

# Vliv radonového indexu podloží na výskyt zhoubných nádorů plicní soustavy

Adam Schuppler

Květen 2024

## 1 Úvod

Česká republika se vyznačuje jednou z nejvyšších koncentrací radonu v bytech na světě.[1] To je způsobeno mj. vysokým obsahem uranu a radia v půdě, špatnou izolací základů budov a sporadickým větráním v zájmu úspory energie na vytápění. Radon je radioaktivní plyn, který se přeměňuje na radioaktivní izotopy polonia, olova a bismutu. Tyto sloučeniny se poté váží na prachové částičky a tvoří shluky, které se při vdechování zachycují v dýchacích cestách a dále se přeměňují, při čemž mohou vyzařovat částice alfa. Ty mohou díky své vysoké ionizační energii poškodit DNA a spustit nekontrolované množení buněk - rakovinu plic. [2] V literatuře nalezneme celou řadu výzkumů dávajících do souvislosti zvýšenou koncentraci radonu v ovzduší a výskyt rakoviny plic.[3][4][5]

## 2 Metodika

Výše zmíněná literatura se většinou snažila stanovit kauzalitu mezi koncentrací radonu v budovách a výskytem rakoviny pomocí sledování jedinců pobývajících v oblastech s neobyčejně vysokou koncentrací radonu po dobu deseti a více let. Pro takto rozsáhlou studii jsem neměl prostředky, a proto jsem se rozhodl prozkoumat závislost mezi změřeným radonovým indexem a incidencí novotvarů plicní soustavy v okresech a krajích. Navíc jsem analyzoval i data o výskytu pevných částic, neboť ty by mohly být dalším důležitým přírodním faktorem ovlivňujícím výskyt rakoviny plic, jak ostatně zmiňuje literatura [6]. Moje dvě hypotézy tedy zní:

- $H_1$ : Radonový index má statisticky významný vliv na výskyt zhoubných nádorů plicní soustavy.
- $H_2$ : Koncentrace pevných částic v ovzduší má statisticky významný vliv na výskyt zhoubných nádorů plicní soustavy.

Data o radonovém indexu jsem získal z RESTového rozhraní webu České geologické služby[7]. Jednotlivé body se však vztahovaly k částem obcí, nikoliv k celým okresům. Pro získání údaje za okresy jsem za využití dat o počtu

obyvatel[8] a dat o náležitosti částí obce k okresům[9] spočítal vážený průměr, kde počty obyvatel jsou váhy jednotlivých bodů v okrese. Tímto byla bodům s větším počtem obyvatel přiřazena větší důležitost. Následně jsem k okresům přiřadil data o počtu novotvarů plicní soustavy na 100 000 obyvatel za rok[10] získané z Národního onkologického registru a tyto data jsem použil pro statistické zpracování. Nakonec jsem stejným způsobem zpracoval data i pro kraje[11] a navíc jsem k nim přiřadil průměrnou roční koncentraci pevných částic získanou z dat Českého statistického úřadu[12].

### 3 Výsledky

Výsledky začneme deskriptivní analýzou. Průměrná incidence se liší, protože data na okresy pocházejí z let 2017 - 2021, zatímco data za kraje jsou pouze za rok 2019.

	Proměnná	n	Min	Max	$\bar{x}$	SD
Okresy	Radonový index	77	1,00	2,69	1,55	0,46
	Incidence na 100 000 obyvatel	77	42,33	98,09	63,67	12,99
Kraje	Radonový index	14	1,00	2,20	1,56	0,39
	Incidence na 100 000 obyvatel	14	48,91	89,33	66,44	10,64
	Pevné částice [t/km <sup>2</sup> ]	14	0,35	1,14	0,63	0,25

Tabulka 1: Deskriptivní analýza

	Radon. index	Incidence	Pevné částice
Radon. index	1	0,307	-0,310
Incidence	0,307	1	0,337
Pevné částice	-0,310	0,337	1

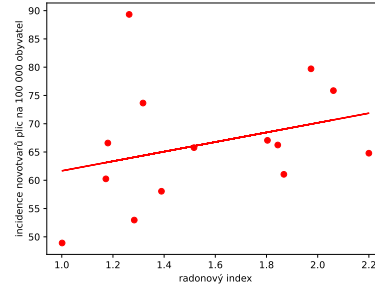
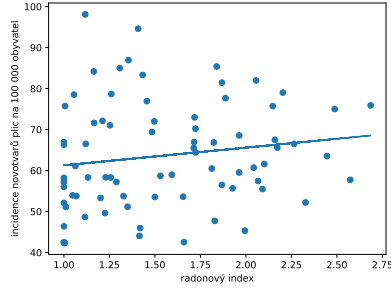
Tabulka 2: Korelační matice pro kraje

	Radon. index	Incidence
Radon. index	1	0,153
Incidence	0,153	1

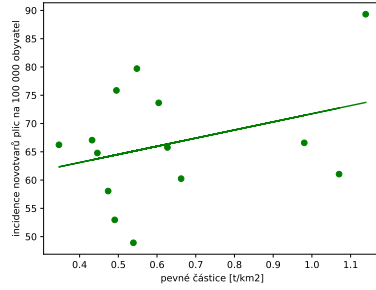
Tabulka 3: Korelační matice pro okresy

Pro otestování obou hypotéz byla použita lineární regrese aplikovaná na úrovni okresů (pouze pro radon) a krajů. Výsledný regresní model byl následující:

$$\widehat{y_{radon-okresy}} = 56,965 + 4,315x$$



(a) Závislost incidence novotvarů plic na 100 000 obyvatel na radonovém indexu dle 100 000 obyvatel na radonovém indexu dle okresů  
(b) Závislost incidence novotvarů plic na 100 000 obyvatel na radonovém indexu dle krajů



