

Jak se vypořádat s radonem v již postaveném domě

Slovníček pojmů (Co je dobré vědět)

- * Radon je přírodní radioaktivní plyn, který je téměř všudypřítomný, tj. vyskytuje se v různé míře i v ovzduší každého domu. Je bezbarvý, bez chuti a zápachu, chemicky netečný, patří mezi tzv. vzácné plyny.
- * Produkty přeměny radonu (dceřiné produkty) vznikají při rozpadu izotopu radonu ^{222}Rn . Jedná se o atomy pevných látek, které sice bezprostředně po svém vzniku existují ve vzduchu ve formě volných iontů či neutrálních atomů, ale rychle se váží na jakékoli částice (aerosoly ap.) nebo povrchy (nábytek ap.). Jsou jedním z nejvýznamnějších faktorů podílejících se na vzniku rakoviny plic.
- * Tři zdroje radonu - hlavním a rozhodujícím zdrojem radonu v ovzduší objektu je půdní vzduch pronikající do objektu ze země. Dalším zdrojem radonu mohou být ve starších objektech některé stavební materiály a zdroje pitné vody.
- * Objemová aktivita radonu, zjednodušeně koncentrace radonu, udává počet přeměn izotopu ^{222}Rn za 1 sekundu v jednom kubickém metru plynu (nebo půdního vzduchu). Udává se v jednotkách $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ (Becquerel na metr krychlový) a značí se OAR.
- * Ekvivalentní objemová aktivita radonu vyjadřuje koncentraci dceřiných produktů radonu. Je nižší než objemová aktivita radonu, pokud není přímo měřena, při odhadu se vychází z předpokladu čtyřicetiprocentního porušení radioaktivní rovnováhy mezi radonem a jeho krátkodobými dceřinými produkty - faktor nerovnováhy 0,4. Udává se ve stejných jednotkách a značí se EOAR.
- * Směrné hodnoty ozáření osob v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny ve vnitřním ovzduší staveb jsou definované jako kritéria, která indikují nutnost snižovat ozáření radonu a dalších přírodních radionuklidů. Slouží jako základní vodítko pro rozhodování o tom, zda stavba vyžaduje dodatečná protiradonová ozdravná opatření ke snížení výskytu radonu ve vnitřním ovzduší.
- * Směrná hodnota pro rozhodování o tom, zda má být ve zkolaudovaných stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi proveden zásah ke snížení stávajícího ozáření, je průměrná roční hodnota objemové aktivity radonu $\text{OAR } 400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$.
- * Protiradonová ozdravná opatření jsou ochranná opatření navrhovaná a prováděná s cílem snížit objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší objektu. Mohou být založena na odstranění zdroje radonu (problematické stavební materiály, voda s vysokým obsahem radionuklidů) nebo na přerušení transportu radonu (aktivní opatření založená na odvětrání podloží nebo na úpravě vnitřního vzduchu v místnostech pomocí zvýšené výměny vzduchu ap., pasivní opatření založená na omezení transportu radonu z podloží a ze sklepních prostor do vyšších podlaží ap.)
- * Vyhledávací program je nedílnou součástí Radonového programu v ČR. Je zaměřen na systematické vyhledávání rizikových objektů, kde je překročena směrná hodnota ozáření osob v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny ve vnitřním ovzduší. Je organizován cíleně od roku 1990 v součinnosti ústředních, okresních (nyní krajských) i místních orgánů státní správy a samosprávy a financován ze státního rozpočtu.
- * Státní příspěvek na ozdravná protiradonová opatření - v určitých případech je možno získat podle míry překročení platné směrné hodnoty státní příspěvek na ozdravná protiradonová opatření ve stávajících obytných budovách a rodinných domech. V současnosti se mění stávající Pravidla Ministerstva financí a Státního úřadu pro jadernou bezpečnost pro poskytování těchto příspěvků, připravuje se nová Vyhláška ministerstva financí.

Řešení ochrany stávajících staveb proti radonu :

- * zjištění koncentrace radonu v ovzduší objektu měřením zpravidla ve více obytných nebo pobytových místnostech
- * pokud některá ze změřených hodnot překračuje příslušnou směrnou hodnotu:
 - * posouzení míry překročení směrných hodnot
 - * posouzení či zjištění zdrojů a distribučních cest radonu v ovzduší objektu
 - * volba druhu a rozsahu vhodných ozdravných opatření podle typu domu (podsklepený, nepodsklepený), podle jeho stavebně technického stavu (typ a těsnost konstrukcí

v kontaktním prostředí objektu s podložím), podle dispozičního řešení a podle zdrojů radonu

- * návrh ozdravných opatření - jednoduchá opatření při mírných překročeních směrné hodnoty, která jsou levná a zpravidla si je vlastník domu provádí sám na vlastní náklady, složitá opatření při vyšším překročení směrných hodnot s projektem těchto opatření dle normy ČSN 730601 Ochrana staveb proti radonu z podloží a ČSN 73 0602 Ochrana staveb proti radonu a záření gama ze stavebních materiálů
- * kvalitní a důsledné provedení ozdravných opatření
- * kontrola výsledného stavu po realizaci ozdravných opatření pomocí měření ve vnitřním ovzduší objektu

