



RADIOAKTIVITA V ŽIVOTNÍM
PROSTŘEDÍ

DETEKČNÍ SYSTÉMY, ČÁSTICOVÁ
FYZIKA, KOSMICKÉ ZÁŘENÍ

VÝZKUM PAMÁTEK A
RENTGENFLUORESCENČNÍ ANALÝZA

RADIOLOGICKÁ FYZIKA, RADIOBIOLOGIE,
GELOVÁ DOZIMETRIE, OSOBNÍ DOZIMETRIE

POČÍTAČOVÉ MODELOVÁNÍ A VÝPOČTY,
SCINTILÁTORY

ČVUT
FJFI

KATEDRA DOZIMETRIE
A APLIKACE IONIZUJÍCÍHO
ZÁŘENÍ

STUDOVALI NA KDAIZ



ING. DANA DRÁBOVÁ, PH.D.

Předsedkyně Státního úřadu
pro jadernou bezpečnost



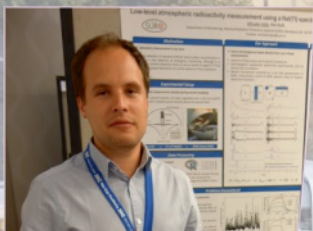
ING. JOSEF NOVOTNÝ, PH.D.

Vedoucí Oddělení lékařské fyziky v
Nemocnici Na Homolce



PPLK. ING. RENÉ MAREK

Vedoucí radiologické laboratoře
Generální ředitelství HZS ČR
Institut ochrany obyvatelstva



ING. MIROSLAV HÝŽA

Vedoucí Oddělení spektrometrie,
SÚRO, v.v.i.



ING. MARIE DAVÍDKOVÁ, CSc.

Vedoucí Oddělení dozimetrie
záření
Ústav jaderné fyziky AV ČR

SLOVO ÚVODEM

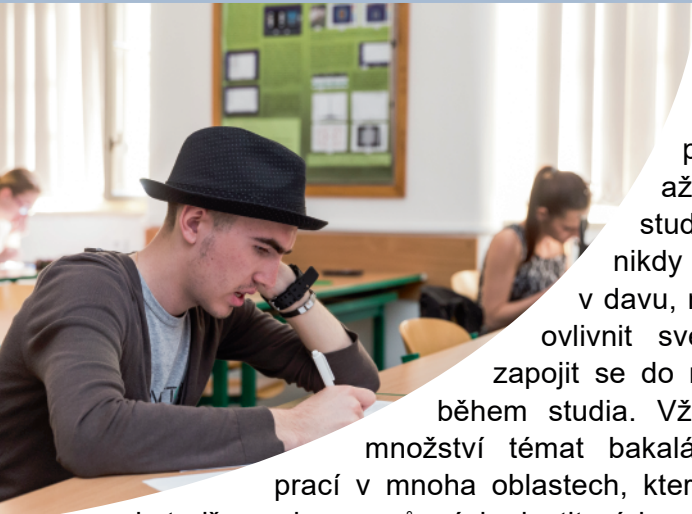
Brožura, kterou dostáváte do rukou, vám má ukázat, jaké problémy se řeší na katedře dozimetrie a aplikace ionizujícího záření, s jakými úlohami se studenti na katedře setkávají a pomoci vám při výběru specializace, pokud se pro studium na FJFI ČVUT rozhodnete. Výběr školy a zaměření, kde budete studovat, je jedním z nejdůležitějších kroků, které v životě děláte. Někteří studenti mají už na střední škole jasno, že budou lékaři, právníky nebo třeba violoncellisty. Jiní lidé se rozhodují až v průběhu studia. Nemusí to být rozhodnutí definitivní, zaměření a profesi lze samozřejmě změnit. Přesto si myslíme, že výběr oboru, který budete studovat je důležitý a ovlivní vaší životní dráhu. Je důležité, abyste studovali něco, co vás baví, co vám bude přinášet uspokojení a co vás dobře připraví na profesi, kterou budete v životě vykonávat. A při tomto rozhodování by vám měla tato brožura pomoci.



Najdete nás také na webu:

<http://kdaiz.fjfi.cvut.cz/>

STUDIUM



Jako jedna z menších kateder na fakultě preferujeme osobní, někdy až rodinný, přístup ke studentům. U nás se nebudete nikdy cítit jako anonymní student v davu, naopak budete mít možnost ovlivnit své studium, specializaci a zapojit se do různých akcí a projektů už během studia. Vždy máme na výběr velké množství témat bakalářských nebo diplomových prací v mnoha oblastech, které je možné řešit přímo na katedře nebo v různých institucích, s kterými spolupracujeme. Vycházíme vstříc studentům, kteří mají představu o problematice, kterou by se chtěli v rámci svých prací věnovat.

Naše studijní programy stále inovujeme a vylepšujeme, aby odpovídaly aktuálním požadavkům na naše absolventy a v plné možné míře využíváme spolupráci s podobně, jaderně, zaměřenými katedrami. Konkrétně se jedná o studijní programy Jaderné inženýrství (bakalářský, navazující magisterský a doktorský), ve kterém po boku Katedry jaderných reaktorů máme specializace Aplikovaná fyzika ionizujícího záření (nahrazuje obor Dozimetrie a aplikace ionizujícího záření) a Radioaktivita v životním prostředí (kterou nabízíme na FJFI v Děčíně). Tyto specializace se zaměřují především na různé využití ionizujícího záření a na radiační ochranu. Využití ionizujícího záření v medicíně si žádá specialistu, tzv. radiologického fyzika, pro které jsou určeny studijní programy Radiologická technika (bakalářský) a Radiologická fyzika (navazující magisterský a doktorský). Velmi aktuální téma je vyřazování jaderných elektráren, a proto máme v nabídce ve spolupráci s katedrami jaderných reaktorů a jaderné chemie studijní program Vyřazování jaderných zařízení z provozu (bakalářský a navazující magisterský)

RENTGENFLUORESCENČNÍ ANALÝZA



Rentgenfluorescenční analýza (RFA) je analytická metoda založená na měření charakteristického záření vybuzeného vhodným zdrojem, např. rentgenkou, a změříme-li jeho energii, můžeme určit, který prvek ho vyzářil. Při použití této metody ozáříme zkoumaný vzorek fotonovým zářením o vhodné vlnové délce, změříme počet fotonů, který dopadl na detektor, určíme jejich energii a z naměřeného spektra můžeme vypočíst chemické složení vzorku.

