

## Jaderné elektrárny v ČR

Doc. MUDr. Jan Šimůnek, CSc., Doc. Ing. Martin Krsek, CSc.

Ústav ochrany a podpory zdraví

18. února 2021

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Vymezení problému

### Zohlednění výuky v prvním ročníku

- Ekologická problematika jaderné energie
  - Jaderné havárie a jejich dopad na populaci Střední Evropy
    - Jaslovské Bohunice
    - Černobyl – probírali jsme
    - Fukušima
    - další
  - Temelín a jeho dopad na zdraví populace
- Problematika hluku

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Stupně havárií

- 0 – odchylka
- 1 – anomálie
- 2 – nehoda
- 3 – vážná nehoda
- 4 – havárie bez vážnějšího rizika
- 5 – havárie s rizikem vně zařízení
- 6 – těžká havárie
- 7 – velmi těžká havárie

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Projektová havárie

Projektová havárie je taková, na jejíž zvládnutí je jaderné zařízení konstruováno.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Jaslovské Bohunice 1 (blok A1)



## Jaslovské Bohunice 2

### Situace

- Dvě elektrárny, dvě koncepce
- A1 původní československá koncepce, těžkovodní, chlazený CO<sub>2</sub>
  - velmi technicky propracovaná
  - umožňovala např. měnit palivo za chodu reaktoru
  - náročná na obsluhu
- V1 klasická podle sovětského vzoru (VVR) – moderátorové tyče, lehká voda v primárním okruhu

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Jaslovské Bohunice 3

### Nehoda

Nehody byly dvě:

1. 5. 1. 1976 Došlo vadou těsnění k úniku CO<sub>2</sub> z reaktoru. Nehodu omezila obsluha zavážecího přístroje jeho použitím jako ucpávky. Při nehodě zahynuli dva pracovníci elektrárny, ne na radioaktivitu, ale udušením (byli pod reaktorem). Havárie byla na stupni 3.
2. 22. 2. 1977 Praskl sáček se silikagelem, zajišťujícím suchost palivového článku. Nebyly z článku odstraněny všechny částice silikagelu před vložením do reaktoru, tam horkem nabobtnaly a deformovaly palivový článek, došlo k dehermetizaci paliva a reaktor musel být odstaven pro silnou kontaminaci primárního okruhu a je v režimu likvidace. Havárie byla na stupni 4

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Černobyl

Jen připomenutí látky z prvního ročníku. Dopad na zdraví obyvatel střední Evropy, přestože šlo o havárie stupně 7, byl relativně malý.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

## Fukušima I 1.

Jaderná elektrárna v Japonsku, na břehu moře. Došlo k nadprojektové havárii vlivem zemětřesení a následné vlny tsunami 11. 3. 2011. V té době tři reaktory byly plánovaně odstavené a tři pracovaly.

Reaktory nebyly tsunami poškozeny, odstavily se, ale byly špatně nastaveny priority (mimo elektrárnu) a elektrárna nedostala palivo pro agregáty.

Po dojití zásoby paliva v elektrárně přestalo fungovat chlazení jaderných reaktorů a ty se přehřály zbytkovou radiací, vytavily a dehermetizovaly.

Havárie postihla okolí elektrárny, došlo k evakuaci přilehlých území a je hodnocena stupněm 7.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

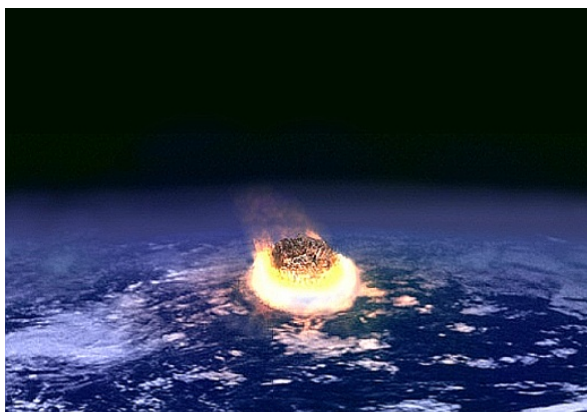
## Fukušima I 1.

Havárie se stala "ikonickou" pro ekologisty a odpůrce jaderné energie, nicméně...

- Havárii nezavinila konstrukce reaktorů, ani nebyly poškozeny, ale vina leží na organizátorech záchranných prací po tsunami, kteří do elektrárny nedodali motorovou naftu
- Pokud by došlo k tsunami, která by zaplavila jaderné reaktory ve Střední Evropě, měli bychom jiné starosti než radioaktivitu z nich

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Opravdu velké tsunami



## Sledování vlivu Temelína na zdraví

Srovnávací oblasti

### Venkovské oblasti

Okolí Temelína je srovnáváno s venkovskými lokalitami v okolí měst Písek a České Budějovice.

Navíc je okolí rozděleno na bližší a vzdálenější oblast (podle toho, zda je JETE v dohledu z dané lokality),

### Městské oblasti

Nejbližší větší město, České Budějovice, je srovnáváno s Hradcem Králové a Olomoucí (hlavně případné psychogenní účinky).

### Další dělení

Kontrolní a vzdálenější exponované oblasti jsou dále děleny na okrsky.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Data a jejich zpracování

### Původ dat

Český statistický úřad.