Porovnání řešení radonové problematiky v ČR a ve světě

- * v porovnání se světem máme v České republice jedny z nejvyšších hodnot radioaktivity v geologickém podloží a tedy i radonu v bytech, ve zdrojích vody a radionuklidů v některých surovinách pro výrobu stavebních materiálů
- * v Evropské unii existují také požadavky na kontrolu přírodních zdrojů záření ve formě všeobecných doporučení, které jednotlivé země různým způsobem využívají. Přístup k řešení radonové problematiky v České republice je často v dalších zemích představován jako nejvhodnější. Zjednodušeně lze konstatovat, že srovnatelný přístup s přístupem v ČR je využíván ve Švédsku a ve Velké Británii, jsme dále než v Německu, Belgii, Francii a dalších zemích.
- * v České republice se často pořádají mezinárodní konference a pracovní workshopy, kam přijíždějí zahraniční odborníci informovat se o novinkách v řešení radonové problematiky, jsou zde pořádána mezinárodní srovnávací měření apod.

Legislativní zastřešení řešení radonové problematiky u stávajících budov v ČR

- * zákon č. 18/97 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), ve znění zákona č. 13/2002 Sb.
- * vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně
- * usnesení vlády ČR ze dne 31. května 1999 č. 538 O Radonovém programu České republiky
- * usnesení vlády ČR ze dne 7. října 2002 č. 970 o změně usnesení vlády ČR ze dne 31. května 1999 č. 538 O Radonovém programu České republiky
- * norma ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží
- * norma ČSN 73 0602 Ochrana staveb proti radonu a záření gama ze stavebních materiálů

Pro přehlednost považujeme za vhodné zde zopakovat základní skutečnosti.

Slovo radioaktivita vyvolává v lidech zpravidla obavy z umělých zdrojů záření a média věnují těmto zdrojům největší pozornost. Pojmy jako jaderná energetika, úložiště radioaktivních odpadů, Temelín či Černobyl využitá v titulcích článků či ve zpravodajských relacích vyvolávají pozornost a často neopodstatněný strach z neznámého. Zdaleka největší ozáření je ovšem způsobeno nikoli umělými, ale přírodními zdroji. Lidstvo bylo odjakživa vystaveno působení přírodní radioaktivity, a zvláště ozáření způsobené vdechováním radonu a produktů jeho přeměny (dceřiných produktů) způsobuje největší ozáření člověka.

Ozáření z radonu začala být věnována pozornost na přelomu 70. a 80. let. Toto ozáření je velmi nerovnoměrné, některé skupiny obyvatelstva jsou ozařovány dávkami, které až stonásobně převyšují světový průměr. Česká republika má vzhledem k poměrně vysokému obsahu radia ^{226}Ra v horninách „nevhodné“ geologické poměry, a má tak jedny z nejvyšších průměrných koncentrací radonu v bytech v Evropě. Velkou roli hrají také změny životního stylu. Utěšňování oken v návaznosti na šetření energií, méně časté větrání a prodlužování délky pobytu v uzavřených prostorách má za následek snižování přirozené výměny vzduchu mezi vnitřním a venkovním ovzduším a přispívá tak k nárůstu koncentrací radonu i jiných škodlivin v ovzduší objektů. Dávky ozáření od radonu převyšují významně dávky od všeho ionizujícího záření, kterému je obyvatelstvo vystaveno. Odhaduje se například, že je směrná hodnota koncentrace radonu překročena v České republice ve více než 60 000 budovách (zejména rodinných domech). V některých z již nalezených domů byly přitom naměřeny zcela extrémní hodnoty.

Pokud uvažujeme zdravotní důsledky vyplývající z tohoto ozáření, produkty přeměny radonu jsou jedním z významných faktorů podílejících se na vzniku rakoviny plic. Jedná se o dlouhodobou záležitost, k vyvolání nemoci může dojít zpravidla až po několika desítkách let pobytu v prostředí se zvýšenou koncentrací, pravděpodobnost vyvolání rakoviny plic je úměrná koncentraci dceřiných produktů ve vzduchu a délce pobytu v dané koncentraci. V České republice je tomuto faktoru připisováno 900 případů úmrtí na rakovinu plic ročně.

Nejvýznamnějším zdrojem radonu v budovách je podloží, tedy radon pronikající z podloží do ovzduší objektu. Radon je součástí půdních plynů vyplňujících póry v zeminách a jeho koncentrace (objemová aktivita) se běžně pohybuje v desítkách a stovkách kBq.m⁻³, tedy v hodnotách řádově vyšších než jsou směrné hodnoty pro vnitřní ovzduší objektů. Z podloží se radon uvolňuje do atmosféry, kde se v důsledku naředění atmosférickým vzduchem jeho koncentrace prudce snižuje na jednotky či maximálně desítky Bq.m⁻³. Z těchto důvodů není rizikový pobyt na pozemku i třeba s extrémními hodnotami v podloží, zdravotní důsledky je nutno uvažovat pouze v souvislosti s pobytem uvnitř budov. Půdní vzduch a s ním i radon totiž může pronikat skrz kontaktní konstrukce do domů a v případě omezené výměny vzduchu a velkého přísunu mohou koncentrace radonu ve vnitřním ovzduší překročit výrazně i směrné hodnoty.

