

# Ionizujúce žiarenie ako biologické riziko v leteckej doprave

**Úrad verejného zdravotníctva  
Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja  
SR**

**RNDr. Darina Páleniková, MPH**  
Odd. ochrany zdravia pred ionizujúcim žiarením  
Námestie slobody č. 6, 810 05 Bratislava

# východiská

- IHR- International Health Regulations - Posilňovanie svetovej bezpečnosti pred zdravotnými rizikami a hrozbami
- systematické a kontinuálne sledovanie globálnych aj lokálnych zdravotných rizík
- práca na plánoch pripravenosti ako aj kontrola realizácie opatrení zameraných na elimináciu následkov vzniknutej MU
- zabezpečenie reakcie verejného zdravotníctva takými spôsobmi, ktoré zodpovedajú ohrozeniu verejného zdravia a ktoré predchádzajú zbytočným zásahom do medzinárodnej dopravy a obchodu

# bezpečnosť civilného letectva

- venuje sa jej mimoriadna pozornosť
- výsledky snáh zachovať rýchlosť leteckej prepravy a spraviť ju bezpečnou
- opatrenia sú obťažujúce, finančne, organizačne a aj časovo náročné
- uprednostnili by sme lietanie ..... ako jazdu vlakom, podám batožinu, nastúpim na svoj let a po čase bezpečne pristávame

## európska legislatíva

- **NARIADENIE KOMISIE (EÚ) č. 185/2010** o ustanovení podrobných opatrení na vykonávanie spoločných základných noriem bezpečnostnej ochrany civilného letectva
- **NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 300/2008** o spoločných pravidlách v oblasti bezpečnostnej ochrany civilného letectva a o zrušení nariadenia č. 2320/2002

# Nariadenie komisie č. 185/2010

dodatok 4-C

## **ZOZNAM ZAKÁZANÝCH PREDMETOV**

- palné a strelné zbrane alebo ich napodobeniny
- omračujúce zariadenia
- predmety s ostrou hranou alebo hrotom (žiletky, nože alebo nožnice s čepeľou nad 6 cm, ...)
- prac. náradie alebo tupé nástroje, ktoré môže spôsobiť vážne zranenie (sochory, vrtáky, píly, palice, obušky, ...)
- výbušniny a zápalné látky a zariadenia

# Nariadenie komisie č. 185/2010

dodatok 5-B

## **ZAKÁZANÉ PREDMETY V PODANEJ BATOŽINE**

- výbušniny a zápalné látky a zariadenia

dodatok 9-A

## **BEZPEČNOSTNÉ ZARIADENIA**

- rámový detektor kovov
- ručný detektor kovov
- röntgenové zariadenie na kontrolu obsahu batožiny
- systémy detekcie výbušnín
- obrazová projekcia ohrozenia
- zariadenia na stopovú detekciu výbušnín
- zariadenia na detekčnú kontrolu tekutín, aerosólov a gélov

# neviditeľné nebezpečenstvá ohrozujúce verejné zdravie

niektoré **vlastnosti** ZIŽ, na základe ktorých ich možno zneužiť na činy protiprávneho zasahovania:

- nemajú špecifickú **štrukturálnu odlišnosť** (chemické vlastnosti rádioaktívneho prvku sú rovnaké ako nerádiokatívneho)
- žiarenie je možné **identifikovať** len pomocou prístrojov (prítomnosť zdrojov nemôžeme identifikovať žiadnym zmyslovým orgánom, a to ani veľmi silných zdrojov)
- zdroje môžu byť **súčasťou** plynných, kvapalných aj pevných látok (môžu byť ich integrálnou súčasťou, primiešané alebo na ich povrchu)

# neviditeľné nebezpečenstvá ohrozujúce verejné zdravie

- gama žiarenie je prenikavé, prechádza cez bariéry a účinkuje aj na väčšiu vzdialenosť
- rádionuklidy možno rozptýliť jednoduchým spôsobom (napr. prostredníctvom vzduchovej ventilácie)
- je možné dosiahnuť účinok v relatívne
  - krátkom čase – dni (vysoké dávky) aj po
  - dlhom časovom období - mesiace až roky  
(zdroje žiarenia ovplyvňujú kritický orgán, t.j. orgán v ktorom sa rádionuklidy akumulujú – štítna žľaza I-131, kosti-Cs-137)



# neviditeľné nebezpečenstvá ohrozujúce verejné zdravie

- individuálna biologická vnímavosť exponovaného jedinca
- zdroje sú dostupné, pretože sú súčasťou technológií, zariadení, používajú sa v medicíne, výskume aj v školstve, prepravujú sa cestnou, železničnou ale aj leteckou dopravou
- zdroje obrovskej aktivity (TBq) majú minimálne rozmery (cm)
- odstraňovanie následkov závisí od polčasu rozpadu rádionuklidu

# účinok ionizujúceho žiarenia

je ovplyvnený viacerými faktormi :

- druh žiarenia (alfa, beta, gama)
- veľkosť absorbovanej dávky
- spôsob expozície (jednorázové, opakované alebo dlhotrvajúce ožiarenie)
- spôsob pôsobenia (vonkajšie alebo vnútorné ožiarenie)
- veľkosť časti tela (orgánu), ktorá je exponovaná
- rádiosenzitivita buniek

# účinok ionizujúceho žiarenia

- fyzikálne vlastnosti rádionuklidu (druh a energia emitovaného žiarenia, polčas rozpadu)
- chemická forma (či je v organizme v rozpustnej alebo nerozpustnej forme)
- biologické a biofyzikálne vlastnosti rádionuklidu (rýchlosť a rozsah vstrebávania v zažívacom trakte, následné vstrebávanie a vylučovanie – biologický polčas rozpadu)

