

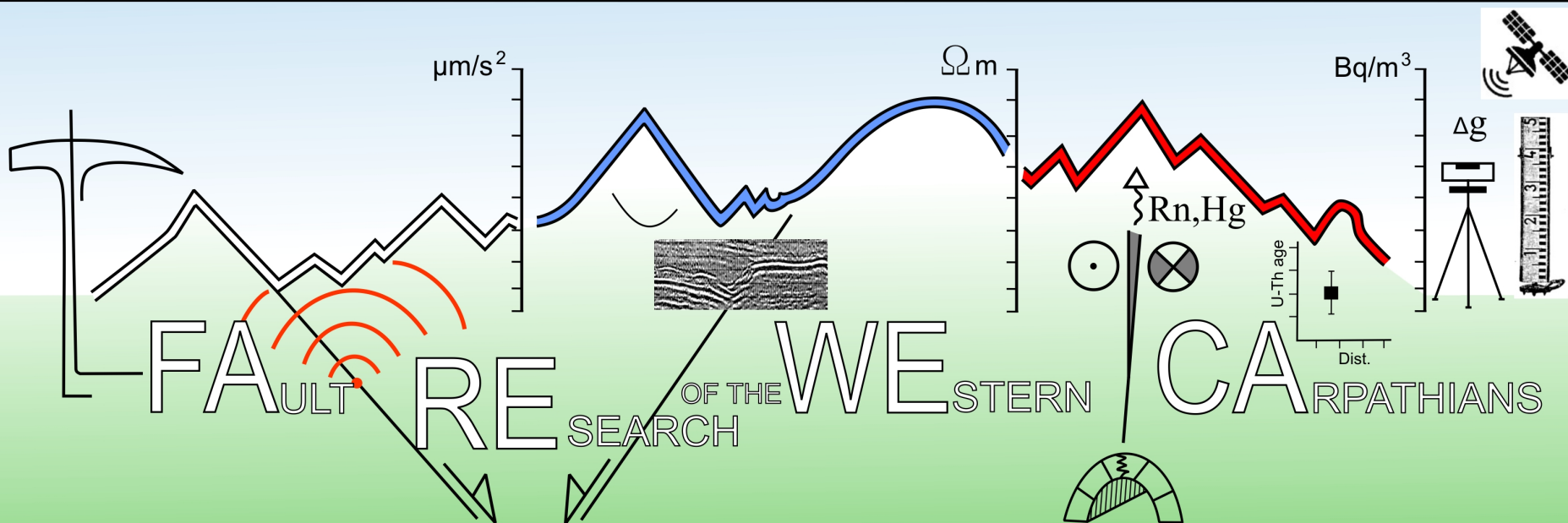


AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA



MULTIDISCIPLINÁRNY VÝSKUM GEOFYZIKÁLNO-ŠTRUKTÚRNYCH PARAMETROV
A ENVIRONMENTÁLNEHO VPLYVU ZLOMOV ZÁPADNÝCH KARPÁT

MULTIDISCIPLINARY RESEARCH OF GEOPHYSICAL AND STRUCTURAL
PARAMETERS, AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF FAULTS OF THE
WESTERN CARPATHIANS



ZODPOVEDNÝ RIEŠITEL' : **prof. RNDr. Miroslav Bielik, DrSc.** - PriF UK, Bratislava

1. ZÁSTUPCA, KGP PriF UK: doc. RNDr. František Marko, CSc.

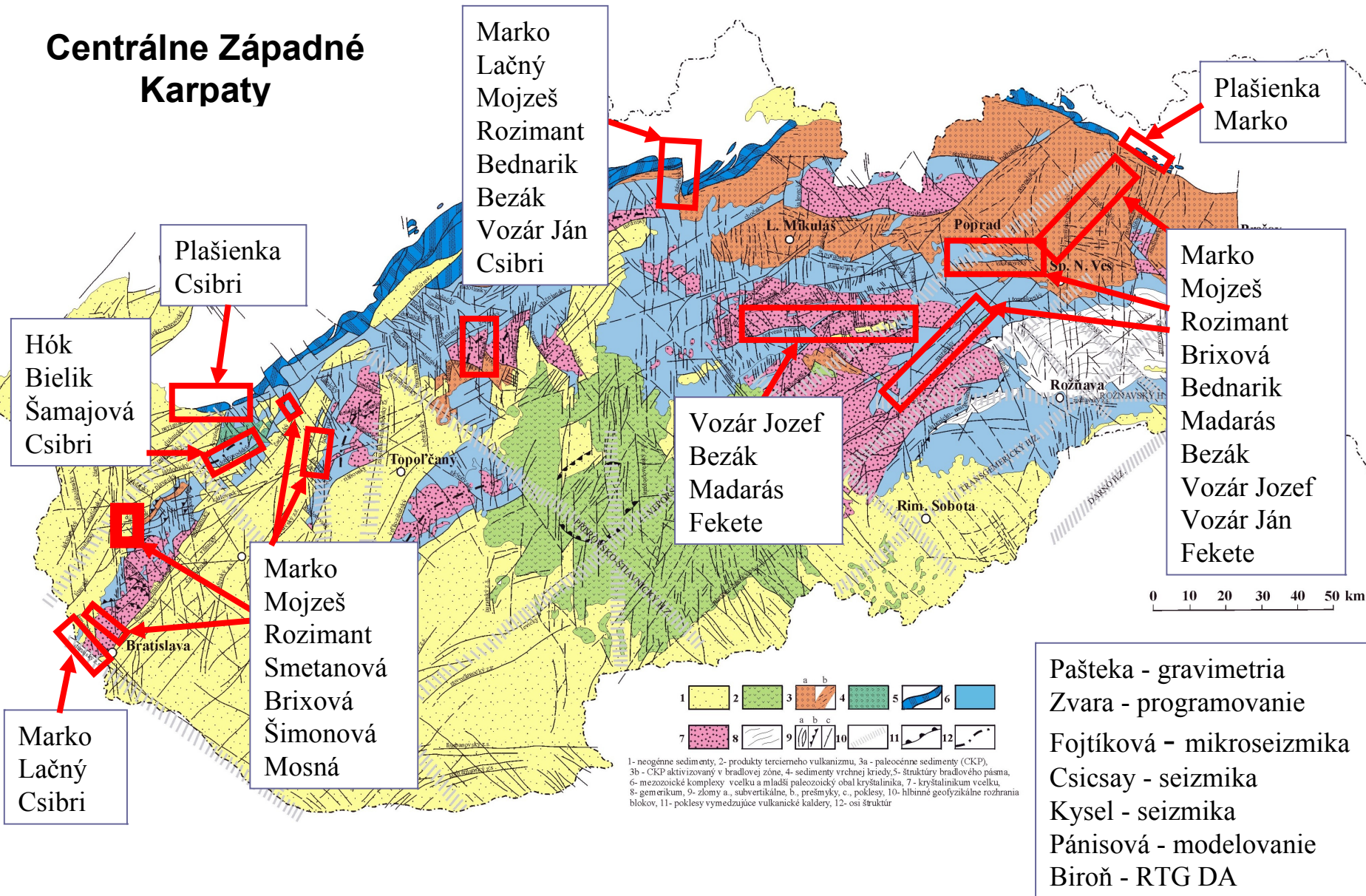
2. ZÁSTUPCA, KAEG PriF UK : doc. RNDr. Andrej Mojzeš, PhD.

