < 31 | 43 | 37 | 40 |
| Sat | 1 inhal | 9.7.2001 | < 100 | < 34 | 134 | 14 | 14 – 130 (75)** |
| Hak | 1 inhal | 3.7.2001 | < 22 | <31 | 292 | 79 | 80 – 290 (185) |
| Ver | 1 inhal | 9.7.2001 | < 27 | < 34 | 60 | 7 | 7-60 (35)** |
| Kiz | 1 inhal | 10.7. 2001 | | < 9 | 9 | 1 | 1-9 (5)** |
| Vly | 1 ing, 2 inhal | 10.7.2001 16.7.2001 2.11.2001 | < 100 | | 112 | 107 | 110 |
| Snc | 1 inhal | 22.11.2001 | | | 2 | 1 | 2 |

* Kompilace výsledků měření plic a exkreční analýzy

**Aritmetický průměr dvou hodnot z exkreční analýzy

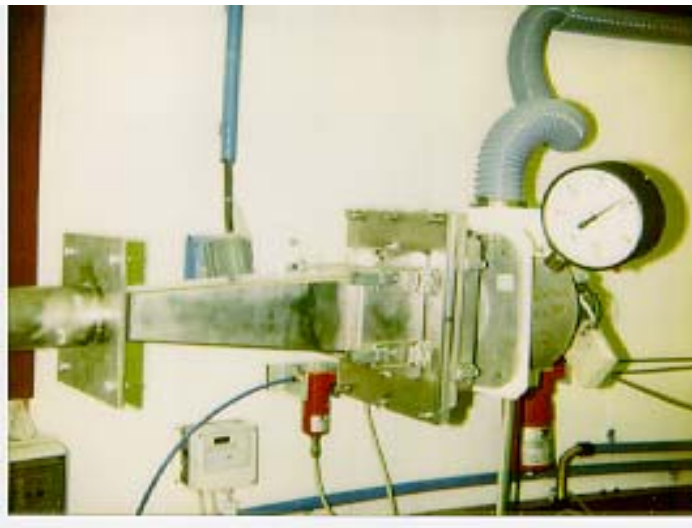
V oblasti sledování a kontroly expozice obyvatelstva umělými radionuklidy ústav provedl během roku 2001 následující speciální odběry a analýzy

- Odběry vzácných plynů z ventilačních komínů v EDU. Odběry byly uskutečněny v rámci spolupráce JE Dukovany a SÚRO a měly potvrdit, že složení směsi vzácných plynů odpovídá složení uváděnému ve Zprávách o radiační situaci JE Dukovany, a že udávané hodnoty výpustí odpovídají realitě. Vedle gamaspektrometricky identifikovatelných nuklidů byl v některých odběrech stanovován i ^{85}Kr . Z každého ventilačního komínu byly během jednoho odběrového dne odebrány do tlakových nádob 2 vzorky vzdušiny. Výsledky potvrdily hodnoty uváděné ve zprávách EDU.



Na obr. je ukázka odběrového zařízení.

- Odběry vzácných plynů z ventilačního komínu v ÚJV Řež a jejich měření a hodnocení. Odběry byly uskutečněny v rámci spolupráce ÚJV Řež a SÚRO s cílem zjistit složení směsi vzácných plynů. Vedle gamaspektromricky identifikovatelných nuklidů byl v některých odběrech stanovován i ^{85}Kr . Celkem bylo odebráno ve třech odběrových dnech 9 vzorků vzdušniny.
- Dle plánu proběhly 4 odběry aerosolů pomocí kaskádního impaktoru z ventilačního komínu VK-2 JE Dukovany. Analýza vzorků pomocí spektrometrie gama potvrdila předchozí výsledky, z kterých vyplynulo, že průměrná hodnota AMAD (aktivitní medián aerodynamického průměru) všech hodnocených radionuklidů vznikajících v EDU je přibližně rovna 4 μm . Této velikosti částic odpovídá průmyslový aerosol vznikající drolením hrubšího materiálu. Odběry pomocí kaskádního impaktoru ve VK-2 EDU byly ukončeny z důvodů prací na sladění měření ve ventilačních komínech VK-1 a VK-2 a zatím se neuvažuje o jejich znovuzavedení.
- Stanovení transuranových radionuklidů v aerosolu z ventilačních komínů EDU probíhá podle plánu ve čtvrtletních spojených vzorcích. Totéž bude realizováno i pro ETE. Byla uzavřena dohoda mezi SÚRO, SÚJB a LRKO ETE (které odběry aerosolů zajišťuje) o poskytnutí části filtrů. V současné době probíhá jejich měření pomocí spektrometrie gama.



Spolupráce se SÚRAO

V rámci „Smlouvy o zajištění služeb k realizaci vybraných měření podle programů monitorování úložiště radioaktivních odpadů Richard a pracoviště s velmi významným zdrojem ionizujícího záření Bratrství“ se Správou úložišť radioaktivních odpadů ústav prováděl rozsáhlá měření a hodnocení (přes 1130 radiochemických stanovení) odebraných vzorků z uvedených lokalit.

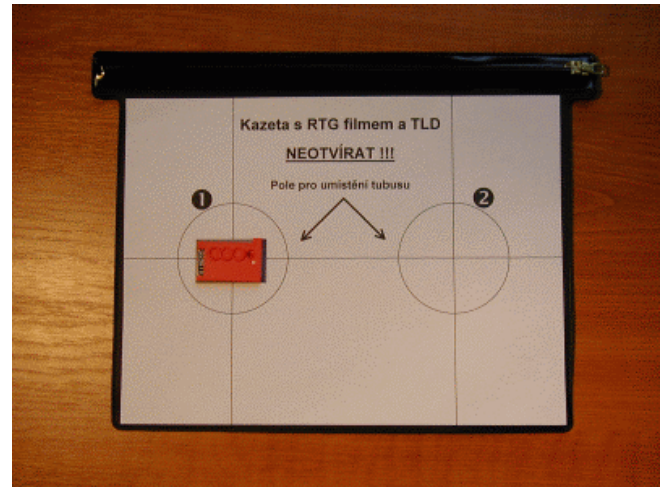
4. Hodnocení a usměrňování lékařských expozií v oblasti radiodiagnostiky a radioterapie.

V oblasti problematiky hodnocení a usměrňování lékařské expozice došlo v ústavu k několika organizačním změnám, které přispěly k z kvalitnění práce v této oblasti. Na pobočku SÚRO v Ostravě byla převedena významná část řešené problematiky v oblasti radiodiagnostiky, v SÚRO Praha zůstala problematika radioterapie a část radiodiagnostiky. Kromě toho ústav v úzké spolupráci s RC SÚJB uvedl do praxe systém korespondenčních auditů, který představuje moderní způsob kontrol RTG a RT pracovišť. Tato nová kapacitně náročná činnost zatížila především oddělení TL dozimetrie. V souhrnu prováděl ústav zejména tuto pravidelnou činnost: zpracovával odborné podklady pro výkon dozoru/státní správy vykonávané SÚJB, zejména posudky na povolení pro zkoušky dlouhodobé stability a přijímací zkoušky radiologických zařízení (celkem 25). Dále prováděl nezávislé prověrky radioterapeutických a radiodiagnostických zařízení (audity), zejména

- měření na místě v oblasti radioterapie
- korespondenční TLD audit v radioterapii (obnáší kontrolu kalibrace ozařovačů pro externí radioterapii a provádí se cca v 1/2 všech radioterapeutických pracovišť ročně (tj. na 16-18 pracovištích), což znamená kontrolu cca 50 až 70 klinicky používaných svazků)
- korespondenční TLD a filmový audit v dentální radiodiagnostice (ročně se provádí na celkem 2100 pracovištích vybavených zubními rentgeny, což představuje průměrně 175 auditů za měsíc)
- TLD a filmový audit plánovacích systémů pro externí radioterapii (jedná se o časově i kapacitně náročný úkol, provádí se na 3 až 5 radioterapeutických pracovištích ročně)

Ústav vypracoval také metodiky zkoušek zařízení s URZ používanými v brachyterapii a zkoušek pro výpočetní tomografy, organizoval porovnávací měření pro firmy provádějící zkoušky skiagrafičkových rentgenů, spolupracoval při posuzování shody, typových zkouškách, zkouškách zdrojů IZ zkoušky pro typové schvalování radionuklidových zdrojů a rentgenů.

