

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

Ing. Karol Feik, SÚRO

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

O čom chcem hovoriť?

1. Trocha histórie
2. Základné údaje
3. Havária 5.1.1976
4. Následky havárie
5. Havária 22.2.1977
6. Následky havárie
7. Záver

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 1. Trocha histórie

- V r. 1955 bola podpísaná medzivládna dohoda ZSSR a ČSR o spolupráci v oblasti mierového využívania jadrovej energie.
- Úvodný a technický projekt sa robil v r. 1956 – 1960 v Leningrade s účasťou projektantov Energoprojektu a špecialistov z niektorých závodov a ústavov ČSR. Upravený technický projekt bol dokončený v r. 1962.
- Prípravné práce na stavbe začali v r. 1958, v r. 1960 sa začal stavať hlavný výrobný blok.
- Elektráreň bola vyvinutá s cieľom demonštrovať a overiť možnosť energetického využívania ťažkovodných reaktorov na prírodný urán

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 1. Trocha histórie - pokračovanie

- 24.10.1972 prvý raz prebehla reťazová štiepna reakcia. Elektráreň bola prifázovaná k energetickej sieti 25.12.1972.
- V ďalších rokoch prebiehalo energetické spúšťanie v troch etapách spolu s opravami a rôznymi úpravami na zdokonalenie prevádzky a zvýšenie bezpečnosti.
- V rokoch 1976 a 1977 boli dve vážne havárie, po druhej z nich bolo rozhodnuté prevádzku neobnoviť, hoci technicky to bolo možné. Prvá z nich mala technické príčiny, druhá bola spôsobená ľudským činiteľom.





# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 2. Základné údaje

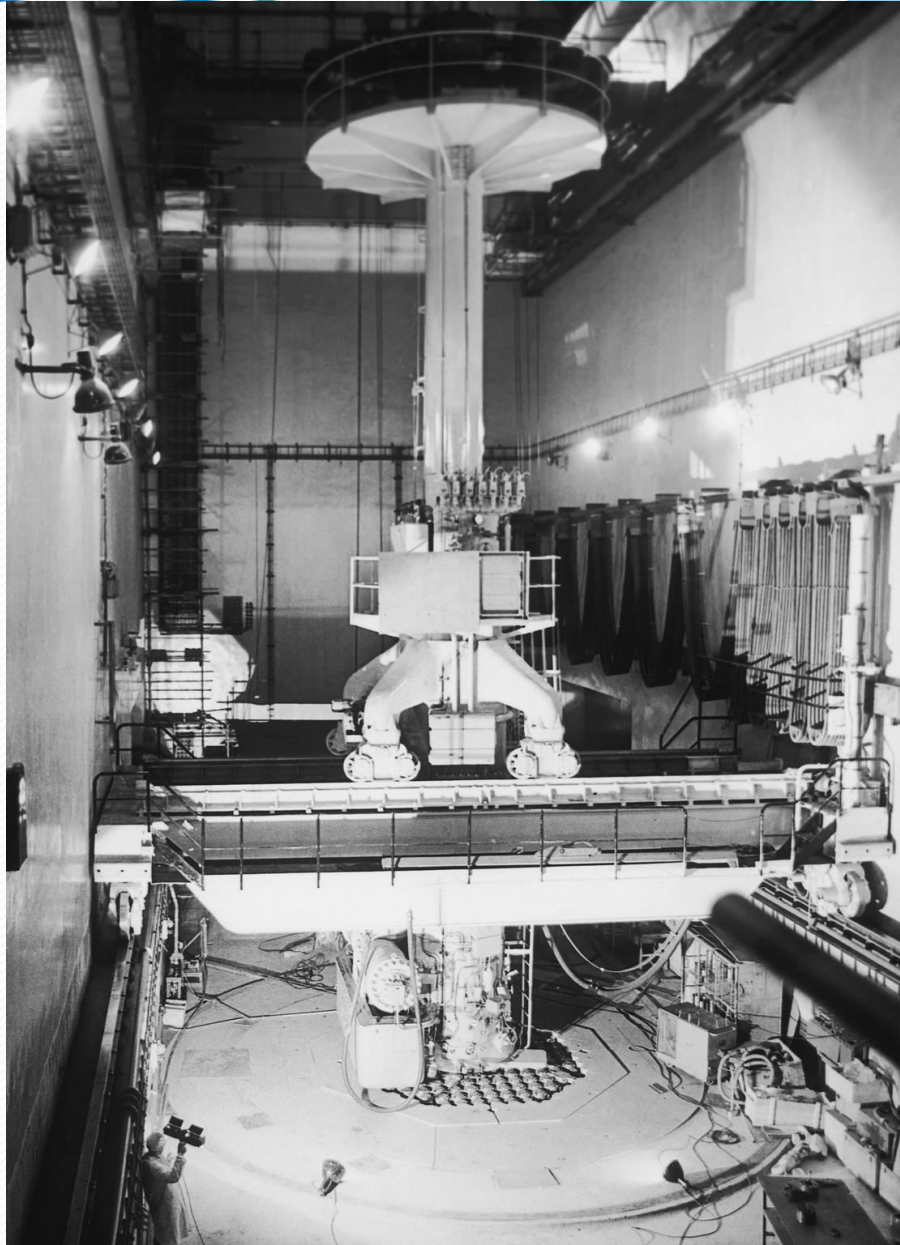
Reaktor KS-150 – kanálový typ

- Palivo – prírodný urán, 23,1 t
- Moderátor – D<sub>2</sub>O, 59 t
- Chladivo – CO<sub>2</sub>, 56,5 t, max. teplota 426 °C
- Tepelný výkon – 560 MW, elektrický 150 MW
- Trojblokové usporiadanie – 6 cirkulačných slučiek, 6 turbokompresorov, 6 parogenerátorov
- Rozmery reaktorovej nádoby – Ø5,1 m, výška 20,1 m
- Počet technologických kanálov – 148

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 2. Základné údaje

- Dve zvláštnosti elektrárne súvisiace s haváriami boli:
  - možnosť výmeny paliva počas prevádzky. Pre tento účel slúžil tzv. zavážací stroj. Stroje boli dva a mohli pracovať buď v automatickom režime, alebo v ručnom ovládaní.
  - Palivové kazety sa kompletovali priamo v elektrárni. Dovážali sa iba palivové prútiky.





# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 3. Havária 5.1.1976 – INES 4

- Typ havárie patrí medzi najhoršie, pretože sa pri nej stratí chladenie paliva a začne jeho tavenie spojené s únikom veľkého množstva rádioaktivity.
- Elektráreň bola so zvyškovým výkonom 0,63%  $N_{\text{Nom}}$  (asi 2,9 MW) v režime dochladzovania.
- Pri výmene palivového článku v kanále H-05 sa 11:55h uvoľnil záver kanála, bol vystrelený celý palivový komplet a  $\text{CO}_2$  nekontrolovane unikal otvoreným technologickým kanálom do reaktorovej sály.
- Palivový komplet narazil na žeriavový most a spadol deformovaný na korunu reaktora.



Vystrelený palivový článok z kanála H-05 na podlahe reaktorovej sály

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 3. Havária 5.1.1976 - pokračovanie

- O 11:58 bol vyhlásený poplach a pracovníci vyzvaní na opustenie bloku. V čase havárie bolo v kontrolovanom pásme 62 pracovníkov. Dvaja pracovníci zahynuli udusením oxidom uhličitým, pretože sa nepodarilo včas nájsť miesto, kde sa nachádzali.
- Prietok chladiva cez aktívnu za prvých 10 minút od začiatku havárie poklesol asi na 55% z počiatočnej hodnoty a v 31. minúte na 1%.
- Základným úmyslom obsluhy blokovej dozorne posilnenej denným personálom bolo zabezpečiť dochladzovanie reaktora a usilovať o zastavenie úniku plynu z reaktora.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 3. Havária 5.1.1976 - pokračovanie

- Teplota uránu i  $\text{CO}_2$  na výstupe z palivových článkov začala rýchlo stúpať. Nasledovali viaceré pokusy zvýšiť chladenie aktívnej zóny pripájaním turbokompresorov na cirkuláciu pri atmosférickom tlaku.
- Začali pokusy na utesnenie technologického kanála H-05 zavážacím strojom manipuláciami priamo v reaktorovej sále. Vo večerných hodinách podarilo zavážací stroj tesne spojiť s reaktorom. Tým bola základná odozva na haváriu zvládnutá – bol zabezpečený odvod tepla z aktívnej zóny.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 3. Havária 5.1.1976 - pokračovanie

- Bezprostredne po zvládnutí havárie začala pracovať komisia pre vyšetrenie príčin havárie a ďalšie komisie.



# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## Z á p i s z havarijnej komisie pre elektrárň A-1

### P r í t o m n í :

Za FMPE: Ing. Čížek CSc.  
Ing. Dr. Ševčík

Za ČŠKAE: Ing. Klik CSc

Za KHES: Ing. Garach

Za GR SEP: Ing. ~~Konš~~ <sup>Konš</sup> ~~ěný~~ CSc.

Za EBO: Ing. Keher  
Ing. Alaxin

s. Pokorný

Ing. Hódul

Ing. Vitiska

Ing. Hezoučský

Ing. Feik

Komisia ustanovená FMPE v dohode s. ČŠKAE k vyšetreniu havárie technologického kanála H-05 elektrárne A-1 na zasadaní 5.4.1976 v EBO podľa svojho rozhodnutia z 11.3.1976 prijala tieto závery:

I. K správe o sociologických aspektoch havárie, predloženej p edsedom subkomisie ing. Alaxinom.

1/ Berie na vedomie správy s konkrétnymi údajmi po doplnení v diskusii.

2/ Konštatuje, že :

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 3. Havária 5.1.1976 - pokračovanie

### S p r á v a

#### o sociologických aspektoch havárie

Havária technologického kanála reaktora dňa 5. I. 1976 o 11.55 hod. vyvolala v Atómovej elektrárni Bohunice niekoľko nových aspektov a preverila i morálny profil osadenstva atómovej elektrárne.

I keď okamžite, po havárii, boli robené opatrenia na zamedzenie jej dôsledkov vo všetkých smeroch, predsa v dôsledku veľkého úniku  $\text{CO}_2$  a ohrozená neovládateľnosťou reaktora bolo potrebné uvoľniť všetkých pracovníkov, ktorí sa nezúčastňovali na záchranných prácach zo zamestnania. Títo pracovníci opustili závod disciplinovane.

Druhá časť zamestnancov, a to predovšetkým smenovní pracovníci, celý aparát dozimetrickej služby a časť pracovníkov údržby zostali na pracoviskách a plnili príkazy riadiaceho štábu.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 3. Havária 5.1.1976 – pokračovanie

- Informácie o havárii neboli zverejnené v médiách, hoci neboli utajované. Nenašiel som jedinú správu alebo zápis, kde by bolo označené, že je obmedzená jeho distribúcia.
- Nezabránilo sa šíreniu „zaručených informácií“. Počet postihnutých osob sa zväčšoval úmerne so vzdialenosťou od JE. V Prahe ich bolo 300!
- Odborná verejnosť mala hodnoverné informácie.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 3. Havária 5.1.1976 - pokračovanie

Federální ministerstvo  
paliv a energetiky

Č.j. 1181/42

Výtisk č.

V Praze dne 6.května 1976

Souhrnná zpráva  
o havárii na 1.čs. jaderné elektrárně A-1 v Jaslovských Bohunicích  
dne 5.1.1976

### I. Události bezprostředně související s havárií

#### 1. Úvod

Dne 5.ledna 1976 v 11,55 hodin došlo na jaderné elektrárně A - 1 k uvolnění zátky technologického kanálu H05 na zastaveném reaktoru a tím unikl chladivě  $\text{CO}_2$  do sousedních prostorů hlavního výrobního bloku. Účinkem plynu - bez významného vlivu radioaktivního zamoření - došlo k zdušení 2 pracovníků, a ke zranění a částečnému zdušení dalších dvou.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 4. Následky havárie

- Poškodený vystrelený palivový komplet vystrelený z kanála, deformovaná prepúšťacia rúrka, potrhané lano a závesné zariadenie žeriavu, technologický kanál v reaktore.
- Príčina bola od začiatku jasná. Tesniaca zátka kompletu nemohla byť v technologickom kanále dobre uzamknutá. Priamu príčinu nedostatočného zamknutia tesniacej zátky sa nepodarilo zistiť.
- Teplota tavenia pokrytia paliva (asi 650 °C) bola dosiahnutá alebo prekročená na asi 34 palivových článkov z centrálnej oblasti aktívnej zóny.



# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 4. Následky havárie – pokračovanie

- Pokrytie sa čiastočne roztavilo. Roztavený horčík stekal po prútoch avšak v pásme topenia zostal v tenkej vrstve lipnúť na uráne a bránil uvoľňovaniu štiepných produktov z paliva. Poškodených článkov bolo 29.
- Zložitými postupmi sa podarilo poškodené zariadenie opraviť a po ďalších prácach bola elektráreň v júni 1976 znovu uvedená do prevádzky.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 4. Radiačné následky havárie

- Vo väčšine priestorov elektrárne prekročené autorizované - povolené hodnoty. Napríklad dávkový príkon gama žiarenia v reaktorovej sále bol asi 4x väčší ako povolená hodnota. Koncentrácia rádioaktívnych plynov v reaktorovej sále prevýšila povolenú hodnotu asi 100x.
- Podobné prekročenie povolených hodnôt koncentrácie rádioaktívnych plynov a povrchovej kontaminácie bolo aj v ostatných priestoroch elektrárne.
- Dávkový príkon v okolí hlavného výrobného bloku bol 2 až 50x väčší ako počas normálnej prevádzky.
- Väčším problémom na začiatku havárie bol výskyt CO<sub>2</sub>.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 4. Radiačné následky – pokračovanie

- Všetci, ktorí boli v čase havárie v kontrolovanom pásme, mali kontaminované odevy, niektorí tvár, vlasy a ruky. Na záchranných a likvidačných prácach sa podieľalo 5 pracovníkov. Nikto z nich nedostal vyššiu dávku z vonkajšieho ožiarenia ako hodnoty pre normálnu prevádzku. Vnútorne kontaminovaní boli málo, lebo pri záchranných prácach mali ochranné pomôcky.
- U 69 pracovníkov bola zmeraná vnútorná kontaminácia. Najvyšší dávkový úväzok z vnútornej kontaminácie bol 123 mSv a to predovšetkým z inhalácie trícia.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 4. Radiačné následky – pokračovanie

- Celkové úniky rádioaktívnych plynov za 24 hodín boli 10x menšie ako povolená hodnota pre normálnu prevádzku a rádioaktívnych aerosólov na úrovni povolenej dennej hodnoty.
- Radiačná situácia počas havárie nespôsobovala ohrozenie personálu ani obyvateľov v okolí a preto nebolo treba vyhlásiť nejaké ochranné opatrenia. Personál elektrárne nepotrebný pre odozvu bol preventívne evakuovaný (dávka v okolí bola  $10^{-5}$  limitu)
- Pri monitorovaní okolia elektrárne neboli namerané žiadne zvýšené hodnoty rádioaktivity.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 5. Havária 22.2.1977 – INES 4

