

## Řešení radonové zátěže ve vnitřním mikroklimatu - řízené větrání

Datum: 24. 4. 2006 | Autor: Ing. Daniel Veselý | Organizace: Instaplast Praha a.s.

**Radon jakožto plyn má přirozenou schopnost unikat z prostředí s vyšší hustotou (geologické podloží, půda) do vnitřního prostředí budov. Někdy stačí i malá netěsnost v provedené izolaci, kterou proniká nahromaděný plyn. Jako nejúčinnější protiradonové opatření se ukazuje dostatečné větrání.**

### Teorie:

Radon je jeden z nejvzácnějších přírodních plynů. Přesto je všudypřítomný. Jedná se o plyn, který se projevuje velmi nenápadně. Když se projeví, je to spíše po delší době a bohužel se to týká našeho zdraví. Myslím, že většina z nás má všeobecné povědomí, že před radonem je lepší se chránit. Nakonec i stavební řízení vyžaduje měření přítomnosti radonu v půdě nebo geologickém podloží pozemku, na kterém se uvažuje se stavbou jakéhokoliv objektu.

Radon-86222Rn

bezbarvý inertní plyn

plyn bez chuti a zápachu

Hustota 9,73 kg/m<sup>3</sup> cca 8x vyšší hustota než u vzduchu

Radon je radioaktivní plyn - radionuklid, který je produktem rozpadové řady prvku Uranu <sup>238</sup>U, která je ukončena stabilním prvkem olovo <sup>206</sup>Pb.

Poločas rozpadu radonu je 3,85 dne.

Při rozpadu radonu se do prostoru šíří radioaktivní záření typu  $\alpha$ . Záření alfa je ve skutečnosti proudem jader atomů helia tzv. helionů <sup>4</sup>He. Částice  $\alpha$  - heliony mají velkou rychlost (řádově 10<sup>7</sup> m/s). Z toho plyne i jejich velká energie (2MeV- 8 MeV).

Veličinou charakterizující chování radionuklidu je aktivita A. Ta udává množství jader radionuklidu rozpadlých za jednotku času. Potažmo je to i veličina popisující množství záření vzniklého při rozpadu. Jednotkou aktivity je Bq (becquerel). V případě hodnocení vnitřního mikroklimatu je používána tzv. objemová aktivita s jednotkou Bq/m<sup>3</sup>.

Všeobecně uznávanou hranicí pro zdravé mikroklima je hodnota 100 Bq/m<sup>3</sup>.

### Působení radonu

Radon je plyn, který má při krátkodobém působení (dny až týdny) léčivé účinky. Toho je využíváno především v lázeňství. Bohužel při dlouhodobém působení je plynem nebezpečným a zdraví škodlivým. Jakožto radioaktivní nuklid je původcem rakovinových onemocnění zejména rakoviny plic. V menší míře může zapříčinit i rakovinu krve - leukemii.

### Zdroje radonu

Hlavními zdroji radonu jsou geologické podloží, podzemní voda, do níž se radon rozpouští a stavební materiály.

### Pronikání radonu do objektů

Radon jakožto plyn má přirozenou schopnost unikat z prostředí s vyšší hustotou (geologické podloží, půda) a do prostředí vzduchu. Objemová aktivita ve volném prostředí je v řádu jednotek

Bq/m<sup>3</sup>. Pokud ovšem postavíme překážku unikajícímu radonu např. v podobě objektu (základová deska), začne se radon pod touto překážkou hromadit a jeho koncentrace v půdě je mnohem vyšší. Radon se přitom z geologického podloží dostává pomocí dvou základních jevů - difúze a konvekce. Konvekce hraje v migraci radonu majoritní roli. K průniku do objektu pak už stačí několik prasklin, puklin v podlaze, základové desce nebo obvodové konstrukci sklepních prostor a je zaděláno na problém.

Koncentrace radonu přitom nejsou během roku konstantní. V letním období jsou objemové aktivity na nižší úrovni než během zimy. Radon se během dnů, kdy je země nasycená vodou kumuluje více. To platí i pro období se souvislou sněhovou pokrývkou. Navíc během zimního období vzniká v budovách tzv. komínový efekt. Přirozené teplotní vrstvení zapříčiňuje vytváření mírného podtlaku v nejnižším podlaží a tím v důsledku nasávání radonu do objektu.

Z pohledu těchto dvou jevů je právě zimní období časem zvýšené zátěže radonem.

