

RÁDIONUKLIDOVÉ METÓDY aplikovanej geofyziky

RNDr. Andrej MOJZEŠ, PhD.

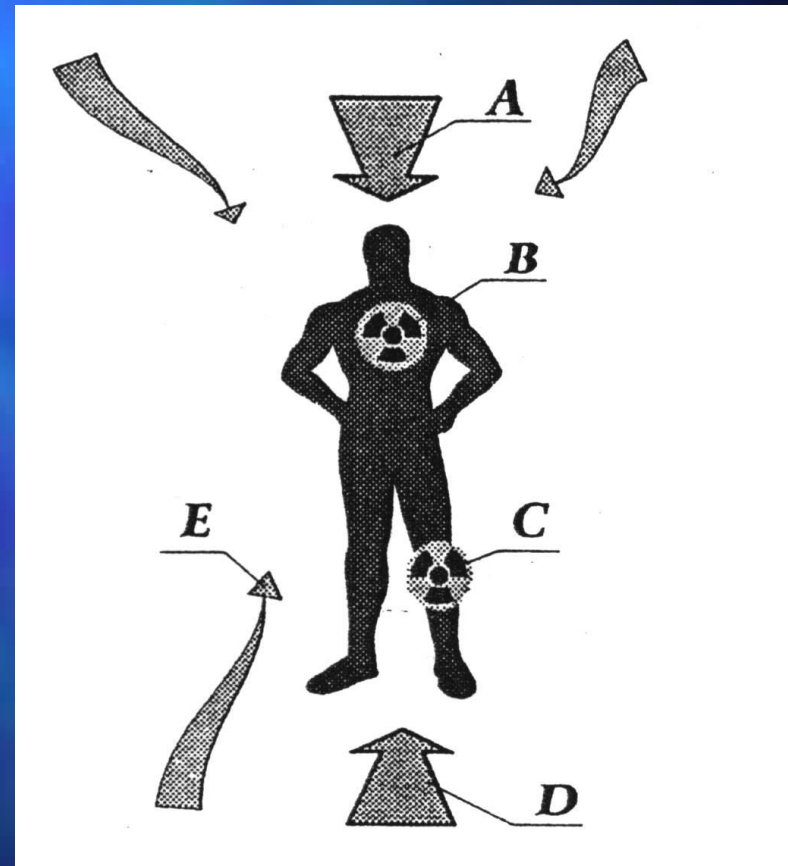
miestnosť: G-344

tel: 60296-362 alebo -713

Rádioaktivita – všade okolo nás a odjakživa

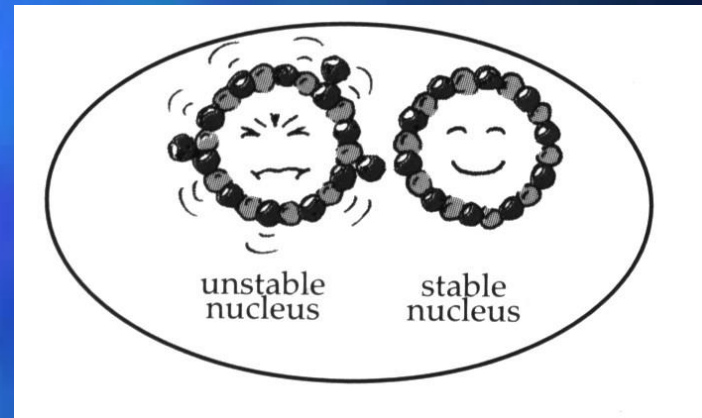
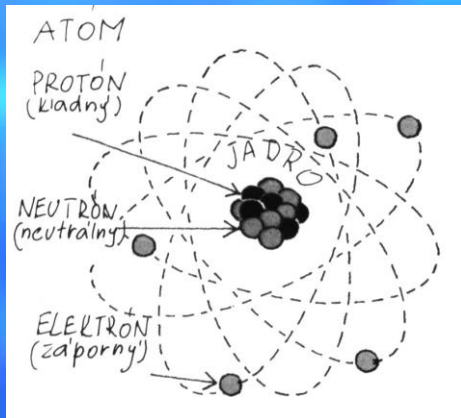
- zdroje rádioaktivity sú podľa pôvodu: prírodné a umelé
- spôsobujú dvojaké ožiarenie človeka: vonkajšie a vnútorné

