

# 20 let

# RADONOVÉHO PROGRAMU



Ing. Dana Drábová, Ph. D.,  
předsedkyně Státního  
úřadu pro jadernou  
bezpečnost



## Všudy- přítomný radon

**C**okoliv se vyskytuje na povrchu nebo uvnitř Země, obsahuje radionuklidy, které vznikly při procesech formujících před miliardami let vesmír a sluneční soustavu. Tyto radionuklidy s extrémně dlouhým poločasem rozpadu, jako jsou draslík-40, uran-238 a thorium-232, spolu s radionuklidy vznikajícími jejich přeměnou, jako jsou radium-226 a radon-222, vysílaly své záření dříve, než se Země ve své současné podobě vytvořila.

V roce 1900 německý fyzik Frederick Ernst Dorne objevil radioaktivní plyn vznikající přeměnou radia-226 a nazval ho radiovou emanací. Tento plyn se tak stal pátým popsaným radioaktivním prvkem. V roce 1910 pánové William Ramsay a Robert Whytlaw-Gray radon izolovali a stanovili jeho hmotnost a hustotu. Ukázalo se, že radon, tehdy přejmenovaný z radiové emanace na niton, je jedním z nejtěžších plynů vyskytujících se v přírodě. Svědčící jméno radon však dostal až v roce 1923. Radon je přítomný prakticky všude, uvolňuje se z horninového podloží a stává se součástí vzduchu, který vyplňuje póry zemín. Z povrchu země se uvolňuje do atmosféry nebo vstupuje do staveb, kde se v uzavřených prostorech může hromadit. Ve vyšších koncentracích a při dlouhodobějším působení může radon spolu s produkty své přeměny, podobně jako kouření, vyvolat rakovinu plic. Škodlivé účinky radonu byly známy už od počátku 16. století. Havíři, kteří pracovali ve špatně větraných štolách a šachtách rudných dolů, byli vystaveni vysokým koncentracím tohoto plynu a často mívali plicní problémy, kterým se tehdy říkalo horní nemoc. Popsal ji například jáchymovský teolog a učitel latiny Johann Mathesius. V roce 1879 pánové Herting a Hesse ztotožnili horní nemoc s rakovinou plic. Poměr rakoviny plic způsobené radonem v poměru k rakovině způsobené kouřením je v Česku přibližně 1:4.

V České republice způsobuje radon 50 % ozáření populace ze všech zdrojů ionizujících

# Radon bulletin 2019

LISTOPAD

2019

INFORMACE • POZNATKY • RADY • ZKUŠENOSTI

www.suro.cz

## Významné 20. výročí Radonového programu ČR

je vhodnou příležitostí nejen pro hodnocení naplnění jednotlivých cílů a úkolů programu v uplynulých letech, ale také možností pro představení rámce budoucího Radonového národního akčního plánu, včetně jeho priorit a strategií, které odrážejí aktuální potřeby v oblasti usměrňování ozáření od radonu a nejnovější poznatky vycházející z praxe a z mezinárodních doporučení.

Mgr. Aleš Frojka, Ph.D.,  
SÚRO Praha



**Radonový program ČR** byl formulován v roce 1999, nicméně vycházel z dlouholetých zkušeností a rozsáhlých souborů dat získaných postupně již od samotných počátků odhalování zdrojů a hodnocení míry ozáření obyvatelstva z přírodních zdrojů ionizujícího záření ve vnitřním prostředí budov. Podrobně jsou tyto historické souvislosti a první systematické kroky vedoucí k regulaci ozáření, zahrnující i vývoj protiradonových opatření, popsány a diskutovány v příspěvcích Dr. J. Thomase a prof. M. Jiránka.

**Usměrnování ozáření obyvatelstva od radonu** v budovách bylo vždy zaměřeno na dosažení dvou základních cílů. Prvním cílem je **vyhledání budov s vysokou úrovní objemové aktivity radonu (OAR)** ve vnitřním prostředí a následně **provedení účinných protiradonových opatření** vedoucích ke snížení úrovně OAR, a tím i ozáření pobývajících osob. Druhým cílem je plošné snížení ozáření obyvatelstva ve všech budovách sloužících k bydlení nebo pobytu osob prostřednictvím zavedení účinných nástrojů

v oblasti **prevence proti pronikání radonu z geologického podloží při výstavbě nových a rekonstrukci stávajících budov.**

**Zajištění kvalitní prevence** je z hlediska účinnosti usměrňování ozáření obyvatelstva od radonu v budovách považováno za nejvýznamnější regulační nástroj (ICRP, 2014; WHO, 2009). Na základě analýzy bytové výstavby za posledních 15 let byly identifikovány dvě významné oblasti usměrňování ozáření od radonu v budovách, které vyžadují zvláštní pozornosti. První oblastí je výstavba nových bytů v rodinných domech, druhá pak zahrnuje modernizaci a rekonstrukce stávajících rodinných domů, často zaměřené na snižování energetické náročnosti budov. Neoptimalizované snižování intenzity větrání budov je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících ozáření od radonu v jejich vnitřním prostředí. Uvedené dvě oblasti výstavby jsou významné především z důvodu celkového počtu dotčených bytů (intenzita výstavby) a s tím souvisejícího počtu exponovaných osob.

(Pokračování na straně 2)

cího záření a 70 procent z přírodních zdrojů. Obdobná situace je např. ve Švýcarsku či ve státech severní Evropy. Vzhledem k takto vysokým číslům a negativnímu zdravotnímu dopadu na obyvatele probíhá v ČR již několik desetiletí rozsáhlý radonový program, jehož cílem je především šířit

informace o radonové problematice u laické i odborné veřejnosti i skrze bezplatné roční měření radonu ve stavebách, podporovat provádění preventivních opatření ke snížení jeho výskytu v nových stavebách a provádění zásahů s cílem snížit ozáření radonem ve starší zástavbě.

# Významné 20. výročí Radonového programu ČR

(Dokončení ze strany 1)

V posledních deseti letech byla ozáření z přírodních zdrojů ionizujícího záření na mezinárodní úrovni věnována značná pozornost (EC 2013/59/EURATOM, 2014; ICRP 115, 2010, ICRP 126, 2014; Handbook on Indoor Radon, WHO, 2009). Mezi stěžejní mezinárodní dokumenty, které mají vliv na usměrňování ozáření z přírodních zdrojů v podmínkách České republiky, patří zejména Směrnice Rady EU 2013/59/EURATOM, kterou se stanoví základní bezpečnostní standardy ochrany před nebezpečím vystavení ionizujícímu záření. Dalším zásadním dokumentem je doporučení ICRP Publikace 126 ze 7. listopadu 2014 zaměřená na radiační ochranu před radonem v rámci celkového systému doporučení pro radiologickou ochranu navrženého v ICRP Publikaci 103 z roku 2007. Pro mnoho zemí znamenal tento vývoj na mezinárodní scéně v oblasti radiační ochrany nový impuls pro formulování národních radonových programů, v některých případech dokonce první systematický krok k regulaci ozáření od radonu v budovách.

**Hlavní výhodou ČR při tvorbě Radonového programu** byla nejen bohatá minulost a historické zkušenosti s ozářením od radonu na podzemních pracovištích uranových dolů, epidemiologické studie horníků uranových dolů, vývoj detekčních zařízení a měřících postupů původně zaměřených na vyhledávání uranových ložisek, které byly následně v době útlumu uranové prospekce postupně adaptovány a využívány pro účely měření radonu v budovách určených k bydlení a k cílenému vyhledávání budov s vysokou úrovní OAR s využitím **radonových prognózních map** (příspěvek autorů M. Matolína, M. Neznala, I. Barneta), ale také aktivní přístup občanů ČR po změně politického režimu

v roce 1989 při řešení problému s ozářením v domech typu **START postavených ze stavebního materiálu s vysokým obsahem Ra-226** (podrobně v příspěvku Dr. J. Thomase a prof. M. Jiráňka). Právě intenzivní zájem a naléhavost problému občanů bydlících v domech typu START vytvořila podmínky, které umožnily rychlé formulování základů budoucího radonového programu a především vedly ke vzniku mezioborové **Radonové komise**, jedním z významných předsedů byl Ing. Jiří Zatočil. To byl počátek další dlouhodobé spolupráce mezi různými technickými a přírodovědnými obory a společenskými institucemi (radiační ochrana, geologie, stavebnictví, ekonomie, krajské úřady, ministerstva), které jsou klíčové pro plnění úkolů Radonového programu ČR. V této souvislosti je třeba zmínit vybudování laboratoří a dalšího technického zázemí v tehdejších institucích pro ochranu zdraví před ionizujícím zářením (dnes **Státní ústav radiační ochrany a Státní ústavu pro jadernou, chemickou a biologickou ochranu**), které umožnily realizaci rozsáhlých měřících kampaní v bytech, včetně reprezentativního průzkumu OAR v bytovém fondu ČR v roce 1992/93. Zavedení **stopové dozimetrie radonu** pro účely stanovení dlouhodobého průměru ekvivalentní objemové aktivity radonu v ovzduší budov pod vedením Ing. Ivo Buriana, CSc. bylo jedním z významných počínů této doby. Vývoj detektorů, **standardizace měření a legální metrologie** je jedním z pilířů celého systému regulace ozáření od radonu v ČR. Dalším důležitým faktorem pro zajištění dlouhodobé efektivity Radonového programu bylo **zřízení SÚJB jako nezávislého ústředního orgánu státní správy a dozoru ČR** při mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření a jeho koordinační role ve **spolupráci s vybranými vládními rezorty a krajskými úřady** při jejich zapojení do jednotlivých přede-

lených činností programu. Zcela zásadní bylo a je zabezpečení **stabilního veřejného financování Radonového programu**, které vytváří vhodné podmínky pro plnění dlouhodobých cílů a úkolů zejména v oblastech:

