

Lidé a ionizující záření



minimum z radiační ochrany

Státní úřad pro jadernou bezpečnost

Druhy záření

částicové (korpuskulární)

alfa částice (2 protony a 2 neutrony)

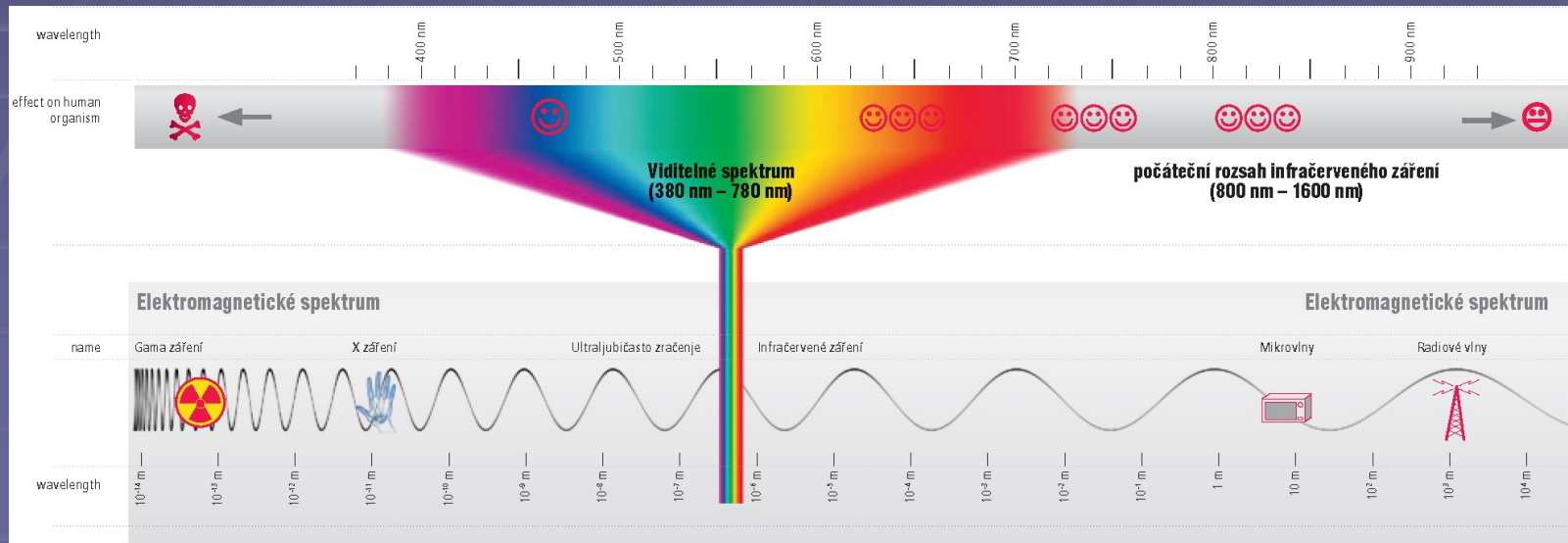
elektronové (elektrony z jaderných reakcí)

pozitronové (pozitrony z jaderných reakcí)

neutronové (neutrony z jádra)

vlnové (elektromagnetické)

rtg záření, gama záření



Zdroje (původ) ionizujícího záření



Atomy radioaktivních prvků

- samovolná přeměna energeticky nestabilních jader
- rychlostí přeměn je určena veličina aktivita
- mohou vysílat částice alfa, beta, gama nebo neutrony

Generátory záření

- technická zařízení, která urychlují částice, které dále ionizují nebo generují svazek fotonů (např. rtg generátory, cyklotron)

