

Milé čtenářky, milí čtenáři a příznivci jaderné energetiky,

do schránek vám dorazilo další číslo našeho pravidelného newsletteru. Tentokrát se dozvíte, co je to vitrifikace a jak se využívá v Evropě nebo jak můžeme jaderné technologie využívat i v zemědělství k ochraně rostlin proti nemocem. Plný zajímavostí je také rozhovor s Karlou Petrovou, která je ředitelkou sekce pro radiační ochranu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Nakonec vás čeká jedna zajímavost ze světa a jedna jaderná perlička.

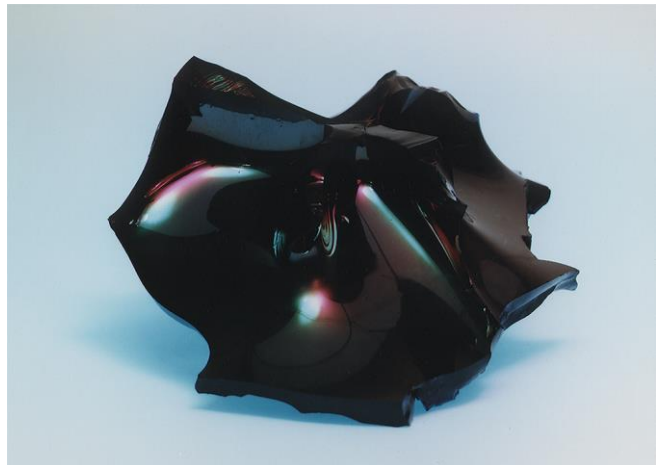
Jsme rádi, že nás čtete! Váš InfoWIN.

## VITRIFIKACE – MODERNÍ ZPRACOVÁNÍ JADERNÉHO ODPADU

### ŠVÝCARSKÝ JADERNÝ ODPAD SE ZPRACOVÁVÁ VE VELKÉ BRITÁNII

Vitrifikace je proces zatavení odpadu do skla, aby se nemohl šířit do okolí. Toho se využívá právě při zpracovávání jaderných a jiných nebezpečných odpadů. Výhodou metody je velmi nízká vyluhovatelnost a vysoká objemová redukce výsledného produktu. Při vitrifikaci se k radioaktivnímu odpadu přidávají sklotvorné přísady (křemičité písky) a běžnou sklářskou technikou se při asi 1 200 °C vytaví křemičitanové nebo boro-křemičitanové sklo. Zesklenné odpady mají vysokou odolnost vůči vyluhování vodou, dobrou tepelnou vodivost a mechanickou pevnost.

Velká Británie vlastní od listopadu 2015 moderní vitrifikační zařízení GeoMelt, které na rozdíl od běžné technologie vitrifikace, která vyžaduje homogenní přívod odpadu, zpracovává odpad várku po várce. Proto může zpracovávat různé druhy odpadu současně. GeoMelt zvládne kontaminované půdy, anorganické iontoměniče i kontaminovaný azbest, který se často vyskytuje na mnoha závodech vyřazovaných z provozu. Technologii lze dokonce přizpůsobit pro vitrifikaci materiálu „in-situ“, tedy například pod zemí v geologickém úložišti jaderného odpadu.



Není proto divu, že zařízení ve Velké Británii využívají i jiné evropské země, například Švýcarsko. To posílá přes moře radioaktivní odpady ze svých jaderných elektráren, které se mu pak vrací zpět již vitrifikované. Poslední várka, která opustila Británii v říjnu, čítala 28 speciálních kanystrů s takto zpracovaným odpadem.

Technologie GeoMelt byla původně vyvinuta v USA Pacific Northwest National Laboratory. Může se používat i pro zpracování nebezpečných neradioaktivních odpadů, jako jsou organické odpady a těžké kovy. Od roku 1990 se s její pomocí vyrobilo celkem 26 000 tun skla v různých projektech v Austrálii, Japonsku, Velké Británii a USA.

