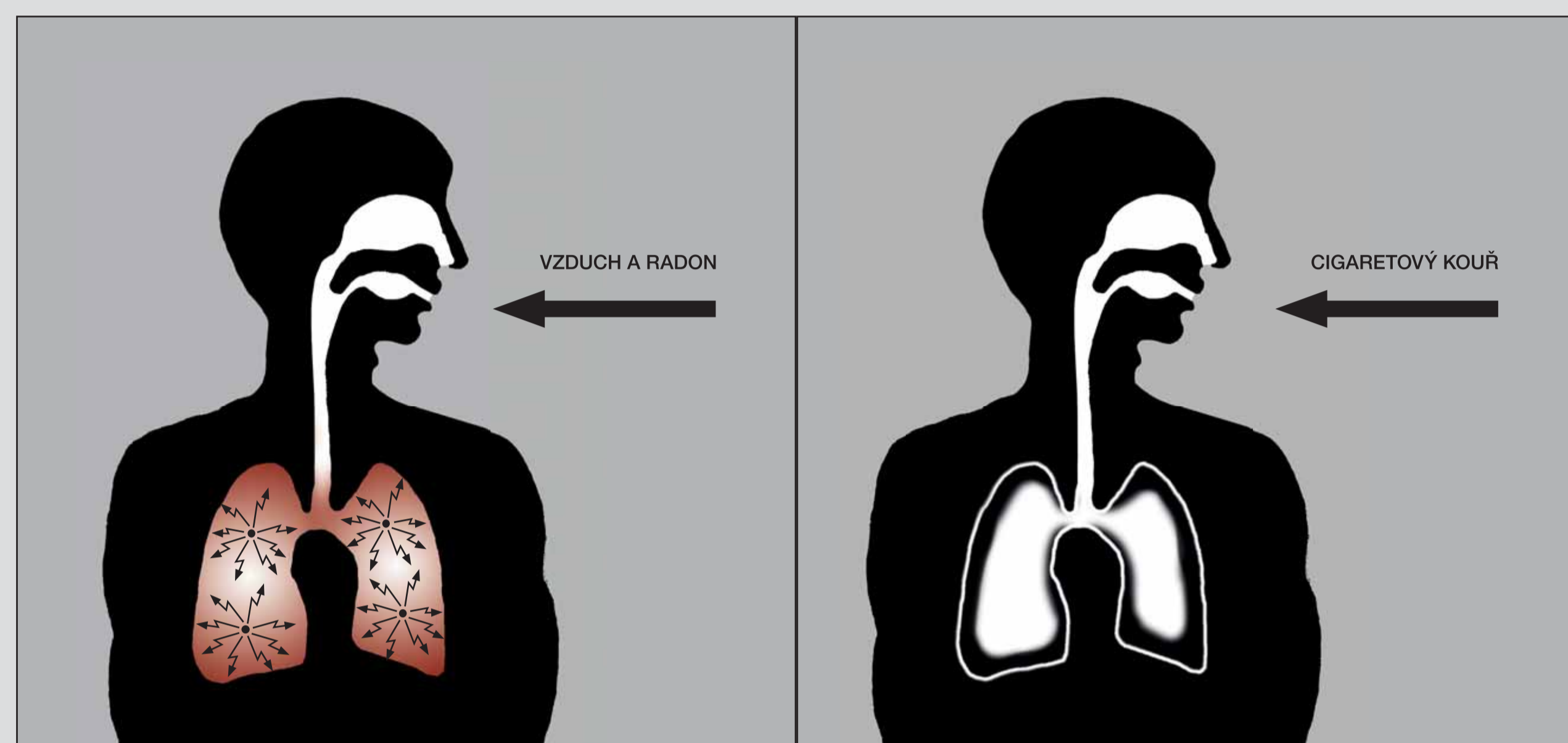


# 1 RIZIKEM PRO VAŠE PLÍCE NENÍ JEN CIGARETA, ALE I RADON

## NEGATIVNÍ PŮSOBNÍ RADONU NA ZDRAVÍ ČLOVĚKA

Radioaktivní plyn radon, který se běžně vyskytuje v přírodě, je hned po kouření druhou nejvýznamnější příčinou vzniku rakoviny plic. Vdechnutý radon se v dýchacím ústrojí přeměňuje a vznikající částice alfa ozařují plicní tkáň. Důsledkem může být poškození plicní buňky vedoucí až k rakovině. Rakovina vyvolaná radonem, obdobně jako v případě kouření, nevzniká okamžitě. Doba do vzniku příznaků se pohybuje v rozmezí 10 až 30 let.