- A. kozmické žiarenie
- B. vdýchnutý rád. plyn radón
- C. rôzne prvky ako súčasť organizmu
- D. žiarenie zo zeme
- E. radón uvoľnený z hornín



Jav rádioaktivity

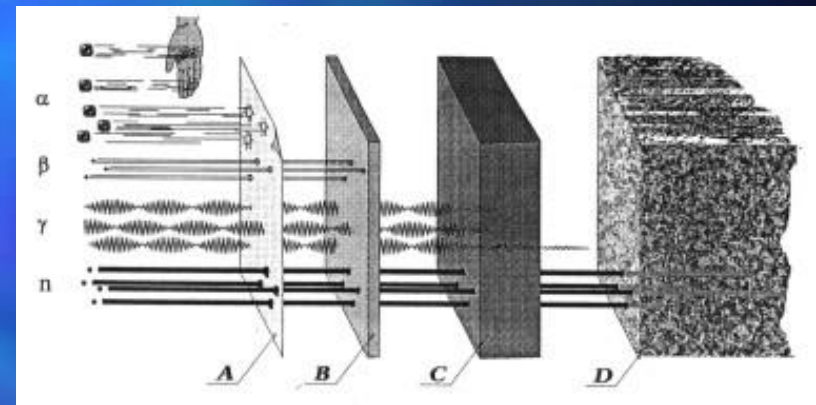
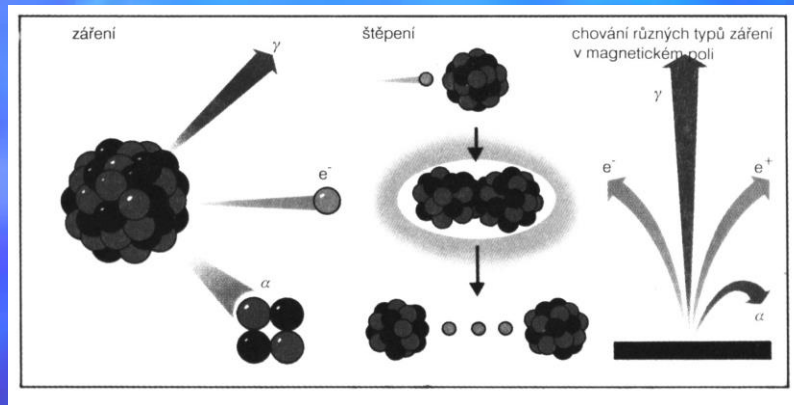
- rádioaktivita je výhradne závislá iba od štruktúry jadra
- RÁDIOAKTIVITA = schopnosť (vlastnosť) niektorých látok (prvkov) samovoľne vysielat' neviditeľné žiarenie



- RÁDIOAKTÍVNE LÁTKY (PRVKY) = majú túto schopnosť
- RÁDIOAKTÍVNY ROZPAD = proces uvoľňovania prebytku energie nestabilným atómom
- RÁDIOAKTÍVNE (JADROVÉ) ŽIARENIE = tok uvoľnenej prebytočnej energie
- POLČAS ROZPADU = čas, za ktorý sa rozpadne polovica množstva jadier

Druhy rádioaktívneho žiarenia

- žiarenie alfa = tok kladne nabitých jadier He
- žiarenie beta = tok záporne (kladne) nabitých elektrónov (pozitrónov)



- žiarenie gama a röntgenové (X-lúče) = elmg. vlny bez náboja
- žiarenie neutrónové = tok neutrónov (bez náboja)

Priamo ionizujúce žiarenia: α , β

Nepriamo ionizujúce žiarenia: γ , X, n

Zdroje prírodnej rádioaktivity

A) prírodná rádioaktivita hornín, hydro- a atmosféry od:

1. primordiálnych rádionuklidov, a to:

a) ^{40}K , ^{48}Ca , ^{87}Rb , ^{96}Zr , ^{147}Sm , ... nemajú r.r.

b) členov rozpad. radov od ^{238}U a ^{235}U

c) členov rozpad. radu od ^{232}Th

2. kozmogénnych rádionuklidov, napr. ^{14}C , ^3H , ...