## JADERNÉ TECHNOLOGIE MOHOU OCHRÁNIT I ÚRODY KÁVY

Jako všechny rostliny, tak i káva podléhá nemocem. Tou nejnebezpečnější je rez kávová. Objevila se v polovině 19. století v Keni a v roce 1867 zničila 96 % kávových plantáží na Srí Lance. Nemoci jsme se však nenaučili bránit, a tak další velká epidemie zasáhla v roce 2012 Jižní Ameriku a Karibik. Středoameričtí odborníci proto nyní zkoumali, jak využít jaderné technologie a vyšlechtit rostliny, které budou proti smrtící houbě odolné.

Rez kávová je houba, která produkuje velké množství spor, které jsou následně větrem šířeny do okolí. Při nákaze se nejprve na listech kávovníků objeví žluté skvrny – přichycené spory. Pokud má houba vhodné

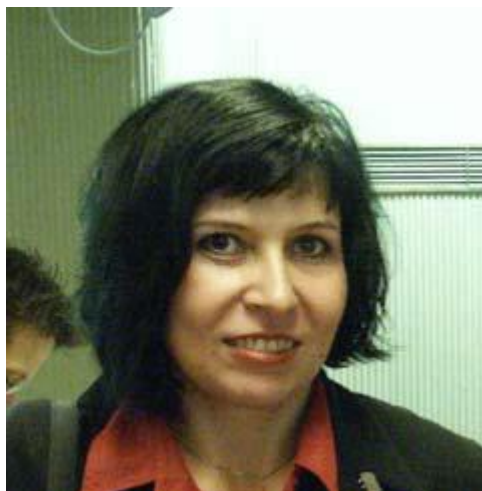


vlastnostmi, jako např. odolnost vůči nemoci, která by byla vyšší než při využití tradičních metod, ale bez vlivu na chuť kávy.

podmínky, začne brzy vytvářet drobné trubicové výhonky, které se pohybují po listech a hledají jejich dýchací otvory. Každý infikovaný kávovník při jedné erupci vyšle do povětří 300–400 tisíc spor, proto se nákaza šíří nesmírnou rychlostí.

V laboratořích Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) a Mezinárodní agentury pro atomovou energii (MAAE) v Rakousku proto nyní vědci zjišťovali, jak se rzi kávovou bojovat pomocí jaderných technologií. Po dva týdny zkoumali využití radioaktivního záření k vytvoření odrůdy, která by se dokázala sama nemoci ubránit. Technika, kterou používají, dokáže urychlit proces zavádění klimatických změn do genetického obrazu rostlin. To jim pomůže najít rostliny s požadovanými

#### NA KÁVĚ S... KARLOU PETROVOU, ŘEDITELKOU SEKCE PRO RADIČNÍ OCHRANU SÚJB



*Ing. Karla Petrová je absolventkou Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT. Od roku 1986 pracovala v Institutu hygieny a epidemiologie (nynější Státní zdravotní ústav) v Centru pro hygienu záření (nynější SÚRO). V oblasti radiační ochrany se zabývala zejména problematikou dozimetrie rentgenového záření v referenční laboratoři, osobní dozimetrií a usměrňování lékařských a profesionálních expozič. Od roku 1996 pracuje ve Státním úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB), kde nyní zastává funkci ředitelky sekce pro radiační ochranu.*

#### **Jak jste se dostala k jaderné energetice? Bavila Vás fyzika už od mala?**

Ano, zejména mě vždy bavilo číst sci-fi a velmi mě fascinovaly věci kolem vesmíru, jeho vzniku, podstaty a tak podobně. Ve škole jsem navíc nikdy s matematikou ani fyzikou neměla problémy. Když jsem se potom rozhodovala, na kterou vysokou školu jít, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská mi připadala jako ta správná, kde se o těchto věcech dozvím více. Realita byla potom poněkud jiná, ale nikdy jsem svého rozhodnutí nelitovala.

