

2.7. Možnost vzniku havárií

2.7.1. Prevence havárií

Prevence havárií je základním bezpečnostním principem jaderné energetiky, který je uplatňován od jejího počátku ve všech typech jaderných elektráren. Jaderná elektrárna Temelín je vybavena dvěma bloky VVER – 1000/320, které patří mezi typické bloky tlakovodních reaktorů PWR, které jsou na světě nejrozšířenější.

Prevence havárií je zajišťována následovně:

- výberem lokality tak, že vnější události (přirozené nebo způsobené lidskou činností) neohrozí bezpečnost provozu a že elektrárna je na ne dostatečně vybavena. Toto bylo overeno a schváleno v roce 1985 dozorným orgánem při výběru lokality a při posouzení bezpečnostních charakteristik projektu (např. seismické odolnosti).
- projektem elektrárny, který je založen na deterministickém přístupu a uplatnění principu ochrany do hloubky, který sestává ze čtyř fyzických bariér (struktura paliva, pokrytí paliva, stěny primárního okruhu, kontejnment) a pěti úrovní ochrany:
 - 1) konzervativní projekt, systém zajištění jakosti a kontrol, 2) systém řízení a ochrany normálního provozu, 3) soubor bezpečnostních systémů, které zvládnou definované projektové nehody, 4) opatření pro řízení a zvládnutí nadprojektových havárií, 5) opatření vnitřních a vnějších havarijních plánů.

Všechny úrovně principu hloubkové ochrany jsou u elektrárny Temelín dostatečně vyvinuty a zajištěny a jsou srovnatelné s ostatními jadernými elektrárnami s reaktory typu PWR. Na základě posouzení bezpečnosti Jaderné elektrárny Temelín uvedené v Předběžné bezpečnostní zprávě, vydal státní dozor souhlas se zahájením výstavby v roce 1986.

Pravděpodobnostní hodnocení bezpečnosti (PSA studie úrovně 1) Jaderné elektrárny Temelín s VVER – 1000 zpracovaná v roce 1996 je v souladu s doporučeními dále zdokonalována a je užita k dalšímu zvýšení bezpečnosti Jaderné elektrárny Temelín.

- provozem jaderné elektrárny – důsledným dodržováním schválených limitů a podmínek bezpečného provozu, kvalitní přípravou provozního personálu s využitím plnorozsahového simulátoru, který je umístěn na lokalitě, rozpracovaným systémem zkoušek, údržby a oprav, dostatečným technickým zázemím pro řešení důležitých provozních – bezpečnostních problémů, systémem provozních předpisů a předpisů pro nestandardní provozní události, vytvořením systému zpětné vazby s využitím provozních zkušeností této typové rady (16 bloků v provozu v dalších třech zemích s provozními zkušenostmi více než 200 reaktor - roku) a celosvětových provozních zkušeností (systémy IRS, WANO) a dalšími činnostmi. Velmi důležitým faktorem je vysoká úroveň kultury bezpečnosti při všech činnostech všemi pracovníky Jaderné elektrárny Temelín.

Prevence havárií je rovněž zajištěna stabilním systémem dozoru, který byl právně zakotven v České republice již v roce 1984. Jeho efektivnost byla potvrzena mezinárodními misemi RAMG (1993), IRR (2000) a byla rovněž potvrzena ve zprávě zemí o jaderné bezpečnosti a režimu bezpečnosti v zemích, které se ucházejí o členství v EU (WENRA 2000).

Limity a podmínky bezpečného provozu

Limity a podmínky bezpečného provozu – klíčový dokument pro zajištění bezpečnosti provozu jaderné elektrárny – byl právně zaveden do praxe v České republice zákonem c. 28/1984 Sb. a uplatňován při spouštění a provozu bloku VVER – 440/213 v Jaslovských Bohunicích a Dukovanech. Jako vzor je užit standardní formát Limitu a podmínek firmy Westinghouse pro jaderné elektrárny s reaktory PWR. Bylo též uplatněno doporučení MAAE Safety Series 50 – SG – 03 Operational Limits and Conditions.

Dodržování Limitu a podmínek zajišťuje, že jaderná elektrárna je provozována bezpečně v souladu s předpoklady projektu a stanovují podmínky pro jeho zajištění za normálního stavu a v případě provozních odchylek. Vycházejí z analýz v bezpečnostní zprávě a rovněž využívají výsledku PSA studie úrovně 1 pro zvýšení jejich efektivity (risk – informed přístup). Limity a podmínky zahrnují normální provoz na výkonu, ale též spouštění, odstávky a další provozní stavy bloku.

Limity a podmínky schvaluje orgán státního dozoru Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Rovněž jakékoliv změny v tomto dokumentu musí být schváleny Státním úřadem pro jadernou bezpečnost včetně nezbytného zdůvodnění. V souladu s vyhláškou Státního úřadu pro jadernou bezpečnost c. 106/1998 Limity a podmínky zahrnují následující části:

- bezpečnostní limity, které nesmí být překročeny
- nastavení ochranných a bezpečnostních systémů, které zajišťuje, že bezpečnostní limity nebudou překročeny; při jejich překročení se automaticky spouštějí ochranné a bezpečnostní systémy
- limitní podmínky pro provoz (provozní schopnost bezpečnostních systémů, aktivity a složení médií apod.)
- požadavky na kontrolu provozuschopnosti sledovaných systémů
- požadavky na činnost provozního personálu v případě odchylek od stanovených limitů a podmínek bezpečného provozu
- zdůvodnění limitů a podmínek

Všechny provozní předpisy jaderné elektrárny musí být v souladu s Limity a podmínkami jako nejvyšším bezpečnostním předpisem. Dodržování Limitu a podmínek bezpečného provozu je předmětem trvalé kontroly státního dozoru Státního úřadu pro jadernou bezpečnost a jejich porušení může být předmětem sankcí.

Prísne dodržování Limitu a podmínek zajišťuje, že předpoklady a vstupní údaje použité v bezpečnostních rozborech a v hodnocení vlivu na okolí (normální provoz, havarijní situace) jsou vždy splněny.

Všechno výše uvedené plně platí pro jadernou elektrárnu Temelín s tím, že Limity a podmínky bezpečného provozu byly zpracovány ve spolupráci s odborníky firmy Westinghouse, která má v této oblasti největší zkušenosti.

Na základě žádosti Jaderné elektrárny Temelín byly Limity a podmínky bezpečného provozu schváleny státním dozorem dne 4.7.2000

2.7.2. Neplánované radioaktivní úniky

2.7.2.1. Souhrn havárií analyzovaných v bezpečnostních zprávách

V rámci kapitoly 15 Bezpečnostní analýzy v Predbežné respektive Predprovozní bezpečnostní zprávě pro Jadernou elektrárnu Temelín je analyzován úplný soubor prechodových stavů a havarijních situací, který je předepsán v příslušném předpisu Regulary Guide 1.70, Rev. 3. Standard format and content of Safety analysis reports for nuclear power plants (LWR Edition), (NRC, USA), který česká strana přijala jako závazný pro přípravu bezpečnostní dokumentace pro Jadernou elektrárnu Temelín.

Existují i další doporučené seznamy havárií určené k analýze v bezpečnostních zprávách. Tak např. v „Typovém obsahu technického zdůvodnění bezpečnosti – bezpečnostní zprávy – jaderných elektráren“ (CSKAE, 1988) je uveden seznam 37 iniciacních poruch, rozdělených do 12 skupin. V materiálu MAAE (IAEA-EBP-WWER-01 z r. 1995) je podobný seznam 44 iniciacních událostí rozdělených do 9 skupin. Tyto seznamy se však liší pouze logikou usporádání jednotlivých událostí a jejich členěním, nikoliv obsaženými iniciacními událostmi.

Analyzované události jsou členěny v souladu s předpisem ANSI N 18.2 Nuclear Safety Criteria for the Design of Stationary, Pressurized Water Reactor do čtyř kategorií:

Kategorie I. : Normální provoz a provozní prechodové stavy

Kategorie II. : Události s mírnou četností výskytu

Kategorie III.: Události s řídkou četností výskytu

Kategorie IV.: Limitní (havarijní) události

Události kategorie II. vedou v nejhorším případě k rychlému odstavení reaktoru a jejich seznam je v příloze 1.

Události kategorie III. se mohou vyskytnout jen velmi zřídka během životnosti elektrárny a jejich seznam je v příloze 2.

Události kategorie IV. (havárie) se během životnosti elektrárny neočekávají, ale přesto jsou analyzovány, neboť jejich potenciální riziko je spojeno s eventuelním únikem radioaktivních látek do životního prostředí. Jaderná elektrárna musí zvládnout i tyto velice nepravděpodobné události, jejichž seznam je v příloze 3., bez nepřijatelného ohrožení životního prostředí.

Každá, v příloze uvedená událost, je analyzována v příslušné podkapitole kapitoly 15. a hodnocena na základě specifických kritérií přijatelnosti, odpovídajících předpisům USA, které jsou opět v principu kompatibilní s našimi předpisy.

Jednotlivé podkapitoly kapitoly 15. se zabývají řešením provozních situací při níže uvedených iniciacních událostech:

- Zvýšení odvodu tepla sekundárním systémem
- Snížení odvodu tepla sekundárním systémem
- Snížení průtoku chladiva chladícím systémem reaktoru
- Anomálie reaktivity a distribuce výkonu
- Zvýšení množství chladiva v reaktoru
- Snížení množství chladiva v reaktoru
- Úniky radioaktivních látek ze subsystému nebo komponent
- Očekávané prechodové stavy bez odstavení reaktoru

Jedná se o více než 40 základních událostí, které jsou predmetem detailního bezpečnostního rozboru. Ve skutečnosti bylo analyzováno podstatne více událostí a uvedené položky predstavují pouze výber takových iniciacních událostí, které mohou mít neprízivný dopad na nekerou z ochranných bariér, což by ve svých dusledcích mohlo vést k uvolnění radioaktivních látek do životního prostredí. Skupina podobných iniciacních událostí je reprezentována jedinou nehodou predstavující „obálku“ událostí z hlediska nejhorších dusledku (representativní přístup).

Kriteria přijatelnosti vycházejí z požadavku českých predpisu: ze zákona c. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření, a navazujících vyhlášek, zejména c. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiacní ochrany (hodnoty dávek) a c. 195/1999 Sb., o požadavcích na jaderná zařízení k zajištění jaderné bezpečnosti, radiacní ochrany a havarijní připravenosti (základní technické požadavky – kriteria). Vzhledem k tomu, že kapitola 15 Bezpečnostní zprávy byla predmetem dodávky firmy Westinghouse (dodavatele jaderného paliva a řídicího systému), byla jako kriteria použita General Design Criteria for NPP (10 CFR 50, Appendix A) a soubor 33 speciálních kriterií přijatelnosti, která jsou aplikována individuálně na jednotlivé analyzované události. Lze konstatovat, že mezi požadavky českých a amerických predpisu neexistují žádné podstatné rozdíly a že v bezpečnostních zprávách Jaderné elektrárny Temelín jsou analyzovány všechny stanovené události a navíc události typu ATWS – očekávané události bez odstavení reaktoru.

Pro příslušné analýzy byly použity následující overené výpoctové programy, upravené pro aplikaci na typ bloku s reaktorem VVER 1000/ 320

FACTRAN – pro nestacionární rozložení teplot paliva

LOFTRAN – pro modelování thermohydraulických pomeru v bloku jako celku

TWINKLE – pro vícerozmerové výpocty neutronové kinetiky

VIPRE-W – pro subkanálovou analýzu

WCOBRA/TRAC – pro tepelne hydraulické výpocty chování chladiva pri LOCA havárii

NOTRUMP – pro analýzu LOCA havárie až do prurezu 0,1 m²

LOCTA IV. – navazující na NOTRUMP pro výpoctet ohrevu povlaku paliva pri malých LOCA

LOFTTR 2 – pro analýzu nestacionární odezvy na prasknutí trubky parogenerátoru

Programový komplex „D“ – pro analýzy prechodových procesu vyvolaných poruchami komponent bloku

INFAN – pro řešení casového prubehu bilance štepných produktu v palivu

HEPRO – pro řešení pomeru v hermetických prostorech bloku pri úniku primárního chladiva

CONT – pro řešení casového prubehu bilance štepných produktu v prostorách kontejnmentu pri havárii

Možnost havárií způsobených vnejšími vlivy

Ochrana proti vnejším jevum vyvolaným přírodními událostmi nebo lidskou cinností byla v prvé rade zohlednena pri výberu lokality tak, aby tento vliv byl minimalizován. Do bezpečnostního hodnocení se uvažují jevy s pravdepodobností výskytu menší než 10⁻⁶ za rok.

Tranzitní plynovod

Ve vzdálenosti asi 900 m od Jaderné elektrárny Temelín vedou tři trasy tranzitního plynovodu. Podrobné analýzy za velmi konzervativních predpokladu prokázaly, že ani v prípade soucasného prasknutí všech tří potrubí nehrozí exploze a že jediným reálným nebezpečím je tepelné zatížení stavby od horícího plynu. S ohledem na vzdálenost a ochranná opatření tato situace neohrozuje bezpečnost elektrárny.

Pád letadla

Pravděpodobnost pádu civilního nebo vojenského letadla na lokalitu Jaderné elektrárny Temelín byla zjištěna menší než 10^{-7} za rok. Kromě toho tloušťka sten a kopule kontejnmentu zajišťuje ochranu před pádem vojenského letadla.

Zemetresení

Při stanovení seismické odolnosti Jaderné elektrárny Temelín byly v souladu s mezinárodními doporučeními MAAE stanoveny dvě úrovně zemetresení: projektové (s pravděpodobností výskytu 10^{-2} za rok) a maximální výpočtové (s pravděpodobností výskytu 10^{-4} za rok). Na základě provedených průzkumu lokality, včetně tektonického a seismologického průzkumu byly v souladu s doporučeními MAAE stanoveny úrovně zemetresení následovně: projektové zemetresení 6° MSK-64 a maximální výpočtové zemetresení 7° MSK-64. Zařízení důležitá pro jadernou bezpečnost JETE jsou projektována tak, aby odolala maximálnímu výpočtovému zemetresení, ostatní zařízení projektovému zemetresení.

Z uvedeného vyplývá, že vnější vlivy relevantní pro lokalitu Jaderné elektrárny Temelín nemohou ohrozit její jadernou bezpečnost a způsobit neplánovaný únik radioaktivních látek do okolí.

2.7.2.2. Referenční havárie uvažované orgány dozoru pro hodnocení možných radiologických následků v případě neplánovaných úniků

Byly zvoleny dva případy havárií s únikem do atmosféry:

- havárie způsobená prasknutím primárního okruhu na potrubí největšího průměru – LB LOCA (událost s tesným kontejnmentem) – část 15.6.5.1 v Bezpečnostní zprávě
- havárie způsobená prasknutím potrubí TK pro odpouštění chladiva, připojeného k primárnímu potrubí, které prochází kontejnmentem (událost s bypassem kontejnmentu) – část 15.6.2.4 v Bezpečnostní zprávě

a jeden případ s únikem do vodního prostředí:

- porušení nádrže koncentrovaných radioaktivních kapalných odpadů – část 15.7.3 v Bezpečnostní zprávě

V Dodatku předběžné bezpečnostní zprávy byly uvažovány i poruchy na vnitřní straně parogenerátoru, umožňující bypas kontejnmentu přes sekundární okruh, které se však nekvalifikovaly pro zařazení do referenční havárie.

2.7.2.3. Popis uvažovaných havárií a důvod jejich výběru

Podrobný popis těchto havárií je uveden v kapitole 15 Bezpečnostní rozborů Bezpečnostních zpráv a stručný popis jejich průběhu uvnitř elektrárny je uveden v kapitole C.V. Popis rizik bezpečnosti provozu EIA Temelín a v Doplnujících informacích (1) – Radiologické následky vybraných referenčních havárií..

Vybrané referenční havarijní situace patří mezi nejzávažnější pro tlakovodní reaktory PWR (VVER) a náleží do kategorií III. a IV.

Havárie typu LB LOCA, která je způsobena okamžitým úplným prasknutím potrubí primárního okruhu o průměru 850 mm tzv. gilotinovým způsobem je obvykle považována za maximální projektovou havárii. Pravděpodobnost jejího výskytu je udávána v rozmezí 10^{-4} – 10^{-5} za rok.

2.7.2.3.1 Maximální LOCA

Nehoda se ztrátou chladiva (LOCA) je důsledkem prasknutí potrubí tvořícího tlakovou hranici primárního okruhu. Předpokládá se, že k prasknutí dojde na hlavním potrubí na nominálním tj. 100% výkonu. První fáze přechodového procesu je charakterizována rychlým odtlakováním primárního okruhu, spojeným s velkými prutoky porušenou smyčkou a téměř úplnou ztrátou chladiva a obnažením aktivní zóny. Po dosažení hodnoty nastavení od ztráty rezervy podchlazení vody v primárním okruhu dojde k rychlému odstavení reaktoru. Současně je iniciována další bezpečnostní funkce, tj. havarijní vstrikování chladiva. I bez zásahu systému rychlého odstavení reaktoru však dojde k rychlému prerušení štepné retezové reakce, teplota nedostatečně chlazeného paliva nicméně roste.

V průběhu druhé fáze je aktivní zóna chlazená z hydroakumulátoru a z vysoko a nízkotlakého systému havarijního chlazení aktivní zóny. Ukončení výtoku vody z hydroakumulátoru kombinované s růstem vývinu páry vede k opětovnému snížení hladiny vody v reaktoru. Ve třetí fázi přechodového procesu dojde ke druhému obnažení aktivní zóny, což vede k opětovnému rustu teploty paliva. Obsah kapaliny v okruhu roste v důsledku vysokotlakého a nízkotlakého havarijního vstrikování, dokud není aktivní zóna znovu zaplavena. Tím se zastaví rust teploty paliva. V průběhu dlouhodobého chlazení se teplota aktivní zóny sníží na rovnovážnou stabilní úroveň, odpovídající intenzitě chlazení a vyvíjenému zbytkovému teplu.

Z hlediska úniku radioaktivních látek je důležité, že dvě ze čtyř bariér si zachovávají svoji funkci (struktura paliva a ochranná obálka). Únik radioaktivních látek do životního prostředí je dán uvolněnými radioaktivními látkami a přípustnou mírou netesnosti ochranné obálky. Analýza tohoto vlivu vychází ze silně konzervativních předpokladů o uvolněných radioaktivních látkách a stavu ochranné obálky po dehermetizaci primárního okruhu. Težiště analýzy tohoto vlivu v podrobném modelování šíření radioaktivní vtečky mimo Jaderné elektrárny Temelín.

Důvod pro výber maximální LOCA jako referenční havárii je zřejmý – z celého spektra analyzovaných událostí představuje tato porucha projektovou nehodu s porušením dvou ochranných bariér a největším únikem radioaktivních látek. I když se podle amerických směrnic její výskyt v průběhu celé předpokládané životnosti neočekává (Kategorie IV), dává podrobná analýza této havárie dobrý obraz vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí v případě velké projektové havárie.

2.7.2.3.2 Prasknutí trubky TK systému pro odpouštění chladiva z primárního okruhu

Několik malých potrubních tras na Jaderné elektrárně Temelín odvádí nebo potenciálně může odvádět primární chladivo mimo ochrannou obálku (kontejnment). Patří mezi ně potrubí pro odber vzorku, potrubí pro měření, potrubí systému doplňování a bórové regulace, potrubí systému ucpávkové vody hlavních cirkulačních čerpadel a potrubí systému organizovaných úniku z primárního okruhu. Uvažovanou referenční událostí je prasknutí trubky TK systému pro odpouštění chladiva z primárního okruhu některého z uvažovaných potrubí.

Trasy odpouštění systému normálního doplňování a bórové regulace z každé ze čtyř chladicích smyček reaktoru jsou připojené ke společnému kolektoru, který vede mimo kontejnment. Tyto trasy mají v každé potrubní větvi omezovací prutoku, které omezují prutok

média z primárního okruhu do kolektoru. Navíc k tomto omezovacím v každé potrubní vetvi je celkový průtok odpouštění řízen odpouštěcími regulačními ventily. Normálně je jeden nebo druhý z těchto ventilů v provozu a reguluje průtok, ten který nereguluje, je uzavřený. Regulace je nastavena tak, že ventil propouští 30 m³/h, ačkoliv jsou přípustné i vyšší průtoky. Výstražná signalizace radiačního monitorovacího systému a další ukazatele, jako je ukazatel hladiny vody v místnostech okolo kontejnmentu, by umožnily operátorovi zjistit prasknutí a jeho místo. Potrubí kolektoru má tři uzavírací armatury, které mohou být uzavřeny, aby oddělily potrubí v případě prasknutí mimo kontejnment. Tato trasa tedy může být operátorem oddělena i v případě, že dojde k jednoduché poruše na zavření jedné z armatur. Jakmile je prasknutí objeveno, operátor uzavře uzavírací armatury, aby ukončil událost. S ohledem na ekvivalentní rozměr trhliny je nehoda klasifikována jako událost Kategorie III ANSI.