V letech 2004-18 pracovalo na povrchu Marsu robotické vozítko Opportunity. Pokud jste někdy uvažovali, jakým způsobem bylo stanovováno chemické složení marťanského povrchu, tak právě touto metodou. Na KDAIZ se RFA používá v posledních letech hlavně na nedestruktivní stanovení chemického složení památek. Metoda byla využita při měření barev na Zemských deskách Království Českého, skutečně je tam na některých znacích použito zlato, (obr. nahoře) a na erbech z doby Karla IV v trůní síni hradu Lauf u Norimberku (obr. dole). Studenti používají rentgenfluorescenční analýzu ke stanovení složení geologických vzorků, ale i starých mincí, nebo obrazů. Dívky si také mohou ověřit, zda prstýnky, které nosí, jsou skutečně ze zlata.



KONFOKÁLNÍ RFA

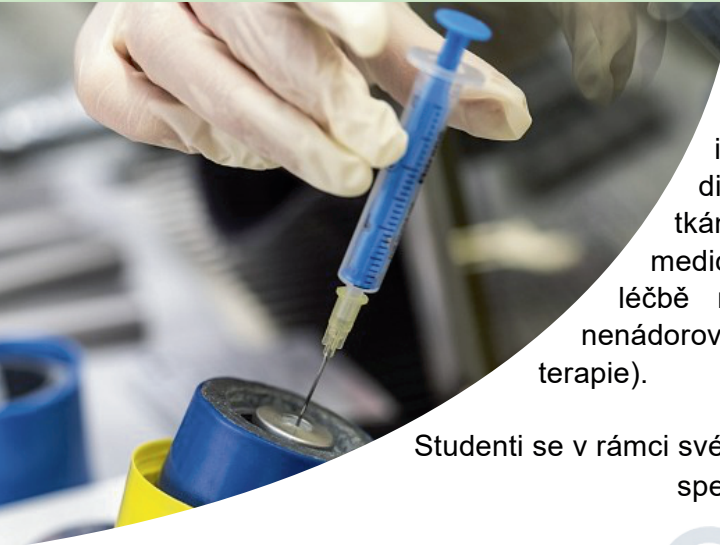


Na KDAIZ je vyvíjena také tzv. konfokální rentgenfluorescenční analýza (RFA), která se od klasické rentgenfluorescenční analýzy liší tím, že umožňuje zkoumat vzorky hloubkově. Princip metody je však totožný s principem klasické rentgenfluorescenční analýzy – měřené vzorky ozařujeme rentgenovým zářením a ve vzorcích je díky tomu buzeno tzv. charakteristické záření X, jehož energie vypovídá o prvkovém složení vzorku. Díky pohyblivému systému rentgenových optik je však možno měřit prvkové složení předmětů i podpovrchově, a lze tak od sebe odlišit různé překrývající se vrstvy, které mohou být velmi tenké (pouhé desítky mikrometrů).

Na KDAIZ byl sestaven unikátní přístroj pro konfokální RFA, který je jediným v ČR. Tato metoda je tak na KDAIZ využívána pro nedestruktivní prvkovou analýzu nejrůznějších typů vzorků, např. vzácných historických maleb, kdy je cílem určit strukturu použitých barevných pigmentů. Tyto analýzy probíhají mimo jiné ve spolupráci s Národní galerií v Praze a jsou příkladem mezioborové spolupráce, kdy výsledky z konfokální RFA poskytují klíč historikům k získání informací o zkoumaném díle (odhad jeho stáří, určení autora a způsobu jeho vzniku, odhalení případného podvrhu atd.)



RADIOLOGICKÁ FYZIKA



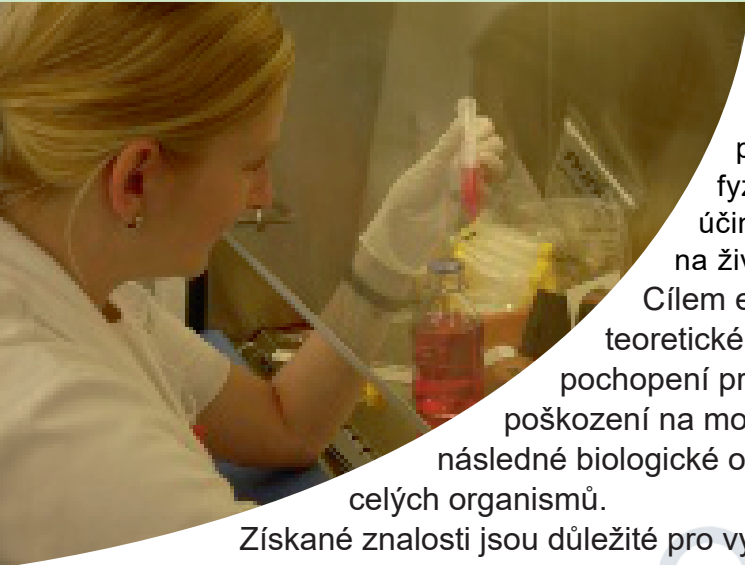
Radiologická fyzika se zabývá aplikací ionizujícího záření v medicíně, a to při zobrazování tkání v pacientovi (nukleární medicína, radiodiagnostika) a léčbě nádorových i některých nenádorových onemocnění (radio-terapie).

