

**PROTOKOL - STANOVENÍ RADONOVÉHO INDEXU POZEMKU
PRO AKCI:
REKONSTRUKCE A DOSTAVBA PROVOZNÍHO OBJEKTU, NÁDRAŽÍ
BUBNY, PRAHA 7**

Vypracoval: ing. Matěj Neznal

31.1.2023

č. zak.:1024-23

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 – DELTAPLAN s.r.o. a zástupci RADON v.o.s. byl pod zakázkovým číslem 1024-23 vypracován protokol - stanovení radonového indexu pozemku pro akci: rekonstrukce a dostavba provozního objektu, nádraží Bubny, Praha 7, p.č. 2469 KÚ Holešovice.

Nedílnou součástí celkového hodnocení jsou i výsledky měření objemové aktivity radonu v ovzduší objektu (protokol RADON v.o.s., č.zak. 2005-23).

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 zájmového území a umístění předmětného objektu.

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 0,15 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.

K měření C_A v půdním vzduchu využívá RADON v.o.s. 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. 6495 s platností do 2/2023 a č. 6883 s platností do 6/2024). Pokud není uvedeno jinak, stanovení objemové aktivity provedla terénní skupina v režimu „15“.

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 x 10 m, resp. odpovídající počet odběrů tam, kde tato síť nemůže být dodržena.

V zájmovém území (intravilán, stávající objekt, navážky) 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 x 10 m v zastavěné ploše a nejbližším okolí objektu. Jednotlivé odběrové body byly vzhledem k situaci in situ proti této ideální síti posunuty, tyto posuny nemají na výsledné hodnocení vliv. Odběry vzorků a měření objemové aktivity radonu provedla terénní skupina pod vedením ing. Ivana Fröhliche dne 30.1.2023 (teplota cca 2°C, zataženo, čerstvý proměnlivý vítr). Tři odběry vzorků půdního vzduchu byly z důvodů neprostupnosti odběrových tyčí realizovány z hloubky 0,7 m, resp. 0,6 m.

Hodnoty objemové aktivity radonu v půdním vzduchu se pohybovaly v rozmezí $c_A = 7,8 - 16,6$ kBq.m⁻³, statistické parametry souboru hodnot byly následující: třetí kvartil 12,8 kBq.m⁻³, aritmetický průměr 11,5 kBq.m⁻³ a medián 11,9 kBq.m⁻³.

Výsledné hodnoty c_A jsou pro jednotlivé body uvedeny v následující 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 ²²⁶Ra : 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. Nelze zanedbat ani vliv antropogenní činnosti na redistribuci radonu ve svrchních horizontech (stávající objekt, heterogenní antropogenní navážky). Přes uvedené skutečnosti je v celém

zájmovém území situace z hlediska distribuce objemové aktivity radonu poměrně vyrovnaná, při stanovení radonového indexu pozemku lze dobře vycházet z celkové plošné distribuce hodnot objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a ze statistického hodnocení souboru zjištěných hodnot.

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

Z archivních údajů RADON, v.o.s. a ze situace in situ vyplývá, že skalní podloží je v širším zájmovém území tvořeno převážně ordovickými letenského souvrství (droby, pískovce, prachovce, jílovité břidlice). Svrchní horizonty skalního podkladu jsou proměnlivě zvětralé až rozložené na eluvia se střípky a úlomky hornin. Kvartérní pokryv je zastoupen v širším území kromě eluviálních poloh především poměrně mocnými fluviálními sedimenty. Povrch terénu je lokálně proměnlivě upraven antropogenní činností. Z hlediska řešené problematiky byly in situ pomocí tří zarážených sond umístěných mimo stávající objekt ověřeny svrchní horizonty prostředí pro stanovení plynopropustnosti, kdy byla vesměs v úrovni 0,0 – 1,0 m zastižena navážka (převažuje hlinitopísčité charakter se štěrkem a proměnlivým obsahem střípků a úlomků stavebních materiálů a hornin).

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 odpovídá středně až vysoce plynopropustnému prostředí), dle popisu odporu proti odběru vzorků (odpor proti odběru vzorků odpovídal v devíti odběrových bodech vysoké plynopropustnosti a v devíti odběrových bodech 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.

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*. 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 $c_{A75} = 12,8 \text{ kBq.m}^{-3}$ odpovídá intervalu 10 – 30 kBq.m⁻³ (interval středního radonového indexu 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: **rekonstrukce a dostavba provozního objektu, nádraží Bubny, Praha 7, p.č. 2469 KÚ Holešovice** – je z hlediska rizika vnikání radonu z podloží do budov pozemkem se **středním radonovým indexem**. Vzhledem k zjištěným hodnotám je ve sledovaném případě možné uvážit zařazení směrem k příznivější hranici 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“.

Nedílnou součástí celkového hodnocení jsou i výsledky měření objemové aktivity radonu v ovzduší objektu (protokol RADON v.o.s., č.zak. 2005-23).

V Praze dne 31.1.2023

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