## Ochrana proti radonu

Ochranu dělíme na aktivní a pasivní. U novostaveb se v případě zvýšeného radonového rizika provádějí již v rámci stavby pasivní opatření, které umožní kvalitně oddělit radon z podloží od vnitřního prostředí objektu. Jedná se většinou o účinné protiradonové folie. Opatření se provádějí na základě měření tzv. radonového indexu. Měřit radonový index je povinné teprve od roku 2002. V předchozích letech se stanovovalo radonové riziko podle radonových map většinou v měřítku 1:200000, což nedává nejlepší předpoklady k místnímu určení radonové zátěže. Následně navržená protiradonová opatření byla buď neadekvátní nebo naopak nedostatečná. Situace koncentrace radonu může být na každých deseti metrech diametrálně jiná.

V případě starších objektů je situace poněkud složitější. Velmi často je zde nedostatečná celistvost stavební konstrukce ve styku s geologickým podložím, což má za následek prolínání radonu přímo, nebo prostřednictvím prolínající spodní vody, v níž je radon rozpuštěn.

V rámci Radonového programu ČR funguje od roku 1990 tzv. Vyhledávací program. Jeho úkolem je najít nejvíce postižené objekty. Vychází se přitom z map radonového rizika. Tyto mapy vycházejí z geologických rozborů a faktu, že zvýšený obsah radia je průvodním jevem vyššího rizika z radonu. Tento průzkum samozřejmě ve svých předpokladech nemůže zohlednit stavební stav konstrukce.

Proto je nejvhodnějším způsobem měřit radonovou zátěž (objemovou aktivitu) přímo ve vnitřním prostředí. Měření je buď krátkodobé cca jeden týden, nebo dlouhodobé (např. 1 rok). Hodnota aktivity je velmi kolísavá, jak bylo popsáno výše. Kratší měření (okamžitá hodnota, průměrná hodinová hodnota) nemají v podstatě žádnou vypovídající hodnotu. Objemová aktivita by neměla přesáhnout směrnou hodnotu 400 Bq/m<sup>3</sup>. V Německu je všeobecně uznávaná hodnota a plán dosáhnout 100 Bq/m<sup>3</sup>.

Nápravná pasivní opatření u starších objektů vychází z možnosti utěsnit všechny netěsnosti v konstrukci přilehlé podloží. Je nutné soustředit se i na netěsnosti kolem prostupů inženýrských sítí. V omezené míře je možné provést pasivní opatření aplikací protiradonových folií. Tato opatření však nejsou všespasitelná a jejich nevhodná aplikace může vést i k opačnému efektu, tedy ke zhoršení nebo k přestěhování radonové zátěže do jiných prostor objektu. Naštěstí zkušenosti firem zabývajících se odstraňováním radonové zátěže jsou velké a k těmto lapsům již nedochází.

Dá se říci, že nejvhodnějším způsobem, jak se vypořádat problémem radonu, je využít větrání objektu ve vyšší intenzitě než je obvyklá. To se dá změnit užívacími návyky bydlících. Vhodnější je ovšem větrat objekt řízeně.

Řízené větrání dává dobrý předpoklad k odvedení škodlivin mimo objekt a tím pádem ke snížení koncentrací radonu. Větrání musí být velmi pečlivě navrženo se zohledněním následujících aspektů jednotlivých:

- přirozené větrání - pokud se změní návyky uživatelů je možné docílit zlepšení, psychologicky je ale velmi těžké docílit u návyku větrat řádně hlavně během mrazivých dnů. Pokud se tak děje, je tato činnost spojena se zvýšenými tepelnými ztrátami oknem.
- je naprosto nevhodné používat podtlakové větrání. Vytvoření podtlaku umožní nasávat větší množství radonu z podloží
- řízené přetlakové větrání. Z hlediska odvedení radonu je takový způsob vhodný. Zvýšení intenzity větrání je provázáno vyšší energetickou náročností v zimních měsících na pokrytí tepelných ztrát.
- řízené větrání s rekuperací tepla. Umožňuje řádné provětrání objektu. Devizou je snížení nebo popřípadě eliminování tepelných ztrát větráním.