Tato havárie byla vybrána jako referenční proto, že představuje limitní riziko uvolnění radioaktivity mimo ochrannou obálku. Jelikož má voda unikající z primáru vysoký tlak a teplotu, rozdělí se při atmosférickém tlaku v obestaveném prostoru koberk na parovzdušnou a kapalnou složku o teplotě 100°C. Unikající látky vytvářejí v závislosti na atmosférických podmínkách expandující radioaktivní vlekku.

2.7.2.3.3 Havárie s únikem radionuklidu do vodních ekosystému

Úniky radionuklidu jsou během normálního a abnormálního provozu včetně havarijních stavů až do úrovně Maximální projektové nehody Jaderné elektrárny Temelín zahrnuty do organizovaných a kontrolovaných provozních výpustí. Na Jaderné elektrárně Temelín existuje velký počet nádrží, v nichž se skladují kapalně radioaktivní odpady, z hlediska potenciálního rizika jsou však rozhodující skladovací nádrže koncentrovaných radioaktivních odpadů. V těchto nádržích se za provozu nachází více než 90 % veškeré aktivity přítomné na Jaderné elektrárně Temelín v kapalných látkách.

Za referenční havárii s únikem kapalných odpadů byla vybrána destrukce těchto nádrží nacházejících se v budově pomocného provozu (BPP) vyvolaná maximálním výpočtovým zemetresením (MVZ, pravděpodobnost výskytu 10⁻⁴ reaktor-roku) v kombinaci s výskytem další jednoduché poruchy technologického zařízení (pravděpodobnost 10⁻² rr) a to tak, že dochází k transportu radioaktivních látek směrem k postulovanému bodu.

Důvodem pro tuto volbu je to, že tato havárie představuje největší riziko úniku radioaktivních látek do hydrosféry. Celková pravděpodobnost uskutečnění popsaného scénáře je však pouze 10⁻⁶ reaktor-roku.

2.7.2.4. Hodnocení radiologických následků referenční havárie

Prvé dvě referenční havárie představují riziko úniku radioaktivních látek do atmosféry, třetí referenční havárie tvoří „obálku“ rizik radiologických důsledků pro hydrosféru. Základní postup hodnocení radiologických důsledků na životní prostředí je ve všech uvažovaných případech shodný:

- stanovení inventáře radionuklidu, které se při dané nehodě uvolní,
- určení velikosti úniku z prostor Jaderné elektrárny Temelín,
- výpočet šíření radionuklidu v okolním prostředí,
- stanovení kritické skupiny obyvatelstva a výpočet efektivních dávek,
- stanovení efektivních dávek ve vybraných směrech na hranici s Německem a Rakouskem.

2.7.2.4.1. Úniky do atmosféry

Model a parametry použité pro atmosférický rozptyl

Prostorová závislost koncentrací radioaktivních látek při šíření v okolí jaderné elektrárny při havárii je řešena standardním difúzním (Gaussovským) modelem, který je modifikován tzv. boxovou příp. semiboxovou metodikou. Na základě toho jsou stanoveny v libovolném bode objemové aktivity sledovaných radionuklidu ve vzduchu a s uvážením dalších deju (rozpad, suchý spad, vymývání, resuspenze) je určena plošná aktivita.

Objemová a plošná aktivita jednotlivých radionuklidu je prepoctena konverzními faktory na efektivní dávku a ekvivalentní dávku na štítnou žlázu.

Pro výpocet efektivní dávky při atmosférickém úniku je uvažováno pet možných cest ozáření osob:

- vnejší ozáření od radioaktivního mraku
- vnejší ozáření od kontaminovaného povrchu
- vnitřní ozáření v dusledku inhalace vzduchu
- vnitřní ozáření v dusledku inhalace resuspendovaných radionuklidu
- vnitřní ozáření z ingesce kontaminovaných potravin

Konverzní faktory pro výpocet dávky z inhalace a ingesce jsou dány vyhláškou Státního úradu pro jadernou bezpečnost c. 184/1997 Sb., která je v souladu s doporučeními Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (ICRP).

Výpocetový program použitý pro výpocet

Pro výpocet transportu aktivit v atmosfére, efektivních dávek a dávek na jednotlivé orgány pro jednotlivce a kolektivní efektivní dávky pro obyvatelstvo byl použit program HERALD.

Veškeré programy použité k výpoctu radiologických dusledku havárií byly v potřebném rozsahu rádné overeny podle smernice Státního úradu pro jadernou bezpečnost (VDS – 030).

Program HERALD byl oficiálně doporučen k použití pro bezpečnostní dokumentaci rozhodnutím Hodnotící komise Státního úradu pro jadernou bezpečnost dne 19.10.1999. Na dvou modelových úlohách byl srovnán s obdobnými programy v České republice (HAVAR) a Slovenské republice (RTARC). Jedná se o obdobný program jako je v EU doporučený program COSYMA.

Program při výpoctu zahrnuje:

- výšku bodového zdroje, který je ve čtyřech časových intervalech konstantní
- konstantní smer a rychlost vetru v sektoru 22,5°
- šest Pasquillových kategorií počasí (A-F)
- 137 radionuklidu (štepných a korozních) vybraných podle stanovených kriterií (merná aktivita v 1. okruhu a polocas rozpadu)

- vliv reliéfu a drsnosti terénu na rychlost suchého spadu
- výpočet ve dvaceti bodech (0,5 – 100 km) od zdroje
- pet cest pro ozáření osob
- šest vekových kategorií pro výpočet dávky
- výpočet dávkového úvazku pro libovolné casové období
- výpočet kolektivní dávky v sektoru

Predpoklady použité pro výpočet úniku, cesty úniku, casový prubeh úniku, množství a fyzikální a chemické formy uniklých radionuklidu

Zdrojový clen

Zdrojový clen je aktivita, která se může pri havárii uvolnit do okolí. Je dána aktivitou chladiva primárního okruhu, která je tvorena souctem aktivit:

- a) korozních produktu v chladivu
- b) tritia
- c) vlastního chladiva
- d) aktivací příměsí v chladivu
- e) štepnými produkty z paliva v dusledku netesností pokrytí paliva

Pro LB LOCA havárii, kdy se predpokládá dehermetizace pokrytí paliva, je zdrojový clen dán predevším aktivitou štepných produktu pod pokrytím paliva.

Bilance aktivit štepných produktu (ŠP) v aktivní zóne se řeší programem INVAZ a inventár ŠP přítomný v celé AZ se z techto výpoctu získává programem MICHUNI. Bilance tritia v palivu je řešena zvlášt programem TRIPAL. Výpocty teplot, tlaku, rychlosti proudění a koeficientu odstranování aktivit z objemu kontejnmentu (v dusledku sprchování, usazování) se provádí programem HEPRO. Pruchod aktivit ŠP kontejnmentem je řešen programem CONT na základe bilancí v AZ z programu MICHUNI a popisu proudění a odstranování z programu HEPRO. Vedle bilancí aktivit v hermetických zónách a okamžitých rychlostí úniku aktivit jsou počítány integrály bilancí aktivit, na jejichž základe program PROSMOB připraví zdrojový clen pro řešení transportu aktivit atmosférou.

a) prasknutí potrubí primárního okruhu maximálního prurezu LB LOCA

Havarijní proces v kontejnmentu je iniciován výtokem primárního chladiva z pretrženého hlavního cirkulačního potrubí, daný casovým prubehem jeho prutoku a entalpie. Oba tyto prubehy byly odvozeny z numerického datového souboru dodaného firmou Westinghouse. Maxima parametru parovzdušné smesi kontejnmentu vycházejí zhruba ve 20. s v úrovni 0,47 MPa a 139 °C, druhé, nižší maximum, kolem 50. min. v úrovni 0,425 MPa a 134 °C. Cas ukončení výtoku 4800 s byl pritom volen tak, aby celkový obsah vody a páry v kontejnmentu hmotnostne odpovídal souctu počátečních množství vody v primárním okruhu vctne obsahu vody v kompenzátoru objemu, v hydroakumulátorech a v nádržích pro havarijní chlazení.

Analýza radiologických dusledku maximální LOCA pritom vychází z konzervativního predpokladu, že teplotním šokem dojde k rozhermetizování 100 % palivových tycí. Uvažované netesnosti kontejnmentu, kterými radioaktivní látky unikají do okolí elektrárny, jsou definovány přípustnou velikostí úniku za dobu 24 hodin pri velké LOCA (0,1 % celkové

hmotnosti obsahu paroplynové směsi v hermetickém prostoru na počátku nehody, při maximálním projektovém havarijním tlaku 0,49 MPa a počáteční teplotě do 150°C).

Pro ocenění radiacní zátěže okolí od úniku z plnotlaké obálky byl použit dvouzónový model. Příslušná zóna zahrnuje veškerý hermetický objem kontejnmentu a uvažuje se v ní únik primárního chladiva i sprchování a kromě vlastní vnější obálky zahrnuje i veškeré akumulované teplo. Další zónou je okolí kontejnmentu, kde je stálý tlak 0,1 MPa. Spojení těchto zón je dáno netesností kontejnmentu.

Počáteční teplota všech sten byla uvažována 60 °C. Z hlediska průběhu parametru po LOCA (zejména intenzity kondenzace na stěnách a s ní souvisejícího odstranování štepných produktů z prostředí kontejnmentu) je to volba konzervativní, protože reálně budou stěny v řadě případů chladnější. Sprchování začíná se zpožděním 60 s po zvýšení tlaku v kontejnmentu nad 0,11 MPa a končí při snížení tohoto tlaku pod 0,08 MPa. Účinnost sprchování se uvažuje 65 %. Pocítá se s činností jen jednoho sprchového čerpadla. Po vycerpání zásob vody v nádrži se sání sprchového čerpadla prepíná přes chladicí do sberné jímky kontejnmentu. Sprchuje se bez přerušování, dosažení podtlaku v kontejnmentu lze očekávat asi po 6 hod.

Při výpočtu radioaktivního inventáře uvolněného v průběhu velké havárie LOCA byla použita rada vysoce konzervativních předpokladů:

- Všechno palivo v okamžiku nehody má maximální projektové vyhoření, kterého dosáhly provozem na jmenovitém výkonu se zanedbáním doby odstávky (60 MWd/kg).
- Teplotním šokem dojde k rozhermetizování 100 % palivových tyčí.
- Je použit „konzervativní“ inventář AZ: obohacení: 5 % a koncentrace H_2BO_3 : 5,72 g/kg.
- Uvažuje se okamžitý únik všech plynných a tekavých štepných produktů štepných produktů, které jsou přítomny ve volných objemech palivových tyčí.
- Neuvažuje se usazování a odstranování inertních plynů sprchami.

Zdrojový člen pro výpočet uniklých radioaktivních látek zahrnuje radionuklidy obsažené v okamžiku havárie ve vodě primárního okruhu. Dominantní složkou zdrojového členu však představuje únik všech plynných a tekavých štepných produktů, které se nacházejí v okamžiku havárie pod vysokým tlakem pod pokrytím palivových tyčí. Produkce tritia (T) v neporušeném palivu je uvažována jako výsledek štepení těžkých jader na tři části. V bilancích aktivit uvnitř kontejnmentu se uvažuje odstranění radioaktivních nuklidů kondenzací páry na povrchy, gravitační spád aerosolu a odstranování sprchami.

Aktivity z paliva unikají konstantní rychlostí po dobu 800 s. Za tuto dobu se uvolní všechny uvažované radionuklidy. Jsou uvedeny uvolněné frakce pro jednotlivé chemické skupiny. Úniky z kontejnmentu končí v case 21591s \approx 6 h (kdy je dosaženo podtlaku). Rychlost úniku aktivit jednotlivých radionuklidů umožňuje určit z integrální hodnoty úniku aktivity.

b) Prasknutí trubky systému TK pro odpouštění chladiva z primárního okruhu

Roztržení na trase odpouštění vne kontejnmentu by bylo regulacími ventily průtoku TK81S02 a TK82S02, které jsou určeny k regulaci průtoku normálního odpouštění mezi vysokotlakým IO a nízkotlakým systémem normálního doplňování a bórové regulace, omezeno na 30 m³/h. Trhlina vne kontejnmentu a výtok v protisměru by však mohly způsobit plné otevření obou ventilů. Při analýze se proto konzervativně předpokládá, že oba regulací ventily jsou plně otevřené, přičemž každým z nich prochází 65 t/h, takže obě ventily vyteče za 30 minut předpokládaného maximálního průtoku trhlinou 65 t. Tato hodnota je spojena s dalším konzervativním předpokladem, že odpouštěný průtok může být dostatečně

vychlazen, aby nedošlo v ústí ventilu ke vzkypení a ke snížení prouku. Hodnocení predpokládá, že roztržení je zjišteno a oddeleno behem tohoto casového intervalu.

Základem pro vytvoreni zdrojového clenu - tj. inventáre aktivit, které se pri této havárii uvolní do okolního prostredí, je bilance aktivit přítomných v chladivu primárního okruhu. Pro vyhodnocení vlivu analyzované poruchy na životní prostredí byly uvažovány korozní produkty, tritium H₃, produkty aktivace vlastní H₂O, produkty aktivace přímiesí chladiva a štepne produkty a to v míre odpovídající limitním hodnotám pro maximálne přípustný projektový pocet nehermetických palivových tyčí. uvedený v Limitech a podmínkách. Tímto výberem bylo nalezeno v chladivu primárního okruhu 109 radionuklidu štepných produktu a 28 radionuklidu aktivacních produktu.

Pro analyzovanou událost se konzervativne zanedbává funkce vzduchotechniky. Predpokládá se, že otevrené dveře kobky obestavby dovolují volný únik plynné složky. Dále se predpokládá, že vytékající chladivo má parametry primárního okruhu (ve skutečnosti by byla teplota vytékajícího chladiva výrazne nižší). Výtok se uskutečnuje do obestaveného prostoru kobek. Vytékající látka se pri atmosférickém tlaku a teplotě 100 °C rozdelí na plynnou a kapalnou složku. Konzervativne tak lze odvodit (z izoentalpického deje), že 40% média bude plyn, 60% voda. Konzervativne se dále predpokládá, že z plynné složky se uvolní do okolního prostredí všechny aktivity obsažené v chladivu. Z kapalné složky predpokládáme 100% uvolnení inertních plynu, u ostatních radionuklidu se uvolní 10% aktivit.

Aktivita chladiva odpovídá maximální hodnotě aktivity chladiva v Limitech a podmínkách, pri které je možné reaktor provozovat (asi o 3 rády vyšší než normální hodnota). V dusledku poklesu tlaku je predpokládán jódový spike, který způsobuje dvacetinásobné zvýšení koncentrace jódu. Není uvažován kredit na pokles aktivity chladiva behem jeho výtoku.

Dávky pro dospělé a děti

Pri výpoctu dávek v případech obou havárií se konzervativne predpokládá, že obyvatelstvo je nekryté ve volném prostranství po celou dobu pruchodu oblaku a dobu depozice (2 a 7 dní) a že deponovaná aktivita ubývá jen v dusledku rozpadu nikoli sekundárními procesy (splach apod.).

Uvažování kategorie počasí F pro výpocty koncentrací a dávek, která dává jejich nejvyšší hodnoty, je rovněž konzervativním predpokladem.

V bezpecnostních zprávách je prokázáno, že kritéria přijatelnosti pro hodnocení radiologických následku havárií jsou splněna ve všech případech:

- pro události kategorie II (abnormální podmínky) - 12,5 mSv za 50 let
- pro události kategorie III a IV (havarijní situace) - 50 mSv za 50 let

Celkove lze shrnout, že do výpoctu dávek pro obyvatelstvo je zavedena rada konzervativních predpokladu, které mnohonásobne prevyšují případné neurčitosti a nepřesnosti výpoctu.

Hodnocení výsledku tj. dávek na hranicích se sousedními státy – Německem a Rakouskem

V tabulkách dokumentace jsou uvedeny výsledky výpoctu dávek pro zvolené referenční havárie pro vybraných pet bodu (A – E) na hranici s Rakouskem a vybrané dva body (F, G) na hranici s Německem.

Maximální hodnoty efektivní dávky za rok pro dítě jsou okolo $2,4 \cdot 10^{-5}$ Sv a maximální ekvivalentní dávka na štítnou žlázu dítěte za 1 rok $2,07 \cdot 10^{-5}$ Sv. V prípade hodnoty efektivní

dávky se jedná o zhruba procento dávky z přirozeného pozadí, které obdrží obyvatel v této oblasti za rok.

Z výsledku výpočtu vyplývá, že dávky na hranici se sousedními státy – Německem a Rakouskem při vybraných referenčních haváriích jsou velmi malé, zhruba na úrovni 1% přirozeného pozadí za rok.

Dávky na území CR

Nejvyšší dávky na území CR (pro děti do 1 roku) na hranici ochranného pásma (asi 2 km) jsou pro uvedené havarijní situace třídy III nebo IV, jak vyplývá z příloženého grafu, zhruba o dva rády vyšší, což odpovídá dávce z přirozeného pozadí asi za 1 rok.

Kolektivní dávky (man - Sv) v případě havárie byly počítány pro území CR pro každý sektor směru větru. Maximální hodnota byla určena v sektoru vedoucím přes České Budějovice - je menší než 10 man - Sv; v ostatních sektorech je kolektivní dávka nejméně pětkrát nižší.

Na základě tohoto výsledku a s uvažováním faktoru rizika doporučených mezinárodními organizacemi nelze očekávat výskyt pozdních somatických onemocnění na území CR v důsledku havarijních situací v rámci projektu Jaderné elektrárny Temelín.

Kolektivní dávky u sousedních států nebyly počítány, protože nebyly k dispozici demografické informace. Tyto hodnoty kolektivních dávek však budou nekolikrát nižší než v CR, a proto rovněž na území sousedních států nedojde v důsledku havarijních situací na Jaderné elektrárně Temelín k žádným časným ani pozdním somatickým onemocněním.

2.7.2.4.2. Úniky do hydrosféry

Prasknutí nádrže kapalných radioaktivních odpadů

Cesty úniku

Jedná se o prasknutí skladovacích nádrží, které obsahují více než 90% radioaktivních kapalných odpadů na elektrárně s uvedením izotopického složení odpadu.

Scénář havárie konzervativně předpokládá migraci kapalných radioaktivních látek inženýrskými sítěmi areálu k jímce odpadních vod a pak dvěma možnými cestami k příjemci.

Pro výpočet efektivní dávky při úniku do vodního prostředí jsou uvažovány všechny expoziční cesty

- přímé ozáření (doprava, sporty, aktivity)
- přímá ingestce
- rybaření (vodní flóra, fauna, sedimenty)
- cesty přes pudu končící konzumací mléka (závlahy, puda, flóra, fauna)

Pro únik do vodního prostředí jsou pro šíření použity jednoduché vzorce – pro množství aktivity a její redení.

Předpoklady použité pro výpočet

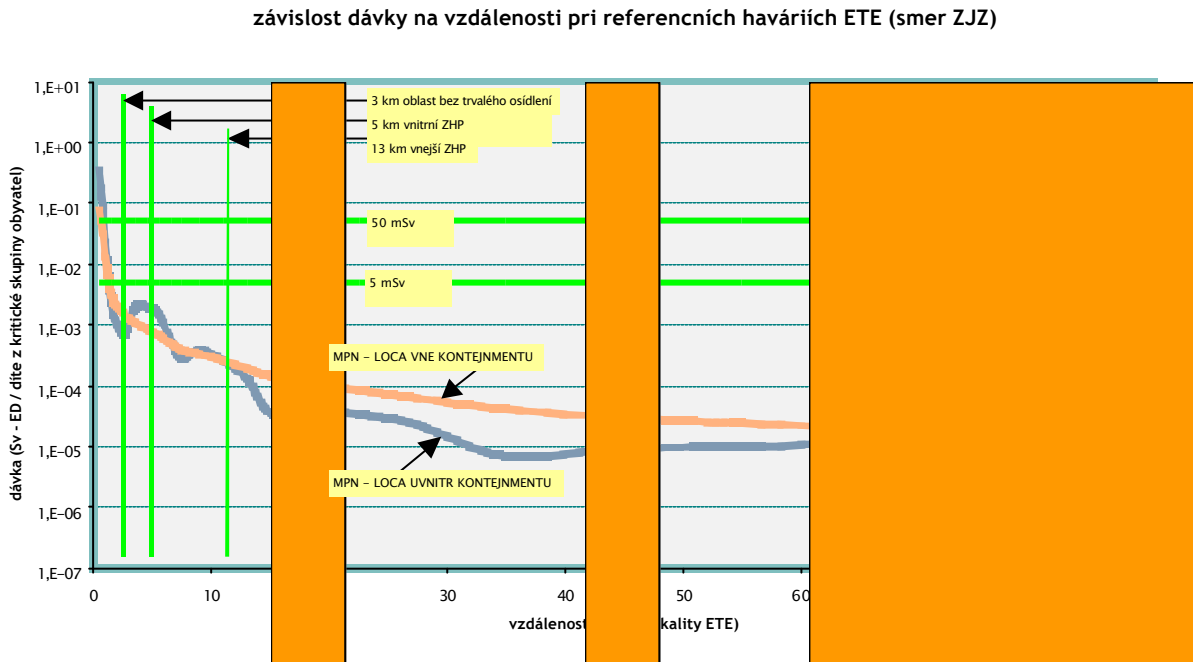
Předpokládá se prasknutí všech čtyř provozních nádrží, doba trvání úniku 100 hodin. Nuklidní spektrum je nahrazeno nejzávažnějším izotopem ^{137}Cs . Konzervativně se předpokládá, že jedinec z kritické skupiny obyvatelstva bude výhradně pít kontaminovanou vodu z Vltavy, po dobu 10 dní.

