

# Jaká je v současnosti situace ve Fukušimě a Černobyli?

**Na jaře roku 2016 si budeme připomínat páté výročí havárie ve Fukušimě I a již třicáté výročí od události v Černobyli. Je tak zajímavé si ukázat, jaká je současná situace při likvidaci následků těchto největších havárií jaderných elektráren. A jediných, které měly dopady na civilní obyvatelstvo.**

## Co se podařilo a jaké jsou výzvy ve Fukušimě?

Při havárii ve Fukušimě I, která byla následkem obrovské přírodní katastrofy, došlo k roztavení hned tří reaktorů. Spouštěcím mechanismem sice byla cunami, ale na rozsah havárie měla vliv řada lidských pochybení. Hlavním bylo umístění náhradních dieselagregátů v suterénu, kde byly při cunami zaplaveny vodou. V tomto případě kontejnmenty zabránily tomu, aby se části roztaveného paliva dostaly ven a značně omezily únik radioaktivity. Reaktor čtvrtého bloku byl v době havárie prázdný. Do této budovy se však dostal vodík, který vznikl při poškození aktivní zóny, ze třetího bloku společným systémem pro ventilaci kontejnmentů. Značným rizikem zde byl bazén s vyhořelým palivem čerstvě vytaženým z reaktoru.

Proto je v samotném areálu největším úspěchem vyvezení všech 1533 palivových souborů právě z bazénu čtvrtého bloku. Tento blok je tak už úplně prázdný a nepředstavuje žádné riziko. U třetího bloku se podařilo odstranit zničenou horní část budovy a vytáhnout trosky popadané do bazénu s vyhořelým palivem, včetně té nejtěžší části, která pocházela ze zavážecího stroje a vážila 20 tun. Začalo se s budováním krytu, který nahradí zničenou horní část budovy. Jeho hlavní díly se připravily dopředu mimo areál elektrárny ve firmě Onahama tak, aby montáž byla co nejjednodušší a pracovníci dostali co nejnižší dávku. Po dokončení krytu se instalují jeřáby a vyklidí se i tento bazén. U prvního bazénu se v prvním roce po havárii instaloval provizorní kryt, který hermeticky uzavřel jeho zničenou horní část budovy. Přispěl k výraznému snížení úniku radioaktivních látek z něj v té době. Nyní už je situace jiná a je možné kryt rozebrat. Pomocí jeřábů se pak odstraní trosky, postaví nový kryt a jeřáby pro manipulaci s palivovými soubory. I tento blok se pak vyklidí. Paradoxně nejsložitější situace je u druhého bloku, který nebyl výbuchem vodíku poškozen. Tam sice veškeré zavážecí zařízení zůstalo nedotčeno, ale prostory jsou velmi silně kontaminovány. Bude tak potřeba zjistit, zda je možné je dostatečně dekontaminovat, nebo bude třeba zde horní část budovy odstranit a postupovat stejným způsobem, jako u ostatních tří bloků. Předpokládá se, že by vyklizení všech bazénů mohlo být dokončeno do konce roku 2017, i když u druhého bloku je konečný termín stále otázkou.

Velkou výzvou stále zůstává konečné řešení situace s radioaktivní vodou v areálu. Zpočátku se jednalo o vodu, která se dostala do areálu s cunami a v průběhu havárie se kontaminovala a o vodu, která se využila pro havarijní chlazení v prvních týdnech. Nyní je hlavním problémem spodní voda, která proniká do silně kontaminovaných částí elektrárny a zde se kontaminuje. Celkové množství radioaktivní vody tak neustále narůstalo a s tím i počet nádrží pro jejich skladování v areálu. V současné



Odstraňování provizorního krytu u prvního bloku (zdroj TEPCO)



Dokončená stěna, která brání kontaminované vodě v cestě do moře (zdroj TEPCO)



Nový sarkofág pro zničený blok Černobylské jaderné elektrárny (zdroj ChNPP)

době je téměř veškerá voda v nádržích dekontaminována nejen od cesia 137 a stroncia 90, ale i od většiny dalších radionuklidů. Zůstává v ní ve větším množství pouze tritium (spedy těžký vodík), které se chemickými metodami nedá z vody odstranit. Tritium je součástí životního prostředí, vzniká v interakci kosmického záření v atmosféře, a bylo by možné tuto vodu po příslušném naředění bezpečně vypouštět do moře. Získat k tomu povolení však bude zvláště od rybářů náročné.