Pro transport radonu z podloží slouží zvláště lokální poruchy, jako jsou netěsnosti kolem prostupů instalačních vedení, trhliny a praskliny v podlahách a suterénních stěnách či v hydroizolaci, netěsné revizní, vodoměrné a jiné šachty či trativody bez zápachové uzavírky a vsakovací jímky. Samozřejmě i popraskané a drolicí se betony bez hydroizolace, či suchá dlažba kladená přímo do zeminy nebo prkenné podlahy na propustném podsypu tvoří ideální transportní cestu pro radon.

Dalším zdrojem radonu ve stávajících stavbách mohou být stavební materiály, vyráběné před přijetím poměrně přísných pravidel na kontrolu stavebních materiálů či vytvořené tzv. samovýrobou. Jelikož mají stavební materiály svůj původ v horninách a zeminách a ty obsahují určité množství rádia, mohou být některé neověřené materiály z minulosti poměrně významným zdrojem (odpady z těžby a zpracování rud v Jáchymově, panely z rynholeckého škvárobetonu či tvárnice z poříčského plynosilikátu). V současné době podléhají ovšem všechny vyráběné a dodávané stavební materiály kontrole Státního úřadu pro jadernou bezpečnost a tak je zajištěna jejich bezpečnost z hlediska radonové problematiky.

Třetím zdrojem radonu může být voda dodávaná do objektů, jedná se ovšem o nejméně významný zdroj, který pouze může přispívat k nárůstu koncentrací v místnostech, kde je voda spotřebovávána (praní, mytí, sprchování). Jelikož jsou tyto místnosti (kuchyně, koupelny) zpravidla více větrány, bývá příspěvek převážně nízký. Z hlediska zdravotního rizika je opět nutno zdůraznit, že rizikovost spočívá ve spotřebě vody, kdy se např. při sprchování radon uvolňuje do ovzduší místnosti, a ne v samotném pití takové vody. I hromadné zdroje, tj. veřejné vodovody ap. podléhají v současnosti dohledu Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

Legislativní rámec řešení

Smyslem radonového programu je zvláště vyhledat a ozdravit starší objekty, kde byly či teprve budou zjištěny vyšší koncentrace radonu v ovzduší. Z těchto důvodů u nás probíhá již dlouho rozsáhlý vyhledávací průzkum ve starší zástavbě, a současně je státem poskytován příspěvek na ozdravná opatření v bytech a rodinných domcích, kde byly překročeny určené směrné hodnoty.

Vzhledem ke skutečnosti, že vyhledávací proces je hrazen ze státního rozpočtu, stát přistoupil k vyžadování ochranných opatření u nové výstavby pomocí rozumné preventivní ochrany lidí před ozářením z radonu prostřednictvím preventivní ochrany nových staveb proti pronikání radonu z podloží.

V České republice se přistoupilo k legislativní úpravě řešení radonové problematiky v roce 1991. Tehdy byla vydána vyhláška ministerstva zdravotnictví č.76/1991 Sb. o požadavcích na omezování ozáření z radonu a dalších přírodních radionuklidů, která zdůraznila význam preventivní ochrany u nově stavěných objektů a zastřešila řešení ozdravných opatření u starších objektů za pomoci finančního příspěvku státu. Zároveň probíhalo a dosud probíhá zmíněné cílené vyhledávání objektů s nevyhovujícími hodnotami objemové aktivity radonu v ovzduší.

Neustále se rozšiřující vědomosti, praktické zkušenosti z realizovaných ozdravných opatření, výsledky mnoha výzkumů a další nové informace se promítají jak do metodik měření a do vlastních postupů ozdravných opatření, tak i do příslušné legislativy. Řešení radonové problematiky bylo převedeno do kompetencí Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

Od července roku 2002 tvoří legislativní rámec řešení radonové problematiky příslušné paragrafy tzv. atomového zákona, tj. zákona č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění zákona č. 13/2002 Sb. Podrobnější údaje potom obsahuje vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně.

Postup ve stávajících stavbách

Přístup k řešení radonové problematiky u stávajících staveb je upraven především v paragrafu 6 odst. 5 zmíněného zákona a v navazujícím prováděcím předpisu. Jsou zde uvedena kritéria hodnocení staveb a příslušné směrné a mezní hodnoty. Přístup k měření a hodnocení obsahu radonu v obytných a pobytových místnostech staveb zůstává obdobný přístupu využívanému v nedávné minulosti, uvádějí se výsledky měření objemové aktivity radonu OAR (vzhledem ke změně veličiny používané při měření a hodnocení se změnil dřívější postup využívající ekvivalentní objemovou aktivitu radonu EOAR).

Zvlášť je definovaná směrná hodnota pro rozhodování o tom, zda má být ve zkolaudovaných stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi proveden zásah ke snížení stávajícího ozáření z přírodních radionuklidů. Tato hodnota je tedy určena pro vyhledávací průzkum, pro řešení ozdravných opatření ve starších stavbách a pro posouzení výsledného stavu v nově postavených objektech, a činí $400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ pro objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší obytné nebo pobytové místnosti (tato hodnota se vztahuje na průměrnou hodnotu při výměně vzduchu obvyklé při užívání).