Výpočet dávek

Výsledná dávka pro maximálně ohroženého jednotlivce i za použití výše uvedených konzervativních předpokladů je podstatně menší než dávka z přirozeného pozadí za jeden rok.

Riziko pro obyvatelstvo sousední země z této situace nehrozí, neboť lokalita náleží do povodí tekoucího do Severního moře.

Graf c. 13



2.7.3. Havarijní plány

Možnost ohrožení pracovníků JE Temelín, obyvatelstva sídlícího v okolí Jaderné elektrárny Temelín a životního prostředí ionizujícím zářením z radionuklidu, uniklých při velmi málo pravděpodobné havárii, vyvolává nutnost havarijní připravenosti pro oblast, vymezenou možným dosahem účinku. Havarijní plánování a připravenost tvoří poslední úroveň hloubkové ochrany, která byla v jaderné energetice přijata jako základní bezpečnostní filosofie. K dosažení havarijní připravenosti bylo proto nezbytné vypracovat a realizovat možnost bezprostředního zavedení ochranných opatření :

- vnitřním havarijním plánem JE Temelín,
- stanovením zón havarijního plánování v okolí JE Temelín,
- vnějším havarijním plánem pro okolí JE Temelín,
- stanovením zásahových úrovní k jednotlivým opatřením a radionuklidům,
- monitorovacím plánem při vzniku jaderné havárie s únikem radionuklidu.

2.7.3.1. Stručný popis intervencních úrovní stanovených pro různé typy ochranných opatření

Zásahové (intervencní) úrovně použité k výpočtu a stanovení zón havarijního plánování vycházejí z hodnot doporučení MAAE, obsažených v International Basic Safety Standards, No.115, 1996 a jsou i součástí vyhlášky c.184/1997 Sb.

Neodkladná ochranná opatření je nutno v souladu se základními zásahovými úrovnemi oprávněné zavádět, pokud by jinak vedlo ozáření jednotlivce k bezprostřednímu zdravotnímu poškození, tj. jestliže by očekávaný dávkový ekvivalent bez tohoto opatření překročil v průběhu 2 - denní expozice odpovídající hodnoty zásahových úrovní uvedených v následující tabulce:

Orgán, tkán	Očekávaný dávkový ekvivalent [Gy]
Celotelové ozáření	1
Plíce	6
Pokožka	3
Štítná žláza	5
Oční čočka	2
Gonády	1

Neodkladná ochranná opatření, tj. ukrytí a jódovou profylaxi, případně též evakuaci, je vhodné zavádět pro kritickou skupinu obyvatel k omezení nebo odvrácení dávky z ozáření, jestliže by dávka v průběhu 7 - denní expozice u této skupiny vedla k překročení dolní meze intervalu zásahové úrovně, při uvážení proveditelnosti a nákladu i případných jiných důsledků. Při překročení horní meze intervalu zásahové úrovně zavedení neodkladných ochranných opatření nezbytné.

Ochranné opatření	efektivní dávka	dávkový ekvivalent v jednotlivém orgánu nebo tkáni
ukrytí a jódová profylaxe	5 mSv až 50 mSv	50 mSv až 500 mSv
evakuace obyvatel	50 mSv až 500 mSv	500 mSv až 5000 mSv

Pro zavádění a hodnocení účinnosti neodkladných ochranných opatření jsou dány následující optimalizované zásahové úrovně :

- pro ukrytí ne delšího než 2 dny je-li hodnota odvrácené efektivní dávky 10 mSv
- pro jódovou profylaxi je-li hodnota odvráceného úvazku efektivní dávky na štítnou žlázu, způsobenou radioizotopy jódu 100 mSv
- pro evakuaci ne delší než 1 týden je-li hodnota odvrácené efektivní dávky 100 mSv

Následná ochranná opatření, tj. omezení spotřeby kontaminovaných potravin, vody a krmiv pro hospodářská zvířata a případné přesídlení obyvatel se zavádějí k odvrácení efektivní dávky nebo dávkového ekvivalentu, obdržené za 1 rok, jestliže by srovnání dávek při neuplatnění ochranného opatření ukázalo, že by obdržením této dávky byly překročeny zásahové úrovně.

Ochranné opatření	efektivní dávka	dávkový ekvivalent v jednotlivém orgánu nebo tkáni
regulace distribuce a spotřeby kontaminované potravy, vody a krmiv	5 mSv až 50 mSv	50 mSv až 500 mSv
presídlení obyvatel	50 mSv až 500 mSv	500 mSv až 5000 mSv

Pro rozhodování o presídlení obyvatel jsou dány následující zásahové úrovně :

- pro zahájení casove omezeného presídlení je hodnota odvrácené efektivní dávky za 1 mesíc 30 mSv
- pro trvání casove omezeného presídlení je-li hodnota odvrácené efektivní dávky za 1 mesíc 10 mSv ; v případě, že efektivní dávka po 2 rocích neklesne po zásahovou úroveň, pro dobu trvání casove omezeného presídlení, zvažuje se trvalé presídlení
- pro trvalé presídlení rozhoduje celoživotní efektivní dávka 1 Sv

Ve vyhlášce c.184/1997 Sb. jsou uvedeny a v uplatněny rovněž zásahové úrovně hmotnostní nebo objemové aktivity radionuklidu Sr 90, I 131, Pu 239 a Am 241, Cs 134, Cs 137 a souhrnně pro ostatní radionuklidy s polocasem delším než 10 dnu.

Pro orientační hodnocení radiacní situace jsou dále používány akční úrovně, převzaté z IAEA TECDOC 955 pro zjištěnou hodnotu, např. :

- dávkového příkonu z procházejícího mraku, obsahujícího uniklé radionuklidy (uplatnění pro ukrytí a evakuaci) 1mSv/hod
- dávkového příkonu z procházejícího mraku, obsahujícího uniklé radionuklidy (uplatnění pro jódovou profylaxi) 0.1 mSv/hod
- dávkového příkonu z depozitu, obsahujícího uniklé radionuklidy (uplatnění pro ukrytí a evakuaci) 1 mSv/hod
- dávkového příkonu z depozitu, obsahujícího uniklé radionuklidy (uplatnění pro presídlení) 0.2 mSv/hod
- hmotnostní aktivita I 131 (uplatnění pro restrikci spotřeby potravin) 100 Bq/kg v mléce, pitné vode a v dětské strave, v ostatních potravinách 1000 Bq/kg
- hmotnostní aktivita Cs 137 (uplatnění v restrikci spotřeby potravin) 1000 Bq/kg

2.7.3.2. Stručný popis opatření havarijních plánů včetně zón havarijního plánování přijatých opatření

Vnitřní havarijní plán Jaderné elektrárny Temelín byl vypracován podle zákona c.18/1997 Sb. a navazující vyhlášky c.219/1997 Sb. a jeho návrh byl předložen Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost, spolu s návrhem na stanovení velikostí zóny havarijního plánování pro Jadernou elektrárnu Temelín, zpracovaného podle požadavku nařízení vlády CR c.11/1998 Sb. Státní úřad pro jadernou bezpečnost schválil vnitřní havarijní plán Jaderné elektrárny Temelín dne 16.12.1999 a zónu havarijního plánování svým rozhodnutím c.311/1997 z 5.8.1997.

Provozovatel Jaderné elektrárny Temelín poskytl podklady místním orgánům v Českých Budejovicích nezbytné pro zpracování vnějšího havarijního plánu okresu, podle vyhlášky MV c.25/2000.

Zóny havarijního plánování Jaderné elektrárny Temelín stanovil Státní úrad pro jadernou bezpečnost v souladu s doporučením MAAE, obsaženého v dokumentu IAEA-TECDOC-953 (1997). Podle tohoto doporučení se oblast okolí Jaderné elektrárny Temelín rozdeluje na vymezenou a trvale neobydlenou část, kterou bezprostředne kontroluje provozovatel jaderné elektrárny (asi 2 km) a vnější oblast delenou na tři pásma - zóny havarijního plánování, označované jako :

- vnitřní část zóny havarijního plánování pro opatření k přípravě a provedení evakuace obyvatelstva, zóna predbežných opatření, která se uplatňují automaticky
- vnější část zóny havarijního plánování pro opatření k vyrozumění orgánů a organizací, a k varování obyvatelstva a k ukrytí, jódové profylaxi a regulaci pohybu osob, zóna neodkladných opatření,
- zóna následných opatření

Všetchna preventivní opatření zavádená automaticky v prvním pásmu nejbližšie jaderné elektrárny, kterými jsou jódová profylaxe a ukrytí, se zavádejí buď pred (pri opoždeném úniku po vzniku havarijní situace) nebo krátce po úniku radionuklidu z havarované jaderné elektrárny a jejich účelem je významné snížení rizika ozáření a prevence dávek, které by mohly mít závažné zdravotní účinky. Za průmerných podmínek šíření úniku v atmosféře pokrývá rozsah tohoto pásma výskyt 90% závažných zdravotních dusledku.

V druhém pásmu havarijní plán stanovuje podrobné podmínky pro snížení rizika závažných zdravotních účinků bezodkladným zavedením účinných ochranných opatření podle výsledku monitorování radiacní situace v prostředí, kterými jsou ukrytí, jódová profylax a případne evakuace. Za určitých okolností může být zavádení těchto opatření ke snížení dávkové zátěže prostorove omezeno jen na část oblasti druhého pásma, nebo, pri závažných haváriích může být bezodkladné zavádení ochranných opatření naopak rozšířeno i za hranice tohoto pásma. Velikost druhého pásma predstavuje oblast, kde za průmerných podmínek šíření úniku v atmosféře pokrývá rozsah prvního a tohoto pásma výskyt 99% závažných zdravotních dusledku.

V třetím pásmu ukládá vnější havarijní plán predem přípravu pro účinné zavádení následných ochranných opatření ke snížení rizika závažných a pozdních zdravotních účinků z dlouhodobé dávkové zátěže, způsobené ozářením z depozitu na zemském povrchu a příjmem potravin z místních přírodních zdrojů (rostliny, nebo živocišné produkty ze zvířat, krmenných rostlinnými krmivy z místních zdrojů). Zavádení ochranných opatření se řídí výsledky dlouhodobého monitorování ozáření a sledování kontaminace potravinových řetězů a spocívá v možném přesídlování, omezení příjmu potravin, pocházejících z místních zdrojů a opatřeními v zemedelské produkci.

Podle vládního nařízení c.11 z 9.12.1998 provozovatel jaderné elektrárny poskytl Státnímu úradu pro jadernou bezpečnost jako podklad pro stanovení zón havarijního plánování

- popis možných havárií, které se mohou vyskytnout s pravdepodobností rovnou nebo větší než 10^{-7}
- popis průběhu havárií a rozsahu oblasti, ve které se mohou vyskytovat dusledky havárie
- specifikace možných dusledků těchto havárií, včetně ozáření osob, zhodnocení možnosti překročení zásahových úrovní pro neodkladná ochranná opatření.

Popis možných havárií, ktoré sa môžu vyskytnúť s pravdepodobnosťou rovnou alebo väčšou než 10^{-7} získal prevádzkovateľ Jadrovej elektrárny Temelín z PSA 1., analýzou havarijných sekvencií s najväčšou četnosťou a sekvencií s najvyššou závažnosťou podľa výsledku PSA 2., t.j. s najvyšším zdrojovým členom váženým četnosťou.

Podľa tohto rozboru sú v poradí tieto sekvencie najzávažnejšie:

veľká LOCA - havária (havária se ztrátou chladiva) spojená se selháním systému havarijního doplnování, avšak funkce ostatních havarijních systému zůstává zachována.

velký únik z primárního do sekundárního okruhu (parogenerátor), když nedojde k vychlazení a odtlakování primárního okruhu, se selháním elektrického napájení a se závažným poškozením aktivní zóny.

Ostatní sekvence, splňující kritérium pravdepodobnosti a súčasne vedoucí k únikum radioaktivních látek jsou charakterizovány mírnějšími a mnohem delšími časovými průběhy a nižšími zdrojovými členy.

Státní úřad pro jadernou bezpečnost vyhodnotil důsledky úniku radioaktivních látek pro obě vybrané sekvence v kombinaci s možnými scénáři dalšího rozvoje havária, výpočtem vzdálenosti, kdy efektivní dávkové ekvivalenty pro kategorii D a F meteorologických podmínek pro šíření (bez ohledu na směr šíření) těchto úniků v atmosféře dosahují úrovně zásahových úrovní pro zavedení neodkladných opatření a stanovil

- jako hranici první zóny předběžných opatření - 5 km
- jako hranici druhé zóny neodkladných opatření - 13 km
- zóna následných opatření nebyla definována

Ve srovnání s evropskou praxí jsou obě zóny stanoveny dostatečně konzervativně.

Zákony o krizových situacích, c.238/2000 Sb., c.239/2000 Sb., c.240/2000 Sb., c.241/2000 Sb. a vládní usnesení c.462/2000 platné od 1.1.2001 vytvořily předpoklad pro moderní řešení havarijního plánování v celostátním měřítku, i když nejsou zaměřeny výlučně na zvládnutí jaderných havárií s radiacními důsledky a ponechávají Atomovému zákonu c.18/1997 Sb. nezbytný prostor pro řešení specifických otázek krizových situací v této oblasti.

Okresní úřady a nově i regionální správa na území, ve kterém je umístěna jaderná elektrárna, vytvářejí podle zákona c.425/1990 Sb. okresní, nyní i regionální havarijní plány a **vnější havarijní plán**. Tyto orgány mají za úkol overovat havarijní připravenost na svém území a koordinovat postupy ke zvládnutí dopadu jaderné havária, ochrany obyvatelstva, záchrany osob, poskytovat zdravotnické zajištění, další expertní a jiné služby. Součástí těchto plánů je i schéma zajištění podrobné a včasné informovanosti všech složek, které se na činnosti havarijní odezvy jakýmkoliv způsobem podílejí.

Vnější havarijní plán pro odezvu při jaderné nebo radiacní havárii podle Vyhlášky MV c.25/2000 obsahuje zejména :

- informační část s charakteristikou území a předpoklady pro havarijní odezvu,
- operativní část s popisem úkolu jednotlivých složek a souhrn uvažovaných opatření havarijní odezvy, včetně vyrozumění institucí a varování obyvatelstva,

- plánované zásahy složek integrovaného záchranného systému,
- realizace všech uvažovaných opatření havarijní odezvy a její organizační a technické zajištění,
- zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti,

Ze zákona ručí za kompatibilitu regionálních a okresních, tak i vnejších havarijních plánů s vnitřním havarijním plánem elektrárny Temelín místní orgány státní správy, provozovatelé elektrárny Temelín a Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

V případě vzniku jaderné nebo radiacní havárie je Státní úřad pro jadernou bezpečnost ze zákona odpovědný za :

- koordinaci činnosti celostátní Radiacní monitorovací sítě,
- hodnocení a predikci důsledku havárie na území České republiky, případně i v zahraničí,
- přípravu expertních podkladů ohledně havarijních protiopatření pro rozhodovací procesy na místní, okresní, regionální až celostátní úrovni a vstupuje tak i do celostátního krizového centra řídicího opatření havarijní odezvy,
- činnost Stycného místa České republiky, vytvořeného po přistoupení České republiky ke konvenci MAAE o včasném oznamování vzniku mimořádných událostí na jaderné elektrárně, které zajišťuje :
- vydávání a přijímání oznámení o jaderných a radiacních haváriích,
- aktivaci plánu havarijní odezvy Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
- uvedomení celostátního krizového centra a řídicího centra integrovaného záchranného systému Civilní obrany České republiky,
- uvedomení Radiacní monitorovací sítě České republiky a zprostředkování požadavku na specifické monitorovací služby,
- uvedomení hydrometeorologické služby České republiky a zprostředkování požadavku na prognózu rozptylu uniklých radioaktivních látek v ovzduší,
- přenos doporučení expertu na místní nebo regionální orgány, vytvářející krizové štáby anebo operační skupiny a do celostátního krizového centra k řešení jednotlivých otázek havarijní odezvy.

Ministerstvo vnitra řídí v případě vzniku jaderné nebo radiacní havárie následující stycná nebo koordinací centra :

- Řídicí středisko integrovaného záchranného systému, které aktivuje havarijní odezvu v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny,
- Řídicí střediska oblastních (okresních) velitelství policie České republiky,
- a je v úzkém kontaktu s :
- celostátním krizovým centrem, sloužícím ke koordinaci záchranných činností a je také odpovědné pro organizaci a vzájemnou spolupráci v této oblasti se sousedními zeměmi, podle uzavřených dvoustranných dohod.

Civilní obrana CR (MO) a CEZ mají smluvně zajištěn vstup do celostátní rozhlasové a televizní sítě s možností informovat obyvatelstvo CR o vzniku havarijní situace. Podobné vstupy jsou zajištěny i na regionální úrovni.

Integrovaný záchranný systém České republiky (policie, požárníci, rychlá lékařská služba, Civilní obrana) je odpovědný za včasné oznámení a varování obyvatelstva na celém území České republiky.

Úkolem provozovatele Jaderné elektrárny Temelín je bezodkladné oznámení vzniku mimorádné události Státnímu úradu pro jadernou bezpečnost a místním orgánům v potenciálně ohrožené oblasti. Povaha následující odezvy je odvislá od klasifikace situace, jejíž postup je součástí vnitřního havarijního plánu jaderné elektrárny a podléhá schválení Státnímu úradu pro jadernou bezpečnost. Tento plán také zahrnuje specifikaci požadovaných činností, nutných k zvládnutí situace podle nastalých okolností.

Podle § 46 zákona č. 18/1997 Sb. je Ministerstvo zdravotnictví České republiky odpovědné za vytvoření podmínek pro poskytování speciální lékařské péče na vybraných klinických pracovištích osobám, ozářeným za jaderné nebo radiacní havárie. Pro elektrárnu Temelín působí oblastní středisko lékařské havarijní služby České Budějovice a v celostátním měřítku 3 specializované kliniky : Klinika popálenin 3. lékařské fakulty UK Praha, Centrum pro léčbu ozářených nebo osob kontaminovaných radioaktivními látkami kliniky nemocí z povolání 1. lékařské fakulty UK v Praze, jednotka intenzivní hematologické péče na interní klinice lékařské fakulty UK v Hradci Králové.

Monitorování radiacní situace za havárie

Radiacní monitorovací síť CR vznikla po černobylské havárii a za této situace osvědčila svoji funkčnost. Radiacní monitorovací síť se konstituovala i legislativně rozhodnutím vlády CSSR č. 62 z 26.3.1987. Radiacní monitorovací síť České republiky se opírá o činnost Státního ústavu radiacní ochrany v Praze (SÚRO) a regionálních center, vybavených potřebným počtem kvalifikovaných pracovníků, potřebnou technikou a metodikami měření.

Radiacní monitorovací síť CR je koordinována Státním úradem pro jadernou bezpečnost. Za běžné situace funguje v normálním režimu, kdy sleduje aktuální radiacní situaci a zaměřuje se také na možnost časné detekce havarijních situací mimo území CR. V případě vzniku jaderné havárie s radiacními důsledky se cíleně zaměřuje na vyhodnocování možných důsledků této havárie. Je složena z permanentní části, působící kontinuálně a pohotovostní části, uvedené do koordinované činnosti jen v případě vzniku havarijní situace.