## Použití a posouzení rekuperace tepla při odvětrávání radonu

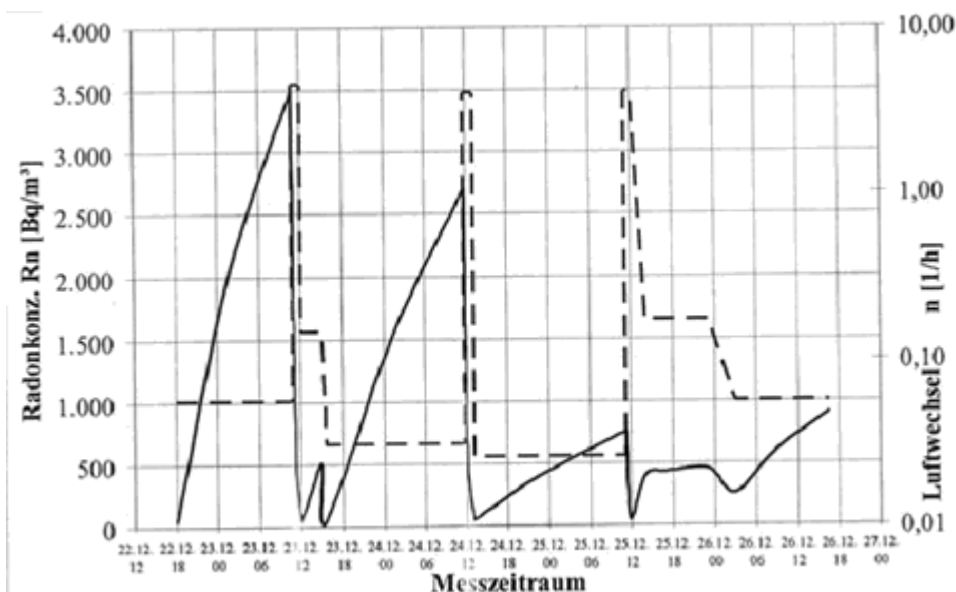
Podle průzkumů má půda na cca 75% plochy ČR dispozici aktivity vyšší než  $20 \text{ kBq/m}^3$ . Ve sklepních prostorách není u starších objektů neobvyklé, že hodnota aktivity přesáhne  $300 \text{ Bq/m}^3$ . Aktivita postupně klesá po patrech směrem vzhůru. Pokud je ovšem dům ze sklepení propojen souvislým schodištěm je radon vcelku rovnoměrně distribuován po celém domě.



Obr. 1

V některých případech, kdy dojde ke sčítání účinků vysokých koncentrací radonu v půdě s netěsnou obálkou domu, přesahuje hodnota měrné objemové aktivity i hodnotu  $3000 \text{ Bq/m}^3$ .

To už je velmi škodlivá úroveň. Obrázek 2 ukazuje, jak razantně je možné snižovat koncentrace radonu při zvýšení intenzity větrání na úroveň cca  $1,5 \text{ h}^{-1}$ . Intenzita větrání je znázorněna přerušovanou čarou. Objemová aktivita je znázorněna souvislou čarou. Při takovém způsobu větrání se dostáváme na cca 50x nižší hodnoty než jsou na počátku.



Obr. 2

Výhodou větrání s rekuperací tepla je to, že skutečně řeší problém bez ohledu na to, čím je způsoben. Zdroje radonu mohou být různé, jak bylo popsáno výše. Navíc větrání řeší i odvod jiných škodlivin, které se tvoří ve vnitřním prostředí (pachy, kouř, těkavé látky z textilu, barev a nábytku.)

Pro navržení rekuperační jednotky vycházíme nejlépe alespoň z krátkodobého (týdenního) měření objemové aktivity radonu ve vnitřním obytném prostředí. Podle naměřené hodnoty dimenzujeme výměnu vzduchu cca dle následující tabulky (tab. 1)

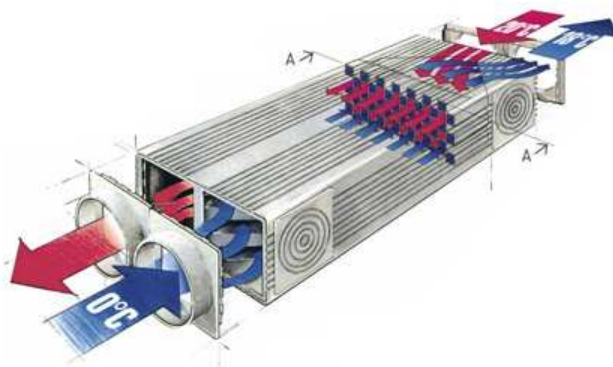
<b>Aktivita</b>	Bq/m <sup>3</sup>	1000	2000	3000
<b>Intenzita</b>	1/h	0,5	1	1,5

Tab. 1

Z hlediska hygienického pohledu na větrání je minimální hranice 0,3 nás/hod. Středně velký dům s obytnou plochou kolem 150 qm bude větrat v rozsahu 130 až 450 m<sup>3</sup>/hod. To už jsou hodnoty, které stojí za uvážení jakou rekuperační jednotku použít.

