

ODBORNÝ POSUDEK - STANOVENÍ RADONOVÉHO INDEXU  
POZEMKU PRO AKCI :

# Dostavba areálu TPU UK 2. LF – Plzeňská, 4. etapa

ing. Matěj Neznal

Petr Čípa

15.3.2017

č. zak.:1086-17

**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, neznal@clinet.cz

- komplexní řešení radonové problematiky (nová výstavba, rekonstrukce, kolaudace, územní plány),
- inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum,
- posuzování vlivů na životní prostředí (E.I.A.),
- kontroly zubních a veterinárních rtg přístrojů,
- vedení účetnictví

## **1. Úvod**

Na základě jednání mezi zástupci společnosti KANIA a.s. a zástupci v.o.s. RADON, nabídky RADON v.o.s. ze dne 27.2.2017 a objednávky KANIA a.s. č.O/044/2017/LaJ byl pod zakázkovým číslem 1086-17 vypracován odborný posudek - stanovení radonového indexu pozemku pro akci: Dostavba areálu TPU UK 2. LF – Plzeňská, 4. etapa (Praha 5, k.ú. Motol).

Odborný posudek vychází ze zákona č.18/1997 Sb. o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) ve znění pozdějších předpisů, z vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb. a z metodiky Stanovení radonového indexu pozemku přímým měřením (SÚJB 03/2013). Současně je v souladu s Informací pro držitele povolení k vykonávání služeb významných z hlediska radiační ochrany (SÚJB 01/2017) a odpovídá i příslušným ustanovením zákona č. 263/2016 Sb. atomový zákon a vyhlášky 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.

Ke zjištění plynopropustnosti prostředí byly využity archivní materiály RADON v.o.s. a popis situace in situ. Jako podklad nám byla předána část dokumentace s vyznačeným zájmovým územím a situováním předmětných objektů.

## **2. Rozvrh a metodika průzkumu**

Cílem 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 ( $^{222}\text{Rn}$ ) v půdním vzduchu a plynopropustnosti zemin a hornin.

Základní úkol radonového průzkumu představuje přímé stanovení objemové aktivity radonu v půdním vzduchu ( $c_A/\text{kBq.m}^{-3}$ ) ve vzorcích odebraných v daném rozsahu a síti. RADON v.o.s. provádí odběr vzorků půdního vzduchu 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 m<sup>2</sup> pro výstavbu jednoho objektu se zastavěnou plochou větší než 800 m<sup>2</sup> 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<sup>-3</sup> nejsou začleněny do takto hodnoceného souboru.

Stanovení plynopropustnosti základových půd 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**

<b>Radonový index Pozemku</b>	<b>Objemová aktivita radonu v půdním vzduchu (kBq.m<sup>-3</sup>)</b>		
<b>Nízký</b>	$C_A < 30$	$C_A < 20$	$C_A < 10$
<b>Střední</b>	$30 \leq C_A < 100$	$20 \leq C_A < 70$	$10 \leq C_A < 30$
<b>Vysoký</b>	$C_A \geq 100$	$C_A \geq 70$	$C_A \geq 30$
	<i>Nízká</i>	<i>Střední</i>	<i>Vysoká</i>
	Plynopropustnost zemin		

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).

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

V zájmovém území (intravilán, stávající objekty, zpevněné plochy) se uskutečnilo v rámci průzkumu celkem 34 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 zastavěných plochách a nejbližším okolí budoucí výstavby (rozšíření). Jednotlivé odběrové body musely být vzhledem k situaci in situ proti ideální síti posunuty, tyto posuny nemají na výsledné hodnocení bezprostřední vliv. Odběry vzorků (terénní skupina - vedoucí Petr Čípa) byly provedeny dne 13.3.2017 (teplota cca 4°C, skoro jasno, slabý vítr). Během průzkumných prací se nevyskytly extrémní meteorologické podmínky, které by mohly výrazně ovlivnit kvalitu a výsledky průzkumu. Dva odběry vzorků půdního vzduchu byly z důvodů nižší plynopropustnosti odběrového mikroprostoru realizovány po povytažení odběrové tyče z úrovně 0,8 - 0,6 m a tři odběry vzorků půdního vzduchu byly vzhledem k neprostupnosti odběrových tyčí (obsah hrubé frakce) provedeny z hloubky 0,6 m, resp. 0,5 m. Laboratorní stanovení objemové aktivity (laboratoř - vedoucí ing. Hana Neznalová) byly provedeny v čase delším než 3,5 hod. po odběru vzorků. Výsledné hodnoty  $c_A$  jsou pro jednotlivé body uvedeny v následující Tab.2. Jako grafická příloha byla vzhledem k nepravidelnému situování odběrových bodů proti ideální síti vypracována pouze idealizovaná síť měření, zpracování grafického přehledu výsledků měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu nebylo vzhledem k posunu odběrových bodů proti ideální síti smysluplné.