B) kozmické žiarenie = tok ľahkých nabitých častíc (α, p):

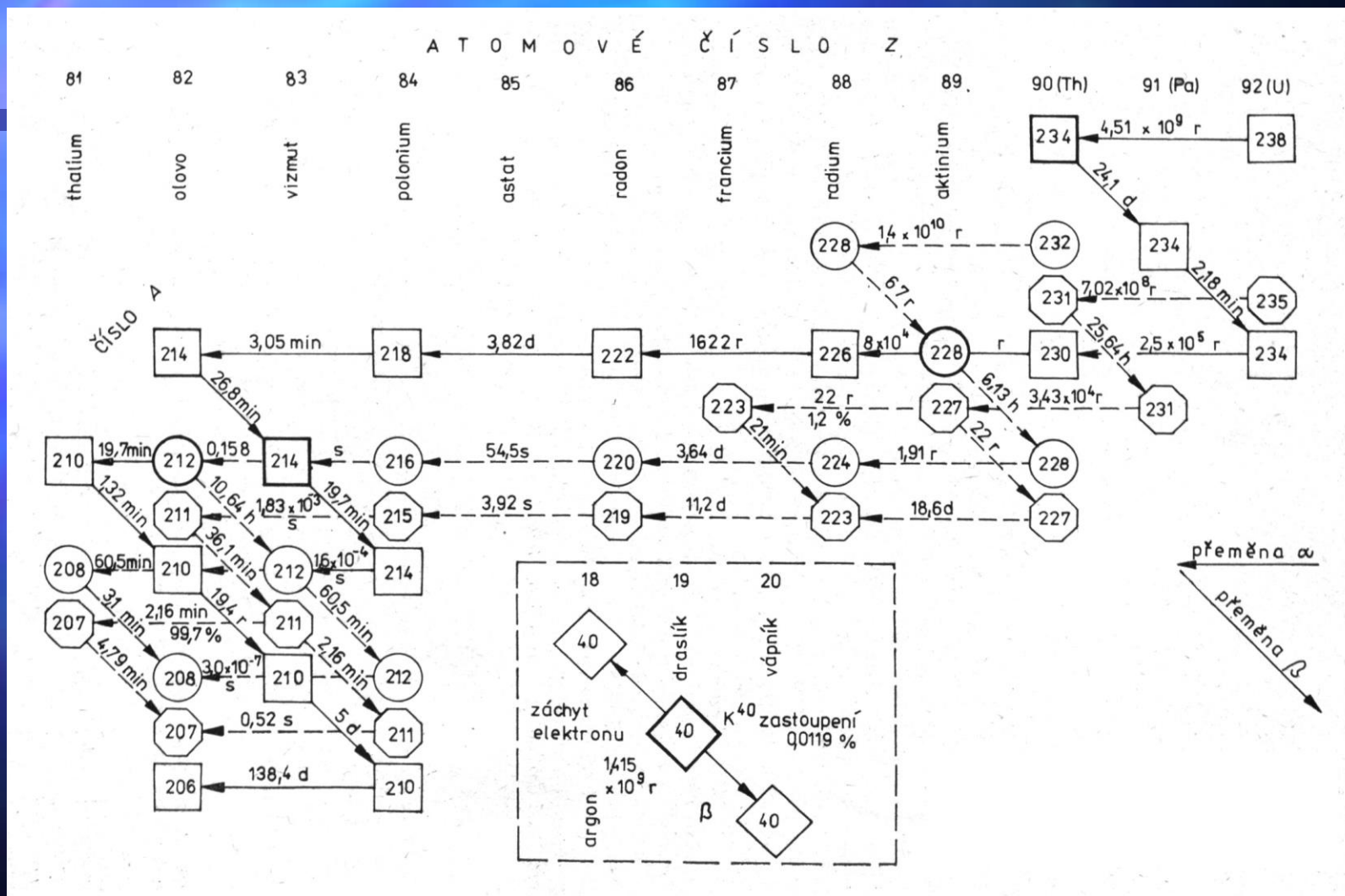
1. primárne kozmické žiarenie:

a) galaktické žiarenie

b) slnečné (solárne) žiarenie

2. sekundárne kozmické žiarenie = interakcia primárneho s atmosfér. zložkami

Prírodné rozp. rady ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th a rozpad ^{40}K

