

A bőr radontól és a radon bomlástermékeitől származó sugárterhelése



Csige István és Sóki Erzsébet

MTA Atomki, Izotóp Klimatológia és Környezetkutató (IKER) Központ, H-4026 Debrecen, Bem tér 18/c

A kutatást részben az Európai Unió és Magyarország az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásában a GINOP-2.3.2-15-2016-00009 azonosítószámú 'IKER' pályázatban, részben a TÁMOP-4.2.6-15/1-2015-000 támogatja.

GINOP-2.3.2-15-2016-00009



Effects of Radon and UV Exposure on Skin Cancer Mortality in Switzerland

Danielle Vienneau,^{1,2} Kees de Hoogh,^{1,2} Dimitri Hauri,^{3,4} Ana M. Vicedo-Cabrera,^{1,2} Christian Schindler,^{1,2} Anke Huss,⁵ and Martin Röösli^{1,2} for the SNC Study Group

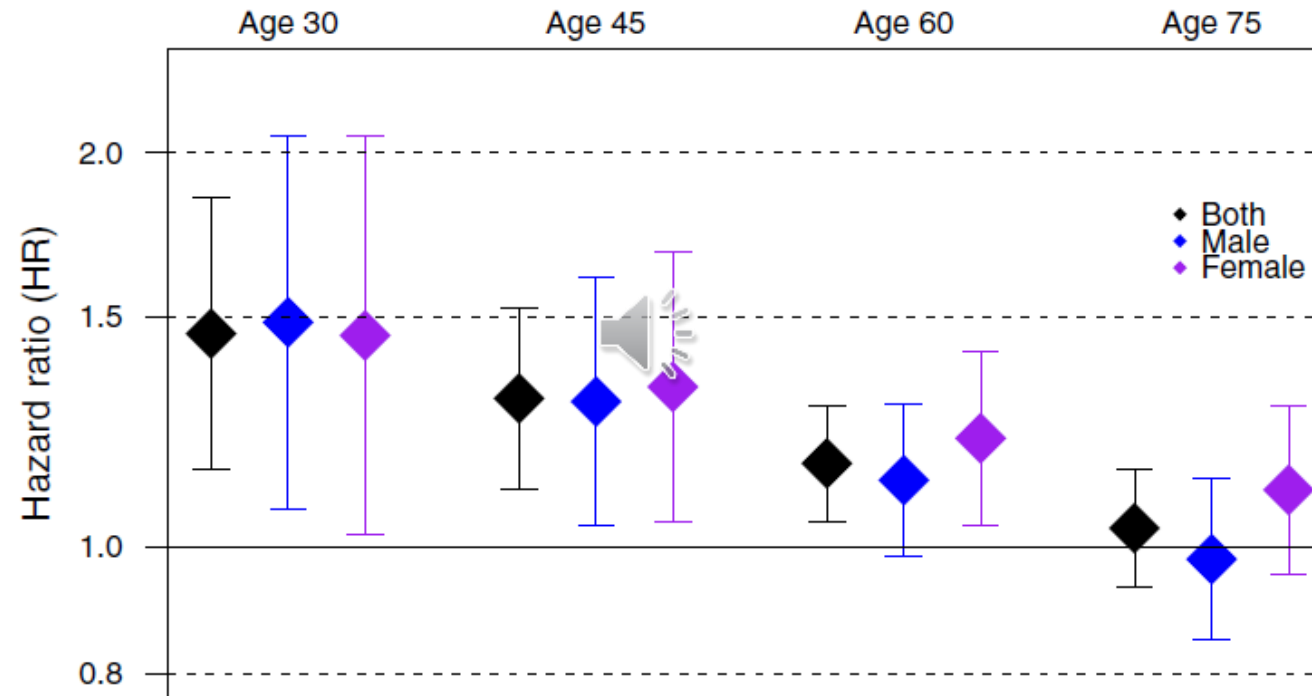


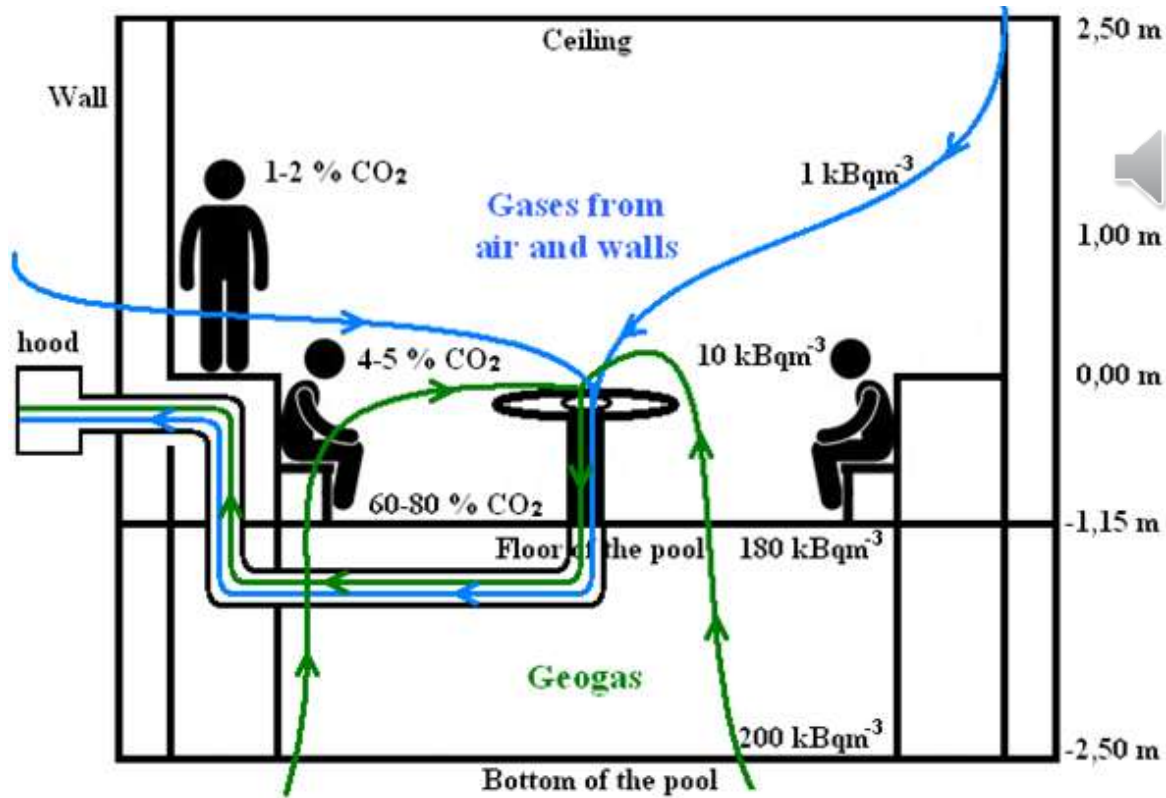
Figure 2. Effect of exposure to radon [hazard ratio (HR) per 100 Bq/m³ with 95% confidence intervals] on malignant melanoma mortality by age and sex.

MOFETTES

Radon

Mátraderecske, Hungary

- > 60% CO₂ below chest-level
- < 1% CO₂ at mouth level



A radon diffúziója a bőrben.

A radon bőrben való diffúzióját a bomlási taggal kiegészített diffúziós egyenlet írja le:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \lambda C .$$

A kezdeti feltétel: $C(x, t = 0) = 0$.

A határfeltételek: $C(x = 0, t) = C_a$ és $C(x \rightarrow \infty, t) = 0$.

A stacionárius megoldás:



$$C(x) = C_a e^{-\gamma x}$$

ahol $\gamma = \sqrt{\lambda/D}$. A diffúziós hossz: $x_D = 1/\gamma$.

A diffúziósáram-sűrűség a bőr felszínén:

$$j_D = -D \left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_{x=0} = \sqrt{\lambda D} C_a .$$

