

Jak snížit riziko ozáření z radonu u nových staveb

Slovníček pojmů

- * 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.
- * Dceřiné produkty radonu (produkty přeměny) 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.
- * Radonový index pozemku je kategorie popisující míru rizika pronikání radonu z geologického podloží na daném pozemku (nabývá hodnot nízký - střední - vysoký). Vyjadřuje tak míru potřebné ochrany stavby proti pronikání radonu.
- * Preventivní opatření jsou ochranná opatření navrhovaná a prováděná při výstavbě proti pronikání radonu do objektu, případně pro snížení koncentrace radonu v ovzduší objektu.
- * Tři zdroje radonu - hlavním a rozhodujícím zdrojem radonu v ovzduší objektu je půdní vzduch pronikající do objektu ze země. Dalším zdrojem radonu mohou být stavební materiály a zdroje pitné vody, ale tyto zdroje se podařilo již v posledních letech zcela eliminovat.
- * Objemová aktivita radonu, zjednodušeně koncentrace radonu, udává počet přeměn izotopu ^{222}Rn za 1 sekundu v jednom kubickém metru plynu (nebo půdního vzduchu).
- * 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.

Postup ochrany nových staveb:

- * stanovení radonového indexu pozemku na základě podrobného průzkumu pozemku
- * výběr vhodných preventivních opatření v návaznosti na výsledky stanovení radonového indexu pozemku „ušitých na míru“ projektovanému objektu
- * návrh preventivních opatření dle normy ČSN 730601 Ochrana staveb proti radonu z podloží
- * kvalitní a důsledné provedení těchto opatření při výstavbě
- * kontrola pomocí měření ve vnitřním ovzduší objektu po dokončení výstavby

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 nové výstavby v ČR, metodiky měření a normy

- * 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
- * metodika „Stanovení radonového indexu pozemku“ (Neznal et al., SÚJB 2004).
- * norma ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží

Na různé paradoxy si v životě pomalu zvykáme. Ani proto nepřekvapuje skutečnost, že slovo radioaktivita vyvolává v lidech zpravidla obavy z umělých zdrojů záření. I média věnují těmto zdrojům největší pozornost, slova 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. Nemalou 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. 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.

V souvislosti se zdravotními dopady působení radonu a produktů jeho přeměny je nutno zdůraznit, že zdravotní riziko se týká pouze a výlučně pobytu člověka v budově v prostředí s vyšší koncentrací. I třeba extrémně vysoké hodnoty objemové aktivity radonu zjištěné v podloží na pozemku neznamenaají žádné riziko pro pobyt a pohyb ve venkovním prostředí na pozemku, neboť objem vzduchu mimo stavbu je tak velký, že se venkovní koncentrace pohybují hluboko pod limitními hodnotami. Stejně tak pěstování jakýchkoli plodin na takovém pozemku, skladování ve sklepě domu s vyšší koncentrací apod. nepředstavuje zdravotní riziko.

Smyslem celého radonového programu je na jedné straně 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 hodnoty.

Na straně druhé přistoupil stát k regulaci u nové výstavby pomocí rozumné preventivní ochrany lidí před ozářeními z radonu prostřednictvím preventivní ochrany nových staveb proti pronikání radonu z podloží.

Podle tzv. atomového zákona, tj. zákona č.18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření, ve znění zákona č.13/2002 Sb., jsou výrobci a dovozci stavebních materiálů povinni zajistit systematické měření obsahu radia ^{226}Ra ve vyráběných a dovážených stavebních materiálech, vést o výsledcích evidenci a oznamovat je Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Podle stejného zákona jsou taktéž dodavatelé vody do veřejných vodovodů povinni zajistit pravidelně měření obsahu přírodních radionuklidů v dodávané vodě a výsledky evidovat a posílat na vědomí SÚJB. Touto cestou se podařilo eliminovat dva ze tří zdrojů radonu v ovzduší staveb (stavební materiály se zvýšeným obsahem radia ^{226}Ra a zdroje pitné vody). Legislativní pravidla předepisují poměrně přísné směrné a limitní hodnoty a pravidelnou kontrolní činnost, zvýšenou pozornost je tak nutno věnovat pouze jednorázové výrobě stavebních materiálů (zvláště samovýrobě z popílků, škváry ap.) a individuálním zdrojům vody.

