

**ODBORNÝ POSUDEK - STANOVENÍ RADONOVÉHO INDEXU
POZEMKU PRO AKCI :**

**REKONSTRUKCE KOUPALIŠTĚ DUBICE
V ČESKÉ LÍPĚ**

ing. Matěj Neznal

ing. Martin Neznal

Petr Čípa

24.10.2008

č. zak.: 1353 - 08

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 Stráž pod Ralskem
tel.: 487 851 492, fax: 487 851 493
e-mail: radon@comp.cz, neznal@clnet.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

O b s a h

	Strana
1. Úvod	3
2. Rozvrh a metodika průzkumu	3
3. Výsledky měření a zjištěné parametry	4
4. Hodnocení	7

Grafická příloha – Grafický přehled výsledků měření – idealizovaná síť

1. Úvod

Na základě nabídky RADON v.o.s., následné objednávky Bau – Geo s.r.o. č. 43/2008 ze dne 15.10.2008 a jednání mezi zástupcem společnosti Bau-Geo s.r.o. a zástupci v.o.s. RADON byl pod zakázkovým číslem 1353-08 vypracován odborný posudek - stanovení radonového indexu pozemku pro akci: Rekonstrukce koupaliště Dubice v České Lípě.

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 pro stanovení radonového indexu (SÚJB, březen 2004).

Oprávnění zvláštní odborné způsobilosti k vykonávání činností zvláště důležitých z hlediska radiační ochrany v rozsahu zahrnujícím řízení stanovení radonového indexu pozemku bylo společníkům v.o.s. RADON ing. Matějovi Neznalovi a ing. Martinovi Neznalovi uděleno rozhodnutím SÚJB č.j. 10966/2003, resp. č.j. 10967/2003 ze dne 31.5.2003, s platností do 31.5.2013, ing. Haně Neznalové rozhodnutím SÚJB č.j. 18177/2003 ze dne 26.9.2003, s platností do 30.9.2013 a ing. Ivanovi Fröhlichovi rozhodnutím SÚJB č.j. 18175/2003 ze dne 26.9.2003, s platností do 30.9.2008. 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.

Ke zjištění plynopropustnosti prostředí byly využity předané údaje zadavatele a dále archivní materiály RADON v.o.s. a popis situace in situ. Jako podklad nám byla předána kopie situace s vyznačeným zájmovým územím.

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}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 o rozloze větší než 800 m² (zpravidla pro výstavbu více objektů či pro výstavbu jednotlivého objektu o větší zastavěné ploše než 800 m²) 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 je dále významná zejména hodnota třetího kvartilu statistického souboru hodnot objemové aktivity radonu, resp. hodnota nejbližšího nižšího celého pořadí (dále značena c_{A75}). Případně zjištěné hodnoty objemové aktivity radonu nižší než 1 kBq.m^{-3} 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 v návaznosti na ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy, 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})		
	$c_A < 30$	$c_A < 20$	$c_A < 10$
Nízký	$c_A < 30$	$c_A < 20$	$c_A < 10$
Střední	$30 \leq c_A < 100$	$20 \leq c_A < 70$	$10 \leq c_A < 30$
Vysoký	$c_A \geq 100$	$c_A \geq 70$	$c_A \geq 30$
	Nízká	Střední	Vysoká
	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.019, 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. 3577 - 3581 s platností do 7/2010).

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

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

V zájmovém území se uskutečnilo v rámci průzkumu celkem 21 bodových odběrů půdního vzduchu. Vzhledem k situaci in situ, požadavkům na optimalizaci a situování objektů byl radonový průzkum proveden s počtem bodů odpovídajícím ideální odběrové síti 10 x 10 m v zastavěné ploše a nejbližším okolí objektů. Jednotlivé odběry byly proti této ideální síti vzhledem k situaci in situ – stávající objekty – posunuty, tyto posuny nemají na závěrečnou kategorizaci bezprostřední vliv. Odběry vzorků (terénní skupina - vedoucí Petr Čípa) byly provedeny dne 20.10.2008. Během průzkumných prací se nevyskytly extrémní meteorologické podmínky, které by mohly výrazně ovlivnit kvalitu a výsledky průzkumu. Devět odběrů vzorků půdního vzduchu bylo z důvodů neprostupnosti odběrových tyčí (obsah hrubé frakce) realizováno z hloubky 0,6 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. a v grafické příloze ke zprávě. Tato příloha – grafický přehled výsledků měření objemové aktivity radonu v půdním vzduchu, idealizovaná síť – slouží zároveň jako jeden z podkladů pro výsledné hodnocení a stanovení radonového indexu pozemku.