Zásahem ke snížení stávajícího ozáření se přitom rozumí zejména úprava užívání místnosti, úprava výměny vzduchu, provedení stavebních úprav nebo jiné vhodné opatření. Ve specifických případech u starších objektů, kde byly směrné hodnoty překročeny, je možné získat státní příspěvek na podrobný průzkum, projekt a realizaci ozdravných opatření.

Dále je zde stanovena i mezní hodnota pro ozáření z přírodních radionuklidů ve zkolaudovaných stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi, kdy přichází v úvahu nařízení k provedení nezbytných úprav na stavbě z důvodů závažného ohrožení zdraví. Tato hodnota činí $4000 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ pro objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší obytné nebo pobytové místnosti.

Zjištění koncentrace radonu v ovzduší objektu, vyhledávací průzkum

Prvním krokem je zjištění koncentrace radonu v ovzduší objektu měřením zpravidla ve více obytných nebo pobytových místnostech. Při tomto měření a hodnocení, zda jsou překročeny uvedené směrné nebo mezní hodnoty, se postupuje podle metodik stanovených Státním úřadem pro jadernou bezpečnost v rámci vydávání příslušného povolení, tj. výsledný posudek může vystavit pouze osoba, která je držitelem povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (obdobně jako při kontrolních měřeních v nové výstavbě nebo při stanovení radonového indexu pozemku před novou výstavbou). Tak má objednatel jednoduchou možnost poznat, zda firma, u které se rozhodl zpracování posudku zadat, je dostatečně odborně erudovaná a zároveň přístrojově vybavená, aby získal náležité informace.

Vzhledem k tomu, že objemová aktivita radonu ve vnitřním ovzduší značně kolísá během dne i během roku v závislosti na meteorologických podmínkách a dalších faktorech, zvláště vlivem různého větrání, různým teplotním rozdíly mezi vnitřním a vnějším ovzduším, působením větru i způsobem užívání objektu, samotné měření se provádí dle daných metodických pravidel v ovzduší objektu po určitý

delší časový interval. Pokud je třeba rychle získat požadovanou informaci (např. pro rozhodování o koupi a prodeji objektu, pro potřeby stavebního a kolaudačního řízení ap.), využívá se minimální délka měření po dobu jednoho týdne. Tímto tzv. krátkodobým měřením se v současnosti zabývá řada soukromých firem a cenové relace se při měření v jednom rodinném domě pohybují cca kolem 2500,- až 4000,- Kč. Aby mohly výsledky dobře charakterizovat skutečný stav v objektu, mělo by se měření uskutečnit za podmínek, kdy lze očekávat vyšší výskyt radonu v objektu (např. v uzavřeném a vytápěném objektu s omezenou výměnou vzduchu).

V případě, kdy není nutné zjistit výsledek v takto krátkém čase, je doporučováno měření po dobu jednoho roku (tzv. dlouhodobé měření). Tato měření se využívají také při vyhledávacím průzkumu na celém území státu. Jelikož je cílené vyhledávání organizováno Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a Státním ústavem radiační ochrany, zájemci o toto dlouhodobé roční měření se mohou obrátit např. právě na tyto instituce.

Zmíněný vyhledávací program je jednou z hlavních součástí Radonového programu v ČR. Je zaměřen na systematické vyhledávání rizikových objektů, kde je překročena směrná hodnota ozáření osob v důsledku výskytu radonu a produktů jeho přeměny ve vnitřním ovzduší. Je organizován cíleně od roku 1990 v součinnosti ústředních, okresních (nyní krajských) i místních orgánů státní správy a samosprávy a financován ze státního rozpočtu. Hlavní podklad pro vyhledávání tvoří tzv. mapy radonového rizika, tedy Odvozené mapy radonového rizika jednotlivých krajů ČR v měřítku 1:200000 či Mapy radonového rizika z geologického podloží v M 1:50000. Tvorba těchto map vychází z předpokladu, že horniny s vyšším obsahem radia určitém způsobem zvyšují možnost vyšších koncentrací radonu v půdním vzduchu a tedy i vyšších koncentrací radonu ve vnitřním ovzduší objektů. Mapy jsou sestavovány na podkladě geologických map stejných měřítek a mnoha dalších údajů (geofyzikálních, pedologických ap.), metodika sestavování map vychází ze zobecnění údajů získaných v rámci celé České republiky. Z těchto důvodů se mapy nemohou vzhledem k výchozímu měřítku zabývat lokálními údaji o geologické stavbě území, a dokonce nezohledňují ani případné rozdíly mezi konkrétními údaji zjištěnými na zpracovávané mapě proti údajům ze shodných litologických jednotek v rámci celé ČR. V mapách jsou vymezena pásma s očekávaným výskytem převážně nízkého, přechodového, středního či vysokého radonového indexu.