Nejvýznamnější zdroj radonu, tedy radon pronikající z podloží do ovzduší objektu, tímto způsobem odstranit nelze. Každý jednotlivý dům je svým způsobem originální, ať již uvažujeme stavební hledisko (z hlediska řešené problematiky jsou podstatné zvláště odlišnosti v provedení spodní stavby, ve vzájemné komunikaci jednotlivých místností ap.), tak i další parametry ovlivňující koncentraci radonu v podloží objektu (rozdílné geologické poměry) a přímo v ovzduší objektu (způsob užívání objektu).

Z těchto důvodů se stala ochrana staveb proti radonu pronikajícího z geologického podloží do vnitřního ovzduší objektu součástí projektové přípravy stavby a vlastní realizace. Každý investor a projektant tak řeší v rámci stavebního řízení otázku, jak optimálně postupovat, aby v nově postaveném objektu koncentrace radonu ve vnitřním ovzduší zcela vyhovovaly požadavkům na zdravé bydlení, resp. pracovní prostředí. Jelikož se v souvislosti s ochranou osob před zářením jedná o veškerý pobyt osob v budovách, je nutné takto přistupovat nejen k výstavbě rodinných domů, jejich přístavbám a rekonstrukcím, i když v těchto případech je radonová problematika z hlediska zájmu stavebníka o co nejzdravější bydlení samozřejmě velmi důležitá. Obdobně musí být chráněny i další stavby, kde se pohybují ve větší míře lidé, jako školy, nemocnice, pracoviště (administrativní budovy, haly ap.) i další objekty (kina, výstavní sítě ap.).

Platná legislativní úprava, již zmíněný „atomový zákon“, určuje jako první stupeň ochrany proti radonu při přípravě stavby stanovení radonového indexu pozemku. Radonový index pozemku, určený detailním radonovým průzkumem, vyjadřuje míru rizika pronikání radonu z podloží stavby (půdního vzduchu) do ovzduší stavby. Každý navrhovatel umístění stavby, resp. každý žadatel o stavební povolení, je povinen vzhledem k ustanovením atomového zákona, tj. zákona č.18/1997 Sb. ve znění zákona č.13/2002 Sb., zajistit stanovení radonového indexu pozemku a tento posudek předložit stavebnímu úřadu. I když radonový index pozemku je nový termín, který zavedla až uvedená legislativní pravidla, nejedná se ve své podstatě o žádnou novinku. Radonový index pozemku je nový název pro dříve používanou kategorii radonového rizika základových půd, která byla určována obdobným postupem v minulých letech.

V současnosti je tak jednoznačně určena povinnost stavebníka ve všech případech, kromě ojedinělých staveb navrhovaných s oddělovací vzduchovou vrstvou (bez kontaktu s podložím), předložit stavebnímu úřadu výsledky detailního radonového průzkumu - stanovení radonového indexu pozemku. Stavební úřad má možnost kontroly, zda je uvedený posudek zpracován oprávněnou osobou dle zákona, a ve vymezených případech (pozemek s vyšším než nízkým radonovým indexem) stanoví podmínky pro provedení preventivních opatření.

Stanovení radonového indexu pozemku

Stanovení radonového indexu pozemku na základě podrobného průzkumu je prvním předpokladem úspěšného řešení. V České republice se pro stanovení radonového indexu využívá od roku 2004 jednotná metodika - „Stanovení radonového indexu pozemku“, která nahradila dříve využívanou metodiku „Kategorizace radonového rizika základových půd“. Komerční firmy, které stanovení radonového indexu pozemku provádějí, musí mít odpovídající povolení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Tak má jak objednatel stanovení radonového indexu pozemku, tak i stavební úřad, jednoduchou možnost poznat, zda firma, u které se rozhodl zpracování posudku zadat, je dostatečně odborně erudovaná a zároveň přístrojově vybavená, aby získal náležité informace.

