



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra biomedicínské techniky

Požární bezpečnost jaderných elektráren

I

Studijní program: Ochrana obyvatel

Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací

Autor bakalářské práce: Dagmar Zajícová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Luboš Koteň

Kladno 2015

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2014/2015

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Dagmar Zajícová**
Obor: Plánování a řízení krizových situací
Téma: **Vývoj požární bezpečnosti jaderných elektráren**
Téma anglicky: The development of fire safety of nuclear power plants

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Předmětem bakalářské práce bude zpracování problematiky požární bezpečnosti jaderných provozů. Práce bude zaměřena na srovnání požární bezpečnosti obou jaderných elektráren na území České republiky, tj. JE Dukovany a JE Temelín. Pozornost bude věnována jednak výčtu a vývoji prvků požárně bezpečnostního vybavení jaderné elektrárny se zaměřením na prvky pasivní bezpečnosti, a dále také posunu v oblasti české legislativy a v oblasti normotvorby i aplikace technických norem za období, kdy byly jaderné bloky těchto zařízení realizovány. V praktické části budou popsány opatření provedená v této oblasti po vyhodnocení jaderné nehody JE Fukušima.

Seznam odborné literatury:

- [1] KRATOCHVÍL, V., NAVAROVÁ, Š., KRATOCHVÍL, M., Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách, Stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost, Edice SPBI Spektrum XVII. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011, ISBN 978-80-7385-103-3
[2] KUČERA, P., POKORNÝ, J., PAVLÍK, T. , Požární inženýrství - aktivní prvky požární ochrany, ed. 1. vydání, Ostrava: SPBI Spektrum, 2013, ISBN 9788073851361

zadání platné do: 11.09.2016

Vedoucí: Ing. Luboš Koten



.....
vedoucí katedry / pracoviště

l. s.



.....
děkan

V Kladně dne 23.02.2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Požární bezpečnost jaderných elektráren“ vypracoval/a samostatně. Veškerou použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Kladně : 20.5.2015

Dagmar Zajícová

Téma:

Vývoj požární bezpečnosti jaderných elektráren.

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá zpracováním problematiky požární bezpečnosti jaderných provozů. Práce je zaměřena na popis požární bezpečnosti obou jaderných elektráren na území České republiky, tj. JE Dukovany a JE Temelín. Pozornost je věnována vývoji a vývoji prvků požární bezpečnostního vybavení jaderné elektrárny se zaměřením na prvky pasívní bezpečnosti a dále také posunu v oblasti české legislativy a v oblasti normotvorby i aplikace technických norem za období, kdy byly jaderné bloky těchto zařízení realizovány. V praktické části budou popsány opatření provedená v této oblasti po vyhodnocení jaderné nehody jaderné elektrárny Fukušima.

Cílem práce je popis požární bezpečnosti jaderných elektráren v ČR a porovnání jejich požární bezpečnostních prvků a zařízení.

Clíčová slova:

Jaderná elektrárna, bezpečnost, požární bezpečnost, požární bezpečnostní prvky, rekombinace zařízení, ochrana.

Topic:

Development of the fire safety of nuclear power plants

Abstract:

The bachelor's thesis deals with the processing of the issues of fire safety of nuclear operations. The thesis is focused on the description of the fire safety of both nuclear power plants in the territory of the Czech Republic, i.e. Dukovany NPP and Temelin NPP. Attention is paid to the list and development of the elements of the fire safety equipment of the nuclear power plant with concentration on the passive safety elements and also the movement in the area of Czech legislation and in the area of standard creation and application of technical standards for the period, when the nuclear blocks of these facilities have been implemented. In the practical part, the measures taken in this area after the evaluation of the nuclear accident of the Fukushima Nuclear Power Plant will be described.

The objective of the thesis is the description of fire safety of nuclear power plants in the Czech Republic and the comparison of their fire safety elements and equipment.

Keywords:

Nuclear power plant, safety, fire safety, fire safety elements, recombination equipment, protection

Poděkování:

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Lubošovi Kotenovi za odborné vedení a poskytnutí cenných rad při tvorbě bakalářské práce. Za trpělivé předání základních informací důležitéch pro zpracování bakalářské práce děkuji paní Ralbovské Daně Rebece PhDr. Mgr. Ph.D.

Dále děkuji paní Šárce Molnárové z Info centra JET a panu Ing. Ivo Novotnému z manažerovi útvaru požární ochrana a havarijní připravenost EZ a.s., kteří mě motivovali k tématu práce. Za trpělivou a aktivní spolupráci při poskytnutí konzultací a poklad o požární bezpečnosti děkuji panu Ing. Markovi Larovi, specialistovi PO EZ.

Děkuji panu Ing. Pavlovi Šimákovi z vedení EZ a.s. za možnost použití neveřejných podkladů z oblasti požární ochrany jaderných elektráren pro napsání své bakalářské práce.

Obsah:

1. Úvod	10
2. Bezpečnost	11
2.1. Jaderná bezpečnost.....	11
2.2. Požární bezpečnost	12
2.3. Požární bezpečnost stavebních objektů.....	12
2.3.1. Požárně bezpečnostní zařízení a opatření	13
2.3.2. Cíle požárně bezpečnostních zařízení	13
2.3.3. Druhy požárně bezpečnostních zařízení	13
2.3.4. Vyhrazené druhy požárně bezpečnostních zařízení.....	14
3. Aktivní požárně bezpečnostní prvky	14
3.1. Zařízení elektrické požární signalizace (EPS)	15
3.2. Zařízení dálkového přenosu dat (ZDP)	16
3.3. Stabilní hasicí zařízení (SHZ)	16
3.3.1. Doplnňkové hasicí zařízení	17
3.3.2. Polostabilní hasicí zařízení.....	17
3.4. Zařízení pro aktivní odvětrání při požáru	17
3.4.1. Přirozené odvětrání při požáru	18
3.4.2. Nucené odvětrání při požáru	18
3.5. Zařízení pro plynovou detekci požáru	19
3.6. Automatické protivýbuchové zařízení.....	19
3.7. Ruční poplachové zařízení.....	19
3.8. Požární klapky.	20
4. Pasivní požárně bezpečnostní prvky a opatření.....	20
4.1. Požární nátěry a nástřiky stavebních konstrukcí a prostupů	21
4.2. Požární přepážky a ucpávky	21
4.3. Požární dveře, uzávěry	22
4.4. Požární klapky	22
4.5. Pasivní protivýbuchové prvky	23
4.6. Rekombinační zařízení.....	23

5. Rekombinační zařízení	23
5.1. Systém kontroly vodíku v HVB	23
5.2. Katalytický rekombinátor	24
5.2.1. Technické řešení.....	25
5.2.2. Možnosti rekombinace	25
5.2.3. Vlastnosti současných přístrojů	26
6. Jaderná elektrárna Dukovany	26
6.1. Historie a popis EDU.....	26
6.2. Koncepce řešení požární bezpečnosti EDU	27
6.3. Úrovně ochrany do hloubky.....	28
6.3.1. Preventivní protipožární opatření.....	28
6.3.2. Požárně dělící konstrukce	29
6.3.3. Systémy zjišťování, ohlašování a hašení požáru	32
7. Jaderná elektrárna Temelín	42
7.1. Historie a popis ETE.....	42
7.2. Koncepce řešení požární bezpečnosti ETE	43
7.3. Úrovně ochrany do hloubky.....	43
7.3.1. Preventivní protipožární opatření.....	44
7.3.2. Požárně dělící konstrukce	44
7.3.3. Systémy zjišťování, ohlašování a hašení požáru	46
8. Zátěžové testy – stress testy	55
8.1. Havárie ve Fukušimě	55
8.2. Princip zátěžových testů	56
8.3. Opatření po stress testech	56
8.3.1. Jaderná elektrárna Temelín	57
8.3.2. Jaderná elektrárna Dukovany	57
9. Porovnání požární bezpečnosti EDU a ETE	58
10. Závěr.....	62
Seznam použitých zdrojů:	64
Seznam příloh:.....	66

Seznam použitých zkratk:

C S	Centrální tepelná stanice
R	Česká Republika
S	tepelná stanice
SN	Česká technická norma
DGS	Dieselgenerátorová stanice
EDU	Elektrárna Dukovany
EPS	Elektrická/elektronická požární signalizace
ETE	Elektrárna Temelín
EU	Evropská Unie
GO	Generální oprava
HC	Hlavní cirkulační čerpadlo
HP	Hasicí přístroj
HVB	Hlavní výrobní blok
HZS	Hasičský záchranný sbor
HZSp	Hasičský záchranný sbor podniku
JE	Jaderná elektrárna
JPO	Jednotka požární ochrany
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
PCO	Pult centrální ochrany
PHZ	Přenosné hasicí zařízení
PO	Požární ochrana
PpBZ	Přenosná bezpečnostní zpráva
RB	Reaktorový blok
SHZ	Stabilní hasicí zařízení
SSZ	Stabilní skrápěcí zařízení
VVER	Vodo-vodní energetický reaktor
ZDP	Zařízení dálkového přenosu

1. Úvod

Jaderná energie je v dnešní době velice aktuální téma diskuzí, obav i nadšení. Celý svět je nucen řešit otázku výroby elektrické energie. Neustále zvyšující se nároky na spotřebu elektrické energie v naší technicky rozvinuté společnosti přináší otázku, z jakých zdrojů se bude vyrábět. Postupné vyčerpávání zásob fosilních paliv směřuje k tomu, že štěpná reakce jádra je naše jistota do budoucnosti v oblasti zdrojů. Je a bude stále více využívána společně s jinými obnovitelnými zdroji energie, jako jsou slunce, vítr a voda.[1]

Po neblahých zkušenostech ze závažných havárií jaderných zařízení zůstává v podvědomí části obyvatel planety obava z využívání této energie. Ale právě každá z těchto havárií napomohla ke zdokonalení vývoje bezpečnosti jak jaderné tak i požární. V poslední době výraznou měrou ovlivnila vývoj bezpečnosti havárie jaderného zařízení v Japonské Fukušimě. Havárie vznikla následky seismických otřesů a tím přinesla potřebu zkoumání konstrukční odolnosti již existujících jaderných elektráren tzv. „stress“ testy. Součástí těchto testů však není prověření havarijní připravenosti a odezvy pro případ havárie.[2]

Případný vznik mimořádné události s nebezpečím požáru v prostorách jaderného zařízení je velice nežádoucí. Mimořádná událost s únikem radiace by měla dopad nejen na životní prostředí, ale především na obyvatelstvo žijící v blízkosti jaderného zařízení. Z těchto důvodů je nutné plánovat, budovat a neustále zdokonalovat bezpečnostní opatření, která případné negativní dopady budou eliminovat.

Otázkou požární bezpečnosti jaderných elektráren v ČR se budu zabývat v této práci. Téma práce jsem si vybrala po velice zajímavé exkurzi v Jaderné elektrárně Temelín, kdy jsem měla možnost vstoupit až do nitra tohoto zařízení. Při následném vstupu do kontejmentu při odstávce reaktoru, donutí asi každého k zamyšlení, jak silná energie se skrývá v neviditelném jádru atomu.

Vyerpávající výklad pro vodkyň všechny účastníky exkurze ohromil. Důraz kladený na bezpečnostní opatření, nekompromisní kontrola provedených prací při přípravě usazení nového souboru palivových tyčí a respekt před neviditelným nebezpečím je zde prioritou. Naše skupina byla složena z příslušníků HZS, proto

jsme m li exkurzi obohacenou o problematiku požární bezpečnosti. Cílem bakalářské práce je uvést do problematiky požární bezpečnosti, popsat a vyhodnotit požární bezpečnostní řešení Jaderné elektrárny Temelín a Elektrárny Dukovany. Dalším cílem je porovnání požární bezpečnostních prvků obou jaderných elektráren a to jak pasivních tak aktivních. [1]

2. Bezpečnost

Obsah této práce je zaměřen na požární bezpečnost jaderných elektráren ČR, která se úzce dotýká nejen celých staveb a jejich konstrukcí, ale i samotného oboru technických zařízení a vybavení staveb.

Definice bezpečnosti (obecná): Stav, kdy je systém schopen odolávat známým a předvídatelným vnějšími a vnitřními hrozbám, které mohou negativně působit proti jednotlivým prvkům (případně celému systému) tak, aby byla zachována struktura systému, jeho stabilita, spolehlivost a chování v souladu s cílovostí. Je to tedy míra stability systému a jeho primární a sekundární adaptace. [3]

Z hlediska negativního vymezení lze bezpečnost vnímat jako **absenci ohrožení cenných hodnot.**

2.1. Jaderná bezpečnost

Definice - Cílem jaderné bezpečnosti je zabránit nekontrolovanému rozvoji štěpné a termální reakce a zabránit nedovoleným únikům radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí a zabránit následkům nehod.[4]

2.2. Požární bezpečnost

Požární bezpečnost je jeden ze základních elementů bezpečnosti. Má zásadní vliv nejen na bezpečnost lidí, ale i na bezpečnost majetku. Požární bezpečnost existovala již naši předkové, ale až v relativně nedávné době v minulém století se začaly používat požární bezpečnostní zařízení. Vývoj těchto prvků prošel prvotním nadšením a občas i následným zklamáním. Tyto však nutily k potřebě zdokonalovat tyto systémy k nejvyšší optimalizaci jejich účinnosti v případě potřeby včasného a efektivního požárního zásahu. Schopnost každého objektu odolávat vlivům požáru, je určena mnoha faktory a prvky.

Významný rozvoj v oblasti požární bezpečnosti vede ke zlepšování vybavení budov a zvyšování nároků na zpracování dokumentace požární bezpečnostní ochrany budov. V budovách se stavební a technologicky složitým vybavením nelze při vyhodnocení požárního zatížení postupovat metodou jednotlivých kroků, ale metodou komplexního posouzení, jak požární bezpečnostní zařízení, tak jeho vztahu k použitým stavebním konstrukcím i organizačním opatřením. V těchto budovách není metodou dělení budovy na jednotlivé požární úseky a zajištění požární odolnosti stavebních konstrukcí dostačující. Zde se vypracovává metoda posouzení jednotlivých požárních úseků, které mají svoje specifické požadavky na požární bezpečnost umístěných technologií i dispozici řešení budov. [5]

2.3. Požární bezpečnost stavebních objektů

Definice – schopnost stavebních objektů bránit v případě požáru ztrátám na životech a zdraví osob a ztrátám na majetku, dosahuje se jí vhodným urbanistickým zařízením, opatřeními v objektu, jeho dispozicí, konstrukcí a materiálovým řešením, popř. požárními bezpečnostními zařízeními a opatřeními.

2.3.1. Požární bezpečnostní zařízení a opatření

Je technické nebo organizační opatření ke snížení teoretické intenzity případného požáru a k snížení ekonomicky negativního dopadu úniku požáru v posuzovaném stavebním objektu nebo jeho části. [6]

Mezi tato opatření a zařízení patří požární signalizace, samostatné stabilní hasicí zařízení, požární odvětrání, stálý dohled jednotek požární ochrany, potlačkové klapky, požární odolné konstrukce, ucpávky, nátěry a obklady, kabelové trasy a jiné.