Příklady zdrojů ionizujícího záření

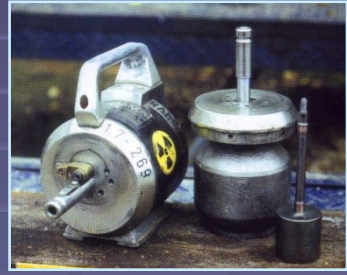
přírodní zdroje

umělé zdroje

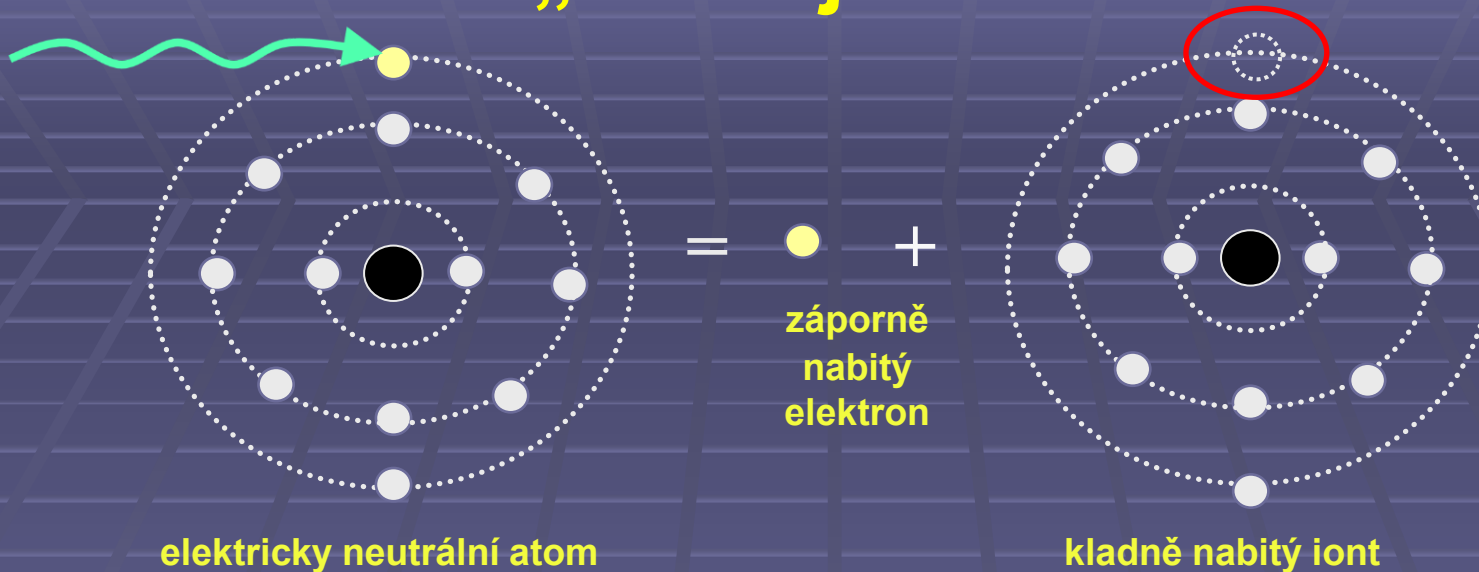
kosmické záření

přírodní radioaktivní látky v potravinách

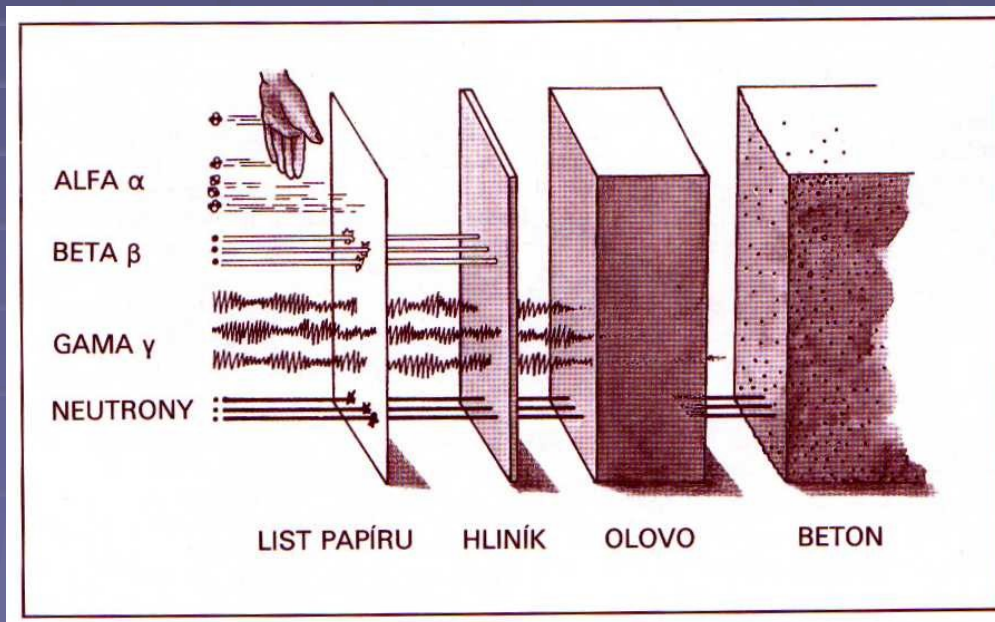
radon v domech



Proč „ionizující“ záření



Vlastnosti záření



Jak popisujeme zdroj ionizujícího záření ?

Energie vycházející ze zdroje je důsledkem přeměn jader atomů. Látka, u které dochází k přeměnám jader, se nazývá **radioaktivní**.

Mírou radioaktivity je **aktivita**, je to **veličina vztažená ke zdroji**, její jednotkou je **1 Bq** (becquerel, čti „bekerel“).

Aktivitu 1 Bq má látka, u níž dojde průměrně k jedné přeměně jádra za 1 sekundu: **1 Bq představuje velmi malou aktivitu zdroje!**

aktivita vztažená k hmotnosti = hmotnostní aktivita (Bq/kg)

aktivita vztažená k ploše = plošná aktivita (Bq/m²)

Příklady

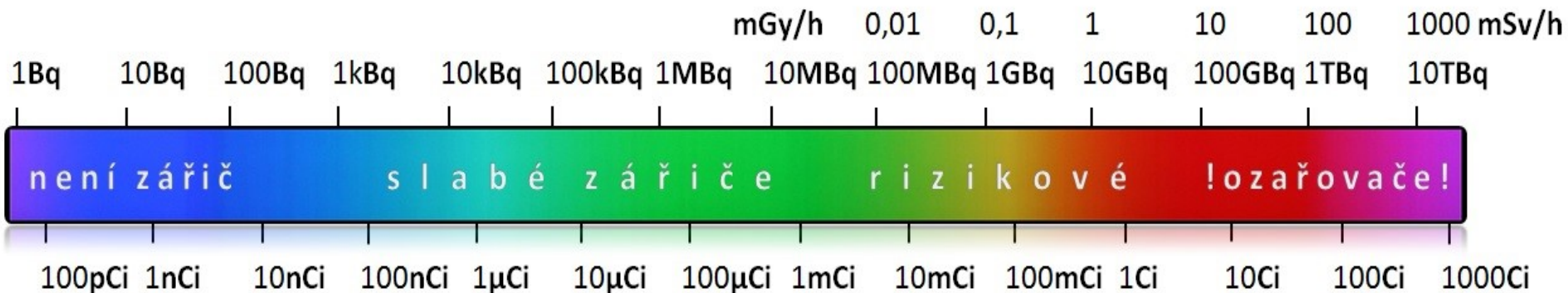
- v podloží jsou desítky až stovky Bq/kg přírodních radionuklidů
- slabé zářiče (etalony) do 1 MBq (milióny Bq)
- ozařovače ve zdravotnictví 100 GBq až 10 TBq (stovky miliard až desítky biliónů Bq)

