

## **Informace o studii**

# **Analýzy hypotetického teroristického útoku velkým dopravním letadlem na Sklad vyhořelého jaderného paliva v lokalitě JE Temelín**

**Cíle  
Rozsah studie  
Výchozí předpoklady  
Přijaté konzervativní předpoklady  
Závěry a zhodnocení**

**Zpracoval  
ČEZ, a. s. - PT SVP  
03/2005**

## **OBSAH:**

<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>2</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 CÍLE ZPRACOVÁNÍ STUDIE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ROZSAH STUDIE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. VÝCHOZÍ PŘEDPOKLADY .....</b>	<b>5</b>
<b>4. PŘEHLED PŘIJATÝCH KONZERVATIVNÍCH PŘEDPOKLADŮ .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1 HODNOCENÍ Z HLEDISKA DYNAMICKÝCH ÚČINKŮ .....</b>	<b>8</b>
<b>5.2 HODNOCENÍ Z HLEDISKA TEPELNÉ ZÁTĚŽE PO POŽÁRU .....</b>	<b>8</b>
<b>5.3 HODNOCENÍ Z HLEDISKA RADIAČNÍCH DOPADŮ .....</b>	<b>9</b>
<b>5.4 CELKOVÝ ZÁVĚR .....</b>	<b>10</b>

## **SEZNAM ZKRATEK**

EIA	Environmental Impact Assessment (posuzování vlivů na životní prostředí)
JE	jaderná elektrárna
MSOS	monitorovací systém obalových souborů
OS	obalový soubor
SVJP	sklad vyhořelého jaderného paliva
VJP	vyhořelé jaderné palivo
ŽP	životní prostředí

## 1. ÚVOD

Tento materiál dává informace o závěrech studie „Analýzy hypotetického teroristického útoku velkým dopravním letadlem na Sklad vyhořelého jaderného paliva v lokalitě JE Temelín“ a podává přehled o specifikaci možných událostí a jejich důsledků na SVJP ETE s uvedením závěrů vzešlých z vyhodnocení jednotlivých scénářů. **Podávané informace je nutno považovat pouze za základní informace, protože detailnější údaje o prováděných analýzách jsou z důvodu ochrany před terorismem předmětem utajování.**

### 1.1 Cíle zpracování studie

Četnost a různorodost teroristických akcí v posledních letech vyvolává nutnost zabývat se i možnými následky cíleného útoku velkým dopravním letadlem na objekt SVJP v ETE.

S ohledem na:

- nutnost věnovat možnostem teroristického útoku na jaderná zařízení v ČR maximální pozornost,
- absenci hlubších analýz pro danou problematiku v ČR, které by byly seriózním a důkladným potvrzením závěrů uváděných v dokumentaci EIA pro SVJP v ETE,
- snahu připravit podpůrný materiál pro proces projednávání nejen dokumentace EIA, ale i pro účely zpracování dokumentace k územnímu a stavebnímu řízení a jejich projednání dle zákona č. 50/1976 ve znění pozdějších předpisů, dokumentace pro povolení umístění jaderného zařízení a dokumentace pro povolení výstavby jaderného zařízení,
- snahu předejít při veřejném projednávání námítkám, že dokumentace EIA se ve svých závěrech příliš opírá a odvolává jen na zkušenosti v zahraničí a nečerpá z vlastních zdrojů,

**se ČEZ, a. s. rozhodl objednat v roce 2004 zpracování studie analyzující následky teroristického útoku velkým dopravním letadlem na SVJP v ETE, a to i přes níže uvedené známé skutečnosti, kdy:**

- problematika ochrany před terorismem je v kompetenci státu,
- potenciálně přístupnější a snazší pro teroristické akce jsou například průmyslové nejaderné objekty (zejména chemického průmyslu), nádrže s výbušnými nebo hořlavými látkami, přehrady, nádrže pro zásobování pitnou vodou, výškové administrativní budovy, sportovní stadiony apod.,
- v ČR je zaveden mimořádný režim dohledu a ochrany vzdušného prostoru v ČR, tj. i okolí jaderných zařízení, obsahující zejména stanovení bezletových oblastí, zvýšený dohled nad leteckým provozem, zvýšenou ostrahu bezletových zón s možným použitím vojenských prostředků vzdušné obrany k eliminaci případných útoků na důležité objekty,
- v ČR jsou přijímána preventivní bezpečnostní opatření v leteckém provozu ke znemožnění ovládnutí letadel a jejich řízení teroristy spočívající zejména v přijetí přísných režimových

opatření na letištích při odbavování cestujících a zavedení případné palubní ochrany letadel bezpečnostními pracovníky,

