

ČERNOBYL

01:23:40

NEUVĚŘITELNÝ PŘÍBĚH NEJHORŠÍ
JADERNÉ KATASTROFY

ANDREW LEATHERBARROW

 CPRESS

Černobyl 01:23:40

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.cooboo.cz
www.albatrosmedia.cz



Andrew Leatherbarrow

Černobyl 01:23:40 – e-kniha
Copyright © Albatros Media a. s., 2020

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS  **MEDIA**

Černobyl 01:23:40

Andrew Leatherbarrow

Andrew Leatherbarrow

Černobyl 01:23:40

Neuvěřitelný příběh nejhorší jaderné katastrofy

z anglického originálu přeložila Radka Knotková

Copyright © Andrew Leatherbarrow, 2016

Translation © Radka Knotková, 2020

ISBN tištěné verze 978-80-264-3032-2

ISBN e-knihy 978-80-264-3093-3 (1. zveřejnění, 2020)

„Představte si letoun, který letí ve velké výšce. Posádka jej začne za letu testovat, otevírat dveře, vypínat nejrůznější systémy... Z fakt vyplývá, že konstruktéři měli počítat i s takovou situací.“

Valerij Legasov, představitel sovětské delegace,
25–29. srpna 1986, Vídeň

Předmluva

Když jsem kdysi začal číst knihy o Černobyli, bylo pro mě velmi těžké je pochopit. Ta úplně první – *Zápisky z Černobyli* od Grigorije Medveděva (sovětského inspektora jaderné bezpečnosti) – je sice vynikající, předpokládá ale, že čtenář disponuje značnými vědomostmi o jaderných systémech, a její překlad do angličtiny nepatří k nejlepším. Po nějaké době – a dalších přečtených textech – jsem se s danou technologií a terminologií lépe seznámil. Pořád jsem se ale nemohl zbavit obav, že tyhle knihy jsou zkrátka moc náročné, než aby je mohl číst průměrný člověk. Černobylská havárie je jednou z nejneuvěřitelnějších a globálně nejdůležitějších událostí posledních sta let. Přesto jen málokdo chápe, k čemu při ní došlo.

Tyto zmatky vznikly zčásti proto, že všechny informace, které se během pěti let po nehodě dostaly na veřejnost, byly zkreslené, tak aby odpovídaly upřednostňovanému narativu – vinu nesl personál elektrárny. Přestože řada dřívějších nepřesností byla později objasněna, zlomky a útržky pečlivě dávkovaných informací přerostly v mýty a legendy. Každá nová kniha, dokumentární film, novinový článek a webová stránka podávaly příběh v mírně odlišné verzi a o nesrovnalosti není nouze ani dnes. Vedle toho se mi nepodařilo

najít jediný text, který by pojednával o těch věcech, o něž jsem měl největší zájem. Samotnou nehodou se jich většina zabývá jen stručně a raději se zaměřuje na její následky. Ty, které událost rozebírají, jako třeba *Zápisky z Černobylu*, zase následky úplně ignorují. Jiné řeší politiku, environmentalismus nebo jsou plné čísel. Takže poté, co jsem zkoušel objevit takový typ knížky, kterou bych si chtěl sám přečíst, a dozvěděl se, že žádná taková neexistuje, jsem se prostě rozhodl ji napsat.

Nechci z černobylské havárie dělat senzaci. Ona to sice senzace je, ale lidé ji často přehánějí, aby byla ještě dramatičtější. Je to nepoctivé a zbytečné – pravda je dramatická ažaž. Stejně tak nemám v úmyslu kohokoli odsuzovat nebo omlouvat. Nesnáším, když autoři literatury faktu vnucují čtenářům svoje názory, a proto uvádím fakta tak, jak je vidím.

Ačkoli jsem se ze všech sil snažil, aby údaje, které se zde nacházejí, byly správné, některé aspekty – většinou ty, jež se týkají reaktoru – jsem úmyslně trochu zjednodušil, aby byl text srozumitelný. Množství postav a jejich konkrétní příběhy jsem v zájmu stručnosti minimalizoval a raději se zaměřil na ty, o nichž si myslím, že v proběhlých událostech sehrály nejdůležitější roli. Dále jsem usoudil, že je nutné, aby text byl co možná nejpřístupnější, a tudíž jsem do něj přidal spoustu výroků lidí, kteří se na místě nacházeli. Po čase jsem došel k závěru, že kvůli rozporuplným výpovědím svědků je nemožné příběh havárie podat se stoprocentní přesností. Udělal jsem ale všechno, co bylo v mých silách, aby kniha byla co nejpravdivější. Pokud jsem si něčím nebyl jistý, uvedl jsem to v poznámkách. Jestliže se ukáže, že jsem se v čemkoli spletl, a lze to doložit důkazy, neváhejte se na mě obrátit. Jen velmi nerad bych přispíval k šíření nepravd.

Rozhodl jsem se do knihy zahrnout i vyličení své cesty do Černobyli, která v roce 2011 podnítila mou touhu prozkoumat tragédii víc do hloubky. Byla to pro mě neuvěřitelně silná zkušenost a od základů mi změnila život. Toto druhé vyprávění, samozřejmě méně fascinující než líčení historických událostí, text rozděluje na dvě části a já doufám, že ho obohacuje.