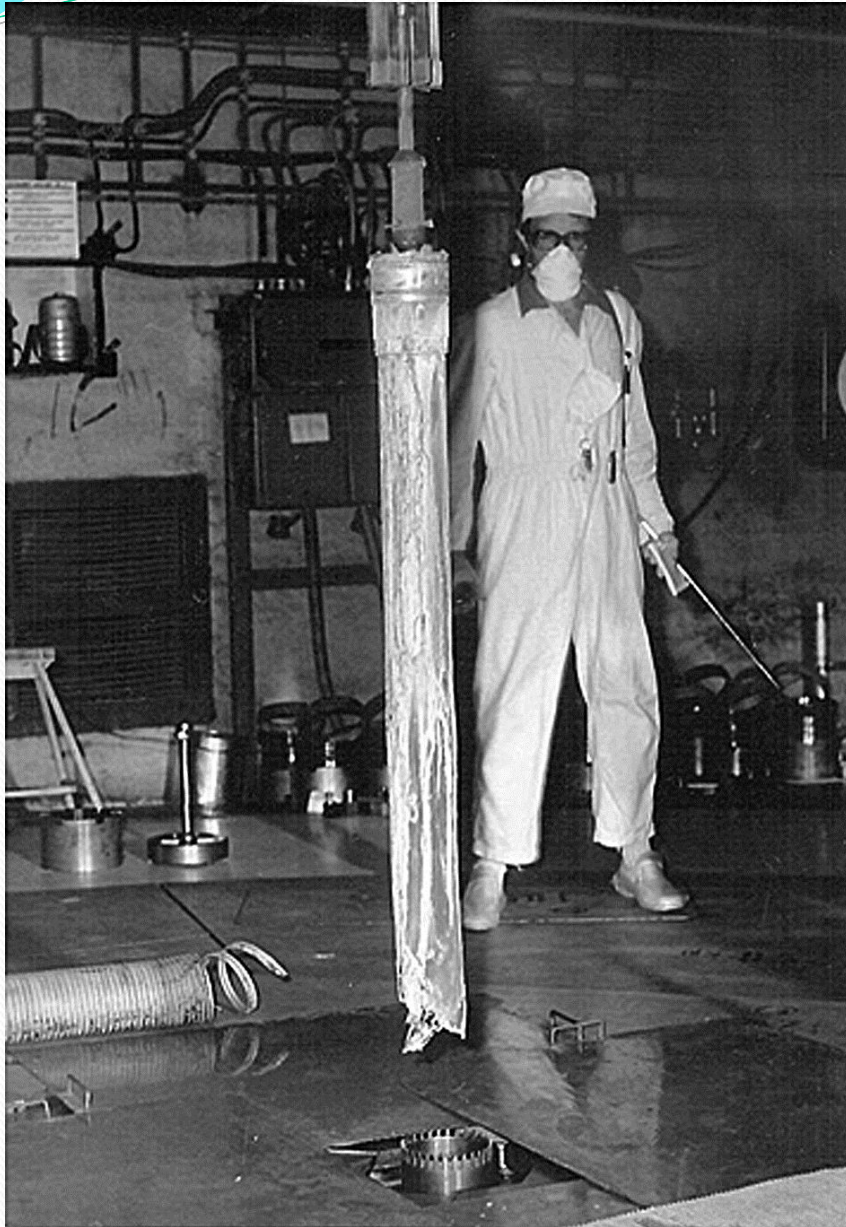
- Dňa 22. 2. 1977 v popoludňajších hodinách začala plánovaná výmena vyhoretého palivového článku v reaktore. Výmena prebiehala počas prevádzky reaktora.
- Výmena zavážacím strojom prebehla normálne. Pri ďalších manipuláciách sa teplota palivovej kazety zvýšila na nedovolenú hodnotu, kazeta sa zdeformovala, poškodila technologický kanál.
- Cez poškodený kanál začala ťažká voda prenikať do plynovej časti primárneho okruhu a spôsobila masívne porušenie pokrytia palivových článkov a tým aj únik veľkého množstva rádioaktívnych látok z paliva.



# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 5. Havária 22.2.1977 – pokračovanie

- Operátori okamžite odstavili reaktor a robili operácie na obmedzenie následkov havárie reaktora.



