

Čo znamená Sievert?



Často sa stane, že sa pri otázkach ohľadom účinkov ionizujúceho žiarenia na organizmus vytiahnu jednotky ako Gray či Sievert. Tieto jednotky určujú mieru účinku ionizujúceho žiarenia nielen na živé organizmy. A však koľkí si reálne vieme predstaviť, čo tá ktorá jednotka vyjadruje? Tento poster slúži práve na vysvetlenie jednotlivých pojmov a jednotiek.

Ionizujúce žiarenie prenáša energiu vo forme častíc alebo elektromagnetických vln s vlnovou dĺžkou 100 nm alebo kratšou alebo frekvenciou 3.10^{15} Hz alebo vyššou, ktoré má schopnosť priamo alebo nepriamo vytvárať ióny.

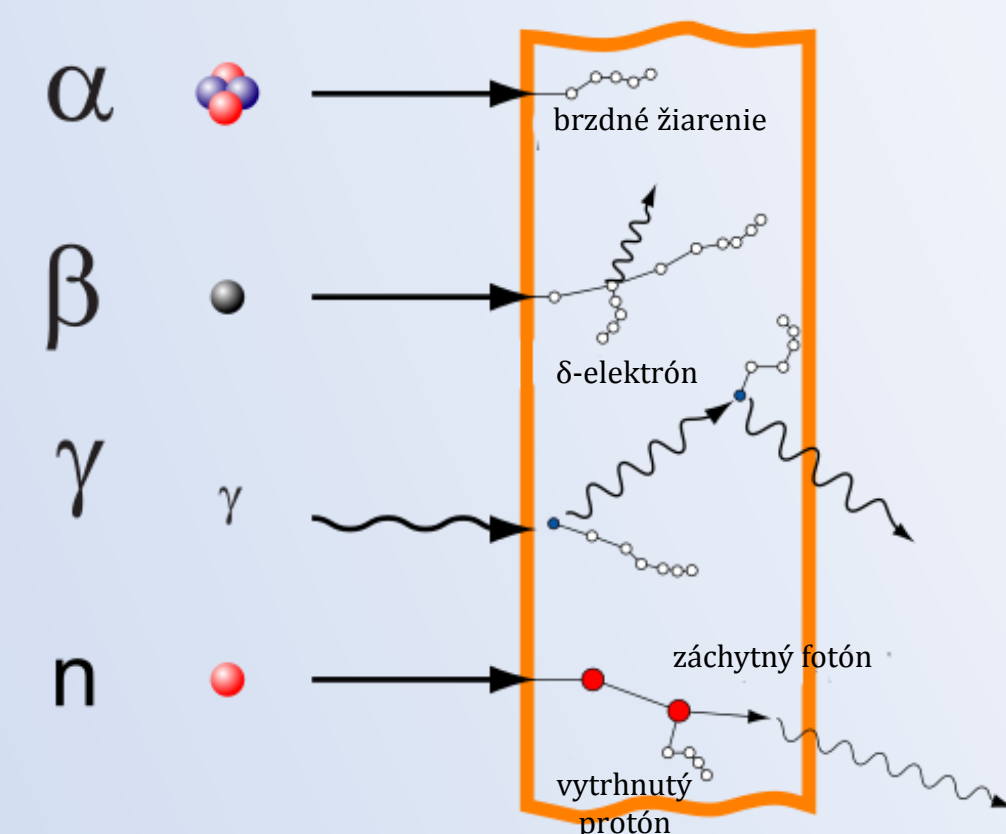
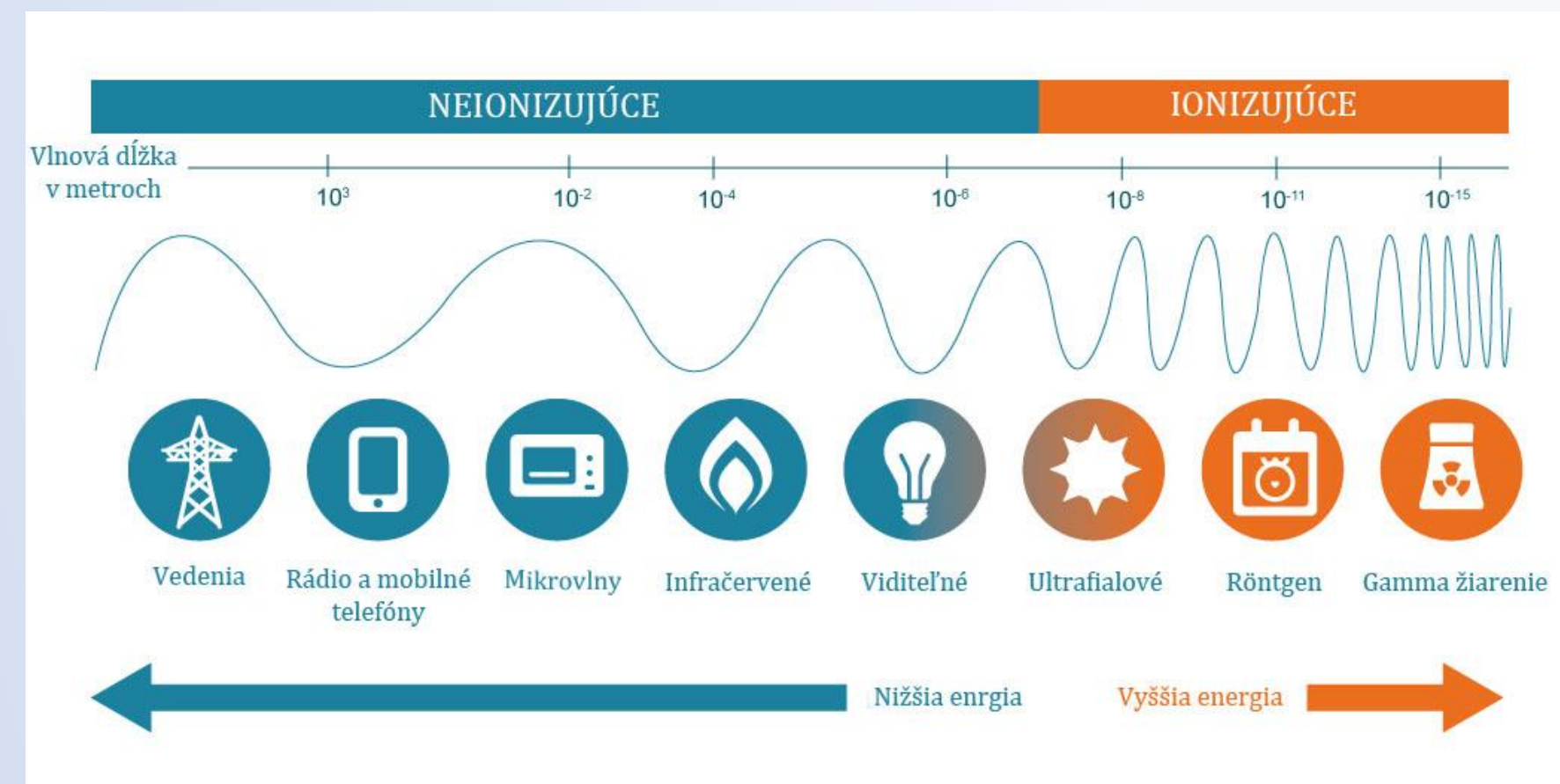
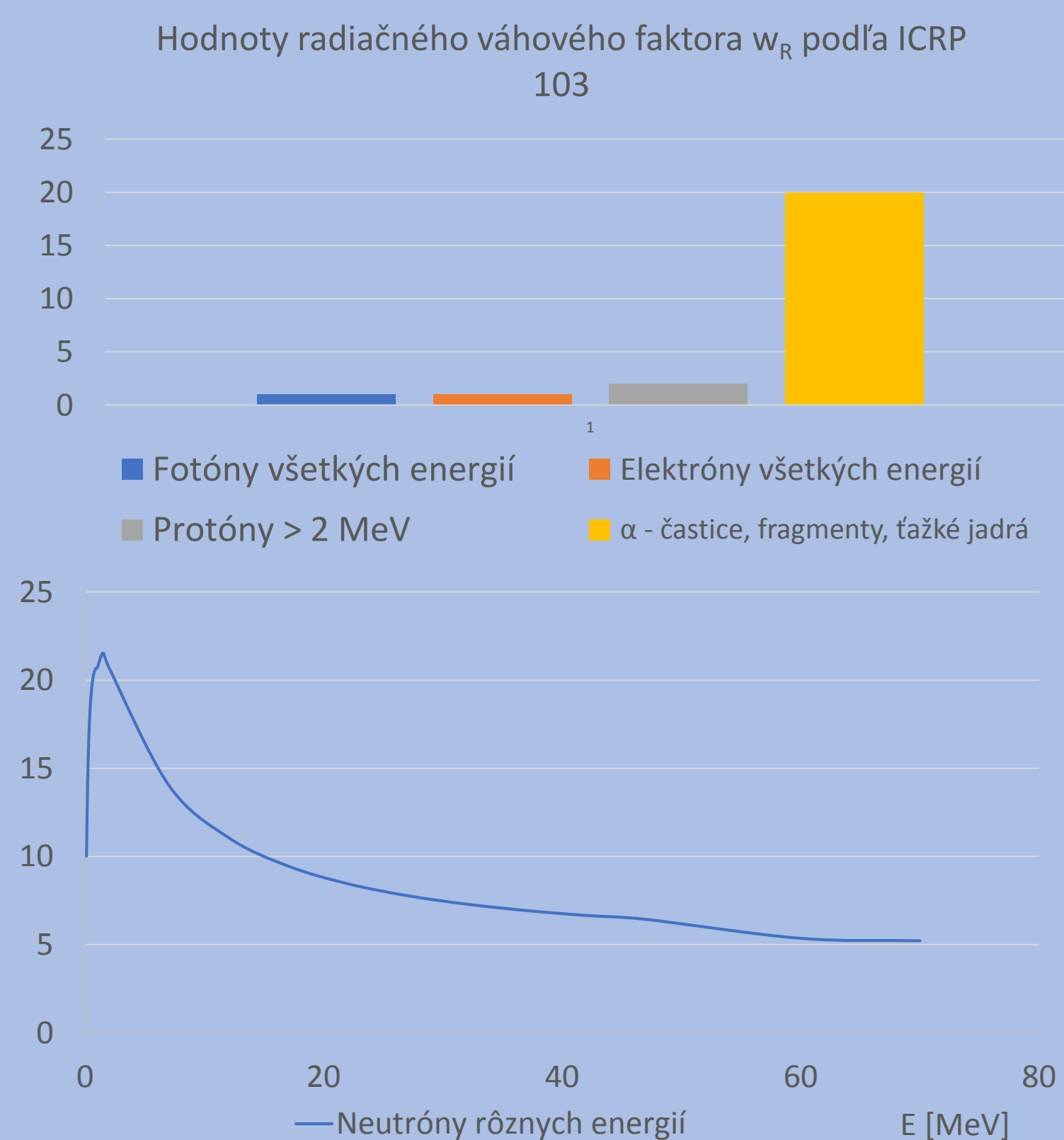
Ionizujúce žiarenie stráca energiu pri prechode materiálom prostredníctvom interakcií. Výsledkom sú zmeny stavby a štruktúry, ktoré závisia od absorbovanej energie látkou v danom mieste. Energetické straty žiarenia v danom mieste nemusia byť v tomto mieste materiálom aj absorbované. Množstvo látkou absorbovanej energie vyjadruje veličina absorbovaná dávka.

