

**PROTOKOL - STANOVENÍ RADONOVÉHO INDEXU POZEMKU
PRO AKCI:**

**Rekonstrukce a přístavby Jiráskova
divadla, Česká Lípa**

Vypracoval: ing. Matěj Neznal

31.8.2018

č. zak.:1260-18

radon v.o.s.

Novákových 6, 180 00 Praha 8
DIČ: CZ00473316
tel./fax: 266 314 112, 266 317 550
e-mail: radon@comp.cz
www.radon-vos.cz

pobočka:
Revoluční 164, 471 27 Straž pod Ralskem
tel.: 487 851 492, fax: 487 851 493
e-mail: radon@comp.cz

1. Úvod

Na základě jednání mezi zástupci objednatele – společnost Adam Rujbr Architects s.r.o. a zástupci v.o.s. RADON byl pod zakázkovým číslem 1260-18 vypracován protokol - stanovení radonového indexu pozemku pro akci: Rekonstrukce a přístavby Jiráskova divadla v České Lípě, Panská 219, Česká Lípa.

Protokol vychází ze zákona č. 263/2016 Sb. atomový zákon a z vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) č. 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.

Povolení k měření a hodnocení ozáření z přírodních radionuklidů, včetně měření a hodnocení výskytu radonu a produktů přeměny radonu ve stavbách, a stanovení radonového indexu pozemku bylo v.o.s. RADON vydáno rozhodnutím SÚJB č.j. 55941/2006 ze dne 28.11.2006 s platností na dobu neurčitou. Oprávnění zvláštní odborné způsobilosti k vykonávání činností zvláště důležitých z hlediska radiační ochrany v rozsahu zahrnujícím řízení stanovení radonového indexu pozemku bylo uděleno ing. Matějovi Neznalovi rozhodnutím SÚJB/RCHK/10459/2013 ze dne 2.5.2013, s platností do 30.4.2023, ing. Haně Neznalové rozhodnutím SÚJB/RCHK/10466/2013 ze dne 2.5.2013, s platností do 30.4.2023 a ing. Ivanovi Fröhlichovi rozhodnutím SÚJB č.j. 27522/2008 ze dne 2.12.2008, s platností do 30.11.2018.

Jako podklad nám byla předána část dokumentace včetně situace s vyznačeným zájmovým územím a umístěním přístaveb, vše bylo dále specifikováno zástupci objednatele.

2. Rozvrh a metodika průzkumu

Účelem měření, tj. provedení radonového průzkumu, je kategorizace plochy zástavby z hlediska rizika pronikání radonu z podloží do budov. Míru rizika pronikání radonu z geologického podloží na daném pozemku popisuje radonový index pozemku, který nabývá hodnot – nízký – střední – vysoký. Stanovení radonového indexu pozemku vychází z posouzení distribuce hodnot objemové aktivity radonu (^{222}Rn) v půdním vzduchu a plynopropustnosti zemin. Použitá metodika zcela odpovídá platné metodice - Stanovení radonového indexu pozemku (Doporučení SÚJB, DR-RO-5.0 /Rev.2.2/, 12/2017).

Základní úkol radonového průzkumu představuje přímé stanovení objemové aktivity radonu v půdním vzduchu (c_A /kBq.m⁻³/) ve vzorcích odebraných v daném rozsahu a síti. RADON v.o.s. provádí odběr vzorků půdního vzduchu o objemu 0,1 l z hloubky 0,8 m pomocí tenkých odběrových tyčí s volným hrotem a velkoobjemových injekčních stříkaček. Rozsah měření a způsob stanovení je v souladu s příslušnými ustanoveními, při podrobném průzkumu a hodnocení „pozemků s jednou velkou stavbou“ či „pozemků s více stavbami“, tj. pozemků o celkové rozloze větší než 800 m² pro výstavbu jednoho objektu se zastavěnou plochou větší než 800 m² nebo pro výstavbu více objektů, se postupuje v základní odběrové síti 10 x 10 m v zastavěných plochách a nejbližším okolí, resp. s odpovídajícím počtem odběrových bodů této sítě (v případě výskytu zpevněných ploch, stávajících objektů ap.). Stanovení radonového indexu velkých pozemků, případně jejich částí, vychází ze zjištěných hodnot objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a jejich distribuce. Při stanovení radonového indexu pozemku je významná zejména hodnota třetího kvartilu statistického souboru hodnot objemové aktivity radonu, (dále značena c_{A75}), při výskytu lokálních anomálií objemové aktivity radonu překračujících trojnásobek hodnoty třetího kvartilu je pro hodnocení využívána zpravidla maximální zjištěná

hodnota. Případně zjištěné hodnoty objemové aktivity radonu nižší než 1 kBq.m^{-3} nejsou začleněny do takto hodnoceného souboru.