- v ČR byla a jsou přijímána a realizována opatření, která jsou schopna s vysokou mírou pravděpodobnosti zabraňovat vzniku rizikových situací a eliminovat případné následky existujících nebo vznikajících bezpečnostních rizik,
- v ČR protiteroristické aktivity jsou přijímány uvnitř státu i v oblasti zahraničně politické a ve sféře policejních, armádních a zpravodajských služeb,
- byla stanovena pravděpodobnost pádu letadla (s hmotností nad 2 t)  $8.5 \times 10^{-8}$ /rok. Proto v souladu s podmiňujícím kritériem § 5, písmeno q) vyhlášky SÚJB č. 215/1997 Sb. není nutné uvažovat pro návrh stavby pád velkého dopravního letadla.

Pro zvýšení hodnověrnosti analýz se ČEZ, a. s., rozhodl zadat stanovení zdrojového členu úniku radionuklidů a zpracování analýzy radiačních následků v areálu ETE a okolí dvěma nezávislým organizacím, a to ŠKODA JS a ÚJV Řež divize 200.

## **2. Rozsah studie**

V souladu se stanoveným cílem studie obsahuje:

- I. Rozbor možného zatížení objektu SVJP v ETE od nárazu velkého dopravního letadla s vyhodnocením obtížnosti přesného zásahu skladu cíleně vedeným útokem
- II. Analýzu důsledků nárazu velkého dopravního letadla do konstrukce SVJP v ETE
- III. Analýzu možnosti vzniku výbuchu a stanovení parametrů pro posouzení následků výbuchu par leteckého paliva (při požáru paliva a bez požáru) po nárazu velkého dopravního letadla
- IV. Analýzu mechanického zatížení referenčního obalového souboru (kovového a betonového) po nárazu trosek letadla a trosek bortící se budovy
- V. Analýzu tepelného zatížení referenčního obalového souboru vlivem požáru leteckého paliva po nárazu velkého dopravního letadla do SVJP v ETE
- VI. Stanovení zdrojového členu při potenciálním porušení integrity OS a analýza radiačních následků v areálu ETE a okolí při pádu velkého dopravního letadla na SVJP v ETE zaplněný obalovými soubory.

### 3. Výchozí předpoklady

Níže uvedené výchozí předpoklady byly základními předpoklady, ze kterých vycházely všechny dílčí analýzy.

- ✓ Konstrukce budovy se předpokládala dle návrhu v rozpracované dokumentaci pro územní řízení. Konstrukce plně odolává všem vnějším extrémním zatížením včetně nárazu letadla s hmotností do 2 t a rychlostí v okamžiku nárazu 56 m/s. Odolnost je zajištěna pro pád na střešní konstrukci i pro náraz do obvodových stěn z libovolného směru.  
Základní parametry SVJP ETE:  
cca 100 m délka,  
cca 50 m šířka, dvě oddělené skladovací části o využitelném prostoru šířky 20 m,  
cca 20 m výška střechy,  
počet obalových souborů 150,  
kapacita 1370 t U.
- ✓ Převážná a skladovací OS se předpokládá typu B(U)F a S. Rozměry a materiály OS byly stanoveny z omezujících parametrů pro manipulace s OS.  
Obalový soubor bude standardně vybaven dvěma těsnicími víky (primární a sekundární víko), z nichž každé bude tvořit plnohodnotnou těsnicí bariéru. Pro případ poruchy těsnosti primárního víka bude zajištěna možnost instalace terciárního víka jako další plnohodnotné těsnicí bariéry. Bude zajištěna indikace poruchy těsnosti primárního, sekundárního a terciárního víka monitorovacím systémem obalového souboru (MSOS).
- ✓ Počet palivových souborů v jednom OS: 19 palivových souborů.
- ✓ Typ letadla – **B747-400**, ve kterém může být až 204 355 + 12 490 litrů (v přídavné nádrži na vodorovných ocasních plochách) leteckého paliva.

Další specifické předpoklady byly stanoveny v rámci zpracování dílčích analýz s různou problematikou.

### 4. Přehled přijatých konzervativních předpokladů

Zpracování analýz bylo významně ovlivněno snahou vycházet v každé dílčí práci z co nejkonzervativnějších předpokladů, což v konečném důsledku vedlo k jejich neúměrné kumulaci. Pod pojmem konzervativní se v daném případě rozumí nejméně příznivá situace z možných variant.