Mapy jsou bezprostředně určeny pro úspornější a rychlejší vyhledávání stávajících objektů s vyššími hodnotami objemové aktivity radonu ve vnitřním ovzduší, pozornost a zájem při vyhledávání je tak především orientován na obce a města zařazené v těchto mapách ve vyšších kategoriích radonového indexu. Cílem tohoto mapování není a ani nemůže být, tak jak bylo autory metodiky vždy potvrzováno, vytvoření takového mapového podkladu, který by umožnil odečíst přímo kategorii radonového indexu určitého pozemku - plochy zástavby pro konkrétní objekt nebo pro novou výstavbu.

Úspěšnost vyhledávacího programu a pořadí závažnosti radonového rizika v jednotlivých regionech je pravidelně vyhodnocována, tak aby se maximálně urychlilo vyhledání co největší části rizikových objektů.

Posouzení míry překročení směrných hodnot a zjištění zdrojů a distribučních cest radonu v ovzduší objektu

Jestliže měření prokáže, že objemová aktivita radonu překračuje v některé či ve všech měřených místnostech směrnou hodnotu, měly by být v závislosti na míře překročení této směrné hodnoty provedeny stavební úpravy vedoucí ke snížení hodnot objemové aktivity radonu v ovzduší.

Často se v této souvislosti můžeme setkat s pojmem radonová diagnostika. Tento pojem v sobě skrývá rozsáhlý soubor měření, jehož základním cílem je definovat zdroje a vstupní cesty radonu do domu. Radonová diagnostika byla až do roku 2002 nedílnou a povinnou součástí ozdravných opatření, které byly realizovány s pomocí státního příspěvku. V rámci těchto měření se jednak posuzovala věrohodnost vstupních hodnot (zda nebyly např. výsledky ze stopových detektorů ovlivněny jejich špatnou instalací) a dále byly získávány informace o transportu radonu z geologického podloží do objektu a jeho distribuci v ovzduší jednotlivých místností, resp. o dalších případných zdrojích radonu. Pro tyto účely byly využívány zpravidla některé z následujících postupů - stanovení radonového indexu pozemku, soubory měření objemových aktivit radonu pomocí integrálních a kontinuálních monitorů radonu, ventilace objektu, krátkodobé změny užívání objektu, měření rychlosti proudění a soubory

měření pro vyhledání netěsností apod. Tento komplexní soubor měření mohly a mohou provádět opět pouze vybrané osoby, které vlastní příslušné povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

V současnosti se již nepředpokládá, že by byl uvedený soubor měření povinný. Praxe je taková, že projektant konkrétního protiradonového ozdravného opatření si sám zvolí, která měření bude pro volbu, návrh a vlastní realizaci opatření potřebovat, a tato měření buď sám nebo vlastník objektu objedná u specializované firmy. Tento předpoklad vychází ze skutečnosti, že je k dispozici rozsáhlý soubor možností jak při protiradonových opatřeních postupovat v návaznosti na typ domu (podsklepený, nepodsklepený), jeho stavebně technický stav (typ a těsnost konstrukcí v kontaktním prostředí objektu s podložím), dispoziční řešení, zdroje radonu a míru překročení směrných hodnot, a každé z těchto opatření vyžaduje specifický výběr měřících metod a postupů.

Naopak v případech, kdy není míra překročení směrných hodnot vysoká (a tomu odpovídá i míra zdravotního rizika), lze očekávat, že budou provedena jednoduchá opatření, která jsou levná a zpravidla si je vlastník domu provede sám na vlastní náklady, aniž by se zabýval podrobnou radonovou diagnostikou objektu.

Návrh vhodných ozdravných protiradonových opatření

Protiradonová ozdravná opatření jsou ochranná opatření navrhovaná a prováděná s cílem snížit objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší objektu. Mohou být založena na odstranění zdroje radonu nebo na přerušení transportu radonu. Ozdravná opatření, jejichž základem je odstranění zdroje radonu, se využívají v případech, kde rozhodujícím zdrojem radonu jsou stavební materiály, a kde je toto řešení jak stavebně technicky možné, tak i ekonomické (známé jsou případy odstranění výplňové škváry s vysokým obsahem rádia, odstranění omítek či ojedinělé výměny panelů). Obdobně je možno odstranit zdroj vody, pokud je zdrojem radonu, jeho odradonováním či náhradou jiným zdrojem.

Přerušení transportu radonu je samozřejmě využíváno daleko častěji. V úvahu přichází tzv. aktivní opatření, která jsou založena na odvětrání radonu z podloží nebo na vytvoření podtlaku v podloží vůči interiéru (transport radonu se zamezuje již v podloží objektu) či mohou vycházet z řízeného větrání s rekuperací tepla nebo z přetlakového větrání interiéru (transport radonu se koriguje úpravou vnitřního vzduchu). Nebo je možno využít pasivní opatření, jejichž základem je vložení nové bariéry proti pronikání radonu, zpravidla protiradonové izolace.