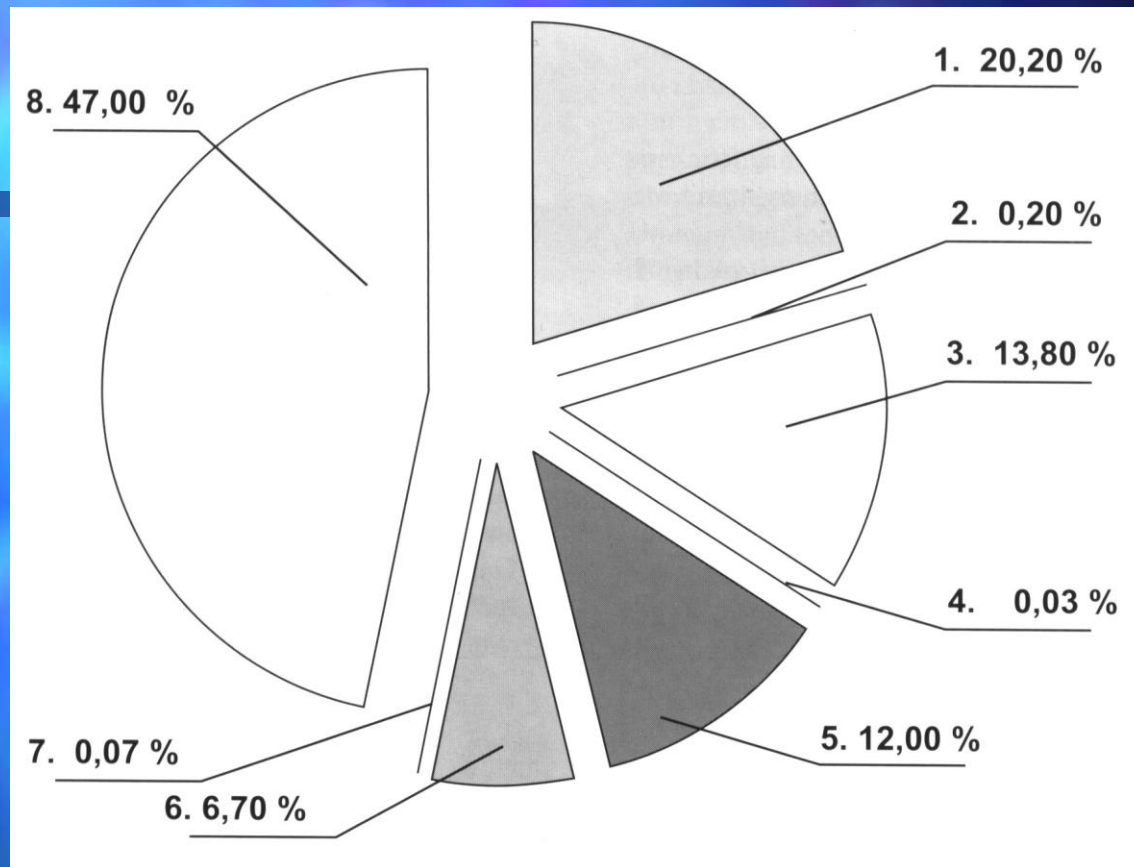


Zdroje umelej rádioaktivity

Vznikajú pôsobením neutrónov (n), nabitých častíc (p, α , d) a gama žiarenia na atómy inak stabilných prvkov alebo pri štiepení jadier ťažkých prvkov.

- v súčasnosti je ich známych asi 800
- umelé zdroje žiarenia: α - ^{238}Pu , ^{239}Pu
 β - ^{14}C , ^{204}Tl
 γ - ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{60}Co
- oblasti vzniku, resp. použitia: lekár. diagnostika a liečenie, jadrová energetika a palivoenerg. cyklus, banská činnosť, umelé hnojivá, skúšky jadr. zbraní, rôzne použitie v priemysle, poľnohosp. a potravinárstve

Štruktúra radiačnej záťaže obyvateľstva



1. ožiarenie v zdravotníckych zariadeniach
2. ožiarenie z iných zdrojov
3. ožiarenie zo Zeme
4. ožiarenie z jadrových elektrární