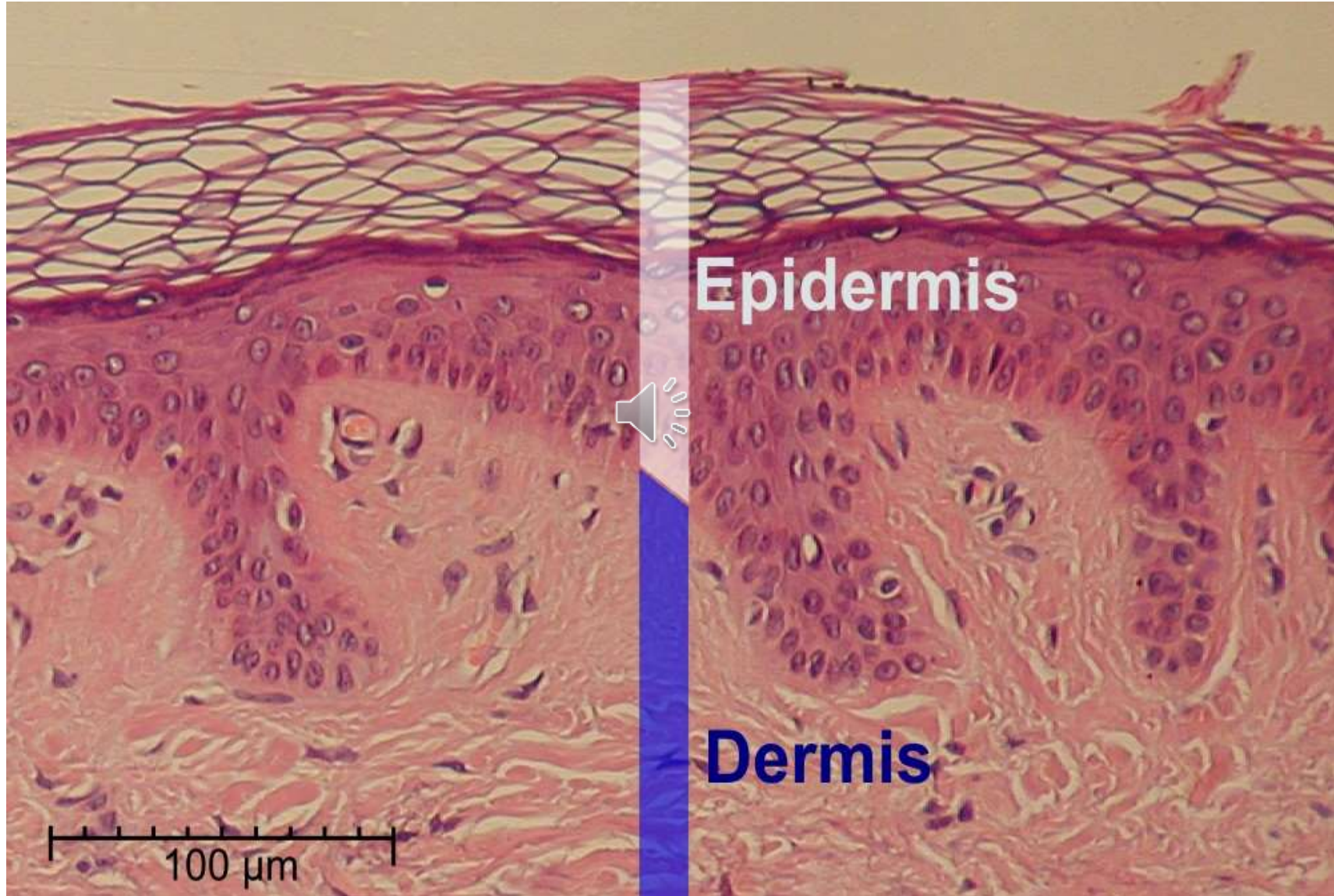
A bőrben a határon a ^{222}Rn -aktivitáskoncentráció $C_a = 100 \text{ kBq m}^{-3}$. Ezzel a koncentrációval számolva a radon diffúziósáram-sűrűsége:

$$j_D = 2,05 \text{ mBq m}^{-2} \text{ s}^{-1}.$$

Ha ez a radonfelvétel pontosan 1 m^2 bőrfelületen keresztül valósul meg, akkor a radonáram (radonaktivitás-áram): $2,05 \text{ mBq s}^{-1}$. A légzési sebesség kb. $0,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, ami $1,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Amennyiben a bőrön át bediffundáló radon a kilélegzett levegővel távozik, akkor a kilélegzett levegőben a ^{222}Rn -aktivitáskoncentrációt

$$\Delta C = \frac{2,05 \cdot 10^{-3} \text{ Bq s}^{-1}}{1,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}} = 15 \text{ Bq m}^{-3}$$

értékkel növeli meg.



