

Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích

Okružní 10, 370 01 České Budějovice



Závěrečná zpráva o řešení Interního grantu za rok 2012

Název projektu

Sledování dlouhodobé účinnosti protiradonových opatření

Číslo projektu

5/2012

Řešitel: RNDr. Stanislav Škoda, Ph.D.

Ing. František Popp

Řešeno v roce

2012

1. Cíl řešení

Cílem projektu je navrhnout metodiku pro sledování dlouhodobé účinnosti protiradonových opatření ve stavbách, které byly postaveny po roce 1993, kdy byla ve Stavebním zákonu ukotvena povinnost stanovení radonového indexu pozemků k posouzení a usměrnění možného pronikání radonu z geologického podloží do budov. Při umisťování nových staveb a přístaveb s obytnými nebo pobytovými místnostmi je směrnou hodnotou pro rozhodování o umístění stavby a pro rozhodování o způsobu provedení izolací stavby proti pronikání radonu z podloží zjištění, že se nejedná o stavební pozemek s nízkým radonovým indexem.

U objektů postavených na pozemcích se středním, či vysokým radonovým indexem je proto běžnou praxí měření objemové aktivity radonu ve vnitřním ovzduší stavby před její kolaudací, které ukazuje koncentraci radonu v dokončené stavbě za konzervativních podmínek. Během vyžívání a užívání stavby však dochází jak k úpravě režimu provozu, tak i ke změnám účinnosti realizovaných protiradonových opatření. Měření koncentrace radonu v užívané stavbě může ukázat míru účinnosti protiradonových opatření, případně zjistit lokální rizika v místnostech.

Navržená metodika si klade za cíl navrhnout způsob kontroly účinnosti protiradonových opatření. Její ověření bylo provedeno na pilotním vzorku šesti rodinných domů, u kterých bylo provedeno měření koncentrace radonu ve vnitřním ovzduší stavby před kolaudací.

2. Materiál a metodika řešení

Metodický postup – etapy : a) výběr staveb vhodných pro kontrolní měření

b) měření objemové aktivity radonu ve stavbě

c) hodnocení účinnosti protiradonových opatření

Ad a) pro kontrolní měření koncentrace radonu ve vnitřním ovzduší jsou vybírány stavby, ve kterých bylo provedeno měření OAR před kolaudací, je znám (případně znovu ověřen) radonový index pozemku a provedená protiradonová opatření. Dále je znám režim provozu objektu a s tím související možnosti měření OAR v interiéru stavby

Ad b) krátkodobé kontrolní měření je prováděno alespoň jeden rok od kolaudace vybrané stavby po dobu 24 hodin v obdobném prostorovém rozsahu v jakém bylo měření provedeno před kolaudací. Součástí měření je i popis expozičních podmínek, podrobný popis způsobu užívání stavby, její vytápění, režim provozu a ochrany proti radonu. Měření je prováděno

metodou kontinuálního měření OAR ve vnitřním ovzduší stavby, což je exaktní metoda ukazující průběh koncentrace radonu ve vnitřním ovzduší stavby, která je minimálně zatížena chybami měření. Doplňkovým měřením je měření vnitřní teploty a relativní vlhkosti ve stavbě, které dává obraz o způsobu užívání objektu a uvedení povětrnostních podmínek během měření. Měření je prováděno minimálně ve třech obytných místnostech vybraných staveb.

Ad c) hodnocení účinnosti provedených protiradonových opatření se provede porovnáním naměřených hodnot objemové aktivity radonu ve vnitřním ovzduší místností s měřením před kolaudací stavby a se směrnou hodnotou danou pro zkolaudované stavby. V případě zjištění významných rozdílů mezi naměřenými hodnotami (zejména vyšších hodnot OAR), je doporučen postup diagnostiky pronikání radonu do objektu pro objasnění příčiny zvýšené koncentrace radonu v měřených místnostech.

Materiál:

- 1) pro kontrolní měření koncentrace radonu ve vnitřním ovzduší bylo vybráno 6 staveb z obce Adamov, Hosín a Srubec, kde převažuje v horninovém prostředí střední radonový index. Rodinné domy jsou postavené na Lišovském prahu, který tvoří východní hranici budějovické pánve a je předělem mezi šumavským a českým moldanubikem. Krystalinikum lišovského prahu je budováno pararulami jednotvárné série. V jejich nadloží je vyvinuta pestrá série moldanubika s amfibol-pyroxenickými amfibolity a granulitovým masivem lišovským. Převládajícími horninami jsou biotitická pararula a sillimanit-biotitická pararula, místy s muskovitem s drobnějšími polohami kvarcitu a erlanu. Kvartérní pokryv je tvořen soliflukčními svahovými hlínami s úlomky hornin krystalinika a svahovými sutěmi. K nejstarším projevům zlomové tektoniky v krystaliniku patří poruchy směru SZ-JV a jeho párový systém SV-JZ. K mladším patří směr blanické brázd SSV-JJZ a jeho párový systém VJV-ZSZ. Lokality náleží do hydrogeologického rajónu 6310 – Krystalinikum v povodí horní Vltavy a Úhlavy. Intenzivní oběh podzemních vod v krystaliniku je vázán na zónu podpovrchového rozpojení hornin, zasahující do hloubek 20 až 30 metrů. Charakteristický je převážně lokální oběh, uzavřený v jednotlivých hydrologických povodích. Chemický typ vod krystalinika je nejčastěji Ca-HCO₃. Hlavní směr proudění podzemních vod je do prostoru budějovické pánve

