IONIZIRAJOČE SEVANJE V ŽIVLJENJSKEM OKOLJU

Peter Jovanovič

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d., Ljubljana

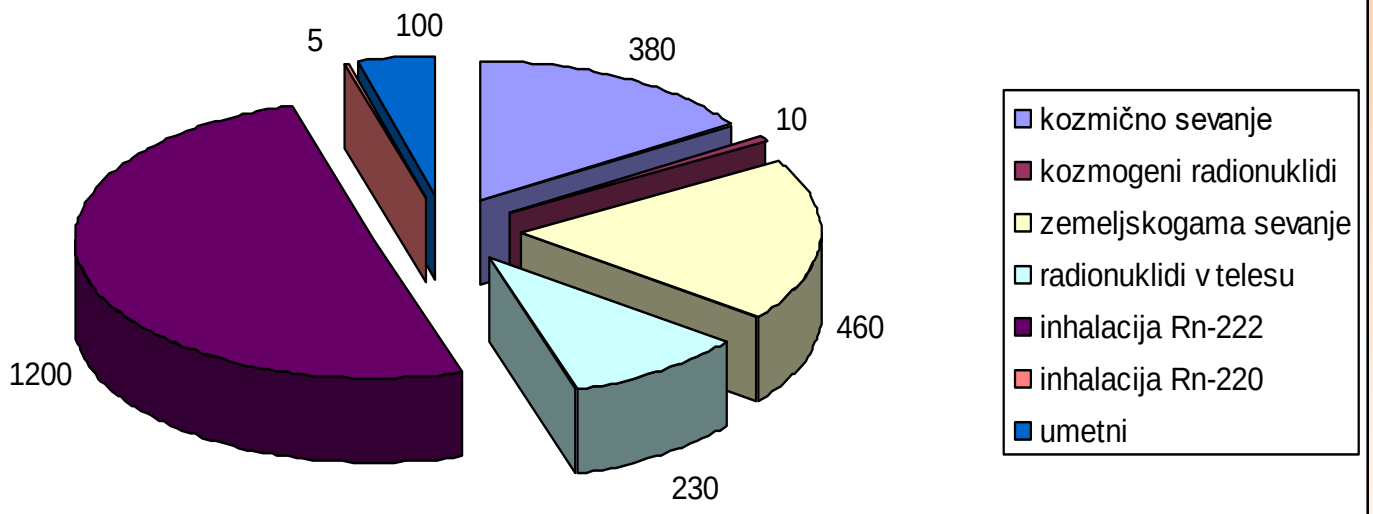
VRSTE SEVANJA

A. IONIZIRAJOČA SEVANJA

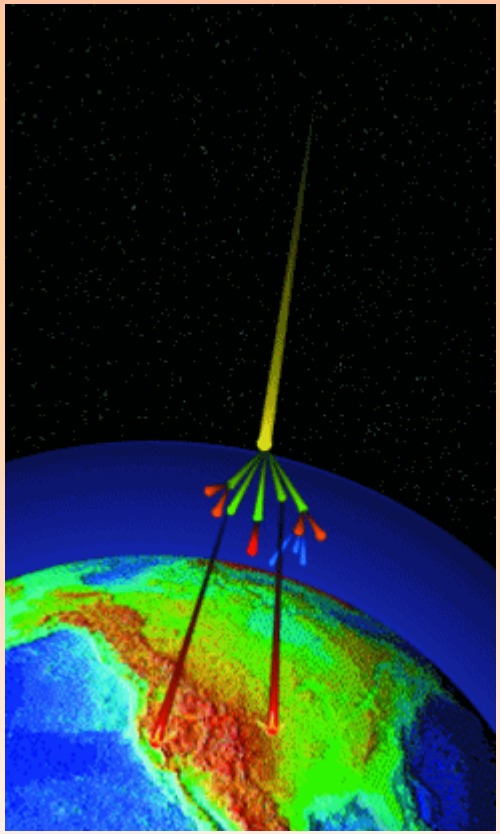
A.1. NARAVNI VIRI SEVANJ

Kozmično sevanje
Kozmogeni radionuklidi
Zemeljsko gama sevanje
Radionuklidi v organizmu
Inhalacija radona

Prejeta doza za prebivalce v μSv / leto



2.1.1. Kozmično sevanje



primarno kozmično sevanje

protoni, delci alfa, težka jedra.

sekundarno kozmično sevanje

- **elektroni, mezoni, nevtroni**

^{7}Be, ^{22}Na, ^{3}H in ^{14}C

- **največja doza ^{14}C 12 µSv/leto.**

letalski promet na višinah 8 - 12 km: hitrost doze 2 - 10µSv/h

piloti do 3 mSv/leto

2.1.2. Zemeljski radioaktivni izotopi

^{40}K (1.3 10^9 let), ^{238}U (4.5 10^9 let) in ^{232}Th (1.4 10^{10} let)

- **radioaktvni razpad izotopov greje sredico našega planeta.**
- **v zemlji povprečno 370 Bq/kg ^{40}K in po 40 Bq/kg ^{238}U in ^{232}Th.**
- **v človeškem organizmu okrog 60 Bq/kg ^{40}K**

Kerala indija – Th v tleh
– doze do 15 mSv/leto

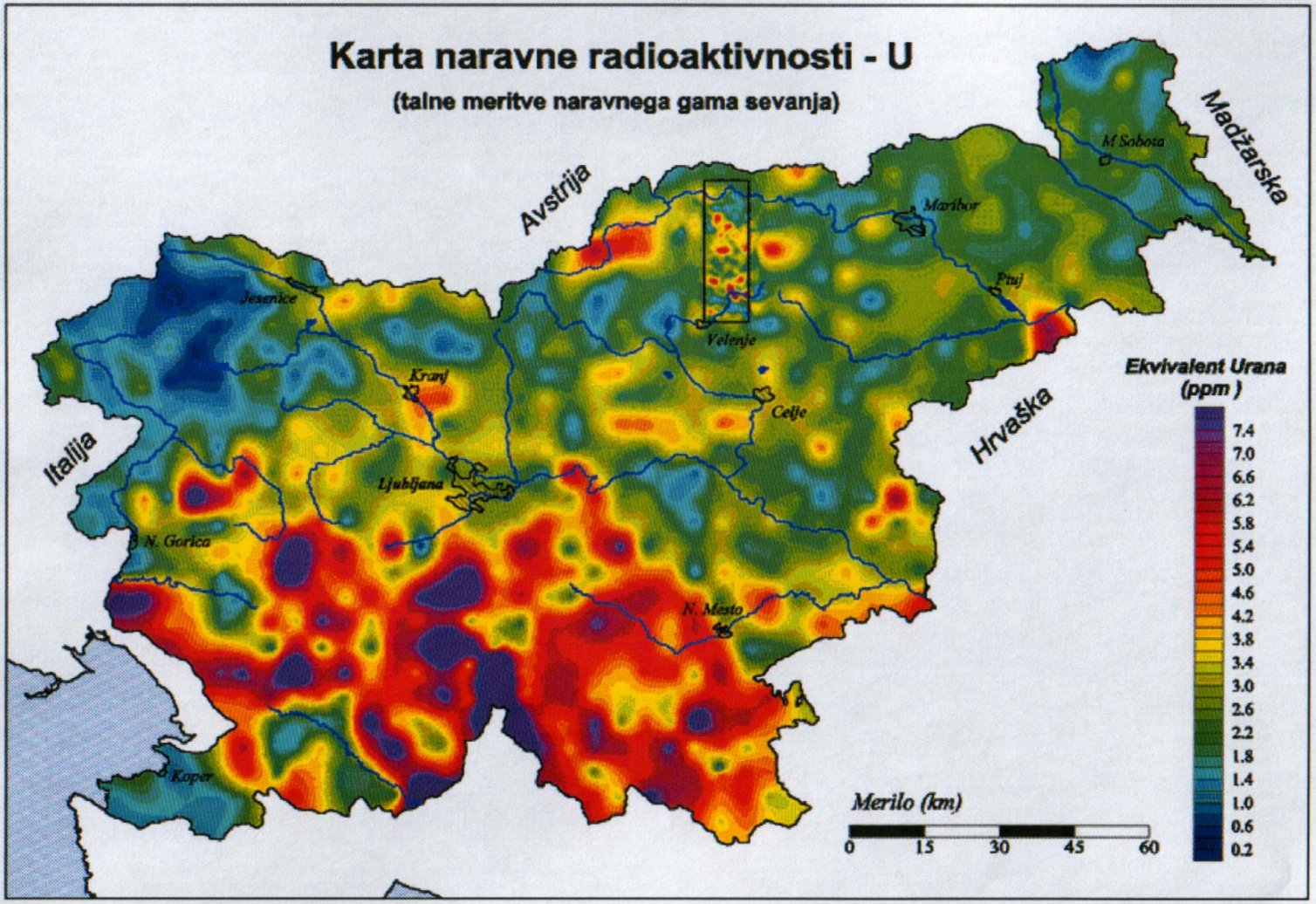
Ramsar Iran – Ra-226 v tleh – doze do 260 mSv/leto