5. ožiarenie z vesmíru
6. ožiarenie z telesných tkanív
7. ožiarenie na pracovisku
8. ožiarenie z radónu

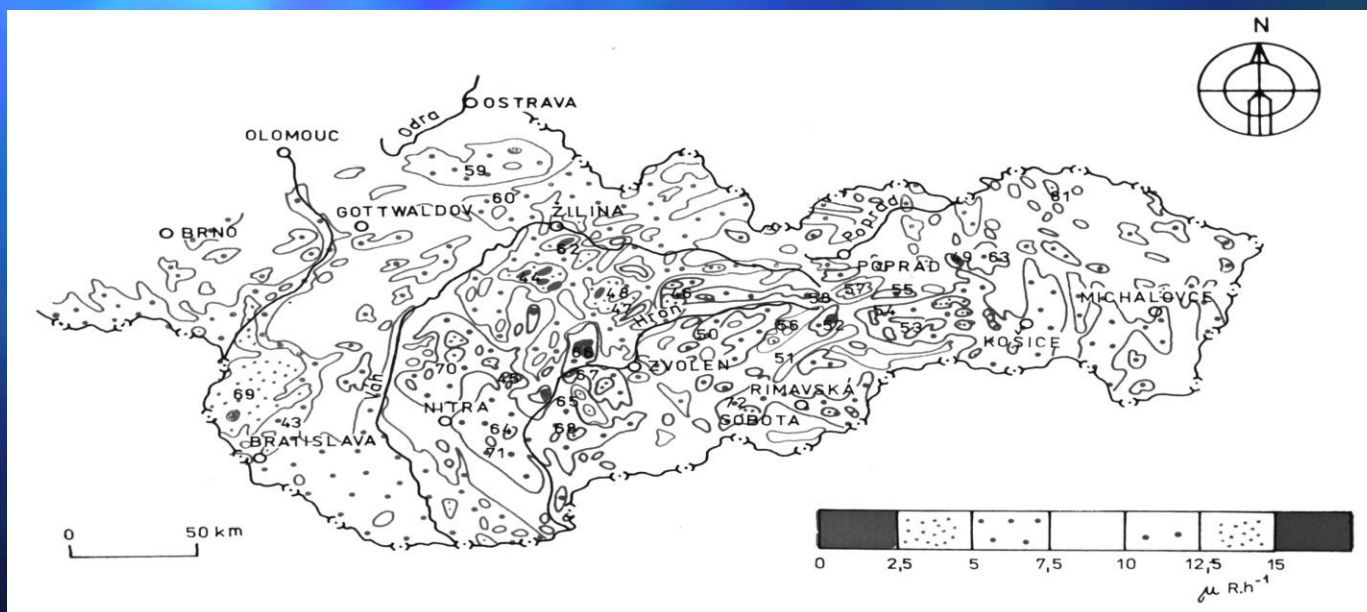
Meranie rádioaktivity

Rádionuklidové metódy – využívajú premeny jadier atómov, jadrové žiarenie a pôsobenie jadrového žiarenia na hmotu

- A. **Metódy merania prírodnej rádioaktivity (radiometrické metódy)** – kvalitatívne a kvantitatívne stanovujú prírod. rádionuk. v horninách, vodách a vzduchu
 - B. **Metódy merania vybudených polí jadrového žiarenia (metódy jadrovej geofyziky)** – cez pôsobenie žiarenia na hmotu stanovujú obsahy prvkov a fyz. vlast. Hornín
- podľa druhu žiarenia: metódy α , β , γ a neutrónové
 - podľa podmienok merania: metódy laboratórne a terénne (letecké, automobilové, pešie, vrtné, banské a merania na morskom dne)
- na meranie sa používajú **radiometrické prístroje**

Použitie rádionuklidových metód prieskumu

- pri geologickom mapovaní
- pri vyhľadávaní a prieskume ložísk nerastných surovín
- v hydrogeológii a inžinierskej geológii
- v prevádzke baní a úpravní
- pri hodnotení kvality životného prostredia