Podrobnosti z mého výletu nebo rozhovory, které jsem při něm vedl, si úplně nevybavuju a nechci si domýšlet žádnou vatu, takže pokud někde scházejí nějaké detaily, je to záměrně. Všechny fotografie z Pripjati a Černobyli, které kniha obsahuje, jsem během zájezdu pořídil osobně. Celá sbírka obsahuje asi tisíc snímků a můžete si ji prohlédnout zde: <https://goo.gl/uchbWp>.

Dospět až sem si vyžádalo čtyři a půl roku a tisíce hodin psaní a rešerší, to vše ve volném čase. Zhruba první dva roky jsem text neplánoval zveřejnit knižně. Psaní pro mě bylo koníček a jeho výsledek jsem maximálně hodlal svázat do jednoho výtisku, který bych si dal na poličku. Dopustil jsem se tudíž amatérské chyby a nevedl si seznam zdrojů, takže když jsem začal později dávat dohromady odkazy, musel jsem se vrátit a znovu dohledat velkou část prezentovaných informací. Kvůli tomu se některé zdroje, jež tu jsou uvedené, ne vždy shodují s těmi, odkud jsem příslušné údaje původně čerpal. Zatímco jsem na knize pracoval, celou jsem ji zadarmo zpřístupnil na internetu a průběžně ji aktualizoval, takže byla postupem času stále delší a delší. Myšlenkou na řádné vydání jsem se začal zabývat teprve tehdy, když mě k tomu začali vybízet fanouškovské maily. Počátkem roku 2015 jsem spustil kampaň na *Kickstarteru*, abych sehnal dostatek peněz na zaplacení redaktora. To ale nedopadlo zrovna ideálně a já jsem celý projekt nechal ležet ladem.

V dubnu téhož roku jsem na sociální síť *Reddit* při příležitosti 29. výročí černobylské havárie nahrál album se 150 historickými fotografiemi a s popisky z mé knihy. Příspěvku se dostalo úžasného přijetí. Lidi mě žádali, abych jim knihu zpřístupnil, jak byla, a já to na dva dny udělal. O hodinu později už byl text nahraný na webové stránce, která umožňovala tisk na požádání, a za ty dva dny se mi nějak podařilo prodat přes 700 výtisků. Mně, takové nule postrádající jakékoli renomé. Tato zkušenost mě přesvědčila, že lidi mají o havárii zájem.

O pět týdnů později se mi narodil můj první syn, Noah, a já na Černobyl nakrátko zapomněl. V září jsem usoudil, že by byla pitomost se na knihu vykašlat, když už je skoro hotová. Na redaktora jsem neměl peníze, a proto jsem si koupil editační software a pustil se do redakce sám. Během těch několika měsíců jsem měl spoustu času určit, jaká místa potřebují ještě trochu rozpracovat, a uživatelé *Redditu*, kteří si koupili neredigovanou verzi, mi poskytli neocenitelnou zpětnou vazbu. Řídil jsem se jejich připomínkami a výsledek je díky tomu podstatně lepší. Knihu jsem dokončil v březnu 2016 po šesti měsících práce, kdy jsem se sotva vyspal (díky, Noahu) a celou tu dobu jsem ve volném čase redigoval. A pak se stalo cosi ohromujícího: na rukopis narazila na *Redditu* mladá redaktorka a nabídla se, že mi zadarmo pomůže. V závěrečných týdnech před vydáním odvedla vážně skvělou práci. Neocenitelný pomocník se vyklubal i z *Redditu*. Jsem hluboce zavázán všem báječným lidem, kteří tu stránku používají: od jaderných inženýrů přes vysokoškolské historiky, kteří mi opravovali dějepisné chyby, po Rusy, kteří dohledávali omyly v mých překladech. Všem jim nesmírně děkuju.

Nejsem žádný spisovatel, rozhodně ne v tradičním slova smyslu. Neprošel jsem žádným školením a před tím, než jsem se do tohotole

projektu pustil, jsem nikdy nic nenapsal. První hrubé verze byly přílišné a já je přepsal víckrát, než jsem ochoten přiznat, postupně jsem se ale (o něco) zlepšil. Bez rozpaků tvrdím, že takhle kniha ani zdaleka není tou nejlepší, jakou jsem kdy četl, je ale ta nejlepší, jakou jsem v dané chvíli byl schopen napsat, a já doufám, že se vám bude líbit.

Závěrem bych rád uvedl, že jsem příznivcem jaderné energetiky ve vyspělých zemích – pokud se dodržují přísné zdravotní, bezpečnostní a environmentální předpisy.

Dodatek

V červenci 2019, tři roky po původním vydání, jsem si udělal přestávku od práce na knize o dějinách jaderného průmyslu v Japonsku a havárii elektrárny Fukušima, abych tento text mírně vylepšil. Dnes už trosky Černobylu chrání nový kryt, který vydrží příštích sto let.

