

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

EXKURZE – ŘEŽ U PRAHY



Výzkumná organizace Centrum výzkumu Řež s.r.o. (CVŘ) byla založena 9. října 2002 jako 100% dceřiná společnost ÚJV Řež, a. s. Hlavním posláním společnosti je výzkum, vývoj a inovace v oboru energetiky, zejména jaderné.

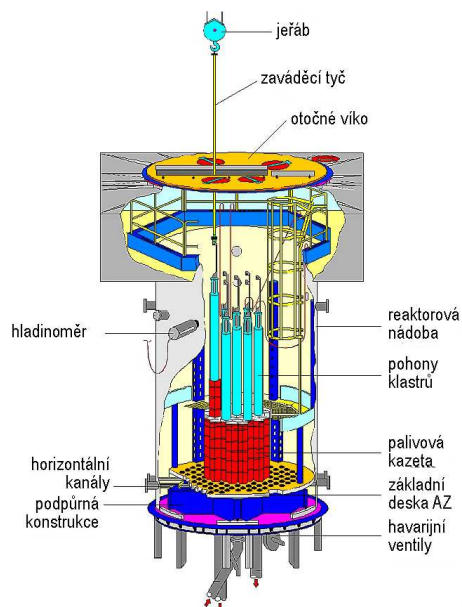
K tomu disponuje významnou výzkumnou a experimentální infrastrukturou včetně výzkumných reaktorů LVR-15 a LR-0 a technologických smyček. Podstatné rozšíření výzkumné infrastruktury přinese v letech 2012–2015 realizace velkého investičního projektu SUSEN (Udržitelná energetika) v rámci Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace Evropského fondu pro regionální rozvoj.

Ke dni 1. 1. 2014 měla společnost CVŘ celkem 246 zaměstnanců. Stěžejní činností společnosti v uplynulých letech byl základní a aplikovaný výzkum a vývoj na **výzkumných reaktorech LR-0 a LVR-15**. Mezi další významné aktivity společnosti patří zapojení do mezinárodního projektu výstavby výzkumného reaktoru „Jules Horowitz Reactor“.

O reaktoru LR-0

Výzkumný reaktor LR-0 je lehkovodní reaktor **nulového výkonu**. Slouží jako experimentální reaktor pro měření neutronové fyzikálních charakteristik reaktorů typu VVER a PWR (Vodovodní energetický reaktor).

Poskytuje vědecko-technickou základnu pro experimenty v oblasti fyziky aktivní zóny a stínění lehkovodních reaktorů typu VVER (Temelín, Dukovany a další reaktory ruské konstrukce) a experimenty související se skladováním vyhořelého paliva z jaderných elektráren a s perspektivními směry v jaderné energetice. Reaktor LR-0 je řešen univerzálním způsobem, vhodným pro realizaci fyzikálních experimentů na aktivních zónách typu VVER v širokém rozsahu počtu kazet, obohacení paliva, s různou koncentrací H_3BO_3 v moderátoru, s různým uspořádáním absorpčních elementů v kazetách apod. Velmi důležitou součástí výzkumu je modelování a experimentální ověřování radiačního poškození materiálů vnitroreaktorové vestavby a reaktorových nádob VVER.



Technické parametry:**Nádoba reaktoru**

Průměr	3,5 m
Výška	6,5 m

Provozní podmínky

Maximální výkon	1 kW
Maximální výkon po dobu 1 hodiny	5 kW
Maximální termální tok	$10^9 \text{ n.m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Tlak	atmosférický
Teplota	pokojová nebo zahřátí až do 70 °C

Palivo

Typ palivových kazet	VVER-1000 (JE Temelín) a VVER-440 (JE Dukovany)
Aktivní délka palivového článku	1250 mm
Pokrytí palivového článku	pr. 9.15x tl. 0.72 mm ZrNb
Tablety (plnění palivového článku)	UO ₂
Obohacení	1,6–4,4 % U ²³⁵

Řízení výkonu

Způsob řízení	Hladinou moderátoru (kyselina boritá)
H ₃ BO ₃ v moderátoru	0 až 12 g/kg
Absorpční klastry	tablety B ₄ C
Stínění	betonový bunkr, kadmiový plech, pojízdné plošiny a vrata

Některé projekty:

Měření rozložení toku neutronů v proutcích a kazetách s a bez absorpčních klastrů – po výšce i po poloměru. Slouží pro kontrolu a odladění výpočetních modelů („benchmarková měření“), studium vyhoření článků, aj.