K měření C_A v půdním vzduchu využívá RADON v.o.s. scintilační komory Lucasova typu o objemu 0,125 l vlastní výroby a přístroje řady LUK a SISIE 1 (J.P.018, J.P.020, J.P.057, SIS 05 - výrobce ing. Plch, Praha). Měřicí sestava byla ověřena Autorizovaným metrologickým střediskem pro měřidla objemové aktivity radonu a ekvivalentní objemové aktivity radonu při Státním ústavu jaderné, chemické a biologické ochrany Kamenná (Ověřovací listy č. 5365 - 5368 s platností do 9/2018).

Stanovení plynopropustnosti zemin je založeno na studiu specializovaných inženýrskogeologických zpráv a mapových podkladů ze zájmové oblasti (archiv RADON v.o.s.) a na popisu in situ (dokumentace vertikálního profilu, makroskopický popis vzorků s odhadem podílu jemné frakce "f" v zeminách a rozložených horninách, popis odporu proti odběru vzorků půdního vzduchu, resp. přímá měření plynopropustnosti in situ systémem RADON-JOK, posouzení možných změn ve vertikálním i horizontálním směru).

Výsledkem průzkumu 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.

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})		
<i>Nízký</i>	$C_A < 30$	$C_A < 20$	$C_A < 10$
<i>Střední</i>	$30 \leq C_A < 100$	$20 \leq C_A < 70$	$10 \leq C_A < 30$
<i>Vysoký</i>	$C_A \geq 100$	$C_A \geq 70$	$C_A \geq 30$
	<i>nízká</i>	<i>střední</i>	<i>vysoká</i>
	Plynopropustnost zemin		

3. Výsledky měření a zjištěné parametry

Z citovaných legislativních a metodických podkladů a z ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží vyplývá, že budovy stavěné mimo pozemky s nízkým radonovým indexem musí být chráněny proti pronikání radonu z podloží. Cílem legislativních opatření je tedy zamezit výstavbě nedokonale chráněných objektů na místech se zvýšeným radonovým indexem při zachování principu optimalizace. Vzhledem k zákonitostem distribuce radonu v půdě a častému výskytu lokálních nehomogenit je pro zařazení daného pozemku do příslušného radonového indexu nutný vyšší počet bodových měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu. RADON v.o.s. akceptuje požadovanou základní síť měření $10 \times 10 \text{ m}$, resp. odpovídající počet odběrů tam, kde tato síť nemůže být dodržena.

V zájmovém území (intravilán, stávající objekt divadla, zpevněné plochy, dvůr, území ovlivněné antropogenní činností) se uskutečnilo v rámci průzkumu celkem 18 bodových odběrů půdního vzduchu. Vzhledem k aktuální situaci in situ a požadavkům na optimalizaci byl radonový průzkum proveden s počtem bodů odpovídajícím základní odběrové síti $10 \times 10 \text{ m}$ v zastavěných plochách a

nejbližším okolí předmětných přístaveb. Jednotlivé odběrové body musely být vzhledem k situaci in situ (stávající zástavba, zpevněné plochy ap.) proti ideální síti posunuty, tyto posuny nemají na výsledné hodnocení bezprostřední vliv. Odběry vzorků provedla terénní skupina pod vedením ing. Matěje Neznala dne 29.8.2018 (teplota cca 23°C, polojasno, slabý proměnlivý vítr). Jedenáct odběrových bodů bylo vzhledem k neprostupnosti odběrových tyčí (obsah hrubé frakce) provedeno z hloubky 0,6 m, resp. 0,5 m, a jeden odběr vzorku půdního vzduchu byl vzhledem k nízké plynopropustnosti odběrového mikroprostoru proveden po povytažení odběrové tyče z úrovně 0,8 – 0,5 m. Laboratorní stanovení objemové aktivity provedla ing. Hana Neznalová v čase delším než 3,5 hod. po odběru vzorků.