Na následujících obrázcích ukázky dozimetrických sestav a vyhodnocovací soupravy TLD.



5. Výzkum

Výzkumná činnost představuje významnou část (v roce 2001 zhruba třetinu) kapacity ústavu. Je dominantně zaměřena především na tzv. institucionální výzkum, kromě toho pracovníci ústavu řeší nebo se podílejí na několika domácích a zahraničních grantech.

V rámci institucionálního výzkumu ústav v roce 2001 pokračoval v řešení čtyř rozsáhlých výzkumných záměrů. **Podrobná zpráva o jejich plnění byla zpracována a předložena samostatně**, proto je zde uveden jen základní přehled o cílech výzkumu a dílčích úkolech řešených v roce 2001. Uvedené úkoly pokračují v dalších letech do roku 2003. Všechny výzkumné úkoly byly podle stanoviska hodnotící komise splněny.

1. Studium ozáření obyvatelstva České republiky při používání zdrojů ionizujícího záření k diagnostickým a terapeutickým účelům. Cíl: objektivní a efektivní hodnocení definovaných procesů a položek, které jsou důležité z hlediska radiační ochrany při využití zdrojů ionizujícího záření k RTG diagnostice a k radioterapii. Úkoly v roce 2001 byly následující:

a) V radioterapii

Zajištění a hodnocení fyzikálně technického zázemí pro nenádorovou a paliativní radioterapii

- provádění nezávislé prověrky terapeutických rentgenů v ČR dle vypracované metodiky
- upřesňování metodiky a vyhodnocování testů
- mezinárodní porovnání stanovení dávky v referenčním bodě
- zjištění možnosti použití TLD metody pro kontrolu terapeutických rentgenů

Hodnocení využití zdrojů ionizujícího záření používaných k brachyterapii

- aktualizace databáze brachyterapeutických zdrojů
- stanovení vybraných parametrů pro kontrolu brachyterapeutických ozařovačů
- posouzení metod pro kontrolu vybraných parametrů s ohledem na druh zdroje ionizujícího záření v brachyterapii (HDR, LDR)
- vytvoření metodiky nezávislé prověrky zdrojů ionizujícího záření používaných v brachyterapii

b) v TLD a filmové dozimetrii

- Ve spolupráci s SÚJB a RC SÚJB dořešení organizačních, technických a personálních aspektů dosud bránících rozsáhlejšímu použití metody pro korespondenční kontrolu zubních rentgenů včetně návrhu způsobu zařazení metody do systému státní inspekce v ČR.
- Analýza výsledků měření metodou pro kontrolu radioterapeutických zařízení s využitím multi-purpose fantomu v souvislosti s daty získanými z dotazníkové akce o plánování radioterapie.

2. Studium chování radionuklidů v lidském organismu a rozvoj nových přístupů k odhadu expozice z vnitřní kontaminace. Cíl: pokračovat ve výzkumu vnitřní kontaminace ^{137}Cs u obyvatelstva v ČR; vyvoj metod pro stanovení vnitřní kontaminace u profesionálů a obyvatelstva, zejména metod pro stanovení vnitřní kontaminace transurany vzhledem k významu těchto radionuklidů (jaderné elektrárny, nové technologie a výzkum – přepracování paliva transmutacemi). Úkoly v roce 2001 byly následující:

- účast na mezinárodním porovnání pořádaném IAEA
- zorganizování porovnání celotělových počítačů v elektrárnách Temelín a Dukovany (příp. i na Slovensku) s fantomem IGOR, který simuluje homogenní distribuci radionuklidů v celém těle
- výběr vhodného uchycení sondy pro měření ^{125}I a ^{131}I ve štítné žláze a následná kalibrace tohoto uspořádání s fantomem krku
- kalibrace přístroje GR-130 MINI-Spec a vypracování metodického návodu pro rychlé stanovení vnitřní kontaminace
- vypracování pracovního postupu pro využití polovodičových detektorů v terénu k celotělovému měření osob
- pokračování ve studiu dávky z ^{137}Cs u české populace
- zpřesnění údajů o denních příjmech potravinou pro české obyvatelstvo, sledování statistik o vývoji spotřeby
- využití dat s ^{137}Cs (celotělová měření, měření močí) pro výpočet agregovaných transferových koeficientů, odhad frakce obyvatelstva s vyšším depem
- rekonstrukce celotělového počítače a následná kalibrace s malým přenosným detektorem
- pokračování dlouhodobé studie starých případů vnitřní kontaminace ^{241}Am (navazuje na grant IGA „Kinetika některých osteotropních radionuklidů v lidském organismu“ č.4965-3)
- publikace rozboru a využití metodik pro exkreční analýzu ^{241}Am .

3. Studium umělých radionuklidů v životním a pracovním prostředí. Cíl: vývoj nových metod a přístupů k monitorování výpustí z jaderných zařízení, studium fyzikálně chemických vlastností umělých radionuklidů ve výpustech a v životním prostředí, doplnění sledování o další radionuklidy, které mají význam z hlediska kolektivních dávek, pokračování v dlouhodobém sledování výpustí z JEZ vč. analýzy naměřených dat, studie inovačního procesu sítě včasného zjištění a inovace metod práce mobilních skupin. Úkoly v roce 2001 byly následující:

Dlouhodobé sledování a analýza radionuklidového složení vzdušných výpustí z JEZ a to

- Odběry pomocí kaskádního impaktoru ve VK-2 JE Dukovany a analýza získaných dat, porovnání s daty z minulých let
- Zavedení odběrů pomocí kaskádního impaktoru v VK JE Temelín a analýza získaných dat
- Odběr vzácných plynů ve ventilačních komínkách JE Dukovany, ve ventilačním komínu jaderného reaktoru ÚJV Řež, ve ventilačním komínu JE Temelín, stanovení radionuklidů pomocí spektrometrie gama a stanovení ^{85}Kr pomocí radiochemických metod
- Dlouhodobé sledování aerosolových výpustí z ventilačních komínů JE Dukovany a v JE Temelín - stanovení radionuklidů pomocí spektrometrie gama a pomocí radiochemických metod (^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{242}Cm , ^{244}Cm) ve spojených čtvrtletních vzorcích

Studie prostorové distribuce transfer. faktorů pro ^{137}Cs z půdy v závislosti na půdních typech

- Gamaspektrometrická analýza půdních vzorků
- Stanovení základních půdních charakteristik u vzorků odebraných v roce 2000
- Zpracování výsledků spektrometrie gama vzorků z let 1999 – 2000
- Analýza závislosti obsahu radionuklidů v půdě na chemickém složení půd, půdních typech a dalších vlastnostech půd. Porovnání výsledků z let 1999 – 2000 s výsledky počernobyského studia.