Skladování vyhořelého paliva – experimentální ověření jaderné bezpečnosti ve vztahu k navržené geometrii a různým absorbujícím materiálům.

Modely kazet VVER-440 a VVER-1000 – měření rozložení neutronového toku z hlediska biologického stínění a dalších dozimetrických účelů (např. měření dávek na tlakovou nádobu reaktoru).

Výzkum a ověřování fyzikálních parametrů reaktorů – integrální a diferenciální efektivity řídících a havarijních tyčí, kritická výška hladiny, hladinový koeficient reaktivity.

Experimenty s novými návrhy rozložení palivových kazet – zkoumání vlivu a rozložení neutronového toku na materiály v nově navrhovaných kazetách při různém rozložení palivových proutků.

Studie vyhořívajících absorbátorů Gd a CrB₂ – měření rozložení výkonu při provozu s těmito absorbéry.

Měření rozložení neutronových toků v člancích s tavnými solemi pro program SPHINX. Tento projekt je součástí mezinárodní spolupráce na projektu **EUROATOM**.

Výroba radionuklidů pro radiofarmaka

Radionuklidy produkované v [reaktoru LVR-15](#) tvoří podstatnou část radiofarmak používaných k diagnostice a léčbě v nukleární medicíně. Ozařovací služba reaktoru LVR-15 se podílí rovněž na výzkumu a vývoji

Projekt je spolufinancován z prostředků ESF a státního rozpočtu ČR

nových přípravků, které jsou teprve podrobovány klinickým zkouškám. Patří sem nuklidy vznikající tak, že jádro stabilního nuklidu zachytí neutron (např. ^{90}Mo , ^{131}I , ^{153}Sm , ^{166}Ho , ^{177}Lu , ^{186}Re , ^{188}Re).

Kromě toho se v reaktoru LVR-15 ozařuje vysoce obohacený uran, přičemž při štěpném procesu vzniká ^{90}Mo . Belgický partner, který provozuje jednu ze dvou zpracovatelských linek v Evropě, z takto ozářených terčů extrahuje ^{90}Mo , který pak dále slouží k výrobě Mo-Tc generátorů. Mo-Tc generátory jsou zdrojem $^{99\text{m}}\text{Tc}$, který je nejvíce používaným radionuklidem v nukleární medicíně ve světě.

Reaktor LVR-15 je jedním z pěti evropských reaktorů, které ozařují uran pro výrobu ^{90}Mo a je významným členem světového řetězce dodavatelů radiofarmak; nabízí jednu z nejvyšších produkčních kapacit.

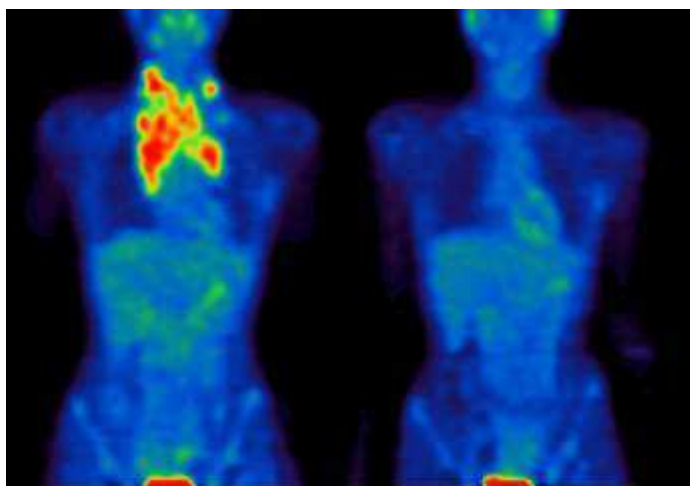
Belgický partner oceňuje flexibilitu a vysoký počet provozních dní reaktoru, což pro něj představuje dostupnost ozařovací kapacity.

Pozitronová Emisní Tomografie (PET) je [lékařská zobrazovací metoda](#), který spadá do oboru [nukleární medicína](#).

Principem metody je lokalizace místa vzniku [fotonů \$\gamma\$](#) , které v těle vznikají při [anihilaci pozitronů](#) uvolněných podanou radioaktivní látkou (radiofarmakem) a [elektronů](#). Detekce uvolněných fotonů je uspořádána tak, že je možná trojrozměrná rekonstrukce aktivity radiofarmaka v těle. PET tedy nezobrazuje ani tak anatomickou strukturu, jako spíše ochotu konkrétní tkáně vychytávat příslušné radiofarmakum.