2.3.2. Cíle požární bezpečnostních zařízení

- zajistit v maximální míře bezpečnou evakuaci osob z prostor zasažených požárem
- omezit negativní úinky požáru na stavební konstrukce zajišťující stabilitu objektu
- potlačit rozvoj požáru a snížit dobu dosažení kritických hodnot parametru požáru
- vytvořit vhodné podmínky pro nasazení sil a prostředků požárních

2.3.3. Druhy požární bezpečnostních zařízení

- zařízení pro požární signalizaci (např. elektrická požární signalizace)
- zařízení dálkového přenosu
- zařízení pro detekci hořlavých plynů a par
- zařízení pro potlačení požáru nebo výbuchu (např. stabilní nebo polostabilní hasicí zařízení)
- zařízení pro únik osob při požáru (např. požární nebo evakuační výtah)
- zařízení pro zásobování požární vodou (např. vnější a vnitřní požární vodovod, nezavodňované požární potrubí)

- za ízení pro omezení ší ení požáru (nap . požární klapka, požární dve e a požární uzáv ry otvor)
- náhradní zdroje a prost edky ur ené k zajišt ní provozuschopnosti požárn bezpe nostních za ízení
- za ízení pro usm r ování pohybu kou e p i požáru (nap . kou ová klapka)

2.3.4. Vyhrazené druhy požárn bezpe nostních za ízení

- elektrická požární signalizace
- za ízení dálkového p enosu
- za ízení pro detekci ho lavých plyn a par
- stabilní a polostabilní hasicí za ízení
- automatické protivýbuchové za ízení
- za ízení pro odvod kou e a tepla
- požární klapky [7]

Efektivní a ú inný systém požární bezpe nosti zaru ují optimáln projektovaná a instalovaná za ízení a prvky jak pasivní, tak aktivní požární bezpe nosti.

3. Aktivní požárn bezpe nostní prvky

Aktivní požární zabezpe ení zajiš ují požárn bezpe nostní za ízení a opat ení. Jedná se o systémy, technická za ízení a výrobky podmi ující požární bezpe nost stavby nebo jiného za ízení. Aktivní za ízení požární bezpe nosti jsou závislá na zdroji energie, na rozdíl od prvk pasivních. Zásady koordinace požárn bezpe nostních nebo jiných za ízení se mohou týkat jednotlivých prostor, kou ových sekcí, požárních úsek , technologických provoz nebo celých budov, pop ípad seskupení budov.

Aktivní systémy svou funkcí zaručují:

- detekci požáru
- vyhlášení poplachu
- ovládání dalších zařízení EPS
- rychlé povolání zasahujících jednotek
- samoobslužné hašení bez účasti lidského operátora
- odvedení kouře a tepla
- lepší podmínky pro evakuaci a zásah požárních jednotek
- snížení teplotního namáhání stavebních konstrukcí
- snížení rozsahu škod

3.1. Zařízení elektrické požární signalizace (EPS)

EPS slouží k včasné signalizaci vzniklého ohniska požáru. Samoobslužné nebo prostřednictvím lidského operátora urychluje předání této informace osobám určeným k zajištění represivního zásahu, případně uvádí do činnosti zařízení, která brání rozšíření požáru, usnadňují, případně provádějí protipožární zásah.

Jedná se o soubor hlásičů požáru, kabelových rozvodů, kabelových tras, ústředí EPS a dalších komponent vytvářející systém, který akusticky a vizuálně signalizuje jakýkoliv stav zařízení a vytváří cestu k započetí příslušných protipožárních opatření. V principu se jedná o hlásiče, kabely a ústřednu zařížení EPS, která vznik požáru signalizuje opticky a akusticky. EPS má dvě samoobslužné činnosti. Ve střeženém prostoru indikovat rozvíjející se požár a tento stav předat do prostoru se stálou obsluhou na pult centralizované ochrany (PCO). Často je používán systém EPS s více ústředními, které ovládají další prvky systému.

Funkce EPS:

- signalizuje poplach
- šíří informaci o požárně nebezpečné situaci
- ovládá zařízení, která zabránějí šíření požáru

- aktivuje samotný požární zásah
- ovládá technologická zařízení

3.2. Zařízení dálkového přenosu dat (ZDP)

Zařízení dálkového přenosu jsou součástí, které samy zajišťují přenos dat a informací o poplachu nebo o poruše na předem určené místo. Tento systém umožňuje plnohodnotnou obousměrnou komunikaci mezi monitorovaným objektem a PCO. Velkou výhodou obousměrného systému je možnost ovládat objektové technologie přímo z PCO. Obsluha PCO je schopna na dálku otevřít klíčový trezor nebo přístupovou cestu pro výjezd zásahové jednotky.

- *Klíčový trezor požární ochrany* – ocelová schránka se vstupním klíčem do objektu a elektronicky připojena na EPS. Klíče od trezoru objektu mají k dispozici i velitelé příslušných JPO HZS a při výjezdu na oznámený požární poplach si tento klíč musí vzít sebou. [5]

3.3. Stabilní hasicí zařízení (SHZ)

Jedná se o kompletní systém pevně zabudovaný ve stavebním objektu nebo na technologickém zařízení. Tento systém obsahuje potrubnou zásobu hasební látky v nádrži nebo tlakovém zásobníku na hasivo. Do potrubních rozvodů vhání hasební médium několika úseky zařízení. Potrubní rozvody jsou vybaveny řídicími ventily a výstřikovými koncovkami, které jsou umístěny v chráněném prostoru nebo na technologii. Pod pojmem „hasicí“ se skrývá účelové zařízení, kterým je uvést vzniklý požár pod kontrolu nebo ho zcela uhasit. Nedílnou součástí v těle SHZ je detekce, řízení, monitorovací a poplachové zařízení. U samostatných SHZ se předpokládá, že jsou uvedena do činnosti co nejdříve po vzniku požáru. Vždy by to mělo být před dosažením celkového vzplanutí.

SHZ hasí požár za podstatně příznivějších podmínek než jednotky PO. Ze zkušenosti vyplývá, že při aktivaci jednotky PO dochází k časové prodlevě oproti době, ve které se spustí činnost SHZ a aktivně začne požár likvidovat. JPO musí být

požár oznámen, následuje doba potřebná k výjezdu, dojezdu na místo zásahu a zahájení zásahu jednotky. V této době je požár v podstatně rozvinutějším stavu než v případě, že SHZ zahájí hašení bezprostředně po vzniku požáru po 1 až 5 minutách. [8]

Vedle SHZ známe i **doplňkové hasicí zařízení a polostabilní hasicí zařízení**, která jsou rovněž zabudována pevně ve stavebním objektu nebo technologickém zařízení.

3.3.1. Doplňkové hasicí zařízení

Je instalováno do částí provozu, kde je zvýšené riziko vzniku nebo šíření požáru a tam kde jsou ztížené podmínky pro zásah JPO. Systém je napojen na veřejný, nebo jiný vodovod zajišťující trvalou dodávku vody do tohoto zařízení. Případně je napojen na zásobní nádrž s předpokládanou dodávkou vody z mobilní požární techniky.

3.3.2. Polostabilní hasicí zařízení

Je zakončeno pevně nainstalovanou armaturou, která v případě potřeby slouží k připojení mobilní techniky s možností stádní cisteren. Hasební látka je do potrubí dodávána v požadovaném množství a tlaku technikou JPO. [5]

3.4. Zařízení pro aktivní odvětrání při požáru

Při požáru v uzavřeném prostoru dochází k vývinu kouře, zplodin hoření a tepla. Zařízení pro aktivní odvětrání požáru slouží pro bezpečnou evakuaci osob z prostoru zasaženého požárem a bezpečnou práci zasahujících JPO HZS. Tato

za ízení zajiš ují odvod kou e, zplodin i tepla a vytvá í neutrální rovinu, ve které je tlak atmosférický. Neutrální rovina zajistí bezpe nou evakuaci osob z místa požáru do chrán ných únikových cest a dále na volná prostranství.

Neutrální rovina tvo í hranici mezi horkými zplodinami ho ení a ístým ovzduším d ležitým pro evakuaci osob. Za ízení jsou dimenzována tak, aby se neutrální rovina utvá ela do výšky 2m, pokud je dostate ná výška celkového prostoru. V prostorách garáží nebo jiných podzemních prostor je tato neutrální rovina nižší.

Za ízení pro nucené odv trání kou e a zplodin využívá fyzikálního principu vytvá ení podtlaku v zakou eném prostoru proud ním odsávaného vzduchu, který je odsáván aktivním za ízení – požárním ventilátorem.

3.4.1. P irozené odv trání p i požáru

Základní parametr využití p irozeného odv trání kou e a tepla je komínový efekt. Ten je založen na principu vztlaku horkých plyn , které vznikají p i požáru. Zplodiny ho ení mají vyšší teplotu a tím se sníží jejich hustota v porovnání hustoty vzduchu. Pro maximální v trací efekt jsou zplodiny a kou jsou odvád ny v co nejvyšším míst požárního úseku. Zárove je tím udržována neutrální rovina, nutná pro evakuaci osob.

P irozené odv trání:

- je mén spolehlivé než nucené odv trání
- vyžaduje otev ení kou ových klapek v celé sekci
- je ovlivn no aktuálními meteorologickými podmínkami
- vyžaduje dostate n velký otvor na p ísun erstvého vzduchu

3.4.2. Nucené odv trání p i požáru

Pokud nejsou podmínky pro p irozené odv trání, vzniká pot eba nasazení p etlakové ventilace. Ta je zajiš na na principu vytvá ení podtlaku v prostoru, ze kterého je nutné odvést zplodiny ho ení. I v tomto p ípad díky vztlaku horkých plyn musí být nucené odv trání použito v co nejvyšším míst .

- spolehlivější než pirozené odvětrání
- musí být zajištěn dostatečný přítok čerstvého vzduchu i odtok kouřové
- rychlejší odvětrání chráněných únikových cest [9]

3.5. Zařízení pro plynovou detekci požáru

Je požárně bezpečnostní zařízení určené pro zjištění koncentrací plynů v daném prostoru a signalizaci předvolené úrovně dosažených hodnot koncentrace plynu. Při detekci plynů platí zásada, že je detekován nejnebezpečnější plyn obsažený v příslušné směsi.

Plynová detekce musí mít optickou a akustickou signalizaci v chráněném prostoru. Ústředna plynové detekce může být v systému ochrany provozu napojena na ústřednu zařízením EPS.

Všechny komponenty zařízení plynové detekce jsou vyráběny v nevybušném provedení, aby se samy nemohly stát iniciálním zdrojem výbuchu.

3.6. Automatické protivýbuchové zařízení

Jedná se o zařízení, které při prvotních projevech výbuchového děje provede takovou reakci, která zabrání výbuchu nebo eliminuje jeho negativní účinky pro sobíčí na okolí. Zařízení nezaručuje, že nedojde k výbuchu. Jsou v provedení pasivním i aktivním. Vždy je součástí systému výroby, skladu, přepravních nebo vzduchotechnických prvků. Většinou je návazným zařízením plynové detekce.

Účinnost JPO se předpokládá ve vztahu k předpádnému výbuchu následnému, nebo k likvidaci předpádného požáru vzniklého při výbuchovém ději. Nespoívá v zabránění výbuchu, což je zásadně nereálné.

3.7. Ruční poplachové zařízení

Ruční poplachová zařízení jsou součástí bezpečnostního systému provozu, objektu nebo technologického zařízení. Jedná se o havarijní tlačítka, která po ruční

aktivaci obsluhou spustí akustický signál. V případě, kdy obsluha zaznamená prvotní vznik požáru dříve než EPS, stisknutím tlačítka zkrátí tím čas k zahájení účinného zásahu likvidace požáru. V případě provoz se zvýšenou hlučností je ruční poplachové zařízení vybaveno optickým signálem. Tato tlačítka jsou chráněna proti nechtěnému spuštění r znými ochrannými prvky. [5,25]

3.8. Požární klapky.

Tyto aktivní klapky jsou ovládány z velínu a jejich zavření je vždy zajištěno při dosažení teploty 70°C i bez aktivace zařízením EPS. Tento stav může nastat například i hoření ve vzduchotechnickém potrubí, kde nejsou instalovány samostatné hlásiče. Nevýhodou je nutnost provedení elektrických kabelů, kterou je třeba zadat už v projektové dokumentaci. Nespornou výhodou dálkově ovládaných požárních klapek je možnost včasného uzavření již před dosažením teploty 70°C, která aktivuje klasickou tepelnou pojistku. Díky této výhodě dojde k minimalizaci zaskočení v objektu.

4. Pasivní požární bezpečnostní prvky a opatření

Prvky pasivní bezpečnosti jsou systémy, technická zařízení a opatření, která podmiňují požární bezpečnost staveb i jiných zařízení.

Pasivní zabezpečení je zajištěno situačním a dispozičním řešením a správným návrhem stavebních konstrukcí a prvků požární ochrany objektu dle potřeby určených druhem výroby a stanoveným požárním zatížením. Jedná se o prvky objektu, které jsou umístěny v daném objektu, a jejich funkčnost nevyžaduje připojení k žádnému zdroji.

Pasivní zabezpečení zaručuje:

- stabilitu konstrukcí objektu
- odolání na požární úseky

- bezpečné únikové cesty
- omezení šíření požáru na sousední objekty
- podmínky pro účinný protipožární zásah

Mezi pasivní prvky požární bezpečnosti patří:

- požární nátěry a nátěry stavebních konstrukcí a prostup
- požární péřky a ucpávky
- požární dveře
- požární klapky
- pasivní protivýbuchové prvky
- rekombinace zaízení

4.1. Požární nátěry a nátěry stavebních konstrukcí a prostup

Speciální **nátěry a nátěry** použité na stavebních konstrukcích slouží k prodloužení požární odolnosti dané konstrukce. Tyto v objektu v podstatě vyávají na situaci, kdy se samovolně aktivují při navýšení teploty. Při vzniku požáru dojde k navýšení teploty konstrukcí zasažených požárem a nátěr začne plnit svoji funkci. Dojde k aktivaci látek, které se podílí na eliminaci úniku požáru. Princip požární ochrany v těsně nátěrů a nátěrů je takový, že při zahřátí dojde k vývoji plynu v nátěru a tím zvětší svůj objem naplněním. Vznikne silnější vrstva na konstrukci, která prodlužuje dobu ochrany proti vlivu požáru. Tyto nátěry se používají i v místech prostupu rozvodů skrz stavební konstrukci, pokud nelze použít jiný způsob ustávení prostupu.

4.2. Požární péřky a ucpávky

Jedná se o velmi důležité prvky stavebních konstrukcí. Svoji funkci zabrávní přenosu požáru. Zároveň zajišťují bránění šíření pásma zakouření a šíření požáru

mezi požárními úseky. Šíření zakoupení je nebezpečné ve vztahu k ochraně bezpečnosti osob přítomných v prostoru objektu. Šíření požáru mezi požárními úseky je nebezpečné ve vztahu k ochraně majetku.