3. ZÁSTUPCA, ÚVZ SAV: RNDr. Ján Madarás, PhD.

1. **Malé Karpaty (MK), juh** – zlomové porušenie jadra MK v zóne projektovanej trasy diaľničného tunela severného obchvatu Bratislavy a zlomové porušenie južného okraja hrastu MK (dunajský zlomový systém)
2. **Malé Karpaty, sever – Sološnica** (sološnický zlomový systém a dúbravský zlom)
3. **Brezovské a Čachtické Karpaty** (dobrovodský zlom a pokračovanie brezovského zlomu, myjavský segment bradlového pásma)
4. **Považský Inovec** – podhorie v okolí Piešťan, Hôrka (považský zlom, hôrčanský zlom)
5. **Strážovské vrchy – Nitrianske Rudno** (diviacky zlom), **Valašská Belá** (rovniansky a gápel'ský zlom)
6. **Bradlové pásmo – Zázrivá** (kozinský zlom a zázrivský zlom)
7. **Veporské Rudohorie**, oblasť Muráňa (muránsko-divínsky zlom)
8. **Levočské vrchy**, bradlové pásmo v okolí Plaveča (muránska línia)
9. **Hornádska kotlina – Vikartovce**, **Podtatranská kotlina – Gánovce** (vikartovský zlom, gánovský zlom)
10. **Horehronie** (južné zlomové ohraničenie morfoštruktúry Nízkych Tatier)

Plánované oblasti výskumu

Centrálné Západné Karpaty





Meranie radónu v Sološnici

(možnosť bezplatne zistiť radónové riziko v dome)

Ing. RNDr. Iveta Smetanová, PhD.

(Ústav vied o Zemi, SAV)

doc. RNDr. Andrej Mojzeš, PhD.

doc. RNDr. František Marko, PhD.

(Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského)

Obsah prednášky

- ciele nášho výskumu
- prečo práve Sološnica
- prečo merať radón
- čo je radón a ako vzniká
- ako sa radón dostane do domu
- ako sa bude radón merať
- očakávané výsledky a ich využitie

Prečo chceme merať radón v Sološnici?

- merania budú realizované v rámci spoločného vedeckého projektu Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave a Ústavu vied o Zemi SAV v Bratislave, zameraného na výskum vlastností a vplyvu zlomov

- výskum financuje Agentúra na podporu výskumu a vývoja (APVV) Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR

(<http://www.apvv.sk/databaza-financovanych-projektov.html>)

Cieľ výskumu:

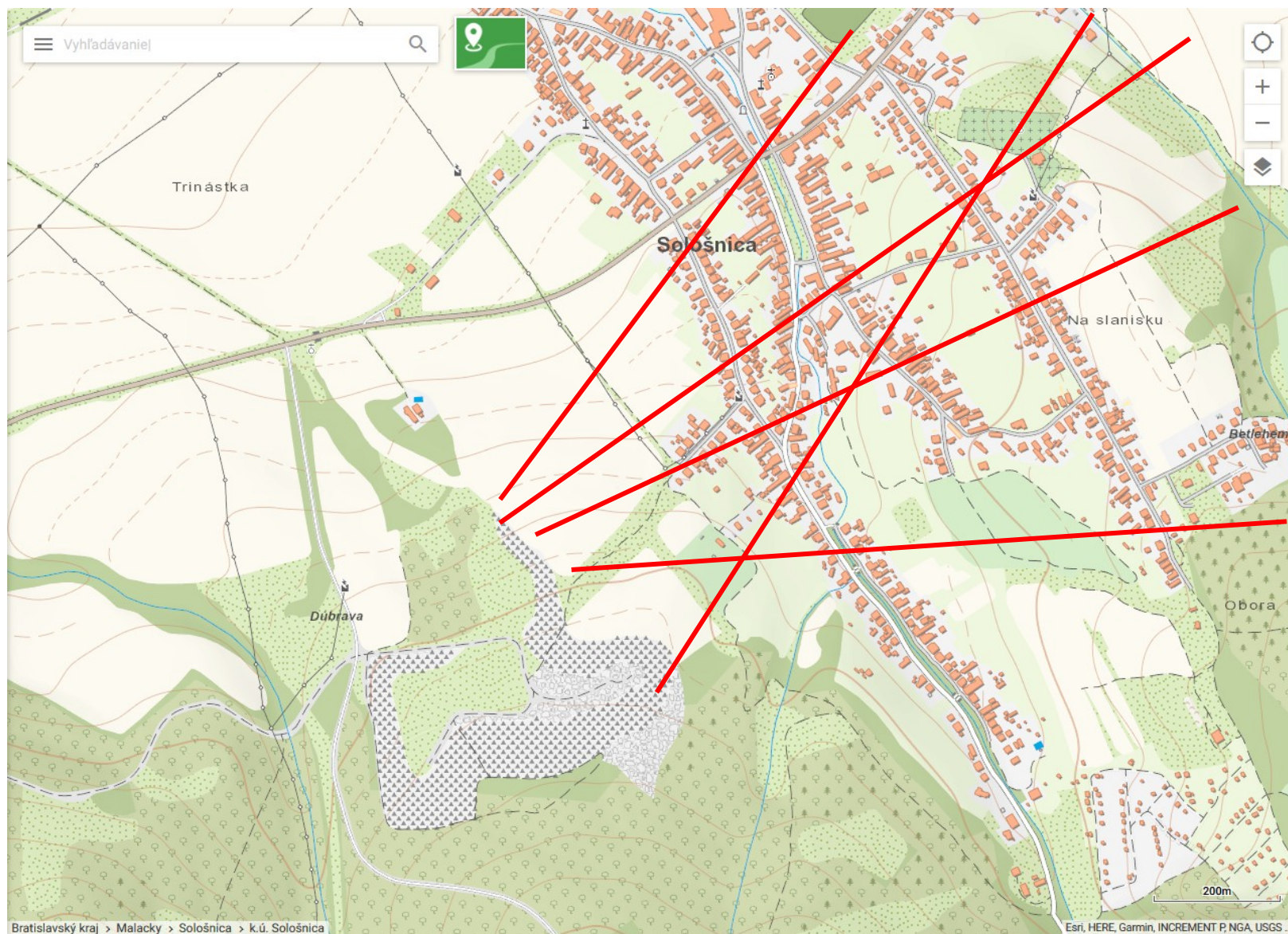
- sledovať vplyv prítomnosti zlomu na koncentráciu radónu v domoch počas roka



