

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

KOUNICŮV DŮM – ČESKÁ LÍPA

PARC. Č. 114 KÚ ČESKÁ LÍPA

Vypracoval: ing. Matěj Neznal

2.7.2021

č. zak.:1295-21

radon v.o.s.

Novákových 6, 180 00 Praha 8
DIČ: CZ00473316
tel: 602293722, 606607409
e-mail: radon@comp.cz
www.radon-vos.cz

pracoviště:
Homická 318, 471 27 Stráž pod Ralskem
tel: 606614834
e-mail: radon@comp.cz

1. Úvod

Na základě jednání mezi zástupci objednatele – DigiTry Art Technologies, s.r.o. a zástupci v.o.s. RADON byl pod zakázkovým číslem 1295-21 vypracován protokol - stanovení radonového indexu pozemku pro akci: Kounicův dům – Česká Lípa, parc. č. 114 KÚ Česká Lípa.

Účel měření radonového indexu pozemku - měření a hodnocení ozáření z přírodního zdroje záření pro účely prevence pronikání radonu do stavby, stanovení radonového indexu pozemku podle par. 98 zákona 263/2016 Sb., Atomový zákon. Protokol je vypracován v souladu s požadavky tohoto zákona a 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, ve smyslu par. 31 odst. 2 zákona č.263/2016 Sb., Atomový zákon, k vykonávání činností zvláště důležitých z hlediska radiační ochrany v rozsahu zahrnujícím řízení vykonávání služeb významných z hlediska radiační ochrany podle par. 9 odst. 2 písm. h) bodů 1 až 3 a 5 až 7 Atomového zákona a podle par. 3 písm.c) vyhlášky SÚJB č. 409/2016 Sb., o činnostech zvláště důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany, zvláštní odborné způsobilosti a přípravě osoby zajišťující radiační ochranu registranta, a to měření a hodnocení ozáření z přírodního zdroje záření ve stavbě a stanovení radonového indexu pozemku, bylo uděleno ing. Matějovi Neznalovi rozhodnutím SÚJB/RCHK/10459/2013 ze dne 2.5.2013 a ing. Ivanovi Fröhlichovi rozhodnutím SÚJB č.j. SÚJB/ORP/24220/2018 ze dne 12.12.2018.

Jako podklad nám byla předána část dokumentace včetně situace s vyznačeným zájmovým územím.

2. Rozvrh a metodika průzkumu

Účelem měření, tj. provedeného 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 0,10 l, resp. 0,15 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, SIS 05 - výrobce ing. Plch, Praha), resp. ionizační komory IK250 a měřidla ERM-3 (v.č. 07/2020 a 12/2020, výrobce Dr. Froňka, Nukleární technika, Praha). Měřicí sestavy byly ověřeny 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. 6324 - 6326 s platností do 9/2022, resp. č. 6265 s platností do 6/2022 a č. 6495 s platností do 2/2023).

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 nové stavby musí být chráněny proti pronikání radonu z podloží. Volba opatření vychází ze stanoveného radonového indexu pozemku a typu stavby. Vzhledem k zákonitostem distribuce radonu v půdě a častému výskytu 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 zástavba, zpevněné plochy, území výrazně ovlivněné antropogenní činností) se uskutečnilo v rámci průzkumu celkem 24 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 zastavěné ploše a

nejbližším okolí předmětného objektu. Vzhledem k situaci in situ byly jednotlivé odběrové body proti této ideální síti posunuty (a částečně realizovány po odvrtní), tyto posuny nemají na výslednou kategorizaci bezprostřední vliv. Odběry vzorků a měření objemové aktivity radonu provedla terénní skupina pod vedením ing. Matěje Neznala dne 29.6.2021 (teplota cca 30°C, skoro jasno, slabý proměnlivý vítr). K měření objemové aktivity radonu byly využity ionizační komory IK250 a měřidlo ERM-3, stanovení objemové aktivity provedla terénní skupina v režimu „15“.

Hodnoty objemové aktivity radonu v půdním vzduchu se pohybovaly v rozmezí $c_A = 4,3 - 12,0$ kBq.m^{-3} , statistické parametry souboru hodnot byly následující: třetí kvartil $8,7 \text{ kBq.m}^{-3}$, aritmetický průměr $7,6 \text{ kBq.m}^{-3}$ a medián $7,0 \text{ kBq.m}^{-3}$.

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.

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	5,6	7	5,5	13	7,6	19	10,2
2	6,7	8	6,7	14	6,1	20	8,7
3	6,8	9	6,2	15	7,3	21	7,1
4	4,3	10	6,9	16	8,5	22	9,6
5	7,4	11	6,0	17	9,3	23	12,0
6	5,7	12	6,4	18	11,6	24	9,1

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 tak mají následky antropogenní činnosti (zástavba, zpevněné plochy, recentní navážky), kdy nelze vyloučit bariérový efekt zpevněných ploch či migraci radonu v proměnlivých vzdálenostech. Přes uvedené skutečnosti je v celém zájmovém území situace z hlediska distribuce objemové aktivity radonu poměrně vyrovnaná, 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 sedimenty březenského souvrství (jílovce až slínovce).

Kvartérní pokryv je zastoupen v širším zájmovém území často fluviálními sedimenty. Povrch terénu tvoří recentní heterogenní antropogenní navážky proměnlivé mocnosti, resp. zástavba a zpevněné plochy. Z hlediska řešené problematiky byly in situ pomocí tří zarážených sond umístěných přibližně rovnoměrně v zájmovém území ověřeny svrchní horizonty prostředí pro stanovení plynopropustnosti, v sondě S1 byla zastižena v úrovni 0,0 – 1,0 m navážka (převažuje hlinitopísčitého charakter s proměnlivým obsahem střípků a úlomků stavebních materiálů). V dalších sondách byly svrchní horizonty obdobné.

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, místy až s přechodem k vysoce plynopropustnému prostředí), dle popisu odporu proti odběru vzorků (odpor proti odběru vzorků odpovídal ve všech odběrových bodech vysoké plynopropustnosti, vesměs při přechodu ke střední 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 $c_{A75} = 8,7 \text{ kBq.m}^{-3}$ je nižší než hraniční hodnota 10 kBq.m^{-3} (hraniční hodnota oddělující nízký a střední radonový index pozemku při uvážení vysoké plynopropustnosti zemin). Jak vyplývá z výše uvedených údajů, z informací týkajících se plynopropustnosti zemin a ze statistického vyhodnocení, pozemek pro akci: **Kounicův dům – Česká Lípa, parc. č. 114 KÚ Česká Lípa** – je z hlediska rizika vnikání radonu z podloží do budov pozemkem s nízkým radonovým indexem. Vzhledem k zjištěným hodnotám doporučujeme ve sledovaném případě uvážit zařazení u horní hranice této kategorie.

Po stanovení radonového indexu pozemku je třeba řešit konstrukci domu tak, aby riziko pronikání radonu do budovy bylo minimální. Pro návrh protiradonových opatření jsou k dispozici revidované normy (říjen 2019) ČSN 73 0601 „Ochrana staveb proti radonu z podloží“ a ČSN 73 0602 „Ochrana staveb proti radonu a záření gama ze stavebních materiálů“.

V Praze dne 2.7.2021

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