Brazilija – Th-232 v tleh
– doze do 40 mSv/leto

Kerala - Indija

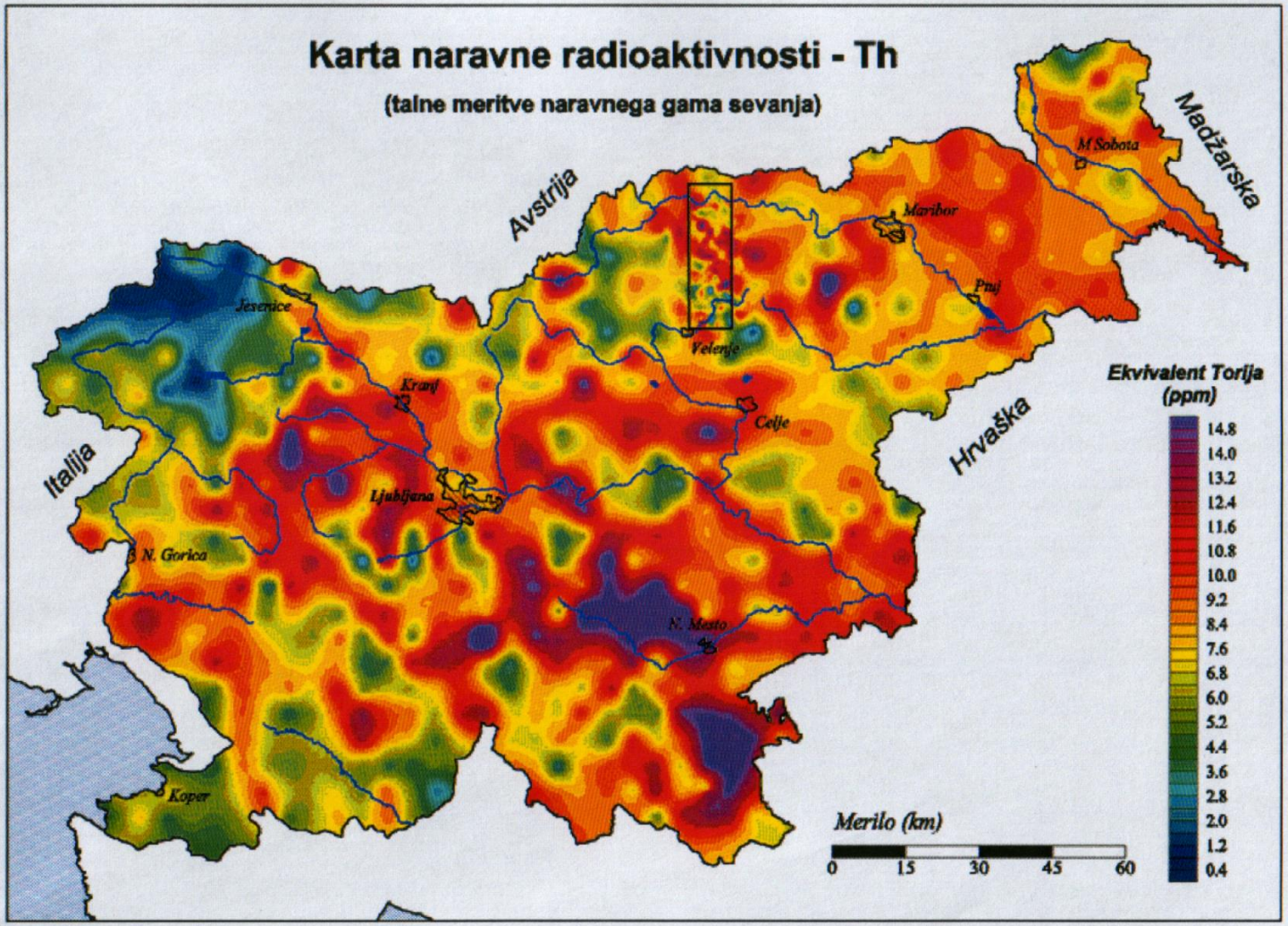
Brazilija

Ramsar – Iran: stena v stanovanju - 143µSv/h



http://www.geo-zs.si/i-ggg/karte/radiou.gif

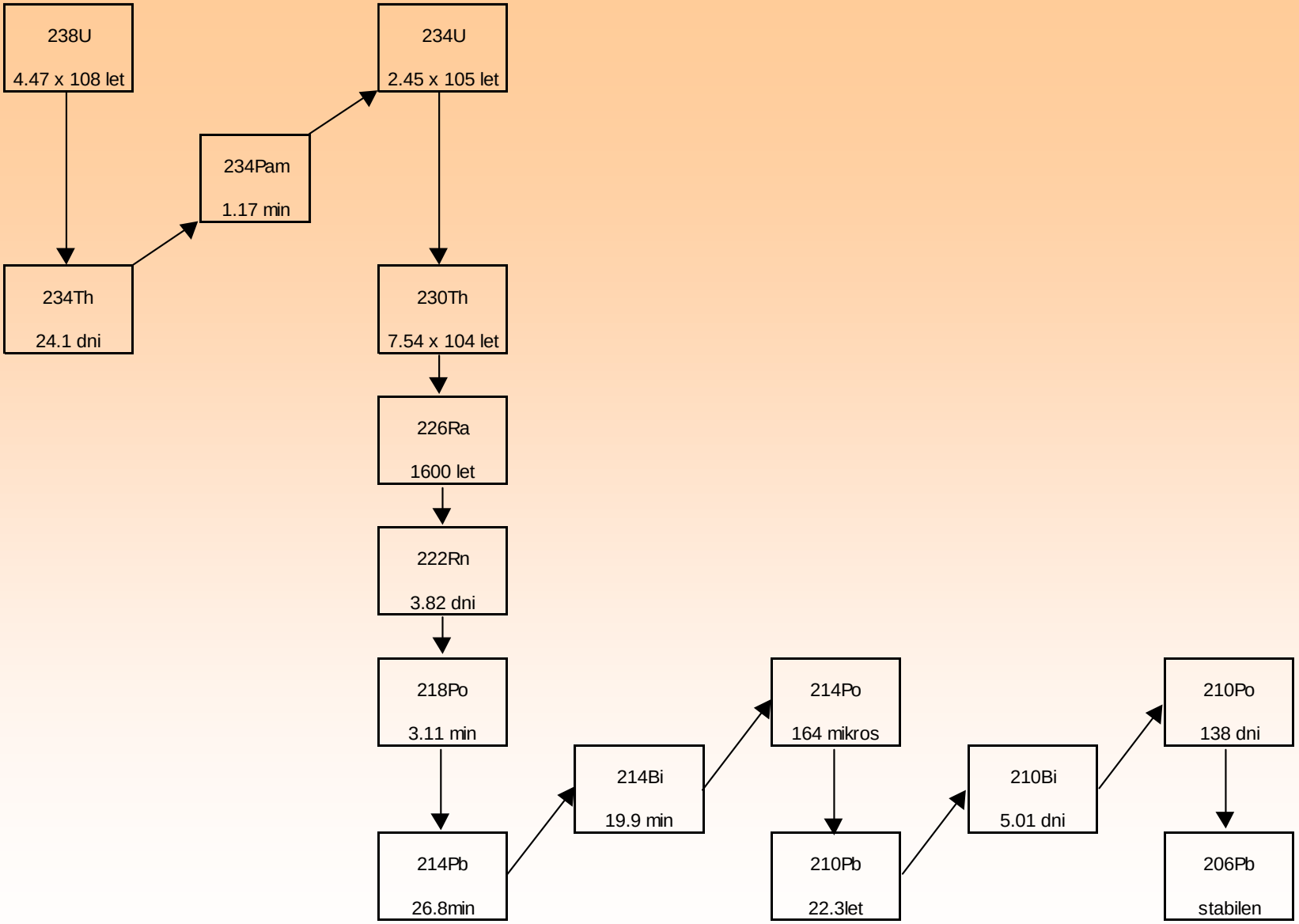
30.9.2002



http://www.geo-zs.si/i-ggg/karte/radiot.gif

30.9.2002

Uranova razpadna veriga