Pro zastavení hromadění další radioaktivní vody pronikáním spodní vody do areálu se provedla následující tři hlavní opatření. Spodní voda se začala čerpat z řady studní nad areálem ještě před tím, než se do něj dostane. Po kontrole a v případě, že splňuje z hlediska radioaktivity hygienické limity, se odčerpává voda vypouští do moře. Získat povolení k této akci od rybářů bylo velice náročné. V současné době se čerpá voda i z dalších studní blíže k silně kontaminované části. Ta se pak po důkladné dozimetrické kontrole za účasti nezávislých pozorovatelů vypouští také do moře. Druhým opatřením je výstavba 30 m hluboké podzemní nepropustné stěny o délce 800 m podél mořského pobřeží, která zabraňuje pronikání kontaminované spodní vody do oceánu. Třetí je pak vybudování zařízení, které pomocí tekutiny s teplotou -30 °C vytvoří kolem silně kontaminované části se zničenými reaktory ledovou stěnu. Ta zabraňuje pronikání spodní vody k nim a kontaminované vody ven. Zároveň se daří odčerpávat radioaktivní voda z různých kanálů a utěšňovat místa, kudy proniká spodní voda do budov. Je tak velká pravděpodobnost, že se problémy s vodou v areálu podaří úplně vyřešit v následujících dvou letech.

Daleko složitější a méně jasná je situace okolo samotných zničených reaktorů. Zde se už podařilo nahlédnout do nitra všech tří kontejnmentů. Dne 20. října 2015 se podařilo zastrčit endoskop i do nitra kontejnmentu třetího reaktoru. Změřený dávkový příkon byl zhruba jeden sievert za hodinu. To je hodnota sice spíše nižší, ale srovnatelná se situací v dalších bloků. Hladina vody v kontejnmentu je ve výšce 6,4 m. Pomocí mionů vznikajících interakcí kosmického záření v atmosféře se podařilo proskenovat nitro kontejnmentů prvního a druhého bloku. U obou se zjistilo, že v místě aktivní zóny není vidět žádný silně pohlcující materiál. To znamená, že její velká část se roztavila a stekla na dno reaktorové nádoby.

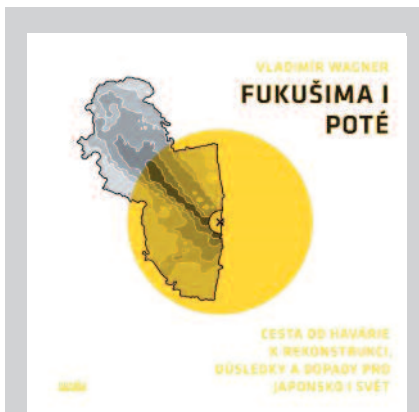
Otázkou nyní je, zda se tavenina protavila a dostala až na dno kontejnmentu nebo zůstala v reaktorové nádobě. To by měly zjistit roboty, které se do kontejnmentu dostanou potrubím. Zatím se první dva roboty dostaly do kontejnmentu prvního bloku. Tam prozkoumaly mezi patro a ukázaly, že v této části je kontejnment bez zjevných velkých poškození. Zároveň se zjistilo, že cesta do suterénu kontejnmentu je volná. Tam by se měl vydat vodotěsný robot, který zjistí, jestli se tam dostalo roztavené palivo. Podařilo se připravit cestu i pro vyslání robota do nitra kontejnmentu druhého bloku a první cesta tam se dá očekávat v brzké době. Jak a v jakých časových lhůtách se budou likvidovat zničené aktivní zóny, závisí na stupni jejich roztavení a poškození kontejnmentu. Proto je potřeba počkat na další informace. Je však jasné, že jejich odstraňování bude trvat dlouho. Zde je třeba říci, že po vyklizení bazénů s vyho-

řelým palivem a vyřešení problémů s radioaktivní vodou už nebude potřeba příliš spěchat.

Postupuje i dekontaminace a rekonstrukce zasažených oblastí okolo elektrárny. Z jedné části měst a vesnic, které celé nebo částečně ležely v zakázané zóně, se už u tří zrušila veškerá omezení. Prvním byla část města Tamura, druhou pak část vesnice Kawauči. Otevření města Naraha, které téměř celé leží v zakázané zóně, umožňuje návrat okolo 8000 obyvatel. Kromě nejsilněji kontaminovaných oblastí by se měly všechny otevřít do konce roku 2017. U silně kontaminovaných oblastí se předpokládá otevření do roku 2022. Ukazuje se, že pro návrat je kromě dekontaminace velmi důležitý stav obnovy infrastruktury a hlavně možnost zaměstnání. Z toho důvodu bylo klíčovou událostí otevření železnice Džobán, silnice Džobán a silnice č. 6, které vedou přes zasaženou oblast z jihu na sever přes silně kontaminované oblasti. Obnovuje se produkce rýže a dalších plodin v dekontaminovaných částech i zatím neotevřených oblastí. Zároveň se začalo v otevřeném městě Naraha budovat technologické centrum, které se bude zabývat vývojem technologií a robotů nutných pro dekontaminaci budov a likvidaci zničených aktivních zón reaktorů. Je vidět, že Japonsko, které má nedostatek území, je odhodláno dekontaminovat a rekonstruovat zasažené oblasti co nejrychleji.