A bőrfelszín közelében abszorbeálódott radon a bőrfelszínre helyezett nyomdetektoron, félórás besugárzási idővel számolva

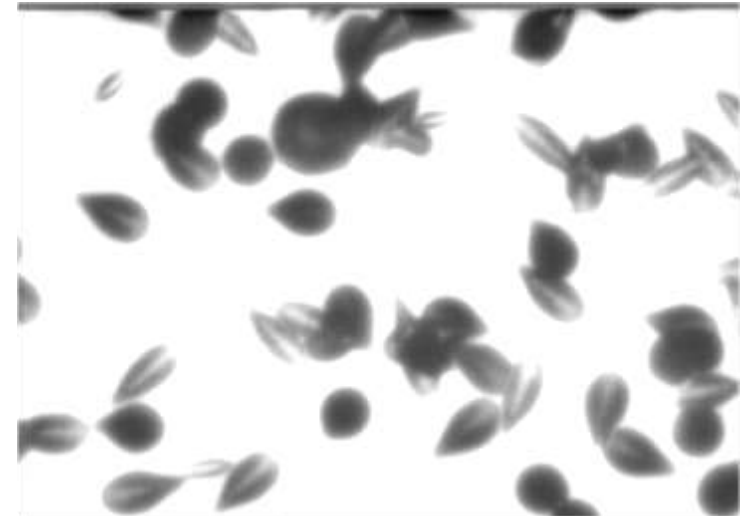
$$\rho = 0,7 \text{ nyom } \text{cm}^{-2}$$

nyomsűrűséget eredményez. Ez nem mérhető, messze alatta van az alsó kimutatási határnak.

Ennek ellenére a bőrre kihelyezett detektorok kb.



$$\rho = 200 \alpha\text{-nyom } \text{cm}^{-2}$$



jelet produkáltak.

A fentiek alapján kijelenthetjük, hogy ezt a jelet a mofettatérben jelen lévő radon bomlástermékeknek a bőrfelszínre kiülepedett része produkálta.

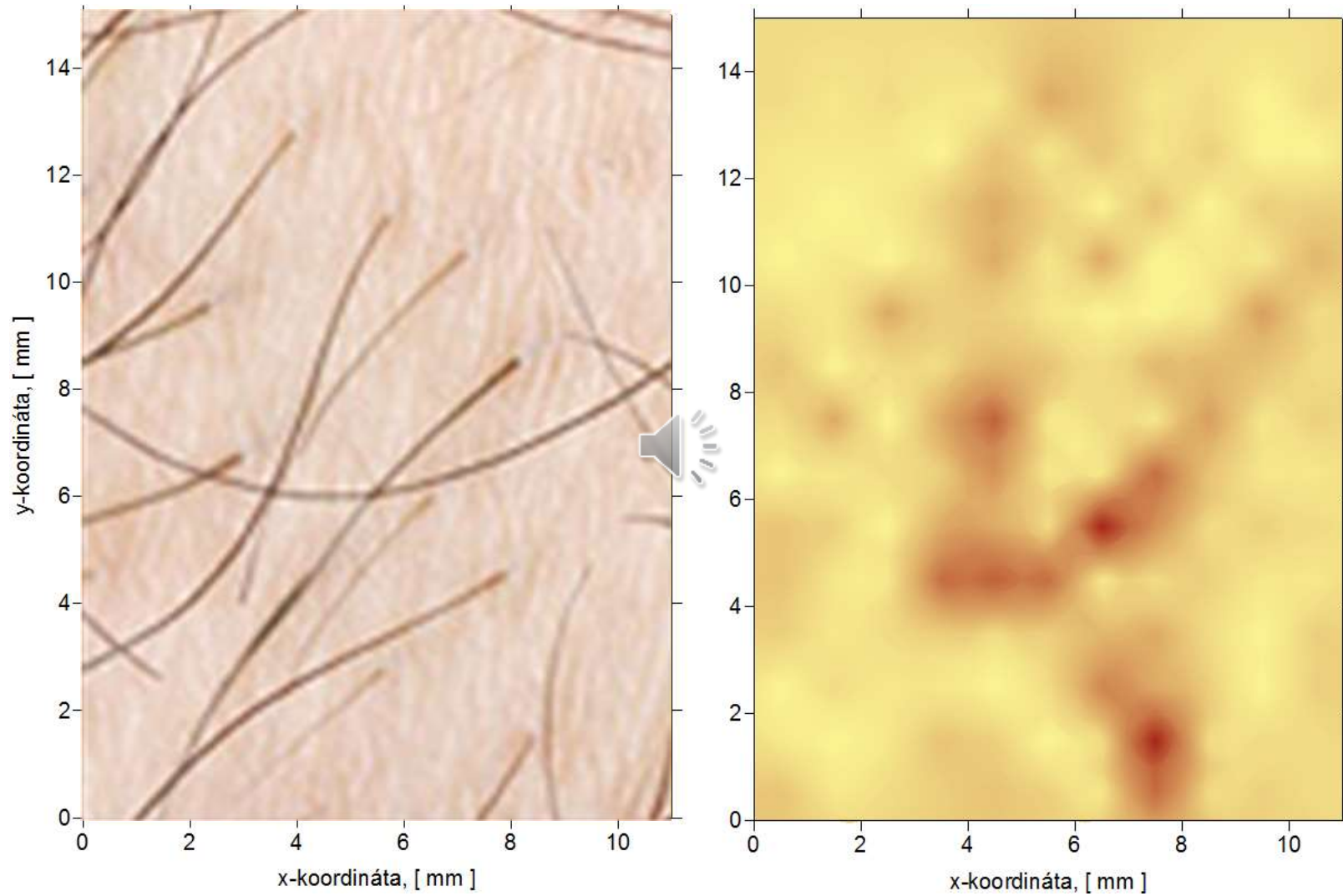
Mintegy 2 cm vastag légrétegből kell az összes bomlástermékeknek kiülednie, hogy ekkora jelet produkáljon.