Aktivita zdroje

AKTIVITA ZÁŘIČE [Bq, Ci]

ZEVNÍ OZÁŘENÍ (UZAVŘENÝ ZÁŘIČ)

dávkový příkon P v 1 m od „bodového“ nestíněného zářiče (přibližně):



běžné aktivity v 1 kg látek

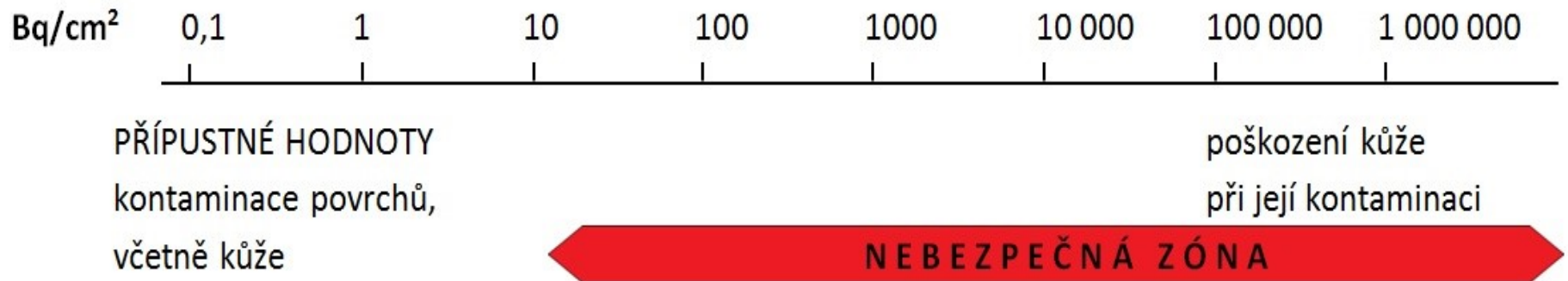
limity ročních příjmů aktivit

poškození, smrt (po příjmu aktivity)

VNITŘNÍ KONTAMINACE OSOB (OTEVŘENÝ ZÁŘIČ + ROZPTYL + PŘÍJEM)

Plošná aktivita

PLOŠNÁ AKTIVITA [Bq/cm²]



Jak popisujeme účinek záření ?

Množstvím energie, které předá záření ozářenému objektu, tedy **veličinami vztaženými k terči**.

Míra předané energie se vyjadřuje **dávkou**, jednotkou je **Gy** (gray) nebo **Sv** (sievert), dříve **R** (rentgen).

Ekvivalentní dávka popisuje účinek na orgán nebo tkáň. **Efektivní dávka** popisuje účinek na celé tělo.

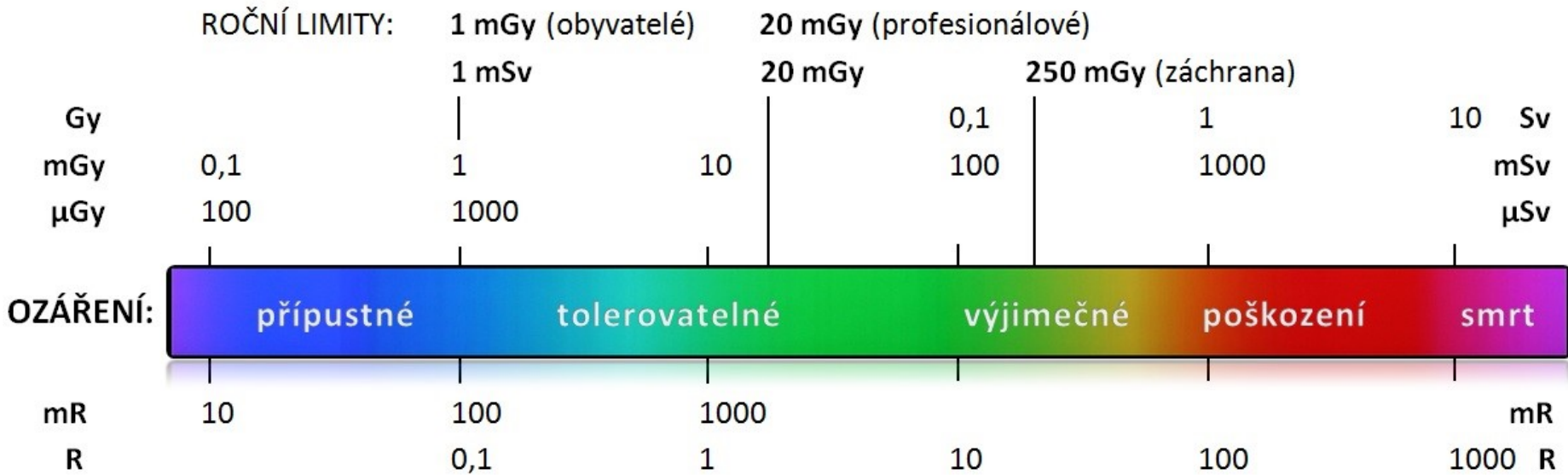
Pokud vztáhneme dávku k času, mluvíme o **dávkovém příkonu** : **Gy/h** resp. **Sv/h** .