Hodnoty objemové aktivity radonu v půdním vzduchu se pohybovaly v rozmezí $c_A = 1,1 - 17,9 \text{ kBq.m}^{-3}$, statistické parametry souboru hodnot byly následující: třetí kvartil $10,8 \text{ kBq.m}^{-3}$, aritmetický průměr $8,5 \text{ kBq.m}^{-3}$ a medián $9,0 \text{ kBq.m}^{-3}$.

Výsledné hodnoty c_A jsou pro jednotlivé body uvedeny v následující tabulce - Tab.2. Jako grafická příloha byla vypracována idealizovaná síť měření (s idealizovaným situováním odběrových bodů v síti 10 x 10 m). Vzhledem k faktickému posunu odběrových bodů proti této idealizované síti nebylo zpracování grafického přehledu výsledků měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu smysluplné.

Variabilita hodnot objemové aktivity radonu odpovídá celé řadě geologických i negeologických faktorů. Mezi základní parametry ovlivňující vznik a migraci radonu v půdě náleží v prostředí s daným obsahem ^{226}Ra : difuzní parametry /závisí zvláště na porositě a vlhkosti/, konvekce /závisí zvláště na propustnosti a tlakovém spádu/ a emanační parametry /ovlivněny především půdní vlhkostí a zrnitostním složením částic/; resp. změny těchto faktorů v horizontálním i vertikálním směru. V rámci zájmové plochy jsou změny v distribuci radonu v půdním vzduchu způsobeny především lokálními změnami v charakteru a propustnosti odběrového horizontu a svrchních horizontů prostředí vůbec. Podstatný vliv na redistribuci radonu ve svrchních horizontech mají ve sledovaném případě následky antropogenní činnosti (recentní heterogenní navážky, zástavba ap.). Radonový potenciál území se tak projevuje ve výskytu lokálních vyšších a naopak nižších hodnot objemové aktivity radonu. Přes uvedené skutečnosti je v celém zájmovém území situace z hlediska distribuce radonu poměrně vyrovnaná (shodný radonový potenciál území), při stanovení radonového indexu pozemku lze velmi dobře vycházet z celkové plošné distribuce hodnot objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a ze statistického hodnocení souboru zjištěných hodnot.

Z archivních údajů RADON v.o.s. a ze situace in situ vyplývá, že skalní podloží je v širším zájmovém území tvořeno převážně křídovými horninami březenského souvrství (jílovce vápnité až slínovce s vložkami vápnitých pískovců). Svrchní horizonty skalního podkladu jsou proměnlivě zvětralé až rozložené na eluvia se střípky a úlomky hornin, místy vystupují mělce k povrchu terénu. Pokryv zastupují v širším zájmovém území místy deluviální sedimenty, povrchové vrstvy jsou proměnlivě, místy značně upraveny antropogenní činností. Z hlediska řešené problematiky byly in situ pomocí tří zarážených sond rozmístěných v okolí objektu ověřeny svrchní horizonty prostředí pro stanovení plynopropustnosti zemin, kdy byla vesměs v úrovni 0,0 – 1,0 m zastižena recentní antropogenní

navážka (převažuje hlinitopísčítý charakter s proměnlivým obsahem střípků a úlomků stavebních materiálů a hornin).

Tab.2: Objemová aktivita radonu v půdním vzduchu c_A (kBq.m⁻³)

Číslo bodu	Hodnota c_A	Číslo bodu	Hodnota c_A	Číslo bodu	Hodnota c_A	Číslo bodu	Hodnota c_A
1	9,9	6	9,3	11	17,9	16	7,3
2	1,7	7	10,8	12	15,5	17	12,4
3	1,3	8	6,3	13	5,8	18	13,7
4	1,6	9	8,7	14	11,5		
5	1,1	10	9,6	15	8,0		

Plynopropustnost zemin byla určena odborným posouzením. Vzhledem k situaci in situ a v návaznosti na údaje odběratele je pro řešení radonového rizika nutno uvážit spolupůsobení svrchních horizontů prostředí. Dle odpovídajícího zrnitostního složení těchto poloh (obsah jemnozrnné frakce f ve vertikálních profilech kolísá, převážně odpovídá středně plynopropustnému prostředí, resp. přechodu středně a vysoce plynopropustného prostředí), dle popisu odporu proti odběru vzorků (odpor proti odběru vzorků odpovídal v sedmnácti odběrových bodech vysoké plynopropustnosti a v jednom odběrovém bodě nízké plynopropustnosti) a dle celkové situace in situ (kdy byl zhodnocen vertikální vývoj parametrů zemin včetně důsledků antropogenní činnosti na aktuální plynopropustnost) je rozhodující plynopropustnost pro stanovení radonového indexu pozemku plynopropustnost vysoká (s tendencí ke střední).