Prečo chceme merať radón v Sološnici?

- zemská kôra nie je celistvá, ale je prerušená trhlinami - **zlomami**
- zlomy môžu siahať do veľkých hĺbok a uľahčujú transport radónu z puklín v horninách na povrch
- výskumy zistili **zvýšené koncentrácie radónu** vo vrtoch aj v pôdnom vzduchu **v blízkosti zlomov**, rovnako aj v ovzduší objektov, ktoré boli na zlomoch postavené
- obec Sološnica leží na viacerých zlomoch, preto je možné očakávať zvýšené koncentrácie radónu vo vnútri objektov, predovšetkým v miestnostiach na prízemí starších nepodpivničených budov

Predpokladaný priebeh zlomov cez obec Sološnica



Čo je radón?

Periodická sústava prvkov

atómové číslo

relatívna atómová hmotnosť

14

28,09

symbol:

Si

Kremík

názov

čierna

modrá

červená

biela

pevný prvok

kvapalný prvok

plynný prvok

synteticky pripravený prvok

najstabilnejšie izotopy

alkalické kovy

kovy alkalických zemin

prechodné prvky

ostatné kovy

nekovy

vzácne plyny

1 H Vodík																	2 He Hélium
3 Li Litium	4 Be Berylium																
11 Na Sodík	12 Mg Horčík																
19 K Draslík	20 Ca Vápník	21 Sc Skandium	22 Ti Titán	23 V Vanád	24 Cr Chró	25 Mn Mangán	26 Fe Železo	27 Co Kobalt	28 Ni Nikel	29 Cu Meď	30 Zn Zinok	31 Ga Hliník	32 Ge Kremík	33 As Fosfor	34 Se Selen	35 Br Brom	36 Kr Krypton
37 Rb Rubídium	38 Sr Stroncium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirkónium	41 Nb Niób	42 Mo Molybdén	43 Tc Technécium	44 Ru Ruténium	45 Rh Ródium	46 Pd Paládium	47 Ag Striebro	48 Cd Kadmium	49 In Indium	50 Sn Cín	51 Sb Antimón	52 Te Telúr	53 I Jód	54 Xe Xenón
55 Cs Cézium	56 Ba Bárium	57 La Lantán	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantal	74 W Volfrám	75 Re Rénium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platina	79 Au Zlato	80 Hg Ortúť	81 Tl Tálium	82 Pb Olovo	83 Bi Bizmut	84 Po Polónium	85 At Astat	86 Rn Radón
87 Fr Francium	88 Ra Rádium	89 Ac Aktínium	104 Rf Rutherfordium	105 Ha Hahnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 (271)	111 (272)	112 (277)	(113)	(114)	(115)	(116)	(117)	(118)

Lantanoidy

58
Ce
Cér

59
Pr
Prazeodým

60
Nd
Neodým

61
Pm
Prométeum

62
Sm
Samárium

63
Eu
Európium

64
Gd
Gadolínium

65
Tb
Terbium

66
Dy
Dysprózi

67
Ho
Holm

68
Er
Erbium

69
Tm
Tulium

70
Yb
Yterbium

71
Lu
Lutécium

Aktinoidy

90
Th
Tórium

91
Pa
Protoaktínium

92
U
Urán

93
Np
Neptúnium

94
Pu
Plutónium

95
Am
Americium

96
Cm
Curium

97
Bk
Berkelium

98
Cf
Kalifornium

99
Es
Einsteinium

100
Fm
Fermium

101
Md
Mendelevium

102
No
Nobelium

103
Lr
Lawrencium

- vzácny plyn
- rádioaktívny
- bez farby a zápachu
- chemicky neaktívny

- vyskytuje sa prirodzene vo všetkých zložkách prírodného prostredia (vzduch, voda, pôda, horninové prostredie)

Ako radón vzniká?

■ vzniká rádioaktívnou premenou svojho materského prvku **rádium (Ra)** v premenovom rade **uránu (^{238}U)**

rádioaktivita – schopnosť niektorých atómov samovoľne sa premieňať na iný typ atómov, pričom sa uvoľní žiarenie (častice)

■ **radón (^{222}Rn)** sa ďalej premieňa s **dobou polpremeny 3,8 dňa** na krátkožijúce produkty premeny, ktoré sú kovy (polónium, bizmut, olovo)

doba polpremeny (starý názov polčas rozpadu) – čas, za ktorý sa premení polovica z daného množstva atómov

■ každý typ horniny obsahuje aspoň malé množstvo uránu, preto **radón vzniká prakticky všade** a ako plyn sa z hornín cez pukliny ľahko uvoľňuje a preniká do vzduchu v pôde, do podzemnej vody alebo uniká do atmosféry

V akých jednotkách sa meria radón?