Pro úplnost je níže uveden přehled konzervativních předpokladů, ze kterých se vycházelo při zpracování studie. Lze je rozdělit dle jejich charakteru do oblastí:

#### A. Oblast letecké problematiky

- Předpokládá se útok největším dopravním letadlem užívaným v současné době (hmotnost cca 400t), přestože nad územím ČR jen 6 % přeletů jsou letadla s hmotností nad 300t.

- Předpokládá se úspěšný zásah nízké a půdorysně malé budovy skladu, přestože se jedná o cíl mnohem obtížněji zasažitelný než např. výškové budovy světového obchodního centra v New Yorku.
- Předpokládá se úspěšný zásah objektu v kritických místech (střešní světlík a větrací otvory v podélných stěnách) při extrémních úhlech a rychlostech dopadu, které jsou v praxi těžko dosažitelné, ale vyvolávají nejhorsí účinky z hlediska odolnosti nosné konstrukce stavby.
- Předpokládá se, že ve chvíli nárazu do objektu má letadlo plné nádrže včetně přídatné (tj. 216 845 l leteckého paliva).

**B. Oblast dynamického zatížení OS:**

- Po pádu velkého dopravního letadla na sklad jádro motoru narazí do OS pod úhlem, který je nejhorsí z hlediska působení různých trosek letadla na OS.

**C. Oblast požární problematiky a tepelného zatížení OS:**

- Padající letadlo zasáhne kritická místa objektu, přes která proniká dovnitř do objektu největší možné množství paliva
  - příjmová část – až 180 000 l leteckého paliva,
  - skladovací část – 149 232 l leteckého paliva (po nárazu letadla pronikne dovnitř do objektu veškeré letecké palivo z centrální nádrže a z nádrží u kořene křidel)
- I přes vysoký stupeň vyztužení nosné konstrukce, nepravděpodobnému rozdrčení prvků konstrukce na drobnou suť, pravděpodobnému vzniku rozlámaných ker vzájemně pospojovaných ocelovými výztužnými pruty, se po zhroucení budovy po nárazu letadla konzervativně předpokládá zasypání OS drobnou suti a tím snížení volné plochy pro odvod tepla vnějším povrchem. Byly analyzovány režimy závalu:
  - zával suti po celé výšce OS (s předpokladem nulového odvodu tepla z OS)
  - zával suti do  $\frac{3}{4}$  výšky OS
  - zával suti do  $\frac{1}{2}$  výšky OS(reálný odhad je zával drobnou suti do cca  $\frac{1}{4}$  výšky OS a nad touto částí pak opření trosek s dutinami).
- Pro analýzy tepelného namáhání OS se uvažuje nejhorsí identifikovaný scénář požáru. Pro tento scénář, který se odehrává v příjmové části SVP, se rovněž předpokládá, že v době zásahu bude na servisním místě v příjmové části alespoň jeden OS naplněný vyhořelým palivem.
- Pro každý analyzovaný scénář požáru se předpokládá, že nedochází k úniku paliva z analyzovaného prostoru odtečením.
- Ve všech analyzovaných režimech požáru nebyl uvažován vliv zásahu požárního sboru, který zcela jistě povede ke snížení doby a intenzity požáru.
- Ve všech analyzovaných režimech požáru byl zanedbán pravděpodobný vznik tzv. „ohnivé koule“ při iniciaci rozstříkujícího se paliva při nárazu trupu letadla do železobetonové konstrukce skladu (při hoření „ohnivé koule“ by mohlo být spotřebováno od 10 do 30 % celkového množství paliva v nádržích letadla, což by vedlo k snížení množství paliva pronikajícího do objektu a zkrácení doby požáru).

## **D. Oblast radiálních vlivů**

### ***Scénář havárie***

- Dojde k ztrátě těsnosti všech těsnostních barrier OS a ke ztrátě těsnosti pokrytí palivových proutků, takže radionuklidy uvolnitelné z paliva mohou unikat do životního prostředí.

### ***Zdrojový člen***

- V OS se nacházejí palivové soubory s nejvyšším vyhořením 56.4 MWd/kg (s nejvyšší aktivitou radionuklidů).
- V OS se nacházejí palivové soubory s nejkratší dobou pobytu (10 let) v bazénu s vyhořelým palivem, tj. s nejvyšší aktivitou. U OS skladovaných delší dobu se aktivita palivových souborů sníží radioaktivním rozpadem.
- Uvažuje se konzervativní inventář radionuklidů mezi pláštěm (pokrytím) proutku a tabletami paliva.
- Dojde k prakticky okamžitému úniku všech radionuklidů obsažených mezi pláštěm (pokrytím) proutku a tabletami paliva, tj. uvolnitelných radionuklidů.
- Neuvažují se žádné retence – všechny uniklé radionuklidy se uvolní do atmosféry a jsou větrem unášeny do okolí.