RADIOMETRY

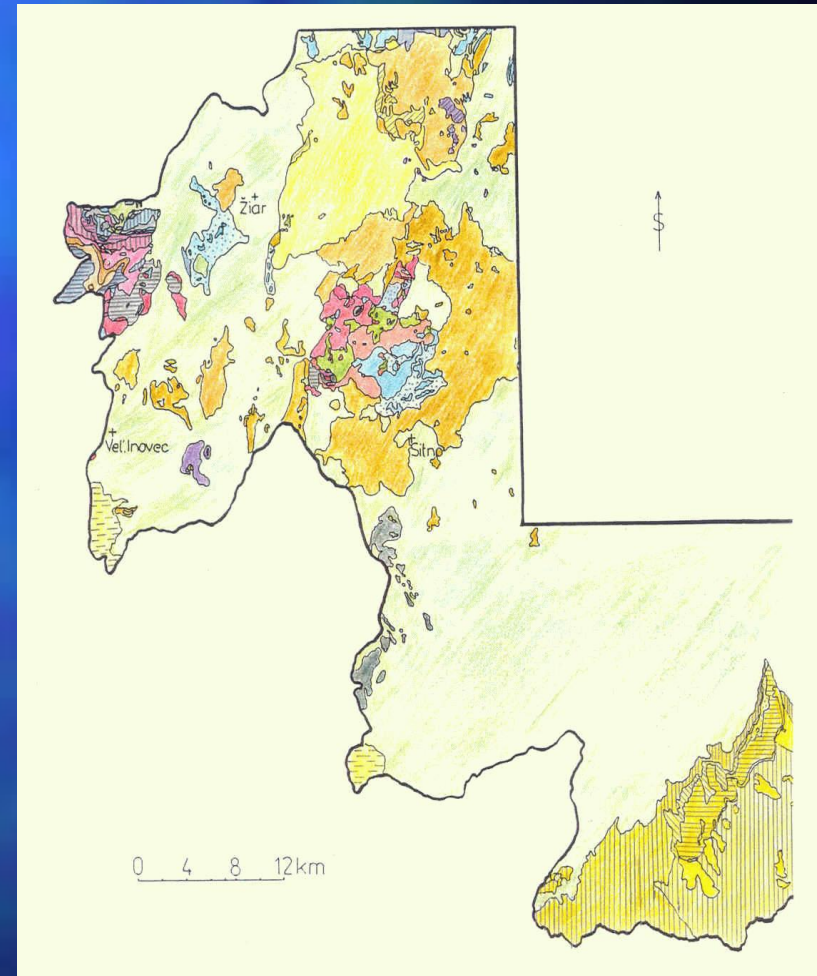
THE STUDY AREA



- planar area : approx. 1900 km²
- survey scale : 1:200 000
- survey density : 1 station per 10 km²
- number of stations : 211

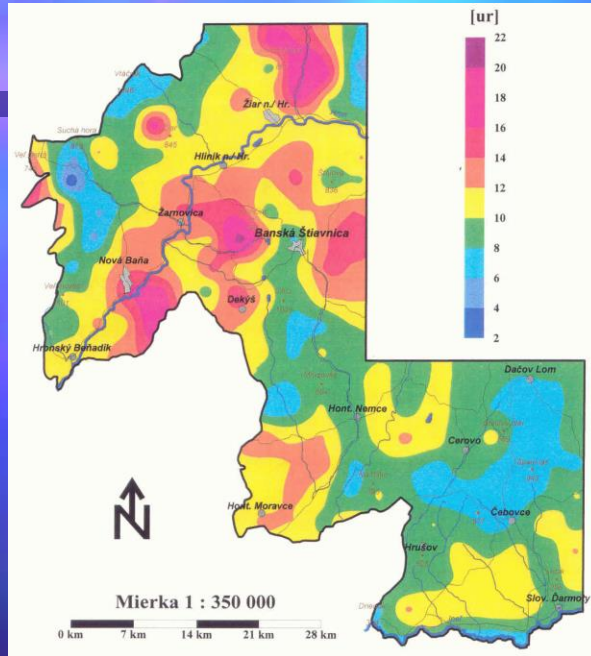
Natural radioactivity of rock in the study area measured in the frame of the project „Geofactors of Environment – Natural Radioactivity“ in 1998 resulted in assessment of radiation risk for human