- radón charakterizuje jeho **objemová aktivita**
- **jednotkou aktivity** je **becquerel (Bq)**, podľa franc. fyzika Henri Becquerela
- becquerel vyjadruje počet premien atómov prvku za 1 sekundu

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ premena za 1 sekundu}$$

- **objemová aktivita** je počet premien v jednotke objemu (m^3 , liter...)
- **jednotkou objemovej aktivity** je **Bq/m^3**

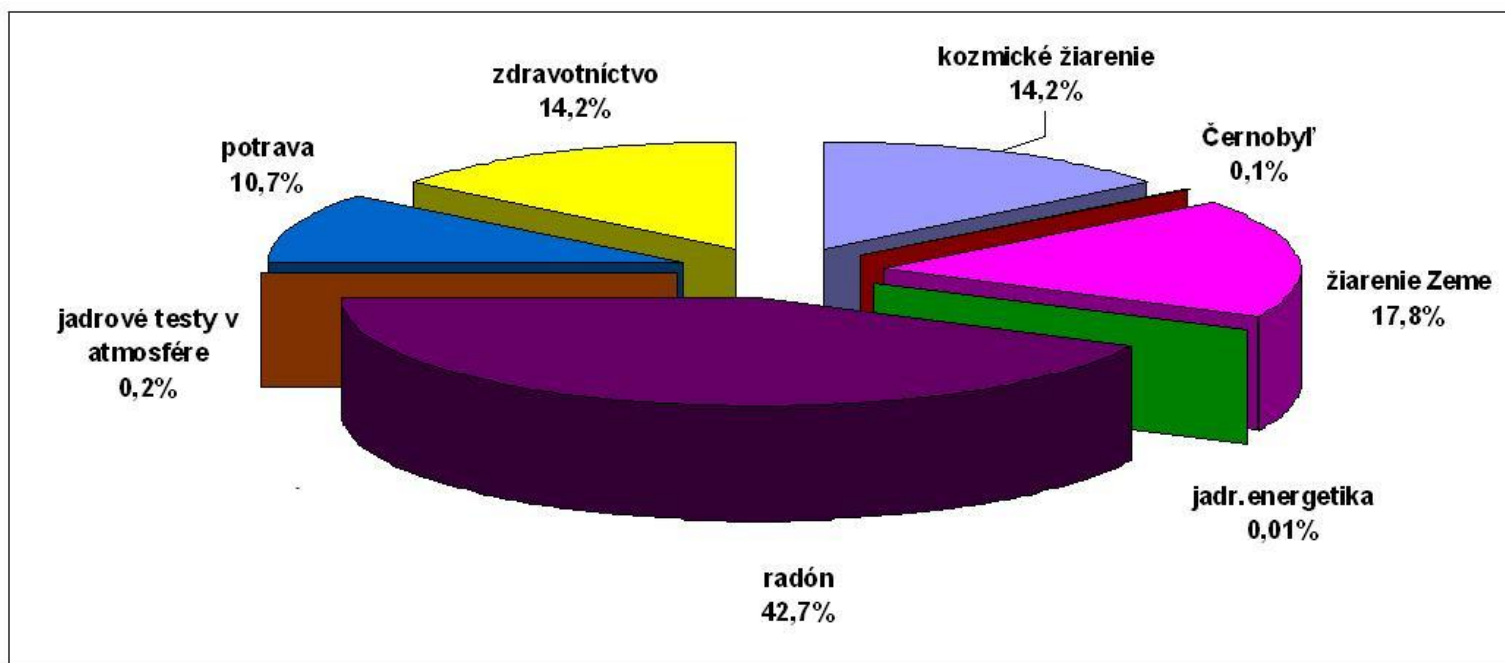
$$1 \text{ Bq}/\text{m}^3 = 1 \text{ premena za 1 sekundu v } 1 \text{ m}^3 \text{ vzduchu}$$

$$258 \text{ Bq}/\text{m}^3 = 258 \text{ premien za 1 sekundu v } 1 \text{ m}^3 \text{ vzduchu}$$

$$400 \text{ Bq}/\text{m}^3 \xrightarrow{3,8 \text{ dňa}} 200 \text{ Bq}/\text{m}^3 \xrightarrow{3,8 \text{ dňa}} 100 \text{ Bq}/\text{m}^3 \xrightarrow{3,8 \text{ dňa}} 50 \text{ Bq}/\text{m}^3 \xrightarrow{3,8 \text{ dňa}} 25 \text{ Bq}/\text{m}^3 \xrightarrow{3,8 \text{ dňa}} 12,5 \text{ Bq}/\text{m}^3$$

Prečo merať radón ? Je radón nebezpečný?

■ spolu so svojimi produktmi premeny spôsobuje **takmer polovicu** radiačnej záťaže (ožiarenia) obyvateľstva



Zdroj: UNSCEAR (2000): **100 %** = ročná efektívna dávka **3 mSv**

Sv – **sievert** (podľa švédskeho fyzika Rolfa Sieverta) - miera biologického účinku žiarenia
1 Sv = 1J/1kg je energia žiarenia 1 J (Joule) absorbovaná v 1 kg tkaniva

Prečo merať radón ? Je radón nebezpečný?

- radón má relatívne dlhú dobu polpremeny (3,8 dňa), preto sa môže nahromadiť v uzavorených priestoroch, ako sú napr. budovy, bane alebo jaskyne
- radón sám o sebe nie je nebezpečný, ale po vdýchnutí a následnej premene zostanú v pľúcach jeho kovové produkty premeny, ktoré spôsobujú vnútorné ožiarenie
- radón spolu s produktmi premeny je **po fajčení druhý najrizikovejší faktor** pre vznik rakoviny pľúc
- rakovina pľúc môže vzniknúť pri **dlhodobom pobyte v priestore s vysokou koncentráciou radónu**