### Co se sleduje - zdraví

- Celková úmrtnost
- Úmrtnost na kardiovaskulární choroby
- Úmrtnost na zhoubné nádory
- Celková úmrtnost v produktivním věku
- Úmrtnost na kardiovaskulární choroby v produktivním věku
- Úmrtnost na nádory v produktivním věku
- Tzv. „ztracená léta“
- Výskyt samovolných potratů
- Počet dětí s porodní hmotností pod 2 500g

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

Ukazatele jsou věkově standardizované a zvláště se hodnotí muži a ženy. Navíc se počítají tříleté klouzavé průměry pro vyhlazení nahodilých výkyvů.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Věková standardizace

Představuje přepočtení naměřené úmrtnosti na takovou, jaká by byla při definovaném standardním věkovém složení (nejčastěji poměr věkových skupin stejný, jako je v celém státě).

Účelem věkové standardizace je eliminace toho, že lidé vyššího věku jsou častěji nemocní a častěji i umírají, a tím zabránit tomu, aby se uplatnil rozdílný podíl mladých a starých lidí mezi vyšetřovanými populacemi.

### S trochou zjednodušení:

Postavíme-li ve městě velký domov pro seniory, do něhož budou přicházet klienti ze širšího okolí, ovlivní se tím hrubá úmrtnost, ale věkově standardizovaná úmrtnost by se měla změnit málo, v ideálním případě vůbec ne.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Ztracená léta

Číselný ukazatel, průměrující léta (zemřelých) která zbývala do věku „kterého by se měl dožít každý“ (nejčastěji věk odchodu do důchodu)

### Například

Jestliže je věk odchodu do důchodu 65 let, pak:

- Osoby zemřelé ve věku 65 let a vyšším jsou počítány jako nula
- Osoba zemřelá ve 64 letech se počítá jako 1
- Osoba zemřelá v 55 letech se počítá jako 10

atd.

Součet je dělen počtem osob, zemřelých v daném roce.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Data a jejich zpracování

### Co se sleduje - sociodemografická charakteristika populací ve sledovaných lokalitách

Existující rozdíly ve věkové struktuře a zastoupení pohlaví, příjmech, typech bydlení a mnoha podobných ukazatelích mohou identifikovat rozdíly, které nevyvolala elektrárna, ale právě rozdíly v těchto charakteristikách.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Proč byla brána data z ČSÚ?

Záruka stejné metodiky sběru dat, chránící před arteficiálními rozdíly, danými různou pravděpodobností záchytu onemocnění v různých lokalitách. Takto bylo např. nadhodnoceno působení jaderného bombardování na zdraví populace Hirošimy a Nagasaki, protože obyvatelé těchto měst a jejich okolí byli vyšetřováni mnohem pečlivěji než zbytek japonské populace a část pozorovaných rozdílů vznikla touto cestou.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Co se obecně ví

### Leukémie

U jaderných elektráren byl popsán vyšší výskyt leukémií, hlavně u dětí. Výskyt není vyvolán radiací, ale příchodem velkého množství lidí ze vzdálených lokalit a vzájemnými atakami virů, které vyvolávají jen banální akutní onemocnění, ale jsou současně onkogenní. Není to vázáno jen na stavby JE, ale ty jsou zpravidla rizikovější, protože jde o velmi velké stavby, na nichž se střídá více zcela odlišných profesí (od pracovníků hrubé stavby až po personál běžící elektrárny) a ve velkých počtech.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Co bylo nalezeno

### Lepší zdraví v okolí JETE

Tento jev zcela jistě není způsoben přímým kladným vlivem JETE na zdraví, ale patrně se jedná o socioekonomické vlivy, jako je zaměstnanost, platové poměry, ekonomická síla početných pracovníků JETE k nákupu zboží a služeb v okolí.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Co bylo nalezeno

### Některé negativní trendy zdravotních ukazatelů

Tyto trendy jsou založeny na porovnávání let 2000 až 2016. Jsou ale srovnatelné u exponovaných i kontrolních oblastí.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Kuriozita

Bylo spočteno, že pokud by všichni pražané pili celoročně a jenom vodu z Vltavy, přímo, bez jakékoli úpravy, zemřel by v Praze jeden člověk ročně na dlouhodobé následky vypité radiace.

Pokud voda projde standardní vodárenskou úpravou, byl by to jeden člověk za několik let.

V realu většina pražanů vodu z Vltavy nepije, ani vodárensky upravenou, a nebylo tomu tak ani ve středověku (studny v areálech domů a využití vody z přítoků Vltavy).

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Rizika záření

### Hlavní argument ekologů

Ve skutečnosti existují i problémy spojené s těžbou a zpracováním nukleárního paliva a s ukládáním.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨

## Benefity

### Stálý zdroj

Jaderná elektrárna je nezávislá na počasí a denní době. Tuto vlastnost postrádají všechny „ekologické“ a „alternativní“ zdroje. I vodní elektrárny může vyřadit dlouhodobé sucho, nebo nás postavit před dilema, zda vyrábět „ekologickou“ elektřinu nebo vodu udržovat pro potřeby závlahy a vodní dopravy.

### Vedlejší efekty

Vyhořelé palivo obsahuje řadu prvků kritických pro moderní technologie, např. lanthanoidy, které jsou nezbytné pro LED, které jsou opět nezbytné pro optoelektroniku. V současné době se lanthanoidy těží jen v Číně. Existence lanthanoidů ve vyhořelém palivu je důležitým faktorem, limitujícím požadavky Číny na jejich cenu, lidská práva apod.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍 🗨