- informování laické i odborné veřejnosti o ozáření od radonu a možnostech jeho snížení,
- vývoj a uplatnění efektivních nástrojů pro vyhledávání budov s vysokými hodnotami OAR,
- strategie pro prevenci v oblasti výstavby nových a stávajících budov,
- systematický vývoj měřící techniky a metodik měření,
- vývoj nových preventivních a ozdravných protiradonových opatření,
- **dotlačný systém pro ozdravování domů určených k bydlení, škol a předškolních zařízení a veřejných vodovodů.**

Navržený systém je velmi efektivní vzhledem k možnostem pružně reagovat na aktuální trendy v bydlení a ve stavebnictví, které ovlivňují ozáření obyvatelstva ve vnitřním prostředí budov, a bylo tak vždy možné modifikovat vybrané úkoly programu a priority v jejich plnění podle aktuálních potřeb v jednotlivých letech realizace RP. Do Radonového programu ČR se promítly jak změny mezinárodních doporučení, tak poznatky z výstupů výzkumných projektů, které byly realizovány přímo v návaznosti na jeho úkoly. Díky nim se postupně významně zvýšila kvalita i účinnost protiradonových opatření a možnosti radonové diagnostiky budov.

Na závěr bych rád také zmínil osobní nasazení a iniciativu některých jednotlivců zapojených do formulování úkolů radonového programu, které podstatnou měrou ovlivnily úspěšné zavedení a dlouhodobé fungování celého programu. Právě ucelený přístup, široká mezioborová spolupráce, zapojení vybraných vládních rezortů, stabilní podmínky financování a podpora výzkumu a vývoje nových měřících metod a zařízení, vývoj a optimalizace protiradonových opatření jsou aspekty, které vždy přitahovaly zájem ze zahraničí a vedly tak k šíření našich zkušeností a znalostí do jiných zemí světa (příspěvek Ing. Hůlky a příspěvek autorů M. Matolín, M. Neznal, I. Barnet).



Budovy Státního úřadu pro jadernou bezpečnost a Státního ústavu radiační ochrany. Foto J. Helebrant a Ondřej Kořínek, Wikimedia Commons

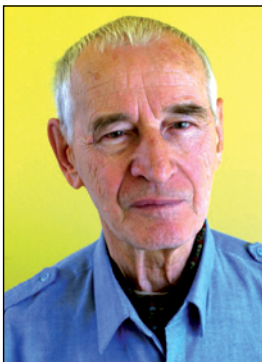


# PREHISTORIE Radonového programu ČR

**Slavíme 20. výročí RPČR, ale v roce 1999 jsme nezačali od nuly, naopak letos bychom mohli slavit 60. výročí. Málokdo ví, že rynholecký škvárobeton, který rozproudil iniciativy v roce 1989, se objevil již mnohem dříve, jeho existence však byla utajena.**

Stalo se to v roce 1956, o čemž je k dispozici jediný **TAJNÝ dokument**, který dokazuje, že „Radioaktivita škvárového odvalu – Rynholec“ byla předmětem velkého zájmu: 1) Krajské HE stanice KNV Praha, 2) Ústavu hygieny práce a chorob z povolání, oddělení ionizačního záření, kde jsem začal pracovat i já, ale jako politicky nespolehlivý zaměstnanec jsem do tajného úkolu nebyl připuštěn; a 3) Ministerstva zdravotnictví ČSR, s Odborem hygieny záření, vedeného MUDr. Emilem Kunzem, který byl spolu s MUDr. Ševcem jedním z odborníků zabývajících se **závažností rakoviny plic jako profesionální choroby a příčiny úmrtí u horníků v uranových dolech.**

Stanovisko k problematice poslalo MZd, konkrétně až 29. ledna 1960 hlavní hygienik ČSR Dr. Vilém Škovránek. Bylo vypracované Dr. Emilem Kunzem v tomto smyslu: „pracovníci ÚHPCHP naměřili v bytech postavených ze stavebních materiálů s použitím rynholecké škváry **hladiny záření (gama) nejméně o 1 řád výše než přirozené pozadí.** Takový stupeň ozáření by vedl k expozici občanů žijících v bytech, jež by se blížila a někdy i přesahovala hodnoty v současné době uznávané jako nejvýše přípustné pro jedince z obyvatelstva ..., tím spíše nelze připustit takový stupeň expozice záření u větších kolektivů osob.“ **Tedy žádná zmínka o radonu**, který byl rovněž měřen, ale zřejmě vzhledem k tomu, že domy na sídlišťích nebyly dokončené, snad i bez oken, hladiny radonu byly spíše na úrovni radonu v atmosféře. Zpráva se rovněž zmiňuje o měření na haldách a zjištění různých hladin kontaminace, což vede k požadavku: „**aby škváry se zvýšenou aktivitou z uvedené haldy nebylo používáno k výrobě stavebního materiálu pro objekty, kde se trvale zdržují lidé**“, čímž HH potvrzuje rozhodnutí krajského hygienika z roku 1958. Tímto dosti benevolentním stanoviskem hlavního hygienika a zanedbanou kontrolou krajského hygienika, ale i nadšením Prefy Hýskov a Konstruktivy v Rynholci plnit jeden z prioritních úkolů 4. pětiletky a ÚV KSČ došlo k tomu, že bohužel **již v roce 1964** byla zahájena stranou a vládou podporovaná výroba škvárobetonových bloků pro výstavbu rodinných **domů START.**



RNDr. Josef Thomas, CSc., SÚRO

**Radonový program v Československu mohl tedy začít v roce 1956 nebo 1960**, kdyby u nás neexistoval socialistický režim realizovaný ÚV KSČ a vládou s předsedou vlády a prezidentem, členy ÚV KSČ, kteří měli zájem na výstavbě bytů pro dělnickou třídu a rozvoji národních podniků, jako byla třeba Prefa Hýskov, vyrábějící škvárobetonové bloky z rynholecké škváry.

**Problematika domů START se obnovila dramaticky až v roce 1988** po téměř čtvrt století tím, že jeden z majitelů domu START v Trhové Kamenici, jehož otec byl horníkem v uranových dolech v Rožínce, zjistil vypůjčenými měřidly zvýšený radon i záření gama. Odvážný majitel podal žalobu na výrobce **(na národní podnik!)**. Ale soudce chtěl od KHS výsledky měření. Tím začalo systematické vyhledávání dalších domů START. Soud to tehdy zdržoval, jak jen mohl. Žalobce se rozsudku nedočkal, **dočkal se ale Listopadu '89.** A pak už tu byla úplně jiná situace, nikoliv jedna žaloba, ale rovnou tři tisíce žalob všech majitelů domů START.

**Dalším specifickým problémem Radonového programu byly a jsou domy v Jáchymově**, které byly měřeny už v letech **1978 až 1984**, rovněž jako **tajný úkol** a na příkaz hlavní hygieničky. V Jáchymově byl totiž v letech 1855 – 1910 (ještě v rámci rakousko-uherské monarchie) jako stavební materiál používán odpad z továrny na výrobu tzv. fluoreskujícího uranového skla. Tímto odpadem byl **krásný písek**, tedy materiál vhodný a potřebný do omítek i malty pro stavbu a omítnutí příček i stropů. Velmi zajímavé je, že v roce 1898 se o tento odpad přímo v Jáchymově zajímali **manželé Curieovi**, tehdy ještě budoucí objevitelé radia. Manželé Curieovi v září 1898 žádali vedení uranové fabriky v Jáchymově o 5 kg vzorek zbytků výroby. Ale již v říjnu 1898 projevíli zájem o větší množství, 30 – 100 kg zbytků. Zřejmě zjistili, že chemická separa-

ce toho hledaného zářícího elementu se jim podaří separovat z jáchymovského odpadu snáze, než z jiné uranové horniny. Krátce poté byl v prosinci 1898 oznámen objev prvku radium. V červnu 1899 Curieovi žádali již o zaslání tisíců kg odpadů. To totiž už nešlo o objev radia, ale o výrobu radia, které se stalo nejdražším zbožím té doby. A tak se i v Jáchymově přešlo od roku 1907 od výroby uranové barvy na výrobu radia. Radium a radon se staly na počátku 20. století zázračným léčivem, a to i v Jáchymovských lázních, a obchodním artiklem, u nás jde např. o výrobky firmy Radiumchemia Kolín. Přitom odpady se v Jáchymově produkovaly a využívaly dále.