Každému pozemku přísluší jedna ze tří kategorií radonového indexu - nízký, střední nebo vysoký radonový index. Zjednodušeně řečeno, čím vyšší je koncentrace radonu v podloží a čím jsou vrstvy zemin a hornin v kontaktním prostředí budoucího objektu s podložím propustnější, tím vyšší je radonový index pozemku. Pro stanovení radonového indexu pozemku je tak nutno zvláště zjistit a posoudit hodnoty objemové aktivity radonu v půdním vzduchu. Pro konečné posouzení je podstatný i druhý parametr - propustnost zemin a hornin pro plyny na sledovaném pozemku.

Při průzkumu pozemku se postupuje v předem daném rozsahu a síti. Odběry vzorků půdního vzduchu pro určení objemové aktivity radonu se provádějí z hloubky 0,8 m. Zpravidla se k tomu využívají tenké odběrové tyče o průměru cca 12 mm, které mají na dolním konci vložen volný, tzv. ztracený hrot. Po zatlučení do země do požadované hloubky se volný hrot vyrazí a z vytvořeného

prostoru v zemině se pomocí velkoobjemových injekčních stříkaček odeberou vzorky půdního vzduchu. Ty se přepustí do měřících komor (scintilačních, ionizačních) a následně buď v terénu či v laboratoři probíhá vlastní měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu.

Rozsah měření a způsob stanovení je následující - při hodnocení pozemku před výstavbou samostatně stojícího rodinného domku (nebo pro přístavbu rodinného domku či pro výstavbu obdobně velkého objektu - o ploše zástavby maximálně do 800 m²) je nutno realizovat vždy minimálně 15 odběrů vzorků půdního vzduchu a stanovení objemové aktivity radonu. Pokud se průzkum provádí pro plošně rozlehlější objekty, nebo najednou pro větší pozemky určené pro souvislou zástavbu rodinnými domky, je nutno využít odběrovou síť 10 x 10 metrů. Takto podrobná síť měření je vyvolaná běžně zjišťovanými rozdíly v hodnotách ve vzdálenostech metrů či desítek metrů, kdy je objemová aktivita radonu bezprostředně ovlivněna konkrétními geologickými podmínkami na pozemku a kdy se často liší radonový index pozemku i pro sousední parcely. V případě využití sítě 10 x 10 m se tak mapuje výskyt jednotlivých kategorií radonového indexu.

Pro určení propustnosti základových půd se popisují na zkoumaném pozemku jednotlivé vrstvy zemin s ohledem na jejich plynopropustnost do hloubky budoucího kontaktu objektu s podložím. K popisu je nevhodnější dostatečně hluboká ručně vrtaná či kopaná sonda, často se využívá i přímého měření plynopropustnosti speciálními propustoměry. Pro celkové hodnocení se využívají i specializované inženýrskogeologické posudky a mapové podklady ze zájmové oblasti, pokud jsou k dispozici.

Výsledkem je stanovení radonového indexu pozemku. Pokud jsou k dispozici numerické údaje objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a plynopropustnost zemin je stanovena odborným posouzením, stanovení radonového indexu pozemku vychází z následující tabulky (Tab. 1). Pokud se vychází z přímých měření plynopropustnosti, využívá se pro výsledné hodnocení tzv. radonový potenciál pozemku.

Tab. 1: Tabulka pro stanovení radonového indexu pozemku podle objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a plynopropustnosti zemin

Radonový index pozemku	Objemová aktivita radonu v půdním vzduchu (kBq.m ⁻³)		
	Nízký	$C_A < 30$	$C_A < 20$
Střední	$30 \leq C_A < 100$	$20 \leq C_A < 70$	$10 \leq C_A < 30$
Vysoký	$C_A \geq 100$	$C_A \geq 70$	$C_A \geq 30$
	<i>Nízká</i>	<i>střední</i>	<i>vysoká</i>
	Plynopropustnost zemin		