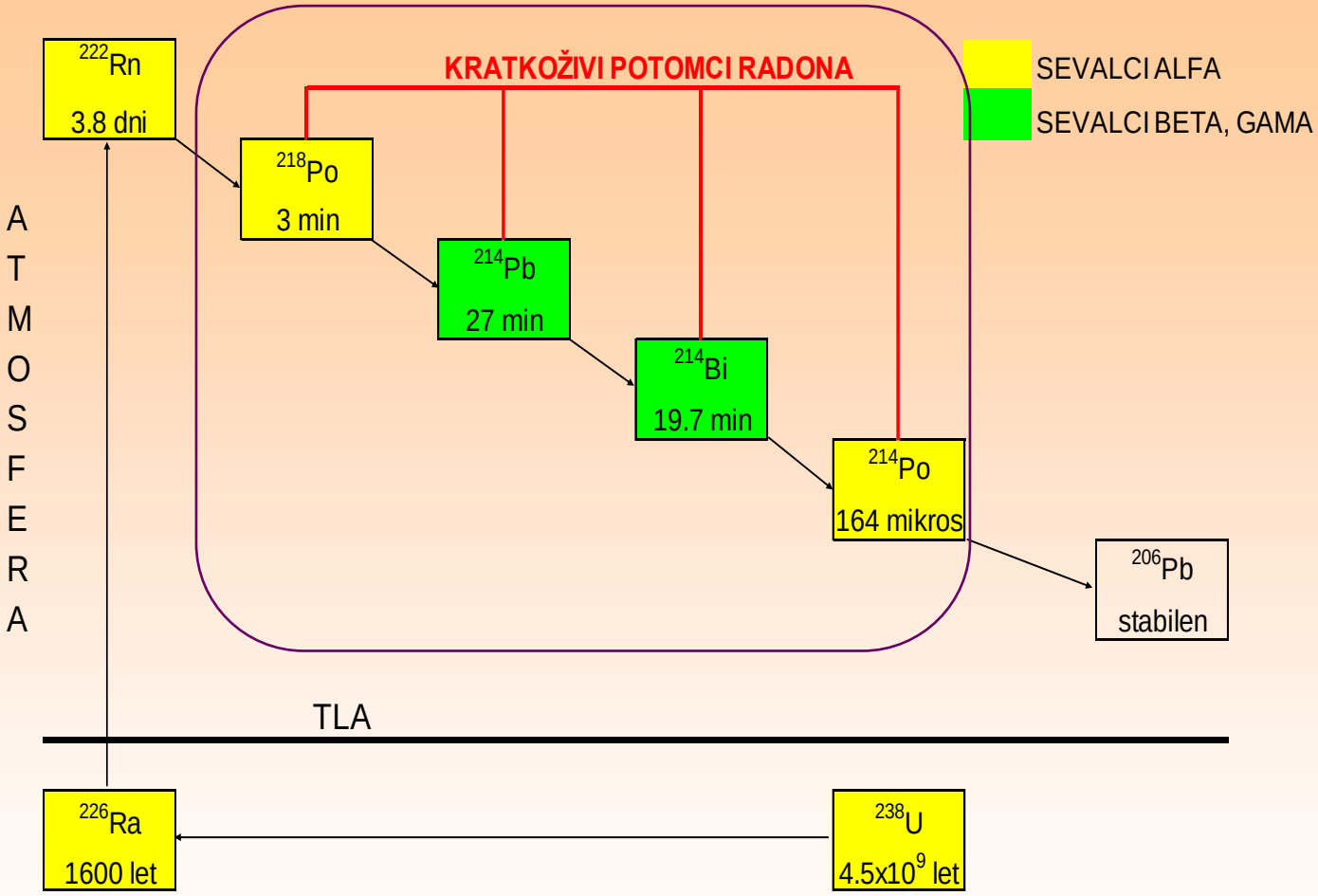
2.1.3. Radon

- **inertni plin, kemijsko neaktiven, pronica iz tal proti površju**

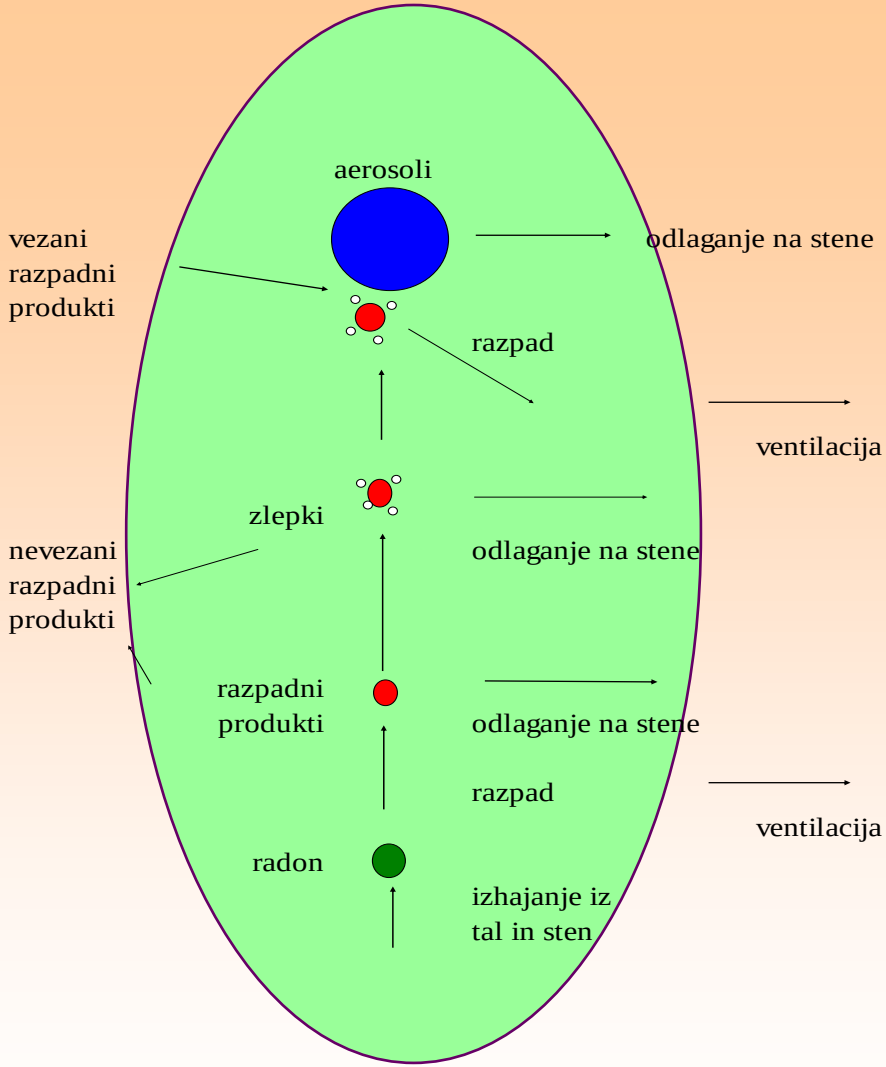
- **zbira se v zaprtih prostorih ali uhaja v atmosfero**

- **prodira v bivalne objekte**
  - **skozi tla**
  - **iz gradbenih materialov**
  - **z zunanjim zrakom**
  - **s pitno vodo**
  - **z gospodinjskim plinom**