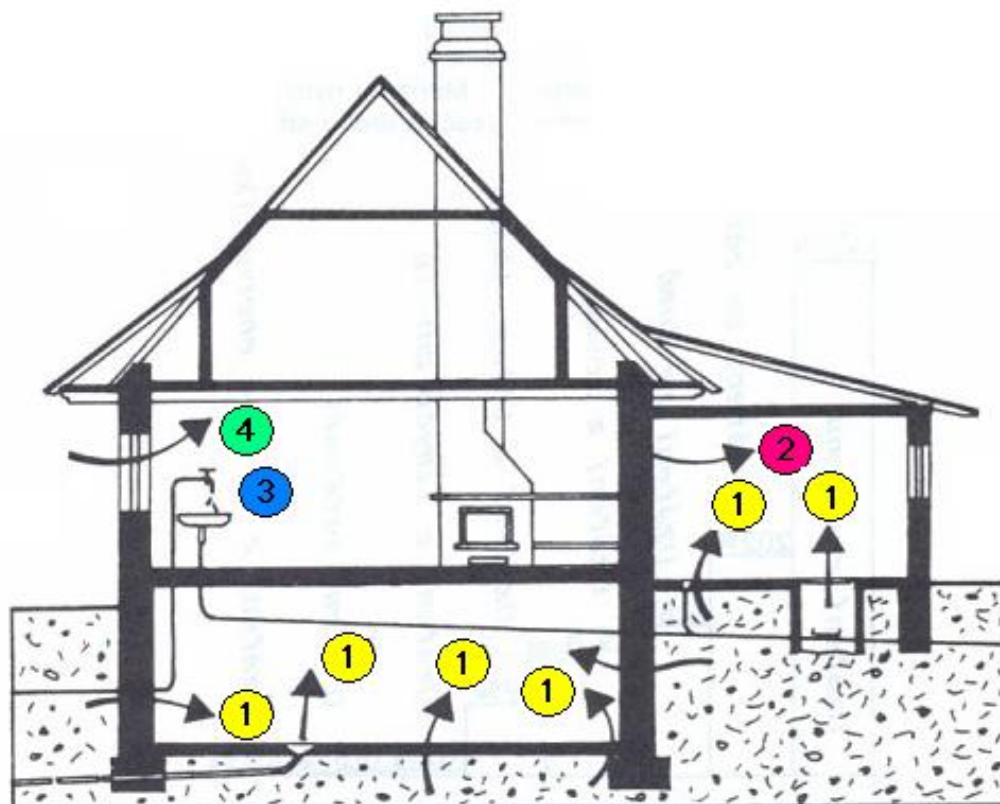
Čo ovplyvňuje množstvo radónu v dome?

- typ horniny v podloží stavby (žula, vápenec...)
- priepustnosť podložia stavby (štrk, hlina, íly...)
- konštrukcia budovy (pivnica, zateplenie...)
- kvalita konštrukcie budovy (trhliny, netesnosti)
- použitý stavebný materiál
- vetranie



Ako sa radón dostane do domu?

- najvýznamnejším zdrojom radónu sú **horniny a pôda** v podlaží stavby (1)
- **stavebné materiály** (2)
- **voda** (3)
- **vonkajší vzduch** (4)
len v zanedbateľnej miere



Ako sa radón dostane do domu?

- objemová aktivita radónu (OAR) v pôdnom vzduchu a v puklinách hornín pod stavbou môže dosahovať vysoké hodnoty (niekoľko tisíc Bq/m³)
- dôležitý je typ horniny a priepustnosť podlažia pod domom
- radón z pôdneho vzduchu preniká do domu cez:
 - ▶ pukliny v stenách a základovej doske
 - ▶ trhliny na styku podlahy a stien
 - ▶ netesnosti okolo potrubí
 - ▶ trhliny v hydroizolácii
 - ▶ netesnosti v revíznych šachtách
 - ▶ trativody...



Ako sa radón dostane do domu?

- u **stavebných materiálov** sa v súčasnosti pri výrobe kontroluje množstvo rádioaktívnych látok (od r. 1990), **nepredstavujú zdroj radónu**
- problematické môžu byť **staršie rodinné domy**, postavené zo **škvárobetónu** alebo kameňa (**žula**)
- **podzemná voda z vlastných studní** (nie z vodovodu) môže byť zdrojom radónu
- pitie nepredstavuje riziko oproti vdychovaniu radónu, ktorý sa uvoľní z vody
- radón sa z vody uvoľňuje napr. pri varení alebo sprchovaní
- vo **vonkajšej atmosfére** je veľmi nízka koncentrácia radónu

Odporúčané koncentrácie radónu v domoch

■ koncentrácia (objemová aktivita) radónu v domoch v priemere za rok by nemala prekročiť hodnotu:

► [Vyhláška MZ SR 528/2007](#): smerná hodnota

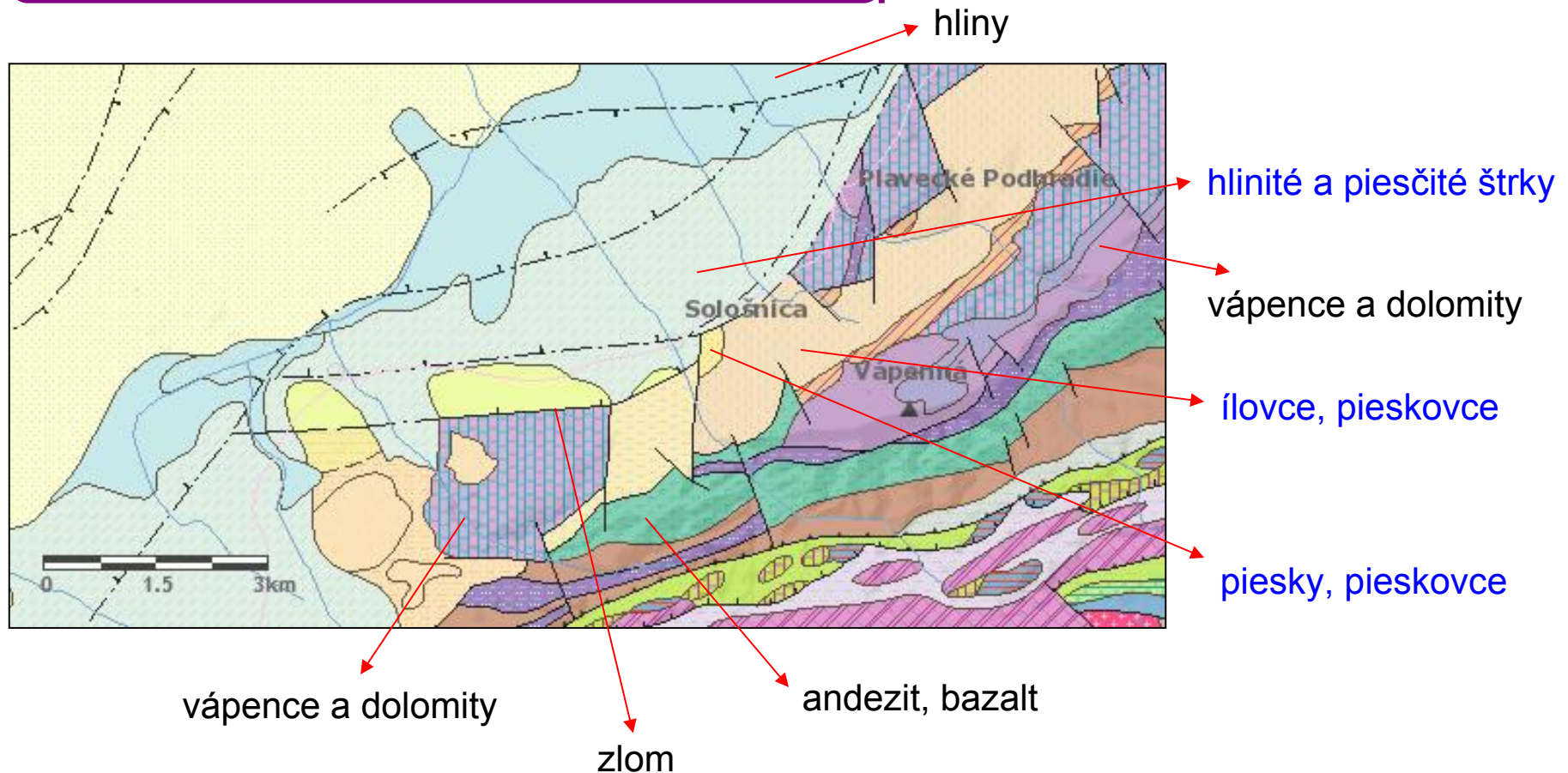
400 Bq/m³ pre existujúce stavby

200 Bq/m³ pre nové stavby a rekonštruované

► [Smernica rady EU 2013/59/EUROATOM](#): referenčná úroveň **300 Bq/m³**

Sološnica na geologickej mape

Mapportal ŠGDUŠ
prehľadné geologické mapy
<http://apl.geology.sk/pgm/>

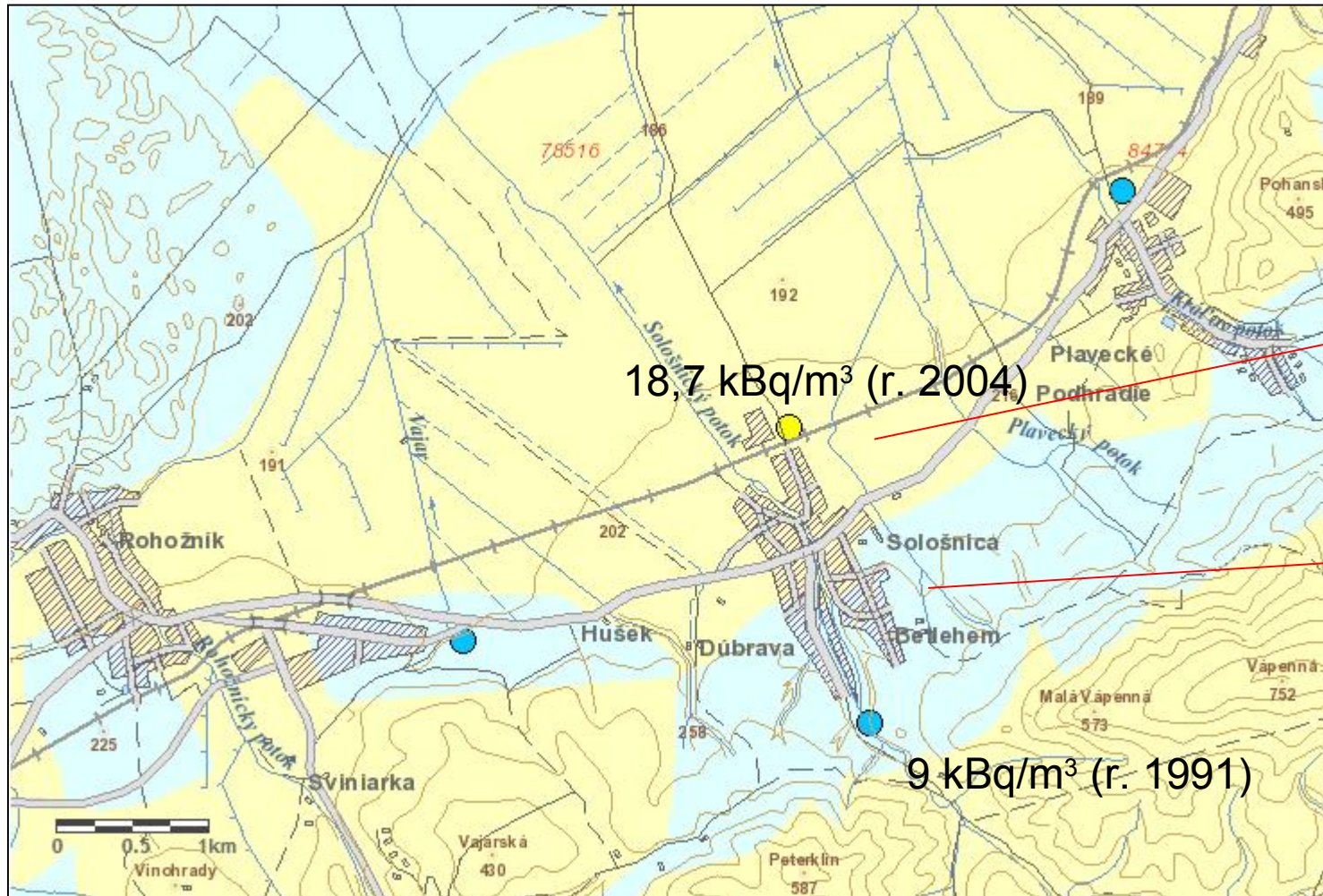


- ▶ štrky a piesky sú priepustné podložie → možnosť zvýšeného radónového rizika
- ▶ íly sú nepriepustné podložie

Sološnica na mape radónového rizika

nízke (modré) a stredné (žlté) Rn riziko

Mapportal ŠGDUŠ
geofyzikálne mapy
mapa radónového rizika
<http://apl.geology.sk/radio/>