Stanovení ^{14}C ve vzorcích životního prostředí a ve vzdušných výpustech JEZ

- Stanovení C 14 v ovzduší a vzdušných výpustech JEZ
- Vyzkoušení metodiky stanovení C 14 ve formě CO_2 na vzorcích vzdušných výpustí odebraných v JEZ. Revize postupů a aparatur potřebných pro stanovení C 14 ve vzdušných výpustích. Zahájení monitorování C 14 ve formě CO_2 ve vzdušných výpustích JEZ. Rozpracování metodiky na stanovení C 14 ve vzdušných výpustích JEZ ve formě CO a CH_4
- Stanovení C-14 v biologických vzorcích
- Aplikace metod předúpravy rostlinných vzorků. Výběr vhodných typů rostlinných vzorků a postupů odběrů vzorků.
- Stanovení C-14 ve formě benzenu kapalinovou scintilační spektrometrií
- Dokončení kompletace základní sestavy benzenového syntetizátoru. Testy základní aparatury (výťažnosti, rušivé vlivy, memory efekt, izotopická frakcionace). Revize postupu zpracování vzorků. Výroba většiny kovových a speciálních částí benzenového syntetizátoru pro pracoviště SÚRO, zahájení kompletace této aparatury (včetně stanovení prvních výtěžků benzenu).

Vývoj a implementace softwarového a hardwarového vybavení mobilních skupin odpovídající současným možnostem v oboru měřicí a komunikační techniky

- Studie inovačního procesu SVZ RMS ČR, v rámci které budou vyzvány již dříve vytypované světové firmy, u nichž předpokládáme produkci potřebných zařízení, aby písemnou formou zaslaly technickou dokumentaci a další informace o produktech použitelných pro SVZ. Na základě studia parametrů těchto zařízení budou předběžně vybrány firmy s nejvýhodnějšími produkty. Tyto pak budou vyzvány k účasti na tendru pro dodávku kompletních zařízení k inovaci SVZ.
- Příprava podkladů pro využití měřicího zařízení GR-130 Mini-Spec pro terénní spektrometrii gama v rámci činnosti mobilních skupin RC-SÚJB, která zahrnuje ověření kalibračních podkladů vytvořených pro GR-130 praktickými měřeními spektrometrií gama „in situ“ a vypracování metodických návodů a jejich výuka pro pracovníky mobilních skupin RC SÚJB.
- Vypracování kalibračních podkladů a metodického návodu pro využití zařízení GR 130 Mini-Spec pro měření objemových vzorků.

4. Studium ozáření obyvatelstva České republiky z přírodních zdrojů. Cíl: zpracovat přehled o reprezentativní expozici obyvatelstva České republiky přírodnímu ozáření a o zdrojích přírodního záření, pokračovat v cílených průzkumech expozice obyvatelstva a zdrojů přírodního ozáření v zájmových oblastech s vyšší úrovní přírodního záření, ve výzkumu efektivity opatření ke snížení tohoto ozáření, pokračovat ve výzkumu chování radonu a jeho produktů přeměny v budovách a ve studiu hodnocení kancerogenního rizika z ozáření.

Konkrétní plněné úkoly v roce 2001 byly :

- Pokračování ve vývoji map bytového fondu s využitím dat z vyhledávání budov s vyšším obsahem radonu, výzkum efektivity protiradonových opatření v budovách
- Reprezentativní průzkum expozice osob v budovách ČR - analýza dalších parametrů a testování metod měření, s případným zahájením průzkumu na konci roku
- Analýza použití měření obsahu radonu ve vodě korespondenčním způsobem a pilotní studie výskytu Ra-228 ve vodě
- Analýza možností použití scint. spektrometru pro měření přírodních radionuklidů pro potřeby dozoru nad PZZ v RC SÚJB
- Analýza možností použití hmot.spektrometru v kombinaci se speciálními chemickými separačními metodami k měření nízkých aktivit izotopů s dlouhým poločasem ve vzorcích ŽP, Vývoj metod pro stanovení nízkých aktivit Pb-210 v některých složkách potravního řetězce
- Studium kontinuální výměny vzduchu, konfrontace různých metod měření výměny vzduchu a další studium F v různých prostředích s využitím nového kontinuálního monitoru volné frakce
- Pokračování ve výzkumu nových diagnostických metod : terénní využití blower doors pro radonovou diagnostiku a studium modelu šíření Rn v budově
- Analýza dosavadních výsledků měření radonu v budovách za účelem novelizace metodiky hodnocení obsahu radonu v budovách, a analýza vztahu mezi stávajícím Rn rizikem podloží, stavebně technickým stavem, obsahem radonu v budovách s cílem získání podkladů pro novelizaci metodiky kategorizace radonového rizika podloží
- Hodnocení kancerogenního rizika z ozáření - epidemiologický přístup, pokračování v prohlubování poznatků o riziku plicní rakoviny u obyvatelstva, hodnocení profesionality zhoubných novotvarů – odvození modelů pro další lokalizace
- Výskyt zhoubných novotvarů v okolí zařízení jaderné palivového cyklu (kritická rešerše literatury)
- Studium karcinogenního rizika CA plic - mikrodozimetrická analýza radiačního poškození savčích buněk ve vztahu k rakovině plic od dceřinných produktů radonu, s cíly:
 - a. Odvození a rozbor vztahů pro popis dávkové závislosti inaktivovaných a transformovaných buněk ozářených hustě ionizujícím zářením alfa s danou hodnotou lineárního přenosu energie,
 - b. biofyzikální interpretace výsledků radiobiologických experimentů s fibroblasty C3H 10T1/2.
 - c. Analýza biologické odpovědi buněk lidského bronchiálního epitelu na ozáření částicemi alfa a konfrontace výsledků s teoretickými a nalezenými závislostmi incidence karcinomů plic u horníků uranových dolů.
 - d. Odvození teoretické závislosti výskytu karcinomů plic při velmi nízkých dávkách.
 - e. Pokus o predikci rizika, že dojde k nádorovému onemocnění.

Další výzkumná činnost pracovníků ústavu zahrnovala řešení následujících grantů a výzkumných úkolů:

- ☞ Grant IGA MZd ČR 4920-3: Riziko rakoviny plic ve vztahu k expozici radonu v pracovním a životním prostředí (odpovědný řešitel RNDr.L.Tomášek, CSc.)
- ☞ Grant EU: IC15-CT97-0300 Cohort studies on radon exposed populations (odpovědný řešitel RNDr.Tomášek CSc.)
- ☞ Grant EU INCO - Copernicus : SAVEC – Spatial Analysis of Vulnerable Areas in Central Europe, (odpovědná řešitelka Ing.I. Malátová,CSc.)
- ☞ Dokončen grant IGA MZ Studium konetiky některých osteotropních radionuklidů NJ – 4965 - 3

Přehled publikací pracovníků ústavu je v příloze.

Plnění dalších úkolů uložených zřizovatelem

Ústav na základě žádosti zřizovatele (v některých případech výjimečně i na žádost dalších subjektů) průběžně plnil tyto další úkoly:

Zpracovával **odborné podklady pro výkon dozoru státní správy vykonávané SÚJB** (např. zmíněné audity v oblasti radiodiagnostiky a radioterapie, dále posudky metodik předložených subjekty žádajícími o povolení, posudky Rn diagnostik, apod)

Účastnil se pravidelně **práce ve zkušebních komisích SÚJB** (byly to zejména : pravidelná účast na zkouškách pro zvláštní odbornou způsobilost na SÚJB, organizace praktických zkoušek pro zvláštní odbornou způsobilost), účastnil se **práce v odborných komisích SÚJB** pro radioterapii a pro radiodiagnostiku, pravidelně se účastní práce odborné komise SÚJB pro výpočty šíření radioaktivních produktů, která doporučuje akreditaci programů, používaných pro bezpečnostní zprávu JE, účastnil se **práce specializovaných inspekčních skupin SÚJB SIS** pro jadernou energetiku a RMS a SIS pro přírodní zdroje ozáření, dále se účastnil **práce v poradním sboru předsedkyně SÚJB, koordinace výzkumného úkolu SUJCHBO, práce ve společnostech RO a SROBF ČLS JEP**

Pracovníci ústavu byli zapojeni do řady mezinárodních aktivit (programů, pracovních skupin, organizace mezinárodních seminářů IAEA apod.). Zástupci SÚRO se účastnili

- zasedání pracovní skupiny B (WGB) Organizace pro zákaz zkoušek jaderných zbraní. Posláním zástupce SÚRO je účastnit se zejména pracovních zasedání Mezinárodního monitorovacího systému, který jako jednu ze složek obsahuje monitorování radionuklidů v ovzduší. Rovněž při přípravě manuálu pro inspekce na místě (OSI) jsou mj, předmětem zájmu moderní citlivé metody stanovení některých radionuklidů, které obecně mají širší rozsah použití, např. při monitorování vlivu jaderných zařízení na okolí.
- práce EAN Steering Group, Paříž, Francie
- práce Expert Group on the Evolution of the System of Radiation Protection (EGRP) – NEA OECD Paris
- spolupráce s ICRU
- účast na bilaterálních jednáních s Rakouskem
- spolupráce s granty EU OMINEX, EURADOS.