Studenti se v rámci svého výzkumu věnují širokému spektru témat:

- vývoji nových detektorů a fantomů, biokinetických modelů chování radionuklidů v organismu,
- adaptivní radioterapii – hodnocení vlivu anatomických změn v pacientovi během ozařování na dávkovou distribuci,
- in-vivo dozimetrii - vývoj detektorů a vyhodnocovacích metod pro měření dávek na/v pacientovi při ozařování,
- porovnávání různých radioterapeutických modalit a predikci toxicity ozáření
- aplikacím metody Monte Carlo - modelování průchodu ionizujícího záření látkou,
- radiační ochraně pacientů a personálu, osobní dozimetrii,
- vývoji nových metod a matematických modelů pro zlepšení diagnostiky a snížení radiační zátěže pacientů,
- dozimetrii ve fotonové a částicové terapii.



RADIOBIOLOGIE



Radiobiologie je vědní obor na pomezí biologie a fyziky zabývající se účinky ionizujícího záření na živé organismy.

Cílem experimentů a teoretického modelování je pochopení procesů radiačního poškození na molekulární úrovni a následné biologické odezvy buněk, tkání a celých organismů.

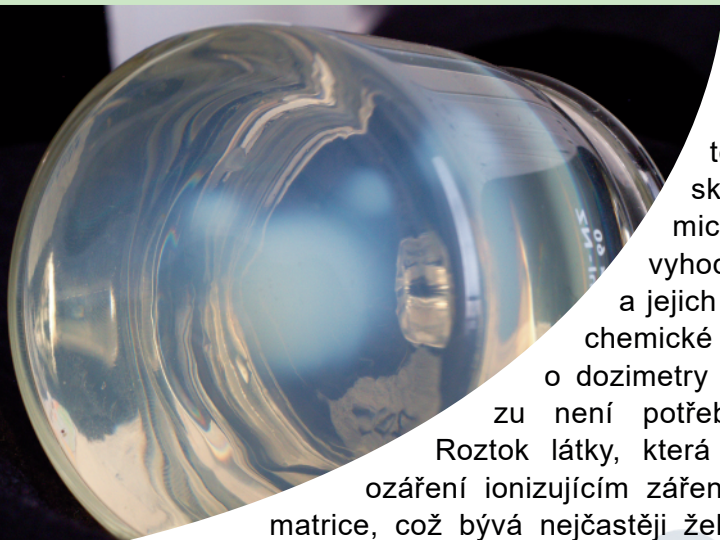
Získané znalosti jsou důležité pro vytváření systému radiační ochrany i při rozhodování o způsobu péče o ozářené osoby. V neposlední řadě je radiobiologie důležitá při optimalizaci protokolů radioterapie nádorových onemocnění.

Studenti KDAIZ se na radiobiologických výzkumech podílí v rámci svých bakalářských a diplomových prací pod vedením kolegů z Oddělení dozimetrie záření ÚJF AV ČR.

ODZ se zabývá mimo jiné studiem účinků nízkých dávek záření a rozdíly v odezvě buněčných linií na ozáření ionizujícím zářením různé kvality. Dalšími aktuálními tématy jsou například radiační poškození DNA, radiomodifikující vlastnosti organometalických sloučenin, vliv dávkového příkonu na indukci buněčné smrti a apoptózy, radiobiologie protonů anebo teoretické modelování biologických účinků záření.

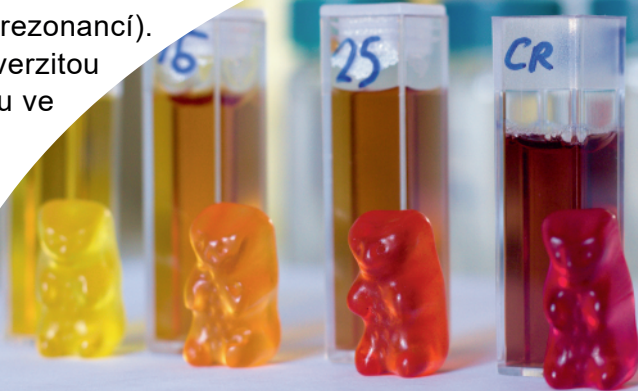


GELOVÁ DOZIMETRIE



Gelové dozimetry umožňují zviditelnit ozáření. Patří do skupiny integrálních chemických dozimetrů, jejichž vyhodnocení probíhá zpětně a jejich odezva je založena na chemické reakci. Zároveň jde o dozimetry pasivní, k jejich provozu není potřeba žádná elektronika. Roztok látky, která chemicky reaguje na ozáření ionizujícím zářením, je fixován pomocí matrice, což bývá nejčastěji želatina. Díky želatině je v dozimetru fixována prostorová informace a lze jej využít jako 3D dozimetr. Hlavní složky gelových dozimetrů jsou želatina a voda, a proto je možné z hlediska ozáření ionizujícím zářením považovat gelové dozimetry za tkáňově ekvivalentní. Jsou tedy zvláště vhodné pro vyhodnocení prostorového rozložení dávky při radioterapii.

Naši studenti se zapojují do projektů zaměřených od výzkumu vlivu chemického složení na vlastnosti dozimetrů, přes aplikaci dozimetrů pro konkrétní metody používané v lékařské fyzice až po vývoj metod vyhodnocení odezvy dozimetrů. Kromě práce v chemické laboratoři je důležitá spolupráce s nemocnicemi a to pro účely testovacího ozařování (lineární a částicové urychlovače) i pro účely vyhodnocení dozimetrů (zobrazení magnetickou rezonancí). Spolupracujeme také s univerzitou Franche-Comté v Montbéliardu ve Francii.