1 Gy a 1 Sv představují velmi velké dávky, proto v praxi používáme jednotky tisíckrát menší: **1 mGy, 1 mSv** nebo milionkrát menší: **1 μ Gy, 1 μ Sv**

Dávky pod 100mSv považujeme za nízké dávky.

Dávka

DÁVKA [Gy=Sv, R]



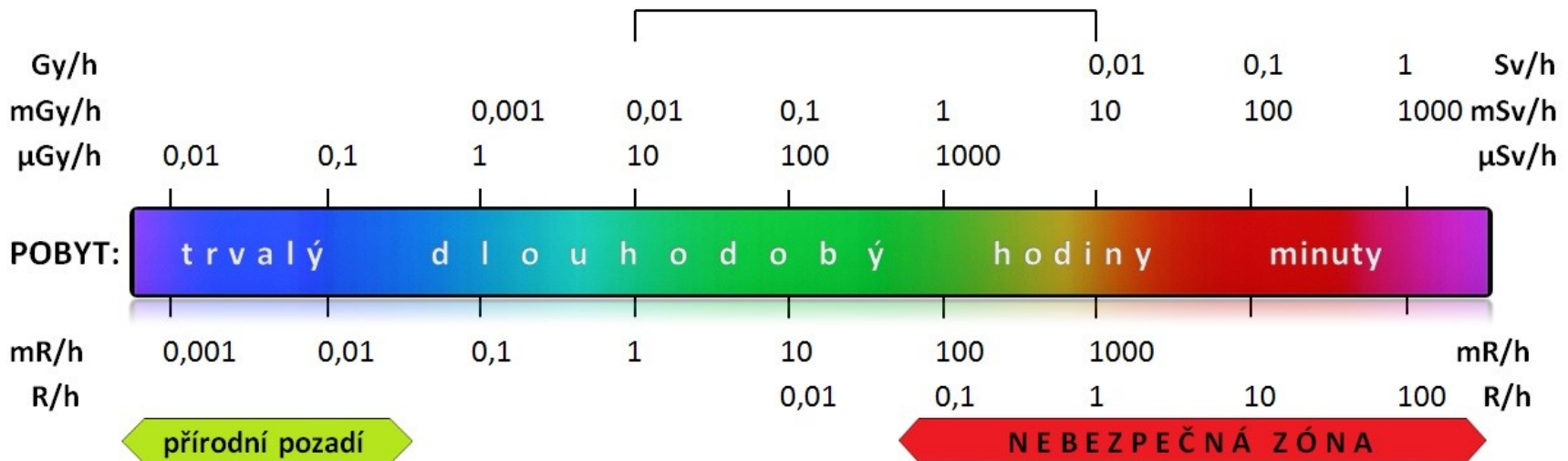
Dávkový příkon

DÁVKOVÝ PŘÍKON [Gy/h=Sv/h, R/h]