**O výskytu radonu v bytech na konci 60. a začátku 70. let 20. století nikdo nic nevěděl. První systematické měření radonu v bytech poskytl až Bengt Hultqvist** ve Švédsku ve své kandidátské práci v ústavu prof. Sieverta, předsedy ICRP v roce 1955. Ani tato zjištění nakonec nevedla k formulování Radonového programu Švédska.

**Měření radonu v jáchymovských domech v letech 1978 – 83 bylo prováděno v utajeném režimu a výsledky měření nesměly být sdělovány občanům Jáchymova.** Měřilo se většinou ve dvoučlenných pracovních týmech, dva až čtyři týmy pracovaly v průměru deset pracovních týdnů ročně, a to po dobu pěti let. Šlo převážně o pracovníky z VÚHZ Praha a ÚHP UP Příbram. Nálezy byly šokující. Bylo proměřeno celkem 611 domů. Příkony jednotek  $\mu\text{Gy/h}$  záření gama a stovek  $\text{Bq/m}^3$  radonu byly běžné, **maximum** rovnovážné ekvivalentní koncentrace radonu však dosáhlo extrémní hodnoty **13 000  $\text{Bq/m}^3$ .** Další komplikací byl běžný přísun radonu z prostorných sklepů ze 16. století, stavěných s použitím odpadů z těžby stříbrných rud kontaminovaných rudami uranovými nebo ze štol uranových (dříve stříbrných) dolů za domem používaných jako skladiště. To byl můj první kontakt s radonem v bytech a s hledáním příčin jeho výskytu.

**Z této prehistorie Radonového programu ČR je vidět, že zrození Radonového programu má složitou předehru, že nebyl jednoduchým úkolem a že byl silně ovlivněn přírodními i politickými situacemi a událostmi v letech 1898, 1918, 1939, 1948, 1968 a zejména 1989. Byla to tedy změna režimu a aktivní přístup občanů, které nakonec umožnily vznik Radonového programu v jeho dnešní podobě.**

# Geologické podloží ja

**Česká republika má na svém území horniny magmatické, sedimentární a metamorfované různého stáří a geochemického složení vykazující globálně nadprůměrnou radioaktivitu. Některé horniny mají zvýšené obsahy přírodních radioaktivních prvků U a Th a jsou potencionálním zdrojem izotopů radioaktivního plynu radonu. Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) z geologického podloží proniká do ovzduší stavebních objektů, a jak potvrzují četná měření, je nejvýznamnějším zdrojem radonu v ovzduší objektů. Od počátku řešení radonové problematiky v rámci radonového programu ČR byla této skutečnosti věnována zvýšená pozornost.**

prof. RNDr. Milan Matolín, DrSc., PřF UK Praha, RNDr. Ivan Barnet, ČGS,  
Ing. Matěj Neznal, RADON v.o.s.

Mapování radonového rizika geologického podloží bylo započato na přelomu let 1989 a 1990. Počátek 90. let byl kromě radonového mapování zaměřen na vývoj metodiky měření radonu v horninách, na sledování prostorových a časových variací radonu v půdním vzduchu, na vytvoření instrumentálního zázemí, tj. vývoj vhodného přístrojového vybavení, a na získávání odborných podkladů a zkušeností (výzkumné úkoly, výměna informací se zahraničím). Jelikož v návaznosti na první legislativu zabývající se radonovou problematikou vznikla řada soukromých firem, stanovujících radonový index pozemku (tehdy ještě pod pojmem radonové riziko pozemku), bylo nutné zajistit kompatibilitu a jednotnost výstupních dat těchto firem, ať již zmíněnou jednotnou metodikou, tak i srovnáním výsledků terénních měření závislých na způsobu odběru vzorků půdního vzduchu, metodice měření radonu a vyhodnocení výsledků s využitím radonových referenčních ploch, v současnosti provozovaných Přírodovědeckou fakultou UK Praha.

## Mapování radonového rizika geologického podloží

Mapy radonového rizika byly od počátku vytvářeny především pro cílené vyhledávání budov s vyššími koncentracemi radonu v ovzduší. Jako první krok byly pro celé území ČR sestaveny konturové odvozené mapy radonového rizika v měřítku 1 : 200 000 na

základě geologických map stejného měřítka vydaných tehdejší Českou geologickou ústavem – nyní Českou geologickou službou (ČGS). Mapy pokrývaly území jednotlivých krajů a v konturách geologických jednotek byly vyznačeny předpokládané kategorie radonového rizika.

V roce 1996 byla dokončena digitalizace podrobnějších geologických map v měřítku 1 : 50 000 pro celé území ČR a bylo je možno využít pro podrobnější radonové mapování. Geologické jednotky byly rozděleny do základních litologických a stratigrafických typů, lišících se radiometrickými charakteristikami, a nová podrobná měření radonového indexu podle jednotné metodiky doplnila existující data v databázi ČGS (kam vkládaly data dobrovolně i měřicí firmy). Ke třem kategoriím radonového indexu byla doplněna ještě čtvrtá - přechodný index – pro kvartérní variabilní sedimenty. Tyto mapy byly do r. 2005 předány pro celé území ČR v listinné i elektronické verzi SÚJB, MŽP a archivu ČGS. Od roku 2005 probíhaly v rámci Radonového programu výzkumné projekty, zaměřené na aktualizaci radonových map pro celé území ČR. Zásadní přínosem bylo dokončení geologické mapy ČR v měřítku 1 : 500 000 bez kvartérních sedimentů. Výsledky výzkumného úkolu zaměřeného na vliv hlubšího geologického podloží s rozdílným radonovým indexem na koncentrace radonu v kvartérních sedimentech a srovná-

ní radonu v podloží a v objektech (databáze SÚRO) umožnilo aktualizaci radonových map v měřítku 1 : 50 000, které jsou nyní publikovány na webu ČGS [www.geology.cz/radon](http://www.geology.cz/radon). Aktualizace se týkala především zrušení přechodné kategorie radonového indexu a jeho nahrazení klasifikací podle hlubšího podloží (tři kategorie: nízký – střední – vysoký radonový index). Zároveň byly do map doplněny i tektonické linie, které lokálně ovlivňují koncentraci radonu v podloží.

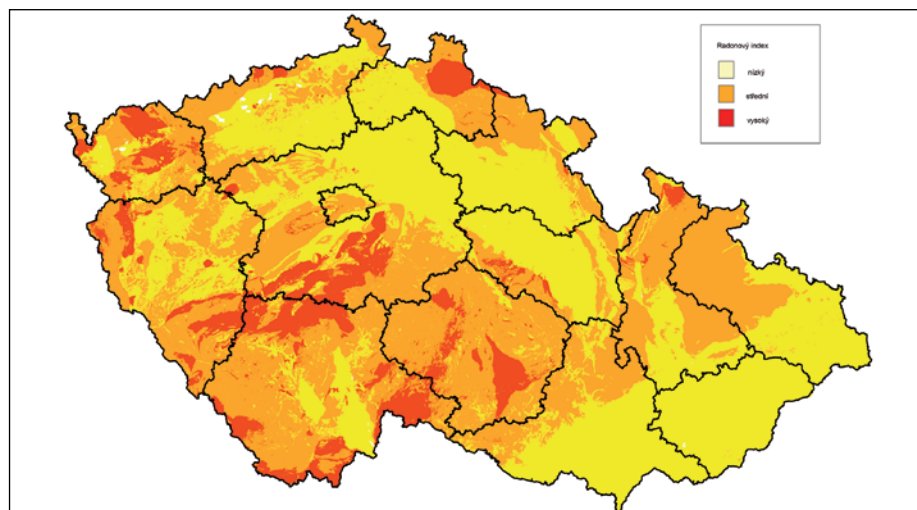
V rámci Radonového programu byla následně zpracována webová aplikace na mapovém serveru ČGS Komplexní radonová informace pro obce a jejich části, přístupná z <https://mapy.geology.cz/radon/>. Laická veřejnost i administrativa má možnost získat na jednom místě všechny aktuální informace o radonovém indexu v podloží, o radonu v objektech, dávkovém příkonu hornin a jejich litologii. Aplikace umožňuje pro vybranou lokalitu tisk mapy i textové informace, v současné době jsou doplněny i mapové postery pro obce s rozšířenou působností, které byly již předány v tištěné formě příslušným ORP, stavebním a krajským úřadům.