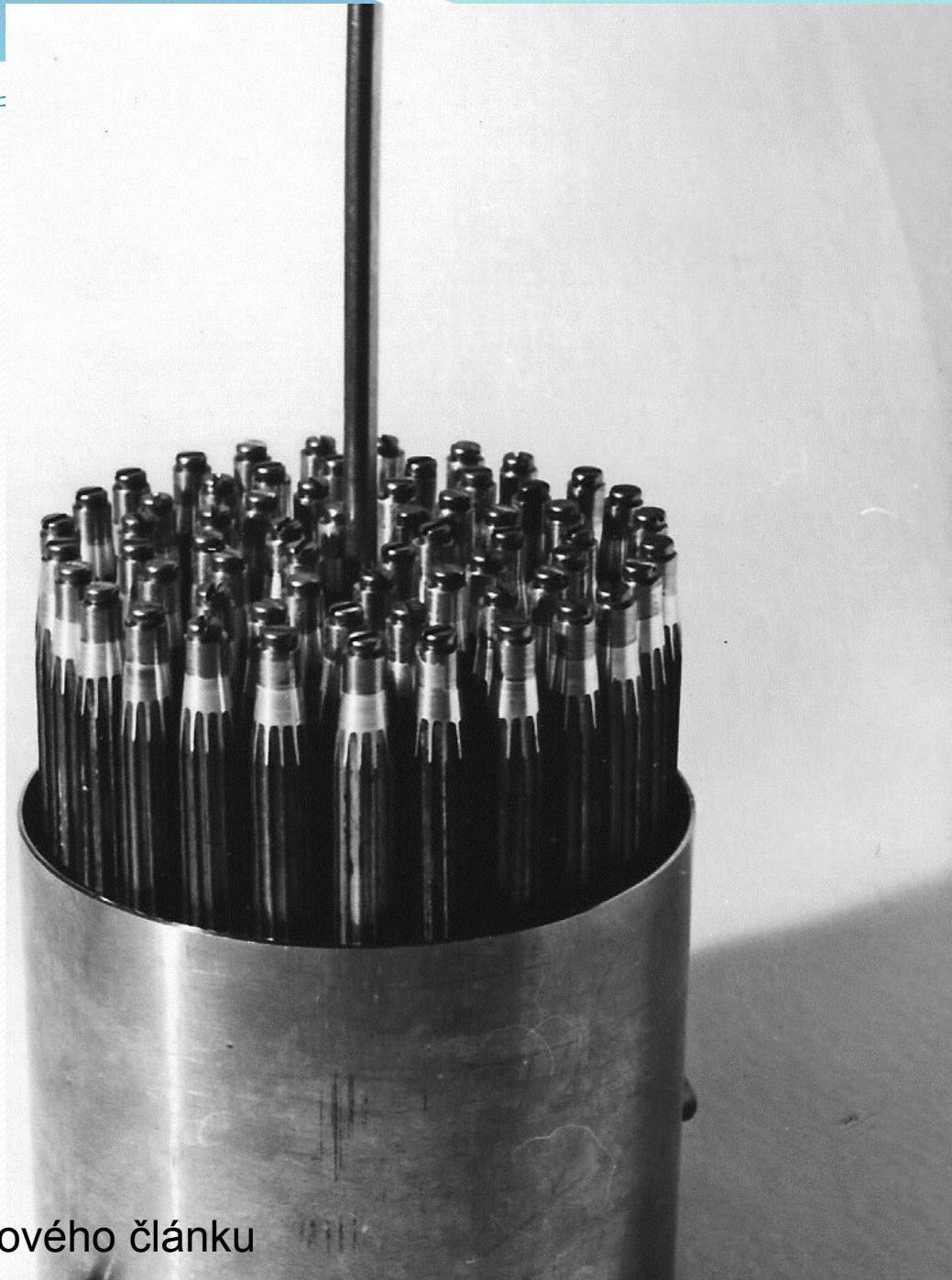
Časť roztaveného palivového  
článku po vytiahnutí z reaktora  
– dozimetrické meranie

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 5. Havária 22.2.1977 – pokračovanie

### Príčina havárie

- Vo vnútri zátky spodného dielu palivového článku, ktorá sa nachádza nad kazetou, s ktorou tvorí jeden komplet, zostalo z montáže zabudnuté vrečko so silikagelom.
- Pri ďalšej operácii v rámci kompletnej montáže sa vrečko roztrhlo, silikagel sa vysypal čiastočne do palivovej kazety a čiastočne aj mimo. Pracovníci montáže síce pinzetou a vysávačom čiastočne odstránili zrnká silikagelu, avšak nepreverili, či bol úplne odstránený.



Horná časť palivového článku

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 5. Havária 22.2.1977 – pokračovanie

Príčina havárie - pokračovanie

- Silikagel, ktorý zostal v kazete, významne zmenšil prietochný prierez a tým obmedzil jej chladenie plynom. Možnosť vniknutia silikagelu do palivovej kazety a hlavne následky neboli týmito pracovníkmi docenené.
- Pri zasúvaní palivovej kazety nebola kontrolovaná teplota a keď operátor reaktora zvyšoval výkon, palivová kazeta sa prehriala.
- Havária nebola spôsobená stavom technologického zariadenia, ale postupným zlyhaním ľudského činiteľa.



# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 6. Následky havárie

- Následkom preniknutia ťažkej vody (postupne asi 21 t) do plynového okruhu a na palivové články bola významne kontaminovaná plynová časť primárneho okruhu a hlavne parogenerátorov, kde dovtedajšia hodnota príkonu dávky zvýšila až 100x a na potrubí primárneho okruhu miestami až 1000x.
- Pokrytie paliva sa postupne odlupovalo. Stav v primárnom okruhu sa zhoršoval - zvyšovala sa aktivita a hromadili sa štiepne produkty ako plutónium, berýlium a urán.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 6. Radiačné následky