### ***Meteorologické podmínky***

- Nepříznivé rozptylové podmínky
- Malá rychlost větru
- Déšť

### ***Transport a disperse radioaktivních látek v atmosféře***

- Směr větru se po celou dobu trvání úniku nemění, nebere se v úvahu meandrování (změny směru) postupujícího mraku (meandrování je typické pro malé rychlosti větru)
- Uvažuje se hladký terén s menší dispersí a menším ředěním

### ***Depozice radioaktivních látek na zemském povrchu***

- V konzervativním případě se uvažuje déšť po celou dobu úniku a šíření radioaktivního mraku
- Uvažuje se letní období s nejvyšším stupněm vegetačního vývoje

### ***Dozimetrický model***

- Vypočtené dávky v jednotlivých bodech středu stopy radioaktivního mraku (kde jsou maximální) se berou pro celé plochy zasažených prostorových elementů (kde jsou ve skutečnosti nižší)
- Uvažuje se po celou dobu běžná denní činnost a běžné množství vdechovaného vzduchu pro výpočet dávky z inhalace (ve spánku je množství vdechovaného vzduchu poloviční)
- Pobyt osoby v otevřeném terénu 24 hodin denně po dobu 365 dnů v roce

### ***Ingesční řetězec***

- Uvažuje se lokální produkce a lokální konzumace (co se na daném území vyprodukuje, to se na daném území také sní – v rozporu s dnešním globalizovaným světem super a hypermarketů, s velkým dovozem ovoce a zeleniny, s velkovýrobou krmných směsí, apod.)
- Uvažuje se konzervativně vysoký příjem radionuklidů listovou cestou v potravním řetězci (jako by všechny rostliny byly v okamžiku havárie v maximálním vegetačním vývoji)

## **5 Závěr a zhodnocení**

### **5.1 Hodnocení z hlediska dynamických účinků**

Z hlediska dynamických účinků nárazů částí letadla a trosek budovy skladu do OS je ve všech dynamických scénářích zachována těsnost OS.

### **5.2 Hodnocení z hlediska tepelné zátěže po požáru**

V analýzách požáru vyšla jako nejnebezpečnější varianta pád letadla do příjmové části objektu skladu, kdy parametry požáru převyšují parametry zkoušek typového schvalování OS. Analýzy dopadů tepelné zátěže OS se prováděly v plném rozsahu pro referenční OS i pro tento málo pravděpodobný scénář požáru s tím, že

§ Tento konzervativně zvolený nejhorší scénář požáru (který z prostorově – plošných důvodů může nastat pouze v příjmové části SVP) má za následek nefunkčnost kovového těsnění na sekundárním víku z důvodu překročení přípustné teploty a ztrátu těsnosti těsnění primárního víka z důvodu radiálních posuvů od teplotních dilatací tělesa OS a obou vík.

Poznámka: V případě, kdy se připustí reálná situace, že plocha pro rozlité může být nejen po celé ploše příjmové haly, ale současně i v části obou navazujících skladových hal (tyto haly jsou odděleny od příjmové haly celistvou konstrukcí), tak by se doba odhořívání zkrátila tak, že by ke ztrátě těsnosti primárního víka nedošlo.

§ Žádným z uvažovaných scénářů požáru (včetně výše citovaného nejhoršího scénáře) není dosaženo nejvyšší přípustné teploty pokrytí palivových souborů. To znamená, že v důsledku požáru nedojde ke ztrátě těsnosti pokrytí paliva, které primárně zabraňuje úniku radionuklidů z VJP do ŽP.

Příznivý faktor, který zcela jistě pozitivně ovlivní následky požáru, vyplývá ze závěrů analýzy možnosti vzniku výbuchu. Ze závěru vyplývá, že nejpravděpodobnější scénář události se vzhledem k množství iniciačních zdrojů, které se při nárazu trupu letadla do železobetonové konstrukce vytvářejí, jeví okamžitá iniciace rozstříkujícího se paliva a vytvoření ohnivé koule. Při hoření této ohnivé koule by bylo spotřebováno od 10 do 30 % celkového množství paliva v nádržích letadla.

Další analýzy byly prováděny pro zvolené části povrchu referenčního obalového souboru, ze kterých bylo zamezeno odvodu tepla po odeznění režimů požáru.