2) měření OAR ve vnitřním ovzduší staveb bylo provedeno přístrojem RADIM 5B v měsíci říjnu a v listopadu 2012, tedy v období, kdy jsou stavby již vytápěny

3) charakteristika měřených staveb:

Dům č. 1 – Hosín

Nepodsklepený, patrový dům, zděný z tvárnic YTONG. Vstupní dveře a okna plastová, vytápění ústřední – kombinace radiátory a podlahové topení. Protiradonová opatření – živičná izolace Foalbit. Kolaudace 2011

Dům č. 2 – Hosín

Nepodsklepený, patrový dům, zděný z plných cihel (tl. 300 mm), zateplený 140 mm čedičové vaty. Vstupní dveře a okna dřevěná Euro, vytápění ústřední – kombinace radiátory a podlahové topení. Protiradonová opatření – živičná izolace. Kolaudace 2009

Dům č. 3 – Adamov

Nepodsklepený, přízemní bungalov, zděný z plných cihel. Vstupní dveře a okna plastová, vytápění ústřední – kombinace radiátory a podlahové vytápění + krb. Protiradonová opatření – PE folie Fatrafol. Kolaudace 2009

Dům č. 4 – Adamov

Nepodsklepený, přízemní bungalov, zděný z tvárnic Q-por. Vstupní dveře a okna plastová, vytápění ústřední – kombinace radiátory a krb. Protiradonová opatření – živičná izolace. Kolaudace 2009

Dům č. 5 – Srubec

Nepodsklepený, přízemní bungalov, zděný z plných cihel. Vstupní dveře dřevěné, okna plastová, vytápění ústřední – radiátory. Protiradonová opatření – živičná izolace. Kolaudace 2008

Dům č. 6 – Srubec

Nepodsklepený, patrový dům, zděný z plných cihel. Vstupní dveře dřevěné, okna plastová, vytápění ústřední – kombinace radiátory a krb. Protiradonová opatření – živičná izolace. Kolaudace 2009

3. Výsledky a diskuse

V projektovaných a stavěných budovách s obytnými nebo pobytovými místnostmi je vyhláškou č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně daná směrná hodnota pro rozhodování o tom, zda mají být v těchto stavbách prováděna opatření proti pronikání radonu z podloží, stavebních materiálů a dodávané vody **200 Bq/m³** pro objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší obytné nebo pobytové místnosti při výměně vzduchu obvyklé při užívání. V měřených místnostech sledovaných objektů nebyla před kolaudací tato hodnota ani v jednom případě překročena – viz tabulka č. 1.

Tabulka 1 : Kontrolní měření OAR ve stavbách

Stavba	Místnost	Měření OAR - kolaudace [Bq/m ³]	Kontrolní měření OAR [Bq/m ³]	Rozdíl od směrné hodnoty
Dům č. 1	obývací pokoj	< 100	575	+43,8%
	pracovna	< 100	137	-65,8%
	bazén	< 100	176	-56%
Dům č. 2	obývací pokoj	198	304	-24%
	ložnice (II. NP)	196	292	-27%
	pokoj (II. NP)	174	288	-28%
Dům č. 3	kuchyně	169	117	-70,8%
	dětský pokoj	< 100	113	-71,8%
	ložnice	< 100	149	-62,8%
Dům č. 4	obývací pokoj	198	55	-86,3%
	ložnice	196	72	-82%
	pokoj	174	84	-79%
Dům č. 5	kuchyně	141	281	-29,8%
	dětský pokoj	110	256	-36%
	ložnice	188	222	-44,5%
Dům č. 6	obývací pokoj	100	107	-73,3%
	pokoj č. 1	108	121	-69,8%
	pokoj č. 2	200	131	-67,3%

Pro zkolaudované stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi je vyhláškou dána směrná hodnota pro rozhodování o tom, zda má být proveden zásah ke snížení stávajícího ozáření rovna **400 Bq/m³** pro objemovou aktivitu radonu ve vnitřním ovzduší obytné nebo pobytové místnosti při výměně vzduchu obvyklé při užívání. Kontrolním měřením vybraných staveb byla tato hodnota překročena pouze v obývacím pokoji domu č. 1 (o 43,8%) v Hosíně. Diagnostikou objektu zde bylo zjištěno, že zvýšená koncentrace radonu je zapříčiněna poruchou konstrukce

podlahy včetně protiradonové izolace. V ostatních objektech nebyla tato hodnota překročena, naměřené hodnoty byly o 24% až 86% nižší, než-li směrná hodnota.