- Celkove uniklo ventilačným komínom v priebehu prvých 4 dní asi dvojnásobok povolených hodnôt rádioaktívnych plynov. V ďalších dňoch boli výpuste menšie ako povolené hodnoty.
- Úniky rádioaktívnych aerosólov vrátane I-131 neboli väčšie ako povolené hodnoty.
- Na rozdiel od prvej havárie pri tejto sa najviac rádioaktívnych látok dostalo do okolia s odpadovými vodami.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 6. Radiačné následky – pokračovanie

- Maximálna vypustená aktivita dňa 23.2. bola asi 5.000x vyššia ako povolená hodnota. Spôsobila kontamináciu odpadového kanála, priamo zvýšené dávky na obyvateľov nespôsobila.
- Podľa výpočtov bola u najviac ožiareného jedinca z obyvateľstva v mieste maximálnej prízemnej koncentrácie dávka asi 10.000x menšia ako povolená hodnota.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 6. Radiačné následky – pokračovanie

- V čase havárie pracovalo na zmene 49 pracovníkov, z toho 11 v exponovaných miestach sekundárneho okruhu. Odhadovalo sa, že čas expozície neprevýšil u jednotlivcov dve hodiny.
- Všetci prítomní užili antidotum KI – ASB (jodid draselný + aktivovaný síran bárnatý) a osemdesiat pracovníci boli v závodnom zdravotníckom stredisku vyšetrení na aktivitu jódu v štítnej žľaze, aktivitu trícia v tele, celkovú beta-aktivitu moču, gama-spektrometrickú analýzu moču.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 6. Radiačné následky – pokračovanie

- Prítomnosť I-131 bola zistená v štítnej žľaze šiestich pracovníkov, dávkové úväzky boli od 0,25 mSv do 1,4 mSv. Dávkové úväzky z trícia boli u štyroch najviac exponovaných jedincov od 0,1 mSv do 0,4 mSv. U ostatných sledovaných to nebolo viac ako 0,1 mSv. U žiadneho pracovníka teda neboli prekročené povolené hodnoty ožiarenia – tie boli v tom čase 30 mSv/štvrtrok, resp. 50 mSv/rok.



# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 6. Radiačné následky – pokračovanie

- Pri porovnaní s Černobyľom úniky I-131 do okolia boli asi  $10^9$  krát menšie a ostatných rádioaktívnych látok  $10^7$  krát menšie.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 7. Záver

- Personál elektrárne zvládol odozvu na každú z havárií vďaka vysokej kvalifikácii a nasadeniu operátorov i ostatného technického personálu.
- I keď elektráreň bol nazvaná priemyselnou, mala mnoho problémov. Veľa zariadení a dejov v nej bolo nevyskúšaných v reálnych prevádzkových podmienkach.
- Málo skúseností o vlastnostiach a prevádzke elektrárne ľudia nahrádzali veľkou obetavosťou, oddanosťou a snahou riešiť problémy v prospech bezpečnosti.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 7. Záver – pokračovanie

- Zamestnanci elektrárne sa naučili pristupovať k elektrárni s úctou a pokorou a na vlastných skúsenostiach sa presvedčili, že nestačí niečo urobiť dobre, ale treba to urobiť bezchybne.
- Radiačné následky oboch havárií boli pre zamestnancov i pre obyvateľov v okolí zanedbateľné. Významná bola kontaminácia technologických zariadení, ktorá prakticky znemožňovala bezpečné opravy technologických zariadení.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

## 7. Záver – pokračovanie

- Ďalšia prevádzka bola ohodnotená ako riziková. Bez ohľadu na následky havárií na technologické zariadenia bol hlavným dôvodom hodnotenia ich stav – predovšetkým korózia parogenerátorov a okruhu  $D_2O$ . Zvyšková životnosť kritických častí bola odhadnutá na 1,5 – 2 roky.
- V r. 1978 predsedníctvo vlády rozhodlo, že prevádzka elektrárne nebude obnovená. Okrem toho v roku 1970 bolo rozhodnuté ďalej budovať konštrukčne úplne iný typ JE – typ VVER.

# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

Podrobné informácie nájdete  
v knihe:

Jadrová elektráreň A1 v kocke

[info@snus.sk](mailto:info@snus.sk)

Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

Ďakujem za pozornosť

[karol.feik@suro.cz](mailto:karol.feik@suro.cz)



# Havárie jadrovej elektrárne A1 Bohunice

Chcete vedieť niečo viac?  
Spýtajte sa.