V květnu 2019 uvedla stanice HBO pětidílnou dramatickou minisérii, která o černobylské havárii pojednává a setkala se s téměř všeobecným nadšením. Poštěstilo se mi při jejím vzniku sehrát malou roli: při finalizaci scénáře jsem pomohl s technickou rešerší. Autor mě později laskavě pozval do Litvy, kde se seriál natáčel. Nácházel jsem se u většiny scén ve velínu, členové produkčního týmu mě provedli po place, ukázali mi úžasné výtvarné kulisy, kostýmy a rekvizity, seznámili mě s vedoucími nejrůznějších oddělení a několika herci a strávili hodně času tím, že si se mnou o nehodě povídali. Byl to úžasný výlet a já na něj do smrti nezapomenu.

STRUČNÉ DĚJINY ATOMOVÉ ENERGIE

Radiace je jev, kterému lidstvo rozumí nejspíš méně než čemukoli jinému. I dnes, kdy jsou její účinky dobře známy, už jen zmínka o ní ve většině lidí vzbudí strach a přehnanou reakci. V desetiletích plných nadšení, kdy byla radiace po svém objevení na přelomu 19. a 20. století zkoumána, se k ní lidé kvůli své nevědomosti stavěli bez větších obav. Marie Curie-Sklodovská, nejznámější průkopnice ve výzkumu radiace, roku 1934 zemřela v důsledku chudokrevnosti, kterou si přivodila desítkami let nechráněného kontaktu s mdlými, zářícími látkami, jež nosila po kapsách a přechovávala v zásuvkách stolu. Spolu s manželem Pierrem stavěla na práci německého fyzika Wilhelma Röntgena, který v roce 1895 objevil rentgenové paprsky, a na půdě Pařížské univerzity neúnavně pracovala „v opuštěném přístřešku, jenž sloužil jako pitevna lékařské fakulty.“¹ Sama Curie-Sklodovská poznamenala: „Dělalo nám velikou radost chodit do dílny v noci... zářící zkumavky vypadaly jako tlumená vánoční svíčka.“² Při zkoumání uranu dvojice objevila a pojmenovala nové prvky – thorium, polonium a radium – a strávila nezanedbatelné množství času tím, že studovala účinky neobvyklých vln, které ze všech čtyř prvků vyzařovaly. Marie těmto vlnám přezdívala „radiace“ a za

své dílo získala Nobelovu cenu. Až do té chvíle se za nejmenší existující částici považoval atom. Panovala domněnka, že atomy jsou celistvé, nerozbitné a samy o sobě představují stavební kameny vesmíru. Zjištění Curie-Sklodowské, že při rozbití atomu vzniká ionizující záření neboli radiace, bylo přelomové.

Z objevu, že světélkující radium ničí nemocné lidské buňky rychleji než buňky zdravé, se počátkem 20. století zrodilo nové průmyslové odvětví, které nic netušící a neinformované veřejnosti básnilo o (z větší části fiktivních) vlastnostech tohoto kouzelného nového prvku. Tuto mánii podporovaly i uznávané osobnosti, včetně Dr. C. Davise, který do časopisu *The American Journal of Clinical Medicine* napsal: „Radioaktivita předchází šílenství, vzbouzí v člověku ušlechtilé city, zpomaluje stárnutí a dává základ báječnému, mladistvému, radostnému životu.“³ Hodinky a číselníky, laky na nehty, přístrojové panely vojenského vybavení, zaměřovače zbraní, dokonce i dětské hračky – z toho všeho vyzařovalo radium, ručně nanesené mladými dělnicemi, které pracovaly pro *United States Radium Corporation*. Důvěřivé dělnice si při práci olizovaly štětce, aby se jim netřepily špičky, a nevědomky tak polykaly částice radia. Po letech se jim začaly rozpadat zuby i lebky. Výrobci *Radithoru*, „moderní zbraně léčebné vědy“ a jednoho z několika tehdejších léků s obsahem radia, tvrdili, že přípravek zbaví uživatele revmatu, artritidy a neuritidy.⁴ Pár let se těšily oblibě radiové zubní pasty a kosmetika, které měly omlazovat pleť a zuby, a jiné výrobky, jež se chlubily svou radioaktivitou: radiové kondomy, čokoláda, cigarety, chleba, čípky, vlna, mýdlo, oční kapky, „skrotální radiendokrinátor“ pro podporu mužnosti (vynález stejného génia, který přišel s *Radithorem*), a dokonce i písek do dětských pískovišť, jež výrobci prohlašovali za „mimořádně hygienický a... blahodárnější než bahno z nejproslulejších

léčivých lázní světa“.⁵ O skutečných, nebezpečných vlastnostech radia, které je asi 2,7 milionkrát radioaktivnější než uran, se veřejnost nedozvěděla až do třicátých a čtyřicátých let.⁶

Horečnatá snaha odhalit tajemství atomu pokračovala i v raných letech 20. století a vědci z celé Evropy činili na tomto poli zásadní pokroky.⁷ Americký fyzik James Chadwick objevil v roce 1932 neutron, poslední chybějící dílek skládačky, za jehož odhalení získal Nobelovu cenu. Díky Chadwickovu přínosu byla struktura jádra konečně rozluštěna: atom se skládá z jádra, v němž se nacházejí protony a neutrony, kolem nichž obíhají elektrony. Lidstvo stálo na počátku atomového věku.