Ústav vypracovával **metodiky, bezpečnostní návody příp. normy** nebo je na žádost SÚJB posuzoval (např. metodiky zkoušek zařízení s URZ používanými v brachyterapii, metodiky zkoušek pro výpočetní tomografy, Korespondenční audit v systému jakosti v dentální radiodiagnostice, metodiku použití scintilačního spektrometru pro měření přírodních radionuklidů pro potřeby dozoru nad PZZ v RC SÚJB, posudky na pracovní předpisy „Stanovení aktivity gama výluhů“, „Stanovení aktivity gama otěrů“, „Identifikace radionuklidu a stanovení aktivity zářičů gama“ a „Měření aktivity“ firmy VF, a.s. Černá Hora (na vyžádání SÚJB) , stanovisko k „Použití cínu při plnění požadavků ČSN ISO 10703.

Zpracovával odborné podklady pro **legislativní dokumenty** a k legislativním dokumentům vypracoval stanoviska (zejména se podílel na přípravě vybraných kapitol novely atomového zákona, novely vyhlášky 184/97 Sb., návrhu vyhlášky o RMS, novely vyhlášky 146/97 Sb., na zákonu o způsobilosti ke zdravotnickým povoláním, vyhlášky Ministerstva zemědělství „Metody zkoušení a způsobu odběru a přípravy kontrolních vzorků za účelem zjišťování jakosti a zdravotní nezávadnosti potravin a surovin a dalších předpisů .

Zabezpečení laboratorní a terénní měřicí kapacity

Ústav udržoval laboratorní a terénní měřicí kapacity, schopné na úrovni stávajícího stavu poznání stanovit obsah radionuklidů v odebraných vzorcích nebo v prostředí a stanovit dávky ionizujícího záření. Tyto metody byly prakticky využity v následujícím rozsahu: radiochemická laboratoř v Praze provedla více než 1900 stanovení a příprav, gamaspektrometrická laboratoř přes 1800 analýz, laboratoř v Ostravě přes 360 stanovení, laboratoř v Hradci Králové přes 900 analýz (sem patří např. již zmíněné analýzy vzorků stavebních materiálů, vod, vodárenských kalů a dalších vzorků odebraných inspektory SÚJB, analýzy neznámých vzorků aktivního materiálu zachycených inspektory, mobilní skupinou nebo jinými subjekty, analýzu vzorků dodaných v rámci RMS nebo monitorování úložišť měření osob na celotělovém počítači a měření jejich exkret v souvislosti s vnitřní kontaminací ²⁴¹Am na pracovišti v Řeži v červnu 2001, analýzy vzorků půd a aerosolových filtrů z Kosova a Bosny z důvodu podezření na kontaminaci ŽP a osob ochuzeným uranem, atd).

Udržováním **laboratorní a terénní měřicí kapacity** se rozumí udržování moderních měřicích metod vč. zajištění metrologického ověření používaných přístrojů, zpracování programu QA/QC, u specifikovaných metod účast na mezinárodních porovnávacích měřeních, pravidelné ověřování metodik na „testovacích“ vzorcích. V následující tabulce jsou uvedeny analýzy a metody, které ústav zabezpečuje:

Tabulka : přehled měřících metod zabezpečovaných SÚRO

| radionuklid nebo ukazatel | prostředí | veličina | Princip metody | blíže specifikace metody |
|--------------------------------------|---|---------------------------|--|---|
| Laboratoř radiochemie (Praha) | | | | |
| Sr 90 | voda | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Šťavelanová (EML) + prop.počítač beta |
| Sr 90 | mléko | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Šťavelanová (EML) + prop.počítač beta |
| Sr 90 | moč | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Šťavelanová (EML) + prop.počítač beta |
| Sr 90 | vzduch (aeros. filtry) | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Šťavelanová (EML) + prop.počítač beta |
| Sr 90 | potraviny, půda, stolice | Hmotn. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Šťavelanová (EML) + prop.počítač beta |
| Sr 90 | mléko | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extr. chromatografie + prop.počítač beta |
| Sr 90 | potraviny, půda | Hmotn. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + prop.počítač beta |
| Sr 90 | stolice | Aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + prop.počítač beta |
| Sr89+Sr90 | moč, voda, mléko stolice | Hmotn., objemová aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + prop.počítač beta |
| Sr89+Sr90 | moč, voda, mléko stolice | Hmotn., objemová aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + prop.počítač beta |
| Sr89+Sr90 | moč, voda, mléko stolice | Hmotn., objemová aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + LSC |
| Pb210 | voda | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + prop.počítač beta |
| Am241 | voda (nikoli havarijní nebo z reaktoru) | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + alfa spektrometrie |
| Am241 | moč | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + alfa spektrometrie |

| | | | | |
|-----------------------------|---|-----------------|---|--|
| Am241 | stolice | Aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + alfa spektrometrie |
| Pu239+240Pu238 | voda (nikoli havarijní nebo z reaktoru) | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Iontová výměna + extrakce + alfa spektrometrie |
| Pu239+240Pu238 | moč | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Iontová výměna + extrakce + alfa spektrometrie |
| Pu239+240, Pu238, Am241, Cm | vzduch (aeros. filtry) | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Iontová výměna + extrakce + alfa spektrometrie |
| Pu239+240Pu238 | stolice | Aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Iontová výměna + extrakce + alfa spektrometrie |
| Pu239+240Pu238 | půda | Hmotn. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Iontová výměna + extrakce + alfa spektrometrie |
| H3 ve formě HTO | voda | Objem. aktivita | separace+kapalinová scintilační spektrometrie | destilace+kapalinová scintilační spektrometrie |
| H3 ve všech formách | voda | Objem. aktivita | kapalinová scintilační spektrometrie | kapalinová scintilační spektrometrie |
| H3 ve formě HTO | moč | Objem. aktivita | separace+kapalinová scintilační spektrometrie | destilace+kapalinová scintilační spektrometrie |
| H3 všechny formy | moč | Objem. aktivita | kapalinová scintilační spektrometrie | kapal. scint. spektr. |
| H3 ve formě HTO | vzdušná vlhkost | Objem. aktivita | kapalinová scintilační spektrometrie | kapal. scint. spektrom. |
| celková alfa | voda | Objem. aktivita | Měření aktivity alfa-ZnS | měření směsi odparku se scintilátorem |
| celková beta | voda | Objem. aktivita | Měření aktivity beta-prop.poč. | měření odparku |
| uran | voda | Koncentrace | Radiochemická separace + fluorimetrie | Kapalinová extrakce + fluorimetrie |
| uran | voda | Koncentrace | Příprava vzorku + fluorimetrie | fluorimetrie |
| uran | moč | Koncentrace | Radiochemická separace + fluorimetrie | Kapalinová extrakce + fluorimetrie |
| uran | moč | Koncentrace | Příprava vzorku + fluorimetrie | fluorimetrie |
| U238,235, 234 | moč | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + spektrometrie alfa |
| U238, 235, 234 | půdy | Hmotn. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | Extrakční chromatografie + spektrometrie alfa |
| Rn222 | voda | Objem. aktivita | spektrometrie gama | spektrometrie gama |