## Jednotná metodika stanovení radonového indexu pozemku

Preventivní ochrana staveb proti radonu pronikajícímu z geologického podloží do vnitřního ovzduší objektu se dle legislativních pravidel stala od počátku 90. let součástí projektové přípravy stavby a vlastní realizace. Prvním stupněm ochrany proti radonu při přípravě stavby je stanovení radonového indexu pozemku. Radonový index pozemku, určený detailním radonovým průzkumem na základě jednotné metodiky, vyjadřuje míru rizika pronikání radonu z podloží stavby (půdního vzduchu) do ovzduší stavby.

Již první verze metodiky stanovení radonového indexu pozemku z roku 1990 byla založena na měření a hodnocení dvou základních parametrů, objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a plynopropustnosti zemín. Stanovené hodnoty těchto parametrů a zhodnocení strukturně-tektonických poměrů pozemku vedou ke klasifikaci radonového indexu pozemku s výslednou stupnicí: radonový index pozemku nízký, střední, vysoký. Zjednodušeně řečeno, čím vyšší je koncentrace radonu v podloží a čím jsou vrstvy zemín a hornin v kontaktním prostředí budoucího objektu s podložím propustnější, tím vyšší je radonový index pozemku. Hodnota radonového indexu pozemku je podkladem pro potřebnou ochranu stavebního objektu.

Standardní verze metodiky byla publikována v roce 1994. V dalších letech byl zpracován komplexní výzkumný úkol „Vývoj geofyzikálních metod pro měření a hodnocení radonového rizika základových pód včetně vývoje testovacích referenčních ploch“ s cílem jednotnou metodiku dále zpřesnit a vylepšit. Vý-



Geologická prognózní mapa radonového indexu



# ko hlavní zdroj radonu

sledkem výzkumných úkolů bylo v roce 2004 zpracování a publikování jednotné metodiky „Stanovení radonového indexu pozemku“. Tato metodika je po dílčích úpravách (aktuální verze 2017 – Doporučení SÚJB, DR-RO-5.0 /Rev.2.2/, 12/2017) platná i v současnosti.

## Přístrojové vybavení

Pro efektivní stanovení radonového indexu pozemku byla kromě metodiky podstatná i dostupnost měřicí techniky. Výhodou tak bylo, že od počátku byly k dispozici měřicí přístroje vyráběné v ČR, velmi dobře využitelné jak v laboratoři, tak i v terénu. Ať se již jedná o detektory využívající scintilační komory (monitory radonu řady LUK) nebo aktuálně využívanější ionizační komory (monitory řady RM).

Ke stanovení plynopropustnosti zemin byl v ČR vyvinut a je vyráběn přístroj RADON-JOK, který je pro své parametry nejužívanějším přístrojem i ve světě.

Odběrová metoda pro odběr vzorků půdního vzduchu (pro následné měření objemové aktivity radonu) byla vyvinuta ihned v počátcích 90. let na základě zkušeností v ČR i zahraničí. Při odběrech vzorků se využívá souprava založená zvláště na dutých tyčích a tzv. „ztracených hrotech“. Metoda odzkoušená během mnoha rutinních komerčních průzkumů v různých geologických podmínkách v ČR je v současnosti i nejvíce rozšířená v celém světě.

## Standardizace měření radonu a stanovení radonového indexu pozemků

Měření radonu a stanovení radonového indexu pozemků je specializovaná činnost podléhající podle legislativy ČR platným předpisům a požadavkům kvality výsledků. Cestou k plnění těchto norem je:

- Odborná příprava vybraných pracovníků pro činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany pro stanovení radonového indexu pozemku (ve smyslu zákona č. 263/2016 Sb.), je prováděna ve třídených kurzech na PřF UK. Od roku 1992 se jich celkem zúčastnilo 671 zájemců.
- Ověření zvláštní odborné způsobilosti zkouškou (vyhláška č. 409/2016 Sb., § 15).
- Ověření přístrojů na měření radonu v radonové komoře SÚJCHBO Kamenná.
- Ověření správnosti pracovních postupů stanovení radonu v horninách porovnávacím měřením objemové aktivity radonu v půdním vzduchu na radonových referenčních plochách (zákon č. 263/2016 Sb., § 25, odst. (1), písmeno f)), kdy se testuje použití vhodných přístrojů a doporučené metodiky stanovení radonového indexu pozemku.

Konečné ověření techniky odběru vzorků půdního vzduchu, převedení vzorku půdního vzduchu do detekční komory, metodiky měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a zpracování dat se realizuje porovnávacím měřením na radonových referenčních plochách od roku 1991.

Porovnávací měření OAR v půdním vzduchu byla od r. 1992 realizována na 4 referenčních plochách v okolí Liberce. Nové 3 referenční plochy pro porovnávací měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu jsou od r. 2000 ve středních Čechách v oblasti Míln, 60 km jihozápadně od Prahy. Referenční

hodnocení radonového rizika a byli i odbornými spoluautory při přípravě mezinárodní ISO normy „Measurement of radioactivity in the environment – Air: radon-222 – part 11: Test method for soil gas with sampling at depth“, publikované v dubnu 2016. Způsob stanovení radonového potenciálu, popsany podrobně v metodice, a mnoho dalších zkušeností a expertiz byl např. využit i při pracích na projektu European Atlas of Natural Radiation a European Geogenic Radon Map a je hojně využíván při rozličných výzkumných úkolech v zahraničí. Kromě již uvedených skutečností se nedíl-



Porovnávací měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu 22 organizací na referenční ploše Cetyně v roce 2017

plochy Cetyně, Bohostice a Buk jsou na travnatých plochách, každá referenční plocha zahrnuje 15 stabilizovaných bodů v měřičské síti 5x5 m. Referenční plochy vykazují 3 různé úrovně objemové aktivity radonu v půdním vzduchu: Cetyně 39 kBq/m<sup>3</sup>, Bohostice 49 kBq/m<sup>3</sup> a Buk 126 kBq/m<sup>3</sup>. Správcem referenčních ploch je PřF UK. V období 2000 – 2018 se porovnávacích měření radonu na referenčních plochách účastnilo 301 organizací, z toho 272 úspěšně v kritériích testů. Porovnávací měření umožňuje organizacím ověřit správnost vlastních měření, které uvádí v „Posudku o stanovení radonového indexu pozemku“

## Mezinárodní spolupráce

Nutno podotknout, že využívaná jednotná metodika (publikovaná v roce 2004 kromě českého jazyka i v angličtině) měla a má velký ohlas i v zahraničí, kde je buď využívána přímo (např. na Slovensku či během kanadského projektu „North American Soil Geochemical Landscape Project“ v rámci Canada's New National radon Strategy), nebo je jedním z podkladů při vytváření zahraničních metodik a postupů. Spoluautoři metodiky pracovali i na výzkumném projektu v Německu zaměřeném na vývoj metodiky

novou a významnou součástí mezinárodní spolupráce při řešení radonové problematiky stala výměna znalostí a zkušeností expertů z různých zemí během pravidelně organizovaného mezinárodního workshopu „Geological Aspect of Radon Risk Mapping“. Tento workshop pořádá každé 2 roky společnost RADON v.o.s. spolu s ČGS a v současné době se připravuje na září roku 2020 již 15. ročník. Význam workshopu ukazuje i následující citát od pana Petera Bossewa z Bundesamt für Strahlenschutz během 11. ročníku workshopu v roce 2012: „Prague workshop has indeed become the epicentre of radon research, also beyond Europe“. Součástí workshopu bývá i mezinárodní srovnávací měření „Radon Intercomparison Measurement“, organizované společně se zástupci PřF UK právě na již zmíněných radonových referenčních plochách Cetyně, Bohostice a Buk. Uskutečnilo se v letech 1996, 2002, 2010, 2012, 2014 a 2018 a zúčastněné zahraniční měřicí skupiny vesměs obdivovaly propracovaný systém standardizace měření radonu v ČR. Z těchto skutečností je zřejmé, že jsou ve světě naše zkušenosti velmi oceňované a Česká republika je považována za jednoho z leaderů v této oblasti.

