

Radiační havárie jaderných elektráren a ochrana obyvatelstva



Osnova

- Jaderná a radiační bezpečnost jaderných zařízení
- Havarijní připravenost
- Cesty úniku radionuklidů, fáze havárie, ohrožení osob
- Opatření k ochraně obyvatelstva při radiační havárii

Jaderná a radiační bezpečnost jaderných elektráren v ČR

■ Havárie v českých podmínkách je velmi málo pravděpodobná, nejde o Černobyl ani „technicky“ ani z hlediska „lidského faktoru“

■ Snad žádnému oboru lidské činnosti není věnována tak mimořádná pozornost jako radiační a jaderné bezpečnosti jaderných zařízení !!

Jaderná a radiační bezpečnost jaderných elektráren v ČR

- Nad jadernou a radiační bezpečností je vykonáván státní odborný dozor
- SÚJB – Státní úřad pro jadernou bezpečnost
- SÚRO – Státní úřad radiační ochrany
- SÚJCHB – Státní ústav pro jadernou, chemickou a biologickou ochranu

Jaderná a radiační bezpečnost jaderných elektráren v ČR

- Při zajišťování jaderné bezpečnosti, havarijní připravenosti a radiační ochrany se vychází z doporučení mezinárodních orgánů a organizací
- IAEA – Mezinárodní agentura pro atomovou energii (International Atomic Energy Agency)
- ICRP – Mezinárodní komise pro radiační ochranu (international Commission for Radiological Protection)
- WHO- Světová zdravotnická organizace ...

Ekologická hlediska provozu JE

- Limity plánovaných výpustí stanoveny SÚJB tak, aby nebyla překročena efektivní dávka 0,1 mSv/rok
- Skutečnost 0,01 mSv/rok
- Také tepelné elektrárny vypouštějí do ovzduší radionuklidy (obsažené v uhlí), ale produkují i oxid siřičitý ...,

Pravděpodobnost jaderných havárií v ČR

■ I když radiační havárie v českých jaderných elektrárnách je velice málo pravděpodobná, je třeba se na ni připravovat

■ Každé nebezpečí, na které jsme připraveni, je menší !



Havarijní připravenost

- **Havarijní plány** – zpracování a udržování v aktuálním stavu, rozpracování do vykonavatelů opatření
- **Připravenost orgánů, organizací a osob podílejících se na realizaci těchto plánů**
- **Nácviky, procvičování, prověrky**

Havarijní plány

■ **Vnitřní** – (havarijní plán elektrárny)

■ **Vnější** – (plán na ochranu obyvatelstva v zóně havarijního plánování)

■ **Musí být vzájemně provázány**

Cesty havarijní úniku radionuklidů z jaderné elektrárny

■ Do povrchových vodotečí

- Lokalizovány v povodí pod elektrárnou
- Opatření ve vodohospodářství, zemědělství a zásobování

■ Do ovzduší

- Z komína
- Z reaktorové budovy (porušení kontejnmentu)



Fáze radiační havárie (únik do ovzduší)

- **Předúniková** (je zde vážná hrozba úniku, provádí se neodkladná opatření)
- **Úniková** (vznik oblaku, provádí se neodkladná opatření)
- **Poúniková** (vzniká spad, provádí se následná opatření)

Neodkladná opatření k ochraně obyvatelstva

- Realizují se v předúnikové nebo únikové fázi radiační havárie:
- Vyrozumění a varování
- Monitorování
- Ukrytí
- Jodová profylaxe
- Evakuace
- Opatření v potravinovém řetězci

Vyrozumění a varování

■ **Vyrozumění** orgánů a osob podílejících se na realizaci opatření (na „*havarijní odezvě*“)

■ **Varování obyvatelstva:**

■ Sirénami „*všeobecná výstraha*“

■ Relaci v televizi a rozhlase (návod k jednání)

Monitorování

- Monitorování radiační situace se zaměřuje
 - Bezprostředně po úniku zejména na zjišťování dávkových příkonů gama
 - V dalším období na podrobnější měření (radionuklidové složení, zjišťování plošné kontaminace, potravní řetězec ...)