PŘÍPUSTNÉ HODNOTY: obaly zářičů, vozidla, kontejnery

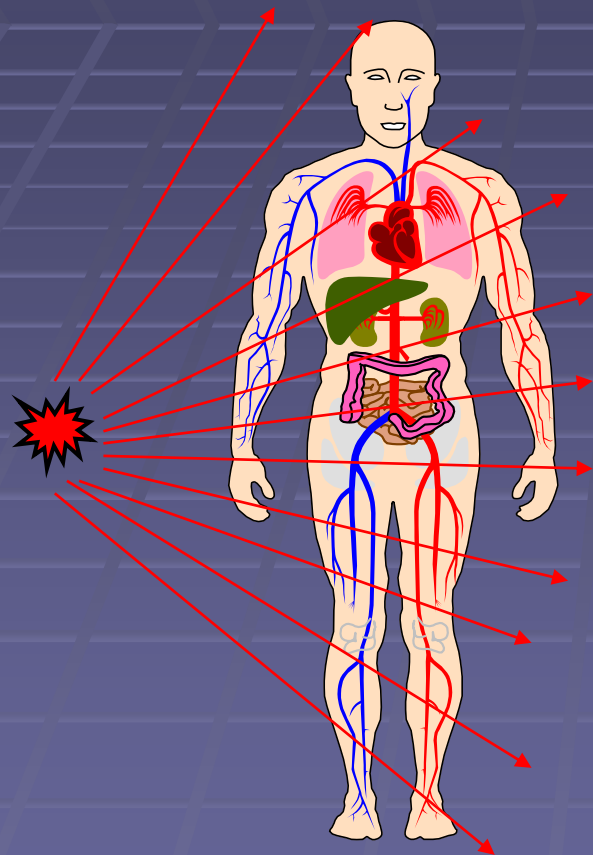
běžné zásilky

výlučné použití



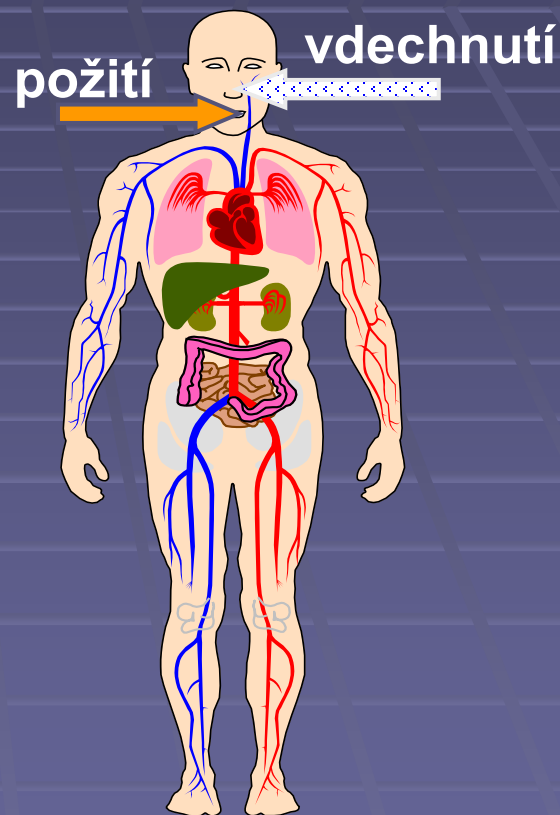
Způsoby ozáření člověka

VNĚJŠÍ



mimo lidské tělo

VNITŘNÍ



uvnitř lidského těla

zdroj záření je

Účinky ionizujícího záření na buňku

ionizující záření buňku

zničí nebo **změní**

tkáňová reakce

- buněčná populace se v závislosti na dávce zmenšuje
- tím je narušena funkce tkání
- dochází k chorobným změnám – tzv. **tkáňová reakce**

stochastický účinek

- mění se genetická informace v jádře buňky
- buňka si zachovává schopnost dalšího dělení
- zkomolený „program“ vede ke **vzniku nádoru**
- při mutaci v zárodečných buňkách je **možný vliv na potomstvo**

Stochastické účinky

Stochastický=nahodilý, pravděpodobnostní

Pravděpodobnost úmrtí na rakovinu
v populaci je 25%.

Kdybychom jednotlivce vystavili ozáření 100
mSv, pak pravděpodobnost úmrtí vzroste na
25,5%.

Nelze však určit zda konkrétní osoba rakovinu dostane nebo ne.
Toto lze vždy hodnotit pouze statisticky jako zvýšený výskyt
případů v určité populaci, která byla vystavena zvýšenému
ozáření. Ovšem pokud se dávky, kterým bude tato skupina
vystavena budou pohybovat pod 100mSv nebude účinek
rozeznatelný od uvedeného relativně vysokého přirozeného
výskytu nádorů v neozářené populaci.

Cíle radiační ochrany

Při využívání zdrojů ionizujícího záření:

1. **vyloučit ozáření způsobující tkáňové reakce (deterministické účinky)**
2. **pravděpodobnost stochastických účinků udržovat na nejmenší rozumně dosažitelné úrovni**

Základní ochrana založená na fyzikálních principech

PREVENCE!