### Jaký je hlavní pokrok v Černobylu?

Za havárii v Černobylu stála hlavně lidská nezodpovědnost. V tomto případě nezadržel radioaktivní látky kontejnment. Zlomovou událostí je v případě Černobylu v současnosti budování nového sarkofágu, které se dostává do finální fáze. Sarkofág je financován z evropských peněz banky EBRD. Sarkofág o výšce 110 m, délce 165 m a rozpětí (šířce) 257 m by měl být dokončen v listopadu 2017.



### Knížka Fukušima I poté

Pro zájemce je velmi podrobný popis průběhu a dopadů havárie ve Fukušimě I v knize Fukušima I poté. Zde je také srovnání havárie v Černobylu a Fukušimě I a dopadů těchto událostí na energetiku. Kniha je určena pro širokou komunitu zájemců a snaží se srozumitelnou formou popsat jevy a problémy, které s havárií souvisí. Knihu distribuuje internetové knihkupectví Kosmas.

Celá konstrukce ve tvaru oblouku váží 30 000 tun. Pro zajištění bezpečnosti, byla oblast, kde se na něm pracuje velice pečlivě dekontaminována a vyčištěna. V maximum na jeho konstrukci pracuje okolo 1200 pracovníků. V červenci 2015 se dokončila druhá půlka sarkofágu a obě poloviny se spojily. Po úplném dokončení se po kolejkách přesune nad starý sarkofág. Ten bude hermeticky uzavřený a uvnitř se nainstalují jeřáby a vybudují dílny a laboratoře, které starý sarkofág a poté i zničený reaktor umožní rozebrat a zlikvidovat. Ovšem tyto práce potrvají ještě dlouho. Proto je zaručená životnost nového sarkofágu nejméně sto let.

Pro úplnou likvidaci Černobylské elektrárny jsou velmi důležité i další stavby. Jednou je zařízení na zpracování kapalného radioaktivního odpadu, které bylo dokončeno a dostalo licenci v roce 2014. Druhým zařízením pak je suchý mezisklad, kde budou uloženy použité palivové soubory ze všech uzavřených bloků Černobylské jaderné elektrárny. První kontejnery pro ně už do Černobylu dorazily. Úplné dokončení zařízení se čeká do roku 2017 a budou v něm postupně umístěny kontejnery s vyhořelým palivem ze všech bloků Černobylské jaderné elektrárny. Všechny palivové soubory z prvního až třetího bloku byly z reaktoru a bazénu u bloků přemístěny do mokrého meziskladu do konce roku 2013. Nyní se začne celkově 20 000 palivových souborů postupně přemísťovat do meziskladu suchého. Toto úložiště umožní bezpečné skladování všech palivových souborů z černobylských bloků po dobu i sto let.

V říjnu 2015 byla dokončena a zprovozněna spalovna radioaktivního bioodpadu. Velice moderní zařízení má velmi efektivní filtrační systém. Umožňuje bezpečné spálení zbytků rostlin shromážděných při dekontaminaci nebo při úklidu lesa. Důležitost tohoto opatření se ukázala zvláště v tomto létě. Lesy v okolí elektrárny v nepřítomnosti člověka velice prospívají. To se týká nejen zvěře, ale i stromů. Zároveň se v neobhospodařovaném lese hromadí biologická hmota a zvyšuje riziko lesních požárů. Právě v tomto létě bylo potřeba několik požárů likvidovat. Předpokládá se tak, že se alespoň částečně bude biomasa z lesů shromažďovat a spalovat ve spalovně. Vyřeší se tím i dodávky tepla pro město Černobyl, kde bydlí kromě některých starousedlíků i pracovníci, kteří se o zakázanou zónu v okolí zničené elektrárny starají.

Popsané úspěchy umožnily v roce 2015 oficiálně vyhlásit začátek likvidace Černobylské jaderné elektrárny. Ukrajina nemá problémy s nedostatkem volných ploch. Proto hlavně ekologové a biologové naléhají, aby velká část území zakázané zóny zůstala biologickou rezervací a přírodním parkem. Velký počet vzácných zvířat bude atraktivní pro turisty a mohl by je do oblasti přilákat. Proto se uvažuje, že největší část území by byla přírodním chráněným územím. Turisty přitahuje i samotná elektrárna, město Pripjať a další místa spojená s havárií. Proto se předpokládá vybudování památníků havárie. Část území by se využila pro práce spojené s jadernou energetikou. Plánuje se zde suchý mezisklad pro vyhořelé palivo ze všech ukrajinských jaderných elektrárén. Cesta k revitalizaci zakázané zóny byla tedy v těchto letech zahájena.