Jak již bylo uvedeno, při volbě druhu a rozsahu ozdravných protiradonových opatření, resp. i při následném podrobném projektu ozdravných opatření je nutno uvážit, zda se jedná o podsklepený či nepodsklepený dům, jaký je jeho stavebně technický stav (druh a stav podlah a celé konstrukce v kontaktním prostředí objektu s podložím, tedy i suterénních stěn ap.), jaké je dispoziční řešení a jaké jsou zdroje radonu v objektu. Při výběru vhodných ochranných opatření je k dispozici podobně jako v preventivní ochraně nových staveb rozsáhlý soubor postupů a materiálů, způsoby a možnosti ochrany se dále neustále vyvíjejí, rozšiřují a doplňují. Pro vlastní navrhování a provádění těchto opatření slouží zvláště norma ČSN 730601 Ochrana staveb proti radonu z podloží a norma ČSN 73 0602 Ochrana staveb proti radonu a záření gama ze stavebních materiálů. V dalším textu jsou využity údaje z těchto norem, resp. údaje z odborných článků a dalších publikací autora těchto norem ing. Jiráňka, CSc., ze Stavební fakulty ČVUT v Praze.

Při mírném překročení směrných hodnot se zpravidla volí jednoduchá opatření, protože razantní zásah do stávající stavební konstrukce či rozsáhlé aktivní opatření není zdravotně a ekonomicky odůvodnitelné. Tato jednoduchá opatření jsou levná a zpravidla si je vlastník domu provádí sám na vlastní náklady. K základním postupům patří následující opatření.

Zvýšení těsnosti kontaktních konstrukcí pomocí utěsnění trhlin, prostupů instalačních vedení, trativodů apod. Jedná se o poměrně snadno realizovatelné opatření, které neovlivňuje provoz objektu a může si s ním poradit skoro každý majitel domu. Účinnost závisí na tom, jak velké množství trhlin a netěsností z celkového počtu se podaří objevit a utěsnit. Mnohé z nich jsou totiž ukryty pod povrchovými úpravami, např. podlahovými lištami, nebo jsou nepřístupné. Vhodné je toto opatření zvláště v případě betonových podlahových konstrukcí a u suterénních stěn, nevhodné je u prkenných podlah a dlaždic, neboť tyto konstrukce jsou většinou netěsné prakticky v celé své ploše. Pasivní trhliny, které se již dále

nerozšiřují, se utěsňují nejčastěji cementovou maltou případně s přísadou epoxydových či syntetických pryskyřic nebo syntetických latexů. U aktivních trhlin, které vykazují v čase pohyb, je při utěsnění nutno zajistit přenos předpokládaného pohybu. K utěsnění se využívají akrylátové tmely, silikonové tmely a polyuretanové tmely či těsnící pěny.

Zabránění transportu radonu ze sklepních prostor s nepobytovými místnostmi do vyšších podlaží s obytnými či pobytovými místnostmi. Jestliže se nevyskytují ve sklepech obytné a pobytové místnosti, nemusí být vyšší koncentrace zjištěná v těchto prostorech důvodem k rozsáhlým opatřením. Zpravidla lze v tomto případě kombinovat výše uvedený postup utěsnění trhlin a prostupů s omezením šíření radonu ze sklepa do vyšších podlaží. To docílíme pomocí utěsnění prostupů instalací stropními konstrukcemi nad sklepem a dále uzavřením schodišťového prostoru a důkladným utěsněním dveří či poklopu. Prostupy instalací utěsňujeme opět silikonovými či akrylátovými tmely, resp. pokud se jedná o větší otvory, musíme je nejdříve vyplnit např. polyuretanovou pěnou.

Mezi aktivní jednoduchá opatření patří zvýšení výměny vzduchu v neobytných sklepech a v ostatních prostorách pod prvním nadzemním podlažím pomocí příčného větrání sklepa (využívající různé větrací otvory - průduchy, štěrby, okna ap.) a šachtového větrání sklepa (kdy je odvod vzduchu a někdy i přívod vzduchu zajištěn šachtou, svislým průduchem nebo komínem). V obou případech se jedná o přirozené větrání, často je ovšem nutno řešit otázku tepelných ztrát a možnost využití tepelné izolace na stropě sklepa alespoň pod vytápěnými místnostmi.

Dále lze využít i větrání nucené, v nichž je pohyb vzduchu zajištěn pomocí ventilátoru. Tento systém může být navržen jak pro celý dům, pro jeho části nebo i pro vybranou místnost. Při nevýrazném překročení směrných hodnot přichází v úvahu zvláště instalace malých ventilačních jednotek - výměníků vzduchu určených pro jednotlivé místnosti. Vyrábějí se a dodávají většinou jako parapetní skříně se zabudovaným výměníkem tepla, pohyb vzduchu zajišťuje ventilátor s nízkým příkonem.

Konečně lze využít i větracích systémů podloží, tj. odvětrání radonu z podloží pod stávajícím domem bez výměny podlahové konstrukce. Tento systém je založen na jednoduchém principu, kdy odsávaný vzduch z podloží pod objektem je nahrazován při vhodné instalaci vzduchem vnějším a kdy tak klesá objemová aktivita radonu v zemině pod domem. Obecně se již nejedná o patření, které si stavebník realizuje sám, ale tvoří určitý přechod k náročnějším opatřením. Plánuje-li majitel objektu výměnu stávajících podlahových netěsných konstrukcí (ať již vzhledem k zjištěným hodnotám objemové aktivity radonu či z jiných důvodů), je vhodné v rámci této výměny vytvořit větrací systém podloží. Při výměně podlah se vytvoří drenážní vrstva např. ze štěrku, do které se vloží drenážní perforované PVC hadice nejlépe podél obvodu stěn. Tyto hadice se napojí na svislé těsné odvětrávací PVC potrubí procházející středem domu až nad střechu, pro zajištění účinnosti se na svislé vedení osazuje nejčastěji pod střechou ventilátor. Uvedené opatření lze realizovat i bez výměny podlah, to ovšem vyžaduje odborně vybavenou firmu se zkušenostmi v tomto oboru.