Součástí Radiacní monitorovací sítě České republiky jsou:

- síť včasného varování, zahrnující 58 měřících bodů s automatickým přenosem pozorovaných a naměřených údajů ; jsou provozovány Hydrometeorologickými ústavem, SÚRO a armádou CR,
- územní síť TLD, zahrnující 184 měřících bodů, vybavených termoluminiscenčními dosimetry, je provozována SÚRO,
- místní síť TLD, zahrnující 78 měřících bodů, rozmístěných v okolí Jaderné elektrárny Temelín, je provozována laboratorně pro monitorování prostředí elektrárny Temelín a SÚRO,
- mobilní skupiny (vrtulníky, automobilová technika), provozována armádou a SÚRO,
- územní síť 11 bodů, měřících kontaminaci ovzduší, provozovaná laboratorně pro monitorování prostředí elektrárny Temelín a SÚRO,
- územní síť pro měření kontaminace vody a potravin, provozovaná hydrologickými službami a potravinářskou inspekcí,
- síť 11 laboratorí, z toho 9 regionálních laboratorí SÚRO a laborator provozovaná elektrárnou Temelín

- automatické detekční systémy úniku na elektrárne Temelín v hermetické zóne a v komíne,
- pevné monitory na oplocení areálu elektrárny Temelín s automatickým výstupem

Monitorování složek životního prostředí a článku potravního řetězce v zóně havarijního plánování
za havarijní radiacní situace (HRS)

Monitorovaná složka	Měřená veličina	Počet míst odberu	Frekvence	Frekvence sledování	Požadovaná citlivost měření
Ovzduší	Objemová aktivita radionuklidu, které mohou vznikat při provozu jaderného zařízení nebo pracoviště	4 místa	kontinuálně	Jednou týdně	Možnost stanovit objemovou aktivitu u zjišťovaných radionuklidu, která způsobí při vdechování za období 1 měsíce úvazek efektivní dávky na úrovni 1 0/00 obecného základního limitu
Voda	Objemová aktivita radionuklidu, které mohou vznikat při provozu jaderného zařízení	Verejné vodovody	Každých 6 hodin od vzniku HRS	Okamžitě po odberu vzorku	Možnost stanovit objemovou aktivitu menší než 10 Bq/l pro zjišťované radionuklidy
		1 místo pod zaústěním odpadních vod do vodního recipientu g (po promíchání)	Každých 6 hodin od vzniku HRS	Okamžitě po odberu vzorku	Možnost stanovit objemovou aktivitu menší než 10 Bq/l pro zjišťované radionuklidy
Půda	Hmotnostní aktivita radionuklidu, které mohou vznikat při provozu jaderného zařízení	Minimálně 2 místa stanovená ve vnitřním havarijním plánu	Každých 6 hodin od vzniku HRS	Okamžitě po odberu vzorku	Možnost stanovit plošnou aktivitu h menší než 1000 Bq/m ² pro jednotlivé zjišťované radionuklidy

Ovzduší + puda	Príkon dávkového ekvivalentu záření gama	Místa na trase monitorování 16 míst mimo areál jaderného zařízení 16 míst na hranici areálu jaderného zařízení	Minimálně jednou do 6 hodin od vzniku HRS a vždy po změně směru vetru do jiné 22,5° výsece Kontinuální Kontinuální		Možnost stanovit příkon dávkového ekvivalentu vyšší než 0,05 gamaSv/h Možnost stanovit příkon dávkového ekvivalentu vyšší než 0,05 gamaSv/h Možnost stanovit příkon dávkového ekvivalentu vyšší než 0,05 gamaSv/h
Zemědělské plodiny se zkrmovanou nadzemní částí (nejméně 2 druhy)	Hmotnostní aktivita radionuklidu, které mohou vznikat při provozu jaderného zařízení	1 místo pro každou zemědělskou plodinu	Min. 1x každých 12 hodin od vzniku HRS	Okamžité po odberu vzorku	Možnost stanovit hmotnostní aktivitu j menší než 100 Bq/kg pro jednotlivé zjišťované radionuklidy d
Mléko	Objemová aktivita radionuklidu, které mohou vznikat při provozu jaderného zařízení	1 místo ve směru převládajících vetru	Min. 1x každých 12 hodin od vzniku HRS	Okamžité po odberu vzorku	Možnost stanovit objemovou aktivitu a menší než 10 Bq/l pro jednotlivé zjišťované radionuklidy

2.7.3.3. Opatření pro výměnu informací s ostatními státy

Již v roce 1982 podepsala tehdejší CSSR s Rakouskou republikou dohodu o úpravě otázek společného zájmu, souvisejících s jadernými zařízeními. Týkala se především předávání informací rakouské straně o skutečnostech, týkajících se bezpečnosti jaderných zařízení na území CSSR, zejména s hlediska spouštění Jaderné elektrárny Dukovany.

Podle požadavku této dohody se konala rada zasedání expertů obou stran. V této době se jednalo o unikátní dohodu mezi státy rozdílné politické orientace, ale hlavně s rozdílným přístupem k jaderné energetice. Dohoda, která byla první svého druhu v Evropě, zahájila přípravu podobných dohod, např. mezi MLR a Rakouskem, tehdejší NDR a Dánskem, tehdejší SSSR a Finskem.

Cernobylská havárie vyvolala potřebu mezinárodní regulace informovanosti o jaderných zařízeních. Tohoto úkolu se ujala MAAE, která připravila a s experty mnoha zemí dohodla dva dokumenty :

"Konvenci o včasném oznamování jaderné nehody" a

"Konvenci o pomoci v případě jaderné nebo radiacní nehody".

Obe konvence byly přijaty generální konferencí MAAE 26.9.1986 a ratifikovány rovněž Českou republikou, Rakouskem a Německem.

Na základě Konvence o včasném oznamování jaderné nehody byla rovněž novelizována a rozšířena bilaterální dohoda s Rakouskou republikou a uzavřena další obdobná bilaterální dohoda s Německou spolkovou republikou.

Protokol z Melku rozšiřuje oblast bilaterální dohody s Rakouskou republikou o problematiku "horké linky" a možnost podání dodatečných vyžádaných vysvětlujících informací, zavedení systému včasného varování, dialogu při řešení otázek jaderné bezpečnosti a ochrany životního prostředí.

Předávání informací do zahraničí, tj. MAAE (IAEA)), Světové zdravotnické organizaci (WHO), Světové meteorologické organizaci (WMO) a partnerům bilaterálních dohod, je úkolem Stycného místa CR, které je součástí struktury systému havarijní připravenosti a které zastává SÚJB.

2.7.3.4 Příprava, realizace a výsledky havarijních cvicení se zretelem na jiné státy

Havarijní cvičení vnitřního havarijního plánu Jaderné elektrárny Dukovany i Temelín se uskutečňují podle zpracovaného plánu, zpravidla ročního, který stanovuje zaměření, účel, cíl, rozsah cvicení a termíny, případně četnost opakování. Havarijní cvičení vnějšího havarijního plánu v zónách havarijního plánování se připravují a uskutečňují obdobným způsobem.

Při vypracování plánu havarijních cvicení vnitřního havarijního plánu se vychází z procvicování :

- zásahových instrukcí pro jednotlivce v odpovídajících stupních mimořádných událostí (nejméně 1 x ročně),
- zásahových postupů, koordinujících instrukce a navazující činnosti zasahujících skupin v různých stupních mimořádných událostí, s výjimkou radiacní havárie 3.stupně (nejméně 1 x ročně),
- zásahových postupů, koordinujících instrukce a navazující činnosti zasahujících skupin v případě radiacní havárie 3.stupně (nejméně 1 x za 2 roky).

Havarijní cvičení vnitřního havarijního plánu se organizují ve třech fázích činností :

- přípravné : k plánovanému cvičení se zpracovává scénár, kterým se stanoví :
- cíl, rozsah a doba trvání cvičení,
- určení vzniku a typu mimorádné události, jejího vývoje a průběhu,
- specifikace zásahových postupů,
- určení hodnotitelů a pozorovatelů cvičení,
- realizační : vlastní průběh cvičení podle připraveného scénáře, za účasti všech osob zodpovědných za řízení a uskutečnění zásahu, včetně akcí hodnotitelů, nebo pozorovatelů,
- hodnotící : zpracováváné ve formě závěrečného protokolu ; protokoly se evidují po dobu 5 let jako doklad o zhodnocení plánovaného havarijního cvičení ; v kalendářním roce se všechna uskutečněná havarijní cvičení souhrnně hodnotí a toto hodnocení se předává Státní úřad pro jadernou bezpečnost ; protokol o havarijním cvičení pro případ radiacní havárie se předává urychleně ; při havarijním cvičení zjištěné nedostatky se uplatňují při :
- změnách, úpravách nebo upřesňování havarijních plánů,
- doplňování a úpravách zásahových instrukcí a postupů,
- přípravě osob, řídicích, nebo uskutečňujících zásahy,
- doplňování technického vybavení a materiálového zabezpečení.

Mimo rámec uskutečněných havarijních cvičení se dále overuje :

- funkčnost technických prostředků, systému a způsobu vyrozumění zasahujících osob pro řízení i realizaci zásahu (čtvrtletně),
- funkčnost technických prostředků, systému a způsobu varování zaměstnanců a dalších osob (pololetně),
- funkčnost technických prostředků, systému a způsobu pro oznamování mimorádné události a vyrozumívání o radiacní havárii (čtvrtletně),
- funkčnost technických prostředků, systému a způsobu varování obyvatelstva v zóně havarijního plánování v rozsahu a frekvenci podle zvláštního předpisu.

O overování těchto skutečností se vedou záznamy, které se evidují a ukládají nejméně 1 rok.

Zajištění havarijní připravenosti se dále prokazuje a dokladuje :

- zpracovanými zásahovými instrukcemi a postupy,
- smlouvami, zajišťujícími účast dalších osob mimo zaměstnance jaderné elektrárny při vzniku mimorádné události,
- systémem přípravy zaměstnanců a dalších osob na činnosti při vzniku a průběhu mimorádných událostí,
- overováním všech skutečností, tvořících systém havarijní připravenosti.

Vnitřní havarijní plán jaderné elektrárny se reviduje nejméně každé 3 roky. Při případné změně podmínek v zajištění havarijní připravenosti se vnitřní havarijní plán jaderné elektrárny upravuje, nebo doplňuje bezodkladně.

Obdobným způsobem se zpracovává a procvičuje i havarijní rád pro přepravu (např. vyhořelého jaderného paliva). Ve zduvodněných případech může být havarijní rád pro přepravu součástí vnitřního havarijního plánu jaderné elektrárny.

Vnější havarijní plán se zpracovává k zajištění ochrany obyvatelstva v okolí jaderné elektrárny pro případ vzniku radiacní havárie, tj. situaci, kdy radioaktivní látky pronikly všemi bariérami do životního prostředí. Havarijní cvičení k uplatňování vnějšího havarijního plánu se vztahuje k zóně havarijního plánování, tvořeného kruhovým územím o poloměru 13 km od středu kontejnmentu 1.výrobního bloku jaderné elektrárny a zvláště ve vnitřní části zóny havarijního plánování, tvořené kruhovým územím o poloměru 5 km se zahrnutím obcí na jeho hranici, které představuje oblast plánovaného zavedení kromě běžných opatření také možnosti evakuace obyvatelstva.

V zóně havarijního plánování JE Temelín k 30.6.1999 žilo :

- do vzdálenosti 5 km včetně Týna nad Vltavou 9 500 osob,
- do vzdálenosti 13 km 26 600 osob.

Havarijní připravenost v zóně havarijního plánování podle vnějšího havarijního plánu se rovněž overuje havarijním cvičením, na kterém se podílejí všechny složky, předpokládané pro nasazení při odezvě na vznik situace při mimořádné události hrozící prerušením v radiacní havárii.

Havarijní cvičení vnějšího havarijního plánu pro stanovenou zónu havarijního plánování se organizují obdobně ve třech fázích činností :

- přípravné : k plánovanému cvičení se zpracovává scénář, kterým se stanoví :
- cíl, rozsah a doba trvání cvičení,
- určení modelové radiacní havárie, jejího vývoje a průběhu,
- specifikace postupu havarijní odezvy,
- specifikace nasazení zasahujících složek a technického vybavení pro havarijní odezvu,
- určení hodnotitelu a pozorovatele cvičení,
- realizační : vlastní průběh cvičení podle připraveného scénáře, za účasti všech orgánů, organizací i jednotlivých osob, zodpovědných za řízení a uskutečnění zásahu, včetně akcí hodnotitelu, nebo pozorovatele,
- hodnotící : zpracovávají se ve formě závěrečného protokolu ; protokoly se dlouhodobě evidují jako doklad o zhodnocení plánovaného havarijního cvičení ; pro kalendářní rok se všechna uskutečnená dílčí havarijní cvičení souhrnně hodnotí ; při havarijním cvičení zjištěné nedostatky se uplatňují při :
- změnách, úpravách nebo upřesňování vnějšího havarijního plánu,
- doplňování a úpravách zásahových postupů havarijní odezvy,
- přípravě orgánů, organizací a osob, řídicích, nebo uskutečňujících zásahy při havarijní odezvě,

- doplnování technického prostředku, vybavení a materiálového zabezpečení,
- doplnování nebo úpravy organizačního zajištění havarijní odezvy.

V nedávné době se uskutečnila havarijní cvičení na Jaderné elektrárně Temelín samostatně a v okolí JE Dukovany za spoluúčasti rakouské strany. Byly to následující akce :

Soucinnostní havarijní cvičení CEZ – Elektrárna Dukovany (DEKO 2000 - 26.5.2000)

Cvícení předcházela společná příprava se složkami Civilní ochrany Dolního Rakouska, Regionálním úřadem CO Brno, Okresními úřady Trebíč, Znojmo, Brno-venkov a obcí Dukovany. Součástí přípravy byly i školení obyvatelstva v příhraničních obcích v Rakousku, na kterých se mimo jiné podíleli pracovníci JE Dukovany. Vlastní cvičení bylo na Jaderné elektrárně Dukovany zahájeno ve 02:00 hod. simulovanou závadou, na jejímž základe byl aktivován smenový havarijní štáb CEZ-EDU. Rešení události se zaměřením na předávání informací bylo na Jaderné elektrárně Dukovany ukončeno v 07:00 hod. s tím, že simulovaná závada byla zvládnuta bez úniku radioaktivních látek do okolí. Na toto cvičení navazovalo cvičení obce Dukovany, kde byl v cca 04:15 aktivován havarijní štáb obce, který řešil ochranu obyvatel obce nejen z pohledu radiacní ochrany, ale i z pohledu ostatních potenciálních rizik (chemické havárie, živelní pohromy).

V 08:00 byla provedena cvičná evakuace školy. Součástí cvičení byl nácvik předávání informací, na kterém se podílel Státní úřad pro jadernou bezpečnost a Regionální úřad Civilní ochrany v Brně. Na základe informací o vzniku modelové poruchy na Jaderné elektrárně Dukovany, byly aktivovány složky Civilní ochrany v Rakousku, které řídily cvičení v obci Laa an der Thaya. V rámci cvičení byla postavena a zprovozněna dekontaminací stanice.

Závěry cvičení :

Cvícení bylo celkově úspěšné, splnilo svůj cíl i program a prokázalo dobrou připravenost jednotlivých složek vnitřní havarijní organizace CEZ-EDU k řešení i velmi málo pravděpodobných situací. Rovněž byl úspěšně proveren systém předávání informací na všechny vnější složky, včetně zahraničí.

Všechny časové limity pro plnění jednotlivých činností definované vnitřním havarijním plánem byly splněny s velkou rezervou, což svědčí o dobré vycvícenosti členu vnitřní havarijní organizace CEZ – Elektrárna Dukovany.

Soucinnostní havarijní cvičení CEZ – Jaderná elektrárna Temelín (30.11.2000)

Tématem tohoto havarijního cvičení bylo proverení činnosti personálu elektrárny Temelín při vzniku mimorádné události 3. stupně z technologických příčin. Pro cvičení byly stanoveny následující cíle :

- proverení včasného varování zaměstnanců a osob v ohroženém prostoru,
- proverení aktivace členu krytových družstev a členu pohotovostní organizace havarijní odezvy
- proverení reakce smenového personálu na projevy mimorádné události,
- procvícení činnosti pracovníků smeny při vyhlášení MU 2. a 3. stupně,
- proverení komunikačních toků při vyrozumívání orgánů státního dozoru a orgánů státní správy,
- proverení realizace ochranných opatření pro personál ve streženém prostoru,

- proverení možnosti vyslovení prognóz pro ocenění úniku radioaktivních látek do životního prostředí a monitorování radiacní situace,
- uskutečnění simulované tiskové konference v havarijním informačním středisku,
- proverení zabezpečení neprodleného varování obyvatelstva a spuštění sirén v Týne nad Vltavou,
- proverení zabezpečení náhradního přenosu dat z Elektrárny Temelín na KKC SÚJB formou hromadných souborů dat zasílaných faxem,
- proverení komunikační vazby mezi KKC - HŠ a OHK - HŠ,
- proverení zabezpečení nezávislého hodnocení radiacních projevů MU 3. stupně na Elektrárně Temelín.

V průběhu cvičení byly splněny všechny stanovené cíle. Bezproblémově fungovaly komunikační toky na vnější orgány a organizace dotčené vnitřním havarijním plánem. Cvičení prokázalo odstranění nedostatku, které se vyskytovaly v průběhu minulého cvičení v souvislosti s monitorováním radiacní situace. Hodnocení havarijního cvičení bylo zpracováno ve formě Závěrečného protokolu vyhodnocení havarijního cvičení.

Na základě provedených šetření lze konstatovat:

Hodnocení radiacních následků vybraných referenčních havárií Jaderné elektrárny Temelín ukazuje, že ani při použití konzervativních předpokladů neplatí z výsledku, že by mohlo dojít k ohrožení zdraví obyvatelstva v České republice nebo v sousedních zemích – Rakousku a Německu.

Havarijní plánování a připravenost je na vysoké úrovni a plně založena na mezinárodních doporučeních a praxi a dává záruku jejího účinného uplatnění v případě vzniku havarijní situace.

Doporučení:

**Perspektivně odstranit vysokou konzervativnost výpočtu a přejít na hodnocení typu best – estimate a srovnat tuzemské výpočtové programy se zahraničními.
Pravidelné procvičování havarijní připravenosti a případná novelizace havarijních plánů je nutná pro rychlou informovanost, akceschopnost a koordinaci havarijních opatření.**

Preklad použitých zkratk

ATWS – Anticipated Transient Without Scram

- Očekávané události bez odstavení reaktoru

IRRT – International Regulatory Review Team

- Mise MAAE pro hodnocení činnosti a efektivity orgánu dozoru

IRS – Incident Reporting System

- Celosvetový systém pro sber poruch na jaderných elektrárnách provozovaný MAAE a NEA/OECD

LOCA – Loss of Coolant Accident

- Havárie se ztrátou chladiva

MAAE – Mezinárodní agentura pro atomovou energii (sídlo Víden)

NRC – Nuclear Regulatory Commission

- Orgán státního dozoru v USA

PSA – Probabilistic Safety Assessment

- Pravděpodobnostní hodnocení bezpečnosti

PWR – Pressurized Water Reactor

- Tlakovodní reaktor

RAMG – Regulatory authority management group

- Skupina orgánu dozoru EU

SÚJB – Státní úrad pro jadernou bezpečnost

VVER – Vodovodní energetický reaktor (ruská modifikace PWR)

WANO – World Association of Nuclear Operators

- Celosvetová organizace provozovatelů jaderných elektráren

WENRA – Western Nuclear Regulatory Authorities

- Skupina orgánu dozoru západních zemí Evropy

Príloha 1

Analyzované události s mírnou četností výskytu – Kategorie II.

1. Chybné funkce systému napájecí vody, které vedou ke snížení její teploty
2. Chybné funkce systému napájecí vody, které vedou ke zvýšení jejího prouku
3. Chybná funkce regulátoru tlaku páry nebo poruchy vedoucí ke zvetšení odberu páry
4. Neúmyslné otevření prepouštecích nebo pojištovacích ventilu parogenerátoru
5. Chybná funkce regulátoru tlaku páry nebo porucha vedoucí ke zmenšení prouku páry
6. Ztráta vnejšího elektrického zatížení
7. Výpadek turbíny (uzavření uzavíracích ventilu)
8. Nerízené uzavření oddelovacích armatur na hlavních parovodech
9. Ztráta vakua v kondenzátoru
10. Soucasná ztráta vnitřního i vnejšího napájení elektrárny strídavým proudem
11. Ztráta normálního napájení parogenerátoru vodou
12. Výpadek jednoho nebo více hlavních cirkulačních cerpadel
13. Nerízené vysouvání regulacních svazku z aktivní zóny v podkritickém stavu nebo pri nízkém výkonu pro spuštění
14. Nerízené vysouvání regulacních svazku pri výkonu
15. Chybný zásah rídících orgánu
16. Start odstavené smycky pri nesprávné teplotě
17. Chybné funkce systému chemické a objemové regulace, které vedou ke snížení koncentrace bóru
18. Neúmyslné spuštění systému havarijního chlazení aktivní zóny pri provozu na výkonu
19. Chybné funkce systému chemické a objemové regulace (nebo chybné zásahy operátora), které vedou ke zvetšení množství chladiiva v primárním okruhu
20. Neúmyslné otevření pojištovacích nebo prepouštecích ventilu kompensátoru objemu
21. Prasknutí trubek instrumentace nebo jiných potrubí z tlakové hranice chladiiva reaktoru

Príloha 2

Analyzované události s rídkou četností výskytu – Kategorie III.

1. Spektrum porušení parovodu uvnitř nebo vne ochranné obálky (malé otvory)
2. Výpadek jednoho nebo více hlavních cirkulačních čerpadel
3. Úplná ztráta nuceného průtoku chladiva
4. Chybná činnost regulačních svazků (nerízené vytahování jednoho regulačního orgánu při plném výkonu)
5. Neúmyslné zavezení a provoz palivového souboru v nesprávné pozici
6. Prasknutí trubek instrumentace nebo jiných potrubí z tlakové hranice chladiva reaktoru
7. LOCA (malé roztržení)
8. Poruchy v systému plyných odpadů
9. Postulované radioaktivní úniky způsobené porušením nádrží s kapalinami (únik do atmosféry)
10. Postulované radioaktivní úniky způsobené porušením nádrží s kapalinami (únik do pudy)
11. Nehody způsobené pádem kontejneru s vyhorelým palivem

Príloha 3

Analyzované limitní (havarijní události) – Kategorie IV.

