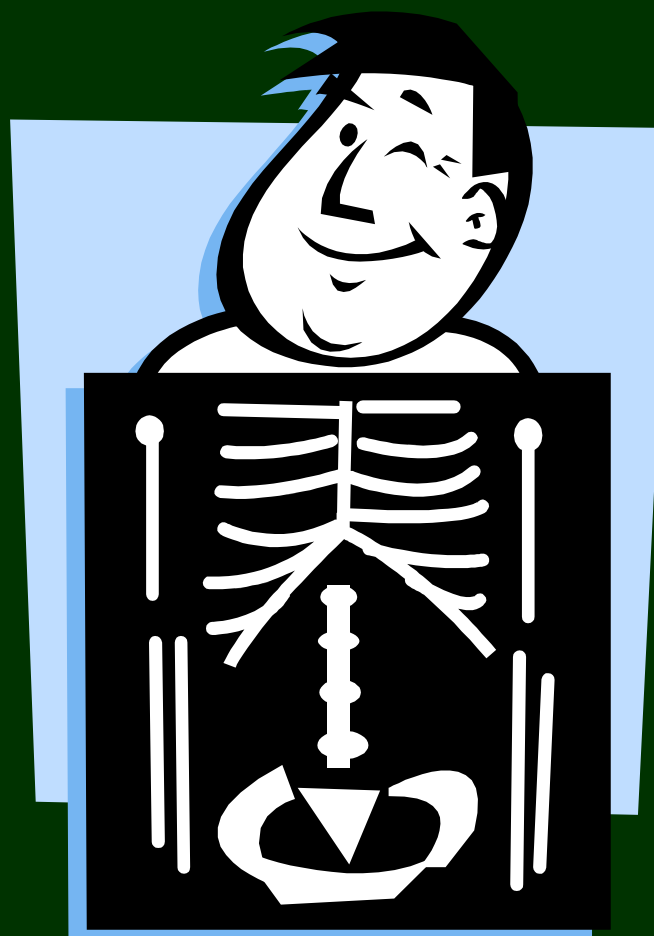


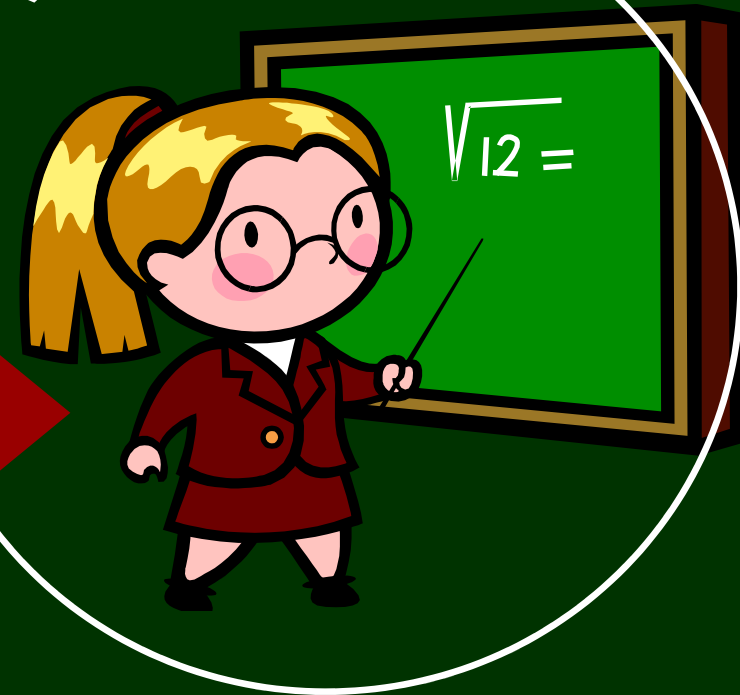
Ionizační, elektrostatické, elektromagnetické, elektroiontové mikroklima



Ionizační mikroklima

Částice ionizujícího záření pronikají ozářenou hmotou, rozbíjí molekulární vazby a vytváří ionty

Ionizující záření



→ Přírodní radioaktivní látky (uran)

→ Umělé zdroje radioaktivity (rentgen)

Aktivita radioaktivní látky (Bq) je určena počtem samovolných jaderných přeměn za sekundu.



Ionizující záření je souhrnné označení pro záření složené z částic, z nichž každá má energii postačující k ionizaci atomů nebo molekul ozářené látky.

Repete:

Atomové číslo (protonové číslo) označuje počet protonů v jádru daného atomu prvku.

S atomovým číslem souvisí **nukleonové číslo**, které udává celkový počet protonů a neutronů (tzn. všech nukleonů) v atomovém jádře.

Hmotové číslo určuje konkrétní **izotop**, pokud chceme nazvat přímo izotop, přidává se jeho nukleonové číslo za jméno prvku (např. uhlík 14, používaný v uhlíkovém datování). Toto číslo se zapisuje vlevo nahoru před symbol prvku.

Např. ^{238}U (popř.) pro izotop uran 238.

Radioaktivní rozpad

Rozpadová řada (též přeměnová řada) popisuje **postupný radioaktivní rozpad nestabilních jader těžkých prvků**. Rozpad v těchto řadách probíhá vždy vyzařováním alfa částic (jader He) nebo beta (elektronů). Začínají zpravidla relativně stabilním, v přírodě se běžně vyskytujícím izotopem, s poločasem rozpadu nad půl miliardy let. Na konci každé rozpadové řady je stabilní izotop.

Známy jsou čtyři základní rozpadové řady:

- **Uran - radiová, začínající uranem 238**
- Thoriová, začínající thoriem 232
- Aktiniová, začínající uranem 235
- Neptuniová, začínající plutoniem 241

Uran je v čistém stavu stříbrobílý lesklý kov (obsažen v uhlí)

Hustota uranu je cca 19 050 kg/m³

α je proud jader helia, nese kladný elektrický náboj

β je proud záporně nabitých elektronů

Izotop	Poločas přeměny	Přeměna	
²³⁸ <u>U</u>	4,468·10 ⁹ r	α	
²³⁴ <u>Th</u>	24,10 d	β^-	
^{234m} <u>Pa</u>	1,17 min	β^-	
²³⁴ <u>U</u>	2,455·10 ⁵ r	α	
²³⁰ <u>Th</u>	7,538·10 ⁴ r	α	
²²⁶ <u>Ra</u>	1600 r	α	
²²² <u>Rn</u>	3,8235 d	α	
²¹⁸ <u>Po</u>	3,10 min	α	
²¹⁴ <u>Pb</u>	26,8 min	β^-	
²¹⁴ <u>Bi</u>	19,9 min	β^-	α
²¹⁴ <u>Po</u>	164,3·10 ⁻⁶ s	α	(0,02 %)
²¹⁰ <u>Tl</u>	1,30 min	β^-	
²¹⁰ <u>Pb</u>	22,20 r	β^-	
²¹⁰ <u>Bi</u>	5,012 d	β^-	
²¹⁰ <u>Po</u>	138,376 d	α	
²⁰⁶ <u>Pb</u>	<i>stabilní</i>		