Absorbovaná dávka (D) popisuje odovzdávanie energie za určitý časový úsek. Dávka závisí od ožarovaneho materiálu, preto sa pre presnosť uvádza aj látka, ku ktorej sa vzťahuje. Jej jednotkou je Gray. Gray vyjadruje podiel strednej odovzdanej energie dE látky v objemovom elemente dV a jeho hmotnosti dm.

Treba si však uvedomiť, že biologické účinky žiarenia sú rozličné pre rôzne druhy žiarenia napriek tomu, že organizmus absorboval to isté množstvo energie. Pri posudzovaní biologických účinkov žiarenia je teda potrebné poznať nielen množstvo odovzdanej (absorbovanej) energie, ale aj spôsob jej odovzdávania a druh žiarenia, ktorým táto energia bola odovzdaná.

Dávka teda popisuje odovzdávanie energie z nabitých častíc na častice látky. Pokiaľ sú prvotné častice vstupujúce do látky nenabité, prvým krokom je interakcia s látkou a odovzdanie energie nabitým časticiam. Tento proces je popísaný veličinou KERMA (K) (z angl. Kinetic Energy Released in Matter). Kerma určuje, koľko energie sa uvoľnilo v podobe nabitých častíc po interakcii nenabitých častíc v objeme prostredia s istou hmotnosťou.

Ionizačné účinky žiarenia, t.j. množstvo elektrického náboja vytvoreného žiarením v jednotkovom objeme vzduchu charakterizuje expozícia. Expozícia (X) je historicky najstaršou dozimetrickou veličinou. Jej nevýhodou je, že je definovaná len pre fotónové žiarenie vo vzduchu. V radiačnej ochrane ju postupne vytláča kerma.