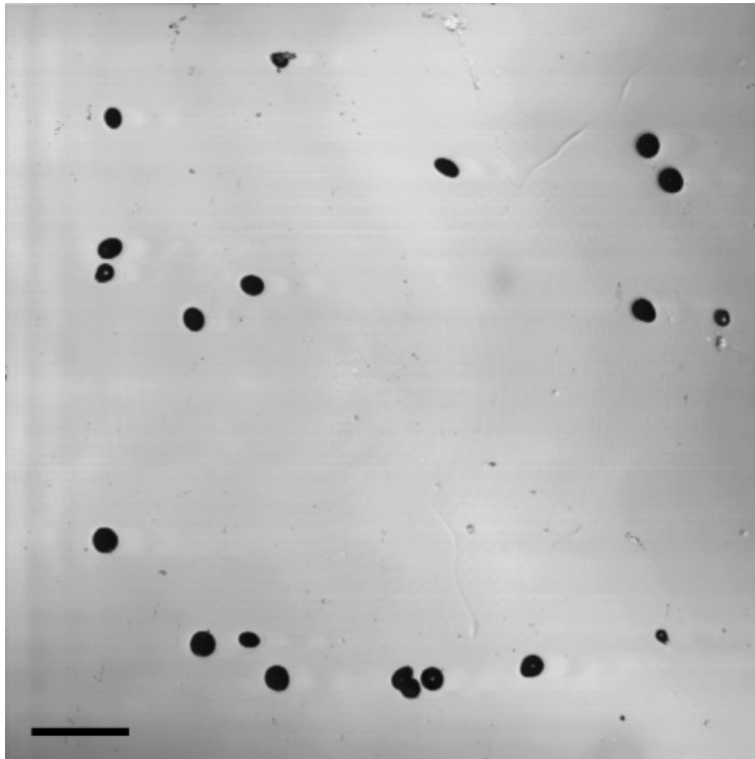


priepustné
štrky

nepriepustné
ílovce

Ako sa radón meria?

■ v domoch sa najčastejšie používajú **stopové detektory**



0,15 mm

■ radón pri svojej premene vysiela alfa častice, ktoré zanechajú okom neviditeľné stopy v meracej fólii detektora

■ čím je väčšia koncentrácia radónu v ovzduší a čím dlhšie je detektor v miestnosti, tým viac stôp zanechajú alfa častice

■ po špeciálnom chemickom leptaní fólie možno spomenuté stopy vidieť pod mikroskopom

■ z ich počtu a z doby, počas ktorej bol detektor v miestnosti, je možné určiť priemernú koncentráciu (objemovú aktivitu) radónu v miestnosti.

Stopový detektor RAMARn - princíp merania



vzduch preniká do komôrky cez štrbiny medzi vrchnákom a komôrkou

samotný detektor je fólia na dne komôrky

Výrobca:

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.,
Česká republika

- na dne plastovej meracej komôrky je umiestnený stopový detektor – kruhová fólia
- radón preniká dovnútra priestorom medzi stenami a vrchnákom komôrky

Ako dlho sa bude merať?

■ meranie bude prebiehať počas celého roka v 4 etapách:

▶ jar (marec, apríl, máj 2018)

▶ leto (jún, júl, august 2018)

▶ jeseň (september, október, november 2018)

▶ zima (december 2018, január, február 2019)

■ účastník výskumu dostane 2 detektory, každý umiestni do inej miestnosti

■ meranie je potrebné vykonávať počas celého roka v rovnakých miestnostiach, inak je nevhodné na posúdenie radónového rizika

■ detektor slúži na stanovenie priemernej koncentrácie radónu v ovzduší miestnosti počas doby merania, preto je dôležité zaznamenať dátum a čas začiatku aj konca merania pre každú etapu

■ spolu s detektormi dostane účastník výskumu informačné letáky a dotazník

■ **anonymita účastníkov výskumu bude zachovaná**

**Dotazník na prieskum objemovej aktivity radónu v objektoch pomocou stopového
detektora RamaRn**

(vyplňte prosím tlačným písmom)

Vlastník alebo užívateľ objektu:*

Titul..... Meno..... Priezvisko.....

Ulica a č. domu..... PSČ.....

Obec..... Okres.....

Telefón:..... e-mail:.....

Informácie o objekte: (prosím zakrúžkujte)

Meranie radónu sa v objekte uskutočňuje:

1. prvýkrát 2. druhýkrát 3. neviem (kúpili ste starší dom a nevíte o meraniach)

Druh objektu:

1. rodinný dom 2. bytový dom

Zásobovanie vodou:

1. vlastná studňa 2. verejný vodovod 3. rezervoár spoločný pre viac domov 4. iné.....

Vchod do pivnice sa nachádza:

Podlaha pivnice:

1. zvnútra domu 2. mimo domu 1. betón 2. hĺina 3. iné.....

Izolácia pivnice:

1. nie 2. čiastočne 3. áno (ak viete, uveďte aj typ izolácie).....

Protiradónová izolácia domu:

Iné protiradónové opatrenia:

1. áno 2. nie 1. nie 2. áno (ak viete, uveďte aké).....

Vyskytli sa prípady nádorových ochorení pľúc u obyvateľov domu? (nemusíte odpovedať, ak si to neželáte)

1. nie 2. neviem 3. áno

* - všetky údaje slúžia len na identifikáciu objektu pri jeho zakreslení do mapy a pre zaslanie výsledkov meraní alebo v prípade potreby na komunikáciu s vlastníkom a v žiadnom prípade nebudú zverejnené, ani inak použité pri vyhodnotení a prezentácii výsledkov meraní radónu. V publikáciách a prezentácii výsledkov meraní na vedeckých konferenciách budú jednotlivé objekty očíslované a anonymita účastníkov výskumu bude zachovaná.

Výsledky meraní Vám budú oznámené po približne 3 mesiacoch od odovzdania detektorov (detekčné rólie je nutné dlhšiu dobu chemicky leptať), elektronickou poštou na Vami uvedenú adresu alebo písomne na obecnom úrade.

V prípade Vášho záujmu Vám neskôr e-mailom zašleme články s publikovanými výsledkami.

V tabuľke sú dva riadky, každý pre jednu meranú miestnosť.