4. Hodnocení

Hodnocení radonového rizika plochy zástavby je provedeno vzhledem k situaci z hlediska distribuce hodnot objemové aktivity radonu komplexně pro celé zájmové území. Dle shrnutí v kapitole 3 je rozhodujícím prostředím pro stanovení radonového indexu pozemku prostředí s *vysokou plynopropustností zemin (s tendencí ke střední plynopropustnosti)*. Zjištěné hodnoty a údaje týkající se problematiky distribuce radonu v půdním vzduchu jsou shrnuty v kapitole 3 a v tabulkovém zpracování. Kategorizace ploch stavenišť, případně jejich částí, vychází ze zjištěných hodnot objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a jejich distribuce. Dalším významným parametrem při stanovení radonového indexu pozemku je hodnota třetího kvartilu statistického souboru hodnot.

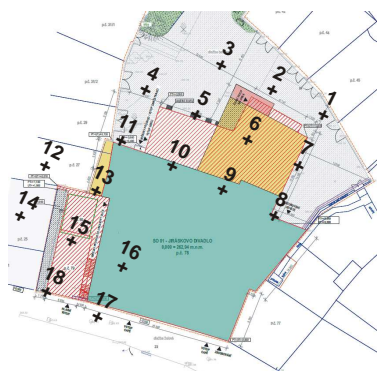
Hodnota třetího kvartilu celého souboru hodnot $c_{A75} = 10,8 \text{ kBq.m}^{-3}$ je v intervalu 10 – 30 kBq.m^{-3} (interval středního radonového indexu při uvážení vysoké plynopropustnosti zemin). Jak vyplývá z výše uvedených údajů, z informací týkajících se plynopropustnosti zemin a ze statistického vyhodnocení, pozemek pro akci: **Rekonstrukce a přístavby Jiráskova divadla v České Lípě, Panská 219, Česká Lípa** - je z hlediska rizika vnikání radonu z podloží do budov pozemkem se středním radonovým indexem. Vzhledem k zjištěným hodnotám a zmíněné tendenci ke střední plynopropustnosti je ve sledovaném případě možné uvážit zařazení směrem k dolní = příznivější hranici této kategorie.

Po stanovení radonového indexu pozemku je třeba řešit konstrukci domu tak, aby riziko pronikání radonu do budovy bylo minimální. Podle ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží je prvním krokem stanovení radonového indexu stavby. Ten vyjadřuje radonový potenciál prostředí na úrovni základové spáry a stanovuje se na základě znalosti radonového indexu pozemku a dalších údajů vyplývajících z charakteru výstavby.

Pozn.: Pokud je radonový index stavby shodný se stanoveným, tj. středním radonovým indexem pozemku, vyžaduje realizace stavby v případě středního radonového indexu provedení protiradonových opatření. Při řešení otázek spojených s těmito ochrannými opatřeními je možné vycházet zvláště ze zmíněné normy ČSN 730601. Obecně lze konstatovat, že pro prevenci je nejvhodnější využít alternativní opatření prováděná z jiných důvodů (hydroizolace, vzduchotechnika ap.), aby vícenáklady na protiradonovou ochranu byly minimální. Za dostatečné protiradonové opatření se dle normy v případě středního radonového indexu stavby považuje provedení všech kontaktních konstrukcí v 1. kategorii těsnosti, tj. pomocí celistvé protiradonové izolace s plynotěsně provedenými spoji a prostupy (případně kombinace postupů specifikovaných ve zmíněné normě).

V Praze dne 31.8.2018

ing. Matěj Neznal
statutární zástupce - společník RADON v.o.s.
& osoba se ZOZ - SUJB/RCHK/10459/2013



1
+ Idealizovaná síť měření