Postup ochrany nových staveb proti pronikání radonu vychází i z odpovídajících cenových relací. Cena za podrobný radonový průzkum a stanovení radonového indexu pozemku odpovídá velikosti zkoumané plochy. V případě samostatně stojícího rodinného domu či obdobně velkého objektu (výše uvedených 15 měřících bodů) činí celková cena za detailní radonový průzkum a stanovení radonového indexu pozemku zpravidla cca 3000,- až 4000,- Kč (konečná cena včetně dopravy apod.). Pokud se průzkum provádí pro souvislou výstavbu více rodinných domů, výsledná cena na jeden objekt může být podstatně nižší, neboť se, jak již bylo řečeno, „mapuje“ radonový index v celém území souvislé výstavby. V případě těchto pozemků pro rozsáhlou zástavbu, nebo i v případě větších objektů, vychází celková cena z rozlohy (zmiňovaná síť 10 x 10 m) a činí zpravidla cca 14000,- až 18000,- Kč za 1 ha zkoumané plochy. Také náklady spojené s preventivními ochrannými opatřeními (tedy vícenásobné vyvolané preventivní ochranou proti radonu, které by se jinak v rozpočtu stavby neobjevily) jsou zásadně podstatně nižší při srovnání s cenami za ozdravná protiradonová opatření ve starší zástavbě, kde byly zjištěny nadlimitní koncentrace radonu ve vnitřním ovzduší.

V této souvislosti je nutno zdůraznit, že již nelze postupovat jako v některých případech v minulosti, kdy nebyl realizován podrobný radonový průzkum pozemku a preventivní opatření byla navržena na odhadnutou, zpravidla střední či vysokou úroveň rizika - indexu. Tento odhad vycházel zpravidla z mapových podkladů v měřítku 1:200000 či 1:50000, které ovšem slouží zcela jiným účelům a nemohou samozřejmě postihnout situaci na konkrétním pozemku, kdy je při podrobném průzkumu v návaznosti na rozdílné geologické poměry zjišťován běžně rozdílný radonový index i u sousedních pozemků. Při tomto způsobu řešení (odhadnutá střední úroveň rizika - indexu) se tak velmi často peníze neušetřily. V případě nízkého radonového indexu tohoto pozemku byla preventivní ochrana zcela nadbytečná, při středním radonovém indexu nemohla být dimenzována na přesné konkrétní údaje z průzkumu a v případě vysokého radonového indexu byla naopak podceněna. O těchto „radonových mapách“ (tzv. Odvozené mapy radonového rizika jednotlivých krajů ČR v měřítku 1:200000 či Mapy radonového rizika z geologického podloží v M 1:50000) je více uvedeno v dalším článku zabývajícím se problematikou vyhledávání a ozdravování starších objektů.

Pokud uvážíme výsledky detailních radonových průzkumů a stanovení radonového indexu pozemku (dříve radonového rizika základových půd) zjištěné na celém území naší republiky, zjistíme, že ve zhruba 40 - 45 % průzkumů byl dokumentován výskyt nízkého radonového indexu pozemku. To zjednodušeně řečeno znamená, že u významného počtu pozemků (skoro u poloviny) postačuje k řešení ochrany stavby proti radonu právě provedení radonového průzkumu. Neboť když je zjištěna kategorie nízkého radonového indexu pozemku, není jakákoli další speciální ochrana stavby proti radonu nutná (pokud je při výstavbě postupováno v souladu s ostatními předpisy řešícími např. otázky ochrany stavby proti zemní vlhkosti). Investor ani projektant se nemusí radonovou problematikou dále speciálně zabývat.

Podrobný radonový průzkum pozemku v ostatních případech, kdy je zjištěna kategorie středního či vysokého radonového indexu pozemku, umožňuje návrh odpovídajících ochranných opatření (materiál izolace, tloušťka, řešení prostupů instalačních vedení apod.) volených „na míru“ novému objektu, tak aby takto vyvolané vícenáklady byly minimální. Tak by již nemělo docházet jak k podcenění rizika, kdy by byly stavěny nové finančně nákladné objekty a kde by mohly být po výstavbě zjištěny nevyhovující hodnoty, tak by na straně druhé nemělo dojít k zbytečnému prodražování (nevhodně drahá a přemrštěná opatření).