Roku 1939 dospěli fyzikové Lise Meitnerová, Otto Frish a Niels Bohr k závěru, že když se jádro atomu rozbije a rozdělí na nová jádra (proces tzv. jaderné štěpné reakce), uvolní se z něj obrovské množství energie, což umožní štěpnou řetězovou reakci. S tím se pojila teorie, že by řetězovou reakci potenciálně šlo využít k výrobě neomezeného množství čisté energie, která by poháněla lodě, letadla, továrny a domy. Nebo k ničení – a sice sestrojením zbraní nezměrné síly. Pouhé dva dny po vypuknutí druhé světové války zveřejnili Niels Bohr a John Wheeler studii, v níž tvrdili, že štěpení lépe probíhá v prostředí, kde rychlost neutronů v atomu zpomaluje tzv. moderátor. Tím se zvyšuje pravděpodobnost, že do sebe neutrony narazí a odtrhnou se.⁸

Jelikož povědomí o nebezpečnosti radioaktivních výrobků bylo stále rozšířenější a jejich oblíbenost u civilního obyvatelstva prudce klesala, přineslo s sebou zoufalství a naléhavost druhé světové války nové podivuhodné příležitosti, z nichž odvětví mohlo těžit. Zemí, jež byla původně nejvíc odhodlaná rozlousknout hádanku jaderných zbraní, bylo Spojené království. Německo sice mělo

jaderný program, ten se ale zaměřoval na vývoj reaktorů. Po japonském útoku na Pearl Harbor dne 7. prosince 1941 se do výzkumu štěpení naplno pustily i Spojené státy, které se předtím zabývaly nukleárním pohonem námořních plavidel, a vynaložily nezanedbatelné prostředky na vývoj atomové bomby. Než se rok s rokem sešel, byl pod dohledem Enrica Fermiho, laureáta Nobelovy ceny za fyziku, na Chicagské univerzitě zřízen jako součást projektu *Manhattan* první jaderný reaktor na světě: *Chicago Pile-1*. Reaktor, jež Fermi popsal jako „hrubý milír z černých cihel a dřevěných trámů“⁹, poprvé dosáhl kritického stavu (soběstačné řetězové reakce) 2. prosince 1942. Jako moderátor používal grafit a neměl ani stínění před ionizujícím zářením, ani jakýkoli systém chlazení.¹⁰ Fermi, který musel přesvědčit kolegy, že jeho propočty jsou dostatečně přesné a výbuch nehrozí, svou nezodpovědností podstupoval neuvěřitelné riziko.

Že se Spojené státy, Británie a Německo zabývají štěpením, se sovětský diktátor Josif Stalin dozvěděl teprve poté, co si fyzik jménem Georgij Fljorov, který se vracel z frontových linií druhé světové války domů, všiml, že z nově vydávaných mezinárodních vědeckých časopisů zmizel veškerý výzkum o jaderné fyzice. Tento mladý muž, po němž byl pojmenován umělý chemický prvek flerovium, si uvědomil, že příslušné články jsou v režimu přísného utajení, a napsal Stalinovi dopis, v němž důležitost jejich nepřítomnosti zdůrazňoval: „*Bez odkladů vyrobte uranovou bombu.*“¹¹ Diktátor poslechl a vyhradil prostředky na studium potenciálu energie štěpení. Nařídil významnému ruskému vědci Igoru Kurčatovovi, aby začal dávat dohromady informace o projektu *Manhattan* (s nimiž přišli sovětská špehovka) a potají zkoumat, co je třeba podniknout, pokud mají Sověti atomovou bombu vyrobit. Kurčatov musel pracovat

v naprostém utajení. A proto hluboko v lesích za Moskvou založil novou laboratoř.

Dne 8. května 1945 ohlásili Spojenci vítězství nad Německem a Spojené státy obrátily pozornost k Japonsku. Kurčatov mezitím dělal velké pokroky, pořád ale zaostával za Američany, kteří pod vedením Roberta Oppenheimera dne 16. července 1945 v 05:29:21 poblíž Alamogorda v Novém Mexiku úspěšně otestovali vůbec první atomovou bombu.¹² Jelikož to bylo poprvé, kdy se testovala zbraň s takto ničivým potenciálem a možné důsledky byly neznámé, přijímal Fermi od fyziků i vojenského personálu sázky na to, zda bomba způsobí vznícení atmosféry – a pokud ano, zda zničí pouze Nové Mexiko, nebo rovnou celou planetu.¹³ Výbuch s krycím jménem *Trinity* po sobě zanechal kráter o průměru 365 metrů a dosáhl teploty „desítek milionů stupňů Fahrenheitů“. Fyzik George Kistiakowsky se toho, co viděl, zhrozil a řekl: „*Nepochybuji, že až nastane konec světa, v poslední milisekundu, kdy Země ještě bude existovat, poslední žijící člověk uvidí totéž, co jsme právě spatřili my.*“¹⁴ Šestého srpna, o pouhé tři týdny později, shodil upravený bombardér Boeing B-29 Superfortress atomovou bombu na japonské město Hirošima a 350 000 jeho obyvatel. Bomba přeměnila 0,6 gramů uranu v energii, jejíž síla se rovnala síle při odpalu 16 000 tun TNT. Za tři dny byla shozena další, tentokrát na Nagasaki. Při výbuchu okamžitě zahynulo přes 100 000 lidí, z větší části civilistů. Japonsko se po několika dnech vzdalo a druhá světová válka byla u konce.