# MEZINÁRODNÍ DOPAD Radonového programu ČR

**Už v roce 1995 pozvali belgičtí kolegové české zástupce, aby v Liège prezentovali české zkušenosti s usměrňováním ozáření od radonu. V návaznosti na to belgičtí kolegové navrhli pořádat střídavě pravidelné radonové konference v Belgii a ČR. Tak byl položen základní kámen dlouhodobé tradice pořádání pražských radonových konferencí (International Conference on Protection against Radon at Home and at Work) organizovaných Fakultou jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT v Praze, které probíhají dosud pod vedením RNDr. Lenky Thinové, Ph.D.**



Ing. Jiří Hůlka, SÚRO, Praha

Tato pravidelná setkání odborníků se stala jednou z nejvyhledávanějších mezinárodních vědeckých platform pro radonovou problematiku. Na ně navázala pravidelná mezinárodní srovnávací měření přístrojů a metod v Praze, jež jsou zpravidla organizovány Státním ústavem radiační ochrany, v.v.i. vedoucím radonové a thoronové laboratoře Ing. Karlem Jíllem, v rámci mezinárodních konferencí nebo ve spolupráci s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (MAAE).

Dlouho nebylo v mezinárodních organizacích MAAE a WHO (Světová zdravotnická organizace) jasné, kdo má mít problematiku radonu v budovách na starosti. Téma se vymykalo tradičnímu systému regulace v radiační ochraně, jednalo se o regulaci v soukromých budovách, tudíž zásah do soukromí lidí. MAAE radon v bytech dlouho považovala za téma, které nepatří do její kompetence. Nakonec iniciativu převzala WHO a připravila Handbook on Indoor Radon: a public health perspective. Teprve následně začala jednání mezi MAAE a WHO a vyjasňování pozic působnosti jednotlivých organizací.

Jedno z prvních společných jednání proběhlo v Ženevě 2010, tam byla přizvána i ČR s možností prezentovat svůj Radonový program. Od té doby začal být český radonový program uznáván pro svoji komplexnost a dlouhodobou stabilní podporu ze strany státu. Čeští odborníci byli zváni na významná mezinárodní jednání a MAAE je přizvala ke spolupráci na přípravě pracovního plánu pro tvorbu mezi-

národních doporučení pro členské státy a nabídla českým pracovníkům pozice v MAAE ve Vídni při přípravě a koordinaci radonových programů v členských zemích (Ing. Kateřina Navrátilová Rovenská, Ph.D.). První významné doporučení MAAE k této problematice (**IAEA Safety Standards, Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation, 2015**) bylo připraveno s velkou účastí českých expertů (z 22členného týmu z celého světa bylo 9 z Česka), finální jednání proběhlo v Praze. Čeští experti jsou od té doby pravidelně zváni na mise MAAE k rozvoji národních radonových programů v členských státech a Česká republika slouží jako školicí místo pro stážisty MAAE z celého světa.

Za ocenění můžeme považovat také pozvání od americké radonové asociace The American Association of Radon Scientists and Technologists (AARST) na International Radon Symposium v Las Vegas 2008, aby zde vybraní zástupci ČR uceleně prezentovali český radonový program. Organizátor prof. Burkhart na sympoziu prohlásil, že v USA se snaží vymyslet cosi, co už dávno objevili v Praze. Čeští odborníci byli pak pozváni k prezentaci českého radonového programu i kanadskou vládou. Česká republika se účastnila všech evropských výzkumných projektů týkajících se radonu (ERICA, RADPAR, DOREMI) a právě se podílí na přípravě nového evropského radonového projektu RadoNorm.

Čeští experti aktuálně pracují na přípravě evropských doporučení v rámci pracovní skupiny EU GoE31 v Lucemburku a podílejí se na zpracování dat pro United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) a MAAE ve Vídni. Čeští experti se také významně podíleli na přípravě mezinárodní normy ISO/TS 11665-13 (Measurement of radioactivity in the environment) zaměřené na metody stanovení součinitele difúze radonu v izolačních materiálech.

Z vědeckého hlediska stojí za zmínku český příspěvek celosvětového významu k hodnocení rizika vzniku rakoviny plic v souvislosti s expozicí krátkodobým produktům přeměny radonu a epidemiologie radonu. **Epidemiologické studie kancerogenního rizika radonu** realizované ve Státním ústavu radiační ochrany pod vedením předního světového epidemiologa RNDr. Ladislava Tomáška probíhají již od konce šedesátých let minulého století, kdy byla zahájena epidemiologická studie horníků jáchymovských uranových dolů, později rozšířená o studii horníků příbramských uranových dolů, kteří již pracovali za podmínek regulované expozice. V roce 1989 byla zahájena studie u obyvatel se zvýšenými objemovými aktivitami radonu v domech. Významným rysem všech těchto studií je relativně dlouhá doba sledování dosahující až 50 let a dobrá kvalita odhadnutých expozic založená na rozsáhlých měřeních radonu, zahrnující expozice 10 000 horníků uranových dolů a 12 000 osob v případě studie v obydlich. Výsledky byly využity při přípravě dávkových konverzních faktorů publikovaných v mezinárodních doporučeních (UNSCEAR a ICRP).

Česká republika se stala také významným světovým producentem a exportérem radonových detektorů a přístrojů pro stanovení OAR ve vzorcích půdního vzduchu a pro kontinuální a integrální stanovení OAR ve vnitřním prostředí budov. Celosvětově unikátní je technologie vyvinutá k dosažení ultranizkých hodnot objemové aktivity radonu na úrovni  $\text{mBq/m}^3$  (ČVUT UTEF). Zařízení jsou českou firmou dodávána prakticky do všech světových vědecko-výzkumných podzemních laboratoří, ČR má zde zatím celosvětový monopol.



Pracovní jednání zástupců IAEA a WHO s českými experty při přípravě IAEA Safety Standards k radonu



# Vývoj opatření pro ochranu uživatelů staveb před přírodními radionuklidy

**Přírodním radionuklidům jsou uživatelé staveb vystaveni od nepaměti. Jejich ozáření způsobuje nejen radon pronikající do staveb z podloží, ale i přírodní radionuklidy obsažené ve stavebních materiálech.**

Až do **50. let minulého století** se vůbec nevědělo, že ve většině domů dochází k většímu ozáření uživatelů než v exteriéru. Teprve v roce 1956 totiž Bengt Hultqvist publikoval výsledky prvních měření koncentrace radonu ve švédských domech. Jeho studie zahrnující 225 domů ukázala, že v domech postavených z lehčeného betonu vyrobeného s použitím kamenečných břidlic jsou vysoké koncentrace radonu. Záhy vyšlo najevo, že radon není jen problémem Švédska.

U nás byly **na počátku 60. let** zjištěny vyšší hodnoty prostorového dávkového ekvivalentu v domech postavených z panelů vyrobených ze škváry s vysokým obsahem radia-226, která pocházela z elektrárny v Rynholci u Nového Strašecí. Tyto panely byly vyráběny národním podnikem Prefa Hýskov od cca poloviny 50. let do roku 1986. Za tuto dobu z nich bylo postaveno zhruba 3000 rodinných domků (zejména typu Start) a několik desítek bytových domů na sídlišťích v Letňanech, Petřinách, Radotíně i jinde. Nutné je ale dodat, že používání panelů k bytové výstavbě probíhalo přes zákaz krajského hygienika, který již v roce 1956 zakázal používání škváry pro výrobu stavebních materiálů pro bytové účely. Toto rozhodnutí, které bylo v roce 1960 potvrzeno hlavním hygienikem, lze považovat za vůbec první regulaci ozáření ve stavebách na území tehdejší ČSR.

**V 80. letech** byly pod vedením ministerstva zdravotnictví a stavebnictví zahájeny výzkumné práce s cílem zmapovat výskyt přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech a prozkoumat možná technická řešení pro ochranu uživatelů staveb jak proti radonu z podloží, tak proti záření gama ze stavebních materiálů. Systematické proměření produkce všech státních výrobců stavebních materiálů vedlo k odhalení dalšího výrobku se zvýšeným obsahem radia-226. Tím byly plynosilikátové tvárnice vyráběné od roku 1956 v pórobetonce v Poříčí u Trutnova. V roce 1982 byl výrobce donucen snížit hmotnostní aktivitu radia ve svých výrobcích. Dalším výstupem státního výzkumného úkolu byl první metodický pokyn omezující hmotnostní aktivitu radia ve stavebních výrobcích, který v roce 1987 vydalo ministerstvo výstavby a stavebnictví.

