

## ĎALŠIE INFORMÁCIE

### Havária

Černobyľská jadrová elektrárňa, ležiaca na hraniciach Ukrajiny a Bieloruska, bola 26. apríla 1986 poškodená závažnou haváriou, po ktorej nasledoval 10 dní trvajúci únik veľkého množstva rádioaktívnych látok. Kontaminovaná bola severná pologuľa, najmä Európa. Úroveň kontaminácie bola ovplyvnená meteorologickými podmienkami počas úniku. Rádioaktívne látky z havarovanej elektrárne boli namerané nie iba v severnej a južnej Európe, ale aj v Kanade, USA a Japonsku.

Havária mala vážne rádiologické, zdravotné a sociálno-ekonomické následky na populáciu Bieloruska, Ukrajiny a Ruska. Hoci rádiologický vplyv havárie v ostatných krajinách bol celkovo nízky a prípadne nevýznamný mimo Európu, udalosť silne ovplyvnila obavy svetovej verejnosti z využívania energie atómu. A prispela k zvýšeniu pozornosti venovanej bezpečnosti jadrových elektrární a havarijnej pripravenosti. Černobyľ sa stal lekciami a poučeniami z neho, boli implementované národnými autoritami pri prevádzkovaní ich vlastných jadrových elektrární.

### Dôvody havárie

Blok Černobyľskej jadrovej elektrárne bol 25. apríla 1986 odstavený kvôli údržbe. Bolo rozhodnuté, že odstávka bude využitá na test schopnosti zariadenia elektrárne dodávať dostatok elektrickej energie na udržanie prevádzky chladenia reaktora a havarijných systémov počas prechodu z hlavného napájania na napájanie z dieselagregátov.

Nanešťastie, tento test, ktorý sa týkal nejadrovej časti elektrárne, bol vykonaný bez náležitej výmeny informácií a koordinácie medzi tímom vykonávajúcim test a tímom prevádzky reaktora. Preto boli do testu zahrnuté neadekvátne bezpečnostné opatrenia a pracovníci reaktora neboli varovaní o potenciálnych rizikách testu.

Nedostatok koordinácie a uvedomenia si rizika, vyplývajúce z nedostatočnej úrovne kultúry bezpečnosti pracovníkov elektrárne, viedlo operátorov k viacerým postupom, ktoré sa odchyľili od bezpečnostných predpisov a viedli k nebezpečnej situácii. Nedostatky v dizajne reaktora robili elektrárňu potenciálne nestabilnou a náchylnou na stratu kontroly ovládania v prípade chýb operátorov. Kombinácia týchto faktorov vyústila do výbuchu a takmer totálneho zničenia reaktora. Následky katastrofy boli ešte zhoršené grafitovým moderátorom a inými horľavými materiálmi v budove reaktora, požiar prispel k rozsiahlemu a dlhotrvajúcemu úniku rádioaktivity do životného prostredia.

### Disperzia a depozícia rádionuklidov

Rádioaktívny materiál, ktorý unikol do atmosféry pozostával z plynov, aerosólov a jemne fragmentovaných častí jadrového paliva. Tento únik bol jednak obrovský vo svojej kvantite, obsahujúci rádioaktívne produkty inventára reaktora, ale aj čas trvania bol neočakávane dlhý, viac ako 10 dní. Trvanie a výška výstupu látok do atmosféry (okolo 1 km) boli spôsobené požiarom grafitu, ktorý sa nedarilo uhasiť skôr, ako za 10 dní. Neskôr došlo už iba k niekoľkým malým únikom.

Pre tieto dôvody a sprievodné časté zmeny smeru vetra počas úniku oblasť zasiahnutia rádioaktívnym mrakom a ich následná depozícia na povrchu bola extrémne veľká a postihla celú severnú pologuľu. Hoci významnejšia kontaminácia mimo územia bývalého Sovietskeho zväzu bola iba v niektorých krajinách Európy.

Kontaminácia povrchu a potravinového reťazca bola veľmi nerovnorodá, čo bolo spôsobené výskytom dažďových zrážok počas prechodu rádioaktívneho mraku. Táto nehomogenita sa zvlášť prejavila vo väčších vzdialenostiach od reaktora.

V kontaminovaných oblastiach prirodzené dekontaminačné procesy dosiahli rovnovážny stav. Ďalšie znižovanie úrovne kontaminácie bude ďalej dosahované vďaka prirodzenému rozpadu rádionuklidov.