1. Spektrum porušení parovodu uvnitř nebo vně ochranné obálky (větší otvory)
2. Prasknutí potrubí napájecí vody
3. Zadření rotoru hlavního cirkulačního čerpadla
4. Roztržení rotoru hlavního cirkulačního čerpadla
5. Spektrum nehod s vystřelením regulačního svazku
6. Prasknutí trubky parogenerátoru
7. LOCA (velké roztržení)
8. Poruchy uvnitř parogenerátoru
9. Projektové nehody při manipulaci s palivem

3. Shrnutí netechnického charakteru

Je to již téměř dvacet let, co se připravuje, staví a montuje Jaderná elektrárna Temelín. Za své tu vzalo pet vesnic, krajina byla pozmenena. Některí pocítili i strach. Byť vše se zřejmě delo v mantinelech daných platnými paragrafy, s lidmi se příliš nediskutovalo. S novou dobou přišly nové nároky na úroveň technologie a na spolehlivost obsluhy, otevřel se však i prostor pro vyjádření názoru a postojů veřejnosti. Vedle těch, kteří pocítili změny v elektrárně jako klad, zesílily i hlasy těch, kteří se cítí být ohroženi. Vzájemná komunikace, výměna argumentů, dialog – to byly po dlouhou dobu slabiny.

Pravdou je, že po celou dobu přípravy a výstavby elektrárny byly zkoumány případné dopady provozu jaderné technologie na okolí. V dobách, kdy padala zásadní rozhodnutí o stavbě a technologii, ještě neplatil zákon ukládající komplexní posouzení jejich vlivu na životní prostředí. A když už zákonodárci i u nás dali procedure posuzování vlivu na prostředí (EIA, z anglického Environmental Impact Assessment) náležitý právní rámec (zákon č. 244/1992 Sb. z roku 1992), nepovedlo se jim jasne stanovit, jak postupovat, dojde-li během stavby k zásadním změnám proti projektu.

Teprve nedávne soudní verdikty prikázaly zabývat se změnami provedenými v Jaderné elektrárně Temelín v posledních letech i z hlediska požadavků EIA procedury. Premiéři vlád České republiky a Rakouska spolu s představitelem Evropské komise pak na jednání v Melku v prosinci roku 2000 dospěli mimo jiné i ke shodě o dobrovolném a nadstandardním posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí.

To znamená, že:

- veškeré v úvahu připadající vlivy dostavby a následného provozu temelínské jaderné elektrárny budou posouzeny v duchu právní úpravy Evropské unie
- veřejnost získává možnost se regulérne vyjádřit k podkladům o stavu elektrárny a k hodnocení jejího vlivu na životní prostředí a lidské zdraví, a to i uvážením možných havarijních situací

Samozřejmě je vše poznamenáno tím, že elektrárna již prakticky stojí a probíhají v ní provozní zkoušky. Tok času se však nedá obrátit. Je na každém, zda a jak využije toho prostoru k dialogu, který se otevřel.

V posledních týdnech zpracovali vládou jmenovaní experti spolu s rozsáhlým zázemím specialistu z vysokých škol, akademie ved i odborných firem „Posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí“ (dále jen Posouzení). Pozornost byla venována nejen profesionální úrovni tohoto týmu, ale i nezávislosti expertu na předchozích posuzováních možných vlivů této jaderné elektrárny na životní prostředí. Komise expertu jmenovaných českou vládou zasedala spolu s rakouskými a německými pozorovateli a s představiteli Evropské komise. Koncept Posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí byl v posledních dnech ještě podroben supervizi deseti významných osobností české vedy a techniky. Přes okolnosti, za jakých toto Posouzení vznikalo (stavba téměř hotova, technologie se overuje, aktivisté protestují...), podarilo se dát dohromady seskupení odborníků, jaké nemá u nás obdoby a využít z dostupných podkladů vše, co bylo treba. Posouzení určite není bez vad, nemelo by však v něm být nějaká zásadní chyba. Nyní je na veřejnosti, na odbornících i na prostých obcanech, kteří se o možné vlivy jaderné elektrárny Temelín zajímají, aby uvážili argumenty v Posouzení obsažené. A proto, že toto není standardní procedura posuzování podle české právní úpravy, je treba venovat pozornost i tomu, jak je možné se do diskuse nad ekologickými a zdravotními otázkami souvisejícími s temelínskou jadernou elektrárnou zapojit.

Predevším jak je možno se k celému Posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí dostat jednak v tištěné podobě na následujících adresách:

Poslanecká snemovna
Parlamentu ČR
Praha

Senát Parlamentu ČR
Praha

Ministerstvo zemědělství
Praha

Ministerstvo životního prostředí
Praha

Ministerstvo zdravotnictví
Praha

Ministerstvo pro místní rozvoj
Praha

Krajský úrad Stredočeského kraje
P.O. BOX 59
Zborovská 11
150 21 Praha 5

Krajský úrad Budejovického kraje
Žižkova 12
371 22 České Budejovice

Krajský úrad Plzeňského kraje
P.O. BOX 313
Škroupova 18
306 13 Plzeň

Krajský úrad Jihlavského kraje
Palackého 53
586 01 Jihlava

Okresní úrad České Budejovice
referát životního prostředí
Mánesova 3
371 03 České Budejovice

Okresní úrad Strakonice
referát životního prostředí
Smetanova 533
386 01 Strakonice

Okresní úrad Prachatice
referát životního prostředí
Horní 164
383 01 Prachatice

Okresní úrad Český Krumlov
referát životního prostředí
Továmí 165
381 01 Český Krumlov

Okresní úrad Jindřichův Hradec
referát životního prostředí
Janderova II/147
377 01 Jindřichův Hradec

Okresní úrad Tábor
referát životního prostředí
Husovo náměstí 2938
390 01 Tábor

Okresní úrad Písek
referát životního prostředí
Budovcova 207
397 01 Písek

Česká inspekce životního prostředí
oblastní inspektorát České Budejovice
Ing. Ladislav Krátký
Žižkova 1 PS 32
370 21 České Budejovice

Krajská hygienická stanice
MUDr. Jan Augustin
Schneiderova 32
370 71 České Budejovice

Státní úrad pro jadernou bezpečnost
Ing. Dana Drábová
Senovážné nám. 9
101 00 PRAHA 1

Obce: _____

Drůben
373 51 Drůben

Temelín
373 01 Temelín 104

Týn nad Vltavou
Náměstí Míru 2
373 01 Týn nad Vltavou

Všemslyce
p. Neznašov
373 02 Neznašov 57

Olešník
373 50 Olešník

Hosty
p. Koloděje nad Lužnicí
373 03 Hosty

Chrástany
373 04 Chrástany u Týna nad Vltavou

Žimutice
373 66 Žimutice 37

Becice
373 66 Becice

Dobšice
375 01 Týn nad Vltavou 1

Horní Knežeklady
p. Žimutice
373 66 Horní Knežeklady

Modrá Hurka
p. Žimutice
373 66 Modrá Hurka

Dolní Bukovsko
373 65 Dolní Bukovsko

Hluboká nad Vltavou

373 41 Hluboká nad Vltavou

Vlkov
p. Ševětín
373 63 Ševětín

Mydlovary
373 49 Mydlovary

Zahájí
p. Mydlovary
373 49 Zahájí

Zliv
Náměstí Míru 10
373 44 Zliv

Dívčice
373 48 Dívčice

Nákrří
p. Dívčice
373 48 Nákrří

Bechyne
391 65 Bechyne

Hodonice
p. Breznice
391 71 Hodonice

Breznice
391 71 Breznice u Bechyne

Záhřbí
p. Breznice
391 71 Breznice u Bechyne

Cenkov u Bechyne
p. Breznice
391 71 Cenkov u Bechyne

Albrechtice nad Vltavou
Albrechtice nad Vltavou
398 16 Albrechtice nad Vltavou

Protivín
Masarykovo nám. 12
398 11 Protivín

Žďár
Žďár
398 11 Protivín

Tálín
398 15 Tálín

Paseky
398 15 Paseky

Cíčenice
387 71 Cíčenice 79

Vodnany
Nám. Svobody 18/I
389 16 Vodnany

Ministerstvo životního prostředí - Odbor výkonu státní správy II
Ing. Václav Osovský
Jeronýmova 1

370 01 České Budejovice

Velvyslanectví Spolkové republiky Německo
Vlašská 19/347
101 00 Praha 1

Rakouské velvyslanectví v Praze
Viktora Huga 10
151 15 Praha 5

Calla – Sdružení pro záchranu prostředí
Fráni Šrámka 35
370 04 České Budejovice

Hnutí Duha

Bratislavská 31
602 00 Brno

Sdružení Jihoceské matky
Česká 13
370 01 České Budejovice

Obcanské sdružení Jihocestů tatkové
Pražská 1
370 04 České Budejovice

Sdružení měst a obcí v regionu JE Temelín
Jirí Eisenvort, předseda
Náměstí Míru 2
375 01 Týn nad Vltavou

Mezinárodní obcanské sdružení Česká 66
370 01 České Budejovice

Obcanská iniciativa pro ochranu životního prostředí Česká 66
370 01 České Budejovice

Regionální středisko CSOP Jihoceské sdružení ochránců přírody Poštovní schránka 9
373 16 Dobrá Voda u C. Budejovic

Obcanské sdružení Prolife
Ing. Vl. Halama, CSc.
Písecká 372
391 65 Bechyne

Obcanské sdružení Na dohled JE Temelín manželé Vlckovi
Na sídlišti 494
387 73 Bavorov

Všichni, kteří se budou chtít k Posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí vyjádřit, ať už se na cokoliv zeptat, vznést kritické výhrady nebo prostě připojit svůj názor, mohou tak učinit do 10. května 2001 dopisem na adresu Sekretariátu Komise pro posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín. Všechny podněty zde budou patřičně zaregistrovány, expertní tým na ně nebude reagovat ve svém souhrnném vyjádření a uváží je při formulaci svého stanoviska pro další jednání premiéru České republiky a Rakouska a představitelů Evropské komise počátkem léta.

Všichni zájemci mají také možnost zúčastnit se veřejného projednání k tomuto Posouzení jak dne 25. dubna 2001 v Českých Budejovicích, tak (předbežně) dne 9. května v Linci a zde klást otázky přímo těm, kteří toto Posouzení zpracovali. I zde vyjádřené podněty budou zahrnuty do souhrnného vyjádření a uváženy členy Komise pro posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín při formulaci jejich závěrečného stanoviska.

Netechnické shrnutí problematiky nemůže samozřejmě nahradit kompletní Posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí. Muže však přiblížit podstatu klíčových problémů, se kterými se zpracovatelé Posouzení setkávali a hrubě načrtnout závěry, ke kterým ve svém Posouzení došli.

Východiskem je poznání samotné podstaty technologie Jaderné elektrárny Temelín. Podle projektové dokumentace, na základě které bylo Posouzení zpracováno, jde o elektrárnu se dvěma jadernými reaktory o výkonu 2x1000 MW. Tepelná energie k pohonu turbíny se získává řízeným štepením uranu v reaktoru instalovaném v hermeticky uzavřené budově (kontejnmentu). Vzniklým teplem je ohřívána voda v primárním okruhu, který je radiacně zcela izolován od vnějšího prostředí. Tepelná energie z vody primárního okruhu je využívána k výrobě páry v sekundárním okruhu a tou je poháněna turbína. Pára ze sekundárního okruhu je po průchodu turbínou ochlazována chladicí vodou a vrací se jako voda zpět k ohřátí do parogenerátoru. Třetím vodním okruhem je právě okruh chlazení vody pohánějící turbínu – z tohoto procesu pochází pára, která stoupá z chladících věží. Celý systém je sledován třemi na sobě nezávislými systémy, z nichž každý garantuje 100% jistotu – v případě poruchy je každý z těchto systémů schopen odstavit reaktor a zamezit úniku škodlivin do vnějšího prostředí.

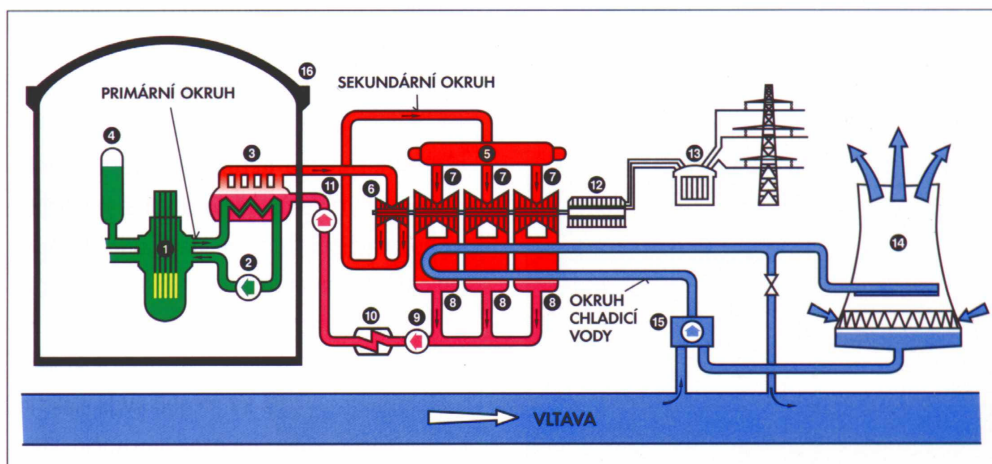


SCHÉMA JE TEMELÍN: 1. Reaktor, 2. Hlavní cirkulační čerpadlo, 3. Parogenerátor, 4. Kompenzátor, 5. Separátor - přihřívák, 6. Vysokotlaký díl turbíny, 7. Nízkotlaký díl turbíny, 8. Kondenzátor, 9. Kondenzátní čerpadlo, 10. Regenerace, 11. Napájecí čerpadlo, 12. Elektrický generátor, 13. Transformátor, 14. Chladicí věž, 15. Čerpací stanice, 16. Ochranná obálka

K nejcastejším otázkám souvisejícím s provozem temelínské jaderné elektrárny patří:

1. Temelín kontra Černobyl

Fyzikální princip získání tepelné energie v reaktoru černobylského typu a vodovodním tlakovém reaktoru, jaký je v Temelíně je stejný - štěpení jader uranu 235 pomalými neutrony. Jsou zde však významné technologické a fyzikální rozdíly, které mají vliv na bezpečnost a možný rozvoj havarijních stavů. Aniž bychom se pouštěli do přílišných podrobností, vysvětlíme alespoň ty zásadní.

K štěpení atomových jader uranu 235 dochází záchytem tak zvaného pomalého neutronu (neutronu, jehož rychlost byla snížena na hodnotu tepelného pohybu, rádově 1000 m/s). Přítomnost takových pomalých neutronů v aktivní zóně reaktoru je nezbytnou podmínkou vzniku, udržení, případně rozvoje takové reakce. Při štěpení uranových jader však vznikají tak zvané rychlé neutrony (mají rychlost mnohem vyšší), které však další štěpení vyvolat nemohou. Musí být napřed zpomaleny. To se děje průchodem neutronu vhodnými látkami, tak zvanými moderátory. Nejčastěji se k tomu používá voda, těžká voda nebo grafit. Přítomnost moderátoru v aktivní zóně reaktoru je tedy nezbytnou podmínkou vzniku, udržení, případně rozvoje štepné reakce.

A tady je významný rozdíl mezi oběma typy reaktoru - moderátorem v Černobylu byl grafit, který i po havárii v reaktoru zůstal a navíc horel. Moderátorem v Temelíně je voda, která je současně chladivem. Její únik z aktivní zóny reaktoru znamená sice ztrátu chlazení, ale současně také zánik podmínek pro pokračování štepné reakce.

Dalším významným rozdílem je to, že temelínský primární okruh je uzavřen v tlakovém a hermetickém kontejnmentu, který izoluje tuto část od životního prostředí i v havarijních podmínkách. Nic takového ani srovnatelně účinného černobylský reaktor neměl. Tech rozdílů je samozřejmě víc, ale již z těchto je zřejmé - co se stalo v Černobylu se v Temelíně opakovat nemůže.

2. Jaderná elektrárna kontra uhelná elektrárna

Jaderná elektrárna se liší od klasické tepelné (uhlí, plyn) jen primárním zdrojem tepla. Od výstupu páry z kontejnmentu je zařízení sekundárního okruhu prakticky totožné s klasickou tepelnou elektrárnou. Termodynamická účinnost sekundární části jaderné elektrárny je proti klasické tepelné asi o 3 % nižší z důvodu nižších parametrů páry na vstupu do turbíny. Tomu odpovídá i poněkud vyšší podíl tepla odváděného do životního prostředí (vody, vzduchu). Oproti tomu není v jaderné elektrárně produkováno a uvolňováno do životního prostředí teplo spaliny uvolňované do ovzduší komíny (komínová ztráta), skleníkové plyny (oxid uhličitý, oxid siričitý), popílek a v závislosti na primárním zdroji (uhlí) těžké kovy a další. Je známou skutečností, že exhalace radioaktivních látek při spalování severočeského hnědého uhlí násobně převyšují výpuste radioaktivních látek při normálním provozu jaderné elektrárny.

3. Problémy s turbinou

Problémy s turbinou při uvádění do provozu prvního stroje 1000 MW se očekávaly. Turbina nemohla být předem vyzkoušena na provozních parametrech - ve výrobním závodě nejsou tak velké zkušebny. Některé jevy nemohly být předem ani spocítány, ani namodelovány. Je nutné chování soustrojí v provozu pozorovat, měřit, analyzovat a navrhovat úpravy. Není to specifikum temelínského soustrojí, ale obvyklý jev při uvádění všech velkých nebo konstrukčně nových soustrojí do provozu. Tyto problémy však nejsou problémy jaderné bezpečnosti (reaktor, jeho řídicí a bezpečnostní systémy se chovají podle projektových předpokladů tak jak mají) a nemají ani vliv na životní prostředí (úniky oleje byly vždy zachyceny uvnitř provozu nebo v jednom případě v pojistných systémech k tomu určených).

4. Havárie

Projekt elektrárny pocítá s možností poruch v provozu a je vybaven účinnými prostředky, jak minimalizovat jejich vliv jak na samotnou technologii tak především na životní prostředí. Soubor těchto poruch, proti kterým musí být celkové projektové řešení odolné, vychází z konkrétního projektového řešení, je dán obecně mezinárodně uznávanými doporučeními a je neustále doplňován na základě zkušeností a analýz poruch a událostí na elektrárnách kdekoli na světě. Technologie elektrárny je připravena zvládnout tak zvanou maximální projektovou havárii, což je náhlé roztržení studené větve hlavního cirkulačního potrubí o průměru 750 mm.