Těsnění prostup je řešeno pomocí manžet a tmelů s požadovanou požární odolností. Za dostatečnou se považuje odolnost 90minut.

4.3. Požární dveře, uzávěry

Z hlediska požadavků na pohyb osob únikovou cestou musí protipožární dveře umožňovat snadný a rychlý průchod. Vždy je musí otvírat ve směru úniku a nesmí mít práh. Otevření dveří vyskytujících se na únikových cestách musí mít ve směru úniku kování, které umožní po vyhlášení poplachu otevření dveří ručně i samočinně.

Při dimenzování požárních uzávěr, je dodržována stejná odolnost jako u požárních lící stěny, ve které je uzávěr usazený. Protipožární dveře a uzávěry jsou vybaveny protikouřovou těsnící páskou. Obvykle jsou těsnící pásy na dveřích kídlech. Pásy jsou v těsnině silikonové samozhášecí plnicí svoji funkci v rozmezí teplot 20°C – 180°C, nebo pásy zpevnovací, které při dosažení teploty 135°C začínají nabývat na objemu a plnit tím svoji těsnící funkci.

4.4. Požární klapky

Požární klapky pasivní se osazují do požárních lících konstrukcí nebo jejich blízkosti. Jejich účelem je uzavřít vnitřní prostor požárně neizolovaného potrubí ventilací systém. Klapky pasivní jsou aktivovány tepelnou pojistkou při dosažení uzavírací teploty 70°C u protékajícího vzduchu nebo kouře. Při instalování samočinných klapek do větších prostor je třeba zvážit, že ve větším prostoru dochází k ochlazení kouře a k aktivaci tepelné pojistky může dojít se zpožděním až o 10 minut.

4.5. Pasivní protivýbuchové prvky

Protivýbuchové prvky nezaručí, že nedojde k výbuchu, ale omezí nebo vyloučí vznik výbuchového děje.

Příklady pasivních protivýbuchových prvků :

- *střížná membrána* - je jednorázová a její funkce spočívá v tom, že při dosažení destruktivního tlaku dojde ke střížení a odtlakování záření. Střížná membrána se nachází na snových hasicích přístrojích.
- *protivýbuchová klapka* - je přitlačována svojí vlastní hmotností nebo např. pružinou. Při přetlakování odpustí nadbytečný tlak a vrátí se do provozní polohy. Nejjednodušším příkladem je Papinův hrnec [5,25]

4.6. Rekombinace záření

V případě jaderných elektráren se setkáme s jedním velice specifickým prvkem pasivní bezpečnosti. Jedná se o rekombinaci záření, které je umístěno přímo v prostoru hlavního výrobního bloku (HVB) a pracuje na principu zpětné reakce přeměny vzniklého vodíku zpět na vodu, která následně stéká po jeho stranách. Podrobný princip funkce rekombinace záření je popsán v následující pasáži – oddíl 5.

5. Rekombinace záření

5.1. Systém kontroly vodíku v HVB

V HVB jsou umístěny systémy pro kontrolu tvorby vodíku a systémy na jeho likvidaci v případě havárie. Vodík vzniká především radiolýzou vody a korozí.

Jedná se o pasivní nebo i aktivní zařízení požární ochrany, která udržují přípustné koncentrace vodíku, aby nedošlo k jeho výbuchu. Rekombinace zařízení pracují na principu zpětné reakce, kdy se vodík sloučí s kyslíkem za vzniku vody, která následně stéká po stěnách HVB. V jaderných elektrárnách Dukovany a Temelín jsou použity katalytické rekombinátory.

„Z velkých technických modifikací Temelína se letos dokonuje už jen montáž dalšího zařízení na likvidaci vodíku, která byla zahájena loni.“ [10] [Bohdan Zronek]

5.2. Katalytický rekombinátor

Katalyzátor - látka, která urychluje nebo umožňuje chemickou reakci, ale sama se reakcí nemění. [11]

Jako zařízení pro odstranění vodíku z prostoru HVB byly zpočátku používány tepelné rekombinátory, které nuceně odsávaly plynnou směs obsahující vodík a byly instalovány mimo uzavřený prostor objektu HVB. Jako další prvek byly hořáky v prostoru HVB, které zajistily vznícení vodíku pouze tehdy, když bylo dosaženo koncentrace pro vzplanutí. Nicméně, tato zařízení nejsou pasivní, jsou závislá na připojení elektřiny a je nutno řešit nouzové zdroje v případě delšího výpadku. Jako pasivní prvky byly vyvinuty katalytické rekombinátory.

Na rozdíl od tepelných rekombinátorů, které fungují při teplotách kolem 600 – 700° C, katalytické rekombinátory umožní rekombinaci vodíku na vodu již při teplotách okolo 0 °C. Katalyzátorem je zde nejčastěji platina a paladium. Katalytické rekombinátory jsou schopny pracovat již při koncentracích vodíku okolo 1 % a jsou schopny pracovat ve velkém rozsahu teplot a vlhkostí. Riziko spojené s těmito rekombinátory tkví v tom, že teplo uvolněné při rekombinaci může vést k zapálení vodíku.

Obrázek 1.1. uvádí jeden příklad navrženého zařízení volně stojícího katalytického rekombinátoru. Druhým rozšířeným typem jsou závěsné, které jsou

spíše ploché, silně připomínající kuchyňskou digesto. Princip rekombinace aktivní oxidací vodíku je stejný. [12]

5.2.1. Technické řešení

Katalytický rekombinátor se skládá z vertikálního kanálu nebo zásobníku vybaveného ložem katalyzátoru ve spodní části. Molekuly vodíku přicházející do styku s povrchem katalyzátoru a reagují s kyslíkem za vzniku páry. Teplo reakce na povrchu katalyzátoru vyvolá vztlak, a tím zvyšuje rychlost průvodu plynné směsi. Pírozená cirkulace tak zajišťuje nepřetržitý průvod vzduchu do katalytického rekombinátoru. Katalytická vrstva zajistí průběh reakce zpětné proměny vodíku na vodu [Obr. .1] [13]

5.2.2. Možnosti rekombinace

Možné varianty rekombinátorů se liší různými tvary, nosiči katalytické vrstvy, které mohou být kovové i keramické, ve tvaru desek, tyčí, kuliček i sypké hmoty. Jako katalytická vrstva, kterou jsou tyto nosiče potaženy, může být použito vrstvy vzácného kovu (platina, palladium, osmium, iridium, ruthenium, rhodium, zirkonium apod.) Složení katalytické vrstvy je výrobním tajemstvím jednotlivých výrobců.

Tyto nosiče katalyzátoru (Obr. .1) přinesl vývoj změn směrem k vysoce porézním buněným materiálům. Výška zařízení je důležitá pro vytvoření patřičného tahu. Stříška nahoře slouží k ochraně katalytické vrstvy před kondenzující vodou. Ohřátý proud vzduchu zpod ní vystupuje z rekombinátoru a ve směsi s okolním vzduchem se rozpíná a ochlazuje. V určité vzdálenosti od výstupu pak vzniká kompenzační pohyb vzduchu dolů. Hnacími silami tohoto procesu jsou Archimedovy síly vznikající v důsledku rozdílu hustoty okolní a rekombinované směsi plynů.

Pasivní rekombinátory jsou dobrým řešením z hlediska konzervativního průstupu, nicméně nejsou řešením konečným. Mohou znatelně přispět ke zvýšení bezpečnosti, nicméně při masivním vývinu vodíku během havárie nelze vyloučit vznik

lokálních nebezpečných koncentrací mimo zónu chráněnou bezprostředně tímto přístroji a zároveň mohou v případě těchto velkých úniků sloužit jako iniciátor, protože při jistých koncentracích v nich již dochází ke vzplanutí.

V návaznosti na havárii ve Fukušimě se postupuje k nahrazování sloupcových rekombinátorů účinnějšími typy, které mají větší účinnou plochu pro katalýzu.

5.2.3. Vlastnosti souasných přístrojů

Výrobci prezentují výkonové charakteristiky svých přístrojů a jako součást dodávky i projekt zabezpečení příslušného prostoru, který má být chráněn. V rámci různých výzkumů jsou prováděny nezávislé testy rekombinátorů.

Výrobou pasivních rekombinátorů se v souvislosti zabývá několik zahraničních firem. [14]

6. Jaderná elektrárna Dukovany

6.1. Historie a popis EDU

První jadernou elektrárnou v České republice je Jaderná elektrárna Dukovany. Byla vybudována na počátku 70. let na základě podpisu mezivládní dohody mezi tehdejšími Československem a Sovětským svazem, o výstavbu dvou elektráren s maximálním výkonem 1760 MW.

V období května 1985 do července 1987 byly postupně spuštěny tři bloky a tím byl dosažen maximální projektový výkon 1760MW. V průběhu roku 1986 byly spuštěny dva bloky v jedné lokalitě. Jedná se o jedinečný proces, který se doposud ve světě neopakoval.

V současné době EDU dodává do sítě asi 20% z celkové spotřeby elektřiny v České republice. Její roční produkce je více než 14 mld. kWh. Tímto by pokryla spotřebu všech domácností v ČR. V porovnání s ostatními významnými výrobci vyrábí elektrárna Dukovany elektřinu s nejnižšími mernými náklady.

Základním a nejdůležitějším technologickým vybavením jsou ty i tlakovodní reaktory s projektovým označením VVER 440/213 jsou instalovány do dvou hlavních výrobních bloků. Každý z těchto reaktorů má tepelný výkon 1375 MW a disponuje elektrickým výkonem 510 MW.

Jaderná elektrárna Dukovany má ve svém areálu další dvě jaderná zařízení:

- **sklad použitého jaderného paliva**, ve kterém je bezpečně skladováno použité palivo z v transportně-skladovacích kontejnerech CASTOR 440/84
- úložiště nízké a střední radioaktivních odpadů. Toto úložiště je ve vlastnictví státu [17]

6.2. Koncepte řešení požární bezpečnosti EDU

Požární bezpečnost je řešena dle požadavků vodního projektu JE Dukovany.

V požadavkovém projektu jaderné elektrárny Dukovany byly objekty JE rozděleny do dvou zón:

1.) tzv. „*zóna sovětského projektování*“ do které spadaly objekty, které bezprostředně souvisely s jadernou energetickou technologií a zajišťují jadernou bezpečnost. Zde bylo řešení systémů PO v zásadě navrženo podle sovětských norem a předpisů. Jednalo se o následující objekty:

- budova reaktoru (základová část, hermetická část)
- budova pomocných aktivních provozů
- dieselgenerátorové, kompresorové a výparní stanice
- kompresorová stanice
- centrální výparní stanice

2.) tzv. „*zóna československého projektování*“ do které byly zahrnuty ostatní objekty. V této zóně byly řešeny systémy požární ochrany plně dle československých legislativních a technických předpisů s přihlédnutím k doporučením Bezpečnostních návodů MAAE.

Systém požární ochrany 1. bloku EDU je založen na požadavkovém ruském konceptu „ochrany do hloubky“. Koncepte této ochrany do hloubky vychází z propojení řešení problémů protipožární prevence a požární repréze:

- předcházení vzniku požárů
- včasné zjištění a likvidace vzniklých požárů
- zabránění šíření neuhášených požárů

Koncepce projektového řešení Požární ochrany

Koncepce projektového řešení požární ochrany jaderné elektrárny Dukovany vychází ze zabezpečení jaderné bezpečnosti a radiální ochrany.

Všeobecné bezpečnostní požadavky stanoví, že musí být:

- zajištění bezpečného odstavení reaktoru a jeho bezpečné udržení v odstaveném stavu
- zabezpečený odvod zbytkového tepla z aktivní zóny reaktoru po jeho odstavení
- zabezpečeno omezení úniku radioaktivních látek tak, aby jakékoli úniky nepřekročily stanovené limity

6.3. Úroveň ochrany do hloubky

Požární ochrana je zajištěna dle sledným uplatněním přístupů „ochrany do hloubky“, která ve vztahu k požární ochraně vytváří tyto tři úrovně:

- preventivní opatření
- požární odolná konstrukce
- systémy zjištění, ohlašování a hašení požárů

Projekt požární ochrany EDU zajišťuje rovnováhu mezi všemi těmi uvedenými úrovněmi ochrany do hloubky.

6.3.1. Preventivní protipožární opatření

Jsou opatření, která mají v co nejvyšší míře zabránit vzniku požáru.

6.3.1.1. Omezení množství hořlavých látek a materiálů

V souladu s doporučeními bezpečnostních norem MAAE je použití hořlavých látek a materiálů jak ve stavební, tak i v technologické části omezeno pouze na nezbytné minimum. V případech, kdy nebylo možné vyloučit použití hořlavých látek a

materiál , jsou přijata obecná technická opatření, která vyloučí možnost vzniku a šíření požáru, resp. omezují druhotné účinky vzniklého požáru.

6.3.1.2. Požární úseky

Všechny stavební objekty, u kterých je to vyžadováno normativními předpisy a bezpečnostními návody, jsou rozděleny do menších požárně ohraničených celků - požárních úseků. Jejich úkolem je udržet požár uvnitř požárního úseku a zabránit jeho šíření mimo požární úsek.

Zamezení rozšíření požáru mezi jednotlivými požárními úseky je zajištěno dle sledným ohraničením každého požárního úseku požárně dělícími konstrukcemi.

6.3.2. Požárně dělící konstrukce

Požárně dělící konstrukce jsou stavební konstrukce bránící šíření požáru mimo požární úsek. Musí po stanovenou dobu odolávat účinkům vzniklého požáru, aniž by došlo k porušení jejich funkce.

Požárně dělícími konstrukcemi jsou:

- požární stěny
- požární stropy
- požární uzávěry otvorů - požární dveře, požární poklopy, požární klapky a požární ucpávky
- obvodové konstrukce

6.3.2.1. Požární stěny, požární stropy

Požární stěny a požární stropy ve všech objektech JE jsou v nehořlavém provedení. Hodnoty skutečné požární odolnosti jednotlivých konstrukcí se pohybují v rozmezí od 15 do více než 240 minut.

6.3.2.2. Požární uzávěry otvorů

Požární dveře, požární poklopy- skutečné provedení a požární odolnost požárních dveří a požárních poklopů v objektech JE vyhovuje požadavkům SN. Požární odolnost jednotlivých uzávěr se pohybuje v rozmezí od 15 do 90 minut. Požární dveře v chráněných únikových cestách jsou opatřeny samoinným uzavíracím mechanismem (kromě případů, kdy se jedná o hermetické dveře).

Požární klapky, požární izolace- pro zamezení šíření požáru vzduchotechnickým potrubím je v objektech JE řešeno osazením požárních klapek na hranicích požárních úseků, tj. v místech prostupu vzduchotechnického potrubí požárními konstrukcemi. Klapky se uzavírají od tepelné pojistky při dosažení teploty 72°C. Všechny požární klapky je možné ovládat i ručně z místa. Požární odolnost požárních klapek instalovaných v objektech elektrárny je 90 minut. Kde nebylo možné nebo vhodné instalovat požární klapky, byla použita ochrana vzduchotechnického potrubí protipožární izolací. Požární odolnost protipožární izolace se pohybuje v rozmezí od 30 do 90 minut.

Požární ucpávky, utěsnění průchodů- všechny prostupy kabelů požárními konstrukcemi v etn. prostupu kabelů požárními ucpávkami jsou utěsněny požárními ucpávkami. Požární odolnost ucpávek instalovaných v dležitých prostorech JE je 90 minut, přestože SN nepožaduje požární odolnost ucpávek vyšší než 60 minut. Požární odolnost hermetických průchodů instalovaných na hranici kontrolovaného pásma je 90 minut.

6.3.2.3. Stavební konstrukce

Výchozím kritériem pro návrh a posouzení stavebních konstrukcí jednotlivých objektů JE je požární riziko, které bylo stanoveno pro každý požární úsek. Podle požárního rizika byl pro každý požární úsek stanoven odpovídající stupeň požární bezpečnosti, který vyjadřuje schopnost stavebních konstrukcí (jako celku) odolávat pravděpodobným únikům požáru z hlediska šíření požáru a stability konstrukcí objektu. AV zásady se používají neohřívající konstrukce

(železobetonové, zděné, keramické panely, ocelové ap.), které mají odpovídající požární odolnosti. Při použití ocelových konstrukcí je v případě potřeby požární odolnost zvýšena protipožárním nástřikem, nátěrem nebo obkladem.

6.3.2.4. Únikové cesty

K bezpečné a včasné evakuaci a k umožnění zásahu JPO jsou ve všech stavebních objektech JE zřízeny *nechráněné* i *části chráněné* únikové cesty a ve většině objektů jsou i *chráněné* únikové cesty typu A.

K umožnění evakuace osob z technologických zařízení jsou instalovány i **únikové žebříky**, které slouží jako náhradní únikové možnosti.

Všechny únikové cesty jsou dostatečně osvětleny a na chráněných únikových cestách a v nich, kterých v případě i na nechráněných únikových cestách je kromě toho instalováno i nouzové osvětlení se zajištěnou dodávkou elektrické energie.

Na všech únikových cestách je směr úniku a únikové východy z etelů označeny příslušnými tabulkami a všechny požární dveře ústící do chráněných únikových cest jsou opatřeny samočinným uzavíracím mechanismem (kromě případů, kdy se jedná o hermetické dveře).

Všechny únikové cesty JE (nechráněné, části chráněné i chráněné) vyhovují požadavkům SN jak z hlediska mezní doby evakuace a mezní délky únikových cest, tak i z hlediska kapacity a potu únikových cest.

6.3.2.5. Odstupy

Jednotlivé stavební objekty jsou v areálu JE situovány tak, aby v případě vzniku požáru v kterémkoli z objektů nebyl tímto požárem ohrožen žádný ze sousedících objektů. Odstupy mezi objekty byly stanoveny dle SN jsou dostatečné k zamezení přenosu požáru sáláním tepla i padajícími hořícími částmi konstrukcí. V případech, kdy je nutné, aby objekty na sebe bezprostředně navazovaly je

zamezení p enosu požáru mezi objekty zajišt no vzájemným odd lením t chto objekt požárn d lícími konstrukcemi. Rovn ž v kabelových kanálech vstupujících do objekt jsou na hranicích objekt instalovány požárn d lící konstrukce.

6.3.2.6. Technická a technologická za ízení

Technická a technologická za ízení uvnit stavebních objekt (elektrotechnické rozvody, potrubní rozvody, kanalizace, technologická za ízení) jsou umíst na bu jako ucelené technologické celky v samostatných požárních úsecích, anebo jsou zkonstruována tak, aby požárn d lícími konstrukcemi prostupovala pouze v nezbytných p ípadech (kabely, potrubní rozvody). Všechny prostupy požárn d lícími konstrukcemi jsou požárn ut sn ny s požární odolností požadovanou SN. Veškerá technologická za ízení a potrubní rozvody uvnit i vn stavebních objekt obsahující nebo rozvád jící ho lavé kapaliny nebo ho lavé plyny jsou v etn svých nosných konstrukcích provedeny z neho lavých materiál .

6.3.3. Systémy zjiš ování, ohlašování a hašení požáru

Systémy zajistí, aby požár, který vznikne i p es preventivní opat ení, byl zjišt n a ohlášen bezprost edn po svém vzniku. Svými prost edky zahájí innost k jeho rychlému uhašení

Všechny objekty EDU jsou v souladu s SN vybaveny požadovaným za ízením, které umož ůje protipožární zásah vedený vn jškem nebo vnit kem objektu, pop . sou asn ob ma zp soby.

6.3.3.1. Systémy ohlašování požáru

Ohlašování požáru ve všech objektech EDU zabezpe uje systém elektrické požární signalizace (EPS). Po ukon ení výstavby a zahájení provozu EDU, byl využíván systém EPS TESLA Liberec.

V polovině devadesátých let byla realizována akce „Zdokonalení systému EPS v EDU“. V rámci této stavby byla v HVB I. a II. demontována EPS TESLA Liberec a v předem určených prostorách, tzv. „kritických bodech“ byla EPS TESLA Liberec ponechána souasně s novou EPS CERBERUS.

Na konci roku 2009 vznikly nové systémy, které používaly k detekci vzniku požáru zařízení firmy CERBERUS deváté řady. Ve vnějších objektech byla i nadále v provozu EPS TESLA Liberec.

V dalších etapách bylo instalováno SHZ KD200. Tento systém používá jako hasební médium plyn FM 200 a je řízen EPS řady ALGOREX, výrobcem byla firma CERBERUS.

Ve vnějších kabelových kanálech byl místo bodových hlásičů instalován Lineární teplotní detekční systém s obchodním názvem FibroLaser II. Výrobcem je firma SIEMENS.

6.3.3.1.1. Hlásiče požáru

V jaderné elektrárně je instalováno asi 10000 hlásičů požáru. Typy hlásičů požáru jsou navrženy a realizovány v závislosti na parametrech prostředí, které se tvoří při zahřívání, karbonizaci, vznícení nebo hoření materiálů vyskytujících se v příslušném chráněném prostoru.

Při výběru typu hlásiče požáru a při určení jejich rozmístění v chráněném prostoru je uvažováno i s prostředí chráněného prostoru, např. radiace, vlhkost, teplota, proudění vzduchu apod.

Typy hlásičů instalovaných v EDU:

- a) ionizační - instalováno více než 3000 ks těchto hlásičů
- b) opticko-kouřový
- c) tepelný
- d) lineární
- e) plamenný
- f) zařízení FibroLaser - skládají se z řídicí jednotky a detekčního kabelu s optickými vlákny. Komplet je firmou Siemens deklarován jako lineární tepelný kombinovaný

hlási. Zařízením detekuje překročení nastavené mezní teploty nebo gradientu teploty s přesným vyhodnocením místa požáru.

g) tlakový

Bodové hlásiče požáru jsou instalovány v montážních patičkách, které jsou propojeny do požárních linek. Požární linky jsou realizovány se zpevněným vedením, čímž je zabezpečeno provedení signálu od hlásiče požáru do ústředny EPS i v případě mechanického poškození nebo přerušení požární linky.

V objektech EDU jsou realizovány dva druhy požárních linek:

- kolektivní požární linky - ústředna EPS nespécifikuje přesné místo vzniku požáru a podává pouze informaci o vzniku požáru někde na požární lince.
- adresovatelné požární linky - ústředna EPS dokáže přesně specifikovat adresu konkrétní hlásiče, které indikuje požár nebo poruchu, čímž je specifikováno i přesné místo vzniku požáru.

V EDU jsou převážně realizovány adresovatelné požární linky. Hlásiče instalované na těchto linkách jsou sdružovány do skupin, které jsou v dokumentaci též nazývány smyčkami i grupami. Připojení hlásičů do skupin je provedeno programově (v softwaru ústředny EPS) a nezáleží na tom, na jaké lince nebo v jakém podání na lince jsou instalovány. V zásadě jsou skupiny vytvořeny podle místností nebo podle požárních úseků.

6.3.3.1.2. Ústředny EPS

Ústředny EPS jsou základní stavební jednotkou systému EPS a jejich základní funkcí je optická a akustická signalizace detekovaného požáru.

Každá ústředna EPS plní i autodiagnostické funkce a v případě poruchy na požárním hlásiči, požární lince, ústředně, nebo elektrickém napájení, je tento stav opticky a akusticky signalizován se současným zobrazením kódu poruchy na displeji ústředny.

Kromě signalizace požáru, které ústředny EPS ovládají, dalšími zařízením zajišťujícími požární bezpečnost objektu:

- spuštění stabilního hasicího zařízení
- signalizace polohy vybraných protipožárních klapků ve vzduchotechnickém potrubí

- ovládání vybraných protipožárních klapek ve vzduchotechnickém potrubí
- signalizace přítomnosti zplodin hoření ve vybraných vzduchotechnických potrubích
- ovládání vybraných ventilátorů vzduchotechniky

6.3.3.1.3. Nadstavbový systém EPS

Všechny ústředny EPS instalované v areálu jaderné elektrárny organizovány do decentralizovaných skupin. Tyto skupiny jsou propojeny do okruhů optickými kabely a jsou připojeny k nadstavbovému systému MM 8000. Přenos je tak plně redundantní při poruše v jednom místě okružního propojení. Tento systém nahradil původní nadstavby CERBERUS se stromovou strukturou. Nadstavbový systém na požární stanici HZSp EDU je centrem systému EPS celé JE Dukovany. [15] [Obr.2]

V současné době byla zahájena kompletní modernizace EPS na EDU.

Termín zahájení realizace – 04/2015

Stávajícímu systému EPS Cerberus, skončila podpora výrobce. Systém již není možné rozšířit z důvodu ukončení výroby nových komponent.

Dle vyjádření firmy SIEMENS Building Technologies s.r.o. byl během roku 2003 ukončen prodej všech komponent stávajícího MS9. Systém EPS CERBERUS MS9 se tak po r. 2010 udržuje v provozuschopném stavu pouze s použitím repasovaných náhradních dílů.

Modernizace a doplnění systému EPS na HVB bude provedena zámlou za systém Honeywell – ESSER. Bude provedena téměř kompletní výměna stávajícího systému EPS s výjimkou kabeláže na kterých hlásičových linek. Součástí budou provedeny dílčí úpravy a rozšíření systému EPS.

náhrada systému EPS Cerberus v etn nadstavbového systému

Oproti stávajícímu systému EPS CERBERUS bude nový systém zajišťován redundantními p enosy.

Je navržen nadstavbový systém nad úst ednami EPS s kruhovou topologií a pln redundantním p enosem p i poruše v jednom míst okružního propojení. Použité aktivní prvky sít se automaticky adaptují na novou konfiguraci. Servery jsou v redundantním provedení. [Obr. 3]

Náhrada systému EPS Cerberus na HVB v etn nástavbového systému zvyšuje spolehlivost automatické detekce požáru. V žádném ze stávajících prostor se neomezuje rozsah zabezpečení systémem EPS. Nové zařízení je navrženo s rezervou, která umožní budoucí rozšíření a doplnění EPS a propojení na plánovaná Stablní hasící zařízení

Realizace bude probíhat mimo odstávky i v rámci GO jednotlivých bloků .

P edpokládaný termín ukonění realizace:

1. Blok – do konce roku 2015
2. Blok – do konce roku 2016
3. Blok – do konce roku 2017
4. Blok – do konce roku 2017[16]

6.3.3.2. Systémy zásobování požární vodou

Požární vodovod a jeho hydranty tvoří aktivní a nejdostupnější systém protipožárního zabezpečení EDU. Pracovním (hasícím) médiem je voda.

Systém je určen k napájení požární vodou vnějšího požárního vodovodu, na který jsou napojeny systémy vnitřních požárních vodovodů jednotlivých stavebních objektů EDU a stabilní systémy vodního hašení a zkrápění. Celý systém je možno napájet ze dvou nezávislých terpacích stanic. V areálu EDU jsou realizovány dva odlišné, na sobě nezávislé systémy zásobování požární vodou. První systém je seismicky odolný

a zabezpečuje dle požadavků ležité prostory budov reaktoru, druhý systém je seismicky neodolný a zabezpečuje celý areál jaderné elektrárny.

Požární vodovod na EDU je určen pro:

- zabezpečení trvalého dostatečného přísunu požární vody pro protipožární zásah provozní obsluhy a jednotek PO
- likvidaci požárů na vnějších transformátorech
- likvidaci požárů a chlazení prostorů i požárech v kabelových prostorech
- likvidaci, lokalizaci, minimalizaci vzniku požárů a odstranění jejich následků

Popis systému požárního vodovodu:

Požární vodovod je zaplněn a uveden na provozní parametry, kterým je tlak v rozmezí 0,35 - 0,48 MPa s odběrem vody potrubným pro mimo požární drobný užitkový odběr. Provozní stavy uvnitř objektů sešití navazující - stabilní hasicí zařízení (SHZ) a stabilní skrápění zařízení (SSZ).

Rozvod je na dvě části a provozuje se každá část na sobě nezávisle. Na požárním rozvodu jsou provedeny požární hydranty a to nadzemní i podzemní, které slouží požární jednotce pro případ doplnění mobilní požární techniky vodou. Z tohoto rozvodu je napájen rozvod vodního SHZ a SSZ

Zdrojem požární vody je centrální čerpací stanice I a II, které jsou umístěny v prostoru chladících věží I. a II. HVB, tedy chladicí okruhy elektrárny. Zásoba vody v sacích jámkách použitelná pro požární čerpadla je 56 386,0 m³. Toto množství je nezávislé na ostatních zdrojích vody. V případě plynulého doplnění vody do C S je zásoba vody omezena množstvím vody v přehradní nádrži. Předpokládá se provozuschopná úprava surové vody na vyrovnávací vodní nádrži Mohelno.

6.3.3.3. Systémy automatického hašení požáru a systémy skrápění

V areálu jaderné elektrárny jsou realizovány systémy vodního stabilního hasicího zařízení, vodního stabilního skrápěcího zařízení, plynového stabilního hasicího zařízení na CO₂, plynového halonového stabilního hasicího zařízení.

Veškeré zařízení a komponenty, které slouží ke spuštění a ovládní příslušného systému hašení nebo systému zkrápní a ochlazování jsou umístěny v jiném požárním úseku než je ten, který je tímto systémem chráněn.

6.3.3.3.1. Vodní stabilní skrápění za ízení (SSZ)

Za ízení je určeno ke skrápní a ochlazování dležitých kabelových prostor a dležitých kabelových stoupaek. Jako zdroj požární vody jsou využívány rozložova požární vody, ovládací elektroarmatura, přívodní potrubí, požární čerpadla, sací jímky a propojovací kanály chladících věží. Koncovým prvkem jsou hasicí lišty, které jsou v kabelových prostorech rozmístěny mezi kabelovými lávkami vrchním rozvodem a v kabelových stoupačkách pod stropem místnosti. Hasicí lišty jsou osazeny rozprašovacími hubicemi. Hubice jsou nastaveny tak, aby voda pokrývala jak povrch kabelů, tak i ocelové konstrukce kabelových lávek a kabelových roštů. Za ízení se spouští automaticky při zapálení idele EPS dvou požárních smyček příslušného požárního úseku.

6.3.3.3.2. Vodní stabilní hasicí za ízení (SHZ)

Za ízení je určeno k hašení požárů vzniklých na transformátorech vyvedení výkonu, na transformátorech vlastní spotřeby (odbočkové transformátory) a na transformátorech rezervního napájení. Za ízení je konstruováno tak, aby souasně s hašením bylo zabezpečeno i intenzivní ochlazování transformátoru. Dále za ízení je určeno pro hašení požárů olejových nádrží jednotlivých turbogenerátorů a elektronapájecích čerpadel.

6.3.3.3.3. Plynové CO2 stabilní hasicí za ízení

Za ízení je určeno k hašení požárů v Centrálním olejovém hospodářství v objektu strojovny.

Stanice CO2 je umístěna v samostatném objektu mimo objekt strojovny. Skládá se ze 160 ocelových lahví (80 pohotovost, 80 záloha). Každá lahev je o objemu 30 kg hasivaCO2a je zde uložena v množství potřebném pro hasební zásah

chráněného prostoru. Ocelové lahve jsou sestaveny do baterií. Každá z baterií je uložena na úbytkové váze, která automaticky kontroluje hmotnost hasiva v lahvích a v případě jeho úbytku o 10 % je tento stav signalizován. Baterie jsou potrubím napojeny do jednoho potrubního rozvodu a rozvodným potrubím vedena do příslušných hasebních úseků. V chráněných prostorech rozvodná potrubí ústí do hasicích lišt, které jsou vedeny pod stropem po obvodu chráněného prostoru. Hasicí lišty jsou osazeny hubicemi 1/2" nebo 3/4", které jsou skloněny pod úhlem 45° a nasmlouvány do chráněného prostoru. [Obr. 4]

6.3.3.3.4. Stabilní hasicí halonové zařízení SHZ KD-200

Stabilní hasicí halonové zařízení je určeno pro zajištění vysoké požární bezpečnosti vybraných prostor na podlaží +9,6 m. SHZ KD-200 je určeno pro zajištění požární bezpečnosti paluby HC. Uvedená požární bezpečnostní zařízení mají zásadní význam pro zajištění jaderné bezpečnosti EDU.

Celkem je v EDU na 1.RB instalováno 12 halonových ústeden a jedna ústedenka SHZ KD-200. Stejný počet je na ostatních RB ve stejných prostorech EDU. Hasicí látkou je Halon 1301 (chemické složení CF_3Br)

Hasivo je umístěno v tlakových lahvích a dotlakované dusíkem na předepsaný tlak. Množství hasicí látky pro příslušné místnosti je určeno na základě programového výpočtu dle objemu hašené místnosti. Halon 1301 je těžší než vzduch. Pro potřeby spouštění a monitorování tohoto systému je instalováno 18 hlásičů.

6.3.3.3.5. Systémy pro zabezpečení hašení požáru

Všechny prostory a stavební objekty JE jsou řešeny a vybaveny tak, aby byl do všech požárních úseků umožněn rychlý a účinný protipožární zásah požárních jednotek.

V JE Dukovany jsou realizovány následující systémy umožňující ruční hašení:

6.3.3.3.5.1. P ístupové komunikace

Komunikace v areálu JE jsou zokruhované a jsou ešeny tak, že umož ůjí p ístup požárních vozidel ke všem objekt m JE. Hlavní páte ní komunikace jsou dvouproudové o ší ce min. 6 metr , ostatní komunikace jsou jednoproudové o ší ce min. 3,5 metru. Parametry komunikací (ší ka, únosnost, polom ry oblouk) vyhovují požadavk m požárních vozidel.

6.3.3.3.5.2. Vnit ní zásahové cesty

Ve všech objektech, ve kterých nelze ú inn vést protipožární zásah z vn jší strany objektu, nebo kde se p edpokládá vedení protipožárního zásahu ve výšce nad 22,5 metru, jsou z ízeny vnit ní zásahové cesty, které umož ůjí provedení protipožárního zásahu. Vnit ní zásahové cesty vedou chrán ěnými únikovými cestami. V jednopodlažních objektech a v objektech ve kterých je p edpokládaná doba evakuace menší než 8 minut vedou vnit ní zásahové cesty, chrán ěnými únikovými cestami typu A nebo áste n chrán ěnými únikovými cestami.

6.3.3.3.5.3. Vn jší zásahové cesty

Vn jší zásahové cesty slouží požárním jednotkám p í požárním zásahu vedeném vn jškem objektu. Všechny vícepodlažní objekty EDU o p dorysné ploše v tší než 100 m² a o výšce v tší než 9 metr mají na vn jších st nách instalován minimáln jeden požární žeb ík umož ůjící požárním jednotkám p ístup na poch znou st echu. Požární žeb ík je instalován v p ípad , že není p ístup na st echu zabezpe en chrán ěnou únikovou cestou nebo vn jším schodišt m. K zjednodušení a urychlení protipožárního zásahu je ve v tšin p ípad jedna ze št ě in požárního žeb íku proveden jako požární potrubí opat ěné ve spodní i vrchní ásti tlakovou hrdlovou spojkou umož ůjící p ípojení požární hadice.

6.3.3.3.5.4. Vnitní požární vodovod

V každém vícepodlažním objektu a v n kterých p ípadech i v jednopodlažních objektech je instalován vnitní požární vodovod, který je napojen na vn ější požární vodovod. Vnitní požární vodovody v etn hydrantových systém jsou trvale zavodn ěné a pod tlakem, ímž je zajišt ěna okamžitá plynulá dodávka požární vody.

6.3.3.3.5.5. Hasicí p ístroje

Ve všech stavebních objektech EDU je celkem 3803 ks odpovídajících hasicích p ístroj , které jsou ur ěny zejména pro proškolené pracovníky, leny požárních hlídek, ale i pro zam stnance jednotky HZS podniku k provedení rychlého prvního protipožárního zásahu. Hasicí p ístroje jsou umíst ěny v blízkosti míst pravd podobného vzniku požáru, u vchod ě do místností a na vnit ních zásahových cestách

6.3.3.3.5.5. Jednotka Hasi ského záchranného sboru podniku

Na jaderné elektrárn ě je z ízena profesionální jednotka hasi ského záchranného sboru podniku (HZSp), která je dislokována v požární stanici situované v areálu jaderné elektrárny, ve vzdálenosti cca 100 metr ě od HVB.

Jednotka HZSp má 50 zam stnanc ě , kte í zabezpe ují úkoly jak na úseku prevence PO, tak i na úseku represivní innosti. P í požárn ě nebezpe ných innostech, p í kterých je riziko vzniku požáru, zajiš ũje jednotka HZSp požární dohled.

Preventivní innost vykonává technik požární ochrany a zam stnanci jednotky HZSp.

Represivní innost vykonává 48 hasi ě , kte í jsou rozd ěleni do ěty sm nových provoz ě , p í emž v každé sm ěn ě je minimáln ě 10 hasi ě .

Maximální čas dojezdu jednotky HZSp k nejbližším objektům jaderné elektrárny (HVB) jsou 4 minuty od vzniku požáru.

Dojezdový čas se skládá z:

- doby zjištění požáru elektrickou požární signalizací - max. 1 minuta
- doby výjezdu jednotky HZSp po ohlášení požáru - max. 2 minuty
- doby jízdy jednotky HZSp - 1 minuta [15]

7. Jaderná elektrárna Temelín

7.1.Historie a popis ETE

O výstavbě jaderné elektrárny Temelín bylo rozhodnuto po expertním výběru stavenišť pro 4 bloky VVER 1000 v roce 1980. V roce 1982 byl uzavřen kontrakt na dodávku sovětského technického projektu. Tento projekt zahrnoval reaktorovnu, budovu aktivních a pomocných provozů a budovy dieselgenerátorových stanic.

Vlastní stavba provozních objektů byla zahájena v únoru 1987, písemně pípravné práce byly zahájeny na staveništi již v roce 1983. Již před rokem 1990 byl pívodní sovětský projekt vylepšován československými odborníky. Generálním dodavatelem byla akciová společnost Škoda Praha. Po listopadu 1989 bylo v nových politických a ekonomických podmínkách rozhodnuto o snížení počtu bloků na dva.

Před obdobím velkých nejistot byla redukovaná a v technologii modernizovaná stavba dokončena a v červenci 2000 bylo zavedeno palivo do reaktoru. Dne 21. prosince 2000 vyrobil první blok první elektřinu. Zkušební provoz prvního bloku byl zahájen 10. června 2002, na druhém bloku začal 18. dubna 2003. Na jaře 2003 se temelínská elektrárna s instalovaným elektrickým výkonem 2000 MW stala nejvýznamnějším energetickým zdrojem české republiky.

Elektrinu vyrábí ve dvou výrobních blocích s tlakovodními reaktory VVER 1000 typu V 320. Od 23. září 2013 pracuje elektrárna na výkonu 2 x 1055 MWe, tedy dosavadní výkon navýšila o 80 MWe. Díky tomu má elektrárna potenciál za rok vyrobit přibližně o 600 tisíc MWh elektřiny více. Od září 2014 pracuje první blok elektrárny na výkonu 1 078 MWe. [17]

7.2. Koncepte řešení požární bezpečnosti ETE

Koncepte řešení požární bezpečnosti je řešena stejným způsobem jak je uvedeno v popisu EDU viz. kapitola 6.2. Koncepte požární bezpečnosti EDU v etn koncepte projektového řešení požární ochrany. Vzhledem k politickým změnám a pozdější době realizace výstavby ETE oproti EDU bylo přijato „Opatření federálního ministra paliv a energetiky č.3/1986“, které vzniklo po dohodě s ostatními zainteresovanými ministerstvy a úřady státní správy v etn tehdejší Hlavní správy Sboru požární ochrany.

Byly vydány "Zásady a podmínky použití sovětských a československých norem a předpisů pro projektování jaderné elektrárny Temelín s bloky VVER 1000", kterými byla vymezena platnost a stanovena závaznost technických norem a předpisů pro technologickou i stavební část JE Temelín v zóně sovětského projektování. Tyto zásady a podmínky ve svém výchozím ustanovení stanovily, že je třeba provést opatření, která umožní vybudovat JE Temelín podle sovětské projektové dokumentace. Z kontraktu na sovětský technický projekt JE Temelín a z výsledků jeho obhajoby vyplynulo základní ustanovení, že projektová dokumentace zóny sovětského projektování bude zpracována na základě sovětských předpisů a norem při respektování československých norem a předpisů jen v takovém rozsahu, který se nedotkne koncepce a konstrukce zařízení a koncepce jaderné bezpečnosti dané sovětskými předpisy a normami.

7.3. Úroveň ochrany do hloubky

Stejně jako v EDU je v ETE požární ochrana zajištěna dle sledným uplatněním tří stupňového systému „ochrany do hloubky“ na těchto úrovních:

- preventivní opatření
- požární odolící konstrukce
- systémy zjišťování, ohlašování a hašení požáru

Cílem projektu požární ochrany JE Temelín bylo zajistit rovnováhu mezi všemi těmi uvedenými úrovněmi ochrany do hloubky.

7.3.1. Preventivní protipožární opatření

V ETE jsou realizovány totožné systémy preventivních protipožárních opatření jako EDU.

7.3.1.1. Omezení množství hořlavých látek a materiálů

Tato omezení jsou provedena stejně jako v EDU a to na nezbytné minimum viz. kapitola 6.3.1.1. Omezení množství hořlavých látek a materiálů

7.3.1.2. Požární úseky

Důraz je kladen na požární oddělení prostor, ve kterých jsou umístěny redundantní zařízení a komponenty bezpečnostních systémů a systémů souvisejících s jadernou bezpečností. Omezení požárního oddělení ostatních prostor je stejné jako v kapitole 6.3.1.2. Požární úseky.

7.3.2. Požární odolící konstrukce

Mají zabránit v šíření neuhášeného požáru mimo požární úsek tak, aby nebylo ohroženo plnění základních bezpečnostních funkcí jaderné elektrárny viz. kapitola 6.3.2. Požární odolící konstrukce

7.3.2.1. Požární stěny, požární stropy

Požární odolnost stěn a stropů v ETE je v rozmezí od 15 do 240 minut jako v EDU.

7.3.2.2. Požární uzávěry otvorů

Požární dveře, požární poklopy- odolnost při požáru u těchto uzávěr se pohybuje v rozmezí od 15 do 90 minut a je řešena stejným způsobem jako v EDU.

Požární klapky, požární izolace- požární klapky instalované v objektech ETE mají požární odolnost 90 minut. Část klapky je konstruována tak, aby při působení teploty 130 až 150°C došlo k "zapnutí" - ušetření listu požární klapky v potrubí, které zabrání šíření kouřové. Všechny požární klapky je možné ovládat i ručně z místa.

Kde nebylo možné nebo vhodné instalovat požární klapky, byla použita k ochraně vzduchotechnického potrubí protipožární izolace. Požární odolnost protipožární izolace se pohybuje v rozmezí od 30 do 90 minut.

Požární ucpávky, ušetření průchodů- způsobem ušetření průchodů stavebními dílčími konstrukcemi v ETE jsou řešeny stejně jako v EDU viz. kapitola 6.3.2.2. Požární uzávěry otvorů

7.3.2.3. Stavební konstrukce

Požární odolnost se vztahuje na stavební konstrukce nosné, nenosné, obvodové, konstrukce stěn, stropů, technologických zařízení, výtahových šachet a instalací, stěsních plášťů a dalších. Řešena je podle stejných podmínek jako v EDU viz. kapitola 6.3.2.3. Stavební konstrukce

7.3.2.4. Únikové cesty

Ve všech stavebních objektech ETE jsou zřízeny nechráněné i chráněné únikové cesty. Většina objektů je vybavena únikovými cestami typu A nebo typu B. Objekty nejdůležitější z hlediska jaderné bezpečnosti mají chráněné únikové cesty typu C. Popis únikových cest je obsažen v popisu EDU kapitola 6.3.2.4. Únikové cesty.

7.3.2.5. Odstupy

Popis odstup mezi objekty je popsán v kapitole 6.3.2.5. Odstupy

7.3.2.6. Technická a technologická zařízení

Umístění technických a technologických zařízení je popsáno v části 6.3.2.6. Technická a technologická zařízení.

7.3.3. Systémy zjištění, ohlašování a hašení požáru

Tyto systémy v ETE slouží k zjištění, ohlášení a aktivaci koncových zařízení pro zahájení likvidace vzniklého požáru.

7.3.3.1. Systémy ohlašování požáru

Detekci a ohlašování požáru ve všech objektech JE Temelín zabezpečuje systém elektrické požární signalizace. EPS SIEMENS na JE Temelín představuje modulární systém složený z jednotlivých komponent zabezpečujících detekci vzniklého požáru, přenos signálu o požáru, vyhodnocení signálu, vyhlášení požárního poplachu, případně ovládání dalších protipožárních systémů.

Účelem systému je akusticky, opticky a graficky signalizovat místo vzniklého požáru. Kromě této funkce, systém EPS přiblíženě kontroluje funkce svých jednotlivých komponent a okamžitě signalizuje jejich případnou poruchu.

Požární poplach signalizovaný EPS je jednoznačný, jasně rozeznatelný a není zaměnitelný se žádným jiným výstražným signálem.

Ve všech objektech nacházejících se v areálu jaderné elektrárny je realizován systém EPS SIEMENS. V Budov reaktoru, Dieselgenerátorové, kompresorové a erpací stanici, DGS pro sekundární okruh, Naftovém hospodá ství DGS, Budov ídícího centra a ve stavebním objektu Záme ek B ezí je instalován systém EPS Cerberus AlgoRex. Zaru uje vysokou spolehlivost detekce, vysoké diagnostické schopnosti a vysokou imunitu proti falešným a nežádoucím poplach m.

Ve Skladu vyho elého jaderného paliva je instalován systém EPS SIEMENS – SINTESO S-LINE a systém EPS videodetekce kou e.

Hlavní komponenty systému EPS jsou hlási e požáru, úst edny a nadstavbový systém.

Systém EPS je tvo en dv ma vzájemn nezávislými systémy:

- **systémová EPS** – systém související s jadernou bezpe ností, který je tvo en t emi zcela samostatnými a vzájemn nezávislými v tvemi (zálohování 3 x 100 %), chrání všechny místnosti a prostory kontejnmentu a obestavby, ve kterých je instalováno systémové SSZ.
- **nesystémová EPS** - chrání ostatní místnosti a prostory kontejnmentu a obestavby, které nejsou chrán ny systémovou EPS. [18]

„T i tisíce monitorovaných prvk , 12 tisíc požárních hlási a 110 úst eden. Taková je kone ná podoba modernizovaného systému elektronické požární signalizace (EPS) na Jaderné elektrárn Temelín. Nová verze EPSky umožní temelínským hasi m rychleji reagovat a sníží procento planých výjezd . Kompletn by m la za ít fungovat ve druhé polovin roku 2014.“

[19 EZ Sviták]

7.3.3.1.1. Hlási e požáru

V ETE je instalováno více než 10 000 detektor požáru t chto typ :

Typy hlási instalovaných v ETE:

- a) ioniza ní – instalováno více než 2000 ks t chto hlási
- b) opticko-kou ový
- c) plamenný

- d) tepelný
- e) multikriteriální (kombinovaný) - detektor AlgoRex a SINTESO: detektor nové generace, pracuje na principu měření a porovnávání několika různých veličin charakteristických pro požár. Na ETE je instalováno více než 5000 kusů těchto detektorů.
- f) lineární - princip vysílání a přijímání optického paprsku s dosahem až 100m
- g) plynový – senzor na zemní plyn snímá koncentraci plynu v ovzduší
- h) nasávací systém VESDA: aktivní systém detekce kouře zajišťující nepřetržité nasávání vzorku vzduchu ze střežených prostor a jeho vyhodnocování. Síť nasávacího potrubí sestává z 1 až 4 trubek, každá z trubek obsahuje množství nasávacích otvorů, přičemž každý nasávací otvor je srovnatelný s bodovým kouřovým hlásičem
- i) systém videodetekce kouře: systém používá běžnou kameru, která je připojena k centrální jednotce, analyzuje přicházející obrázky snímků a rozhoduje, jestli obsahují kouř. Jiné probíhající děje ignoruje. Citlivost systému lze naprogramovat na různé množství a citlivosti kouře. Hlásič využívá unikátní technologii vyhodnocení, která je schopná měřit fyzikální vlastnosti kouře a zjistit hodnotu „složeného útlumu“. Z tohoto parametru se určí celkový útlum světla vlivem kouře v zorném poli kamery. Tato hodnota představuje okamžitou hodnotu, v každém okamžiku.
- j) tlakový

Systém montáže do patric kolektivních a adresních linek je popsán v kapitole 6.3.3.2.2. Hlásiče požáru.

7.3.3.1.2. Ústředny EPS

Hlavní funkcí ústředny EPS je signalizace detekovaného požáru. Základní popis je v kapitole 6.3.3.2.1. Ústředny EPS

V jaderné elektrárně Temelín jsou instalovány tři druhy ústředny EPS:

- a) ústředny CZ-10
- b) ústředny CC-11 - ústředny jsou součástí systému Cerberus AlgoRex
- c) ústředny FC20xx - ústředny systému SINTESO-výrobce SIEMENS

Všechny ústředny EPS instalované v areálu ETE jsou propojeny do komunikačních okruhů a jsou připojeny k nadstavbovému systému MM8000.

Kromě signalizace požáru, na které ústředny EPS ovládají další zařízení zajišťující požární bezpečnost objektu:

- spuštění stabilního hasicího zařízení
- signalizace polohy vybraných protipožárních klapek ve vzduchotechnickém potrubí
- ovládání vybraných protipožárních klapek ve vzduchotechnickém potrubí
- signalizace přítomnosti zplodin hoření ve vybraných vzduchotechnických potrubích
- ovládání vybraných ventilátorů vzduchotechniky

Systém EPS realizovaný v areálu ETE je rozdělen do dvou logických skupin:

- a) objekty 1. a 2. HVB
- b) venkovní objekty – infrastruktura

7.3.3.1.3. Nadstavbový systém EPS

Každá ústředna EPS může pracovat samostatně nebo v síti s nadstavbovým systémem. Pokud ústředna pracuje samostatně, umožňuje podávat pouze základní informaci o místě vzniku požáru. Pokud jsou ústředny EPS propojeny do sítě a připojeny na nadstavbový počítačový systém EPS, můžeme při požáru indikovat celou řadu dalších důležitých informací.

Optická a akustická signalizace detekovaného požáru a další důležité informace o požáru a stavu EPS jsou z jednotlivých okruhů ústředny EPS svedeny na několik míst. Zásadní jsou dvě pracoviště ohlašovacího požárů, tj. hasičská stanice, dále pracoviště šéfa nového inženýra, bloková i nouzová dozorná Budovy reaktoru I. a II., operační sál v budově řídicího centra a podpůrné technické stadiisko v krytu pod administrativní budovou.

V areálu jaderné elektrárny Temelín jsou všechny ústředny EPS propojeny do komunikačních okruhů a jsou propojeny na nadstavbový počítačový systém MM8000 a vizualizací BARCO stůnu.

Nadstavbový systém MM8000 obsahuje:

- 3 servery systému MM8000. Hlavní server je umístěn v serverovně objektu HZSp, další dva servery na HVB1 a HVB2. Servery jsou vzájemně propojeny
- monitory na pracovišti EPS
- tiskárna
- BARCO stůna – zobrazuje pohled celého areálu ETE, obraz z monitorů určených pracovišť a z kamer požární videodetekce.
- synoptické tablo na HVB - zobrazuje pohledy všech podlaží HVB a opticky signalizuje v které místnosti anebo prostoru požár vznikl, signalizuje spuštění stabilního hasicího zařízení.

7.3.3.2. Systémy zásobování požární vodou

Stejně jako v EDU je to nejdostupnější systém protipožárního zabezpečení řešený dvěma na sobě nezávislými okruhy. Jeden pro budovy reaktoru se seizmickou odolností a pro ostatní budovy v areálu ETE je druhý okruh seizmicky neodolný.

Seizmicky odolný systém slouží k napájení systému stabilního hašení, zkrápění a ochlazování požární vodou, které jsou určeny k ochraně vybraných prostor budovy reaktoru. Systém je řešen jako redundantní se zálohováním 3 x 100%. Součástí každé redundantní větve jsou tato zařízení:

- *Vodní zdroj* se stálou zásobou požární vody v ocelové nádrži o objemu 70 m³ s možností doplnění z druhého systému zásobování požární vodou. Všechny 3 nádrže jsou umístěny v jedné místnosti a jsou oddělené požární vzdáleností.
- *erpadlo požární vody* dodává vodu do stabilního systému hašení, zkrápění a ochlazování. Každé z těchto erpadel je v samostatném požárním úseku.

- *M ící okruh a uzav írac í armatury* jsou elektricky i ru n d álkov uzav írateln é. Automaticky sleduje stav hladin v zásobních nádržích a v p ípad pot eby dává signál k automatickému otev ení uzav íracích armatur z jiného zdroje požární vody.

Seizmicky neodolný systém je ur en k napájení vn jšího požárního vodovodu s hydrantovým systémem. Slouží i jako náhradní zdroj seizmicky odolného systému napájení požární vodou. Sou ástí jsou tyto systémy:

- *Vodní zdroj* upravená voda chladicího systému ETE p ívád ná do okruhu ze dvou zásobních vodojem o objemu 15000m³
- *erpací stanice požární vody* jsou v ETE realizovány v po tu dvou a jsou vzájemn nezávislé. Každá S tvo í samostatný požární úsek. Pracují v režimu volby pracovní nebo záložní. Každá obsahuje sací jímku, požární erpadlo, dopl ovací erpadlo a vytáp cí jednotku.
- *Vn jší požární vodovod* zabezpe uje dodávku požární vody dovšech SHZ, vn jších hydrantových systém , vnit ních odb rních míst pro ru ní hašení i chlazení d ležitých za ízení.

7.3.3.3. Systémy automatického hašení požáru a systémy skráp ní

Stabilní systémy hašení požáru a systémy skráp ní a ochlazování jsou ešeny dle eských normativních p edpis ů a dle metodik schválených ministerstvem vnitra, p í emž byly respektovány a ešeny i doporu ení bezpečnostního návodu MAAE. V areálu ETE jsou realizovány systémy vodního stabilního hasicího za ízení, vodního skráp cího a ochlazovacího za ízení, plynového CO₂ stabilního hasicího za ízení, plynového stabilního hasicího za ízení FM 200, p nového stabilního hasicího za ízení, p nového polostabilního hasicího za ízení a lokálního plynového stabilního hasicího za ízení.

7.3.3.3.1. Vodní stabilní skrápění za ízení (SSZ)

Za ízení je ur eno ke skráp ní a ochlazování d ležitých kabelových prostor a d ležitých kabelových stoupa ek a místností s olejovým hospodá stvím. Základní popis je v kapitole 6.3.3.3.1.

V ETE je SSZ tvo en dv ma vzájemn nezávislými systémy:

- *Systémové SSZ*- související s jadernou bezpe ností a je tvo eno t emi zcela samostatnými a vzájemn nezávislými systémy. Je provedeno v seismické odolnosti. Hasicí lišty jsou instalovány po obvodu hlavního cirkula ního erpadla (HC) a jsou osazeny vodními rozprašovacími hubicemi FYRHEND ANGUS. Každý hasební úsek je hašen 6 ks t chto hubic, které jsou nasm rovány tak, aby voda pokrývala jak povrch HC , tak i nosné konstrukce. Chrání kabelové prostory, stoupa ky a pr chodky i v hermetickém provedení, místnost s nádrží olejového hospodá ství a místnost pohonu HC .
- *Nesystémové SZZ* - není provedeno jako redundantní. Za ízení je ur eno, v p ípad vzniku požáru, ke skráp ní a ochlazování ostatních prostor a je tvo eno dv ma na sob nezávislými podsystémy. Oba podsystémy jsou napojeny na vn jší požární vodovod

7.3.3.3.2. Vodní stabilní hasicí za ízení (SHZ)

Za ízení je ur eno k hašení požár vzniklých p edevším na transformátorech, rozvodnách, olejových nádrží jednotlivých turbogenerátor a elektronapájecích erpadlech i v místnosti Úst ední elektrické dozorny ETE.

7.3.3.3.3. P nové polostabilní hasicí za ízení (PHZ)

Za ízení je ur eno k hašení požár vzniklých v prostorech dieselgenerátorových stanic. PHZ nemá vlastní zásobník hasiva ani vlastní erpadlo hasiva a pracuje v sou innosti s mobilní požární technikou. Hasí na bázi nap n ného

roztoku PYROCOOL AFFF, který se rychle roztéká po povrchu hořící kapaliny a má vysoké chladicí účinky. PHZ je tvořeno dvěma na sobě nezávislými podsystemy:

- první podsystem chrání dieselgenerátor a jeho příslušenství
- druhý podsystem chrání místnost ve které jsou umístěny nádrže motorové nafty a nádrže motorového oleje.

7.3.3.3.4. P nově stabilní hasicí zařízení (PHZ)

Zařízení je určeno k hašení požárů vzniklých v místnostech nadzemních skladovacích nádržích motorové nafty o objemu 1000 m³. SHZ hasí na bázi tuhé hasicí směsi, jeho výkon a kapacita je stanovena pro hašení požáru jedné nádrže. Typ používaného prostředku je Schaumgeist 6% a jeho zásoba je o objemu 2x 2000l.

7.3.3.3.5. Plynové CO₂ stabilní hasicí zařízení

SHZ CO₂ FM 200 je umístěno v budově Ústřední elektrické dozorny, kde chrání 3 prostory. (Datové centrum, Místnost zálohovacích systémů a Prostor pro komunikační systémy). Hasivo FM 200 je uloženo v ocelových lahvích jako zkapalněný plyn, stlačený dusíkem na 2,5 MPa a do chráněného prostoru se vstříkává ve formě páry. Každý hasební úsek má svoji samostatnou zásobu hasiva, přičemž všechny lahve jsou pohotovostní (bez rezervy).

7.3.3.3.6. Lokální stabilní hasicí zařízení FIRESTOP

Účelem zařízení je protipožární zabezpečení dležitých elektrických rozvaděčů instalovaných v Budova reaktoru 1. a 2. HVB a v jiných dležitých elektrických rozvaděčích.

System FIRESTOP používá hasivo na bázi hexafluorpropanu a uvádí se do činnosti automaticky bez požadavku na vnější zdroje energie. System je vybaven

detekčními trubicemi z polymerního plastu, které jsou od jednotlivých nádob s hasivem vedeny do vnitřních prostor skříní el. rozvad. V případě požáru uvnitř rozvad. dojde k prohoření detekční hadice a k uvolnění hasiva do prostoru skříní. V důsledku poklesu tlaku hasiva v zásobní nádobě následně zapůsobí tlakový spínač, který do systému EPS vyšle informační signál o spuštění SHZ.

7.3.3.3.7. Systémy pro zabezpečení ručního hašení požáru

V JE Temelín jsou realizovány systémy a prostředky umožňující ruční hašení požáru:

7.3.3.3.7.1. Pístitupové komunikace

Způsob řešení je popsán v kapitole 6.3.3.3.5.1. Pístitupové komunikace

7.3.3.3.7.2. Vnitřní zásahové cesty

Základní popis v kapitole 6.3.3.3.5.2. Vnitřní zásahové cesty. V budovách reaktoru ETE jsou kromě 4 vnitřních zásahových cest, zřízeny i tři požární výtahy, které umožní rychlé nasazení sil a prostředků nezbytných k protipožárnímu zásahu zejména ve vyšších nadzemních podlažích.

7.3.3.3.7.3. Vnější zásahové cesty

Vnější zásahové cesty jsou řešeny podle stejných požadavků jako v EDU viz. Kapitola 6.3.3.3.5.3.

7.3.3.3.7.4. Vnitřní požární vodovod

Vnitřní požární vodovod je řešen totožně jako v EDU v kapitole 6.3.3.3.5.4.

ETE je navíc vybavena rozvodem vysokotlaké požární vody. Pro zvýšení efektivity ručního protipožárního zásahu požárními jednotkami je v objektech Budovy reaktoru a Budovy pomocných provozů instalován systém vysokotlakého požárního potrubí, který umožňuje hašení pomocí vysokotlaké rozprášené vody. Voda v této podobě má velmi vysoký ochlazovací efekt a navíc spolu s rychle

vznikající vodní parou vytváří v okolí požáru inertní prostředí. Tím dochází k rychlému uhašení vzniklého požáru při nízké intenzitě dodávky požární vody.

7.3.3.3.7.5. Hasicí přístroje

Druh a počet přenosných nebo pojízdných HP v ETE je stanoven pro každý objekt určen podle charakteru a velikosti provozu. V místech, kde byly používány halonové hasicí přístroje, jsou použity halotronové přístroje, jejichž hasební účinky jsou srovnatelné a nemají negativní důsledky na životní prostředí.

7.3.3.3.7.6. Jednotka Hasičského záchranného sboru podniku

Na ETE je zřízena profesionální jednotka hasičského záchranného sboru podniku (HZSp), která je dislokována v požární stanici situované v severovýchodní části areálu jaderné elektrárny, ve vzdálenosti cca 900 metrů od budovy reaktoru 1(2). HVB.

Jednotka HZSp má 55 zaměstnanců, kteří zabezpečují úkoly jak na úseku prevence PO, tak i na úseku represivní činnosti.

Hasiči vykonávající represivní činnost jsou rozděleni do čtyř směn nového provozu, přičemž v každé směně je 16 hasičů + 1 řidič vozidla Rychlé zdravotnické pomoci s 1 příslušníkem středního zdravotnického personálu.[18]

8. Zátěžové testy – stress testy

8.1. Havárie ve Fukušimě

Havárie na jaderném zařízení v Japonské Fukušimě se stala podnětem ke zpřesnění zátěžových testů všech jaderných zařízení ve světě. Dne 11. 3. 2011 v 14:46 hod. došlo v Japonsku k zemetesení o 9 stupních Richterovy stupnice. Vlivem zemetesení selhala japonská rozvodná síť a zároveň došlo k automatickému odstavení jaderných elektráren v zasažené oblasti. Bylo zastaveno štěpení paliva zasunutím regulačních tyčí. Po odstavení se v reaktorech uvolňuje exponenciálně

klesající množství tepla z rozpadu radioaktivního paliva, které vyžaduje chlazení. Chlazení zajišťuje systém berpadel napájený z vnější energetické sítě, nebo z vlastní produkce jaderné elektrárny. Po selhání rozvodné sítě nastartovaly diesela agregáty a jaderná elektrárna ve Fukušim se dostala do stabilního a bezpečného stavu. Přiliv extrémní vlny tsunami o výšce 18m situaci změnil, protože elektrárna ve Fukušim byla projektována na ochranu před vlnou o výšce 10m. Vlna zaplavila diesela agregáty a tím vyadila jedinou možnost napájení chlazení reaktoru. Tyto okolnosti vedly k přehřátí a roztavení palivových článků a tím postupnému selhávání těsnosti obalu reaktoru. [20]

8.2. Princip zátl žových test

Zátl žové testy provozovaných reaktorů v zemích EU jsou prováděny pravidelně v intervalu dva až tři roky. Od 1. června 2011 byly tyto testy zplněny po neblahé zkušenosti z havárie v Japonské Fukušim. Testována je odolnost proti závažnějšímu rozsahu ohrožení, než je běžná projektována. Například seismická odolnost jaderných zařízení bude testována na úrovni silnější než šest stupňů RichtEROVY škály. Zařízení, která mohou být ohrožena povodněmi nebo jinými živly, byla otestována i na extrémní chlad a horko. Z antropogenních příčin jsou testy zaměřeny na pád letadla nebo náraz lodí i s následným požárem paliv. Dalším testovaným faktorem je funkčnost záložních zdrojů při výpadku elektrického proudu. [21]

8.3. Opatření po stress testech

Po havárii ve Fukušim provedlo 143 jaderných zařízení v Evropě analýzy, které se aplikovaly ve třech oblastech. První byla technická, druhá organizační a třetí oblast případných rizik při extrémních přírodních podmínkách. Stress testy přinesou jistotu v připravenosti jaderných zařízení na nečekané události.

8.3.1 Jaderná elektrárna Temelín

„Energetici letos (2015) v jaderné elektrárně Temelín dokoní p vodn plánovaná opat ení, jež vyplynula ze zát žových test EU po havárii v japonské Fukušim . Te ku za ty icetibodovým stávajícím seznamem, který se neustále aktualizuje, letos ud lá instalace dalšího za ízení na likvidaci vodíku v budov , jež chrání reaktor. Dosud jsme rozší ili zp soby chlazení reaktoru, p idali další nezávislé zdroje výroby elekt iny pro klí ové bezpečnostní systémy nebo zlepšili vybavení a zázemí vlastní hasičské jednotky. V p ípad kolapsu pevné i mobilní sít m že elektrárna s okolím komunikovat prost ednictvím satelitních telefon . Zbývá dokon it poslední modifikace.“ [22] (EZ Bohdan Zronek)

Opat ení p ijatá na základ zát žových test EU jsou obsažena v Programu zvyšování bezpečnosti elektrárny. Velká výhoda Temelína i Dukovan je žulový masiv, který poskytuje jedno z nejstabiln ějších míst na sv t .

Bylo provedeno seizmického z odoln ění požární stanice v ETE za použití více než 4,5 t ocelových pás ňa zpevn ění nosné konstrukce. Pro efektivn ější zásah uvnit areálu s rozsáhlým poškozením infrastruktury, v návaznosti na výsledky stress test , byla zakoupena nová technika pro HZSp. Speciální bagr s radlicí vp edu a rypadlem vzadu, nákladní automobil se skláp kou, hydraulickou rukou a radlicí, bourací kladiva, vyproš ovací prost edky, osvtlovací balóny nebo mobilní ěrpadlo. Jednotka HZSp absolvovala nové typy výcviku, které ěleny jednotky p ipravily reagovat nejen na požáry, ale i na p írodní katastrofy. [23]

8.3.2. Jaderná elektrárna Dukovany

V dob ě výstavby EDU byla schopnost bezpečnostní odolnosti stavby naddimenzována a výb ěr lokality je vysoce stabilní ve vztahu k seizmickým vliv m. Vyhodnocení rizik, která plynou z požadavk zát žových test , bylo v p ípad EDU

velice pozitivní. Výsledky cíleného hodnocení bezpečnosti rezerv a odolnosti JE, požadovaného Evropskou radou, potvrzují efektivitu a správnost dříve přijatých rozhodnutí k implementaci opatření ke zvednutí bezpečnosti vodního projektu. Nebyl nalezen stav, který je nutné bez prodlení řešit. Elektrárna je schopna bezpečně zvládnout i vysoce nepravděpodobné extrémní havarijní stavy, aniž by došlo k ohrožení jejího okolí.

Vysoká úroveň bezpečnosti provozu a robustní stavební řešení, zaručí stav vysoké bezpečnosti, přesto v preventivní fázi opatření byly realizovány kroky dalšího zvýšení úrovně bezpečnosti a odolnosti JE Dukovany:

- rozšíření kapacity zařízení pro likvidaci vodíku při těžkých haváriích a tím zvýšení odolnosti hlavního výrobního bloku.
- doplnění dalších mobilních zdrojů elektrického napájení a mobilních zařízení pro erpání medií, nezávislých a plně oddělených od stávajících projektových systémů
- optimalizace organizace a školení personálu pro řízení extrémních situací [24]

9. Porovnání požární bezpečnosti EDU a ETE

Cílem práce je srovnání požární bezpečnosti jaderných elektráren EDU a ETE a popsání jejího vývoje v průběhu posledních 10. let.

Podrobný popis je uveden v částech číslo 6 a 7. V této části byl formou tabulky vytvořen přehledný popis rozdílů v řízení jednotlivých jaderných elektráren a jejich vývoj v čase.

	EDU 2005	EDU 2013	ETE 2005	ETE 2013
Omezení pro použití hořlavých látek a materiálů	Omezeno pouze na nezbytné minimum	Sníženo nezbytné minimum, další část uložena do ocelových chráničků	Omezeno pouze na nezbytné minimum	Sníženo nezbytné minimum, další část uložena do ocelových chráničků
Požární střešní a stropy	Realizovány v tehdy potřebných parametrech	Nově posouzeny a ohodnoceny, provedena dodatečná opatření (obklady, nátěry)	Realizovány v tehdy potřebných parametrech	Nově posouzeny a ohodnoceny, provedena dodatečná opatření (obklady, nátěry)
Dveře a poklopy	Provedeny v tehdy potřebných parametrech	Nově posouzeny a ohodnoceny, provedena dodatečná opatření (tiskání, nátěry)	Provedeny v tehdy potřebných parametrech	Nově posouzeny a ohodnoceny, provedena dodatečná opatření (tiskání, nátěry)
Požární klapky	Dálkové a ruční ovládání	Dálkové ruční doplněno automatickými funkcemi	Dálkové a ruční ovládání	Dálkové ruční doplněno automatickými funkcemi (EPS)
Požární izolace	Dle SN	Dle SN zvýšena odolnost nátěry	Dle SN	Dle SN zvýšena odolnost nátěry

	EDU 2005	EDU 2013	ETE 2005	ETE 2013
Únikové cesty	Dle SN	Doplňují další požární žebříky a zvýšen standard n kterých únikových cest	Dle SN	Doplňují další požární žebříky a zvýšen standard n kterých únikových cest
Rekombinace řízení	Pouze pro základní provoz	Základní i pohavarijní stavy	Pouze pro základní provoz	Pro základní i pohavarijní stavy
EPS	1+2 HVB LITES 3+4 HVB Cerberus s možností výměny komponent	Cerberus 9. ady – plánovaná kompletní obnova systému, nereálná variabilita – nevyrábí se komponenty	Cerberus	Siemens - kompletní obnova p vodního provedení
Hlášení požáru	10.000ks celkem, 5 typ	10.000 ks celkem, nov plamenný a FibroLaser	10.000ks celkem, 8 typ	10.000ks celkem, + systém videodetekce a nasávací systém VESDA
Ústředny EPS	Propojeny do okruh	Decentralizované skupiny propojeny do okruh	2 druhy	3 druhy
Nadstavbový systém	DMS 7000	MM 8000	CS 100	MM8000

	EDU 2005	EDU 2013	ETE 2005	ETE 2013
SHZ plynové	CO2	Doplň na autodiagnostikou	CO2, FIRESTOP	Doplň na autodiagnostiku, FIRESTOP, instalováno FM 200
	Halon 1301	Doplň na autodiagnostikou + 1x KD- 200 ¹		
SHZ vodní	Dle normativních předpis	Dle normativních předpis	Dle normativních předpis	Dle normativních předpis
SHZ p nové	-	-	Polostabilní - PYROCOOL AFFF Stabilní - TUTOGEN U	Polostabilní - PYROCOOL AFFF Stabilní – Schaumgeist 6%
Zásahové cesty	Dle normativních předpis	Dle normativních předpis	Dle normativních předpis	Dle normativních předpis
Požární vodovod	Rozvod v ocelovém provedení	Rozvod v plastovém provedení, uloženo do potrubních kanál	Rozvod v ocelovém provedení	Rozvod v plastovém provedení, uloženo do potrubních kanál
HZSp	9 hasičů / na směn	16 hasičů /na směn	16 hasičů	16 hasičů
Hydrantová síť	Odpovídající platné normy	Navýšeno podle et	Odpovídající platné normy	Odpovídající platné normy

¹ Z výhledu zásadních změn v oblasti požární bezpečnosti se připravuje zrušení Halonového stabilního zařízení na EDU nahrazením hasebnímu média za jiné. Použití Halonu je upraveno Kjótským protokolem a u stávajících zařízení musí dojít k výměně za jiný plyn.

10. Závěr

V ložském roce jsem absolvovala exkurzi v ETE jak zmiuji v úvodu. Mla jsem jedine nou možnost vstoupit do kontejmentu. Prost edí a vysoká míra zabezpečení osob, které vstupujících do t chto prostor m p im ly k respektu. Uv domila jsem si jak velkou sílu má jádro atomu neviditelné pouhým okem. P ed vlastní exkurzí jsem pro p edstavu dostala maketu palivového lánku. Zdálo se mi nemožné, že tak malé množství hmoty uvolní tak velké množství energie. V pr b hu prohlídky expozice v informa ním centru a následné exkurze v elektrárn jsem pochopila, jak nezastavitelný vývoj lidstva v oblasti v dy a techniky vede ke stále vyšší nárok m na energetické zdroje. Fosilní zdroje paliv pro výrobu energií jsou vy erpatelné a proto je nutné hledat jiné alternativy. Využití energie p i št pení jádra je z hlediska nahrazení docházejících fosilních zdroj dostupné ešení. Na druhé stran je pochopitelná obava obyvatel žijících v blízkosti t chto za ízení z možného úniku radioaktivity do okolního prost edí. Pou ení z havárií jaderných za ízení v lidech právem podn cují tyto obavy, ale je nutné si uv domit, že každá lidská innost nese ur itou míru rizika.

Ve své práci jsem se zabývala otázkou požární bezpe nosti jaderných elektráren, abych ur itou m rou p isp la k popisu stavu, a snad i zmírn ní t chto obav. Cílem bylo srovnat zabezpečení obou elektráren navzájem. Tento cíl jsem naplnila v kapitolách 6. a 7., kde popisuji jak je tato bezpe nost na jaderných elektrárnách zabezpečena a že velice úzce souvisí s bezpe ností jadernou. Jasn je vid t, že starší elektrárna musela v pr b hu desetiletí zna n dohán t svoji mladší sestru v úrovni požární bezpe nosti. To co Temelín m l již od po átku, Dukovany asto dobudovávaly.

Vývoj bezpe nosti v ase jako další cíl mé práce je za posledních 10 let z eteln vyhodnocen v ásti 9 formou p ehledné tabulky. Stress testy po jaderné havárii ve Fukušim p isp ly k zesílení bezpe nosti nap . v oblasti zvýšení akceschopnosti HZSp navýšením po tu p íslušník , po ízením nové zásahové techniky a zpevn ním budov, ve kterých je technika umíst na. Tímto je prakticky vylou eno, aby byla znemožn na možnost okamžitého použití techniky zpod trosek budov, které by se vlivem seizmických ot es nebo jiné antropogenní p í iny z ítily.

Další oblast posílení bezpečnosti, která vyplynula z japonské havárie, je několikanásobné zálohování zdrojů elektrické energie. Rizika selhání zdrojů vlastní spotřebičů jsou v zásadě minimalizována. Zde je nutno uvést, že a priori nebezpečí požáru bylo vždy součástí jak tzv. „vnějších“, tak i „vnitřních“ rizik jaderných zařízení, tsunami v Japonsku význam vnějších rizik dále akcentovala.

V případě požáru v objektu HVB je vysoké riziko v uvolnění vodíku z vody, kterou jsou chlazeny soubory palivových článků. Proto byl v rámci požadavků vyhodnocených stress testů navýšen počet rekombinací zařízením, která snižují koncentraci vodíku a zabrání případné explozi.

Při studiu poskytnutých materiálů jsem se ujistila, že na bezpečnost těchto zařízení je kladen velký důraz a obavy z využívání těchto zdrojů nejsou na místě. Na oprávněné obavy z možných dopadů se lze dívat i z celkového pohledu na rizika jakékoliv lidské činnosti. Myslím si, že lidé, kteří protestují proti snaze o výstavbu dalších výrobních bloků, nemají dostatečné povědomí o zabezpečení těchto provozů a především o míře uvědomování si výše zmíněných oprávněných obav. Pokud by každý z nich v nouzové situaci sebevzdal k této problematice, možná by změnil svůj negativní názor více směrem k realitě. Je nutné připomenout, že naše republika není zcela nezávislá na dodávkách energií ze zahraničí. Možnost vytvořit si zásobu jaderného paliva na dobu několika desetiletí je a uložení pro pozdější použití může být také otázkou strategické bezpečnosti.

Budu ráda, když moje práce přiblíží stávající vysokou úroveň zajištění požární bezpečnosti na JE a trvalou snahu o její udržení i rozvoj. [1]

Seznam použitých zdroj :

[1] vlastní slova

[2] <http://atominfo.cz/2011/04/japonsko-aktualni-zpravy/>

[3] Ministerstvo vnitra České republiky [online]. 2015 [cit. 2015-03-15]. Pojmy. Dostupné z WWW: <http://www.mvcr.cz/clanek/pojmy-bezpecnost.aspx>

[4] Skupina EZ [online] 2015 [cit. 2015-03-15] Dostupné z WWW. <http://www.cez.cz/cs/odpovedna-firma/bezpecnost/jaderna-bezpecnost.html>

[5] *Požární bezpečnostní zařízení ve stavbách*, Ing. Václav Kratochvíl, Ph.D., Ing. Šárka Navarová, Ph.D., Ing. Michal Kratochvíl, ISBN: 978-80-7385-103-3

[6] Společnost elektřina info [online] 2015 [cit. 2015-04-28] Definice. Dostupné z WWW. <http://elektrika.cz/data/clanky/dulezite-definice-pozarni-bezpecnosti>

[7] HZS České republiky [online] 2015-04-28 <http://www.hzscr.cz/clanek/pozarne-bezpecnostni-zarizeni.aspx>

[8] *Mlhová stabilní hasicí zařízení*, Ing. Pavel Rybář, 1. Vyd., rok vydání 2011, Praha : MV - generální editelství Hasičského záchranného sboru ČR, ISBN:978-80-87544-05-1

[9] TBZ-info [online] 2015 <http://www.tzb-info.cz/3946-podminky-pro-navrhovani-pozarniho-vetrani-i>

[10] Zdroj: TK [online] 2015 [cit. 2015-04-28 editel ETE Bohdan Zronek] <http://atominfo.cz/2015/02/opatreni-ze-zatezovych-testu-budou-letos-v-temeline-dokoncena/>

[11] Slovník cizích slov [online] 2015 [cit. 2015-04-28] <http://slovník-cizich-slov-online.info/co-je-to-katalyzator>

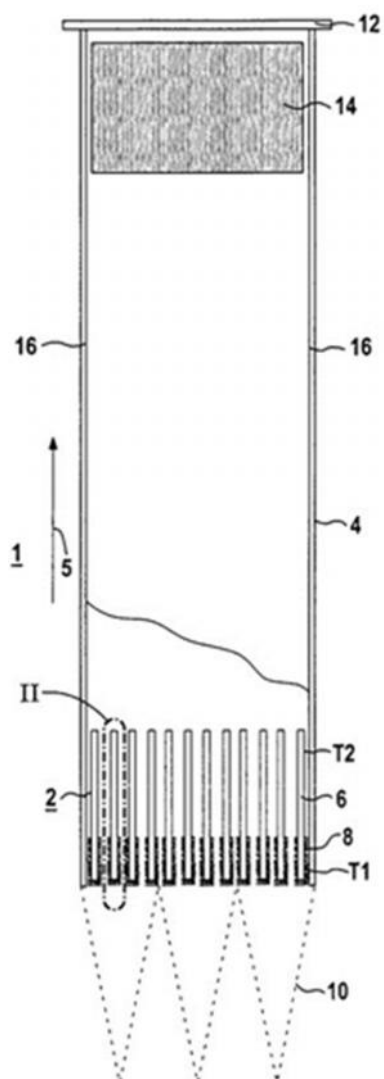
[12] <http://www.findpatent.ru/patent/217/2179758.html>

[13] <http://www.findpatent.ru/patent/215/2154314.html>

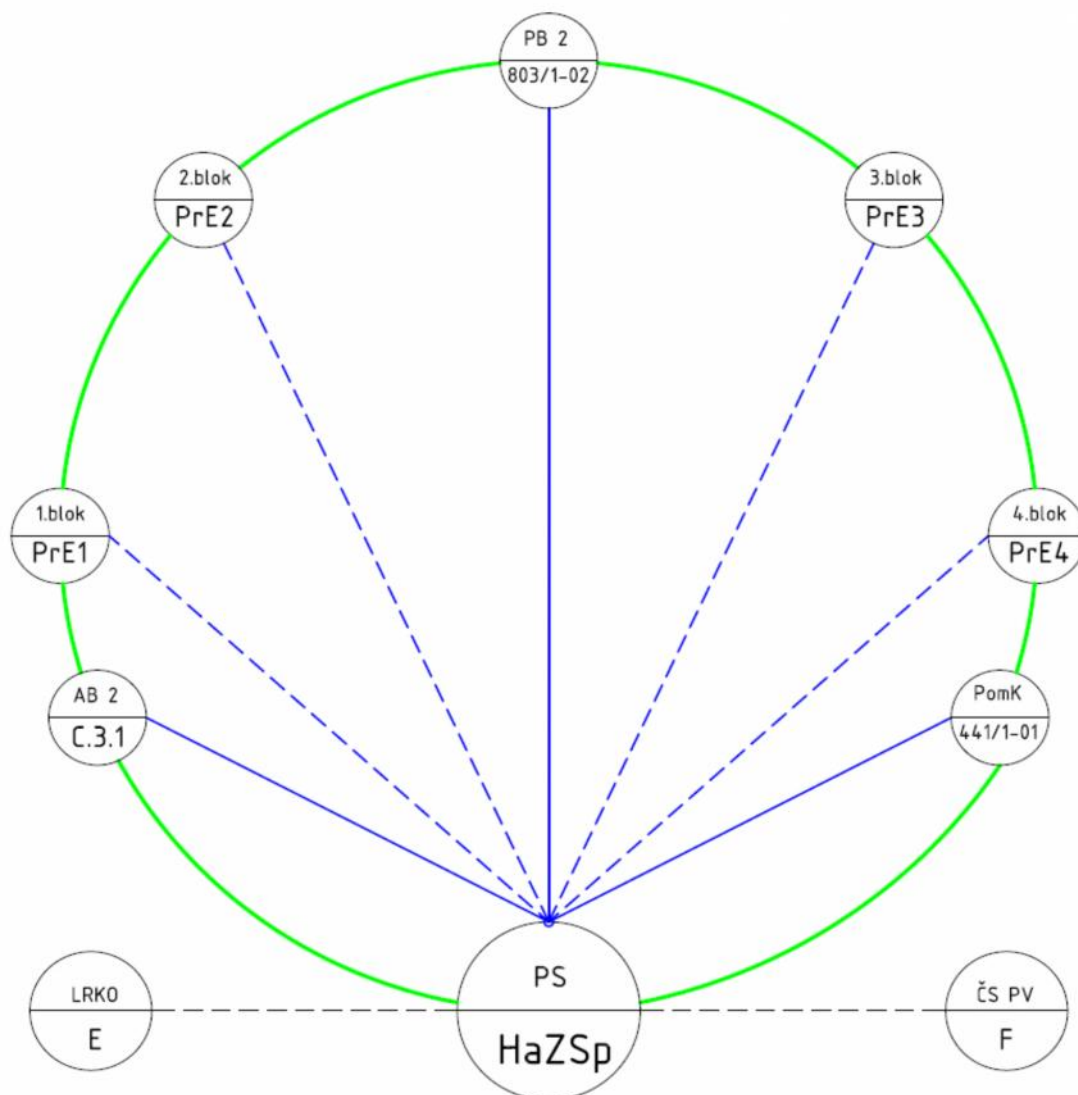
- [14] http://enertech.cwfc.com/brandProducts/spokes/10a_CanduEnergy.htm
http://www.siempelkamp-nis.com/fileadmin/media/Englisch/Download/NIS_PundD/NIS_PAR_H2_Recombiners_2011.pdf
<http://www.gobizkorea.com/blog/ProductView.do?blogId=kntcom&id=942311>
- [15] EZ- EDU P ed provozní bezpečnostní zpráva PpBZ_9.5.– Pomocné systémy - revize 2013
- [16] Prezentace: [cit. 2015-04-28] Zhotovitel: EZH, a.s. Vídeňská 120, 619 Brno - dodavatel systému Honeywell – ESSER
- [17] Skupina EZ [online] 2015 <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrany-cez/ete.html>
- [18] EZ-ETE P ed provozní bezpečnostní zpráva PpBZ_9.5. – Pomocné systémy – revize 2013
- [19] Skupina EZ [online]. 2015 [cit. 2015-03-15] *Ing. Marek Sviták tiskový mluvčí JE Temelín* <http://www.cez.cz/cs/pro-media/aktuality-z-jadernych-elektraren/12459.html>
- [20] http://katedra-reaktoru.cz/dokumenty/pripravny_kurz2011/pripravny_kurz.pdf
- [21] <http://atominfo.cz>
- [22] Skupina EZ [online] 2015 [cit. 2015-03-15] Dostupné z WWW.<http://atominfo.cz/2015/02/opatreni-ze-zatezovych-testu-budou-letos-v-temeline-dokoncena/>- editel ETE Bohdan Zronek
- [23] temelínky 8/2014
- [24] Skupina EZ [online] 2015 [cit. 2015-03-15] Dostupné z WWW.<http://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/dukovany/zaverecna-zprava-zt-edu.pdf>
- [25] **Vyhláška MV 246/2001 Sb.** o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru

Seznam p íloh:

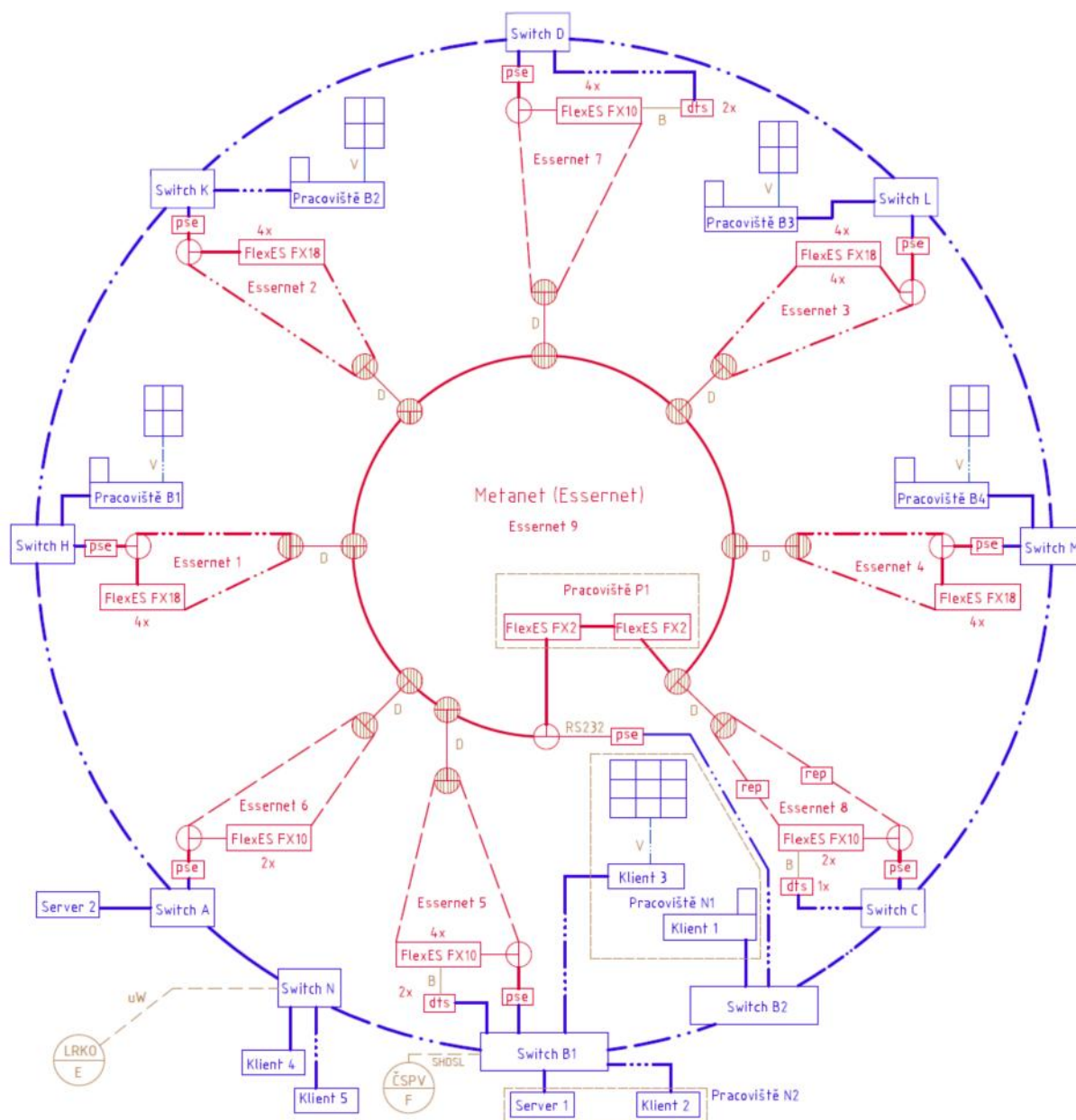
Obrázek 1. Katalytický rekombinátor



Obrázek 2. Topologické schéma struktury nadstavbového systému



Obrázek 3. Kruhová topologie úst eden EPS v redundantním provedení



Obrázek 4. Plynové CO2 SHZ