2.1.3. Radon - nastanek

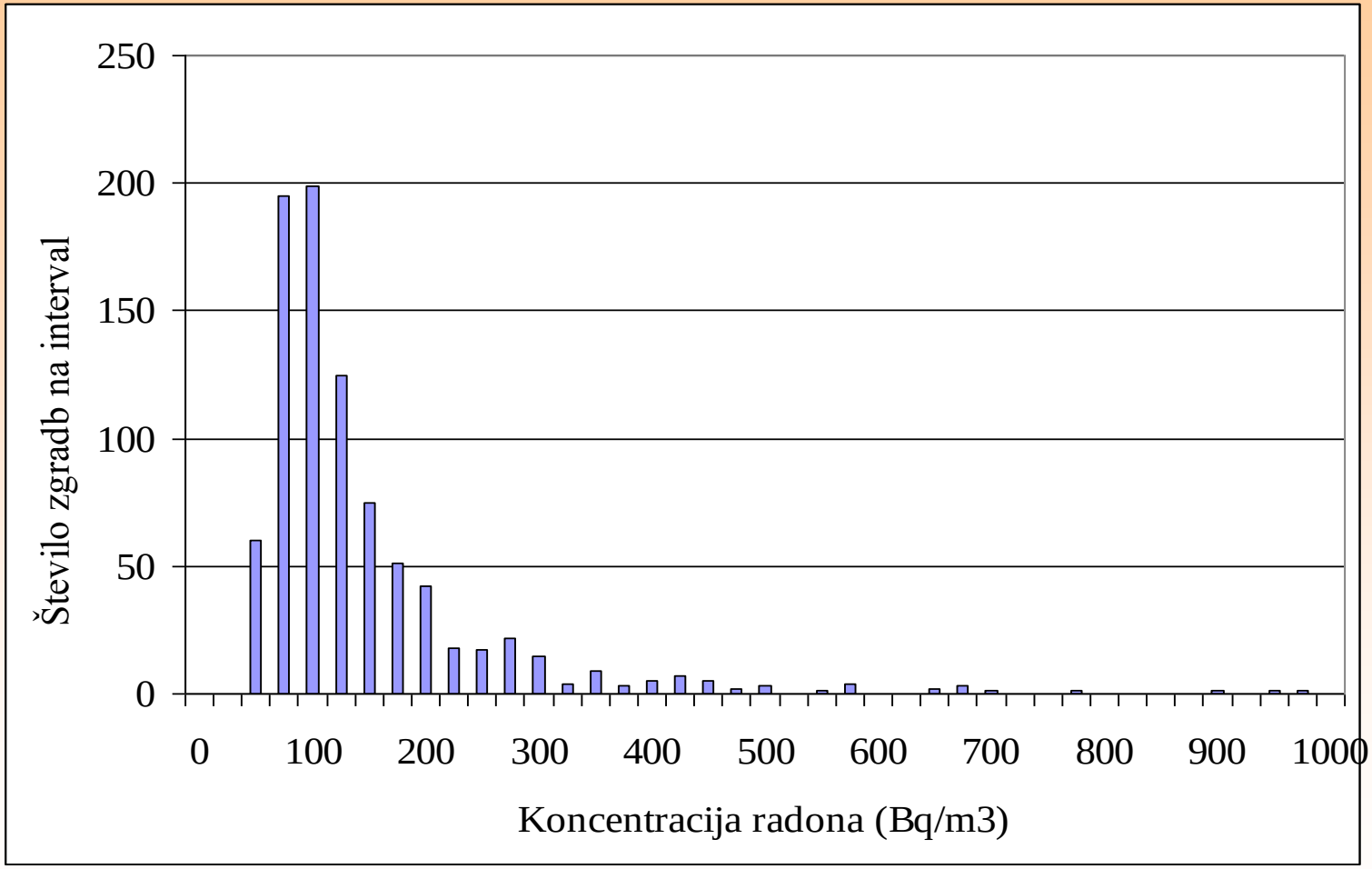


2.1.3. Radon – aerosolne značilnosti



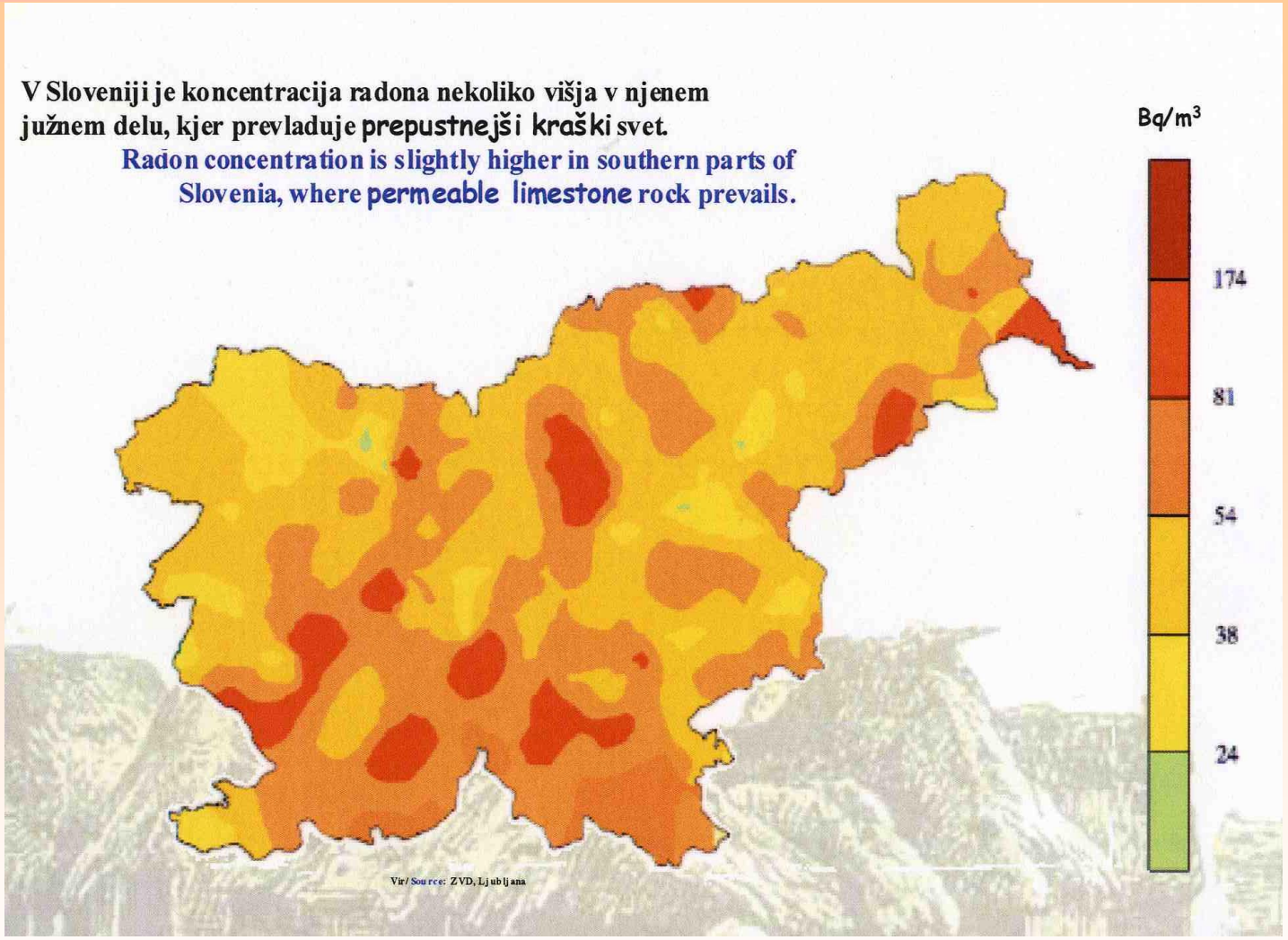
Merilni instrumenti

2.1.3. Radon v Sloveniji (IJS 1994)

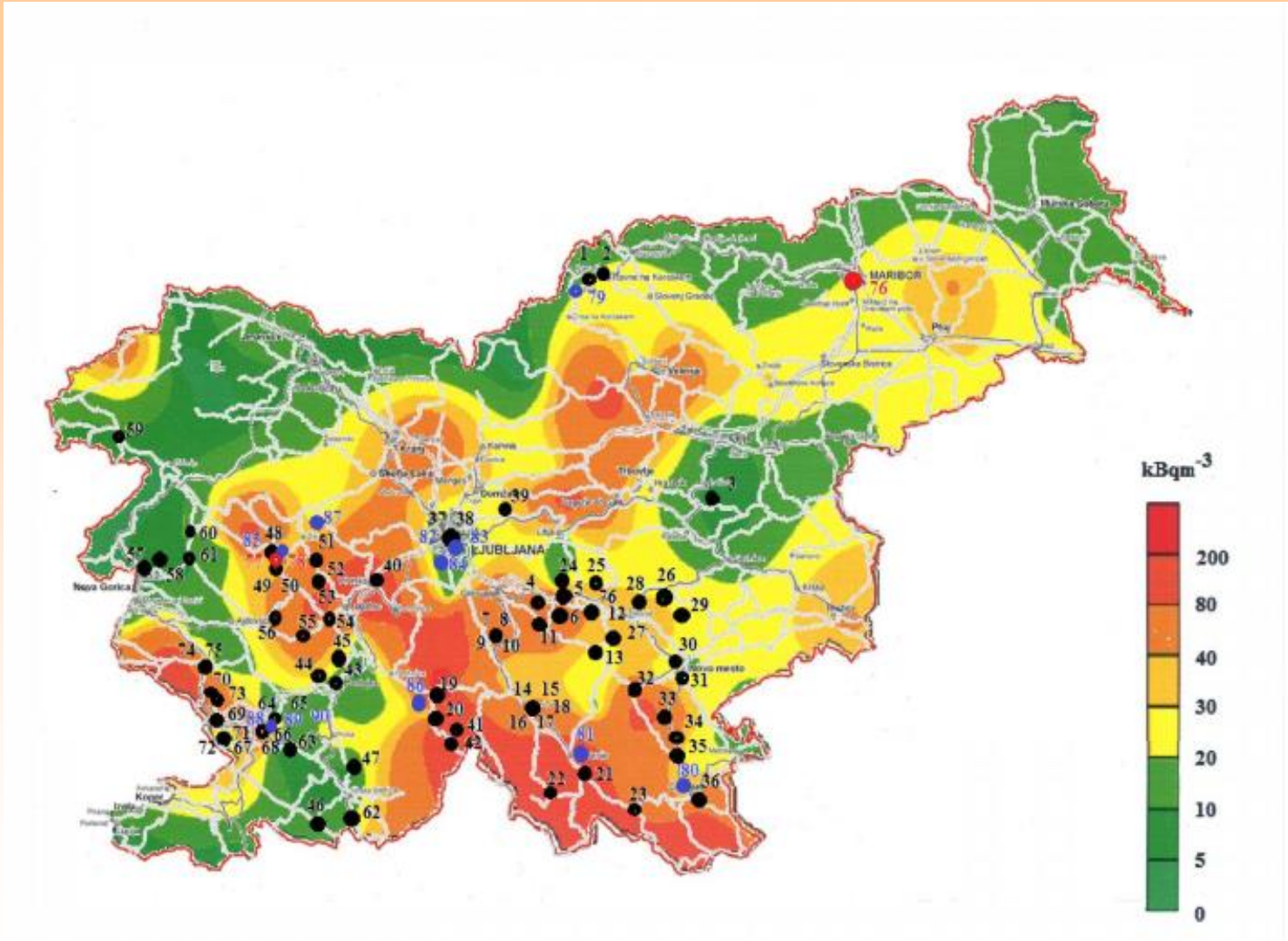


V Sloveniji je koncentracija radona nekoliko višja v njenem južnem delu, kjer prevladuje **prepustnejši kraški** svet.