GEOLOGY

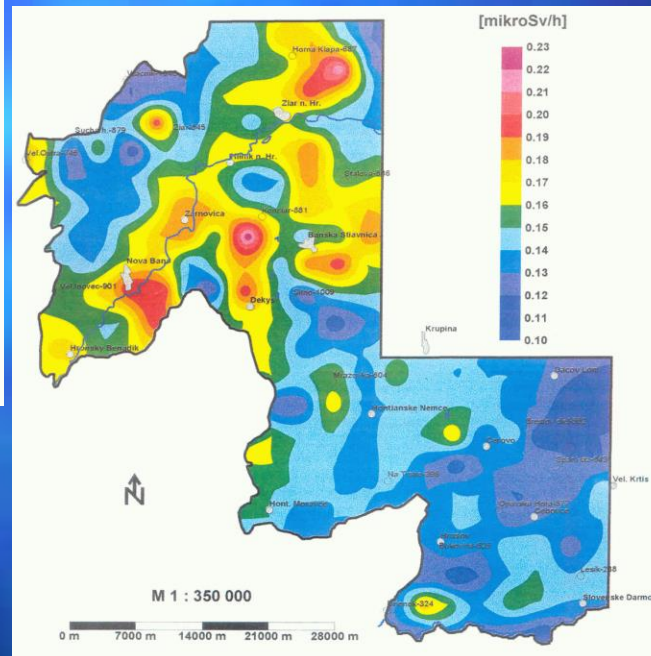


RADIOMETRY

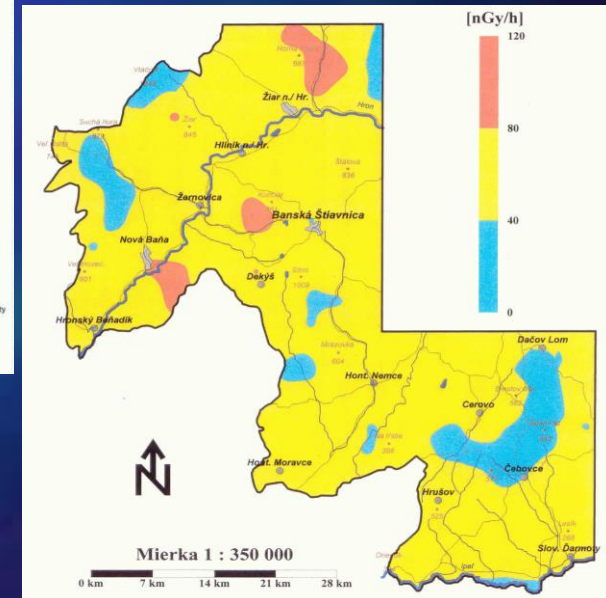
TOTAL GAMMAACTIVITY



DOSE EQUIVALENT RATE



DOSE RATE



RADIOAKTIVITA ZEMSKÉJ KÔRY

- určujú ju najmä **U, Th, K** a premenlivou hodnotou sa na nej podieľajú izotopy rádioaktívneho spádu, ktoré sa koncentrujú v príporchrovej 15cm vrstve

Prvok **A.E. FERSMAN (1939)** **A.P. VINOGRADOV (62)**

U	$4 \cdot 10^{-4} \%$	$2.5 \cdot 10^{-4} \%$
Th	$10 \cdot 10^{-4} \%$	$13 \cdot 10^{-4} \%$
K	2.4 %	2.5 %

URÁN

- priemerná koncentrácia 2-4 ppm
- prírodná zmes uránu: $99.274 \% \text{ } ^{238}\text{U}$ ($T = 10^9 \text{ r}$)
 $0.72 \% \text{ } ^{235}\text{U}$ ($T = 10^8 \text{ r}$)
 $0.006 \% \text{ } ^{234}\text{U}$ ($T = 10^5 \text{ r}$)
- prvok značne mobilný za $\neq p, T$ podmienok
- a) samostatné minerály (pegmatity - **ULRICHITY**, hydrotermálne žily - **NASTURANY**)
- b) izomorfne (za Th, Y, Ca, Zr, Hf, TR) v horninotvorných mineráloch a v akcesorických mineráloch (zirkon, titanit, apatit, xenotim, monazit, ortit)