#### **Nyní jste ředitelkou sekce pro radiační ochranu SÚJB. Jaká byla cesta k této pozici?**

Začínala jsem v Centru hygieny záření v tehdejšímu Institutu hygieny a epidemiologie, který se posléze změnil na Státní zdravotní ústav a patří pod ministerstvo zdravotnictví. Zabývala jsem se dozimetrií ionizujícího záření – zejména v oblasti lékařského použití zdrojů záření a práce mě opravdu bavila, zejména také proto, že se nejednalo jen o rutinu, ale měla jsem možnost podílet se i na zajímavých výzkumných projektech, některé jsem časem i sama vedla. V roce 1995 byla hygiena záření z rezortu ministerstva

zdravotnictví tzv. delimitovaná a spojením s tehdejší Komisí pro atomovou energii vznikl nový úřad – Státní úřad pro jadernou bezpečnost, ve kterém jsem zpočátku pracovala jako řadová inspektorka a posléze jako vedoucí oddělení zabývajícího se hodnocením profesionálního a lékařského ozáření. Zapojila jsem se poměrně aktivně do mezinárodních aktivit a absolvovala několik zahraničních stáží, a to mimo jiné potom přispělo k tomu, že když se hledala v roce 2005 náhrada za odcházejícího náměstka pro radiační ochranu, byla mi předsedkyní SÚJB tato funkce nabídnuta a já jsem tuto nabídku přijala.

### ***Co vlastně nyní děláte, v čem spočívá práce sekce radiační ochrany?***

Sekce radiační ochrany má velmi široký záběr a zabývá se v podstatě všemi oblastmi, kde se používají nebo vyskytují zdroje ionizujícího záření. Zejména se jedná o regulaci a kontrolu ozáření osob při použití zdrojů záření – máme je rozdělené na pracovníky se zdroji, obyvatelstvo a osoby podstupující vyšetření nebo léčbu pomocí záření. Oblasti, kterými se zabýváme, jsou zejména zdravotnictví, jaderná energetika, průmyslové aplikace – např. nedestruktivní testování, ozařování a různé technologie, kde se používají zdroje záření. Potom se zajímáme také o nemalou oblast přírodních zdrojů záření, které se vyskytují kolem nás a které jsou pro regulaci obzvláště obtížné – jedná se např. o radon v budovách či radioaktivní látky vyskytující se jako vedlejší produkt při různých činnostech jako dobývání nerostů, zpracování některých přírodních materiálů, apod. Zkrátka se snažíme, aby tyto činnosti, které zdroje záření odůvodněně využívají, přinesly lidem více užítku než škody. To děláme zejména tím, že používání zdrojů povolujeme našim rozhodnutím a potom kontrolujeme, zda jsou všechny požadavky dodržovány. Musíme být také samozřejmě připraveni na jakoukoliv mimořádnou situaci, ke které může při nakládání se zdroji dojít a být připraveni zasáhnout, poradit, měřit, hodnotit a navrhnout opatření k co nejefektivnějšímu snížení nežádoucích dopadů takové události na člověka, příp. životní prostředí. V současné době finalizujeme novou legislativu, která vstoupí v platnost od roku 2017 – to byl dlouhodobý a poměrně náročný úkol, kterému jsme se intenzívně v poslední době věnovali.

### ***Co Vás na Vaší práci nejvíce baví?***

V současné době mě nejvíce baví a uspokojuje to, že mám dobrý pocit, že naše práce má smysl a zejména pak to, že ji mohu sama významně ovlivňovat – tedy určovat směr a priority radiační ochrany na národní úrovni a např. v případě tvorby nové legislativy přímo i způsob jakým se budou principy radiační ochrany v praxi naplňovat. Baví mne také budovat dobrý tým spolupracovníků a motivovat je k dobré a kvalitní práci a zejména efektivní vzájemné spolupráci. Můj způsob vedení kolektivu je zejména založen na domluvě a dobré komunikaci mezi lidmi.