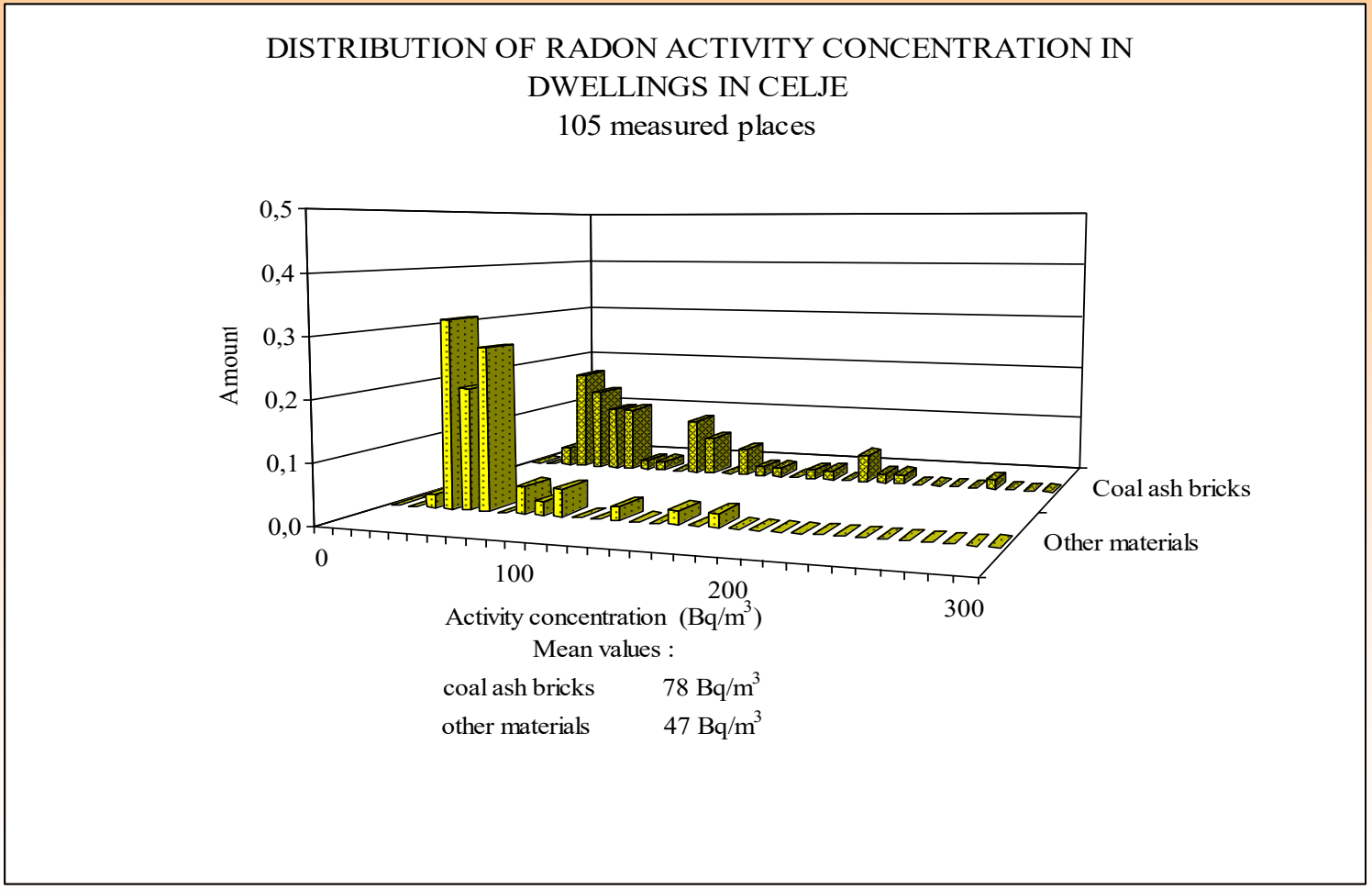
Radon concentration is slightly higher in southern parts of Slovenia, where **permeable limestone** rock prevails.



Radon v šolah, vrtcih in drugih ustanovah lokacije s povišanimi koncentracijami radona (podloga – koncentracija radona v zemlji)