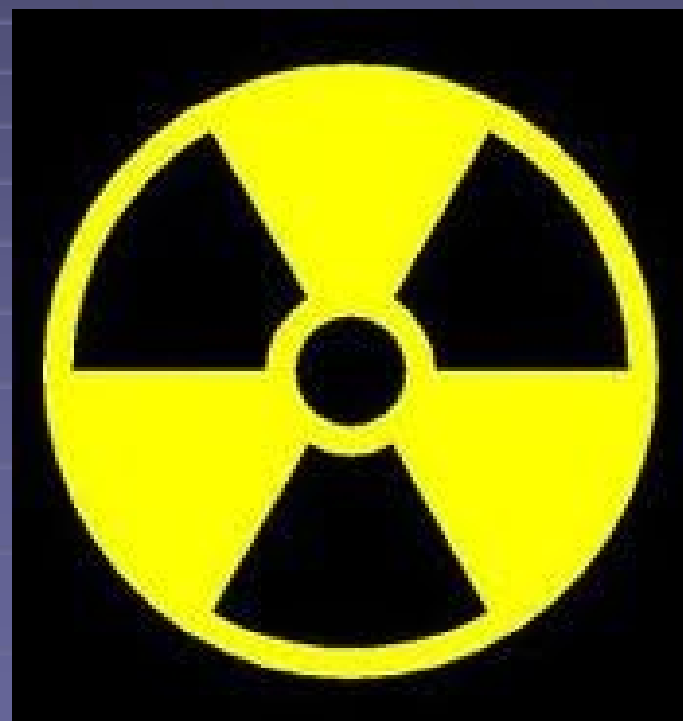
stínění

čas

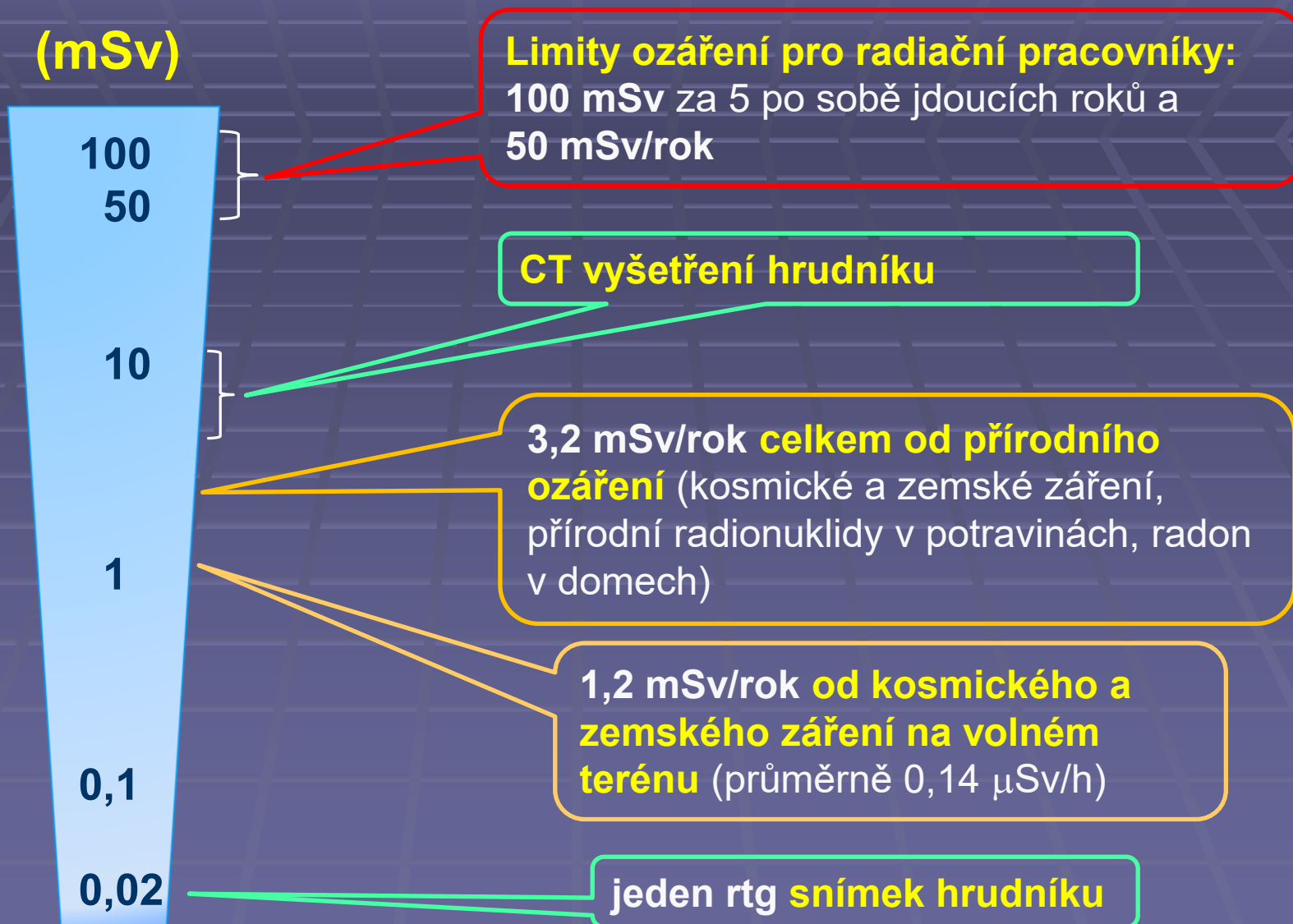
vzdálenost

Dále pak technické a organizační požadavky pro nakládání se zdroji záření dané legislativou.

Varovné symboly



Příklady úrovně ozáření v ČR



Co je běžné?

**Dávkový příkon 1 m nad volným terénem
v ČR** (různě velký podle místa)

0,1 – 0,3 mikroSv/h

(100 – 300 nanoSv /h)

... odpovídá asi 1mSv za rok

Co je regulované

Ozáření obyvatelstva (bez přírodního pozadí a ozáření při vyšetření nebo léčbě)

1 mSv /rok

POZOR!! Tato hodnota nereprezentuje hranici mezi bezpečným a nebezpečným !!

Slouží pouze pro stanovení rozumně dosažitelné míry radiační ochrany při plánovaných činnostech se zdroji záření.

Co je ještě přijatelné při nehodách

do 100 mSv

základní hodnota pro rozhodování o opatřeních
pro obyvatele i záchranáře

100 – 500 mSv

výjimečně tolerovatelné dávky pro záchranáře v
případě záchrany životů, zabránění velkým
škodám nebo zabránění dalšího rozvoje havárie

**VŽDY SNAHA OMEZIT JAKÉKOLIV AKCE NA NEZBYTNĚ NUTNOU
DOBU – PŘÍPRAVA!!**

pro pracovníky
výjimečně do 50
mSv/rok

Při nehodách:
• pro obyvatele
regulované

(mSv/rok)