Navzdory tomuto děsivému výjevu strach v některých částech světa pomalu ustoupil optimismu a úžasu z toho, že tak malé zařízení dokáže vyrobit tolik energie. Vývoj zbraní však pokračoval. V závodě Majak (u Ozjorsku v Čeljabinské oblasti) byl roku 1948 spuštěn první ruský reaktor na výrobu plutonia (plutonium se

ve volné přírodě nevyskytuje) a poté Rusové v srpnu 1949 otestovali v pouštích Kazachstánu svou první atomovou bombu.¹⁵ Západ mezitím obrátil pozornost k potenciálnímu využití bezprecedentní energie štěpení k civilním účelům.¹⁶ Pět dní před Vánoci 1951 malý americký „experimentální množivý reaktor“ vyrobil dostatek elektřiny na to, aby rozsvítil čtyři dvousetwattové žárovky, a stal se tak prvním reaktorem na výrobu elektřiny na světě.¹⁷ O dva roky později oznámil americký prezident Eisenhower založení programu *Atoms For Peace* a prohlásil, že Spojené státy „jsou odhodlané pomoci vyřešit hrozivé atomové dilema, srdcem i myslí se plně oddat hledání způsobu, jímž by zázračná vynalézavost člověka nevedla k jeho smrti, nýbrž oslavovala jeho život.“¹⁸ *Atoms For Peace* – částečně upřímný pokus o prosazení civilní jaderné infrastruktury a dalšího průzkumu, částečně propaganda, jejímž účelem bylo umlčet globální kritiky atomové energie a krýt hromadění jaderných zbraní – nakonec vedl ke zřízení jaderných elektráren v Americe.¹⁹

V Sovětském svazu byl k výrobě elektřiny upraven jeden ze stávajících vojenských reaktorů, který vyráběl plutonium, a v červnu 1952 tak byl v první civilní jaderné elektrárně Obninsk spuštěn reaktor AM-1 – *atom mirnyj* neboli mírový atom – o výkonu 6 MWe (megawatt elektrického výkonu).²⁰ Jednalo se o grafitem moderovanou, vodou chlazenou sestavu, která posloužila jako prototyp reaktorů typu RBMK, jež se používaly v Černobyli. O dva roky později byla královna Alžběta II. přítomna slavnostnímu spuštění prvního britského komerčního jaderného reaktoru o výkonu 50 MWe v závodě Windscale (v hrabství Cumbria). Vláda prohlásila, že Spojené království se stalo „prvním místem na světě, kde se elektřina z atomové energie vyrábí v plně průmyslovém měřítku.“²¹

Obě dominantní supervelmoci (USA a SSSR) si uvědomily, že zdroj energie, u něž se palivo doplňuje jen jednou za pár let, by se skvěle uplatnil v námořních podmínkách, a usilovně se snažily své reaktory zmenšit. V roce 1954 už miniaturizace pokročila dostatečně daleko na to, aby Spojené státy mohly vypustit první jadernou ponorku: USS *Nautilus*. Po pěti letech měly USA i Rusko hladinové lodě na jaderný pohon.

Roku 1973 byl v Leningradu spuštěn první reaktor velkého výkonu RBMK-1000 – stejný typ použitý v Černobylské elektrárně, která byla tehdy ve výstavbě. USA a většina západních zemí tou dobou usoudily, že nejbezpečnější volbou jsou tlakovodní reaktory modernované a chlazené vodou. Od konce sedmdesátých let do začátku 21. století byla montáž nových reaktorů pozastavena, a to jednak v důsledku zlepšené výrobní kapacity a výkonnosti stávajících reaktorů, a jednak kvůli globální reakci na černobylskou havárii a havárii elektrárny Three Mile Island. Co se počtu reaktorů týče, dospěla jaderná energetika na vrchol v roce 2002, kdy jich bylo v provozu celkem 444, rekordní množství jaderné elektřiny bylo ale vyrobeno až v roce 2006: celkem 2660 terawatthodin za kalendářní rok.²²

Roku 2011 se jaderná energetika podílela na globální elektřině z 11,7 %, přičemž v 31 zemích fungovalo více než 430 komerčních jaderných reaktorů²³, které vyráběly celkem 372 000 megawattů elektřiny. Největší jadernou elektrárnou je v současnosti japonská Kawiwazaki Kariwa, jejíž 7 reaktorů vyrábí 8000 MW, momentálně ale nejsou v provozu. Nejvíc na jaderné energetice závisí Francie, kde jaderné elektrárny zajišťují zhruba 75 % tamní elektřiny. USA a Rusko se pohybují kolem 20 % . Ke konci roku 2014 se jaderná energetika z více než 50 % podílela na zásobování elektřinou už jenom na Slovensku a v Maďarsku, nicméně Ukrajina, v níž se nachází

Černobylská elektrárna, stále uspokojuje svoji poptávku po energii ze 49 % jadernou energetikou.²⁴