| | | | | |
|--|--------------------|---------------------|---|---|
| Ra226 | voda | Objem. aktivita | Radiochemická separace + měření aktivity | scintilační emanometrie |
| uran | voda | Koncentrace | Radiochemická separace + spektrofotometrie | Selektivní sorpce + spektrofotometrie |
| Gamaspektrometrie Praha a laboratoř pro vnitřní kontaminaci | | | | |
| Umělé radionuklidy – „běžné“ (137Cs) | Aerosoly v ovzduší | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Týdenní odběr odběrovým zařízením Snow White (150 000 m ³) |
| Umělé radionuklidy – „běžné“ (137Cs, 60Co) | Aerosoly | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Filtr 8x10'' nebo 10 cm v průměru |
| 241Am | Aerosoly | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Filtr 8x10'' nebo 10 cm v průměru |
| 226Ra, Uranová řada | Aerosoly | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Filtr 8x10'' nebo 10 cm v průměru |
| 131I | Aerosoly | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Filtr 8x10'' nebo 10 cm v průměru |
| Plynné formy 131I | Vzduch | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Patrona s aktivním uhlím, odběrové zařízení Dwarf, geometrie Marinelliho nádoby |
| Umělé radionuklidy – velikostní rozd. aerodyn. prům. | Aerosoly | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Filtr 8x10'' nebo vložka 15x15 cm |
| Vzácné plyny | Vzduch | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Sada 6 tlakových nádob o celkovém objemu cca 1,8l; při 18 MPa je dosaženo celkového objemu 0,378 m ³ |
| 85Kr | Vzduch | Objemová aktivita | Kryogenní adsorpce, scintilační radiometrie, plynový chromatograf | Měsíční odběr z ovzduší cca 10 m ³ |
| 85Kr | Vzduch | Objemová aktivita | Kryogenní adsorpce, scintilační radiometrie, plynový chromatograf | Sada 6 tlakových nádob pro odběry z ventilačního komínu |
| 14C ve formě CO ₂ | Ovzduší | Objemová aktivita | Převod uhlíku na benzen, měření beta (TriCarb) | měsíční odběr z ovzduší |
| 14C ve formě CO ₂ | Vzduch | Objemová aktivita | záchyt CO ₂ , beta měření | Sada 6 tlakových nádob o celkovém objemu cca 1,8l pro odběry z ventilačního komínu |
| 137Cs | Spady | Plošná aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Petriho miska – odparek, spalování |
| 137Cs | Voda | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Petriho miska spolusrážení, filtrace, zpracovává se 50 l |
| 137Cs | Mléko (RMS) | Objemová aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Petriho miska – separace Cs na ionexu, zpracovává se 5 l |
| 137Cs | Potraviny | Hmotnostní aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Masťovky kolem detektoru bez úprav |
| 137Cs | Potraviny | Hmotnostní aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Masťovky kolem detektoru koncentrační metody |

| | | | | |
|---|--------------------------------|------------------------------|--|--|
| Přírodní radionuklidy emitující záření gama v rozsahu 40 keV až 2 MeV | Pevné látky, roztoky | Hmotnostní aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Masťovky kolem detektoru bez úprav - s hermetizací vzorku |
| "Běžné" umělé radionuklidy emitující záření gama v rozsahu 40 keV až 2 MeV (Cs 137) | Pevné látky, roztoky | Hmotnostní aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Masťovky kolem detektoru |
| 226Ra | Stavební materiály | Hmotnostní aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Marinelliho nádoba, vzorek bez úprav, bez hermetizace vzorku |
| 226Ra | Stavební materiály | Hmotnostní aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Marinelliho nádoba, vzorek bez úprav, s hermetizací vzorku |
| "Běžné" umělé a přírodní radionuklidy (60Co, 226Ra,...) | Záchyty RA materiálů | Hmotnostní aktivita | Polovodičová spektrometrie gama | Nestandardní geometrie nejčastěji „masťovka na detektoru“ |
| Umělé radionuklidy - 137Cs, 60Co | Stěry z ozařovačů | Aktivita ve vzorku | Polovodičová spektrometrie gama | Geometrie Petirho misky |
| 14C | Biologický materiál | Aktivita ve vzorku | Karbonizační nebo spalovací postup, převod uhlíku na benzen, měření beta (TriCarb) | |
| radionuklidy emitující záření gama o energii 46 až 3000 keV | stolice, moč v přírodním stavu | aktivita | gama spektrometricky | |
| 137Cs | moč | aktivita | gama spektrometrické měření sorbentu | |
| radionuklidy emitující záření gama o energii 100 až 2000 keV | lidské tělo | aktivita | gama spektrometricky | sedící osoba |
| osteotropní radionuklidy | kostra | aktivita | gama spektrometricky | měřením lebky, 2LEGe |
| 125I, 131I | štítná žláza | aktivita | gama spektrometricky | |
| příjem radionuklidu | lidské tělo | aktivita | pomocí modelů ICRP | |
| úvazek efektivní dávky E(50) | lidské tělo | úvazek efektivní dávky E(50) | pomocí modelů ICRP a Vyhl. 184 | |
| laboratoř pro přírodní radionuklidy Hradec Králové | | | | |
| celková aktivita alfa | voda | objemová aktivita | ČSN 75 7611 | metoda A |
| celková aktivita beta | voda | objemová aktivita | ČSN 75 7612 | |
| Rn-222 | voda | objemová aktivita | ČSN 75 7624 | metoda gama |

| | | | | |
|---|----------------------------------|--|---|---|
| Po-210 | voda | objemová aktivita | spektrometrie alfa | sorpce na čerstvě připraveném sirníku zinečnatém |
| Pb-210 | voda | objemová aktivita | detekce záření beta rovnovážného Bi-210 | sorpce na čerstvě připraveném sirníku zinečnatém |
| Ra-226 | voda | objemová aktivita | ČSN 75 7622 | převod radonu do Lucasovy komory cirkulací |
| Ra-224, Ra-226, Ra-228 | voda | objemová aktivita | spektrometrie alfa | koncentrace radia podle ČSN 75 7622 |
| U-234, U-235, U-238 | voda | objemová aktivita | spektrometrie alfa | spolusrážení s lanthan fluoridem |
| Th-228, Th-230, Th-232 | voda | objemová aktivita | spektrometrie gama | spolusrážení s lanthan fluoridem |
| K-40, Ra-226, Ra-228, Th-228 | stavební materiál | měrná aktivita | spektrometrie gama | bez hermetizace vzorku |
| přírodní radionuklidy emitující záření gama v rozsahu 40 keV až 2 MeV | pevné látky, roztoky | měrná aktivita | spektrometrie gama | s hermetizací vzorku |
| radonová mobilní skupina a laboratoř | | | | |
| Rn222 | Ovzduší | Objem. aktivita | scintilační detekce pomocí Lucas komory | okamžitá hodnota OAR |
| Rn222 | Ovzduší | Objem. aktivita | spektrometrie alfa | kontinuální monitorování OAR |
| Rn222 | Ovzduší | Objem. aktivita | elektrety | intergrální měření (stanovení průměrné hodnoty) |
| EOAR | Ovzduší | Objem. aktivita | scintilační detekce | okamžitá hodnota EOAR |
| EOAR | Ovzduší | Objem. aktivita | spektrometrie alfa | kontinuální monitorování EOAR |
| TLD laboratoř | | | | |
| vnější ozáření | životní prostředí | fotonový dávkový ekvivalent, H _x | TLD | monitorování v terénu po dobu 3 měsíce |
| vnější ozáření | lékařské aplikace - radioterapie | dávka absorbovaná ve vodě, D | TLD | ověření přesnosti dávkové distribuce při radioterapii |
| vnější ozáření | lékařské aplikace - dentální RTG | kerma ve vzduchu, K _a ; senzitiviterní veličiny | TLD, film | měření kermy ve vzduchu na konci tubusu RTG zařízení ve vztahu k vyvolávacímu procesu |
| Mobilní skupina | | | | |
| vnější ozáření | životní prostředí | dávka, dávkový příkon | měřiče dávky | |
| vnější ozáření | životní prostředí | dávka, dávkový příkon | měřeno za jízdy automobilem (měřiče dávky, GPS, notebook s příslušným programem PDE) nebo (Mobilní radiometr + notebook) nebo IRIS | Mapování (současné zaznamenávání dávkového příkonu a zeměpisných souřadnic) |