Jestliže je překročení směrných hodnot vyšší, přicházejí v úvahu složitější protiradonová ozdravná opatření. V těchto případech je bezpodmínečně nutné nechat zpracovat projekt ozdravných opatření náležitě vyškolenému projektantovi, aby byla v co největší míře zaručena jejich účinnost. Samotná protiradonová opatření ovšem vycházejí z výše uvedených principů, jenom je nutné zvážit volbu opatření v celé souvislosti stavu konkrétního objektu a údajů z podrobných měření.

V současné době je v těchto případech zřetelný přesun od pasivních opatření, která jsou aplikována s úspěchem u nové výstavby, k opatřením aktivním. Nevýhody pasivních opatření, jejichž základem je vložení nové protiradonové izolace, se projevují právě většinou u stávajících objektů. Vyžadují totiž větší zásah do konstrukce, což vede k omezení běžného provozu v objektu na delší dobu, a málokdy se podaří provést dodatečné izolace po celé ploše kontaktní konstrukce, tedy i pod stěnami, a jejich účinnost je problematická. Aktivní opatření pomocí odvětrání radonu z podloží provedené bez výměny podlah nebo vytvoření podtlaku v podloží se navrhuje ve stávajících objektech v dobrém technickém stavu, u nichž by nebyl větší zásah do konstrukce ekonomický. V případě, že jsou zdrojem radonu stavební materiály, se volí často úprava vnitřního vzduchu řízeným větráním s rekuperací tepla. Pokud je výhradním zdrojem podloží, je možné využít u zachovalých budov i přetlakové větrání interiéru. Mezi výhody aktivních opatření patří skutečnost, že je možná jejich rychlá realizace s minimálním zásahem do stavební konstrukce a navíc jejich regulovatelnost (ventilátor a jeho spínání můžeme

nastavit a tím ovlivnit účinnost systému apod.). Nevýhodou je nutnost pravidelné údržby a provozní náklady.

Opatření jsou v tomto případě i finančně náročnější proti jednoduchým opatřením a každý vlastník objektu by měl zvážit, zda nemůže získat na jejich realizaci státní příspěvek. Tento příspěvek na ozdravná protiradonová opatření je možné v určitých případech získat podle míry překročení platné směrné hodnoty ve stávajících obytných budovách a rodinných domech. Konkrétní podmínky udělení příspěvku jsou dány vyhláškami Ministerstva financí a Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Aktuální informace je možno zpravidla získat na regionálních centrech Státního úřadu pro jadernou bezpečnost či na internetových stránkách www.sujb.cz.

Kvalitní a důsledné provedení ozdravných opatření

I u ozdravných opatření prováděných ve stávající zástavbě platí, že každé protiradonové opatření může bez kvalitního provedení ztratit předpokládanou účinnost. Situace je zde ovšem do jisté míry rozdílná proti preventivním opatřením prováděným u nové výstavby. Samotná kvalita provedení má totiž daleko větší význam u pasivních opatření, kde nekvalitní spoj fóliových izolací či neutěsněný prostup může mít fatální dopad na celkový výsledek. Tento druh pasivních opatření je ovšem využíván zvláště u nové výstavby. U stávající zástavby vlastně protiradonovým opatřením „opravujeme“ původní nedostatečnou kvalitu a někdy máme v návaznosti na stavebně technický stav objektu velmi omezené možnosti. Na významu nabývají aktivní opatření, resp. kombinace aktivních a pasivních opatření, a kvalitu provedení by měla doprovázet kvalita návrhu (projektu) protiradonových opatření. Rekuperační jednotky či ventilátory mohou pracovat a zpravidla budou pracovat zcela bezchybně, ale pokud budou nevhodně zabudovány v systému ozdravných opatření, výsledek může být žalostný.

U ozdravných opatření platí, že sebelépe provedené ozdravné opatření, které nebude reflektovat konkrétní podmínky dané stavby a distribuční cesty radonu, nemůže splnit očekávání a přinést rozumné výsledky (při porovnání zdravotního přínosu a finančních nákladů). Projektování ozdravných protiradonových opatření je tak velmi složitou činností, kdy projektant neuvažuje jen pohled své „domácí“ disciplíny, ale musí využívat i znalosti jiných oborů, jako je ionizujícího záření, geofyzika apod.