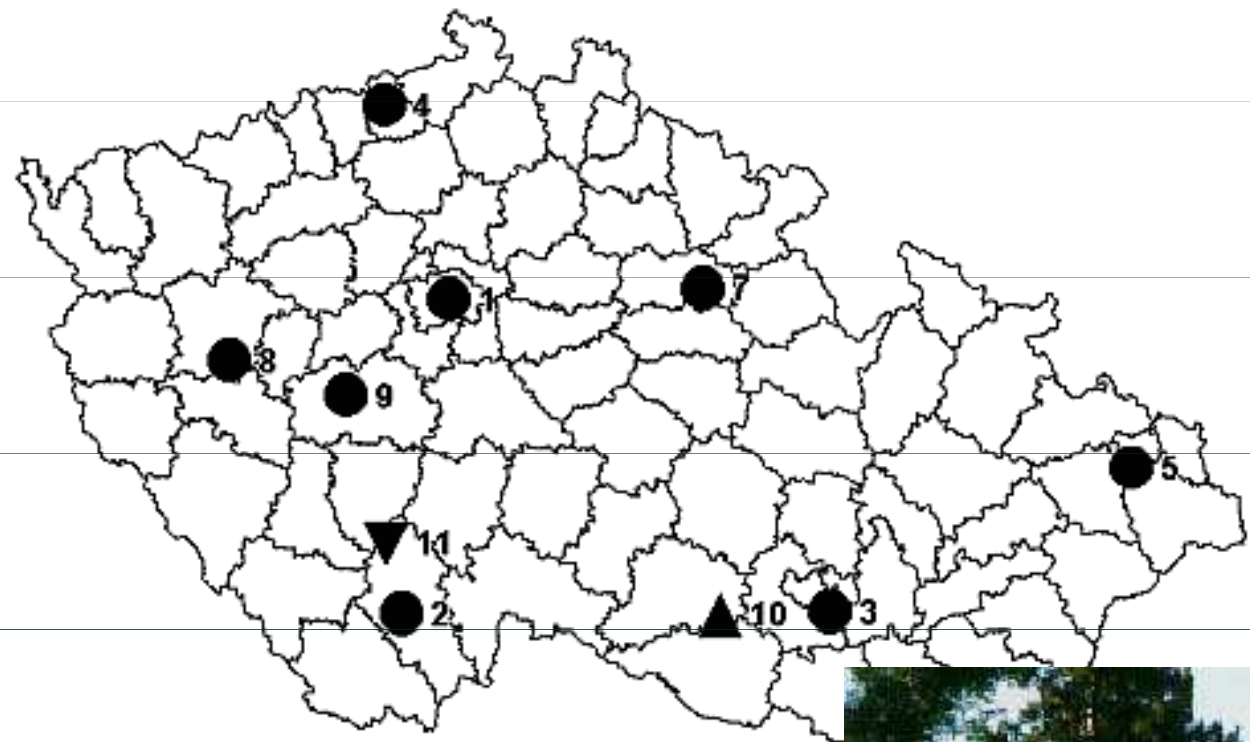


Státní úřad radiační ochrany

činnost: příprava a zpracování odborných podkladů pro výkon státní správy v ochraně před ionizujícím zářením, včetně měření, odběru vzorků, šetření na místě, laboratorních analýz a expertních posudků.

- zajištění činnosti **radiační monitorovací sítě** (zátěž obyvatelstva z inhalace)
- činnost mobilní skupiny pro analýzu radiačních nehod a mimořádných událostí v terénu
- **systematické vyhledávání budov se zvýšenou koncentrací radonu v ČR, a vedení centrálních databází**
- expertní činnost zejména v oblastech:
hodnocení **radiační ochrany v oblasti lékařského ozáření** (dvě expertní skupiny - pro radiodiagnostiku a radioterapii).

Monitorování radionuklidů v ovzduší



Zařízení pro odběr aerosolu
(průtoky v rozmezí 40 - 900 m³/h).
Filtr s kontinuálně odebíraným
aerosolem je měněn zpravidla
v týdenních intervalech a následně
měřen pomocí polovodičové
spektrometrie gama.



Radiační dávky

Ionizující záření vyjadřujeme dávkovým ekvivalentem v sievertch (Sv).

limit pro pracovníka se zářením	50 mSv/rok
přírodní radiační pozadí občana ČR	2,0 až 3 mSv/rok
přírodní radiační pozadí občana Kerale v Indii	17 mSv/rok
přírodní radiační pozadí občana Guapari v Brazílii	175 mSv/rok
přírodní radiační pozadí občana Ramsaru v Iránu	400 mSv/rok
RTG střev	4 mSv
RTG žaludku	2,4 mSv
RTG kyčlí	1,7 mSv
pracovník JE Dukovany obdrží	0,4 mSv/rok
člověk sledující televizi 1 hodinu denně	0,01 mSv/rok
člověk žijící v okolí uhelné elektrárny	0,01 mSv/rok
obyvatelstvo v okolí JE Dukovany obdrží	0,005 mSv/rok
3 lety nadzvukovým letadlem Praha - USA	0,38 mSv/rok

Obsah radionuklidů v atmosféře a jejich původ

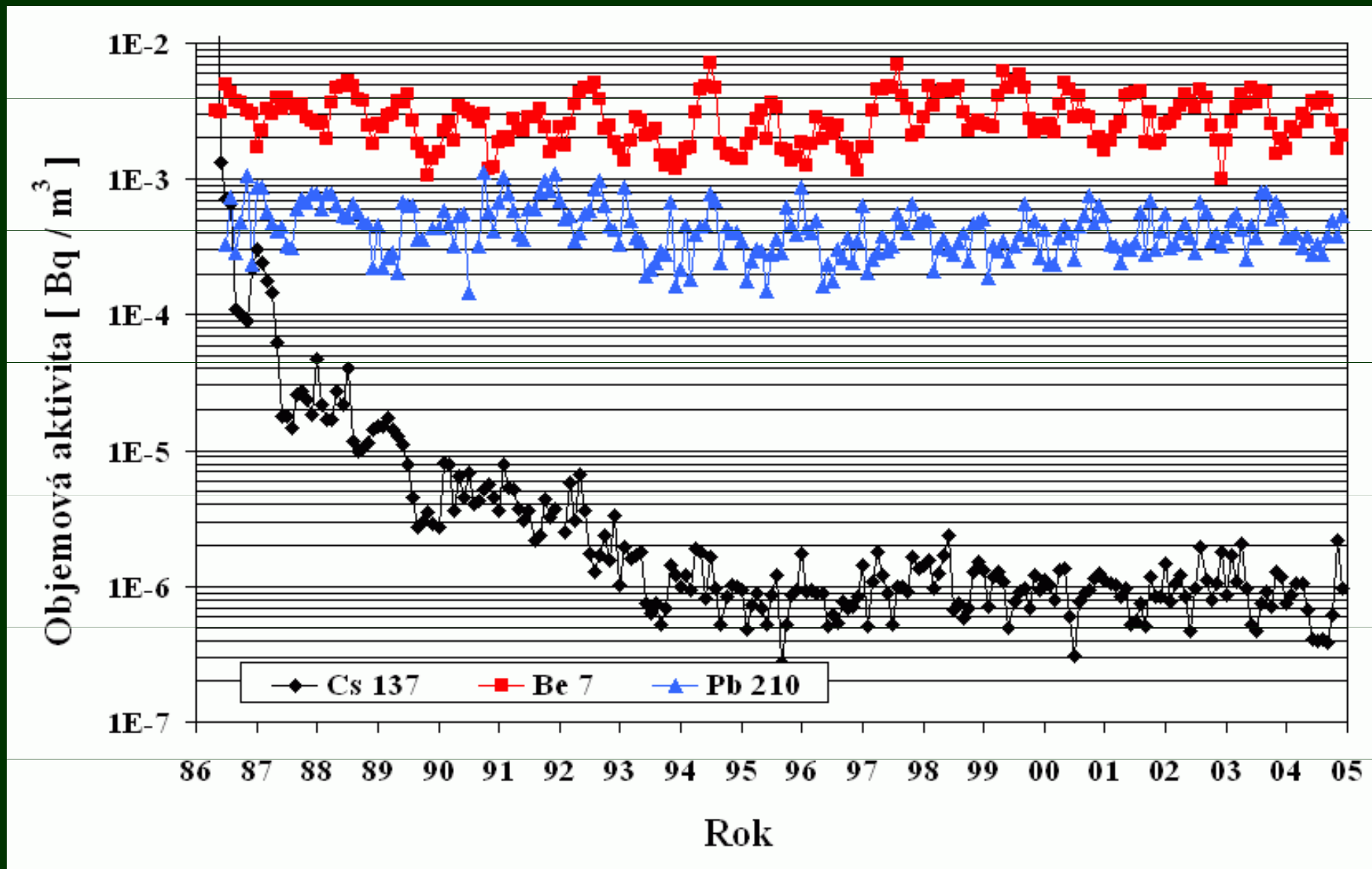
^{137}Cs je především dána přísunem z vyšších vrstev atmosféry a resuspenzí původního spadu z půdního povrchu. Její hodnota se v současné době pohybuje okolo 1 mBq/m^3 . Část aktivity ^{137}Cs pochází z globálního spadu, který je důsledkem dřívějších zkoušek jaderných zbraní v atmosféře, část pochází z havárie jaderné elektrárny v Černobylu.