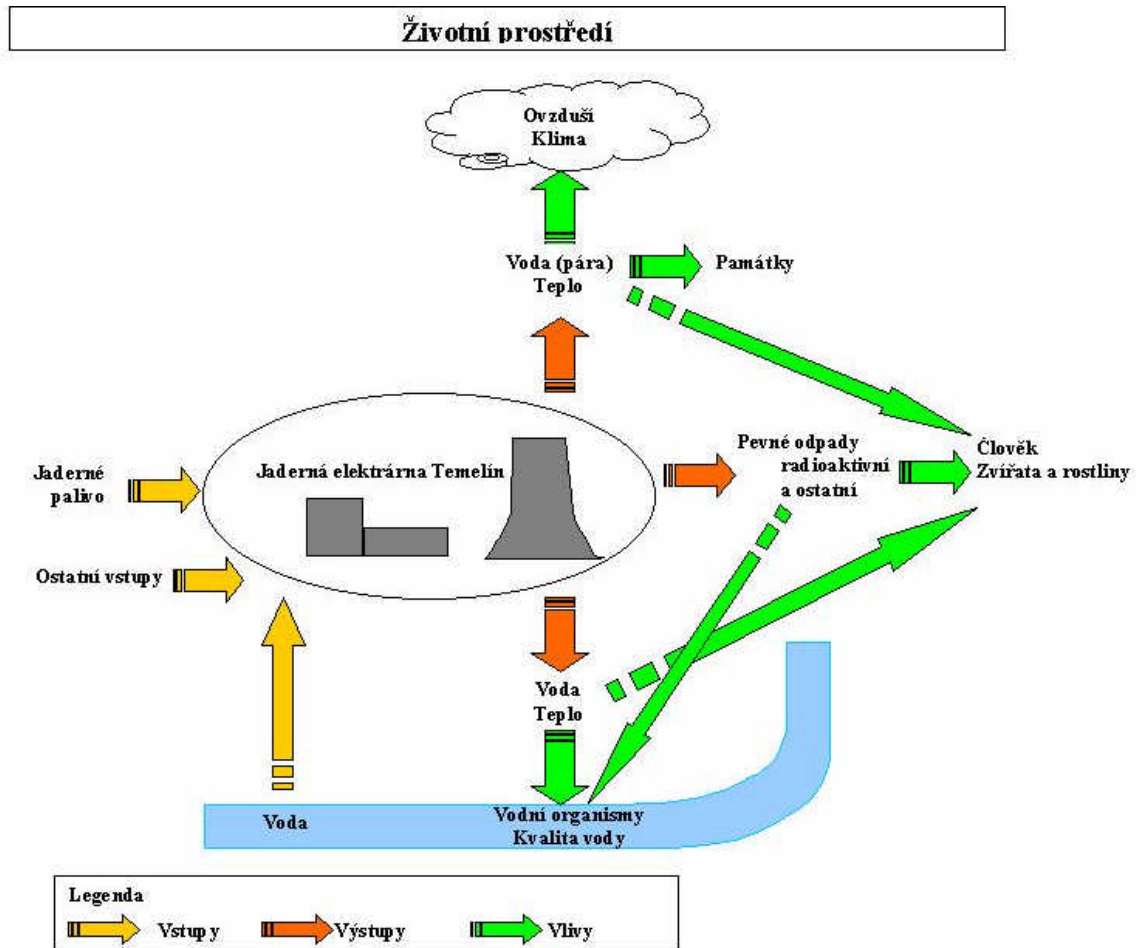
Často diskutovaný problém tak zvaných „nadprojektových havárií“ vychází z předpokladu, že dojde k závažné poruše a ani jeden ze tří zcela nezávislých bezpečnostních systémů projektem určených k její likvidaci se nepodaří uvést do provozu. Pokusme se, i když ne přesně, použít analogie. Je to do jisté míry (protože jaderná elektrárna a její zařízení je nejen sledované a testované prece jen důkladněji a častěji, ale má také více nezávislých bezpečnostních systémů) obdobné, jako bychom měli prehradu, pravidelně kontrolovali její stav, zkoušeli její výpustná zařízení a položili si otázku, co se stane, když se teď z ničeho nic protrhne. Kolik lidí bude ohrožených, kolik vesnic a měst zničených, jakou lavinovou reakci to může dále vyvolat. Kdybychom posuzovali vliv stavby prehrady na životní prostředí, nebudeme si takové otázky klást.

S tím souvisí tak zvané havarijní plánování. Pro jakoukoliv událost v provozu, která by mohla mít za následek při svém dalším rozvoji jakýkoliv negativní dopad na životní prostředí včetně člověka, jsou dopředu připravena opatření, která mají za účel včas obyvatelstvo vyrozumět, informovat a ochránit. Systém, který to umožňuje, byl zaveden nejprve v jaderné energetice a dnes je na podkladě zákona rozšiřován také na ostatní civilizační rizika, která mohou být stejně nebo i více nebezpečná, ale hlavně pravděpodobnost jejich výskytu je mnohem častější.

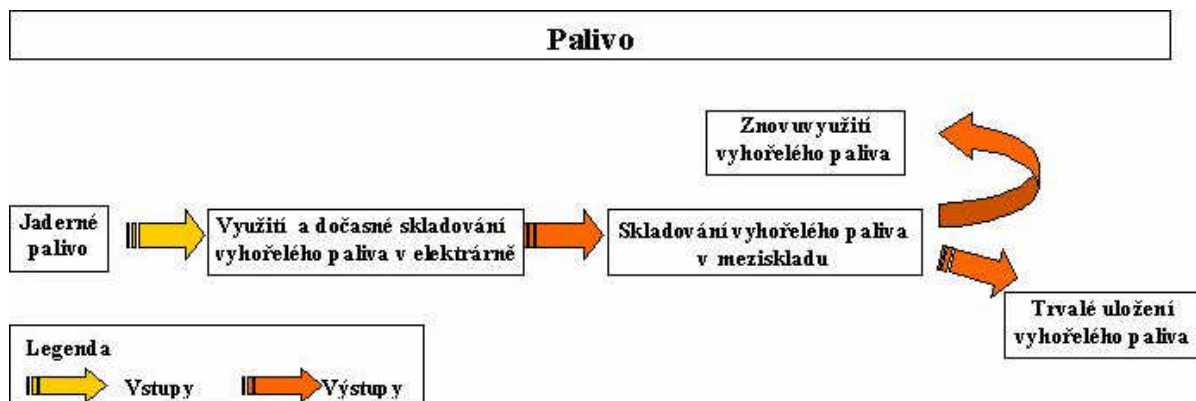
5. Vyhorelé palivo

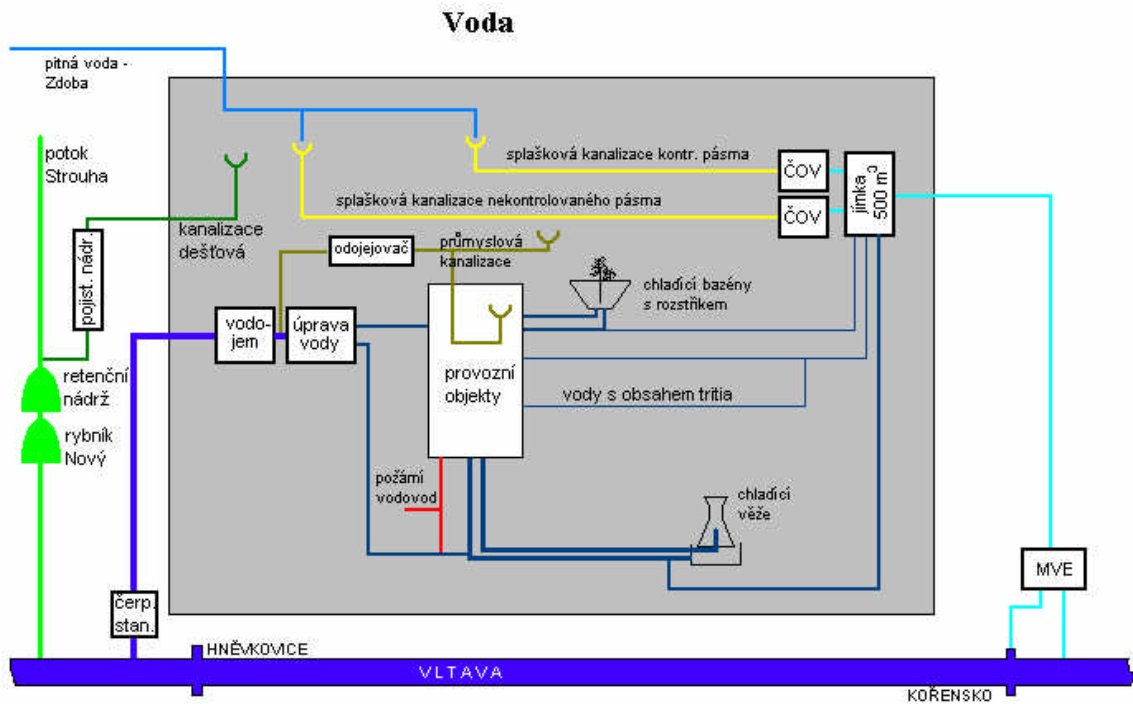
Vyhorelé palivo je po vyjmutí z reaktoru uskladněno v bazénu vyhorelého paliva, který je umístěn vedle reaktoru v kontejnmentu. Po několika letech je přemístěno do meziskladu. V České republice se pocítá s uskladněním v suchých skladech v kontejnerech buď v lokalitě elektrárny (jako je tomu na JE Dukovany) nebo v centrálním podzemním meziskladu v lokalitě Skalka. Další osud vyhorelého paliva závisí na několika okolnostech. V zásadě je možné jej trvale uložit ve vhodných geologických formacích. Další možnost je jej prepracovat, trvale uložit jen vysoce aktivní složky a palivo znovu použít. To je praktikováno v řadě států. Dnes se rýsuje ještě další reálná možnost - použít toto palivo v tak zvaných podkritických reaktorech k další výrobě energie. Při tom se současně významně omezí množství radionuklidu s dlouhým poločasem rozpadu. A jaké možnosti budou reálné za několik desítek let? Prostě vyhorelé palivo není onen povestný slámník, o kterém nevíme kam s ním. Spíše potenciálně cenná energetická surovina. A těmito úvahami se řídí většina států, které využívají jaderné energie.

Většina výše načrtnutých problémů souvisí především s problematikou jaderné bezpečnosti. Úkolem zpracovatele Posouzení bylo zejména proverení možných vlivů provozu jaderné elektrárny na životní prostředí v běžném provozu i při třeba neprůliš pravděpodobných, ale rozumně předpokládatelných haváriích. Jak souvisí provoz temelínské elektrárny s životním prostředím schématicky naznačuje následující obrázek.



Jak vyplývá z tohoto schématu, základními vstupy do technologie jsou jaderné palivo a voda a základními výstupy z technologie jsou jaderný odpad a opět voda. Temto dvěma aspekty jsou věnována následující schémata:





První představu o tom, jak nakonec dopadlo vlastní Posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí, si lze vytvořit z následující souhrnné tabulky.

KLÍCOVÉ PROBLÉMY POSUZOVANÝCH OKRUHU A JEJICH VZÁJEMNÉ POSOUZENÍ

OKRUHY POSUZOVÁNÍ	KLÍCOVÝ PROBLÉM	KLASIFIKACE KLÍCOVÉHO PROBLÉMU – VIZ REFERENČNÍ TABULKA	V RÁMCI OKRUHU [%]	VÝSLEDNÉ HODNOCENÍ OKRUHU JAKO VÁŽENÝ PRŮMĚR KLASIFIKACE
OVZDUŠÍ A KLIMA	(A) ovzduší – uvádění radioaktivních látek do prostředí formou výpustí (B) klima – potenciální vliv provozu chladících věží na klimatické faktory území	2 2		2,000
HYDROLOGIE	(A) zabezpečení a kvalita vody pitné (B) zabezpečení a kvalita vody technologické (C) riziko radioaktivního znečištění recipientu v důsledku vypouštění tritiových vod	3 1 3		1,700
PUDA A HORNINOVÉ PROSTŘEDÍ	(A) vliv na pudu a horninové prostředí (B) seismická bezpečnost	2 3		2,800
VLIVY NA OBYVATELSTVO	(A) radiační hygiena-ovzduší (B) radiační hygiena-voda (C) radiační hygiena-potravní retezec (D) komunální hygiena (E) faktor pohody	2 3 1 1 4		2,950
PŘÍRODA A KRAJINA (FAUNA, FLÓRA, EKOSYSTÉMY)	(A) vliv na krajinný ráz (B) vliv na faunu, flóru, ekosystémy (C) vliv na lesní porosty (D) vliv na zemědělské kultury (E) vliv na kulturní hodnoty (F) vliv na hmotné statky	5 2 1 1 3 2		3,750
ODPADY (VČETNĚ RADIOAKTIVNÍCH A CHEMICKÝCH)	(A) radioaktivní odpady kapalné (bitumenace) (B) radioaktivní odpady pevné (C) nebezpečné látky	2 2 2		2,500

REFERENČNÍ PETI-STUPNOVÁ VERBÁLNE NUMERICKÁ STUPNICE

POCET BODU: 1

- Riziko je téměř nulové - žádné
- Ekologický dopad zámeru je zanedbatelný
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je plně zaručena
- Míra ohrožení fyzického zdraví je nulová – žádná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je nulová – žádná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je nulová – žádná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je nejprizívnější
- Zabezpečení dodávky vody je z hlediska ekonomického a technického maximálně možná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo řešení je výjimečně nadprůmerné – progresivní
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je téměř nulový – žádný
- Bilanční stav nároku na vstupy je nejprizívnější

POCET BODU: 4

- Riziko je přijatelné
- Ekologický dopad zámeru je významný s možností kompenzačních opatření
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je přijatelná
- Míra ohrožení fyzického zdraví je přijatelná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je přijatelná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je přijatelná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je velká
- Zabezpečení dodávky vody je nízká - přijatelná - podmíněně možná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo technické řešení je podprůmerné
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je silný - časově nepravidelný, dočasný
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je silný - prostorově omezený
- Bilanční stav nároku na vstupy je napjatý

POCET BODU: 2

- Riziko je málo významné
- Ekologický dopad zámeru je málo významný
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je velmi dobrá
- Míra ohrožení fyzického zdraví je málo významná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je málo významná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je málo významná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je příznivá
- Zabezpečení dodávky vody je vyhovující - nadprůmerná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo technické řešení je velmi dobré
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je slabý – neškodný
- Bilanční stav nároku na vstupy je příznivý

POCET BODU: 5

- Riziko je nepřijatelné
- Ekologický dopad zámeru je negativní bez možnosti kompenzačních opatření
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je nepřijatelná
- Míra ohrožení fyzického zdraví je nepřijatelná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je nepřijatelná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je nepřijatelná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je výjimečně velká
- Zabezpečení dodávky vody je nedostatečná – nepřijatelná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo technické řešení je neuspokojivé - neúplné - nevyhovující - nepřijatelné
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je silný - časově pravidelný, periodicky se opakující
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je silný - prostorově neomezený
- Bilanční stav nároku na vstupy je výjimečně napjatý

POCET BODU: 3

- Riziko je průmerné
- Ekologický dopad zámeru zasluhuje pozornost
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je uspokojivá
- Míra ohrožení fyzického zdraví je průmerná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je průmerná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je průmerná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je uspokojivá – vyhovující - průmerná
- Zabezpečení dodávky vody je uspokojivá – vyhovující - průmerná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo technické řešení a finanční náklady jsou průmerné
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je průmerný - na hranici přípustného limitu
- Bilanční stav nároku na vstupy je vyrovnaný - průmerný

V záveru Posouzení se však jeho zpracovatelé vcelku jednoznačne shodli na tom, že vliv Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí je nízký, nevýrazný a přijatelný, a to jak za běžného provozu, tak v havarijních situacích. Tak jak experti v oboru jaderné bezpečnosti bedlivě sledují účinnost systému jistících bezpečný provoz jaderné elektrárny i její schopnost reagovat na mimorádné situace, experti z oblasti ochrany životního prostředí a péče o zdraví lidí považují za nutné zejména trvale a systematicky sledovat stav prostředí v bližším i vzdálenějším okolí elektrárny, výsledky tohoto monitoringu pravidelne vyhodnocovat a na základe toho navrhovat potrebná opatrení k dalšímu provozu elektrárny. Proto je vopatreních venována tak velká pozornost práve monitoringu a postprojektové analýze, jakožto zpetné vazby a kontroly správnosti predpokladu, za nichž byl vysloven názor o míre vlivu elektrárny na životní prostředí.

Samozrejme i experti jsou jen lidé a prožívají si své normální lidské obavy, úzkosti a nejistoty. Chápou, že podobné obavy mají všichni lidé. Jde spíš o to, do jaké míry lze podvedomý strach prekonat poznáním skutečnosti, jakou míru pravdepodobnosti rizika jsme schopni akceptovat. A to je rozhodování, pred kterým stojíme každý z nás každý den. V tomto srovnání je míra strachu z dopadu provozu temelínské jaderné elektrárny na životní prostředí racionálně vzato nesrovnatelná s mírou strachu, s nímž denne vycházíme ze svých domovu, usedáme do svých aut a činíme svá běžná rozhodnutí. Se svým strachem se jiste musí vporádat každý sám. Posláním státu je i v tak mimorádné záležitosti, jakou je jaderná elektrárna, garantovat míru rizika přijatelnou pro naprostou většinu populace, posláním občanské společnosti je stát i v tomto smeru kontrolovat.

A proto je tak důležité, aby každý, kdo má zájem, využil možnosti zúcastnit se verejné diskuse o vlivech Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí, at už písemný podnetem nebo na verejné projednání v Českých Budejovicích dne 25. dubna 2001, predbežne též dne 9. kvetna v Linci.. Lhuta pro podání písemných vyjádrení ke zverejnenému Posouzení vlivu jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí trvá do 10. kvetna 2001.

[Posouzení vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí je rovněž k dispozici v digitální podobě na internetových stránkách ministerstva zahraničních vecí](#)

www.mzv.cz

4. Závěrečné porovnání posuzovaných okruhu vlivu

Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí

Na záver posouzení potenciálních vlivu provozu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí členové Komise provedli vzájemné porovnání sedmi sledovaných okruhu pomocí dvou nezávislých metodických postupů. Komparativní analýza byla řešena metodou postupných kroků. K tomu účelu

- byla definována referenční peti-stupňová **verbálně numerická stupnice** pro posouzení potenciálního vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí v relativních jednotkách [RJ] ve smyslu nepřímé závislosti ve prospěch kvality životního prostředí podle zásady “*tím vyšší → tím horší !*”, viz **tabulka 1**;
- pro každý posuzovaný okruh byly identifikovány **klíčové problémy**, viz **tabulka 2**, sloupec 3;
- v rámci každého okruhu byl určen procentický podíl významnosti definovaných klíčových problému ve smyslu vzájemné relativní důležitosti a na základě shody expertu byla provedena klasifikace potenciálního impaktu podle referenční stupnice, viz **tabulka 2** sloupec 4 a 5;
- výsledný kvalitativní multiplikátor P_j charakterizující potenciální impakt na posuzovaný okruh byl vypočítán jako aritmetický průměr klíčových problému, viz **tabulka 2**, sloupec 6;
- každému okruhu byla prisouzena individuální váha w_j , viz hodnoty normalizovaných vah $w_j^{(N)}$ v **tabulce 2**, sloupec 7;
- pro každý okruh byl vypočítán vektor míry vlivu U_j pro dva různé scénáře, tj. scénár (A)-pro rovnocenný význam posuzovaných okruhu, a scénár (B)-pro vážené skóre prisouzené jednotlivým okruhům, viz **tabulka 3**.

Relativní důležitost posuzovaných okruhu, tj. váha w_j , byla stanovena týmovým expertním způsobem za účasti a konsensu clenu Komise metodou párového hodnocení (porovnání), kterou publikoval D.Fuller (1967). Jestliže přichází do úvahy n parametru, potom lze sestavit jejich kombinaci 2. třídy. Celkový počet dvojic je

$$\frac{n}{2} \cdot (n - 1),$$

který byl sestaven do tabulky tzv. *Fullerova trojúhelníku* podle následujícího schématu:

1	1	1	...	1	1
2	3	4	...	(n-1)	n
	2	2	...	2	2
	3	4	...	(n-1)	n
		3	...	3	3
		4	...	(n-1)	n
		
		
				(n-1)	n
					n

Mechanismus pracovního postupu spočíval ve vzájemném porovnání všech dvojic posuzovaných okruhu. Celkový počet získaných předností určil váhu w_j . V zájmu zachování aditivnosti úlohy bylo třeba pracovat s *normovanými vahami* (unitized weighting value). Výpočet normované váhy $w_j^{(N)}$ byl proveden podle rovnice

$$w_j^{(N)} = \frac{w_j}{\sum_j w_j}$$

kde

$$\sum_j w_j^{(N)} = 1$$

Vektor míry vlivu U_j je definován rovnicí

$$U_j = P_j w_j^{(N)}$$

Pri řešení byly dodrženy podmínky, aby úhrn udelených předností vyhovoval vztahu

$$\sum_j w_j = 0,5n(n-1) \text{ a zároveň } \sum_j w_j^{(N)} = 1.$$

Výsledky šetření jsou přehledně vyjádřeny pomocí sloupkových diagramu Na **obrázku 1** jsou vyjádřeny hodnoty vektoru míry vlivu U_j pro oba scénáře A a B a na **obrázku 2** je uvedeno výsledné pořadí míry nepříznivého vlivu posuzovaných okruhu za předpokladu jejich vzájemného rovnocenného významu (scénár A).