Pro základní představu o časovém intervalu potřebném k přijetí nápravných opatření byla stanovena limitní doba pro obnovení chlazení ve vztahu k nejvyšší přípustné teplotě pokrytí palivových souborů pro stav nejhorší tepelné zátěže a následně úplně zavalený OS s nulovým odvodem tepla. Úplné zasypání OS drobnou sutí je však zcela nereálné a navíc nulový odvod tepla není prakticky vůbec možný. Jako reálný stav se jeví zasypání do jedné čtvrtiny výšky OS. Bylo zjištěno, že už při zachování alespoň 30% volného povrchu OS nedojde k překročení nejvyšší přípustné teploty pokrytí paliva ani po nejhorším režimu požáru.

#### **Shrnutí hodnocení z hledisek dynamických účinků a tepelné zátěže po požáru:**

Závěry uvedené v kapitolách 3.1 a 3.2 lze shrnout následovně: provedené dílčí analýzy naznačují, že pro referenční OS v případě útoku velkým dopravním letadlem nevyplývají nejhorší



vlivy z dynamických účinků od letících trosk letadla a trosk bortící se budovy, ale největší míru poškození OS a následných radiologických dopadů může způsobit tepelná zátěž.

### **5.3 Hodnocení z hlediska radiačních dopadů**

Jednoznačně nejsledovanějším a nejdůležitějším vlivem je možnost uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí a ozáření obyvatelstva po hypotetickém útoku velkým dopravním letadlem na sklad s vyhořelým jaderným palivem, ve kterém se po zásahu a následném požáru stane jeden nebo více OS netěsným.

Tato problematika byla analyzována dvěma nezávislými pracovišti (viz kap.1.1).

Obě pracoviště došla k závěru, který je možno zobecnit a formulovat takto:

Přes kumulaci všech možných konzervativních předpokladů (viz kap.1.4) za přijatých výchozích a specifických předpokladů (viz kap. 1.3) platí:

**Nebudou překročeny směrné hodnoty pro neodkladná opatření typu ukrytí, jodové profylaxe a evakuace obyvatelstva.**

V souladu se zásadami radiační ochrany však bude nutné po teroristickém útoku letadlem na SVJP provést podrobný radiační průzkum okolí zaměřený zejména na kontaminace produktů živočišné a rostlinné výroby a podle výsledku rozhodnout o případné regulaci využívání krmiv a potravin.

Celkově je však možno konstatovat, že z hlediska radiační ochrany jsou rizika vyplývající z možného uvolnění části radioaktivního inventáře přijatelná.

V rámci celého vyhodnocovacího řetězce výpočtu výsledných dávek na obyvatelstvo se kumulují jednotlivé konzervativizmy. Realistické posouzení radiologických následků by zřejmě vedlo k příznivějším výsledkům.

Závěrem lze konstatovat, že je vysoce nepravděpodobná kumulace všech konzervativních předpokladů, ze kterých se vycházelo při zpracování dílčích analýz (viz kap.1.4). To poskytuje značnou rezervu uvažování možného počtu roztěsněných OS a tím i v rozsahu radiačních důsledků.

## 5.4 Celkový závěr

- I. nedochází k radiační havárii, neboť v souladu s definicí „radiační havárie“ dle § 2 písmene l) zákona č. 18/1997 Sb. nepředstavují uvolněné radionuklidy ohrožení obyvatelstva vyžadující naléhavá opatření,
- II. v souladu s § 99 vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb. nejsou dosaženy úrovně efektivních dávek vyžadující neodkladná opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí,
- III. v souladu s § 100 vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb. není vzhledem k míře konzervatismů (pobyt osoby v otevřeném terénu 24 hodin denně po dobu 365 dnů v roce a současná konzumace zemědělských produktů z kontaminované plochy) reálná nutnost zavedení následných ochranných opatření.

**Z výše uvedeného je možné konstatovat, že je prakticky vyloučeno, aby v důsledku útoku velkým dopravním letadlem na SVP ETE s OS typu B(U)F a S došlo k radiační mimořádné situaci, tj. situaci vyžadující opatření na ochranu osob.**

**Důsledky pádu velkého dopravního letadla nemohou v žádném případě mít přeshraniční vliv na životní prostředí.**

Závěry dílčích analýz ve svém souhrnu potvrdily závěry uvedené v dokumentaci EIA, které byly deklarovány na základě srovnání

- obdobného typu skladovací technologie vyhořelého jaderného paliva v obalových souborech B(U)F a S,
- obdobného stavebně-konstrukčního řešení objektu skladu,

s výsledky a zkušenostmi podobných analýz ve SRN a USA.