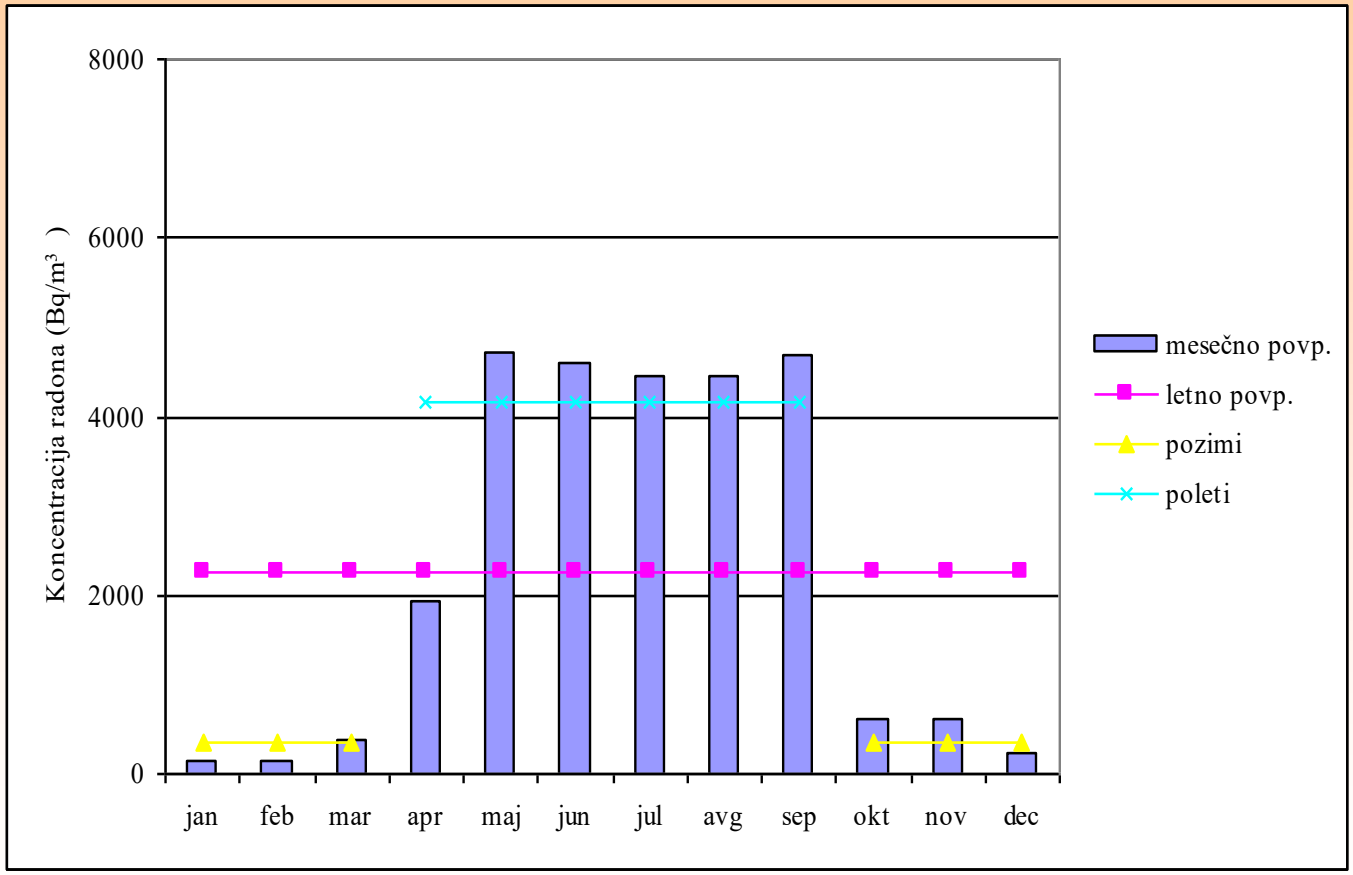


Radon v gradbenih materialih

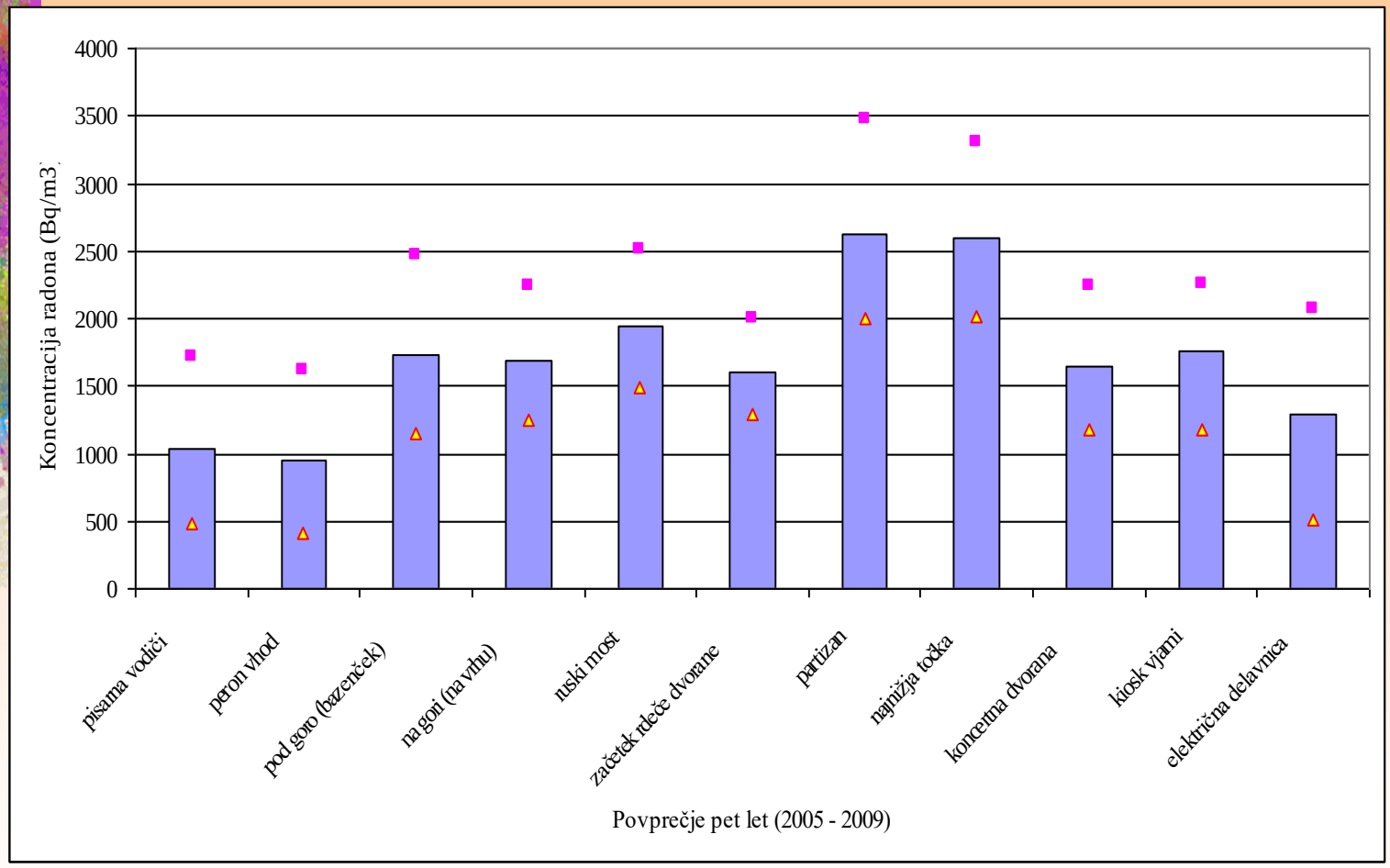


Radon v jamah

Povprečna mesečna koncentracija radona v Škocjanskih jamah

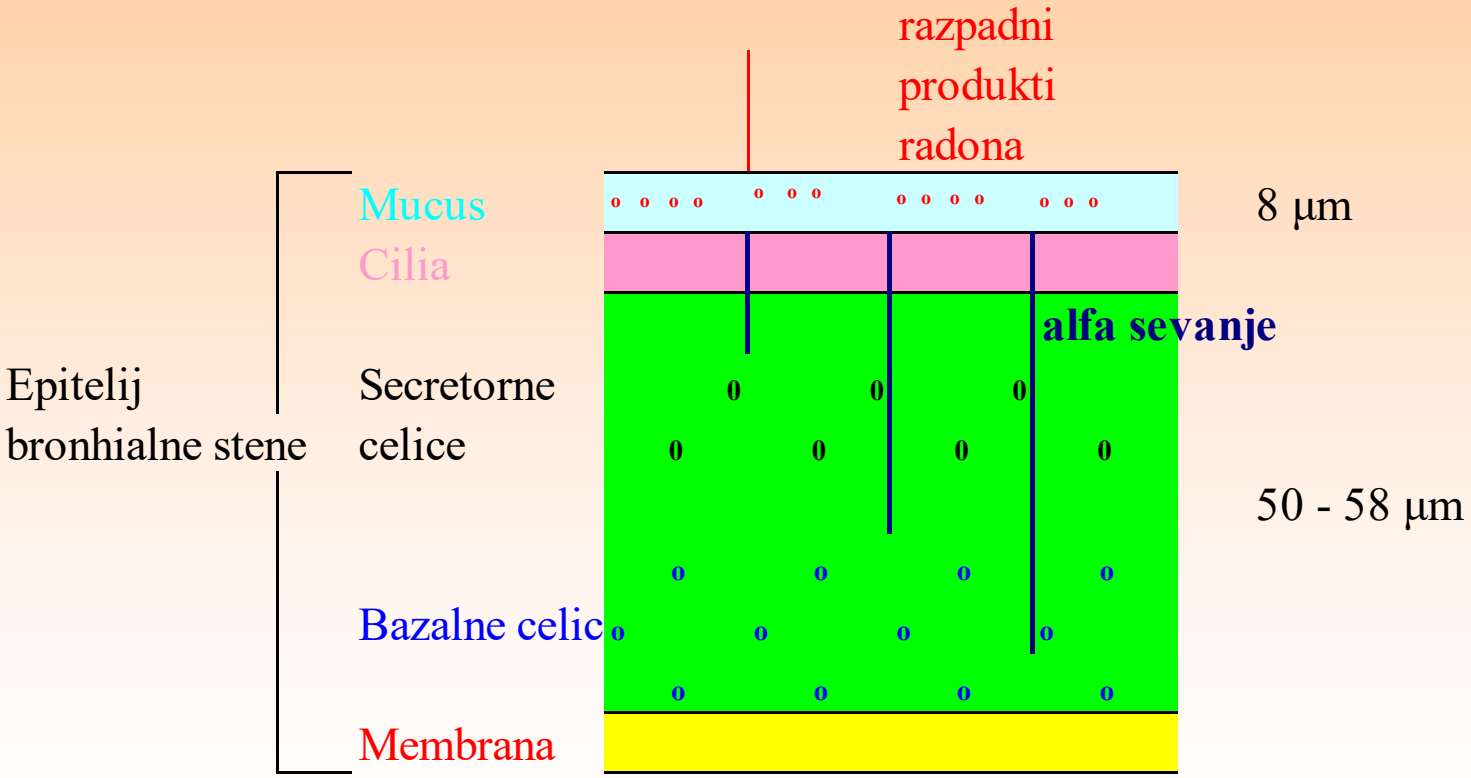


Radon v jamah – Postojnska jama



Radon - dozimetrija

Razpadni produkti radona v bronhialni steni



Radon - dozimetrija

Radon progeny

Po-218 → Pb-214 → Bi-214 → Po-214

extrathoracic
5.5 – 9.2 mm

bronchi
3.3 – 5.5 mm

bronchioles
1.0 – 3.3 mm

alveoli
0.1 – 1.0 mm

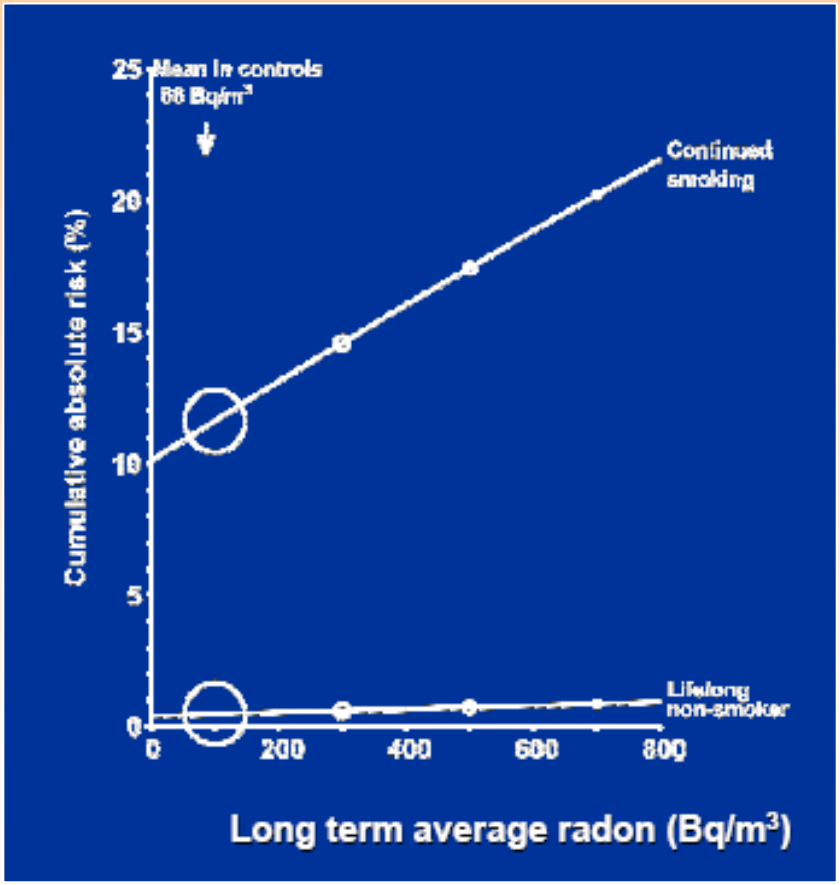
Decays in the lung

Irradiation of lung tissues

⇒ **Increased risk of lung cancer**

Tveganje za pljučnega študija 26 avtorjev iz 9 evropskih držav

Vsebnost radona [Bq/m^3]	Moški, 75 let	
	Neka-dilec	Kadilec
0	0,4%	10%
200	0,6%	13%
400	0,8%	16%
600	1%	19%