^7Be je kosmogenního původu a vykazuje typické sezónní variace dané charakterem vzdušného proudění v průběhu každého roku. Průměrná hodnota objemové aktivity je okolo 3000 mBq/m^3 .

^{210}Pb je produktem přeměny ^{222}Rn . Jeho průměrná dlouhodobá hodnota činí přibližně 500 mBq/m^3 .

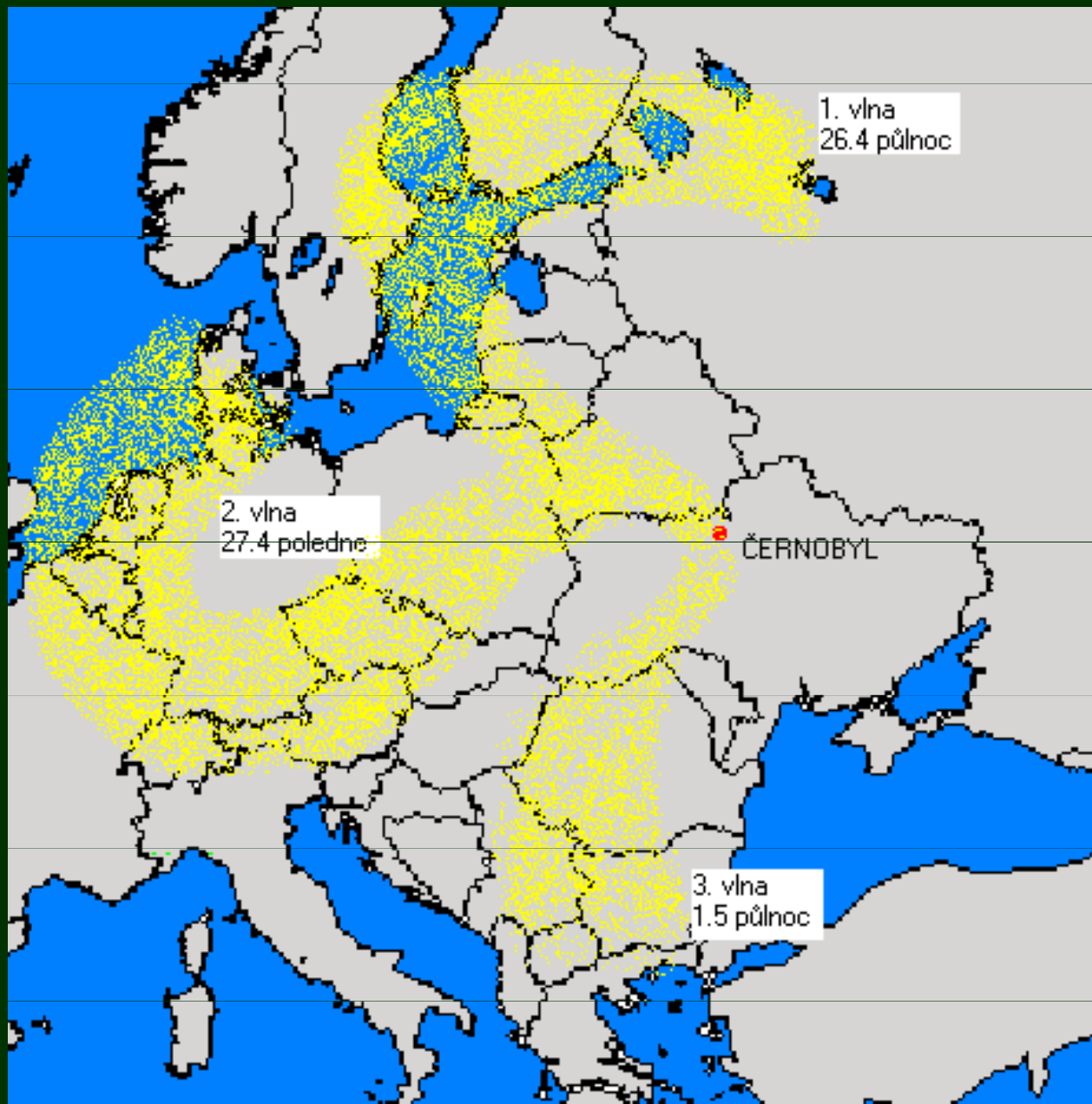
^{85}Kr pochází ze zkoušek jaderných zbraní v atmosféře, ze závodů na přepracování jaderného paliva a v malé míře též z výpustí jaderných elektráren. Jde o jeden z tzv. globálních radionuklidů, které přispívají k ozáření populace více méně rovnoměrně po celém světě. Hodnota jeho objemové aktivity mírně vzrůstá.

Radionuklidy v ovzduší
Průměrné měsíční hodnoty objemové aktivity
 ^{137}Cs , ^7Be a ^{210}Pb
ve vzdušném aerosolu naměřené v lokalitě SÚRO Praha