Jaderná elektřina je zdrojem elektrické energie v mnoha velkých námořních plavidlech. Zde dospěla na vrchol počátkem devadesátých let, kdy bylo po celém světě víc jaderných reaktorů v lodích (většinou vojenských – přes 400 jen v ponorkách)²⁵ než komerčních elektrárnách na výrobu elektřiny.²⁶ Jejich počet od té doby klesl, stále ale existuje asi 150 lodí a ponorek s jadernými reaktory. Rusko zkonstruovalo vůbec první nákladní říční člun s plovoucí jadernou elektrárnou, která se plaví Severním ledovým oceánem. Lze ji ale odtáhnout kamkoli, kde je potřeba vyrábět elektrickou energii. Člun zvaný *Akademik Lomonosov* o výrobní kapacitě 70 MW má na palubě dva modifikované lodní reaktory převzaté z ledoborců.²⁷ Ačkoli Rusům připadl titul prvních strůjců nákladního říčního člunu na výrobu jaderné energie, plovoucí elektrárny nejsou nic nového. Spojené státy vybudovaly svou první plovoucí jadernou elektrárnu koncem šedesátých let v přeměněné obchodní lodi třídy Liberty z druhé světové války. Dnes už se ale nepoužívá. Na trh vstupuje i Čína a očekává se, že první čínská plovoucí jaderná elektrárna začne vyrábět elektřinu někdy kolem roku 2020.²⁸

Dřívější nehody

S jistotou určit, kolik lidí v důsledku jaderných havárií zahynulo, je nemožné, protože rakovina a jiné zdravotní poruchy způsobené ozářením jsou často nerozeznatelné od nemocí, za nimiž stojí jiné příčiny. Můžeme se jen domýšlet. Stejně jako u Marie Curie-Sklodowské je i zde pravděpodobné, že spousta prvních průkopníků výzkumu na poli ionizujícího záření (a prvních pacientů, kteří byli vystaveni příliš silnému rentgenovému záření)²⁹ zabilo právě to,

co zkoumali, a to prostřednictvím rakoviny nebo nemocí souvisejících s ozářením. Ačkoli práce ničila Curie-Sklodowské (i jejím kolegům) zdraví, vědkyně nebezpečí radiace až do své smrti roku 1934 popírala. Záření zabilo i její dvě děti, které v matčině díle pokračovaly a rovněž získaly Nobelovu cenu.³⁰ Spolehlivé statistické údaje nejsou k dispozici ani k úmrtím, za něž mohl akutní radiační syndrom. Sovětský svaz totiž všechny vážné havárie až do té černobylské utajoval. Nelze vyloučit, že země jako Pákistán, Írán a Severní Korea – tajňůstkářské režimy s jaderným programem, které jsou nechvalně proslulé zkorumpovanou byrokracií – to dělají dodnes.

Oficiálně bylo zaznamenáno přibližně 70 jaderných a radiačních nehod, během nichž došlo ke smrtelným zraněním. Téměř všechny z nich měly za následek méně než 10 mrtvých, bezpochyby se však udály i jiné havárie, jež se zatajují.³¹ Zajímavé je, že za spoustě těchto událostí se dává vina špatné kalibraci nebo krádeži různého vybavení pro zdravotní radioterapii.

Například v brazilském městě Goiânia bylo v září 1987 ozářeno přes 240 lidí poté, co dvojice zlodějů rozebrala ocelovou olovenou kapsli, kterou ukradla z nedaleké polorozbořené nemocnice a jež obsahovala radioaktivní cesium, z přístroje na radioterapii. Jeden ze zlodějů ji schoval u sebe doma na dvorku. Během několika dní se do ní pokoušeli násilím proniknout, až nakonec proděravěli její ochranný ocelový plášť. Během té doby se oběma mužům udělalo špatně. Příznaky choroby si vysvětlovali tím, že nejspíš něco špatného snědli. Uloupenou kořist z ničeho nepodezívali a následně ji prodali jistému Devairu Ferreirovi, obchodníkovi se sběrnými surovinami. Ten večer si Devair všiml, že materiál, který se v kapsli nachází, modře září. Usoudil, že to musí být něco cenného, možná

dokonce nadpřirozeného. Aby kapsli ochránil, schoval ji v domě, kde bydlel se svou ženou Gabrielou, a prášek i úlomky pouzdra rozdával svým přátelům a příbuzným. Mezi ně patřil i jeho bratr, který dal trochu práškového cesia své šestileté dceři. Kouzelná modrá záře se jí tak zalíbila, že si s radioaktivními částicemi hrála, potřela se jimi jako třpytkami a spolýkala je. Dva Devairovi zaměstnanci ještě několik dní rozebírali kapsli na kousky, aby z ní dostali olovo, které obsahovala.

Gabriela si jako první všimla, že ona i všichni v jejím okolí jsou vážně nemocní. Ačkoli jí lékař řekl, že i ona má jenom alergickou reakci na nějaké jídlo, byla přesvědčená, že viníkem je ten neobvyklý materiál, který její rodinu tolik fascinuje. Vyzvedla si kapsli u obchodníka se šrotem, kterému ji Devair mezitím přeprodal. Autobusem se dopravila do nedaleké nemocnice, kde prohlásila, že materiál „zabíjí [její] rodinu.“³² Její prozíravost zabránila tomu, aby nehoda měla ještě daleko závažnější průběh.