2 cm^3 -ben (1 cm^2 alapterületű és 2 cm magasságú hasámban) lévő (100 $kBq m^{-3}$ aktivitáskoncentrációjú) Rn aktivitása 0,2 Bq . 0,5-es egyensúlyi tényezővel számolva ugyanennyi az alfasugárzó rövidéletű radon bomlástermékek együttes alfa-aktivitása is. Ha ez mind kiül a bőrfelszínre, akkor onnan a fele fog kifelé sugározni. Fél óra alatt ez:

$$\rho = 0,2 \text{ Bq} / 2 \cdot 1800 \text{ s} = 180 \text{ } \alpha\text{-nyom } cm^{-2}$$

nyomsűrűséget produkál.

Alfa-részecske nyomsűrűség a bőrfelszínen



Effects of Radon and UV Exposure on Skin Cancer Mortality in Switzerland

Danielle Vienneau,^{1,2} Kees de Hoogh,^{1,2} Dimitri Hauri,^{3,4} Ana M. Vicedo-Cabrera,^{1,2} Christian Schindler,^{1,2} Anke Huss,⁵ and Martin Röösli^{1,2} for the SNC Study Group

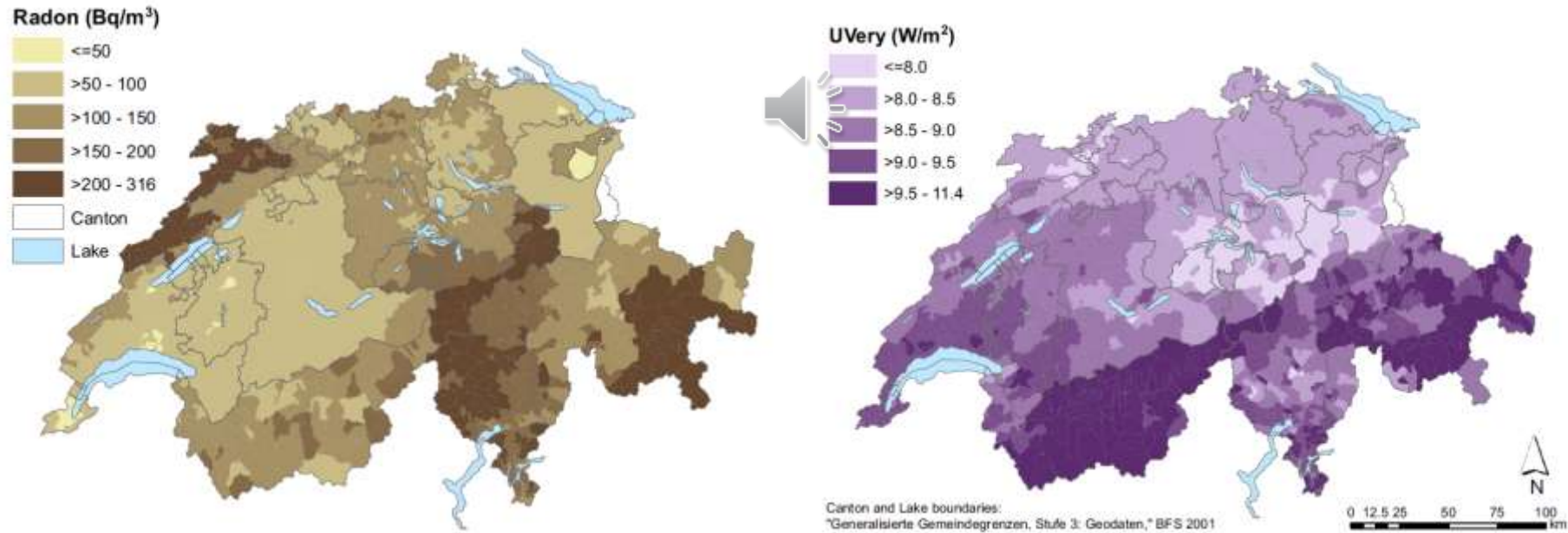
¹Department of Epidemiology and Public Health, Swiss Tropical and Public Health Institute, Basel, Switzerland

²University of Basel, Basel, Switzerland

³Federal Statistical Office, Neuchâtel, Switzerland

⁴ImmoCompass AG, Zurich, Switzerland

⁵Institute for Risk Assessment Sciences, University Utrecht, Utrecht, the Netherlands