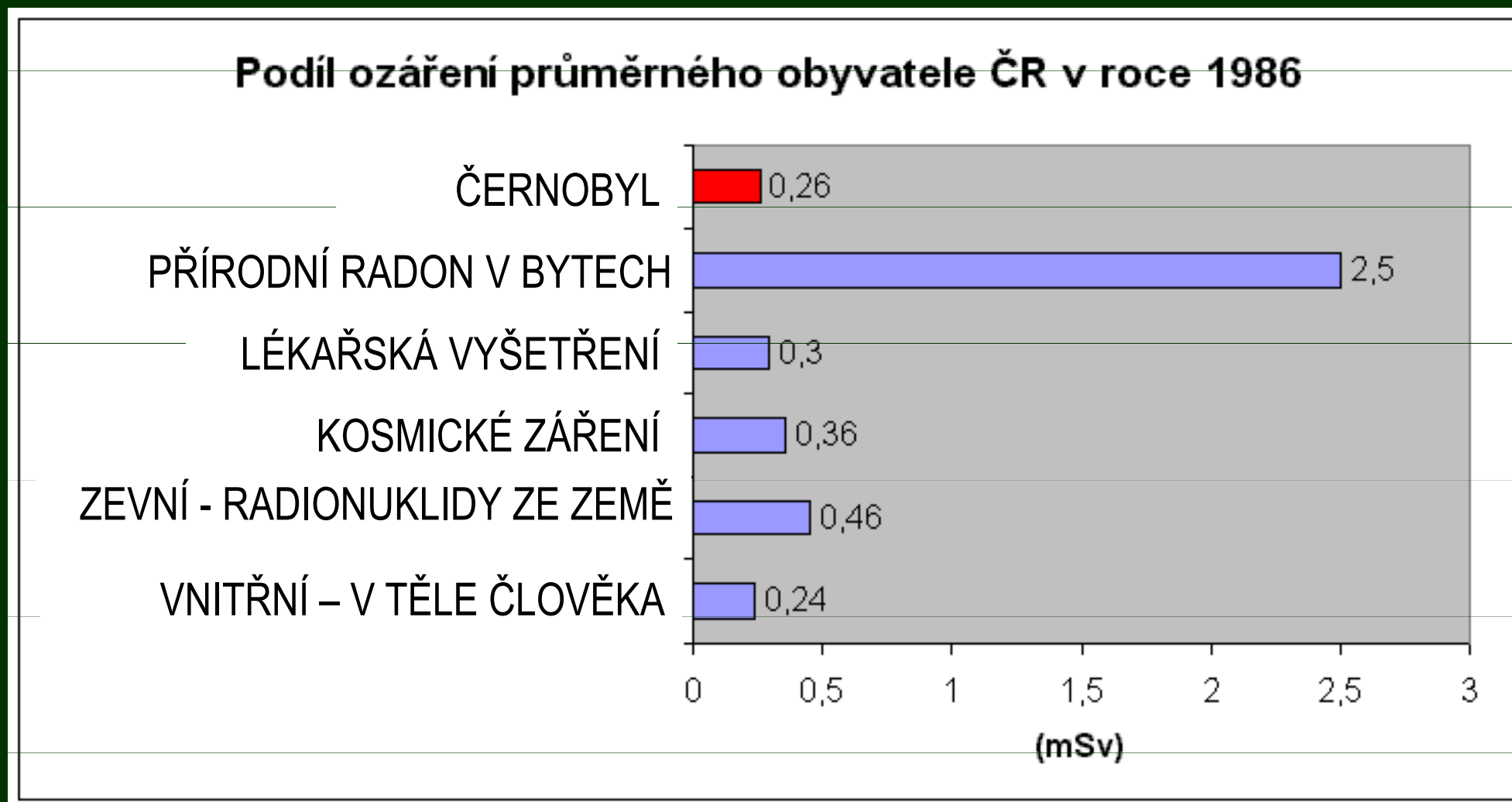


Havárie v jaderné elektrárně Černobyl

26.dubna roku 1986 v 1 hodinu 23 minut



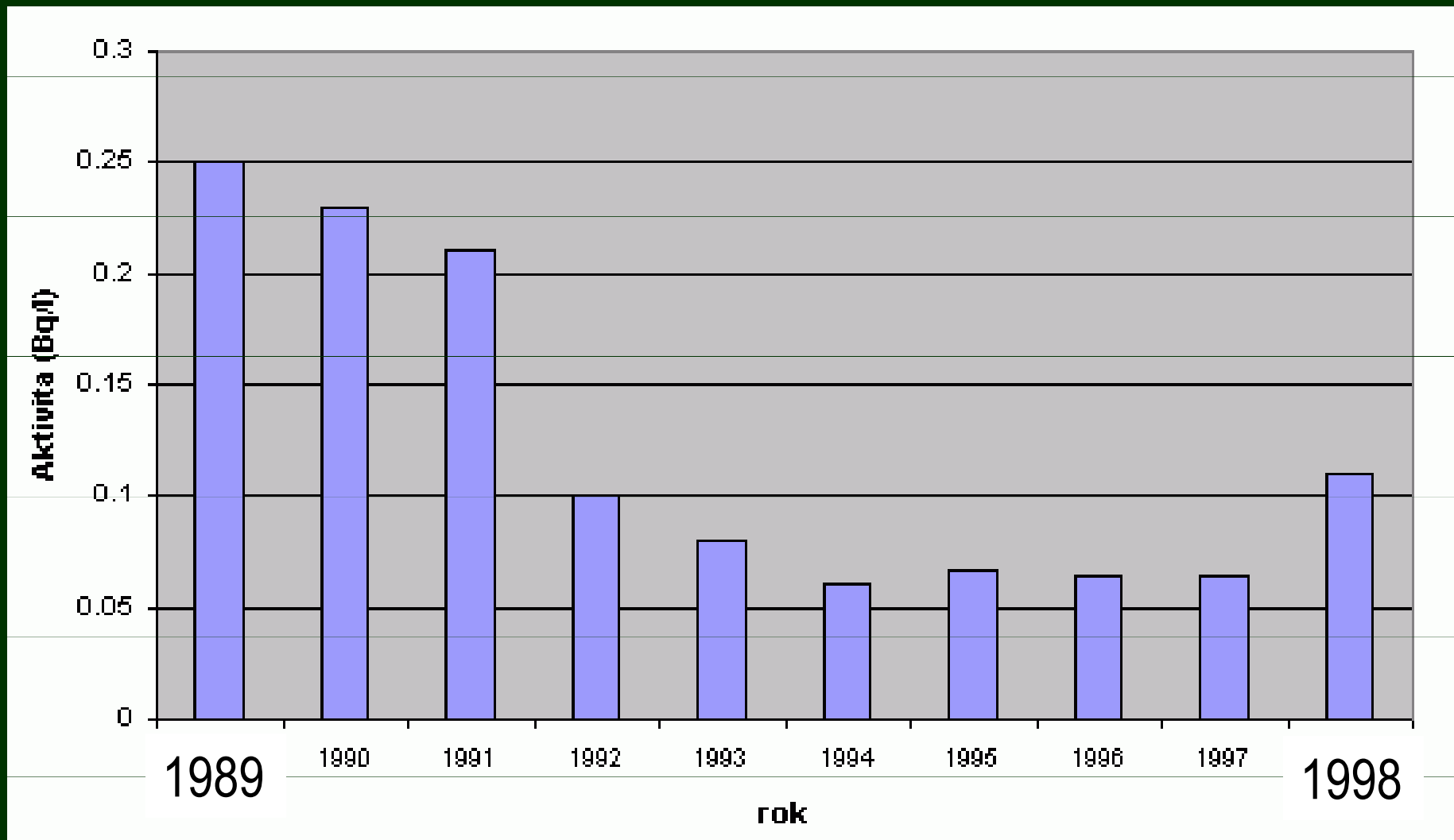
Jód s poločasem rozpadu 8 dní byl nebezpečný pouze v prvních týdnech po havárii, ohrožena byla hlavně štítná žláza u dětí. **Cesium** s poločasem rozpadu 30 let se zapojilo do potravinového řetězce (např. houby, divočina) a bude v něm působit desítky let.



Střední hodnoty hmotnostní a objemové aktivity

^{137}Cs (Bq/l)

v mléce od roku 1989 do 1998





VYHLÁŠKA

Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
ze dne 13. června 2002 O radiační ochraně

Tato vyhláška v souladu s právem Evropských společenství upravuje podrobnosti ke způsobu a rozsahu zajištění radiační ochrany při práci na pracovištích, kde se vykonávají radiační činnosti.

Zdroje ionizujícího záření se podle vzestupného ohrožení zdraví a životního prostředí ionizujícím zářením klasifikují jako:

- **nevýznamné**
- **drobné** (více než 20 ionizačních hlásičů požáru nebo jiných spotřebních výrobků s radionuklidy nacházející se současně v jedné budově)
- **jednoduché**
- **významné** (generátor záření určený k radioterapii nebo radiodiagnostice v humánní medicíně)
- **velmi významné** (jaderný reaktor)



VYHLÁŠKA

Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
ze dne 13. června 2002 O radiační ochraně

Cílem optimalizace radiační ochrany při lékařském ozáření je:

- a) při **radiodiagnostickém vyšetření** správné použití zobrazovací metody tak, aby dávky ve tkáních byly co nejnižší, aniž by se tím omezilo získání nezbytných radiodiagnostických informací,
- b) při **nukleárně-medicínském vyšetření** aplikace pouze nezbytného množství radioaktivní látky požadované čistoty a aktivity, které zaručuje dostatečnou diagnostickou informaci při co nejnižší zátěži pacienta,
- c) při **radioterapeutických výkonech** ozáření cílového objemu, na který je léčba zářením zaměřena, v rozsahu nezbytném k dosažení požadovaného účinku, přičemž ozáření ostatních tkání má být tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout bez omezení léčby.

Radon

- radioaktivní plyn vznikající **přírodním rozpadem uranu** přes radium
- bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, nehořlavý, lidskými smysly nedetekovatelný
- sám škodlivý není, to jeho produkty, vznikající přírodním rozpadem. Jsou to částice snadno se spojující s pevnými a kapalnými částicemi v ovzduší a vytváří **radioaktivní aerosol**. Dále se rozpadají na alfa a beta záření a končí olovem.

Nebezpečí pro člověka = koncentrace dceřinných produktů radonu na povrchu dýchacích cest a jeho ozařování **alfa zářením** (vznik plicní rakoviny).

Účinky jsou somatické a genetické (postihují potomky).

Radon – zdroje a šíření

- nejvýznamnější jsou stopová množství v **zemské kůře** (nejvyšší koncentrace jsou obvyklé ve vyvřelých, magmatických horninách, jako jsou např. žuly, protože primárně již v době svého vzniku byly obohaceny uranem)
- uvolňuje se z půdy (propustné – štěrkovité horniny, tektonické zlomy), difunduje do atmosféry, kde běžně 4 až 6 Bq/m³
- pokud uniká do dutin v budovách, může být až 100 000 Bq/m³, ve vyšších podlažích klesá
- průměr v budovách v ČR = 59 Bq/m³ s velkým rozptylem
- zdroj v interiéru – **cigaretový kouř**
- stavební **hmoty z důlních odpadů** – některé druhy škváry a popílku, obecně silikáty (zejména beton – radioaktivní písek)

Difúzní délka radonu – vzdálenost, kterou urazí radon od zdroje během níž klesne jeho aktivita 2,72 x:

Polyetylen 0,25 cm, mikroten 0,61 cm, těžký beton 10 cm, omítky 30 cm, pórobeton 57 cm.