0,01

0,1

1

20

100

500

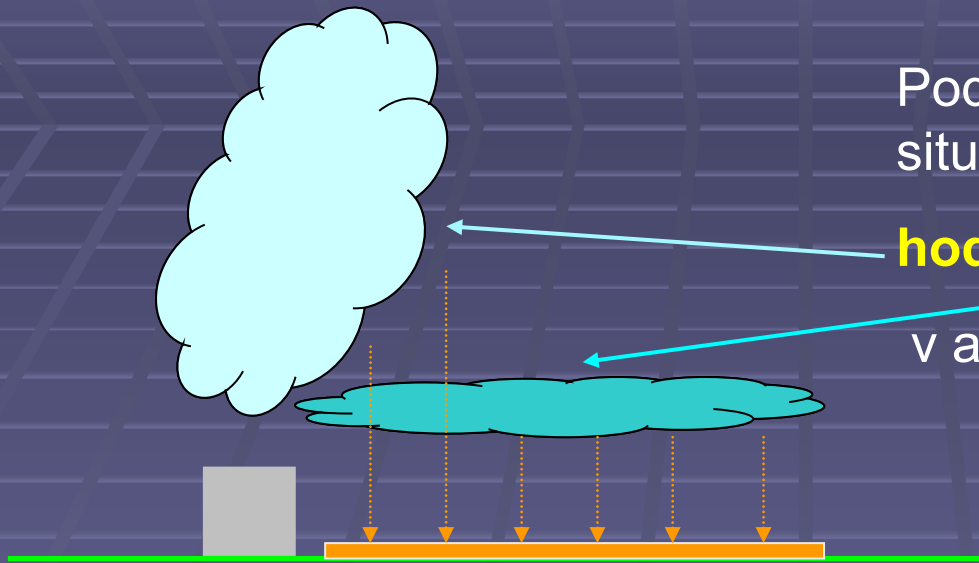
pro všechny
zanedbatelné

pro obyvatele
regulované

• pro obyvatele
neplánované
• pro pracovníky
regulované

Při nehodách:
• pro obyvatele
nepřijatelné
• pro záchranáře
výjimečně
tolerovatelné

Vliv úniku radioaktivních látek na okolí (1)



Podle aktuální meteorologické situace se uniklé radioaktivní látky

hodně nebo **málo** rozptýlí v atmosféře.

Mrak obsahující radioaktivní látky se pohybuje ve směru větru a radioaktivní látky z něho vy-padávající kontaminují terén.

V případě dobrého rozptylu vznikne větší plocha méně kontaminovaného terénu, v případě špatného rozptylu menší plocha s větší kontaminací.

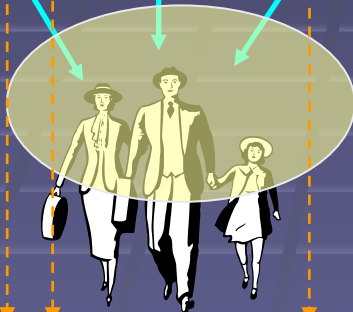
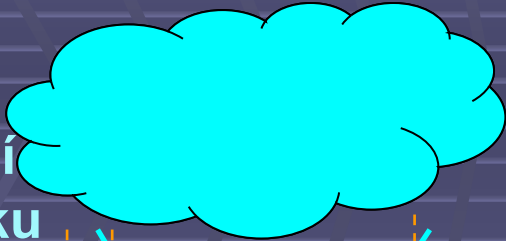
Vliv úniku radioaktivních látek na okolí (2)

při průchodu oblaku

po průchodu oblaku

vnější
ozáření
z oblaku

! vzácné
plyny
*Xe, *Kr



vnitřní ozáření
(inhalace)