Hodnoty objemové aktivity radonu v půdním vzduchu se pohybovaly v rozmezí $c_A = 4,0 - 61,0$ kBq.m^{-3} , statistické parametry příslušného souboru hodnot byly následující: třetí kvartil $30,7 \text{ kBq.m}^{-3}$, aritmetický průměr $21,4 \text{ kBq.m}^{-3}$ a medián $19,5 \text{ kBq.m}^{-3}$.

Relativně vyšší 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 porozitě 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 tak ve sledovaném případě následky antropogenní činnosti (stávající zástavba, recentní heterogenní navážky proměnlivé mocnosti). Přes uvedené skutečnosti lze při stanovení radonového indexu pozemků dobře vycházet z celkové plošné distribuce hodnot objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a ze statistického hodnocení souboru zjištěných hodnot.

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

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	23,0	7	6,8	13	8,5	19	28,3
2	15,0	8	35,5	14	9,1	20	7,4
3	30,8	9	61,0	15	30,7	21	7,0
4	18,9	10	27,5	16	19,5		
5	11,7	11	36,5	17	25,9		
6	9,8	12	4,0	18	32,8		

Z předaných údajů zadavatele, 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 (slínovce, jílovce). Svrchní horizonty skalního podkladu jsou proměnlivě zvětralé až rozložené na jílovitopísčité eluvia se střípkami a úlomky hornin. Kvartérní pokryv je zastoupen v širším území kromě eluviálních poloh především fluviálními a deluviofluviálními hlinitopísčitými a písčitými sedimenty se štěrkem. Povrch terénu je dále lokálně proměnlivě upraven antropogenní činností. Z hlediska řešené problematiky byly in situ pomocí tří ručně vrtaných/zarážených sond pro stanovení plynopropustnosti ověřeny svrchní horizonty prostředí, v sondě S1 byla zastižena v úrovni 0,0 – 1,0 m navážka (převažuje hlinitopísčitý až hlinitokamenitý charakter s proměnlivým obsahem střípků a úlomků stavebních materiálů). V dalších sondách byly svrchní horizonty zcela obdobné.

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 (v návaznosti na ČSN 73 1001 obsah jemnozrnné frakce f ve vertikálním profilu odpovídá přechodu středně a vysoce plynopropustného prostředí s dílčími odchylkami oběma směry), dle popisu odporu proti odběru vzorků (odpor proti odběru vzorků odpovídal ve všech odběrových bodech vysoké plynopropustnosti) a dle celkové situace in situ (kdy byl zhodnocen vertikální vývoj parametrů zemin včetně důsledků antropogenní činnosti na výslednou plynopropustnost) je rozhodující plynopropustnost pro stanovení radonového indexu pozemku plynopropustnost vysoká. 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 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*. Zjištěné hodnoty a údaje týkající se problematiky distribuce radonu v půdním vzduchu jsou shrnuty v kap.3 a v tabulkovém a grafickém 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 souboru hodnot $c_{A75} = 30,7 \text{ kBq.m}^{-3}$, reprezentující radonový potenciál území, nepatrně překračuje hraniční hodnotu 30 kBq.m^{-3} (hraniční hodnota mezi středním a vysokým radonovým indexem při uvážení vysoce plynopropustného prostředí). Hodnoty vyšší než tato hraniční hodnota byly přitom zaznamenány náhodně v rámci celého zájmového území a nedochází k jejich výrazné kumulaci.

Jak vyplývá z uvedených údajů, z informací týkajících se plynopropustnosti prostředí a ze statistického vyhodnocení, pozemek pro akci: **Rekonstrukce koupaliště Dubice v České Lípě** – je z hlediska rizika vnikání radonu z podloží do budov pozemkem s vysokým radonovým indexem.

Po stanovení radonového indexu pozemku je třeba řešit konstrukci domu tak, aby riziko pronikání radonu do budovy bylo minimální. Podle ČSN 730601 Ochrana staveb proti radonu z podloží vyžaduje realizace stavby v případě zjištěného vysokého radonového indexu zvláštní ochranná opatření stavebního objektu.