Radon – limity a optimalizace

Radonový index pozemku je podle § 6 odst. 4 zákona určen k posouzení a usměrnění možného pronikání radonu z geologického podloží do budov. Při jeho stanovení se postupuje tak, že se vychází z těchto měření a ukazatelů:

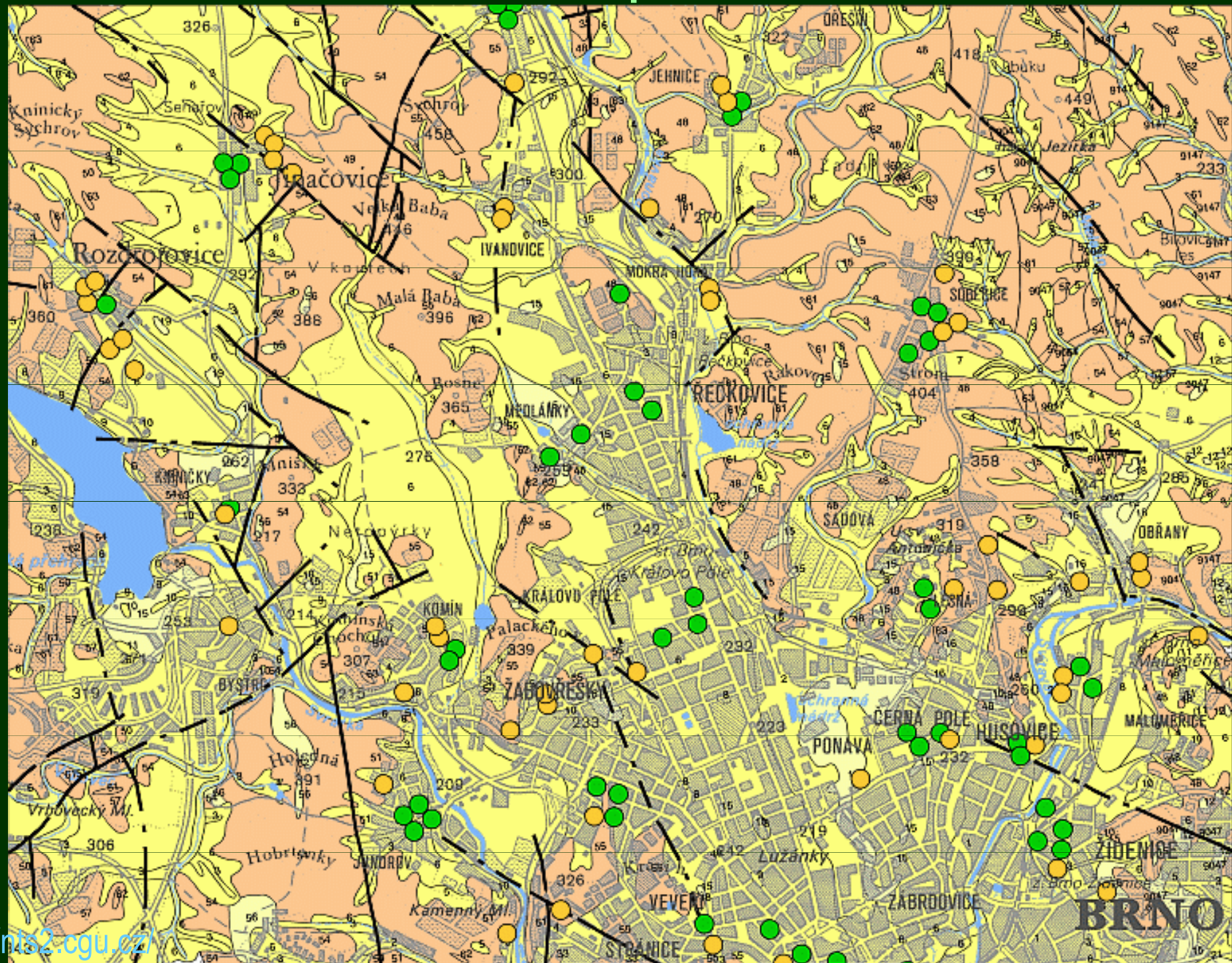
- a) reprezentativního souboru měření objemové aktivity radonu ^{222}Rn v půdním vzduchu (80cm pod povrchem, 15 vzorků – nehomogenita půdy),
- b) posouzení plynopropustnosti základových půd v kontaktním prostředí budovy s geologickým podložím,
- c) posouzení dalších ukazatelů a charakteristik geologického podloží ovlivňujících transport radonu v základových půdách

Směrné hodnoty pro stavební úpravy ve stavbách pro pobyt lidí:

Stávající stavby: 400 Bq/m^3

Projektované stavby: 200 Bq/m^3

Radonová mapa – Brno SZ



Radon – limity a optimalizace

Ve státech EU platí: stávající byty – max. 200 Bq/m³
nová výstavba – max. 100 Bq/m³
Ashrae – max. 74 Bq/m³

Orientační hodnoty a optimalizační opatření

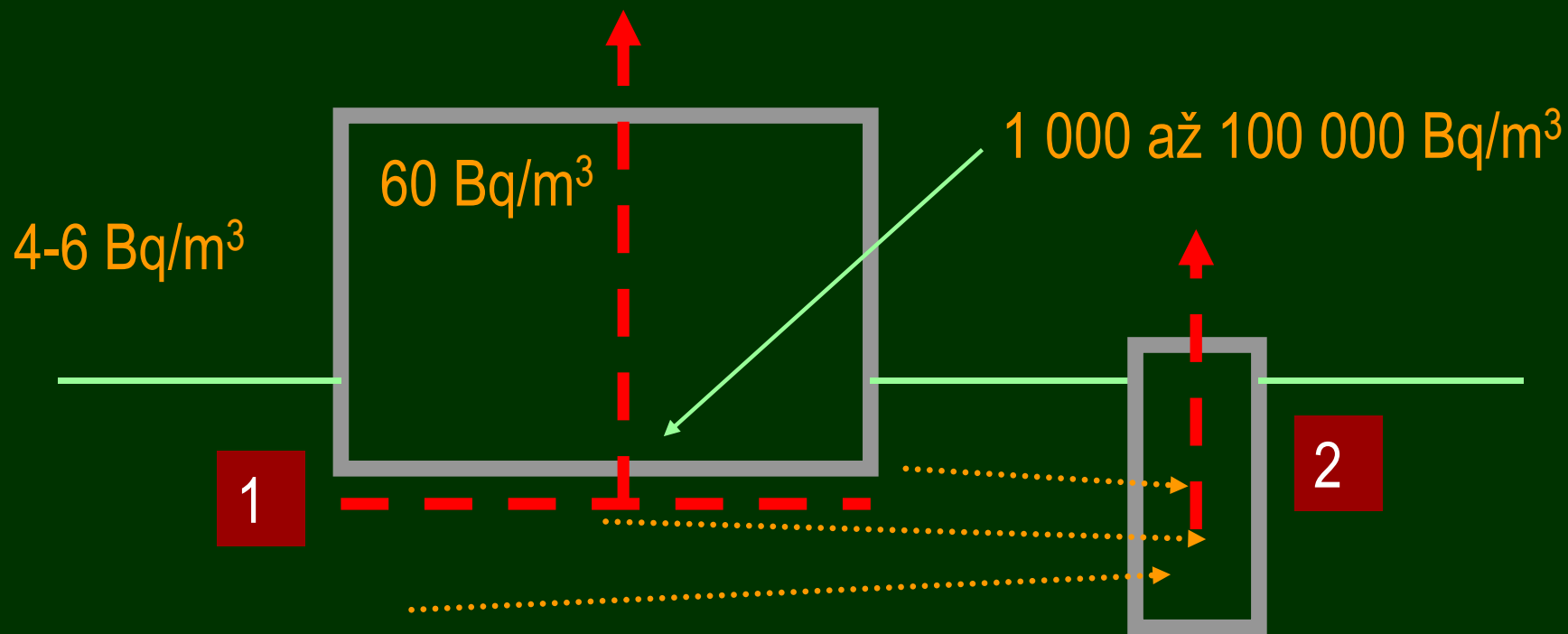
Koncentrace Bq/m ³	opatření
200 - 300	Zvýšení přirozeného větrání, příp. zavedení nuceného větrání
300 - 600	Středně nákladné stavební úpravy, nucené větrání s rekuperací
600 - 2000	Zásadní stavební úpravy
nad 2000	Vyloučení pobytu osob

Radon – výskyt v budovách

Jeden z výzkumných projektů sledoval úroveň radonu v různých typech objektů na homogenním podloží s vysokým indexem. Výsledky ukazují, že radon nejsnáze proniká do objektů typu **rodinného domku, postaveného před r. 1960**, s izolací základové desky ve špatném technickém stavu a nepodsklepeného. Naopak ve **vícepodlažních objektech mladšího data** výstavby v dobrém technickém stavu se setkáváme s nižšími hodnotami objemové aktivity radonu, i když je objekt situován na podloží s vysokým indexem. Z toho je zřejmé, že technický stav objektu, zejména jeho izolace od podloží, může výrazně ovlivnit výslednou hodnotu obsahu radonu v objektu.