Zatímco o škodlivosti kouření kuřák ví a zdravotní riziko spojené s kouřením přijímá, mnoho lidí nemá ani tušení, že jsou vystaveni působení radonu, neboť ho nelze vnímat lidskými smysly.

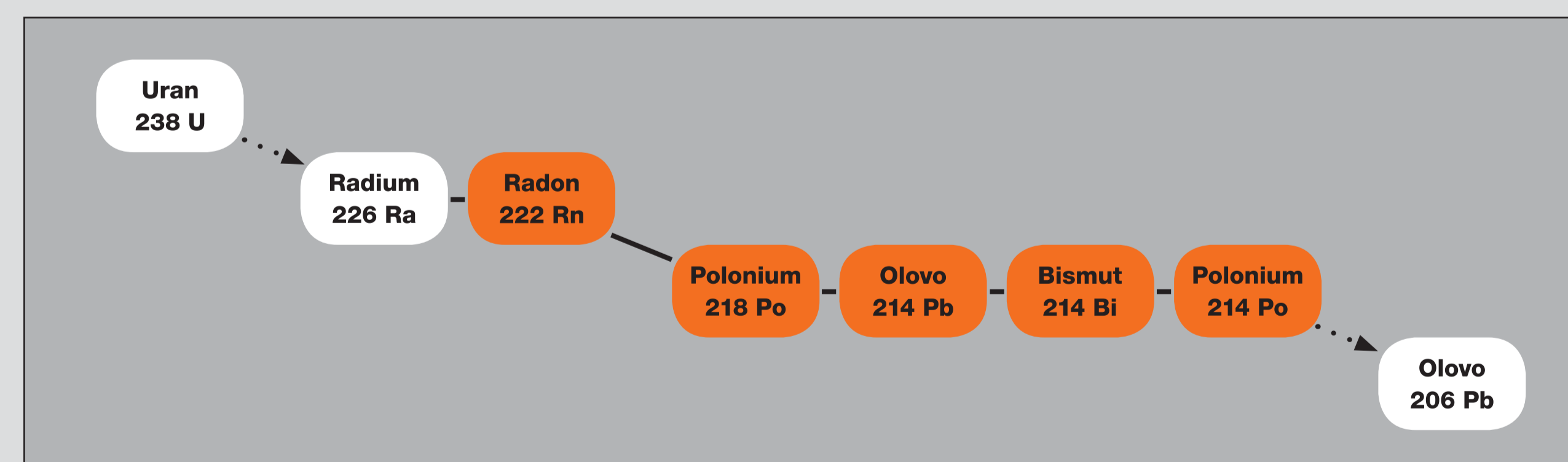


Obr. 1 – Plíce člověka, který vdechuje radon, a člověka, který kouří. Zatímco v plicích kuřáka se ukládá dehet, plíce člověka vystaveného radonu jsou bombardovány alfa částicemi. Oba faktory často působí společně.

## CO JE TO RADON A JAK SE NA NĚJ PŘIŠLO

Radon vzniká postupnou radioaktivní přeměnou uranu ( $^{238}\text{U}$ ), který se běžně vyskytuje v přírodě. Přímým předchůdcem radonu je rádiu ( $^{226}\text{Ra}$ ) (viz Obr. 2).