Zdroj žiarenia s energiou E

$$D = \frac{dE}{dm} = [Gy] = \left[\frac{J}{kg} \right]$$

$$K = \frac{dE_k}{dm} = [Gy]$$

$$X = \frac{|dQ|}{dm} = \left[\frac{C}{kg} \right]$$

Ionizujúce



Neionizujúce



$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R} = [Sv] = \left[\frac{J}{kg} \right]$$

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T = [Sv]$$

$$E(\tau) = \sum_T w_T \cdot H_T(\tau)$$

No a dostávame sa k odpovedi na našu počiatočnú otázku a teda k pojmu efektívna dávka. Táto veličina vyjadruje účinok na jednotlivé tkanivá a orgány. Efektívna dávka (E) je súčtom ekvivalentných dávok H_T vo všetkých orgánoch alebo tkanivách vynásobených príslušným tkanivovým váhovým faktorom w_T . w_T vyjadruje vzťah medzi pravdepodobnosťou náhodných účinkov žiarenia a ekvivalentnou dávkou

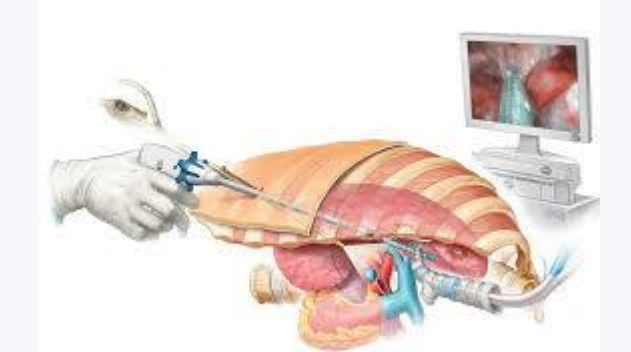
Pre ukončenie nášho úvodu do dozimetrie spomenieme ešte veličinu s názvom úväzok efektívnej dávky, ktorá sčítava efektívnu dávku za časový úsek, najčastejšie za rok, pre ktorý sú definované aj limity.



Z lekárskeho vyšetrení. CT, Röntgen, PET zobrazovacie technológie sú unikátne techniky pre získanie ostrého obrazu priestoru ľudského tela pod povrchom. Priemerná ročná efektívna dávka spôsobená týmito technikami sa pohybuje na úrovni 0.3 – 0.6 mSv v závislosti od množstva meraní.



Žiarenie sa využíva na liečbu tumorov. V závislosti od hĺbky, tvaru a typu nádoru sa volí typ žiarenia od elektrónov cez protóny až po rôzne ióny. Jednou z používaných techník je brachyterapia, keď sa žiarič na krátky čas zavedie priamo do blízkosti nádoru.



Externe

Akým spôsobom prijímame žiarenie ?

Interne

Rádioaktívne izotopy je možné vdýchnuť alebo zjesť, niektoré sú súčasťou prirodzeného pozadia, iné sa v prírode vyskytujú ako následok činnosti človeka. Pre rotsihlost' tejto problematiky dávame do pozornosti stránku nuclear .sk, kde sa pravidelne dokážete informovať o zaujímavostiach v tejto sfére.



Tkanivo, orgán	Tkanivový váhový faktor w_T (ICRP 103)
Gonády	0,08
Červená kostná dreň	0,12
Hrubé črevo	0,12
Plúca	0,12
Žalúdok	0,12
Močový mechúr	0,04
Mliečna žľaza	0,12
Pečeň	0,04
Pažerák	0,04
Štitná žľaza	0,04
Koža	0,01
Povrchy kostí	0,01
Slinná žľaza	0,01
Mozog	0,01
Ostatné orgány a tkanivá	0,12

Hodnoty tkanivového váhového faktora w_T

Radiačné efekty pri ožiarení dávok H [Sv]	
0,001	Limitná dávka pre obyvateľstvo za rok - 1 mSv
0,002	Prirodzené pozadie za rok 2 ± 1 mSv
0,02	Priemerná limitná dávka pre profesionálov za rok - 20 mSv.
	Podľa Vyhlášky MZ SR 12/2001 je to 100 mSv za 5 rokov, efektívna dávka v žiadnom kalendárnom roku nesmie presiahnuť 50 mSv
0,05	Vyšetrenie hlavy počítačovou tomografiou
0,10	Hladina zdvojenia frekvencie mutácií
0,50	Limitná úroveň pre osoby vykonávajúce záchranné práce
1,00	Hladina krátkodobej sterilizácie pri lokálnom ožiarení
1,50	Prvé príznaky choroby z ožiarenia
2,00	Sterilizácia u žien pri lokálnom ožiarení
4,00	Erytém (sčervenanie) kože pri lokálnom ožiarení
6,00	LD50 - letálna dávka pre 50% ožiarovaných cca 4,5 Sv
	Úplná sterilizácia u mužov
10,00	Absolútne smrteľná dávka
	Nekróza kože