Cesium se až do druhého dne válelo na dvorku nemocnice, aniž by se kdokoli obtěžoval určit, o co jde. Až nakonec jeden z doktorů zavolal lékařského fyzika, aby celou věc prošetřil. Ten „*dorazil právě včas na to, aby hasičům rozmluvil jejich původní úmysl zdroj sebrat a hodit do řeky.*“³³ Gabriela zemřela i se svou dcerkou a Devairovými dvěma zaměstnanci. Devair Ferreira přežil, i když dostal větší dávku než kdokoli ze zemřelých. Protože kapsli během dvou týdnů několikrát otevřeli a převáželi sem a tam, několik čtvrtí ve městě bylo kontaminováno, kvůli čemuž se řada budov musela zbourat.³⁴

V civilní jaderné energetice je celkový počet smrtelných zranění v důsledku nehod poměrně nízký – podstatně nižší než počet úmrtí, za nimiž stojí typické nehody v uhelných, ropných, nebo vodních elektrárnách.

Abychom vše uvedli do širších souvislostí, vezměme v potaz ztráty na životech utrpěné při nehodách, k nimž došlo ve spojitosti s konvenčními zdroji elektrické energie. Na úmrtnosti má obrovský podíl těžba uhlí, nechvalně proslulá svou nebezpečností. Pouhých 32 závažných nehod v uhelných dolech si vyžádalo téměř 10 000 životů³⁵ a veškeré nehody, jež se udály při těžbě uhlí v Americe od roku 1839, zabily dohromady 15 000 lidí.³⁶ Nejhorší z těchto neštěstí se přihodilo 26. dubna 1942, přesně 44 let před černobylskou havárií: výbuch plynu v čínské uhelné šachtě Pen-si-Chu usmrtil 1 549 horníků.³⁷

Roku 1998 vybuchl v nigerijském Jesse ropovod, vlastněný společností The Nigerian National Petroleum Corporation. Při výbuchu zemřelo přes 700 lidí. Šlo o jeden z desítek podobných incidentů, jež se v zemi dějí. Přesnou příčinu se nikdy nepodařilo určit, protože všichni, kdo se v blízkosti ropovodu nacházeli, zahynuli. Za explozi ale mohla buď špatná údržba, nebo úmyslná sabotáž, které se mohli dopustit zloději surovin, kteří chtěli firmě ukrást ropu.³⁸

Další pozoruhodná ropná/plynová havárie se přihodila poblíž ruského města Ufa. Když z velkého plynovodu u odlehlého úseku transsibiřské magistrály začal unikat plyn, dělníci se prasklinu nepokusili najít a opravit a prostě jen zvýšili tlak plynu v potrubí, aby výpadek vykompenzovali. Údolí, jímž projížděly vlaky, se tak postupně naplnilo hořlavou směsí benzínu a propanbutanu, až nakonec i lidé ze vzdálenosti osmi kilometrů tvrdili, že ve vzduchu cítí plyn. Dne 4. června 1989 se jen kousek od prasklého plynovodu kolem sebe míjely dva vlaky, v nichž sedělo na 1 200 rekreatantů. Jiskry od kol zažehly uniklý plyn a způsobily ohromující výbuch o síle 10 000 tun TNT. Podle Michaila Mojsjejeva, náčelníka sovětského generálního štábu, obě lokomotivy a jejich 38 vagonů vyletěly

z kolejí a shořely na popel. Exploze byla natolik silná, že „*pokácela všechny stromy v okruhu čtyř kilometrů*“, řekl Mojsejev. Nehoda si vyžádala životy 675 lidí, z toho přes 100 dětí.³⁹

K nejtragičtější katastrofě vodní energetiky došlo roku 1975 při supertajufunu Nina, kdy na čínskou provincii Che-nan spadly během 24 hodin celoroční srážky.⁴⁰ Ústřední meteorologická observatoř v Pekingu předpověděla 100 mm dešťových srážek, a obyvatelé tudíž nebyli vůbec připravení na to, co přišlo. Když bouře kulminovala, spadlo za jedinou hodinu 190 mm srážek.⁴¹ „*Bouře neustávala, dny se změnilly v noc a déšť dopadal jako šípy*“, citují úřední záznamy jednoho z přeživších. „*Hory byly poseté vrabčáky, které usmrtil.*“ Osmého srpna krátce po jedné ráno se protrhla přehradní nádrž Pan-čchiao: údajně to znělo, „*jako kdyby se zhroutila obloha a pukla země.*“⁴² Nezadržitelný příval vody spustil řetězovou reakci, na niž byla kaskáda 61 hrází a přehradních nádrží krátká. Výsledná vlna o šířce 11 kilometrů a rychlosti 50 km/h zabila neuvěřitelných 171 000 lidí, zničila domovy 11 milionů obětí a ze zemského povrchu smetla celé obce.⁴³