Výběr vhodných preventivních ochranných opatření

Při výběru vhodných preventivních ochranných opatření proti pronikání radonu z podloží stavby do vnitřního ovzduší je k dispozici poměrně rozsáhlý soubor postupů a materiálů, způsoby a možnosti ochrany se dále neustále vyvíjejí, rozšiřují a doplňují. Pro výběr vhodných preventivních opatření a dále samozřejmě pro vlastní navrhování a provádění těchto opatření slouží zvláště norma ČSN 730601 Ochrana staveb proti radonu z podloží. Údaje z této normy, často doplněné o příklady výpočtů a dimenzování izolací, o typové skladby a řešení detailů, jsou obsaženy v řadě odborných i populárně-naučných publikací, které jsou v současné době běžně k dispozici. Norma a navazující publikace jsou v návaznosti na rozšiřující se vědomosti o problematice pronikání radonu do staveb průběžně doplňovány a upravovány tak, aby aktuálně zařazovaly i nové způsoby a možnosti řešení dostatečné a zároveň kvalitní ochrany.

Jak již bylo řečeno, při nízkém radonovém indexu pozemku zjištěném detailním průzkumem není požadována jakákoli další speciální ochrana stavby proti radonu pronikajícímu z podloží do stavby. Dostatečnou ochranu stavby vytváří běžná celistvá hydroizolace navržená v souladu s hydrogeologickými poměry, stavebník ani projektant se nemusí touto problematikou dále zabývat.

U dalších pozemků, kde byla zjištěna jiná kategorie než nízký radonový index pozemku, se při výstavbě navrhuje a provádějí ochranná opatření. Výběr opatření vychází ze skutečnosti, že všechna protiradonová opatření jsou založena na dvou základních principech: na přerušení transportu radonu mezi podložím a vnitřním ovzduším či na odstranění (snížení) zdroje radonu. Odstranění (snížení) zdroje radonu přichází v úvahu při řešení problematických stavebních materiálů a zdrojů vody (zmiňovaná kontrola a přísné směrné a limitní hodnoty), ale při ochraně proti radonu z podloží se neuplatňuje.

U přerušení transportu radonu je podstatné prostředí, kde k tomuto přerušení dochází. Nejčastěji je u nových staveb využívána ochrana pomocí úpravy stavební konstrukce. Jedná se zvláště o plynotěsné provedení konstrukce v kontaktu s podložím, popřípadě o vytvoření ventilační vrstvy v kontaktní konstrukci. Výhodou těchto tzv. pasivních opatření je dlouhá životnost a zároveň žádná údržba ani jiné provozní náklady. Ochranná opatření mohou být dále založena přímo na úpravě podloží (např. odvětrání radonu z podloží či vytvoření podtlaku v podloží vzhledem k interiéru stavby), nebo na úpravě vnitřního vzduchu (odvětrání radonu a dceřiných produktů z vnitřního ovzduší, vytvoření mírného přetlaku v kontaktních, zpravidla suterénních či přízemních podlažích). Tato aktivní opatření se využívají zvláště při ozdravování starších objektů. Vzhledem k jejich nevýhodám, mezi které patří nutnost pravidelné údržby, provozní náklady a částečně i omezená životnost některých součástí, se u nové výstavby zpravidla nevyužívají. Výjimkou je u nové výstavby jen využití řízené vzduchotechniky, pokud je v objektu projektována z jiných důvodů (např. v suterénních garážích či ve výrobních halových provozech). I v těchto případech je ovšem toto opatření zpravidla kombinováno s pasivním opatřením.

Navrhování preventivních opatření

Navrhování preventivních opatření vychází z výsledků podrobného radonového průzkumu a z předpokládaného konstrukčního řešení spodní stavby i celého budoucího objektu. Pro základní představu o navrhování preventivních opatření, o rozsahu a způsobu těchto opatření jsou dále uvedeny základní důležité informace, tak jak vyplývají z odborných publikací zpracovaných autorem normy ČSN 730601 ing. Martinem Jiránkem, CSc.