### **Reakcie národných autorít vo vtedajšom Sovietskom zväze**

Rozsah a závažnosť černobyľskej havárie nebola predpokladaná a prekvapila národné autority zodpovedné za verejné zdravie a havarijnú pripravenosť. Kritériá na vykonanie opatrení a postupy existujúce vo väčšine krajín neboli adekvátne pre haváriu takéhoto rozsahu a poskytovali slabú oporu procesu rozhodovania pri výbere a použití ochranných opatrení. Navyše, v prvých fázach havárie nebol k dispozícii dostatok informácií a rozhodnutia boli prijímané pod veľkým politickým tlakom a tlakom verejnosti vnímajúcej nebezpečenstvo plynúce z radiácie.

Za týchto okolností okamžité akcie boli pociťované ako nevyhnutné a v mnohých prípadoch ich zavedenie viedlo k chybám, niekedy rozsiahlym, lebo boli výsledkom viac predbežnej opatrnosti, ako vedeckým a odborným posúdením situácie.

Na území bývalého Sovietskeho zväzu boli krátkodobé ochranné opatrenia rozsiahle a vo všeobecnosti včasné a efektívne. Ťažkosti sa však objavili, keď sa autority pokúsili vytvoriť kritériá pre dlhodobé riadenie kontaminovaných území a s tým spojenú relokáciu veľkých skupín obyvateľstva. Boli navrhované rôzne postupy a boli aplikované počas mnohých rokov. Boli prijímané kritériá pre evakuáciu z kontaminovaných oblastí, v ktorých sa miešali požiadavky radiačnej ochrany a zvažovanie ekonomických kompenzácií, čo sa stalo zdrojom nejasností a zneužívania.

Kontaminácia rozšírená do veľkých vzdialeností od havarovanej elektrárne vyvolala obavy v mnohých krajinách mimo bývalého Sovietskeho zväzu a reakcie národných autorít na túto situáciu boli extrémne rôzne, od jednoduchého zintenzívnenia národných monitorovacích programov bez prijatia špecifických ochranných opatrení, až po nariadenie obmedzení týkajúcich sa obchodu a konzumácie potravín.

Okrem objektívnych rozdielov v úrovni kontaminácie, regulačných systémov a systémov verejného zdravia v jednotlivých krajinách jeden zo zásadných dôvodov rozdielnosti riešenia situácie v rôznych krajinách vyplýval z rôznych kritérií, ktoré boli použité pri výbere a aplikácii ochranných opatrení. Tieto rozdiely vyplývali v niektorých prípadoch z nesprávnej interpretácie medzinárodných odporúčaní, zvlášť v prípade potravinového reťazca a boli ďalej prehĺbované preceňovaním nerádiologických faktorov ako sociálno-ekonomické, politické a psychologické pri odhadoch správania sa spotrebiteľov.

Táto situácia spôsobila obavy a neistotu medzi obyvateľstvom, zmätok medzi odborníkmi a ťažkosti národných autorít, vrátane problémov s dôverou verejnosti, a tiež zbytočné ekonomické straty. Tento problém bol zvlášť pociťovaný v blízkosti hraníc štátov, v ktorých boli reakcie autorít a médií na situáciu rozdielne. Bolo tomu tak aj v prípade Slovenska a Rakúska. Úroveň kontaminácie v Rakúsku bola vyššia ako na Slovensku, preto aj prijímané opatrenia boli rôzne. Odlišnosť teda nevyplývala len z rôznych politických prístupov k informovaniu obyvateľstva.

## Odhady radiačných dávok

Populácia severnej pologule bola vystavená rôznej dávke radiácie z Černobyľskej havarovanej elektrárne. Po mnohých rokoch zhromažďovania dozimetrických dát z rôznych dostupných zdrojov a rekonštrukcii dávok vypočítaných na základe kontaminácie životného prostredia a matematických modelov je možné, aj keď nie úplne presne, určiť rozsah dávky obdržanej rôznymi skupinami populácie po nehode.

Najväčšie dávky vzbudzujúce obavu sú dávky pre štítnu žľazu v populácii detí v čase havárie v dôsledku externého ožiarovania, inhalácie a ingescie rádioaktívnych izotopov jódu a dávky z externého ožiarovania, ingescie a inhalácie rádioaktívnych izotopov cézia.