| | | | | |
|---------------------------|-------------------|--|---|--|
| vnější ozáření | životní prostředí | dávkový příkon, plošná / hmotnostní aktivita | (měřeno za letu vrtulníku/ letadla) IRIS nebo Mobilní radiometr + notebook | Velkoplošné mapování (současné zaznamenávání dávkového příkonu/ spekter a zeměpisných souřadnic) |
| Obsah radionuklidů v půdě | životní prostředí | Bq; Bq/kg; Bq/m ² | in-situ spektrometrie | |

K dalšímu zvýšení kvality měření byly rekonstruovány vybrané laboratoře v SÚRO Praha a byla zahájena **příprava na akreditaci laboratoří** (zatím laboratoř v Hradci Králové). Na kvalitu měření ukazují výsledky **mezinárodních porovnávacích měření**, kterých se ústav účastní.

Mezi uvedené činnosti patřilo v roce 2001 zejména: Účast v **mezinárodních porovnáních**: IAEA-414 „Irish and North Sea Fish“ na stanovení přírodních a umělých radionuklidů v práškovém vzorku ryb (⁴⁰K, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²¹⁰Pb, ²⁴¹Am, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu, ²³⁸Pu) a Procorad 2001 na stanovení přírodních a umělých radionuklidů ve vzorku moči „s překvapením“ (⁴⁰K, ¹³⁷Cs a ⁶⁰Co), dále porovnání organizované PROCORAD (stanovení ³H v moči), stanovení neznámých radionuklidů v moči, stanovení aktinidů v popelu stolice, porovnání organizované IAEA + PROCORAD (stanovení aktinidů v moči), porovnání organizované IAEA (stanovení ⁹⁰Sr, ²¹⁰Pb a ²⁴¹Am v rybí moučce). Oddělení TLD se pravidelně účastní porovnání International Intercomparison of Environmental Dosimeters – organizovaného Environmental Measurements Laboratory, US Department of Energy, New York, USA. Ověření přesnosti metody pro TLD audit v radioterapii – ve spolupráci s IAEA. Ověření přesnosti metody pro TLD audit v radioterapii – v rámci evropských projektů QA v radioterapii, pravidelná činnost v rámci QA/QC laboratoře TLD (procedury pro kontrolu správné funkce přístrojů a zařízení, kontrola kalibrace TLD systému pro RMS, interní porovnávací měření (např. porovnání výsledků v rámci RMS – TLD versus SVZ), kontrola kalibrace TLD systému pro radioterapii, kontrola kalibrace filmových denzitometrů, kontrola senzimetrie, apod.

Kromě toho se ústav podílel na organizování **porovnávacích měření v rámci ČR** a na zajištění **metrologie RTG** záření. V rámci organizace porovnávacích měření v ČR ústav uspořádal: TLD měření SÚRO – SÚJCHBO - na požadavek SÚJB pro ověření správnosti TLD měření prováděného SÚJCHBO, porovnávací měření stanovení přírodních radionuklidů ve vodě v okolí MAPE, porovnávací měření pro firmy provádějící zkoušky skiagrafických rentgenů.

V rámci spolupráce **při metrologickém zabezpečení** radiační ochrany v oblasti RTG vykázala *RTG laboratoř tyto činnosti*:

| | |
|---------------------------|--|
| filmová dozimetrie - CSOD | 12 x (cca 2200 ks film. kazet) |
| nazařování TLD | 47 ks |
| Radonové komory | 55 ks |
| KVp – metr | 19 ks měřidel |
| dozimetrický systém | 52 ks měřidel (104 ks detektorů) pro zdravotnictví 16 ks měřidel (27 ks detektorů) pro SÚJB 9 ks měřidel (30 ks detektorů) |

Kromě toho ústav spolupracuje při posuzování shody, typových zkouškách, zkouškách zdrojů IZ, zkouškách pro typové schvalování radionuklidových zdrojů a rentgenů.

Školící, vzdělávací činnost a poskytování informací

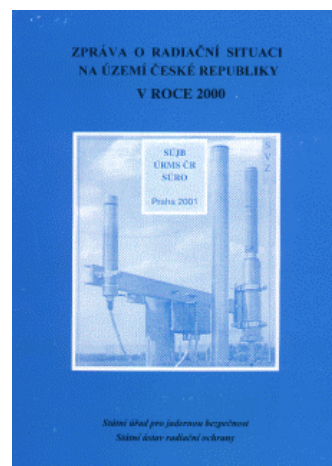
Ústav plnil mnohostranné úlohy **ve vzdělávání a školení**. V rámci vzdělávání zejména:

organizoval semináře, školení a přednášky v programu vzdělávání pracovníků SÚRO a SÚJB a poskytoval průběžně konzultace pro inspektory SÚJB i další pracovníky státní správy. Poskytoval odborníky k výuce v kursech RO, zajišťoval ve spolupráci s SÚJB a MAAE studijní pobyty pro zahraniční stážisty, podílel se na výuce pro studenty Fakulty jaderné a fyz. inženýrské ČVUT Praha v oborech biologické účinky záření a radiační ochrana, dále odborné výuce v radiační ochraně zdravotnických a dalších pracovníků, především "vybraných pracovníků" dle AZ a dalších předpisů, zpracoval návrh na řešení problematiky postgraduálního vzdělávání klinických radiofyziků a skriptu „Vnitřní kontaminace radioaktivními látkami a ochrana před ní“ pro IPVZ.

V rámci **poskytování informací** ústav připravil (v některých případech i vydal), specializované informační materiály k problematice radiační ochrany a poskytoval podklady pro zprávy SÚJB. Ústav v roce 2001 vydal nebo se významně podílel na přípravě následujících publikací