Tabulka 1: Referenční peti-stupnová verbálně numerická stupnice

POCET BODU: 1

- Riziko je téměř nulové - žádné
- Ekologický dopad zámeru je zanedbatelný
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je plně zaručena
- Míra ohrožení fyzického zdraví je nulová – žádná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je nulová – žádná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je nulová – žádná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je nejprůzračnější
- Zabezpečení dodávky vody je z hlediska ekonomického a technického maximálně možná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo řešení je výjimečně nadprůmerné – progresivní
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je téměř nulový – žádný
- Bilanční stav nároku na vstupy je nejprůzračnější

POCET BODU: 2

- Riziko je málo významné
- Ekologický dopad zámeru je málo významný
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je velmi dobrá
- Míra ohrožení fyzického zdraví je málo významná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je málo významná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je málo významná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je příznivá
- Zabezpečení dodávky vody je vyhovující - nadprůmerná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo technické řešení je velmi dobré
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je slabý – neškodný
- Bilanční stav nároku na vstupy je příznivý

POCET BODU: 3

- Riziko je průmerné
- Ekologický dopad zámeru zasluhuje pozornost
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je uspokojivá
- Míra ohrožení fyzického zdraví je průmerná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je průmerná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je průmerná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je uspokojivá – vyhovující - průmerná
- Zabezpečení dodávky vody je uspokojivá – vyhovující - průmerná

- Jakost (napr. kvalita vody) nebo technické řešení a finanční náklady jsou průmerné
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je průmerný - na hranici přípustného limitu
- Bilanční stav nároku na vstupy je vyrovnaný - průmerný

POCET BODU: 4

- Riziko je přijatelné
- Ekologický dopad zámeru je významný s možností kompenzačních opatření
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je přijatelná
- Míra ohrožení fyzického zdraví je přijatelná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je přijatelná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je přijatelná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je velká
- Zabezpečení dodávky vody je nízká - přijatelná - podmíněně možná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo technické řešení je podprůmerné
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je silný - časově nepravidelný, dočasný
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je silný - prostorově omezený
- Bilanční stav nároku na vstupy je napjatý

POCET BODU: 5

- Riziko je nepřijatelné
- Ekologický dopad zámeru je negativní bez možnosti kompenzačních opatření
- Spolehlivost (napr. seismická odolnost) a bezpečnost je nepřijatelná
- Míra ohrožení fyzického zdraví je nepřijatelná
- Míra narušení pohody obyvatelstva je nepřijatelná
- Míra dopadu na kulturní a duchovní hodnoty je nepřijatelná
- Míra nejistoty, neurčitosti a nejasnosti je výjimečně velká
- Zabezpečení dodávky vody je nedostatečná – nepřijatelná
- Jakost (napr. kvalita vody) nebo technické řešení je neuspokojivé - neúplné - nevyhovující - nepřijatelné
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je silný - časově pravidelný, periodicky se opakující
- Výskyt škodliviny, míra narušení, kontaminace, zátěž a impakt je silný - prostorově neomezený
- Bilanční stav nároku na vstupy je výjimečně napjatý

Tabulka 2: Klíčové problémy posuzovaných okruhu a jejich vzájemné posouzení

<i>OKRUHY POSUZOVÁNÍ</i>		<i>KLÍČOVÝ PROBLÉM</i>	<i>Klasifikace klíčového problému – viz referenční tabulka</i>	<i>Relativní důležitost v rámci posuzovaného okruhu [%]</i>	<i>Výsledné hodnocení okruhu jako vážený průměr klasifikace P_j</i>	<i>Normalizovaná váha posuzovaného okruhu w(n)_j</i>
1	2	3	4	5	6	7
O₁	OVZDUŠÍ A KLIMA	(A) ovzduší – uvádění radioaktivních látek do ŽP formou výpustí (B) klima – potenciální vliv provozu chladících věží na klimatické faktory území	2 2	70 30	2	0,16071
O₂	HYDROLOGIE	(A) zabezpečení a kvalita vody pitné (C) zabezpečení a kvalita vody technologické (E) riziko radioaktivního znečištění recipientu v důsledku vypouštění tritiových vod	3 1 3	5 65 30	1,7	0,16071
O₃	PUDA A HORNINOVÉ PROSTŘEDÍ	(A) vliv na pudivé a horninové prostředí (B) seismická bezpečnost	2 3	20 80	2,8	0,08929
O₄	VLIVY NA OBYVATELSTVO	(A) radiace a hygiena-ovzduší (C) radiace a hygiena-voda (E) radiace a hygiena-potravní řetězec (G) komunální hygiena (E) faktor pohody	2 3 1 1 4	15 30 5 10 40	2,95	0,16071

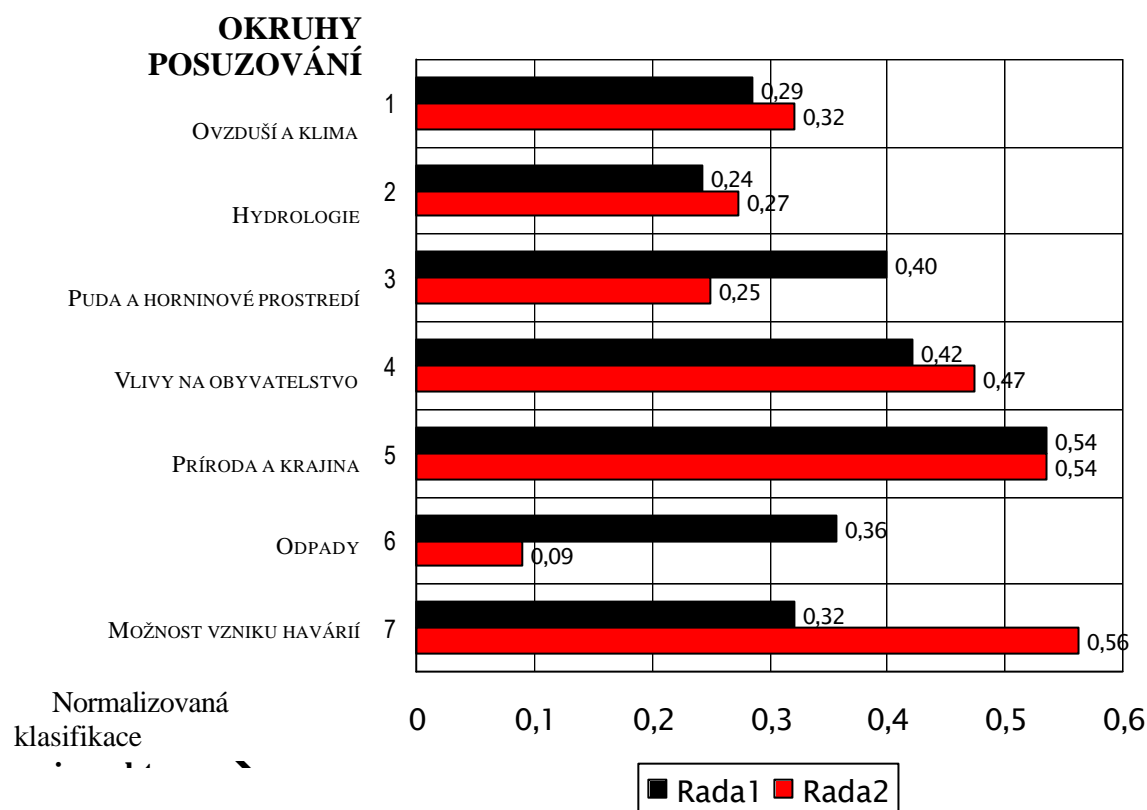
O₅	PRÍRODA A KRAJINA (FAUNA, FLÓRA, EKOSYSTÉMY)	(A) vliv na krajinný ráz	5	55	3,75	0,14286
		(B) vliv na faunu, flóru, ekosystémy	2	10		
		(C) vliv na lesní porosty	1	5		
		(D) vliv na zemědělské kultury	1	5		
		(E) vliv na kulturní hodnoty	3	20		
		(F) vliv na hmotné statky	2	5		
O₆	ODPADY (VČETNE RADIOAKTIVNÍCH A CHEMICKÝCH)	(A) radioaktivní odpady kapalné (bitumenace)	2	30	2,5	0,03571
		(B) radioaktivní odpady pevné	2	15		
		(C) vyhořelé palivo	3	50		
		(D) ostatní odpady neradioaktivní	2	5		
O₇	MOŽNOST VZNIKU HAVÁRIÍ	(A) prevence vzniku havárií	2	60	2,25	0,25
		(B) radiologický vliv havárií na ŽP	3	25		
		(C) havarijní plány a připravenost	2	15		
Celkem						1,00002

Tabulka 3: Výpočet hodnot vektoru U_j pro scénáře (A) a (B)

Okruh	1	2	3	4	5	6	7
P	2	1,7	2,8	2,95	3,75	2,5	2,25
w(A)	1	1	1	1	1	1	1
w(A) ^(N)	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857
w(B)	4,5	4,5	2,5	4,5	4	1	7
w(B) ^(N)	0,160714	0,160714	0,089286	0,160714	0,142857	0,035714	0,25
U(A)	0,285714	0,242857	0,4	0,421429	0,535714	0,357143	0,321429
U(B)	0,321429	0,273214	0,25	0,474107	0,535714	0,089286	0,5625

Obrázek 1

Posuzované okruhy vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí a jejich vzájemné porovnání



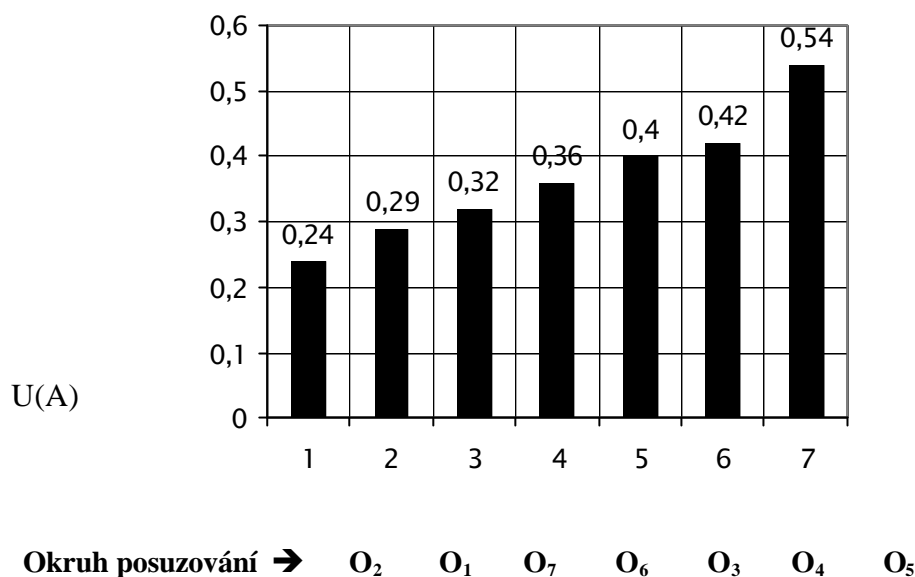
Legenda k obrázku:

Rada 1 (cerné sloupce) vyjadrují klasifikaci potenciálního impaktu pro rovnocenný význam posuzovaných okruhu – scénár hodnocení (A).

Rada 2 (cervené sloupce) vyjadrují klasifikaci potenciálního impaktu pro vážené skóre prisouzené jednotlivým okruhům – scénár hodnocení (B).

Obrázek 2

Výsledné poradí míry neprůznivého vlivu posuzovaných okruhu



Z provedené komparativní analýzy potenciálního vlivu posuzovaných okruhu vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí vyplývá, že v rámci scénáře (A) je nejméně příznivě hodnocen vliv na přírodu a krajinu (tj. okruh O₅). Naopak v rámci daného souboru je nejlépe hodnoceno hledisko možného vlivu na hydrologii (tj. okruh O₂), následovaný

vlivem na ovzduší a klima (tj. okruh O₁).

Nicméně expertní názor clenu Komise uznává neopominutelný význam možného vzniku havárií (okruh O₇), což je zakódováno v nejvyšší prirazené váze tomuto okruhu posuzování v rámci scénáře (B). Tato skutečnost je zřetelně vyjádřena jako červený sloupec na obrázku 1 (viz nejvyšší hodnota normalizované klasifikace impaktu 0,56), čímž překonává nejméně příznivou hodnotu prirazenou váženému vlivu na přírodu a krajinu (hodnota 0,54).

Pro okruhy posouzených vlivu na puđu a horninové prostředí (okruh O₃) a produkovaných odpadu (okruh O₆) se naopak názor expertu shoduje na nižší relativní váze. S výjimkou uvedených skutečností jsou výsledky provedené analýzy pro oba scénáře vzájemně srovnatelné.

Výsledné poradí podle míry očekávaného neprůznivého vlivu jaderné elektrárny na jednotlivé okruhy je

1. hydrologie O₂;
2. ovzduší a klima O₁;
3. možnost vzniku havárií O₇;
4. odpady O₆;
5. puđu a horninové podloží (včetně seismické odolnosti) O₃;
6. vlivy na obyvatelstvo O₄;
7. příroda a krajina O₅.

Celkové hodnocení potenciálního vlivu Jaderné elektrárny Temelín z hlediska váženého scóre

sedmi posuzovaných okruhu je podle verbálně-numerické stupnice klasifikováno hodnotou 2,506.



Zjištěné výsledky závěrečného porovnání posuzovaných okruhu byly kontrolovány nezávisle pomocí teorie mlhavých množin aplikovanou metodou FUZZY logiky a verbálních výroku (FL-VV). Řešení se opírá o katalog verbálních výroku (termu) a o výsledek expertního hodnocení clenu Komise. Pomocí lingvistického nástroje, tj. slovních výroku z tabulky fuzzy bylo úkolem otestovat míru negativního vlivu pro každý posuzovaný okruh pomocí vetného polotvaru typu “potenciální negativní vliv z hlediska posuzovaného okruhu bude zčásti “...” a zčásti “...”. Přehled výsledku je uveden v tabulce 4. Verbální výroky byly transformovány na číselné indexy v pomocných bodech [PB] podle kódového klíče EcoImpAct FORMULA, kterou autorizoval J.Ríha (1995). Výsledky hodnocení jsou uvedeny jako sloupkový diagram na obrázku 3. Číselné hodnoty odpovídají přímé transformaci podle zásady “cím vyšší hodnota → tím lépe ve prospěch ŽP!”

Tabulka 4: hodnocení podle metody FUZZY logiky a verbálních výroku (FL-VV)

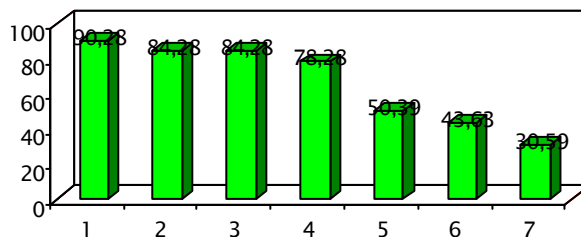
OKRUHY POSUZOVÁNÍ		HODNOCENÍ METODOU LINGVISTICKÉ PROMENNÉ (PODLE KATALOGU VERBÁLNÍCH VÝRAZU – TERMU)	Kód [PB] PODLE EcoIMPACT FORMULA
1	OVZDUŠÍ A KLIMA	Potenciální vliv z hlediska posuzovaného okruhu bude zčásti “nevýrazný” a zčásti “zanedbatelný”	84,28
2	HYDROLOGIE	Potenciální vliv z hlediska posuzovaného okruhu bude zčásti “nepatrný“ a zčásti “minimální“	90,28
3	PUDA A HORNINOVÉ PROSTŘEDÍ	Potenciální vliv z hlediska posuzovaného okruhu bude zčásti “malý” a zčásti “nezanedbatelný”	43,63
4	VLIVY NA OBYVATELSTVO	Potenciální vliv z hlediska posuzovaného okruhu bude zčásti “prijatelný” a zčásti “minimální”	84,28
5	PRÍRODA A KRAJINA (FAUNA, FLÓRA, EKOSYSTÉMY)	Potenciální vliv z hlediska posuzovaného okruhu bude zčásti “nevýrazný”, zčásti “dlouhodobý, trvalý” a zčásti “nezvratný”	30,57
6	ODPADY (VCETNE RADIOAKTIVNÍCH A CHEMICKÝCH)	Potenciální vliv z hlediska posuzovaného okruhu bude zčásti “nízký” a zčásti “nezanedbatelný”	50,39
7	MOŽNOST VZNIKU HAVÁRIÍ	Potenciální vliv z hlediska posuzovaného okruhu bude zčásti “nízký” a zčásti “prijatelný”	78,28

Pramen:

Ríha, J. (1995): “Hodnocení vlivu investic na životní prostředí – vícekritériální analýza a EIA“ Vyd. ACADEMIA Praha (348 stran).

Obrázek 3

Posuzované okruhy vlivu Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí metodou FUZZY logiky a verbálních výroku FL-VV



Okruh posuzování → O₂ O₁ O₇ O₆ O₃ O₄ O₅

Zjištěné pořadí míry neprůznivého vlivu posuzovaných okruhu metodou FUZZY logiky a verbálních výroku potvrzuje pořadí podle scénáře (A) pro rovnocenný význam jednotlivých okruhu. V rámci daného souboru je opět nejlépe hodnoceno hledisko možného vlivu na hydrologii (tj. okruh O₂) a nejméne průznive je hodnocen vliv na přírodu a krajinu (tj. okruh O₅). Podstatne lépe a průzniveji je hodnocen potenciální vliv na obyvatelstvo (okruh O₄).



CELKOVÉ HODNOCENÍ VLIVU JADERNÉ ELEKTRÁRNY TEMELÍN NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Na základe dvou nezávislých metodických postupu lze hodnotit následovne:

Vliv Jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí lze hodnotit jako nížký, nevýrazný a přijatelný (2,5). Pritom nejlépe je hodnocen vliv na hydrologii, následovaný vlivem na ovzduší a klima. Nejméne průznive je hodnocen vliv na přírodu a krajinu.

Reference

- Anton, Z. (1996): Monitoring režimu a jakosti podzemních vod – návrh definitivní monitorovací sítě JE Temelín. Zpráva úkolu c. 58. VÚV TGM Praha, 04/1996.
- Anton, Z. a kol. (1993): Hydrogeologie oblasti JE Temelín. VÚV TGM Praha (smlouva o dílo pro CEZ ze dne 25.3.1992).
- Application Guide for Museums and Archives, Suggested Guideline for Environmental Conditions, Purafil
- Aires Barros, L., Drazchy M., Knotkova D., Kreislova K., Machin N., Massey S., Mauricio A., Tichy F., Tichy M., Tidblad J., Watt J., Kucera V., Henriksen J.F., Navrud S., Ready R., Yates T., Garrod E. (May 2000): Rationalised economic appraisal of cultural heritage, second annual report of project ENV4-CT98-0708,
- Bauer, V. a kol. (říjen 2000): Likvidace objektu zařízení staveniště a rekultivace ploch zařízení staveniště. Dokumentace pro územní řízení., ENERGOPROJEKT Praha, a.s.,
- Beneš, A., Michálek J., Zavrel P. (1999): Archeologické nemovité památky okresu České Budejovice. I, II. Praha.
- Beneš, A. (1989): Hosty: die südböhmische frühmittelalterliche Siedlung unter Teilnahme der karpatenländischen Kulturen, Praehistorica 15, 227-232.
- Beneš, A. (1988): Sídliště ze starší doby bronzové u Hostu, okres České Budejovice (Zpráva o predstihovém výzkumu za léta 1981-1985), Archeologické výzkumy v jižních Čechách 5, 7-26.
- Beneš, A. (1987): Vorgriffsgrabungen auf der frühbronzezeitlichen Siedlung bei Hosty, Südböhmen, in: Archäologische Rettungstätigkeit in den Braunkohlengebieten und die Problematik der siedlungsgeschichtlichen Forschung. Prag, 245-250.
- Beneš, A. (1986): An Early Bronze Age settlement at Hosty and the expedition at the building of the nuclear power station at Temelín (S Bohemia), in: Archaeology in Bohemia 1981-1986. Praha, 67-78.
- Beneš, J. (1984): Predstihový archeologický výzkum v Hostech 1981-1983, Výber zpráci clenu Historického klubu pri Jihoceskom muzeu v Českých Budejovicích 21, 171-180.
- Bezpečnostní zpráva: Predprovozní bezpečnostní zpráva JE Temelín. Archiv JE Temelín.
- Bitumenization of Radioactive Wastes, Rechnical Reports Series No. 116, IAEA Vienna, 1970
- Bitumenization Processes to Condition Radioactive Wastes, Technical Reports Series No. 352, IAEA Vienna, 1993
- Braun, P. (1987): Vorgriffsausgrabungen auf dem Atomkraftwerk Temelín, Südböhmen, in: Archäologische Rettungstätigkeit in den Braunkohlengebieten und die Problematik der siedlungsgeschichtlichen Forschung. Prag, 251-253.
- Bricháček, P. (1992): Príspevek k dejinám mesta Týna nad Vltavou, Sborník Společnosti přátel starožitností 3, 31-40.
- Bricháček, P. (1991): Hosty (district of České-Budejovice) - an enclosed settlement of the Early Bronze Age, in: Archaeology in Bohemia 1986-1990. Praha, 90-94.
- CEZ, a. s. (2001): Výsledky monitorování radiacní situace v okolí Jaderné elektrárny Temelín za 4. čtvrtletí roku 2000. CEZ, a.s., Jaderná elektrárna Temelín, 2001.
- CEZ, a. s. (2000): Vodohospodářská zpráva za rok 1999. CEZ, a.s., Jaderná elektrárna Dukovany, 2000.
- CSN 75 7221 Jakost vod-klasifikace jakosti povrchových vod.
- Dohoda o Mezinárodní komisi pro ochranu Labe z 8.října 1990.
- Dvoustranné mezinárodní dohody. Ministerstvo životního prostředí CR, Praha 1998.
- EGP (1996): Predbežná bezpečnostní zpráva, díl 11 Radioaktivní odpady. EGP Praha, 1996.
- Genetic assessment procedures for determining of protection actions during a reactor accident IAEA TECDOC-955, 1997
- Hanslík, E. a kol. (2000): Kontaminace hydrosféry radioaktivními látkami. Zpráva VÚV T.G.M. Praha, 2000.