(c) Závislost incidence novotvarů plic na 100 000 obyvatel na koncentraci pevných částic dle krajů

Obrázek 1: Výsledky regresní analýzy

$$\widehat{y_{radon-kraje}} = 53,176 + 8,492x$$

$$\widehat{y_{PM}} = 57,176 + 8,491x$$

Celková regrese nebyla statisticky významná

$$\widehat{p_{radon-okresy}} = 0,183$$

$$\widehat{p_{radon-kraje}} = 0,285$$

$$\widehat{p_{PM}} = 0,239$$

Bylo zjištěno, že ani hodnota radonového indexu ani výskyt pevných částic v ovzduší nepredikuje hodnotu incidence rakoviny plic se statistickou významností ( $\alpha = 0,05$ ).

## 4 Diskuze

Obě hypotézy byly vyvráceny ve prospěch alternativní hypotézy  $H_A$ , tj. že mezi pozorovanými proměnnými není statisticky významný vztah. Vyvrácení hypotézy  $H_1$  je v souladu s citovanou literaturou, jak uvedla v expertním rozhovoru např. prof. Drábová: "Vzhledem k rozmanitosti geologických podmínek v ČR a životních návyků obyvatel nepředpokládáme, že by se dal obecně očekávat prokazatelný soulad rizikovosti podloží a výskytu zdravotních následků ve vztahu k radonu." [2]. Vyvrácení hypotézy  $H_2$  lze oddůvodnit malou granularitou dat (pouze na úrovni krajů) a relativně nízkým rozsahem pozorovaných hodnot koncentrace v ovzduší (maximum je pouze zhruba 3krát vyšší než minimum).

## Odkazy

- [1] *Radon Programme*. URL: <https://www.suro.cz/en/prirodnioz/rnprogram> (cit. 01.05.2024).
- [2] Vladimír Suchánek. "Ionizující záření a jeho vliv na kvalitu životního prostředí člověka: Radon jako rizikový faktor pro lidské zdraví v ČR". Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, 2018. URL: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/98919/120294732.pdf?sequence=1%5C&isAllowed=y> (cit. 01.05.2024).
- [3] Sethi Tarsheen K., El-Ghamry Moataz N. a Kloecker Goetz H. "Radon and Lung Cancer". In: *Clinical Advances in Hematology & Oncology* 10.3 (March 2012), s. 157–164.
- [4] L Tomásek et al. "Study of lung cancer and residential radon in the Czech Republic." In: *Central European Journal of Public Health* 9.3 (2001), s. 150–153.
- [5] Kaitlin Kelly-Reif et al. "Radon and cancer mortality among underground uranium miners in the Příbram region of the Czech Republic". In: *American Journal of Industrial Medicine* 2020.63 (2020), s. 859–867. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajim.23167>. URL: <https://doi.org/10.1002/ajim.23167> (cit. 01.05.2024).
- [6] Marco Ciabattini et al. "Systematic review and meta-analysis of recent high-quality studies on exposure to particulate matter and risk of lung cancer". In: *Environmental Research* 2021.196:110440 (May 2021). ISSN: 0013-9351. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110440>. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110440> (cit. 01.05.2024).
- [7] *Layer: komplexní Rn info (ID: 0)*. URL: [https://mapy.geology.cz/arcgis/rest/services/Geohazardy/radon\\_komplexni\\_informace/MapServer/0](https://mapy.geology.cz/arcgis/rest/services/Geohazardy/radon_komplexni_informace/MapServer/0) (cit. 01.05.2024).

- [8] *Sčítání 2021 - Počet obyvatel a počet obydlených bytů za části obce, části obce - díl, ZSJ, ZDJ - díl.* 2021. URL: <https://data.gov.cz/datov%5C%C3%5C%A1-sada?iri=https%5C%3A%5C%2F%5C%2Fdata.gov.cz%5C%2Fzdroj%5C%2Fdatov%5C%C3%5C%A9-sady%5C%2F00025593%5C%2F64124fc8f6b49a7e687e0f03e935b687> (cit. 01.05.2024).
- [9] *Obec a vojenský újezd.* 2024. URL: <https://apl2.czso.cz/iSMS/cisdata.jsp?kodcis=43> (cit. 01.05.2024).
- [10] *Národní onkologický registr: Datové souhrny.* URL: <https://www.nzip.cz/kategorie/288-narodni-onkologicky-registr-datove-souhrny> (cit. 01.05.2024).
- [11] *Data ke stažení – Číselníky.* URL: <https://eagri.cz/ssl/nosso-app/DataKeStazeni/Okresy> (cit. 01.05.2024).
- [12] *Měrné emise hlavních znečišťujících látek (REZZO 1–3) podle krajů.* 2021. URL: <https://www.czso.cz/documents/10180/171475716/320198210308.xlsx/cc20c6ed-dbde-4d77-bf7e-f6f4caa339c1?version=1.3> (cit. 01.05.2024).