### ***Jak byste popsala radiační ochranu, kdy a kde je důležitá?***

Jak jsem již trochu zmínila výše, radiační ochrana je důležitá všude tam, kde se využívají nějakým způsobem zdroje ionizujícího záření. Především chceme, aby záměrné využívání ionizujícího záření bylo odůvodněné – tedy, aby se zdroje záření neuváděly do našich životů zbytečně a pokud už je to nutné a neexistují lepší alternativy bez záření, tak aby to použití bylo bezpečné natolik, nakolik je to rozumně dosažitelné – říkáme optimalizované. Samozřejmě podle typu zdroje a jeho významnosti z hlediska jeho aktivity nebo potenciálu způsobit ozáření, které může vést k poškození zdraví nebo ohrožení života, jsou potom požadavky na bezpečnost různé. Za velmi důležitou oblast, kde hraje radiační ochrana významnou roli, považuji medicínu – tam jsou lidé záměrně ozařováni, neboť máme za to, že to je k jejich prospěchu – stanoví se správná diagnóza nebo se provede účinná léčba – ale jde přitom mnohdy o opravdu nezanedbatelné dávky a je potřeba dbát na to, aby byly opravdu tak nízké jak je možné pro daný účel dosáhnout, a to je úkol radiační ochrany.

### ***Pohybujete se často v místech, kde je radiace? Kde například?***

Já osobně se bohužel již tak často do „terénu“ nedostanu, ale naši inspektori se samozřejmě pohybují na pracovištích se zdroji záření, kde se radiace vyskytuje a musí s tím počítat, být odpovídajícím způsobem vybaveni a dodržovat, jako ostatní, všechny předpisy. Nepamatuji si případ, že by byl inspektor ozářen nějakou vyšší dávkou.

### ***Lidé si slova „radiační“ a „radioaktivní“ spojují často s nebezpečím. Může být Vaše práce někdy nebezpečná?***

Ano, radiace je často takto vnímána – jako velké neznámé nebezpečí – je to jednak asi tím, že se jedná o neviditelné záření lidskými smysly nepostižitelné, a samozřejmě s negativní konotací díky jaderným zbraním a haváriím jaderných elektráren, které jsme doposud zažili. Díky tomu je pro nás velmi těžké vysvětlovat veřejnosti některé principy a postupy, kterými se v radiační ochraně řídíme. Díky pravděpodobnostní povaze účinků radiace na zdraví člověka nejsme schopni v současné době stanovit tzv. bezpečný práh pro ozáření – a to jsem pochopila, že lidem hodně vadí – myslím, že ve společnosti obecně chybí povědomí o velikosti rizik kolem nás a schopnost jejich srovnání. Snažíme se více či méně úspěšně šířit v této oblasti osvětu, ale není to jednoduché. Nejlepší by bylo začít s tímto vzděláváním již na školách.

### ***Dostáváte se často do styku s jadernými materiály?***

Já osobně ne. Máme na úřadě speciální útvar, který se zabývá kontrolou jaderných materiálů, existuje pro ně velmi přísná evidence a to zejména z důvodu zabránění jejich zneužití pro jakékoliv nelegální účely.

### ***Jaký je nejzajímavější/největší/nejúspěšnější projekt Vaší kariéry?***

Za poměrně úspěšný projekt, za který se cítím autorsky odpovědná, považuji vybudování národních registrů pro zdroje záření a ozáření pracovníků a lékařského ozáření – jedná se o velmi komplexní systém, který nám umožňuje hodnotit celkově úroveň radiační ochrany v naší republice a stal se vzorem pro mnoho dalších zemí. Jedná se o živý systém, který se neustále rozvíjí a vylepšuje. Aktuálně považuji za velký úspěch také dokončení nové legislativy v radiační ochraně, jejíž tvorba probíhala v průběhu uplynulých pěti let za mého přímého dohledu.

### ***Jste také členkou výboru pro standardy v radiační ochraně Mezinárodní agentury pro atomovou energii. V čem spočívá Vaše role?***