Jak bylo uvedeno, při středním radonovém indexu pozemku, což je poměrně častý případ, je již nutno stavbu chránit proti pronikání radonu z podloží. Nejčastějším opatřením využívaným v tomto případě je použití tzv. protiradonové izolace. Protiradonová izolace je ve smyslu této normy každá hydroizolace, která musí navíc splňovat následující požadavky:

Izolace musí mít určen součinitel difúze radonu, který stanovuje např. laboratoř na Stavební fakultě ČVUT v Praze podle metodiky akreditované ČIA a schválené Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. Tento součinitel musí být stanoven jak pro vlastní izolaci, tak i v místě spoje izolačních materiálů. Znalost součinitele difúze radonu je nezbytná pro výpočet potřebné tloušťky izolace v závislosti na typu objektu a radonovém indexu pozemku. Hodnota součinitele difúze v místě spoje izolačních materiálů potom ukazuje na to, jak je propracována technologie spojování, neboť těsnost spoju hraje podstatnou, ne-li nejdůležitější roli v zajištění plynotěsné funkce izolace.

Tažnost izolace musí být taková, aby pro zvolený typ založení objektu a konstrukční provedení celé spodní stavby přenesla mezní deformace podle normy řešící zakládání staveb a nedošlo k jejímu porušení. Tento požadavek je třeba mít na zřeteli zvláště při používání izolačních materiálů s kovovými výztužnými vložkami, jejichž tažnost může být poměrně nízká.

Trvanlivost izolace musí odpovídat minimálně předpokládané životnosti stavby. Izolační souvrství je po svém zabudování nepřístupné a tudíž jen velmi těžší opravitelné (resp. opravitelné s velkými finančními náklady).

Izolace musí dále splňovat všechny ostatní požadavky kladené na hydroizolace (v návaznosti na normu ČSN 730600 Hydroizolace staveb) a také případně další požadavky vyplývající z konkrétních podmínek na staveništi (např. odolnost vůči koroznímu a mechanickému namáhání ap.).

Jako protiradonové izolace se nejčastěji využívají následující materiály (pokud vyhovují výše uvedeným podmínkám):

- **Asfaltové izolační pásy.** Tento způsob preventivní ochrany je možno doporučit zvláště v případech, kdy se stavebník přímo podílí na výstavbě a buď osobně provádí izolační práce, nebo tyto práce probíhají pod jeho dohledem. Mezi výhody asfaltových izolačních pásů patří skutečnost, že je lze plnoplošně natavovat k podkladu a je tak vyloučena existence vzduchové mezery mezi izolací a stavební konstrukcí, kde by se mohl šířit radon. Jelikož jsou problémy spojené s pronikáním radonu do objektu spojeny často s kvalitou provedení izolace, další podstatná výhoda asfaltových izolačních pásů spočívá právě v možnosti realizace izolace přímo stavebníkem, který si tak může zaručit a

pohlídat kvalitu provedení včetně utěsnění detailů apod. Využívají se pásy s nenasákavými vložkami z minerálních, skleněných nebo syntetických vláken, resp. pásy na bázi modifikovaných asfaltů. Při navrhování pásů s vložkou z kovové fólie, která omezuje zpracovatelnost, ohebnost i průtažnost, je nutno věnovat těmto faktorům zvýšenou pozornost.

- **Fóliové systémy.** Výhodou jsou zpravidla zcela vyhovující mechanicko-fyzikální vlastnosti, dlouhá životnost, velká tažnost, a možnost zpracování za relativně nepříznivých podmínek. Jelikož závisí výsledná těsnost systému podstatně na kvalitě a těsnosti spojů a prostupů, je nutné jednak dodržet takové spojování, na které byla izolace testována (zpravidla se jedná o horkovzdušné svařování), a dále zajistit kvalitu všech spojů, těsnost detailů a ochranu položené izolace proti mechanickému poškození. Nejčastěji se využívají materiály na bázi polyvinylchloridu (fólie z měkčeného PVC) a polyetylenu (fólie z vysokohustotního polyetylenu HDPE, resp. z nízkohustotního polyetylenu LDPE).
- **Stěrkové izolace.** Jejich výhodou je možnost utěsnit i tvarovat velmi složité detaily a prostupy. Nevýhodou je naopak poměrně velká pracnost a spojitě zajištění požadované tloušťky stěrky, zvýšené nároky jsou kladeny také na povrch, na který se má stěrka aplikovat. Výsledná kvalita a těsnost je tak závislá na dodržení pracovní kázně a na dodržování technologických postupů.