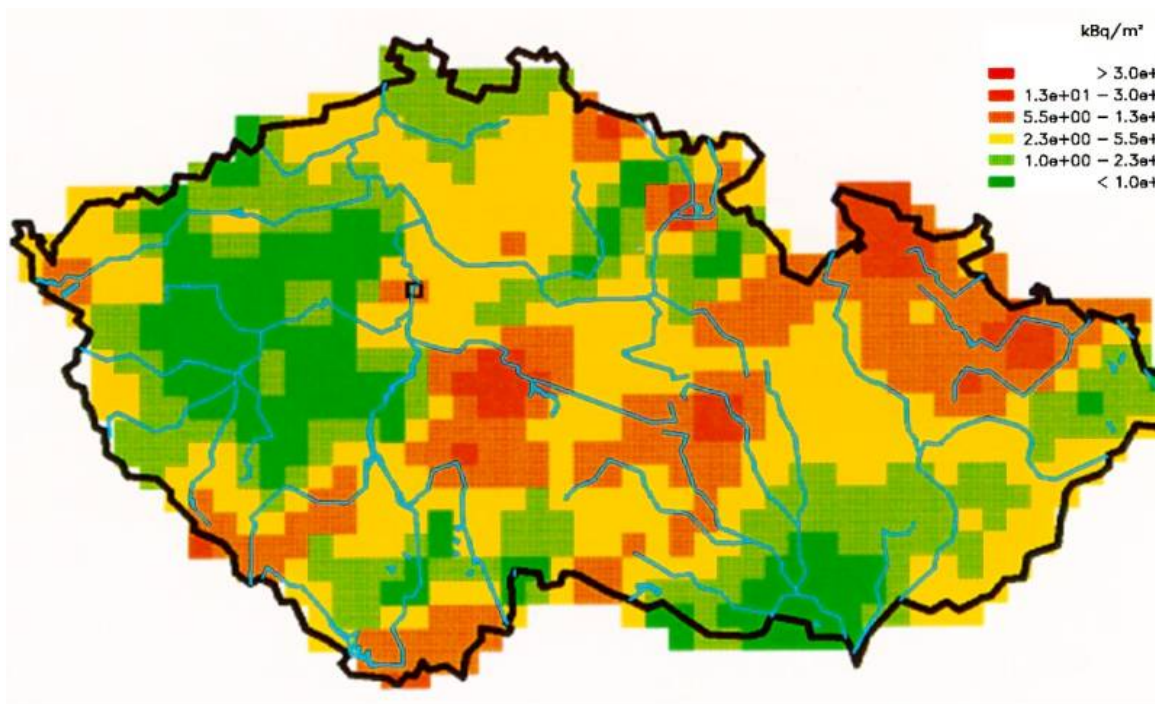
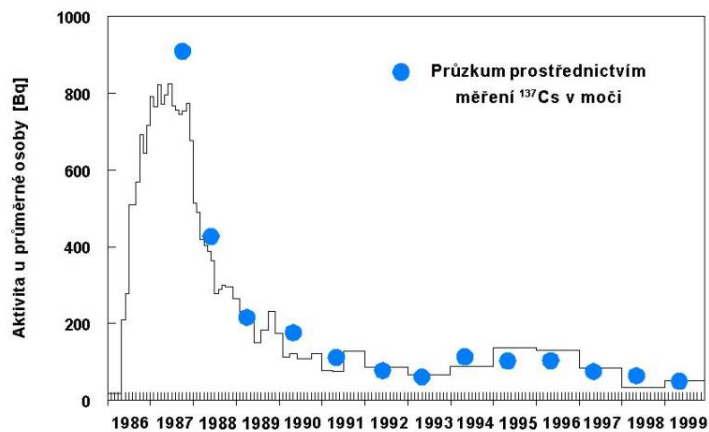
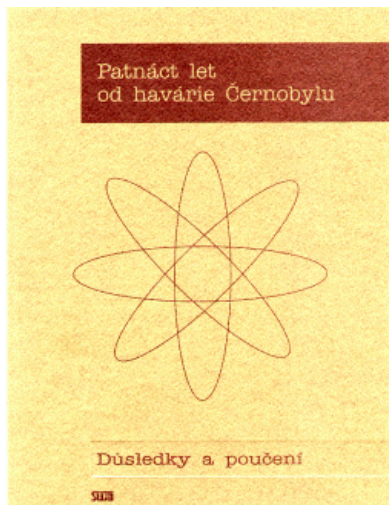
- Zpráva o radiační situaci na území České republiky v roce 2000
- Radonový bulletin (2 x ročně) pro státní správu a postižené obce
- Bulletin Rentgen
- Zpráva o plnění radonového programu.

Na následujících obrázcích jsou ukázky publikací ústavu :



K patnáctiletému výročí havárie jaderné elektrárny Černobyl byla SÚJB vydána populární publikace „Patnáct let od havárie JE v Černobylu“, na jejímž autorství se významnou měrou podíleli pracovníci SÚRO. Tato publikace, určená pro informaci obyvatelstva, byla vydána též na CD ROM. Na CD byly umístěny též starší, již rozebrané zprávy z let 1986 a 1987 a zpráva, připravená a vydaná SÚJB a SÚRO k 10 výročí černobylské havárie. Tento CD ROM je zamýšlen jako materiál pro informaci odborné veřejnosti a zejména pro zachování a šíření výsledků měření, získaných Radiační monitorovací sítí v letech 1986 a 1987.

Pro ilustraci zde uvádíme ukázky z uvedené publikace: mapu kontaminace území ČR ^{137}Cs a vývoj aktivity ^{137}Cs v populaci v čase. Zmapování kontaminace území státu je až do dnešní doby jedním ze základů odhadu dávky obyvatelstvu.



Ústav nově zpracoval rozsáhlé a podrobné údaje z oblasti radiační ochrany a zveřejnil je na své internetové stránce www.suro.cz, kde je možné najít důležité informace zejména:

- o aktuální radiační situaci na území ČR
- o přírodní radioaktivitě a radonovém programu
- o legislativě v oblasti radiační ochrany
- důležité publikace ústavu a informace o činnosti ústavu
- důležité odkazy
- odpovědi na otázky z oblasti radiační ochrany.

Publikace výsledků výzkumu v roce 2001

(Publikované práce, práce přijaté k publikaci, zprávy a příspěvky, přednesené na konferencích a seminářích v roce 2001)

1. Kroutilíková, D., Novotný, J., Judas, L., Novák, L.: Porovnání počítačových systémů pro plánování radioterapie s využitím víceúčelového fantomu pro externí fotonové svazky - pilotní studie, Čes.Radiol., 55, 2001, No.5, p. 342-347
2. Kroutilíková, D., Novotný, J., Judas, L.: Intercomparisson of Radiotherapy Treatment Planning Systems Using a Multi-purpose Phantom for External Photon Beams, Proceedings of IRPA Regional Congress on Radiation Protection in Central Europe, Dubrovnik, Croatia, May 20-25, 2001 - v tisku
3. Kroutilíková, D., Novák, L.: A Method of Postal Audit in Dental Radiodiagnostics, Proceedings of IRPA Regional Congress on Radiation Protection in Central Europe, Dubrovnik, Croatia, May 20-25, 2001 - v tisku
4. Kroutilíková, D.: TLD Territorial Radiation Monitoring Network in the Czech Republic, Proceedings of IRPA Regional Congress on Radiation Protection in Central Europe, Dubrovnik, Croatia, May 20-25, 2001 - v tisku
5. Kroutilíková, D., Novák, L., Rada, J.: Doporučení – Korespondenční audit v systému jakosti v dentální radiodiagnostice, SÚJB, 2001.
6. Novák, L., Kroutilíková, D.: Postal Audit in Dental Radiodiagnostics. Conference Proceedings, XXIV Days of Radiation Protection, 26.-29.11.2001, Demänovská dolina, Slovakia, 2001, p.117-120
7. Kanyár, B., Howard, B., Malátová, I., Krajewski, P., Crout, N., Strand, P., Sanchez, A., Wright, S., Mirchi, R., Nényei, A.: Preliminary Results on the spatial Analysis of Vulnerable Areas in Central Europe (SAVEC). IRPA Regional Congress on Radiation protection in Central Europe. Radiation Protection and Health. Dubrovnik, Croatia, May 20 - 25, 2001.
8. Muck, K., Franic, Z., Križman, M., Malátová, I., Tait, D., Grabowski, G and Galeriu, D.: Environmental decrease of ^{137}Cs activity concentration in Milk in Central Europe after a nuclear fallout – a comparison. Dubrovnik, Croatia, May 20 - 25, 2001.
9. Tecl, J., Mirchi, R., Malátová, I., Pešková, V., Schlesingerová, E.: Soil-to-plant transfer factors for radiocesium measured in different soil types in the Czech Republic, XXIV. days of radiation protection. Jasná pod Chopkom, Slovakia, November 26 – 29, 2001.
10. Světlík, I., Michálek, V., Rulík, P., Tomášková, L.: Monitoring of Carbon 14 in Atmospheric Carbon Dioxide, XXIV. days of radiation protection, Conference proceedings., pp.141 -144. Jasná pod Chopkom, Slovakia, November 26 – 29, 2001. ISBN 80 – 88806-26-27
11. Malátová, I., Tecl, J.: Statistical Survey of the Consumption of the Products from Seminatural Environment in The Czech Republic. XXIV. days of radiation protection, Conference proceedings., pp.108 – 111. Jasná pod Chopkom, Slovakia, November 26 – 29, 2001. ISBN 80 – 88806-26-27
12. Foltanova, S., Malatova, I., Beckova, V and Filgas, R: The Cases of Internal Contamination with ^{241}Am . IRPA Regional Congress, Dubrovnik , Croatia, May 20 – 25, 2001. Book of Abstracts, p.209
13. Foltanova, S., Malatova, I., Beckova, V and Filgas, R: The Cases of Internal Contamination with ^{241}Am , XXIV. days of radiation protection, Conference proceedings., pp.32-35. Jasná pod Chopkom, Slovakia, November 26 – 29, 2001. ISBN 80 – 88806-26-27
14. Liland ,A, Malátová, I., Kanyár, B., Krajewski, P, Sanchez, A, Borghius, S, Foltanova, S., Mirchi, R., Tarján, S and Varga, B: Spatial variation of Estimated ^{137}Cs Intakes in Poland, Hungary and the Czech Republic after the Chernobyl Accident and Comparison with Whole Body Measurements. IRPA Regional Congress on Radiation protection in Central Europe. Radiation Protection and Health. Dubrovnik, Croatia, May 20 - 25, 2001.
15. Jiránek M., Hůlka J.:“ Radon Diffusion Coefficient in Radon-Proof Membranes – Determination and Applicability for the Design of Radon Barriers, International Journal on Architectual Science Vol 1, No.4, p.149-155, 2000 , Polytechnic University, Hong Kong, China