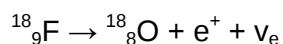
[Pacientovi](#) je před vyšetřením podáno [radiofarmakum](#) s velmi krátkým [poločasem rozpadu](#). U PET se využívá radiofarmak, která při svém rozpadu produkují pozitrony, tedy izotopy, u kterých dochází k [beta+ rozpadu](#). [Pozitron](#) po svém vzniku záhy anihiluje s [elektronem](#), kterých se v těle z pochopitelných důvodů nachází dostatek. K anihilaci dochází řádově v nanosekundách, během kterých stihne od místa vzniku urazit nejvýše několik málo milimetrů. Pozitron i elektron zaniká a z místa anihilace odlétají v [přímém úhlu](#) dva [fotony](#) záření γ , každý s energií 511 [keV](#).

Detektory jsou umístěny na prstenci kolem pacienta a detekují takto vzniklé fotony. Detektory jsou v tzv. koincidenčním zapojení. To znamená, že jako detekce je zaznamenán pouze současný záchyt dvou fotonů vylétajících z těla pacienta. Toto opatření na jedné straně snižuje šum a na straně druhé umožňuje vést rovinou detekčního prstence přímku, na které došlo k rozpadu radiofarmaka. Z velkého množství takto detekovaných přímek lze zrekonstruovat aktivitu v jednotlivých bodech roviny procházející detekčním prstencem, tedy získat tomografický řez tělem pacienta.



Radionuklidy užívané při PET vyšetření jsou uhlík-11 (poločas rozpadu ~20 min), dusík-13 (poločas rozpadu ~10 min), kyslík-15 (poločas rozpadu ~2 min), a fluor-18 (poločas rozpadu ~110 min). Z těchto radionuklidů se syntetizují látky tělu vlastní, např. glukóza nebo voda, a podávají se pacientovi. V principu lze syntetizovat i molekuly složitější, například molekuly léků, a po jejich podání sledovat jejich osud v těle (tzv. *drug tracking*), ovšem tato metoda má význam spíše ve výzkumu.

Nejčastěji používaným radiofarmakem je 18-fluordeoxyglukóza (^{18}F -FDG, FDG), tedy molekula, která se od normální glukózy liší tím, že je kyslík na pozici 2' nahrazen izotopem 18 fluoru. Molekula se chová téměř stejně jako molekula glukózy, takže je z velké části vychytávána buňkami tím více, čím vyšší je jejich metabolismus. V těchto buňkách se akumuluje a radioizotop fluoru se rozpadá podle rovnice:



Rozpadem tedy vzniká glukóza, kterou tělo zpracuje obvyklým způsobem, byť obsahuje těžší izotop kyslíku.

Více viz na : <http://www.homolka.cz/cs-CZ/oddeleni/oddeleni-nuklearni-mediciny-a-pet-centrum/nase-sluzby/informace-o-pet.html>

Základní informace o Leteckém muzeu Kbely

Muzeum bylo založeno v roce 1968 v areálu historického vojenského letiště Praha-Kbely, které bylo první leteckou základnou vybudovanou po vzniku Československa v roce 1918. Početností a kvalitou sbírek patří k největším leteckým muzeím v Evropě. V současnosti má ve sbírkách 275 letadel, z nichž 85 je vystaveno ve čtyřech krytých halách, 25 v nekrytých expozičních prostorech, 155 je uloženo v depozitářích a 10 letuschopných je provozováno. Řada letounů patří ke světovým unikátům. Expozice muzea se vztahuje bezprostředně k historii československého a českého letectví, zvláště vojenského. Pro srovnání jsou zde vystaveny také vybrané typy světově významných letadel a kromě toho i množství leteckých motorů, součástí draků letounů, výzbroj, výstroj, stejnokroje, prapory, vyznamenání a další památky, které se vztahují k historii československého a českého letectví.

Muzeum je otevřeno v letní sezoně, květen až říjen, a to každý den mimo pondělí od 10.00 – do 18.00 hodin. Sezóna 2014 začíná v sobotu 26. dubna a končí 31. října.

Dovolujeme si upozornit návštěvníky, že hangáry se uzavírají v 17.30 hodin.