Důrazu na kvalitu provedení ozdravných protiradonových opatření by tedy měl předcházet důraz na kvalitu výběru a návrhu těchto opatření. Tak by mělo být zabráněno zbytečnému utrácení peněz na odstranění „neodstranitelného“ či na opatření, jehož účinnost je nejistá (např. využití protiradonové izolace tam, kde není možno zajistit její napojení a utěsnění na stěny). Znalosti a zkušenosti z realizovaných opatření jsou v současnosti poměrně rozsáhlé a nemělo by tak již docházet k situacím, kdy byly v ozdraveném domě zjištěny vyšší hodnoty objemové aktivity radonu než před ozdravením (nebo se tyto vyšší hodnoty „přestěhovaly“ z jedné ozdravované místnosti do jiné, která nebyla předmětem ozdravování). I takové, i když naprosto ojedinělé případy byly v minulosti dokumentovány, zpravidla s dohledatelnou zásadní chybou v návrhu či provedení ozdravného opatření.

V případě smluvních vztahů uzavíraných mezi vlastníky budov na straně jedné a projektanty a dodavateli opatření na straně druhé je v této souvislosti možné doporučit podmínění finančních úhrad ověřením účinnosti ozdravných opatření. V komerční praxi se pohybují kromě seriózních fyzických i právnických osob i „dobrodruzi“, a uvedená podmínka je proti nim poměrně jednoduchou obranou. Samozřejmostí by měla být důsledná kontrola skutečně realizovaných opatření dle projektu vlastníkem objektu a stavebním dozorem (včetně příslušných zápisů, protokolů, zkoušek a např. fotodokumentace).

Kontrola výsledného stavu po ozdravení objektu

Jelikož nelze radon ani produkty jeho přeměny vnímat lidskými smysly, je měření jedinou možností, jak věrohodně kontrolovat výsledný stav v ozdraveném objektu. Ke kontrole se využívá zpravidla zvláště měření objemové aktivity radonu ve vnitřním ovzduší jednotlivých místností. Tato měření mohou opět provádět pouze firmy vlastníci příslušné povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost pro tuto činnost.

Vlastní kontrolu ozdravných opatření je možné bohužel provést až po jejich dokončení, neboť hodnota objemové aktivity radonu ve vnitřním ovzduší je podstatně ovlivněna právě prováděným

opatřením, stavebně technickým stavem celého objektu, výměnou vzduchu a dalšími faktory a jakékoli mezioperační měření není v tomto případě dostatečně vypovídající. U některých aktivních systémů je možné na základě této kontroly upravovat jejich účinnost (nastavení cyklu spínání ventilátorů apod.).

Vzhledem k tomu, že objemová aktivita radonu ve vnitřním ovzduší značně kolísá v závislosti na meteorologických podmínkách a dalších faktorech, zvláště vlivem různého větrání, různým teplotním rozdílům mezi vnitřním a vnějším ovzduším, působením větru i způsobem užívání objektu, samotné měření se provádí dle daných metodických pravidel v ovzduší objektu opět minimálně po dobu jednoho týdne. Cenové relace více méně odpovídají cenám při vstupních měřeních, tj. kontrolní závěrečné měření např. v jednom rodinném domě stojí cca 2500,- až 4000,- Kč. Aby mohly výsledky dobře charakterizovat skutečný stav v objektu, mělo by se měření uskutečnit za podmínek, kdy lze očekávat vyšší výskyt radonu v objektu, a toto krátkodobé měření by mělo být doplněno kontrolním dlouhodobým měřením po dobu jednoho roku. V případě využití státního příspěvku je uvedený systém kontroly již samozřejmostí.

Na závěr

Psychický stres z radonu (někdy bychom mohli hovořit až o radonofóbií) může mít zdravotní důsledky daleko horší než radon sám. Tento stres mohou vyvolat i různé poplašné zprávy, které se objevují vedle seriózních vědeckých článků v médiích, a často způsobují těžkou hlavu těm, kteří se právě nastěhovali do nového rodinného domku nebo léta žijí v území, které bylo někde najednou zmíněno jako rizikové. Je pak těžké uklidňovat obyvatelstvo, i když Česká republika patří k zemím, které nejúspěšněji vedou boj s tímto radiaktivním plynem.

Informovanost, osvěta, legislativa, metodiky a kvalita měření či možnosti preventivních opatření u nové výstavby a ozdravných opatření u stávající zástavby, to vše je po několika letech realizace radonového programu na vysoké úrovni. Kromě široce zmiňované a rozebírané situace kolem ochrany nových staveb proti radonu a ozdravování starších objektů je tak možné uvést, že se již do běžné praxe pomalu ale jistě dostává i měření v ovzduší objektů při koupi / prodeji nemovitostí. Osvícený budoucí vlastník tak získává o nemovitosti další informaci, kterou může posoudit v kontextu dalších parametrů objektu. Stejně tak se např. banky při zastavování nemovitostí stále častěji zabývají otázkami kolem radonu a jejich případném vlivu na ocenění nemovitosti.

Proces ochrany proti radonu je plně funkční. Každý člověk se při užívání rozličné budovy či pobytu v ní vyskytuje v různém vztahu (jako vlastník, jako nájemce, jako zaměstnavatel či zaměstnanec, jako návštěvník a podobně). Záleží jen na něm a na jeho přístupu, v jak zdravém prostředí se pohybuje.

Sepsal: Ing. Matěj Neznal, RADON v.o.s.