Hodnoty objemové aktivity radonu v půdním vzduchu se pohybovaly v rozmezí  $c_A = 1,7 - 39,1 \text{ kBq.m}^{-3}$ , statistické parametry souboru hodnot byly následující: třetí kvartil  $18,1 \text{ kBq.m}^{-3}$ , aritmetický průměr  $14,9 \text{ kBq.m}^{-3}$  a medián  $13,8 \text{ kBq.m}^{-3}$ .

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  $^{226}\text{Ra}$  : 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 mají i důsledky antropogenní činnosti (stávající objekty, recentní navážky, místně přemístěný materiál, zpevněné plochy ap.). 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 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<sup>-3</sup>)

<b>Číslo bodu</b>	<b>Hodnota <math>c_A</math></b>	<b>Číslo bodu</b>	<b>Hodnota <math>c_A</math></b>	<b>Číslo bodu</b>	<b>Hodnota <math>c_A</math></b>	<b>Číslo bodu</b>	<b>Hodnota <math>c_A</math></b>
1	9,0	10	14,2	19	8,0	28	39,1
2	8,4	11	14,4	20	1,7	29	4,9
3	30,0	12	17,9	21	25,3	30	15,2
4	5,3	13	4,3	22	19,0	31	13,4
5	10,5	14	11,0	23	18,1	32	23,4
6	10,3	15	32,6	24	19,4	33	14,6
7	12,0	16	7,3	25	18,7	34	24,7
8	9,2	17	7,1	26	17,9		
9	12,3	18	11,3	27	15,4		

Z archivních údajů RADON v.o.s. a ze situace in situ vyplývá, že skalní podloží je v širším zájmovém území tvořeno převážně ordovickými horninami dobrotivského, libeňského a šáreckého souvrství (břidlice, křemence). Svrchní horizonty skalního podkladu jsou proměnlivě zvětralé až rozložené na eluvia se střípkami a úlomky hornin, místy vystupují mělce k povrchu terénu. Kvarterní pokryv je zastoupen v širším území kromě eluviálních poloh místy deluviálními uloženinami. Povrch terénu je lokálně proměnlivě upraven antropogenní činností. Z hlediska řešené problematiky byly in situ pomocí tří zarážených sond pro stanovení plynopropustnosti ověřeny svrchní horizonty prostředí, kdy byla vesměs zastižena v úrovni 0,0 – 1,0 m navážka (převažuje hlinitopísčité až jílovitopísčité charakter se střípkami a úlomky hornin a stavebních materiálů, resp. při povrchu zpevněná plocha).

Plynopropustnost prostředí 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

Případné doplňující informace nebo vysvětlení k předložené zprávě poskytneme na tel.č.: 266 314 112; 266 317 550

frakce  $f$  ve vertikálních profilech kolísá, převážně odpovídá středně až vysoce plynopropustnému prostředí), dle popisu odporu proti odběru vzorků (odpor proti odběru vzorků odpovídal v sedmnácti odběrových bodech vysoké plynopropustnosti, v patnácti odběrových bodech střední plynopropustnosti a ve dvou odběrových bodech 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). V této souvislosti budiž konstatováno, že hranice kategorií plynopropustnosti pro stanovení radonového indexu pozemku jsou velmi široké. Cílem kategorizace je rozčlenění základových půd rutinně použitelné pro účely navrhování preventivních opatření (vztah ceny a výsledku průzkumu) a např. vysoká, resp. střední plynopropustnost tak pokrývá několik řádů hodnot součinitele propustnosti.

#### **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 vysoce plynopropustné pro radon s tendencí ke střední plynopropustnosti*. Zjištěné hodnoty a údaje týkající se problematiky distribuce radonu v půdním vzduchu jsou shrnuty v kap.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  $c_{A75} = 18,1 \text{ kBq.m}^{-3}$  odpovídá intervalu 10 - 30  $\text{kBq.m}^{-3}$  při uvažování vysoce plynopropustného prostředí. Ojedinelé lokální maximální hodnoty překračující horní hranici tohoto intervalu nemají vzhledem ke sporadickému výskytu, míře překročení hraniční hodnoty a zmíněné tendenci ke střední plynopropustnosti na výsledné hodnocení bezprostřední vliv. Jak vyplývá z výše uvedených údajů, z informací týkajících se plynopropustnosti prostředí a ze statistického vyhodnocení, pozemek pro akci: **Dostavba areálu TPU UK 2. LF – Plzeňská, 4. etapa** - je z hlediska rizika vnikání radonu z podloží do budov pozemkem se středním radonovým indexem.

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 15.3.2017

ing. Matěj Neznal  
společník  
RADON v.o.s.

Petr Čípa