16. Tomášek L, Kunz E, Müller T, Hůlka J, Heribanová A, Matzner J, Plaček V, Burian I, Holeček J. Radon exposure and lung cancer risk – Czech cohort study on residential radon. *Sci Total Environ* 272:43-51, 2001, ISSN 0048-9697.
17. Tomášek L, Müller T, Kunz E, Heribanová A, Matzner J, Plaček V, Burian I, Holeček J. Study of lung cancer and residential radon in the Czech Republic. *Cent Eur J Publ Health* 9:150-153, 2001, ISSN 1210-7778.
18. Tomášek L, Plaček V, Müller T, Heribanová A, Matzner J, Burian I, Holeček J. New results from studies of lung cancer and radon, In: *Proceedings of the 3rd Eurosymposium on Protection Against Radon*, Liege, May, 2001.
19. Tomášek L, Müller T, Kunz E, Heribanová A, Matzner J, Plaček V, Burian I, Holeček J. Czech residential radon study, In: *Book of Abstracts of the IRPA Regional Congress on Radiation Protection in Central Europe – Radiation Protection and Health*, Dubrovnik, May, 2001 (příspěvek bude publikován v odborném tisku)
20. Tomášek L, Tirmarche M, Laurier D. Epidemiology of Czech and French uranium miners; lung cancer risk linked to low radon exposure, In: *Book of Abstracts of the IRPA Regional Congress on Radiation Protection in Central Europe – Radiation Protection and Health*, Dubrovnik, May, 2001 (příspěvek bude publikován v odborném tisku)
21. Tomášek L. Lung cancer risk from exposure to radon in dwellings, In: *Abstracts of the 7th Central European Lung Cancer Conference*, Prague, June, 2001, *Lung Cancer* 32(Suppl 1), ISSN 0169-5002.
22. Tomášek L. Lung cancer risk from occupational exposure to radon, In: *Abstracts of the 7th Central European Lung Cancer Conference*, Prague, June, 2001, *Lung Cancer* 32(Suppl 1), ISSN 0169-5002.
23. Tomášek L, Müller T, Kunz E, Heribanová A, Matzner J, Plaček V, Burian I, Holeček J. Czech studies of lung cancer risk from radon, In: *Abstract of the 2nd International Conference on The Effects of Low and Very Low Doses of Ionizing Radiation on Human Health*, Dublin, June, 2001 (příspěvek bude publikován v odborném tisku)
24. Tomášek L, Müller T, Plaček V, Heribanová A, Matzner J, Burian I, Holeček J. Czech study on lung cancer and residential radon, In: *Abstracts of the 13th Conference of the International Society for Environmental Epidemiology*, Garmisch-Partenkirchen, September, 2001, *Epidemiology* 12: S73, 2001, ISSN 1044-3983.
25. Tomášek L, Tirmarche M, Laurier D. Risk of lung cancer among Czech and French uranium miners: effect of low radon exposure, In: *Abstracts of the 13th Conference of the International Society for Environmental Epidemiology*, Garmisch-Partenkirchen, September, 2001, *Epidemiology* 12: S74, 2001, ISSN 1044-3983.
26. Jílek K., Tomášek L. Porovnání některých dostupných metod pro stanovení výměny vzduchu v bytech.. XXIV. days of radiation protection, Jasná pod Chopkom, Slovakia, November 26 - 29, 2001
27. Čechák T., Moučka L., Froňka A., Nové poznatky a metody v radonové diagnostice. XXIV. days of radiation protection, Jasná pod Chopkom, Slovakia, November 26 - 29, 2001
28. Žáčková H. Horáková I.: Quality Audits of the remote-controlled automatically-driven gamma ray afterloading equipment used in brachytherapy in the Czech Republic, str. 167- 171, *Proceedings of XXIV. Days of Radiation Protection* , November, 26.- 29. 2001, ISBN 80-88806-26-27
29. Horáková I., Jursíková E., Cvach M., Žáčková H.: Experience with calibration of ionisation chambers which are used for absorbed dose determination in radiotherapeutical x-ray beams in Czech Republic, str. 74- 77, *Proceedings of XXIV. Days of Radiation Protection* , November, 26.- 29. 2001, ISBN 80-88806-26-27
30. Horáková I., Žáčková H., Judas L., Přidal I.: Přínos oddělení lékařské radiační fyziky k zajištění jakosti v radioterapii, str.15 – 21, *Zpravodaj SROBF ČLS J.E.P. č.2/2001*, přednáška na III. Motolských dnech, 27.4.2001
31. Žáčková H.: Návrh na řešení problematiky postgraduálního vzdělávání klinických radiofyziků v oborech radioterapie, radiodiagnostika a nukleární medicína, str.19-23, *Zpravodaj SROBF ČLS J.E.P. č.1/2001*

32. Žáčková H., Stankušová H., Horáková I.: Současný stav využití „in vivo“ dozimetrie k ověřování aplikovaných dávek v radioterapii, str. 24-28, Zpravodaj SROBF ČLS J.E.P. č.1/2001
33. Žáčková H.: Radiační ochrana v radioterapii, přednáška pro FJFI ČVUT - Radiační hygiena a biologické účinky, 13.11.2001 FJFI Praha
34. Žáčková H.: Monitorování pracovníků a pracovního prostředí pro zevní ozáření, kurs FJFI ČVUT pro ÚJF Řež, 7.11.2001 Řež
35. Žáčková H., Horáková I.: Metodika zkoušek pro zařízení s uzavřenými radionuklidovými zářiči používaná v brachyterapii, Metodika SÜRO 43-01.3-0, schváleno SÚJB 28.11.2001