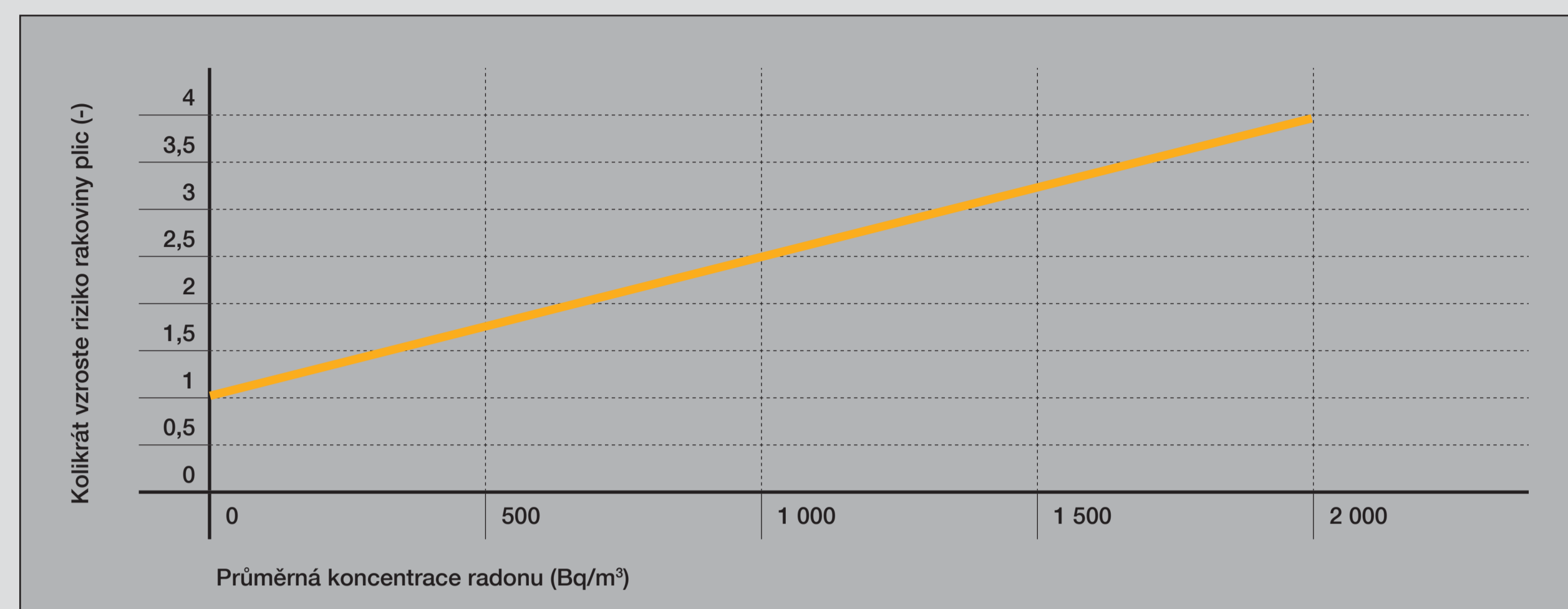
Oba prvky, uran i rádiu, mají přímý vztah k Jáchymovu. Díky dodávkám odpadního materiálu z výroby uranových barev pro sklářský a keramický průmysl z Jáchymova objevila Marie Curie Skłodovská v roce 1898 radioaktivní prvky rádiu a polonium. Radon byl objeven o dva roky později v roce 1900 Friedrichem Ernestem Dornem při zkoumání radioaktivní přeměny rádia a byl pojmenován jako radiová emanace. Současně označení radon se používá od roku 1923. Zhruba ve stejné době se objevily studie spojující radon s tzv. hornickou nemocí dýchacích cest (Schneebergskou nemocí), o které podal zprávu již v 16. století Georg Agricola, který byl městským lékařem v Jáchymově. Pokusy o vysvětlení vzniku rakoviny plic inhalací samotného radonu byly však dlouho neúspěšné. Až v 50. letech minulého století byla vyslovena hypotéza, že příčinou rakoviny plic by mohly být produkty přeměny radonu. V roce 1972 byla tato hypotéza potvrzena studií z prostředí uranových horníků v Československu.



Obr. 2 – Schematické znázornění přeměnové řady uranu. Z každého atomu radonu a polonia je vyzářena jedna alfa částice. Na obrázku jsou barevně vyznačeny radon a produkty jeho přeměny. Tečky znázorňují místo, kde byly některé prvky pro zjednodušení vynechány.

## DŮKAZY O ŠKODLIVOSTI RADONU NECHYBÍ

Vliv radonu na lidské zdraví byl prokázán studiemi z oblastí, kde koncentrace radonu v domech převyšuje obvyklý průměr, jak v ČR, tak i v zahraničí. Srovnáním počtu úmrtí s celostátními statistikami se zjistilo, že v těchto oblastech umírá na rakovinu plic více lidí, než odpovídá celostátnímu průměru, a že riziko souvisí s koncentrací radonu v domech. Již 13 evropských studií potvrdilo, že riziko vzniku rakoviny plic od radonu roste přibližně o 15 % na každých 100 Bq/m<sup>3</sup> (Obr. 3).



Obr. 3 – Příмка ukazuje kolikrát vzroste riziko onemocnění rakovinou plic v závislosti na koncentraci radonu (podle Darby et al, 2005).

## PROSPĚŠNÉ ÚČINKY RADONU – RADONOVÉ LÁZNĚ

Dlouhodobé vdechování radonu může vést až k rakovině plic. Naopak radon rozpuštěný ve vodě může i léčit. Těto skutečnosti využívají místní (Jáchymovské) lázně, jejichž historie spadá až do roku 1906, kdy se v Jáchymově objevili první lázeňští hosté. Radonové lázně, tedy pravidelné koupele ve vodě s vysokým obsahem rozpuštěného radonu, se předepisují při léčbě chronických onemocnění pohybového aparátu. Kúra zpravidla trvá 3 týdny, během nichž je pacient podroben zhruba 18ti koupelím v radonové vodě. Princip léčebných účinků není zatím zcela objasněn, ale pozitivní výsledky, mezi které patří zlepšení prokrvení postižené oblasti a zmírnění bolesti, jsou nepochybnitelné.