Poznatky nashromážděné v 80. letech umožnily, aby bezprostředně **po revoluci mohla v roce 1991 vyjít průlomová vyhláška ministerstva zdravotnictví 76/91 Sb.**, o požadavcích na omezování ozáření z radonu a dalších přírodních radionuklidů. Touto vyhláškou byla poprvé stanovena povinnost

Prof. Ing. Martin Jiránek, CSc.,  
Stavební fakulta  
ČVUT v Praze



zjišťovat radonové riziko stavebního pozemku a povinnost chránit budovy proti radonu z podloží, mají-li být stavěny na pozemku s jiným než nízkým radonovým rizikem. Poprvé také byly stanoveny požadavky na koncentraci radonu v obytných místnostech staveb, 200 Bq/m<sup>3</sup> pro novostavby a 400 Bq/m<sup>3</sup> pro stávající stavby. A ke stavbě budov s bytovými místnostmi mohly být bez souhlasu krajského hygienika používány jen materiály s hmotnostní aktivitou radia menší než 120 Bq/kg. Požadavky formulované touto



**Rodinný domek typu START**

vyhláškou zůstaly v platnosti s drobnými obměnami prakticky až do roku 2017, kdy nový atomový zákon 263/2016 Sb. a vyhláška 422/2016 Sb. zavedly jednu referenční úroveň 300 Bq/m<sup>3</sup>, povinnost chránit všechny stavby proti radonu (nikoliv jen ty, které se stavějí na území mimo nízké radonové riziko) a jiné požadavky na obsah přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech.

Jako byla v oblasti legislativy průlomová vyhláška 76/91 Sb., byla pro navrhování a provádění staveb průlomová **technická norma ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží**, která vyšla v roce 1995. Jednalo se o vůbec první normu s takovýmto zaměřením v Evropě. Norma ke každé kategorii radonového rizika pozemku specifikovala vhodná opatření a ke každému opatření uváděla postup navrhování a provádění. Přínosem normy bylo, že přispěla ke sjednocení dosud často rozporuplných názorů na ochranu staveb proti radonu i na použití jednotlivých opatření a izolačních materiálů. Byla stano-

vena povinnost používat na protiradonovou izolaci jen hydroizolační materiály, pro které byl stanoven součinitel difuze radonu. Norma také nově zavedla způsob dimenzování protiradonové izolace, neboli výpočet tloušťky v závislosti na typu domu, koncentraci radonu v podloží a součiniteli difuze radonu v izolačním materiálu.

**V následujících letech** probíhalo intenzivní ověřování normativních postupů prostřednictvím realizací protiradonových opatření v různých typech domů. Bylo zjištěno, že neúčinnějším opatřením pro snížení koncentrace radonu ve stávajících domech je nucené odvětrání radonu z podloží. Pozornost se proto soustředila na vývoj a ověření takových systémů pro odvětrání podloží, které by se daly instalovat bez výměny podlahových konstrukcí. Vznikla tak metoda spočívající na tom, že se pod podlahy domu horizontálně zavrtávají perforované trouby, z nichž se podtlakem odvádí půdní vzduch s radonem. Do té doby se takové řešení ve světě nikde nepoužívalo.

Získané zkušenosti vedly **v roce 2000 k první revizi ČSN 73 0601**, která mimo jiné umožnila provádět odvětrání podloží výše popsanou novou metodou odsávacích vrtů. Dále zde byl prvně formulován požadavek, aby se pod podlahami v kontaktních podlažích neprováděly nevětrané drenážní vrstvy o vysoké propustnosti. Jejich realizace byla podmíněna povinností takovouto vrstvu odvětrat vždy do exteriéru.

S rozvojem nových stavebních technologií a moderních stavebních materiálů, jejichž vlastnosti nebyly mnohdy ani dlouhodobě ověřeny a s jejichž používáním neměly tradiční firmy téměř žádné zkušenosti, vyvstaly nové problémy. Pro zabránění jejich šíření vznikla **v roce 2006 druhá revize ČSN 73 0601**, která na nastalou situaci pružně reagovala. Na protiradonovou izolaci bylo z důvodu špatné těsnosti spoju zakázáno používat plastové profilované (nopové) fólie a asfaltové pásy s kovovými výztužnými vložkami nesměly být již nadále používány jako jediný materiál protiradonové izolace. Důvodem byla náchylnost kovové vložky k popraskání vzhledem k její minimální tuhosti. Dále byla zavedena povinnost spojovat jednotlivé díly protiradonové izolace pouze takovým typem spoje, jehož těsnost byla odzkoušena měřením součinitele difuze radonu.

Touto revizí se také protiradonová opatření v novostavbách přestala navrhovat podle radonového rizika pozemku. Ten byl nahrazen radonovým indexem stavby. K rizikovým propustným podsypům pod podlahou kontaktního podlaží přibyla další riziková technologie – podlahové vytápění v kontaktní konstrukci. Při výskytu kteréhokoliv z těchto rizikových faktorů byla pro všechny kategorie radonového indexu stavby zavedena povinnost kom-

(Pokračování na straně 8)

Budova (místo, ulice, číslo, PSČ):		
Kategorie OAR (Bq/m <sup>3</sup> )	Zjištěná hodnota OAR	Zvýšení rizika rakoviny plic o
0 - 100		< 15 %
101 - 200		15 - 30 %
201 - 400		30 - 60 %
401 - 800		60 - 120 %
801 - 1 000		120 - 150 %
1001 - 2 000		150 - 300 %
2001 - 4 000		300 - 600 %
> 4000		> 600 %
OAR v budově splňuje/nespĺňuje směrnou hodnotu podle vyhlášky č. 307/2002 Sb.		

### Radonový štítek budovy pro novou stavbu před kolaudací

(Dokončení ze strany 7)

binovat protiradonovou izolaci s větracím systémem podloží nebo s ventilační vrstvou. Poprvé se také součástí normy stává radonový štítek budovy.

Od počátku byla pozornost věnována také ochraně staveb proti radonu a gama záření ze stavebních materiálů. Kromě legislativní regulace zmíněné výše došlo i na standardizaci základních typů opatření. První normou v této oblasti byla ČSN 73 0602 z roku 1998, která specifikovala vhodná opatření ke snížení prostorového dávkového ekvivalentu a koncentrace radonu. Z důvodu potřeby zohlednit legislativní změny byla tato norma revidována v roce 2006. Norma se zasloužila zejména o to, že ke snížení exhalace radonu z povrchu stavebních materiálů přestaly být používány na počátku 90. let hojně doporučované těsné nátěry povrchů. Ty se totiž ukázaly jako neúčinné, a navíc vedly k povrchové kondenzaci a růstu plísní. Rovněž se výrazně zredukovalo používání stínění na bázi olověných plechů.

V posledních 10 až 15 letech sílí snaha sní-

žovat energetickou náročnost staveb, a to jak v průběhu výstavby, tak při jejím provozu. Roste těsnost obálek budovy, snižuje se intenzita větrání, ale často se zapomíná na těsnost kontaktních konstrukcí. Zateplení obvodového pláště se protahuje až pod úroveň terénu, čímž vzniká historicky zcela nová transportní cesta pro radon – radonový most. Pod kontaktní konstrukce s podlahovým vytápěním se umísťují vysoce propustné tepelněizolační podsypy. Domy se napojují na tepelná čerpadla se zemními kolektory, kolem nichž pronikají do staveb z hlubokých podložních vrstev vysoké koncentrace radonu. Nucená ventilace vnitřního vzduchu s rekuperací tepla se stává běžnou součástí staveb. To u řady stavebníků, ale i stavebních profesionálů vede k mylné domněnce, že nucenou ventilací je automaticky vyřešena i ochrana staveb proti radonu.

To vše jsou nové výzvy, které je třeba zohledňovat při návrhu protiradonových opatření. Proto také **od října letošního roku vstupují v platnost nová znění ČSN 73 0601 a ČSN 73 0602**, která na tyto výzvy reagují. Nově budou muset být proti radonu chráněny

všechny stavby s pobytovým prostorem bez ohledu na kategorii radonového indexu. O vlastní ochraně bude rozhodovat typ stavby a účinnost opatření. Vzhledem k tomu, že častou příčinou zvýšené koncentrace radonu ve stavbě je její energetická sanace, byly do ČSN 73 0601 nově zavedeny požadavky na ochranu pobytových prostor staveb při jejich změně. Při každé stavební úpravě nebo změně stávající stavby, které mohou ovlivnit koncentraci radonu ve stavbě (například úpravy, které zasahují do kontaktních konstrukcí, mění vzduchotěsnost obálky budovy nebo způsob proudění vzduchu uvnitř budovy, při nichž dochází ke změně systému vytápění nebo větrání a při nichž se mění způsob užívání stavby nebo její části), budou muset být provedena taková opatření, která zamezí vzrůstu koncentrace radonu v pobytovém prostoru stavby.