! jódy *I

postupné vytváření depozitu

vnější
ozáření z
depozitu

! cesia *Cs,
jódy *I,
tellury *Te

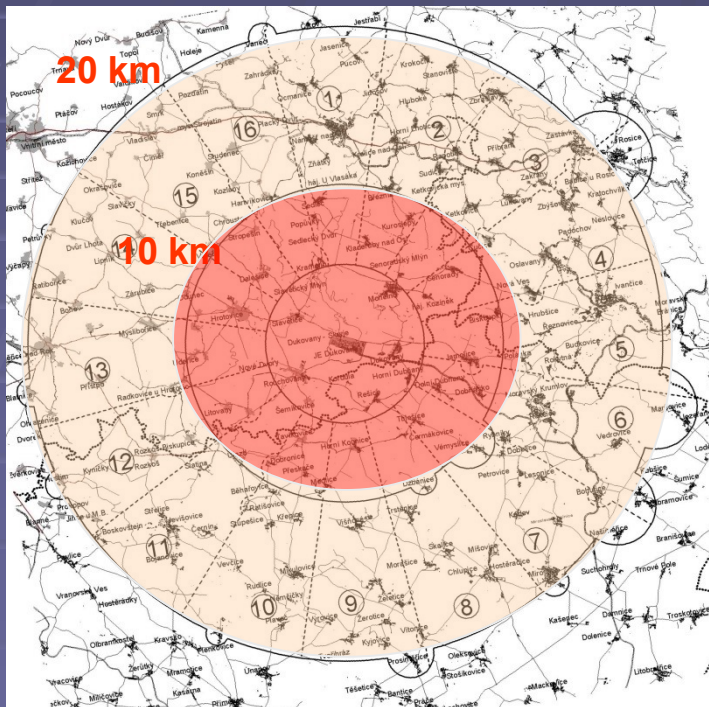


Neodkladná ochranná opatření v okolí JE

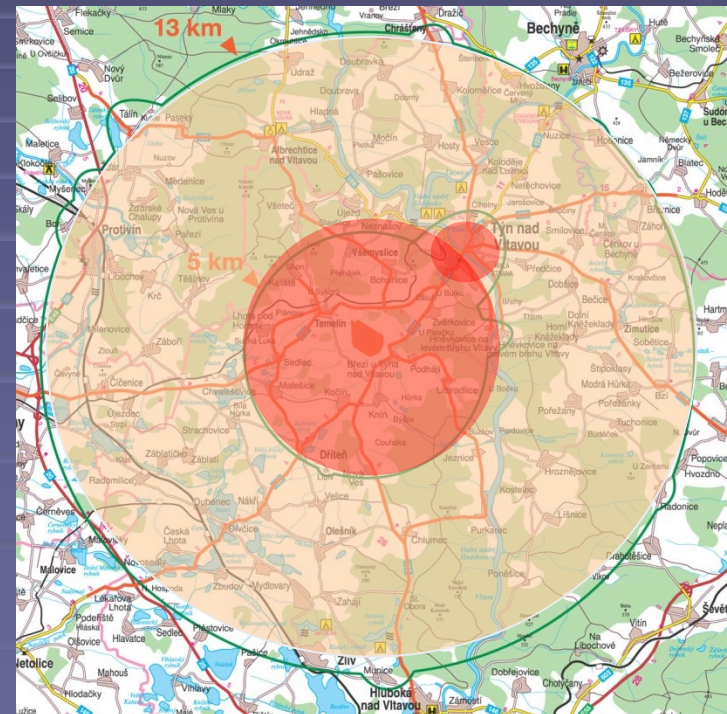
Ukrytí a jódová profylaxe – připraveny v celé zóně havarijního plánování (ZHP), ukrytí max. 2 dny.

Evakuace – připravena ve vnitřní části ZHP, max. na 1 týden.

Zóny havarijního plánování



Dukovany



Temelín

Neodkladná ochranná opatření

Ukrytí v domech sníží ozáření:

z oblaku cca 3 až 5x,

z inhalace 1 až 3x,

z okolního terénu až 10x.

Ve správný čas podaná **jódová profylaxe** může zabránit ozáření štítné žlázy v důsledku inhalace radioaktivních jódů ! Podání ex-post nemá velký význam!

Doporučuje se do věku 40 let! Může mít i závažné vedlejší účinky. Nemá smysl užít preventivně, vylučuje se rychle z těla. Smysl má mít zajištěn dostatečný přísun jódu z denní stravy.

jódová profylaxe – určena specificky pro vyloučení/snížení ozáření štítné žlázy radioaktivním jódem, pro ozáření jinými radionuklidy nebo jinými druhy záření nemá žádný význam!!

Následná ochranná opatření v okolí JE

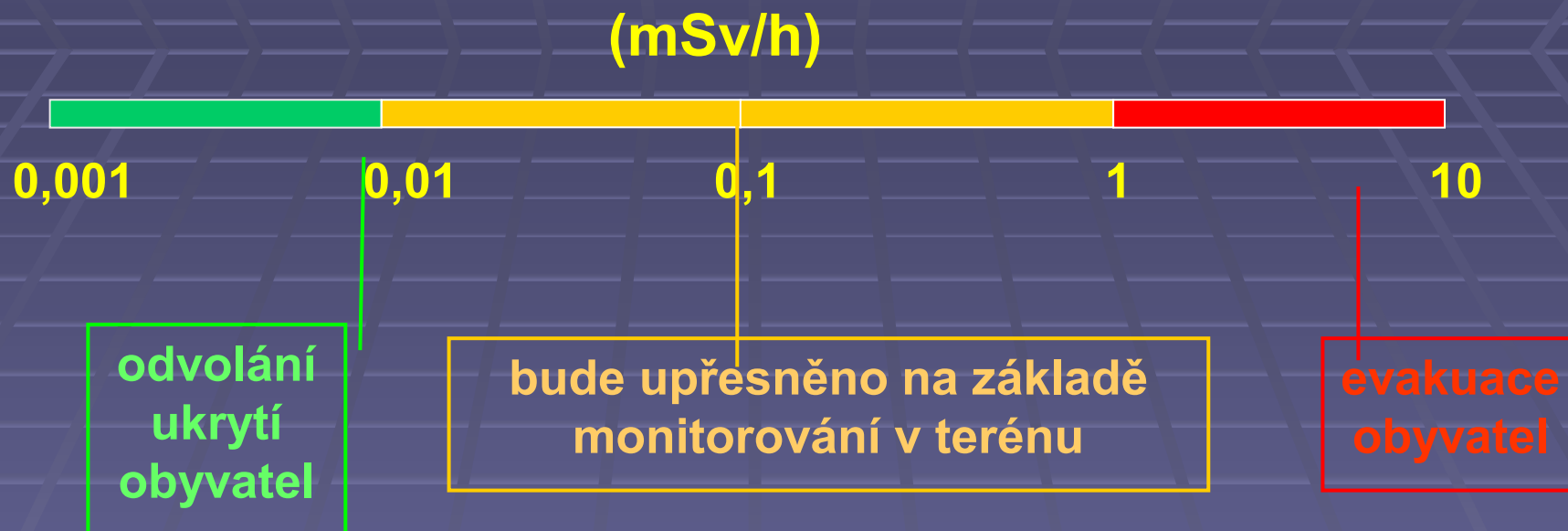
Regulace požívání kontaminovaných potravin, vody a používání kontaminovaných krmiv

- vyhlašuje se na základě výsledků monitorování radiační situace v ZHP i mimo ni.

Přesídlení obyvatel

- dočasné nebo trvalé podle skutečné radiační situace v ZHP.

Odhad radiační situace podle setrvávajícího dávkového příkonu 1 m nad terénem po vytvoření depozitu



Dávkový příkon větší než 1 mSv/h odpovídá dávce větší než 100 mSv/týden (zásahová úroveň pro provedení evakuace).

Děkuji za pozornost.