- c) uránové sludy = fosforečnany, arzeničnany a vanadičnany uranylu vznikajúce v oxidačnej zóne (sekundárne minerály)
- d) v stave rozptýlenia (disperzné formy) - hlbokomorské sedimenty, bituminózne sedimenty

TÓRIUM

- priemerná koncentrácia 8-12 ppm
- tvorí zmes 6 izotopov
- geochemicky je veľmi stabilné $\Rightarrow$ mechanický transport
- a) hlavný kryštalofilný element - v počiatkoch tuhnutia magmy
- b) izomorfne (za U, Zr, Hf, C, La, TR) v mriežkach akcesorických minerálov (monazit, zirkón, ortit)
- c) disperzná forma

DRASLÍK

- priemerná koncentrácia 2.5 %
- veľmi pohyblivý za $\neq p, T$ podmienok

- prírodná zmes : 93.08 % ^{39}K
0.012 % ^{40}K ($T = 10^9 \text{ r}$)
6.9 % ^{41}K

- v horninotvorných mineráloch
- hojný v K-živcoch, leucite, nefeline, biotite, muskovite, sericite a flogopite (5-15 % K_2O)
- menej v plagioklasoch (5-10x menej)

RADIOAKTIVITA MAGMATICKÝCH HORNÍN

- rastie s kyslosťou hornín (SiO_2)
- efuzíva sú aktívnejšie ako ich hlbinné ekvivalenty
- rásť od starších k mladším
vyššia : syenity, fonolity, granity, granodiority, liparity
nižšia : ultrabazity, bazity

RADIOAKTIVITA METAMORFOVANÝCH HORNÍN

- odpovedá východiskovému materiálu okrem injekčnej metamorfozy (prinesený metatekt)
vyššia : ortoruly, injikované horniny
extr. nízka : amfibolity, serpentinity, granulity

RADIOAKTIVITA SEDIMENTÁRNYCH HORNÍN

- závisí na usadzovanom materiáli
- U prítomný v $\odot$ môže sedimenty epigeneticky obohatovať
nízke : Si piesky, vápence, dolomity, kremence, sádrovce, kamenná soľ, uhlie, ropou nasýtené horniny
vysoké : K-soli, monazit. a ortit. piesky, hlbokovodné kľiny, íly, ílovce, fosfáty, bituminózne sedimenty
- morské sedimenty > riečne a jazerné sedim.

RÁDIOMETRICKÉ METÓDY PRIESKUM

- letecký prieskum
- povrchový prieskum (automobil., peši)
- hlbkový prieskum
- emanometria
- radiometrické vzorkovanie
- laboratorne analýzy
- meranie rádioaktivity morského dna

MERANIA GAMAAKTIVITY POKRÝVAJÚ

90 % PLOCHY SR.

CZ, PL, GR, SLO 100 %

MERANÉ POLE GAMA

$$I = I_{VP} + I_{KZ} + I_{RH} + I_{RS} + I_{Rn}$$

I_{VP} - vlastné pozadie prístroja

I_{KZ} - kozmické žiarenie

I_{RH} - rádioaktivita hornin

I_{RS} - rádioaktívny spád

I_{Rn} - vzdušný radón

POZADIE : $I_p = I_{VP} + I_{KZ}$ (experiment.)

HĽBKOVÝ DOSAH GAMA-metód

- od E detek. žiarenia
- od hustoty } hmotnej preťažky
- od zloženia }

Pre energie γ -žiar. prírod. rádionukl.
je do 0,5 m v hornine !!

SCINTILAČNÉ POČÍTAČE



- fyz. podstata - vzbudenie atómov hmoty a emisia fotónov (scintilácia)

f - fotón

2 - fotokatóda (emisia $\bar{e}$)

3 - pomocné elektródy (dynódy) - sekundárna emisia $\bar{e}$

4 - anóda - $\bar{e}$ mrať

- amplitúdy imp na výstupe sú priamo úmerné E detekovaných častíc

α - žiarenie $\text{ZnS}(\text{Ag})$, $\text{ZnS}(\text{Cd})$, $\text{ZnS}(\text{Au})$

β - žiarenie $\text{CaI}(\text{TL})$, antracén, tetrafenyl

γ - žiarenie $\text{NaI}(\text{TL})$, $\text{CsI}(\text{TL})$