S cílem zjednodušit a zpřístupnit všem účastníkům stavebního procesu návrh protiradonové izolace, a umožnit tak i laickou kontrolu jejího správného návrhu, byl zcela změněn postup pro dimenzování protiradonové izolace. Ta se bude nově navrhovat podle radonového odporu izolace, který bude muset být větší než minimální radonový odpor, jehož hodnoty se buď vypočítají, nebo převezmou z tabulky.

Z výše uvedeného historického přehledu vyplývá, že projektanti a realizátoři staveb se u nás od samého počátku snažili přispět k ochraně uživatelů staveb proti účinkům přírodních radionuklidů. Podíleli se na vývoji a ověřování různých opatření, přispívali k tvorbě legislativy a formovali normové postupy s cílem zefektivnit navrhování a provádění opatření proti radonu a gama záření. Rychle se měnící stavebnictví ale vyvolává potřebu neustále ověřovat platnost dosavadních přístupů, přizpůsobovat stávající řešení novým požadavkům a trendům a vyvíjet řešení nová. **Přejme si, aby i v těchto nových výzvách stavebnictví uspělo minimálně tak dobře jako doposud.**

# MĚŘENÍ RADONU ve vnitřním prostředí budov

**Jedním z klíčových úkolů radonového programu byla vždy snaha o snižování stávajícího ozáření obyvatel od radonu v budovách. Pro tento účel fungoval od počátku radonového programu ucelený systém zabezpečení bezplatného měření radonu v budovách využívaných k bydlení.**

Vytvoření systému by bylo nemyslitelné bez odborníků z Ústavu hygieny práce v uranovém průmyslu, jmenovitě Ing. Ivo Buriana, CSC., který v Čechách zavedl stopovou dozimetrii radonu, lacinou a spolehlivou metodu pro stanovení dlouhodobého průměru objemové aktivity radonu (OAR) v interiéru budov. Umožnil tak nejen provedení prvního re-

Ing. Ivana Fojtiková,  
SÚRO Praha

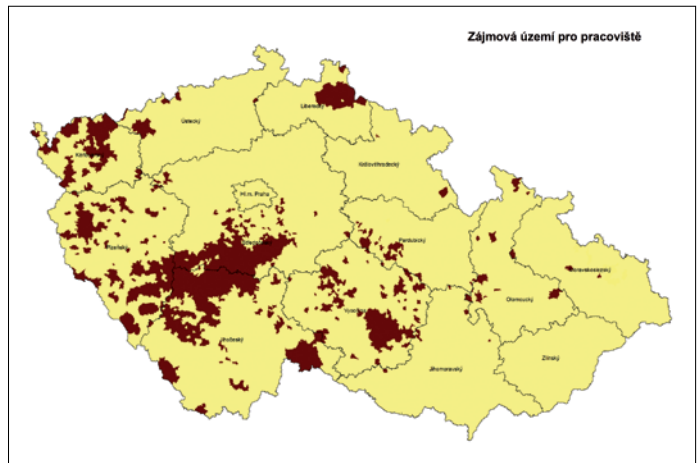
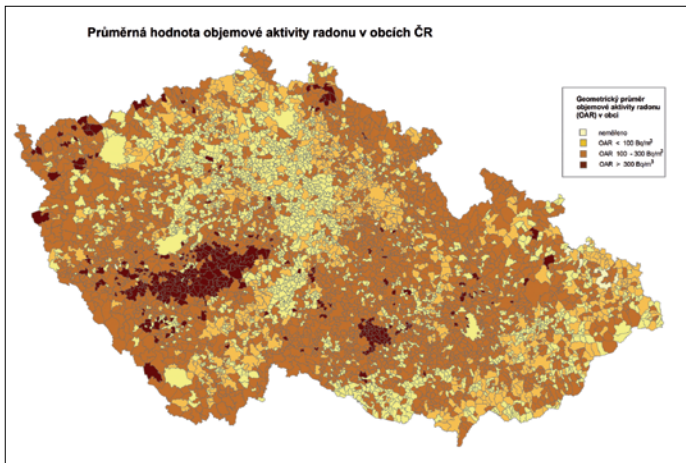


prezentativního průzkumu ozáření obyvatel z radonu v bytovém fondu v první polovině 90. let, ale také realizaci masivních vyhledávacích kampaní v dobách, kdy ještě nebyl

k dispozici dostatek měřicí techniky a také odborníků, kteří by ji byli schopni kvalifikovaně obsluhovat a interpretovat výsledky.

Jak se později ukázalo, časová i finanční investice do zavedení systému stopové dozimetrie a jejího udržení se bohatě vyplatila, neboť umožnila podchytit prvotní zájem obyvatelstva v době, kdy bylo téma ozáření radonem ještě zcela nové. Z této „pionýrské doby“ čerpá Česká republika svůj nemalý náskok oproti dalším evropským zemím, které musí dnes vynakládat značné výdaje, aby informovaly občany o radonovém riziku a nastartovaly zájem o řešení této problematiky.





Při rozmísťování detektorů do bytů pomáhala řada dobrovolníků na okresní a obecní úrovni i zaměstnanci hygienických stanic, kteří těžili ze znalosti místních poměrů a známostí s lokálními opinion leadery. Většina zájemců o měření se tak rekrutovala z menších obcí, kde je zástavba tvořena převážně rodinnými domy. Ve velkých městech nebylo umístění detektorů tak snadné, proto je v Praze proměřeno relativně nejméně objektů.

Dnes funguje systém tak, aby co nejeefektivněji vedl ke snížení ozáření populace – hlásí se do něj sami majitelé bytů, kteří mají o měření osobní zájem – nejčastěji jsou to ti, kteří se stěhují do nového nebo čekají přírůstek do rodiny, často jde bohužel rovněž o případy, kdy někdo z rodiny onemocní rakovinou plic a hledá se příčina. Podle získaných zkušeností je mezi lidmi, kteří se přihlásí do programu sami, nejvíce těch, kteří jsou připraveni v případě nepříznivého výsledku provést opatření ke snížení ozáření, a to nejen se státní dotací, ale i z vlastních prostředků.

Získané výsledky se od počátků měření shromažďovaly v centrální databázi, která sloužila jako vynikající zdroj informací o distribuci rizika ozáření z radonu při bydlení na území státu. Kromě údajů o umístění jednotlivých objektů jsou v databázi uloženy hodnoty průměrné objemové aktivity radonu v měřených místnostech. Poté, co se začaly poskytovat dotace na snížení ozáření, se do databáze začaly ukládat také informace o tom, které objekty a jakou technikou byly „ozdraveny“. Tam, kde měli majitelé objektů zájem, bylo provedeno ještě následně dlouhodobé měření po provedených opatřeních, takže bylo možné vyhodnotit účinnost zásahu.

Všechny údaje uložené v databázi jsou pravidelně vyhodnocovány a výsledky agregované (podle lokalit, podle typů opatření, podle roku výstavby objektu apod.) jsou cenným zdrojem poučení a inspirací pro další aktivity v rámci radonového programu. Díky tomuto sledování bylo možné zhodnotit vliv první radonové legislativy na úroveň ozáření i zachytit trendy změny v ozáření při nástupu energetických úsporných opatření (hromadné instalace plastových oken a zateplování fasád). Data jsou pravidelně vizualizována v mapách zveřejňovaných na webových

stránkách radonového programu (viz obr. *Průměrná hodnota objemové aktivity radonu v obcích ČR*).

Údaje v databázích pomohly při formulování radonových zájmových území (radon-prone areas) pro pracoviště, jež bylo požadováno v Evropské směrnici 2013/59. Data byla spolu s dalšími veřejnými informacemi Českého statistického úřadu (např. stáří objektů v jednotlivých obcích) a údaji z geologické prognózní mapy radonového indexu (např. typ horninového podloží, kategorie radonového indexu, kategorie propustnosti nebo přítomnost zlomů) využita pro vytvoření matematického modelu. Výstupem je vymeze-

ní oblastí, ve kterých je povinné stanovovat ozáření radonem, kterému jsou vystaveni pracovníci na pracovištích (viz obr. *Zájmová území pro pracoviště*).

V posledních letech je věnována velká pozornost ozáření dětí a mládeže, takže mezi objekty měřené zdarma jsou zařazovány školy a školky, jejichž zřizovatelé o to projeví zájem. Dopad těchto měření je znatelný, v současnosti je se státní dotací ozdravováno řádově stejné množství škol jako individuálně vlastněných nemovitostí. Tento výsledek nás obzvláště těší, protože dochází ke snížení působení radioaktivity na citlivé dětské organismy.