- Hanslík, E. a kol. (1999): Kontaminace hydrosféry radioaktivními látkami. Zpráva VÚV TGM Praha, 1999.
- Hanslík, E. a kol. (1995): Výzkum vlivu JE Temelín na hydrosféru. Souhrnná zpráva úkolu c. 0081. VÚV TGM Praha, 11/1995.
- Hanslík, E., Mansfeld, A., Zajíček, V. (1983): Šíření radioaktivních látek v podzemních vodách v okolí JE Temelín. VÚV Praha, 1983.
- Havarijní predpisy: Havarijní rád, vnitřní a vnější havarijní plány JE Temelín. Archiv JE Temelín.
- Hladný, J. a kol. (1996): Dopady možné změny klimatu na hydrologii a vodní zdroje v České republice. Územní studie změny klimatu v České republice, element 2. Národní klimatický program a U.S. Country Studies Program, Praha, 138 s.
- Hrubý, Z. a kol. (březen 1999): Závěrečná zpráva expertního týmu pro nezávislé posouzení projektu dostavby Jaderné elektrárny Temelín. MF CR
- INVESTprojekt s.r.o. Brno (2001): JE Temelín - Podklady pro posouzení vlivu na životní prostředí. 03/2001.
- IPCC WGI Third Assessment Report, Climate Change Conference Shanghai, 2001
- JE Temelín – podklady pro posouzení vlivu na životní prostředí, INVESTPROJEKT s.r.o. Brno 3/2001.
- Justýn J. a kol., (1992): Výzkum hlavních procesů a faktorů ovlivňujících kvalitu vody, dnových sedimentů a vodní společenstva se zvláštním zaměřením na změnu kvality v nádrži Orlický v důsledku vypouštění odpadních vod z JE Temelín. Závěrečná zpráva úkolu N 03-331-867/DÚ 02-251052202 VÚV T.G.M. Praha
- Knotková D., Kreislová K. (duben 2001) Posouzení vlivu JE Temelín na životní prostředí. Vliv na materiály včetně kulturního dědictví. SVÚOM s.r.o Praha, rukopis pro přípravu materiálu Posouzení vlivu JE Temelín na životní prostředí.
- Knotková D., Kreislová K. (Ostrava 2000): Korozní agresivita atmosféry ČR ve vztahu k protikorozní ochraně ocelových konstrukcí, Ocelové konstrukce 2(2),
- Knotkova, D., Sochor V., Kreislova K.: Model assessment of stock at risk for typical districts of the City of Prague and Ostrava. Proceedings of Workshop on Mapping Air Pollution Effects on Materials including Stock at Risk, Stockholm 14-16 June 2000
- Knotková, D., Pražák M. (1999): Príspevek k řešení korozní problematiky zemnicí sítě a svodu na rozvodnách CEZ, zpráva SVÚOM, Praha,
- Knotkova, D., Kreislova K. and Boschek P. (1998): Quantitative evaluation of the effect of pollutants on the atmospheric corrosion of structural metals. Proceeding of the UN/ECE Workshop on Quantification of Effects of Air Pollutants on Materials, Berlin, May 24-27, 1998.
- Knotkova, D. (1997): Economic evaluation of corrosion damage on buildings and structures performed in The Czech Republic. Proceedings of the UN ECE Workshop on Economic Evaluation of Air Pollution Abatement and Damage to Buildings including Cultural Heritage, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm,
- Knotkova, D., Vlckova J. and Kreislova K. (1995): Regional and Microclimatic Pollution Effects on Atmospheric Corrosion in Prague and Europe. Materials Performance 64, No 6, pp. 41-47, 1995.
- Kocková E. a kol.(1999): Zhodnocení vlivu odpadních vod jaderné elektrárny Dukovany na nádrže Dalešice a Mohelno a reku Jihlavu. Závěrečná zpráva VÚV TGM Brno.
- Kocková E., Žáková Z., Mlejnková H., Beránková D., Stanek Z. (1998): Dlouhodobý vývoj jakosti vody v soustavě nádrží Dalešice-Mohelno a reky Jihlavy – vliv povodí, precerpávací vodní elektrárny a atomové elektrárny Dukovany, Přírod. Sborn. Západoč. Muzea vTřebíči, 32: 1-112.
- Kolektiv autorů (2000): Předprovozní bezpečnostní zpráva PpBZ ETE, Energoprojekt Praha, archiv ÚJV RE6
- Kolektiv autorů (2000): Principy a praxe radiacní ochrany, SÚJB Praha

- Kolektiv autoru (2000): Referenční projekt povrchových a podzemních systému HÚ v hostitelském prostředí granitových hornin, THLM verze, SÚRAO
- Kolektiv (1993): Přírodovědecký průzkum staveniště JETE u Temelína. Závěrečná zpráva. VIDEOPRES MON Praha.
- Komplexní manipulační rád Vltavské kaskády, Díl 1, MRVD Lipno I. A Lipno II. Na Vltave. Vodní díla – Technicko-bezpečnostní dohled, Praha 1995
- Komplexní manipulační rád Vltavské kaskády, Díl 2, MRVD Hnevkovice a Korensko na Vltave. Vodní díla – Technicko-bezpečnostní dohled, Praha 1994
- Konopásková (1999): Limity a podmínky bezpečného provozu na URAO Dukovany Příloha 1. Podmínky přijatelnosti, SÚRAO
- Kos, Z. a kol. (2001): Vypracování rizikové analýzy zabezpečení zdroje vody pro JETE pro současný stav a pro scénář na pozadí vývoje klimatické změny po roce 2015. Praha (2001).
- Kreislova, K., Knotkova D., Boschek P. (1998): Trends of corrosivity based on corrosion rates. Period 1986-1995, Proceeding of the UN/ECE Workshop on Quantification of Effects of Air Pollutants on Materials, Berlin, May 24-27, 1998.
- Kubeš, M. (1994) Generel místního ÚSES Žimuticko.
- Lellák, J., Korínek, V., Straškraba, M. (1988): Prognóza vývoje teplotních poměrů ve Vltavské kaskádě. Praha, 1988.
- Lellák, J., Korínek V., Straškraba M (1986): Prognóza vývoje teplotních poměrů ve vltavské kaskádě a biologického režimu Vltavy výstavbou JE/Temelín. Pf UK Praha, 12/1986
- Liška, M. a kol. (1999): Vývoj kvality vody v podélném profilu nádrže Orlík a jejich hlavních přítocích v roce 1998. Povodí Vltavy a.s., útvary vodohospodářských laboratorí, Praha.
- Lochman, V. a kol. (1992): Vliv provozu JETE na lesní ekosystémy a jejich ekologické působení. VÚLHM Jíloviště-Strnady, 11/1992
- Masopust, R. (1998): Expertní systém GIP – VVER. Stručný popis systému a jeho použití pro ETE. S & A, Plzeň, 76p.
- Methods for the development of emergency prepare.... For nuclear and radiation accidents IAEA TECDOC-953, 1997
- Mezinárodní spolupráce České republiky v ochraně vod, Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha 1999.
- Míchal, I. a kol. (1999): Hodnocení krajinného rázu a jeho uplatnění ve veřejné správě. Metodické doporučení. AOPK ČR
- Narízení vlády č. 82/1999 Sb., kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod.
- Nemešová, I., a kol. (2000): Výzkum dopadu klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na Českou republiku Zpráva za sektor hydrologie: Projekt VaV/740/1/00 Ministerstvo životního prostředí Ústav fyziky atmosféry AV ČR Dílčí zpráva za rok 2000.
- Novák, J. a Jedlicka, B. (1992): Vztahy mezi areálem JETE a jihoceskými pánevemi s ohledem na využívání zdroje podzemní vody. Státní úkol A 03-331-867. Záv. zpráva dílčího úkolu 04. VÚV TGM Praha, 11/1992.
- Nuclear Safety Criteria for the design of stationary pressured water reactors, AWST N-18.2
- OkÚ České Budejovice (1993): Rozhodnutí o povolení k nakládání s vodami dle § 8 zákona č. 138/1973 Sb. o vodách pro jadernou elektrárnu Temelín. OkÚ, RŽP čj. Vod. 6804/93/Si ze dne 15. 12. 1993, České Budejovice, 1993
- Pazderník, O. (1982): Zpráva o IG průzkumu v prostoru výstavby reaktoru asprchových bazénů na hlavním staveništi JETE. Úkol P31 243. SG Praha, 1982
- Pecharová, E. a kol. (1996): Zhodnocení náhradních rekultivací v nivě reky Stropnice z hlediska ekologické funkce krajiny, zemědělského využití a ekonomického přínosu. 1. etapa. JCU ZF, Projekt vědy a výzkumu MŽP, VaV/610/96.
- Plechác, V. (2001): Podklad pro posouzení vlivu JE Temelín na vodní hospodářství. EKOAQUA Praha (03/2001).

- Popela, J. (1995) Generel místního ÚSES Zlivsko, Dívčicko.
 Povolení ke spuštění a k provozu JE. Právní dokumenty. Archiv JE Temelín.
 Preventivní ochrana sbírkových predmetu, kolektiv autoru, Národní museum, Praha 2000
 Procházková, D. (2001): (a) *Posouzení vzniklých zmen v kategorii pud a pozemku (nastalé zmeny v dusledku výstavby elektrárny)*. GEOSCI Praha (03/2001). (b) *Posouzení bezpecnosti založení stavby JE Temelín z hlediska základových podmínek a zmeneného režimu podzemní vody (stochastické fluktuace hladiny a zpusobu odvodnení)* (03/2001). (c) *Posouzení bezpecnosti JE Temelín pri dopadu silného zemetresení* (03/2001).
 Procházka, J., Šíma, M. (2001): Vlhkost a teplota na družicovém snímku jako parametr hodnocení krajiny. – In: EKOTREND 2001 – trvale udržitelny rozvoj. – Sborník z mezinárodní konference 28. – 29.3.2001, JU ZF, České Budejovice, 30 –34 pp.
 Procházka J., Hakrová P., Pokorný J., Pecharová E., Hezina T., Šíma M., Pechar L. (2000): Effect of different management practices on vegetation development, losses of soluble matter and solar energy dissipation in three small mountain catchments. – In: Vymazal J. (2000 ed.): Nutrient cycling and retention in natural and constructed wetlands. – Backhuys publishers, Leiden, the Netherlands, (in print).
 Procházková, D. a Šimunek, P. (1998): Fundamental Data for Determination of Seismic Hazard of Localities in Central Europe. ÚMV, Praha, 95p.
 Protokoly Konferencí o ochrane Severního more (od roku 1989) .
 Pukazná dokumentace JE Temelín: Výsledky merení, interpretace merení, hodnocení merení a testu + jejich dokumentace. Archiv JE Temelín.
 PRVKÚC – Projekt rozvoje vodovodu a kanalizací územního celku – okresu České Budejovice. Hydroprojekt Praha, pracovište České Budejovice, 1997 .
 Prenosilová, E. (1994): Dusledky klimatických zmen na hospodarení s vodou v nádržích. NKP CR svazek.16, Praha, 97 s.
 Regulatory Guide 1.70, ...3, Standard format and content of safety analysis reports ... nuclear power plants (LWR Edition), NRC
 Rozhodnutí SÚJB, c. j. 10491/4.3/00 – Povolení zuvadění radionuklidu do životního prostředí pro CEZ, a. s. – Jaderná elektrárna Temelín
 Rudiš, M. (1984): Problematika šíření kapalného odpadu z jaderných elektráren v hydrosfére. Zpráva Ústavu pro hydrodynamiku CSAV Praha, 1984.
 Ríha, J. (2001): Posuzování vlivu na životní prostředí. Metody pro predbežnou rozhodovací analýzu EIA. Vyd. CVUT Praha, 2001.
 Ríha, J. (1997): Vliv investic na životní prostředí. Teorie a metodologie procesu E.I.A. Praha, Vyd. CVUT, 1997.
 Ríha, J. (1995): Hodnocení vlivu investic na životní prostředí. Vícekriteriální analýza a EIA. Nakl. ACADEMIA Praha 1995, 348 stran.
 Ríha, J. (1988): Total Index of Environmental Quality as Applied to Water Resources. In: Risk Assessment of Chemicals in the Environment. M.L.Richardson (eds.). The Royal Society of Chemistry, London, 1988, pp.363-377.
 Ríha, J. (1987): Voda a spolecnost. Praha, SNTL/ALFA, 1987.
 Sborník konference CTVVHS “Voda pro příští generace”, Praha 2000.
 Sborník Smerného vodohospodárského plánu 1990. Výzkumný ústav odohospodárský TGM, Ministerstvo životního prostředí CR, Praha 1992.
 Smlouva mezi Československou socialistickou republikou a Rakouskou republikou o úprave vodohospodárských otázek na hranicních vodách ze dne 7.prosince 1967 .
 Smlouva mezi Českou republikou a Spolkovou republikou Nemecko o spolupráci na hranicních vodách v oblasti vodního hospodárství z 12.prosince 1995.
 Státní vodohospodárská bilance minulého roku za léta 1990 – 1999, VÚV TGM, Praha 1992 – 2000.

Suchar, I. VÚOZ Pruhonice (1999): Program sledování vlivu JE Temelín na životní prostředí Biomonitoring atmosférické depozice radionuklidu. (In Příloha 5.2. Návrhu programu sledování vlivu JETE na složky životního prostředí, INVESTprojekt Brno, s.r.o., (1999)

Šedivý, F. (2000): Bilanční analýza dopadu provozu jaderné elektrárny Dukovany na množství a jakost povrchových vod. AQUAFIN, Praha, 2000.

Šedivý, Fr. (2001): Podklady pro souhrnné posouzení vlivu JE Temelín na životní prostředí. AQUAFIN Praha (03/2001).

Šimunek, P. et al. (1994): Lokalita výstavby JE Temelín. Energoprůzkum Praha s.r.o. Technický projekt JE Temelín z.r. 1983. Archiv JE Temelín a Archiv Energoprojektu a.s. Praha.

US DOE (1991): Structural Concepts and Details for Seismic Design. LLNL - Contract W-7405-ENG-48, US DOE .

Usnesení vlády c. 472/1999 a usnesení vlády c. 50/2000

US NRC (1980): Seismic Qualification of Equipment of Operating Plants, USI, A-46.

Úvodní projekt JE Temelín a další projektová dokumentace. Archiv JE Temelín.

Vodohospodářský sborník SVP 1995. VÚV TGM, MŽP CR, Praha 1997.

Vorel, I., Sklenicka P. (1999, eds.), Sborník přednášek a diskusních příspěvků z kolokvia konaného dne 17. a 18. února 1999 na fakultě architektury v Praze, Vydavatelství CVUT, Praha.

Vyhláška CSKAE c. 436 z 10.10.1990, o zajištění jakosti vybraných zařízení z hlediska jaderné bezpečnosti jaderných zařízení. Praha 1990.

Vyhláška CÚBP c. 263/1991 Sb., kterou se mění a doplňuje vyhláška c. 76/1989 Sb., v platném znění.

Vyhláška CÚBP c. 76/1989 Sb., k zajištění bezpečnosti technických zařízení v jaderné energetice, v platném znění.

Vyhláška SÚJB c. 214/1997 Sb., o zabezpečování jakosti při činnostech souvisejících s využíváním jaderné energie a činnostech vedoucích k ozáření a o stanovení kritérií pro zarazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd.

Vyhláška SÚJB c. 215/1997 Sb., o kritériích umístování jaderných zařízení a velmi významných zdrojů ionizujícího záření.

Vyhláška SÚJB c. 106/1998 Sb., o zajištění jaderné bezpečnosti a radiacní ochrany jaderných zařízení při jejich uvádění do provozu a při jejich provozu.

Vyhláška SÚJB c. 146/1997 Sb., kterou se stanoví činnosti, které mají bezprostřední vliv na jadernou bezpečnost, a činnosti zvláště důležité z hlediska radiacní ochrany, požadavky na kvalifikaci a odbornou přípravu, způsob overování zvláštní odborné způsobilosti a udelování oprávnění vybraným pracovníkům a způsob provedení schvalované dokumentace pro povolení k přípravě vybraných pracovníků.

Vyhláška SÚJB c. 184/1997 Sb., o požadavcích na zajištění radiacní ochrany, Sbírka zákonů CR., částka 66, 1997

Vyhláška SÚJB c. 195/1999 Sb., o požadavcích na jaderná zařízení k zajištění jaderné bezpečnosti, radiacní ochrany a havarijní připravenosti.

Vyhláška SÚJB c. 219/1997 Sb., o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního rádu.

Wimmer, J., WW Projection Service s.r.o., (1997), Plán místního územního systému ekologické stability v k.ú. Temelín, Krtenov, Temelínec, Litoradlice, Brezí u Týna n.Vlt., České Budejovice.

Zákon c. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření

Zeman, J. a kol. (1998): Posouzení vlivu energetické koncepce CR na životní prostředí. SEVEN Praha

Zpráva Ministerstva životního prostředí ČR o 10 letech spolupráce Mezinárodní komise pro ochranu Labe. Praha, 2000.

Zpráva o jakosti vody vLabi za rok 1999. Mezinárodní komise pro ochranu Labe , Magdeburg 2000.

Zpráva o plnění “Akcního programu Labe” v letech 1998 a 1999, Mezinárodní komise pro ochranu Labe, Magdeburg, 2000.

Zprávy o stavu vodního hospodářství v České republice. Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha 1996–2000.

J. Watt, V. Kucera, J.F.Henriksen, S.Navrud. R.Ready, T.Yates, E.Garrod (May 1999): Rationalised economic appraisal of cultural heritage, first annual report of project ENV4-CT98-0708, May 1999

[IAEA – TECDOC-724] - Probabilistic Safety Assessment for Seismic Events. IAEA, Vienna 1993.

[IAEA 1985] - Application of Microearthquake Surveys in Nuclear Power Plant Siting. TECDOC-343. IAEA, Vienna 1985.

[IAEA 50-C-D] - Code on the Safety of Nuclear Power Plants: Design: A Publication within the NUSS Program. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-C-G] - Code on the Safety of Nuclear Power Plants: Governmental Organisation: A Publication within the NUSS Program. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-C-S] - Code on the Safety of Nuclear Power Plants: Siting: A Publication within the NUSS Program. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-P-2] - In-Service Inspection of Nuclear Power Plants: A Manual: A Publication within the NUSS Program. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-D15] - Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants: A Safety Guide: A Publication within the NUSS Program. IAEA, Vienna 1992.

[IAEA 50-SG-G3] - Conduct of Regulatory Review and Assessment during the Licensing Process for Nuclear Power Plants: A Safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-G4] - Inspection and Enforcement by the Regulatory Body for Nuclear Power Plants: A Safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-O1] - Staffing of Nuclear Power Plants and the Recruitment, Training and Authorization of Operating Personnel: A Safety Guide: A Publication within the NUSS Program. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-O2] - In-Service Inspection for Nuclear Power Plants: A Safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-O3] - Operational Limits and Conditions for Nuclear Power Plants: A safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-O4] - Commissioning Procedures for Nuclear Power Plants: A safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-O5] - Radiation Protection during Operation of Nuclear Power Plants: A Safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-O8] - Surveillance of Items Important to Safety in Nuclear Power Plants: A Safety Guide: A Publication within the NUSS Program. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-QA4] - Quality Assurance During Site Construction of Nuclear Power Plants: A Safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-QA5] - Quality Assurance During Commissioning and Operation of Nuclear Power Plants: A Safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-QA6] - Quality Assurance in the Design of Nuclear Power Plants: A Safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-QA8] - Quality Assurance in the Manufacture of Items for Nuclear Power Plants: A Safety Guide. IAEA, Vienna.

[IAEA 50-SG-S1] - Earthquakes and Associated Topics in Relation to Nuclear Power Plant Siting: A Safety Guide: A Publication within the NUSS Program. IAEA, Vienna 1991.

[IAEA 69] - Management of Radioactive Wastes from Nuclear Power Plants: Code of Practice. IAEA Vienna.

[IAEA 79] - Design of Radioactive Waste Management Systems at Nuclear Power Plants. IAEA Vienna.

[ISAR 1999] - Report on Nuclear Safety and Radiation Protection for Isar Nuclear Power Plant, Unit 2. GRS, 1999.

[Limity a podmínky] - Limity a podmínky pro JE Temelín. Právní dokument. Archiv JE Temelín.

[RG 1.122] - US NRC Regulatory Guide 1.122: Development of Floor Design Response for Seismic Design of Floor – Supported Equipment or Components. US NRC 1978.

[RG 1.29] - US NRC Regulatory Guide 1.29: Seismic Design Classification. US NRC 1978.

[RG 1.70 – kap. 2.5] - Regulatory Guide 1.70. Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants – Chapter 2.5. US NRC.

[RG 1.70 – kap. 3.7] Regulatory Guide 1.70. Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants – Chapter 3.7. US NRC.

[Stevenson & Associates 1996] - Požadavky na seismické výpočty a hodnocení seismické odolnosti stavebních konstrukcí a technologického zařízení JE Temelín a zásady jejich provedení. Zpráva ETE 6502-1-0197-168. Stevenson and Associates. 11/1996.