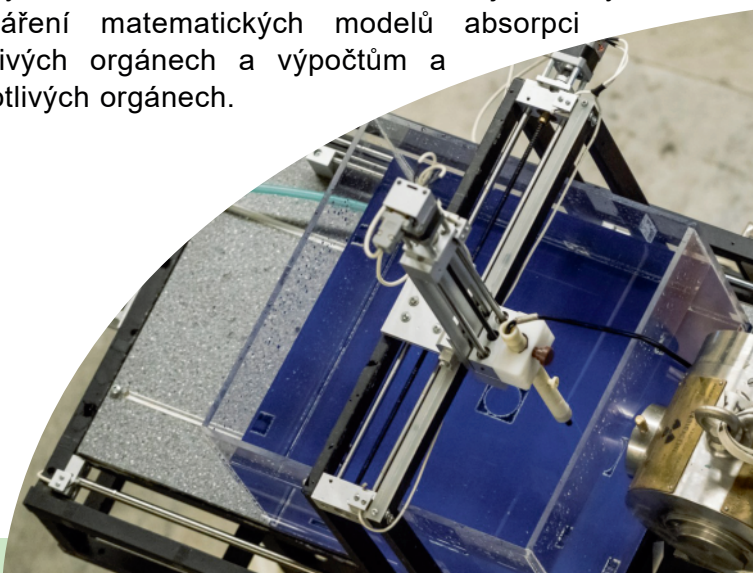
VNITŘNÍ A OSOBNÍ DOZIMETRIE



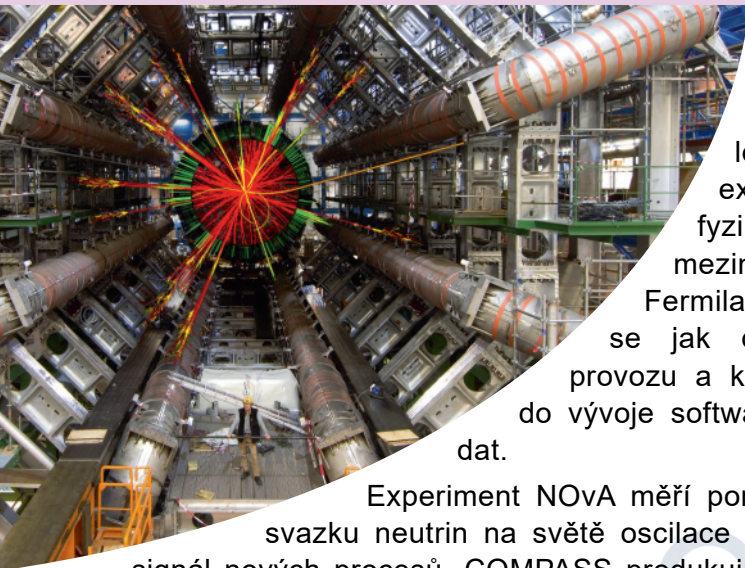
Při práci se zdroji ionizujícího záření se vždy sleduje dávka, nebo jiná dozimetrická veličina, kterou pracovník při práci obdrží. Je sledována jak dávka z vnějšího ozáření, tak příspěvek z vnitřního ozáření, pokud může k vnitřnímu ozáření dojít. Vnější ozáření se sleduje filmovými nebo jinými typy dozimetrů a měří se např. zčernání filmu.

V posledních letech se začala věnovat zvýšená pozornost měření dávky v oční čočce. V této oblasti katedra dozimetrie organizuje pro Státní úřad pro jadernou bezpečnost, jako nezávislá instituce, srovnávací měření jednotlivých organizací, které měření v oblasti osobní dozimetrie provádějí, Vnitřní kontaminace a ozáření radionuklidy, které se dostanou do lidského těla je velmi výjimečná situace. Pracovníci katedry se věnují vytvářením modelů pro transport radionuklidů v lidském těle a kalibraci systémů na jejich měření.

Studenti se v rámci výzkumu mohou věnovat kalibraci jednotlivých typů dozimetrů, vytváření matematických modelů absorpci radionuklidů v jednotlivých orgánech a výpočtům a měřením dávek v jednotlivých orgánech.



EXPERIMENTY ČÁSTICOVÉ FYZIKY



Studenti a pracovníci katedry se podílejí na několika experimentech částicové fyziky ve významných mezinárodních laboratořích Fermilab a CERN a zapojují se jak do návrhu, testování, provozu a kalibrace detektorů, tak do vývoje softwaru a fyzikální analýzy dat.

Experiment NOvA měří pomocí nejintenzivnějšího svazku neutrin na světě oscilace neutrin a hledá možný signál nových procesů. COMPASS produkuje velice přesné měření v oblasti kvantové chromodynamiky (QCD) a spektroskopie mezonů, které jsou významné pro teoretické výpočty. Naše aktivity zde zahrnují driftový detektor Straw a měření zobecněných partonových distribučních funkcí. DIRAC je menší experiment, který se zabývá QCD na nízkých energiích a podařilo se zde detekovat atomy složené z pionů a kaonů a poprvé změřit jejich dobu života. S možným pokračováním experimentu na větším urychlovači by se studenti mohli zapojit i do návrhu a budování detektorů.

ATLAS je největší experiment a detektor na světě, sbírá data z urychlovače LHC. Zde byl v roce 2012 objeven Higgsův boson, my se zabýváme především fyzikou top kvarku. U všech experimentů platí, že se jedná o prestižní mezinárodní spolupráce a studenti zde mohou získat neocenitelné zkušenosti a podílet se na významných fyzikálních objevech.



DETEKČNÍ SYSTÉMY



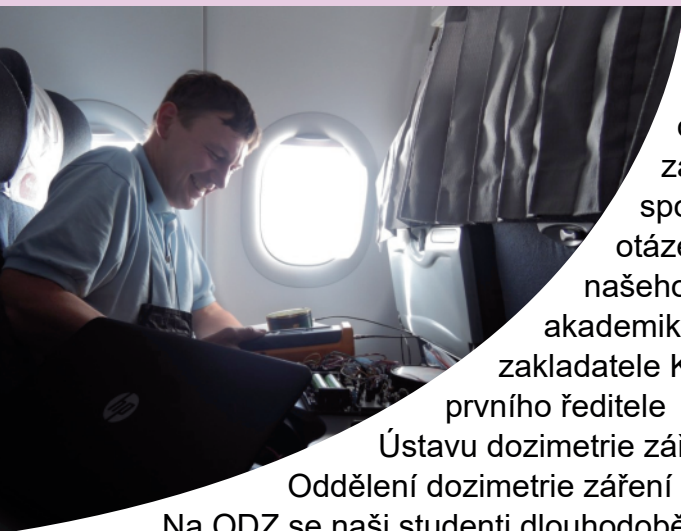
Na KDAIZ se věnujeme užití svazků částic ionizujícího záření. Nejčastěji se jedná o záření X a gama, v některých specifických případech se může též jednat o záření beta nebo svazky těžkých nabitých částic (protonů či těžších iontů).