Monitorování

■ Monitorování radiační situace se provádí:

■ **V objektu elektrárny**

■ **V okolí**

■ *Telemetrické systémy*

■ *Síť včasného zjišťování*

■ *Systém TLD*

■ *Letecké monitorování*

■ *Jiné mobilní monitorování*

■ *Apod.*

Ukrytí osob

■ Chrání především před zevním ozářením z oblaku

■ Chrání před inhalací z oblaku



Ukrytí obyvatelstva

■ V obytných budovách

■ V bytech

■ Na odvrácené straně od elektrárny

■ Ve veřejných budovách

■ Ve stálých úkrytech (jen pokud jsou ihned zpohovitelné)



Jodová profylaxe

■ Chrání před inhalací radiojódu

■ Princip spočívá v pozření tablety obsahující stabilní jód (jodid draselný) čímž se štítná žláza nasýtlí jódem a nepřijímá tak radiojód

Jodová profylaxe

■ Má smysl před inhalací, popř. do 1 hodiny od začátku inhalace

■ Po 6 hodinách již nemá význam

■ Možno aplikovat opakovaně

■ Dávkování dle relací v TV



Evakuace

- Krajní ochranné opatření
- Realizuje se tehdy, pokud ukrytí a jodová profylaxe nejsou dostatečně účinné
- Přináší „společenské strádání“
- Nemá se realizovat v době průchodu radioaktivního oblaku

Neodkladná opatření

- Se zavádějí vždy, pokud se předpokládá do dvou dnů překročení efektivní dávky na celé tělo **1 Sv**
- Zavádějí se vždy, pokud do dvou dnů překročí ekvivalentní dávky
- Štítná žláza 5 Sv
- Plíce 6 Sv
- Kůže 3 Sv
- Oční čočka 2 Sv
- Gonády 1 Sv

Následná opatření

- S časovým odstupem od doby úniku neodkladná opatření postupně ztrácejí význam a na významu relativně nabývají následná opatření, např:
 - Opatření v potravinovém řetězci
 - Zvážení potřeby přesídlení
 - Apod.
- Následná opatření nejsou předmětem havarijních plánů, ale řeší se „ad hoc“

Následná opatření

■ Zpřesňující vodičko:

■ **Odvrácená dávka**

■ Přechodné přesídlení:

■ Zahájení30 mSv/měsíc

■ Ukončení10 mSv/měsíc

■ Trvalé přesídlení1 Sv/rok

Vnější havarijní plán

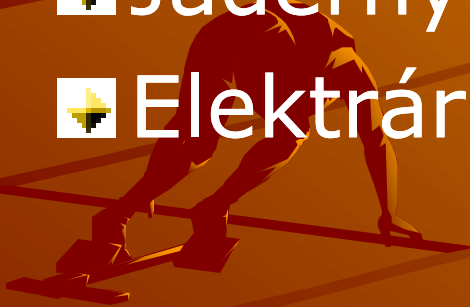
- Se připravuje pro Zónu havarijního plánování
- Obsahuje neodkladná opatření
- Zóna havarijního plánování **Dukovany**
(poloměr 20 km, vnitřní část 5 – 10 km)
- Zóna havarijního plánování **Temelín**
(poloměr 13 km, vnitřní část 5 km a město Týn nad Vltavou)

Příklady závažných radiačních událostí v jaderné energetice

■ Dvě havárie, které významně ovlivnily vnější havarijní plánování

■ Jaderný reaktor ve **Windscale 5**

■ Elektrárna v **Three Mile Island 5**



Windscale 5

■ 8.10.1957

■ Grafitový reaktor určený k produkci plutonia pro vojenské účely

■ Nepozornost obsluhy, přehřátí několika palivových článků

■ Vznícení, požár uhašen

■ Zničeno 8% paliva

Windscale 5

- Únik 13,5 EBq, z toho 0,6 EBq radiojódu
- 44 dní zákaz konzumování mléka na rozloze 520 km čtverečních, žádná jiná opatření
- Dávka v nejbližším okolí 5 – 60 mSv
- Provoz reaktoru již nikdy neobnoven
- Vážné následky, ale nevzbudila takovou pozornost jako pozdější havárie v TMI