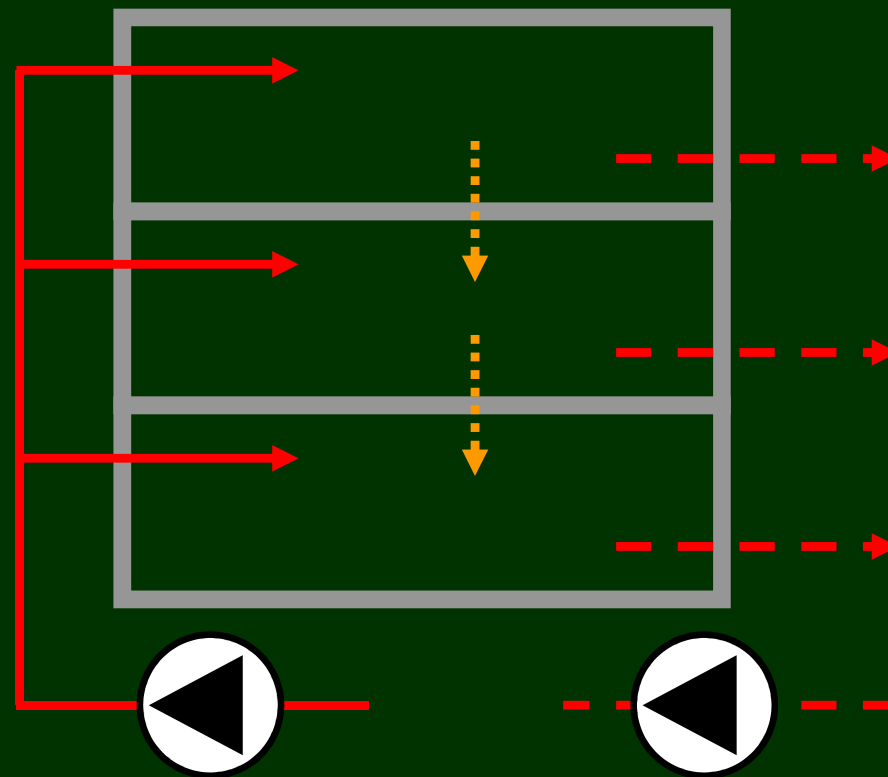
Radon – optimalizace zásahem do zdroje

1. **odvětrání podloží** (drenážní systém – nopované fólie)
 2. **radonová studně** (10 až 80m od objektu, dno pod základovou spárou, nucený odvod vzduchu – vhodné pro průvzdušné podloží)
- povrchová úprava stěn – nátěry, tapety jsou zpravidla málo účinné



Radon – optimalizace zásahem do pole přenosu

1. Omezení šíření radioaktivních látek budovou
2. Větrání s kaskádovými tlakovými poměry
3. Filtrace není účinná



Elektrostatické mikroklima

Elektrostatické náboje na materiálech a elektrostatickými poli v prostoru. Elektrostatický náboj vzniká při vzájemném pohybu a oddělování částic s různou dielektrickou konstantou (ztráta a získání elektronů).

Zdroje statické elektřiny

- chůze v botách s pryžovými podrážkami po podlaze z izolačního materiálu (asfalt, linoleum, PVC)
- pohyb člověka ve vlněném oděvu
- česání vlasů
- stažení ubrusu
- průtok (pohyb) dielektrických látek v potrubí z dielektrických materiálů (plasty), kdy se nabíjí i dopravovaná tekutina

..... elektrostatický potenciál stovky až tisíce V

Elektrostatické mikroklima

Kritérium:

potenciál elektrostatického náboje v uvažovaném místě
intenzita elektrostatického pole

$$Q = CV$$

Q ... elektrostatický náboj (C)

C ... elektrická kapacita (F)

V ... napětí (V)

Nízká kapacita (plasty) → vysoké napětí

Vysoká kapacita (kov) → nízké napětí

- Nebezpečí výbuchu nastane, překročí-li elektrostatický náboj minimální zápalnou energii (závisí také na koncentraci výbušné směsi, obsahu kyslíku)
- Usazování prachu na plochách s opačnou polaritou (tapety)
- Počítač citlivější než člověk

Elektrostatické mikroklima - úpravy

Zásah do zdroje

- použití antistatických látek (vodivých)
- anistatické uzemnění → elektrostatický svod, uzemnění podlahou z vodivé gumy, vodivé pneumatiky, elektricky vodivá podrážka obuvi (pryžová)
- bavlněné oblečení (ne hedvábí nebo plastické hmoty)

Zásah do pole přenosu

- zvýšení relativní vlhkosti vzduchu (RH 60 až 70 % snižuje tvorbu statické elektřiny na minimum, nad 80% nevzniká vůbec)
- reverzní ionizace vzduchu (ionty +/- nábojů neutralizují náboje opačné polarity těles) – elektrostatické neutralizátory
- vodivá podlaha (homogenní, přídavek do směsi = plnidlo; do betonu 1 až 3% acetylénových sazí, práškový kov)
- antistatická úprava koberců, povrchů stěn

Elektromagnetické mikroklima

Elektromagnetické vlny o vlnové délce větší jak 1 mm

Je charakterizována velikostí a směrem svých složek (elektrické a magnetické)

f ... frekvence

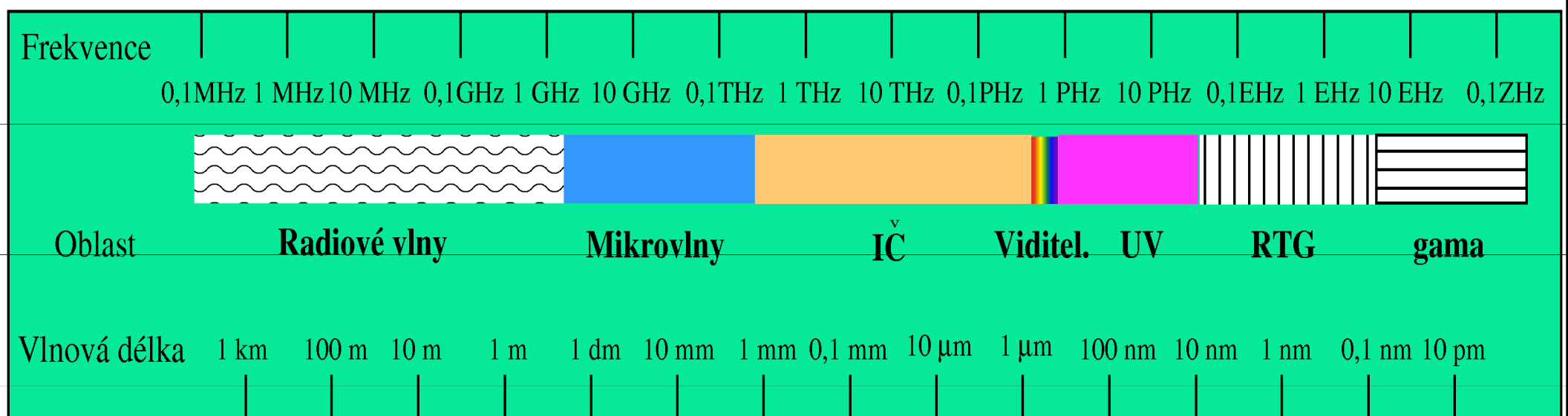
v ... rychlost šíření (přibližně rychlost světla $v = 3 \cdot 10^8$ m/s)