K detekci částic používáme mimo jiné též polohově citlivé polovodičové detektory (např. CCD kamery, zařízení typu Timepix3 atp.). Záření X, kromě rentgenfluorescence, používáme též k zobrazovacím účelům. Zobrazovací systém, kterým disponujeme, lze velmi dobře zobrazovat např. prehistorické členovce uvězněné v jantaru. Systém se skládá ze CCD kamery monitorující velmi tenký scintilátor. Tento systém umožňuje zobrazování předmětů od velikosti několika mikrometrů po asi 1 cm. Obdobný systém, který aktuálně vyvíjíme, lze použít i pro zobrazování intenzivních svazků v radioterapii.

Polohově citlivé polovodičové detektory (např. typu Timepix3) ve formě různých detekčních sestav (např. ve formě Comptonovy kamery) používáme pro spektrometrii a zobrazování záření gama a tvrdého záření X. Comptonovu kameru aktuálně vyvíjíme pro zobrazování ^{131}I ve štítné žláze pacientů v nemocnicích a dále též pro detekci a charakterizaci unikajících elektronů, které vznikají během výboje plazmatu v tokamacích.



DOZIMETRIE KOSMICKÉHO ZÁŘENÍ



I více než po sto letech od objevu kosmického záření existuje v této oblasti spousta nezodpovězených otázek. Navazujeme na práci našeho slavného předchůdce akademika Františka Běhounka, zakladatele KDAIZ FJFI ČVUT a prvního ředitele

Ústavu dozimetrie záření ČSAV, dnešního Oddělení dozimetrie záření ÚJF AV ČR, v.v.i.

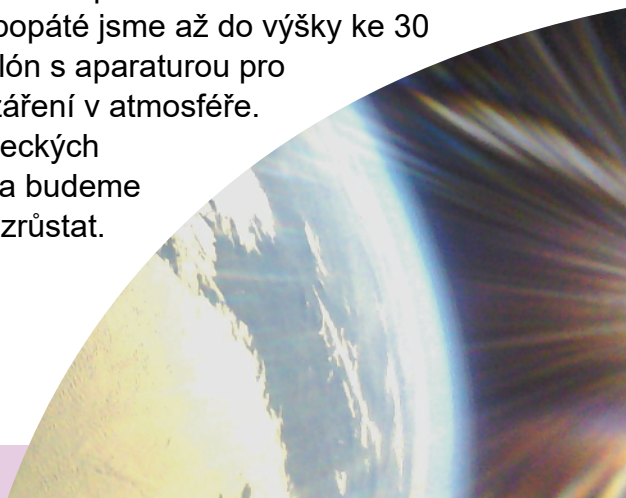
Na ODZ se naši studenti dlouhodobě podílejí na měření kosmického záření na palubách dopravních letadel ČSA a Smartwings, a zajištění radiační ochrany posádek letadel v ČR, na Slovensku, v Polsku i analýzy radiačních polí na mezinárodní kosmické stanici.

Pro použití na letadlech a družicích naši studenti na ODZ vyvinuli lehké detektory AIRDOS a v rámci evropského projektu CRREAT hledají vztah kosmického záření a iniciace blesků v bouřkách.

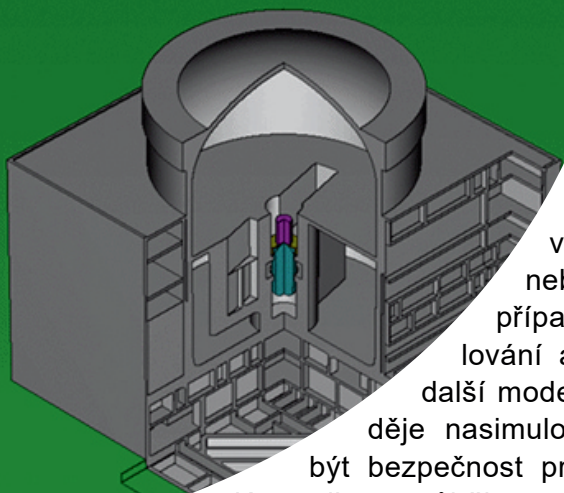
Nezapomněli jsme ani na experimenty našich slavných předchůdců Victora Hesse a akademika Františka Běhounka. Za pomoci České polární stanice jsme se zúčastnili experimentů na ostrově Jamese Rosse poblíž Antarktidy a již popáté jsme až do výšky ke 30 km vypustili stratosférický balón s aparaturou pro měření intenzity ionizujícího záření v atmosféře.

Tým ODZ se skládá jak z vědeckých pracovníků, tak i ze studentů a budeme rádi, když se i nadále bude rozrůstat.

Letu zdar!