## Účinnost rekuperační jednotky

Tato hodnota nám definuje, kolik tepla jsme schopni díky rekuperaci převést zpět z odpadního vzduchu do vzduchu čerstvého. Účinnost rekuperátoru ovlivňuje především jeho konstrukce a přestupní plocha. Standardní rekuperátory s křížovým deskovým výměníkem dosahují účinností kolem 60-70% při maximálním objemovém průtoku klesá účinnost pod hranici 50%. Z toho plyne, že rekuperátor je schopen uspořit méně než 1/2 z tepelných ztrát větráním. Většina firem nyní dodává rekuperační jednotky s křížovo-protiproudými výměníky. Deklarovaná účinnost je vždy nejméně 90%. Bohužel často se ukazuje, že tato hodnota platí pro 25% max. objemového průtoku vzduchu. Při 100% zátěži klesá účinnost pod 70%. Termodynamicky nejvýhodnější jsou čistě protiproudé kanálové výměníky (obr. 3). Pokud mají dostatečnou plochu (např. pro větrací množství 300 m<sup>3</sup>/hod cca 60 m<sup>2</sup>), můžeme zodpovědně prohlásit, že jednotka splňuje podmínku 90% účinnosti v celém rozsahu větrání. Pro výběr vhodné jednotky je tedy důležitý parametr vzduchového výkonu, plochy a konstrukce výměníku.



Obr. 3

## Ostatní vlastnosti rekuperační jednotky

### Zemní kolektor

Je jistě vhodné kombinovat jednotku se vzduchovým zemním kolektorem, který umožní během zimního období fungovat jako přirozená protimrazová ochrana. Během léta naopak umožní předchlazení vzduchu a zlepšení tepelné pohody v objektu. Pro to je nutné, aby jednotka byla vybavena letním obtokem rekuperátoru (tzv. by-passem), tak aby nedocházelo k devalvaci chladu teplem odváděným z domu.

### Ventilátory

Rekuperační jednotky používané na odvětrání radonu většinou fungují s velkou zátěží. Z toho plyne, že ventilátory by měly být co možná nejtišší, ale hlavně úsporné. Velmi dobrých hodnot dosahují stejnosměrně napájené ventilátory, ať už s napětím 24 nebo 48V. Předpokládaný společný maximální příkon ventilátorů by neměl přesáhnout hodnotu cca. 150W při 300 m<sup>3</sup>/hod. Měrný příkon by neměl být vyšší než 0,5W/(m<sup>3</sup>/hod). Hlučnost jednotky by neměla přesáhnout v místě instalace 35 dB (A) a v jednotlivých místnostech i s ohledem na hluk tvořený vyústkou 25 dB (A). Pokud jsou ventilátory vybaveny proměnným řízením otáček, je to jen ku prospěchu. Otáčky se dají upravovat na základě kontrolních měření objemové aktivity (viz dále).

### Protimrazová ochrana

Jednotky je nutné vzhledem k vysokým větracím množství vybavit aktivní protimrazovou ochranou. Jednou z možností je výše uvedený zemní vzduchový kolektor. Pro 300 m<sup>3</sup>/hod je cca 30 m dlouhý kolektor dostatečný. Pokud nelze zemní vzduchový kolektor použít musíme zařadit elektrický předhřev nebo předřadit teplovodní výměník. Občas se používá i technologie snižování otáček vstupního vzduchu. Ta je v tomto případě kontraproduktivní. Jde nám o zachování stanovené větrací intenzity. Navíc takové snižování otáček na vstupu vytváří v objektu podtlak, který je pro řešení radonové zátěže nepřijatelný.

## Vlhkost v objektech s ohledem na řízené větrání

Během zimního období, kdy je nutné větrat kvůli radonové zátěži nejvíce, klesá množství vody (vodní páry) ve venkovním prostředí. Ohřátím vzduchu v rekuperátoru se sníží relativní vlhkost na nízkou hodnotu. Uživatelé rekuperačních jednotek si pak mohou stěžovat na suché obytné prostředí. Výjimkou nejsou hodnoty rel. vlhkosti menší než 15%. Z hygienického hlediska je minimální únosnou hranicí 30% rel. vlhkosti. Řešením je využít přirozeného zvlhčování - vhodným zdrojem jsou např. pokojové rostliny nebo aktivní zvlhčování. Poslední možností jsou rekuperátory se zpětným získáváním vlhkosti.

## Vyhodnocení nápravného opatření

Po instalaci rekuperační jednotky je vhodné provést kontrolní měření, které prokáže rozsah omezení radonové zátěže. Na základě takového měření je možné upravit intenzitu větrání. Kontrolní měření se provádí alespoň krátkodobé (týdenní), nejlépe v podobném ročním čase jako měření původní. Optimální je však provádět měření půlroční pro letní a zimní sezonu. Takové měření se provádí pomocí speciálních absorpčních tablet, které se vkládají do vzduchovodů. Po půl roce se vyjmou a vyhodnotí se externě v laboratoři.

## Závěr

Radonovou problematiku nelze brát na lehkou váhu. Proto je v zájmu každého z nás a našeho zdraví, abychom byli co nejlépe informováni o tom, jak tento plyn vzniká, působí, ale hlavně jak se mu účinně bránit. No a teď už jen zbývá zkontrolovat radonovou mapu ČR a sejít do nejnižšího podlaží a obhlédnout praskliny ve stavebních konstrukcích.