Z uvedených požadavků je zřejmé, že protiradonová izolace je často jedna a ta samá, která plná i funkci izolace proti zemní vlhkosti či případně proti tlakové vodě. Z těchto důvodů jsou vícenásledky vyvolané ochranou proti radonu tak často zcela minimální. Ochrana nových staveb proti radonu z podlaží vychází z předpokladu, že prevence je vždy podstatně levnější než nákladná ozdravná opatření v již hotových objektech.

Protiradonovou izolaci lze navrhnout jako jedinou ochranu proti radonu i při vysokém radonovém indexu pozemku, pokud rozhodující hodnota objemové aktivity radonu v půdním vzduchu zjištěná při radonovém průzkumu nepřekračuje dvojnásobek hraniční hodnoty mezi středním a vysokým radonovým indexem pozemku. Jsou-li tyto dvojnásobky hraničních hodnot překročeny, musí být protiradonová izolace provedena v kombinaci buď s odvětráním podlaží pod objektem, nebo s odvětranou ventilační vrstvou v kontaktní konstrukci. V úvahu samozřejmě přicházejí i další kombinace opatření využívající nucené větrání apod., podrobnosti zahrnující jednotlivá řešení obsahuje uvedená norma.

Kvalitní a důsledné provedení protiradonových opatření při výstavbě

Důraz na kvalitu provedení protiradonových opatření byl zmíněn již v předcházejících odstavcích u jednotlivých izolačních materiálů využívaných pro preventivní ochranu. Problémy spojené s radonem v nových stavbách totiž nejsou zpravidla spojeny s kvalitou vlastního izolačního materiálu, ale např. s jeho místním porušením (proražení izolace), se špatně utěsněným prostupem instalačního vedení procházejícího izolací či s nevhodně provedeným spojem izolace (např. neověřené spoje fóliových izolací na bázi samolepících pásků). V této souvislosti je nutné znovu upozornit na nutnost kontroly kvality provedení izolačních prací ještě před prováděním dalších prací. Kromě vlastní prověrky kvality izolací (o výsledku doporučujeme pořídit zápis jako součást protokolu o odevzdání a převzetí prací) má pro případné řešení sporů samozřejmě význam i další dokumentace (stavební deník, dokumentace potvrzující kvalitu a vhodnost použitých materiálů, zkoušky těsnosti spoje u fóliových systémů apod.) a využití fotodokumentace. Jak je již na stavbách (bohužel?) zvykem, již tento zájem a důraz stavebníka vyvolá často kvalitnější a zodpovědnější přístup dodavatelské firmy.

Vlastní kontrolu z hlediska množství radonu pronikajícího do objektu můžeme bohužel provést až u hotového objektu, neboť hodnota objemové aktivity radonu ve vnitřním ovzduší je podstatně ovlivněna stavebně technickým stavem celého objektu, výměnou vzduchu a dalšími faktory a jakékoli mezioperační měření není v tomto případě dostatečně vypovídající. Pokud není provedena kontrola izolace a došlo přitom např. k jejímu mechanickému poškození, ke špatnému utěsnění prostupu instalačního vedení či byly nekvalitně provedeny spoje izolace, může se stát, že se i ve zcela novém objektu již při kolaudaci objeví vlhkost na stěnách a následně je zjištěna vysoká koncentrace radonu ve vnitřním ovzduší.

Kontrola pomocí měření ve vnitřním ovzduší objektu

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

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 rozdíly mezi vnitřním a vnějším ovzduší, působením větru i způsobem užívání objektu, samotné měření se provádí dle daných metodických pravidel v ovzduší objektu minimálně po dobu jednoho týdne. Cenové relace více méně odpovídají uvedeným cenám při stanovení radonového indexu pozemku, tj. kontrolní 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 (např. v uzavřeném a vytápěném objektu s omezenou výměnou vzduchu).

Celý proces ochrany nových staveb proti radonu, od stanovení radonového indexu pozemku, přes výběr, návrh a kvalitní provedení opatření až po závěrečnou kontrolu je v současné době již k dispozici na profesionální úrovni. Pokud je tento postup při výstavbě dodržen, udělal stavebník vše pro vyhovující stav ovzduší v objektu.

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