Největší nárůst koncentrace radonu je patrný v domě č. 2 v Hosíně a v domě č. 5 ve Srubci. Jelikož ale zatím není k dispozici delší řada kontrolních měření OAR ve vnitřním ovzduší sledovaných objektů, nelze říci, zda dochází k poklesu účinnosti jejich protiradonových opatření, nebo jsou zvýšené hodnoty OAR indikací změny mezi režimem užívání staveb a podmínkami, za kterých byly stavby měřeny před kolaudací. Nejnižší hodnoty byly naměřeny v domě č. 4 v Adamově. Vnitřní teploty a relativní vlhkosti ve stavbách a povětrnostní podmínky během měření jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka 2 : Podmínky při měření OAR ve stavbách

Stavba	Místnost	Vnitřní teplota [°C]	Vnitřní vlhkost [%]	Venkovní teploty [°C]
Dům č. 1	obývací pokoj	21,3	60,7	+5 +15
	pracovna	20,0	54,1	
	bazén	21,6	63,4	
Dům č. 2	obývací pokoj	24,1	54,6	+5 +12
	ložnice (II. NP)	22,8	54,5	
	pokoj (II. NP)	21,7	60,3	
Dům č. 3	kuchyně	22,5	60,1	-2 +12
	dětský pokoj	21,0	62,7	
	ložnice	20,2	54,3	
Dům č. 4	obývací pokoj	20,6	48,3	+3 +11
	ložnice	16,6	67,4	
	pokoj	17,5	61,5	
Dům č. 5	kuchyně	20,2	61,3	-1 +7
	dětský pokoj	18,7	64,2	
	ložnice	19,6	64,3	
Dům č. 6	obývací pokoj	22,4	53,7	-2 +9
	pokoj č. 1	17,5	67,2	
	pokoj č. 2	16,9	70,0	

4. Hlavní přínosy řešení

Přínosem projektu Sledování dlouhodobé účinnosti protiradonových opatření je zjištění, že rodinné domy postavené na radiačně exponovaném geologickém podloží lišovského prahu, vyhovují požadavku na zkolaudované stavby a poskytují dobrou ochranu svým obyvatelům proti

ozáření z přírodních radionuklidů. Navrženou metodou je možné sledovat jak účinnost protiradonových opatření, tak i odhalovat jejich případné defekty objektů, které mohou být příčinou zvýšené koncentrace radonu v místnostech.

Kontinuální měření staveb po jejich kolaudaci se setkalo s velmi příznivou odezvou majitelů staveb, kteří oceňují zejména možnost získat informace o ochraně svých domů před ozářením a ochotně spolupracovali při osazování měřicího přístroje a při zajišťování podmínek pro měření.

5. Závěr

Závěrem je možné konstatovat, že projekt Sledování dlouhodobé účinnosti protiradonových opatření, je významným přínosem pro zajišťování ochrany obyvatel proti ozáření z přírodních radionuklidů. Pro skutečné naplnění záměru projektu by bylo vhodné v měření objektů dále pokračovat a rozšířit jejich počet, aby bylo možné posoudit účinnost protiradonových opatření i ve vztahu ke konstrukcím staveb a k provedeným opatřením.

6. Použité zdroje

- Barnet, I. Geological approach to radon problematics in the Czech Republic. Praha: Věstník Čes. geol. úst., 1994.
- Barnet, I. et al. Kategorizace radonového rizika základových půd. Praha: MS archiv Čes. geol. úst., 1994.
- Barnet, I. et al. Radon in geological environment – Czech experience. Praha: Práce České geologické služby, 19, 44-47, 2008.
- Škoda, S.; Váchal, J.; Váchalová, R. Radioaktivita v podzemní vodě a radonový index. Vodní hospodářství, roč. 59, 12, s. 434, 437-438. ISSN 1211-0760, 2009.
- Schröfel, J., Škoda, S., Váchal, J. Indikace hlubockého zlomu při průzkumu staveniště obchodního centra v Hluboké nad Vltavou. In: Rizika v inženýrské geologii, Sborník 1. národního IG kongresu s mezinárodní účastí, Ostrava, 141-144, 2009.
- Doporučení SÚJB – Měření a hodnocení ozáření z přírodních zdrojů ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi. Radiační ochrana, SÚJB, Praha, 2012.

7. Přílohy

1. Grafy kontinuálního měření OAR ve vnitřním ovzduší staveb

Datum: 27. 11. 2012

Podpis: