

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

System organizace havarijní odezvy provozovatele

JE Temelín

bakalářská práce

Autor: Jaroslav Košťál
Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Ochrana obyvatelstva se zaměřením na CBRNE
Vedoucí práce: Ing. Miroslav Vlk

Datum odevzdání práce: 3. 5. 2013

Abstrakt

Práce je věnována popisu systému havarijní odezvy jaderné elektrárny.

V souladu se zadáním se zaměřuje na shrnutí jeho legislativních předpokladů a následně se věnuje jeho konkrétní realizaci v podmínkách reálně provozovaného jaderného zařízení.

V práci je shromážděna nezbytná terminologie a je podán základní přehled o fungování systému havarijní připravenosti ETE. Dále je věnována pozornost personálnímu obsazení, struktuře a počtu pracovišť, používané dokumentaci, a rovněž systému ověřování jeho připravenosti a funkčnosti.

Cílem práce je definovat klíčové bezpečnostní aspekty JE s důrazem na jadernou bezpečnost a vytvořit základní přehled o systému havarijního plánování a systému havarijní odezvy konkrétního jaderného zařízení.

V druhé části práce je provedeno srovnání obecných výsledků zátěžových testů jaderných elektráren Dukovany a Temelín, provedených po havárii JE Fukushima, s cílem posoudit plnění cílů jaderné bezpečnosti a havarijní připravenosti obou elektráren.

Srovnání výsledků EDU a ETE v hodnocených oblastech je provedeno formou tabulek. Tato forma byla zvolena, protože lze předpokládat, že držitel povolení přistoupí na obou lokalitách ke zpracování testů jednotným přístupem a případné rozdíly budou při přímém srovnání textů dobře patrné.

Má interpretace zjištěných faktů je následující:

1. Pravděpodobnost vzniku zemětřesení přesahující projektovou odolnost stavebních objektů, technologických systémů a konstrukcí je prakticky zanedbatelná. Výsledky šetření jsou pro obě lokality prakticky identické. Projektová odolnost ETE vůči zemětřesení je nepatrně vyšší. Je pravděpodobné, že kvůli zemětřesení nedojde ke změnám v projektu, provozní dokumentaci, případně v systému havarijní odezvy.
2. Na žádné z lokalit nehrozí zaplavení areálu elektrárny z říčních toků. Obě elektrárny jsou díky svému umístění velmi odolné i proti zaplavení srážkovou vodou.

Nicméně pro zajištění vysoké míry odolnosti proti zaplavení srážkovou vodou je nutná pravidelná údržba kanalizačních systémů. Nelze proto vyloučit provedení dílčích stavebních úprav bezpečnostně významných objektů proti zatečení srážkové vody z dlážděných ploch a komunikací.

Pozornost by měla být věnována i zaplavení technologie v důsledku případných masivních netěsností terciárních chladicích systémů.

3. Protože EDU i ETE jsou odolné proti zemětřesení, jsou odolné i vůči povětrnostním vlivům, a to zejména účinkům nárazového větru.
4. Systémy zajištěného napájení vlastní spotřeby EDU a ETE jsou projektovány dle obdobných zásad a jsou dostatečně robustní proti selhání ze společné příčiny. Pro bezpečné dochlazení hlavních výrobních bloků stačí na obou lokalitách provoz jednoho ze systémů zajištěného napájení.

V projektu ETE je oproti EDU i tzv. systém zajištěného napájení společné vlastní spotřeby, který je primárně určen k zabránění vzniku škod na technologii sekundárního okruhu. Nicméně dva DG neblokované vlastní spotřeby dále výrazně zvyšují odolnost bloků proti poruše typu Station Black Out.

5. Odvod tepla z jednotlivých technologických systémů je na obou elektrárnách zajišťován obdobnými chladicími systémy.

U obou elektráren dochází k odvodu tepla z technologie do atmosféry. Cirkulační chladicí voda a technická voda nedůležitá se na obou elektrárnách ochlazuje ve chladicích věžích. Technická voda důležitá je na EDU chlazena v chladicích věžích spolu s ostatními chladicími okruhy, na ETE jsou k jejímu chlazení používány chladicí nádrže s rozstříkem. Chladicí nádrže s rozstříkem respektují divizní charakter bezpečnostních systémů.

Konstrukční rozdíly mezi elektrárnami jsou poplatné době vzniku projektů a odrážejí rozdílnou míru provozních a konstrukčních zkušeností v době jejich vzniku. Nelze vyloučit, že dojde k dílčím úpravám chladicích systémů EDU.

6. Systém zvládnutí těžkých havárií je na obou lokalitách organizován obdobným způsobem. Personální obsazení havarijního štábu a technického podpůrného střediska je na obou elektrárnách obdobné.

V současnosti dochází k posilování personálu pro lepší zvládnutí případných současných událostí na více (obou) blocích.

Dokumentace pro řešení abnormálních a havarijních provozních stavů a nadprojektových havárií má obdobnou strukturu. Provozní dokumentace je průběžně zdokonalována. Velká pozornost je věnována její verifikaci a validaci.

7. Na základě provedených zátěžových testů lze očekávat postupnou realizaci dílčích administrativních, personálních a technologických opatření zvyšující již tak vysokou úroveň jaderné bezpečnosti a havarijní připravenosti na obou elektrárnách. Konkrétní opatření jsou shrnuta v tzv. Akčním plánu. Akční plán byl zpracován v návaznosti na závěry zátěžových zkoušek. Navržená opatření budou implementována provozovatelem obou jaderných elektráren.

Akční plán ČR je živý dokument, který bude revidován a průběžně aktualizován dle nejnovějších poznatků.

Havarijní připravenost, accident management, vysoká kultura provozu, pečlivé plánování, kvalitní údržba zařízení nebo důsledné aplikování nástrojů proti vzniku lidské chyby jsou jistě užitečné nástroje, snižující míru rizika spojenou s provozem JE, nicméně vznik havárie nelze nikdy úplně vyloučit. Jde o to, aby pravděpodobnost vzniku události spojené s poškozením jaderného paliva byla tak nízká, jak jen lze rozumně dosáhnout a zároveň byla elektrárna schopna potlačit následky takové události na co nejmenší možnou míru, tj. aby při takové události nedošlo k ohrožení životů a zdraví obyvatelstva, ani ke zbytečným unikům radioaktivity do životního prostředí. A právě schopnost zvládnout takovou událost je hlavním cílem havarijní připravenosti, kterou je nutno chápat jako sofistikovaný interdisciplinární systém.

Klíčová slova

jaderná bezpečnost (JB), jaderné zařízení (JZ), organizace havarijní odezvy (OHO), zátěžové testy, národní akční plán

Abstract

This work deals with Organization of Emergency Response in NPP.

According assignment this work summarizes its legal preconditions and consequently gives description of its practical realization.

The necessary terminology is gathered and the basic overview of OER functioning is given. An attention is paid to staffing, structure and number of workplaces, the used documentation and also to the system of its readiness and functionality verification.

The intent is to define the essential aspects of nuclear safety and to describe system of emergency planning and response in condition of real nuclear facility.

In the second part of work a comparison of Stress Tests of EDU and ETE NPPs in the reason to evaluate how the goals of Emergency Response are met.

The comparison of Stress Tests results is done in shape of tables. This form was chosen because it should be assumed that the licensee tried to use unified approach for accomplishment of tests in both sites and any differences will be easily identifiable in the direct text comparison.

My interpretation of the established facts is:

1. The probability of earthquake exceeding the design resistant of structures, technological systems and structures is practically insignificant. The results are for both locations virtually identical.

The project robustness of ETE NPP to earthquakes is slightly higher than EDU.

It is probable that the earthquake does not cause any changes in the project, operational documentation or in the OER.

2. The flooding robustness of both our NPP sites is high. Both NPPs are due to its location very resistant to rain water flooding. To ensure a high level of resistance to rain water flooding requires regular maintenance of drainage systems. In this reason it is possible that some improvements of safety related objects could be done to exclude rainwater running in from paved areas and roads.

Attention should be paid to the potential flooding of technology as a result of any massive leak from tertiary cooling systems.

3. EDU and ETE NPPs are resistant to earthquakes and in this way they are resistant to the extreme weather condition especially to the gusty wind too.
4. Secured power internal consumption supply systems on EDU and ETE NPPs are projected according to analogical basics and are enough robust to failure from common cause. To secure safe down-cooling of reactor unit the only one independent power supply system is sufficient.

In project of ETE NPP there is in comparison with EDU NPP the next system of common independent power consumption supply. It is primarily intended to prevent damages in technology of secondary circle. Two DGs strongly improve the resistance of unit to SBO accident.

5. Heat removal from separate technological systems is on both power stations realized by using of analogical cooling system.

The heat from technology is transferred into atmosphere in both of NPPs. Circulation cooling water; non-essential service water and essential service water are cooled in cooling towers at EDU NPP. At ETE NPP is essential service water cooled in cooling basins with spraying system. Cooling basins respect divisional character of security systems.

Constructional differences in projects of our power stations are given by different time of their project works. There is a possibility that cooling systems of EDU NPP will be improved.

6. System of severe accident management is organized in the similar way at both facilities. The staff of Accident Board and Technical Support Centre is analogical. Recently the staff of TSC was reinforced to improve its ability to cope the multiply accident on several units.

The documentation for solving of abnormal states, accidents and severe accidents has got the same basic structure. Procedures and guidelines are continually improved. Attention is paid to verification and validation of these procedures.

7. On the basis of performed Stress Tests there is a high possibility of gradual realization of partial administrative, personal and technological improvements that will be done in reason to improve Nuclear Safety and Organization of Emergency

Response. The specific measures are summarized in the National Action Plan. NAcP was prepared according results of the Stress Tests. Designed Suggested measures will be realized by NPP operator.

The Czech National Action Plan is a life document that will be revised and updated according last best practice.

The Emergency Response and the Accident Management, high level of operation culture, careful planning, high-quality maintenance and consistent application of tools for improvement of Human Performance are surely useful tools improving safety of NPP operation, but the absolute elimination of an accident is impossible, but the probability of an accident with fuel degradation must be as low as it is reasonably possible to achieve. The NPP must be able to diminish the impacts of such event to the generally acceptable low. The ability to manage such events is the major goal of Emergency Response that should be taken as a sophisticated interdisciplinary system.

Key Words

Nuclear Safety, Nuclear Facility, Organization of Emergency Response (OER), Stress Tests, National Action Plan (NAcP)

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to – v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 3. května 2013.

.....
Jaroslav Košťál

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Miroslavu Vlkovi za pomoc, ochotu, trpělivost a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Zároveň děkuji všem zaměstnancům ETE, především Ing. Jaroslavu Pioskovi, kteří mi poskytli celou řadu důležitých a praktických informací.

Obsah

ÚVOD	16
1 TEORETICKÁ ČÁST	17
1.1 Základní pojmy	17
1.1.1 Jaderná bezpečnost	17
1.1.2 Radiační ochrana	17
1.1.3 Fyzická ochrana	17
1.1.4 Havarijní připravenost	17
1.1.5 Accident management program	18
1.1.6 Jaderné zařízení	18
1.1.7 Vybrané zařízení	18
1.1.8 Radiační nehoda	18
1.1.9 Radiační havárie	18
1.1.10 Radiační mimořádná situace	19
1.1.11 Havarijní plán	19
1.1.12 Limity a podmínky bezpečného provozu JZ	19
1.1.13 Činnosti související s využíváním jaderné energie	19
1.2 Jaderná zařízení v ČR	20
1.3 Charakteristika lokality	22
1.3.1 Charakteristika lokality ETE	22
1.3.2 Charakteristika lokality EDU	22
1.4 Hlavní charakteristiky bloků	23
1.4.1 Hlavní charakteristiky ETE	23
1.4.2 Hlavní charakteristiky EDU	25
1.5 Systém organizace havarijní odezvy držitele povolení	26
1.5.1 Havarijní plánování	27
1.5.2 Obsazení směny a její řízení v podmínkách běžného provozu	29
1.5.3 Opatření přijatá k optimalizaci zásahu směnového personálu	30
1.5.4 Typy mimořádných událostí	31
1.5.5 Interní organizace havarijní odezvy	32

1.5.6	Pohotovostní organizace havarijní odezvy	33
1.5.7	Systém vnější havarijní odezvy	35
1.6	Dokumentace OHO	38
1.6.1	Řídící dokumentace	38
1.6.2	Provozní dokumentace	39
1.7	Ověřování havarijní připravenosti	41
1.7.1	Havarijní cvičení	41
1.7.2	Kontrola prostředků HP	42
1.7.3	Kontrola dodržování zásad HP	42
2	HYPOTÉZA A METODIKA	43
2.1	Hypotéza	43
2.2	Metodika	43
3	VÝSLEDKY	44
3.1	Robustnost vůči zemětřesení	44
3.2	Robustnost vůči záplavám	47
3.3	Robustnost vůči ostatním klimatickým jevům	49
3.4	Robustnost vůči ztrátě elektrického napájení	51
3.5	Robustnost vůči ztrátě odvodu tepla do koncového jímače	55
3.6	Robustnost pro zvládnutí těžkých havárií	57
3.7	Hodnocení bezpečnostních rezerv	62
4	DISKUZE	64
4.1	Akční plán	65
4.2	Havarijní připravenost a havárie v JE Fukushima	67
5	ZÁVĚR	68
6	SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	71
7	SEZNAM TABULEK	77
8	PŘÍLOHY	78

Seznam použitých zkratk

AZ	Aktivní zóna
BAPP	Budova aktivních a pomocných provozů
BD	Bloková dozorna
BSVP	Bazén skladování vyhořelého paliva
CCHV	Cirkulační chladicí voda
ČEZ	České energetické závody
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
ČVUT	České vysoké učení technické
DG	Dieselgenerátor
DGS	Dieselgenerátorová stanice
EDU	Elektrárna Dukovany
ENSREG	The European Nuclear Safety Regulators Group
EOPs	Emergency Operational Procedures (Havarijní provozní předpisy)
ETE	Elektrárna Temelín
GŘ	Generální ředitelství
HC	Havarijní cvičení
HCC	Hlavní cirkulační čerpadlo
HP	Havarijní připravenost
HŘS	Havarijní řídicí středisko
HŠ	Havarijní štáb
HVB	Hlavní výrobní blok
HZSp	Hasičský záchranný sbor podniku
CHNR	Chladicí nádrž s rozstříkem
I.O	Primární okruh
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICT	Informační a komunikační technologie
II.O	Sekundární okruh

IOHO	Interní organizace havarijní odezvy
ISSPD	Informační systém pro správu provozní dokumentace
IZS	Integrovaný záchranný systém
JB	Jaderná bezpečnost
JčK	Jihočeský kraj
JE	Jaderná elektrárna
JZ	Jaderné zařízení
KÚ	Krajský úřad
LR	Lehkovodní reaktor (LR-0)
LRKO	Laboratoř radiační kontroly okolí
LTO	Long Term Operation
LVR	Lehkovodní výzkumný reaktor (LVR-15)
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
MaR	Měření a regulace
MDE	Maximum Design Earthquake (Maximální výpočtové zemětřesení)
ME	Metodika
MPP	Místní provozní předpis
MSK-64	Mezinárodní stupnice pro hodnocení zemětřesení
MSVP	Mezisklad vyhořelého paliva
MU	Mimořádná událost
MVZ	Maximální výpočtové zemětřesení
NAcP	National Action Plan
ND	Nouzová dozorna
OHO	Organizace havarijní odezvy
OPIS	Operační a informační středisku
OPO	Operátor primárního okruhu
ORP	Obec s rozšířenou působností
OSO	Operátor sekundárního okruhu
PA	Pravidla
PG	Parogenerátor

PGA	Peak Ground Acceleration (Špičkové zrychlení na povrchu země)
POHO	Pohotovostní organizace havarijní odezvy
PP	Provozní předpis, postup
PRGR	Příkaz generálního ředitele
PWR	Pressurized Water Reactor
RB	Reaktorový blok
RMMS	Rychlá monitorovací mobilní skupina
SACRG	Severe Accident Control Room Guidelines
SAG	Severe Accident Guidelines
SAMG	Severe Accident Management Guidelines
SAOZ	Systém havarijního chlazení AZ
SBO	Station Black Out
SD	Sdílená dokumentace
SI	Směnový inženýr
SKŘ	Systém kontroly a řízení
SL2	Maximální projektové zemětřesení
SM	Směrnice
SSE	Maximální výpočtové zemětřesení
SSK	Stavební objekty, systémy a konstrukce
ST	Standard
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SVJP	Sklad vyhořelého jaderného paliva
SVP	Sklad vyhořelého paliva
SVV	Systém včasné výstrahy
SZN	Systém zajištěného napájení
TD	Technický dispečink
TECDOC	Technical Documents (IAEA-TECDOC)
TEPCO	Tokyo Electric Power Company
TG	Turbogenerátor

TMI	Three Mile Island
TPS	Technické podpůrné středisko
TPzSSPD	Technický pracovník ze skupiny správa provozní dokumentace
TVD	Technická voda důležitá
TVN	Technická voda nedůležitá
UHS	Ultimate Heat Sink (Koncový jímač tepla)
ÚJV	Ústav jaderného výzkumu
ÚRAO	Úložiště radioaktivních odpadů
VBD	Vedoucí blokové dozorny
VD	Vodní dílo
VHPS	Vnější havarijní podpůrné středisko
VR	Výzkumný reaktor
VRB	Vedoucí reaktorového bloku
VS	Vlastní spotřeba
VÚ	Vedoucí útvaru
VVER	Vodou chlazený a vodou moderovaný energetický reaktor
ZHP	Zóna havarijního plánování
ZHŠ	Základní havarijní štáb
ZI	Zásahová instrukce

ÚVOD

Práce je věnována popisu systému havarijní odezvy jaderné elektrárny.

V souladu se zadáním se zaměřuje na shrnutí jeho legislativních předpokladů a následně se věnuje jeho konkrétní realizaci v podmínkách reálně provozovaného jaderného zařízení.

V práci je shromážděna nezbytná terminologie a je podán základní přehled o fungování systému havarijní připravenosti ETE. Dále je věnována pozornost personálnímu obsazení, struktuře a počtu pracovišť, používané dokumentaci, a rovněž systému ověřování jeho připravenosti a funkčnosti.

Cílem práce je definovat klíčové bezpečnostní aspekty JE s důrazem na jadernou bezpečnost a vytvořit základní přehled o systému havarijního plánování a systému havarijní odezvy konkrétního jaderného zařízení, v našem případě ETE.

V druhé části práce je provedeno srovnání obecných výsledků zátěžových testů jaderných elektráren Dukovany a Temelín, provedených po havárii JE Fukushima, s cílem posoudit plnění cílů jaderné bezpečnosti a havarijní připravenosti obou elektráren.

1 TEORETICKÁ ČÁST

V této části práce je podán stručný přehled základních pojmů z oblasti havarijní připravenosti, a to včetně jejich definic.

Zvláštní pozornost je věnována pojmu jaderné zařízení a následně energetickým reaktorům provozovaným na našem území, charakteristice lokalit, ve kterých jsou umístěné, a jejich základním parametrům.

Závěr úvodní kapitoly je věnován poměrně detailnímu popisu systému havarijní připravenosti držitele povolení.

1.1 Základní pojmy

K řádnému porozumění celé práce je nezbytné definovat některé pojmy související s řešenou problematikou.

1.1.1 Jaderná bezpečnost

Stav a schopnost jaderného zařízení a osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo nedovolenému úniku radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezovat následky nehod (1).

1.1.2 Radiační ochrana

System technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzických osob a k ochraně životního prostředí (1).

1.1.3 Fyzická ochrana

System technických a organizačních opatření zabraňujících neoprávněným činnostem s jadernými zařízeními, jadernými materiály a vybranými položkami (1).

1.1.4 Havarijní připravenost

Schopnost rozpoznat vznik radiační mimořádné situace a při jejím vzniku plnit opatření stanovená havarijními plány (1).

1.1.5 Accident management program

Soubor přijatých strategií, plánů, opatření a činností, které zaručují, že stav technologie, dokumentace a personálu zodpovědného za jejich naplnění je na dostatečné úrovni a je připraven provádět účinné zásahy s cílem zabránit vzniku, resp. mírnit následky havarijních podmínek na JE (13).

1.1.6 Jaderné zařízení

1. stavby a provozní celky, jejichž součástí je jaderný reaktor využívající štěpnou řetězovou reakci,
2. zařízení pro výrobu, zpracování, skladování a ukládání jaderných materiálů, kromě úpraven uranové rudy a skladů uranového koncentráту,
3. úložiště radioaktivních odpadů, s výjimkou úložišť obsahujících výlučně přírodní radionuklidy,
4. zařízení pro skladování radioaktivních odpadů, jejichž aktivita přesahuje hodnoty stanovené prováděcím právním předpisem (1).

1.1.7 Vybrané zařízení

Součástí nebo systémy jaderných zařízení důležité z hlediska jaderné a technické bezpečnosti, zařazené do bezpečnostních tříd podle svého významu pro bezpečnost provozu jaderných zařízení, podle bezpečnostní funkce systému, jehož jsou součástí, a podle závažnosti jejich případné poruchy. Kritéria pro zařazení a rozdělení vybraných zařízení do bezpečnostních tříd stanoví prováděcí právní předpis (1).

1.1.8 Radiační nehoda

Událost, která má za následek nepřipustné uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření nebo nepřipustné ozáření fyzických osob (1).

1.1.9 Radiační havárie

Radiační nehoda, jejíž následky vyžadují naléhavá opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí (1).

1.1.10 Radiační mimořádná situace

Situace, která následuje po radiační havárii nebo po takové radiační nehodě nebo po takovém zjištění zvýšené úrovně radioaktivity nebo ozáření, které vyžadují naléhavá opatření na ochranu fyzických osob (1).

1.1.11 Havarijní plán

Soubor plánovaných opatření k likvidaci radiační nehody nebo radiační havárie a k omezení jejich následků, který se zpracovává pro:

1. prostory jaderného zařízení nebo pracoviště, kde se vykonávají radiační činnosti (vnitřní havarijní plán),
2. přepravu jaderných materiálů nebo zdrojů ionizujícího záření (havarijní řád),
3. oblast v okolí jaderného zařízení nebo pracoviště, kde se nachází zdroj ionizujícího záření, v níž se na základě výsledků rozborů možných následků radiační havárie uplatňují požadavky z hlediska havarijního plánování, která se nazývá zóna havarijního plánování (vnější havarijní plán (1)).

Zóna havarijního plánování ETE – viz Příloha č. 1

1.1.12 Limity a podmínky bezpečného provozu JZ

Soubor jednoznačně definovaných podmínek prokazujících, že provoz jaderného zařízení je bezpečný, a který je tvořen údaji o přípustných parametrech, požadavcích na provozuschopnost zařízení, nastavení ochranných systémů, požadavcích na činnost pracovníků a na organizační opatření ke splnění všech definovaných podmínek pro projektované provozní stavy (1).

1.1.13 Činnosti související s využíváním jaderné energie

1. umístování, výstavba, uvádění do provozu, provoz, rekonstrukce a vyřazování z provozu jaderných zařízení,
2. projektování jaderných zařízení,
3. navrhování, výroba, opravy a ověřování systémů jaderných zařízení nebo jejich součástí, včetně materiálů k jejich výrobě,

4. navrhování, výroba, opravy a ověřování obalových souborů pro přepravy, skladování nebo ukládání jaderných materiálů,
5. nakládání s jadernými materiály a vybranými položkami a v případě použití v jaderné oblasti i s položkami dvojího použití,
6. výzkum a vývoj činností uvedených v bodech 1 až 5,
7. odborná příprava fyzických osob specializovaná z hlediska jaderné bezpečnosti k činnostem uvedeným v bodě 1,
8. přeprava jaderných materiálů (1).

1.2 Jaderná zařízení v ČR

V České republice je největším a zatím jediným provozovatelem jaderně-energetických reaktorů společnost ČEZ, a.s., které patří dvě jaderné elektrárny: v Dukovanech a Temelíně. Obě elektrárny byly postaveny podle ruských projektů. Jedná se o tzv. tlakovodní reaktory VVER (Vodou chlazené a Vodou moderované Energetické Reaktory (11)).

V Dukovanech jsou provozovány 4 reaktory typu VVER 440/213 s původním celkovým nominálním elektrickým výkonem 1760 MW. Výstavba všech bloků JE Dukovany byla zahájena v roce 1979. První blok byl uveden do provozu v roce 1985, zbývající tři bloky v rozmezí let 1986-1987. V rámci projektu využívání projektových rezerv byly implementovány změny, umožňující zvýšení elektrického výkonu jednotlivých bloků ze 440 MW na zhruba 500 MW (11).

Temelínská elektrárna je vybavena dvěma reaktory typu VVER 1000/320 o celkovém elektrickém výkonu 2000 MW, jejichž výstavba probíhala od roku 1987. Spouštění prvního bloku probíhalo od července 2000, spouštění 2. bloku od roku 2002. Povolení k provozu obou bloků bylo rozhodnutími SÚJB uděleno v roce 2004. Koncem roku 2010 byl povolen provoz 1. bloku na dalších 10 let, tj. do roku 2020 (11). V rámci projektu využívání projektových rezerv se chystají změny umožňující zvýšení nominálního výkonu jednotlivých bloků na 104% N_{NOM} .

V areálu jaderné elektrárny Dukovany jsou provozována dvě samostatná jaderná zařízení - Mezisklad vyhořelého jaderného paliva a Sklad vyhořelého jaderného paliva,

ve kterých je ve speciálních obalových souborech skladováno použité (vyhořelé) palivo. Dalším samostatným povoleným jaderným zařízením v areálu jaderné elektrárny je sklad čerstvého jaderného paliva v jaderné elektrárně Temelín. V areálu jaderné elektrárny Temelín je pro potřeby skladování vyhořelého jaderného paliva postaven samostatný Sklad vyhořelého jaderného paliva (11).

Jadernými zařízeními jsou dále dva výzkumné reaktory LVR-15 a LR-0 v Ústavu jaderného výzkumu, a. s., v Řeži u Prahy a školní reaktor VR-1 na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT (11).

Výzkumný reaktor LVR-15 je provozován až do výkonu 10 MW, je užíván pro výrobu radioizotopů a značených látek, ozařovací experimenty, hodnocení chemických režimů parovodních cyklů a také pro neutronovou záchytkovou a radiační terapii. Je vybaven doplňujícími experimentálními zařízeními (11).

Výzkumný reaktor LR-0 je nulového výkonu a je využíván pro měření neutronově fyzikálních charakteristik energetických reaktorů. Školní reaktor VR-1 je nulového výkonu a slouží pro výuku studentů nejen na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT, ale i na dalších 9 fakultách a také pro přípravu pracovníků ČEZ a.s (11).

Všechny výzkumné reaktory se účastní mezinárodních výzkumných projektů. V areálu ÚJV v Řeži se nachází také sklad vysoce aktivního odpadu (11).

Jadernými zařízeními jsou rovněž úložiště radioaktivních odpadů (ÚRAO), za jejichž provoz odpovídá státem zřízená organizace Správa úložišť radioaktivních odpadů - SÚRAO (11).

K ukládání krátkodobých a nízkoaktivních radioaktivních odpadů z jaderných elektráren je využíváno ÚRAO Dukovany. V dole Richard u Litoměřic jsou od roku 1964 ukládány radioaktivní odpady institucionálního původu, které vznikají ve zdravotnictví, průmyslu, zemědělství či výzkumu (11).

Úložiště Bratrství v Jáchymově je vybudováno v části opuštěných podzemních prostor bývalého uranového dolu Bratrství. Do tohoto úložiště jsou přijímány pouze odpady, které obsahují přirozené radionuklidy (11).

1.3 Charakteristika lokality

1.3.1 Charakteristika lokality ETE

Jaderná elektrárna Temelín (ETE) je umístěna v jižních Čechách asi 25 km severně od Českých Budějovic v nadmořské výšce 510 m n. m (6).

Jaderná elektrárna je tvořena dvěma jadernými bloky s tlakovodními energetickými reaktory. Nejbližším městem je Týn nad Vltavou ležící 5 km severovýchodně od elektrárny. Elektrárna čerpá vodu pro technologické účely z přehradní nádrže Hněvkovice na řece Vltavě (cca 5 km východně od lokality). Koncovým jímačem tepla je atmosféra (6).

V lokalitě ETE jsou umístěny Sklad čerstvého jaderného paliva a Sklad vyhořelého jaderného paliva. Vyhořelé jaderné palivo je skladováno v obalových souborech typu CASTOR chlazených přirozenou cirkulací vzduchu v SVJP (6).

Držitelem povolení k provozu všech jaderných zařízení umístěných v lokalitě je ČEZ a.s., Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4. Aktuálně platná povolení k provozu byla vydána pro první blok Rozhodnutím SÚJB č. j. 22888/2010 ze dne 4. 10. 2010, pro druhý blok Rozhodnutím SÚJB č. j. 19173/2004 ze dne 11. října 2004. Platnost obou povolení je na 10 roků (6).

1.3.2 Charakteristika lokality EDU

Jaderná elektrárna Dukovany (EDU) leží jihozápadně od města Brna na upravené rovinné ploše s kótou terénu 389,3 m n. m., která je na severu ohraničena hluboko zaříznutým údolím řeky Jihlavy. Okolní nadmořské výšky se pohybují cca na úrovni 370-395 m n. m. Nejbližšími sídly jsou obce Mohelno, Dukovany, Rouchovany a Slavětice ležící ve vzdálenosti 3-5 km. Severovýchodně od areálu JE prochází silniční komunikace 2. třídy č. 152 Moravské Budějovice - Brno. Na železniční trať je EDU napojena z východního směru vlečkou z přípojové stanice Rakšice na trati Českých drah Moravský Krumlov - Brno (7).

Základová půda jednotlivých objektů JE Dukovany je tvořena skalními horninami, případně eluvii těchto hornin, a proto vzhledem ke geotechnickým parametrům výše

uvedených materiálů je možné základové poměry ve smyslu ČSN 73 1001, čl. 20a pokládat za jednoduché (7).

Pro založení objektů se zásadním vlivem na bezpečnost provozu jaderné elektrárny byly využity navětralé a zdravé skalní horniny, v místech tektonických poruch, kde byla hornina rozložena na zeminy charakteru hlinitých písků, byly tyto písky vybrány a nahrazeny plombou z prostého betonu. V lokalitě EDU jsou v provozu čtyři jaderné bloky (využívající některá společná zařízení). Bloky jsou identické, stavebně sloučené do dvojbloků (7).

Na řece Jihlavě je přečerpávací elektrárna Dalešice, která současně slouží jako zásobárna vody pro jadernou elektrárnu. Elektrická energie je z jaderné elektrárny vyvedena do 400kV rozvodny Slavětice (7).

V lokalitě EDU jsou dále umístěny 2 sklady vyhořelého jaderného paliva (MSVP/SVP). Vyhořelé jaderné palivo je skladováno v kontejnerech CASTOR chlazených přirozenou cirkulací vzduchu v MSVP/SVP (7).

Držitelem povolení k provozu všech jaderných zařízení umístěných v lokalitě je ČEZ, a. s., Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4. Aktuálně platná povolení k provozu EDU byla vydána pro první blok Rozhodnutím SÚJB č. j. 24273/2005 ze dne 16. 12. 2005, pro druhý blok Rozhodnutím SÚJB č. j. 55714/2006 ze dne 8. 12. 2006, pro třetí blok Rozhodnutím SÚJB č. j. 30852/2007 ze dne 10. 12. 2007 a pro čtvrtý blok Rozhodnutím SÚJB č. j. 30853/2007 z 10. 12. 2007. Platnost všech povolení je na 10 roků (7).

1.4 Hlavní charakteristiky bloků

1.4.1 Hlavní charakteristiky ETE

Jaderná elektrárna je tvořena dvěma jadernými bloky s tlakovodními energetickými reaktory VVER-1000 sériového provedení typu V 320, z nichž každý má nominální výkon 3000 MWt. Primární okruh tvoří reaktor, kompenzátor objemu a čtyři chladicí cirkulační smyčky, každá s hlavním cirkulačním čerpadlem a parogenerátorem horizontálního typu (6).

Zařízení primárního okruhu je umístěno v hermetické obálce (kontejnmentu) z předpjatého betonu. Ochranná obálka se skládá z válcové konstrukce o vnitřním průměru 45 m, uzavřené polokulovým vrchlíkem. Vnitřní povrch ochranné obálky je pokryt hermeticky těsnou ocelovou vystýlkou. Uvnitř kontejnmentu jsou rovněž umístěny bazény skladování vyhořelého paliva, kam se vyváží vyhořelé palivo z aktivní zóny reaktoru. Po snížení zbytkového výkonu je vyhořelé palivo přemístěno do obalového souboru a odvezeno do skladu vyhořelého jaderného paliva (kapacita na dobu životnosti elektrárny (6)).

Reaktor (resp. aktivní zóna reaktoru) je chlazený a moderovaný lehkou vodou primárního okruhu, která je čerpána přes aktivní zónu hlavními cirkulačními čerpadly. Teplo akumulované v chladivu je po průchodu reaktorem předáváno v parogenerátorech vodě sekundárního okruhu. Tlak primárního okruhu je udržován kompenzátorem objemu. Sekundární okruh se skládá ze zařízení na výrobu páry (sekundární strana PG), systému napájecí vody, z jednoho turbogenerátoru s nominálním elektrickým výkonem 1000 MWe a systému regenerace (6).

Aktivní bezpečnostní systémy mají redundanci 3 x 100 % a jsou vzájemně nezávislé a fyzicky oddělené. Pasivní bezpečnostní systémy (hydroakumulátory uvnitř kontejnmentu) mají redundanci 2 x 100 %. Je zajištěna seismická odolnost všech redundantních bezpečnostních systémů, včetně elektrického napájení a systémů řízení a dalších pomocných systémů. Záložní zdroje systémů elektrického napájení a systémů řízení jsou vzájemně nezávislé, fyzicky oddělené a seismicky odolné (podléhající kvalifikaci jako pro bezpečnostní systémy). Existují i záložní neseismicky odolné zdroje elektrického napájení pro systémy související s bezpečností. Projekt disponuje diverzifikovanými systémy pro zajištění plnění tří základních bezpečnostních funkcí 1) zajištění odstavení reaktoru (podkritičnost), 2) odvod tepla (dochlazení) a 3) zamezení únikům (bariéry a izolace kontejnmentu (6)).

Elektrárna čerpá vodu pro technologické účely z přehradní nádrže Hněvkovice na řece Vltavě (cca 5 km východně od lokality). Koncovým jímačem tepla je atmosféra. Zbytkové teplo je za normálního provozu do atmosféry odváděno prostřednictvím chladicích věží (dvě na blok), v havarijních stavech přes parogenerátory a přepouštěcí

stanice do atmosféry nebo přes systém technické vody důležité a chladicí nádrže s rozstříkem (6).

S vnější elektrickou sítí je lokalita spojena dvěma linkami 400 kV a dvěma linkami 110 kV přes rozvodnu Kočín (6).

Řízená štěpná reakce (kritický stav) byla na prvním bloku poprvé dosažena dne 11. 10. 2000, na druhém bloku poprvé dne 31. 5. 2002 (6).

Dispoziční uspořádání ETE – viz Příloha č. 2

Dispoziční uspořádání bloku ETE – viz Příloha č. 3

Principiální schéma I.O a II.O ETE – viz Příloha č. 4

1.4.2 Hlavní charakteristiky EDU

Jednotlivé RB EDU obsahují tlakovodní reaktory VVER 440 (typ V-213č) o výkonu 1375 MWt, resp. 1444 MWt. Bloky byly uvedeny do provozu v letech 1985 – 1987 (7).

Reaktor (resp. aktivní zóna reaktoru) je chlazený a moderovaný vodou primárního okruhu, která je čerpána přes aktivní zónu hlavními cirkulačními čerpadly. Teplo akumulované v chladivu je po průchodu reaktorem v parogenerátorech předáváno vodě sekundárního okruhu. Tlak primárního okruhu je udržován kompenzátozem objemu. Systém chlazení reaktoru (primární okruh) je tvořen šesti smyčkami cirkulačního potrubí s hlavním cirkulačním čerpadlem (HCC) a horizontálním parogenerátorem (PG) s možností oddělení netěsného HCC nebo PG hlavními uzavíracími armaturami a dále systémem kompenzace objemu (7).

Reaktor a hlavní komponenty primárního okruhu jsou umístěny v robustní hermetické zóně - kontejnmentu, který tvoří železobetonová konstrukce s hermetickou oblicovkou, a který je bariérou proti úniku radioaktivních látek do okolí. Kontejnment se nachází uvnitř reaktorové budovy, která nad hlavním podlažím na úrovni 18,9 m pokračuje ocelovou konstrukcí tvořící zastřešení. V reaktorové budově jsou umístěny bazény skladování vyhořelého paliva (BSVP), kam se vyváží vyhořelé palivo z aktivní zóny. Odsud je po snížení zbytkového výkonu průběžně odváženo v kontejnerech CASTOR do MSVP/SVP (7).

Sekundární okruh sestává ze dvou turbogenerátorů pro jeden blok se systémy kondenzace, regenerace, napájecí vody a parovodů. Na sekundární okruh navazují systémy CCHV a systémy technických vod se čtyřmi chladicími věžemi pro HVB, které jsou někdy sumárně označovány jako terciární chladicí systém (7).

Zbytkové teplo je do atmosféry odváděno za normálního provozu přes parogenerátory, hlavní kondenzátory, cirkulační vodu a chladicí věže, během odstávky přes parogenerátory, technologické kondenzátory, systém technické vody důležité a chladicí věže. Odvod tepla ze systému technické vody důležité do atmosféry je realizován samostatným rozvodem této vody v chladicích věžích s přirozeným tahem. Čerpací stanice technické vody důležité je řešena jako samostatný stavební objekt pro dvojblok, celkem jsou tedy dvě čerpací stanice TVD v areálu elektrárny (7).

Aktivní bezpečnostní systémy mají redundanci 3 x 100 % a jsou vzájemně nezávislé a fyzicky oddělené. Pasivní bezpečnostní systémy (hydroakumulátory uvnitř kontejnmentu) mají redundanci 2 x 100 %. Je zajištěna seismická odolnost všech redundantních bezpečnostních systémů, včetně elektrického napájení a systémů řízení a dalších pomocných systémů. Nouzové zdroje systémů elektrického napájení a systémů řízení jsou vzájemně nezávislé, fyzicky oddělené a seismicky odolné (podléhající kvalifikaci jako pro bezpečnostní systémy). Projekt disponuje diverzifikovanými systémy pro zajištění plnění tří základních bezpečnostních funkcí 1) zajištění odstavení reaktoru (podkritičnost), 2) odvod tepla (dochlazení) a 3) zamezení únikům (bariéry a izolace kontejnmentu (7)).

Dispoziční uspořádání EDU – viz Příloha č. 5

Přehledové technologické schéma EDU – viz Příloha č. 6

1.5 Systém organizace havarijní odezvy držitele povolení

Poznámka: Tato kapitola je zpracována dle stavu na ETE koncem roku 2012. S ohledem na postupnou realizaci tzv. Národního akčního plánu lze očekávat dílčí změny v systému havarijní odezvy.

Základním cílem bezpečnosti JE je zabránit nekontrolovaným únikům radioaktivních materiálů, především těch, které jsou vytvářeny v AZ reaktoru.

Pro zajištění tohoto cíle je projekt založen na koncepci tzv. "ochrany do hloubky", která spočívá v principu využití vícenásobných fyzických bariér bránících úniku radioaktivních materiálů (6).

Cílem zvládnutí těžkých havárií je zabezpečení 4. úrovně ochrany do hloubky (zmírňovat následky po vzniku těžké havárie), po selhání 3. úrovně ochrany do hloubky (tj. neúspěchu při prevenci poškození paliva při řízení projektových a nadprojektových událostí (6)).

Na zvládnutí havárií navazuje systém havarijní připravenosti, jehož hlavním cílem je zabezpečení 5. úrovně ochrany do hloubky (zmírňovat radiační následky významných úniků radioaktivních látek (6)).

Fungující systém zvládnutí těžkých havárií je zabezpečen souborem opatření personálního, administrativního a technického charakteru (6).

V personální oblasti se jedná o vytvoření organizace havarijní odezvy a zajištění činností příslušejících jednotlivým funkcím, v administrativní oblasti o zpracování a implementaci příslušných postupů, návodů a instrukcí a v technické oblasti o zabezpečení funkčnosti požadovaného rozsahu technických prostředků pro implementaci strategií a o vytvoření struktury havarijních podpůrných středisek, z nichž personál zajišťuje řízení a provádění zásahů (6).

Vztah mezi bariérami a úrovněmi ochrany do hloubky – viz Příloha č. 7

1.5.1 Havarijní plánování

Systém havarijního plánování je implementován v souladu s požadavky a metodikami IAEA a zároveň jsou zpracovány všechny legislativní požadavky ČR (7).

Havarijní plánování patří mezi základní atributy jaderných elektráren v ČR. Cílem havarijního plánování na JE je zabezpečit technickou, personální a dokumentační připravenost zaměstnanců elektrárny a externích organizací podílejících se na řešení mimořádných událostí s důrazem na:

- snížení rizika vzniku mimořádné události, nebo zmírnění následků mimořádné události v lokalitě JE a v ZHP,

- předcházení vážných zdravotních poškození při mimořádné události (6).

Strategické cíle společnosti ČEZ jsou transformované do stanovených dlouhodobých cílů a úkolů v oblasti havarijního plánování v souladu s politikou bezpečnosti (6).

Strategie havarijního plánování vychází z logického vývoje jakékoliv události na JE. Pro případ vzniku mimořádné události jsou zpracovány pro potřeby řízení a provádění zásahu příslušné zásahové postupy, respektive zásahové instrukce pro zaměstnance, případně další osoby, na vybraných pracovních funkcích zařazených do Organizace havarijní odezvy (OHO (7)).

Procesní schéma OHO – viz Příloha č. 8

Provádění zásahu při vzniku mimořádné události je na JE zabezpečeno v první fázi rozvoje mimořádné události vždy personálem nepřetržitého směnového provozu (IOHO – interní organizace havarijní odezvy), pod řízením SI (6).

V případě, kdy událost svým rozsahem přerůstá nad rámec možností personálu nepřetržitého směnového provozu, začíná druhá fáze (zmírnění následků) a IOHO je doplněna zaměstnanci držícími pohotovost v rámci organizace havarijní odezvy (POHO – pohotovostní organizace havarijní odezvy (6)).

V tomto případě jsou aktivována havarijní podpůrná střediska: Havarijní štáb, Technické podpůrné středisko, Vnější havarijní podpůrné středisko, Havarijní informační středisko a Logistické podpůrné středisko. Odpovědnost za řízení zásahů po aktivaci HŠ přebírá od SI Velitel HŠ (6).

Při vzniku MU je zajištěno bezodkladné vyrozumění o události na SÚJB, KÚ, Krajské ředitelství HZS, na ORP, na TD ČEZ a na Meteostanici (6).

K předání informace se používá vyplněného formuláře „Prvotního oznámení, respektive Následných hlášení o vzniku mimořádné události“. Pro odeslání formulářů se využívá elektronická pošta, popř. fax. Při nemožnosti navázání přímého spojení se SÚJB se používá záložní cesta přes OPIS GRH HZS ČR (6).

Pro potřeby plánování zajištění ochrany obyvatelstva v okolí jaderné elektrárny pro případ vzniku radiační havárie a pro potřebu vypracování vnějšího havarijního plánu je

rozhodnutím SÚJB stanovena zóna havarijního plánování JE (pro ETE území o poloměru 13 km). Pro zabezpečení opatření k přípravě a provedení evakuace obyvatelstva byla dále tímto rozhodnutím stanovena vnitřní část ZHP daná plochou kruhu o poloměru 5 km se zahrnutím obcí na jeho hranici (6).

1.5.2 Obsazení směny a její řízení v podmínkách běžného provozu

Personál nepřetržitého směnového provozu obou bloků ETE (směnový personál) je zařazen do směn. Počet personálu na každé směně a jeho kvalifikace zabezpečuje zvládnutí všech provozních stavů bloků za normálních, abnormálních i havarijních provozních podmínek. Směny jsou pravidelně střídány po osmi hodinách podle směnového harmonogramu tak, aby měl provozní personál dostatečný časový prostor na odpočinek a udržování požadované kvalifikace (školení, výcvik ... (6)).

Směnový personál provádí všechny činnosti podle provozní dokumentace (postupy, instrukce, programy ...), pokrývající normální a abnormální provoz i havarijní podmínky (zahrnují všechny projektové a částečně i nadprojektové události až do poškození paliva (6)).

Ve všech těchto stavech směnový personál řídí a provádí činnosti s možnou podporou ostatního technického personálu JE. V případě vzniku havarijních podmínek s poškozením paliva přechází odpovědnost za řízení činností na personál TPS a HŠ a směnový personál pokračuje v provádění činností podle požadavků TPS a HŠ (6).

Směnový inženýr ETE je odpovědný za provedení klasifikace, vyhlášení MU a provedení aktivace potřebné části organizace havarijní odezvy ETE. V případě potřeby je oprávněn aktivovat část organizace havarijní odezvy i dříve, než jsou naplněna kritéria pro její aktivaci. Během rozvoje MU může SI na základě dalších upřesňujících informací provést změnu klasifikace dle aktuálního stavu (6).

Řízení každého bloku JE (ETE) v případě vzniku mimořádné události je zajišťováno následujícími pracovními funkcemi:

- Vedoucí reaktorového bloku (VRB),
- Vedoucí blokové dozorny (VBD),
- Operátor primárního okruhu (OPO),

- Operátor sekundárního okruhu (OSO (6)).

Základním pracovištěm tohoto personálu je příslušná bloková dozorna. V případě její neobyvatelnosti, respektive ztráty možnosti ovládní blokové technologie, zabezpečují své činnosti z nouzové dozorny (6).

1.5.3 Opatření přijatá k optimalizaci zásahu směnového personálu

Při ohrožení bezpečnosti na bloku nebo na lokalitě nebo při vzniku situace, kterou nelze zvládnout silami směny, vyhláší směnový inženýr jeden ze 3 stupňů mimořádné události:

- MU 1. stupně (Alert),
- MU 2. stupně (Site Emergency),
- MU 3. stupně (General Emergency (7)).

Pro zvládnání mimořádných událostí je vytvořena organizace havarijní odezvy, která má interní součást (IOHO), složenou ze směnového personálu a pohotovostní součást (POHO), složenou ze specialistů technického personálu JE, kteří drží hotovost (v rámci 4 směn (7)).

Hotovost POHO je organizačně zabezpečena tak, že do 20 minut v pracovní době a do 1 hodiny v mimopracovní době od vyhlášení mimořádné události se příslušní specialisté dostaví na pracoviště havarijních středisek. Prostředky pro aktivaci personálu POHO jsou zálohované (6).

Hodnocení odchylek od normálního provozu podle klasifikačního systému podléhá na jaderné elektrárně každá událost významná z hlediska bezpečnosti, která, pokud není řešena, může vést ke vzniku mimořádné události. Klasifikace závažnosti mimořádných událostí vychází z požadavků vyhlášky SÚJB č. 318/2002 Sb. v platném znění, s přihlédnutím k doporučením IAEA v dokumentu TECDOC-955 „Generic assessment procedures for determining protective actions during a reactor accident“ (7).

Účelem klasifikace mimořádných událostí je zejména zajištění včasné aktivace organizace havarijní odezvy a volba vhodné a účinné odezvy (7).

Postup posuzování závažnosti vzniklých mimořádných událostí na jaderných elektrárnách je uveden v příslušných zásahových instrukcích (7).

Posuzování závažnosti vzniklých nahlášených událostí provádí SI porovnáním typu nahlášené události s množinou předem nadefinovaných zásahových úrovní. Klasifikaci MU je oprávněn provést také velitel havarijního štábu. Zásahové úrovně ve své podstatě představují soubor předem určených, místně specifických, iniciačních podmínek, při jejichž dosažení je stav jaderné elektrárny zařazen do příslušného klasifikačního stupně a typu. Zásahové úrovně jsou zpracovány pro všechny provozní režimy jaderné elektrárny. Iniciační podmínkou může být překročení některého ze stanovených parametrů, eventuálně výskyt diskrétních interních a externích událostí, jejichž rozvoj může ohrozit jadernou bezpečnost a radiační ochranu jaderné elektrárny (7).

1.5.4 Typy mimořádných událostí

Včasná identifikace typu vzniklé události a ocenění její závažnosti z hlediska bezpečnosti jaderné elektrárny umožňuje provést volbu přiměřené odezvy. Mimořádné události jsou z hlediska svého vzniku rozděleny do tří základních typů:

- Události z technologických příčin,
- Radiační události,
- Události z jiných rizik (6).

Toto členění zásahových úrovní umožňuje směnovému inženýrovi snadnější identifikaci závažnosti vzniklé mimořádné události zejména ve vazbě na zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany (6).

V případě nahlášení mimořádné události provede SI nejdříve ověření, zda se jedná o radiační mimořádnou událost z netechnologických příčin. Pokud tuto možnost vyloučí, ověřuje, zda došlo k události z technologických příčin, která může vést k poškození ochranných bariér, eventuálně k následnému úniku radioaktivních látek, tj. radiační události z technologických příčin (6).

V případě vyhlášení MU 1. stupně se aktivuje pouze technická součást POHO – technické podpůrné středisko (TPS), v případě vyhlášení MU 2. a 3. stupně se aktivuje i zbývající část - Havarijní štáb ETE (HŠ). Do doby jeho aktivace řídí činnosti směnový inženýr ETE a směnový personál postupuje podle příslušných provozních předpisů (6).

Pracovištěm TPS i HŠ je Havarijní řídicí středisko (HŘS), které je umístěno v areálu ETE. Při vyhlášení MU 2. a 3. stupně se rovněž aktivují tzv. logistické podpůrné středisko (soustředění, stravování a ubytování potřebných specialistů pro řešení havarijní situace), havarijní informační středisko (zajištění styku s novináři a informování veřejnosti) a vnější havarijní podpůrné středisko (zajištění radiačního monitorování v ZHP) se sídlem v Českých Budějovicích. Všechna tato střediska jsou řízena havarijním štábem (6).

Organizační způsob zvládnání mimořádných událostí je stanoven ve Vnitřním havarijním plánu schváleném SÚJB (6).

Pro řešení technologických havárií (až do poškození paliva) jsou zpracovány strategie, které jsou obsaženy v havarijních provozních postupech (EOPs). Pro zmírňování následků havárií po poškození paliva (těžké havárie) jsou zpracovány strategie, které jsou obsaženy v návodech pro řízení těžkých havárií (SAMG). V EOPs je vždy hlavní prioritou obnovení odvodu tepla z AZ a zabránění poškození 1. bariéry proti úniku štěpných produktů (pokrytí paliva), zatímco v SAMG je hlavní prioritou zabránění poškození 3. bariéry proti úniku štěpných produktů (kontejnment), která je v tu chvíli poslední neporušenou bariérou (6).

EOPs a SAMG jsou založeny na symptomatickém přístupu k řízení havarijních situací převzatého od Westinghouse (6).

Vazba mezi stavem bloku, provozní dokumentací a MU – viz Příloha č. 9

Vazby mezi EOPs a SAMG – viz Příloha č. 10

Komunikace TPS a provozního personálu při použití EOPs – viz Příloha č. 11

Komunikace TPS a provozního personálu při použití SAMG – viz Příloha č. 12

1.5.5 Interní organizace havarijní odezvy

Interní organizace havarijní odezvy je tvořena výhradně směnovým personálem, tj. zaměstnanci, kteří zajišťují normální provoz JE. Personál nepřetržité směny zabezpečuje dle pokynů směnového inženýra veškeré činnosti spojené s potlačením projevů vznikající mimořádné události až do doby aktivace zaměstnanců držících v rámci organizace havarijní odezvy nepřetržitou pohotovost (6).

SI v případě vzniku MU je odpovědný za řízení MU až do doby, kdy odpovědnost předá aktivovanému Veliteli HŠ. Jeho činnost se při vzniku MU řídí dle ZI pro SI, ve které jsou uvedeny všechny odpovědnosti a pravomoci. Mezi nejdůležitější patří: posouzení závažnosti MU - klasifikace, zabezpečení vyrozumění a varování personálu JE a varování v ZHP, vyrozumění vedení JE a příslušných orgánů a organizací o vzniku MU, rozhodnutí o aktivaci POHO, rozhodnutí o ochranných opatřeních pro personál JE. Odpovědnost za technologii dál zůstává v kompetenci SI (6).

Personál nepřetržitého směnového provozu (kromě řídicího personálu směny na BD) v případě vyhlášení mimořádné události v závislosti na stupni závažnosti buď nadále vykonává činnosti podle příslušných zásahových instrukcí a pokynů řídicího personálu směny nebo se shromažďuje v případě vyhlášení ochranných opatření v provozním podpůrném středisku v krytu pod provozní budovou odkud na základě pokynů SI nebo HŠ provádí požadované zásahy na technologii nebo vytváří operativní podporu jednotce HZSp při vyprošťovacích a záchranných pracích (6).

Pro potřebu zajištění realizace ochranných opatření shromáždění, ukrytí a evakuace jsou ustanovena krytová a shromažďovací družstva, zabezpečující aktivaci a následný provoz krytů a shromaždišť v areálu JE. Základní povinnosti členů krytových družstev v krytu jsou: řízení režimu v krytu, evidence ukrytých, pořádková služba, obsluha vzduchotechniky, dozimetrické přeměřování osob, obsluha DGS (6). Shromažďovací družstvo řídí činnost na shromaždišti, zabezpečuje tedy pořádkovou službu, evidenci osob, výdej prostředků osobní ochrany, dozimetrické přeměřování osob (6).

1.5.6 Pohotovostní organizace havarijní odezvy

Pohotovostní organizace havarijní odezvy je tvořena personálem havarijních podpůrných středisek držících týdenní nepřetržitou hotovost (6).

Jedná se o následující funkce:

- velitel HŠ,
- vnější podpora,
- administrátor,
- mluvčí HŠ,
- ochrana,
- logistik,
- ekolog,
- vedoucí TPS,

- technolog 1,
- technolog 2,
- řízení zásahů,
- dozimetrista,
- informatik,
- analytik VHPS (13).
- dozimetrista LRKO,
- řidič RMMS2,
- dozimetrista RMMS2,
- zástupce logistika,
- zástupce mluvčího,

Struktura OHO vzájemné vazby a toky informací – viz Příloha č. 13

Havarijní štáb

Havarijní štáb je hlavním řídicím pracovištěm OHO JE. Po své aktivaci zabezpečuje vyhlášení ochranných opatření pro zaměstnance a další osoby nacházející se v areálu JE v době vzniku MU, řízení činností všech zaměstnanců a dalších osob podílejících se na provádění zásahu při potlačování rozvoje a řešení následků MU v JE a zajišťuje komunikaci s vnějšími složkami HP. HŠ zabezpečuje dodávky nezbytného materiálu, speciálních prostředků, střídání personálu a jejich materiálního zabezpečení prostřednictvím logistického podpůrného střediska (6).

Technické podpůrné středisko

Technické podpůrné středisko je profesně obsazené tak, aby mohlo poskytovat kvalifikovanou technickou podporu personálu dozorny postiženého bloku při řešení mimořádných událostí. Personál TPS současně zajišťuje okamžité hodnocení bezpečnostního stavu jaderné elektrárny se zřetelem na jadernou bezpečnost a radiační ochranu, řídí činnost operativně ustanovovaných zásahových skupin při řešení následků mimořádných událostí a je schopen zpracovávat podklady a doporučení pro rozhodovací a řídicí činnost havarijního štábu. V případě požadavku SI nebo velitele HŠ může být vyžádána podpora pro personál TPS dalšími specialisty (6).

Vnější havarijní podpůrné středisko

VHPS zabezpečuje činnosti spojené s radiačním monitorováním a hodnocením radiační situace v zóně havarijního plánování a na základě výsledků radiačního monitorování i prognózy dalšího vývoje radiační situace (6).

Havarijní informační středisko

Personál havarijního informačního střediska zajišťuje v případě vzniku mimořádné události předávání veškerých informací masmédiím a zodpovídání dotazů veřejnosti. Jeho činnost je zaměřena zejména na informování laické veřejnosti a orgánů státní správy a samosprávy bezprostředně nezapojených do systému vnější havarijní připravenosti jaderné elektrárny. Zodpovídá za přípravu tiskových zpráv pro sdělovací prostředky. Havarijní informační středisko je umístěné v areálu Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (6).

Logistické podpůrné středisko

Personál logistického podpůrného střediska zajišťuje potřebné materiálně technické prostředky a kvalifikované lidské zdroje dle požadavků a potřeb HŠ, technického podpůrného střediska a vnějšího havarijního podpůrného střediska. Logistické podpůrné středisko představuje vnější podporu OHO. Logistické podpůrné středisko je umístěné v areálu Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (6).

1.5.7 Systém vnější havarijní odezvy

Zabezpečení externí podpory a případné použití dalších kapacit, zdrojů a prostředků řídí v HŠ funkce Logistik, ve spolupráci s logistickým podpůrným střediskem. Pro výpomoc s dopravou, či těžkou technikou je nastavena možnost požádat OPIS HZS JčK, který má pravomoc v rámci IZS vyzvat další složky a organizace k pomoci při zvládnutí následků MU. V rámci celé skupiny ČEZ je nastavena pomoc prostřednictvím krizového štábu ČEZ pro postiženou lokalitu. V rámci tohoto orgánu by byla zajišťována dostupnost externích specialistů (dodavatelé, expertní znalosti, zahraniční pomoc, atp.). Nejúčinnější pomoc se předpokládá z lokality EDU (6).

Na zajištění vnější HP JE se podílí celá řada orgánů a organizací jak na národní, tak lokální úrovni. Při výskytu MU a následném řešení vzniklé MU komunikuje JE s následujícími vnějšími orgány a organizacemi na národní i lokální úrovni (6).

Vyrozumění vnějších orgánů při vzniku MU – viz Příloha č. 14

Zajištění vnější havarijní připravenosti JE – viz Příloha č. 15

SÚJB - Krizový štáb

Krizový štáb SÚJB zabezpečuje prostredníctvom radiačnej monitorovacej siete České republiky nezávislé hodnotenie radiačných projevů vzniklé radiačnej mimořádné události. Na základě výsledků monitorování jednotlivých složek monitorovacej siete České republiky poskytuje podklady pro rozhodování Krizového štábu kraje o opatřeních k ochraně obyvatelstva (6).

Krajský úřad

Krajský úřad zabezpečuje koordinaci vnější havarijní připravenosti všech ORP, jejichž území zasahuje do ZHP. Hejtman příslušného kraje řídí ve spolupráci se starosty dotčených ORP veškeré činnosti spojené se zajištěním vnější havarijní připravenosti v celé ZHP a rozhoduje o vyhlášení a realizaci opatření na ochranu obyvatelstva. Jako poradní orgán mu slouží Krizový štáb kraje. Vyhlášení neodkladných ochranných opatření provádí na základě doporučení Krizového štábu SÚJB, zpracovaných výsledků radiačního monitorování a dalších podkladů poskytovaných jednotlivými složkami radiační monitorovacej siete (6).

Provozovatel poskytuje, v případě radiační havárie na jaderné elektrárně, krizovému štábu kraje prostřednictvím havarijního štábu potřebnou součinnost, data a informace nezbytné pro posouzení závažnosti vzniklé situace. Pro zajištění součinnosti odesílá Jaderná elektrárna do Krizového štábu kraje svého zástupce (6).

Obce s rozšířenou působností

Starostové dotčených obcí s rozšířenou působností rozhodnou o svolání krizových štábů obce a řídí vyhlášení a realizaci ochranných opatření na dotčeném území ORP. Při řízení těchto činností vychází z Vnějšího havarijního plánu. Ochranná opatření vyhláší po předcházejícím projednání s krizovým štábem kraje, který zajišťuje vzájemnou koordinaci zpráv a informací předávaných mezi jednotlivými obcemi s rozšířenou působností, SÚJB a Jadernou elektrárnou. Tento postup slouží k zajištění provázanosti vyhlášených ochranných opatření na území spadající pod správu jednotlivých obcí s rozšířenou působností (6).

Hasičský záchranný sbor

Hasičský záchranný sbor zabezpečuje na základě pokynu z jaderné elektrárny varování obyvatelstva v zóně havarijního plánování pomocí sirén ovládaných prostřednictvím národního integrovaného systému varování a dále zabezpečuje odvysílání příslušných rozhlasových a televizních relací u České televize a Českého rozhlasu. HZS kraje pro ČEZ, a. s. rovněž zabezpečuje vyrozumění dotčených obcí s rozšířenou působností prostřednictvím krajského operačního a informačního střediska HZS (v souladu s vyhláškou č. 318/2002 Sb. v platném znění). Hasičský záchranný sbor dále řídí IZS a disponuje technickými prostředky pro podporu zvládnání mimořádných událostí na jaderné elektrárně (6).

Český hydrometeorologický ústav

Český hydrometeorologický ústav zabezpečuje pro jaderné elektrárny vyhodnocování aktuální meteorologické situace a zpracování prognóz dalšího vývoje. Výstupy základních meteorologických údajů nezbytných pro ocenění potenciálního nebo skutečného šíření radioaktivních úniků v okolí JE předává do příslušných informačních sítí JE (6).

Policie a bezpečnostní služba

Policie a bezpečnostní služba spolupracují při vyrozumění obyvatelstva v zóně havarijního plánování, organizaci evakuace, dopravní situace, střežení objektů atd. (6).

Zdravotnická záchranná služba (Traumatologický plán)

V prostorách ETE je zdravotnická péče zabezpečena souběžně lékařem závodní preventivní péče se zdravotní sestrou (v pracovní době) a skupinou rychlé zdravotnické pomoci (nepřetržitá pohotovost 7 dní v týdnu 24 hod. denně). Skupina rychlé zdravotnické pomoci je tvořena středním zdravotním pracovníkem – záchranářem ZZS JčK a řidičem – záchranářem HZSp (13).

1.6 Dokumentace OHO

Havarijní připravenost je jedním z procesů ČEZ, a. s. řízených a zajišťovaných pod jadernou legislativou (vyžaduje prokázání schopnosti řídit a zajišťovat havarijní připravenost JE, jako nezbytné podmínky pro získání povolení k provozu JZ).

1.6.1 Řídící dokumentace

Řídící dokumentace jsou dokumenty, které jsou nástrojem řízení strategického a vyššího managementu, respektive projektových manažerů. Procesní řídicí dokumenty popisují, jak se řídí systém, útvar, skupina procesů, projekt či proces. Stanovují odpovědnosti a delegují pravomoci shora dolů. Operativní řídicí dokumenty obsahují časově omezené požadavky či postupy, rozhodnutí a ukládají úkoly v liniové, procesní nebo projektové struktuře (13).

Vzhledem k tomu, že bezpečnostní požadavky havarijní připravenosti se dotýkají prakticky všech oblastí řízení, je každý pracovník zodpovědný za dodržování požadavků havarijní připravenosti v rozsahu své působnosti v JE.

Odpovědnost za havarijní připravenost JE zůstává na držiteli povolení k provozu jaderného zařízení, kterým je ČEZ, a. s.

Havarijní připravenost JE je komplexní systém, který popisuje řada řídicích dokumentů. Pro názornost uvádím několik příkladů, samozřejmě bez nároku na úplnost:

- PRGR - Příkaz generálního ředitele (např.: Politika bezpečnosti a ochrany životního prostředí, Politika kvality řízení),
- PA - Pravidla (např.: Organizační řád ČEZ, a. s.),
- SD - Sdílená dokumentace (např.: Havarijní připravenost JE),
- SM - Směrnice (např.: Havarijní připravenost JE),
- ST - Standard (např.: Havarijní připravenost JE),
- PP - Postup (např.: Organizační zabezpečení HP, Technické zabezpečení HP, Řízení a provádění zásahů),
- ZI - Zásahová instrukce ETE (např.: ZI – SI, ZI - Velitel HŠ, ZI - Vnější podpora, ZI - Mluvčí HŠ (ETE), ZI - Řízení zásahů...(13)).

1.6.2 Provozní dokumentace

Při řízení nebo vykonávání různých činností na technologickém zařízení se používá tzv. provozní dokumentace (13).

Provozní dokumentace je skupina dokumentů, zahrnující PP a jejich změny formou revize, dočasné změny PP a operativní programy. Celkový přehled o všech položkách provozní dokumentace (aktuální i historie) je k dispozici v ISSPD (13).

Místní provozní předpis je řízený dokument předepisující způsob provozování uceleného souboru zařízení, bloku, systému. Obsahem MPP jsou popisy příslušných systémů, komponent a jejich provozních režimů a popisy, kterými jsou předepsány činnosti personálu, manipulace a operace při obsluze systémů pro uvedení technologie do určitého, předem definovaného stavu (13).

Kategorizace MPP z hlediska JB

Z hlediska JB jsou místní provozní předpisy rozděleny do tří kategorií.

Kategorie 1 - provozní předpisy s bezprostředním vlivem na JB.

Patří sem MPP schvalované SÚJB. MPP může být platný nejdříve až po schválení SÚJB – vydáním rozhodnutí a vzdáním se práva rozkladu a/nebo nabytím právní moci rozhodnutí. Pro stanovení účinnosti MPP platí rozhodnutí SÚJB.

Kategorie 2 - provozní předpisy důležité z hlediska JB.

Patří sem MPP vyžadované jadernou legislativou, MPP pro řízení, ovládání, zkoušky a kontroly systémů důležitých z hlediska JB. Tyto předpisy musí být předávány – distribuovány na SÚJB a doporučovány ke schválení zaměstnanci z útvaru jaderná bezpečnost ETE.

Kategorie 3 - provozní předpisy nedůležité z hlediska JB.

Patří sem všechny ostatní MPP nezařazené do kategorie 1 nebo 2. Tyto předpisy nemusí být předávány SÚJB. Jsou na SÚJB distribuovány pouze v případě, že si je sám vyžádá/vyžádal (13).

Zařazení MPP do kategorií určuje vedoucí útvaru JB ETE. Přehled jednotlivých MPP se zařazením do kategorií je uveden v Matici MPP (13).

Používání řízených dokumentů

Při provádění veškerých činností, pro něž jsou potřebné řízené dokumenty, se dbá zejména na to, aby se používala platná dokumentace; použití neschválené nebo neplatné dokumentace je nepřipustné (13).

Provozní dokumentace patří mezi nejdůležitější řízené dokumenty z hlediska zajištění bezpečnosti. Proto jsou pro ni závazně stanoveny způsoby používání, vycházející z definic úrovní používání. Stanovení způsobu používání Provozní dokumentace nijak nesnižuje její závaznost. Každý dokument je závazný ve v něm stanoveném rozsahu a uživatel dokumentu je zodpovědný za splnění všech v něm definovaných povinností (13).

Definice úrovní používání Provozní dokumentace

U Provozní dokumentace rozeznáváme čtyři typy úrovní používání:

- nepřetržité používání se záznamem,
- nepřetržité používání,
- používání pro ověření,
- informativní používání (13).

U některé Provozní dokumentace může být v různých částech dokumentu použita různá úroveň používání. V tomto případě je příslušný dokument označen jako smíšené používání s vyznačením nejvyšší použité úrovně používání (13).

Dělení provozní dokumentace

Provozní dokumentaci lze dělit i jinak, například na celoblokové a systémové předpisy. Celoblokové předpisy pak lze rozdělit na předpisy pro normální, abnormální provozní a havarijní provozní stavy (13).

Provozní dokumentace zahrnuje i Limity a podmínky, Administrativní postup a Operativní program. Pro provozní dokumentaci se též používá označení místní provozní předpis (13).

1.7 Ověřování havarijní připravenosti

Ověřování havarijní připravenosti je řídicí proces, jehož cílem je zajistit periodické ověřování havarijní připravenosti JE v ČEZ, a. s., tak, aby byla naplněna ustanovení vyhlášky SÚJB č. 318/2002 Sb. v platném znění. Vedlejším cílem je získání relevantních dat, na jejichž základě lze určit aktuální stav havarijní připravenosti a porovnat ho s požadovanou úrovní (13).

Nástroje ověřování havarijní připravenosti:

- Havarijní cvičení,
- Kontroly prostředků HP,
- Kontroly dodržování zásad HP (13).

1.7.1 Havarijní cvičení

Roční plán HC zpracovává útvar havarijní připravenosti. V plánu je uveden rozsah havarijního cvičení a přibližný termín jeho realizace. Tento dokument schvaluje na svém pravidelném jednání ZHŠ a je předáván na SÚJB nejpozději do konce předcházejícího kalendářního roku (13).

Návrh termínů cvičení je rozložen podle aktuálního počtu cvičení, požadavků právních předpisů a potřeb OHO rovnoměrně v průběhu kalendářního roku. Stanovení termínu HC vychází z možností simulátoru, viz roční harmonogram výcviku a z plánu odstavek JE. Konkrétní datum HC stanoví velitel HŠ příslušné směny, na které se cvičení realizuje (13).

Scénář HC obsahuje: organizační opatření, technologický scénář a scénář konkrétních činností. Technologický scénář je vytvořen ve spolupráci s odbornými útvary, organizační opatření a scénář konkrétních činností zpracovává útvar HP (13).

Z každého HC se zpracovává tzv. Závěrečný protokol z HC, který se vytváří na základě podkladů získaných účastníky cvičení (kontrolní list, deníky...) a od rozhodčích. Protokol obsahuje zjištěné nedostatky a závady včetně stanovených nápravných opatření (13).

Závěrečné protokoly z havarijních cvičení schvaluje ZHŠ. Plnění úkolů, které jsou uvedeny v těchto protokolech, sleduje ZHŠ (13).

Závěrečný protokol z havarijního cvičení MU 3. stupně se předává na SÚJB do dvou měsíců po vyhodnocení havarijního cvičení. Závěrečné protokoly z havarijních cvičení MU 1. nebo 2. stupně se na SÚJB nepředávají, jsou součástí souhrnného zhodnocení provedených havarijních cvičení (13).

1.7.2 Kontrola prostředků HP

Útvar HP ve spolupráci se správci zařízení provádí kontroly technických prostředků HP. Rozsah, způsob provedení a perioda kontrol technických prostředků HP je stanovena formou ME (13).

Kontroly mohou být fyzické i funkční. Skutečnosti zjištěné o stavu technických prostředků se zaznamenávají do protokolu a v případě potřeby se stanoví nápravná opatření a termín jejich realizace. V protokolu je uveden útvar, který zodpovídá za realizaci nápravných opatření (13).

Jedná se zejména o kontrolu technických prostředků systémů vyrozumění orgánů státní správy, varování obyvatelstva a SVV personálu JE (13).

1.7.3 Kontrola dodržování zásad HP

Garant procesu (útvar HP) zajišťuje kontrolu dodržování zásad havarijní připravenosti náhodnými kontrolami u útvarů ČEZ, a.s. a dodavatelů. Je kontrolováno uložení a stav distribuované dokumentace havarijní připravenosti, uložení a stav havarijních ochranných pomůcek včetně antidot, vyvěšení pokynu pro opatření pro případ vyhlášení MU (13).

Protokol z kontroly dodržování zásad HP obsahuje nálezy a seznam nápravných opatření s termínem odstranění. Protokol je doplněn o vyjádření vedoucího kontrolovaného útvaru/dodavatele (13).

Závady nalezené při kontrole dodržování zásad HP musí být odstraněny ve stanoveném termínu (13).

2 HYPOTÉZA A METODIKA

2.1 Hypotéza

Srovnáním výsledků zátěžových testů by mělo být možné ukázat, zda je systém havarijní odezvy na obou našich JE vzájemně porovnatelný a na srovnatelné úrovni i přesto, že obě elektrárny používají generačně rozdílnou technologii.

Na základě tohoto rozboru se pokusím podpořit, či vyvrátit tvrzení, že systém havarijní odezvy našich JE je odpovídající současným standardům.

Dále je nutné zdůraznit, že provozovatel obou našich elektráren je stejný a použitá technologie je v principu analogická, protože se jedná o elektrárny stejné koncepce (VVER; PWR) a proto lze předpokládat, že mezi oběma elektrárnami bude probíhat intenzivní spolupráce a výměna zkušeností z různých oblastí provozu.

2.2 Metodika

Základním předpokladem pro vypracování úvodní části této práce je shromáždění relevantních podkladů. Z toho důvodu byla důležitou částí práce literární rešerše, bez které by nebylo možné formulovat základní pojmy z oblasti havarijní připravenosti a jaderné bezpečnosti.

Nedílnou součástí sběru informací byly konzultace s pracovníky JE, zejména ETE.

Seznámení se základními parametry a konstrukčními prvky EDU, respektive ETE, bylo podmínkou pro další práci s výsledky zátěžových testů.

V poslední části je provedeno kritické srovnání výsledků zátěžových testů obou našich elektráren. Srovnání výsledků EDU a ETE v hodnocených oblastech je provedeno formou tabulek. Tato forma byla zvolena, protože lze předpokládat, že držitel povolení přistoupí na obou lokalitách ke zpracování testů jednotným přístupem a případné rozdíly budou při přímém srovnání textů dobře patrné.

Svá zjištění budu dále konfrontovat s doporučeními tzv. Národního akčního plánu. Na závěr se pokusím zdůraznit význam havarijní připravenosti na základě nálezů a doporučení japonské parlamentní komise pro vyšetřování fukushimské jaderné havárie.

3 VÝSLEDKY

Tato kapitola je zpracována na základě závěrečných zpráv o zátěžových testech našich JE a zaměřuje se na jejich přímé srovnání v jednotlivých hodnocených oblastech.

Jednotlivá bezpečnostní kritéria sledovaná v zátěžových testech jsou porovnána pomocí tabulek, ve kterých jsou přímo srovnávány texty z obou závěrečných zpráv. U jednotlivých kapitol se pokouším formulovat svůj vlastní závěr a v případě potřeby doplnit další podpůrné informace.

Zajímavým vedlejším efektem přímého srovnání textu obou zpráv je zjištění, nakolik se mohou texty vypracované pro obdobná zařízení dle stejné metodiky lišit, byť jsou zjevně vypracovány v úzké spolupráci.

3.1 Robustnost vůči zemětřesení

Tabulka č. 1 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči zemětřesení

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
Na území ČR se nenachází žádné tektonické struktury, které by umožňovaly vznik silných zemětřesení. V lokalitě EDU nemůže s 95% pravděpodobností dojít k zemětřesení vyššímu než 6°MSK-64 (PGA hor = 0,06 g (7)).	Na území ČR se nenachází žádné tektonické struktury, které by umožňovaly vznik silných zemětřesení. V lokalitě ETE nemůže s 95% pravděpodobností dojít k zemětřesení vyššímu než 6,5°MSK-64 (PGA hor = 0,08 g (6)).
Reálná odolnost SSK je vyšší, takže existuje bezpečnostní rezerva na zbývající 5% neurčitost (7).	SSK důležité z hlediska plnění bezpečnost. funkcí jsou odolné min. hodnoty 7°MSK-64 (PGA hor = 0,1 g), takže existuje bezpečnost. rezerva na zbývající 5% neurčitost (6).
Výsledek výpočtu ukazuje, že pro lokalitu EDU je výskyt vyššího zemětřesení než 6°MSK-64 velmi nepravděpodobný a projektová hodnota MVZ (PGA hor = 0,1 g) je pro EDU adekvátní (7).	Výsledek výpočtu ukazuje, že pro lokalitu ETE je výskyt vyššího zemětřesení než 6,5°MSK-64 velmi nepravděpodobný a projektová hodnota MVZ (PGA hor = 0,1 g) je pro ETE adekvátní (6).

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>V současnosti probíhá na všech blocích zodolnění bezpečnostně významných zařízení a stavebních konstrukcí na hodnotu špičkového zrychlení podloží $PGA = 0,1g$ (maximální výpočtové zemětřesení, MDE/SL2/SSE).</p> <p>Aktuálně již více než 90% (mj. veškerá technologie) bezpečnostně významného zařízení má vyhovující kvalifikační dokumentaci prokazující seismickou odolnost a na ostatních zařízeních (část elektro a SKŘ) se práce na realizaci modifikací dokončují (7).</p>	<p>Pro ETE byla provedena analýza rizika seismických událostí, v rámci které byla provedena analýza seismické odolnosti objektů a vybraného zařízení ETE.</p> <p>Z výsledků analýzy seismické odolnosti objektů a vybraného zařízení ETE vyplývá, že odolnost všech bezpečnostně významných zařízení i stavebních objektů, v nichž jsou umístěna, výrazně překračuje hodnotu $PGA_{hor} = 0,1 g$ stanovenou pro MVZ.</p> <p>Rozdíly v odolnosti jednotlivých SSK jsou individuální, nicméně přispívají k dalšímu zvýšení bezpečnostní rezervy pro zajištění bezpečnost. funkcí. Bloky ETE jsou vybaveny seismickým monitorovacím systémem.</p> <p>Pro jednotlivé úrovně zemětřesení jsou rovněž stanoveny příslušné zásahové úrovně pro vyhlášení mimořádné události a aktivaci OHO.</p> <p>Personál JE je dostatečně kvalifikovaný a vycvičený k provádění hodnocení poškození zařízení po seismické události.</p> <p>Vyhodnocení historických dat i dlouhodobé monitorování ukazuje, že lokalita ETE je seismicky velmi klidná.</p> <p>Výsledky ze sítě detailního seismického rajónování rovněž dokládají správnost celkového seismického hodnocení lokality ETE a dostatečnou odolnost a rezervy vůči následkům projektových i nadprojektových seismických událostí (6).</p>

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)	
Závěr:		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pravděpodobnost vzniku zemětřesení přesahující projektovou odolnost stavebních objektů, technologických systémů a konstrukcí je prakticky zanedbatelná. ➤ Výsledky šetření jsou pro obě lokality prakticky identické. ➤ Projektová odolnost ETE vůči zemětřesení je nepatrně vyšší, což je dáno zejména rozdílnou konstrukcí HVB a zvoleným systémem potlačení tlaku po případném úniku z I.O. (Pozn.: <i>Plnotlaký kontejnment versus tzv. systém boxu s barbotážní věží.</i>) Konstrukční rozdíly jsou poplatné době vzniku projektů a aktuálním provozním zkušenostem. (Pozn.: <i>kontejnmenty se začaly masivně používat až po havárii v TMI</i>) ➤ Je velmi pravděpodobné, že nedojde k dalším změnám v projektu, provozní dokumentaci, případně v systému havarijní odezvy. 		
Vysvětlivky a komentáře:		
Pro ETE jsou uvažovány dvě úrovně zemětřesení a to MVZ (maximální výpočtové zemětřesení) a projektové zemětřesení, přičemž projektové zemětřesení = 0,5 x MVZ.		
Pro lokalitu JE Temelín jsou pro zemětřesení stanoveny následující základní parametry:		
Parametr	Projektové zemětřesení	MVZ
Četnost výskytu	1 x za 10 ² let	1 x za 10 ⁴ let
Stupeň MSK-64	6° MSK-64	7° MSK-64
PGA horizontální	0,050 g	0,10 g
PGA vertikální	0,035 g	0,07 g
MSK – Medveděv, Sponheuer, Kárník		
Hodnocení zemětřesení podle stupnice MSK-64:		
1° - zaznamenají pouze seizmogramy, 2° - pozorováno jen některými osobami v naprostém klidu, 3° - pocítí část obyvatelstva, 4° - pocítí část obyvatelstva, jako když přejede těžký nákladní vůz, 5° - probudí se mnoho lidí, skřípe nábytek a veřeje, 6° - trhliny v omítce, 7° - trhliny v omítce, ve stěnách a komínech, 8° - řítí se komíny, římsy, štíty; velké trhliny ve zdech, 9° - řítí se stěny a střechy budov, 10° - řítí se mnoho budov, objevují se pukliny v zemi, 11° - velké sesuvy, velké pukliny v zemi, 12° - změny tvaru povrchu (13).		

Zdroj: vlastní konstrukce

3.2 Robustnost vůči záplavám

Tabulka č. 2 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči záplavám

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>Lokalita EDU není ohrožena zatopením z přírodních povodní. Areál elektrárny se nachází na náhorní plošině v nadmořské výšce 383,5 - 389,10 m n. m., přičemž hlavní stavební objekty, ve kterých jsou umístěna bezpečnostně významná zařízení, leží na horní hranici tohoto intervalu (7).</p>	<p>Lokalita ETE nikdy nebyla a ani v současné době není ohrožena zátopami z vodních toků. Hlavní objekty ETE, ve kterých jsou umístěna zařízení důležitá z hlediska jaderné bezpečnosti, jsou na kótě 507,30 m n.m., což je 135 m nad hladinou VD Hněvkovice na řece Vltavě (6).</p>
<p>Nejbližší položená vodoteč je řeka Jihlava, využívaná i jako zdroj technologické přídavné vody pro elektrárnu. Soustava vodních nádrží Dalešice - Mohelno na řece Jihlavě nemůže ohrozit bezpečnost EDU, ani při extrémních povodních, ani při protržení hrází obou vodních děl. Proti proudu řeky umístěná vodní nádrž Dalešice (vzdálenost cca 4 km od elektrárny, výška hráze 88 m) má korunu hráze na kótě 384,00 m n. m., a maximální hladinu vody (při přelivu v důsledku povodní) na úrovni 381,50 m n. m. Cca 2 km směrem po proudu řeky je umístěna vodní nádrž Mohelno, s korunou hráze na kótě 307,15 m n. m. s maximální hladinou vody (při přelivu hráze) 303,30 m n. m., tzn. o cca 80 m níže než stavební objekty EDU (7).</p>	<p>Pro ETE bylo provedeno ocenění bezpečnosti i s ohledem na potenciální protržení hrází vodních nádrží na horním toku Vltavy (Lipno I na Vltavě a Římov na Malši). V profilu Hněvkovice bude v případě poškození nádrže Lipno I průtok cca 10 000leté vody. Při 10 000leté vodě bude v profilu Hněvkovice dosaženo hladiny, která způsobí zatopení převážné části čerpací stanice pro doplňování surové vody do ETE, což znemožní standardní provoz zásobování surovou vodou ETE a bude nutné odstavení obou bloků ETE.</p> <p>Na ETE jsou však dostatečné zásobní objemy vody pro vychlazení bloků do studeného stavu. Při dosud největších povodních v roce 2002 byla v profilu Hněvkovice dosažena hladina, která odpovídá max. kótě uvažované na tomto VD. Převedení vody přes hráz VD Hněvkovice probíhalo standardním způsobem a na čerpací stanici pro ETE ani na VD nebyly zjištěny žádné výrazné škody (6).</p>

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>Roční chod srážek je v dlouhodobém průměru charakterizován nejvyššími úhrny srážek v letních měsících, s maximem v červnu (70 mm) a nejnižšími úhrny v měsících zimních s minimem v lednu (21 mm (7)).</p>	<p>Stavební objekty ETE jsou projektovány jako odolné proti zaplavení i při maximálním jednodenním srážkovém úhrnu, při kterém se vystaví hladina maximální výšky 88,1 mm při 10 000leté srážce v případě, že kanalizační systém je zcela vyřazen z činnosti (6).</p>
<p>Kanalizační síť je navržena jako větvená soustava, která zajišťuje odvod dešťové vody gravitačním způsobem z plochy cca 80 ha a před areálem EDU se napojuje do výsledného dešťového kanalizačního sběrače. Reálné jednodenní úhrny přívalových dešťových srážek odpovídají vytvoření hladiny 77 mm na lokalitě EDU (100letý úhrn dešťových srážek). Stavební objekty EDU jsou přitom projektovány jako odolné proti zaplavení až do maximální výšky 115 mm (celkový úhrn dešťových srážek za 24 hodin při 10 000letém maximu). Rozdíl těchto hodnot dává zhruba 30% bezpečnostní rezervu.</p> <p>Na lokalitě je navíc k dispozici mobilní technika HZSp, která je uzpůsobena pro odčerpávání lokálních záplav nad hodnotami 10 000letých maxim (7).</p>	<p>Pro lokalitu ETE je inherentně vyloučena zátopa z vodních toků a stavební objekty ETE jsou vyprojektovány jako odolné proti zaplavení i při extrémní dešťové srážce. Na lokalitě je navíc k dispozici mobilní technika HZSp, která je uzpůsobena pro odčerpávání lokálních záplav nad hodnotami 10 000letých maxim (6).</p>
<p>Základními projektovými opatřeními proti zaplavení bezpečnostně významné technologie dešťovými srážkami je lokalizace areálu elektrárny s gravitačním odvodem dešťové vody z plochy cca 80 ha, dostatečně dimenzovaná dešťová kanalizace, výšková dispozice vchodů, vjezdů a vrat vzhledem</p>	<p>Zatopení objektů důležitých pro bezpečnost ze systému gravitační dešťové kanalizace při jeho pravidelné údržbě není možné ani při výskytu extrémních srážek. ETE je z hlediska odtoku zastavěna kaskádovitě, kde objekty důležité z hlediska jaderné bezpečnosti jsou umístěny na nejvyšší kótě s klesající tendencí k okraji</p>

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
k okolnímu terénu a spádování přilehlých komunikací (7).	lokality, která umožňuje přirozený gravitační odtok i při výpadku dešťové kanalizace (6).
<p>Závěr:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Na žádné z lokalit nehrozí zaplavení areálu elektrárny z říčních toků. ➤ Obě elektrárny jsou díky svému umístění velmi odolné proti zaplavení srážkovou vodou. ➤ Pro zajištění vysoké míry odolnosti proti zaplavení srážkovou vodou je nutná pravidelná údržba kanalizačních systémů. ➤ Nelze vyloučit provedení dílčích stavebních úprav bezpečnostně významných objektů proti zatečení srážkové vody z dlážděných ploch a komunikací (na ETE již byly některé dílčí úpravy provedeny). ➤ Pozornost by měla být věnována i zaplavení technologie v důsledku případných masivních netěsností terciárních chladicích systémů. ➤ Je nutno věnovat patřičnou pozornost údržbě dešťových svodů. 	
<p>Vysvětlivky a komentáře:</p> <p><i>Dešťová kanalizace ETE – viz Příloha č. 16</i></p>	

Zdroj: vlastní konstrukce

3.3 Robustnost vůči ostatním klimatickým jevům

Tabulka č. 3 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči ostatním klimatickým vlivům

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
Parametry klimatických jevů pro lokalitu EDU vychází ze statistického zpracování ročních extrémů hodnot relevantních meteorologických veličin, naměřených v období alespoň 30 let v lokalitě EDU nebo na meteorologických stanicích v okolním regionu (7).	Robustnost vůči ostatním klimatickým podmínkám Zatížení přírodními jevy vychází ze statistického zpracování datových řad minimálně 30letého období měření těchto událostí v oblasti ETE nebo v oblasti s obdobným rázem krajiny (6).
	V případě projektového zatížení klimatickými účinky je uvažována opakovatelnost výskytu jevu jednou za 100 let (6).

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
	Pro extrémní výpočtové zatížení klimatickými účinky je uvažována opakovatelnost výskytu jednou za 10 000 let (6).
Některé dílčí odchylky reálné odolnosti vybraných budov od požadovaných hodnot odolnosti při extrémním zatížení (které však nemohou ohrozit zajištění bezpečnostních funkcí) řeší v současné době dokončovaný projekt seismické dokvalifikace bezpečnostně významných zařízení a stavebních konstrukcí (7).	Účinku extrémního výpočtového zatížení musí odolat objekty 1. seismické kategorie takovým způsobem, aby neohrozily funkci systémů důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti. Ostatní objekty jsou zatěžovány projektovou úrovní. Reálné odolnosti objektů 1. seismické kategorie jsou vyšší než vypočítané hodnoty odolnosti při extrémním zatížení (6).
Konkrétní hodnoty odvozených extrémů klimatických podmínek v lokalitě EDU, včetně příslušných hodnot projektového a extrémního zatížení budov (s výjimkou dešťových srážek) jsou uvedeny v tabulce č.4 (7).	Konkrétní hodnoty odvozených extrémů klimatických podmínek v lokalitě ETE pro projektovou úroveň a extrémní výpočtové zatížení (s výjimkou dešťových srážek) jsou uvedeny v tabulce č.5 (6).
<p>Závěr:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ V lokalitě ETE hrozí nepatrně silnější poryvy větru, naopak v lokalitě EDU může dojít k většímu spadu sněhu. ➤ Seismicky odolné budovy by měly být odolné vůči předpokládané klimatické zátěži. ➤ Na EDU probíhá dodatečná seismická kvalifikace seismické odolnosti vybraných stavebních konstrukcí. Rozdíly v příslušné projektové dokumentaci jsou poplatné době vzniku projektu a aktuálním provozním zkušenostem v době výstavby bloků. 	

Zdroj: vlastní konstrukce

Tabulka č. 4 – Extrémní klimatické jevy pro lokalitu EDU

Událost (klimatický jev) / parametr	Doba návratu 100 let		Doba návratu 10 000 let	
	Hodnota	Zatížení	Hodnota	Zatížení
Nárazový vítr / rychlost	46,2 m/s	0,69 kN/m ²	60,6 m/s	1,26 kN/m ²
Sníh / přepočtený vodní sloupec	109,0 mm	1,09 kN/m ²	195,0 mm	1,95 kN/m ²
Maximální teplota / abs. max. / rok	39,0 °C	-----	46,2 °C	-----
Minimální teplota / abs. min / rok	- 30,8 °C	-----	- 46,7 °C	-----

Zdroj: (7)

Tabulka č. 5 – Extrémní klimatické jevy pro lokalitu ETE

Událost (klimatický jev) / parametr	Projektová úroveň (doba návratu 100 let)	Extrémní výpočtové zatížení (doba návratu 10 000 let)
Extrémní vítr / rychlost	49 m/s	68 m/s ¹⁾
Sníh / náhradní vodní sloupec	92 mm	157 mm
Maximální teplota / okamžitá hodnota	39,0 °C	45,6 °C
Minimální teplota / okamžitá hodnota	- 32,3 °C	- 45,9 °C

¹⁾ zahrnuje i tornáda stupně F2

Zdroj: (6)

Lokalita ETE není ohrožena účinky extrémních klimatických podmínek.

3.4 Robustnost vůči ztrátě elektrického napájení

Tabulka č. 6 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči ztrátě elektrického napájení

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
Zdroje elektrického napájení EDU zajišťují dostatečnou projektovou robustnost i míru zajištění bezpečnosti při vnější ztrátě elektrického napájení. Jsou projektově řešeny s vysokou mírou nezávislosti, vzájemného zálohování i redundance (pracovní a rezervní zdroje vlastní spotřeby, nouzové zdroje střídavého i stejnosměrného napájení,	Zdroje elektrického napájení ETE zajišťují dostatečnou projektovou robustnost i míru zajištění bezpečnosti při vnější ztrátě elektrického napájení. Jsou projektově řešeny s vysokou mírou vzájemné nezávislosti pracovních a rezervních zdrojů vlastní spotřeby, dále pak redundancí systémů zajištěného napájení, které napájí

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
tzv. systémy zajištěného napájení – SZN, které napájí bezpečnostně významné systémy a komponenty (7).	bezpečnostně významné systémy a komponenty a disponují vlastními nouzovými zdroji (DG a akubaterie (6)).
	Napájení vlastní spotřeby je řešeno blokově, čímž je uvnitř ETE zabráněno šíření elektrických poruch (6).
Při provozu bloku na výkonu existuje vyšší projektová odolnost vůči ztrátě elektrického napájení (dodatečné bariéry ochrany do hloubky), než při odstávce na výměnu paliva. Nejméně příznivým případem z hlediska zajištění bezpečnosti je ztráta elektrického napájení na všech blocích současně (7).	Při provozu bloku na výkonu existuje vyšší projektová odolnost vůči ztrátě elektrického napájení (dodatečné bariéry ochrany do hloubky), než při odstávce na výměnu paliva. Nejhorším případem z hlediska zajištění bezpečnosti je ztráta elektrického napájení na obou blocích současně (6).
Na lokalitě je k dispozici celkem 12 nouzových zdrojů střídavého napájení (DG (7)).	Na lokalitě je k dispozici celkem 8 nouzových zdrojů střídavého napájení (3 bezpečnostní DG pro každý blok a 2 společné DG pro oba bloky (6)).
V režimu ztráty vnějšího napájení mohou být bloky EDU dlouhodobě udržovány v bezpečném stavu, dochlazeny do studeného stavu, nebo bezpečně udržovány v režimu odstávky (je zajištěno napájení všech nezbytných strojních systémů i systémů SKŘ), při startu alespoň jednoho z těchto DG na každém bloku (7).	V režimu ztráty vnějšího napájení mohou být bloky ETE dlouhodobě udržovány v bezpečném stavu, dochlazeny do studeného stavu, nebo bezpečně udržovány v režimu odstávky (je zajištěno napájení všech nezbytných strojních systémů i systémů SKŘ), při startu alespoň jednoho z těchto DG na každém bloku (6).
Pro každý z DG je k dispozici zásoba nafty na 6 až 7 dnů bez nutnosti vnějšího doplňování paliva (7).	Pro každý z DG je k dispozici zásoba nafty na více než 2 až 3 dny bez nutnosti vnějšího doplňování paliva. Na lokalitě je k dispozici dodatečná zásoba nafty, k dalšímu prodloužení provozu DG (6).

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>Při úplné ztrátě střídavého napájení (SBO) zůstávají k dispozici pro napájení bezpečnostních systémů a systémů souvisejících s bezpečností nouzové zdroje nepřerušovaného stejnoměrného napájení (akubaterie). Bez provozu příslušného DG nejsou akubaterie dobíjeny a doba do jejich vybití je v řádu jednotek až desítek hodin v závislosti na aktuálním zatížení. Tato doba je dostatečná k obnově napájení VS bloků EDU z blízkých vodních elektráren Dalešice nebo Vranov (7).</p>	<p>Doba do vybití akubaterií bezpečnostních systémů bez dobíjení je v závislosti na zatížení v řádu jednotek hodin. Podstatné prodloužení vybíjecí doby je možné zabezpečit řízeným odlehčováním zatížení akubaterií, postupným využíváním jednotlivých divizí a využitím akubaterií systémů souvisejících s bezpečností, které mají vysokou kapacitu. Tato doba je dostatečná k obnově napájení bloků ETE z blízké vodní elektrárny Lipno.</p> <p>Alternativně by bylo možné pro dlouhodobé dobíjení akubaterií použít další zdroje střídavého napájení, které jsou na ETE k dispozici, i když možnost připojení těchto zdrojů do stávajícího rozvodu napájení není projektově řešena ani odzkoušena.</p> <p>Proti úplné ztrátě elektrického napájení existuje robustní systém úrovní ochrany do hloubky. I přesto jsou identifikovány příležitosti pro zvýšení odolnosti proti SBO, pokud by současně selhaly všechny úrovně ochrany do hloubky systémů elektrického napájení (6).</p>
<p>Závěr:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Systémy zajištěného napájení EDU a ETE jsou projektovány dle obdobných zásad a jsou dostatečně robustní proti selhání ze společné příčiny. ➤ Pro bezpečné dochlazení HVB stačí na obou lokalitách provoz jednoho ze systémů zajištěného napájení. ➤ V projektu ETE je oproti EDU i tzv. systém zajištěného napájení společné vlastní spotřeby, který je primárně určen k zabránění vzniku škod na technologii sekundárního okruhu. 	

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>Nicméně dva DG neblokové vlastní spotřeby výrazně zvyšují odolnost bloků proti poruše typu SBO.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Na ETE jsou v současnosti nasazeny dva mobilní DG pro zabezpečení bezpečného doběhu TG v podmínkách úplné ztráty napájení vlastní spotřeby. ➤ V současné době na ETE probíhají činnosti pro další zvýšení odolnosti bloků proti události typu SBO. 	
<p>Vysvětlivky a komentáře:</p> <p>Definice SBO (Station Black Out) na ETE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Celá JE Temelín je postižena ztrátou pracovního a rezervního napájení vlastní spotřeby z vnějších sítí 400kV i 110kV. ➤ Na jednom z bloků došlo k odstavení alternátoru 1000MW z důvodu nezregulování TG a k selhání DG v SZN 1,2,3 ve všech třech divizích bezpečnostních systémů. V provozu zůstávají pouze zdroje zajišťované akubateriemi. ➤ Bezpečnost druhého z bloků je zajišťována alespoň jednou z pracujících divizí bezpečnostních systémů (13). <p><i>Pozn.:</i></p> <p><i>Při definování SBO a popisu manipulací pro řešení SBO se navíc vychází ze skutečnosti, že bezprostředně před ani při SBO nedošlo k žádné z projektem předpokládaných nehod a poruch. Neuvažuje se zejména seismicitu, požár a záplavy. Všechny systémy elektrárny, kromě systémů, které způsobily uvedenou ztrátu napájení vlastní spotřeby, fungují nebo jsou provozuschopné. Station black-out je nadprojektovým havarijním režimem s malou, zanedbatelnou mírou pravděpodobnosti vzniku (13).</i></p> <p><i>Principiální schéma VS ETE – viz Příloha č. 17</i></p> <p><i>Dispoziční uspořádání DGS ETE – viz Příloha č. 18</i></p>	

Zdroj: vlastní konstrukce

3.5 Robustnost vůči ztrátě odvodu tepla do koncového jímače

Tabulka č. 7 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči ztrátě odvodu tepla do atmosféry

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
Koncový jímač tepla tvoří u bloků EDU okolní atmosféra (7).	Koncový jímač tepla tvoří u bloků ETE okolní atmosféra (6).
Nezúžitkované teplo při výkonovém provozu bloku, resp. zbytkové teplo po odstavení reaktoru lze do koncového jímače tepla - atmosféry - odvádět několika způsoby (7).	Nezúžitkované teplo při výkonovém provozu bloku, resp. zbytkové teplo po odstavení reaktoru lze do koncového jímače tepla – atmosféry odvádět několika způsoby (6).
Přenos tepla mezi zdroji tepla a atmosférou zajišťuje systém TVD (7).	Přenos tepla mezi zdroji tepla důležitými z hlediska bezpečnosti a atmosférou zabezpečuje systém TVD prostřednictvím CHNR (6).
Na lokalitě je k dispozici zásoba vody postačující pro cca 39 dnů provozu systému TVD pro odvod zbytkového tepla z odstavených reaktorů EDU, bez externího doplňování vody do systému TVD (7).	Na ETE je k dispozici zásoba vody v CHNR, postačující pro cca 30 dnů provozu systému TVD pro odvod zbytkového tepla z odstavených reaktorů bez externího doplňování vody do systému TVD (6).
Na jeden HVB (2 reaktory) je k dispozici celkem 12 čerpadel TVD (7).	Na jeden blok je k dispozici celkem 6 čerpadel TVD (6).
Ke ztrátě všech čerpadel TVD by mohla vést současná ztráta elektrického napájení na obou blocích daného HVB (7).	Vzhledem k prostorové separaci systémů a čerpadel, nezávislosti elektrického napájení a dalších podpůrných systémů je současná neprovozuschopnost všech čerpadel TVD extrémně nepravděpodobná. I při provozu pouze jednoho čerpadla v jedné divizi systému TVD lze zajistit plnění základních bezpečnostních funkcí (6).
Robustnost EDU při případné ztrátě všech čerpadel TVD odpovídá scénáři po vzniku SBO. Pokud by ztráta systému TVD nebyla	Proti ztrátě odvodu tepla do koncového jímače existuje robustní systém úrovní ochrany do hloubky. I přesto jsou identifikovány příležitosti

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>kombinována s SBO, je možné použít alternativní způsob akumulace tepla z BSVP do nádrží systému SAOZ, případně doplňování odpařeného chladiva z BSVP ze žlabů barbotážní věže. Akumulační schopnosti při plně zaplněných nádržích SAOZ jsou na cca 4 dny, zásoba chladiva ve žlabech barbotážní věže na doplňování vyvařeného chladiva je cca 13 dní. Alternativní možností je použití požární techniky na doplňování vyvařeného chladiva a udržování teploty paliva v BSVP (7).</p>	<p>pro zvýšení odolnosti proti ztrátě UHS, pokud by současně selhaly všechny úrovně ochrany do hloubky systémů pro UHS(6).</p>
<p>Závěr:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Odvod tepla z jednotlivých technologických systémů je na obou elektrárnách zajišťován následujícími chladicími systémy: <ul style="list-style-type: none"> ✦ cirkulační chladicí voda, ✦ technická voda důležitá, ✦ technická voda nedůležitá. ➤ U obou elektráren dochází k odvodu tepla z technologie do atmosféry. CCHV a TVN se na obou elektrárnách ochlazuje ve chladicích věžích. TVD je na EDU chlazena v chladicích věžích spolu s ostatními chladicími okruhy, na ETE jsou k jejímu chlazení používány CHNR. ➤ CHNR respektují divizní charakter bezpečnostních systémů. ➤ Čerpací stanice na EDU vychází z koncepce duobloku, zatímco na ETE jsou čerpací stanice rozdělené dle bloků a v případě TVD i po jednotlivých systémech. ➤ Konstrukční rozdíly mezi elektrárnami jsou poplatné době vzniku projektu a odrážejí rozdílnou míru provozních a konstrukčních zkušeností v době jeho vzniku. 	

Zdroj: vlastní konstrukce

3.6 Robustnost pro zvládání těžkých havárií

Tabulka č. 8 – Posouzení odolnosti JE v ČR pro zvládání těžkých havárií

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
EDU má implementován systém zvládání havárií pro zabezpečení 4. úrovně ochrany do hloubky a systém HP pro zabezpečení 5. úrovně ochrany do hloubky (7).	ETE má implementován systém zvládání havárií pro zabezpečení 4. úrovně ochrany do hloubky a systém havarijní připravenosti pro zabezpečení 5. úrovně ochrany do hloubky (6).
Fungující a provázaný systém zvládání havárií a HP je na EDU zabezpečen robustním souborem opatření personálního, administrativního a techn. charakteru (7).	Fungující a provázaný systém zvládání havárií a havarijní připravenosti je na ETE zabezpečen robustním souborem opatření personálního, administrativního a technického charakteru (6).
V personální oblasti se jedná o existenci organizace havarijní odezvy a zajištění činností příslušejících jednotlivým funkcím, v administrativní oblasti o implementaci příslušných postupů, návodů a instrukcí s využitím kapacit TPS a v technické oblasti o zabezpečení funkčnosti požadovaného rozsahu technických prostředků pro implementaci strategií (7).	V personální oblasti se jedná o existenci organizace havarijní odezvy a zajištění činností příslušejících jednotlivým funkcím, v administrativní oblasti o implementaci příslušných postupů, návodů a instrukcí s využitím kapacit TPS a v technické oblasti o zabezpečení funkčnosti požadovaného rozsahu technických prostředků pro implementaci strategií (6).
<p>Provádění zásahů při vzniku MU je zabezpečováno v první (preventivní) fázi rozvoje události vždy personálem nepřetržitého směnového provozu.</p> <p>V případě, kdy událost svým rozsahem přerůstá nad rámec možností personálu nepřetržitého směnového provozu, začíná druhá fáze (zmírnění následků), kdy je aktivována organizace havarijní odezvy.</p> <p>V tomto případě přebírá odpovědnost za řízení zásahů HŠ EDU s podporou TPS (7).</p>	<p>Provádění zásahů při vzniku mimořádné události je zabezpečováno v první (preventivní) fázi rozvoje události vždy personálem nepřetržitého směnového provozu.</p> <p>V případě, kdy událost svým rozsahem přerůstá nad rámec možností personálu nepřetržitého směnového provozu, začíná druhá fáze (zmírnění následků), kdy je aktivována organizace havarijní odezvy.</p> <p>V tomto případě přebírá odpovědnost za řízení zásahů havarijní štáb ETE s podporou TPS (6).</p>

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
Všechny nezbytné činnosti by v případě vzniku mimořádné události byly řízeny a prováděny z chráněných míst (7).	Všechny nezbytné činnosti by v případě vzniku MU byly řízeny a prováděny z míst chráněných i před účinky úniku aktivity do ovzduší (6).
TPS a HŠ, které řídí strategie podle SAMG, je umístěno v HŘS, které je zabezpečeným pracovištěm s možností obyvatelnosti i v případě úniku aktivity do ovzduší (7).	TPS a HŠ, které řídí strategie podle SAMG, je umístěno v HŘS, které je zabezpečeným pracovištěm s možností trvalé obyvatelnosti po dobu min. 72 hodin bez vnější podpory (6).
Dálkové činnosti pro implementaci strategií by prováděl směnový personál z BD nebo ND, kde se dokončuje projekt obyvatelnosti těchto řídicích center. Místní činnosti a případné opravy zařízení v příslušných částech reaktorovny, strojozny nebo vnějších objektů by byly zajišťovány zásahovými skupinami umístěnými na provozním podpůrném středisku (7).	Dálkové činnosti pro implementaci strategií by prováděl směnový personál z BD nebo ND. Místní činnosti a případné opravy zařízení v příslušných čistých částech reaktorovny, strojozny nebo vnějších objektů by byly zajišťovány zásahovými skupinami umístěnými na provozním podpůrném středisku (6).
Koncepce zvládnání technologických havárií na EDU je založena na symptomatickém přístupu (7).	Koncepce zvládnání technologických havárií na ETE je založena na symptomatickém přístupu (6).
Pro řešení technologických havárií jsou zpracovány strategie, které jsou obsaženy v EOPs, jejichž hlavní prioritou je obnovení odvodu tepla z AZ a zabránění poškození 1. bariéry proti úniku štěpných produktů (pokrytí paliva (7)).	Pro řešení technologických havárií jsou zpracovány strategie, které jsou obsaženy v EOPs, jejichž hlavní prioritou je obnovení odvodu tepla z AZ a zabránění poškození 1. bariéry proti úniku štěpných produktů (pokrytí paliva (6)).
Pro zmírňování následků těžkých havárií jsou zpracovány strategie, které jsou obsaženy v SAMG, jejichž hlavní prioritou je zabránění poškození 3. bariéry proti úniku štěpných produktů, která je v tu chvíli poslední neporušenou bariérou (7).	Pro zmírňování následků těžkých havárií jsou zpracovány strategie, které jsou obsaženy v SAMG, jejichž hlavní prioritou je zabránění poškození 3. bariéry proti úniku štěpných produktů (kontejnment), která je v tu chvíli poslední neporušenou bariérou (6).

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
Pravidelně je prováděna aktualizace EOPs a SAMG zahrnující jednak poznatky z procvičování jejich použití na simulátoru, resp. při havarijních cvičeních a jednak externí poznatky (7).	Pravidelně je prováděna aktualizace EOPs a SAMG zahrnující jednak poznatky z procvičování jejich použití na simulátoru, resp. při havarijních cvičeních a jednak externí poznatky (6).
Při ohrožení bezpečnosti na bloku nebo na lokalitě nebo při vzniku situace, kterou nelze zvládnout silami směny je implementován systém havarijní připravenosti (7).	Při ohrožení bezpečnosti na bloku nebo na lokalitě nebo při vzniku situace, kterou nelze zvládnout silami směny je implementován systém havarijní připravenosti (6).
Při vyhlášení některého stupně mimořádné události (Alert, Site emergency, General emergency) je aktivována organizace havarijní odezvy, která má interní součást (IOHO), složenou ze směnového personálu a pohotovostní součást (POHO), složenou ze specialistů technického personálu JE, kteří drží hotovost (7).	Při vyhlášení některého stupně mimořádné události (Alert, Site emergency, General emergency) je aktivována organizace havarijní odezvy, která má interní součást (IOHO), složenou ze směnového personálu a pohotovostní součást (POHO), složenou ze specialistů technického personálu JE, kteří drží hotovost (6).
Pro výběr směnových pracovníků i pro výběr pracovníků do POHO je zaveden systém požadavků na kvalifikaci a jsou brána do úvahy i další kritéria zohledňující jejich znalosti a odbornost. Připravenost směnového a technického personálu ke zvládnání technologických havárií se pravidelně ověřuje při výcviku na plnorozsahovém simulátoru za účasti personálu TPS a v průběhu havarijních cvičení. Organizační způsob zvládnání mimořádných událostí (včetně těžkých havárií) je stanoven ve Vnitřním havarijním plánu schváleném SÚJB (7).	Pro výběr směnových pracovníků i pro výběr pracovníků do POHO je zaveden systém požadavků na kvalifikaci a jsou brána do úvahy i další kritéria zohledňující jejich znalosti a odbornost. Připravenost směnového a technického personálu ke zvládnání technologických havárií se pravidelně ověřuje při výcviku na plnorozsahovém simulátoru za účasti personálu TPS a v průběhu havarijních cvičení. Organizační způsob zvládnání mimořádných událostí (včetně těžkých havárií) je stanoven ve Vnitřním havarijním plánu schváleném SÚJB (6).

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>Po vzniku havarijních podmínek (projektové i nadprojektové události bez poškození paliva) se pro splnění požadavků EOPs použijí veškeré aktuálně dostupné technické prostředky v rámci jejich projektového určení. SAMG předpokládají provedení požadovaných činností s využitím všech dostupných systémů a zařízení, resp. všech dostupných technických prostředků i v mimoprojektovém určení. Na lokalitě EDU je k dispozici jednotka HZSp, která disponuje odpovídající požární technikou a je vycvičena k zásahu v kterémkoliv místě lokality. Čerpací technika HZSp patří mezi hlavní mobilní netechnologické prostředky využitelné pro dopravu a čerpání medií (7).</p>	<p>Po vzniku havarijních podmínek (projektové i nadprojektové události bez poškození paliva) se pro splnění požadavků EOPs použijí veškeré aktuálně dostupné technické prostředky v rámci jejich projektového určení. SAMG předpokládají provedení požadovaných činností s využitím všech dostupných systémů a zařízení, resp. všech dostupných technických prostředků i v mimoprojektovém určení. Na lokalitě ETE je k dispozici jednotka hasičského HZSp, která disponuje odpovídající požární technikou a je vycvičena k zásahu v kterémkoliv místě lokality. Čerpací technika HZSp patří mezi hlavní mobilní netechnologické prostředky využitelné pro dopravu a čerpání medií (6).</p>
<p>Program zvládání havárií na EDU je dlouhodobě analyticky podporován.</p> <p>Analytická podpora je založena na pravděpodobnostně - deterministickém přístupu, který spočívá ve výběru nepravděpodobnějších havarijních scénářů vedoucích k těžkým haváriím a následně jejich deterministické analýze pomocí integrálních výpočetních kódů.</p> <p>Výsledkem analytické podpory je souhrn poznatků, spočívající v porozumění jevům při těžkých haváriích a jejich časování, identifikaci možných slabých stránek projektu, určení činností pro zmírnění následků těžkých havárií, validaci činností</p>	<p>Program zvládání havárií na ETE je dlouhodobě analyticky podporován.</p> <p>Analytická podpora je založena na pravděpodobnostně - deterministickém přístupu, který spočívá ve výběru nejpravděpodobnějších havarijních scénářů vedoucích k těžkým haváriím a následně v jejich deterministické analýze pomocí integrálních výpočetních kódů.</p> <p>Výsledkem analytické podpory je souhrn poznatků, spočívající v porozumění jevům při těžkých haváriích a jejich časování, identifikaci možných slabých stránek projektu, určení činností pro zmírnění následků těžkých havárií, validaci činností pro odezvu na těžké havárie a</p>

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>pro odezvu na těžké havárie a určení zdrojového členu pro vyhodnocení možných radiologických následků.</p> <p>K dispozici je rovněž simulační nástroj pro zobrazování jevů při konkrétních scénářích těžkých havárií (7).</p>	<p>určení zdrojového členu pro vyhodnocení možných radiologických následků.</p> <p>K dispozici je rovněž simulační nástroj pro zobrazování jevů při konkrétních scénářích těžkých havárií (6).</p>
	<p>System zvládání havárií a havarijní připravenosti obsahuje robustní soubor opatření personálního, administrativního a technického charakteru. I přesto jsou identifikovány příležitosti pro zvýšení účinnosti těchto opatření pro zvládání těžkých havárií, které patří mezi nadprojektové, vysoce nepravděpodobné události (6).</p>
<p>Závěr:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ System zvládání těžkých havárií je na obou lokalitách organizován obdobným způsobem. ➤ Personální obsazení HŠ a TPS je na obou elektrárnách obdobné. ➤ V současnosti dochází k posilování personálu pro lepší zvládnutí případných současných událostí na více (obou) blocích. ➤ Dokumentace pro řešení abnormálních provozních stavů, havarijních provozních stavů a nadprojektových havárií má obdobnou strukturu. ➤ Provozní dokumentace je průběžně zdokonalována. Velká pozornost je věnována její verifikaci a validaci. 	

Zdroj: vlastní konstrukce

3.7 Hodnocení bezpečnostních rezerv

Tabulka č. 9 – Hodnocení bezpečnostních rezerv JE v ČR

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>Hodnocení bezpečnostních rezerv EDU při extrémních přírodních podmínkách, při ztrátě elektrického napájení, při ztrátě odvodu tepla do koncového jímače a schopnosti zvládnout situaci při rozvoji scénáře do oblasti těžké havárie ve většině havarijních scénářů potvrdilo existenci rezerv a dostatečnou robustnost bariér pro zabezpečení úrovně ochrany do hloubky jak v oblasti projektu, tak v oblasti personálního, administrativního a techn. zabezpečení zvládnání havárií (7).</p>	<p>Hodnocení bezpečnostních rezerv ETE při extrémních přírodních podmínkách, při ztrátě elektrického napájení, při ztrátě odvodu tepla do koncového jímače a schopnosti zvládnout situaci při rozvoji scénáře do oblasti těžké havárie ve většině havarijních scénářů potvrdilo existenci rezerv a dostatečnou robustnost bariér pro zabezpečení úrovně ochrany do hloubky jak v oblasti projektu, tak v oblasti personálního, administrativního a technického zabezpečení zvládnání havárií (6).</p>
<p>I přes značnou robustnost bariér lze na základě výsledků hodnocení bezpečnost. rezerv pro iniciační události, ztrátu bezpečnostních funkcí a opatření pro zvládnání nadprojektových a těžkých havárií EDU konstatovat, že pro vysoce nepravděpodobné, nadprojektové situace byly identifikovány příležitosti pro další zvýšení bezpečnosti (7).</p>	<p>I přes značnou robustnost bariér lze na základě výsledků hodnocení bezpečnostních rezerv pro iniciační události, ztrátu bezpečnostních funkcí a opatření pro zvládnání nadprojektových a těžkých havárií ETE konstatovat, že pro vysoce nepravděpodobné, nadprojektové situace byly identifikovány příležitosti pro další zvýšení bezpečnosti (6).</p>
<p>Pro každý identifikovaný potenciál byla určena jeho významnost z hlediska velikosti bezpečnostních rezerv, tj. odolnosti proti možné ztrátě schopnosti plnění základních bezpečnostních funkcí a připravenosti zvládat vzniklou situaci (7).</p>	<p>Pro každý identifikovaný potenciál byla určena jeho významnost z hlediska velikosti bezpečnostních rezerv, tj. odolnosti proti možné ztrátě schopnosti plnění základních bezpečnostních funkcí a připravenosti zvládat vzniklou situaci (6).</p>

Elektrárna Dukovany (EDU)	Elektrárna Temelín (ETE)
<p>Při hodnocení významnosti rizika byl zohledněn počet úrovní ochrany do hloubky, které by musely selhat před vznikem dané situace a doba, po kterou je blok schopen odolávat s existujícími bezpečnostními rezervami.</p> <p>Do této doby je nutné mít k dispozici dodatečné prostředky pro zabezpečení požadovaných funkcí, nebo přijmout následná ochranná opatření pro omezení ozáření a ochranu osob (7).</p>	<p>Při hodnocení významnosti rizika byl zohledněn počet úrovní ochrany do hloubky, které by musely selhat před vznikem dané situace a doba, po kterou je blok schopen odolávat s existujícími bezpečnostními rezervami.</p> <p>Do této doby je nutné mít k dispozici dodatečné prostředky pro zabezpečení požadovaných funkcí, nebo přijmout následná ochranná opatření pro omezení ozáření a ochranu osob (6).</p>
<p>Závěr:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Na základě provedených zátěžových testů lze očekávat postupnou realizaci dílčích administrativních, personálních a technologických opatření zvyšující již tak vysokou úroveň JB a HP na obou českých JE. ➤ Možná opatření: <ul style="list-style-type: none"> ✦ posílení personálu havarijních středisek, ✦ úpravy zásahových instrukcí, ✦ úpravy provozních předpisů, ✦ technologické úpravy, ✦ zodolnění bloků proti událostem typu SBO. 	

Zdroj: vlastní konstrukce

4 DISKUZE

Pravděpodobnost vzniku zemětřesení přesahující projektovou odolnost stavebních objektů, technologických systémů a konstrukcí je prakticky zanedbatelná. Výsledky šetření jsou pro obě lokality prakticky identické.

Projektová odolnost ETE vůči zemětřesení je nepatrně vyšší, což je dáno zejména rozdílnou konstrukcí HVB a zvoleným systémem potlačení tlaku po případném úniku z I.O.

Je velmi pravděpodobné, že kvůli zemětřesení nedojde ke změnám v projektu, provozní dokumentaci, případně v systému havarijní odezvy.

Na žádné z lokalit nehrozí zaplavení areálu elektrárny z říčních toků. Obě elektrárny jsou díky svému umístění velmi odolné i proti zaplavení srážkovou vodou. Nicméně pro zajištění vysoké míry odolnosti proti zaplavení srážkovou vodou je nutná pravidelná údržba kanalizačních systémů. Nelze proto vyloučit provedení dílčích stavebních úprav bezpečnostně významných objektů proti zatečení srážkové vody z dlážděných ploch a komunikací.

Pozornost by měla být věnována i zaplavení technologie v důsledku případných masivních netěsností terciárních chladicích systémů.

Protože EDU i ETE jsou odolné proti zemětřesení, jsou odolné i vůči povětrnostním vlivům, a to zejména účinkům nárazového větru.

Systémy zajištěného napájení vlastní spotřeby EDU a ETE jsou projektovány dle obdobných zásad a jsou dostatečně robustní proti selhání ze společné příčiny. Pro bezpečné dochlazení HVB stačí na obou lokalitách provoz jednoho ze systémů zajištěného napájení.

V projektu ETE je oproti EDU i tzv. systém zajištěného napájení společné vlastní spotřeby, který je primárně určen k zabránění vzniku škod na technologii sekundárního okruhu. Nicméně dva DG neblokované vlastní spotřeby dále výrazně zvyšují odolnost bloků proti poruše typu SBO.

Odvod tepla z jednotlivých technologických systémů je na obou elektrárnách zajišťován obdobnými chladicími systémy (CCHV, TVD, TVN).

U obou elektráren dochází k odvodu tepla z technologie do atmosféry. CCHV a TVN se na obou elektrárnách ochlazuje ve chladicích věžích. TVD je na EDU chlazena v chladicích věžích spolu s ostatními chladicími okruhy, na ETE jsou k jejímu chlazení používány CHNR. CHNR respektují divizní charakter bezpečnostních systémů.

Čerpací stanice na EDU vychází z koncepce duobloku, zatímco na ETE jsou čerpací stanice rozdělené dle bloků a v případě TVD i po jednotlivých systémech.

Konstrukční rozdíly mezi elektrárnami jsou poplatné době vzniku projektu a odrážejí rozdílnou míru provozních a konstrukčních zkušeností v době jeho vzniku.

Systém zvládnutí těžkých havárií je na obou lokalitách organizován obdobným způsobem. Personální obsazení HŠ a TPS je na obou elektrárnách obdobné. V současnosti dochází k posilování personálu pro lepší zvládnutí případných současných událostí na více (obou) blocích.

Dokumentace pro řešení abnormálních provozních stavů, havarijních provozních stavů a nadprojektových havárií má obdobnou strukturu. Provozní dokumentace je průběžně zdokonalována. Velká pozornost je věnována její verifikaci a validaci.

Na základě provedených zátěžových testů lze očekávat postupnou realizaci dílčích administrativních, personálních a technologických opatření zvyšující již tak vysokou úroveň JB a HP na obou elektrárnách. Konkrétní opatření jsou shrnuta v tzv. Akčním plánu.

4.1 Akční plán

Dne 31. 12. 2012 předal SÚJB Evropské Komisi „Pofukušimský národní akční plán k posilování jaderné bezpečnosti jaderných zařízení v České republice“ (NAcP (10)).

Akční plán byl zpracován v návaznosti na závěry zátěžových zkoušek, jež byly zveřejněny spolu se Společným prohlášením Vysoké skupiny zástupců evropských dozorců nad jadernou bezpečností (ENSREG) a EK 26. dubna 2012 (10).

Akční plán obsahuje soubor všech hlavních závěrů a doporučení obsažených v Národní zprávě ze zátěžových testů pro ČR, zprávy z prověrek ENSREGu, včetně Závěrečné souhrnné zprávy 2. Mimořádného zasedání smluvních stran Úmluvy o jaderné bezpečnosti (10).

Akční plán ČR je v souladu se strukturou navrženou ENSREGem rozdělen do čtyř částí:

- Část I je věnována problematice vnějších rizik (zemětřesení, záplavy, extrémní povětrnostní podmínky), ztráty koncového jímače tepla a úplného výpadku elektrického napájení, případně jejich kombinaci.
- Část II se zabývá národní infrastrukturou, havarijní připraveností a reakcí na mimořádné události a mezinárodní spoluprací.
- Část III se týká průřezových otázek.
- Část IV zahrnuje seznam opatření majících za cíl implementaci všech doporučení obsažených v částech I-III. Jedná se o souhrn nápravných akcí identifikovaných během periodického hodnocení bezpečnosti jaderných elektráren Dukovany a Temelín po dvaceti, resp. deseti letech provozu, bezpečnostních zjištění při prověrkách/misích MAAE, nálezů zjištěných při realizaci projektu zaměřeného na dlouhodobý provoz (LTO) Dukovan a v neposlední řadě závěrů zátěžových zkoušek provedených ve světle havárie na japonské jaderné elektrárně Fukušima Daiiči (10).

Navržená opatření budou implementována provozovatelem obou jaderných elektráren, společností ČEZ, a.s (10).

Kroky obecné povahy, např. úpravy jaderné legislativy nebo otázky týkající se mezinárodní spolupráce, budou realizovány příslušnými orgány státní správy, především SÚJB a dalšími relevantními ministerstvy (10).

Akční plán ČR je živý dokument, který bude revidován a průběžně aktualizován dle nejnovějších poznatků (10).

Návrh z odolnění systémů havarijního napájení PG – viz Příloha č. 19

Příklady z odolnění zařízení proti záplavám – viz Příloha č. 20

Opatření Akčního plánu – viz Příloha č. 21

4.2 Havarijní připravenost a havárie v JE Fukushima

Zpráva japonské parlamentní komise pro vyšetřování havárie v JE Fukushima věnuje překvapivě velkou pozornost tomu, čemu se v naší terminologii říká havarijní připravenost.

Komise dospěla, kromě jiného, k následujícím závěrům:

1. Nezvládnutí havárie bylo přímým důsledkem různých dohod mezi vládou, regulátorem a provozovatelem. (např. problematika řešení těžkých havárií byla ponechána zcela v kompetenci provozovatele...)
2. Komise označuje havárii za důsledek lidské činnosti, protože ve vztazích mezi provozovatelem a regulátorem byl nastolen systém, který toleroval a někdy i podporoval přijímání chybných opatření.
3. Zaměstnanci elektrárny nedokázali v daném časovém rámci adekvátně řešit vzniklou havarijní situaci, protože neměli dostatečný výcvik, vybavení a ani provozní dokumentaci.
4. Systémy krizového řízení vlády a regulátora, stejně jako i ostatních zodpovědných složek, nezareagovaly správně, protože měly nejednoznačně stanovené role a zodpovědnost.
5. Byly problémy s evakuací. Přípravy na jadernou havárii byly dlouhodobě podceňované a opomíjené. Selhal vládní systém ochrany zdraví obyvatelstva, který není schopen řešit zdravotní, psychické a sociální problémy dlouhodobě evakuovaných osob.
6. Bude nutné změnit vztah provozovatelů a regulátora. Regulátor bude muset být skutečně nezávislý. Bude nutné změnit „jadernou“ legislativu.

Pozn.: Tato kapitola byla zpracována na základě obsahu dokumentu „The official report of The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission. (12).

5 ZÁVĚR

Havarijní připravenost je nedílnou součástí provozování jaderného zařízení, respektive elektrárny. Jedná se o složitý celek technických a administrativních opatření, které se prolínají celým provozem jaderných elektráren.

Havarijní připravenost sama o sobě nepřináší provozovateli jaderné elektrárny žádný zisk, ale to neznamená, že by mohla být podceňována a opomíjena. Největší jaderné havárie minulosti, TMI, Černobyl i poslední události v JE Fukushima naznačují, že dobře fungující systém havarijního plánování chrání lidské životy a dokáže zabránit i vzniku následných škod v důsledku nekontrolovaného rozvoje havárie.

Po události v TMI došlo k přehodnocení používaných havarijních předpisů. Provozovatelé JE postupně opustili událostně orientované předpisy ve prospěch předpisů symptomaticky orientovaných, které do značné míry redukuje pravděpodobnost vzniku lidské chyby během řešení havarijního stavu. Zároveň se začalo prosazovat i pravděpodobnostní ocenění bezpečnosti provozu jaderných elektráren v současnosti známé jako pravděpodobnostní hodnocení bezpečnosti. Původně sloužilo pouze k vyhledávání provozních celků energetických bloků, jejichž selhání by mohlo s nejvyšší pravděpodobností vést až k poškození aktivní zóny reaktoru. V současnosti se pravděpodobnostní přístup používá i k oceňování bezpečnosti jednotlivých provozních stavů JE.

Černobylská jaderná havárie zase ukázala na nevhodnost nadřazování politických zájmů primárním bezpečnostním aspektům provozu JE. Po černobylské havárii byla zvýšená pozornost věnována vypracování nástrojů pro řešení tzv. nadprojektových havárií.

Havárie v japonské Fukushimě ukázala, že problematika jaderné bezpečnosti a havarijní připravenosti nemůže být chápána a realizována pouze formálně. S notnou dávkou cynismu lze říct, že nadřazování ekonomických zájmů spojené s pouze formálním státním dozorem může napáchat stejné škody, jako sovětské nerespektování základních provozních předpisů a následné utajování skutečností ve spojitosti s havárií v Černobyli.

Realizace tzv. zátěžových testů a přijetí následných národních akčních plánů v evropském kontextu může přimět provozovatele JE k dalšímu zvyšování jaderné bezpečnosti.

Přístup uplatňovaný při zátěžových testech k posuzování ověřování jaderné bezpečnosti je odlišný od doposud používaných nástrojů. Bylo vytipováno několik typů událostí a řečeno: „Stalo se to a to, neptejte se, jak je to pravděpodobné, ale řekněte, jak si s danou situací vaše elektrárna poradí“. Tím jsou provozovatelé nuceni zvažovat silné a slabé stránky projektů JE spolu se způsoby, jakými jsou JE provozovány, místo toho, aby se omezili na dokazování, že dané situace v podmínkách dané lokality prostě nemohou nastat.

Výsledky zátěžových testů našich jaderných elektráren ukázaly, že přestože se jedná o odlišná zařízení, je jednotný přístup provozovatele k havarijní připravenosti a k tzv. accident managementu užitečným nástrojem zvyšujícím jadernou bezpečnost. Následně přijatý národní akční plán by měl nálezy ze zátěžových testů převést do praxe.

Na základě rozboru závěrů zátěžových testů našich jaderných elektráren lze prohlásit, že systém havarijní odezvy našich JE odpovídá současným standardům, je nadále rozvíjen a podléhá jadernému dozoru. Je velmi potěšitelné, že provozovatel i dozorný orgán se ke své zodpovědnosti hlásí a neplní ji pouze formálně.

Havarijní připravenost, accident management, vysoká kultura provozu, pečlivé plánování, kvalitní údržba zařízení nebo důsledné aplikování nástrojů proti vzniku lidské chyby jsou jistě užitečné nástroje, snižující míru rizika spojenou s provozem JE, nicméně vznik havárie nelze nikdy úplně vyloučit. Jde o to, aby pravděpodobnost vzniku události spojené s poškozením jaderného paliva byla tak nízká, jak jen lze rozumně dosáhnout a zároveň byla elektrárna schopna potlačit následky takové události na co nejmenší možnou míru, tj. aby při takové události nedošlo k ohrožení životů a zdraví obyvatelstva, ani ke zbytečným unikům radioaktivity do životního prostředí. A právě schopnost zvládnout takovou událost je hlavním cílem havarijní připravenosti, kterou je nutno chápat jako sofistikovaný interdisciplinární systém a nejen jako periodické kontroly krytů a každoměsíční ověřování funkčnosti sirén.

Havarijnímu plánování a accident managementu je v jaderné energetice věnována velká pozornost, a proto může být inspirací a zdrojem poučení pro havarijní plánování spojené s jinými oblastmi antropogenní činnosti. Problematika JB a havarijní připravenosti v současnosti podléhá pochopitelným změnám, trvale se vyvíjí a jako taková si zaslouží pozornost odborné i akademické veřejnosti.

6 SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) Česká republika. ZÁKON č. 18/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 26. února 1997, roč. 1997, 5, s. 82-106. ISSN 1211-1244. Dostupné z: www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/zakony/Atomovy_zakon_20120103.pdf
- (2) Česká republika. NAŘÍZENÍ VLÁDY č.11 ze dne 9. prosince 1998 o zóně havarijního plánování. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 19. ledna 1999, roč. 1999, 4, s. 239-246. ISSN 1211-1244. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/NV11_1999Sb.pdf
- (3) Česká republika. VYHLÁŠKA Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 106/1998 ze dne 20. dubna 1998 o zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany jaderných zařízení při jejich uvádění do provozu a při jejich provozu. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 5. května 1998, roč. 1998, 36, s. 5340-5347. ISSN 1211-1244. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/106_98.pdf
- (4) Česká republika. VYHLÁŠKA Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 195/1999 ze dne 21. srpna 1999 o požadavcích na jaderná zařízení k zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a havarijní připravenosti. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 3. září 1999, roč. 1999, 66, s. 3361-3370. ISSN 1211-1244. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/195_99.pdf
- (5) Česká republika. VYHLÁŠKA Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 318/2002 ze dne 13. června 2002 o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu, ve znění vyhlášky č. 2/2004 Sb. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 18. července 2002, roč. 2002, 116, s. 6780-6788. ISSN 1211-1244. Dostupné z: www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/v318_02_zmeny.pdf
- (6) *Zátěžové testy JE - ČEZ, a.s.: Ocenění bezpečnosti a bezpečnostních rezerv JE Temelín (z pohledu skutečností havárie na JE Fukushima)*. ČEZ. Jaderná elektrárna Temelín, 2011, 226 s. Dostupné z: www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/temelin/zaverecna-zprava-zt-ete.pdf

- (7) *Zátěžové testy JE ČEZ, a.s.: Ocenění bezpečnosti a bezpečnostních rezerv JE Dukovany (z pohledu skutečnosti havárie na JE Fukushima)*. ČEZ. Jaderná elektrárna Dukovany, 2011, 220 s. Dostupné z: www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/dukovany/zaverecna-zprava-zt-edu.pdf
- (8) POST - FUKUSHIMA “STRESS TESTS” OF EUROPEAN NUCLEAR POWER PLANTS – CONTENTS AND FORMAT OF NATIONAL REPORTS. In: *ENSREG: Background and Specifications* [online]. European Nuclear Safety Regulators Group, 2011 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: http://www.ensreg.eu/sites/default/files/HLG_p%282011-16%29_85%20Post%20Fukushima%20Stress%20Tests%20-%20Contents%20and%20Format%20of%20National%20Reports.pdf
- (9) *Post Fukushima National Action Plan (NACP) on Strengthening Nuclear Safety of Nuclear Facilities in the Czech Republic*. SÚJB, December 2012, 69 s. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/aktualne/National_Action_Plan_CZ_Final_1.pdf
- (10) Národní akční plán k dalšímu posílení jaderné bezpečnosti Dukovan a Temelína dokončen. *Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. 2013 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/aktualne/detail/clanek/narodni-akcni-plan-k-dalsimu-posileni-jaderne-bezpecnosti-dukovan-a-temelina-dokoncen/>
- (11) Jaderná zařízení v ČR. *Státní úřad pro jadernou bezpečnost* [online]. © 1998-2012, prosinec 2010 [cit. 2013-03-20]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/jaderna-zarizeni/jaderna-zarizeni-v-cr/>
- (12) The official report of The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission - Executive summary. KIYOSHI KUROKAWA. *Reliefweb* [online]. The National Diet of Japan, © 2012 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/NAIIC_report_lo_res2.pdf
- (13) Interní dokumentace ČEZ
- Pozn.: Interní dokumentace ČEZ, a.s. není volně přístupná, proto na ní není odkazováno běžným způsobem. Pro orientaci byl zpracován souhrn dokumentů viz tabulka č. 10, které mi byly poskytnuty k využití.*

Tabulka č. 10 – Interní dokumentace ČEZ, a.s.

Typ	Zkratka	Název dokumentu
PRGR (Příkaz generálního ředitele)	ČEZ_PRGR_1008	Politika bezpečnosti a ochrany životního prostředí
	ČEZ_PRGR_1016	Politika kvality řízení
PA (Pravidla)	ČEZ_PA_0001	Organizační řád ČEZ, a. s.
	ČEZ_PA_0022	Manuál integrovaného systému řízení
SD (Sdílená dokumentace)	ČEZ_SD_0001	Havarijní připravenost JE
SM (Směrnice)	ČEZ_SM_0108	Havarijní připravenost JE
ST (Standard)	ČEZ_ST_0036	Havarijní připravenost JE
	ČEZ_ST_0041	Řízení havárií na JE (Accident Management)
ME (Metodika)	ČEZ_ME_0134	Kontrola technických prostředků systémů vyrozumění orgánů státní správy, varování obyvatelstva a SVV personálu JE
PP (Postup)	ČEZ_PP_0253	Organizační zabezpečení HP
	ČEZ_PP_0259	Technické zabezpečení HP
	ČEZ_PP_0272	Řízení a provádění zásahů
	ČEZ_PP_0268	Ověřování havarijní připravenosti
ZI (Zásahová instrukce ETE)	ČEZ_ZI_0001	ZI - SI
	ČEZ_ZI_0002	ZI - Velitel HŠ
	ČEZ_ZI_0003	Vnější podpora (ETE)
	ČEZ_ZI_0005	ZI - Mluvčí HŠ (ETE)
	ČEZ_ZI_0007	ZI pro funkci Logistik (ETE)
	ČEZ_ZI_0008	ZI - Ekolog (ETE)
	ČEZ_ZI_0010	Zásahová instrukce Technolog TPS (ETE)
	ČEZ_ZI_0011	ZI - Řízení zásahů (ETE)
	ČEZ_ZI_0014	ZI pro funkci Analytik VHPS (ETE)
	ČEZ_ZI_0015	Zásahová instrukce Dozimetrista LRKO (ETE)
	ČEZ_ZI_0016	Zásahová instrukce Řidič RMMS2
	ČEZ_ZI_0017	ZI – Zástupce logistika (ETE)
	ČEZ_ZI_0018	Zásahová instrukce Zástupce mluvčího HŠ (ETE)
	ČEZ_ZI_0019	Zásahová instrukce VRB
	ČEZ_ZI_0020	Zásahová instrukce SMRK
	ČEZ_ZI_0021	ZI pro členy krytového družstva HŘS (ETE)
	ČEZ_ZI_0022	ZI pro členy krytového družstva krytu pod dílnami (ETE)

Typ	Zkratka	Název dokumentu
ZI (Zásahová instrukce ETE)	ČEZ_ZI_0023	ZI pro členy krytového družstva krytu pod provozní budovou (ETE)
	ČEZ_ZI_0024	ZI pro členy krytového družstva krytu pod školícím střediskem (ETE)
	ČEZ_ZI_0025	ZI - Posuzování závažnosti vzniklých událostí
	ČEZ_ZI_0026	Zabezpečení varování zaměstnanců a dalších osob v areálu a ochranném pásmu JE (ETE)
	ČEZ_ZI_0027	Zajištění vyzkoušení orgánů a organizací v případě vzniku mimořádné události
	ČEZ_ZI_0028	Zajištění aktivace systému varování obyvatelstva v ZHP (ETE)
	ČEZ_ZI_0030	Zajištění aktivace HIS a LPS (ETE)
	ČEZ_ZI_0031	Zajištění ubytování pro personál OHO a další zasahující osoby (ETE)
	ČEZ_ZI_0032	Při vzniku Ra události na pracovišti LRKO ETE
	ČEZ_ZI_0033	Přechod řídicího operativního personálu z BD na ND
	ČEZ_ZI_0034	Zásahová instrukce pro řešení mimořádných událostí ve skladu čerstvého paliva
	ČEZ_ZI_0035	Činnost personálu ETE při výskytu toxických látek nebo zápalných plynů na hranici střeženého prostoru nebo v ochranném pásmu ETE
	ČEZ_ZI_0036	Činnost personálu JE Temelín při výskytu explozí nebo pádů létajících předmětů v areálu JE Temelín
	ČEZ_ZI_0037	Vyhlášení ochranného opatření shromáždění nebo ukrytí (ETE)
	ČEZ_ZI_0037	Vyhlášení ochranného opatření shromáždění nebo ukrytí (ETE)
	ČEZ_ZI_0038	Aktivace evakuačních prostředků (ETE)
	ČEZ_ZI_0039	Evakuační plán JE Temelín
	ČEZ_ZI_0040	Činnost havarijní skupiny při řešení MU vzniklé při přepravě jaderných materiálů
	ČEZ_ZI_0041	ZI - mobilní monitorovací skupiny (ETE)
	ČEZ_ZI_0045	Zásahová instrukce postup pro ocenění meteorologické situace (ETE)
	ČEZ_ZI_0047	Hodnocení radiační situace v okolí při úniku radioaktivních látek (ETE)
	ČEZ_ZI_0048	Při vzniku Ra události na pracovišti LMIZ ETE
	ČEZ_ZI_0049	Při vzniku Ra události na pracovišti ODK ETE
	ČEZ_ZI_0050	ZI - Při vzniku Ra události na pracovišti chemie
ČEZ_ZI_0051	Při vzniku Ra události na pracovišti SKŘ RO (ETE)	
ČEZ_ZI_0052	Zásahová instrukce Technolog 2 (ETE)	

Zdroj: vlastní konstrukce

- (14) Česká republika. Vnější havarijní plán Jaderné elektrárny Temelín (aktualizace 2012).
- (15) Nuclear Power Reactors in the World. In: *IAEA* [online]. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2012 [cit. 2013-04-13]. ISBN 978-92-0-132310-1. Dostupné z: http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS2-32_web.pdf
- (16) Nuclear Safety Review for the Year 2012. In: *IAEA* [online]. Austria: International Atomic Energy Agency, July 2012 [cit. 2013-04-13]. ISBN 978-92-0-132310-1. Dostupné z: www.iaea.org/About/Policy/GC/GC56/GC56InfDocuments/English/gc56inf-2_en.pdf
- (17) Lessons Learned from the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. In: *WANO* [online]. Atlanta: Institute of Nuclear Power Operations, © 2012 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www.wano.info/wp-content/uploads/2012/08/11-005-Fukushima-Addendum2.pdf>
- (18) Stress tests and Peer Review Process: Joint statement of ENSREG and the European Commission. *ENSREG* [online]. European Nuclear Safety Regulators Group, 26 April 2012 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www.ensreg.eu/sites/default/files/EC%20ENSREG%20Joint%20Statement%206%20April%202012%20-Final%20to%20publish.pdf>
- (19) EU "Stress Tests" specifications: Declaration of ENSREG. *ENSREG* [online]. European Nuclear Safety Regulators Group, 13 May 2011 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: www.ensreg.eu/sites/default/files/EU%20Stress%20tests%20specifications_0.pdf
- (20) INES: Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí, Uživatelská příručka. In: *SÚJB* [online]. SÚJB, 2001 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES.pdf>
- (21) INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale. In: *IAEA: Nuclear Safety & Security* [online]. 1999, February 21, 2013 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/emergency/ines.asp>
- (22) Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. In: *SÚJB: Dokumenty MAAE a NEA k havarijní připravenosti* [online]. Vienna: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2002 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/kkc/Pub1133_scr.pdf

- (23) Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency. In: *SÚJB: Dokumenty MAAE a NEA k havarijní připravenosti* [online]. Vienna: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2007 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/kkc/Pub1265_web.pdf
- (24) Action plan: Follow-up of the peer review of the stress tests performed on European nuclear power plants. In: *SÚJB* [online]. ENSREG, 25.7.2012 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/ENSREG_Action_plan.pdf
- (25) Strategy for Developing and Conducting Nuclear Emergency Exercises. In: *SÚJB* [online]. Paris: OECD PUBLICATIONS, © OECD 2007 [cit. 2013-04-13]. ISBN 978-92-64-99038-8. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/kkc/nea6162-emergency.pdf>. NEA No. 6162.
- (26) 10 let od havárie jaderného reaktoru v Černobyli - důsledky a poučení. In: *SÚJB: Havárie v Černobyli* [online]. Praha: SÚJB, 1996 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/10let_od_Cernobyli.pdf
- (27) 15 let od havárie Černobyli: Důsledky a poučení. In: *SÚJB: Havárie v Černobyli* [online]. Praha: SÚJB, 1996 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/15let_od_havarie_Cernobyli.pdf
- (28) Backgrounder on the Three Mile Island Accident. In: *U.S.NRC* [online]. 2000, February 11, 2013 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/3mile-isle.html>
- (29) Fact Sheet on Plant Safety Performance After the TMI-2 Accident. In: *U.S.NRC* [online]. March 2009, October 03, 2012 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/fs-plant-sfty-after-tmi2.html>
- (30) Implementing Lessons Learned from Fukushima. In: *U.S.NRC* [online]. October 3, 2011, March 22, 2013 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/japan-info.html>

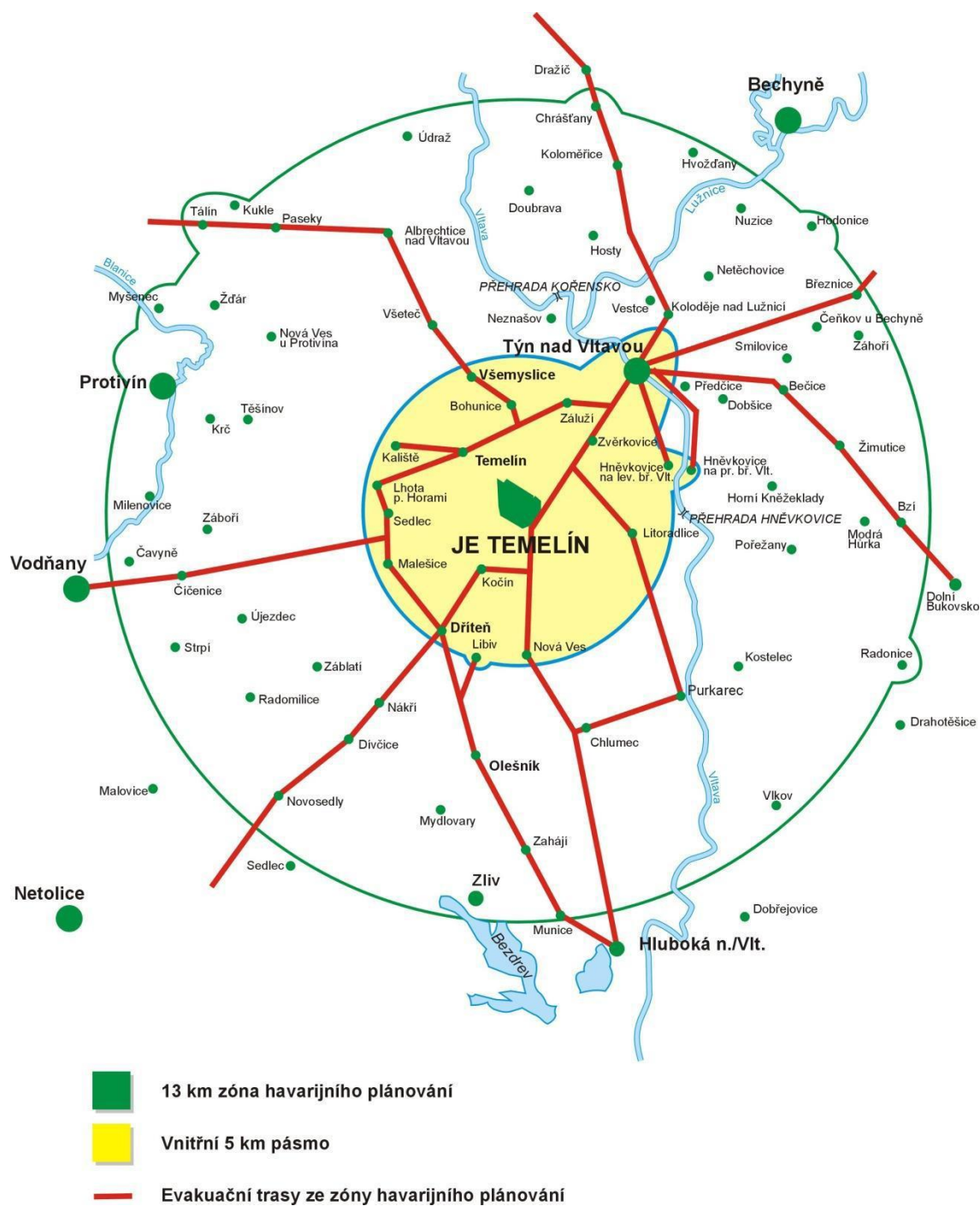
7 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči zemětřesení	44
Tabulka č. 2 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči záplavám.....	47
Tabulka č. 3 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči ostatním klimatickým vlivům.....	49
Tabulka č. 4 – Extrémní klimatické jevy pro lokalitu EDU	51
Tabulka č. 5 – Extrémní klimatické jevy pro lokalitu ETE	51
Tabulka č. 6 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči ztrátě elektrického napájení.....	51
Tabulka č. 7 – Posouzení odolnosti JE v ČR vůči ztrátě odvodu tepla do atmosféry	55
Tabulka č. 8 – Posouzení odolnosti JE v ČR pro zvládnání těžkých havárií	57
Tabulka č. 9 – Hodnocení bezpečnostních rezerv JE v ČR	62
Tabulka č. 10 – Interní dokumentace ČEZ, a.s.	73

8 PŘÍLOHY

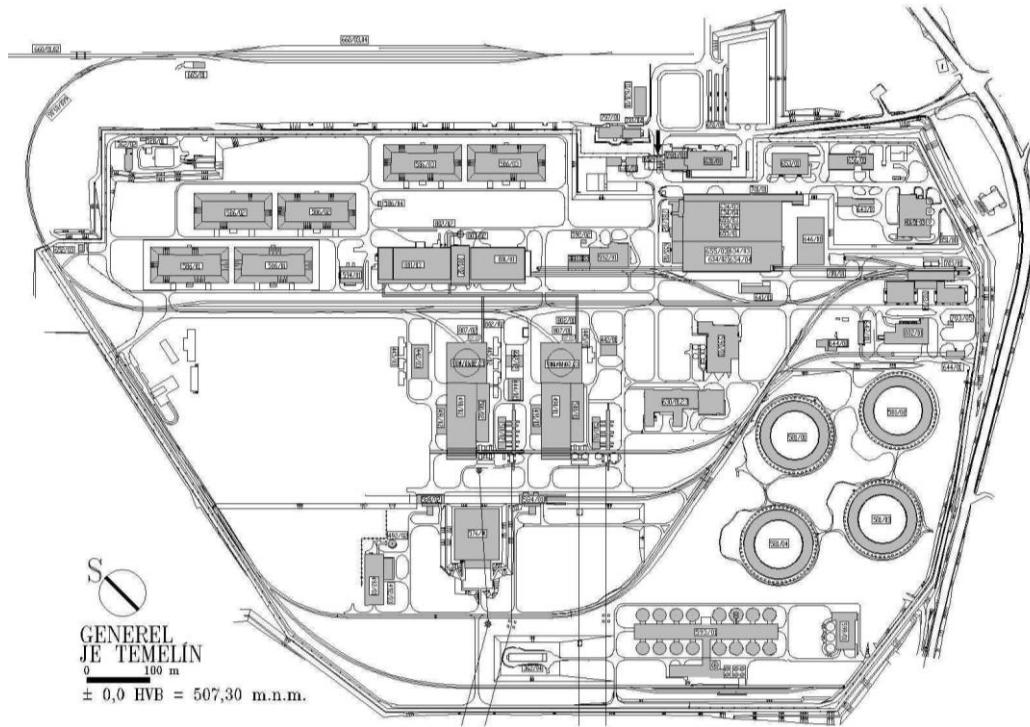
Příloha č. 01 – Zóna havarijního plánování	79
Příloha č. 02 – Dispoziční uspořádání ETE	80
Příloha č. 03 – Dispoziční uspořádání bloku ETE	80
Příloha č. 04 – Principiální schéma I.O a II.O ETE.....	81
Příloha č. 05 – Dispoziční uspořádání EDU	82
Příloha č. 06 – Přehledové technologické schéma EDU	82
Příloha č. 07 – Vztah mezi bariérami a úrovněmi ochrany do hloubky	83
Příloha č. 08 – Procesní schéma OHO.....	84
Příloha č. 09 – Vazba mezi stavem bloku, provozní dokumentací a MU.....	85
Příloha č. 10 – Vazby mezi EOPs a SAMG	85
Příloha č. 11 – Komunikace TPS a provozního personálu při použití EOPs.....	86
Příloha č. 12 – Komunikace TPS a provozního personálu při použití SAMG	86
Příloha č. 13 – Struktura OHO - vzájemné vazby a toky informací.....	87
Příloha č. 14 – Vyrozumění vnějších orgánů při vzniku MU.....	87
Příloha č. 15 – Zajištění vnější havarijní připravenosti JE	88
Příloha č. 16 – Dešťová kanalizace ETE	89
Příloha č. 17 – Principiální schéma VS ETE	90
Příloha č. 18 – Dispoziční uspořádání DGS ETE	90
Příloha č. 19 – Návrh zodolnění systémů havarijního napájení PG	91
Příloha č. 20 – Příklady zodolnění zařízení proti záplavám	91
Příloha č. 21 – Opatření NAcP	92

Příloha č. 01 – Zóna havarijního plánování



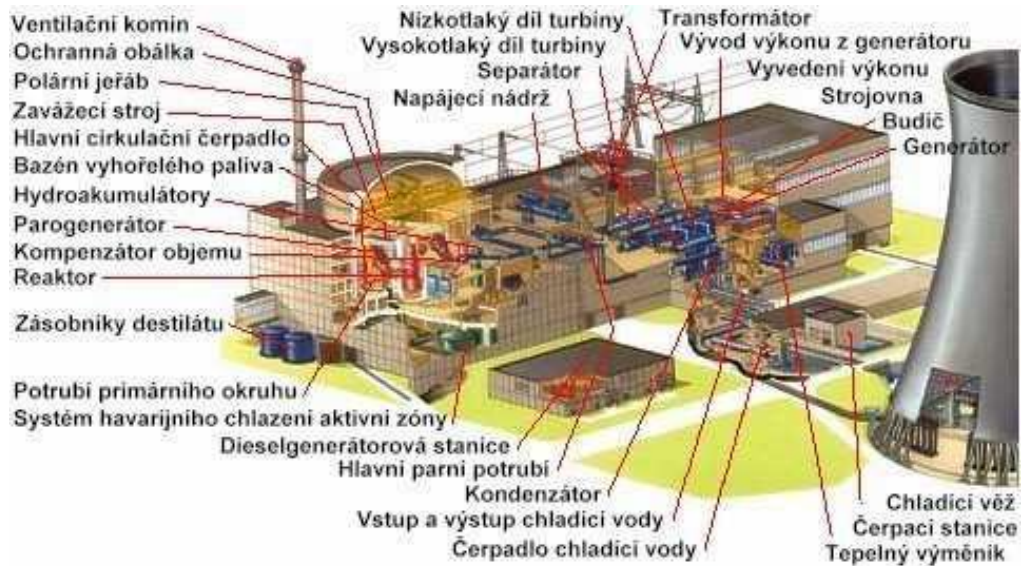
Zdroj: (14)

Příloha č. 02 – Dispoziční uspořádání ETE



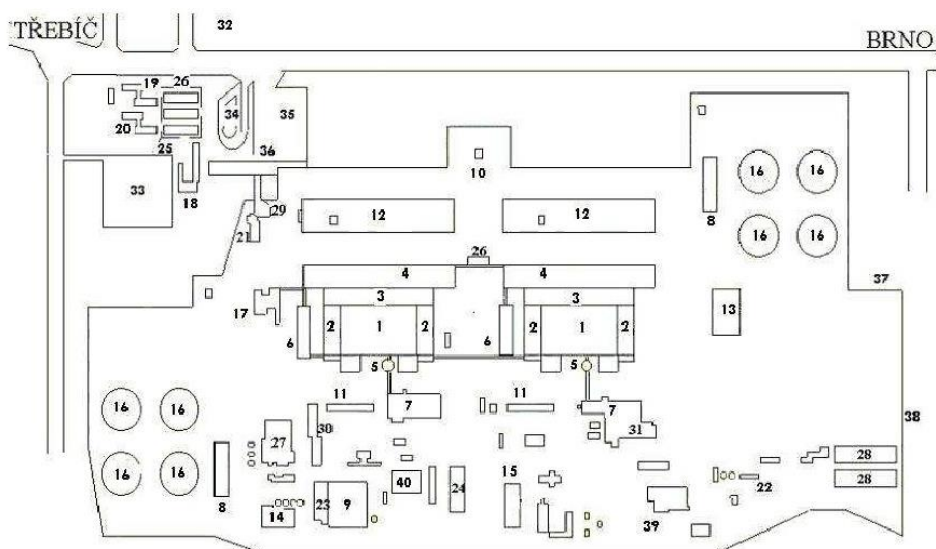
Zdroj: (6)

Příloha č. 03 – Dispoziční uspořádání bloku ETE



Zdroj: (6)

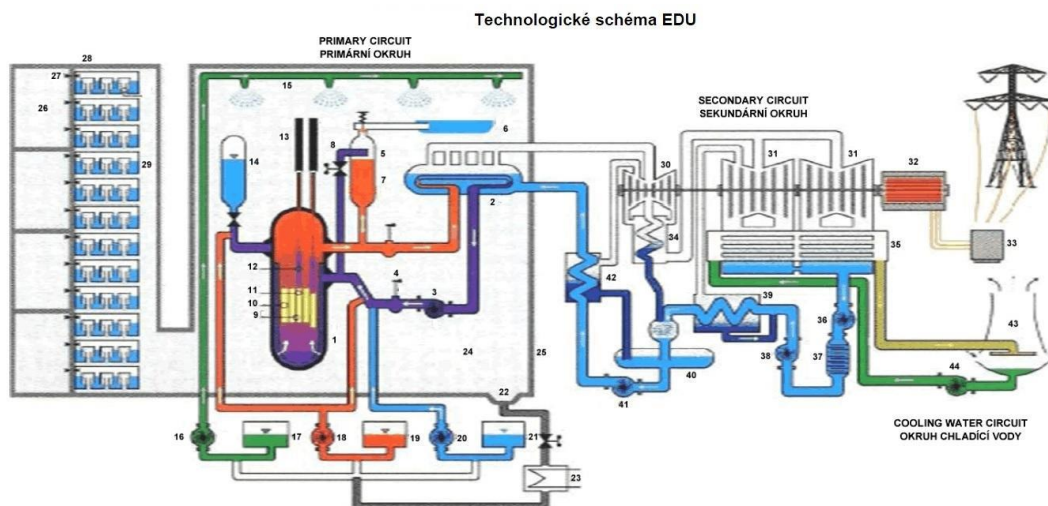
Příloha č. 05 – Dispoziční uspořádání EDU



1-Budova reaktorů, 2-Příčná etažerka, 3-Podélná etažerka, 4-Strojovna, 5-Ventilační komín, 7-Budova pomocných aktivních provozů, 8-Centrální čerpací stanice, 10-Čistící stanice průmyslových vod, 11-Diesलगенераторová stanice, 12-Rozvodna 400 kV, 13-Mezisklad vyhořelého jaderného paliva a sklad vyhořelého paliva, 14-Chemická úprava vody, 15-Kompresorová stanice a stanice zdroje chladu, 16-Chladicí věž, 17-Administrativní budova 1 (kryt HRŠ), 28-Úložiště radioaktivních odpadů, 29-Vrtnice, 30-Hasičský záchranný sbor podniku, 32-Čistící stanice odpadních vod a dvě retenční nádrže

Zdroj: (7)

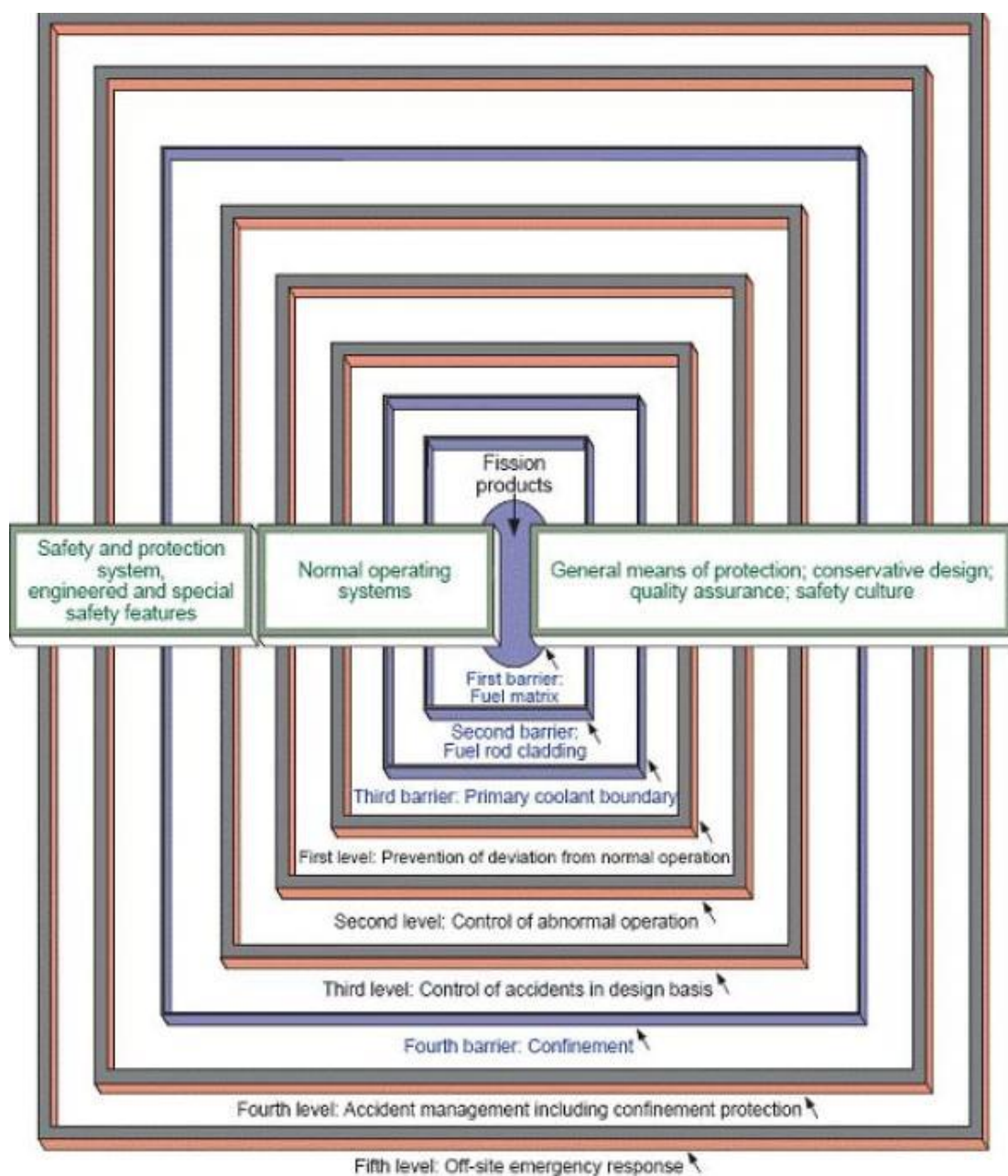
Příloha č. 06 – Přehledové technologické schéma EDU



1 - Reaktor, 2 - Parogenerátor, 3 - Hlavní cirkulační čerpadlo, 4 - Hlavní uzavírací armatura, 5 - Kompenzátor objemu - pára, 6 - Barbotážní nádrž, 7 - KO - voda, 8 - Vstřiky KO, 9 - Aktivní zóna, 10 - Palivová kazeta, 11 - Regulační kazeta (HRK), palivová část, 12 - Regulační kazeta (HRK), absorpční část, 13 - Pohony HRK, 14 - Hydroakumulátor, 15 - Sprchový systém, 16 - Sprchové čerpadlo, 17 - Zásobní nádrž sprchového systému, 18 - Nízkotlaké havarijní čerpadlo, 19 - Zásobní nádrž nízkotlakého havarijního systému, 20 - Vysokotlaké havarijní čerpadlo, 21 - Zásobní nádrž VT havarijního systému, 22 - Sání z hermetické zóny, 23 - Chladíč sprchového systému, 24 - Kontejnment, 25 - Ochranná obálka kontejnmentu, 26 - Záchytný plynem barbotážní věže, 27 - Zpětná klapka, 28 - Barbotážní věž, 29 - Žláby barbotážní věže, 30 - VT díl turbíny, 31 - NT díl turbíny, 32 - Elektrický generátor, 33 - Blokový transformátor, 34 - Separátor a pihřívav páry, 35 - Kondenzátor, 36 - Kondenzátní čerpadlo I*, 37 - Bloková úprava kondenzátu, 38 - Kondenzátní čerpadlo II*, 39 - NT regenerace, 40 - Napájecí nádrž, 41 - Elektronapájecí čerpadlo, 42 - VT regenerace, 43 - Chladicí věž cirkulační vody, 44 - Čerpadla CV

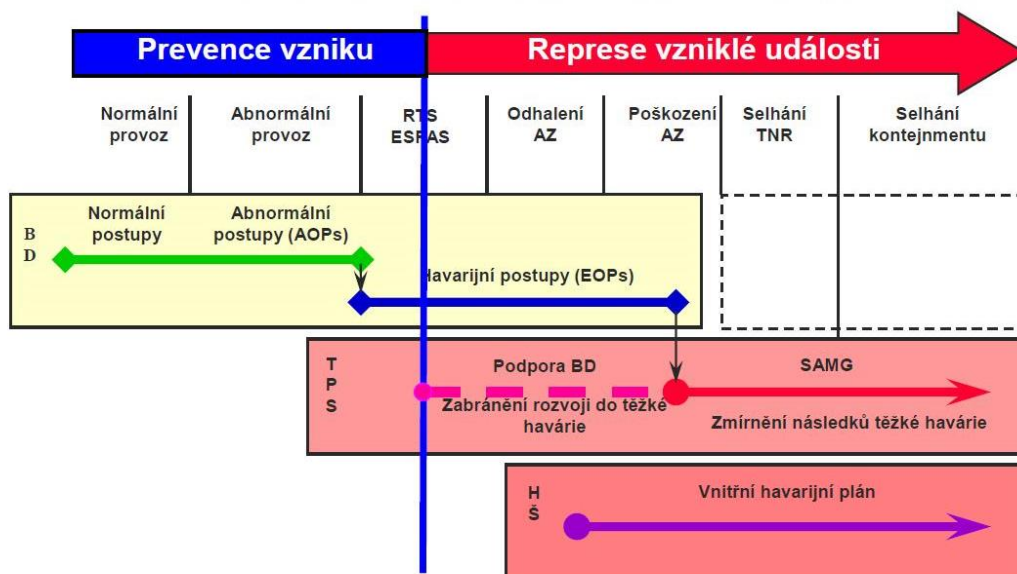
Zdroj: (7)

Příloha č. 07 – Vztah mezi bariérami a úrovněmi ochrany do hloubky



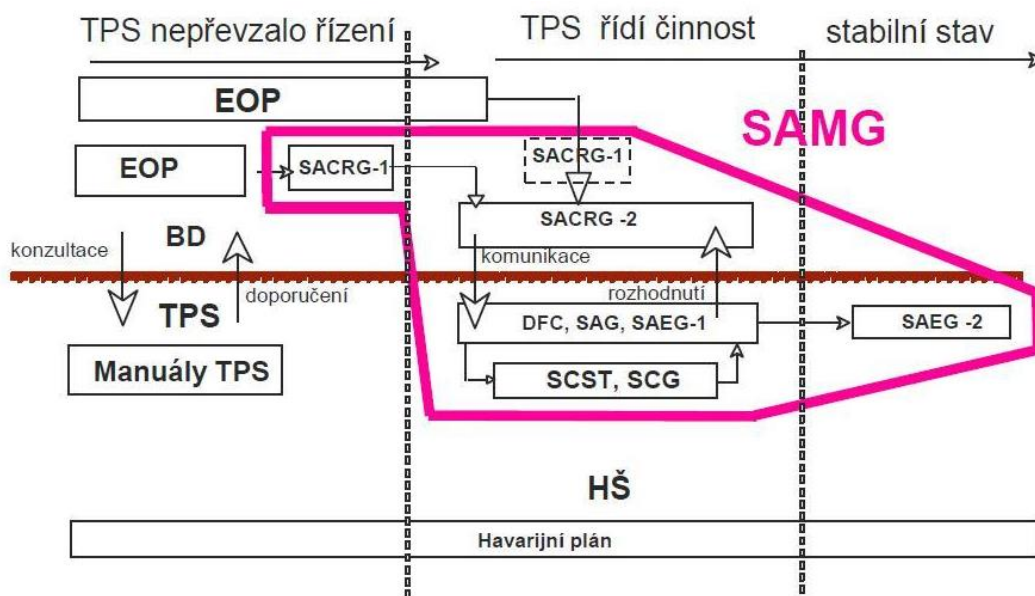
Zdroj: (7)

Příloha č. 09 – Vazba mezi stavem bloku, provozní dokumentací a MU



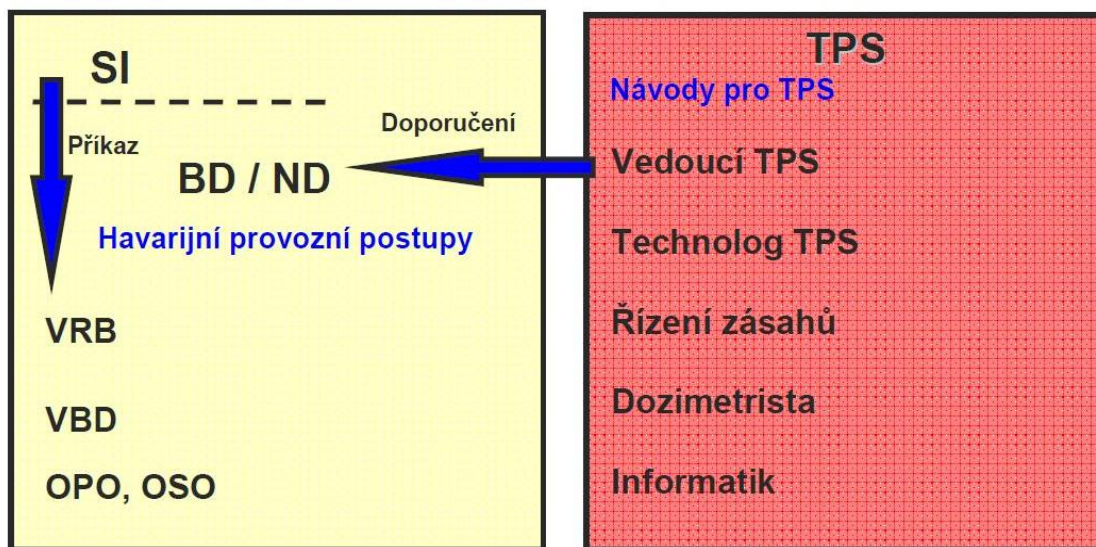
Zdroj: (7)

Příloha č. 10 – Vazby mezi EOPs a SAMG



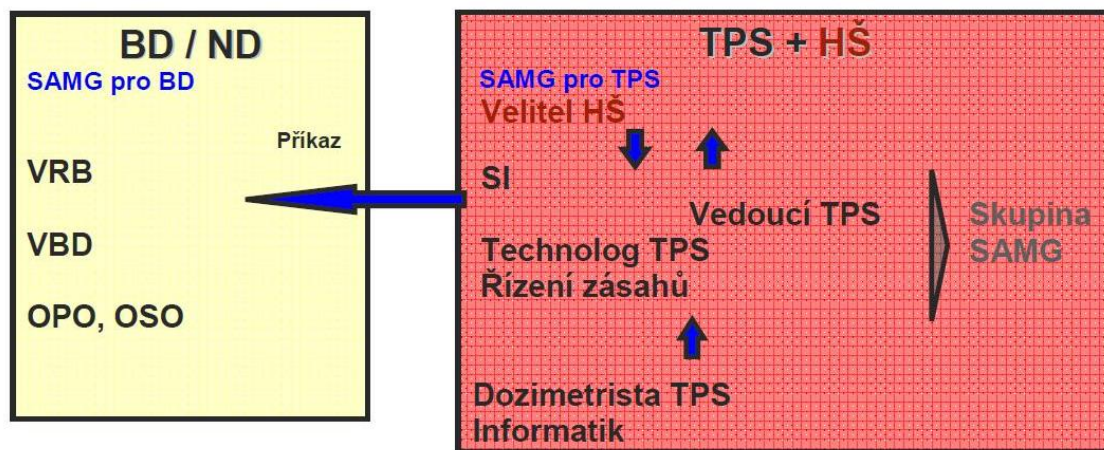
Zdroj: (7)

Příloha č. 11 – Komunikace TPS a provozního personálu při použití EOPs



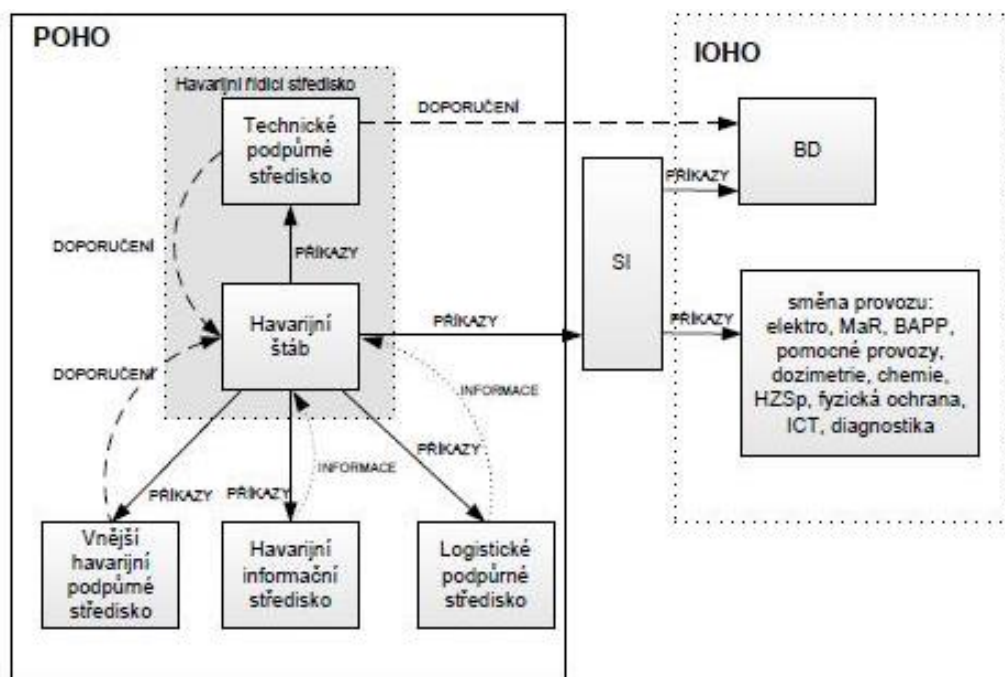
Zdroj: (6)

Příloha č. 12 – Komunikace TPS a provozního personálu při použití SAMG



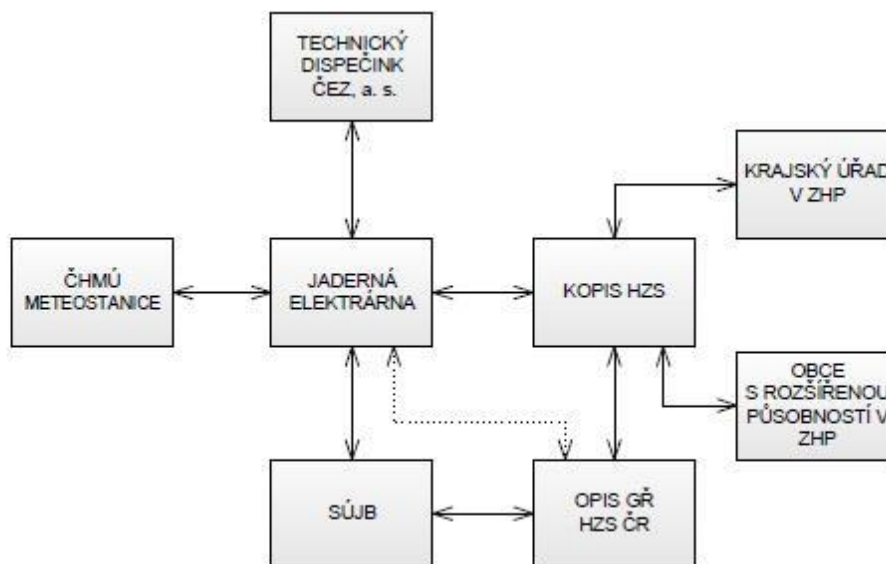
Zdroj: (6)

Příloha č. 13 – Struktura OHO - vzájemné vazby a toky informací



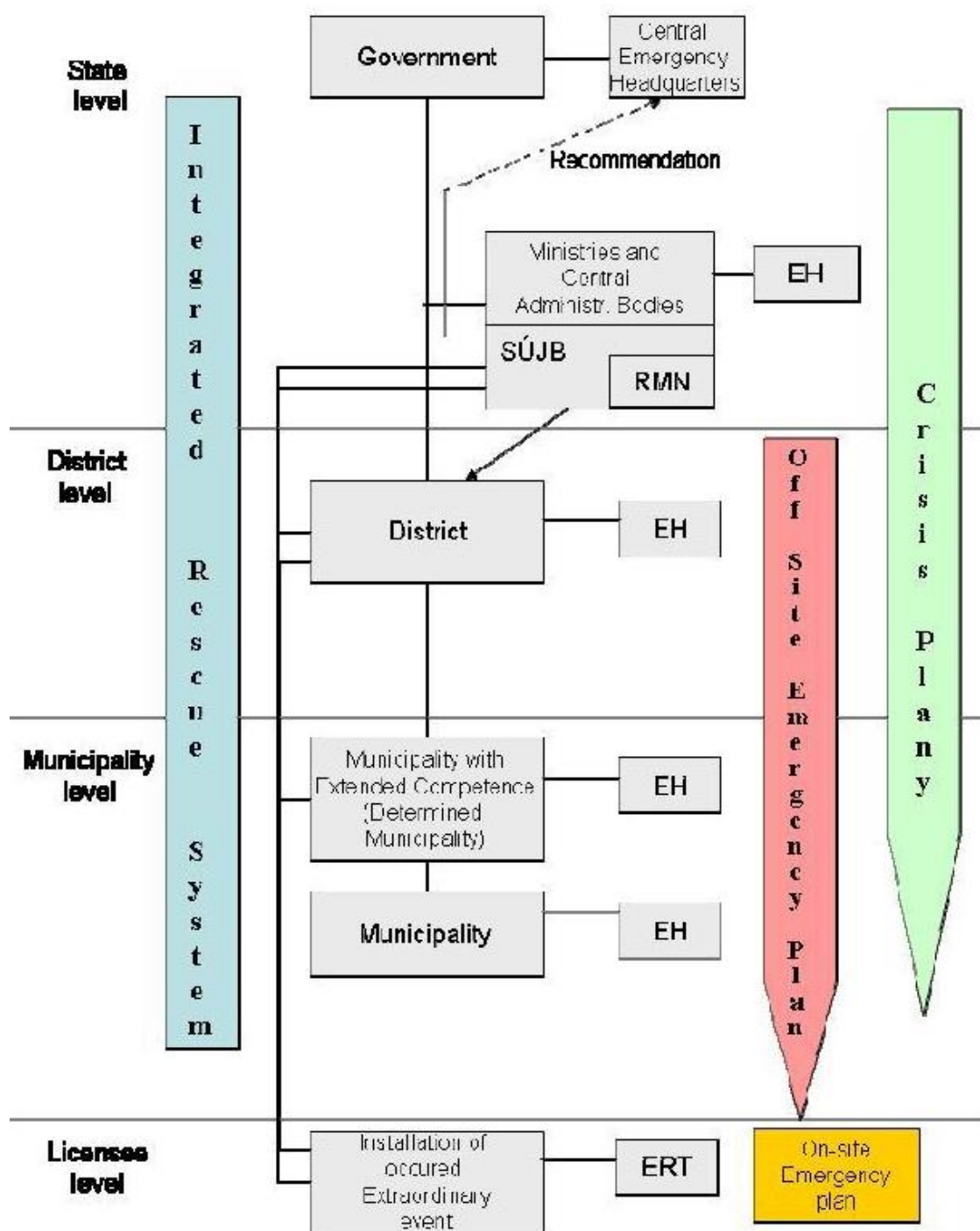
Zdroj: (7)

Příloha č. 14 – Vyrozumění vnějších orgánů při vzniku MU



Zdroj: (7)

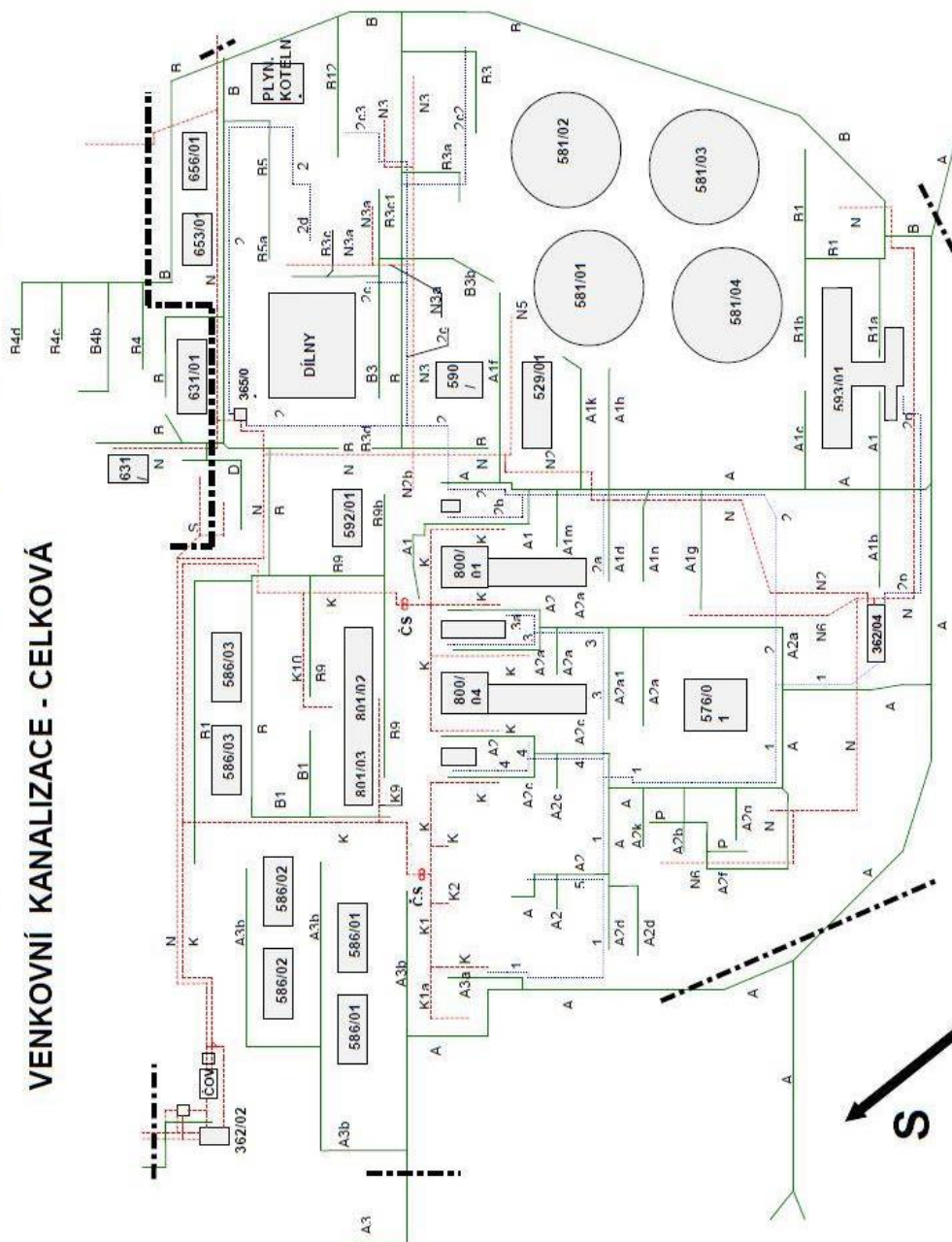
Příloha č. 15 – Zajištění vnější havarijní připravenosti JE



Zdroj: (7)

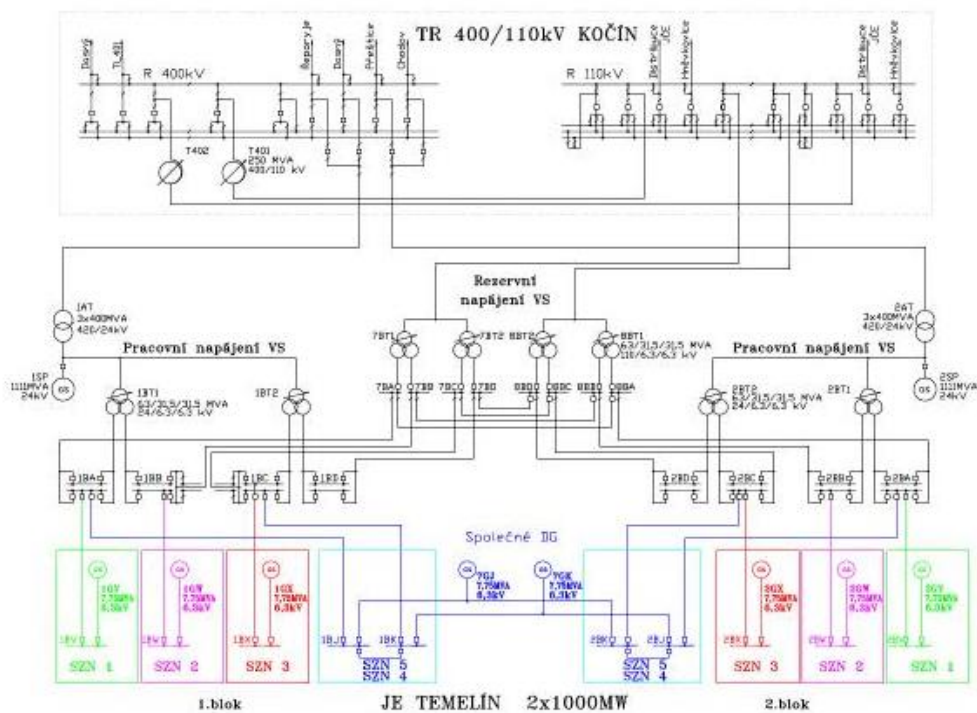
Síť dešťové kanalizace na ETE (na obr. označeno zeleně)

VENKOVNÍ KANALIZACE - CELKOVÁ



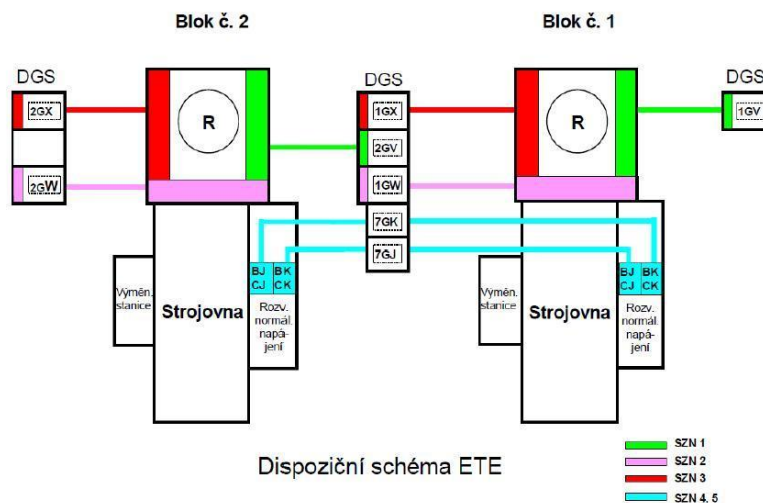
Zdroj: (6)

Příloha č. 17 – Principiální schéma VS ETE



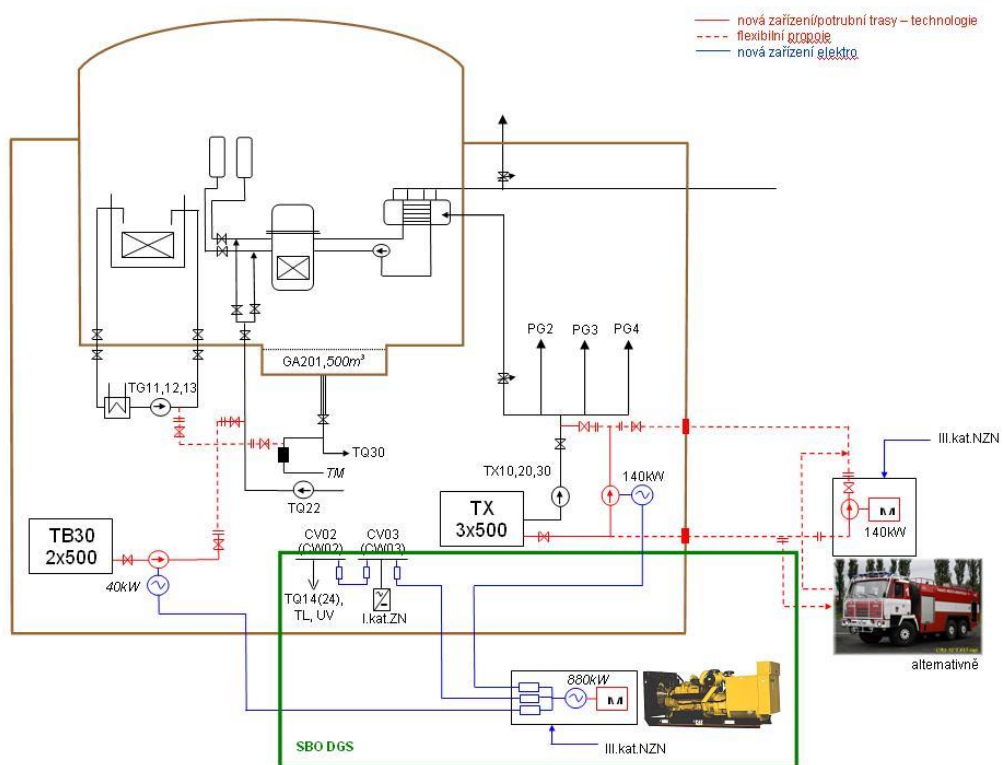
Zdroj: (6)

Příloha č. 18 – Dispoziční uspořádání DGS ETE



Zdroj: (6)

Příloha č. 19 – Návrh zodolnění systémů havarijního napájení PG



Zdroj: (13)

Příloha č. 20 – Příklady zodolnění zařízení proti záplavám



Zdroj: (13)

Příloha č. 21 – Opatření NAcP

PART IV

6. Implementation Activities - Actions

Action No.	Plant / Typ	Topic	Action / Activity	Recommendation No.	Status	Completion
1	EDU / PWR	natural hazards	Structures reinforcement against extreme climatic phenomena	3.1.1	in progress	2014
2	ETE / PWR	natural hazards	Fire brigade building reinforcement Note: Current solution is a light construction on space	3.1.1	in progress	2014
3	EDU / PWR	natural hazards	Fire brigade building reinforcement	3.1.1	in progress	2015
4	EDU&ETE / PWR	natural hazards	In the study PSA to evaluate the risk resulting from the induced floods or fires after the seismic event	3.1.2, 3.1.3	in progress	2014
5	EDU&ETE / PWR	natural hazards	Ensuring the availability of regional weather forecasts and predictions for the shift engineer decision on the future operation and activities at the NPP	3.1.3	in progress	2013
6	EDU / PWR	natural hazards	Implementation of internal seismic monitoring system	3.1.5	in progress	2014
7	EDU / PWR	natural hazards	Completion of the procedures for managing extreme conditions in the site (wind, temperature, snow, earthquake)	3.1.6	in progress	2013
8	ETE / PWR	natural hazards	Completion of the procedures for managing extreme conditions in the site (wind, temperature, snow, earthquake)	3.1.6	in progress	2013
9	EDU&ETE / PWR	natural hazards	Technology hardening against flooding (Temelin Diesel generator station, Dukovany Emergency control centre)	3.1.7	in progress	2012

10	EDU / PWR	natural hazards	Hardening of entrances to the cable ducts against flooding – extreme rainfall	3.1.7	in progress	2013
11	EDU / PWR	natural hazards	Hardening of entrances to the diesel generator station against flooding – extreme rainfall	3.1.7	in progress	2013
12	EDU&ETE / PWR	natural hazards	Creation of (in cooperation with the others operator / regulators) methodology for evaluation of design resistance to natural hazards, including acceptance criteria	3.1.8	in progress	2013
13	EDU / PWR	design issues	Provision of back-up water supply into SG from external mobile equipment using external connection points	3.2.1, 3.2.14	implemented	2012
14	ETE / PWR	design issues	Provision of back-up water supply into SG from external mobile equipment using external connection points	3.2.1, 3.2.14	in progress	2013
15	EDU / PWR	design issues	Provision of back-up coolant supply into depressurised reactor and storage pools with additional and sufficient sources of coolant	3.2.1,3.2.14	in progress	2013-2014
16	ETE / PWR	design issues	Provision of back-up coolant supply into depressurised reactor and storage pools with additional and sufficient sources of coolant	3.2.1, 3.2.14	in progress	2013-2014
17	EDU / PWR	design issues	Emergency cooling method – implementation of another ultimate emergency feedwater pump to SG	3.2.1, 3.2.14	in progress	2013-2015
18	EDU / PWR	design issues	Implementation of additional stable source of power supply (SBO-DG) for subsequent increasing of resistant against „station blackout“ scenario	3.2.2, 3.2.14	in progress	2013-2014
19	ETE / PWR	design issues	Implementation of additional stable source of power supply (SBO-DG) for subsequent increasing of resistant against „station blackout“ scenario	3.2.2, 3.2.14	in progress	2013-2014
20	EDU / PWR	design issues	Implementation of alternative measures to ensure recharging batteries in case SBO and implementation of measures to extend batteries discharging time	3.2.3, 3.2.14	in progress	2012-2016

21	ETE / PWR	design issues	Implementation of alternative measures to ensure recharging batteries in case SBO and implementation of measures to extend batteries discharging time	3.2.3, 3.2.14	in progress	2013-2014
22	EDU&ETE / PWR	design issues	Provision of alternative fuel filling for long-term operation of DG including providing of fuel sources	3.2.4	in progress	2013
23	EDU / PWR	design issues, EP&R	Provision of alternative methods of monitoring of key parameters necessary for technological accidents management	3.2.5, 4.2.7	implemented	
24	ETE / PWR	design issues, EP&R	Provision of alternative methods of monitoring of key parameters necessary for technological accidents management	3.2.5, 4.2.7	in progress	2012
25	EDU / PWR	design issues	Provision of heat removal from the I&C systems for long-term monitoring of key parameters during SBO	3.2.5	in progress	2013-2015
26	ETE / PWR	design issues	Provision of heat removal from the I&C systems for long-term monitoring of key parameters during SBO	3.2.5	in progress	2013-2015
27	EDU / PWR	design issues	Implementation of important measurements into post-accident monitoring system – the addition of RA situation measurement and SFP condition into PAMS	3.2.5	in progress	2013-2015
28	ETE / PWR	design issues	Do not schedule the modes of operation in mid-loop during shutdown unit state (organizational measure)	3.2.6	implemented	
29	EDU / PWR	design issues	Provision of heat removal from the key safety component during SBO	3.2.8	in progress	2015
30	ETE / PWR	design issues	Provision of heat removal from the key safety component during SBO	3.2.8	in progress	2015
31	EDU / PWR	design issues	Completion of the project of control rooms habitability	3.2.9	in progress	2015
32	EDU / PWR	design issues	Completion of SFP status parameters and the other important measurements into PAMS	3.2.10	in progress	2013-2015
33	EDU / PWR	design issues	Implementation of the ventilator towers for ensuring independent ultimate heat sink	3.2.11, 3.2.14	in progress	2014-2016

34	EDU / PWR	design issues, EP&R	Provision of back-up power supply of Security Technical Systems and shelters and power supply of telephone exchanges, communications, lighting, turnstiles	3.2.12, 4.2.14	in progress	2013-2014
35	ETE / PWR	design issues, EP&R	Provision of back-up power supply of telephone exchanges, communications and radio network	3.2.12, 4.2.14	in progress	2013-2014
36	ETE / PWR	design issues	Ensuring the availability of personnel for long-term support of solving difficult technological extraordinary events - sufficient capacity and expertise of personnel at the whole affected site - long-term external technical capacity and professional support of the site	3.2.12	in progress	2013
37	EDU / PWR	design issues	Ensuring the availability of personnel for long-term support of solving difficult technological extraordinary events - sufficient capacity and expertise of personnel at the whole affected site - long-term external technical capacity and professional support of the site	3.2.12	in progress	2013
38	EDU / PWR	design issues	Provision of alternative mobile devices for alternative fluids pump and provision of power supply	3.2.13	in progress	2014
39	ETE / PWR	design issues	Provision of alternative mobile devices for alternative fluids pump and provision of power supply	3.2.13	in progress	2014
40	EDU / PWR	design issues	Ensuring of sufficient capacity and expertise of personnel for multi-unit accident and for the whole site affected	3.2.15, 3.2.14	in progress	2014
41	ETE / PWR	design issues	Ensuring of sufficient capacity and expertise of personnel for multi-unit accident and for the whole site affected	3.2.15, 3.2.14	in progress	2014
42	EDU&ETE / PWR	design issues, EP&R	Provision of periodic verification of the functionality of alternative mobile devices for mitigation of damage	3.2.16, 3.2.14, 4.2.3	in progress	2015
43	EDU&ETE / PWR	design issues, EP&R	Provision of periodic practicing of the using of alternative mobile devices for mitigation of damage	3.2.16, 3.2.14, 4.2.3	in progress	2015

44	EDU&ETE / PWR	design issues	Analyze states of severe accidents according to the current "state of art" to reduce uncertainty in the resistance of equipment and in the preparation of procedures for the activities management	3.2.17	in progress	constantly
45	EDU&ETE / PWR	design issues	Assessment of seismic hazard of sites	3.2.17	in progress	2012
46	EDU / PWR	SAM	Completion of projects of increase the capacity of the system for the hydrogen disposal during severe accidents	3.3.2, 3.3.10	in progress	2013-2015
47	ETE / PWR	SAM	Completion of projects of increase the capacity of the system for the hydrogen disposal during severe accidents	3.3.2, 3.3.10	in progress	2013-2015
48	EDU / PWR	SAM	Implementation of external RPV cooling – melted core detention inside RPV (Installation of means for flooding A004, modification of RPV heat shield)	3.3.2, 3.3.10	in progress	2015
49	ETE / PWR	SAM	Implementation of analysis and propose a strategy and schedule for implementation of measures for preservation of long-term containment integrity (to stabilize melt and prevent overpressure)	3.3.2, 3.3.10	in progress	2014
50	ETE / PWR	SAM	Implementation of measures for maintaining long-term containment integrity according to selected severe accident management strategies	3.3.2, 3.3.10	in progress	according to the schedule
51	ETE / PWR	SAM	Verification of the correctness of assumptions about the functioning of the equipment during beyond design conditions and external risks, including possible measures to ensure functionality according to SAMG	3.3.3	in progress	2014
52	EDU&ETE / PWR	SAM	Issuance of a new procedure for coping with extreme conditions at sites (wind, temperature, snow, earthquake)	3.3.4	in progress	2013
53	EDU&ETE / PWR	SAM	Processing of guides for the use of alternative technical means (EDMG)	3.3.4	in progress	2015
54	EDU&ETE / PWR	SAM	System setup of SAMG verification and validation	3.3.5, 3.3.4.4	in progress	2014

55	EDU&ETE / PWR	SAM	System setup of training (drills), exercises and training for severe accident management according to SAMG, including the possible solutions of multi-unit severe accident	3.3.6, 3.3.7, 3.3.4.4	in progress	2014
56	EDU&ETE / PWR	SAM, design issues	Development and implementation of guidelines for severe accident management during shutdown conditions and in SFP (SSAMG)	3.3.8, 3.2.14	in progress	2014
57	EDU&ETE / PWR	SAM, EP&R	Providing of alternative means for internal and external communication, notification and warning of staff and population during loss of existing infrastructure	3.3.9, 4.2.7	in progress	2013
58	EDU&ETE / PWR	SAM	Analysis of habitability MCR/ECR during severe accidents, including the impact on MCR/ECR unaffected unit	3.3.12	in progress	2013
59	EDU&ETE / PWR	SAM	Providing of alternative means of abnormal occurrence management during loss of primary control centres (Emergency Control Centre, Physical Protection Control Centre, Fire Protection Control Centre)	3.3.13	in progress	2014 - analysis
60	EDU&ETE / PWR	SAM	Providing of necessary technical means, protection of personnel and equipment and background during the period outside the implementation of interventions (24 hours / 7 days)	3.3.14, 3.3.4.4	in progress	2013
61	EDU&ETE / PWR	SAM	Analyzing of conditions and severe accident scenarios based on the current "state of art", and the results of experiments to conduct research materials during severe accident	3.3.16	in progress	constantly
62	national	national organisations	Reviewing of legislation in the field of nuclear energy – Atomic Act and related decrees – which solve a change of status and role of the regulator	4.1.1, 4.1.2, 3.3.1, 4.3.6	in progress	2015
63	national	national organisations cross-cutting issues	Providing of transparency and open communication with the public/stakeholders	4.1.5, 5.1	in progress	constantly

64	national	national organisations cross-cutting issues	Consolidation of safety culture – regular assessment of safety culture by regulatory body	4.1.7, 5.3	in progress	
65	national	cross-cutting issues	Setting up open and professional relationship with the regulatory bodies – the realization of regular summits of SUJB with the operator	5.2	in progress	
66	national	national organisation, EP&R	Regular update of Emergency plans	4.1.4, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6	in progress	
67	national	International Cooperation	International cooperation – participation of experts of the Czech republic (Regulatory body and operator) in international programs and activities IAEA, OECD/NEA, WANO, EC-ENSREG, WENRA and bilateral cooperation	4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5	in progress	
68	national	SAM	Analyses of potential accident scenarios resulting in large volumes of contaminated water including definition of remedial measures	3.3.11		2015
69	national	SAM	Upgrade PSA LEVEL 2 for both NPPs for the identification of plant vulnerabilities, quantification of potential releases related to extreme external conditions	3.3.15	In progress	
70	national	Natural hazard	Seismic PSA including analysis of secondary effects with a proposals for remedial measures	3.1.3		2015
71	national	national organisations	IRRS missions invited for November 2013	4.1.3		November 2013
72	national	national organisations	Post- Fukushima safety reassessments and action plans – stress tests and follow up action plan	4.1.6	In progress	

73	ETE/PWR	design issues	Analysis for the SG gravity feeding use in EOPs is to be finished and subsequently EOPs are to be updated	3.2.1,	In progress	2014
74	EDU, ETE/PWR	design issues	Analyzing of off-site power connections reinforcement. Subsequent reinforcements, if necessary	3.2.2	Analyses initiated	analysis 2013, modifications (if needed) 2015
75	EDU, ETE/PWR	design issues	Performing batteries capacity real load test	3.2.3	Procedures in preparation	2015
76	EDU, ETE/PWR	design issues	Alternative supply of selected valves from mobile power supply sources	3.2.12	Analyses in progress	2015

Zdroj: (9)