## RADONOVÁ NAUČNÁ STEZKA

Chcete-li se o radonu dovědět více, zejména jak zjistit, kolik radonu máte doma a jak se s ním vypořádat, vydejte se na procházku po naučné stezce. Na trase dlouhé 3 kilometry je umístěno 9 tabulí věnujících se následujícím tématům:

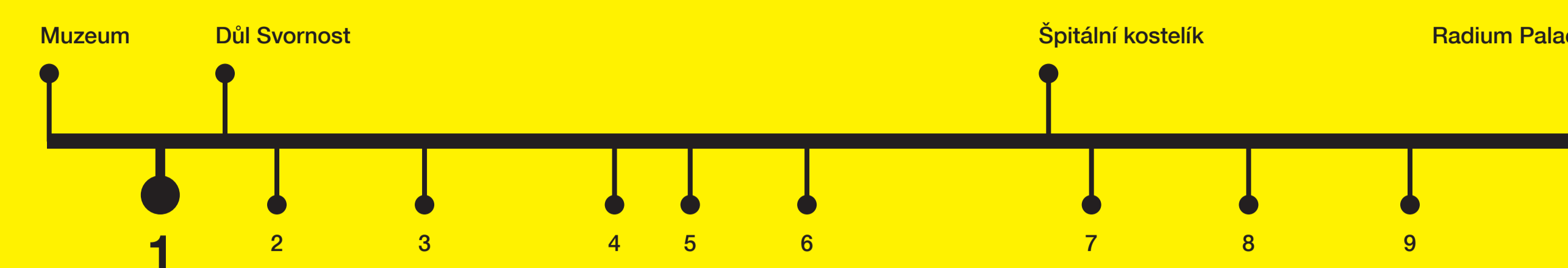
- Kde a jak jsem vystaven radonu
- Zdroje radonu v domě
- Měření radonu
- První měření a první ozdravná opatření na území ČR
- Jak zvýšit účinnost nefunkčních opatření
- Jak postupovat při ozdravování stávajících domů
- Jak připravit ochranu domu proti radonu, když se chystáme stavět
- Radonový program – užitečné informace



Obr. 4 – Stezka vychází od muzea, pokračuje po úpatí západních svahů a končí u lázeňského domu Radium palace. Postupně projdete klidnými místními komunikacemi s překrásným výhledem na východní svah a za Špitálními kostelíkem dojdete do cíle po pohodlné lesní cestě. Autor mapy města: Eduard Milka.

Mnoho doplňujících informací o radonu, odkazy na organizace, které jsou do řešení Radonového programu zapojeny, a také slovníček použitých pojmů naleznete na internetových stránkách stezky [www.radonovastezka.cz](http://www.radonovastezka.cz) nebo v anglické verzi na [www.radontrail.eu](http://www.radontrail.eu). Snad pro Vás budou tyto informace zajímavé a přínosné. Příjemnou cestu a počtení.

## NAUČNÁ STEZKA O RADONU



- 1 – Riziko od radonu ▶ 2 – Kde a jak jsem vystaven radonu ▶ 3 – Zdroje radonu ▶ 4 – Měření radonu ▶ 5 – První ozdravná opatření ▶ 6 – Aktivace nefunkčních opatření ▶ 7 – Ochrana stávajících staveb ▶ 8 – Ochrana nových staveb ▶ 9 – Radonový program ČR

## YOUR LUNGS ARE AT RISK NOT ONLY FROM CIGARETTES, BUT ALSO FROM RADON

The radioactive gas radon occurs widely in nature. After smoking, it is the next biggest risk factor for lung cancer. When radon is inhaled, it undergoes radioactive decay and the newly born alpha particles irradiate the tissue of the airways (Fig. 1). This can cause damage to the tissue, which may result in cancer. As in the case of cancer due to smoking, radon-induced cancer does not arise immediately. On an average, it takes between 10 and 30 years for symptoms to appear. While smokers know about the danger of smoking and accept the risk, many people are not aware that they are exposed to radon gas, which is colourless, odourless and has no taste.

Radon originates directly from radioactive decay of radium ( $^{226}\text{Ra}$ ), which is a member of the radioactive decay chain of uranium ( $^{238}\text{U}$ ) (Fig. 2). Uranium is naturally present in rocks.