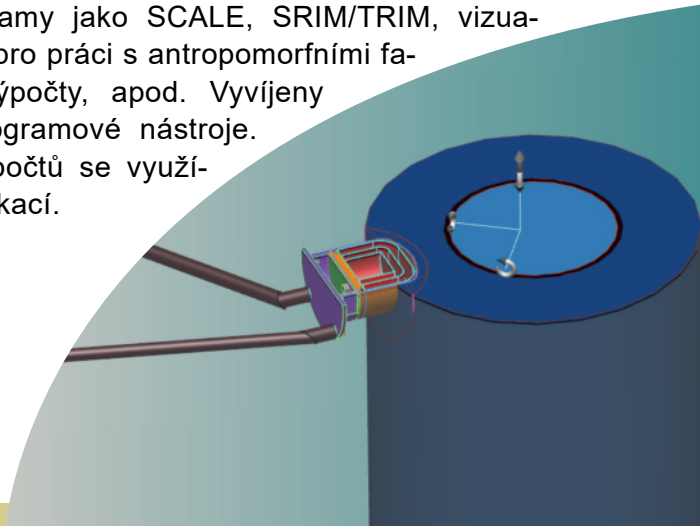


POČÍTAČOVÉ MODELOVÁNÍ A VÝPOČTY

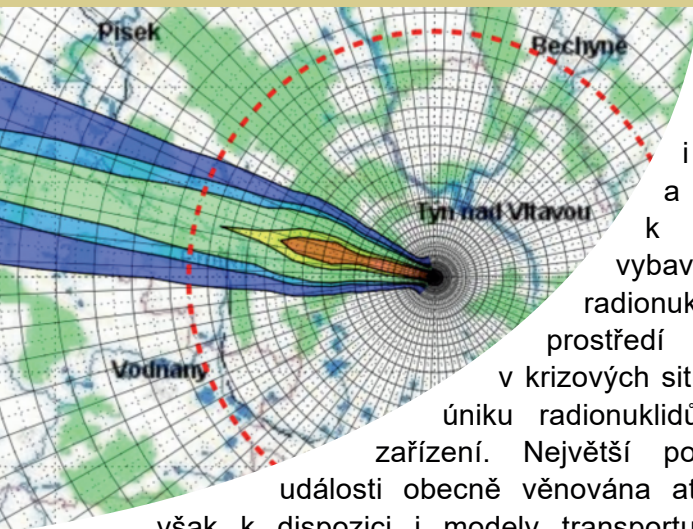


Ve vědě, medicíně, technice, vývoji – tam všude se vyskytují situace, kdy zjistit nebo ověřit experimentálně chování a vlastnosti různých zařízení, procesů nebo dějů je velmi nákladné, technicky obtížné nebo dokonce nereálné. V takovém případě úspěšně nastupuje modelování a různé matematické, fyzikální a další modely, které jsou schopné zkoumané děje nasimulovat v počítači. Příkladem může být bezpečnost provozu jaderné elektrárny a analýza vlivu, průběhu a způsobů zabránění havarijních situací, kdy bychom si asi sotva přáli zkoumat takové stavy a scénáře experimentálně.

Na katedře rozvíjené výpočetní metody jsou zaměřeny zejména na modelování transportu záření pro potřeby jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, lékařských aplikací záření, návrhů detekčních a spektrometrických metod a systémů včetně letecké spektrometrie, radioanalytických metod, návrhů stínění. Využívány jsou zejména univerzální programy MCNP, Fluka, Geant4, Penelope nebo EGS, ale také specializované programy jako SCALE, SRIM/TRIM, vizualizační programy, nástroje pro práci s antropomorfními fantomy pro medicínské výpočty, apod. Vyvíjeny jsou i některé vlastní programové nástroje. Výsledky prováděných výpočtů se využívají v řadě praktických aplikací.



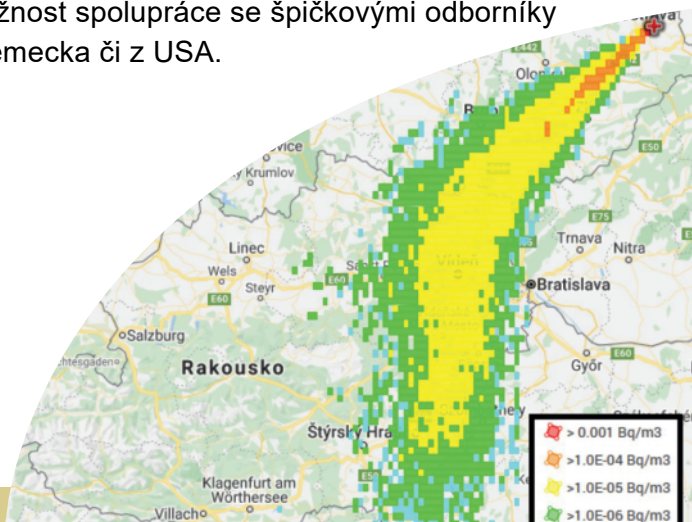
MODELY ŠÍŘENÍ RADIONUKLIDŮ



Při studiu a výzkumu mají pracovníci i studenti katedry dozimetrie a aplikace ionizujícího záření k dispozici softwarové vybavení pro modelování šíření radionuklidů složkami životního prostředí a podporu rozhodování v krizových situacích, např. při havarijním úniku radionuklidů z jaderně-energetického zařízení. Největší pozornost je při podobné události obecně věnována atmosférickému šíření, jsou

však k dispozici i modely transportu radionuklidů hydrosférou, horninovým prostředím či půdou, včetně popisu přestupů radionuklidů v systému půda-rostlina a dále potravním řetězcem, až po výpočet ozáření referenčního jedince.

Aktuálně jsou k dispozici programy HARP, jRODOS, ARGOS a HYSPLIT. Z praktických aplikací takových výpočtů na KDAIZ lze zmínit např. použití systému HARP při posuzování vhodnosti jednotlivých vytipovaných lokalit na trvalé podzemní úložiště radioaktivního odpadu z hlediska ozáření obyvatelstva při hypotetické nehodě s únikem radionuklidů do okolí. Většina zmíněných programů je vyvíjena v zahraničí, což přináší možnost spolupráce se špičkovými odborníky v oboru např. z Dánska, Německa či z USA.