λ ... vlnová délka (m)

$$\lambda = v \frac{1}{f}$$

Spektrum elektromagnetického záření

SI rozvody WiFi Mikrovlnná trouba UVA, UVB, UVC Ionizující Proud fotonů
 Jaderné děje



Rádio Tepelné záření Ionizující
 Televize Optická komunikace RTG diagnostika
 Mobilní telefony
 Amatérské rádio

Elektromagnetické mikroklima

U N frekvencí se elektrické a magnetické pole uvažuje odděleně:

- magnetické vzniká při průchodu proudu vodičem (roste s proudem) [μT]
- elektrické pole vzniká rozdílem napětí [kV/m , V/cm]

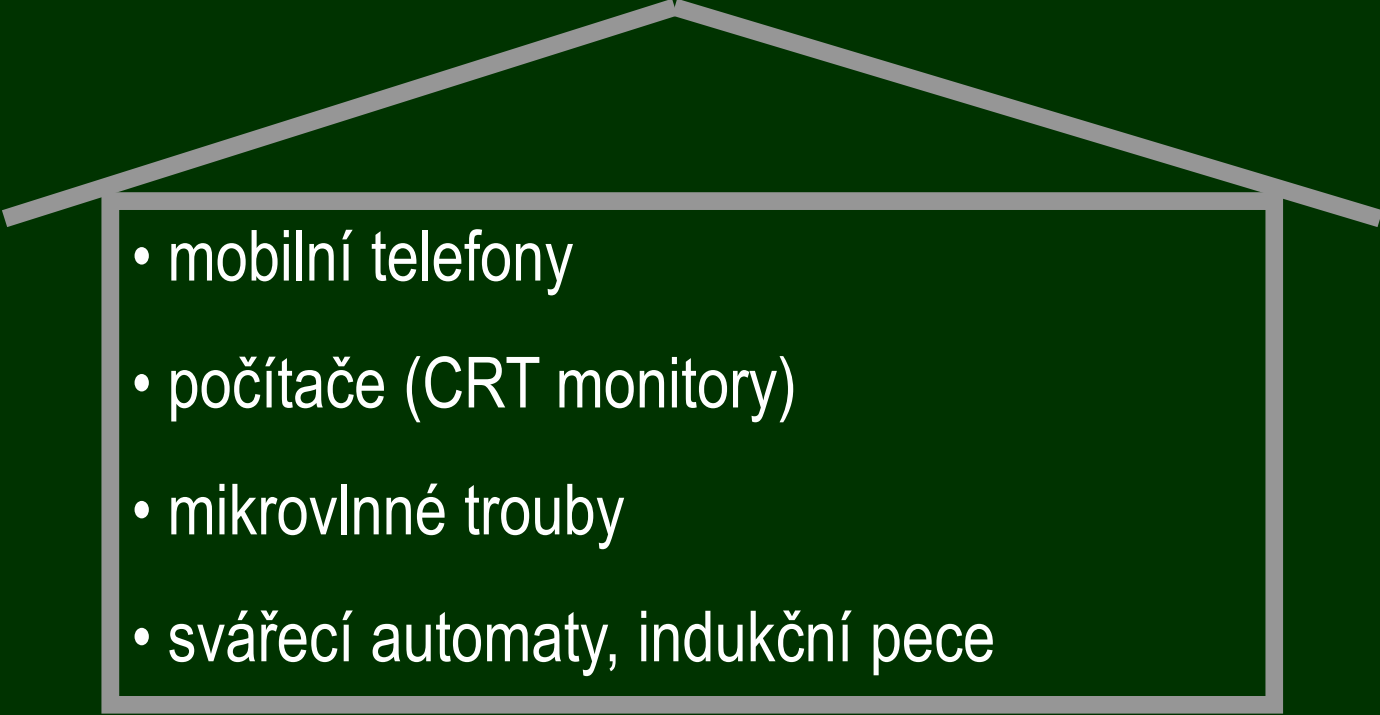
V pásmu V frekvencí představuje intenzita elm. pole elektromotorickou sílu ve V indukovanou ve vodiči délky 1m [V/m]

V pásmu VV frekvencí se intenzita elm. pole vyjadřuje výkonovou hustotou, která je rovna poměru výkonu k velikosti plochy, kterou prochází [$\mu\text{W/cm}^2$]

Ozáření = součin intenzity pole a doby působení

Zdroje elmg. vlnění

- výboje při bouřích a sluneční činnosti
- vysílače (rozhlas, TV, základové stanice pro mobilní telefony, dálkové ovládání)
- vedení V napětí

- 
- mobilní telefony
 - počítače (CRT monitory)
 - mikrovlnné trouby
 - svářecí automaty, indukční pece

Působení elmg. vlnění na člověka

Základním přenosem je generaování lokálního tepla

Citlivé orgány: kůže, pohlavní orgány (bolesti hlavy, deprese)

Alergie na elmg. záření (hypersenzitivita – spíše psychická p.)

Statisticky významně zvýšené riziko:

- u **dětí** při intenzitě mg. pole $> 0,2\mu\text{T}$ (blízkost vedení VN – ochranná pásma)
- **nedonošení dětí** při práci monitorů s mg. polem $> 0,3\mu\text{T}$ v těhotenství
- **Alzheimerovy choroby** u elektrikářů

Působení elmg. vlnění na člověka

mobilní telefony ...? výkon cca 0,1 až 2W – automaticky upravuje dle signálu, 1/2 energie pohltí kůže a lebka (mozek se zahřívá – mikrovlny)

- záření zjednodušuje cestu toxickým látkám do mozku (zvířata)
- mg. pole zvyšuje krevní tlak o 10mm Hg sloupce
- zvýšení počtu mozkových nádorů ... není prokázána přímá souvislost.

Luminex (folie) výrazně snižuje negativní elektromagnetické záření z mobilního telefonu, které přeměňuje na neškodné a efektní luminiscenční světlo.

Výsledky testování odrušovače negativního elektromagnetického záření z mobilních telefonů Luminex prokázaly 59% účinnost při odchozím hovoru a 78% při hovoru přijímaném.

Elektromagnetická kompatibilita = ochrana elektronických přístrojů před
důsledky působení elmg. záření

Eliminace elmg. vlnění

- oddálení zdroje od těla
- odstranění zdroje
- stínění (Al nebo Cu plech tl.min. 0,5mm) - uzemněno