Three Mile Island 5

- 28.3.1979
- Tlakovodní reaktor 880MW v provozu necelý rok
- Výpadek vody do parogenerátoru, havarijní odstavení reaktoru, únik vody z primárního okruhu
- Včas odhaleno, únik do okolí omezený
- Těžký dopad na elektrárnu, ale téměř žádný na obyvatelstvo – přesto prováděna rozsáhlá opatření dle havarijních plánů

Poučení do budoucna

- Kritickým srovnáváním havárie Windscale a TMI bylo IAEA a ICRP doporučeno zpracovat havarijní plány pro neodkladná opatření v „desetimílové zóně“



A 1 Jaslovské Bohunice 4

- 22.2.1977
- Reaktor 103 MW
- Výměna paliva za provozu
- Ve spěchu zaveden ucpaný článek
- Tavení paliva, únik chladící těžké vody do sekundárního okruhu
- Poškozena $\frac{1}{4}$ paliva
- Nikdo další z obsluhy ani okolí neohrožen, trvalé následky pro JE
- Dnes pokusy o likvidaci

Další méně závažné havárie

- Saint Laurent – Francie 1980 4
- Vandellos – Španělsko 1989 3
- Mihama – Japonsko 1991 2



Černobyl 7

■ 26.4.1986

■ Vodou chlazený grafitový varný reaktor RBMK Ukrajina 950 MW

■ Zničen IV. Blok JE

■ Uniklo 2 000 EBq (15% radiojódu)

■ Po Evropě rozneseno 5 tun paliva ve formě sazí

Černobyl 7

- Bezprostředně 31 mrtvých
- Časná poškození u 237 pracovníků, pozdní poškození u tisíců likvidujících havárii
- Ze 30 km zóny evakuováno 135 tisíc obyvatel
- Trvale kontaminovány tisíce čtverečních kilometrů půdy

Černobyl 7

- Nejvíce postižená skupina obyvatelstva v okolí elektrárny
- Obdržela (obdrží) efektivní dávky 300 – 500 mSv
- Z toho plyne že :
- Nikdo z obyvatel neutrpěl deterministická poškození
- Pravděpodobnost stochastických poškození (rakovin) v této skupině stoupla o 1,5 – 2,5%
- Nejvíce byla poškozena mladá generace

Černobyl 7

- Obyvatelstvo v ČR obdrželo efektivní dávku 0,9 mSv
- Z toho plyne že :
- Nikdo z obyvatel neutrpěl deterministické poškození
- Pravděpodobnost stochastických poškození stoupla o cca 0,0045% (to znamená asi 450 případů fatálních rakovin na 10 milionů osob)

Černobyl 7

- Reaktor RBMK je lehkou vodou chlazený a grafitem moderovaný reaktor
- Reaktory RBMK mají fyzikálně nestabilní konstrukci aktivní zóny, takže mohlo dojít k nekontrolované štěpné reakci v uranovém palivu – nikoliv však k jadernému výbuchu
- **U žádného reaktoru na světě nemůže dojít k jadernému výbuchu!**
- V Černobylu výbuch způsobil vodík vznikající redukcí vodní páry na rozžhaveném grafitu

Černobyl 7

- K havárii došlo v průběhu „pokusu“ prováděného při plánované odstávce IV. bloku elektrárny
- Hrubý zásah do ochranných systémů reaktoru, totální selhání lidského faktoru
- Havárie černobylského typu je ve vyspělých státech nemyslitelná !!
- Havárie černobylského typu je u reaktorů VVER nemožná !!

Slovo lektora na závěr

- Černobylskou elektrárnu nelze z důvodu odlišné konstrukce srovnávat s elektrárnou v Temelíně či Dukovanech
- Stejně tak je nemyslitelné, že by personál českých elektráren mohl chovat tak, jako se při „pokusu“ chovali pracovníci v Černobylu
- Někteří v médiích často prezentovaná „poučení“ z černobylské havárie, která neberou v úvahu tyto skutečnosti, vedou k radiofóbií a je nutno je považovat za škodlivá.