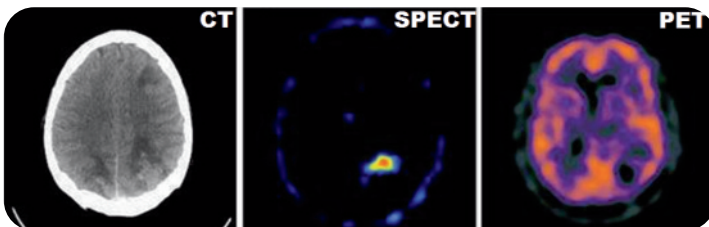


SCINTILÁTORY

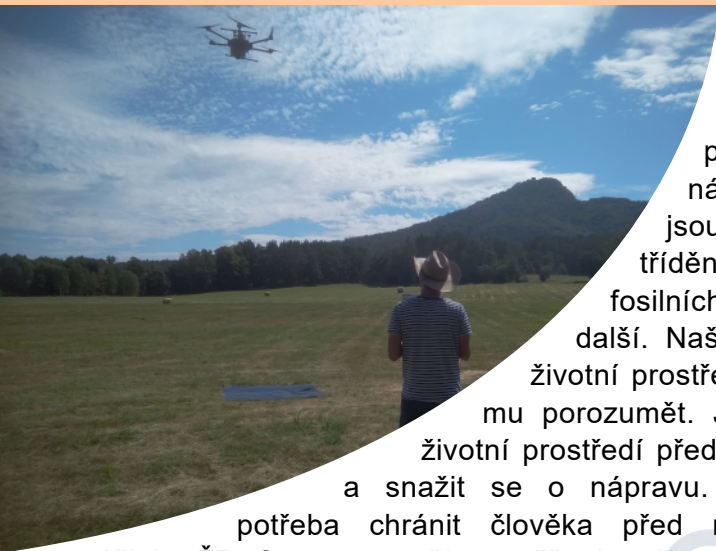


Scintilátory jsou materiály sloužící ke konstrukci vysoce účinných detektorů ionizujícího záření. Detekci umožňují díky tomu, že přeměňují energii ionizujícího záření v krátké záblesky světla, které se dále měří. Bez scintilátorů se neobejdou medicínské zobrazovací metody: počítačová tomografie (CT), pozitronová emisní tomografie (PET), jednofotonová emisní počítačová tomografie (SPECT), ba ani pořizování „běžného“ rentgenového snímku. Zásadní úkoly plní ve fyzice vysokých energií na prestižních pracovištích CERN (Švýcarsko), SÚJV Dubna (Rusko) či Fermilab (USA). Uplatňují se ve spektrometrii, radiační ochraně či odhalují zneužití radioaktivních látek.

Každá z mnoha aplikací přichází se specifickou sadou požadavků, jež současné scintilátory nespĺňují ideálně. Z toho vyplývá značný zájem o výzkum a vývoj, do něhož se na KDAIZ mohou zapojit i studenti, přičemž si osvojí řadu experimentálních metod. Při obhajobě diplomové práce již často bývají autory publikací v uznávaných vědeckých časopisech. Množství užívaných metod vyžaduje širokou mezinárodní spolupráci, do níž studenty rovněž zapojujeme, např. s Fyzikálním ústavem AV ČR, CERN, Univerzitou Milano-Bicocca či Tohoku University (Japonsko). Scintilátory v ČR vyvíjejí i úspěšné soukromé firmy, např. NUVIA či Crytur.



RADIOAKTIVITA V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ



Pokud slyšíme slovní spojení životní prostředí (ŽP), napadnou nás okamžitě pojmy, jako jsou ochrana, aktivisté, třídění odpadů, spalování fosilních paliv, jaderná energie a další. Naším úkolem na KDAIZ je životní prostředí zkoumat a co nejlépe mu porozumět. Jedním z cílů je chránit životní prostředí před dopady činností člověka a snažit se o nápravu. Zároveň je paradoxně potřeba chránit člověka před negativními biologickými účinky ŽP. O to se snažíme měřením přirozené i umělé radioaktivity, výsledky pak použijeme pro posouzení ozáření. Mezi nejčastěji používané metody patří terénní a laboratorní gama spektrometrie, a měření koncentrací radonu. Již 20 let monitorujeme ŽP v okolí jaderných elektráren. V jeskyních dlouhodobě měříme koncentrace radonu s cílem porozumět seismickým dějům v zemské kůře. Měření radonu a další metody jsme využili také při hledání skrytých zlomů na Etně, výzkumu impaktovaných kráterů v Německu a při měření ekologických zátěží. Na KDAIZ máme moderní vybavení pro terénní měření, jehož součástí je i dron pro leteckou spektrometrii. Naši studenti se zúčastňují mezinárodních kurzů. Máte rádi dobrodružství, bavila by Vás práce s detektory a různé typy měření či modelování? Pak budete v týmu životního prostředí na správném místě a my se na Vás těšíme.



DALŠÍ EXPERIMENTÁLNÍ VYBAVENÍ

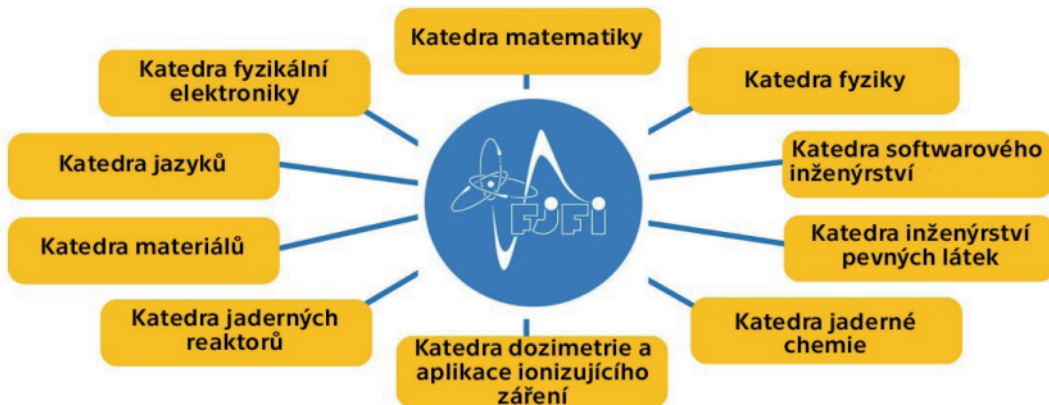
Kromě už již zmíněných zařízení je na KDAIZ řada dalšího přístrojového vybavení, se kterým se můžete seznámit nebo s ním v rámci různých projektů pracovat. Jedním takovým moderním zařízením je Mikrotomograf vyvinutý pro zkoumání vnitřní struktury malých objektů a vzorků včetně objektů biologického původu. Zobrazovacím zařízením v Mikrotomografu je další z nejmodernějších komponent – pixelový detektor Medipix, který se používá nebo je velmi perspektivní i v řadě dalších aplikací, např. v zobrazování a diagnostice v medicíně, materiálovém výzkumu, apod. Dalším zařízením je Gamaskener pro určování složení radioaktivních odpadů s ohledem na předpisy o povolení k jejich ukládání. Katedra provozuje také ozařovnu se zdroji ionizujícího záření určenou pro testování a kalibrace dozimetrů a dozimetrických a spektrometrických metod, ozařování vzorků v rámci různých výzkumných projektů, apod. Z podobné kategorie je i speciální ozařovač Gammacell umožňující ozařování vzorků vysokými dávkami, využívaný například pro vývoj dozimetrů pro měření vysokých dávek nebo materiálový a radiochemický výzkum. V neposlední řadě pak lze jmenovat ještě výkonný výpočetní cluster, využívaný zejména pro modelové výpočty a analýzy a zpracování experimentálních dat.