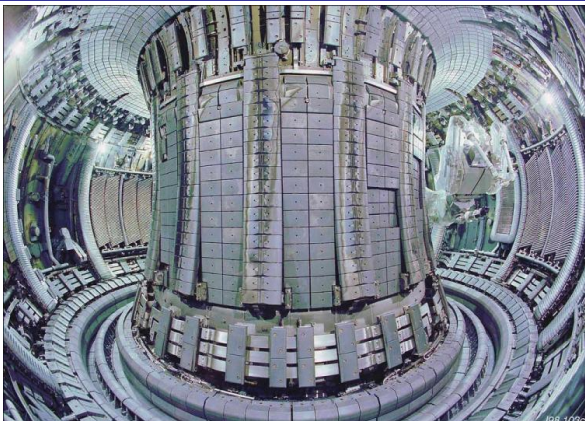
Jako členka tohoto výboru mám možnost se aktivně podílet na tvorbě mezinárodních bezpečnostních standardů v oblasti radiační ochrany, je to velmi zajímavá a motivující činnost. Díky tomu mám také možnost si udržovat přehled o aktuálním dění a vývoji v radiační ochraně. Jsem také členkou skupiny expertů zřízené podle článku 31 smlouvy Euratom, jejímž úkolem je radit Evropské komisi v otázkách radiační ochrany – tato skupina např. vytvářela novou evropskou legislativu v radiační ochraně, která vstoupila v platnost v roce 2013 a kterou musí členské země nyní transponovat do svých národních předpisů. V současné době také působím jako místopředsedkyně Asociace evropských regulátorů v radiační ochraně.

### ***Jak po náročné práci ráda odpočíváte?***

Nejraději na zahradě, na procházce se psem v lese nebo s dobrou knížkou a sklenkou dobrého vína.

### ***Děkujeme za rozhovor a přejeme spoustu dalších pracovních úspěchů!***

## **K JÁDRU VĚCI**



### **VE FRANCII ROSTE PRVNÍ TERMOJADERNÝ REAKTOR**

Plocha staveniště nejdražšího vědecko-technického projektu na zemi o rozloze 42 hektarů hýří již od začátku léta činností. Šest budov je ve výstavbě, v různém stadiu přípravných prací jsou tři další budovy. Jen v červnu se na stavbě pohybovalo 1 500 lidí. Ve francouzském Saint-Paul-lez-Durance pomalu roste první termojaderný reaktor.

Například, budova vysokofrekvenčního ohřevu už nyní skrývá 24 gyrotronů, generátorů velmi vysokých frekvencí, pro ohřev elektronů plazmatu ITER cyklotronovou rezonancí, z nichž každý generuje

mikrovlnný svazek tisíckrát výkonnější, než je domácí mikrovlnná trouba. Budova je 45 metrů dlouhá, 49 metrů široká a 26 metrů vysoká. Další budova bude úkrytem pro největší kryohospodářství na světě o výkonu 75 kW. Instalace rozměrů fotbalového hřiště se skládá ze tří identických hospodářství pro skladování a čerpání tekutého helia při teplotě 4 K, čili -269 °C. Helium přitom není jediná mrazivá kapalina, kterou kryohospodářství bude vyrábět. Jako „předchladič“ (pre-cooler) v hospodářství tekutého helia se bude používat tekutý dusík o teplotě -196 °C.

## JADERNÉ PERLIČKY

### BIKINY – ATOMOVÝ VÝBUCH VE SVĚTĚ PLÁŽOVÉ MÓDY

Léto bez bikin si umí představit málokdo. Miniaturní plavky jsou v kurzu pořád, přestože je jim už 70 let. Víte ale, jak souvisejí s jadernou energií?

Na atolu Bikini, který je součástí Marshallových ostrovů v Tichém oceánu, se nacházela za 2. světové války stělnice, kterou začala armáda USA po skončení války používat k pokusům. Již 1. července 1946 tam proto proběhla první zkouška atomové bomby. Jen o 4 dny později představil francouzský inženýr a módní návrhář Louis Réard na módní přehlídce v pařížských lázních Piscine Molitor plavky s názvem bikini a sloganem „menší než nejmenší plavky na světě“. Podprsenku tvořily dva nevytuzené látkové trojúhelníky a kalhotky pouze šňůrky a necelých 200 cm<sup>2</sup> látky. Název měl symbolizovat „atomový výbuch“ ve světě dámské plážové módy a bikini měly u lidí vzbuzovat „výbušné“ reakce.



V letech 1946 až 1958 se na ostrově Bikini uskutečnilo celkem 23 pokusných jaderných zkoušek včetně odpálení vodíkové bomby v roce 1954. Atol je v současné době z důvodu přetrvávajícího radioaktivního zamoření neobydlený. Nachází se v něm mnoho vraků válečných lodí, což jej činí atraktivním pro potápěče. Atol Bikini byl v roce 2006 zapsán na seznam kulturního dědictví UNESCO.