Rádioaktívny materiál, hlavne cézium a jód, ktoré unikli z reaktora počas havárie, sa rozšírili po celej severnej pologuli. Dávky obdržané populáciou mimo územia bývalého Sovietskeho zväzu boli relatívne malé a veľmi rozdielne v jednotlivých krajinách. Vyššie hodnoty kvôli výskytu dažďových zrážok počas prechodu rádioaktívneho mraku boli zaznamenané v Rakúsku, východnom a južnom Švajčiarsku, južnom Nemecku a Škandinávii. Dávky sa pohybovali od extrémne nízkych v desiatkach mikrosievertov až po 1 – 2 milisievertov v niekoľkých málo oblastiach.

## Poučenie z havárie

Černobyľská havária bola veľmi špecifickej povahy a nie je možné ju plne použiť ako referenciu pre účely budúceho havarijného plánovania. Bolo však veľmi jasné, podľa reakcií autorít jednotlivých krajín, že zodpovední neboli pripravení na haváriu takéhoto rozsahu a technické a organizačné nedostatky v havarijnej pripravenosti existovali takmer všade. Poučení z havárie v Černobyle tak bolo veľa a zahŕňujú všetky oblasti: reaktorová bezpečnosť a riadenie ťažkých havárií, zásahové kritériá, havarijná pripravenosť, komunikácia, zdravotná starostlivosť o ožiarených ľudí, monitorovacie metódy, rádioekologické procesy, manažment krajiny a poľnohospodárstva, informovanie verejnosti atď.

Najdôležitejším poučením však bolo, že závažné radiačné havárie majú cezhraničný dopad a ich dôsledky môžu priamo alebo nepriamo ovplyvniť mnohé krajiny aj v relatívne veľkých vzdialenostiach. To viedlo k posilneniu medzinárodnej spolupráce v oblasti komunikácie, harmonizácii kritérií havarijného manažmentu a koordinácii ochranných opatrení. Bol vytvorený medzinárodný mechanizmus spolupráce a informovanosti. Bola prijatá medzinárodná konvencia o oznamovaní a vzájomnej pomoci v prípade rádiologickej havárie na úrovni IAEA a EC. Medzinárodná dohoda o kontaminácii potravín bola prijatá FAO v spolupráci s WHO. NEA a OECD vytvorili systém medzinárodných cvičení havarijnej pripravenosti INEX, ktorých sa pravidelne zúčastňuje aj SR. IAEA prijalo medzinárodne platnú stupnicu závažnosti rádiologických udalostí INES. EC v spolupráci s IAEA prevádzkuje systém včasného varovania pred žiarením. Do Európskej radiačnej databázy zasielajú on-line dáta z radiačného monitoringu všetky štáty EÚ. Slovensko v tomto systéme zastupuje SHMÚ.

Na národnej úrovni havária v Černobyle stimulovala miestne authority a odborníkov k revízii ich porozumenia a prístupu k radiačnej ochrane a záležitostiam havarijnej pripravenosti a plánovania v prípade rádiologických udalostí. Bolo rozšírené permanentné monitorovanie radiačnej situácie. Na Slovensku začala činnosť Komisie pre radiačné havárie a SHMÚ od roku

1991 prešiel z off-line režimu monitorovania na on-line režim, v ktorom pokračuje doteraz, spolu s ďalšími prevádzkovateľmi takýchto systémov.

Ďalšou dôležitou lekciou bolo nadobudnutie nových skúseností v návrate kontaminovaného územia do normálneho života. Skúsenosti odborníkov z Bieloruska sú v súčasnosti využívané v oblasti Fukušimy.

Ukázal sa tiež význam zapojenia obyvateľstva, miestnych orgánov do procesov havarijnej pripravenosti, nezastupiteľnosť správneho informovania a vytvárania dôvery v prijaté opatrenia.

## **Záver**

História moderného sveta bola viackrát svedkom priemyselných a prírodných katastrof, ktorých dopad bol provnateľný alebo aj väčší ako havária černobyľskej elektrárne. Jej špecifikum je v prítomnosti ionizujúceho žiarenia a jeho dlhodobom dopade na ľudské spoločenstvo aj na prírodné prostredie. Pozitívom sú poučenia, ktoré ľudstvo z tejto katastrofy získalo na zlepšenie úrovne havarijnej pripravenosti. Problémom zostáva prekonanie nedôvery k informáciám o Černobyle vzhľadom k tomu, že sovietske úrady spočiatku zatajovali haváriu a rôzne inštitúcie poskytovali protichodné údaje, vzhľadom na nevyriešené sporné otázky o dopade nízkej úrovne radiácie na zdravie a často zložitý vedecký jazyk, v ktorom sú tieto informácie prezentované.