Slovenija

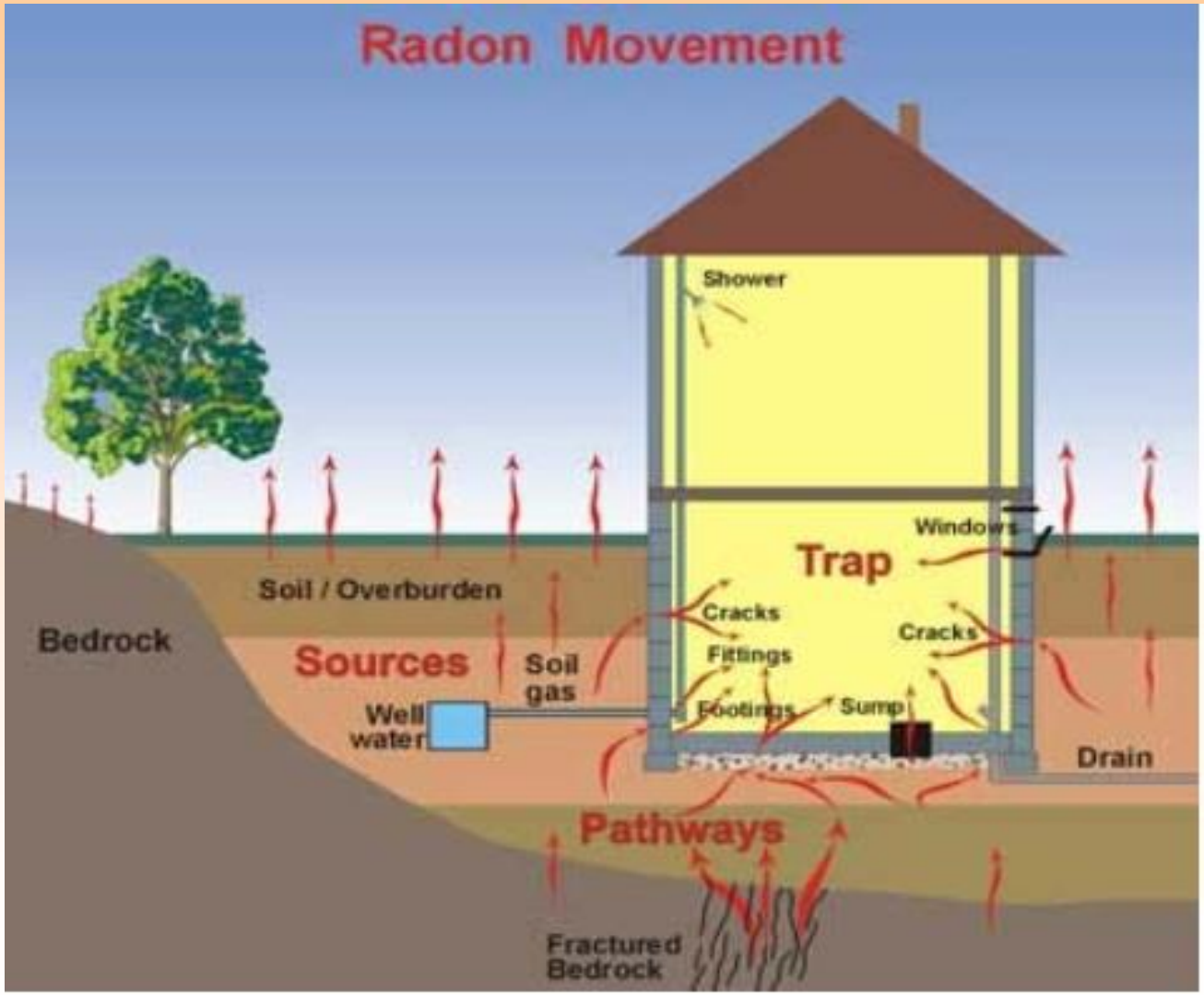
- 2 milijona prebivalcev. Vsako leto se rodi in umre okrog 25.000 ljudi. Za pljučnim rakom vsako leto umre okrog 1000 ljudi (kar je 4%), od tega:

  – od samega kajenja: 750 – 800;
  – od samega radona: 10-20;
  – od kajenja in radona: 60-80;
  – od drugih vzrokov: 110-140.

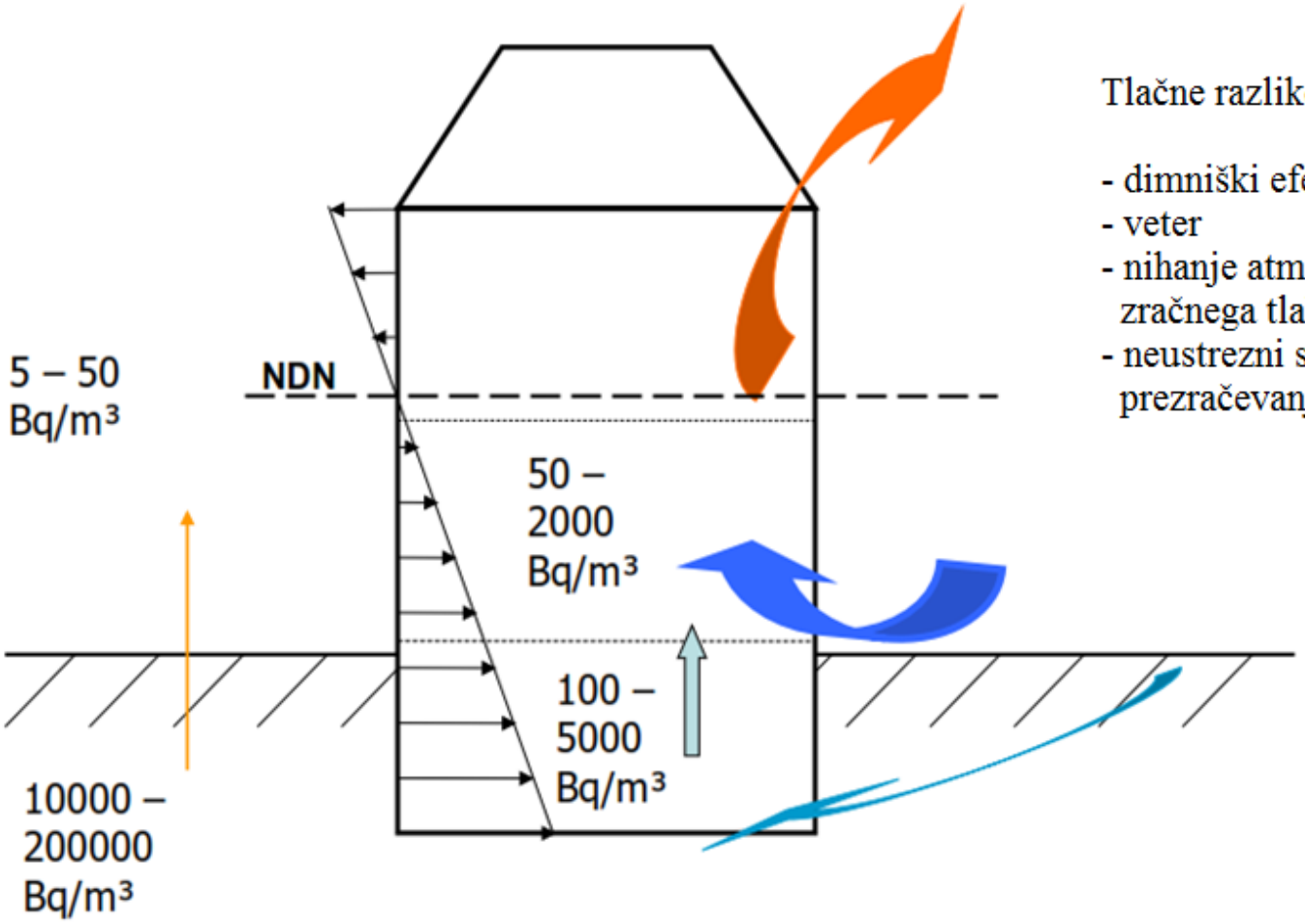
- Torej: okrog 10-100 ljudi letno umre zaradi radona. Zaradi prometnih nesreč jih umre okrog 140.