The influence of radon on human health has been proven in the Czech Republic and abroad. 13 European studies have shown that the risk of radon-induced lung cancer increases by approx. 15 % per 100 Bq/m<sup>3</sup> (Fig. 3). Details on the radon issue are presented in the Radon Trail. Fig. 4 shows a map of the path.

## NICHT NUR DIE ZIGARETTE IST EIN LUNGENRISIKO – SONDERN AUCH DAS RADON

Das in der Natur gängig vorkommende radioaktive Gas Radon ist gleich nach dem Rauchen die führende Ursache für die Entstehung von Lungenkrebs. Die inhalierenen Folgeprodukten von Radon zerfallen in den Atemwegen und die entstehenden Alphateilchen bestrahlen das Lungengewebe von innen (Abb. 1). Die mögliche Folge: eine Beschädigung von den Lungenzellen, die sogar zu Krebs führen kann. Ähnlich wie beim Raucherkrebs entsteht der durch Radon ausgelöste Krebs nicht sofort. Der Zeitraum bis zum Eintreten der Symptome bewegt sich in einer Spanne von 10 bis 30 Jahren. Während der Raucher von der Schädlichkeit des Rauchens weiß und das damit verbundene gesundheitliche Risiko auf sich nimmt, haben viele gar keine Ahnung, dass sie der Wirkung von Radon ausgesetzt sind, da dieses mit den menschlichen Sinnen nicht wahrnehmbar ist. Radon entsteht durch schrittweise radioaktive Umwandlung aus dem in der Natur gängig vorkommenden Uran ( $^{238}\text{U}$ ) (Abb. 2). Direkter Vorläufer des Radons ist das Radium ( $^{226}\text{Ra}$ ). In Tschechien wie im Ausland wurden die Auswirkungen von Radon auf die menschliche Gesundheit in Studien nachgewiesen, die an Standorten vorgenommen wurden, an denen die Radonkonzentration in Gebäuden über den üblichen Durchschnitt hinausgeht. Bereits 13 europäische Studien haben bestätigt, dass das Risiko der Entstehung von Lungenkrebs wg. Radonbestrahlung mit jeden zusätzlichen 100 Bq/m<sup>3</sup> um ca. 15 % zunimmt (Abb. 3). Dieser Wanderlehrpfad, dessen Route in Abb. 4 dargestellt ist, vermittelt Ihnen weitere Informationen über Radon und wie man sich vor ihm schützen kann.

## РИСК ЗАБОЛЕВАНИЯ ЛЕГКИХ – ЭТО НЕ ТОЛЬКО СИГАРЕТЫ, НО И РАДОН

Радиоактивный газ радон является сразу после курения второй наиболее значимой причиной заболевания раком легких. Вдыхаемый радон в органах дыхания преобразуется и образующиеся альфа-частицы облучают легочную ткань (рис. 1). Рак, вызванный действием радона, также как и в случае курения, не появляется сразу. Время появления признаков заболевания составляет от 10 до 30 лет. Радон образуется при постепенном радиоактивном превращении урана, который часто встречается в природе (рис. 2). Прямым предшественником радона является радий. Уже 13 европейских исследований подтвердили, что риск развития рака легких вследствие действия радона возрастает приблизительно на 15 процентов на каждые 100 Бк/м<sup>3</sup> (рис. 3). Больше информации о радоне и защите от него Вы получите на этой научной тропе, маршрут которой показан на рис. 4.

Radonová naučná stezka vznikla v rámci Radonového programu ČR za finanční spoluúčasti Státního úřadu pro jadernou bezpečnost a Ministerstva průmyslu a obchodu ČR a s podporou Města Jáchymov.

Vypracovala Fakulta stavební ČVUT v Praze ve spolupráci se Státním úřadem radiální ochrany v Praze. Text: Martin Jiránek, Kateřina Rovenská. Foto: Martin Jiránek, Jan Hradecký, Jiří Schreyer. Mapy: Česká geologická služba. Design: [www.designjesvoboda.net](http://www.designjesvoboda.net)

Fakulta stavební ČVUT v Praze  
Katedra konstrukcí pozemních staveb  
Tháškova 7, 166 29 Praha 6  
[www.fsv.cvut.cz](http://www.fsv.cvut.cz)

Státní úřad radiální ochrany  
Bartoškova 28, 140 00 Praha 4  
[www.suro.cz](http://www.suro.cz)

[www.radonovastezka.cz](http://www.radonovastezka.cz)  
[www.radontrail.eu](http://www.radontrail.eu)