Katedra také spolupracuje s celou řadou institucí, výzkumných pracovišť a firem. Z nejvýznamnějších zahraničních lze jmenovat Evropskou laboratoř CERN, Fermilab, nebo SÚJV Dubna, z domácích pak Státní ústav radiační ochrany (SÚRO), Správu úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO), Ústavy jaderného výzkumu (ÚJV) a jaderné fyziky (ÚJF) v Řeži u Prahy, Ústav jaderných paliv (ÚJP Zbraslav), řadu nemocnic, Protonové centrum na Bulovce, z firem pak například firmy Nuvia, VF Nuclear nebo Georadis.

Katedra je také zakládajícím členem mezinárodního sdružení „European Collaboration for Higher Education and Research in Nuclear Engineering and Radiological Protection“ (CHERNE).



**FAKULTA
JADERNÁ
A FYZIKÁLNĚ
INŽENÝRSKÁ
ČVUT V PRAZE**



Nový studijní program: **VYŘAZOVÁNÍ JADERNÝCH ZAŘÍZENÍ Z PROVOZU**

Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření

Nedílnou součástí vyřazování z provozu zařízení různých laboratoří, přes technologie těžby uranové rudy až po jadernou elektrárnu je ochrana pracovníků před účinky ionizujícího záření. Katedra dozimetrie zajistí studentům výborné znalosti v oblastech jako jsou základy jaderné fyziky, radiobiologie, detekce záření, dozimetrie a naučí je hodnotit ozáření na základě měření v laboratořích, v terénu i matematického modelování metodou Monte Carlo.

Studenti získají dobré teoretické znalosti a také odbornou praxi pro práci v chemických a radiochemických laboratořích. Budou umět řešit řadu úkolů z jaderné chemie, ekologie, biomedicíny a dalších chemických odvětví. Vyzkoušejí si principy kontaminace a dekontaminace a naučí se bezpečně pracovat s radioaktivními látkami.

Katedra jaderné chemie

Katedra jaderných reaktorů

Studium na této katedře je zaměřeno na teorii a technologii jaderných reaktorů. Na základě studia teoretické i experimentální reaktorové fyziky, neutronových aplikací, studia jaderného palivového cyklu a bezpečného provozu jaderných elektráren a výzkumných reaktorů a prací s moderními výpočetními kódy porozumí studenti principům fungování jaderných reaktorů – především jaderným reakcím, principům sdílení tepla a možnostem zpracování odpadů.

lenka.thinova@jfji.cvut.cz

STUDOVALI NA KDAIZ

ING. M. BAZALOVÁ-CARTER, PH.D.

Assistant Professor
University of Victoria



ING. JAROSLAV PTÁČEK, PH.D.

Vedoucí Oddělení lékařské fyziky a
radiační ochrany
Fakultní nemocnice Olomouc



ING. JAROSLAV ŠOLC, PH.D.

Oddělení primární metrologie veličin
ionizujícího záření
Český metrologický institut



ING. JAN HRBÁČEK, PH.D.

Radiologický fyzik v Center for
Proton Therapy
Paul Scherrer Institute



ING. LUCIE SÚKUPOVÁ, PH.D.

Klinický radiologický fyzik
Institut klinické a experimentální
medicíny



STUDOVALI NA KDAIZ

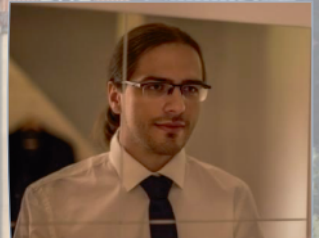
ING. LENKA TOMÁNKOVÁ PH.D.
Odborný asistent
Erlangen Centre for Astroparticle
Physics, Germany



ING. JIŘÍ POSPÍCHAL
Vedoucí laboratoře radiační kontroly
JE Temelín - LRKO, ČEZ, a.s.,
České Budějovice



ING. VOJTĚCH STRÁNSKÝ
Odborný pracovník výzkumu a vývoje
ELI Beamlines



Vše uvedené můžete studovat v rámci současných nebo připravovaných studijních směrů na KDAIZ:

Bakalářské studium

- Jaderné inženýrství: - Aplikovaná fyzika ionizujícího záření
 - Radioaktivita v životním prostředí (FJFI v Děčíně)
- Radiologická technika
- Vyřazování jaderných zařízení z provozu

Navazující magisterské studium

- Jaderné inženýrství: - Aplikovaná fyzika ionizujícího záření
- Radiologická fyzika
- Vyřazování jaderných zařízení z provozu

Doktorské studium

- Jaderné inženýrství
- Radiologická fyzika
- Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení a forenzní analýzy jaderných materiálů



<http://kdaiz.fjfi.cvut.cz/>