2.1.3. Radon – vdiranje v objekte

Razpoke v tleh
Stične ploskve
Razpoke v steni
Razpoke okoli napeljav



Vdiranje radona v objekt zaradi tlačnih razlik



Tlačne razlike povzroča:

- dimniški efekt
- veter
- nihanje atmosferskega zračnega tlaka
- neustrezni sistemi prezračevanja

2.1.3. Radon – metode sanacije

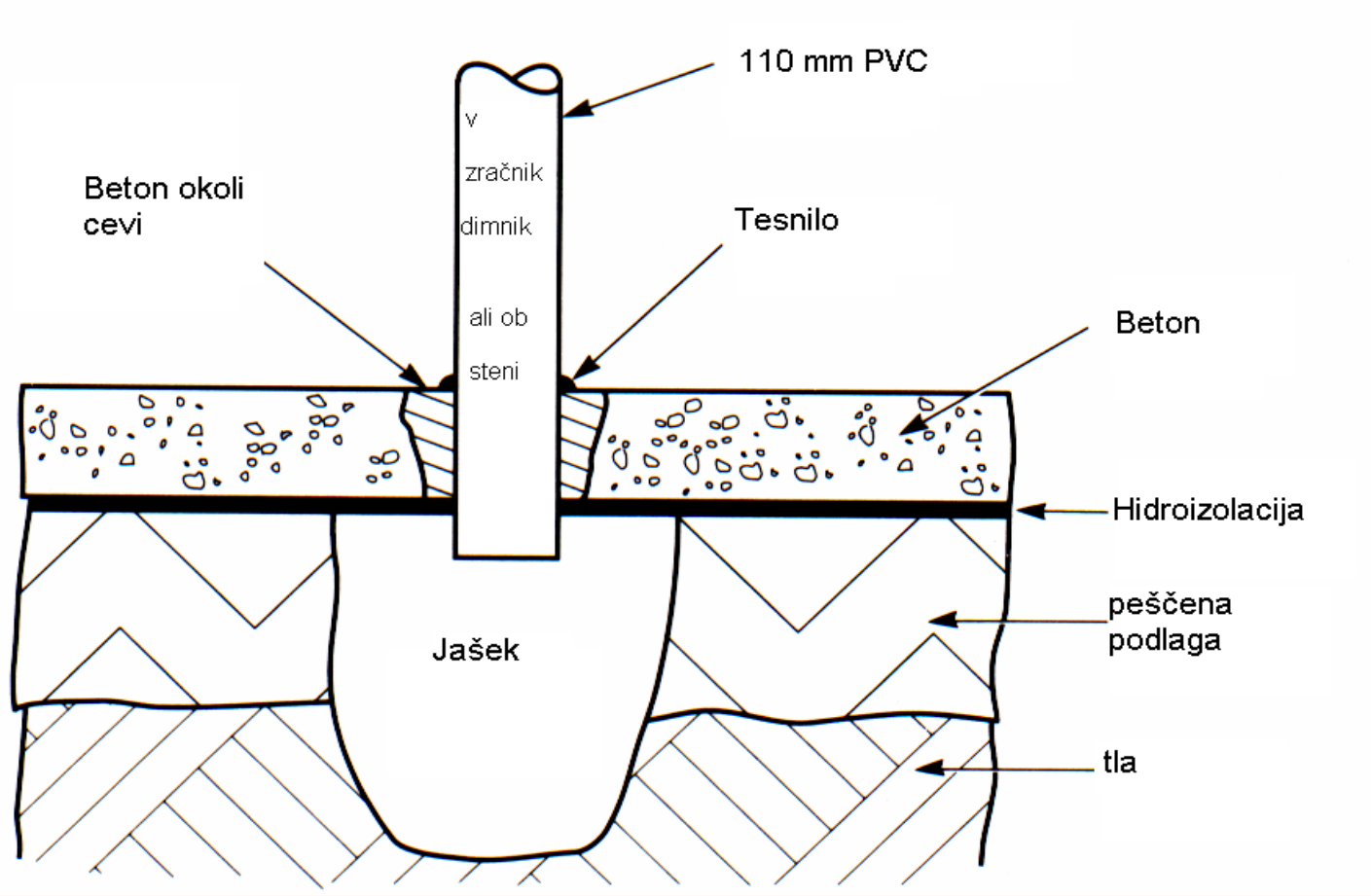
V objektih nižji tlak kot v tleh pod objektom

radon vdira v objekt zaradi

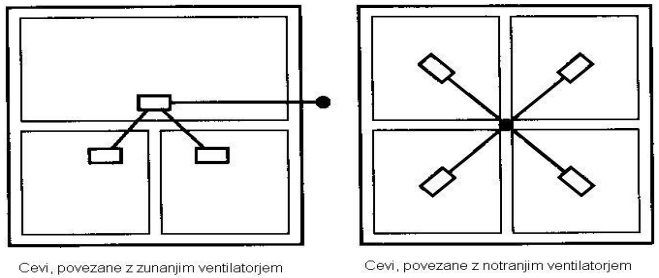
- tlačne razlike (konvekcija) – 80%
- razlikev koncentraciji (difuzija) -20 %

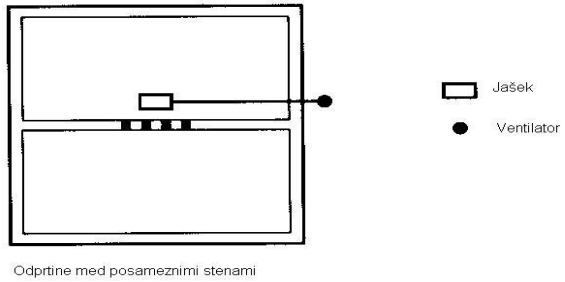
1. Čepljenje in tesnjenje (sealing)
2. Črpanje zraka izpo dtemeljne plošče (underfloor ventilation)
3. Nadtlak pod temlejno ploščo (positive pressurisation)
4. Radonska greznica (radon sump)
5. Radonski jašek (radon well)
6. Naravna ventilacija

2.1.3. Radon – radonski jašek



2.1.3. Radon – sistem radonskih jaškov





Radon - zakonodaja

- **Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV-1, Ur. list RS, št. 76, 2017)**

- **Uredba o nacionalnem radonskem programu (UV4, Ur. list RS št. 18, 2018)**

Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti

- ***Členi od 61 do 74***

- ***67. člen: delodajalec mora zagotoviti meritve radona v 3 letih po razglasitvi območij z več radona ?? - 2021***

- ***70. člen: novogradnje na območjih z več radona in obnove objektov – manj kot 300 Bq/m^3***

- ***72. člen: URSVS vodi zbirko podatkov o radonu***

Uredba o nacionalnem radonskem programu

- *2. člen: referenčna raven povprečne letne koncentracije radona 300 Bq/m^3*

- *3. člen: meritve pozimi in poleti,*

  klet, pritličje, nadstropje

  skrajšanje delovnega časa ??

Uredba o nacionalnem radonskem programu

- ***4. člen: dozni faktorji iz ICRP 137 (stari, množeni s faktorjem 2):***

  v bivalnih objektih 300 Bq/m^3

  (7000 ur: 14 mSv/leto)

  v delovnem okolju 300 Bq/m^3

  (2000 ur: 4 mSv/leto)

  ?? – za jame dozni faktor tudi 4 krat višji, odvisno od deleža nevezanih radonovih potomcev

Uredba o nacionalnem radonskem programu

- ***5. člen: definirana območja z več radona***

  Bloke, Cerknica, Črnomelj, Divača, Dobrepolje, Dolenjske Toplice, Hrpelje - Kozina, Idrija, Ig, Ivančna Gorica, Kočevje, Komen, Logatec, Loška dolina, Loški Potok, Miren - Kostanjevica, Pivka, Postojna, Ribnica, Semič, Sežana, Sodražica, Vrhnika, Žužemberk

  Bohinj, Borovnica, Brezovica, Gorenja vas-Poljane, Gorje, Grosuplje, Ilirska Bistrica, Jesenice, Kanal, Kostanjevica na Krki, Kostel, Metlika, Mežica, Mirna Peč, Mokronog - Trebelno, Mozirje, Nova Gorica, Novo mesto, Osilnica, Radovljica, Straža, Škofja Loka, Trebnje, Tržič, Velike Lašče, Vuzenica in Žirovnica

Uredba o nacionalnem radonskem programu

- *Meritve izvajajo pooblaščeni akreditirani laboratoriji !!*
- *Če je preveč radona - sanacija*
- *Kontrola sanacije vsakih 5 let*
  po potrebi dodatne meritve