Aeroiontové mikroklima

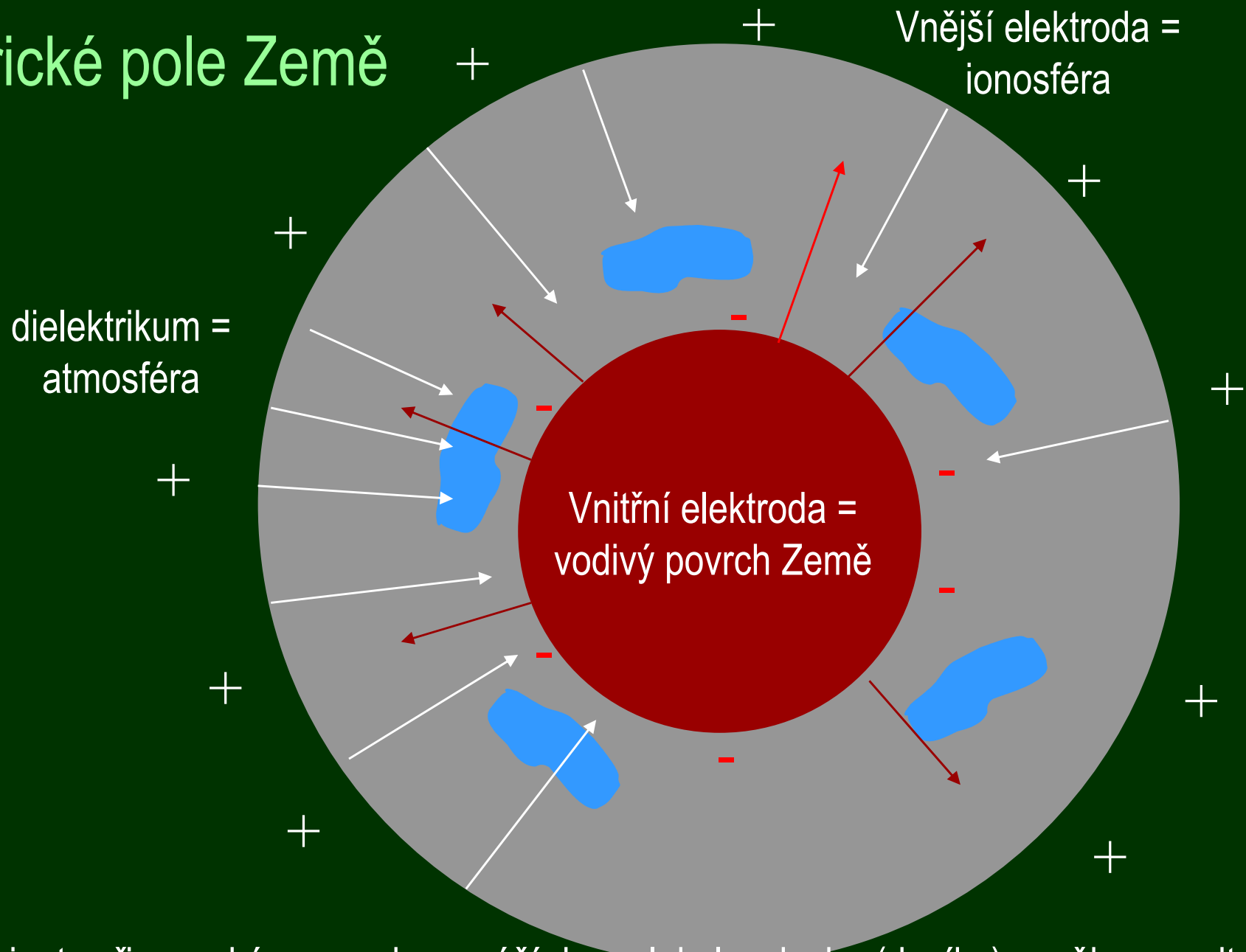
Negativní a pozitivní ionty v ovzduší

Vznikají působením **ionizační energie** – srážky molekul, odtržení elektronů z orbitu – dvojice nabitých částic. Ty se spojují s neutrálními částicemi do komplexů 10 až 30 molekul = lehké ionty (**aeroionty**)

Zdroj ionizační energie:

- elektrické pole
- kosmické, **ionizující** a UV záření
- **Lenardův efekt**

Elektrické pole Země



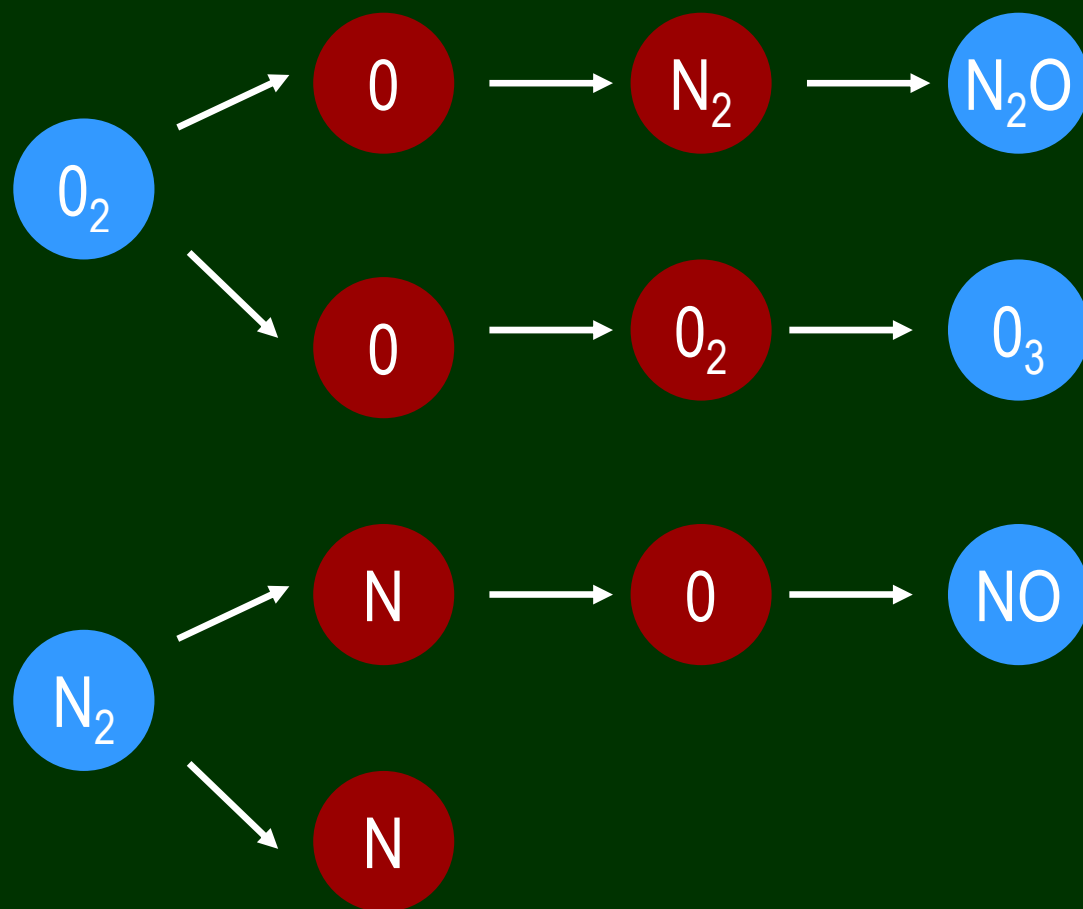
Existující ionty při zemském povrchu naráží do molekul vzduchu (dusíku); z něho se odtrhne elektron, který se spojí s molekulou kyslíku nebo vody; tyto pozitivní i negativní molekuly plynů se obklopují dalšími neutrálními molekulami a vytvářejí komplexy o 10 až 30 molekulách = lehké ionty.

Lenardův efekt

Z vody se oddělují malé částice nesoucí záporný náboj; větší kapky získávají pozitivní náboj.



Vznik aeroiontů může být provázen změnou chemického složení vzduchu (ozón a oxidy dusíku):



Ukládání lehkých iontů na pevný a kapalný aerosol v ovzduší vede ke tvorbě středních a těžkých iontů (pseudoionty). Čím jsou ionty lehčí, tím jsou pohyblivější.

Počet lehkých iontů:

V čistém vzduchu (v lese):	1000 až 1500 /cm ³
Vodopád	30 000 - 40 000 /cm ³
Méně čistý vzduch ve městě	80 - 200 /cm ³ .
Vhodná koncentrace v interiérech	200 - 300 /cm ³

Se znečištěním vzduchu (kouřem, mlhou, prachem) stoupá počet středních a těžkých iontů, lehké ionty jsou neutralizovány také kouřením.

Poměry iontů v ovzduší se mění při vzniku mraků a při bouřkách, kdy se počet negativních iontů zvyšuje.

Elektrické pole uvnitř staveb ovlivňuje obvodový plášť. Minimálně je deformují dřevěné a cihelné konstrukce.

Vzduch vedený potrubím je ionty chudý, 2m plechového vzduchovodu – úbytek 20%.

Vnímání iontů v ovzduší

Vzduch s malým podílem iontů = těžký

Vzduch s převahou pozitivních iontů = dusno

Vzduch s převahou negativních iontů = řídký a chladný

Vzduch s optimálním poměrem +/- iontů = lehký a čistý

Působení na člověka kůží (10%) a plícemi (90%).

Negativní ionty:

- redukuje hladinu serotoninu a tím působí uklidňujícím účinkem
- posiluje afinitu hemoglobinu a kyslíku a ve vodě rozpustných vitamínů (zvýšení kapacity organismu při zátěži, odolnost vůči virovým onemocněním)

Ionizovaný vzduch urychluje sedimentaci prachu. Negativně nabitý prach je intenzivně vdechován, neboť člověk je nabitý kladně.

Ionizátory

- hydrodynamické (Lenardův efekt),
- s koronovým výbojem (el. pole s vysokým napětím mezi 2 elektrodami)
- se stropní elektrodou (strop jako kladná elektroda, podlaha jako záporná elektroda, mezi nimi elst. Pole. Elektroprecipitace = usazování na kladné elektrodě.



Dej každému dni příležitost, aby se mohl stát
nejkrásnějším dnem tvého života.

Mark Twain