Etapla	Miestnosť	Podlažie	Stavebný materiál	Podpivničenie miestnosti	Rok dokončenia/rekonštrukcie (3)	Tesnosť okien (4)	Vetranie (5)	Doba pobytu (6)	Číslo detektora	Začiatok merania (7)	Koniec merania
	K – kuchyňa O – obývačka S – spálňa D – detská izba P – pracovňa I – iná obytná miestnosť	S – suterén (1) P – prízemie 1 – 1. podlažie 2 – 2. podlažie 3 – 3. podlažie V – vyššie podlažie R – podkrovie	B – betón TP – tehla pálená TN – tehla nepálená D – drevo K – kameň P – pórobetón S – škvárbetón I – iné (2) N – neviem	A – áno N – nie C – čiastočne	ak dom nebol rekonštruovaný, nechajte príslušný riadok buniek prázdny	V – výborná B – bežná S – slabá	I – intenzívne B – bežné S – slabé K – klimatizácia R – rekuperácia	osoba v miestnosti priemere v hodinách za jeden deň		dd.mm.rr hh : mm	dd.mm.rr hh : mm
1					 					 :	 :
1					 					 :	 :

Vysvetlivky: (pre každú etapu dostanete spolu s novým detektorom aj novú tabuľku, už bez dotazníka, len s údajmi o vlastníkovi kvôli identifikácii objektu)

(1) – len ak sa v suteréne nachádza obytná miestnosť (spálňa, obývačka...), nemyslí sa pivnica, ani kotolňa a pod.

(2) – v prípade, ak viete, o aký stavebný materiál ide, môžete vypísať slovné (napr. Durisol a pod.). Miestnosti môžu mať odlišný typ stavebného materiálu, napr. ak bola neskôr urobená prístavba

(3) – ak neviete presný rok výstavby, uveďte aspoň približný odhad. Ak bol objekt rekonštruovaný viackrát, uveďte rok poslednej rekonštrukcie (napr. zatepľovanie, výmena okien a pod.). Miestnosti môžu mať aj odlišný rok dokončenia (Príklad: K domu sa urobila prístavba a zároveň sa dom aj zateplil, meria sa v miestnosti v prístavbe a v starej časti domu. Pre prístavanú miestnosť sa uvedie len rok dokončenia, lebo táto časť rekonštruovaná nebola, pre miestnosť v pôvodnej starej časti sa uvedie rok výstavby domu a rok rekonštrukcie)

(4) – v prípade plastových okien uveďte možnosť V – výborná

(5) – pod vetraním sa myslí, ako často a na ako dlho sa v miestnosti otvárajú okná

(6) – každý z obyvateľov môže stráviť v meranej miestnosti iný čas. Uveďte najdlhší čas, ktorý určitá osoba stráví v miestnosti (Príklad: meria sa v detskej izbe. Dieťa spí aj sa hrá v detskej izbe, teda stráví tam napr. 9 h spánku a 5 h hrou, spolu 14 h. Rodič tam stráví len 2 h, uvedie sa dlhší čas, teda 14 h. Takisto v priebehu roka sa čas môže zmeniť, napr. v lete môže dieťa stráviť v izbe menej času ako v zime, preto v ďalšej meracej etape môžete uviesť inú dobu pobytu)

(7) – prvý riadok: d = deň, m = mesiac, r = rok, druhý riadok: h = hodina, m = minúta. Ak začnete merať napr. 2. 3. 2018 o 2 popoludní, uveďte dátum v tvare 02.03.18 14:00.

Ako a kde detektor umiestniť?

- komôrku uložte vo vodorovnej polohe **vrchnákom nahor** na miesto, kde bude počas merania chránená pred priamym slnečným svetlom a pred poškodením, napr. na skriňu (asi 20 - 30 cm od steny a stropu miestnosti)
- detektor sa umiestňuje do trvalo užívaných obytných miestností (**kuchyňa, obývačka, spálňa, detská izba**)
- detektory umiestnite prednostne do obytných miestností:
 - ▶ na prízemí
 - ▶ nepodpivničených
 - ▶ kde je použitý stavebný materiál podozrivý z hľadiska rádioaktivity (kameň, škvárobotón)



Kde detektor neumiestňovať?

- detektor **nedávajte** do miest, kde možno očakávať jeho ovplyvnenie prúdením vzduchu (**do blízkosti okien, dverí a vykurovacích telies**)
- detektory **neumiestňujte do kúpeľne, pivnice ani na WC**, pretože vysoká **vlhkosť ovplyvní výsledky** merania (na orosenej fólii sa nevytvoria stopy)
- **KOMÔRKA MUSÍ BYŤ POČAS CELEJ DOBY MERANIA UZATVORENÁ VRCHNÁKOM**
- komôrka bez vrchnáku nemeria „lepšie“, práve naopak, detekčná fólia sa pokryje vrstvičkou prachu. Akýkoľvek dotyk (napr. aj utieranie prachu) fóliu znehodnotí okom neviditeľnými škrabancami (zničia stopy) alebo mastnotou (bráni vzniku stôp)

Po troch mesiacoch

- detektory budú zozbierané v dopredu dohodnutom čase
- spoločne s novými detektormi dostane účastník výskumu novú tabuľku na zaznačenie údajov o detektoroch
- výsledky merania dostane každý účastník elektronickou poštou na uvedenú adresu alebo písomne, približne o 3 mesiace po odovzdaní detektorov

Po skončení meraní

- po ukončení 4 meracích etáp bude vyhodnotené radónové riziko v dome
- v prípade prekročenia doporučenej hodnoty bude navrhnutý spôsob nápravy

Ako budú použité výsledky výskumu?

- výsledky výskumu budú prezentované na domácich aj zahraničných vedeckých konferenciách
- výsledky budú publikované v domácich aj zahraničných vedeckých časopisoch
- v publikáciách a prezentáciách budú jednotlivé objekty očíslované a anonymita účastníkov výskumu bude zachovaná
- v prípade záujmu budú účastníkom elektronickou poštou zaslané články s publikovanými výsledkami aj prezentácie výsledkov

Ďakujeme za Vašu pozornosť

V prípade akýchkoľvek otázok kontaktujte prosím:

► Ústav vied o Zemi, Slovenská akadémia vied

Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava

Ing. RNDr. Iveta Smetanová, PhD.

0908115024, geofivas@savba.sk

► Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky

Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského

Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava

doc. RNDr. Andrej Mojzeš, PhD.

mojzes@fns.uniba.sk