Za zmínku stojí i bezpočet jaderných nehod. Jeden z prvních případů se udál v jaderné výzkumné laboratoři Los Alamos v Novém Mexiku v USA, kdy kus plutonia o hmotnosti 6,2 kilogramů dosáhl při dvou příležitostech kritického stavu, a vysloužil si kvůli tomu přezdívku *The Demon Core (Démonovo jádro)*. První incident nastal 21. srpna 1945, když Harry Daghlian, který zrovna pracoval o samotě, na plutonium omylem upustil cihlu z neutronově odrazivého materiálu. To okamžitě vyvolalo nekontrolovanou řetězovou reakci.⁴⁴ Daghlian věděl, co se děje, ale musel částečně rozebrat svůj pokusný aparát, aby mohl cihlu odstranit. Než se mu to podařilo, dostal smrtící dávku a o dvacet pět dní později zemřel. Ačkoli došlo po nehodě

k revizi bezpečnostních opatření, za necelý rok došlo s tím samým kusem plutonia k druhé havárii: fyzik Louis Slotin omylem dopustil, aby dvě neutronově odrazivé polokoule plutonium obemkly tak, že dosáhlo kritického stavu. Slotin se nad ním sklonil a za méně než vteřinu byl zasažen smrtelnou dávkou ionizujícího záření. O devět dní později, po úplném selhání tělesných funkcí, zemřel.⁴⁵ Po této druhé nehodě osobně prováděné experimenty ustaly a přistoupilo se k používání dálkově ovládaných strojů. Když skončila druhá světová válka, vědci plutoniovou kouli přezdívanou *The Demon Core* umístili do jaderné bomby a tu odpálili pod vodou u atolu Bikini v rámci americké operace *Crossroads* – studie, jejímž účelem bylo otestovat účinky jaderných zbraní na námořní plavidla.

Nejhorší nehoda, jaká se kdy přihodila ve Spojeném království, byla přímým důsledkem neprozíravé přestavby dvou stávajících reaktorů na výrobu plutonia v elektrárně Windscale (dnes Sellafield) v Cumbrii na výrobu tritia, které je nezbytnou součástí termonukleárních bomb. Grafitem moderované, vzduchem chlazené reaktory se k tomu nehodily: pro sestavení bomby byla potřeba žhavější, intenzivnější štěpná reakce. Konstrukteři provedli v aktivní zóně reaktorů změny, které umožnily výrobu tritia za cenu snížení úrovně bezpečnosti. Když počáteční zkoušky proběhly bez jakýchkoli zjevných problémů, byla výroba tritia zahájena v plném rozsahu. Nikdo nevěděl, že úpravou reaktoru se nebezpečně změnilo rozložení tepla v aktivní zóně – v místech, která předtím bývala chladná, se teď reaktor přehříval, a navíc nebyl vybaven řádnými senzory měření teploty. V době, kdy byly reaktory v elektrárně Windscale vyprojektovány a zkonstruovány, neměli britští vědci zkušenosti s tím, jak grafit reaguje na bombardování neutrony, a nevěděli, že „jeho krystalická struktura je narušená, což způsobuje hromadění

potenciální energie“, jež pak mohla spontánně uniknout jako nebezpečný výbuch tepla. Na problém se přišlo teprve poté, co byly reaktory uvedeny do provozu, a to už bylo na jejich přepracování příliš pozdě. Řešení nabylo podoby poněkud nespolehlivého a pomalého procesu žíhání, při němž byl grafit rozpálen a potom ochlazen, čímž se vrátil do původního stavu a nahromaděná energie byla postupně uvolněna.

Během 7. října 1957 prováděli windscaleští pracovníci rutinní proces žíhání: rozpálili reaktory, odstavili je a čekali, až se ochladí. Brzy si ale všimli, že energie se v rozporu s očekáváním neuvolňuje. Operátoři rozpálili aktivní zónu podruhé, ale ráno 10. října si uvědomili, že je něco špatně – jak se energie grafitu uvolňovala stále pomaleji, měla teplota v zóně klesat, jenže ona neklesala. Uranové palivo v reaktoru se vznítilo (původní zprávy tvrdily, že šlo o hořící grafit, ale následné analýzy ukázaly, že to byl hořící uran). Operátoři si této klíčové informace nebyli vědomi a zvýšili přísuv vzduchu do zóny, aby chlazení urychlili. Tím ale plameny rozdmýchali. V tu chvíli zaznamenali, že radiační čidla připevněná k vrcholku komínu ukazují maximální hodnoty. A z rychlé osobní prohlídky reaktoru vyplynulo, že hoří. A že hoří už dva dny. Po naléhavé snaze plameny uhasit nejprve oxidem uhličitým a pak vodou se zástupce generálního ředitele Tom Tuohy rozhodl evakuovat veškerý personál kromě těch nejnepostradatelnějších zaměstnanců, zastavit chladicí větráky a vypnout ventilátory. Potom několikrát vylezl na impozantní chladicí věž elektrárny, aby získal dobrý výhled na zadní část reaktoru a měl jistotu, že požár byl uhašen. Později řekl: „*Tak trochu optimisticky jsem stál při jednom okraji, ale holt – když se člověk dívá přímo do aktivní zóny odstaveného reaktoru, tak zkrátka dostane pořádnou dávku záření.*“⁴⁶