## Budoucnost stavíme na získaných zkušenostech

**Končí 20letá etapa Radonového programu, jehož plnění probíhalo na základě usnesení vlády v letech 2000 až 2009 a v letech 2010 až 2019.**

Novým atomovým zákonem 263/2016 Sb., (dále jen „zákon“), který vešel v platnost 1. 1. 2017, byl SÚJB jako ústřední správní úřad pro oblast využívání jaderné energie a ionizujícího záření ustanoven zodpovědným za zpracování a aktualizaci Národního akčního plánu pro regulaci ozáření obyvatel z radonu. Úřad na základě tohoto zmocnění zahájil v roce 2017 přípravu na novém Národním akčním plánu pro regulaci ozáření obyvatel z radonu (dále jen „RANAP“) tak, aby vstoupil v platnost 1. 1. 2020.

Nový RANAP je zpracován v souladu s požadavky SMĚRNICE RADY 2013/59/EURATOM ze dne 5. prosince 2013, kterou se stanoví základní bezpečnostní standardy ochrany před nebezpečím vystavení ionizujícímu záření a v souladu s dokumentem IAEA (MAAE – Mezinárodní agentura pro atomovou energii) „Safety Standards General Safety Requirements Part 3.5 Existing exposure situation“ a v souladu se zákonem.

Do příprav byly zapojeny všechny spolupracující resorty (MPO, MMR, MŽP, MZ, Mze a MF) a výsledný návrh byl v rámci připomínkového řízení zaslán také jednotlivým

Ing. Karla Petrová,  
ředitelka  
sekce  
radiační  
ochrany SÚJB



krajským úřadům a magistrátu hl. m. Prahy. RANAP je zaměřen na regulaci ozáření obyvatel z radonu v budovách s obytnými nebo pobytovými místnostmi, školských zařízeních, budovách sloužících k zajištění sociálních nebo zdravotních služeb a na pracovištích se zvýšeným ozářením z radonu. Pro další desetiletí byly stanoveny 3 dlouhodobé cíle:

- Informovaná a komunikující státní správa, zapojená veřejnost, vzdělání profesionálů
- Účinná prevence při výstavbě a rekonstrukci budov
- Efektivní regulace stávajícího ozáření (Pokračování na straně 10)

# Budoucnost stavíme na získaných zkušenostech

(Dokončení ze strany 9)

## První cíl

Nejdůležitější část akčního plánu je zaměřena na vytvoření stimulačního prostředí pro zajištění trvalého snižování ozáření z radonu díky zapojení veřejnosti, spolupráci s informovanou a komunikující státní správou a se vzdělanými profesionály. Základními články systému jsou úřady, veřejnost a profesionálové. Tyto články vytvářejí propojenou síť, která je postavená na informacích, datech, znalostech a vzájemné komunikaci. Jen správně vedené komunikační strategie, podložené daty a informacemi a spoluúčast motivovaných pracovníků, expertů a jednotlivců z řad veřejnosti mohou tento cíl naplnit.

Budeme využívat pracovní setkání, webové stránky, které byly dokončeny a spuštěny v roce 2016 ([www.radonovyprogram.cz](http://www.radonovyprogram.cz)), i sociální sítě. Musíme držet krok s trendy a technologiemi, oslovovat spoluobčany způsoby, které je zaujmou a jsou v tu dobu účinné, například krátká informativní videa, fotografie s radonovou problematikou, webináře, zajímavé články a interaktivní vzdělávací materiály. Je potřeba zdůrazňovat, že zdravotní styl zahrnuje i zdravé životní prostředí v budovách s co nejnižší koncentrací radonu.

Podložená data získáme prostřednictvím reprezentativního průzkumu v bytech ČR. Průzkum zhodnotí změny v distribuci objemové aktivity radonu ve stavbách, přispěje ke zjištění aktuální průměrné objemové aktivity radonu v ČR a ukáže vliv využití nových technických/technologických opatření ke snížení spotřeby energie na množství radonu ve stavbách.

K ukládání dat bude zřízena Národní radonová databáze, která umožní sledovat a hodnotit vývoj ozáření osob z radonu v budovách.

Za důležité považujeme sledovat a hodnotit vývoj v oblasti výstavby budov a protiradonové prevence u nás i v zahraničí. O nových poznatcích, které ovlivní přístup k ozáření z radonu, budeme informovat veřejnost i profesní skupiny.

Vyspělý systém „radonových“ map, který byl vyvinut a zdokonalován již od 90. let minulého století a dále v rámci předcházejících fází Radonového programu ČR, je veřejně sdílen na internetu prostřednictvím speciálních aplikací, bude udržován a rozvíjen.

V neposlední řadě se také v novém RANAP zaměříme na sledování aktuálních trendů v hodnocení zdravotních účinků z ozáření z radonu. Budeme hledat další možnosti a cesty spolupráce s příslušnými odbornými

společnostmi v medicíně v této oblasti. Informace, které získáme, budou zohledněny při přípravě jednotlivých projektů v daném roce.

## Druhý cíl

Prevence v oblasti ozáření obyvatel z radonu je zajištěna prostřednictvím legislativně daných kroků, například stanovení radonového indexu pozemku před výstavbou. Cílem prevence je, aby úroveň ozáření v nově postavených i zrekonstruovaných budovách byla **tak nízká, jak lze rozumně dosáhnout s ohledem na ekonomická a společenská hlediska, a to jak z pohledu jedince, tak z pohledu populace (optimalizace)**. Úroveň ozáření je porovnávána se stanovenou horní hranicí této optimalizované úrovně, která je stanovena právním předpisem a je nazývána referenční úrovní. Hodnota této referenční úrovně pro objemovou aktivitu radonu (dále jen „OAR“) je pro všechny budovy 300 Bq/m<sup>3</sup>.

Současně je legislativně stanovena hodnota OAR 3 000 Bq/m<sup>3</sup>, která reprezentuje nepřijatelnou roční expozici osob v budovách. Při jejím překročení je nutno vždy přijmout opatření ke snížení míry ozáření.

## Třetí cíl

Efektivní regulace stávajícího ozáření v oblasti přírodního ozáření je realizována souborem závazných právních norem, technickými standardy a metodikami vydanými formou doporučení Úřadu. Uplatní se jak při rekonstrukci budov, v existujících budovách, v budovách ve veřejném zájmu, při výrobě stavebního materiálu, na pracovištích a ve vodě dodávané pro veřejnou potřebu.

V rámci RANAP bude nabízeno a poskyto-

váno měření majitelům a uživatelům budov (určených k dlouhodobému pobytu osob) a vlastníkům budov sloužících škole nebo školskému zařízení, případně budov sloužících pro zajištění sociálních anebo zdravotních služeb při dlouhodobém pobytu fyzických osob. Měření bude realizováno s cílem získat výsledky OAR např. jako podklad pro rozhodnutí, zda je v budově překročena referenční úroveň, nebo může být použito pro hodnocení efektivity po provedených protiradonových opatřeních. V odůvodněných případech bude měření poskytnuto v rámci RANAP zdarma podle standardizovaných postupů SÚJB.

Součástí efektivní regulace jsou také nápravná opatření, která jsou ze své povahy dobře proveditelná s ohledem na současné znalosti a technickou úroveň. Nápravná opatření se plánují a realizují s cílem snížit hodnotu objemové aktivity radonu na co nejnižší dosažitelnou, minimálně pod hodnotu referenční úrovně objemové aktivity radonu 300 Bq/m<sup>3</sup>.

V ČR bude nadále zachován fungující systém dotací ze státního rozpočtu na přijetí odůvodněného opatření, které snižuje míru ozáření z přítomnosti radonu a jeho produktů přeměny ve vnitřním ovzduší staveb pro bydlení a pobyt veřejnosti nebo snižují obsah přírodních radionuklidů v pitné vodě určené pro veřejnou potřebu.

Úřad bude posuzovat aktuálnost akčního plánu jednou za 5 let a operativně bude provádět jeho revizi na základě nových poznatků a praktických zkušeností, případně odůvodněných podnětů ze strany spolupracujících rezortů. Úřad jednou ročně připraví a navrhne, vyhodnotí a stanoví konkrétní projekty za účelem naplnění cílů RANAP, a to ve spolupráci s dotčenými orgány/subjekty, které se podílejí na plnění dílčích cílů akčního plánu. Úřad vypracuje roční zprávu o plnění úkolů RANAP a do 30. 6. daného roku předloží tuto zprávu předsedovi/předsedkyni úřadu. Zpráva o plnění RANAP bude zveřejněna nejpozději do 15. 7. každého roku na webových stránkách SÚJB.



**Na závěr speciálního čísla bulletinu Radon bychom rádi připomněli naše kolegy, kteří se významně zasloužili o rozvoj úrovně ochrany před radonem u nás i ve světě a významně přispěli k budování radonového programu České republiky a kteří se bohužel 20. výročí Radonového programu nedožili. Vzpomínáme především na Dr. Ladislava Moučku, Ing. Martina Neznala a Ing. Jaroslava Vlčka. Děkujeme za vše.**