Effects of Radon and UV Exposure on Skin Cancer Mortality in Switzerland

Danielle Vienneau,^{1,2} Kees de Hoogh,^{1,2} Dimitri Hauri,^{3,4} Ana M. Vicedo-Cabrera,^{1,2} Christian Schindler,^{1,2} Anke Huss,⁵ and Martin Röösli^{1,2} for the SNC Study Group

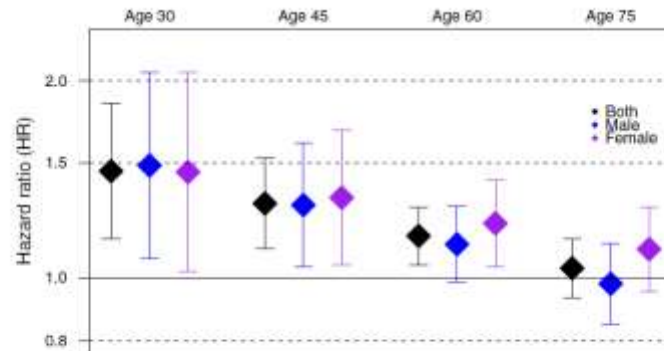


Figure 2. Effect of exposure to radon [hazard ratio (HR) per 100 Bq/m³ with 95% confidence intervals] on malignant melanoma mortality.

Table 3. Effect modification for the relationship between radon and UV-erythemal dose and mortality from malignant melanoma, age 60.

Subgroup	Radon ^a	UV-erythemal dose ^a
	HR (per 100 Bq/m ³)	HR (per 1 W/m ²)
Sex		
Males	1.14 (0.99, 1.31)	1.13 (1.00, 1.29)
Females	1.19 (1.01, 1.39)	1.09 (0.94, 1.26)
<i>p</i> -value for interaction ^b	0.72	0.71
Mother tongue		
German	1.16 (1.01, 1.34)	1.06 (0.94, 1.20)
French	1.10 (0.90, 1.35)	1.04 (0.82, 1.32)
Italian	1.25 (0.88, 1.78)	1.85 (1.27, 2.67)
Other	1.07 (0.48, 2.38)	1.07 (0.60, 1.91)
<i>p</i> -value for interaction ^b	0.93	0.17
Outdoor occupation with UV exposure, at baseline ^c		
No	1.17 (1.05, 1.31)	1.09 (0.99, 1.21)
Yes	0.95 (0.52, 1.74)	1.94 (1.17, 3.23)
<i>p</i> -value for interaction ^b	0.45	0.09