## efektívny polčas rozpadu

- Pokles aktivity časom je v tomto prípade daný:
  - **polčasom premeny** rádioaktívneho nuklidu ( $T_{1/2}$ )
  - rýchlosťou jeho metabolického vylučovania z organizmu, vyjadrenou **biologickým polčasom** ( $T^B$ ). Je to doba, po ktorej sa zníži množstvo rádioaktívneho nuklidu metabolickými procesmi na polovicu pôvodného množstva.
- Celkový úbytok vyjadruje efektívny polčas, definovaný vzťahom

$$T^{ef} = T_{1/2} T^B / (T_{1/2} + T^B)$$

# efektívne polčasy a kritické orgány pre niektoré rádioaktívne nuklidy

<b>Nuklid</b>	<b>T<sub>1/2</sub></b>	<b>T<sub>efa</sub></b>	<b>kritický org.</b>
● <sup>3</sup> H	12,35 rokov	10-20 dní	celé telo
● <sup>14</sup> C	5736 rokov	35 dní	tukové tkanivo
● <sup>90</sup> Sr	28,1 rokov	15 rokov	kosť
● <sup>131</sup> I	8,05 dní	7,5 dňa	štítna žľaza
● <sup>137</sup> Cs	30 rokov	70 dní	celé telo
● <sup>210</sup> Po	138,4 dní	58 dní	celé telo
● <sup>226</sup> Ra	1620 rokov	45 rokov	kosť
● <sup>239</sup> Pu	24400 rokov	110 rokov	kosť, pľúca

účinnok  
IŽ

```
graph TD; A[účinnok IŽ] --> B[stochastický (pravdepodobnostný)]; A --> C[deterministický (zákonitý)];
```

stochastický  
(pravdepodobnostný)

deterministický  
(zákonitý)

## stochastické účinky

- ak existuje istá pravdepodobnosť, že účinkom ionizujúceho žiarenia môže prísť k zdravotnému poškodeniu, hovoríme o **stochastickom** účinku
- predpokladá sa bezprahový lineárny vzťah medzi dávkou a účinkom
- stochastické účinky sa prejavujú ako zhubné nádory, genetické poruchy u potomstva,...

## deterministické účinky

- po dosiahnutí určitej dávky efekt zdravotného poškodenia zákonite nastane
- účinky sú prejavom bunkových strát v dôležitých bunkových populáciách a týkajú sa poškodenia veľkého množstva buniek (polycystický účinok)
- intenzita ich prejavov vzrastá s dávkou, a to od určitého dávkového prahu (pri dávke menšej ako prahová sa účinok neprejaví).



# deterministické účinky

- deterministické účinky majú charakteristický klinický obraz
  - **skoré** deterministické poškodenie: akútna choroba z ožiarenia, radiačný zápal kože, poškodenie plodnosti
  - **neskoré** deterministické poškodenie: radiačná dermatitída, zákal očnej šošovky – katarakta, chronická choroba z ožiarenia, skrátenie života a urýchlené starnutie

# pripravenosť na riešenie MU z pohľadu verejného zdravotníctva

- účinné sú len preventívne opatrenia!
- ako identifikovať mimoriadnu udalosť?

# aké preventívne opatrenia by pomohli?

- detekčné (monitorovacie) systémy
- pracovné postupy v prípade záchytu podozrivého materiálu
  - identifikácia zdroja žiarenia (pozor na falošné alarmy!)
  - identifikácia cestujúceho
  - likvidácia zdroja žiarenia – bezpečné nakladanie so ZIŽ
  - preverenie „radiačnej nezávadnosti“ priestoru letiska v súvislosti s nálezom
- vyškolený personál letiska a zmluvné vzťahy (polícia, colná správa, organizácia poverená dekontamináciou a likvidáciou zdrojov ionizujúceho žiarenia)

# pripravenosť na riešenie MU z pohľadu verejného zdravotníctva

- z pohľadu orgánu na ochranu zdravia sú preventívne opatrenia ťažko realizovateľné, pretože legislatíva verejného zdravotníctva nedáva takýmto snahám oporu
  - kde ju hľadať?
- spolupráca rôznych zložiek, ktorých cieľom je dosiahnuť bezpečnejšiu leteckú dopravu z pohľadu zabránenia protiprávneho použitia rádioaktivity (pre políciu - teroristické činy)

# aktivity letiska M.R.Š. Bratislava v boji proti činom protiprávneho zasahovania



## aktivity letiska M.R.Š. Bratislava v boji proti činom protiprávneho zasahovania

- osobná kontrola cestujúcich v zmysle vyššie citovanej európskej legislatívy
- kontrola príručnej batožiny prístrojmi na kontrolu obsahu batožiny (batožinové skenery) – vylúčenie zdrojov v krytoch
- monitorovací systém – detektor radiácie v podanej batožine (gama žiarenie, neutróny)
- monitorovací systém carga – vstup a výstup do služobných priestorov letiska, kde sa priváža cargo na prepravu
- monitorovací systém osôb a príručnej batožiny pred príchodom na osobnú prehliadku

# realita alebo vízia?

- realita:

- ✓ záujem zo strany letiska, orgánov na ochranu zdravia, leteckého úradu, polície, colnej správy, cestujúcich a aj personálu leteckých spoločností
- ✓ monitor radiácie v triediarni batožín v novom termináli v stave pred uvedením do prevádzky
- ✓ monitory radiácie pripravené na inštaláciu do druhého terminálu, ktorý je v súčasnosti vo výstavbe

- prísluby:

- ✓ zo strany Ministerstva hospodárstva USA – rokovania na technickej úrovni, očakávajú sa konkrétne ponuky monitorovacieho systému (vlastníkom monitorovacieho systému bude colná správa)



Ďakujem za pozornosť