Při řešení otázek spojených s uvedenými 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 vícenásobné náklady na protiradonovou ochranu byly minimální. V případě vysokého radonového indexu by měl návrh ochrany vycházet i z toho, do jaké míry byly překročeny příslušné hraniční hodnoty mezi středním a vysokým radonovým indexem. Pokud rozhodující hodnoty nepřekračují dvojnásobek hodnot hraničních, považuje se podle normy za dostatečné protiradonové opatření provedení kontaktních konstrukcí pomocí celistvé protiradonové izolace s plynotěsně provedenými prostupy (případně

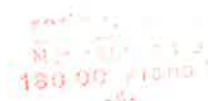
kombinace postupů specifikovaných ve zmíněné normě). Pokud rozhodující hodnoty překračují dvojnásobek hodnot hraničních, doplňuje se ochrana např. o odvětrání podloží pomocí drenážních systémů nebo o odvětrávanou ventilační vrstvu v podlaze.

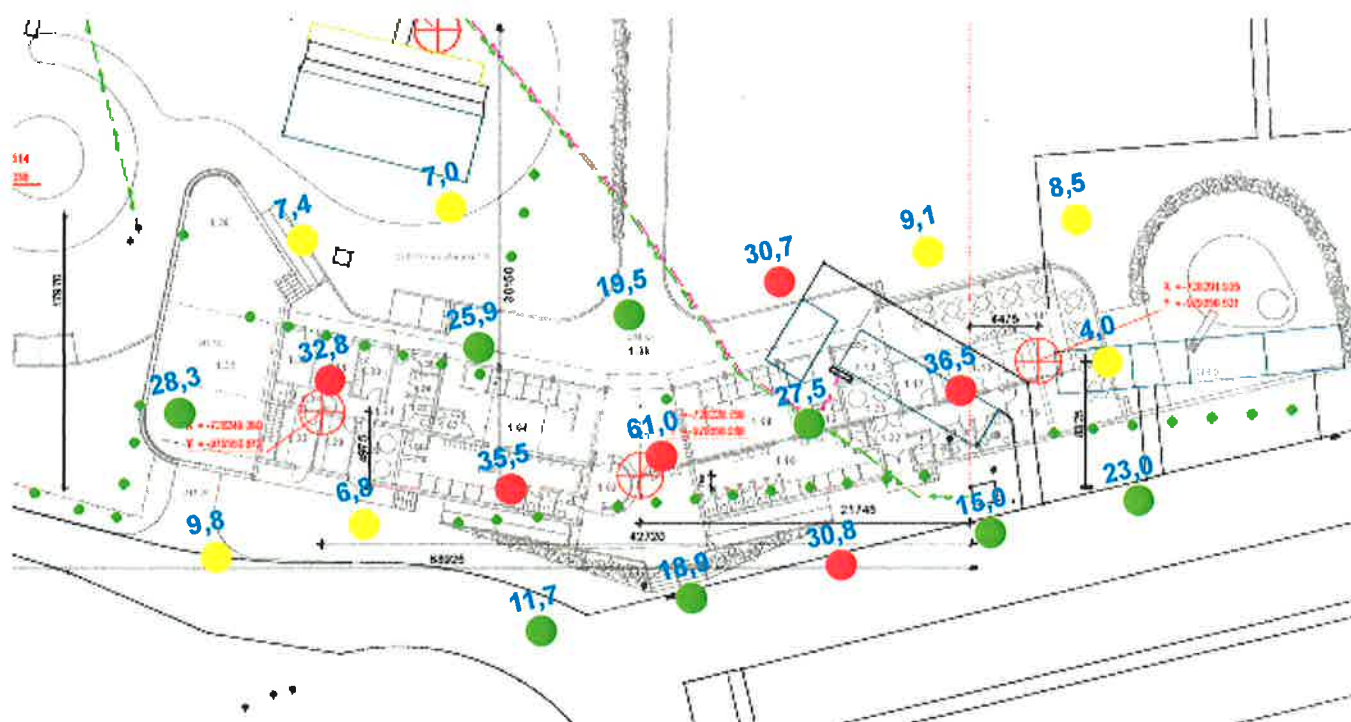
V Praze dne 24.10.2008






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

Petr Čípa





Místo odběru hodnota c_A /kBq.m ⁻³ /	Hodnota c_A /kBq.m ⁻³ / v mezích
	$c_A < 10$
	$10 < c_A < 30$
	$30 < c_A$

Příloha č.1.: Grafický přehled výsledků měření
Idealizovaná síť